기관 2018-040



2018년
기술수준평가

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

제 출 문

과학기술정보통신부 장관 귀하

본 보고서를 “2018년 기술수준평가”의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 4

연구기관명: 한국과학기술기획평가원

연구책임자: 한 종 민 연구위원

연 구 원: 조 아 라 부연구위원
최 민 경 연구원
유 주 현 연구원
임 현 선임연구위원
안 지 현 부연구위원
최 문 정 선임연구위원

요 약 문

☑ 연구개발 목표

- 문재인 정부의 120개 중점과학기술에 대한 2018년 기술수준평가 수행
  - 「제4차 과학기술기본계획」에 포함된 중점과학기술에 대해 미국, EU, 일본, 중국과의 기술격차 등을 분석
  - 기술 기획 및 평가 등 다양한 과학기술 정책 수립 활동에 활용될 수 있는 기초 자료 생성

☑ 연구개발 내용

- (델파이 개선) 기술수준평가 참여 전문가 선발 및 운영방식, 델파이 항목 개선
  - 소수의 핵심 전문가가 델파이 평가위원으로 5년 동안 임기제로 참여하는 방식으로 개선
  - 기술수준 응답 확신도, 산·학·연 투자 비율 등 활용도가 낮거나 평가가 어려운 항목을 삭제하거나 개선
- (정량분석 확대) 데이터 기반의 분석 요구에 대응하고 특정 전문가에 의존하는 기술동향 보고서를 대체하기 위해 기존 논문·특허 분석 지표에 다양한 분석 지표를 추가
  - 특허 데이터 범위를 기존 미국 특허청 출원에서 5개국(한, 미, 일, 중, EU) 특허청 출원 특허로 확대
  - 논문·특허의 활동 추이와 기술적 가치 등을 파악할 수 있는 지표를 발굴·분석하여 기술현황 정보를 제공

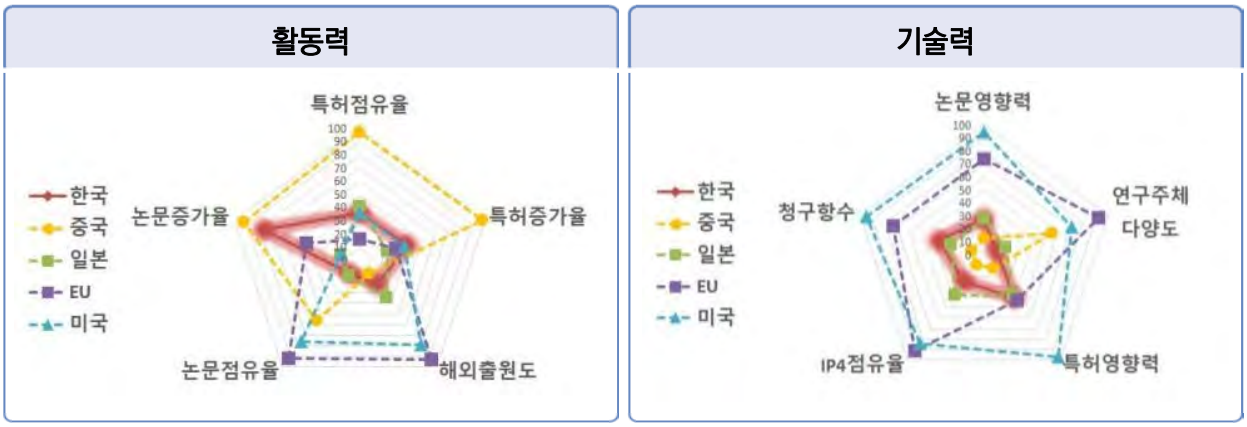
☑ 평가 결과

- 한국의 기술수준은 최고기술 보유국(미국) 대비 76.9%이며, 최고기술 보유국과 3.8년의 기술격차가 있는 것으로 평가
  - 최고기술 보유국(미국)과의 기술격차는 EU 0.7년, 일본 1.9년, 한국과 중국은 3.8년으로 평가

| 표 | 국가별 전체 기술수준(%) 및 기술격차(년)

구분	한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)	76.9	76.0	87.9	94.8	100
기술격차(년)	3.8	3.8	1.9	0.7	0

- 120개 중점과학기술에 대한 한국의 논문 증가율은 비교 대상국(중국, 일본, EU, 미국) 중 2위, 특허 영향력은 3위인 것으로 분석
  - 한국의 논문 증가율(107.8%)과 특허 증가율(34.7%)은 2위를 차지하였으나, 논문 점유율(5위, 4.5%)과 특허 점유율(4위, 15.1%)은 순위가 낮음
  - 한국의 특허 영향력(6.1) 및 특허 청구항수(5.1)는 3위로 분석되었고 논문 연구주체 다양도(0.98)와 IP4점유율(24.8%)은 EU가 가장 높음



| 그림 | 전체 논문·특허의 국가별 상대적 위치[1)]

- '대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술(97.5%)', '초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술(94.0%)', '인체친화형 디스플레이기술(94.0%)'이 최고기술보유국 대비 기술수준이 높은 중점과학기술로 평가됨

| 표 | 최고기술보유국 대비 기술수준이 높은 중점과학기술

분야	번호	중점과학기술명	기술수준 그룹	기술수준 (%)	기술격차 (년)
ICT·SW	107	대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	선도	97.5	0.8
ICT·SW	104	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	추격	94.0	1.0
ICT·SW	106	인체친화형 디스플레이기술	선도	94.0	0.5
기계·제조	31	친환경 고효율 자동차 기술	추격	90.0	1.8
ICT·SW	118	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	추격	90.0	1.0

1) 각 지표 당 최고점을 100점으로 삼고 원 값을 환산하여 적용(정규분포 적용)

● ‘인체친화형 디스플레이기술(0.5년)’, ‘대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술(0.8년)’은 최고기술 보유국에 매우 근접한 것으로 평가됨

| 표 | 최고기술보유국 대비 기술격차가 가장 작은 중점과학기술

분야	번호	중점과학기술명	기술수준 그룹	기술수준(%)	기술격차(년)
ICT·SW	106	인체친화형 디스플레이기술	선도	94.0	0.5
ICT·SW	107	대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	선도	97.5	0.8
ICT·SW	120	지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	추격	86.5	1.0
ICT·SW	118	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	추격	90.0	1.0
ICT·SW	104	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	추격	94.0	1.0

☑ 향후 계획

● 기술수준평가 결과는 각 부처 및 유관기관에 배포하여 기술수준 향상 시책 수립(과학기술기본법 제14조) 등에 활용

- 정부 R&D 투자전략 수립 등 정부연구개발 투자방향 설정을 위한 기초자료로 활용
- 2년 주기의 기술수준평가 추진을 통해 주요국(중국, 일본, EU, 미국)과의 기술격차 변화를 파악하여 중점과학기술의 시계열적인 현황을 점검

● 기술수준의 향상을 위한 시책 수립의 활용도를 제고하기 위해서 2018년 새롭게 적용된 평가 항목과 확대된 논문·특허 분석의 적절성 및 활용성에 대한 분석 연구 추진

- 합의의 정도가 낮은 경우에 대응하기 위해 델파이 설문조사 후 offline 회의 추가, 델파이 설문조사 앞선 간단한 설문조사 추가 등의 가능성 검토
- 연구성과, 인력, 인프라 수준에 대한 세부 조사를 바탕으로 기술수준(%) 정보의 생성과 연계하는 방안 검토 필요
- 논문 및 특허의 주요 발행인 및 출원인 등에 대한 정보를 제공하고 있으나, 이러한 정보의 활용도 및 전문가가 주관적으로 작성하는 기술동향 자료의 대체 가능성에 대한 검토

목 차

Table of Contents

제 1 장 기술수준평가 개요 ····· 1

제 1 절 연구의 필요성 ····· 3

1. 연구의 필요성 ····· 3

제 2 절 추진방향 ····· 4

제 3 절 추진체계 및 추진경과 ····· 6

1. 추진체계 ····· 6

2. 추진경과 ····· 7

제 2 장 2018 년 기술수준평가 추진 내용 ····· 9

제 1 절 추진 방법 ····· 11

1. 정성평가(델파이 조사) ····· 11

2. 정량분석(델파이 조사) ····· 14

제 2 절 단계별 추진 세부 내용 ····· 17

1. 120 개 기술별 평가 전문가 섭외 ····· 17

2. 델파이 조사 추진 ····· 19

3. 정량분석 실시 ····· 21

4. 최종 분석 및 안건 작성 ····· 22

제 3 장 2018 년 기술수준평가 결과 ····· 23

제 1 절 기술수준·격차 평가 및 정량분석 종합 ····· 25

1. 120 개 중점과학기술 전체 기술수준 및 격차 ····· 25

2. 120 개 중점과학기술 전체 논문·특허 분석 결과 ····· 31

3. 11 대 분야별 기술수준 및 기술격차 결과 ····· 34

4. 11 대 분야별 논문·특허 분석 결과 ····· 36

제 2 절 11 대 분야별 정성평가 및 정량분석 세부결과 ····· 38

1. 건설·교통 분야 ····· 38

2. 재난안전 분야 ····· 43

3. 우주·항공·해양 분야 ····· 47

4. 국방 분야 ····· 51

5. 기계·제조 분야 ····· 55
6. 소재·나노 분야 ····· 60
7. 농림수산·식품 분야 ····· 64
8. 생명·보건의료 분야 ····· 69
9. 에너지·자원 분야 ····· 75
10. 환경·기상 분야 ····· 81
11. ICT·SW 분야 ····· 86

별 첨 ····· 93
별첨 1 120 개 중점과학기술별 기술설명 ····· 95
별첨 2 120 개 중점과학기술별 기술수준 ····· 117
별첨 3 120 개 중점과학기술별 주요국 기술수준 ····· 123
별첨 4 기술수준평가 델파이조사 설문지 ····· 128
별첨 5 기술수준평가 운영위원회 위원 명단 ····· 145
별첨 6 2018 년 기술수준평가 참여 전문가 명단 ····· 146

부 록
1. 건설·교통 분야
2. 재난안전 분야
3. 우주·항공·해양 분야
4. 국방 분야
5. 기계·제조 분야
6. 소재·나노 분야
7. 농림수산·식품 분야
8. 생명·보건의료 분야
9. 에너지·자원 분야
10. 환경·기상 분야
11. ICT·SW 분야

표 목 차

Table of Contents

| 표 1-1 | 기술수준평가 대상기술 ····· 4
| 표 1-2 | '16 년 대비 '18 년 개선방향 ····· 5
| 표 2-1 | 평가 참여 전문가 운영 차별성 ····· 11
| 표 2-2 | 델파이 평가 문항 개선사항 ····· 12
| 표 2-3 | 1 차·2 차 델파이 항목 ····· 13
| 표 2-4 | 논문·특허 분석 지표 개선사항 ····· 14
| 표 2-5 | 논문특허 분석대상 및 방법 ····· 14
| 표 2-6 | 활동력 분석지표 ····· 15
| 표 2-7 | 기술력 분석지표 ····· 15
| 표 2-8 | 포트폴리오 분석 지표 ····· 16
| 표 2-9 | 추천접수 및 기술수준평가 참여현황 ····· 18
| 표 2-10 | 분야별 산·학·연 분포 ····· 18
| 표 2-11 | 델파이 조사 기간 및 참여율 ····· 19
| 표 2-12 | 논문·특허 유효데이터 건수 ····· 22
| 표 3-1 | 국가별 전체 기술수준(%) 및 기술격차(년) ····· 25
| 표 3-2 | 국가별 기술수준 그룹 ····· 25
| 표 3-3 | 국가별 기술수준그룹 현황 ····· 25
| 표 3-4 | 국가별 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 26
| 표 3-5 | 최고기술보유국 대비 기술수준이 높은 중점과학기술(상위 10 위, 10 개) ····· 27
| 표 3-6 | 최고기술보유국 대비 기술수준이 낮은 중점과학기술(하위 10 위, 11 개) ····· 28
| 표 3-7 | 최고기술보유국 대비 기술격차가 작은 중점과학기술(상위 10 위, 20 개) ····· 29
| 표 3-8 | 최고기술보유국 대비 기술격차가 큰 중점과학기술(하위 10 위, 13 개) ····· 30
| 표 3-9 | 국가별 전체 논문·특허 활동력 및 기술력 분석 ····· 32
| 표 3-10 | 영역별 설명 ····· 33
| 표 3-11 | 11 대 분야별 기술수준 및 기술격차, 기술수준 그룹 ····· 34
| 표 3-12 | 연구개발 활동 경향 및 연구단계별 역량 ····· 35
| 표 3-13 | 11 대 분야별 우선순위가 가장 높은 분야 ····· 35
| 표 3-14 | 11 대 분야별 활동력 분석 결과 ····· 36
| 표 3-15 | 11 대 분야별 기술력 분석 결과 ····· 37

| 표 3-16 | 건설·교통 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 38
| 표 3-17 | 건설·교통 분야 필요정책 우선순위 ····· 39
| 표 3-18 | 건설·교통 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 40
| 표 3-19 | 건설·교통 분야 중점과학기술별 기술수준 및 연구단계별 역량 ····· 40
| 표 3-20 | 건설·교통 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 42
| 표 3-21 | 재난안전 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 43
| 표 3-22 | 재난안전 분야 필요정책 우선순위 ····· 44
| 표 3-23 | 재난안전 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 45
| 표 3-24 | 재난안전 분야 중점과학기술별 기술수준 및 연구단계별 역량 ····· 45
| 표 3-25 | 재난안전 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 46
| 표 3-26 | 우주·항공·해양 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 47
| 표 3-27 | 우주·항공·해양 분야 필요정책 우선순위 ····· 48
| 표 3-28 | 우주·항공·해양 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 49
| 표 3-29 | 우주·항공·해양 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 49
| 표 3-30 | 우주·항공·해양 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 50
| 표 3-31 | 국방 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 51
| 표 3-32 | 국방 분야 필요정책 우선순위 ····· 52
| 표 3-33 | 국방 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 53
| 표 3-34 | 국방 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 53
| 표 3-35 | 우주·항공·해양 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 54
| 표 3-36 | 기계·제조 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 55
| 표 3-37 | 기계·제조 분야 필요정책 우선순위 ····· 56
| 표 3-38 | 기계·제조 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 57
| 표 3-39 | 기계·제조 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 57
| 표 3-40 | 기계·제조 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 59
| 표 3-41 | 소재·나노 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 60
| 표 3-42 | 소재·나노 분야 필요정책 우선순위 ····· 61
| 표 3-43 | 소재·나노 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 62
| 표 3-44 | 소재·나노 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 62

표 목 차

Table of Contents

| 표 3-45 | 소재·나노 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 63
| 표 3-46 | 농림수산·식품 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 64
| 표 3-47 | 농림수산·식품 분야 필요정책 우선순위 ····· 65
| 표 3-48 | 농림수산·식품 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 66
| 표 3-49 | 농림수산·식품 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 66
| 표 3-50 | 소재·나노 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 68
| 표 3-51 | 생명·보건의료 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 69
| 표 3-52 | 생명·보건의료 분야 필요정책 우선순위 ····· 70
| 표 3-53 | 생명·보건의료 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 71
| 표 3-54 | 생명·보건의료 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 72
| 표 3-55 | 생명·보건의료 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 74
| 표 3-56 | 에너지·자원 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 75
| 표 3-57 | 에너지·자원 분야 필요정책 우선순위 ····· 76
| 표 3-58 | 에너지·자원 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 77
| 표 3-59 | 에너지·자원 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 78
| 표 3-60 | 에너지·자원 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 80
| 표 3-61 | 환경·기상 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 81
| 표 3-62 | 환경·기상 분야 필요정책 우선순위 ····· 82
| 표 3-63 | 환경·기상 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 83
| 표 3-64 | 환경·기상 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 83
| 표 3-65 | 환경·기상 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 85
| 표 3-66 | ICT·SW 분야 기술수준 및 기술격차 ····· 86
| 표 3-67 | ICT·SW 분야 필요정책 우선순위 ····· 87
| 표 3-68 | ICT·SW 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거 ····· 88
| 표 3-69 | ICT·SW 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 89
| 표 3-70 | ICT·SW 분야 중점과학기술별 정책우선순위 ····· 91

| 그림 1-1 | 2018 기술수준평가 추진체계 ····· 6
| 그림 2-1 | 평가전문가 구성 절차 ····· 17
| 그림 2-2 | 델파이 진행 절차 ····· 19
| 그림 2-3 | 기술수준 도출 방식 ····· 20
| 그림 2-4 | 논문·특허 분석 절차 ····· 21
| 그림 2-5 | 핵심 키워드 도출 예시 ····· 21
| 그림 2-6 | 논문·특허 검색식 자동 생성 예시 ····· 22
| 그림 2-7 | 유효 데이터 선별 과정 ····· 22
| 그림 3-1 | 11 대 분야별 선도·추격 그룹의 기술수준 분포 ····· 26
| 그림 3-2 | 전체 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 31
| 그림 3-3 | 120 개 중점과학기술별 논문·특허의 집중도 지수 및 영향력 지수 ····· 32
| 그림 3-4 | 건설·교통 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 39
| 그림 3-5 | 한국 건설·교통 분야 11 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 41
| 그림 3-6 | 재난안전 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 44
| 그림 3-7 | 한국 재난안전 분야 4 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 46
| 그림 3-8 | 우주·항공·해양 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 48
| 그림 3-9 | 한국 우주·항공·해양 분야 7 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 50
| 그림 3-10 | 국방 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 52
| 그림 3-11 | 한국 국방 분야 3 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 54
| 그림 3-12 | 기계·제조 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 56
| 그림 3-13 | 한국 기계·제조 분야 13 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 58
| 그림 3-14 | 소재·나노 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 61
| 그림 3-15 | 한국 소재·나노 분야 5 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 63
| 그림 3-16 | 농림수산·식품 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 65
| 그림 3-17 | 한국 농림수산·식품 분야 9 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 67
| 그림 3-18 | 생명·보건의료 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 70
| 그림 3-19 | 한국 생명·보건의료 분야 21 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 73
| 그림 3-20 | 에너지·자원 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 76
| 그림 3-21 | 한국 에너지·자원 분야 18 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 79

그림목차

Table of Contents

| 그림 3-22 | 환경·기상 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 82
| 그림 3-23 | 한국 환경·기상 분야 12 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 84
| 그림 3-24 | ICT·SW 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치 ····· 87
| 그림 3-25 | 한국 ICT·SW 분야 17 개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교 ····· 90

제 1 장 기술수준평가 개요

제 1 절 연구의 필요성

제 2 절 추진방향

제 3 절 추진체계 및 추진경과

제 1 절 연구의 필요성

1 연구의 필요성

☑ **연구개발의 불확실성이 높아짐에 따라 과학기술 중장기 전략 및 투자 우선순위 설정에 대한 중요성이 높아지는 상황**

- 기술 간의 경계가 사라지고 수명이 짧아지면서 어떤 새로운 목표를 삼아야 하고, 얼마나 연구개발을 해야할 지 판단하기가 어려운 상황
- 특히, 고령화 및 기후변화, 미세먼지 등 다양한 사회이슈가 국가적 아젠다로 부각되면서 안정적인 과학기술 예산 확보가 당면 이슈로 부상
- 한정된 재원과 역량 속에서 효과적인 R&D 성과 창출을 위해서 체계적인 목표 수립에 활용되는 기초자료의 중요성이 더욱 증대

☑ **과학기술기본법 제14조 2항 및 과학기술기본법 시행령 제24조 2항에 의거하여 매 2년마다 국가중점기술에 대한 현황 및 발전 추이를 파악하고 과기 정책의 성과를 점검**

- 2008년과 2010년에는 이명박 정부의 90개 중점과학기술, 2012, 2014, 2016년에는 박근혜정부의 120개 국가전략기술에 대한 기술수준평가를 실시
  - 2008년과 2010년에는 이명박 정부의 90개 중점과학기술, 2012, 2014, 2016년에는 박근혜정부의 120개 국가전략기술에 대한 기술수준평가를 실시
    ※ '99년부터 '16년까지 총 8차례에 걸쳐 대규모 전문가 델파이 조사를 실시

〈참고〉 기술수준평가 추진 근거

- 과학기술기본법 제14조 ② 정부는 과학기술의 발전을 촉진하기 위하여 국가적으로 중요한 핵심기술에 대한 기술수준을 평가하고 해당 기술수준의 향상을 위한 시책을 세우고 추진하여야 한다.
- 과학기술기본법 시행령 제24조(기술수준평가) ② 과학기술정보통신부장관은 법 제14조제2항에 따라 관계 중앙행정기관의 장과의 협의를 거쳐 소관 분야에 대한 기술수준평가를 2년마다 실시하여야 하고, 그 결과를 국가과학기술자문회의에 보고하여야 한다.

☑ **지속적인 기술수준평가를 통해 국가전략기술의 기술수준 발전정도를 점검하고, 수준변화 추이를 심층 분석하여 국가 중장기 기술기획 등에 반영 필요**

- 기 추진된 기술수준평가들과 같이 문재인 정부의 과학기술기본계획에 포함된 중점과학기술에 대한 기술격차 등을 파악하여 과학기술기획 활동에 활용
  ※ 주요 선진국과의 기술격차 등을 파악하여 해당 기술수준의 향상을 위한 시책 수립에 활용

제 2 절 추진방향

☑ 문재인 정부의 120개 중점과학기술에 대한 2018년 기술수준평가 수행

- 「제4차 과학기술기본계획」에 포함된 주요 기술에 대한 기술격차와 발전 추이 등에 대해 조사 실시
  - 과학기술기본계획 전략을 효과적으로 이행하고 경제·사회·과학기술적으로 기여도가 높은 기술을 선정
  - 기술 트렌드, 기술발전정도, 기술 간 유사·중복 등을 고려하여 기존 국가전략기술들의 기술명, 기술범위, 세부기술 등을 정비
    ※ 인공지능, 스마트 홈, 스마트 시티, 3D 프린팅, 대기오염 대응 등 12개 기술 신규 반영

| 표 1-1 | 기술수준평가 대상기술

11대 분야	건설 교통	재난 안전	우주 항공 해양	국방	기계 제조	소재 나노	농림 수산 식품	생명 보건 의료	에너지 자원	환경 기상	ICT SW
120개 기술	11	4	7	3	13	5	9	21	18	12	17

☑ 기술수준평가의 신뢰도 향상을 위해 전문가 선정방법 및 평가지표 등 보다 객관적으로 평가할 수 있는 방법론을 고안하고 평가 수행

- 데이터 기반의 정량분석을 강화하고 전문가 정성평가 방식을 개선하여 평가 결과의 객관성 및 전문성 확보
  - 기 추진된 사전 연구 수행 결과* 등을 활용하여 정량분석 강화 및 정성평가인 델파이의 개선 추진
    * '17년도 개선방안 연구 과제를 통해 기술수준평가의 활용도 및 신뢰도 개선을 위해 필요한 분석 항목 등에 대해 연구
- (정량분석 강화) 특허 데이터 범위를 기존 미국 특허청 출원 특허에서 5개국(한, 미, 일 중, EU) 특허청 출원 특허로 확대
  ※ 델파이 조사에 활용되는 기초 자료로만 사용되는 것이 아니라 각 기술 분야의 연구 추세를 분석할 수 있는 지표 개발 추진
- (정성평가 개선) 델파이 방식으로 기술수준과 격차를 조사하되 전문가 선발 및 운영 방식, 평가항목 등을 개선
  ※ '17년 델파이 항목 개선 설문에서 평가에 참여하는 전문가 전문성 확보 방안 지적

| 표 1-2 | '16년 대비 '18년 개선방향

구분		'16년 기술수준평가	'18년 개선 방향
평가대상*		• 120개 국가전략기술(10대 분야)	• 120개 중점과학기술(11대 분야)
평가방법	정량	• 논문·특허 분석 ※ (특허 분석범위) 미국 특허청 출원특허 대상	• 논문·특허 분석 강화 ※ (특허 분석범위) 5개국(한, 미, 일, 중, 유럽) 특허청 출원 특허 대상
	정성	• 불특정 다수의 전문가 대상 델파이 조사 - (전문가 선정) NTIS 등록 전문가, KISTEP 전문가풀 등에 단체메일 발송 - (전문가 관리) 별도 없음(일회성 참여) - ('14년) 2,488명, ('16년) 2,545명 참여	• 핵심전문가 대상 델파이 조사 - (전문가 선정) 전문가 상호추천 및 관계부처 추천, 중점과학기술 도출시 참여 전문가 등 활용 - (전문가 관리) 위촉장 수여 및 5년간 평가 참여 - ('18년) 1,200명 평가전문가 섭외

※ (참고) 2018년도 기술수준평가는 이전 기술수준평가(2012-2016)와 평가대상기술, 대분류 및 평가방법이 변경되어 단순비교 불가

제 3 절 추진체계 및 추진경과

1 추진체계

☑ 기술수준평가 운영위원회

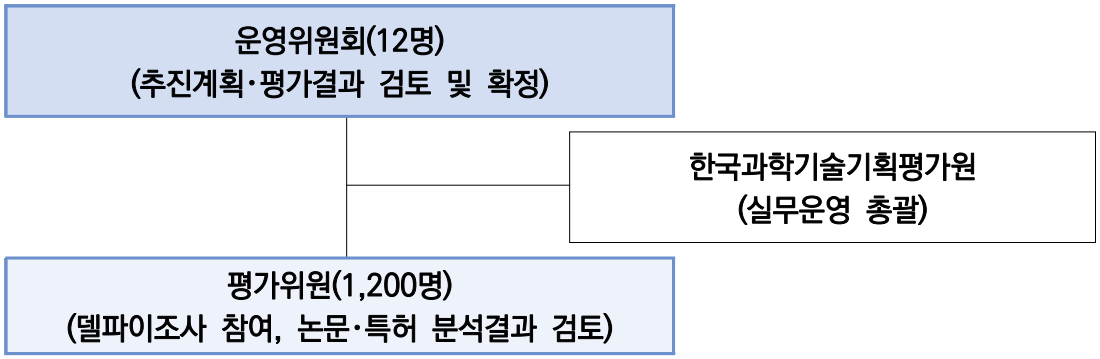
- (구성) 과학기술 유관 산·학·연 대표 및 인사
- (역할) 기술수준평가 추진계획, 현황 및 결과의 검토·조정

☑ 중점과학기술 평가위원

- (구성) 11대 분야 120개 중점과학기술별 10명씩 총 1,200명으로 구성
- (역할) 5년 임기제로 주요국별 중점과학기술에 대한 기술수준 및 격차를 평가하고 논문·특허 분석 결과 검토 등을 수행

☑ 총괄지원반

- (구성) KISTEP 기술예측센터
- (역할) 핵심전문가 선정 및 섭외, 델파이 조사 등 실무 운영을 총괄하며 추진절차 수립 및 델파이 조사 설계, 결과 분석 등을 수행



| 그림 1-1 | 2018 기술수준평가 추진체계

2 추진경과

구분	일정	주요내용
① 논문/특허 분석 착수	2월	• 유효 논문·특허 조사 및 데이터 정제
② 기술수준평가 운영위원회 구성	3월	• 기술수준평가 운영위원회 구성 • 추진계획 검토 및 확정(1차 운영위, 3.29)
③ 전문가 상호추천 및 정량분석 항목 확정	4월	• 기술별 전문가 상호추천 조사 ※ 평가 전문가 풀 구성 및 선정('18.4~7월) • 정량분석 파일럿 테스트 실시
④ 논문/특허/델파이 분석	5월	• 논문·특허 추세 분석(안) 마련 • 델파이 조사 문항 확정(2차 운영위)
⑤ 논문/특허/델파이 분석	7-9월	• 논문·특허 주요지표 분석 • 전문가 2round 델파이 실시 - (1차) '18.7.23.~8.14. - (2차) '18.8.27.~9.9.
⑥ 기술수준평가 최종분석	10-11월	• 정성평가(델파이 조사) 및 정량분석 (논문·특허) 결과 분석
⑦ 기술수준평가 결과 검토 및 확정	12월	• 결과 검토 및 확정(3차 운영위)
⑧ 국가과학기술자문회의 보고	'19.2월	• 국가과학기술자문회의 보고

제 2 장 2018년 기술수준평가 추진 내용

제 1 절 추진 방법

제 2 절 단계별 추진 세부 내용

제 1 절 추진 방법

1 정성평가(델파이 조사)

☑ **핵심전문가(1,200명) 대상 2round 온라인 델파이 조사를 통해 기술별 기술수준(%) 및 기술격차(년) 등을 분석**

- (전문가 구성 및 운영) 상호추천제를 통해 분야별 전문가를 선발하고, 평가결과의 일관성 확보를 위해 5년 임기의 위원 체계로 운영
  - 산·학·연 비율을 고려하여 120개 중점과학기술별로 10명씩 선발

| 표 2-1 | 평가 참여 전문가 운영 차별성

'16년 기술수준평가	'18년 기술수준평가
• 불특정 다수의 일회성 참여 • 각 조사 시 위원 구성에 따른 일관성 및 전문성 부재	• 분야별 전문가 추천을 통한 5년 임기제 • 임기제 운영으로 일관성 및 전문성 강화

- (상호추천제) 120개 기술과 관련된 정부 연구개발 과제를 수행한 연구자*와 각 협회 및 기관 등에 소속된 전문가, 해당 부처를 대상으로 중점과학기술별 핵심 전문가 추천 설문 실시
  * NTIS를 활용하여 최근 5년 동안 관련 과제를 수행한 연구책임자 목록 확보
  - 다수의 추천을 받은 전문가를 우선적으로 평가위원으로 위촉하고 검증 절차(연구개발 참여 제한 대상자 검토)를 걸쳐 최종적으로 선정

☑ **기술수준의 정확한 평가 및 평가결과 활용도 제고를 위하여 델파이 조사 문항 개선**

- 문항개선 수요조사 및 전문가 회의를 통해 평가 참여자·결과 활용자·과학기술 정책 및 기획 전문가 등의 다양한 의견을 반영한 개선(안) 마련
  - (수요조사) 델파이 참여 전문가 대상 설문조사('16. 11월, 2,317명) 및 정책기획 담당자 및 평가결과 활용자 대상 설문조사('17. 6월, 67명) 실시

〈델파이조사 문항개선 수요조사 결과〉
- 항목 간소화 및 평가참여 전문가의 전문성 확보 중요
- 숫자로만 표현되는 기술수준(%) 및 기술격차(년)에 대해 심층 분석 필요
- 기술수준(%) 및 기술격차(년)의 활용도가 가장 높음

  - (전문가 회의) 문항 설계방향 논의('17.4.13) → 항목 개선(안) 논의('17.5.18)
- 용어 및 문항의 목적과 명확성이 부족하여 평가의 정확성이 저해되는 문제를 개선하고 항목 간소화를 통해 전문가의 참여도의 질적 제고

- (평가 정확성의 강화) 기술수준 평가 의미를 명확하게 하기 위해 '기술수준' 정의를 보완
- (항목 간소화) 활용도 조사결과를 반영하여 활용도가 높은 문항 위주로 항목을 간소화하고 연구단계 구분 없이 평가 추진
  ※ 2차 델파이 기준 설문 문항 : '16년 (52개) → '18년 (36개)
- (결과 활용도 제고) 기술수준 및 기술격차에 대한 평가근거 문항을 신설하여 심층 분석 강화

| 표 2-2 | 델파이 평가 문항 개선사항

구분	'16년 기술수준평가	'18년 기술수준평가	사유
개선	• **기술수준 및 격차 정의** ※ (기술수준) 최고기술보유국의 기술수준(100%) 대비 상대적 기술수준 (기술격차) 최고기술보유국의 현재 기술수준에 도달하는데 소요될 것으로 예측되는 기간	• **기술수준 정의 보완** ※ (기술수준) 최고기술보유국의 기술수준(100%) 대비 상대적 기술수준으로 현재까지 달성한 과학기술적 성과, 창출된 지식의 효용 및 효과뿐 아니라 해당 과학기술과 관련된 물적·인적 능력의 역량을 포괄함 (기술격차) 기존대로 유지	참여자 해석*에 따라 다를 수 있는 기술수준의 평가 범위를 명확화
	• **연구단계별* 수준평가** * 기초연구 / 응용·개발연구	• **연구단계 구분 없이 수준평가**	연구단계 정의가 어렵고 활용도가 낮음
	• **기술수준그룹** ※ 선도(81-99%), 추격(61-80%), 후발(41-60%), 낙후(1-40%)	• **정성적 평가로 개선** ※ 선도-추격-후발-낙후	기술수준(%)과 독립적으로 정성적 평가를 활용
	• **기술수준 향상방안(선택형)** ① 기술수명주기*상 발전단계 * 개발기, 도입기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기 ② 향후 정부-민간 투자 비율 ③ 향후 기초- 응용·개발 투자비율 ④ 연구주체별* 주도 * 산업계(대/중소) / 연구계 / 학계 ⑤ 향후 5년간 정부가 중점 추진해야 할 정책* 우선순위 * 협력, 인력, 인프라, 법·제도, 연구비	• **기술수준 향상방안(주관식)** - 기술수준 향상방안 마련을 위한 전문가의 제언 ☞ 정책 및 전략수립에 필요한 정보 확보	**활용도 낮음** ① 기술발전단계 (25.4%) ② 투자주체별 투자비율(11.9%) ③ 연구개발단계별 투자비율(7.5%) ④ 연구주도 주체 (4.5%)
추가	-	• **기술수준 및 격차 평가근거**	**기술수준 및 격차에 대한 심층 분석**
삭제	• **연구주체별 수준평가**	-	**활용도 낮음(10.4%)**
	• **연구단계별 인프라 구축 수준 평가**	-	**활용도 낮음(7.5%)**
	• **응답확신도, 전문가 추천**	-	**핵심전문가 선정에 따라 불필요**

* 기 실시된 평가에서는 기술수준이 현재 확보한 기술적 성과물의 차이를 이야기 하는 것인지, 기술 개발 역량 등을 포함하고 있는지 범위가 정의되지 않아 참여자의 해석에 따라 다르게 평가

- 반복설문 항목은 기술수준과 관련된 문항으로 최고기술보유국, 주요국의 기술수준, 주요국의 기술수준 그룹이 해당
  - 중점과학기술별로 변화의 속도 및 급변점이 다르기 때문에 기술 수준(%)에 따라 기술수준 그룹을 정의하는 것은 한계가 있어 수준결과에 상관없이 독립적으로 그룹을 평가하도록 구성
    ※ 같은 80%의 기술수준이라도 중점과학기술에 따라 그룹이 다르게 평가
- 1차 조사에만 포함된 항목은 기술 동향과 관련된 문항으로 주요국의 연구개발 활동경향, 주요국의 연구단계별 역량, 주요국의 강점분야 및 기타 동향이 해당
- 2차 조사에만 포함된 항목은 기술수준 향상을 위한 제언 문항으로 향후 5년 간 정부중점추진 정책별 시급도 및 제언을 조사
  - 정책별 시급도는 우선순위를 선택하는 문항으로 만들고 각 정책별로 전문가가 의견을 개진할 수 있도록 개방형 문항으로 구성

| 표 2-3 | 1차·2차 델파이 항목

<table>
<tr><th>구 분</th><th>항 목</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="3">[1차·2차 델파이]
기술수준</td><td>최고기술보유국</td><td>• 주요국 포함 전체 국가를 대상으로 최고기술보유국을 조사</td></tr>
<tr><td>주요국의
기술수준</td><td>• 한국, 중국, 일본, EU, 미국에 대해 최고기술 보유국 대비 기술수준(%)과 기술격차(년) 조사*
* 기술수준 및 격차 판단 근거 포함</td></tr>
<tr><td>주요국의
기술수준 그룹</td><td>• 한국, 중국, 일본, EU, 미국이 속한 기술수준그룹을 조사
※ 기술수준 그룹 정의
<table>
<tr><td>선도그룹</td><td>기술분야를 선도하고 있는 그룹</td></tr>
<tr><td>추격그룹</td><td>선진기술의 모방개량이 가능한 그룹</td></tr>
<tr><td>후발그룹</td><td>선진기술의 도입적용이 가능한 그룹</td></tr>
<tr><td>낙후그룹</td><td>연구개발 능력이 취약한 그룹</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td rowspan="3">[1차 조사]
기술동향</td><td>주요국의 연구개발
활동경향</td><td>• 한국, 중국, 일본, EU, 미국의 최근 5년간 연구개발 활동 경향*
* 국가내의 관심과 지원 및 연구 활동 추세를 바탕으로 판단</td></tr>
<tr><td>주요국의 연구단계별
역량</td><td>• 한국, 중국, 일본, EU, 미국의 연구 역량을 기초와 응용개발 단계로 나누어 조사</td></tr>
<tr><td>주요국의 강점분야 및
기타 동향</td><td>• 한국, 중국, 일본, EU, 미국의 강점분야 및 기타 동향</td></tr>
<tr><td>[2차 조사]
기술수준 향상을
위한 제언</td><td>정책별 시급도
및 제언</td><td>• 향후 5년 간 정부중점추진 정책별* 시급도 및 제언을 조사
* 국내 협력촉진, 국제 협력촉진, 인력양성 및 유치, 인프라 구축, 법·제도 개선, 연구비 확대</td></tr>
</table>

2 정량분석(델파이 조사)

☑ **기술수준평가 대상기술과 관련된 객관적 정보를 제공하기 위해 데이터 기반의 정량 분석 강화**

- 기술수준(%) 및 기술격차(년) 이외에 대상기술의 기술현황 정보를 제공하기 위해 논문·특허의 연도별 추이와 기술력 측정 지표 및 포트폴리오 분석을 신설

  ※ 기존 기술동향보고서의 경우, 시간과 재원의 한계로 인해 특정 전문가에게 의존하여 작성

| 표 2-4 | 논문·특허 분석 지표 개선사항

구 분		'16년 기술수준평가	'18년 기술수준평가
양적 분석	논문	• 점유율(건수)	• 점유율 + **증가율**
	특허	• 점유율(건수)	• 점유율 + **증가율** + **해외출원도**
질적 분석	논문	• 영향력(피인용도)	• 영향력 + **연구주체 다양도**
	특허	• 영향력(피인용도)	• 영향력 + **IP4 점유율** + **청구항수**
포트폴리오 분석		• 없음	• **활동도 지수** + **매력도 지수**

- 최근 12년간('06~'17) 논문 데이터와 최근 10년간[2]('06~'15) 특허 데이터를 활용하여 양적·질적 분석 실시

  - SCOPUS[3] 등재 논문과 5개국 특허청에 출원된 특허 분석 실시

    ※ 피인용 지수와 같은 일부 지표는 미국특허청에 출원된 특허만을 활용하여 분석

| 표 2-5 | 논문특허 분석대상 및 방법

분석대상	논 문	특 허
기술	120개 중점과학기술	120개 중점과학기술
국가	한국, 중국, 일본, EU(28개국), 미국	한국, 중국, 일본, EU(28개국), 미국
DATA	SCOPUS 등재 논문	공개, 공고/등록 특허
적용기간	공개일 기준 최근 12년 (2006.01~2017.12)	출원일 기준 최근 10년 (2006.01~2015.12)
활용DB	SCOPUS DB (www.scopus.com)	WINTELIPS DB (https://www.wintelips.com)

- (활동력 분석) 논문·특허 점유율 및 증가율, 특허 해외출원도 등의 지표를 통해 주요국의 논문·특허 활동 추이를 분석

- (기술력 분석) 논문·특허 영향력 및 IP4 점유율*, 특허 청구항수 등의 지표를 통해 논문·특허가 지니고 있는 기술적 가치를 분석

  * 패밀리 특허와 달리 IP4 점유율은 주요국 시장에서의 영향력 분석 가능

2) 일반적으로 특허출원 후, 18개월이 경과된 때에 출원 관련 정보를 공개하고 있으므로, 조사 시점(2017년)에 미공개 데이터가 존재하는 기간(2016년, 2017년)은 제외하고, 2006~2015년까지를 유효데이터로 분석

3) 네덜란드의 엘스비어 출판사가 2004년에 만든 전 세계의 우수 학술논문 인용지수

| 표 2-6 | 활동력 분석지표

구분	지표	의미	지표 정의
논문	논문 점유율	• 논문 건수를 기반으로 논문의 양적 경쟁력 측정	특정기술에서 특정국가의 논문건수 / 특정기술의 전체 논문건수
	논문 증가율	• 논문 건수를 기반으로 논문의 양적 경쟁력 추이를 측정	특정기술에서 특정국가의 (최근구간논문건수-과거구간논문건수) / 특정기술에서 특정국가의 과거구간 논문건수
특허	특허 점유율	• 출원 특허 건수를 기반으로 특허의 양적 경쟁력 측정	특정기술에서 특정국가의 특허건수 / 특정기술의 전체 특허건수
	특허 증가율	• 출원 특허 건수를 기반으로 특허의 양적 경쟁력 추이를 측정	특정기술에서 특정국가의 (최근구간특허건수-과거구간특허건수) / 특정기술에서 특정국가의 과거구간 특허건수
	해외 출원도	• 패밀리 특허* 국가수를 기반으로 특허자체가 가진 양적 영향력(경제적 가치) 측정 * 패밀리 특허: 특정의 특허 출원과 관련된 모든 특허 및 특허 출원	특정기술에서 특정국가의 패밀리특허 국가수 / 특정기술에서 특정국가의 전체 출원건수

____: '18년 기술수준평가 시 신규 추가 지표

| 표 2-7 | 기술력 분석지표

구분	지표	의미	지표 정의
논문	논문 영향력	• 논문 건당 피인용건수를 기반으로 논문의 질적 경쟁력 측정	특정기술에서 특정국가의 전체 논문의 인용된 횟수의 총합 / 특정기술에서 특정국가의 전체 논문건수
	연구 주체 다양도	• 기술적 영향력이 큰 발표기관*들을 제외한 참여도를 기반으로 연구인력 경쟁력과 다양성 측정 * 특정기술에서 논문의 피인용도 분석 결과, 국가별 피인용도 상위 top4에 해당하는 논문의 발표기관	1 - 특정기술에서 특정국가의 주요 발표기관 TOP4가 참여한 논문 건수 / 특정기술에서 특정국가의 전체 논문 건수
특허	특허 영향력	• 등록특허 건당 피인용건수를 기반으로 특허의 질적 경쟁력 측정	특정기술에서 특정국가의 미국 등록특허의 인용된 횟수의 총합 / 특정기술에서 특정국가의 미국 등록특허 건수
	IP4 점유율	• 주요국(한국, 중국, 일본, EU, 미국)에 동시 출원한 특허의 비율을 기반으로 시장력을 측정 * IP4 : 한국, 미국, 일본, EU, 중국 중 4개국 출원	특정기술에서 해당국가의 IP4 동시 특허출원 건수 / 특정기술의 IP4 동시 특허출원 건수
	청구항수	• 발명의 수(청구항)를 기반으로 국가별·연구주체별 질적 경쟁력 측정	특정기술에서 특정국가 등록특허의 청구항수 / 특정기술에서 특정국가의 등록건수

____: '18년 기술수준평가 시 신규 추가 지표

● (포트폴리오 분석) 집중도 지수(Activity Index)와 영향력 지수(Attractivity Index)를 기반으로 특정 국가 내에서 해당기술의 기술적 역량과 연구 활동 상황을 파악

- 절대우위에 뒤처지더라도 특정 국가가 다른 국가와 비교하여 상대적으로 해당 기술에 얼마나 집중하고 기술적 역량을 확보하고 있는 지 분석이 가능

| 표 2-8 | 포트폴리오 분석 지표

지표	의미	지표 정의
집중도 지수 (A.I)	• 특정국가 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 ※ 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미	$\frac{\frac{\text{특정기술에서 특정국가(출원인)의 특허(논문)건수}}{\text{특정기술분야에서 특허(논문)건수}}}{\frac{\text{전체 중점과학기술분야의 특정국가(출원인)의 특허(논문)건수}}{\text{전체 중점과학기술분야의 특허(논문)건수}}}$
영향력 지수 (A.A.I)	• 특정국가 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 ※ 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미	$\frac{\frac{\text{특정기술에서 특정국가(출원인)의 특허(논문) 피인용비}}{\text{특정기술분야에서 특허(논문) 피인용비}}}{\frac{\text{전체 중점과학기술분야의 특정국가(출원인)의 특허(논문) 피인용비}}{\text{전체 중점과학기술분야의 특허(논문) 피인용비}}}$

제 2 절 단계별 추진 세부 내용

1 120개 기술별 평가 전문가 섭외

☑ 평가전문가 개요

- (역할) 국가적으로 중요한 핵심기술에 대한 기술수준평가를 위하여 각 기술별 주요국과의 기술수준(%)과 격차(년)를 평가

  ※ 기술수준평가 결과는 민간 전문가로 구성된 운영위원회에서 최종 검토하여 국가과학기술자문회의에 보고

- (구성) 11대 분야 120개 중점과학기술별 10명씩 총 1,200명 구성
  - 추천현황*·전문성** 등을 종합 고려하여 R&D 관련 전문성을 갖춘 핵심전문가로 구성

    * 추천기관 및 피추천 횟수등을 고려, ** 관련 분야 경력 및 연구·산업계 업적 고려
  - 선정된 핵심전문가가 중도사퇴하거나 델파이 조사 불참 등으로 정상적인 참여가 어려울 경우 운영위원회 결정에 따라 위원 해촉 및 추가 핵심전문가 충원 가능

☑ 평가전문가 구성 절차

- '18년 기술수준평가에 참여할 핵심 전문가 위촉을 위해 기술 분야별 상호 추천 실시
- 관계부처 및 관련 단체*, 전문가** 상호추천을 통해 후보풀 구성 → 핵심전문가 2배수 우선 추천 → 운영위원회 검토 및 최종 확정

  * R&D 주요 부처, 과총·여성과총·한국산업기술진흥협회·한국과학기술연구원 등 관련단체

  ** 최근 5년간 NTIS에 등록된 과제의 연구책임자, 연구관리 전문기관 소속 전문가 등



• 부처추천 : 930명

• 전문가 추천 : 5,082명
• 기관추천 : 265명

| 그림 2-1 | 평가전문가 구성 절차

☑ 추천 결과

- 15일 간('18.04.24-'18.05.08) NTIS에 등록된 연구책임자, '16년 기술수준평가 참여자, 부처 추천* 전문가를 대상으로 설문 실시

  * 부처 및 연구관리 전문기관 등을 대상으로 기술 분야별 전문가 추천을 의뢰

- 관련부처 및 관련단체, 전문가 상호추천 결과 총 6,277명 추천 접수
- (2배수 추천) 추천된 전문가 중 선정순위 등을 고려하여 2배수* 우선 구성
  - '2배수 추천'에 포함된 전문가에 대하여 선정순위에 따라 섭외절차(추천결과 통보, 서약서, 위촉동의서 접수 등) 진행

  * 11대 분야 120개 중점과학기술별로 20명씩 총 2,400명 전문가 풀 구성

- (선정순위) 추천 횟수 및 추천 기관 등을 고려하여 선정
  ① 전문가 중복추천 + 관계부처·기관 추천 ② 전문가 중복추천 ③ 관계부처·기관 추천 ④ 전문가 1회 추천(본인추천 포함)
  ※ 한명이 2개 이상의 중점과학기술에 1순위로 추천된 경우, 산·학·연 비율 및 전문가 전문성 등을 고려하여 1개 기술에만 선정
- 섭외 된 1,200명 전문가 중 1,199명이 최종적으로 '기술수준평가'에 참여
  ※ '신개념 컴퓨팅 기술'에서 델파이 조사 시행 중 해촉 요청으로 9명의 핵심전문가가 기술수준평가에 참여

| 표 2-9 | 추천접수 및 기술수준평가 참여현황

11대 분야	생명 보건 의료	에너지 자원	ICT SW	기계 제조	환경 기상	건설 교통	농림 수산 식품	우주 항공 해양	소재 나노	재난 안전	국방
추천현황	1,229	701	951	595	565	526	647	315	523	114	111
최종선정	210	180	170	130	120	110	90	70	50	40	30
평가참여	210	180	169	130	120	110	90	70	50	40	30

- '18년도 기술수준평가에 참여한 전문가 비중은 근소하게 학(學)의 비중이 40.8%로 가장 높았으며 산(産)은 18.6%을 차지

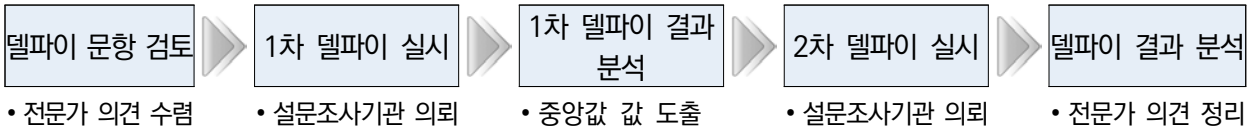
| 표 2-10 | 분야별 산·학·연 분포

구분	생명 보건 의료	에너지 자원	ICT SW	기계 제조	환경 기상	건설 교통	농림 수산 식품	우주 항공 해양	소재 나노	재난 안전	국방	전체
산	35	31	32	32	18	33	12	9	4	10	7	223
학	129	55	70	40	56	42	48	19	13	14	3	489
연	46	94	67	58	46	35	30	42	33	16	20	487
합계	210	180	169	130	120	110	90	70	50	40	30	1199

2 델파이 조사 추진

☑ 델파이 추진 절차

- 선정된 각 분야별 대표 평가전문가 대상으로 1차 델파이에 앞서 개선된 델파이 문항에 대한 검토 실시
  - 임의로 선정한 각 분야별 전문가를 대상으로 델파이 문항에 대한 의견을 수렴하고 설문 문항을 확정



| 그림 2-2 | 델파이 진행 절차

- 1,200명 대상으로 시행하는 델파이 조사는 온라인 상으로 시행하였고, 웹 설문지 및 응답 독려 등은 외부전문 설문조사 기관에 위탁하여 운영
- 기술수준 및 격차의 판단 근거, 정책 제언 등의 전문가 의견 정리와 분야별 분석 등은 KISTEP 내부 연구진이 수행

☑ 델파이 추진 결과

- 주요 5개국(한국, 중국, 일본, EU, 미국)의 120개 중점과학기술별 기술수준 및 격차를 평가하고 정책제언 제시
  - '최고기술보유국', '주요국의 기술수준 및 격차', '주요국의 기술수준 그룹'에 대해서만 반복 설문 실시

| 표 2-11 | 델파이 조사 기간 및 참여율

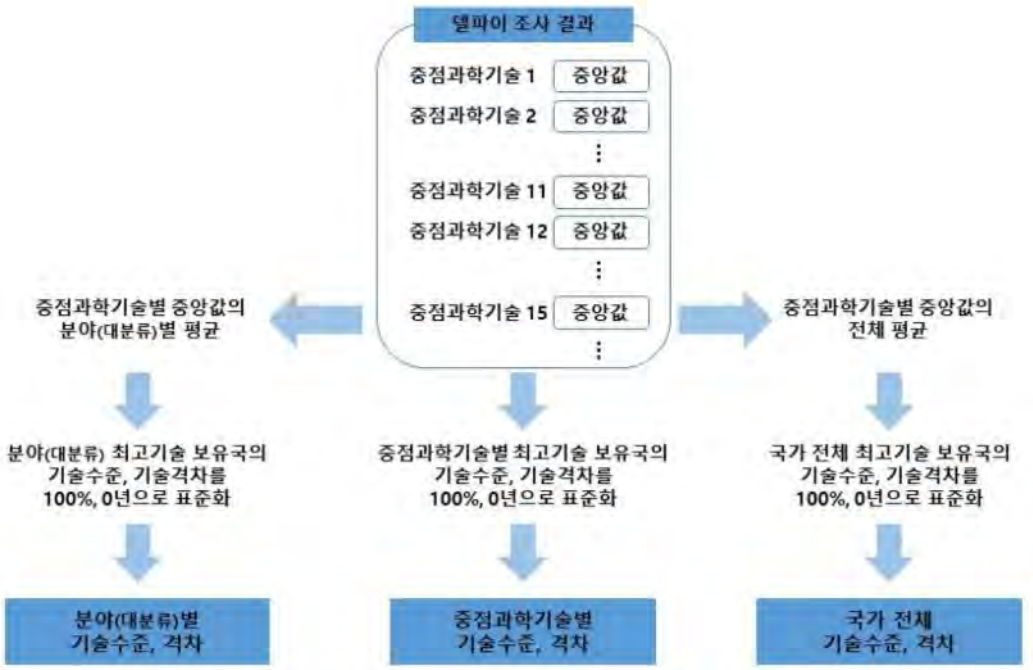
Round	조사 기간	참여율
1차	• '18.7.23.~8.14.	93.1%(1,116명/1,199명)
2차	• '18.8.27.~9.9.	96.2%(1,153명/1,199명)

※ 2차 델파이의 경우 다른 평가자의 평가결과를 참조하여 진행하기 때문에 1차 델파이에 참여하지 않은 전문가를 독려하여 참여율 제고

☑ 델파이 분석 방법

- 원자료(Raw data)의 특성을 반영하여 결과를 도출하기 위해 데이터 표준화는 마지막 단계에 수행하는 형태로 중점과학기술, 분야(대분류), 국가 차원의 기술수준 및 격차 계산
- (중점과학기술) 극단적인 값에 의한 영향을 줄이기 위해 델파이 결과의 중앙값(median)을 해당 중점과학기술의 수준으로 선택
  - 각 중점과학기술별 최고기술 보유국의 기술수준은 100%로 최고기술 보유국의 기술격차는 0.0년으로 표준화
- (분야 및 국가) 모든 중점과학기술의 수준 데이터가 분포한 중심의 위치를 찾기 위해 산술평균으로 계산
  - 대분류별 및 전체 기술수준*은 평균 후 최고기술 보유국의 기술수준은 100%로 최고기술 보유국의 기술격차는 0.0년으로 표준화

    * 데이터 표준화를 하지 않은 중점과학기술별 기술수준 데이터를 활용



| 그림 2-3 | 기술수준 도출 방식

3 정량분석 실시

☑ 정량(논문·특허)분석 절차

- 120개 중점과학기술 관련 유효 데이터를 확보하고 기술수준평가 운영위원회를 통해 결정된 지표에 대해 분석 실시



| 그림 2-4 | 논문·특허 분석 절차

- 한국, 미국, 일본, 유럽 및 중국 공개/등록특허와 논문을 분석 대상으로 2017년 12월(검색일 기준)까지 출원/공개된 유효 특허 및 논문을 분석

  ※ 특허의 경우 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2015년 이후의 자료는 유효하지 않으므로 2015년 자료까지만 분석

- 지표 선정 및 분석 결과 시각화 등은 KISTEP이 제안·결정하고 검색식 작성, 노이즈 제거 등은 분석업무는 특허분석 전문기관*에 위탁하여 수행

  * '(주)디 파트너스'에서 유효 데이터 확보에서부터 활동력·기술력, 포트폴리오 분석을 담당

☑ 정량(논문·특허)분석 결과

- 중점과학기술별 기술 정의 등을 바탕으로 도출된 핵심 키워드 및 확장 키워드를 활용하여 검색식을 작성하여 유효 데이터 확보
  - 세부기술별 기술 정의 및 설명, 기술 동향 정보 등을 바탕으로 핵심 키워드를 추출

대분류	중분류	중점과학기술	세부기술	기술 정의(범위)	핵심 키워드
생명·보건의료	바이오 융복합	질병진단 바이오칩 기술	다중 분석용 바이오칩 플랫폼 기술	여러 종류의 질환 연관 … 바이오 칩 개발 기술	바이오 칩, 다중 분석
			정밀 의학 실현을 위한 단일세포 분석 바이오 칩 기술	정밀 의학 및 환자 맞춤형 분석을 위해 … 바이오 칩의 시료 분석 시스템 구축 기술	바이오 칩, 세포 분석

출처 : (주)디 파트너스

| 그림 2-5 | 핵심 키워드 도출 예시

  - 복잡한 검색식 작성 과정에서 발생하는 오류를 제거하기 위해 세부기술별 국문 키워드와 영문 키워드를 작성한 후 원하는 특허 검색식을 자동으로 생성



출처 : (주)디 파트너스

| 그림 2-6 | 논문·특허 검색식 자동 생성 예시

● 동일 필드 존재 여부, 키워드 간의 거리, 키워드 횟수, 관련 IPC 포함 여부 등을 바탕으로 유효 데이터를 선별

※ 대상 기술의 개수와 관련 연구비의 한계 등으로 인해 특허 분석 기관에서 확보하고 있는 자동화 시스템을 적용하여 추진



출처 : (주)디 파트너스

| 그림 2-7 | 유효 데이터 선별 과정

● 120개 중점과학기술별 활동력 5대 지표, 기술력 5대 지표 및 포트폴리오 분석을 수행하고 11대 분야별로 별도 분석 실시

- 각 중점과학기술 간에 중복되어 있는 논문과 특허를 정제하여 분야별 최종 데이터를 산출

| 표 2-12 | 논문·특허 유효데이터 건수

구분	한국	중국	일본	EU	미국	전체 건수
논문	23,747	116,840	32,061	203,778	156,741	533,167
특허	61,669	188,176	68,594	27,088	61,896	407,423

4 최종 분석 및 안건 작성

☑ **델파이 조사 결과, 논문·특허 분석 결과를 정리하여 안건 작성**

● 기술수준평가 운영위원회 검토 후 자문회의 보고 안건(안) 마련

● 각 부처 의견 수렴 후 안건(안) 수정·보완

● 최종 안건(안)을 국가과학기술자문회의에 보고

제 3 장 2018년 기술수준평가 결과

제1절 기술수준·격차 평가 및 정량분석 종합

제2절 11대 분야별 정성평가 및 정량분석 세부결과

제 1 절 기술수준·격차 평가 및 정량분석 종합

1 120개 중점과학기술 전체 기술수준 및 격차

☑ **120개 중점과학기술 전체를 종합한 한국의 기술수준과 격차는 최고기술 보유국(미국) 대비 76.9%, 3.8년으로 평가**

- 국가별로는 미국(100.0%), EU(94.8%), 일본(87.9%), 한국(76.9%), 중국(76.0%) 순으로 기술수준이 높은 것으로 평가
  - 최고기술 보유국(미국)과의 기술격차는 EU 0.7년, 일본 1.9년, 한국은 3.8년으로 평가

| 표 3-1 | 국가별 전체 기술수준(%) 및 기술격차(년)

구분	한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)	76.9	76.0	87.9	94.8	100
기술격차(년)	3.8	3.8	1.9	0.7	0

- 전체를 종합한 기술수준그룹은 한국과 중국, 일본은 '추격' 그룹으로 평가되었으며 미국, EU는 '선도'그룹으로 평가

| 표 3-2 | 국가별 기술수준 그룹

구분	한국	중국	일본	EU	미국
기술수준 그룹	추격	추격	추격	선도	선도(최고)

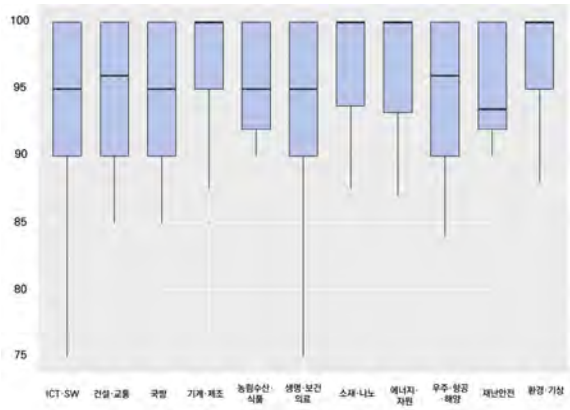
- '최고'그룹으로 평가된 기술은 미국은 86개이며 EU는 28개, 일본은 8개, 중국은 1개이며 한국은 없는 것으로 조사
  - '한의학 효능 및 기전 규명 기술'에서 중국이 '최고'그룹으로 평가됨

| 표 3-3 | 국가별 기술수준그룹 현황

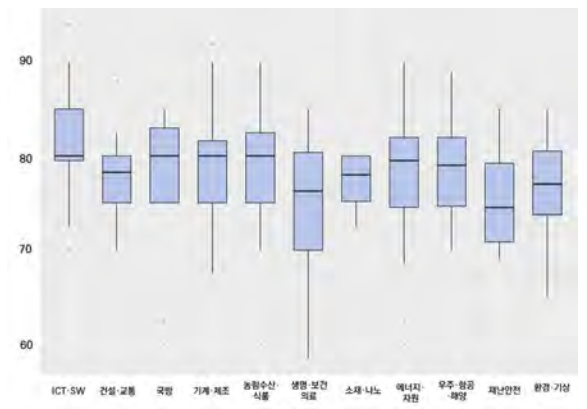
구분	한국	중국	일본	EU	미국
선도(최고)	3	4	64	113	117
추격	105	97	55	7	3
후발	12	19	1	-	-
낙후	-	-	-	-	-

- 전문가 평가 결과 '선도 그룹'의 경우 11대 모든 분야가 제1사분위수(Q1)의 위치가 기술수준 90% 이상인 것으로 분석
  - '기계·제조'와 '환경·기상' 분야의 경우 제1사분위수의 위치가 95% 이상으로 11대 분야 중에 '선도 그룹' 평가 분포가 가장 좁은 것으로 분석
- 전문가 평가 결과 '추격 그룹'의 경우 11대 모든 분야가 제1사분위수(Q1)의 위치가 기술수준 70% 이상 인 것으로 분석
  - 'ICT·SW', '국방', '기계·제조', '농림수산·식품' 분야는 중앙값이 80% 이상인 것으로 분석

11대 분야별 '선도 그룹'의 기술수준 분포



11대 분야별 '추격 그룹'의 기술수준 분포



| 그림 3-1 | 11대 분야별 선도·추격 그룹의 기술수준 분포

☑ 한국의 기초단계 연구역량은 보통이며 응용·개발단계는 우수한 것으로 평가됨

- 기초단계는 미국(탁월), EU·일본(우수), 한국·중국(보통)이며, 응용개발 단계는 미국(탁월) 외의 4개 국가가 우수한 것으로 평가
  - 연구개발 활동경향은 중국(급상승) 외의 4개 국가가 상승 중인 것으로 평가됨

| 표 3-4 | 국가별 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향

구분		한국	중국	일본	EU	미국
연구단계 역량*	기초	보통	보통	우수	우수	탁월
	응용개발	우수	우수	우수	우수	탁월
연구개발 활동경향		상승	급상승	상승	상승	상승

* 연구단계별 역량 구간(5구간)은 탁월, 우수, 보통, 미흡, 부족으로 나뉘며, 연구개발 활동경향 구간(4구간)은 급상승, 상승, 유지, 하강으로 나뉨

☑ **최고기술 보유국 대비 기술 수준이 낮은 한국의 중점과학기술은 주로 ICT·SW 분야와 에너지·자원 분야에 속함**

- '대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술(97.5%)', '초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술(94.0%)', '인체친화형 디스플레이기술(94.0%)'순으로 기술수준이 높음

| 표 3-5 | 최고기술보유국 대비 기술수준이 높은 중점과학기술(상위 10위, 10개)

분야	번호	중점과학기술명	기술수준 그룹	기술수준 (%)	기술격차 (년)
ICT·SW	107	대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	선도	97.5	0.8
ICT·SW	104	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	추격	94.0	1.0
ICT·SW	106	인체친화형 디스플레이기술	선도	94.0	0.5
기계·제조	31	친환경 고효율 자동차 기술	추격	90.0	1.8
ICT·SW	118	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	추격	90.0	1.0
에너지·자원	85	원자력 에너지 기술	선도	88.8	4.0
에너지·자원	77	고효율 전력수송 기술	추격	88.0	2.5
에너지·자원	81	고효율 태양전지 기술	추격	87.5	2.0
ICT·SW	116	NUI·NUX 기술	추격	87.5	2.0
ICT·SW	120	지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	추격	86.5	1.0

☑ **최고기술 보유국 대비 기술 수준이 높은 한국의 중점과학기술은 주로 에너지·자원 분야와 우주·항공·해양 분야에 속함**

- 우주·항공·해양 분야에서는 '우주환경 관측·감시·분석 기술(54.5%)', '우주 탐사 및 활용 기술(55.0%)'이 기술수준이 낮게 평가됨
- 기술수준이 높고 기술격차가 가장 적은 ICT·SW 분야의 '초고속 대용량 데이터 플랫폼 기술(50.0%)'이 120개 중점과학기술 중 최고기술 보유국 대비 기술 수준이 가장 낮은 기술로 평가됨
- '양자정보통신 기술(55.0%)', '3D 프린팅 장비·소재 기술(55.5%)', '고효율 가스발전 기술(57.5%)'은 최고기술 보유국 대비 기술수준이 60%도 안 되는 것으로 평가

| 표 3-6 | 최고기술보유국 대비 기술수준이 낮은 중점과학기술(하위 10위, 11개)

분야	번호	중점과학기술명	기술수준 그룹	기술수준 (%)	기술격차 (년)
ICT·SW	109	초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	후발	50.0	4.0
우주·항공·해양	17	우주환경 관측·감시·분석 기술	후발	54.5	10.0
우주·항공·해양	18	우주 탐사 및 활용 기술	후발	55.0	12.0
ICT·SW	111	양자정보통신 기술	후발	55.0	6.5
기계·제조	37	3D 프린팅 장비·소재 기술	후발	55.5	4.0
에너지·자원	78	고효율 가스발전 기술	후발	57.5	8.5
우주·항공·해양	16	우주발사체 개발 및 운용 기술	후발	60.0	17.0
에너지·자원	90	ICT기반 자원 개발·처리 기술	추격	60.0	5.0
생명·보건의료	63	의료영상융합기술	추격	60.5	4.0
국방	24	고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	추격	62.5	9.0
에너지·자원	89	지능형 융합 자원탐사 기술	추격	62.5	6.0

☑ **최고기술 보유국 대비 기술 격차가 작은 한국의 중점과학기술은 주로 ICT·SW 분야에 속함**

- ICT·SW 분야 17개 중점과학기술 중 11개 기술이 기술 격차가 작은 상위 10위 기술로 평가됨
  - '인체친화형 디스플레이기술(0.5년)', '대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술(0.8년)'은 최고기술 보유국에 매우 근접한 것으로 평가됨
- 에너지·자원 분야의 '대용량 장수명 이차전지 기술(2.0년)'과 '무선 전력전송·충전 기술(2.0년)'은 해당 분야 평균(4.0년) 보다 기술격차 상당히 작은 것으로 평가됨

| 표 3-7 | 최고기술보유국 대비 기술격차가 작은 중점과학기술(상위 10위, 20개)

분야	번호	중점과학기술명	기술수준 그룹	기술수준 (%)	기술격차 (년)
ICT·SW	106	인체친화형 디스플레이기술	선도	94.0	0.5
ICT·SW	107	대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	선도	97.5	0.8
ICT·SW	120	지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	추격	86.5	1.0
ICT·SW	118	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	추격	90.0	1.0
ICT·SW	104	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	추격	94.0	1.0
ICT·SW	105	초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술	추격	85.0	1.5
ICT·SW	119	초연결 사물인터넷 기술	추격	82.0	1.8
기계·제조	31	친환경 고효율 자동차 기술	추격	90.0	1.8
건설·교통	3	스마트홈 기술	추격	80.0	2.0
건설·교통	5	스마트시티 구축 및 운영 기술	추격	80.0	2.0
재난안전	14	재난 전주기 정보통신체계기술	추격	80.0	2.0
소재·나노	39	기능성 유기소재 기술	추격	80.0	2.0
에너지·자원	74	대용량 장수명 이차전지 기술	추격	80.0	2.0
에너지·자원	75	무선 전력전송·충전 기술	추격	80.0	2.0
ICT·SW	110	다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	추격	80.0	2.0
ICT·SW	114	가상·혼합현실 기술	추격	80.0	2.0
ICT·SW	117	지식정보보안기술	추격	80.0	2.0
생명·보건의료	56	줄기세포 활용 기술	추격	85.0	2.0
에너지·자원	81	고효율 태양전지 기술	추격	87.5	2.0
ICT·SW	116	NUI·NUX 기술	추격	87.5	2.0

☑ **최고기술 보유국 대비 기술 격차가 큰 한국의 중점과학기술은 주로 우주·항공·해양 분야나 에너지·자원 분야에 속함**

- 우주·항공·해양 분야의 '우주발사체 개발 및 운용 기술', '우주 탐사 및 활용 기술', '우주환경 관측·감시·분석 기술'은 기술 격차가 10년 이상으로 평가됨
- ICT·SW 분야의 '양자정보통신 기술'은 해당 분야 평균(2.1년) 보다 약 3배 정도 큰 기술격차가 있는 것으로 평가됨

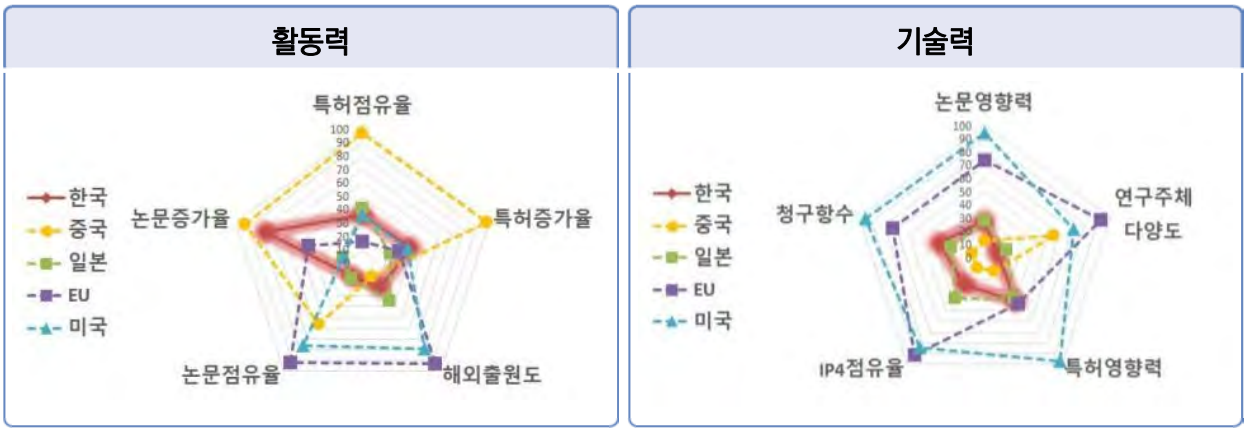
| 표 3-8 | 최고기술보유국 대비 기술격차가 큰 중점과학기술(하위 10위, 13개)

분야	번호	중점과학기술명	기술수준 그룹	기술수준 (%)	기술격차 (년)
우주·항공·해양	16	우주발사체 개발 및 운용 기술	후발	60.0	17.0
우주·항공·해양	18	우주 탐사 및 활용 기술	후발	55.0	12.0
우주·항공·해양	17	우주환경 관측·감시·분석 기술	후발	54.5	10.0
국방	24	고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	추격	62.5	9.0
에너지·자원	78	고효율 가스발전 기술	후발	57.5	8.5
농림수산·식품	48	친환경 사양기술	추격	75.5	7.5
기계·제조	28	해양플랜트 실용화 기술	추격	72.0	7.0
에너지·자원	87	핵융합에너지 기술	추격	75.0	7.0
ICT·SW	111	양자정보통신 기술	후발	55.0	6.5
에너지·자원	89	지능형 융합 자원탐사 기술	추격	62.5	6.0
에너지·자원	88	차세대가속기 기술	후발	64.0	6.0
환경·기상	102	지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술	추격	70.5	6.0
국방	23	국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술	추격	75.0	6.0

2 120개 중점과학기술 전체 논문·특허 분석 결과

☑ **120개 중점과학기술에 대한 한국의 논문 증가율은 비교 대상국(중국, 일본, EU, 미국) 중 2위, 특허 영향력은 3위**

- 활동력 5대 지표 중 논문 증가율[4](138.3%), 특허 증가율[5](277.7%) 및 특허 점유율(46.2%)에서 중국이 큰 격차로 1위를 차지함
  - 한국의 논문 증가율(107.8%)과 특허 증가율(34.7%)은 2위를 차지하였으나, 논문 점유율(5위, 4.5%)과 특허 점유율(4위, 15.1%)은 순위가 낮음
  - 논문 점유율(38.2%) 및 특허 해외출원도[6](5.5)는 EU가 가장 높음
- 기술력 5대 지표 중 논문 영향력(20.1), 특허 영향력(11.6) 및 특허 청구항수[7](10.2)에서 미국이 1위를 차지함
  - 중국은 논문 영향력(8.6), 특허 영향력(3.5), IP4점유율[8](0.6%), 특120허 청구항수(2.6)에서 5위로 나타남
  - 한국의 특허 영향력(6.1) 및 특허 청구항수(5.1)는 3위로 분석되었고 논문 연구주체 다양도[9](0.98)와 IP4점유율(24.8%)은 EU가 가장 높음



| 그림 3-2 | 전체 논문·특허의 국가별 상대적 위치[10]

4) 논문 증가율은 등록일 기준 12년('06~'17년) 구간을 과거구간('06~'11년)과 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석함

5) 특허 증가율은 미공개 구간(1년 6개월)을 제외하여 출원일 기준 10년('06~15년) 구간을 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석함

6) 패밀리특허 국가 수를 통해 특허 보호의 지역적 범위를 측정하여 특허 자체가 가진 양적 영향력(경제적 가치)을 판단할 수 있는 지표로서 해외출원도가 높을수록 해외시장 확보가 활발한 것으로 볼 수 있음

7) 청구항이란 특허 권리를 보호받기 위해 발명의 내용을 구체적으로 기재한 것으로써, 청구항수는 각 국가별 또는 연구주체별 발명의 수를 파악할 수 있는 지표

8) 주요 5개국(한국, 중국, 일본, EU, 미국) 중 4개국에 동시 출원한 특허의 상대적 비중으로써 주요국에서의 시장력을 볼 수 있는 지표

9) 해당 기술 분야 논문의 주요 발표기관(국가별 피인용도 상위 TOP4에 해당하는 논문의 발표기관)들을 제외한 참여지표로서, 각 국의 연구인력 경쟁력과 다양성 분석

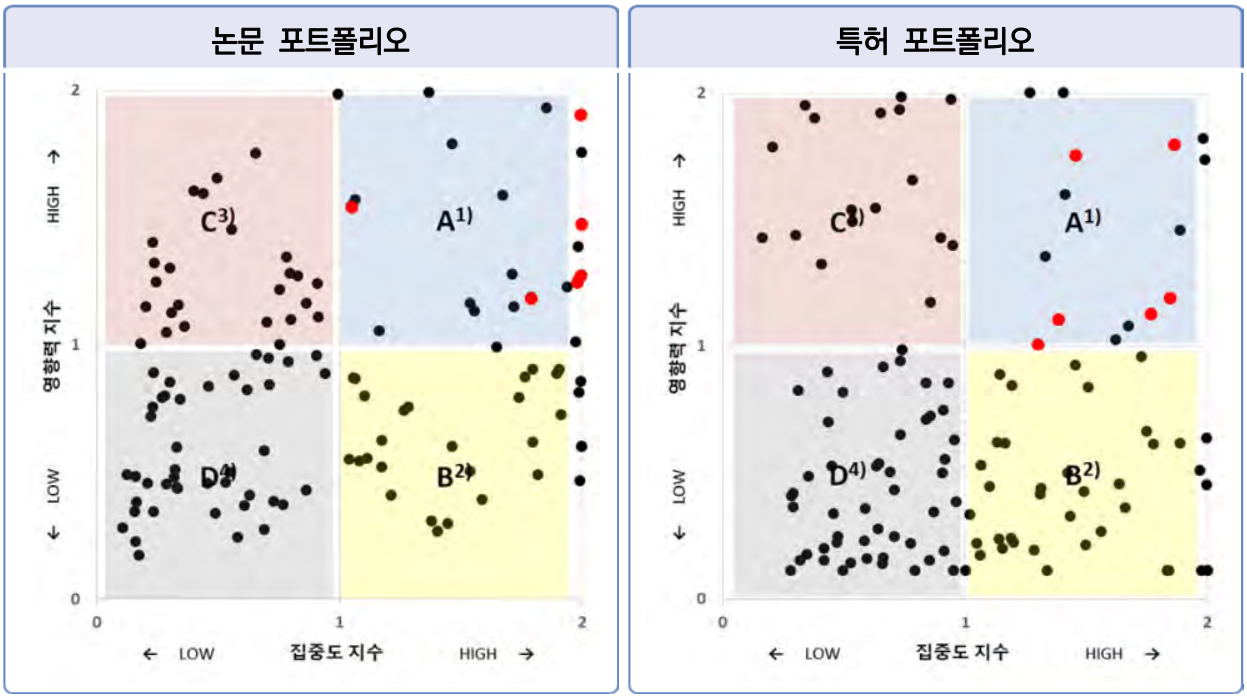
10) 각 지표 당 최고점을 100점으로 삼고 원 값을 환산하여 적용(정규분포 적용)

| 표 3-9 | 국가별 전체 논문·특허 활동력 및 기술력 분석

구분		한국	중국	일본	EU	미국
활동력	논문 점유율	4.5%	21.9%	6.0%	38.2%	29.4%
	논문 증가율	107.8%	138.3%	36.2%	70.8%	35.2%
	특허 점유율	15.1%	46.2%	16.8%	6.6%	15.2%
	특허 증가율	34.7%	277.7%	-12.7%	9.7%	29.2%
	해외출원도	0.9	0.1	1.7	5.5	4.1
기술력	논문 영향력	10.7	8.6	10.8	15.8	20.1
	특허 영향력	6.1	3.5	5.8	6.2	11.6
	IP4점유율	6.6%	0.6%	9.9%	24.8%	21.8%
	연구주체 다양도	0.88	0.93	0.89	0.98	0.94
	특허청구항수	5.1	2.6	4.3	7.6	10.2

● 한국의 120개 중점과학기술 포트폴리오 분석 결과 논문과 특허의 집중도와 영향력이 모두 높은 기술(A:스타분야)은 6개*인 것으로 분석

* ①기능성 유기소재 기술 ②다기능 융·복합소재 기술 ③무선 전력전송·충전 기술 ④고효율 태양전지 기술 ⑤초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술 ⑥인체친화형 디스플레이기술



● : 논문과 특허의 집중도와 영향력이 모두 높은 기술

| 그림 3-3 | 120개 중점과학기술별 논문·특허의 집중도 지수 및 영향력 지수

- 논문과 특허의 집중도는 높으나 영향력이 낮은 기술(B:집중분야)은 11개*인 것으로 분석
  * ①우주 탐사 및 활용 기술 ②스마트 자동차 기술 ③식품가치창출기술 ④질병진단 바이오칩 기술 ⑤디지털 헬스케어 기술 ⑥고효율 전력수송 기술 ⑦바이오 및 폐자원 에너지화 기술 ⑧수소·연료전지 기술 ⑨해양에너지 기술 ⑩가상·혼합현실 기술 ⑪지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술
- 논문과 특허의 영향력은 높으나 집중도가 낮은 기술(C:도전분야)은 7개* 인 것으로 분석
  * ①우주발사체 개발 및 운용 기술 ②해양플랜트 실용화 기술 ③고효율·초정밀 생산시스템 기술 ④식품안전성 평가·향상 기술 ⑤스마트 에너지그리드 기술 ⑥미세먼지 등 대기오염 대응기술 ⑦통합 수 환경 모니터링 및 관리 기술

| 표 3-10 | 영역별 설명

분야	영역 설명
스타분야 (A)	타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구 활동이 높은 분야
집중분야 (B)	타 영역 대비 상대적으로 연구 활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
도전분야 (C)	타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구 활동이 부족한 분야
관망분야 (D)	타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

3 11대 분야별 기술수준 및 기술격차 결과

☑ **한국의 11대 분야별 기술수준은 8대 분야에서 4위(에너지·자원 분야는 공동4위), 3대 분야(우주·항공·해양, 국방, ICT·SW)에서 5위로 평가**

- 8대 분야 중 중국보다 기술수준이 5.0%p 이상 높은 분야는 재난안전 분야(5.9%p)와 환경·기상 분야(5.2%p)로 나타남
- 3대 분야 중 중국과의 기술수준 차이가 가장 많은 분야는 우주·항공·해양 분야(-15.5%p)로 나타남

| 표 3-11 | 11대 분야별 기술수준 및 기술격차, 기술수준 그룹

11대 분야 (중점과학기술 수)	한국			중국			일본			EU			미국		
	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	기술 수준 그룹	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	기술 수준 그룹	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	기술 수준 그룹	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	기술 수준 그룹	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	기술 수준 그룹
건설·교통(11)	79.0	3.1	추격	75.4	3.8	추격	89.3	1.4	선도	96.5	0.2	선도	100.0	0.0	최고
재난안전(4)	75.9	3.4	추격	70.0	4.3	추격	90.5	1.1	선도	92.5	1.1	선도	100.0	0.0	최고
우주·항공·해양(7)	65.1	8.4	후발	80.6	5.3	추격	83.1	4.1	추격	93.2	1.6	선도	100.0	0.0	최고
국방(3)	72.5	6.7	추격	80.0	4.3	추격	76.3	5.6	추격	88.3	2.5	선도	100.0	0.0	최고
기계·제조(13)	78.0	3.4	추격	73.7	4.2	추격	90.8	1.2	선도	100.0	0.0	최고	98.6	0.1	선도
소재·나노(5)	78.3	3.0	추격	76.2	3.7	추격	98.0	0.4	선도	91.7	1.1	선도	100.0	0.0	최고
농림수산·식품(9)	79.8	4.0	추격	75.3	4.3	추격	88.9	1.8	추격	99.3	0.1	선도	100.0	0.0	최고
생명·보건의료(21)	75.2	3.5	추격	73.2	3.7	추격	83.8	2.2	추격	91.0	1.2	선도	100.0	0.0	최고
에너지·자원(18)	76.8	4.0	추격	76.8	3.9	추격	90.6	1.8	선도	96.7	0.3	선도	100.0	0.0	최고
환경·기상(12)	76.6	4.1	추격	71.4	4.9	추격	90.1	1.9	선도	98.7	0.3	선도	100.0	0.0	최고
ICT·SW(17)	80.2	2.1	추격	82.0	1.9	추격	84.9	1.5	추격	89.8	1.0	선도	100.0	0.0	최고
전체	76.9	3.8	추격	76.0	3.8	추격	87.9	1.9	추격	94.8	0.7	선도	100	0	최고

☑ **한국의 11대 분야별 기술수준 그룹은 10대 분야에서 추격으로 평가되었으며, '우주·항공·해양' 분야는 후발 그룹으로 평가**

- 중국은 11대 전체 분야가 추격으로 평가되었으며, 일본은 5개* 분야가 추격이며 다른 6개 분야는 선도로 평가

  * 우주·항공·해양, 국방, 농림수산·식품, 생명·보건의료, ICT·SW

- 미국은 기계·제조 분야를 제외한 10개 분야에서 최고로 평가되었으며, EU는 기계·제조 분야에서 최고로 평가됨

☑ **한국의 기초단계 연구 역량은 전 분야가 보통이며, 응용개발 단계 연구역량이 우수한 분야는 '건설·교통', '국방', '기계·제조', '소재·나노', 'ICT·SW' 분야로 평가됨**

- 연구개발 활동 경향은 '에너지·자원(유지)' 분야를 제외한 10대 분야가 상승 중인 것으로 평가됨

| 표 3-12 | 연구개발 활동 경향 및 연구단계별 역량

11대 분야 (중점과학기술 수)	한국			중국			일본			EU			미국		
	기초 연구	응용 개발 연구	연구 개발 활동 경향	기초 연구	응용 개발 연구	연구 개발 활동 경향	기초 연구	응용 개발 연구	연구 개발 활동 경향	기초 연구	응용 개발 연구	연구 개발 활동 경향	기초 연구	응용 개발 연구	연구 개발 활동 경향
건설·교통(11)	보통	우수	↗	보통	우수	↑↑	우수	우수	↗	우수	우수	↗	탁월	우수	↗
재난안전(4)	보통	보통	↗	보통	우수	↗	우수	우수	→	우수	우수	↗	탁월	탁월	→
우주·항공·해양(7)	보통	보통	↗	보통	우수	↑↑	우수	우수	→	우수	우수	↗	탁월	탁월	↗
국방(3)	보통	우수	↗	우수	우수	↑↑	우수	우수	→	우수	우수	→	탁월	탁월	↗
기계·제조(13)	보통	우수	↗	보통	보통	↑↑	우수	우수	↗	탁월	탁월	↗	탁월	우수	↗
소재·나노(5)	보통	우수	↗	보통	우수	↑↑	탁월	우수	↗	우수	우수	↗	탁월	우수	↗
농림수산·식품(9)	보통	보통	↗	보통	우수	↑↑	우수	우수	↗	탁월	우수	↗	탁월	탁월	↗
생명·보건의료(21)	보통	보통	↗	보통	우수	↑↑	우수	우수	↗	우수	우수	↗	탁월	탁월	↗
에너지·자원(18)	보통	보통	→	보통	우수	↗	우수	우수	→	탁월	우수	↗	탁월	우수	→
환경·기상(12)	보통	보통	↗	보통	보통	↗	우수	우수	→	탁월	우수	↗	탁월	우수	→
ICT·SW(17)	보통	우수	↗	보통	우수	↑↑	우수	우수	→	우수	우수	↗	탁월	탁월	↗
전체	보통	우수	↗	보통	우수	↑↑	우수	우수	↗	우수	우수	↗	탁월	탁월	↗

※ ↑↑: 급상승, ↗ : 상승, →: 유지, ↘ :하강

☑ **6개 분야에서 기술수준 향상 방안으로 '연구비 확대'를 우선적으로 추진해야할 정책으로 평가**

| 표 3-13 | 11대 분야별 우선순위가 가장 높은 분야

11대 분야	우선순위가 가장 높은 분야	11대 분야	우선순위가 가장 높은 분야
건설·교통	법/제도 개선	농림수산·식품	인력양성 및 유치
재난안전	인프라 구축	생명·보건의료	연구비 확대
우주·항공·해양	연구비 확대	에너지·자원	연구비 확대
국방	연구비 확대	환경·기상	법/제도 개선
기계·제조	인력양성 및 유치	ICT·SW	인력양성 및 유치
소재·나노	연구비 확대		

4 11대 분야별 논문·특허 분석 결과

☑ **11대 분야 중 한국의 '논문 점유율'이 가장 높은 분야는 '소재·나노' 분야이며 '해외 출원도'가 가장 높은 분야는 '생명·보건의료' 분야인 것으로 분석**

- EU는 11대 전체 분야에서 '논문 점유율'이 가장 높으며 중국은 11대 전체 분야에서 '특허 점유율'이 가장 높은 것으로 분석

| 표 3-14 | 11대 분야별 활동력 분석 결과

11대 분야 (중점과학기술 수)	한국					중국					일본					EU					미국				
	논문 점유율 (%)	논문 증가율 (%)	특허 점유율 (%)	특허 증가율 (%)	해외 출원도	논문 점유율 (%)	논문 증가율 (%)	특허 점유율 (%)	특허 증가율 (%)	해외 출원도	논문 점유율 (%)	논문 증가율 (%)	특허 점유율 (%)	특허 증가율 (%)	해외 출원도	논문 점유율 (%)	논문 증가율 (%)	특허 점유율 (%)	특허 증가율 (%)	해외 출원도	논문 점유율 (%)	논문 증가율 (%)	특허 점유율 (%)	특허 증가율 (%)	해외 출원도
건설·교통(11)	5.0	157.3	15.7	23.3	0.6	22.6	175.7	60.0	340.4	0.1	4.2	68.9	10.9	-23.2	0.8	40.2	214.3	3.3	8.5	4.7	27.9	97.7	10.1	49.0	3.0
재난안전(4)	3.0	91.2	20.1	38.5	0.3	19.4	105.2	52.0	361.3	0.3	5.6	104.6	12.6	19.6	0.7	33.4	56.1	4.1	16.8	4.3	38.6	8.1	11.3	23.3	3.5
우주·항공·해양(7)	3.5	37.2	11.0	2.5	0.8	22.4	58.2	48.7	360.7	0.1	5.6	13.1	16.1	-26.8	1.6	35.1	26.1	7.4	10.7	4.8	33.4	1.3	16.9	0.2	3.3
국방(3)	2.9	58.1	7.2	73.9	0.6	25.0	33.7	52.7	305.3	0.1	3.7	24.8	20.7	11.6	1.8	26.6	39.1	7.9	21.1	4.5	41.9	-12.4	11.4	49.7	2.7
기계·제조(13)	4.9	75.3	19.5	36.9	0.6	21.4	100.3	42.8	362.8	0.2	7.1	13.3	21.1	-6.7	1.4	39.0	73.0	6.8	33.7	4.9	27.6	42.7	9.8	65.5	3.6
소재·나노(5)	7.1	124.1	13.2	41.4	1.0	29.9	233.3	48.8	250.2	0.1	6.4	11.9	22.7	-6.9	2.2	33.2	63.9	6.8	20.2	6.3	23.4	24.7	8.5	13.0	4.7
농림수산·식품(9)	2.7	160.9	7.7	50.7	0.6	18.4	191.3	75.5	230.5	0.1	4.1	47.4	5.4	-13.7	2.3	43.8	63.6	3.6	-24.6	7.0	31.0	36.8	7.8	-5.0	6.1
생명·보건의료(21)	3.7	155.9	12.5	66.2	1.4	18.0	158.0	37.7	203.7	0.2	5.8	42.2	12.4	-7.1	2.7	39.2	62.7	11.2	0.7	6.8	33.4	44.3	26.2	13.3	5.6
에너지·자원(18)	5.8	156.4	15.9	83.5	0.8	26.0	178.5	46.5	282.2	0.2	8.0	64.3	18.3	24.1	1.8	35.2	83.9	7.2	23.4	5.5	24.9	42.4	11.0	23.3	4.0
환경·기상(12)	3.1	120.8	16.5	22.6	0.4	23.8	140.0	60.9	276.3	0.1	4.9	38.9	12.3	-27.5	1.0	39.5	70.9	3.3	2.2	6.1	28.7	38.1	7.0	16.5	3.9
ICT·SW(17)	5.8	156.4	15.9	83.5	0.8	26.0	178.5	47.5	282.2	0.2	8.0	64.3	18.3	24.1	1.8	35.2	83.9	7.2	23.4	5.5	24.9	42.4	11.0	23.3	4.0
전체	4.5	107.8	15.1	34.7	0.9	21.9	138.3	46.2	277.7	0.1	6.0	36.2	16.8	-12.7	1.7	38.2	70.8	6.6	9.7	5.5	29.4	35.2	15.2	29.2	4.1

☑ **1대 분야 중 한국의 '논문 영향력'이 가장 높은 분야는 '소재·나노' 분야이며 '특허 영향력'이 가장 높은 분야는 '환경·기상' 분야인 것으로 분석**

- 미국은 '우주·항공·해양' 분야와 '국방'을 제외한 9개 분야에서 '논문 영향력'이 가장 높았으며 '특허 영향력'은 11대 전체 분야에서 가장 높은 것으로 분석

| 표 3-15 | 11대 분야별 기술력 분석 결과

11대 분야 (중점과학기술 수)	한국					중국					일본					EU					미국				
	논문 영향력	특허 영향력	IP4 점유율 (%)	연구 주체 다양도	청구항 수	논문 영향력	특허 영향력	IP4 점유율 (%)	연구 주체 다양도	청구항 수	논문 영향력	특허 영향력	IP4 점유율 (%)	연구 주체 다양도	청구항 수	논문 영향력	특허 영향력	IP4 점유율 (%)	연구 주체 다양도	청구항 수	논문 영향력	특허 영향력	IP4 점유율 (%)	연구 주체 다양도	청구항 수
건설·교통(11)	5.9	7.5	3.5	0.87	3.4	6.2	6.2	0.2	0.94	2.3	6.0	5.5	4.2	0.90	3.5	9.4	10.0	15.9	0.98	8.6	11.4	15.6	14.8	0.94	10.7
재난안전(4)	6.3	1.7	1.3	0.94	3.2	5.4	1.8	2.1	0.91	2.6	7.6	5.9	6.4	0.88	2.8	12.6	8.4	11.2	0.99	10.0	16.0	11.6	16.5	0.94	9.7
우주·항공·해양(7)	4.6	5.8	5.6	0.76	4.9	4.3	1.6	0.4	0.83	2.7	4.7	8.1	9.8	0.79	3.8	11.2	4.7	20.8	0.96	9.0	10.0	10.2	19.1	0.91	12.4
국방(3)	5.4	4.4	3.7	0.85	5.5	2.9	3.9	0.2	0.92	2.7	6.6	4.9	8.2	0.83	4.4	11.7	6.5	13.8	0.97	9.1	7.4	8.1	10.8	0.96	11.1
기계·제조(13)	5.7	6.4	4.6	0.96	3.8	4.7	7.2	0.6	0.95	2.9	6.3	6.3	7.8	0.93	3.8	9.5	7.3	23.6	0.97	7.1	12.4	13.6	20.7	0.95	9.3
소재·나노(5)	18.8	5.3	9.7	0.82	5.2	16.8	2.6	0.6	0.91	2.8	16.5	3.8	18.2	0.80	4.2	19.6	3.2	39.3	0.96	7.2	28.1	8.2	30.3	0.92	9.1
농림수산·식품(9)	13.9	2.0	4.8	0.91	3.6	10.7	2.2	0.1	0.94	2.0	15.0	3.0	13.9	0.95	3.6	20.5	2.6	26.0	0.98	6.5	24.6	6.2	23.5	0.94	7.8
생명·보건의료(21)	13.2	2.8	12.7	0.94	5.7	11.0	2.0	0.9	0.97	2.4	15.3	4.2	15.0	0.92	4.7	20.8	5.0	27.1	0.98	6.7	28.0	11.8	26.1	0.96	8.0
에너지·자원(18)	14.0	3.8	7.7	0.91	5.5	11.6	4.8	12.7	0.89	4.1	11.6	4.8	12.7	0.89	4.1	16.7	4.4	26.1	0.99	7.2	19.4	9.5	22.2	0.95	10.2
환경·기상(12)	13.3	8.2	2.3	0.89	4.4	9.4	1.5	0.2	0.96	2.3	11.7	5.3	5.5	0.97	3.4	18.1	6.7	28.4	0.99	7.6	21.7	11.8	20.0	0.96	9.7
ICT·SW(17)	7.3	7.6	6.7	0.82	6.2	6.8	3.9	1.0	0.97	2.9	8.0	7.1	7.9	0.92	4.9	12.3	7.8	21.5	0.98	8.7	17.2	12.2	19.8	0.93	12.6
전체	10.7	6.1	6.6	0.88	5.1	8.6	3.5	0.6	0.93	2.6	10.8	5.8	9.9	0.89	4.3	15.8	6.2	24.8	0.98	7.6	20.1	11.6	21.8	0.94	10.2

제 2 절 11대 분야별 정성평가 및 정량분석 세부결과

1 건설·교통 분야

주거환경 개선, 사람·화물의 공간적 이동이나 수송·전달 등과 관련된 시설을 생산·유지하기 위한 기술 분야

(1) 건설·교통 분야 기술수준 및 격차

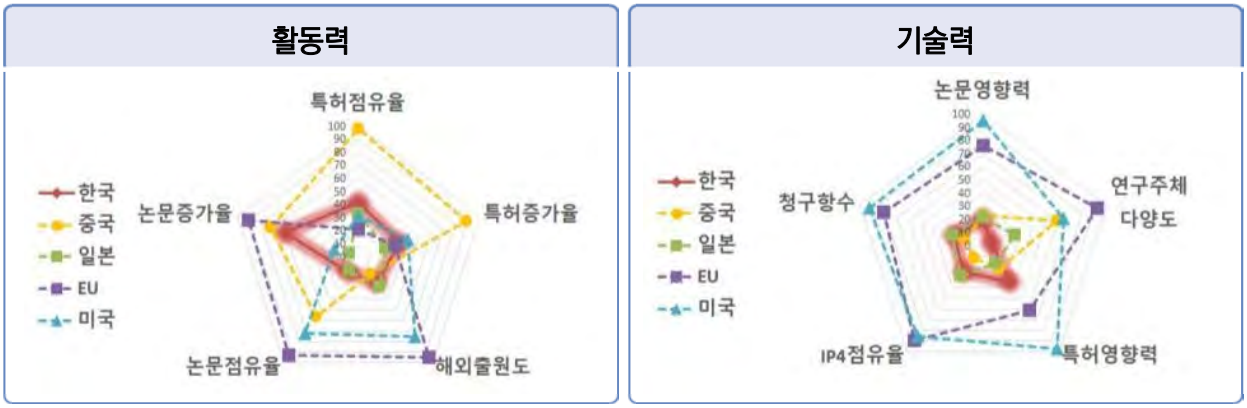
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 79.0%이며, 기술격차는 3.1년으로 평가
  - 미국(100%), EU(96.5%), 일본(89.3%), 한국(79.0%), 중국(75.4%) 순으로 평가
    ※ 건설·교통 분야 11개 중점과학기술 중 9개 기술의 최고기술 보유국이 미국으로 평가되었으며, 그중 '친환경 다기능 건설재료 기술'은 미국과 EU가 공동 최고 기술 보유국으로 평가됨
- 건설·교통 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 중국과 동일하게 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-16 | 건설·교통 분야 기술수준 및 기술격차

건설·교통 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		79.0	75.4	89.3	96.5	100.0
기술격차(년)		3.1	3.8	1.4	0.2	0.0
기술수준 그룹		추격	추격	선도	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	보통	우수	우수	탁월
	응용개발	우수	우수	우수	우수	우수
연구개발 활동경향		상승	급상승	상승	상승	상승

(2) 건설·교통 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 건설·교통 분야의 논문 증가율(157.3%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 점유율(15.7%)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 증가율 선도국은 EU(214.3%)이며, 특허 점유율 선도국은 중국(60.0%)으로 분석
- (기술력) 한국의 논문 영향력(5.9) 및 연구주체 다양도(0.87)는 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(7.5)은 3위로 분석됨
  - 연구주체 다양도 선도국은 EU(0.98)이며, 논문 영향력(11.4) 및 특허 영향력(15.6) 선도국은 미국으로 분석



| 그림 3-4 | 건설·교통 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 건설·교통 분야 정책 우선순위

- 경쟁력 확보를 위해서는 기술 변화에 상응하는 법/제도의 적시 개선이 가장 필요

| 표 3-17 | 건설·교통 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.17	법/제도 개선
2	4.10	인프라 구축
3	4.02	인력양성 및 유치
4	3.94	연구비 확대
5	2.50	국내협력 촉진
6	2.26	국제협력 촉진

* 11개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

- 건설·교통 분야 내 11개 중점과학기술 중 5개 기술의 수준이 80.0% 이상이며, 2개 기술이 75.0% 이하임
  - (기술수준) '스마트 도로교통 기술(82.5%)'이 가장 높으며, '친환경 다기능 건설재료 기술(70.0%)'과 '지속가능한 도시재생 기술(70.0%)'이 가장 낮은 것으로 평가
  - (기술격차) '스마트홈 기술(2.0년)', '스마트시티 구축 및 운영 기술(2.0년)'이 가장 작고, '지속가능한 도시재생 기술(5.5년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-18 | 건설·교통 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(스마트 도로교통 기술)** 정부의 지원을 바탕으로 한 C-ITS(차세대ITS)등의 사업을 통해 상용화 및 응용 기술수준은 향상 되었으나 첨단 센서, AI 및 빅데이터 등의 일부 기술 분야에서는 핵심기술이 미흡함
- **(친환경 다기능 건설재료 기술)** 관련 시장 형성이 미흡하고 연구개발 초기단계임. 스마트시티 사업의 진척으로 인해 에너지 및 소음, 공기 질 등과 관련된 스마트 건설재료 기술은 선도국과의 격차를 좁히고 있으나, 3D 프린팅 건설재료 분야는 요소기술 개발 단계로서 선도국과의 격차가 벌어지고 있음
- **(지속가능한 도시재생 기술)** 지방자치단체별로 다양한 형태의 도시 재생기법의 개발이 추진되고 있으나 실행프로젝트가 적은 상황임. 사례 연구 관련 논문은 다수 있으나 원천기술 개발에는 아직 성과가 미흡함
- **(스마트홈 기술)** IoT가전을 중심으로 연구개발 및 빅데이터의 수집, 분석 등 스마트홈 서비스 기술이 활성화 되었으나 플랫폼 기술 측면에서는 기술 선도국에 비해 기술적 집약성이나 완성도가 낮음
- **(스마트시티 구축 및 운영 기술)** ICT기반 민간 사업자 및 정부의 주도로 선도국과의 격차를 줄이고 있으며 에너지 활용 등 일부 분야는 세계 최고 수준임. 시민 참여형 스마트시티 구축을 모색하고 있음

- (기술그룹) 분야 내에서 기술수준이 가장 높은 '스마트 도로교통 기술'을 비롯한 11개 기술 전체가 '추격'그룹으로 평가
- (연구단계별 역량) 기초분야는 11개 기술 전체가 '보통'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 9개 기술이 '우수'한 것으로 평가됨
- (연구개발 활동경향) 9개 기술이 '상승'경향이며, 2개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

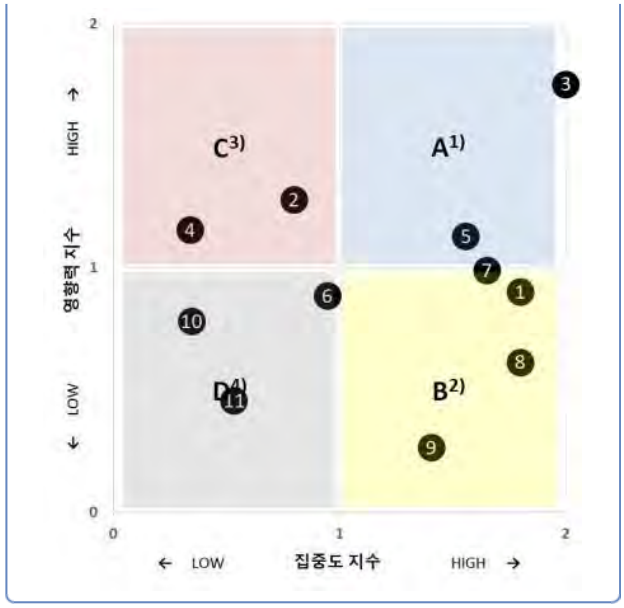
| 표 3-19 | 건설·교통 분야 중점과학기술별 기술수준 및 연구단계별 역량

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
지능형 건물관리기술	78.5	3.0	추격	보통	우수	상승
친환경 다기능 건설재료 기술	70.0	4.3	추격	보통	우수	상승
스마트홈 기술	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
지속가능한 도시재생 기술	70.0	5.5	추격	보통	보통	상승
스마트시티 구축 및 운영 기술	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
국토공간정보 구축 및 분석기술	77.0	3.0	추격	보통	우수	상승
지속가능한 인프라 구조물 건설기술	80.0	5.0	추격	보통	우수	상승
빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술	77.0	4.0	추격	보통	보통	상승
스마트 도로교통 기술	82.5	3.0	추격	보통	우수	상승
스마트 철도교통 기술	80.0	4.0	추격	보통	우수	유지
지능형 물류체계기술	78.5	3.0	추격	보통	우수	유지

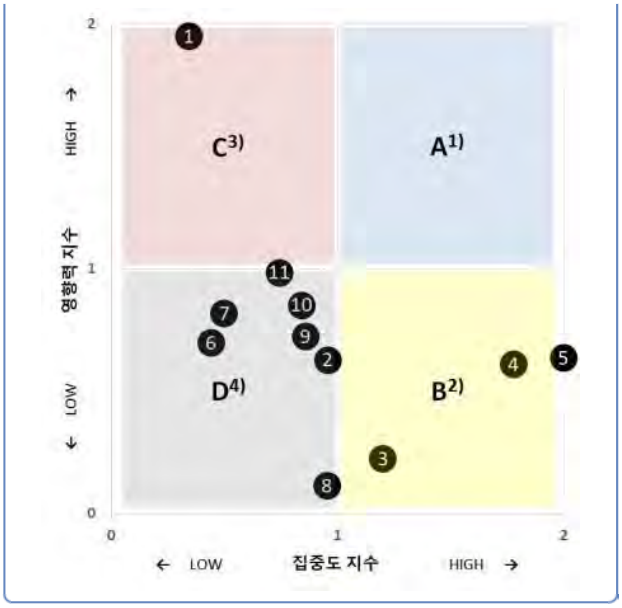
(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

- 11개 중점과학기술 중 상대적으로 논문 집중도 지수도 높고 논문 영향력 지수도 높은 기술은 2개*인 것으로 분석
  * '스마트홈 기술', '스마트시티 구축 및 운영 기술'
- 11개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수가 높은 기술은 3개*(영향력 지수는 낮음)이며, 특허 영향력 지수가 높은 기술은 '지능형 건물관리기술'(집중도 지수는 낮음)인 것으로 분석
  * '스마트홈 기술', '지속가능한 도시재생 기술', '스마트시티 구축 및 운영 기술'

논문 포트폴리오



특허 포트폴리오



중점과학기술명	
❶ 지능형 건물관리기술	❼ 지속가능한 인프라 구조물 건설기술
❷ 친환경 다기능 건설재료 기술	❽ 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술
❸ 스마트홈 기술	❾ 스마트 도로교통 기술
❹ 지속가능한 도시재생 기술	❿ 스마트 철도교통 기술
❺ 스마트시티 구축 및 운영 기술	⓫ 지능형 물류체계기술
❻ 국토공간정보 구축 및 분석기술	

| 그림 3-5 | 한국 건설·교통 분야 11개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 중점과학기술별 정책우선순위

- '인력양성 및 유치', '인프라 구축', '연구비 확대'가 각각 3개 기술에서 1순위 우선 정책으로 선택
  - 11개 전체 기술에서 '국내 협력촉진'과 '국제 협력촉진'은 기술수준 향상 정책 중 우선순위가 낮은 것으로 평가

| 표 3-20 | 건설·교통 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
지능형 건물관리기술	인프라 구축	법/제도 개선	인력양성 및 유치, 연구비 확대
친환경 다기능 건설재료 기술	연구비 확대	인프라 구축	법/제도 개선
스마트홈 기술	법/제도 개선	인력양성 및 유치, 연구비 확대	-
지속가능한 도시재생 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	법/제도 개선
스마트시티 구축 및 운영 기술	법/제도 개선	인력양성 및 유치	인프라 구축
국토공간정보 구축 및 분석기술	법/제도 개선	연구비 확대	인프라 구축
지속가능한 인프라 구조물 건설기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	법/제도 개선
빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술	인프라 구축	법/제도 개선	인력양성 및 유치
스마트 도로교통 기술	연구비 확대	인프라 구축, 법/제도 개선	-
스마트 철도교통 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	법/제도 개선
지능형 물류체계기술	인프라 구축	인력양성 및 유치	법/제도 개선

2 재난안전 분야

인구 및 산업의 복잡화에 따른 복합재난과 사회안전(범죄, 테러) 환경변화에 대응하기 위한 예측/대응 기술, 재난발생에서 대응·복구까지의 모니터링·예측·대응 지원을 위한 재난관리 정보통신체계 인프라 기술, 그리고 재난 피해를 줄이기 위하여 정찰·방재·구호작업 등을 지원하기 위한 장비 기술

(1) 재난안전 분야 기술수준 및 격차

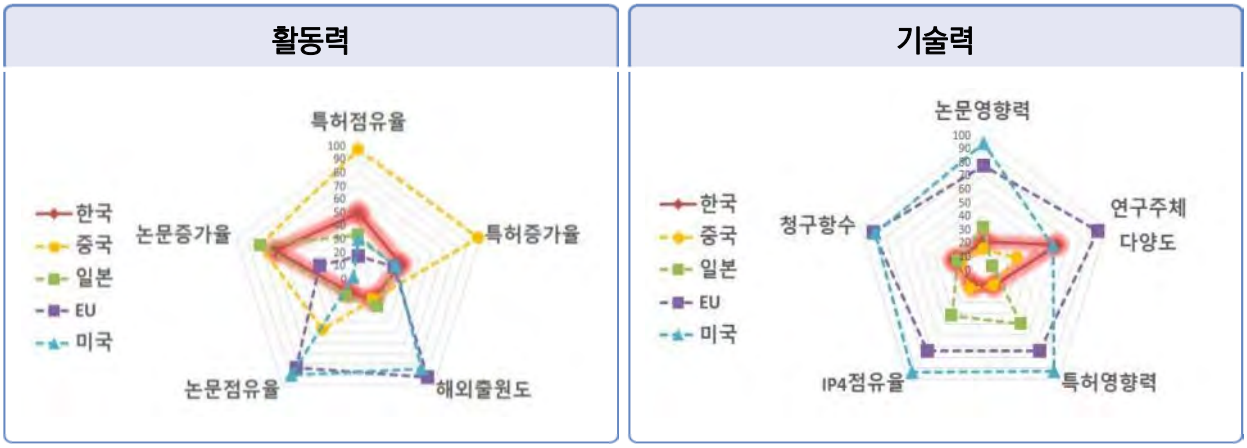
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 75.9%이며, 기술격차는 3.4년으로 평가
  - 미국(100.0%), EU(92.5%), 일본(90.5%), 한국(75.9%), 중국(70.0%) 순으로 평가
  ※ 재난안전 분야 4개 중점과학기술 전체에 대해서 미국이 최고기술 보유국으로 평가됨
- 재난안전 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 중국과 동일하게 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-21 | 재난안전 분야 기술수준 및 기술격차

재난안전 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		75.9	70.0	90.5	92.5	100.0
기술격차(년)		3.4	4.3	1.1	1.1	0.0
기술수준 그룹		추격	추격	선도	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	보통	우수	우수	탁월
	응용개발	보통	우수	우수	우수	탁월
연구개발 활동경향		상승	상승	유지	상승	유지

(2) 재난안전 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 재난안전 분야의 논문 증가율(91.2%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 점유율(20.1%) 및 특허 증가율(38.5%)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 증가율(105.2%), 특허점유율(52.0%) 및 특허증가율(361.3%) 선도국은 중국으로 분석
- (기술력) 한국의 연구주체 다양도(0.94)는 주요 5개국 중 공동 2위이며 특허 청구항수(3.2)는 3위로 분석됨
  - 연구주체 다양도(0.99) 및 특허 청구항수(10.0) 선도국은 EU로 분석



| 그림 3-6 | 재난안전 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 재난안전 분야 정책 우선순위

- 경쟁력 확보를 위하여 대규모 인프라의 구축이 가장 필요

| 표 3-22 | 재난안전 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.40	인프라 구축
2	4.31	연구비 확대
3	3.88	인력양성 및 유치
4	3.50	법/제도 개선
5	2.69	국내협력 촉진
6	2.22	국제협력 촉진

* 4개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

- 재난안전 분야 내 4개 중점과학기술 중 1개 기술의 수준이 80.0% 이상이며, 2개 기술이 75.0% 이하임
  - (기술수준) '재난 전주기 정보통신체계기술(80.0%)'이 가장 높으며, '복합재난 스마트 예측·대응기술(70.5%)'이 가장 낮은 것으로 평가
  - (기술격차) '재난 전주기 정보통신체계기술(2.0년)'이 가장 작고, '복합재난 스마트 예측·대응기술(5.0년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-23 | 재난안전 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- (**재난 전주기 정보통신체계기술**) 통합적인 시스템이 정립되지 않고 개별적인 기술들이 개발되고 있음. 정부가 재난재해의 중요성을 인식하고 PS-LTE 망을 구축하고 있으며 지진을 포함한 대형 재난재해에 대처하기 위한 광역 특성의 위성망 활용기술 개발을 계획함
- (**복합재난 스마트 예측·대응기술**) ICT 기술을 바탕으로 통신 서비스 분야는 발달되어 있지만 관련 정보 인프라는 낮은 수준임. 기초 연구가 부족하며 종합적·장기적인 연구체계가 잘 갖춰져 있지 않음

- (기술그룹) 분야 내에서 기술수준이 가장 높은 '재난 전주기 정보통신체계 기술'을 비롯한 4개 기술 전체가 '추격'그룹으로 평가
- (연구단계별 역량) 기초분야는 4개 기술 전체가 '보통'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 2개 기술이 '우수'한 것으로 평가됨
- (연구개발 활동경향) 4개 기술 전체가 '상승'경향인 것으로 평가됨

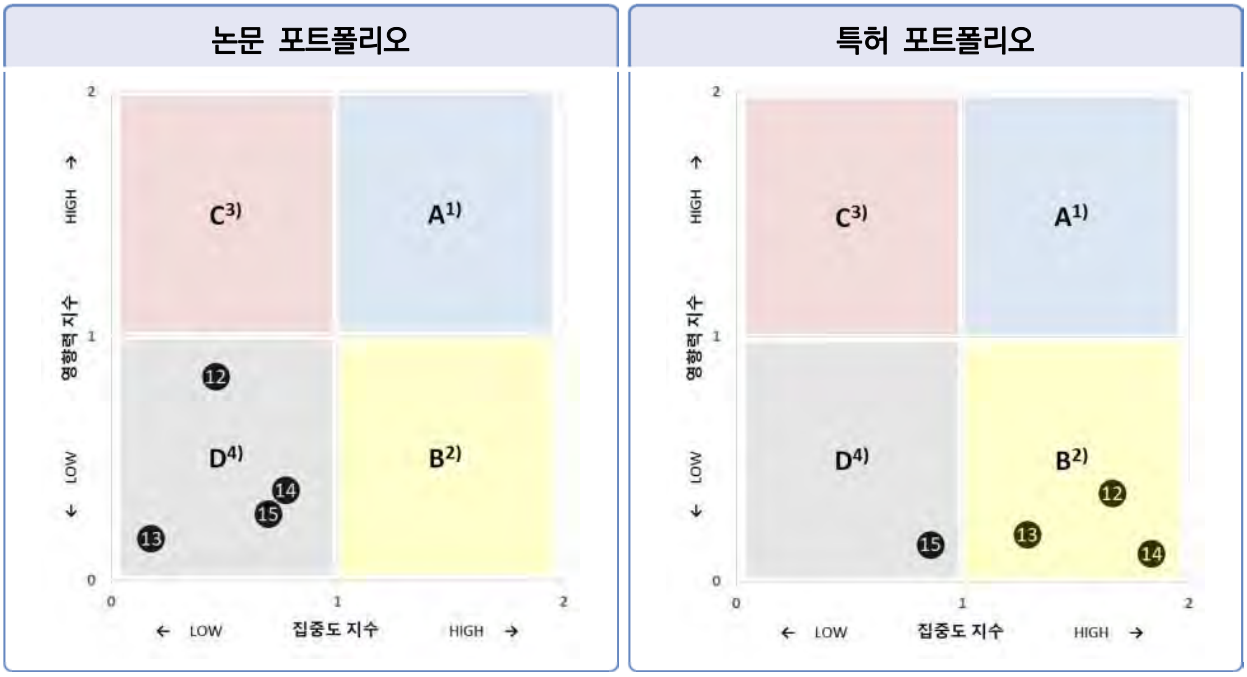
| 표 3-24 | 재난안전 분야 중점과학기술별 기술수준 및 연구단계별 역량

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
복합재난 스마트 예측·대응기술	70.5	5.0	추격	보통	보통	상승
범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술	79.0	3.0	추격	보통	우수	상승
재난 전주기 정보통신체계기술	80.0	2.0	추격	보통	보통	상승
재난현장 소방구조 장비·시스템 기술	74.0	3.8	추격	보통	우수	상승

(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

- 4개 중점과학기술 전체가 상대적으로 논문 집중도 지수도 낮고, 논문 영향력 지수도 낮은 것으로 분석
- 4개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수가 높은 기술은 3개*(영향력 지수는 낮음)인 것으로 분석

* '복합재난 스마트 예측·대응기술', '범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술', '재난 전주기 정보통신체계기술'



중점과학기술명	
⓬ 복합재난 스마트 예측·대응기술	⓮ 재난 전주기 정보통신체계기술
⓭ 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술	⓯ 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술

| 그림 3-7 | 한국 재난안전 분야 4개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 중점과학기술별 정책우선순위

- 2개 중점과학기술에서 '인프라 구축'이 1순위였으며, '인력양성 및 유치', '연구비 확대'가 나머지 기술에서 1순위 우선 정책으로 선택

| 표 3-25 | 재난안전 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
복합재난 스마트 예측·대응기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	인프라 구축
범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술	인프라 구축	연구비 확대	인력양성 및 유치
재난 전주기 정보통신체계기술	연구비 확대	인프라 구축	법/제도 개선
재난현장 소방구조 장비·시스템 기술	인프라 구축	법/제도 개선	연구비 확대

3 우주·항공·해양 분야

항공기, 발사체 등의 비행체, 우주공간을 유영할 수 있는 물체의 개발 및 해양·극한지 공간의 개발·이용 등과 관련된 연구분야

(1) 우주·항공·해양 분야 기술수준 및 격차

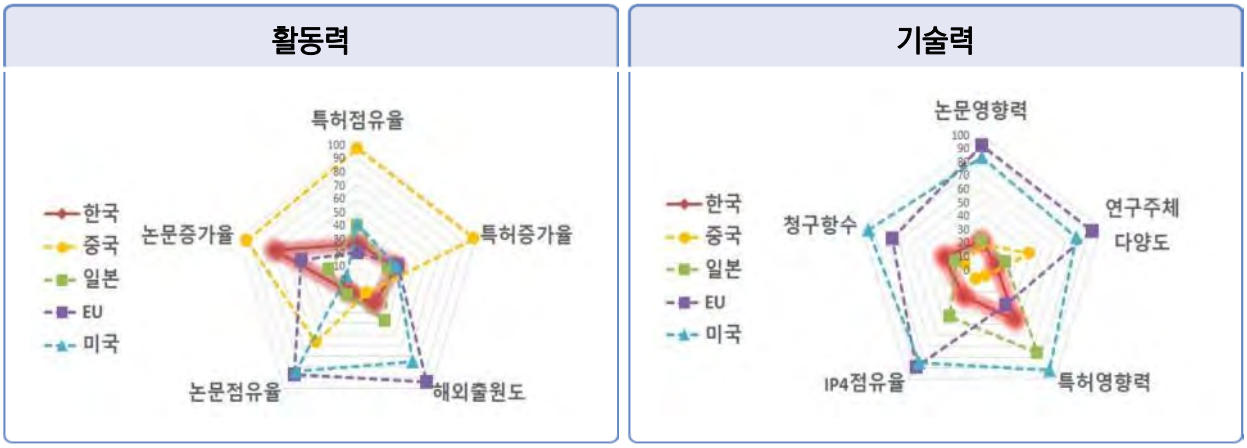
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 65.1%이며, 기술격차는 8.4년으로 평가
  - 미국(100.0%), EU(93.2%), 일본(83.1%), 중국(80.6%), 한국(65.1%) 순으로 평가
    ※ 우주·항공·해양 분야 7개 중점과학기술 중 6개 기술의 최고기술 보유국은 미국으로 평가되었으며, '지속가능한 해양공간 개발 기술'은 EU가 최고기술 보유국으로 평가됨
- 우주·항공·해양 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 '후발'로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-26 | 우주·항공·해양 분야 기술수준 및 기술격차

우주·항공·해양 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		65.1	80.6	83.1	93.2	100.0
기술격차(년)		8.4	5.3	4.1	1.6	0.0
기술수준 그룹		후발	추격	추격	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	보통	우수	우수	탁월
	응용개발	보통	우수	우수	우수	탁월
연구개발 활동경향		상승	급상승	유지	상승	상승

(2) 우주·항공·해양 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 우주·항공·해양 분야의 논문 증가율(37.2%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 증가율(2.5%)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 증가율(58.2%) 및 특허 증가율(360.7%) 선도국은 중국으로 분석
- (기술력) 한국의 논문 영향력(4.6)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(5.8) 및 특허 청구항수(4.9)는 3위로 분석됨
  - 논문 영향력 선도국은 EU(11.2)이며, 특허 영향력(10.2) 및 특허 청구항수(12.4) 선도국은 미국으로 분석



| 그림 3-8 | 우주·항공·해양 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 우주·항공·해양 분야 정책 우선순위

- 경쟁력 확보를 위해 국제적인 투자 수준에 부합하는 연구비 확대가 가장 필요

| 표 3-27 | 우주·항공·해양 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.44	연구비 확대
2	4.14	인력양성 및 유치
3	3.80	인프라 구축
4	3.09	국내협력 촉진
5	2.99	국제협력 촉진
6	2.54	법/제도 개선

* 7개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

- 우주·항공·해양 분야 내 7개 중점과학기술 중 3개 기술의 수준이 70.0% 이상이며, 2개 기술이 55.0% 이하임
  - (기술수준) '지속가능한 해양공간 개발 기술(80.3%)'이 가장 높으며, '우주환경 관측·감시·분석 기술(54.5%)'이 가장 낮은 것으로 평가
  - (기술격차) '지속가능한 해양공간 개발 기술(4.0년)'이 가장 작고, '우주발사체 개발 및 운용 기술(17.0년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-28 | 우주·항공·해양 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(지속가능한 해양공간 개발 기술)** 부유식 해양건축물 설계 등의 해양플랜트 기술과 세계 최고수심의 침매터널 건설 등의 해양토목기술은 세계수준에 근접하고 있으며, 최고기술 보유국과의 공동연구를 활발하게 추진 중임
- **(우주환경 관측·감시·분석 기술)** 이론 및 자료 분석에 일부 경쟁력을 갖추고 있으나 본격적인 우주환경 연구를 해 본 경험이 부족하고, 시스템 및 기술의 많은 부분을 해외에 의존하고 있는 상황임
- **(우주발사체 개발 및 운용 기술)** 정부의 강력한 투자로 독자 액체 엔진 및 시험발사체 발사 성공 등의 성과가 나오고 있으나, 발사체 시스템 개발 경험 부족으로 인한 제한된 기술자립도 및 산업화 기술 미확보로 인하여 기술격차가 여전히 존재함

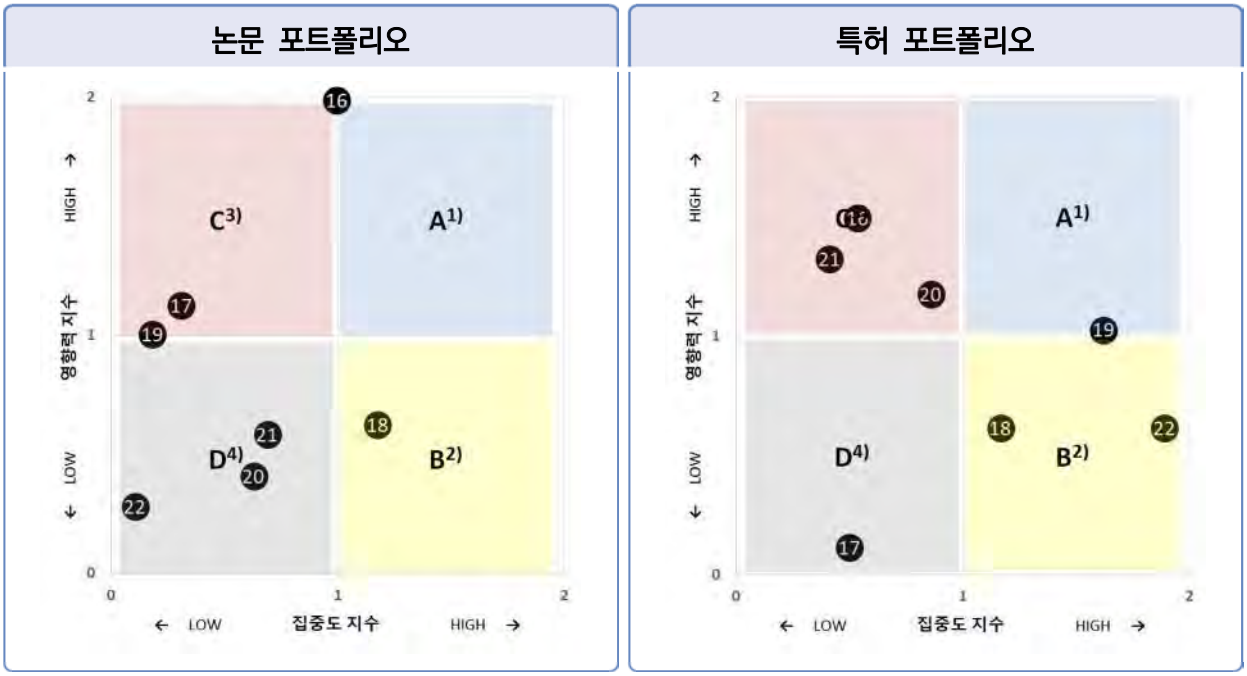
- (기술그룹) 3개 기술이 '추격' 그룹이며, 4개 기술이 '후발' 그룹으로 평가
- (연구단계별 역량) 기초분야는 7개 기술 전체가 '보통'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 5개 기술이 '보통(2개 기술은 미흡)'인 것으로 평가됨
- (연구개발 활동경향) 5개 기술이 '상승'경향이며, 2개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

| 표 3-29 | 우주·항공·해양 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
우주발사체 개발 및 운용 기술	60.0	17.0	후발	보통	보통	상승
우주환경 관측·감시·분석 기술	54.5	10.0	후발	보통	미흡	상승
우주 탐사 및 활용 기술	55.0	12.0	후발	보통	미흡	유지
유·무인 통합 자율 비행체 기술	70.0	5.5	추격	보통	보통	상승
유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술	65.0	5.0	후발	보통	보통	상승
지속가능한 해양공간 개발 기술	80.3	4.0	추격	보통	보통	유지
극한공간 인프라 기술	71.0	5.0	추격	보통	보통	상승

(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

- 7개 중점과학기술 중 상대적으로 논문 집중도 지수가 높은 기술은 '우주 탐사 및 활용 기술'(영향력 지수는 낮음)이며, 논문 영향력 지수가 높은 기술은 3개*(집중도 지수는 낮음)인 것으로 분석
  * '우주발사체 개발 및 운용 기술', '우주환경 관측·감시·분석 기술', '유·무인 통합 자율 비행체 기술'
- 7개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수와 특허 영향력 지수가 높은 기술은 '유·무인 통합 자율 비행체 기술'인 것으로 분석



중점과학기술명	
⑯ 우주발사체 개발 및 운용 기술	⑳ 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술
⑰ 우주환경 관측·감시·분석 기술	㉑ 지속가능한 해양공간 개발 기술
⑱ 우주 탐사 및 활용 기술	㉒ 극한공간 인프라 기술
⑲ 유·무인 통합 자율 비행체 기술	

| 그림 3-9 | 한국 우주·항공·해양 분야 7개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 정책우선순위

- 4개 기술에서 '연구비 확대'가 1순위였으며, 2개 기술에서 '인력양성 및 유치'를 1순위 우선 정책으로 선택

| 표 3-30 | 우주·항공·해양 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
우주발사체 개발 및 운용 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	국내 협력촉진
우주환경 관측·감시·분석 기술	인프라 구축	인력양성 및 유치	연구비 확대
우주 탐사 및 활용 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	국제 협력촉진
유·무인 통합 자율 비행체 기술	연구비 확대	인프라 구축	법/제도 개선
유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	법/제도 개선
지속가능한 해양공간 개발 기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	국내 협력촉진
극한공간 인프라 기술	연구비 확대	인프라 구축	국내 협력촉진

4 국방 분야

북한의 위협, 사이버 테러 등 다양한 형태의 전쟁에 대응하기 위한 지상, 해상, 공중, 우주, 사이버의 작전 영역별 군 무기체계, 감시정찰, 지휘·통제, 통신·보안 등의 고성능·무인·자율화된 첨단 국방 기술

(1) 국방 분야 기술수준 및 격차

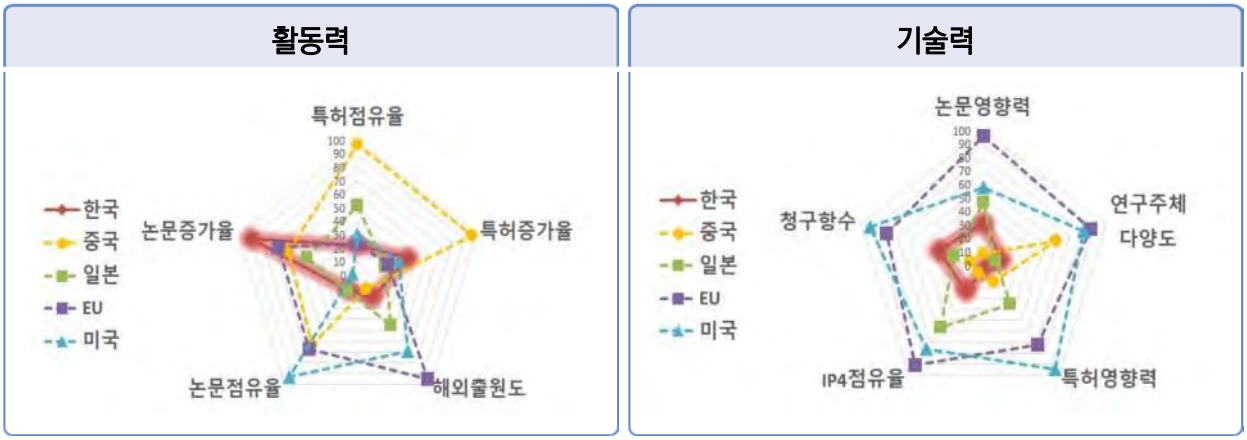
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 72.5%이며, 기술격차는 6.7년으로 평가
  - 미국(100.0%), EU(88.3%), 중국(80.0%), 일본(76.3%), 한국(72.5%) 순으로 평가
    ※ 국방 분야 3개 중점과학기술 전체에 대해서 미국이 최고기술 보유국으로 평가됨
- 국방 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-31 | 국방 분야 기술수준 및 기술격차

국방 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		72.5	80.0	76.3	88.3	100.0
기술격차(년)		6.7	4.3	5.6	2.5	0.0
기술수준 그룹		추격	추격	추격	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	우수	우수	우수	탁월
	응용개발	우수	우수	우수	우수	탁월
연구개발 활동경향		상승	급상승	유지	유지	상승

(2) 국방 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 국방 분야의 논문 증가율(58.1%)은 주요 5개국 중 1위이며 특허 증가율(73.9%)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 증가율 선도국은 중국(305.3%)으로 분석
- (기술력) 한국의 논문 영향력(5.4) 및 연구주체 다양도(0.85)는 주요 5개국 중 4위이며 특허 청구항수(5.5)는 3위로 분석됨
  - 논문 영향력(11.7) 및 연구주체 다양도(0.97) 선도국은 EU이며, 특허 청구항수 선도국은 미국(11.1)으로 분석



| 그림 3-10 | 국방 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 국방 분야 정책 우선순위

● 경쟁력 확보를 위해 원천기술 개발을 위한 연구비 확대가 가장 필요

| 표 3-32 | 국방 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.57	연구비 확대
2	4.40	인력양성 및 유치
3	4.01	인프라 구축
4	3.10	법/제도 개선
5	2.71	국내협력 촉진
6	2.20	국제협력 촉진

* 3개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

● 국방 분야 내 3개 중점과학기술 중 1개 기술의 수준이 80.0% 이상이며, 1개 기술이 65.0% 이하임
- (기술수준) '전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술(80.0%)'이 가장 높으며, '고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술(62.5%)'이 가장 낮은 것으로 평가
- (기술격차) '전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술(5.0년)'이 가장 작고, '고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술(9.0년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-33 | 국방 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술)** 정보보호 관련 학계 및 산업계의 성숙도가 높고 자체 위성체계와 지휘통제 체계 개발 능력을 보유 중이며, 방공, 화력 등 전투체계 운용 중임
- **(고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술)** 장거리 레이더, SAR, IR 분야에서는 선도그룹대비 전력화된 장비가 없음. 최근 감시정찰 시스템 및 유도무기 등의 일부 개발이 이루어졌지만, 대부분의 핵심 센서를 수입에 의존하고 있음

- (기술그룹) 기술수준이 높은 '전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술'을 포함한 모든 기술이 '추격'으로 평가
- (연구단계별 역량) 기초분야는 3개 기술이 '보통'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 '고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술(보통)'을 제외한 2개 기술이 '우수'한 것으로 평가됨
- (연구개발 활동경향) 2개 기술이 '상승'경향이며, 1개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

| 표 3-34 | 국방 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술	75.0	6.0	추격	보통	우수	상승
고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	62.5	9.0	추격	보통	보통	유지
전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술	80.0	5.0	추격	보통	우수	상승

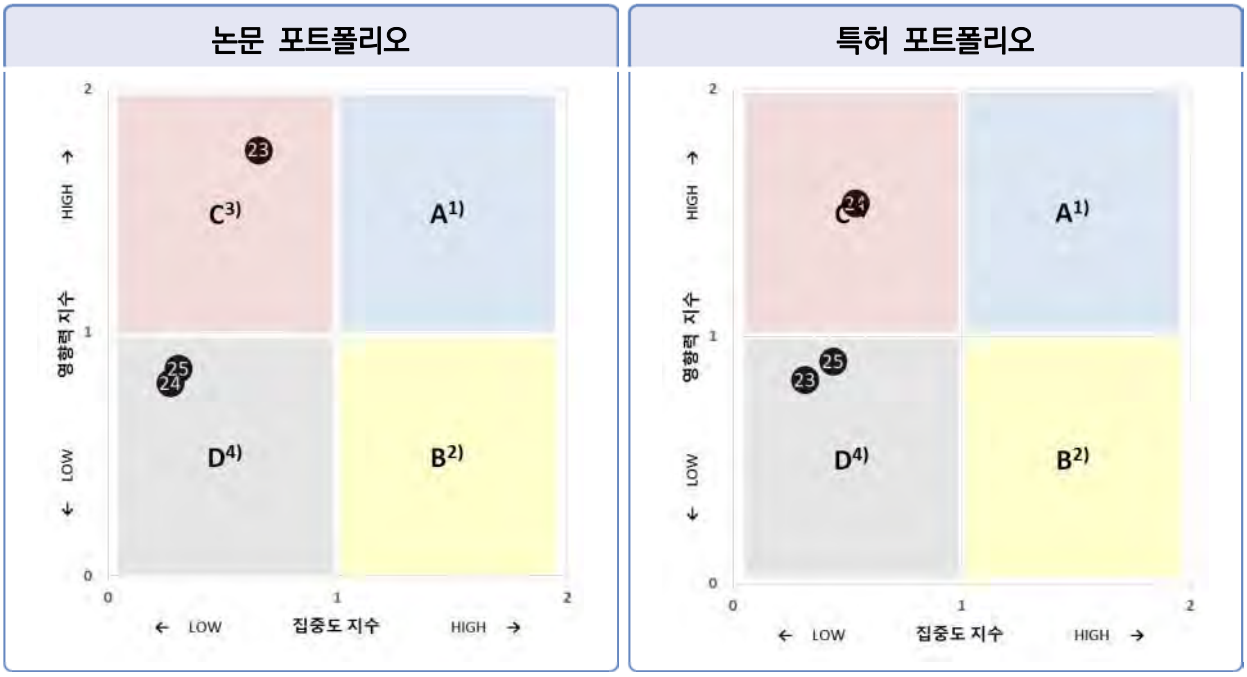
(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

- 3개 중점과학기술 중 상대적으로 논문 영향력 지수가 높은 기술은 1개*(집중도 지수는 낮음)인 것으로 분석

  * '국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술'

- 3개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 영향력 지수가 높은 기술은 1개*(집중도 지수는 낮음)인 것으로 분석

  * '고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술'



중점과학기술명	
㉓ 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술	㉕ 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술
㉔ 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	

| 그림 3-11 | 한국 국방 분야 3개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 정책우선순위

- '전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술'의 경우, '인력양성 및 유치'와 '인프라 구축'을 1순위 우선정책으로 선택

| 표 3-35 | 우주·항공·해양 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	법/제도 개선
고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	인프라 구축
전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술	인력양성 및 유치, 인프라 구축	-	연구비 확대

5 기계·제조 분야

자동차, 조선, 플랜트, 로봇 등 기계장치나 생산설비, 공정장비 등 생산 시스템의 개발, 제작 등에 관련된 분야

(1) 기계·제조 분야 기술수준 및 격차

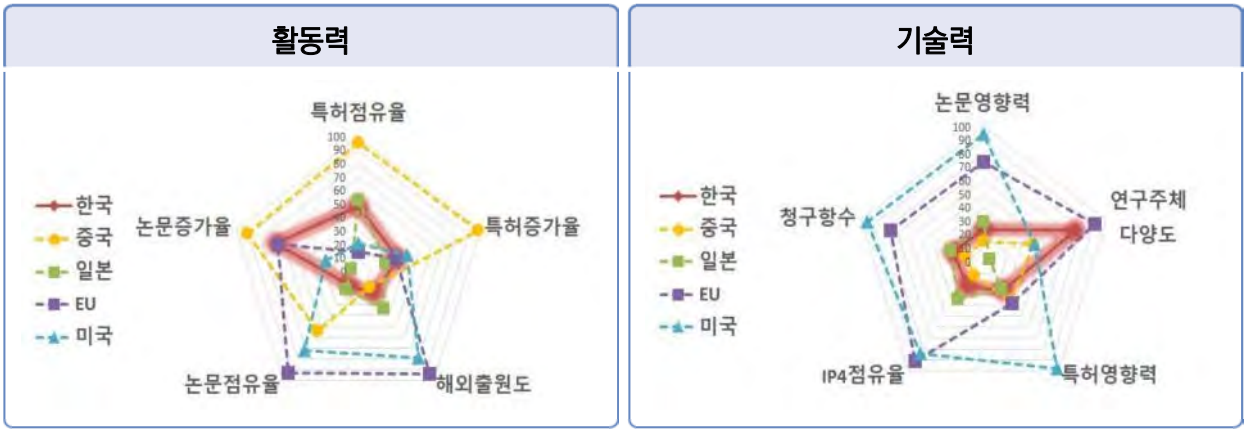
- 최고기술 보유국(EU) 대비 기술수준은 78.0%이며, 기술격차는 3.4년으로 평가
  - EU(100.0%), 미국(98.6%), 일본(90.8%), 한국(78.0%), 중국(73.7%) 순으로 평가
    ※ 기계·제조 분야 13개 중점과학기술 중 9개 기술의 최고기술 보유국은 미국으로 평가되었으며, 그중 5개 기술은 미국과 EU가 공동 최고 기술 보유국으로 평가됨
- 기계·제조 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 EU로 평가

| 표 3-36 | 기계·제조 분야 기술수준 및 기술격차

기계·제조 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		78.0	73.7	90.8	100.0	98.6
기술격차(년)		3.4	4.2	1.2	0.0	0.1
기술수준 그룹		추격	추격	선도	최고	선도
연구단계 역량	기초	보통	보통	우수	탁월	탁월
	응용개발	우수	보통	우수	탁월	우수
연구개발 활동경향		상승	급상승	상승	상승	상승

(2) 기계·제조 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 기계·제조 분야의 논문 증가율(75.3%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 점유율(19.5%) 및 특허 증가율(36.9%)는 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 증가율(100.3%), 특허 점유율(42.8%) 및 특허 증가율(362.8%) 선도국은 중국으로 분석
- (기술력) 한국의 연구주체 다양도(0.96)는 주요 5개국 중 2위이며 특허 청구항수(3.8)는 공동 3위로 분석됨
  - 연구주체 다양도 선도국은 EU(0.97)이며, 특허 청구항수 선도국은 미국(9.3)으로 분석



| 그림 3-12 | 기계·제조 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 기계·제조 분야 정책 우선순위

- 경쟁력 확보를 위해 인력양성 및 유치가 가장 필요

| 표 3-37 | 기계·제조 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.21	인력양성 및 유치
2	4.15	연구비 확대
3	3.63	인프라 구축
4	3.47	국내협력 촉진
5	2.84	법/제도 개선
6	2.69	국제협력 촉진

* 13개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

- 기계·제조 분야 내 13개 중점과학기술 중 8개 기술의 수준이 80.0% 이상이며, 4개 기술이 75.0% 이하임
  - (기술수준) '친환경 고효율 자동차 기술(90.0%)'이 가장 높으며, '3D 프린팅 장비·소재 기술(55.5%)'이 가장 낮은 것으로 평가
  - (기술격차) '친환경 고효율 자동차 기술(1.8년)'이 가장 작고, '해양플랜트 실용화 기술(7.0년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-38 | 기계·제조 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(친환경 고효율 자동차 기술)** 관련 기술개발 및 친환경자동차 보급정책을 지속적으로 지원하고 있으며 고급 인력을 보유함. 배터리, 연료전지기술 등에서 우위를 점하고 있고 48V 전동화 엔진 개발도 선도적으로 추진 중이나, 모터 등의 전동화 부품은 최고기술 보유국과 기술력 차이를 보임. 친환경 부문과 고효율 부문으로 나누어 볼 경우 친환경 부문은 고효율 부문에 비해서 경쟁국 대비 기술 격차가 작지 않은 것으로 평가
- **(3D 프린팅 장비·소재 기술)** 기술개발의 역사가 짧아 원천특허가 부족한 상황이며 특히 금속 분야는 기술의 격차가 매우 큼. 장비 중심의 개발이 이루어지고 있으나, 세계적인 장비 업체 대비 기술 수준이 낮음
- **(해양플랜트 실용화 기술)** 다수의 대형 EPC를 수행했으나 건조 및 손익 관리에 치중하여 상부구조 설계 등의 핵심 기술은 해외 엔지니어링 사에 의존하는 상황임. 기술역량 확보를 위한 실제적인 투자가 미흡하고 최근 조선해양업계의 침체로 인한 인력감소 및 유출 발생함음

- (기술그룹) 11개 기술이 '추격' 그룹이며, 2개 기술이 '후발' 그룹으로 평가
- (연구단계별 역량) 기초분야는 '친환경 고효율 자동차 기술(우수)'을 제외한 12개 기술이 '보통'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 9개 기술이 '우수(4개 기술은 보통)'한 것으로 평가됨
- (연구개발 활동경향) 11개 기술이 '상승'경향이며, 2개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

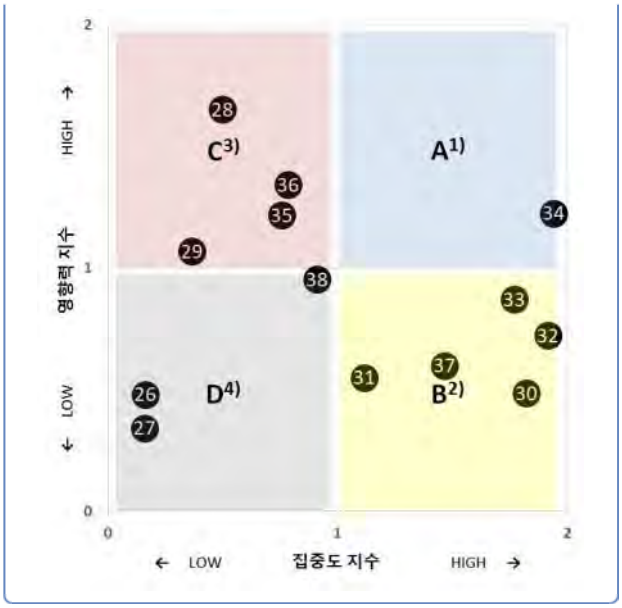
| 표 3-39 | 기계·제조 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
선박 전생애주기 통합형 기반기술	80.0	5.0	추격	보통	보통	상승
친환경·스마트 선박 기술	80.0	3.0	추격	보통	우수	상승
해양플랜트 실용화 기술	72.0	7.0	추격	보통	보통	유지
친환경·스마트 플랜트 기반 기술	80.0	4.0	추격	보통	우수	상승
스마트 자동차 기술	80.0	2.5	추격	보통	우수	상승
친환경 고효율 자동차 기술	90.0	1.8	추격	우수	우수	상승
적응형 서비스 로봇기술	80.5	3.0	추격	보통	우수	상승
재난구조 및 극한탐사 로봇기술	77.5	4.0	추격	보통	우수	상승
스마트 제조로봇 기술	80.0	3.3	추격	보통	우수	상승
스마트 팩토리 기술	67.5	3.5	추격	보통	우수	상승
고효율·초정밀 생산시스템 기술	81.6	4.8	추격	보통	우수	유지
3D 프린팅 장비·소재 기술	55.5	4.0	후발	보통	보통	상승
3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술	75.0	3.0	후발	보통	보통	상승

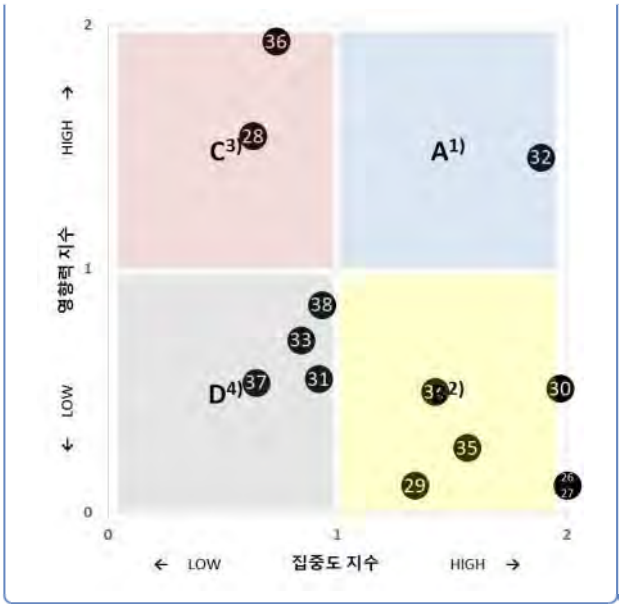
(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

- 13개 중점과학기술 중 상대적으로 논문 집중도 지수도 높고 논문 영향력 지수도 높은 기술은 '스마트 제조로봇 기술'인 것으로 분석
- 13개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수와 특허 영향력 지수가 높은 기술은 '적응형 서비스 로봇기술'인 것으로 분석

논문 포트폴리오



특허 포트폴리오



중점과학기술명	
㉖ 선박 전생애주기 통합형 기반기술	㉝ 재난구조 및 극한탐사 로봇기술
㉗ 친환경·스마트 선박 기술	㉞ 스마트 제조로봇 기술
㉘ 해양플랜트 실용화 기술	㉟ 스마트 팩토리 기술
㉙ 친환경·스마트 플랜트 기반 기술	㊱ 고효율·초정밀 생산시스템 기술
㉚ 스마트 자동차 기술	㊲ 3D 프린팅 장비·소재 기술
㉛ 친환경 고효율 자동차 기술	㊳ 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술
㉜ 적응형 서비스 로봇기술	

| 그림 3-13 | 한국 기계·제조 분야 13개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 정책우선순위

- 13개 중점과학기술 중 '연구비 확대'가 1순위인 기술은 5개이며 '인프라 구축'과 '인력양성 및 유치'을 각각 3개 기술에서 1순위로 정책으로 선택
  - '국내 협력촉진'과 '법/제도 개선'도 각각 1개 기술에서 1순위 우선 정책으로 선택

| 표 3-40 | 기계·제조 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
선박 전생애주기 통합형 기반기술	법/제도 개선	인프라 구축	국내 협력촉진
친환경·스마트 선박 기술	연구비 확대	국내 협력촉진	국제 협력촉진
해양플랜트 실용화 기술	인프라 구축	인력양성 및 유치	연구비 확대
친환경·스마트 플랜트 기반 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	법/제도 개선
스마트 자동차 기술	연구비 확대	국내 협력촉진	인력양성 및 유치
친환경 고효율 자동차 기술	인프라 구축	인력양성 및 유치	연구비 확대
적응형 서비스 로봇기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
재난구조 및 극한탐사 로봇기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	국내 협력촉진
스마트 제조로봇 기술	국내 협력촉진	인력양성 및 유치	연구비 확대
스마트 팩토리 기술	인프라 구축	연구비 확대	국내 협력촉진
고효율·초정밀 생산시스템 기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	국내 협력촉진
3D 프린팅 장비·소재 기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	인프라 구축
3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	국내 협력촉진

6 소재·나노 분야

재료의 특성을 파악하고 성능을 제고하거나 또는 새로운 재료를 개발 분야

(1) 소재·나노 분야 기술수준 및 격차

- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 78.3%이며, 기술격차는 3.0년으로 평가
  - 미국(100.0%), 일본(98.0%), EU(91.7%), 한국(78.3%), 중국(76.2%) 순으로 평가

※ 소재·나노 분야 5개 중점과학기술 전체에 대해서 최고기술 보유국이 미국으로 평가되었으며, 그중 3개 기술은 미국과 일본이 공동 최고기술 보유국으로 평가됨

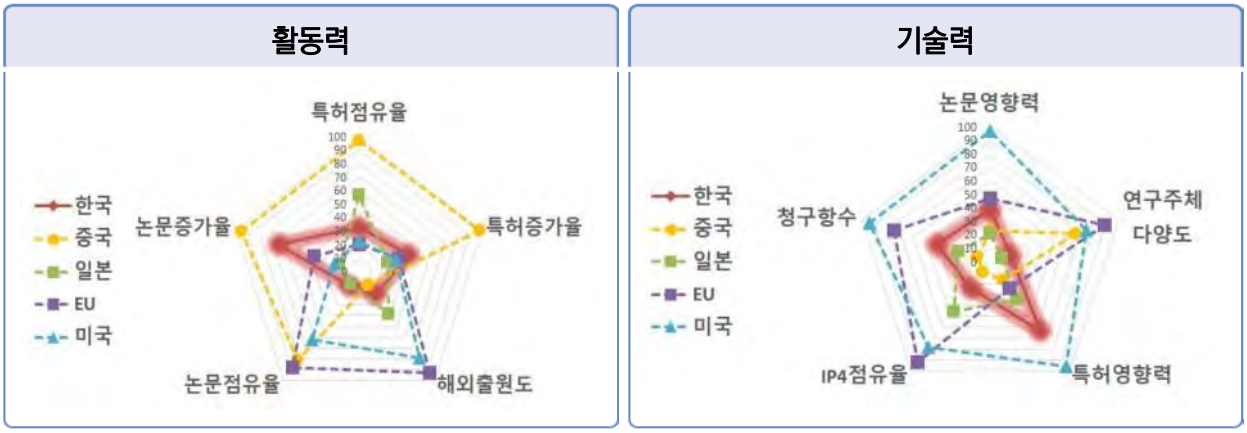
- 소재·나노 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-41 | 소재·나노 분야 기술수준 및 기술격차

소재·나노 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		78.3	76.2	98.0	91.7	100.0
기술격차(년)		3.0	3.7	0.4	1.1	0.0
기술수준 그룹		추격	추격	선도	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	보통	탁월	우수	탁월
	응용개발	우수	우수	우수	우수	우수
연구개발 활동경향		상승	급상승	상승	상승	상승

(2) 소재·나노 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 소재·나노 분야의 논문 증가율(124.1%) 및 특허 증가율(41.4%)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 증가율(233.3%) 및 특허 증가율(250.2%) 선도국은 중국으로 분석
- (기술력) 한국의 논문 영향력(18.8)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(5.3)은 2위로 분석됨
  - 논문 영향력(28.1) 및 특허 영향력(8.2) 선도국은 미국으로 분석



| 그림 3-14 | 소재·나노 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 소재·나노 분야 정책 우선순위

● 경쟁력 확보를 위해 창의적인 연구를 지원하는 연구비 확대가 가장 필요

| 표 3-42 | 소재·나노 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.51	연구비 확대
2	4.26	인력양성 및 유치
3	4.00	인프라 구축
4	3.05	국내협력 촉진
5	2.62	법/제도 개선
6	2.55	국제협력 촉진

* 5개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

● 소재·나노 분야 내 5개 중점과학기술 중 3개 기술의 수준이 80.0% 이상이며, 1개 기술이 75.0% 이하임

- (기술수준) '기능성 유기소재 기술(80.0%)', '친환경 바이오소재 기술(80.0%)', '나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술(80.0%)'이 가장 높으며, '다기능 융·복합소재 기술(73.5%)'이 가장 낮은 것으로 평가
- (기술격차) '기능성 유기소재 기술(2.0년)'이 가장 작고, '친환경 바이오소재 기술(3.5년)'과, '고성능 금속소재 기술(3.5년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-43 | 소재·나노 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(기능성 유기소재 기술)** 유기소재에 관한 관심 증가로 급격한 성장세를 보이며 디스플레이 정밀화학소재 개발이 활발함. 제품화 기술이 우수하며 제품 제조에 필요한 대부분의 소재를 국내 개발 및 생산하고 있으나 첨단소재의 일부는 해외에 의존하고 있음
- **(친환경 바이오소재 기술)** 후발주자임에 불구하고 바이오소재 및 생체재료 연구 성과가 지속적으로 진행되고 있으며 합성생물학, 대사공학, 효소공학 분야의 원천기술 수준이 높음
- **(나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술)** 응용개발 연구수준은 최고기술보유국과의 격차가 적으며, 특히 정부투자를 기반으로 단기간에 2차원 소재 응용기술 분야의 세계적 기술력을 확보함
- **(다기능 융·복합소재 기술)** 정부의 지원을 바탕으로 탄소나노튜브, 그래핀 등 나노소재 관련 학술적 발전이 이루어지고 있으며 탄소섬유 등 일부 분야는 부분적 양산이 시작되고 있으나 기업의 투자의지가 약하고 시장이 활성화 되지 않아 산업화·상용화 수준이 낮음
- **(고성능 금속소재 기술)** 항공·우주용 티타늄·알루미늄 소재 및 자성소재, 내열소재 분야 등 고부가가치 금속소재 분야에서 관련 산업 인프라가 취약하고 연구인력 및 지원규모 부족함

- (기술그룹) 5개 기술 모두가 '추격' 그룹으로 평가
- (연구단계별 역량) 기초분야는 3개 기술이 '보통(2개 기술은 우수)'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 5개 기술 전체가 '우수'한 것으로 평가됨
- (연구개발 활동경향) 4개 기술이 '상승'경향이며, 1개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

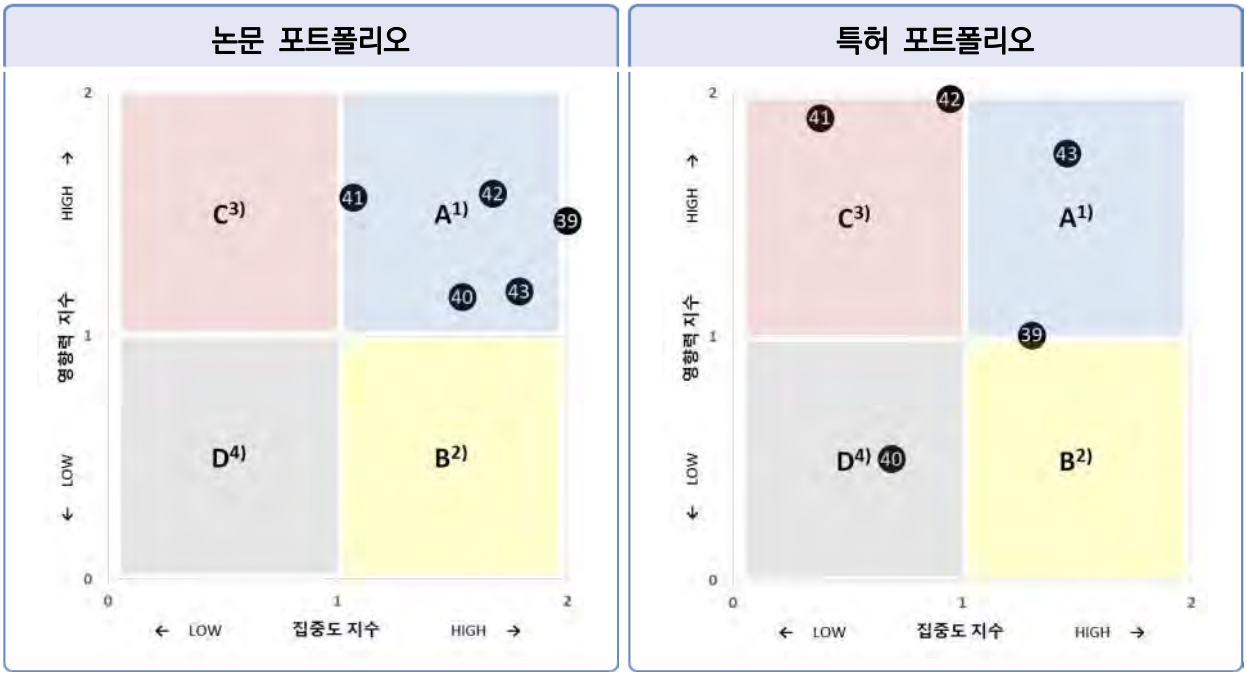
| 표 3-44 | 소재·나노 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
기능성 유기소재 기술	80.0	2.0	추격	우수	우수	상승
친환경 바이오소재 기술	80.0	3.5	추격	우수	우수	상승
고성능 금속소재 기술	78.0	3.5	추격	보통	우수	유지
나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술	80.0	3.0	추격	보통	우수	상승
다기능 융·복합소재 기술	73.5	3.0	추격	보통	우수	상승

(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

- 5개 중점과학기술 전체가 상대적으로 논문 집중도 지수도 높고 논문 영향력 지수도 높은 것으로 분석
- 5개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수와 특허 영향력 지수가 높은 기술은 2개*인 것으로 분석

  * '기능성 유기소재 기술', '다기능 융·복합소재 기술'



중점과학기술명	
㊴ 기능성 유기소재 기술	㊷ 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술
㊵ 친환경 바이오소재 기술	㊸ 다기능 융·복합소재 기술
㊶ 고성능 금속소재 기술	

| 그림 3-15 | 한국 소재·나노 분야 5개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 정책우선순위

- 분야 내 5개 모든 기술에서 '연구비 확대', '인프라 구축', '인력양성 및 유치'를 주요 우선 정책으로 선택하였고 그중 4개 중점과학기술에서 '연구비 확대'을 1순위 우선 정책으로 선택
  - '국제 협력촉진'은 5개 기술에서 기술수준 향상 정책 중 우선순위가 낮은 것으로 평가

| 표 3-45 | 소재·나노 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
기능성 유기소재 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치, 인프라 구축	-
친환경 바이오소재 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
고성능 금속소재 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	연구비 확대
나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술	인력양성 및 유치, 연구비 확대	-	인프라 구축
다기능 융·복합소재 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축

7 농림수산·식품 분야

식량안보와 식품 안전 등에 기여하는 농림수산자원 및 식품의 생산·이용 기술과 관련된 분야

(1) 농림수산·식품 분야 기술수준 및 격차

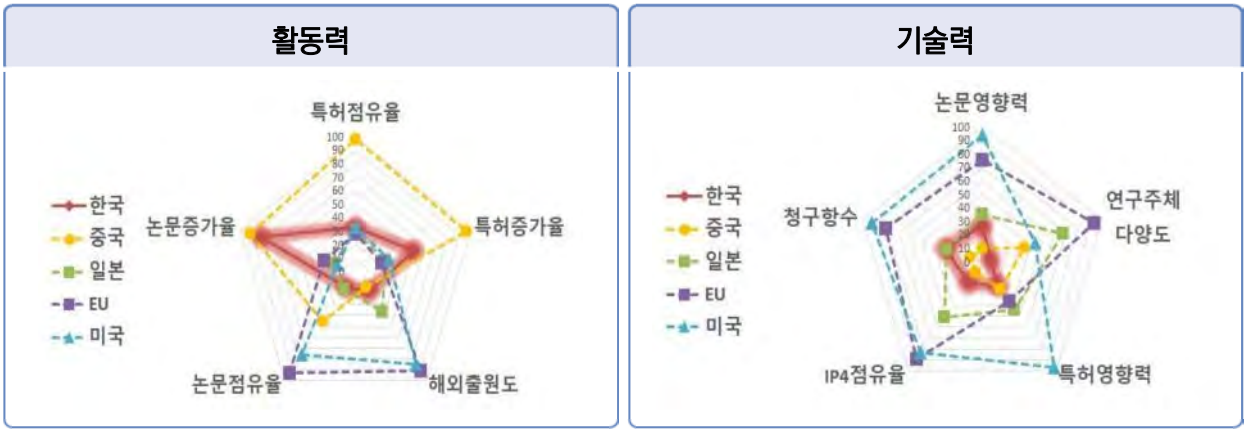
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 79.8%이며, 기술격차는 4.0년으로 평가
  - 미국(100.0%), EU(99.3%), 일본(88.9%), 한국(79.8%), 중국(75.3%) 순으로 평가
    ※ 농림수산·식품 분야 9개 중점과학기술 중 5개 기술의 최고기술 보유국은 미국으로 평가되었으며, 4개 기술은 EU가 최고기술 보유국으로 평가됨
- 농림수산·식품 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-46 | 농림수산·식품 분야 기술수준 및 기술격차

농림수산·식품 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		79.8	75.3	88.9	99.3	100.0
기술격차(년)		4.0	4.3	1.8	0.1	0.0
기술수준 그룹		추격	추격	추격	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	보통	우수	탁월	탁월
	응용개발	보통	우수	우수	우수	탁월
연구개발 활동경향		상승	급상승	상승	상승	상승

(2) 농림수산·식품 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 농림수산·식품 분야의 논문 증가율(160.9%) 및 특허 증가율(50.7%)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 증가율(191.3%) 및 특허 증가율(230.5%) 선도국은 중국으로 분석
- (기술력) 한국의 논문 영향력(13.9)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 청구항수(3.6)는 공동 3위로 분석됨
  - 논문 영향력(24.6) 및 특허 청구항수(7.8) 선도국은 미국으로 분석



| 그림 3-16 | 농림수산·식품 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 농림수산·식품 분야 정책 우선순위

● 경쟁력 확보를 위해 인력양성 및 유치(신규 인력 유치)가 가장 필요

| 표 3-47 | 농림수산·식품 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.27	인력양성 및 유치
2	4.18	연구비 확대
3	4.01	인프라 구축
4	3.45	법/제도 개선
5	2.96	국내협력 촉진
6	2.12	국제협력 촉진

* 9개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

● 농림수산·식품 분야 내 9개 중점과학기술 중 4개 기술의 수준이 80.0% 이상이며, 2개 기술이 75.0% 이하임

- (기술수준) '저항성 및 고기능성 품종개발 기술(81.0%)'이 가장 높으며, 'ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술(70.0%)'이 가장 낮은 것으로 평가
- (기술격차) '친환경 맞춤형 신재배기술(3.0년)'과 '식품가치창출기술(3.0년)'이 가장 작고, '친환경 사양기술(7.5년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-48 | 농림수산·식품 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(저항성 및 고기능성 품종개발 기술)** NBT(신작물육종기술)의 연구개발 역사가 짧고 GMO개발 관련 규제로 인한 연구 활동이 저해되고 있으나, 지속적인 정부 투자 및 기초 인프라의 향상으로 기술격차가 감소하는 추세임
- **(ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술)** 일부 ICT 기술이 적용된 양식 시스템 구축하고 있으나 아직도 노동 집약적, 환경 의존적 산업의 면모를 보임. 기술 집약적, 환경 친화적 산업 형태로 변모하기 위한 기반 기술과 전문 인력 부족함
- **(친환경 맞춤형 신재배기술)** 최근 높은 수준의 논문 및 특허가 다수 발표 되었으며, 국가의 지속적인 투자와 관심을 바탕으로 유기종자 개발 등 다양한 기술 연구가 활발하게 진행 중임
- **(식품가치창출기술)** 기초 연구를 기반으로 한 기술개발 능력이 우수하나 정부투자의 부족, 다양한 규제 등에 의해 연구개발 결과의 제품화 및 산업화에 어려움이 있음
- **(친환경 사양기술)** 산업화 원천기술이 부족하여 기술을 수입하고 있으며 연구 성과, 정책적 전략, 생산자 및 소비자의 인식 부족 등으로 연구개발 및 인프라 확대가 답보상태임

- (기술그룹) 기술수준이 높은 '저항성 및 고기능성 품종개발 기술'을 포함한 모든 기술이 '추격'으로 평가
- (연구단계별 역량) 기초분야는 6개 기술이 '보통(3개 기술은 우수)'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 5개 기술이 '보통(4개 기술은 우수)'인 것으로 평가됨
- (연구개발 활동경향) 8개 기술이 '상승'경향이며, 1개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

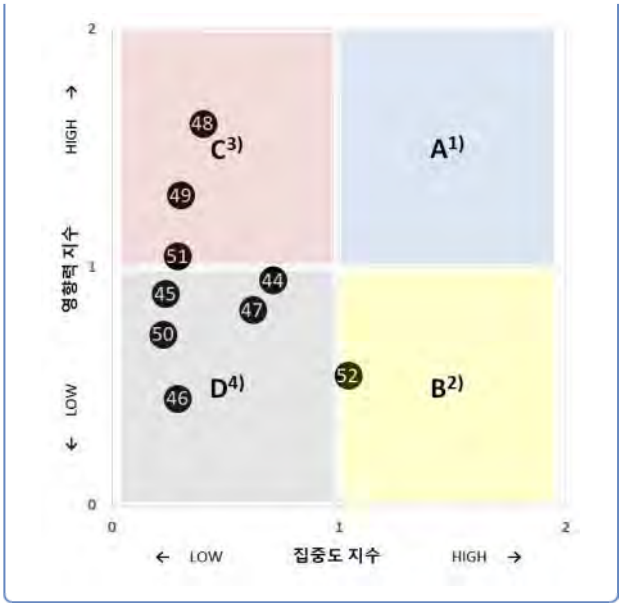
| 표 3-49 | 농림수산·식품 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
저항성 및 고기능성 품종개발 기술	81.0	5.0	추격	우수	보통	상승
친환경 맞춤형 신재배기술	77.5	3.0	추격	보통	우수	유지
스마트팜 기술	75.5	4.8	추격	보통	보통	상승
유용유전자 및 유전자원 개발 기술	75.0	4.0	추격	우수	보통	상승
친환경사양기술	75.5	7.5	추격	보통	보통	상승
동물 질병 통제 기술	80.0	5.0	추격	보통	우수	상승
ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술	70.0	5.0	추격	보통	우수	상승
식품안전성 평가·향상 기술	80.0	4.0	추격	보통	우수	상승
식품가치창출기술	80.0	3.0	추격	우수	보통	상승

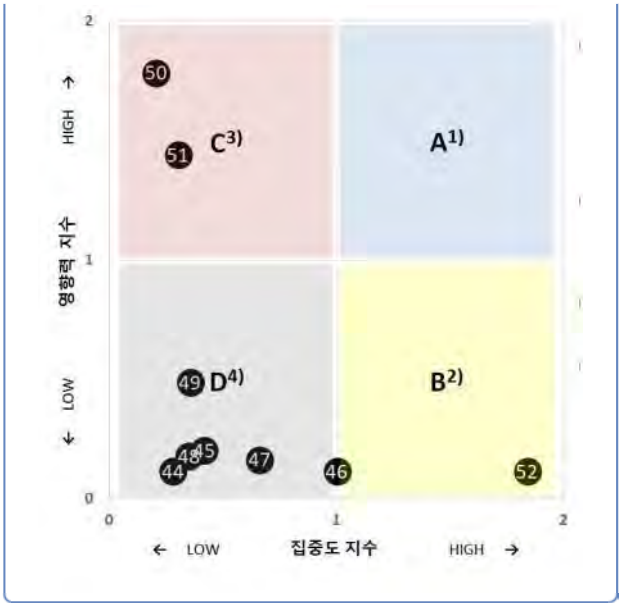
(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

- 9개 중점과학기술 중 상대적으로 논문 집중도 지수가 높은 기술은 '식품가치창출기술'(영향력 지수는 낮음)이며, 논문 영향력 지수가 높은 기술은 3개*(집중도 지수는 낮음)인 것으로 분석
  * '친환경 사양기술', '동물 질병 통제 기술', '식품안전성 평가·향상 기술'
- 9개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수가 높은 기술은 2개*(영향력 지수는 낮음)이며, 특허 영향력 지수가 높은 기술은 2개**(집중도 지수는 낮음)인 것으로 분석
  * '스마트팜 기술', '식품가치창출기술'
  ** 'ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술', '식품안전성 평가·향상 기술'

논문 포트폴리오



특허 포트폴리오



중점과학기술명	
㊹ 저항성 및 고기능성 품종개발 기술	㊾ 동물 질병 통제 기술
㊺ 친환경 맞춤형 신재배기술	㊿ ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술
㊻ 스마트팜 기술	㊶ 식품안전성 평가·향상 기술
㊼ 유용유전자 및 유전자원 개발 기술	㊷ 식품가치창출기술
㊽ 친환경 사양기술	

| 그림 3-17 | 한국 농림수산·식품 분야 9개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 정책우선순위

- ‘연구비 확대’, ‘인프라 구축’, ‘인력양성 및 유치’를 1순위 정책으로 선택한 기술이 각각 3개 기술이며, ‘식품안정성 평가·향상 기술’은 ‘법/제도 개선’을 1순위 정책으로 선택

| 표 3-50 | 소재·나노 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
저항성 및 고기능성 품종개발 기술	인력양성 및 유치, 연구비 확대	-	인프라 구축, 법/제도 개선
친환경 맞춤형 신재배기술	인력양성 및 유치	법/제도 개선	연구비 확대
스마트팜 기술	인프라 구축	인력양성 및 유치	연구비 확대
유용유전자 및 유전자원 개발 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	법/제도 개선
친환경사양기술	인프라 구축	인력양성 및 유치	연구비 확대
동물 질병 통제 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	연구비 확대
ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술	인프라 구축	인력양성 및 유치	연구비 확대
식품안전성 평가·향상 기술	법/제도 개선	연구비 확대	인력양성 및 유치
식품가치창출기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	법/제도 개선

8 생명·보건의료 분야

혁신적 치료제 개발, 맞춤형 의료서비스 제공, 의료비용 감소 등 건강장수시대 구현에 기여하는 생명공학 및 보건의료기술과 관련된 분야

(1) 생명·보건의료 분야 기술수준 및 격차

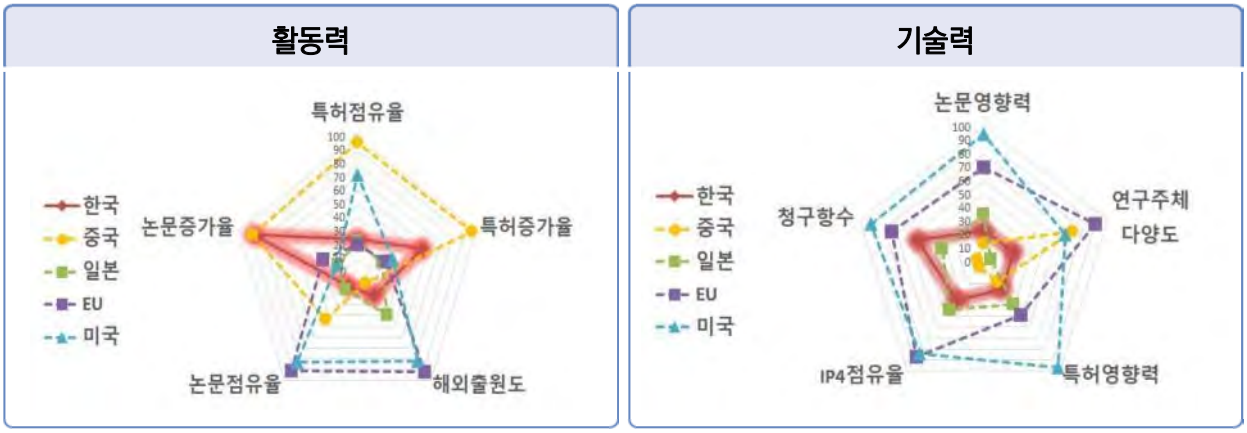
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 75.2%이며, 기술격차는 3.5년으로 평가
  - 미국(100.0%), EU(91.0%), 일본(83.8%), 한국(75.2%), 중국(73.2%) 순으로 평가
    ※ 생명·보건의료 분야 21개 중점과학기술 중 20개 기술의 최고기술 보유국이 미국으로 평가되었으며, 그중 '신·변종 감염병 대응기술'은 미국과 EU가 공동 최고기술 보유국으로 평가됨
- 생명·보건의료 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-51 | 생명·보건의료 분야 기술수준 및 기술격차

생명·보건의료 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		75.2	73.2	83.8	91.0	100.0
기술격차(년)		3.5	3.7	2.2	1.2	0.0
기술수준 그룹		추격	추격	추격	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	보통	우수	우수	탁월
	응용개발	보통	우수	우수	우수	탁월
연구개발 활동경향		상승	급상승	상승	상승	상승

(2) 생명·보건의료 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 생명·보건의료 분야의 논문 증가율(155.9%) 및 특허 증가율(66.2%)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 증가율(158.0%) 및 특허 증가율(203.7%) 선도국은 중국으로 분석
- (기술력) 한국의 논문 영향력(13.2) 및 연구주체 다양도(0.94)는 주요 5개국 중 4위이며 특허 청구항수(5.7)는 3위로 분석됨
  - 연구주체 다양도 선도국은 EU(0.98)이며, 논문 영향력(28.0) 및 특허 청구항수(8.0) 선도국은 미국으로 분석



| 그림 3-18 | 생명·보건의료 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 생명·보건의료 분야 정책 우선순위

● 경쟁력 확보를 위해 원천기술 확보를 위한 연구비의 확대 및 효율적 집행이 가장 필요

| 표 3-52 | 생명·보건의료 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.48	연구비 확대
2	4.02	인력양성 및 유치
3	3.87	인프라 구축
4	3.51	법/제도 개선
5	2.65	국내협력 촉진
6	2.47	국제협력 촉진

* 21개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

- 생명·보건의료 분야 내 21개 중점과학기술 중 7개 기술의 수준이 80.0% 이상이며, 9개 기술이 70.0% 이하임
  - (기술수준) '줄기세포 활용 기술(85.0%)'과 '불임·난임 극복기술(85.0%)'이 가장 높으며, '의료영상융합기술(60.5%)'이 가장 낮은 것으로 평가
  - (기술격차) '줄기세포 활용 기술(2.0년)'이 가장 작고, '맞춤형 신약 개발 기술(5.5년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-53 | 생명·보건의료 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(줄기세포 활용 기술)** 특허 및 임상시험 측면에서 기술수준이 높고 4종의 줄기세포 치료제가 허가를 받았으나, 임상 연구의 부진 및 원천기술 부족으로 인한 산업화 제약이 존재함
- **(불임·난임 극복기술)** 이미 개발된 기술의 활용은 세계적 수준이지만 기초 연구 개발에 대한 투자 부족, 윤리 규정으로 인한 제약, 성과 위주 임상연구에의 편중 등으로 인하여 기기개발 및 원천기술 확보가 어려운 상황임
- **(의료영상융합기술)** 자체 기술력은 있으나, 국가 연구개발 투자 시스템이 확보 되어 있지 않음. 내수가 부족해 제품 수출이 필수적임에도 불구하고 스타트업의 자금력, 해외 홍보 및 규제 대응 능력이 미흡함
- **(맞춤형 신약 개발 기술)** 최근 대학 및 연구소에서의 신약개발 관련 기술력이 급증했으며, 제약회사들의 신약개발 인프라 및 기술경험도 성장하였으나 국내 제약시장의 영세성, 제네릭 선호, 내수 치중 등으로 인해 선도그룹과는 여전히 기술력의 차이가 존재함

- (기술그룹) 21개 중점과학기술 중 2개* 기술을 제외한 모든 기술이 '추격'그룹으로 평가

* '맞춤형 신약 개발 기술', '신·변종 감염병 대응 기술'은 '후발' 그룹으로 평가

- (연구단계별 역량) 기초분야는 15개 기술이 '보통(6개 기술은 우수)'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 12개 기술이 '보통(9개 기술은 우수)'인 것으로 평가됨
- (연구개발 활동경향) 17개 기술이 '상승'경향이며, 4개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

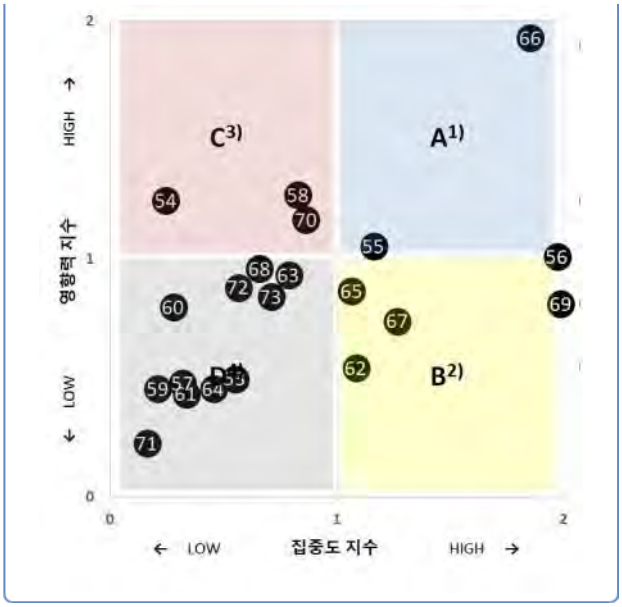
| 표 3-54 | 생명·보건의료 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
유전체정보를 이용한 질환원인규명기술	70.0	3.5	추격	보통	보통	유지
유전자 치료기술	82.5	3.5	추격	보통	우수	상승
줄기세포 기능조절 기술	75.0	3.8	추격	보통	우수	유지
줄기세포활용기술	85.0	2.0	추격	보통	우수	상승
맞춤형 신약 개발 기술	70.0	5.5	후발	보통	보통	상승
지능형약물전달최적화기술	83.5	3.0	추격	우수	우수	상승
바이오마커 기술	73.0	4.0	추격	보통	보통	유지
불임·난임 극복기술	85.0	2.5	추격	보통	보통	유지
신·변종 감염병 대응기술	70.0	5.0	후발	보통	보통	상승
한의약 효능 및 기전 규명기술	82.5	3.5	추격	우수	보통	상승
의료영상융합기술	60.5	4.0	추격	보통	보통	상승
재활 치료 및 생활지원 기기 기술	75.0	3.0	추격	보통	보통	상승
생체적합 재료 개발기술	80.0	3.0	추격	보통	우수	상승
초정밀 의료용 로봇 기술	70.0	4.5	추격	우수	우수	상승
질병진단 바이오칩 기술	80.0	3.0	추격	보통	우수	상승
바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술	70.0	4.0	추격	보통	우수	상승
디지털 헬스케어 기술	77.5	3.0	추격	우수	우수	상승
정밀의료 인프라 기술	76.5	2.3	추격	보통	보통	상승
시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술	70.0	4.0	추격	보통	보통	상승
뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술	70.0	4.3	추격	우수	보통	상승
뇌신호 관측 및 조절 기술	65.0	4.0	추격	우수	보통	상승

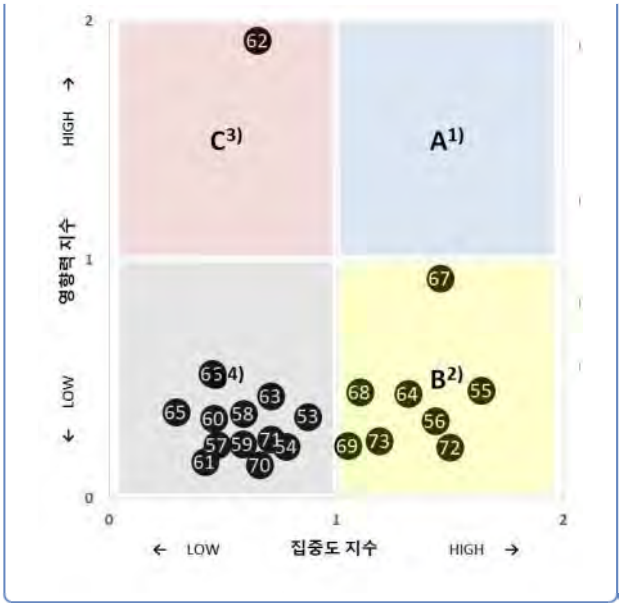
(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

- 21개 중점과학기술 중 상대적으로 논문 집중도 지수도 높고 논문 영향력 지수도 높은 기술은 3개*인 것으로 분석
  * '줄기세포 기능조절 기술', '줄기세포 활용 기술', '초정밀 의료용 로봇 기술'
- 21개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수가 높은 기술은 8개*(영향력 지수는 낮음)이며, 특허 영향력 지수가 높은 기술은 '한의약 효능 및 기전 규명기술'(집중도 지수는 낮음)인 것으로 분석
  * '줄기세포 기능조절 기술', '줄기세포 활용 기술', '재활 치료 및 생활지원 기기 기술', '질병진단 바이오칩 기술', '바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술', '디지털 헬스케어 기술', '뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술', '뇌신호 관측 및 조절 기술'

논문 포트폴리오



특허 포트폴리오



중점과학기술명	
㊸ 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술	㊹ 재활 치료 및 생활지원 기기 기술
㊹ 유전자 치료기술	㊺ 생체적합 재료 개발기술
㊺ 줄기세포 기능조절 기술	㊻ 초정밀 의료용 로봇 기술
㊻ 줄기세포 활용 기술	㊼ 질병진단 바이오칩 기술
㊼ 맞춤형 신약 개발 기술	㊽ 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술
㊽ 지능형 약물 전달 최적화 기술	㊾ 디지털 헬스케어 기술
㊾ 바이오마커 기술	㊿ 정밀의료 인프라 기술
㊿ 불임·난임 극복기술	(71) 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술
(61) 신·변종 감염병 대응기술	(72) 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술
(62) 한의약 효능 및 기전 규명기술	(73) 뇌신호 관측 및 조절 기술
(63) 의료영상융합기술	

| 그림 3-19 | 한국 생명·보건의료 분야 21개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 정책우선순위

- 21개 중점과학기술 중 '연구비 확대'가 1순위인 기술은 11개이며 '인력양성 및 유치'을 1순위 우선정책으로 5개 기술에서 선택
  - '국내 협력촉진'과 '국제 협력촉진'을 정책 우선순위가 낮은 것으로 평가

| 표 3-55 | 생명·보건의료 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
유전체정보를 이용한 질환원인규명기술	법/제도 개선	연구비 확대	인프라 구축
유전자 치료기술	인프라 구축	법/제도 개선, 연구비확대	-
줄기세포 기능조절 기술	인력양성 및 유치, 연구비 확대	-	인프라 구축
줄기세포활용기술	연구비 확대	인프라 구축	인력양성 및 유치
맞춤형 신약 개발 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
지능형약물전달최적화기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	인프라 구축
바이오마커 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	국내 협력촉진
불임·난임 극복기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
신·변종 감염병 대응기술	인프라 구축	연구비 확대	인력양성 및 유치
한의약 효능 및 기전 규명기술	법/제도 개선	인력양성 및 유치	연구비 확대
의료영상융합기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
재활 치료 및 생활지원 기기 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	법/제도 개선
생체적합 재료 개발기술	연구비 확대	법/제도 개선	국내 협력촉진
초정밀 의료용 로봇 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치, 법/제도 개선	-
질병진단 바이오칩 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술	연구비 확대	인프라 구축	법/제도 개선
디지털 헬스케어 기술	법/제도 개선	인프라 구축	인력양성 및 유치
정밀의료 인프라 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	법/제도 개선
시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술	인프라 구축	연구비 확대	인력양성 및 유치
뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	법/제도 개선
뇌신호 관측 및 조절 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치, 인프라 구축	-

9 에너지·자원 분야

에너지 개발·공급을 통해 국가 에너지안보 확보, 기후변화 대응 및 국가 신산업 육성 등에 기여하는 기술 분야

(1) 에너지·자원 분야 기술수준 및 격차

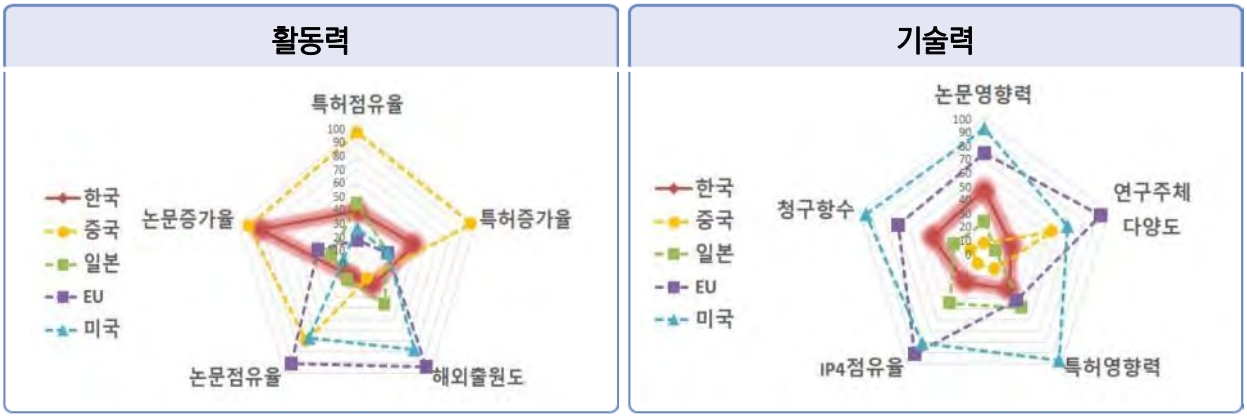
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 76.8%이며, 기술격차는 4.0년으로 평가
  - 미국(100.0%), EU(96.7%), 일본(90.6%) 순으로 평가되며 한국(76.8%)과 중국(76.8%)은 동률임
    ※ 에너지·자원 분야 18개 중점과학기술 중 13개 기술의 최고기술 보유국이 미국으로 평가되었으며, 그중 4개 기술은 미국과 EU가 공동 최고기술 보유국으로 평가됨
- 에너지·자원 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-56 | 에너지·자원 분야 기술수준 및 기술격차

에너지·자원 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		76.8	76.8	90.6	96.7	100.0
기술격차(년)		4.0	3.9	1.8	0.3	0.0
기술수준 그룹		추격	추격	선도	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	보통	우수	탁월	탁월
	응용개발	보통	우수	우수	우수	우수
연구개발 활동경향		유지	상승	유지	상승	유지

(2) 에너지·자원 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 에너지·자원 분야의 논문 증가율(156.4%) 및 특허 증가율(83.5%)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 증가율(178.5%) 및 특허 증가율(282.2%) 선도국은 중국으로 분석
- (기술력) 한국의 논문 영향력(14.0) 및 특허 청구항수(5.5)는 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 영향력(19.4) 및 특허 청구항수(10.2) 선도국은 미국으로 분석



| 그림 3-20 | 에너지·자원 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 에너지·자원 분야 정책 우선순위

- 경쟁력 확보를 위해서는 연구비 확대(미래가치에 중점을 둔 지속적인 투자)가 가장 필요

| 표 3-57 | 에너지·자원 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.31	연구비 확대
2	4.09	인프라 구축
3	3.74	인력양성 및 유치
4	3.50	법/제도 개선
5	2.80	국내협력 촉진
6	2.56	국제협력 촉진

* 18개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

- 에너지·자원 분야 내 18개 중점과학기술 중 8개 기술의 수준이 80.0% 이상이며, 5개 기술이 70.0% 이하임
  - (기술수준) '원자력 에너지 기술(88.8%)'이 가장 높으며, '고효율 가스발전 기술(57.5%)'이 가장 낮은 것으로 평가
  - (기술격차) '대용량 장수명 이차전지 기술(2.0년)', '무선 전력전송·충전 기술(2.0년)', '고효율 태양전지 기술(2.0년)'이 가장 작고, '고효율 가스발전 기술(8.5년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-58 | 에너지·자원 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(원자력 에너지 기술)** 설계 및 시험, 검증 분야에서는 여전히 기술격차가 존재하나 원천기술을 상당수 확보함. 특히 한국형 차세대 원전(APR-1400)이 미국 원자력규제위원회(NRC) 표준설계승인서를 획득하였으며, 차세대원전(1.4 GW) 해외완공 등으로 제작/시공 기술력 증명
- **(고효율 가스발전 기술)** 두산중공업 등의 대기업을 중심으로 대형가스터빈의 개발이 추진 중이나 기술 도입이 어려운 소재, 설계, 핵심부품 부문에서 기술격차가 존재하여 독자모델 개발이 활발하지 못함
- **(대용량 장수명 이차전지 기술)** 전반적인 연구개발 활동이 활발하며 최상위 수준의 논문도 다수 발표됨. 정부의 투자는 기반 기술이 발달한 리튬이온이차전지로 집중되어 있으나, 신재생 에너지 확대에 따른 대용량 ESS(전력저장시스템) 수요증가에 대응하기 위한 비리튬계 2차 전지의 실증 연구도 활발함
- **(무선 전력전송·충전 기술)** 모바일 기기에 응용 가능한 자기 유도 기술에 대한 상용화 기술은 국내 기업이 우수하며 삼성과 엘지 등 대기업 중심으로 모바일 무선충전 분야에 적용하고 있음. 원천 기술에 대한 연구보다 사업화에 집중한 결과 원천 특허는 홍콩, 유럽, 미국 등이 보유하고 있는 상황임
- **(고효율 태양전지 기술)** 태양전지에 대한 꾸준한 국가 R&D 지원으로 실리콘 태양전지, 화합물 박막 태양전지 및 페로브스카이트 태양전지(나노기반 신개념 태양전지) 분야에서 우수한 결과를 달성 하였으며 실리콘 태양전지 분야 양산기술 또한 세계최고 수준임

  - (기술그룹) '원자력 에너지 기술'은 '선도'그룹으로 평가되었으며, '고효율 가스발전 기술'과 '차세대 가속기 기술'은 '후발'그룹으로 평가됨
  - (연구단계별 역량) 기초분야는 13개 기술이 '보통(3개 기술은 우수, 2개 기술은 미흡)'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 9개 기술이 '우수(8개 기술은 보통, 1개 기술은 미흡)'한 것으로 평가됨
  - (연구개발 활동경향) 9개 기술이 '상승'경향이며, 9개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

| 표 3-59 | 에너지·자원 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
대용량 장수명 이차전지 기술	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
무선 전력전송·충전 기술	80.0	2.0	추격	보통	우수	유지
스마트 에너지그리드 기술	80.0	2.5	추격	보통	보통	유지
고효율 전력수송 기술	88.0	2.5	추격	보통	우수	상승
고효율 가스발전 기술	57.5	8.5	후발	미흡	미흡	상승
바이오 및 폐자원 에너지화 기술	71.5	4.8	추격	보통	우수	상승
지열에너지기술	68.5	5.0	추격	보통	보통	유지
고효율 태양전지 기술	87.5	2.0	추격	우수	우수	유지
풍력발전 기술	74.0	5.0	추격	미흡	보통	상승
수소·연료전지 기술	78.3	3.0	추격	보통	보통	유지
해양에너지 기술	81.5	4.3	추격	우수	우수	상승
원자력 에너지 기술	88.8	4.0	선도	우수	우수	유지
원자력 환경방호 기술	78.0	4.5	추격	보통	우수	상승
핵융합에너지 기술	75.0	7.0	추격	보통	우수	상승
차세대가속기기술	64.0	6.0	후발	보통	보통	상승
지능형 융합 자원탐사 기술	62.5	6.0	추격	보통	보통	유지
ICT기반 자원 개발·처리 기술	60.0	5.0	추격	보통	보통	유지
이산화탄소 포집·저장·이용 기술	80.0	5.0	추격	보통	보통	유지

(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

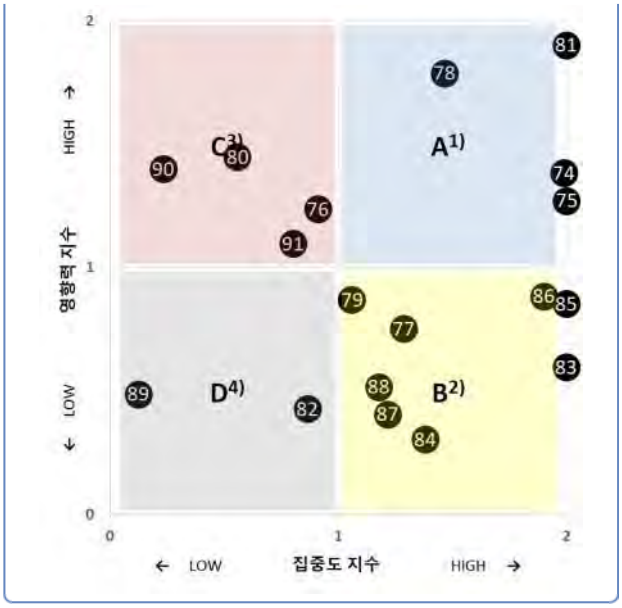
- 18개 중점과학기술 중 상대적으로 논문 집중도 지수와 논문 영향력 지수가 높은 기술은 4개*인 것으로 분석

  * '대용량 장수명 이차전지 기술', '무선 전력전송·충전 기술', '고효율 가스발전 기술', '고효율 태양전지 기술'

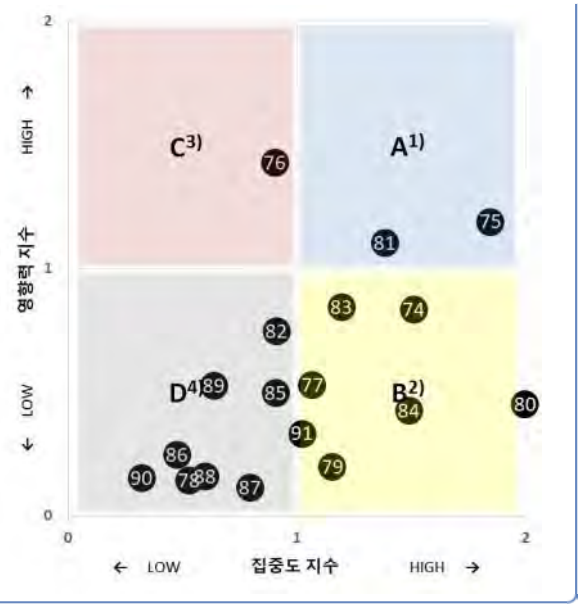
- 18개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수와 특허 영향력 지수가 높은 기술은 2개*인 것으로 분석

  * '무선 전력전송·충전 기술', '고효율 태양전지 기술'

논문 포트폴리오



특허 포트폴리오



중점과학기술명	
⑦④ 대용량 장수명 이차전지 기술	⑧③ 수소·연료전지 기술
⑦⑤ 무선 전력전송·충전 기술	⑧④ 해양에너지 기술
⑦⑥ 스마트 에너지그리드 기술	⑧⑤ 원자력 에너지 기술
⑦⑦ 고효율 전력수송 기술	⑧⑥ 원자력 환경방호 기술
⑦⑧ 고효율 가스발전 기술	⑧⑦ 핵융합에너지 기술
⑦⑨ 바이오 및 폐자원 에너지화 기술	⑧⑧ 차세대가속기 기술
⑧⓪ 지열에너지 기술	⑧⑨ 지능형 융합 자원탐사 기술
⑧① 고효율 태양전지 기술	⑨⓪ ICT기반 자원 개발·처리 기술
⑧② 풍력발전 기술	⑨① 이산화탄소 포집·저장·이용 기술

| 그림 3-21 | 한국 에너지·자원 분야 18개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 정책우선순위

- 18개 기술 중 '연구비 확대'가 1순위인 기술은 9개이며 '인프라 구축'을 1순위 우선 정책으로 4개 기술에서 선택
  - '국내 협력촉진'을 주요 우선 정책으로 '고효율 전력수송 기술'과 '풍력발전 기술'에서 선택

| 표 3-60 | 에너지·자원 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
대용량 장수명 이차전지 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	법/제도 개선
무선 전력전송·충전 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
스마트 에너지그리드 기술	법/제도 개선	인프라 구축	인력양성 및 유치
고효율 전력수송 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	국내 협력촉진, 연구비 확대
고효율 가스발전 기술	인프라 구축	연구비 확대	인력양성 및 유치
바이오 및 폐자원 에너지화 기술	법/제도 개선	인프라 구축	연구비 확대
지열에너지기술	연구비 확대	법/제도 개선	인프라 구축
고효율 태양전지 기술	연구비 확대	인프라 구축	법/제도 개선
풍력발전 기술	인프라 구축	법/제도 개선	국내 협력촉진, 연구비 확대
수소·연료전지 기술	인프라 구축	법/제도 개선	연구비 확대
해양에너지 기술	인프라 구축	연구비 확대	법/제도 개선
원자력 에너지 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	국제 협력촉진, 법/제도 개선
원자력 환경방호 기술	연구비 확대	법/제도 개선	인력양성 및 유치
핵융합에너지 기술	연구비 확대	인프라 구축	인력양성 및 유치
차세대가속기기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	인프라 구축
지능형 융합 자원탐사 기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	인프라 구축
ICT기반 자원 개발·처리 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
이산화탄소 포집·저장·이용 기술	연구비 확대	인프라 구축	인력양성 및 유치

10 환경·기상 분야

환경 및 생태계의 복원 및 보전과 기상 및 재해의 예측·예보를 통해 국민 삶의 질 향상과 건강 위험요소 감소에 기여하는 분야

(1) 환경·기상 분야 기술수준 및 격차

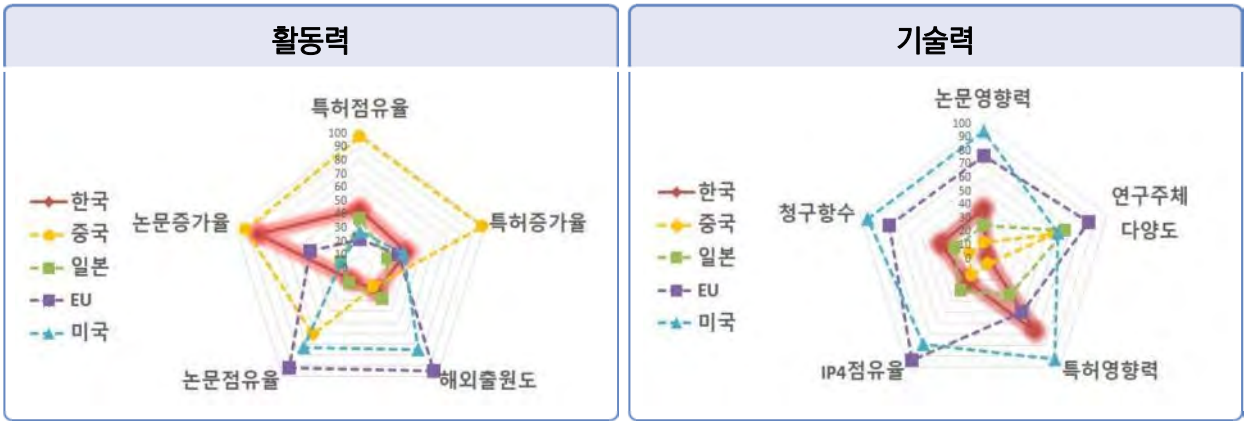
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 76.6%이며, 기술격차는 4.1년으로 평가
  - 미국(100.0%), EU(98.7%), 일본(90.1%), 한국(76.6%), 중국(71.4%), 순으로 평가
    ※ 환경·기상 분야 12개 중점과학기술 중 10개 기술의 최고기술 보유국이 미국으로 평가되었으며, 그중 4개 기술은 미국과 EU가 공동 최고 기술 보유국으로 평가됨
- 환경·기상 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-61 | 환경·기상 분야 기술수준 및 기술격차

환경·기상 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		76.6	71.4	90.1	98.7	100.0
기술격차(년)		4.1	4.9	1.9	0.3	0.0
기술수준 그룹		추격	추격	선도	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	보통	우수	탁월	탁월
	응용개발	보통	보통	우수	우수	우수
연구개발 활동경향		상승	상승	유지	상승	유지

(2) 환경·기상 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 환경·기상 분야의 논문 증가율(120.8%), 특허 점유율(16.5%) 및 특허 증가율(22.6%)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 증가율(140.0%), 특허 점유율(60.9%) 및 특허 증가율(276.3%) 선도국은 중국으로 분석
- (기술력) 한국의 논문 영향력(13.3)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(8.2)은 2위로 분석됨
  - 논문 영향력(21.7) 및 특허 영향력(11.8) 선도국은 미국으로 분석



| 그림 3-22 | 환경·기상 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) 환경·기상분야 분야 정책 우선순위

● 경쟁력 확보를 위해 법/제도 개선(관련 기술의 수요처 마련을 위한 환경규제 강화)이 가장 필요

| 표 3-62 | 환경·기상 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.08	법/제도 개선
2	4.04	인력양성 및 유치
3	4.01	인프라 구축
4	3.87	연구비 확대
5	2.68	국내협력 촉진
6	2.32	국제협력 촉진

* 12개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

● 환경·기상 분야 내 12개 중점과학기술 중 4개 기술의 수준이 80.0% 이상이며, 5개 기술이 75.0% 이하임

- (기술수준) '토양·지중 환경오염 관리기술(82.5%)'이 가장 높으며, '미세먼지 등 대기오염 대응기술(65.0%)'이 가장 낮은 것으로 평가
- (기술격차) '고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술(3.0년)'과 '유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술(3.0년)', '토양·지중 환경오염 관리기술(3.0년)'이 가장 작고, '지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술(6.0년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-63 | 환경·기상 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(토양·지중 환경오염 관리기술)** 위해성평가 및 원위치(in-situ)정화 기술 등은 미흡하나 유류오염 정화 등 일부기술은 최고기술 보유국에 근접한 수준임. 한국형 기술개발에 대한 현장 적용 경험이 풍부함
- **(미세먼지 등 대기오염 대응기술)** 관련 분야에 대한 관심이 높고 법령 및 규제를 통하여 많은 노력중이나 기초원천 연구보다는 빠른 성과에 집중함. 결과적으로 해외 기술에 의존한 추격형 실증기술 확보 위주의 기술개발이 추진되어 핵심 소재나 제조 관련 기술력은 부족한 상황임
- **(고효율 친환경 Non-CO_2 온실가스 저감 기술)** 최근 기술 개발 및 적용이 활발하게 이루어지고 있으며 연구소와 대학을 중심으로 축산 및 매립가스 정제기술 등의 수준이 높아지는 추세임. 선진 기술을 국내에 적용하고 있으며, Non-CO2 사업단을 중심으로 기술개발 및 실증을 추진 중임
- **(유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술)** 미국의 기술을 신속히 도입하는 수준이며, 여전히 통합적 시각의 위해평가 부분은 기술수준이 낮은 편임
- **(지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술)** 국가차원의 생물 생태 전문기관 신설로 연구개발 인프라가 구축되었고 전국 수준의 수생태계 조사 및 건강성평가 프로그램이 정착 및 제도화되었음. 현장에 적용 가능한 기술이 적고 특히 훼손된 생태계 복원 및 자연생태계 관리 기술, 도시생태계 관련기술은 미흡

- (기술그룹) 분야 내에서 기술수준이 가장 높은 '토양·지중 환경오염 관리기술'을 비롯한 모든 기술이 '추격'그룹으로 평가됨
- (연구단계별 역량) 기초분야는 '토양·지중 환경오염 관리기술(우수)'을 제외한 11개 기술이 보통으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 6개 기술이 '우수(6개 기술은 보통)'한 것으로 평가됨
- (연구개발 활동경향) 10개 기술이 '상승'경향이며, 2개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

| 표 3-64 | 환경·기상 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향

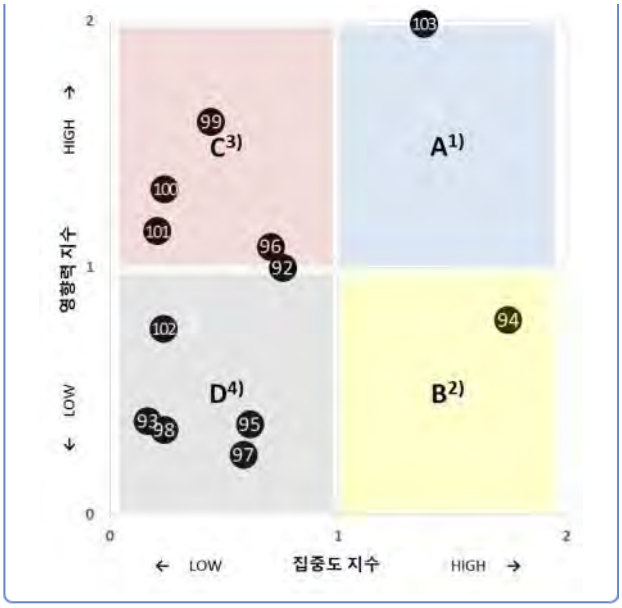
중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
미세먼지 등 대기오염 대응기술	65.0	5.0	추격	보통	우수	상승
기후변화 감시·예측·적응 기술	75.0	5.0	추격	보통	보통	상승
고효율 친환경 Non-CO_2 온실가스 저감 기술	81.0	3.0	추격	보통	우수	상승
자연재해 감시·예측·대응 기술	70.0	5.0	추격	보통	보통	유지
유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술	72.0	3.0	추격	보통	우수	상승
생활환경 안전성진단 및 예방 기술	76.0	5.0	추격	보통	보통	상승
스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술	80.0	5.0	추격	보통	우수	상승
통합 수환경 모니터링 및 관리 기술	77.5	5.0	추격	보통	우수	상승
수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술	76.0	3.3	추격	보통	보통	상승
토양·지중 환경오염 관리기술	82.5	3.0	추격	우수	우수	상승
지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술	70.5	6.0	추격	보통	보통	유지
폐자원 재활용 기술	80.0	3.5	추격	보통	보통	상승

(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

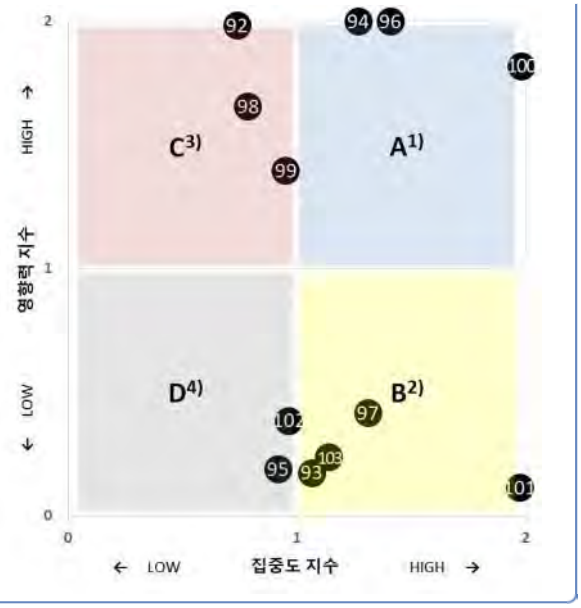
- 12개 중점과학기술 중 상대적으로 논문 집중도 지수도 높고 논문 영향력 지수도 높은 기술은 '폐자원 재활용 기술'인 것으로 분석
- 12개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수와 특허 영향력 지수가 높은 기술은 3개*인 것으로 분석

  * '고효율 친환경 Non-CO_2 온실가스 저감 기술', '유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술', '수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술'

논문 포트폴리오



특허 포트폴리오



중점과학기술명	
⑨② 미세먼지 등 대기오염 대응기술	⑨⑧ 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술
⑨③ 기후변화 감시·예측·적응 기술	⑨⑨ 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술
⑨④ 고효율 친환경 Non-CO_2 온실가스 저감 기술	⑩⓪ 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술
⑨⑤ 자연재해 감시·예측·대응 기술	⑩① 토양·지중 환경오염 관리기술
⑨⑥ 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술	⑩② 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술
⑨⑦ 생활환경 안전성진단 및 예방 기술	⑩③ 폐자원 재활용 기술

| 그림 3-23 | 한국 환경·기상 분야 12개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 정책우선순위

- 12개 중점과학기술 중 '법/제도 개선'이 1순위인 기술은 5개이며 '인력양성 및 유치'을 1순위 우선 정책으로 4개 기술에서 선택
  - '인프라 구축'은 2개 기술에서 '연구비 확대'는 1개 기술에서 1순위 우선 정책으로 선택

| 표 3-65 | 환경·기상 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
미세먼지 등 대기오염 대응기술	법/제도 개선	인프라 구축	인력양성 및 유치
기후변화 감시·예측·적응 기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	인프라 구축
고효율 친환경 Non-CO_2 온실가스 저감 기술	연구비 확대	인프라 구축	법/제도 개선
자연재해 감시·예측·대응 기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	인프라 구축
유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	법/제도 개선
생활환경 안전성진단 및 예방 기술	인프라 구축	인력양성 및 유치	법/제도 개선
스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술	법/제도 개선	연구비 확대	인프라 구축
통합 수환경 모니터링 및 관리 기술	법/제도 개선	연구비 확대	인력양성 및 유치
수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술	인력양성 및 유치	법/제도 개선	연구비 확대
토양·지중 환경오염 관리기술	법/제도 개선	인프라 구축	연구비 확대
지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술	법/제도 개선	인력양성 및 유치	인프라 구축
폐자원 재활용 기술	인프라 구축	법/제도 개선	인력양성 및 유치

11 ICT·SW 분야

컴퓨터, 영상기기 등 정보기기 및 운영·관리에 필요한 SW·HW 기술과 정보를 수집·전달하거나 가공·활용하는 분야

(1) ICT·SW 분야 기술수준 및 격차

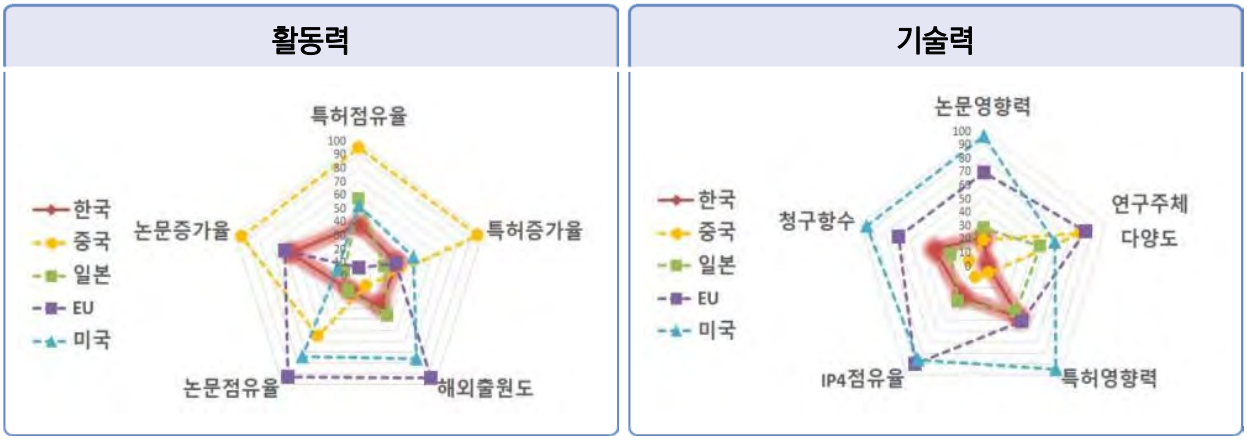
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준은 80.2%이며, 기술격차는 2.1년으로 평가
  - 미국(100.0%), EU(89.8%), 일본(84.9%), 중국(82.0%), 한국(80.2%), 순으로 평가
    ※ ICT·SW 분야 17개 중점과학기술 중 16개 기술의 최고기술 보유국은 미국으로 평가되었으며, '대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술'은 일본이 최고기술 보유국으로 평가됨
- ICT·SW 분야에서 한국의 기술수준 그룹은 '추격'으로 평가되었으며 '최고' 수준은 미국으로 평가

| 표 3-66 | ICT·SW 분야 기술수준 및 기술격차

ICT·SW 분야		한국	중국	일본	EU	미국
기술수준(%)		80.2	82.0	84.9	89.8	100.0
기술격차(년)		2.1	1.9	1.5	1.0	0.0
기술수준 그룹		추격	추격	추격	선도	최고
연구단계 역량	기초	보통	보통	우수	우수	탁월
	응용개발	우수	우수	우수	우수	탁월
연구개발 활동경향		상승	급상승	유지	상승	상승

(2) ICT·SW 분야 논문·특허 분석 결과

- (활동력) 한국의 ICT·SW 분야의 논문 증가율(56.1%) 및 특허 증가율(8.1%)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 증가율(102.9%) 및 특허 증가율(290.4%) 선도국은 중국으로 분석
- (기술력) 한국의 논문 영향력(7.3)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(7.6)은 및 특허 청구항수(6.2)는 3위로 분석됨
  - 논문 영향력(17.2), 특허 영향력(12.2) 및 특허 청구항수(12.6) 선도국은 미국으로 분석



| 그림 3-24 | ICT·SW 분야 논문·특허의 국가별 상대적 위치

(3) ICT·SW 분야 정책 우선순위

● 경쟁력 확보를 위해 인력양성(초고급 인력양성) 뿐만 아니라 인력유출 관리 방안 마련이 가장 필요

| 표 3-67 | ICT·SW 분야 필요정책 우선순위

우선순위	점수*	필요 정책
1	4.45	인력양성 및 유치
2	4.35	연구비 확대
3	3.97	인프라 구축
4	2.97	국내협력 촉진
5	2.74	법/제도 개선
6	2.52	국제협력 촉진

* 17개 기술의 정책우선순위 평가결과를 1순위(6점), 2순위(5점), 3순위(4점), 4순위(3점), 5순위(2점), 6순위(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 중점과학기술별 한국 기술수준 및 격차

- ICT·SW 분야 내 17개 중점과학기술 중 4개 기술의 수준이 90.0% 이상이며, 2개 기술이 55.0% 이하임
  - (기술수준) '대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술(97.5%)'이 가장 높으며, '초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술(50.0%)'이 가장 낮은 것으로 평가
  - (기술격차) '인체친화형 디스플레이 기술(0.5년)'이 가장 적고, '양자정보통신 기술(6.5년)'이 가장 큰 것으로 평가

| 표 3-68 | ICT·SW 분야 중점과학기술별 기술수준 및 격차 근거

기술수준 및 격차 판단근거

- **(대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술)** 소재 및 소재 이용 공정 기술에 기반한 기술 개발 능력의 보유와 지속적인 투자를 진행하고 있으며 노하우성 공정기술이 최고 수준임. 특히 고휘도화소 및 공정기술, 광색재현 기술, 상압공정기술 등에서 우위를 차지함
- **(초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술)** 범용의 플랫폼이 없고 DBMS 등 전통 데이터 분야 열위 및 소프트웨어 분야 산업 기술 인력 육성 부족 등으로 기술 격차가 존재함. 초고속 데이터 처리를 위한 소프트웨어 개발 능력 보유하고 있으나 장기적인 로드맵과 지속적인 투자가 미흡함
- **(인체친화형 디스플레이 기술)** LG전자, 삼성전자, LG디스플레이, 삼성디스플레이 등의 패널 및 완성제품을 중심으로 인체친화 상호교감형 선도기술에 대한 지적재산권을 다수 점유하고 있으며 고해상도 디스플레이를 구현하는 응용기술의 고도화로 활발한 연구를 수행함
- **(양자정보통신 기술)** 관련분야에 종사하는 인력이 많지 않아 다양한 요소기술의 확보가 어려우며 산발적 기초기술 투자로 인해 연구역량을 만들지 못함. 양자컴퓨터, 양자센서에서는 초보적인 기술단계로 fast follow 전략 필요함

  - (기술그룹) '인체친화형 디스플레이 기술'과 '대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술'은 '선도'그룹으로 평가되었으며, '초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술'과 '양자정보통신 기술'은 '후발'그룹으로 평가됨
  - (연구단계별 역량) 기초분야는 '지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술(미흡)'을 제외한 16개 기술이 '보통'으로 평가되었으며, 응용개발 분야는 11개 기술이 '우수(5개 기술은 보통)'한 것으로 평가됨
  - (연구개발 활동경향) 11개 기술이 '상승'경향이며, 6개 기술이 '유지'경향인 것으로 평가됨

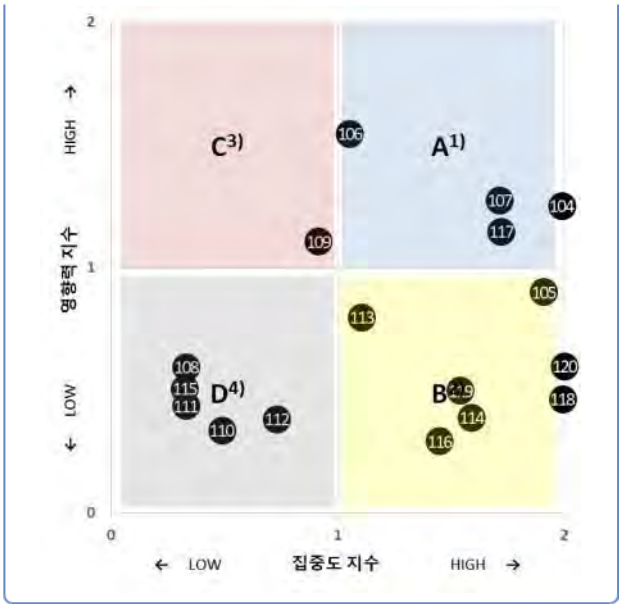
| 표 3-69 | ICT·SW 분야 기술수준, 연구단계별 역량 및 연구개발 활동경향

중점과학기술	기술수준	기술격차	기술그룹	연구단계별 역량		연구개발 활동경향
				기초	응용개발	
초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	94.0	1.0	추격	보통	우수	유지
초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술	85.0	1.5	추격	보통	우수	상승
인체친화형 디스플레이 기술	94.0	0.5	선도	보통	탁월	유지
대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	97.5	0.8	선도	보통	우수	유지
지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	70.0	2.3	추격	미흡	우수	유지
초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	50.0	4.0	후발	보통	보통	상승
다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
양자정보통신 기술	55.0	6.5	후발	보통	보통	유지
신개념 컴퓨팅 기술	76.0	3.0	추격	보통	보통	상승
시스템 SW 운영 및 기반 기술	72.5	2.5	추격	보통	보통	유지
가상·혼합현실 기술	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
지능형 콘텐츠제작 기술	75.0	2.5	추격	보통	보통	상승
NUI·NUX 기술	87.5	2.0	추격	보통	우수	상승
지식정보보안기술	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	90.0	1.0	추격	보통	우수	상승
초연결 사물인터넷 기술	82.0	1.8	추격	보통	우수	상승
지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	86.5	1.0	추격	보통	우수	상승

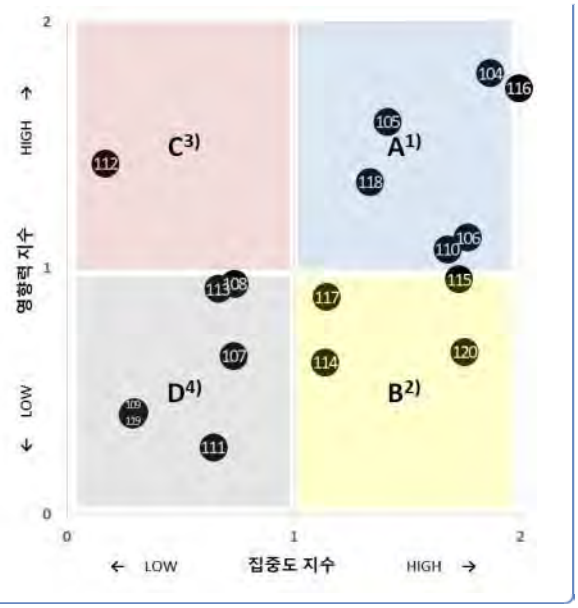
(5) 중점과학기술별 논문·특허 포트폴리오 분석 결과

- 17개 중점과학기술 중 상대적으로 논문 집중도 지수도 높고 논문 영향력 지수도 높은 기술은 4개*인 것으로 분석
  * '초고집적 반도체 공정 및 장비·소재 기술', '인체친화형 디스플레이 기술', '대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술', '지식정보보안 기술'
- 17개 중점과학기술 중 상대적으로 특허 집중도 지수와 특허 영향력 지수가 높은 기술은 6개*인 것으로 분석
  * '초고집적 반도체 공정 및 장비·소재 기술', '초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술', '인체친화형 디스플레이 기술', '다중 인공지능 공통 플랫폼 기술', 'NUI·NUX 기술', '초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술'

논문 포트폴리오



특허 포트폴리오



중점과학기술명	
⑩④ 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	⑪③ 시스템 SW 운영 및 기반 기술
⑩⑤ 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술	⑪④ 가상·혼합현실 기술
⑩⑥ 인체친화형 디스플레이기술	⑪⑤ 지능형 콘텐츠제작 기술
⑩⑦ 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	⑪⑥ NUI·NUX 기술
⑩⑧ 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	⑪⑦ 지식정보보안기술
⑩⑨ 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	⑪⑧ 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술
⑪⓪ 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	⑪⑨ 초연결 사물인터넷 기술
⑪① 양자정보통신 기술	⑫⓪ 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술
⑪② 신개념 컴퓨팅 기술	

| 그림 3-25 | 한국 ICT·SW 분야 17개 중점과학기술의 집중도·영향력 비교

(6) 중점과학기술별 정책우선순위

- 7개 중점과학기술 중 '연구비 확대'가 1순위인 기술은 10개이며 '인력양성 및 유치'를 1순위 우선 정책으로 6개 기술에서 선택
  - '국내 협력촉진'과 '국제 협력촉진'을 정책 우선순위가 낮은 것으로 평가

| 표 3-70 | ICT·SW 분야 중점과학기술별 정책우선순위

중점과학기술	1순위	2순위	3순위
초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	인력양성 및 유치, 연구비 확대	-	인프라 구축
초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	국내 협력촉진
인체친화형 디스플레이 기술	연구비 확대	인프라 구축	인력양성 및 유치
대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	연구비 확대	국내 협력촉진	인력양성 및 유치
지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	인력양성 및 유치	법/제도 개선	인프라 구축
초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	연구비 확대
다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	연구비 확대	법/제도 개선	인력양성 및 유치, 인프라 구축
양자정보통신 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
신개념 컴퓨팅 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
시스템 SW 운영 및 기반 기술	인력양성 및 유치	연구비 확대	인프라 구축
가상·혼합현실 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축
지능형 콘텐츠제작 기술	법/제도 개선	인력양성 및 유치	연구비 확대
NUI·NUX 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	국제 협력촉진
지식정보보안기술	인력양성 및 유치	인프라 구축	연구비 확대
초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	연구비 확대	인프라 구축	인력양성 및 유치
초연결 사물인터넷 기술	인프라 구축	인력양성 및 유치	법/제도 개선
지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	연구비 확대	인력양성 및 유치	인프라 구축

별 첨

별첨1 120개 중점과학기술별 기술설명

별첨2 120개 중점과학기술별 기술수준

별첨3 120개 중점과학기술별 주요국 기술수준

별첨4 기술수준평가 델파이조사 설문지

별첨5 기술수준평가 운영위원회 위원 명단

별첨6 2018년 기술수준평가 참여 전문가 명단

별첨1 120개 중점과학기술별 기술설명

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
①건설·교통 (11)	1	지능형 건물관리기술	• 건물을 이루고 있는 각종 설비와 시스템들이 최첨단 ICT 기술들을 기반으로 통합·연동되어 건물 전체의 단계별 정보들을 감지·측정하여 정보화하고, 이를 기반으로 건물 설비, 소비 에너지들의 운영을 능동적으로 모니터링·제어·평가하여 체계적으로 건물을 관리하는 기술 • 사용자들이 쾌적하고 편안한 상태에서 거주하는 동시에 생산성을 최대화할 수 있으며, 에너지 소비를 최적화하는 등 건물의 유지관리 비용을 절감하여 건물의 효용가치가 지속적으로 유지될 수 있도록 하는 기술
	2	친환경 다기능 건설재료 기술	• 미래 사회의 지속가능한 발전을 위한 고효율 에너지 건설재료, 인간친화형·친환경 건설재료, 선제적 재난대응 건설재료 등 고성능 건설재료 기술 • 건설재료 기술을 포함한 설계, 시공, 유지관리, 성능 평가 등 건설재료 관련 전주기적 기술 개발을 포함
	3	스마트홈 기술	• 건물을 이루고 있는 각종 설비와 시스템들이 최첨단 ICT 기술들을 기반으로 통합·연동되어 건물 전체의 단계별 정보들을 감지·측정하여 정보화하고, 이를 기반으로 건물 설비, 소비에너지들의 운영을 능동적으로 모니터링·제어·평가하여 체계적으로 건물을 관리하는 기술 • 사용자들이 쾌적하고 편안한 상태에서 거주하는 동시에 생산성을 최대화할 수 있으며, 에너지 소비를 최적화하는 등 건물의 유지관리 비용을 절감하여 건물의 효용가치가 지속가능하게 유지될 수 있도록 하는 기술
	4	지속가능한 도시재생 기술	• 기능성과 거주성이 저하된 기존 노후도시의 문제를 해결하고 지역경제 활성화와 도시경쟁력 제고를 유도하기 위한 도심지 복합재생 기술 및 주거지 생활환경 재생기술 • 노후 건축물과 시설물의 용도, 기능 및 성능 개선을 위한 재축·개축, 보수·보강 등의 재생방안 및 기술, 시설물의 조사·진단 및 평가 기술, 효과적이고 경제적인 재생을 위한 고효율 설비 및 고성능 자재의 선택·조합기술, 기타 에너지 저감·오염물 관리 등 지속가능한 도시운영 및 유지관리를 위한 서비스 기술
	5	스마트시티 구축 및 운영 기술	• 기존의 도시 건설기술에 각종 센서 및 첨단 ICT 기술을 접목하여 교통·에너지·환경·시설물·안전·보안 등 도시의 다양한 개별 구성요소를 지능화하고, 이들 구성요소 간의 초연결(hyper-connected)을 통해 데이터를 상호 연계·재생산하여 공공서비스 제공을 극대함으로써, 거주자의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 지능형 도시공간 플랫폼을 구축하고 도시 관리 서비스를 운영·제공하는 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	6	국토공간정보 구축 및 분석기술	• 국토의 효율적이고 지속가능한 개발과 관리를 위해 정확하고 정밀한 국토해양 공간정보의 획득과 활용성을 제고하고, 정밀한 공간정보 구축과 활용 및 배포 등에 필요한 기반기술 • 종합적으로 획득된 국토공간에 관한 위치 및 공간정보를 가공하며 효율적인 저장 및 활용 편의성을 극대화하는 기술로서, 정보인프라기술과 통신기술 등을 융합적으로 활용한 이용자 중심의 맞춤형 서비스 기술
	7	지속가능한 인프라 구조물 건설기술	• 인프라 구조물(교량, 고층 건물, 해양 구조물 등)의 설계단계부터 시공·운영·유지관리단계까지의 전 생애주기 동안 구조물의 안전성·사용성·경제성·친환경성을 확보하기 위해 4차 산업혁명의 핵심기술인 3D 프린팅·클라우드 컴퓨팅·사물인터넷(IoT) 기술 등을 건설 기술과 융합하여 인프라 구조물을 건설하는 기술
	8	빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술	• 국가 인프라 상세 정보(이력, 상태, 환경 등)를 활용하여 인프라 안전수준 및 미래 수명을 예측하고, 인프라 맞춤형 조치 방안을 제시하기 위한 기술 • 30년 이상 노후시설물이 향후 15년 이내 9배 이상 증가가 예상되며, 막대한 인력 및 예산 투입이 불가피한 바, 이에 사전 대비하기 위한 무인·자동화·고효율 인프라 유지관리 기술 • 예시로, 인프라 자가진단·점검기술, 빅데이터 기반 시설물 성능평가·예측기술, 예방적 유지관리 조치·대응 기술 등
	9	스마트 도로교통 기술	• 자동차·노변센서 등 교통정보들을 사물인터넷(IoT)과 근거리 통신기능을 갖춘 지능화된 도로시설물을 통하여 빅데이터로 수집·가공·저장·배포하여 도로를 이용하는 스마트 자동차 및 보행자의 안전과 편의를 비약적으로 향상 시키는 기술 • 개인차량, 대중교통, 개인용 이동수단(Personal Mobility) 등 멀티모달 교통수단 간의 물리적·경제적 공유를 통해 이용자의 주행안전성과 이동편의성을 극대화 • 기존의 사람이 인지·주행하기 위한 도로에 스마트 자동차가 주행하고 자율주행·커넥티드 서비스를 주고받기에 적합한 요소를 결합한 차세대 도로시스템으로, 안전·편의·연비·시간의 최적화 경로를 유도하는 스마트 자동차와 연계된 도로시스템
	10	스마트 철도교통 기술	• 기존 철도시스템에 ICT, 사물인터넷(IoT), 인공지능 등 첨단기술을 융복합하여 철도를 이용하는 승객의 만족도를 향상시키기 위해 철도의 운영환경을 철도 운영자 위주에서 철도 이용승객 중심으로 변화시키는 기술 • 이용승객의 이용 만족도를 극대화하기 위해 초고속화, 맞춤형 철도 및 타 교통수단간의 호환성을 높이는 기술로, 이를 구현하기 위해 철도차량, 인프라 및 운영환경을 종합적으로 개선하는 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	11	지능형 물류체계기술	• 국가 물류경쟁력 확보를 위한 화물운송, 보관, 하역, 포장 등 물류과정 전 분야에 걸친 중장기적 관점의 신기술 기반 물류체계기술 • 효율성, 안전성, 친환경성을 획기적이고도 지속적으로 향상시킬 수 있는 미래지향적 물류체계 개선기술
②재난안전 (4)	12	복합재난 스마트 예측·대응기술	• 사회공학(social engineering)적 지식과 빅데이터 등을 활용하여 인적·기술적·사회적 요인들로 인해 발생하는 재난을 예측하고 선제적으로 대응할 수 있는 기술로, 복합적 요인들에 의한 재난, 다수의 재난들이 동시 또는 순차적으로 발생하는 재난 등 기존 재난과 발생 및 확산 양상이 다른 재난들에 대해서도 효과적으로 대응할 수 있는 기술 • 재난피해자에 대한 대피 및 물리적 생존기술을 포함하여 구조·구급, 심리치료 등을 통해 사회서비스 기능을 조속히 회복하고, 피해자로 하여금 사회에 복귀할 수 있도록 지원하는 기술을 포함
	13	범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술	• 인명살상, 시설파괴, 사회혼란 및 공포심 유발 등을 목표로 하는 모든 범죄와 테러 시도를 사전에 적발 또는 차단할 수 있는 정보수집·분석, 감시 및 예방 기술 • 다양한 범죄, 대량살상용 화생방 테러 및 소프트 타겟 대상의 물리적 공격 등으로부터 인적·물적 피해를 최소화하는 대응기술
	14	재난 전주기 정보통신체계기술	• 자연재해 및 사회적 재난 등 다양한 유형의 재난의 발생, 대응, 복구까지 전주기의 재난관측, 모니터링, 예경보 발령 및 전달, 데이터 관리, 정보분석 등과 관련된 통신·방송 기술 • 모든 재난단계에 대해 신속한 초기대응과 복구를 효율적으로 지원하기 위한 기술로 정보수집 기술, 분석·활용 기술, 정보전달을 위한 방송통신 기술, 정보관리 기술 등을 포함
	15	재난현장 소방구조 장비·시스템 기술	• 초고층화, 지하공간의 확대로 재난의 불확실성과 규모의 증대 등에 대응하여 재난 위험이 따르는 구조 활동에 첨단장비를 활용하는 기술로, 화재안전 기술을 통해 화재발생을 최소화하고 개인안전 장비를 통해 소방관의 안전을 확보하는 기술 • 무인방수차, 내화건축자재, 청정소화제 등을 개발하여 인명피해 최소화 및 화재의 신속한 진화 추진
③우주·항공·해양 (7)	16	우주발사체 개발 및 운용 기술	• 위성체 및 우주탐사선을 지상에서 우주공간으로 쏘아 올리는 발사체 시스템의 설계·제작·시험평가·발사운용 등의 체계 기술로, 엔진·구조체·유도항법제어 등의 서브시스템 개발 기술, 체계종합, 시험평가 및 신뢰성 향상 기술, 발사대 관련 지상시스템과 통제시스템, 발사장 운용 등을 포함하는 우주 발사체 시스템 종합기술
	17	우주환경 관측·감시·분석 기술	• 우주 기원 규명, 우주 환경 감시, 우주 재난 방지 등을 위해 우주물체를 정확히 관측·검출할 수 있는 고감도·고정밀 망원경 및 센서 기술로 방대한 우주 데이터를 모으고 체계적으로 관리하고 정확하게 분석하는 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
			• 예시로, 대용량 시공간 텐서 분석 기술, 소행성·인공위성 등의 우주 물체 탐지·추적 및 위험여부 사전 예측·대응 기술, 인공위성 통신 장애, 방사선 피폭 등에 대비한 근지구 탐사 및 태양 활동 관측 등 우주환경 감시 및 예측 기술, 차세대 중력파 기반 우주 연구 기술 등을 포함
	18	우주 탐사 및 활용 기술	• 우주 활용성 증대를 위해 달·소행성·화성 등지를 탐사하기 위한 목적의 우주 비행체 설계·제작 및 항행·운영 기술과 다수의 저궤도·정지궤도 관측위성을 이용해 기상·환경·해양·국가안전·재난예방·항법·초연결통신 등에 활용하기 위한 위성 제작·활용 기술
	19	유·무인 통합 자율 비행체 기술	• 기술적인 경계가 근접하고 있는 유인 및 무인 통합 자율 비행체 시스템을 설계·개발하고 안전성을 확보하는 기술 • 건물·지형·비행체 간의 충돌 사고를 방지하고, 비행체의 상태를 예방적으로 진단하여 자율적으로 대응함으로써, 작동이상 및 사고를 혁신적으로 예방하여 유인·무인 비행체의 통합적 운용이 가능한 수준의 안전성 확보 • 수직·단거리 이착륙 비행체 및 소형·경량·고효율 추진시스템 개발을 통한 자율 비행체의 효용성 증대 및 운용기반 확대 포함
	20	유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술	• 고고도·저고도 및 유·무인기를 통합적으로 관리하기 위한 자율 비행체 통합 관제시스템 기술로, 정지궤도 위성 기반 초정밀 위치정보 보정시스템(SBAS) 기술, 저고도 자율 비행체 교통관리체계 플랫폼 및 통신 인프라 기술, 자율 비행체의 보안 및 교통관제시스템 신뢰성 확보 기술 등을 포함
	21	지속가능한 해양공간 개발 기술	• 개발 중심형 SOC(Social Overhead Capital)사업 방식에서 벗어나 국민의 삶의 질 향상, 지구온난화에 따른 탄소배출저감, 해양생태계의 건강성 회복 등 선진국형 해양공간(연안·항만 공간, 해상·수중 공간, 해저 공간) 개발·관리 기술 • 해양환경 훼손형에서 생태서식처 건강성 향상, 해안침식 방지, 예산 절감 등을 위한 기술, 대수심 무인화 작업 등의 지능형 시공 기술, 지능형 해양공간 운영·유지관리 기술, 해양의 열악한 환경 극복 및 시설의 내구성 향상을 위한 재료·부재 기술, 초장대의 해중 터널 건설 기술 등
	22	극한공간 인프라 기술	• 기후나 지리적 환경이 열악한 공간(지역)의 한계를 극복하고 자원 개발 및 건설 사업에 필수적인 지반·기초·구조물 등의 인프라를 구축하기 위한 기술로, 건설 활동이 제한적인 극한공간에서 효율적인 인프라 건설을 가능케 하는 급속시공, 원격 시공, 기초 모듈 건설 등의 기술 • 기술적 도전사항으로 접근경로, 지반의 동결융기 및 융해침하, 물류 및 현장시공, 현지 사용 적합성 등이 있음 • 남북극 빙원 탐사 활동 지원을 위한 보급지원활동과 기지 건설 및 유지 활동을 위한 기술 포함

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
④국방 (3)	23	국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술	• 군 무기체계의 무인화 및 인공 지능을 활용한 자율화 향상 기술 • 스마트 전장 환경 인식 및 자율 판단 기술, 위험지역 인명피해를 대체할 완전자율 무인 전투로봇 기술, 전투 네트워크에 연결되어 개인전투 임무수행 능력을 향상시키는 기술 등을 포함
	24	고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	• 독자적 감시정찰 능력 확보를 위한 지상, 해상, 공중, 우주의 작전 영역별 전략·전술 표적 감시정찰 기술 및 고성능 센서 기술 • 정밀 타격을 위한 고도의 미사일 기술 및 북 위협대응을 위한 Kill-Chain/KAMD(Korea Air Missile Defense) 관련 첨단 기술
	25	전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술	• NCW(Network-Centric Warfare) 기반 센서-지휘통제-슈터 간 안전한 실시간 정보 유통을 보장하는 다차원 통합망 기술 • 사이버 공격 예방·차단·방어·복구 등 대응 기술, 국방 M&S (Modeling & Simulation), SW 등 무기체계 획득 고도화 및 효율화 기반 구축 기술
⑤기계·제조 (13)	26	선박 전생애주기 통합형 기반기술	• 미래의 다변화되는 수요에 맞춘 비전형적인 선박의 개념 개발, 설계, 건조와 새로운 환경에서의 운용 및 스마트한 재활용까지를 고려하여, 인력과 자원을 최소화하면서 성능과 효율을 극대화할 수 있는 선박의 전생애주기에 걸쳐 연계되는 ICT 기반 통합형 기술
	27	친환경·스마트 선박 기술	• 정보통신기술(ICT)을 기반으로 자율·무인 운항이 가능하고 원격 진단 및 관리를 통한 최적의 에너지 효율로 안전하게 운항하는 스마트 선박 기술 • 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)의 국제환경규제에 선제적으로 대응하기 위하여 현존 선박보다 연료 효율이 높고 대기 및 해양 오염을 저감하는 친환경·고효율 선박 기술
	28	해양플랜트 실용화 기술	• 해양의 현재 및 미래자원과 해양공간 이용의 고도화를 목적으로 해상·해중·해저에 건설하는 해양플랜트의 설계·건조·운영의 핵심 기술인 설계 엔지니어링 기술, 부유식 발전플랜트 기술과 신재생에너지 기반의 복합 발전 플랜트 설계·제작·설치·운용·유지·보수 기술
	29	친환경·스마트 플랜트 기반 기술	• 중장기 미래 플랜트 건설시장 진출을 위한 첨단담수화, 복합플랜트, 폐기물 처리, 신재생에너지 플랜트 등 선진국 수준의 탈 추격형 신 공정 라이센스화 원천기술
	30	스마트 자동차 기술	• 인공지능 기술과 접목된 다양한 주행상황 인식 기술 및 이를 바탕으로 하는 첨단운전자지원, 부분·완전 자율주행 자동차 기술과 자율주행이 가능한 자동차, 드론, 로봇 등이 가상의 네트워크(사이버공간) 상에서 고도로 연결되는 자율형 모빌리티 기술 • 초연결성에 기반을 둔 다양한 스마트 자동차를 위한 운전편의, 차량 관리, 인포테인먼트 등 커넥티드 서비스·콘텐츠·디바이스 기술과, V2X(Vehicle to Vehicle/Infrastructure/Nomadic etc.) 무선통신 및 차세대 IVN(In Vehicle Network) 기술, 빅 데이터 연계 자동차-클라우드 기술 등

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
			• 스마트 자동차에 필요한 SW플랫폼, 사이버보안, 기능안전 등 핵심 공통기술과 운전자 인지 및 인공지능을 갖춘 스마트 자동차와의 상호소통 기술
	31	친환경 고효율 자동차 기술	• 배출가스 및 온실가스 규제 등 환경규제 강화에 효과적으로 대응하기 위해 새로운 형태의 에너지를 사용하는 무공해 또는 저공해 전력기반 자동차 기술 • 화석연료를 사용하는 엔진기반 자동차의 에너지 이용효율을 획기적으로 개선하는 저공해 고효율화 기술 • 신에너지 자동차의 운행에 필요한 에너지를 효과적으로 공급하기 위한 충전시스템과 소비자 수용성 제고를 위한 충전 인프라 구축 및 운용 기술
	32	적응형 서비스 로봇기술	• 인간과 상호작용을 통하여 인간의 명령과 감정을 이해하고 반응하며 IT 기술을 바탕으로 인간에게 다양한 서비스를 제공하는 로봇 기술로, 인간을 알아보고 먼저 서비스 할 수 있는 인간과 공간, 로봇이 공생하는 지능융합 기술 • 일반사용자 환경에서 로봇서비스의 사용을 위한 기술과 사용자 적응형 서비스(사용자 데이터의 수집 및 분석을 통한 결과를 서비스에 실시간으로 반영함으로써 사용자의 생활행태와 변화에 실시간으로 적응된 서비스를 일컬음) 설계 기술을 기반으로 하며, 실버케어로봇, 각종 소셜로봇, 교육용 로봇 등이 포함
	33	재난구조 및 극한탐사 로봇기술	• 비정형화된 재난현장의 극한 조건에서도 신속한 이동, 현장 정보 수집, 인명 탐색 및 구조, 재난확대 위험요소 제거 등의 재난진압 및 피해 확산 방지 작업을 위한 로봇 또는 재난현장 투입요원을 대신할 재난현장 활용 구조로봇 기술 • 극지방, 심해·해양, 고온의 지역, 우주 공간 및 타행성 등의 극한 환경에서 인간을 대신하거나 인간과의 협업을 통해 탐사활동을 가능하게 하는 로봇 기술
	34	스마트 제조로봇 기술	• 인구의 감소, 노령화, 극한작업 및 위험회피 등의 환경변화에 대응하기 위한 대체 노동력 제공과 자동화가 가능한 스마트 로봇 시스템 및 제어 기술 • 인공지능을 기반으로 작업환경 인지와 자가 학습으로 작업의 효율 증대 및 인간협업이 가능한 로봇기술
	35	스마트 팩토리 기술	• 국내 제조 경쟁력 강화를 위해 사물인터넷(IoT), 무선통신, 빅데이터, 클라우드, 인공지능 등 첨단 ICT 기술을 전통 제조업에 접목하는 기술로, 생산, 공정 통제, 작업장 운영 등을 공장 스스로 수행함으로서 전체 생산 공정을 최적화·효율화하는 기술 • 물리 공간상의 제조 환경(설비, 자원, 에너지 등)을 가상공간 상에 모델링하고 모든 정보를 사물인터넷을 기반으로 실시간 동기화 하여, 시뮬레이션 및 인공지능 기술을 적용함으로써 제조 셀의 실시간 상황에 최적으로 대응하는 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	36	고효율·초정밀 생산시스템 기술	• 고효율·초정밀 생산시스템을 적용하여 기존 제조공정의 정밀도의 한계를 극복할 수 있는 제조기술 • 로봇, 빅데이터 등의 첨단기술을 활용하여 기존 생산시스템의 효율화 및 초정밀화를 추구할 수 있는 제조기술 • 대량생산(mass production)의 시장요구와 개개인의 요구 (customization)를 충족할 수 있도록 시장변화(mass customization)에 따라 유연하게 대응 가능한 차세대 생산시스템 기술
	37	3D 프린팅 장비·소재 기술	• 광중합형, 재료압출형, 접착제분사형, 재료분사형, 분말용융형, 고에너지 직접조사형, 융복합 3D프린터 장비기술 및 공정기술 • 고분자, 세라믹, 금속, 융복합 소재, 바이오·의료용, 생체적합성 소재, 초미세 정밀 전자소재를 이용한 3D 프린팅용 소재 및 가공기술 • 기존의 소재로는 구현되지 않는 다양한 기능을 부여한 3D 프린팅용 스마트 창의소재 및 가공기술
	38	3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술	• 3D 프린팅 특화 3D 측정, 콘텐츠, 보안 강화기술, 전문 소프트웨어 기술, 3D설계도 유통 플랫폼 개발 등의 3D 프린팅 관련 소프트웨어 기술 • 3D 프린팅을 활용하여 기존 제조공정과 차별화된 제품 제조기술로 스마트 기기·부품, 웨어러블 디바이스, 구조부품 경량화, 맞춤형 개인용품, 푸드 프린팅, 4D 프린팅 기술 등을 포함
⑥소재·나노 (5)	39	기능성 유기소재 기술	• 저분자 화합물 및 고분자 유기화합물의 물리·화학적 구조제어를 통해 성능을 혁신적으로 개선하거나 기존 소재로 구현하지 못한 신기능을 가진 유기소재를 개발하는 기술
	40	친환경 바이오소재 기술	• 자연 동·식물로부터 얻어지는 재료를 직접적으로 이용(석유자원 대체)하거나 응용·모방하여 고성능 친환경 소재를 개발하는 기술 • 산업적으로 필요한 다양한 소재(화학원료물질, 정밀 화학 소재, 플라스틱)를 석유자원이 아닌 재생가능한 자원인 바이오매스를 이용하여 생산하는 기술 • 생 촉매를 이용하여 환경오염 유발적인 기존 화학공정을 친환경적인 생물 전환 공정으로 대체하는 기술 • 가습기, 살균제 등 생물화학제품에 불안한 케미포비아(chemiphobia)를 대응하여, 안전한 사회구현을 위해 필요한 기술
	41	고성능 금속소재 기술	• 금속 소재의 조성 및 구조를 다양한 스케일로 제어하여 극한특성을 구현하거나 금속-금속의 복합화를 통해 고성능·다기능·친환경적 소재를 개발하는 기술 • 지진·화재 등 재난에도 견디는 안전한 금속소재 개발 포함
	42	나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술	• 기존 탄소계 나노소재 또는 세라믹 소재를 기반으로 하여 소재의 구조·결함·조성 등을 제어함으로써 소재의 고성능화, 다기능화 및 환경친화성을 부여하는 소재 기술 • 탄소나노튜브 및 그래핀 등과 같은 나노탄소 소재 및 센서·에너지변환저장·열관리 등의 목적에 맞는 기능성 세라믹 소재의 합성·제조·응용 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	43	다기능 융·복합소재 기술	• 탄소소재, 고분자, 세라믹, 금속 등 다종소재를 융·복합하여 초고성능, 다기능을 구현한 소재로 수송기기(자동차, 항공우주, 철도), 에너지산업, 방산 등을 위한 기반 기술 • 전기차·드론용 초경량 탄소소재, 미사일·우주용 초고온 소재 등이 포함
⑦농림수산·식품 (9)	44	저항성 및 고기능성 품종개발 기술	• 인류 공동의 당면과제인 식량위기를 극복하기 위한 고 수량성 먹거리를 개발 및 인류의 건강 증진을 위한 기능성 고품질 작물개발에 필요한 기술 • 기후변화에 따른 재해(가뭄, 침수, 고온, 저온, 내염 등), 병재해(바이러스, 세균, 곰팡이, 선충 등), 및 해충재해에 저항성·내성이 있는 품종을 개발하여 이들에 의한 피해를 최소화할 수 있는 기술 • 먹거리 안전성이 신뢰되고 국제경쟁력 우위 작물개발을 위한 첨단 신육성기술
	45	친환경 맞춤형 신재배기술	• 작물재배과정 중 온실가스(이산화탄소, 메탄 및 아산화질소) 배출량이 적은 친환경적 저탄소 농산물을 생산할 수 있는 작물재배기술 • 친환경농산물에 대한 수요를 충족하기 위한 유기농산물의 안정적 생산기술
	46	스마트팜 기술	• 환경 친화적이고 스마트한 농식품 생산 기반 조성 및 지능형 농업생산에 필요한 시스템 개발과 효율성을 높이는 기술 • 농산물의 기능성을 발굴하고 선발 기능의 극대화를 통해 고품격 식의약품 소재로 활용성을 높일 수 있는 맞춤형 농산물 생산기술 및 농산물의 품질과 생산성을 고도화할 수 있는 자동화 작물생산 시스템 개발 • 지구온난화와 이상기상 상시화로 다양한 유형의 농업환경 변동요인 해석 및 기상정보 활용을 통한 농산물 안전생산기술
	47	유용유전자 및 유전자원 개발 기술	• 생물체의 유전체 염기서열을 분석하는 생물정보학 등을 이용해 동물, 식물, 미생물이 갖는 유용 유전자들을 대량 발굴하고 그 기능을 규명하여 산업화, 실용화에 적용하는 기술 • 다양한 돌연변이체를 유기하고 관행 및 생명공학 기술 육종방법을 통해 새로운 육성재료를 발굴하여 한국고유의 품종육성 재료를 확보하는 기술 • 국내 원산 유전자원에 대한 식별가능 기술을 확보하고 보존자원에 대한 활용제고를 위한 기술 • 주요 생물자원의 복원을 통하여 생물종 감소를 막고 생물자원의 지속가능한 이용을 위해 개체 내 유용물질을 발굴하고 분석하는 기술
	48	친환경 사양기술	• 지속가능한 축·수산업 육성, 국제경쟁력 강화를 위한 친환경 축·수산물 개발, 부존사료자원 이용, 동물복지형 사육환경 개선, 항생제 대체물질 개발 및 이를 이용한 생산성 증진, 친환경 사양 프로그램 개발 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	49	동물 질병 통제 기술	• 동물의 감염병에 대한 감염저항성을 향상시키고 가축·수산물 내에서의 감염병의 치료 및 확산 방지를 통해 동물에서 효과적인 면역을 유도하고 경제·사회적 손실을 최소화 하는 기술 • 고병원성 조류 인플루엔자, 구제역과 같이 축산업계에 심각한 경제적 피해를 야기하는 재난형 질병의 피해 저감을 위한 기술로, 신소재, IT, 고감도 센서, 빅데이터 분석 등 신기술과 수의학 분야의 융합을 통한 새로운 진단, 예찰, 방역 및 예측 기술 등을 포함
	50	ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술	• 지속가능한 수산업 기반 조성 및 풍요로운 어장 만들기를 위한 품종별·해역별 스마트 양식 자동화시스템기술, ICT 기반 스마트 외해양식 기술, 지능형 양식장 설비·사육 기술, 친환경 생태통합 양식기술 및 6차산업화 기술 등을 포함 • 국가 공공재이자 자율갱신적인 수산자원과 어장을 과학적·합리적으로 보전·이용하기 위해 ICT 기반의 관측, 예측 및 회복 기술 확보 • 기후변화로 인한 어업 및 양식업의 불확실성을 완화하기 위하여 수산자원의 양적·질적 변화와 어장의 형성·이동 등에 관한 정밀 관측·예측 기술 • 지속가능한 연근해어업 실현을 촉진하고 모래채취 등 타 분야 해양이용자와의 갈등 해소를 위해 과학적·객관적 정보를 제공하는 기술
	51	식품안전성 평가·향상 기술	• 식품의 안전성을 확보하기 위해 물리적, 화학적, 생물학적 식품위해인자를 검출·추적하고, 이들 위해인자를 제거하거나 감내할 수 있는 수준 이하로 저감화·제어하는 종합적인 기술
	52	식품가치창출기술	• 농림수산물 등의 식량자원을 활용하여 신선식품이나 가공제품으로 판매할 수 있도록 유통 중 손실을 줄이고, 편의성과 기능성을 부가시키기 위해 가공, 생산 및 상품화에 요구되는 제반기술
⑧생명·보건의료 (21)	53	유전체정보를 이용한 질환원인규명기술	• 건강한 개인 및 질병 환자의 다양한 오믹스(유전체, 후성유전체, 단백체 및 대사체 등) 정보를 생산하고, 이들에서 유전체 구조, 발현, 기능조절, 상호작용 등과 관련된 생물정보를 비교분석하여 질환의 원인을 규명하는 기술 • 질환의 in vivo(체내), ex vivo(체외), in vitro(시험관내) 유전체기능 고속 정밀 분석(단일세포, 미니장기 오믹스 등)을 통해 다양한 생명인자들의 생물학적 기능과 작용기전을 체계적으로 분석하여 생명현상과 질병간의 근본적인 관계를 분자수준에서 규명하고 이들 오믹스 및 상호작용 정보를 임상적으로 유용하게 활용하는 기술
	54	유전자 치료기술	• 질환의 발생·진행·치료에 핵심적으로 관련된 타겟 유전자의 발현이나 기능을 조절할 수 있는 유전물질을 재조합 바이러스나 인공적인 유전자 전달체에 탑재하여 전신적으로 또는 질환부위에 국소적으로 도입함으로써 난치성 질환을 유전자 수준에서 예방·치료하는 차세대 치료기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	55	줄기세포 기능조절 기술	• 바이오·의료 기술 분야에 활용될 수 있는 줄기세포주의 학술적, 산업적 이용가치 극대화를 위해 기반이 되는 줄기세포 분리, 확보 및 배양 기술 • 다양한 기술 분야에서 서로 다른 목적으로 줄기세포에 대한 수요가 급증하고 있으며, 각 수요를 양적·질적으로 충족시킬 수 있는 대량 배양, 보존 및 양산형 공정 기술 • 최종단계의 특정한 목표 세포 또는 전구세포로 효율적·효과적으로 분화 유도하는 기술, 고순도·고기능 상태의 전구세포 또는 분화세포를 고효율로 확보하기 위한 기술, 줄기세포 기반 생체모사체(오가노이드) 생산을 통한 인체 생리·질환 모델링 기술을 포함
	56	줄기세포 활용 기술	• 다양한 기원과 방법론을 통해 확보한 줄기세포주 자체 또는 이를 통해 유래된 전구세포와 분화 세포를 이용하여 세포치료제, 생리·질환 모델 생산 기술 등을 포함한 줄기세포 실용화 활용 기술
	57	맞춤형 신약 개발 기술	• 주요 질환 치료를 목적으로 유전체학, 단백체학, 대사체학, 면역학 등에 근거하여 생체 표적 분자 발굴 및 기능을 검증하고, 타깃 제어 또는 기능 조절을 위한 합성신약, 바이오신약, 세포치료제 등의 유효성·안전성 검증 등과 관련된 기술 • 신약개발 성공 가능성을 혁신적으로 높일 수 있는 기초-임상 연계 연구(중개연구) 기술 또는 기존 신약 효능 향상 및 약물에 새로운 가치를 부가할 수 있는 신약개발 기술
	58	지능형 약물 전달 최적화 기술	• 주요 질환에 진단·치료용 약물을 효과적으로 전달하고, 생물학적 활성 성분을 효율적으로 제어하여 기존 약물의 부작용을 줄이며, 치료 효과를 극대화하기 위한 표적지향형 약물 전달 기술로 진단 동시 치료 및 실시간 치료 모니터링 등을 포괄하는 다기능성 약물 전달 시스템 탐색 및 개발 관련 기술 • 조직 및 세포 특이적 표적 발굴, 생체에 적합한 소재 활용 기술, 자극에 반응하여 약물 방출을 제어하는 기술 등과 관련된 개인 맞춤형 약물전달 시스템 개발 기술
	59	바이오마커 기술	• 사람집단, 질병모델, 임상시료 등으로부터 인체질병과 관련된 유전체정보를 대규모로 생산·분석하고 임상적·생물학적 특성들과 연계하여 질병의 원인, 경과, 치료반응, 예후 등과 관련된 유전체, 단백체, 대사체, 당체 또는 지질체 등의 바이오마커를 대규모로 발굴하는 기술 • 임상시료를 대상으로 또는 임상시험을 통해 바이오마커들에 대한 유효성을 검증하여 환자 및 정상인에 대한 질병 특이적인 진단·치료·예방 등에 활용할 수 있는 분자지표를 개발하는 기술
	60	불임·난임 극복기술	• 저출산 문제를 의학적이고 과학적인 차원에서 대처하기 위한 가임력 증진 및 보존, 고위험 임신 관리 등의 불임 및 난임 극복 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	61	신·변종 감염병 대응기술	• 유전체 빅데이터 분석 시스템 구축, 면역유도전달 기술개발, 면역유도 강화제(adjuvants) 개발, 동물모델 개발 등과 연계하여 신·변종 감염병 대응 예방백신을 개발하는 기술 • 조기탐지 진단알고리즘 구축, 대량검체 전처리 기술, 차세대 염기서열분석(NGS, Next Generation Sequencing) 또는 고해상도이미지 기술 기반 극미량 병원체 탐지기술, 현장용 신속·다중 진단기술 등을 기반으로 기존 진단기술을 고도화하는 기술 • 신·변종 감염병 병원체의 생물학적 특성 규명, 실시간 감시체계 고도화, 메타지노믹 기반 병원체 아틀라스 구축, 감염 미생물 연구자원 확보, 치료제 개발을 기반으로 신·변종 감염병 대응 국가방역체계를 고도화하는 기술
	62	한의약 효능 및 기전 규명기술	• 한의약의료기술에 속하는 한약 및 침구 등에 대한 과학적인 효능과 부작용을 규명하고, 이에 대한 기전을 규명하는 기술 • 기존의 약학과 의학 및 IT, BT, NT 등 현대과학의 종합적인 지식과 기술, 구조를 이용하여 한의약의 과학적인 근거와 개념을 재해석할 수 있는 기술 • 예시로, 약물요법(한약 등)과 비약물요법(침뜸 등)의 효능 규명기술, 이를 위한 기반기술(정보, 바이오 등)과 이를 활용한 응용분야기술(헬스케어, 식품의약품, 기능성소재 등)로 나눌 수 있음
	63	의료영상융합기술	• 인체 내부의 해부학적·기능적 상태를 영상화하고 평가하는 영상기기 관련 기술 • 영상화하는 하드웨어 뿐 아니라 질병유무의 판단, 정량분석 등을 수행하는 소프트웨어, 맞춤형 의료기기 제작 및 시뮬레이션 기술 등을 포함한 IT, BT, NT 등의 융합형 기술
	64	재활 치료 및 생활지원 기기 기술	• 신체 마비 환자나 노인의 신체움직임을 향상시키거나 장애인의 재활운동 및 생활보조를 위한 시스템 개발 기술 • 사고나 질병으로 상실된 감각을 복원시키기 위해 착용하거나 인체에 삽입되는 인공 감각기 개발 기술 및 인간의 신경과 연결하는 기술 • 손상 혹은 손실된 인지적·신체적 기능을 되살리기 위해 신경 인터페이스 기반으로 감각과 운동기능을 복원하거나 보조하는 기술
	65	생체적합 재료 개발기술	• 인체 이식에 적합한 복합바이오 소재로서 재생·성형·재건 등 보건의료 분야에서 폭넓게 활용 가능한 기술 • 인공장기, 재생의료 등에 사용 가능한 수준의 인체 적합성을 갖는 유사장기 배양 기술 등 다양한 소재 개발 기술 및 관련 조직의 특이성 개선을 위한 플랫폼 구축 기술 • 생분해성 고분자 소재 기반 3차원 구조 개발 기술, 생체적합성이 증진된 금속·세라믹 등 무기 소재 개발 기술과 이를 기존의 생체재료 및 생물 유래 소재들과 결합시킨 융복합 신소재 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	66	초정밀 의료용 로봇 기술	• 최소침습수술 또는 중재시술을 효율적으로 구현하는 원격제어 로봇 개념의 기존 로봇에서 기능과 임상적 효과가 보다 향상된 차세대 의료용 로봇 기술 • 수술자 혹은 시술자의 의도를 파악하거나 환자 빅데이터로부터 형성된 인공지능 엔진을 기반으로 보다 적절한 수술 및 시술의 방법을 유도하는 지능형 로봇 기술과, 미세 메커니즘과 내장 센서를 이용하여 침습의 정도를 더욱 낮추고 병소에 대한 보다 정밀한 접근이 가능하게 하는 미세 로봇 기술 포함 • 부작용을 최소화한 환자 맞춤형 정밀 시술이 가능하도록 다차원 생체신호를 가상·증상 현실 형태로 의사에게 보다 직관적인 방법으로 제공하는 기술
	67	질병진단 바이오칩 기술	• 다양한 암 및 유전질환, 면역질환 및 감염병 등의 질병과 관련된 마커들을 빠르고 정확하게 진단하여 조기 치료 및 발병 예측을 가능하게 하는 기술 • 현장성과 용이성을 기반으로 정기적 생체 모니터링을 제공하여 질병 발생가능성 및 예후 예측을 위한 진단 플랫폼 구축 기술 • 바이오칩 기반의 자동화 진단용 센서 개발, 대용량 생체 모니터링 데이터 분석을 위한 관련 국가 기반 기술 및 산업 구조 개편에 큰 영향을 미칠 수 있는 기술 • 의료용 바이오센서, DNA 검사, 유전병 검사 및 유전자 발현 분석 등 보건 의료 분야에서 폭넓게 활용되는 기술
	68	바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술	• 질병·사고 등의 이유로 손상된 장기·감각기 등을 대체하기 위해 바이오 및 생체공학 기반 인공장기를 개발하고 이식하는 기술 • 줄기세포 유래 전구세포 및 분화세포와 조직공학적 기법을 이용한 3차원 공배양 최적화에 기반한 기능성 조직 및 바이오 장기 생산 기술 • 인간의 세포 외에 대량 공급이 가능한 이종 동물의 줄기세포, 전구세포 및 분화 세포 기반 인체 이식 가능 세포 및 바이오 장기 등을 개발 하는 기술
	69	디지털 헬스케어 기술	• 사물인터넷(IoT) 디바이스와 연계하여 장소와 시간에 구애됨이 없이 혈압, 심전도, 체중, 뇌파, 활동량, 생활 패턴 등 다양한 건강과 관련된 생체정보를 측정하여 건강상태를 모니터링하기 위한 기술 • 측정된 건강정보를 분석하고 필요시 의료정보시스템과 연계하여 이에 따라 적절한 피드백을 제공하여 건강을 증진하고 관리하는 기술
	70	정밀의료 인프라 기술	• 정밀의료 실현을 위한 보건의료정보(코드, 텍스트, 이미지, 동영상, 환자 검체 포함)를 수집·저장·관리·분석하기 위한 ICT 인프라 구축 기술 • 민감한 개인정보인 보건의료정보의 보호를 위한 정보보호 기술로, 빅 데이터 활용을 위한 개인정보 비 식별화 관련 기술을 포함하여 개인정보를 보호하면서 정보 분석을 할 수 있는 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	71	시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술	• 생체분자, 생물학적 경로, 세포 등 생명체를 이루는 다양한 단계의 기능적 단위들의 구성과 상호작용 네트워크 및 그 작용에 따른 생명현상의 원리를 규명하여 개별단위수준에서 이해할 수 없는 생명현상의 총체적인 특성들을 거시적이고 유기적으로 이해하고 분석하는 기술 • 다중 오믹스 데이터의 네트워크 모델링 및 네트워크 분석 기술을 개발·이용하여 생물학적 요소의 상호작용 및 질환기전의 규명을 통해 신약개발에 적용하기 위한 기술 • 시스템생물학을 공학적으로 활용하여 기존에 존재하지 않는 생물구성요소 (바이오부품, 모듈)와 시스템을 재설계·제작하거나 자연계에 존재하는 생물시스템을 재설계·제작하여 이용하는 기술 • 인체 내에서 일어나는 분자, 세포, 조직, 장기 수준의 복잡한 생명현상을 컴퓨터 프로그램으로 표현하여 다양한 인체 생리학적 현상을 분석하는 기술
	72	뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술	• 뇌신경계의 발생·분화·노화·사멸 현상, 뇌인지 및 정서 기능의 작동원리를 밝히고, 이에 따른 뇌신경계 질환의 원인규명 및 기전을 밝히는 기술 • 신경세포 사멸, 노화 및 기능 손실로 인한 뇌신경계 기능저하를 복원하거나 이를 대체할 수 있는 치료법을 개발하여, 퇴행성 뇌질환 및 뇌혈관계 치료 및 예방에 기여하는 기술 등
	73	뇌신호 관측 및 조절 기술	• 뇌의 구조를 이해하기 위하여 고해상도로 뇌를 영상화하고 신경세포 간의 연결 관계를 해석하는 기술 • 뇌의 기능을 연구하기 위하여 뇌의 기능과 관련된 전기적 신호 및 화학적 신호를 뇌의 부위별로 정밀 측정하고, 기능에 관련된 뇌부위의 연결관계를 밝히는 기술 • 침습적 및 비침습적인 방법으로 다양한 뇌의 기능과 관련된 뇌회로를 정밀 제어하여 뇌기능을 증진시키거나 뇌질환을 치료하는 기술
⑨에너지·자원 (18)	74	대용량 장수명 이차전지 기술	• 화학적 에너지를 전기로 변환시켜 외부에 전원을 공급하거나, 방전되었을 때 외부로부터 전원을 공급받아 전기를 화학적 에너지로 변환하는 이차전지의 저장용량을 혁신적으로 높이는 차세대 대용량 전기에너지 저장 기술(10MWh 이상) • 대용량 장수명 전기에너지를 저장하는 이차전지 및 슈퍼커패시터를 뛰어넘는 차세대 이차전지 기술
	75	무선 전력전송·충전 기술	• 전기에너지를 전자기파로 변환하여 전기선 없이 근거리·원거리에 위치한 다양한 전기기기들에 전기에너지를 자유롭게 전송할 수 있는 기술 • 무선으로 실시간으로 끈김없이 전력 전달이 가능하여 첨단 모바일 기기 사용의 편의성을 제공하고, 전기자동차, 사물인터넷(IoT) 기기, 대화형 로봇, 산업용 로봇, 개인용 이모빌리티(e-mobility), 첨단 생체 삽입형 의료 센서와 같은 차세대 융합형 산업을 견인 및 활성화하는 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
			• 장기적으로 재해, 재난 지역 원거리 무선전력 공급 및 우주 태양광 발전 활용을 통해 인류의 지속 성장을 가능케 하는 무한 신재생에너지 확보를 위한 핵심 기술
	76	스마트 에너지그리드 기술	• 기존 전력망에 정보기술을 접목하여 공급자와 소비자 간의 실시간 정보교환으로 전력의 자유로운 소비와 판매, 에너지 효율향상 및 전력계통 안정성 향상을 도모하는 기술 • 스마트 그리드를 특정지역에 적합하도록 축소판 형태로 특화시켜, 기간 전력망 연결 운전이나 독립 운전이 가능한 형태인 마이크로 그리드 기술 • 지역난방의 기반이 되는 열에너지의 저장과 운영 최적화를 위해 전력기반의 스마트 그리드 개념을 도입한 열에너지 네트워크 기술
	77	고효율 전력수송 기술	• 국가 계통망의 송전에서 배전까지의 전력망에 직류 송배전, FACTS(Flexible AC Transmission System), 디지털 변전, 초전도 케이블 등 신전력기기를 적용하여 전력시스템의 효율성과 신뢰성을 획기적으로 증가시키는 차세대 전력수송기술 • 기존 교류망을 직류화하는 직류 송배전기술, 직류배전 전력의 디지털 변전기술, 직류 송배전을 고효율화하기 위한 초전도 케이블 기술과 전체 직류 전력망에 대한 통합 운전과 제어를 위한 전력망 운영기술 등의 핵심기술로 구성
	78	고효율 가스발전 기술	• 석탄을 고온, 고압 하에서 가스화시켜 일산화탄소(CO), 수소(H2)가 주성분인 합성가스를 제조·정제한 후 가스터빈 및 증기터빈을 구동하여 전기를 생산하는 친환경 신발전기술 • 천연가스를 직접 연소시켜 발전기를 구동하는 가스터빈과 잔열로 증기를 발생시켜 발전기를 구동하는 증기터빈을 조합하여, 전기 생산 효율 60% 이상의 고효율 복합발전기술 • 연료전지와 가스터빈을 연계한 발전효율 60% 이상의 복합 3중 발전 기술과 초임계 CO2를 작동유체로 사용하는 차세대 발전기술 포함
	79	바이오 및 폐자원 에너지화 기술	• 산업부산물, 생활계잔재물, 생활계폐기물로부터 가연성폐기물과 불연성폐기물로 분리하는 고형연료 제조기술과 고형연료 고효율 연소기술 및 폐열 에너지 회수기술(waste to energy) • 바이오매스를 생화학적·물리적 변환을 통한 액체·가스·고체 연료나 전기·열에너지 형태로 이용하는 열에너지 변환기술과 수송용 연료 전환기술
	80	지열에너지기술	• 지열에너지 기술은 인구밀집 도심에 적용 가능한 지열냉난방 기술 개발과 지열발전 관련 원천기술 및 용량확대 기술로 구분 • 지열냉난방기술은 일상생활에서 필요한 열을 사용자에게 직접 공급하거나 열펌프의 열원으로 공급하여 냉난방에 활용하는 기술이며, 제로에너지 지향 집단주거시설의 고밀도 대용량 (MW급) 지열 시스템 구현 기술을 포함

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
			• 지열발전기술은 지하심부로부터 고온의 물 또는 증기를 추출하여 작동유체를 가열하여 발전에 활용하는 기술로, 방향성 시추를 통하여 타겟 지층에 도달하면 수압파쇄를 통해서 심부지층에 균열을 만들어 지열을 이용하는 기술 포함
	81	고효율 태양전지 기술	• 태양전지 상용화를 위하여 대량생산이 가능한 혁신적 제조 공정 기술 • 실리콘 웨이퍼를 사용하여 태양에너지를 직접 전기에너지로 전환하는 실리콘 태양전지 기술의 가격 경쟁력 확보를 위하여, 실리콘 사용량을 축소하고 핵심소재를 절감할 수 있는 기술 포함 • 친환경 도시 맞춤형 차세대 건물 태양광 발전 기술 포함 • 유기 태양전지, 나노 기반 태양전지, 화합물 박막 태양전지 등 차세대 고효율 태양전지 기술 포함
	82	풍력발전 기술	• 바람의 운동에너지를 기계적 운동을 거쳐 전기에너지로 변환하는 기술로 블레이드, 축구동계, 전력변환계로 구성 • 블레이드: 바람의 운동에너지를 회전운동으로 변환, 축구동계: 블레이드의 회전운동을 전력으로 변환, 전력변환계: 회전운동을 전기에너지로 변환 • 풍력발전에 대한 주민 수용성을 대폭 강화한 단지설계 및 운영기술 포함
	83	수소·연료전지 기술	• 수소에너지의 생산·저장·이송에 관한 기술과 수소를 연료로 전기와 열을 생산하는 고효율 발전기술인 연료전지 기술을 포괄 • 수소전기차 연료 보급을 위한 수소충전 인프라 기술을 포함 • 주택 건물용 분산전원, 휴대용 전원, 중대형 발전설비뿐만 아니라 수소전기차, 잠수함, 무인비행기, 인공위성 등 수송용 전원으로 활용할 수 있는 다양한 연료전지 기술을 포함 • 발전기술에 국한하지 않고 재생에너지 기술과의 융복합을 통해 수소를 효과적인 에너지저장 및 이송 매체로 활용하고 에너지 신산업에 활용할 수 있는 복합발전기술로서 미래의 수소경제사회를 구현하기 위한 제반 요소기술을 포함
	84	해양에너지 기술	• 해양에서 나타나는 물리적 현상(조석, 조류, 파랑, 해수 온도차 등)이 가진 위치에너지 및 운동에너지를 기계적 에너지로 변환하고 이를 그대로 사용하거나 다시 전기 에너지로 변환하여 전력을 생산하는 시스템 엔지니어링 및 제작 기술 • 해양에너지 실용화 촉진을 위한 실해역 실증, 성능시험 및 관련 인프라 조성기술 • 해양에너지 보급 확대를 위한 해양에너지 발전단지 설계 및 조성기술 • 해양에너지 효율성 및 활용도 제고를 위한 해양에너지 복합(하이브리드) 발전시스템 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	85	원자력 에너지 기술	• 안전성과 경쟁성이 향상된 다목적 중소형로, 피동형원자로, 미래형 원자로를 개발하는 원자로, 핵연료, 핵심기기의 설계 및 제작 기술 • 설계기준사고 및 설계초과사고 시 원자로를 안전하게 정지시키고, 중대사고나 대형자연재해에도 대응능력을 강화하여 사고영향을 최소화하는 기술 • 가동원전의 안전성 향상을 위한 경년열화감시, 환경피로평가, 형상관리, 설비개선 등의 원전 신운영기술
	86	원자력 환경방호 기술	• 원자력 이용과정 중 발생하는 방사선으로부터 인간과 환경을 보호하고, 사용후 핵연료를 비롯한 방사성폐기물을 안전하게 취급·관리하면서 인간생활권으로부터 친환경적 방법으로 영구 격리하는 기술 • 영구 정지된 원자력시설과 부지를 안전하게 철거하거나 방사성 오염을 제거함으로써 부지를 재이용할 수 있도록 복원하는 기술
	87	핵융합에너지 기술	• 초고온 플라즈마 상태의 수소동위원소(중수소, 삼중수소) 핵융합 반응으로부터 생성되는 고에너지 중성자의 운동에너지를 이용하여 핵융합 연료인 삼중수소를 자체 증식함과 동시에 안전하고 효과적으로 열에너지 형태로 회수하여 전기에너지로 바꾸어 대용량 전력을 생산하는 핵융합로 개발과 관련된 기술
	88	차세대가속기 기술	• 살아있는 세포나 물질의 펨토초 이하의 실시간 관찰을 통하여 새로운 과학영역을 개척하기 위한 4세대 X-선 자유 전자 레이저 가속기 기술, 기존 3세대형 저장링의 전자빔 회절한계 극복을 통한 극한 방사광 저장링 기술 등의 개발과 연X-선, 경X-선 영역의 고휘도 방사광 실험환경을 동시에 제공하는 장치기술 • 대전류 이온원, 초전도 가속관, 초전도 전자석, 고주파 발생장치 등 수소부터 우라늄까지 고출력·고에너지 중이온빔의 가속을 통하여 고강도·고성능 희귀동위원소 빔을 생성하기 위한 장치기술 • 하전입자와 표적물질과의 핵반응을 이용한 난치성 암치료 및 다양한 빔에너지를 가지는 전자빔·이온빔의 산업적 활용 등 소형 가속장치 활용기술
	89	지능형 융합 자원탐사 기술	• 심부화, 저품위화 되는 광물자원의 탐사를 위해 개별 탐사기술의 가탐심도를 증가시키고, 정밀도를 향상시키며 획득된 탐사자료를 3D 지질모델링 기술을 기반으로 인공지능 기술을 적용·융합·해석하여 높은 신뢰도로 광물자원을 확보하는 광물자원탐사 기술 • 탐사 난이도가 높은 한계 및 복잡 구조 등 지하 부존 석유가스 자원을 탐사하기 위하여 고효율 복합 지질·지구물리 자료취득, 대용량 복합 탐사자료의 고성능 자료처리, 지능형 기반·해석 평가를 통한 유망구조 도출, 저류층 부존 평가 등을 수행함으로써 탐사성공률을 높이는 지능형 통합 석유가스자원 탐사기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	90	ICT기반 자원 개발·처리 기술	• ICT 기반의 무인화·자동화 광물자원개발을 통해 환경영향과 안전사고를 최소화하며 생산성을 극대화하는 기술 • 광물 및 바다로부터 유가금속을 회수하는 선광·제련 기술 • 디지털 원격자동화 기술을 통해 극한환경의 석유가스자원을 경제적이고 안전하게 개발하고, 다목적 맞춤형 생산공법을 개발하는 등 활용성이 큰 기술 • 복잡성이 큰 신석유자원에 대해 다종 디지털자료를 정밀·통합 분석하며, 인공지능기술로 최적의 개발·생산 계획을 수립하는 기술
	91	이산화탄소 포집·저장·이용 기술	• 고농도 O2 및 저농도 CO2 조건 천연가스 발전소 및 온도·압력·가스 조성별 다양한 산업공정 조건에서 혁신성 있는 적정 연소전·중·후의 포집기술 • CO2 전환 미세조류를 활용한 바이오매스와 포집기술의 결합을 통해 음(-)의 배출 달성하고, 고부가가치의 CO2 리파이너리 기술 개발 • CO2 저감효과를 극대화할 수 있도록 잉여전력을 활용한 물분해 제조 수소 및 수소화반응을 통한 유용물질 제조 기술 • 대량의 CO2 처리를 위해 지중저장된 CO2의 거동·누출 모니터링 기술, 저장능 향상 기술
⑩환경·기상 (12)	92	미세먼지 등 대기오염 대응기술	• 미세먼지 등 대기오염 발생·유입 원인을 과학적으로 규명하고, 미세먼지와 전구물질 배출을 효과적으로 저감하여, 깨끗한 대기환경과 국민의 삶의 질 향상에 기여하는 기술 • 미세먼지 국외유입량과 국내 주요 오염원별 기여도를 정량적으로 규명하고, 배출원별 고효율 미세먼지 저감 기술을 개발·실증하는 기술(집진기술, 탈질기술, 탈황기술 등)
	93	기후변화 감시·예측·적응 기술	• 장기간의 온실가스 및 기후자료의 산출을 통해 전국 및 지역 기후변화의 원인을 규명하는 기술 • 지구시스템모델 및 화학기후모델 개발을 통해 탄소순환을 예측하고 장기체류 기후변화 원인물질(이산화탄소) 및 단기체류 기후변화 원인물질(메탄, 대류권 오존, 검댕을 포함한 일부 미세먼지 등)이 기후변화에 미치는 영향을 평가하는 기술 • 기후변화 취약성 및 적응 정책을 도출하는 기술
	94	고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술	• UN에서 지정한 7대 온실가스 중에서 CO2를 제외한 6개 온실가스(메탄(CH4), 아산화질소(N2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF6), 삼불화질소(NF3))를 저감시킬 수 있는 기술 • 온실가스 발생원의 특징에 적절한 친환경성과 고효율성을 가진 저감 기술 • 지구온난화 지수가 낮거나 온난화 유발효과가 없는 물질로 대체하는 기술, Non-CO2온실가스의 사용을 최소화하는 기술, 그리고 발생되는 Non-CO2물질을 친환경적이면서 고효율로 회수·재활용·파괴하는 기술 포함

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	95	자연재해 감시·예측·대응 기술	• 전 지구적 자연 재해(지진, 해일, 화산 등)를 감시, 원인 규명, 예측하는 기술 • 국지적인 자연 재해(지진, 산사태, 산불, 재해 기상 등) 발생 시 초기 대응을 위한 예·경보 및 실시간 상황 파악 기술 • 재해 기상(집중호우, 태풍 등)을 정량적으로 예측하고 조절하는 기술
	96	유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술	• 자연 환경과 생태계의 구조·기능의 지속가능성을 위협하는 이화학적 유해요인의 노출을 민감하고 정확하게 측정하고 예측하는 평가 기술 • 각종 유해물질이 수서 및 육상 생태계에 미치는 한국형 생태독성의 정밀한 측정 평가와 신속 스크리닝 기술 • 인체에 건강영향을 초래하는 각종 유해요인의 노출 및 독성영향의 정밀한 측정과 평가 기술 • NT·BT·IT·ET 융합 소자 및 4차 산업혁명 기술의 이용으로 신속·정밀·다매체통합 노출 및 위해성 저감 기술
	97	생활환경 안전성진단 및 예방 기술	• 생활환경에서 만성 저농도 또는 급성 고농도로 노출되는 유해요인(예, 생활용품 화학물질 등)을 정밀하고 통합적으로 측정하고 해석하는 평가 기술 • 환경성질환 발생을 예측하고 관리하기 위한 방안을 도출하는 기술 • 사물인터넷(IoT), ICT 등을 활용한 생활밀착형 생활환경 안전관리 및 환경보건 서비스 제공 기술 • 예를 들어 생활환경 통합 노출평가 기술, 환경성질환 진단 및 예측 기술, 생활환경 유해요인 안전성 관리 및 그린화학, IoT·ICT 기반 생활밀착형 환경보건 서비스기술 등
	98	스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술	• 빅데이터, 인공지능, 고성능 센서, BIM(Building Information Modeling) 등의 신기술을 기반으로 수자원 및 수환경 시스템, 그리고 상수도 및 하수도 시스템을 통합하고 고효율적으로 유지관리하기 위한 스마트 수자원 기술 • 기존의 집중적이고 개발적인 수자원 확보 및 관리에서 분산형 물관리의 저영향개발 개념을 통하여 도시 내 빗물이용, 그린인프라 확충 및 자족형 도시 대체수자원 확보, 해수담수화 등의 도시형 물관리 신기술 • 기후변화로 인한 극한 도시 돌발홍수, 국부 극한 가뭄 및 산사태 등의 수재해를 통합적이고 효율적으로 평가하고 관리하여 국민의 실질적인 수재해 안전을 도모하는 극한재해 극복 기술
	99	통합 수환경 모니터링 및 관리 기술	• 환경, 수생태, 해양환경에 대하여 지능형 기술과 인공위성자료 정보 등을 활용한 통합적인 모니터링, 예측, 평가 및 시스템 구축 등을 수행하기 위한 기술 • 환경 통합 관리를 위한 요소기술을 개발할 수 있도록 수환경 관련 오염물질, 수생태, 비점오염, 녹조 관리 고도화 기술 • 해양 및 연안의 오염관리를 위한 계측 및 분석 기술, 감시 및 제어 기술, 취약성 및 위해성 평가 기술의 통합적 고도화 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	100	수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술	• 환경오염물질의 위해성 저감을 위한 오염원 조사·평가, 오염물질(특정수질유해물질 및 미량유해물질 포함)의 감시, 현장 정화, 장기처리, 유지관리 등의 토탈솔루션 기술 고도화 및 신기술 개발 • 유역 및 하천의 비점오염 저감, 수생태계의 복원을 위한 친환경적·재자연화적인 융복합 기술 • 해양 및 연안 사고 시 유출될 수 있는 기름, 위험유해물질 등의 환경오염원을 해양공학 및 환경공학적으로 저감·제어하기 위한 고도화된 융합 기술
	101	토양·지중 환경오염 관리기술	• 토양 및 다양한 지중(地中)시설로 인한 오염을 사전에 예방하고 오염발생시 효율적으로 정화하여 건강한 지중 생활환경 조성을 위한 기술 • 토양 오염물질의 지하이용 공간 (지하철 등)으로의 유입에 따른 피해방지 기술, 지중시설로부터 오염물질 누출을 조기에 발견·차단·정화하는 기술 및 오염부지 상부에 시설물이 존재하는 정화곤란 부지에 적합한 기술 등 포함
	102	지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술	• 미래지향적 신기술을 적용하여 자연생태계를 인위적 훼손(오염, 서식지 훼손, 개발, 도시화 등)과 자연 교란(홍수, 가뭄 등 자연재해)으로부터 자연 상태를 유지·보전하며, 생물다양성 및 생태복원력을 증진하는 기술 • 인공지능, 빅데이터 분석, 유전자 분석 등 신기술을 적용하여 자연생태계의 구성 요소인 서식처 환경과 생물 군집(생물다양성)을 조사·평가·모니터링 하는 기술, 생태건강성 및 생물다양성을 증진시키기 위하여 자연생태계를 보전·관리하는 기술, 훼손된 생태계를 복원하며 생태복원력을 증진시키는 기술, 자연생태계의 생태자원 및 생물다양성자원을 활용하고 서비스하는 기술 등을 포함
	103	폐자원 재활용 기술	• 경제적가치가 높은 폐자원의 재사용, 재제조, 물질재활용 등을 통해 지속가능발전에 기여하는 친환경 고부가가치화 기술 • 기존의 근적외선 대신 레이저를 발사하여 플라스틱에서 방출되는 플라즈마 이온을 분석해 재질을 파악하고 인공지능 기술을 접목하여 플라스틱 재질별로 분리 선별하는 기술 • 빵, 라면 등의 봉지와 같이 두 가지 이상의 재질로 이루어진 합성수지(생활계 복합필름 포장재)를 고형연료, 재생원료, 성형제품, 재생유로 재활용하는 기술
⑪ICT·SW (17)	104	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	• 차세대형 반도체 제조를 위한 초미세화, 초고집적화, 입체화, 저전력화, 지능화, 융복합화 및 소재혁신에 대응하기 위한 새로운 공정·장비·소재 기술과 DRAM, Flash Memory, CPU, AP등과 같이 고성능 반도체 회로를 형성하고 이를 Chip 등으로 패키징 및 테스트하는데 필요한 제반 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
	105	초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술	• 전통적 반도체 소자의 초미세화와 광·나노 신소자 기술을 결합하여 기존 대비 수십 배 이상의 월등한 성능과 전력 효율을 갖는 시스템-온-칩(System-on-Chip, SoC) 설계 제작에 필요한 제반 기술 • 전통적 CMOS 반도체 소자의 극한 미세화(4~5 나노급)와 수직 적층화 등을 통해 초고성능·초절전·초고집적 반도체 칩을 구현하는 기술과, CNT(Carbon Nanotube), 나노 와이어, 스핀 소자, 실리콘 포토닉스 등 비전통적 신소자 및 광기술을 이용해 초고성능·초절전·초고집적 반도체 칩을 구현하는 기술 • 수백 개 이상의 프로세서 코어, 메모리, RF/아날로그 회로, 센서, FPGA(Field Programmable Gate Array) 등 이종 (異種) 반도체 회로를 단일 시스템-온-칩 (System-on-chip) 으로 구현하기 위한 설계 및 제작 기술을 포함
	106	인체친화형 디스플레이기술	• 인체 감각 기반의 실감 정보(터치, 압력, 마찰력, 온도 감각 등)를 양방향으로 입·출력하는 인터페이스 기반 감성감응형 디스플레이를 위한 소재 및 소자 기술 • 인간 및 인체 친화형 디스플레이 핵심 소자 구성과 정합 가능한 센서 내장을 위한 소재 및 소자 기술 • 터치, 공간, 지문, 모션, 생체 바이오 신호 등 다양한 외부 신호에 대한 변화 감지가 가능한 디스플레이
	107	대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	• 유연 및 신축성 필름을 기판으로 사용하는 제조 공정 중 대면적·초고속 생산 공정 기술로, 초정밀 디스플레이의 적용이 가능한 기술 • 유연필름을 기판으로 사용하는 제조공정 중 롤(Roll)에 감아서 되풀면서 진행하는 생산 공정 기술 • 디스플레이 제조 공정 중 진공에서 진행되는 공정을 상압에서 처리하는 공정 기술로, 장비의 가격, 생산성 등을 높일 수 있는 기술 • 포토리소그래피와 FMM(Fine Metal Mask) 공정의 문제를 해결할 수 있는 초정밀 패턴 공정 기술
	108	지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	• 데이터 특성에 적합한 빅데이터 분석 방법(통계, 딥러닝·기계학습, 그래프 분석 등)을 연구하고, 이를 공공과 산업분야*에 융합·활용하여 가치를 창출하는 기술 * 의료, 공공정부, 도시 인프라(교통, 환경), 도소매업, 공장, 과학 분야 등 • 빅데이터 분석 방법의 고도화를 통하여 적시에 필요한 통찰력(Insight)과 예지력(Foresight)을 확보하는 분석기반 기술 • 사물인터넷(IoT) 센서의 FastData 분석 기술, 딥러닝 기반의 심층 분석 기술, 멀티 모달 데이터 통합 분석 기술, 예측 분석 기술 등을 포함
	109	초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	• 기존 데이터베이스로 처리하기 어려운 비정형·대용량 데이터를 빠르고 확장성 있게 관리하고 처리 할 수 있는 소프트웨어 플랫폼* 기술 * 스토리지, 데이터베이스, 클라우드 서비스 플랫폼, 분산 처리 구조, 연산처리 등

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
			• 기존의 데이터베이스로 처리할 수 없는 대용량 데이터를 빠르고 편리하게 서비스로 제공할 수 있도록 하는 데이터 플랫폼과 컴퓨팅 인프라 기술 • 인공지능의 정확성 향상을 위해서는 데이터의 품질과 데이터 처리성능이 전제되어야 하므로 이를 이루기 위한 기반기술 • 인메모리 기반 데이터 저장, GPGPU(General-Purpose computing on Graphics Processing Units) 기반 데이터 처리, 양자컴퓨팅이나 뉴로컴퓨팅 등 새로운 컴퓨팅 인프라 기술
	110	다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	• 언어·시각·음성 등 인공지능 요소기술 고도화를 넘어 공통 플랫폼에 필요한 기술을 제공하여, 다양한 인공지능 응용 서비스에서 공통적으로 활용할 수 있는 기술 • 추론 및 학습 기술, 언어·시각·음성·복합 지능 플랫폼 기술 등을 포함
	111	양자정보통신 기술	• 양자의 고유한 특성인 양자중첩, 양자얽힘, 불확정성 원리를 정보통신에 활용하여 고전 정보통신의 한계를 뛰어넘을 수 있는 차세대 정보통신 기술 • 양자정보통신 기술은 양자통신, 양자컴퓨터, 양자센서 분야로 분류
	112	신개념 컴퓨팅 기술	• 기존 컴퓨팅으로 해결이 어려운 초대용량 데이터와 실용계산 문제 등을 해결하기 위해 대규모, 고속, 고성능, 고지능, 에너지 고효율 처리 등을 가능하게 하는 광, 뉴로모픽 및 슈퍼컴퓨팅과 같은 새로운 개념의 컴퓨팅 시스템 기술 • 기상예측과 같은 대규모의 계산량 처리, 초인공지능 실현을 위한 대용량 데이터 처리 및 사물로부터 대량 또는 순간적으로 발생하는 데이터를 초고속·고효율로 처리가 가능한 에지 컴퓨팅 기술로 활용성이 큰 기술 • 예시로, 슈퍼컴퓨팅, 에지컴퓨팅, 뉴로모픽, 바이오 및 광 컴퓨팅 기술 등이 있음
	113	시스템 SW 운영 및 기반 기술	• 모바일 단말, PC·서버 및 신개념의 차세대 컴퓨팅 시스템 등 다양한 형태의 하드웨어를 운영·관리하고, 응용 SW 개발 및 실행 환경을 제공하는 SW 인프라 기술 • 사물인터넷(IoT), 클라우드, 빅데이터, 모바일 및 지능정보 컴퓨팅 등과 같은 다양한 컴퓨팅 기술의 근간이 되는 원천 기술의 특성이 강한 시스템 SW 기술 • 신개념의 ICT 기술 트랜드 확산에 따라 신규 컴퓨팅 하드웨어를 운영하기 위한 새로운 시스템 SW의 개발과 기존 시스템 SW의 고성능, 고신뢰, 지능화를 추구하며 발전
	114	가상·혼합현실 기술	• 실시간으로 계산된 감각 정보들을 통한 가상 환경이나, 현실세계에 가상 사물이나 정보가 증강 및 혼재하는 혼합현실의 세계를 사용자가 현실감 있게 지각(perception)하고 경험하며 상호작용할 수 있게 하는 기술

분야	번호	중점과학기술명	중점과학기술 설명
			• 실제 공간이나 사용자 행위를 인식하는 영상처리 및 컴퓨터 비전 기술과, 현실맥락 인지에 기반해 일관성 있는 가상 정보의 공존감 합성을 통한 혼합 공간 생성 기술(특히, 혼합현실의 경우)이 중요하며, 이에 대한 사용자의 경험 및 상호작용으로부터 맥락을 인지하는 지능 기술, 콘텐츠 도메인에 기반한 가상·혼합 정보 표현과 상황 시뮬레이션에 따른 다중 감각 피드백 기술 등을 포함
	115	지능형 콘텐츠제작 기술	• 콘텐츠의 '기획-설계-창작-편집-구현' 등 제작과 관련된 공정의 Digital Transformation(수작업 공정의 자동화), 지능화 적용 및 장비·환경 제어관리 기술 • 인간의 수작업에 의존하던 제작방식·공정을 머신러닝 기반 하에 자동화하여 생산의 효율성 증대 및 콘텐츠 제작사의 기술경쟁력 확보에 기여 • 콘텐츠 제작현장과 운영현장에서의 장비·환경에 대한 통합제어 기술을 개발하여 열악한 제작환경의 업그레이드 및 안전 증대, 관리 효율 증대 기대
	116	NUI·NUX 기술	• 기존 사용자 인터페이스와는 달리 사용법을 배우기 위해 특별히 외우거나 학습해야 하는 부분 없이 일상생활의 행동에서 사용하는 동작들을 기반으로 손가락이나 제스쳐, 음성 등을 통해 자연스럽게 기기를 제어할 수 있는 사용자 인터페이스 기술 • NUI(Natural User Interface) 및 NUX(Natural User eXperience)는 사용자의 사용 상황(context 또는 맥락)을 고려하여 자연스럽게 구현된 UI·UX를 의미
	117	지식정보보안기술	• 암호, 인증, 인식, 감시 등의 보안기술이 적용된 제품을 생산하거나 관련 보안 기술을 활용하여 개인, 기업, 국가의 안전과 신뢰를 보장하는 서비스를 제공하는 기술 • 다양한 ICT 기술이 공격자의 존재 유무에 상관없이 의도한데로 서비스를 제공하는 것을 보장하는 기술
	118	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	• 초연결 환경에서 상황인식과 자율제어 기반 다양한 스마트 융합 서비스와 인프라를 제공하는 초고속, 대용량, 초저지연 및 초연결 통신 기술
	119	초연결 사물인터넷 기술	• 인공지능 기반의 지능체계와 연계하여 상황인지 및 최적 자율 제어 기반의 지능 서비스를 제공하고, 물리적 세상과 가상공간을 초연결하는 지능형 사물인터넷(IoT) 및 디지털 사이버 인프라 기술
	120	지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	• 사용자 맞춤형 실감·체험 방송과 가상·증강현실 기반의 지능형 미디어 서비스를 제공하고, 사용자 요구에 따라 다양한 콘텐츠와 디바이스가 자율적으로 인터랙션하는 동적인 디지털 미디어/방송 서비스 인프라와 관련 콘텐츠, 하드웨어 및 소프트웨어 기술

별첨2 120개 중점과학기술별 기술수준

대분류	번호	중점과학기술	최고 기술 보유국	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	연구 개발 활동 경향	기초 연구 역량	응용 개발 연구 역량	기술 수준 합의도*
①건설·교통 (11)	001	지능형 건물관리기술	미국	78.5	3.0	상승	보통	우수	0.85
	002	친환경 다기능 건설재료 기술	EU·미국	70.0	4.3	상승	보통	우수	0.74
	003	스마트홈 기술	미국	80.0	2.0	상승	보통	우수	0.81
	004	지속가능한 도시재생 기술	EU	70.0	5.5	상승	보통	보통	0.93
	005	스마트시티 구축 및 운영 기술	미국	80.0	2.0	상승	보통	우수	0.79
	006	국토공간정보 구축 및 분석기술	미국	77.0	3.0	상승	보통	우수	0.94
	007	지속가능한 인프라 구조물 건설기술	미국	80.0	5.0	상승	보통	우수	0.98
	008	빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술	미국	77.0	4.0	상승	보통	보통	0.88
	009	스마트 도로교통 기술	미국	82.5	3.0	상승	보통	우수	0.82
	010	스마트 철도교통 기술	EU	80.0	4.0	유지	보통	우수	0.96
	011	지능형 물류체계기술	미국	78.5	3.0	유지	보통	우수	0.94
	건설·교통 분야		미국	79.0	3.1	상승	보통	우수	-
②재난안전 (4)	012	복합재난 스마트 예측·대응기술	미국	70.5	5.0	상승	보통	보통	0.72
	013	범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술	미국	79.0	3.0	상승	보통	우수	0.97
	014	재난 전주기 정보통신체계기술	미국	80.0	2.0	상승	보통	보통	0.95
	015	재난현장 소방구조 장비·시스템 기술	미국	74.0	3.8	상승	보통	우수	0.92
	재난안전 분야		미국	75.9	3.4	상승	보통	보통	-
③우주·항공·해양 (7)	016	우주발사체 개발 및 운용 기술	미국	60.0	17.0	상승	보통	보통	0.83
	017	우주환경 관측·감시·분석 기술	미국	54.5	10.0	상승	보통	미흡	0.78
	018	우주 탐사 및 활용 기술	미국	55.0	12.0	유지	보통	미흡	0.61
	019	유·무인 통합 자율 비행체 기술	미국	70.0	5.5	상승	보통	보통	0.79
	020	유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술	미국	65.0	5.0	상승	보통	보통	0.88

대분류	번호	중점과학기술	최고 기술 보유국	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	연구 개발 활동 경향	기초 연구 역량	응용 개발 연구 역량	기술 수준 합의도*
	021	지속가능한 해양공간 개발 기술	EU	80.3	4.0	유지	보통	보통	0.90
	022	극한공간 인프라 기술	미국	71.0	5.0	상승	보통	보통	0.93
	우주·항공·해양		미국	65.1	8.4	상승	보통	보통	-
④국방 (3)	023	국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술	미국	75.0	6.0	상승	보통	우수	0.89
	024	고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	미국	62.5	9.0	유지	보통	보통	0.36
	025	전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술	미국	80.0	5.0	상승	보통	우수	0.90
	국방 분야		미국	72.5	6.7	상승	보통	우수	-
⑤기계·제조 (13)	026	선박 전생애주기 통합형 기반기술	EU·미국	80.0	5.0	상승	보통	보통	0.74
	027	친환경·스마트 선박 기술	EU	80.0	3.0	상승	보통	우수	0.95
	028	해양플랜트 실용화 기술	EU·미국	72.0	7.0	유지	보통	보통	0.93
	029	친환경·스마트 플랜트 기반 기술	미국	80.0	4.0	상승	보통	우수	0.99
	030	스마트 자동차 기술	EU·미국	80.0	2.5	상승	보통	우수	0.91
	031	친환경 고효율 자동차 기술	일본·EU	90.0	1.8	상승	우수	우수	0.96
	032	적응형 서비스 로봇기술	미국	80.5	3.0	상승	보통	우수	0.95
	033	재난구조 및 극한탐사 로봇기술	미국	77.5	4.0	상승	보통	우수	0.87
	034	스마트 제조로봇 기술	EU	80.0	3.3	상승	보통	우수	0.94
	035	스마트 팩토리 기술	EU·미국	67.5	3.5	상승	보통	우수	0.70
	036	고효율·초정밀 생산시스템 기술	일본	81.6	4.8	유지	보통	우수	0.94
	037	3D 프린팅 장비·소재 기술	EU·미국	55.5	4.0	상승	보통	보통	0.64
	038	3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술	미국	75.0	3.0	상승	보통	보통	0.69
	기계·제조 분야		EU	78.0	3.4	상승	보통	우수	-
⑥소재·나노 (5)	039	기능성 유기소재 기술	일본·미국	80.0	2.0	상승	우수	우수	0.76
	040	친환경 바이오소재 기술	미국	80.0	3.5	상승	우수	우수	0.94
	041	고성능 금속소재 기술	미국	78.0	3.5	유지	보통	우수	0.94
	042	나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술	일본·미국	80.0	3.0	상승	보통	우수	0.95

대분류	번호	중점과학기술	최고 기술 보유국	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	연구 개발 활동 경향	기초 연구 역량	응용 개발 연구 역량	기술 수준 합의도*
	043	다기능 융·복합소재 기술	일본·미국	73.5	3.0	상승	보통	우수	0.66
		소재·나노 분야	미국	78.3	3.0	상승	보통	우수	
⑦농림수산·식품 (9)	044	저항성 및 고기능성 품종개발 기술	미국	81.0	5.0	상승	우수	보통	0.90
	045	친환경 맞춤형 신재배기술	EU	77.5	3.0	유지	보통	우수	0.87
	046	스마트팜 기술	EU	75.5	4.8	상승	보통	보통	0.87
	047	유용유전자 및 유전자원 개발 기술	미국	75.0	4.0	상승	우수	보통	0.87
	048	친환경 사양기술	EU	75.5	7.5	상승	보통	보통	0.71
	049	동물 질병 통제 기술	미국	80.0	5.0	상승	보통	우수	0.88
	050	ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술	EU	70.0	5.0	상승	보통	우수	0.86
	051	식품안전성 평가·향상 기술	미국	80.0	4.0	상승	보통	우수	0.98
	052	식품가치창출기술	미국	80.0	3.0	상승	우수	보통	1.00
		농림수산·식품 분야	미국	79.8	4.0	상승	보통	보통	-
⑧생명·보건의료 (21)	053	유전체정보를 이용한 질환원인규명기술	미국	70.0	3.5	유지	보통	보통	0.83
	054	유전자 치료기술	미국	82.5	3.5	상승	보통	우수	0.87
	055	줄기세포 기능조절 기술	미국	75.0	3.8	유지	보통	우수	0.85
	056	줄기세포 활용 기술	미국	85.0	2.0	상승	보통	우수	0.98
	057	맞춤형 신약 개발 기술	미국	70.0	5.5	상승	보통	보통	0.83
	058	지능형 약물 전달 최적화 기술	미국	83.5	3.0	상승	우수	우수	0.94
	059	바이오마커 기술	미국	73.0	4.0	유지	보통	보통	0.93
	060	불임·난임 극복기술	미국	85.0	2.5	유지	보통	보통	0.92
	061	신·변종 감염병 대응기술	EU·미국	70.0	5.0	상승	보통	보통	0.86
	062	한의약 효능 및 기전 규명기술	중국	82.5	3.5	상승	우수	보통	0.80
	063	의료영상융합기술	미국	60.5	4.0	상승	보통	보통	0.82
	064	재활 치료 및 생활지원 기기 기술	미국	75.0	3.0	상승	보통	보통	0.85
	065	생체적합 재료 개발기술	미국	80.0	3.0	상승	보통	우수	0.91
	066	초정밀 의료용 로봇 기술	미국	70.0	4.5	상승	우수	우수	0.93
	067	질병진단 바이오칩 기술	미국	80.0	3.0	상승	보통	우수	1.00

대분류	번호	중점과학기술	최고 기술 보유국	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	연구 개발 활동 경향	기초 연구 역량	응용 개발 연구 역량	기술 수준 합의도*
	068	바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술	미국	70.0	4.0	상승	보통	우수	0.93
	069	디지털 헬스케어 기술	미국	77.5	3.0	상승	우수	우수	0.81
	070	정밀의료 인프라 기술	미국	76.5	2.3	상승	보통	보통	0.87
	071	시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술	미국	70.0	4.0	상승	보통	보통	0.50
	072	뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술	미국	70.0	4.3	상승	우수	보통	0.79
	073	뇌신호 관측 및 조절 기술	미국	65.0	4.0	상승	우수	보통	0.83
	생명·보건의료 분야		미국	75.2	3.5	상승	보통	보통	-
⑨에너지·자원 (18)	074	대용량 장수명 이차전지 기술	일본	80.0	2.0	상승	보통	우수	0.81
	075	무선 전력전송·충전 기술	미국	80.0	2.0	유지	보통	우수	1.00
	076	스마트 에너지그리드 기술	미국	80.0	2.5	유지	보통	보통	0.88
	077	고효율 전력수송 기술	EU·미국	88.0	2.5	상승	보통	우수	0.94
	078	고효율 가스발전 기술	미국	57.5	8.5	상승	미흡	미흡	0.74
	079	바이오 및 폐자원 에너지화 기술	EU·미국	71.5	4.8	상승	보통	우수	0.86
	080	지열에너지기술	EU·미국	68.5	5.0	유지	보통	보통	0.85
	081	고효율 태양전지 기술	일본·EU	87.5	2.0	유지	우수	우수	0.94
	082	풍력발전 기술	EU	74.0	5.0	상승	미흡	보통	0.88
	083	수소·연료전지 기술	일본	78.3	3.0	유지	보통	보통	0.94
	084	해양에너지 기술	EU	81.5	4.3	상승	우수	우수	0.94
	085	원자력 에너지 기술	미국	88.8	4.0	유지	우수	우수	0.94
	086	원자력 환경방호 기술	미국	78.0	4.5	상승	보통	우수	0.94
	087	핵융합에너지 기술	EU·미국	75.0	7.0	상승	보통	우수	0.87
	088	차세대가속기 기술	미국	64.0	6.0	상승	보통	보통	0.63
	089	지능형 융합 자원탐사 기술	미국	62.5	6.0	유지	보통	보통	0.68
	090	ICT기반 자원 개발·처리 기술	미국	60.0	5.0	유지	보통	보통	0.83
	091	이산화탄소 포집·저장·이용 기술	미국	80.0	5.0	유지	보통	보통	0.90
	에너지·자원 분야		미국	76.8	4.0	유지	보통	보통	-

대분류	번호	중점과학기술	최고 기술 보유국	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	연구 개발 활동 경향	기초 연구 역량	응용 개발 연구 역량	기술 수준 합의도*
⑩환경·기상 (12)	092	미세먼지 등 대기오염 대응기술	미국	65.0	5.0	상승	보통	우수	0.69
	093	기후변화 감시·예측·적응 기술	EU·미국	75.0	5.0	상승	보통	보통	0.97
	094	고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술	EU	81.0	3.0	상승	보통	우수	0.88
	095	자연재해 감시·예측·대응 기술	EU·미국	70.0	5.0	유지	보통	보통	0.71
	096	유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술	미국	72.0	3.0	상승	보통	우수	0.75
	097	생활환경 안전성진단 및 예방 기술	미국	76.0	5.0	상승	보통	보통	0.91
	098	스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술	미국	80.0	5.0	상승	보통	우수	0.96
	099	통합 수환경 모니터링 및 관리 기술	미국	77.5	5.0	상승	보통	우수	0.86
	100	수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술	EU·미국	76.0	3.3	상승	보통	보통	0.87
	101	토양·지중 환경오염 관리기술	미국	82.5	3.0	상승	우수	우수	0.88
	102	지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술	EU·미국	70.5	6.0	유지	보통	보통	0.96
	103	폐자원 재활용 기술	EU	80.0	3.5	상승	보통	보통	0.84
	환경·기상		미국	76.6	4.1	상승	보통	보통	-
⑪ICT·SW (17)	104	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	미국	94.0	1.0	유지	보통	우수	0.96
	105	초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술	미국	85.0	1.5	상승	보통	우수	0.99
	106	인체친화형 디스플레이 기술	미국	94.0	0.5	유지	보통	탁월	0.95
	107	대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	일본	97.5	0.8	유지	보통	우수	0.90
	108	지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	미국	70.0	2.3	유지	미흡	우수	0.76
	109	초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	미국	50.0	4.0	상승	보통	보통	0.80
	110	다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	미국	80.0	2.0	상승	보통	우수	1.00
	111	양자정보통신 기술	미국	55.0	6.5	유지	보통	보통	0.18
	112	신개념 컴퓨팅 기술	미국	76.0	3.0	상승	보통	보통	0.87
	113	시스템 SW 운영 및 기반 기술	미국	72.5	2.5	유지	보통	보통	0.54
	114	가상·혼합현실 기술	미국	80.0	2.0	상승	보통	우수	0.83
	115	지능형 콘텐츠제작 기술	미국	75.0	2.5	상승	보통	보통	0.87

대분류	번호	중점과학기술	최고 기술 보유국	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)	연구 개발 활동 경향	기초 연구 역량	응용 개발 연구 역량	기술 수준 합의도*
	116	NUI·NUX 기술	미국	87.5	2.0	상승	보통	우수	0.94
	117	지식정보보안기술	미국	80.0	2.0	상승	보통	우수	0.94
	118	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	미국	90.0	1.0	상승	보통	우수	0.88
	119	초연결 사물인터넷 기술	미국	82.0	1.8	상승	보통	우수	0.96
	120	지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	미국	86.5	1.0	상승	보통	우수	0.88
	ICT·SW		미국	80.2	2.1	상승	보통	우수	-

* 중점과학기술별 한국의 기술수준(%)에 대한 전문가 합의도

※ 합의도: 델파이 기법의 타당도를 조사하는 방법으로서 Q1(1사분위값)과 Q3(3사분위값)가 일치(완전합의) 했을 때 1의 값을 가지며, 의견의 편차가 클 경우 수치가 감소함

별첨3 120개 중점과학기술별 주요국 기술수준

대분류	번호	중점과학기술	한국		중국		일본		EU		미국	
			수준(%)	격차(년)	수준(%)	격차(년)	수준(%)	격차(년)	수준(%)	격차(년)	수준(%)	격차(년)
①건설·교통(11)	001	지능형 건물관리기술	78.5	3.0	75.0	4.0	90.0	1.0	97.5	0.0	100.0	0.0
	002	친환경 다기능 건설재료 기술	70.0	4.3	65.0	4.5	90.0	1.3	100.0	0.0	100.0	0.0
	003	스마트홈 기술	80.0	2.0	75.0	2.5	80.0	2.0	85.0	1.0	100.0	0.0
	004	지속가능한 도시재생 기술	70.0	5.5	60.0	9.0	95.0	1.5	100.0	0.0	90.0	2.8
	005	스마트시티 구축 및 운영 기술	80.0	2.0	75.0	3.0	75.0	4.0	90.0	1.0	100.0	0.0
	006	국토공간정보 구축 및 분석기술	77.0	3.0	80.0	3.0	78.0	2.5	90.5	1.0	100.0	0.0
	007	지속가능한 인프라 구조물 건설기술	80.0	5.0	76.0	6.0	90.0	2.0	92.0	1.8	100.0	0.0
	008	빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술	77.0	4.0	70.0	4.3	88.0	2.0	94.0	1.0	100.0	0.0
	009	스마트 도로교통 기술	82.5	3.0	75.5	4.0	95.0	1.0	97.0	0.5	100.0	0.0
	010	스마트 철도교통 기술	80.0	4.0	82.0	3.0	95.0	1.0	100.0	0.0	90.0	2.0
	011	지능형 물류체계기술	78.5	3.0	80.5	2.8	88.0	1.8	96.0	0.8	100.0	0.0
		건설·교통 분야	79.0	3.1	75.4	3.8	89.3	1.4	96.5	0.2	100.0	0.0
②재난안전(4)	012	복합재난 스마트 예측·대응기술	70.5	5.0	65.0	6.5	90.0	0.5	92.5	1.5	100.0	0.0
	013	범죄·테러 통합 지능형 예측·대응 시스템 기술	79.0	3.0	75.0	4.0	85.0	2.0	90.0	1.0	100.0	0.0
	014	재난 전주기 정보통신체계기술	80.0	2.0	71.0	2.8	93.5	0.8	91.5	1.0	100.0	0.0
	015	재난현장 소방구조 장비·시스템 기술	74.0	3.8	69.0	4.0	93.5	1.3	96.0	1.0	100.0	0.0
		재난안전 분야	75.9	3.4	70.0	4.3	90.5	1.1	92.5	1.1	100.0	0.0
③우주·항공·해양(7)	016	우주발사체 개발 및 운용 기술	60.0	17.0	89.0	7.0	86.0	7.0	95.0	3.0	100.0	0.0
	017	우주환경 관측·감시·분석 기술	54.5	10.0	72.0	7.0	78.0	5.0	86.5	2.8	100.0	0.0
	018	우주 탐사 및 활용 기술	55.0	12.0	82.3	6.0	84.0	5.5	90.0	3.0	100.0	0.0
	019	유·무인 통합 자율 비행체 기술	70.0	5.5	87.5	3.8	81.0	4.0	96.0	0.5	100.0	0.0
	020	유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술	65.0	5.0	80.0	4.0	74.5	4.3	90.0	1.3	100.0	0.0
	021	지속가능한 해양공간 개발 기술	80.3	4.0	77.7	4.0	93.3	0.0	100.0	0.0	99.5	0.0
	022	극한공간 인프라 기술	71.0	5.0	75.0	5.0	85.0	2.8	95.0	1.0	100.0	0.0
		우주·항공·해양	65.1	8.4	80.6	5.3	83.1	4.1	93.2	1.6	100.0	0.0

대분류	번호	중점과학기술	한국		중국		일본		EU		미국	
			수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)
④국방 (3)	023	국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술	75.0	6.0	83.0	5.0	85.0	5.0	90.0	2.5	100.0	0.0
	024	고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	62.5	9.0	75.0	5.0	60.0	8.0	85.0	3.0	100.0	0.0
	025	전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술	80.0	5.0	82.0	2.8	84.0	3.8	90.0	2.0	100.0	0.0
		국방 분야	72.5	6.7	80.0	4.3	76.3	5.6	88.3	2.5	100.0	0.0
⑤기계·제조 (13)	026	선박 전생애주기 통합형 기반기술	80.0	5.0	66.0	7.0	75.0	3.0	100.0	0.0	100.0	0.0
	027	친환경·스마트 선박 기술	80.0	3.0	72.5	3.5	90.0	2.0	100.0	0.0	85.0	1.8
	028	해양플랜트 실용화 기술	72.0	7.0	70.0	8.0	82.5	4.0	100.0	0.0	100.0	0.0
	029	친환경·스마트 플랜트 기반 기술	80.0	4.0	74.0	5.0	93.0	2.0	98.0	0.5	100.0	0.0
	030	스마트 자동차 기술	80.0	2.5	70.0	4.0	92.0	1.0	100.0	0.0	100.0	0.0
	031	친환경 고효율 자동차 기술	90.0	1.8	82.5	3.0	100.0	0.0	100.0	0.0	95.0	1.0
	032	적응형 서비스 로봇기술	80.5	3.0	79.0	3.0	96.5	0.8	95.5	1.0	100.0	0.0
	033	재난구조 및 극한탐사 로봇기술	77.5	4.0	70.0	5.5	95.0	0.8	90.0	2.0	100.0	0.0
	034	스마트 제조로봇 기술	80.0	3.3	70.5	3.8	91.5	1.0	100.0	0.0	90.0	0.3
	035	스마트 팩토리 기술	67.5	3.5	69.0	3.5	87.5	1.3	100.0	0.0	100.0	0.5
	036	고효율·초정밀 생산시스템 기술	81.6	4.8	71.4	6.3	100.0	0.0	99.5	0.3	94.4	1.5
	037	3D 프린팅 장비·소재 기술	55.5	4.0	75.0	3.0	79.0	2.0	100.0	0.0	100.0	0.0
	038	3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술	75.0	3.0	75.0	2.8	82.5	2.0	99.0	0.3	100.0	0.0
		기계·제조 분야	78.0	3.4	73.7	4.2	90.8	1.2	100.0	0.0	98.6	0.1
⑥소재·나노 (5)	039	기능성 유기소재 기술	80.0	2.0	72.5	3.0	100.0	0.0	87.5	1.0	100.0	0.0
	040	친환경 바이오소재 기술	80.0	3.5	80.0	4.3	92.0	1.3	95.5	1.0	100.0	0.0
	041	고성능 금속소재 기술	78.0	3.5	78.0	4.0	98.0	0.5	96.0	1.0	100.0	0.0
	042	나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술	80.0	3.0	75.0	3.5	100.0	0.0	90.0	1.5	100.0	0.0
	043	다기능 융·복합소재 기술	73.5	3.0	75.5	3.5	100.0	0.0	89.5	1.0	100.0	0.0
		소재·나노 분야	78.3	3.0	76.2	3.7	98.0	0.4	91.7	1.1	100.0	0.0
⑦농림수산·식품 (9)	044	저항성 및 고기능성 품종개발 기술	81.0	5.0	85.0	4.0	85.0	3.0	90.0	1.5	100.0	0.0
	045	친환경 맞춤형 신재배기술	77.5	3.0	75.0	4.0	85.5	1.5	100.0	0.0	95.0	0.5
	046	스마트팜 기술	75.5	4.8	67.5	6.0	82.5	3.0	100.0	0.0	90.0	1.0
	047	유용유전자 및 유전자원 개발 기술	75.0	4.0	92.0	2.0	90.0	2.0	93.5	1.0	100.0	0.0

대분류	번호	중점과학기술	한국		중국		일본		EU		미국	
			수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)
	048	친환경 사양기술	75.5	7.5	63.0	8.8	87.5	2.5	100.0	0.0	95.0	2.0
	049	동물 질병 통제 기술	80.0	5.0	70.0	5.0	80.0	3.0	92.0	1.0	100.0	0.0
	050	ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술	70.0	5.0	60.0	5.8	77.5	3.5	100.0	0.0	90.0	2.0
	051	식품안전성 평가·향상 기술	80.0	4.0	73.0	5.0	90.0	2.0	95.0	1.5	100.0	0.0
	052	식품가치창출기술	80.0	3.0	70.0	4.0	95.0	1.5	93.0	1.5	100.0	0.0
		농림수산·식품 분야	79.8	4.0	75.3	4.3	88.9	1.8	99.3	0.1	100.0	0.0
⑧생명·보건의료 (21)	053	유전체정보를 이용한 질환원인규명기술	70.0	3.5	77.5	2.0	80.0	2.0	90.0	1.0	100.0	0.0
	054	유전자 치료기술	82.5	3.5	78.5	4.3	85.0	3.3	94.5	1.0	100.0	0.0
	055	줄기세포 기능조절 기술	75.0	3.8	79.0	3.0	90.0	2.0	80.5	3.0	100.0	0.0
	056	줄기세포 활용 기술	85.0	2.0	85.0	2.0	95.0	0.5	90.0	1.0	100.0	0.0
	057	맞춤형 신약 개발 기술	70.0	5.5	70.0	5.5	84.0	3.0	90.0	1.8	100.0	0.0
	058	지능형 약물 전달 최적화 기술	83.5	3.0	80.0	4.0	93.5	1.0	95.0	1.0	100.0	0.0
	059	바이오마커 기술	73.0	4.0	72.0	4.0	80.0	3.0	90.5	2.0	100.0	0.0
	060	불임·난임 극복기술	85.0	2.5	80.0	4.0	90.0	1.0	95.0	0.5	100.0	0.0
	061	신·변종 감염병 대응기술	70.0	5.0	75.0	4.0	80.0	2.5	100.0	0.0	100.0	0.0
	062	한의약 효능 및 기전 규명기술	82.5	3.5	100.0	0.0	80.5	3.8	79.0	3.0	89.0	1.0
	063	의료영상융합기술	60.5	4.0	60.0	5.0	80.0	2.0	96.5	0.5	100.0	0.0
	064	재활 치료 및 생활지원 기기 기술	75.0	3.0	60.0	5.0	85.0	1.8	95.0	0.0	100.0	0.0
	065	생체적합 재료 개발기술	80.0	3.0	74.5	4.0	85.0	2.0	90.0	1.5	100.0	0.0
	066	초정밀 의료용 로봇 기술	70.0	4.5	70.0	5.0	70.0	3.0	90.0	2.0	100.0	0.0
	067	질병진단 바이오칩 기술	80.0	3.0	76.0	3.0	85.0	2.0	94.0	1.5	100.0	0.0
	068	바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술	70.0	4.0	60.0	5.0	90.0	1.5	80.0	2.0	100.0	0.0
	069	디지털 헬스케어 기술	77.5	3.0	68.0	4.0	82.5	2.5	90.0	1.0	100.0	0.0
	070	정밀의료 인프라 기술	76.5	2.3	70.0	2.8	80.0	2.0	93.5	1.0	100.0	0.0
	071	시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술	70.0	4.0	70.0	3.0	72.5	3.0	87.5	1.0	100.0	0.0
	072	뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술	70.0	4.3	65.0	5.0	87.5	2.0	90.0	1.3	100.0	0.0
	073	뇌신호 관측 및 조절 기술	65.0	4.0	58.5	4.0	75.0	2.8	90.0	1.0	100.0	0.0
		생명·보건의료 분야	75.2	3.5	73.2	3.7	83.8	2.2	91.0	1.2	100.0	0.0

대분류	번호	중점과학기술	한국		중국		일본		EU		미국	
			수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)
⑨에너지·자원 (18)	074	대용량 장수명 이차전지 기술	80.0	2.0	75.0	3.0	100.0	0.0	75.0	3.0	87.0	1.5
	075	무선 전력전송·충전 기술	80.0	2.0	82.5	1.5	90.0	1.0	80.0	2.0	100.0	0.0
	076	스마트 에너지그리드 기술	80.0	2.5	80.0	3.0	85.0	2.0	95.0	0.5	100.0	0.0
	077	고효율 전력수송 기술	88.0	2.5	85.0	2.5	90.0	1.5	100.0	0.0	100.0	0.5
	078	고효율 가스발전 기술	57.5	8.5	58.5	7.0	88.0	2.5	98.5	0.0	100.0	0.0
	079	바이오 및 폐자원 에너지화 기술	71.5	4.8	70.0	4.8	85.0	3.0	100.0	0.0	100.0	0.0
	080	지열에너지기술	68.5	5.0	71.0	5.0	90.0	2.8	100.0	0.0	100.0	0.0
	081	고효율 태양전지 기술	87.5	2.0	80.0	3.0	100.0	0.0	100.0	0.0	96.0	0.8
	082	풍력발전 기술	74.0	5.0	78.5	4.0	76.5	4.0	100.0	0.0	90.0	1.8
	083	수소·연료전지 기술	78.3	3.0	70.7	5.0	100.0	0.0	96.0	1.0	97.5	1.0
	084	해양에너지 기술	81.5	4.3	71.5	5.5	86.5	4.0	100.0	0.0	93.5	1.8
	085	원자력 에너지 기술	88.8	4.0	82.5	5.3	91.0	3.0	93.8	1.0	100.0	0.0
	086	원자력 환경방호 기술	78.0	4.5	70.0	5.8	90.0	2.5	95.0	1.0	100.0	0.0
	087	핵융합에너지 기술	75.0	7.0	75.0	5.0	90.0	2.0	100.0	0.0	100.0	0.0
	088	차세대가속기 기술	64.0	6.0	75.0	4.8	91.5	1.0	95.5	0.0	100.0	0.0
	089	지능형 융합 자원탐사 기술	62.5	6.0	80.0	3.3	75.0	4.3	90.0	2.0	100.0	0.0
	090	ICT기반 자원 개발·처리 기술	60.0	5.0	70.0	5.0	79.5	3.8	92.5	1.0	100.0	0.0
	091	이산화탄소 포집·저장·이용 기술	80.0	5.0	80.0	4.5	90.0	2.0	95.0	0.8	100.0	0.0
	에너지·자원 분야		76.8	4.0	76.8	3.9	90.6	1.8	96.7	0.3	100.0	0.0
⑩환경·기상 (12)	092	미세먼지 등 대기오염 대응기술	65.0	5.0	70.0	5.0	90.0	2.5	96.5	2.0	100.0	0.0
	093	기후변화 감시·예측·적응 기술	75.0	5.0	80.0	3.0	90.0	1.0	100.0	0.0	100.0	0.0
	094	고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술	81.0	3.0	70.0	4.5	98.0	1.0	100.0	0.0	97.0	0.5
	095	자연재해 감시·예측·대응 기술	70.0	5.0	80.0	4.5	95.0	1.0	100.0	0.0	100.0	0.0
	096	유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술	72.0	3.0	60.0	5.0	77.0	3.0	95.0	0.5	100.0	0.0
	097	생활환경 안전성진단 및 예방 기술	76.0	5.0	60.0	6.0	85.0	4.0	90.0	1.0	100.0	0.0
	098	스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술	80.0	5.0	75.0	5.0	89.5	3.0	95.0	1.3	100.0	0.0
	099	통합 수환경 모니터링 및 관리 기술	77.5	5.0	70.0	5.5	88.0	2.8	95.0	1.5	100.0	0.0
	100	수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술	76.0	3.3	76.5	4.5	85.0	1.5	100.0	0.0	100.0	0.0
	101	토양·지중 환경오염 관리기술	82.5	3.0	70.0	6.0	82.0	2.5	95.0	0.3	100.0	0.0

대분류	번호	중점과학기술	한국		중국		일본		EU		미국	
			수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)	수준 (%)	격차 (년)
	102	지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술	70.5	6.0	60.0	8.8	90.0	3.0	100.0	0.0	100.0	0.0
	103	폐자원 재활용 기술	80.0	3.5	72.5	4.5	95.0	1.0	100.0	0.0	85.0	2.5
	환경·기상		76.6	4.1	71.4	4.9	90.1	1.9	98.7	0.3	100.0	0.0
⑪ICT·SW (17)	104	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	94.0	1.0	75.0	3.0	95.0	1.0	95.0	1.0	100.0	0.0
	105	초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술	85.0	1.5	75.5	2.5	86.5	1.3	90.0	1.0	100.0	0.0
	106	인체친화형 디스플레이 기술	94.0	0.5	80.0	2.0	95.0	0.5	89.0	1.0	100.0	0.0
	107	대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	97.5	0.8	80.0	2.8	100.0	0.0	87.5	1.5	90.0	1.0
	108	지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	70.0	2.3	83.0	1.0	77.0	1.8	85.0	1.3	100.0	0.0
	109	초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	50.0	4.0	85.0	1.5	60.0	3.0	73.0	2.0	100.0	0.0
	110	다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	80.0	2.0	87.5	1.0	80.0	1.8	90.0	0.8	100.0	0.0
	111	양자정보통신 기술	55.0	6.5	82.5	2.0	75.0	2.0	97.5	0.3	100.0	0.0
	112	신개념 컴퓨팅 기술	76.0	3.0	80.0	3.0	85.0	2.5	90.0	2.0	100.0	0.0
	113	시스템 SW 운영 및 기반 기술	72.5	2.5	80.0	2.0	79.0	2.0	87.5	0.8	100.0	0.0
	114	가상·혼합현실 기술	80.0	2.0	80.0	2.0	90.0	1.0	87.0	1.3	100.0	0.0
	115	지능형 콘텐츠제작 기술	75.0	2.5	80.0	1.5	80.0	2.0	90.0	0.5	100.0	0.0
	116	NUI·NUX 기술	87.5	2.0	85.0	2.3	89.5	1.5	95.0	1.0	100.0	0.0
	117	지식정보보안기술	80.0	2.0	83.5	1.5	80.0	1.5	92.0	0.8	100.0	0.0
	118	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	90.0	1.0	91.0	1.0	85.0	1.5	92.0	0.8	100.0	0.0
	119	초연결 사물인터넷 기술	82.0	1.8	78.0	2.3	87.0	1.5	90.0	0.8	100.0	0.0
	120	지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	86.5	1.0	80.0	1.8	90.0	1.0	87.5	1.0	100.0	0.0
	ICT·SW		80.2	2.1	82.0	1.9	84.9	1.5	89.8	1.0	100.0	0.0

별첨4 기술수준평가 델파이조사 설문지



2018년도 기술수준평가 1차 델파이 설문 조사

안녕하십니까?

과학기술정보통신부와 **한국과학기술기획평가원(KISTEP)**은 법령*에 따라 **국가적으로 중요한 핵심기술의 기술수준을 진단**하는 기술수준평가를 **매 2년마다 실시**하고 있습니다. (*근거: 과학기술기본법 제14조 및 동법 시행령 제24조)
기술수준평가의 결과는 **과학기술 관련 중장기 계획 및 R&D 예비타당성조사** 등에 활용되고 있으며,
국가과학기술자문회의 운영위원회에 보고됩니다.

2018년 기술수준평가는 **제4차 과학기술기본계획('18~'22)의 120개 중점과학기술**을 대상으로 **주요국(미국, EU, 일본, 중국) 대비 우리나라의 기술수준을 평가**함으로써 기술수준향상을 위한 시책을 수립하는 데에 목적을 두고 있습니다. 특히,
올해부터는 R&D 주요 부처, 관련 단체 등에서 추천된 권위 있는 전문가를 위촉하여 평가를 진행하고 있습니다.

본 설문조사는 중점과학기술의 국가별 기술수준에 대한 전문가 의견을 수렴하기 위한 과정으로서,
총 2회에 걸쳐 실시되는 델파이 조사 중 1차 조사입니다. **(2차 조사 일정: `18. 8. 20. 발송 예정)**

델파이 조사를 통해 전문가들의 의견이 활발히 논의될 수 있도록 적극적인 참여를 요청 드립니다.

1차 조사의 조사기한은 7월 31일까지이며, 바쁘시겠지만 기한 내에 조사 참여를 요청 드립니다.
문의사항은 아래 문의처를 참고하여 주시기 바랍니다.

조사 참여하기

○ 설문 내용 관련 문의 : KISTEP 한국과학기술기획평가원 조아라 부연구위원 02-589-2785 foresightcenter@kistep.re.kr
○ 온라인 조사 시스템 관련 문의 : KDN 김현일 차장 02-2183-9138 gusdlf@kdn21.co.kr



진행률 : 20%

2018년도 기술수준평가 1차 델파이 설문 조사

○ PART1. 기본정보 확인

한글성명	이태원
중점과학기술분야	지능형 건물관리기술

* 위의 정보에 오류가 있을 경우 foresightcenter@kistep.re.kr로 메일 주시기 바랍니다.

다음페이지

kdn21@kdn21.co.kr

조사참여시 유의사항

천천히 읽어보시고 조사에 참여해 주세요

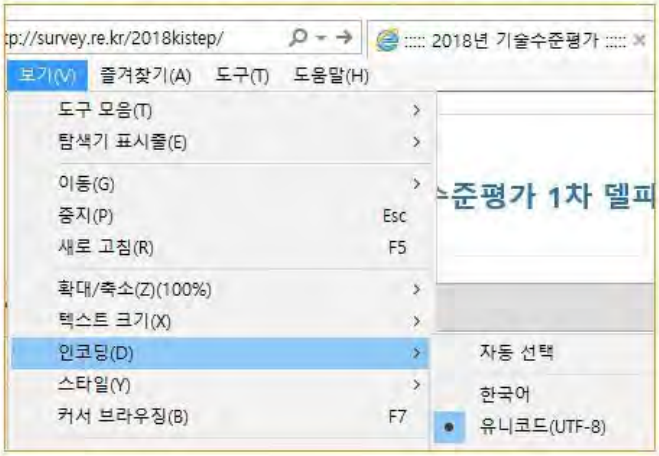
1 뒤로가기 금지



설문진행 중에 뒤로가기 버튼을 사용하지 마시고 아래의 이전페이지 버튼을 이용해 주세요

2 한글깨짐

한글이 깨져 보이실 경우 상단 보기 또는 페이지 메뉴에서 인코딩을 **유니코드(UTF-8)** 로 선택해 주세요.



3 팝업차단 해제

Internet Explorer

–〉(상단)**도구**–〉 **팝업 차단 끄기**

Chrome

(오른쪽 상단) ⋮ **설정**–〉(하단)**고급**–〉**콘텐츠 설정**–〉**팝업**–〉**허용 추가** : http://survey.re.kr/2018kistep

Microsoft edge

(오른쪽 상단) ··· **설정**–〉**고급 설정 보기**–〉**팝업 차단**–〉**끔**

4 설문 재참여

설문을 중단하셔도 이메일에서
재접속하시면 재참여가 가능합니다.

5 페이지 로딩

다음 페이지 로딩 시
다소 시간이 걸릴 수 있으니
기다려 주십시오.

이전페이지 다음페이지


진행률 : 40%
2018년도 기술수준평가 1차 델파이 설문 조사
2012년 보고서
2014년 보고서
2016년 보고서
PART 2. 평가
STEP 1. 최고 기술 보유국
중점과학기술
세부기술
[개요] 지능형 건물관리기술
논문/특허 분석
기술동향
[개요] 사물인터넷(IoT) 기반 건물 구조, 환경 및 설비 정보 감지·계측 기술
[개요] ICBM(IoT, Cloud, Big data, Mobile) 기반의 건물 관리 플랫폼 구축 기술
[개요] 지능형 건물에너지 수요예측 및 제어·관리 성능평가 기술
[개요] 지능형 건물 자동 제어 및 관리 기술
■ 2018년 현재, 지능형 건물관리기술 기술분야의 최고기술 보유국을 선택해 주십시오오. 단, 최고기술보유국이 여러 개인 경우 모두 선택해 주시고, 한국, 중국, 일본, 미국, EU 중에 최고기술보유국이 없는 경우 기타 란에 국가를 입력해 주십시오. (판단근거는 기타를 선택한 경우에만 작성)
최고기술 보유국
한국
중국
일본
미국
EU 선택
기타
판단근거
이전페이지
다음페이지
kdn21@kdn21.co.kr



진행률 : 60%

2018년도 기술수준평가 1차 델파이 설문 조사

2012년 보고서 | 2014년 보고서 | 2016년 보고서

PART 2. 평가

STEP 2. 주요 5개국의 기술 수준 순위 및 기술수준 그룹

중점과학기술	세부기술	
[개요] 지능형 건물관리기술 논문/특허 분석 기술동향	[개요]	사물인터넷(IoT) 기반 건물 구조, 환경 및 설비 정보 감지·계측 기술
	[개요]	ICBM(IoT, Cloud, Big data, Mobile) 기반의 건물 관리 플랫폼 구축 기술
	[개요]	지능형 건물에너지 수요예측 및 제어·관리 성능평가 기술
	[개요]	지능형 건물 자동 제어 및 관리 기술

■ 2018년 현재, *지능형 건물관리기술* 기술분야의 한국, 중국, 일본, 미국, EU에 대한 순위와 기술 수준 그룹을 평가해 주십시오.
※ EU의 경우, EU 내의 최고기술 보유국을 기준으로 평가 부탁드립니다.
※ 기술수준이 동등하다고 생각하시면 부등호 > 를 = 로 수정해 주십시오.

기술수준 높음 ... 기술수준 낮음

1위	>	2위	>	3위	>	4위	>	5위
국가 선택 / 기술 수준		국가 선택 / 기술 수준		국가 선택 / 기술 수준		국가 선택 / 기술 수준		국가 선택 / 기술 수준

기술수준 그룹	설명
선도그룹	기술분야를 선도하고 있는 그룹
추격그룹	선진기술의 모방개량이 가능한 그룹
초발그룹	선진기술의 도입적용이 가능한 그룹
낙후그룹	연구개발 능력이 취약한 그룹

이전페이지 | 다음페이지

kdn21@kdn21.co.kr

진행률 : 80%

2018년도 기술수준평가 1차 델파이 설문 조사

2012년 보고서 | 2014년 보고서 | 2016년 보고서

PART 2. 평가

STEP 3. 최고기술 보유국 대비 각 국의 기술수준(%)

중점과학기술	세부기술	
[개요] 지능형 건물관리기술 논문/특허 분석 기술동향	[개요]	사물인터넷(IoT) 기반 건물 구조, 환경 및 설비 정보 감지·계측 기술
	[개요]	ICBM(IoT, Cloud, Big data, Mobile) 기반의 건물 관리 플랫폼 구축 기술
	[개요]	지능형 건물에너지 수요예측 및 제어·관리 성능평가 기술
	[개요]	지능형 건물 자동 제어 및 관리 기술

기술수준(%)	• 최고기술 보유국(1위 국가)의 기술수준(100%) 대비 상대적 기술수준으로 현재까지 달성한 과학기술적 성과와 창출된 지식의 효용 및 효과 뿐 아니라 해당 과학기술과 관련된 물적·인적 능력의 역량을 포괄
기술격차(년)	• 최고기술 보유국(1위 국가)의 현재 기술수준에 도달하는데 소요될 것으로 예측되는 기간

■ 2018년 현재, 최고기술 보유국(100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차를 국가별로 선택하여 주십시오.

국가		기술수준(%)	기술격차(년)	판단근거
선도그룹	중국	100 %	0년 0개월	• 지속적인 정부 투자와 관심을 바탕으로 기존보다 에너지 효율 이 20% 향상된 소재를 최근 개 발 • 최근 게임 지능 및 창작 지능 분 야에서 관련된 논문을 주로최고 기술 보유국이 발표하고 있으며 연구 활동도 활발
선도그룹	일본	%	0 년 선택 개월	(예시) • 최고기술 보유국이 2년 전 달성 한 연구 성과와 비슷한 수준의 결과를 근래에 제시 • 최고기술 보유국이 확보한 알고리즘의 성능 대비 하여 80% 수준
선도그룹	한국	%	0 년 선택 개월	
선도그룹	미국	%	0 년 선택 개월	



선도 그룹	EU	%	0 년 선택 개월	

이전페이지 다음페이지

kdn21@kdn21.co.kr

진행률 : 100%

2018년도 기술수준평가 1차 델파이 설문 조사

2012년 보고서 2014년 보고서 2016년 보고서

PART 2. 평가

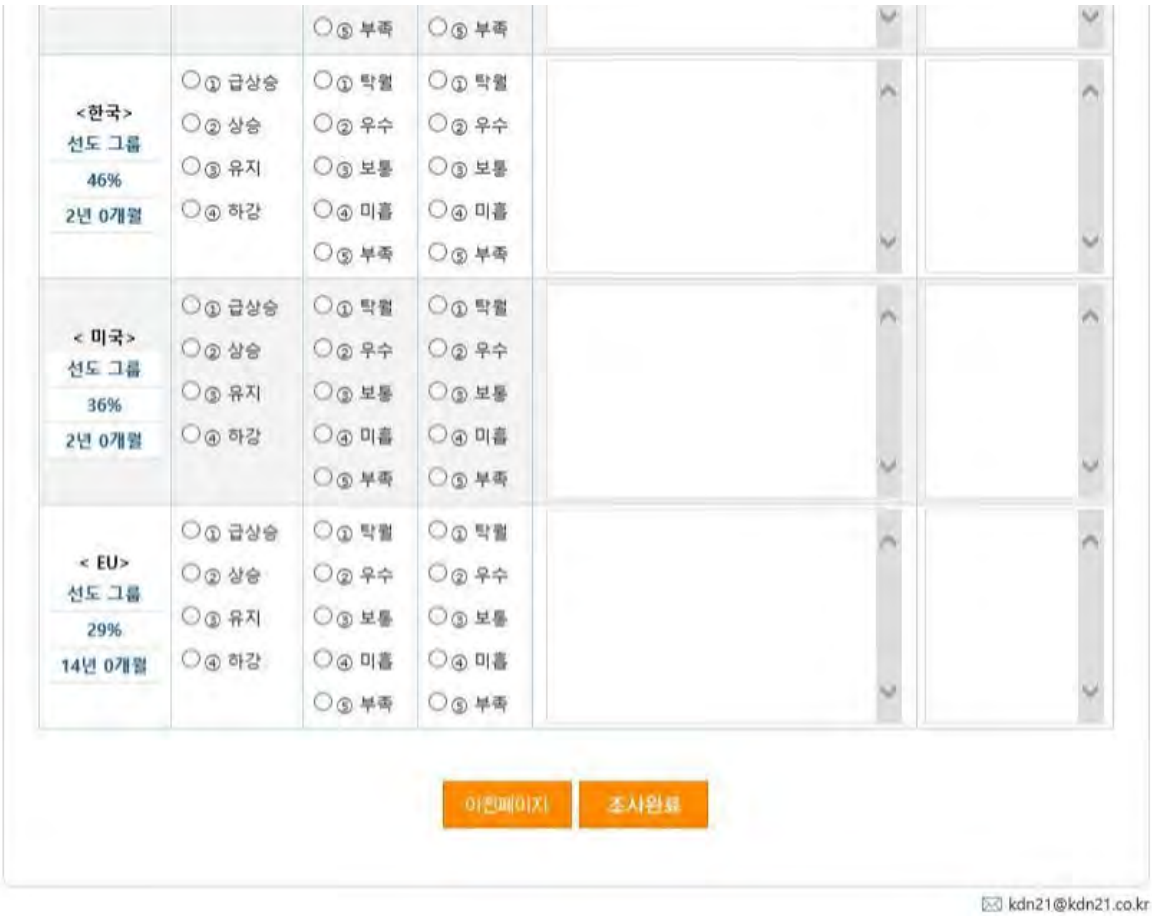
STEP 4. 각 국가별 기술동향

중점과학기술	세부기술	
[개요] 지능형 물류체계기술 논문/특허 분석 기술동향	[개요]	모바일 인터넷 통신기술 기반 화물운송 매칭 기술
	[개요]	무선전력전송기술 기반 전용인프라 사용 저탄소 화물수송 기술
	[개요]	스마트 머신 기술기반 무인택배기술
	[개요]	물류시설 내 화물·장비 위치 및 상태 실시간 파악기술
	[개요]	물류장비 고도화 기술
	[개요]	위험화물 안전운송 관리 기술
	[개요]	친환경 스마트 해상 물류서비스 기술

■ 각 국가별 연구개발 활동 경향과 단계별 역량을 평가해 주십시오.

* 연구개발 활동 경향은 최근 5년 동안의 해당 중점과학기술에 대한 평가 대상 국가내의 관심과 지원 및 연구 활동 추세를 바탕으로 판단

국가 기술수준 그룹 기술수준 기술격차	연구개발 활동 경향*	연구단계별 역량		강점분야 (기술, 인력, 인프라 등)	기타 (미흡한 점, 기술수준 변화 양상 등)
		기초연구	응용개발 연구		
<중국> 선도그룹 100% 0년 0개월	○① 급상승 ○② 상승 ○③ 유지 ○④ 하강	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡 ○⑤ 부족	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡 ○⑤ 부족		
<일본> 선도 그룹 100% 0년 0개월	○① 급상승 ○② 상승 ○③ 유지 ○④ 하강	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡		



		○⑤ 부족	○⑤ 부족		
<한국> 선도 그룹 46% 2년 0개월	○① 급상승 ○② 상승 ○③ 유지 ○④ 하강	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡 ○⑤ 부족	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡 ○⑤ 부족		
< 미국> 선도 그룹 36% 2년 0개월	○① 급상승 ○② 상승 ○③ 유지 ○④ 하강	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡 ○⑤ 부족	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡 ○⑤ 부족		
< EU> 선도 그룹 29% 14년 0개월	○① 급상승 ○② 상승 ○③ 유지 ○④ 하강	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡 ○⑤ 부족	○① 탁월 ○② 우수 ○③ 보통 ○④ 미흡 ○⑤ 부족		

이전페이지 조사완료

kdn21@kdn21.co.kr



2018년도 기술수준평가 1차 델파이 설문 조사

설문에 응답해 주셔서 감사합니다.

응답해 주신 의견과 소중한 정보는 통계법 제33조(비밀의 보호)에 의거하여

통계분석 목적으로만 활용되며 연구 이외의 목적으로는 사용되지 않습니다.

아울러, 2차 델파이 설문조사는 '18년 8월 20일부터 실시될 예정이오니, 적극적인 참여 부탁드립니다.

kdn21@kdn21.co.kr

2018년도 기술수준평가 2차 델파이 설문 조사

안녕하십니까?

과학기술정보통신부와 **한국과학기술기획평가원(KISTEP)**은 법령*에 따라 **국가적으로 중요한 핵심기술의 기술수준을 진단**하는 기술수준평가를 **매 2년마다 실시**하고 있습니다. (*근거: 과학기술기본법 제14조 및 동법 시행령 제24조)
기술수준평가의 결과는 **과학기술 관련 중장기 계획 및 R&D 예비타당성조사** 등에 활용되고 있으며,
국가과학기술자문회의 운영위원회에 보고됩니다.

2018년 기술수준평가는 **제4차 과학기술기본계획('18~'22)의 120개 중점과학기술**을 대상으로 **주요국(미국, EU, 일본, 중국) 대비 우리나라의 기술수준을 평가**함으로써 기술수준향상을 위한 시책을 수립하는 데에 목적을 두고 있습니다. 특히,
올해부터는 R&D 주요 부처, 관련 단체 등에서 추천된 권위 있는 전문가를 위촉하여 평가를 진행하고 있습니다.

본 설문조사는 중점과학기술의 국가별 기술수준에 대한 전문가 의견을 수렴하기 위한 과정으로서 총 2회에 걸쳐 실시되는 델파이 조사 중 2차 조사입니다. 2차 조사에서는 1차 조사시 작성된 **다른 전문가들의 의견을 공유**할 수 있으며,
본인의 의견을 수정 할 수도 있습니다. **본 조사에서 평가하신 내용이 최종 기술수준평가 결과로 도출**된다는 점을 유념해주시기 바랍니다.

2차 조사의 조사기한은 9월 5일까지이며, 바쁘시겠지만 기한 내에 조사 참여를 요청 드립니다.
문의사항은 아래 문의처를 참고하여 주시기 바랍니다.

성명과 비밀번호(핸드폰 끝 4자리)를 입력해 주십시오.

성명	
비밀번호	

조사 참여하기

○ 설문 내용 관련 문의 : KISTEP 한국과학기술기획평가원 조아라 부연구위원 02-589-2785 foresightcenter@kistep.re.kr
○ 온라인 조사 시스템 관련 문의 : KDN 김현일 차장 02-2183-9138 gusdlf@kdn21.co.kr

2018년도 기술수준평가 2차 델파이 설문 조사

○ PART1. 기본정보 확인

한글성명	test
중점과학기술분야	스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술

* 위의 정보에 오류가 있을 경우 foresightcenter@kistep.re.kr로 메일 주시기 바랍니다.

다음페이지

조사참여시 유의사항

천천히 읽어보시고 조사에 참여해 주세요

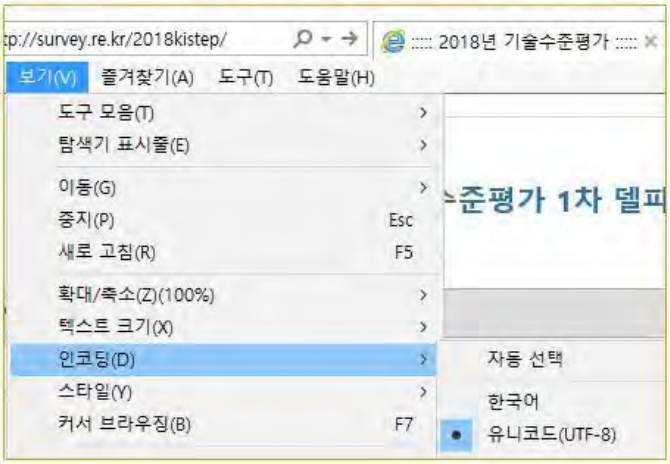
1 뒤로가기 금지



설문진행 중에 뒤로가기 버튼을 사용하지 마시고 아래의 이전페이지 버튼을 이용해 주세요

2 한글깨짐

한글이 깨져 보이실 경우 상단 보기 또는 페이지 메뉴에서 인코딩을 **유니코드(UTF-8)** 로 선택해 주세요.



3 팝업차단 해제

Internet Explorer

–〉 (상단)**도구**–〉 **팝업 차단 끄기**

Chrome

(오른쪽 상단) ⋮ **설정**–〉(하단)**고급**–〉**콘텐츠 설정**–〉**팝업**–〉**허용 추가** : http://survey.re.kr/2018kistep

Microsoft edge

(오른쪽 상단) ··· **설정**–〉**고급 설정 보기**–〉**팝업 차단**–〉**끔**

4 설문 재참여

설문을 중단하셔도 이메일에서
재접속하시면 재참여가 가능합니다.

5 페이지 로딩

다음 페이지 로딩 시
다소 시간이 걸릴 수 있으니
기다려 주십시오.

이전페이지 다음페이지

2018년도 기술수준평가 2차 델파이 설문 조사

◎ 조사안내 ◎

- 1차 델파이 조사 결과를 보시고, 필요시 귀하의 답변을 수정하실 수 있습니다
- 수정이 가능한 부분은 이와 같이 붉은색 음영으로 표시되어 있습니다.
- 귀하의 평가는 **붉은색**, 1차델파이 전체응답결과는 **녹색(바)**로 표시됩니다.

<사분위수 설명>	
Q1(1사분위수)	데이터의 25%가 이 값보다 작거나 같음
M(중간값)	데이터의 50%가 이 값보다 작거나 같음
Q3(3사분위수)	데이터의 75%가 이 값보다 작거나 같음

데이터를 크기 순으로 배열하였을 때



즉, 초록색 음영부분은 '데이터의 상위 25%와 하위 25%를 제외한 결과값의 범위'입니다.

이전페이지 다음페이지

kdn21@kdn21.co.kr

진행률 : 20%

2018년도 기술수준평가 2차 델파이 설문 조사

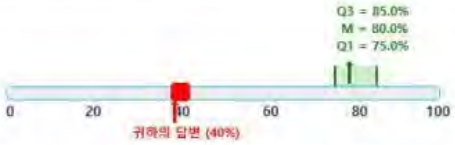
2018년 보고서 | 2014년 보고서 | 2010년 보고서

PART 2. 평가

STEP 1.

중점과학기술	세부기술	
[개요] 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술 논문/특허 분석 기술동향	[개요]	스마트기술 기반 통합 수자원 및 물관리 기술
	[개요]	스마트 고효율 상하수도 시스템 및 최적 관리 기술
	[개요]	초연결 그린인프라 및 저영향개발기법 기반 도시 물순환 개선 기술
	[개요]	친환경적 하천 및 댐 유역 유지 관리 기술
	[개요]	물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술
	[개요]	극한 수재해 예경보·대응 및 관리 기술
	[개요]	분산형 대체 수자원 확보 및 물재이용 기술
	[개요]	물-에너지-식량 연계 기술
	[개요]	해수담수화 고도화 기술

■ *스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술* 기술분야에서의 최고기술보유국 대비 국가별 상대적 기술 수준을 조사한 1차 델파이 조사 결과입니다.
전체 응답 결과를 보시고, 필요시 순위와 기술 수준 그룹을 수정해 주십시오.
※ 기술수준이 동등하다고 생각하시면 부등호 > 를 = 로 수정해 주십시오.
※ 다음 페이지에서 기술수준(%) 값과, 년도격차 (년) 값을 수정할 수 있습니다.



◎ 붉은색 화살표는 귀하의 1차 델파이 답변을 의미하며, 다음 페이지에서 수정이 가능합니다.
◎ 초록색 바는 1차 델파이 전체 응답 결과를 의미하며, 바의 왼쪽은 Q1, 오른쪽은 Q3를 의미합니다.

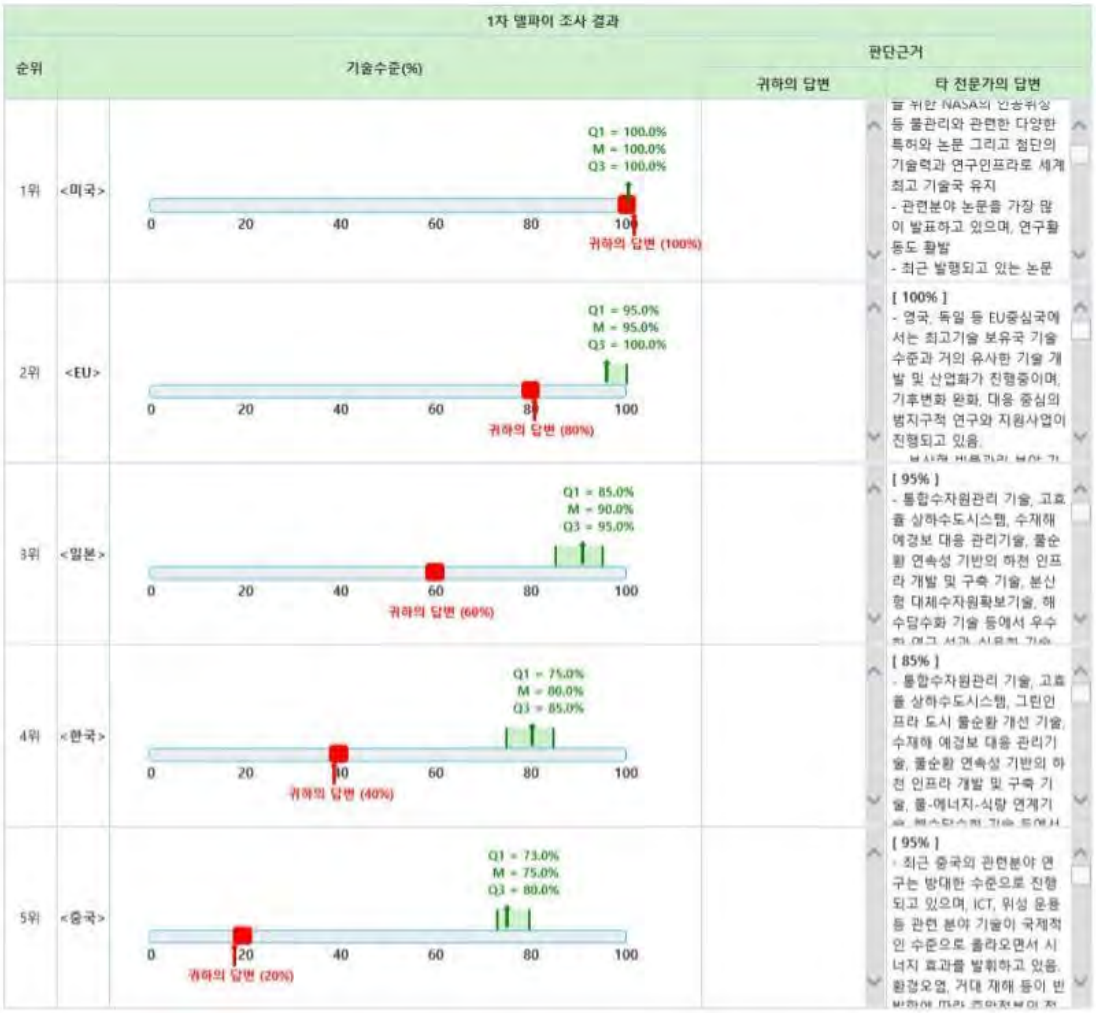
<사분위수 설명>

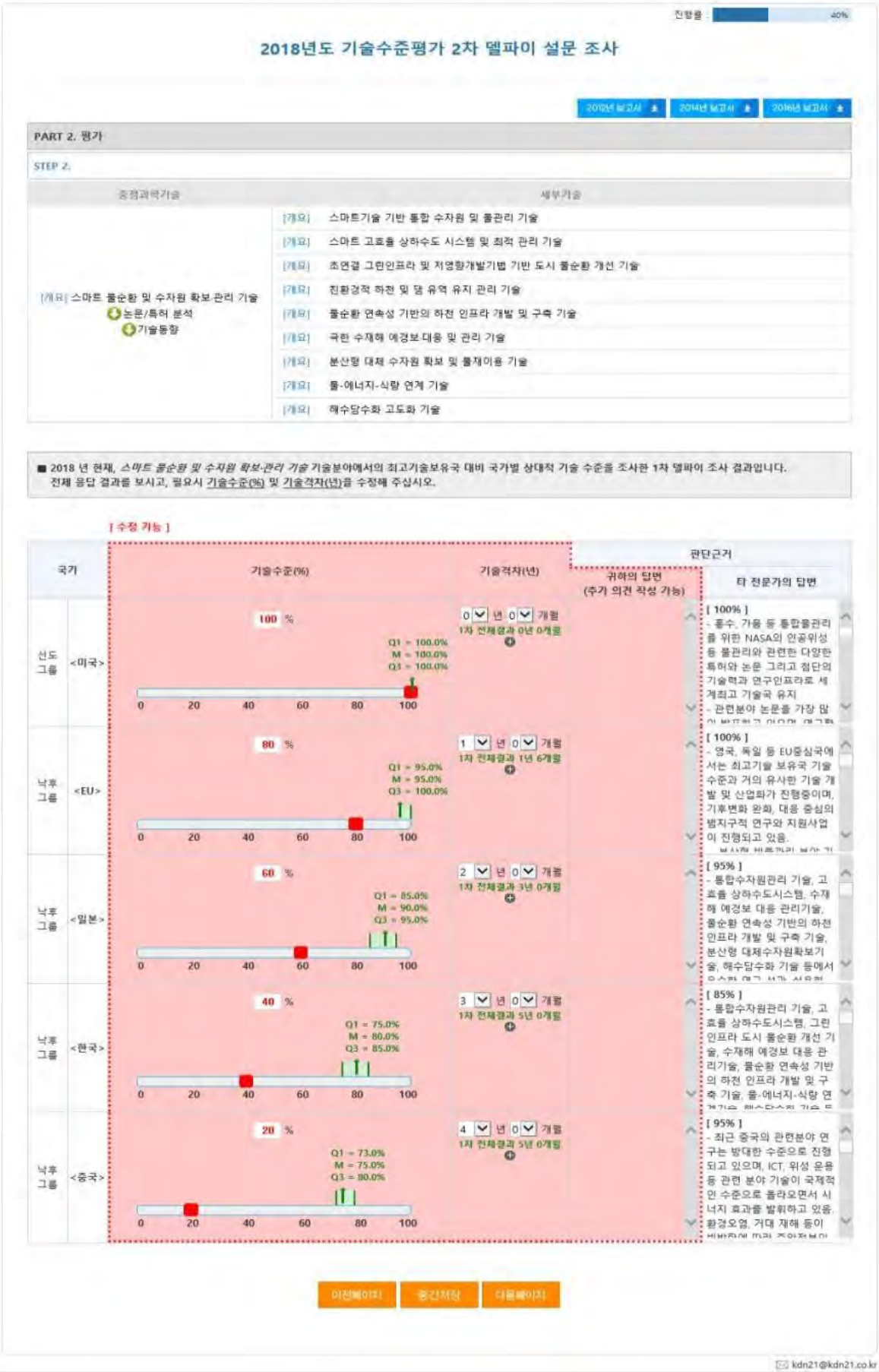
Q1(1사분위수)	데이터의 25%가 이 값보다 작거나 같음
M(중간값)	데이터의 50%가 이 값보다 작거나 같음
Q3(3사분위수)	데이터의 75%가 이 값보다 작거나 같음

데이터를 크기 순으로 배열하였을 때



즉, 초록색 음영부분은 '데이터의 상위 25%와 하위 25%를 제외한 결과값의 범위'입니다.


1차 델파이 조사 결과
순위
기술수준(%)
판단근거
귀하의 답변
타 전문가의 답변
1위 <미국>
Q1 = 100.0%
M = 100.0%
Q3 = 100.0%
0 20 40 60 80 100
귀하의 답변 (100%)
2위 <EU>
Q1 = 95.0%
M = 95.0%
Q3 = 100.0%
귀하의 답변 (80%)
[100%]
- 영국, 독일 등 EU중심국에서는 최고기술 보유국 기술수준과 거의 유사한 기술 개발 및 산업화가 진행중이며, 기후변화 완화, 대응 중심의 범지구적 연구와 지원사업이 진행되고 있음.
3위 <일본>
Q1 = 85.0%
M = 90.0%
Q3 = 95.0%
귀하의 답변 (60%)
[95%]
- 통합수자원관리 기술, 고효율 상하수도시스템, 수재해 예경보 대응 관리기술, 물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술, 분산형 대체수자원확보기술, 해수담수화 기술 등에서 우수
4위 <한국>
Q1 = 75.0%
M = 80.0%
Q3 = 85.0%
귀하의 답변 (40%)
[85%]
- 통합수자원관리 기술, 고효율 상하수도시스템, 그린인프라 도시 물순환 개선 기술, 수재해 예경보 대응 관리기술, 물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술, 물-에너지-식량 연계기
5위 <중국>
Q1 = 73.0%
M = 75.0%
Q3 = 80.0%
귀하의 답변 (20%)
[95%]
- 최근 중국의 관련분야 연구는 방대한 수준으로 진행되고 있으며, ICT, 위성 운용 등 관련 분야 기술이 국제적인 수준으로 올라오면서 시너지 효과를 발휘하고 있음. 환경오염, 거대 재해 등이 빈
■ 위의 1차 델파이 조사 결과를 보시고 필요시 순위와 기술 수준 그룹을 수정해 주십시오.
※ 기술수준이 동등하다고 생각하시면 부등호 > 를 = 로 수정해 주십시오.
[수정 기능]
기술수준 높음
기술수준 낮음
1위
2위
3위
4위
5위
미국
EU
일본
한국
중국
선도그룹
낙후그룹
이전페이지
중간저장
다음페이지



진행율 : 40%

2018년도 기술수준평가 2차 델파이 설문 조사

2018년 보고서 | 2014년 보고서 | 2016년 보고서

PART 2. 평가

STEP 2.

중점과학기술	세부기술
[개요] 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술 논문/특허 분석 기술동향	[개요] 스마트기술 기반 통합 수자원 및 물관리 기술
	[개요] 스마트 고효율 상하수도 시스템 및 최적 관리 기술
	[개요] 초연결 그린인프라 및 저영향개발기법 기반 도시 물순환 개선 기술
	[개요] 친환경적 하천 및 댐 유역 유지 관리 기술
	[개요] 물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술
	[개요] 국한 수재해 예경보 대응 및 관리 기술
	[개요] 분산형 대체 수자원 확보 및 물재이용 기술
	[개요] 물-에너지-식량 연계 기술
	[개요] 해수담수화 고도화 기술

■ 2018 년 현재, *스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술* 기술분야에서의 최고기술보유국 대비 국가별 상대적 기술 수준을 조사한 1차 델파이 조사 결과입니다.
전체 응답 결과를 보시고, 필요시 기술수준(%) 및 기술격차(년)을 수정해 주십시오.

[수정 가능]

국가	기술수준(%)	기술격차(년)	판단근거: 귀하의 답변 (추가 의견 작성 가능)	판단근거: 타 전문가의 답변
선도 그룹 <미국>	100 % Q1 = 100.0% M = 100.0% Q3 = 100.0%	0 년 0 개월 1차 전체결과 0년 0개월		[100%] - 홍수, 가뭄 등 통합물관리를 위한 NASA의 인공위성 등 물관리와 관련한 다양한 특허와 논문 그리고 첨단의 기술력과 연구인프라로 세계최고 기술국 유지 - 관련분야 논문을 가장 많
낙후 그룹 <EU>	80 % Q1 = 95.0% M = 95.0% Q3 = 100.0%	1 년 0 개월 1차 전체결과 1년 6개월		[100%] - 영국, 독일 등 EU중심국에서는 최고기술 보유국 기술 수준과 거의 유사한 기술 개발 및 산업화가 진행중이며, 기후변화 완화, 대응 중심의 범지구적 연구와 지원사업이 진행되고 있음.
낙후 그룹 <일본>	60 % Q1 = 85.0% M = 90.0% Q3 = 95.0%	2 년 0 개월 1차 전체결과 3년 0개월		[95%] - 통합수자원관리 기술, 고효율 상하수도시스템, 수재해 예경보 대응 관리기술, 물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술, 분산형 대체수자원확보기술, 해수담수화 기술 등에서
낙후 그룹 <한국>	40 % Q1 = 75.0% M = 80.0% Q3 = 85.0%	3 년 0 개월 1차 전체결과 5년 0개월		[85%] - 통합수자원관리 기술, 고효율 상하수도시스템, 그린인프라 도시 물순환 개선 기술, 수재해 예경보 대응 관리기술, 물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술, 물-에너지-식량 연
낙후 그룹 <중국>	20 % Q1 = 73.0% M = 75.0% Q3 = 80.0%	4 년 0 개월 1차 전체결과 5년 0개월		[95%] - 최근 중국의 관련분야 연구는 방대한 수준으로 진행되고 있으며, ICT, 위성 운용 등 관련 분야 기술이 국제적인 수준으로 올라오면서 시너지 효과를 발휘하고 있음. 환경오염, 거대 재해 등이

이전페이지 | 중간저장 | 다음페이지

kdn21@kdn21.co.kr


진행률 : 60%
2018년도 기술수준평가 2차 델파이 설문 조사
2012년 보고서
2014년 보고서
2016년 보고서
PART 2. 평가
STEP 3.
중점과학기술
세부기술
[개요] 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술
논문/특허 분석
기술동향
[개요] 스마트기술 기반 통합 수자원 및 물관리 기술
[개요] 스마트 고효율 상하수도 시스템 및 최적 관리 기술
[개요] 초연결 그린인프라 및 저영향개발기법 기반 도시 물순환 개선 기술
[개요] 친환경적 하천 및 댐 유역 유지 관리 기술
[개요] 물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술
[개요] 극한 수재해 예경보·대응 및 관리 기술
[개요] 분산형 대체 수자원 확보 및 활용이용 기술
[개요] 물-에너지-식량 연계 기술
[개요] 해수담수화 고도화 기술
■ 2018 년 현재, 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술 기술분야에서의 최고기술보유국 대비 국가별 상대적 기술 수준을 조사한 1차 델파이 조사 결과 입니다.
전체 응답 결과를 보시고, 필요시 기술수준 그룹을 수정해 주십시오.
[수정 가능]
1차 델파이 결과
귀하의 답변
국가
기술수준(%)
기술격차(년)
선도그룹
<미국>
100 %
Q1 = 100.0 %
M = 100.0 %
Q3 = 100.0 %
0 년 0 개월
1차 전체결과 0년 0개월
낙후그룹
<EU>
80 %
Q1 = 95.0 %
M = 95.0 %
Q3 = 100.0 %
1 년 0 개월
1차 전체결과 1년 6개월
낙후그룹
<일본>
60 %
Q1 = 85.0 %
M = 90.0 %
Q3 = 95.0 %
2 년 0 개월
1차 전체결과 3년 0개월
낙후그룹
<한국>
40 %
Q1 = 75.0 %
M = 80.0 %
Q3 = 85.0 %
3 년 0 개월
1차 전체결과 5년 0개월
낙후그룹
<중국>
20 %
Q1 = 73.0 %
M = 75.0 %
Q3 = 80.0 %
4 년 0 개월
1차 전체결과 5년 0개월
0
20
40
60
80
100



기술수준 그룹	설명
선도그룹	기술분야를 선도하고 있는 그룹
추격그룹	선진기술의 모방개량이 가능한 그룹
후발그룹	선진기술의 도입적용이 가능한 그룹
낙후그룹	연구개발 능력이 취약한 그룹

이전페이지 중간저장 다음페이지

kdn21@kdn21.co.kr



진행률 : 80%

2018년도 기술수준평가 2차 델파이 설문 조사

2012년 보고서 2014년 보고서 2016년 보고서

PART 3. 2차 델파이 문항

STEP 4. 기술수준 향상을 위한 중점 추진 정책

중점과학기술	세부기술
[개요] 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술 논문/특허 분석 기술동향	[개요] 스마트기술 기반 통합 수자원 및 물관리 기술
	[개요] 스마트 고효율 상하수도 시스템 및 최적 관리 기술
	[개요] 초연결 그린인프라 및 저영향개발기법 기반 도시 물순환 개선 기술
	[개요] 친환경적 하천 및 댐 유역 유지 관리 기술
	[개요] 물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술
	[개요] 극한 수재해 예경보·대응 및 관리 기술
	[개요] 분산형 대체 수자원 확보 및 물재이용 기술
	[개요] 물-에너지-식량 연계 기술
	[개요] 해수담수화 고도화 기술

■ 해당 기술의 수준 향상을 위해 향후 5년간 정부가 중점을 두어 추진해야 할 정책의 우선 순위(상대적 시급도)를 평가해 주십시오.

	국내 협력촉진	국제 협력촉진	인력양성 및 유지	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
상대적 시급도(순위)	1순위	2순위	3순위	4순위	5순위	6순위
기타						

이전페이지 중간저장 다음페이지

kdn21@kdn21.co.kr

진행률 : 100%

2018년도 기술수준평가 2차 델파이 설문 조사

2012년 보고서 | 2014년 보고서 | 2016년 보고서

PART 3. 2차 델파이 문항

STEP 5. 기술수준 향상방안

중점과학기술	세부기술	
[개요] 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술 논문/특허 분석 기술동향	[개요]	스마트기술 기반 통합 수자원 및 물관리 기술
	[개요]	스마트 고효율 상하수도 시스템 및 최적 관리 기술
	[개요]	초연결 그린인프라 및 저영향개발기법 기반 도시 물순환 개선 기술
	[개요]	친환경적 하천 및 댐 유역 유지 관리 기술
	[개요]	물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술
	[개요]	극한 수재해 예경보·대응 및 관리 기술
	[개요]	분산형 대체 수자원 확보 및 물재이용 기술
	[개요]	물-에너지-식량 연계 기술
	[개요]	해수담수화 고도화 기술

■ 해당 기술의 수준 향상을 위해 앞으로 정부가 해야 할 정책에 대해 분야별로 자유롭게 의견을 주시기 바랍니다.

분야	정책 제언
국내 협력촉진	
국제 협력촉진	
인력양성 및 유치	
인프라 구축	
법·제도 개선	
연구비 확대	

■ 설문지 구현상의 실수로 기타 부분이 누락되서 타 기술과의 융복합 및 중점 추진 기술분야 등 추가로 하실 내용이 있으신지 문의드립니다

분야	정책 제언
기타 (타 기술과의 융복합, 중점 추진 기술분야 등)	



kdn21@kdn21.co.kr

2018년도 기술수준평가 2차 델파이 설문 조사

설문에 응답해 주셔서 감사합니다.

응답해 주신 의견과 소중한 정보는 통계법 제33조(비밀의 보호)에 의거하여

통계분석 목적으로만 활용되며 연구 이외의 목적으로는 사용되지 않습니다.

kdn21@kdn21.co.kr

별첨5 기술수준평가 운영위원회 위원 명단

분야	성명	소속	직위
위원장	윤 석 진	한국과학기술연구원	부원장
건설·교통	이 갑 재	국토교통과학기술진흥원 기획7팀	팀장
재난·안전	이 종 설	국립재난안전연구원 안전연구실	실장
우주·항공·해양	황 진 영	한국항공우주연구원 정책연구부	책임연구원
국방	최 중 환	국방기술품질원	수석연구원
기계·제조	주 원	현대경제연구원 경제연구실	실장
소재·나노	김 기 범	서울대학교 재료공학부	교수
농림수산·식품	신 완 식	농림식품기술기획평가원 전략기획본부	본부장
생명·보건·의료	이 승 규	한국바이오협회	부회장
에너지·자원	장 재 형	광주과학기술원 차세대에너지연구소	소장
환경·기상	채 여 라	한국환경정책평가연구원	연구위원
ICT·SW	최 상 미	한국전자정보통신산업진흥회 산업지원본부	본부장

별첨6 2018년 기술수준평가 참여 전문가 명단

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
①건설·교통 (11)	001	지능형 건물관리기술	김선숙	아주대학교	박효선	연세대학교
			김영돈	(주)하나기연	이승복	연세대학교
			김종엽	한국토지주택공사	이태원	한국건설기술연구원
			문현준	단국대학교	조재희	(주)에코메카
			박병용	(재)한국건설생활환경시험연구원	지영민	전자부품연구원
	002	친환경 다기능 건설재료 기술	김병일	서울과학기술대학교	이병권	한국환경정책·평가연구원
			김성욱	한국건설기술연구원	이상수	한밭대학교
			김진만	공주대학교	정재권	(사)한국콘크리트학회
			송승영	이화여자대학교	조계홍	한국석회석신소재연구소
			이도헌	공주대학교	표석훈	울산과학기술원
	003	스마트홈 기술	공성호	SK텔레콤(주)	이규복	전자부품연구원
			김영억	광운대학교	이성옥	한국건설기술연구원
			박호진	한국전자통신연구원	전진용	한양대학교
			심민보	다담마이크로(주)	정광수	광운대학교
			윤주범	세종대학교	조휘만	한국토지주택공사
	004	지속가능한 도시재생 기술	류중석	중앙대학교	이태문	동의대학교
			박부미	동서대학교	조삼덕	한국건설기술연구원
			여인호	한국철도기술연구원	최명철	(주)단우건축사사무소
			이석환	경성대학교	최호현	국토교통과학기술진흥원
			이왕건	국토연구원	추승연	경북대학교
	005	스마트시티 구축 및 운영 기술	김걸	한국교원대학교	위성복	한국토지주택공사
			김진호	수원과학대학교	유소영	한국철도기술연구원
			문대섭	한국철도기술연구원	이희용	인천스마트시티(주)
			손정렬	서울대학교	정명훈	(주)KT
			여명석	서울대학교	최진무	경희대학교
	006	국토공간정보 구축 및 분석기술	강혜영	(주)올포랜드	안재성	경일대학교
			김대종	국토연구원	이종훈	공간정보기술(주)

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			김은경	(주)신한항업	정재준	성신여자대학교
			김호용	동아대학교	황정래	공간정보산업진흥원
			송기성	공간정보산업진흥원	황철수	경희대학교
	007	지속가능한 인프라 구조물 건설기술	구영성	국토교통과학기술진흥원	소광호	원광대학교
			김민현	한국항공우주연구원	이용택	한밭대학교
			김영근	(주)건화	정문경	한국건설기술연구원
			박태근	목원대학교	조선경	고양시청
			배정	삼부토건(주)	하태휴	포스코
	008	빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술	김경민	대우건설 기술연구원	성주현	한국시설안전공단
			김규선	한국시설안전공단	유영화	국토교통과학기술진흥원
			김성준	건국대학교	이종섭	고려대학교
			김영진	한국콘크리트학회	임석빈	한국시설안전공단
			박기태	한국건설기술연구원	정형조	한국과학기술원
	009	스마트 도로교통 기술	강경표	한국교통연구원	문희석	자동차부품연구원
			김경석	공주대학교	박재형	메타빌드(주)
			김수지	한국지능형교통체계협회	오철	한양대학교
			김태형	한국교통연구원	이백진	국토연구원
			류승기	한국건설기술연구원	이영균	한국지능형교통체계협회
	010	스마트 철도교통 기술	권세곤	한국철도공사	오세찬	한국철도기술연구원
			김정태	한국철도기술연구원	윤학선	한국철도시설공단
			김철수	한국교통대학교	조국환	서울과학기술대학교
			박광복	(주)성신알에스티	조상휘	군산대학교
			박정준	한국철도기술연구원	조용현	한국철도기술연구원
	011	지능형 물류체계기술	박순호	(주)케이엘넷	이병진	한화 S&C
			배혜림	부산대학교	이석	한국철도기술연구원
			신승식	전남대학교	이창호	인하대학교
			안경림	더케이컨설팅	정성용	CJ대한통운
			양현석	지팬스 스마트로	최상희	한국해양수산개발원
②재난 안전 (4)	012	복합재난 스마트 예측·대응기술	김경준	국립재난안전연구원	윤동근	연세대학교
			김윤희	동의대학교	이인복	숭실대학교
			김응	한국해양과학기술원	장창봉	리스크씨에스피

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			단승규	한국가스공사	조성호	한양대학교
			심경옥	경성대학교	한우석	국토연구원
	013	범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술	권종화	한국전자통신연구원	이명우	원광대학교
			김내수	한국전자통신연구원	정규희	국립과학수사연구원
			김의수	한국교통대학교	정현승	한국철도기술연구원
			명도현	김천대학교	한상암	원광대학교
			유장희	한국전자통신연구원	홍기종	인터파크바이오융합연구소
	014	재난 전주기 정보통신체계기술	구현희	(주)싱크테크노	이태식	한국방재안전관리사중앙회
			김병식	강원대학교	장경희	인하대학교
			송평중	한국전자통신연구원	장대익	한국전자통신연구원
			이용태	한국전자통신연구원	조동훈	LIG 넥스원(주)
			이재학	정보통신기술진흥센터	홍성복	(주)위니텍
	015	재난현장 소방구조 장비·시스템 기술	권성필	한국소방산업기술원	유용호	한국건설기술연구원
			김영렬	(주)진우에스엠씨	이강복	한국전자통신연구원
			박현주	(주)인포웍스	이관일	한국과학기술연구원
			백창선	세명대학교	정태황	한서대학교
			오태근	인천대학교	홍성호	방재시험연구원
③우주·항공·해양 (7)	016	우주발사체 개발 및 운용 기술	김진한	한국항공우주연구원	이정호	국방과학연구소
			김형진	경희대학교	이창진	건국대학교
			노태성	인하대학교	최정열	부산대학교
			박기수	한국과학기술원	한영민	한국항공우주연구원
			신의섭	전북대학교	허환일	충남대학교
	017	우주환경 관측·감시·분석 기술	김규홍	서울대학교	이승훈	한국항공우주연구원
			김병수	국토교통과학기술진흥원	이재진	한국천문연구원
			박영득	한국천문연구원	정대원	한국항공우주연구원
			변용익	연세대학교	정웅섭	한국천문연구원
			이동훈	경희대학교	조중현	한국천문연구원
	018	우주 탐사 및 활용 기술	김해동	한국항공우주연구원	지준화	극지연구소
			박찬	한국천문연구원	최기혁	한국항공우주연구원
			방효충	한국과학기술원	최영준	한국천문연구원
			이주희	한국항공우주연구원	최철성	한국천문연구원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			임형철	한국천문연구원	황도순	한국항공우주연구원
	019	유·무인 통합 자율 비행체 기술	강왕구	한국항공우주연구원	유창경	인하대학교
			김재환	한국항공우주연구원	유혁	한국항공우주연구원
			김현진	서울대학교	이기성	(주)네스앤텍
			성기정	넥스컴스(주)	정용운	한국항공우주연구원
			심현철	한국과학기술원	함흥빈	한국항공우주산업(주)
	020	유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술	강창봉	항공안전기술원	손흥선	울산과학기술원
			곽영길	한국항공대학교	윤혁진	한국철도기술연구원
			남기욱	한국항공우주연구원	이철수	LIG 넥스원(주)
			백승훈	국토교통과학기술진흥원	전대근	한국항공우주연구원
			부성춘	LIG 넥스원(주)	한재현	한국교통연구원
	021	지속가능한 해양공간 개발 기술	강윤구	세광종합기술단	이종인	전남대학교
			남성현	서울대학교	이한석	한국해양대학교
			박우선	한국해양과학기술원	정광회	현대건설(주)
			박원경	(주)대영엔지니어링	최현택	선박해양플랜트연구소
			백상규	(주)해랑기술정책연구소	홍사영	선박해양플랜트연구소
	022	극한공간 인프라 기술	강성호	극지연구소	오상호	한국해양과학기술원
			김동주	한국시설안전공단	정연주	한국건설기술연구원
			김영석	한국건설기술연구원	조성락	선박해양플랜트연구소
			김종욱	국토교통과학기술진흥원	최정민	해양수산과학기술진흥원
			남승일	극지연구소	최주형	한국조선해양기자재연구원
④국방 (3)	023	국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술	김문환	LIG 넥스원(주)	이계홍	한국로봇융합연구원
			민지홍	국방과학연구소	이기훈	광주과학기술원
			유찬우	국방과학연구소	전영민	한국과학기술연구원
			윤선일	LIG 넥스원(주)	정도현	자동차부품연구원
			윤일웅	국방기술품질원	조동일	서울대학교
	024	고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	김진석	국방과학연구소	이상준	한국표준과학연구원
			박동명	한화시스템	이성만	(주)한화 방산 종합연구소
			손재열	(주)한화 종합연구소	이정환	국방과학연구소
			송진동	한국과학기술연구원	조규공	국방과학연구소
			심행근	(주)한화	최주현	한국광기술원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
	025	전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술	김수일	국방과학연구소	이상진	국방과학연구소
			남정호	국방과학연구소	이일로	방위사업청
			류전희	국방과학연구소	이태호	국방과학연구소
			손영동	한양대학교	이호균	국방기술품질원
			심상흔	국방과학연구소	전경재	(주)코메스타
⑤기계·제조 (13)	026	선박 전생애주기 통합형 기반기술	강희진	선박해양플랜트연구소	문용돈	(유)오션이엔티
			김국현	동명대학교	이신형	서울대학교
			김대헌	(사)한국선급	이재기	신호산기(주)
			김정태	대우조선해양(주)	조대승	부산대학교
			김현수	인하공업전문대학	한성곤	대우조선해양(주)
	027	친환경·스마트 선박 기술	김정환	한국조선해양기자재연구원	윤익로	해양수산과학기술진흥원
			김진	선박해양플랜트연구소	이광일	한국해양대학교
			박한선	한국해양수산개발원	이진태	울산대학교
			안해성	선박해양플랜트연구소	장화섭	(사)한국선급
			유병석	한진중공업	천강우	(사)한국선급
	028	해양플랜트 실용화 기술	김동철	삼성중공업	우종훈	한국해양대학교
			문덕수	선박해양플랜트연구소	윤균중	삼성중공업
			성홍근	선박해양플랜트연구소	이인원	부산대학교
			안병권	충남대학교	정영록	(주)삼공사
			오진석	한국해양대학교	한성종	선박해양플랜트연구소
	029	친환경·스마트 플랜트 기반 기술	고재용	목포해양대학교	송종원	한국지역난방공사
			박성수	(주)노아엑츄에이션	양원	한국생산기술연구원
			백순창	주식회사 모이기술	정석주	한국조선해양플랜트협회
			서흥원	현대미포조선	정정훈	한국기계연구원
			성호진	고등기술연구원	허희영	삼성중공업
	030	스마트 자동차 기술	기석철	충북대학교	이상선	한양대학교
			김병우	울산대학교	이재관	자동차부품연구원
			노형주	자동차부품연구원	임기택	전자부품연구원
			연규봉	자동차부품연구원	최정단	한국전자통신연구원
			유시복	자동차부품연구원	황성호	성균관대학교
	031	친환경 고효율	구영모	자동차부품연구원	오승묵	한국기계연구원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
		자동차 기술	김용대	현대자동차	유준	현대자동차
			배충식	한국과학기술원	조희래	특허법인 PCR
			신외경	자동차부품연구원	최웅철	국민대학교
			양성모	전북대학교	한범석	자동차부품연구원
	032	적응형 서비스 로봇기술	고경철	한국과학기술원	이동욱	한국생산기술연구원
			곽관웅	세종대학교	최영호	한국로봇융합연구원
			김병수	(주)로보티즈	홍영진	한국로봇융합연구원
			김재홍	한국전자통신연구원	황정훈	전자부품연구원
			이관섭	한국철도기술연구원	황종규	한국철도기술연구원
	033	재난구조 및 극한탐사 로봇기술	김도익	한국과학기술연구원	서갑호	한국로봇융합연구원
			김무림	한국로봇융합연구원	서진호	부경대학교
			김진현	서울과학기술대학교	이정엽	현대로템(주)
			김진환	한국과학기술원	이정호	(주)레인보우로보틱스
			박동일	한국기계연구원	정태환	선박해양플랜트연구소
	034	스마트 제조로봇 기술	김연호	(주)디에스티로봇	손웅희	한국생산기술연구원
			김정훈	전자부품연구원	송재복	고려대학교
			박영제	성균관대학교	이용석	한양대학교
			박찬훈	한국기계연구원	조정산	한국생산기술연구원
			박현섭	한국과학기술원	홍성호	한국로봇융합연구원
	035	스마트 팩토리 기술	강경철	두산공작기계	송준엽	한국기계연구원
			권대현	LS산전	이진성	전자부품연구원
			김덕영	울산과학기술원	정태수	고려대학교
			박진우	서울대학교	조현보	포항공과대학교
			손지연	한국전자통신연구원	최동학	한국스마트제조산업협회
	036	고효율·초정밀 생산시스템 기술	김태원	화천기공(주)	윤선진	(주)디팜스테크
			김홍주	한국전기연구원	이석우	한국생산기술연구원
			민병권	연세대학교	이용복	한국과학기술연구원
			백승엽	인덕대학교	이재욱	한국생산기술연구원
			양승한	경북대학교	조양구	한국표준과학연구원
	037	3D 프린팅 장비·소재 기술	김한수	(사)3D프린팅산업협회	안동규	조선대학교
			김호찬	안동대학교	양승민	한국생산기술연구원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			문명운	한국과학기술연구원	유지훈	재료연구소
			박종복	한국광기술원	이낙규	한국생산기술연구원
			신진국	전자부품연구원	이동목	(주)맥스로텍
	038	3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술	강현덕	울산과학기술원	박근	서울과학기술대학교
			김건희	한국생산기술연구원	신화선	전자부품연구원
			김성복	헵시바(주)	이인환	충북대학교
			김진원	한국항공우주연구원	이창우	한국기계연구원
			김현덕	경북대학교	최주환	전자부품연구원
⑥소재·나노 (5)	039	기능성 유기소재 기술	공호열	한국화학연구원	이종휘	중앙대학교
			김윤희	경상대학교	정병문	재료연구소
			류두열	연세대학교	조성무	한국과학기술연구원
			손영아	충남대학교	최우진	한국화학연구원
			우한영	고려대학교	홍성우	한국생산기술연구원
	040	친환경 바이오소재 기술	강길선	전북대학교	신동욱	건국대학교
			김용호	성균관대학교	정병문	이화여자대학교
			김웅진	경희대학교	정지홍	한국과학기술연구원
			류훈	(주)삼양사	제갈종건	한국화학연구원
			박시재	이화여자대학교	주정찬	한국화학연구원
	041	고성능 금속소재 기술	김영식	삼성엔지니어링	어광준	재료연구소
			김정석	한국철도기술연구원	이진희	SK건설
			김택수	한국생산기술연구원	임창동	재료연구소
			손일	연세대학교	정우상	한국과학기술연구원
			손현택	한국생산기술연구원	정윤철	대구기계부품연구원
	042	나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술	강동훈	한국철도기술연구원	안치원	나노종합기술원
			구본철	한국과학기술연구원	이성민	한국세라믹기술원
			김명종	한국과학기술연구원	이재갑	한국과학기술연구원
			김승민	한국과학기술연구원	정우석	한국전자통신연구원
			김종우	재료연구소	한병동	재료연구소
	043	다기능 융·복합소재 기술	김도근	재료연구소	이세훈	재료연구소
			김상욱	한국과학기술원	이진우	재료연구소
			양철민	한국과학기술연구원	전상기	LG화학

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			엄문광	재료연구소	정선경	자동차부품연구원
			이상수	한국과학기술연구원	최경후	한국철도기술연구원
⑦농림수산·식품(9)	044	저항성 및 고기능성 품종개발 기술	강병철	서울대학교	서용원	고려대학교
			고희종	서울대학교	소윤섭	충북대학교
			권순욱	부산대학교	안상낙	충남대학교
			김현순	한국생명공학연구원	조광수	농촌진흥청
			문중경	국립농업과학원	한지학	(주)툴젠
	045	친환경 맞춤형 신재배기술	강호종	경남과학기술대학교	윤성탁	단국대학교
			사동민	충북대학교	이상현	전남대학교
			오택근	충남대학교	제연호	서울대학교
			우선희	충북대학교	좌재호	농촌진흥청
			우영회	국립한국농수산대학교	황승재	경상대학교
	046	스마트팜 기술	김영태	농업기술실용화재단	송준익	천안연암대학교
			김형석	한국과학기술연구원	이경환	전남대학교
			노주원	한국과학기술연구원	이정현	전남대학교
			박종석	충남대학교	이종원	한국농수산대학
			손정익	서울대학교	정경숙	농업기술실용화재단
	047	유용유전자 및 유전자원 개발 기술	김건아	서울대학교	윤병욱	경북대학교
			김혜란	한국생명공학연구원	이경태	국립축산과학원
			박순주	원광대학교	이효신	국립산림과학원
			백남천	서울대학교	조성환	(주)씨더스
			심동환	국립산림과학원	하선화	경희대학교
	048	친환경 사양기술	서성원	충남대학교	조철훈	서울대학교
			이상철	한국축산경제연구원	최낙진	전북대학교
			이승형	농협사료	최성호	충북대학교
			이지웅	전남대학교	추교문	농협사료
			조용민	농촌진흥청	황인호	전북대학교
	049	동물 질병 통제 기술	김원일	전북대학교	유성식	(주)중앙백신연구소
			박선일	강원대학교	윤장원	강원대학교
			박종현	농림축산검역본부	이상래	한국생명공학연구원
			박최규	경북대학교	이석	한국과학기술연구원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			서건호	건국대학교	최은진	농림축산검역본부
	050	ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술	권기원	전자부품연구원	서경석	해양수산과학기술진흥원
			김태호	전남대학교	오승용	한국해양과학기술원
			마창모	한국해양수산개발원	오현주	국립수산과학원
			박정환	부경대학교	이규태	(주)네오엔비즈
			배봉성	국립수산과학원	조재권	국립수산과학원
	051	식품안전성 평가·향상 기술	권요셉	한국기초과학지원연구원	류경열	국립농업과학원
			김기태	(재)금산국제인삼약초연구소	오세욱	국민대학교
			김명호	한국식품연구원	조현종	농협식품연구원
			김민식	연세대학교	최창순	중앙대학교
			김병식	이화여자대학교	하상도	중앙대학교
	052	식품가치창출기술	강세찬	경희대학교	박희동	경북대학교
			김명희	영남대학교	안창원	(주)농심
			김영찬	한국식품연구원	정국훈	(주)두산
			노문철	한국생명공학연구원	최인욱	한국식품연구원
			노유헌	(주)파미니티 연구소	허호진	경상대학교
⑧생명·보건의료 (21)	053	유전체정보를 이용한 질환 원인규명기술	김태민	서울대학교병원	이창현	서울대학교병원
			남승윤	가천대학교	이철주	한국과학기술연구원
			송규영	울산대학교	장대현	가톨릭대학교
			우현구	아주대학교	지헌영	연세대학교
			이상혁	이화여자대학교	최무림	서울대학교
	054	유전자 치료기술	김계성	한양대학교	윤채옥	한양대학교
			김석중	(주)툴젠	이동기	올릭스(주)
			김수정	코오롱생명과학	이성욱	단국대학교
			김태돈	한국생명공학연구원	정영미	부산대학교
			박기랑	충북보건과학대학교	정재균	바이로메드
	055	줄기세포 기능조절 기술	김재호	부산대학교	전용필	성신여자대학교
			김종훈	고려대학교	정초록	한국생명공학연구원
			도정태	건국대학교	조동규	성균관대학교
			오일환	가톨릭대학교	차혁진	서울대학교
			유승권	고려대학교	한동욱	건국대학교

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
	056	줄기세포 활용 기술	김대성	고려대학교	이홍준	(주)이바이오젠
			김수현	한국과학기술연구원	전홍배	메디포스트(주)
			김애리	차의과학대학교	정한성	전남대학교
			김장환	한국생명공학연구원	정형민	건국대학교
			손미영	한국생명공학연구원	하철원	성균관대학교
	057	맞춤형 신약 개발 기술	김인수	성균관대학교	이홍우	대원제약
			박현호	중앙대학교	임용택	성균관대학교
			서승용	가천대학교	전대원	한양대학교
			심태보	한국과학기술연구원	조성진	대구경북첨단의료 산업진흥재단
			이석묵	국민대학교	허정녕	한국화학연구원
	058	지능형 약물 전달 최적화 기술	강한창	가톨릭대학교	전상용	한국과학기술원
			김주희	(주)인벤티지랩	정성윤	서울아산병원
			설은영	(주)지투지바이오	정성훈	동국대학교
			이동윤	서울아산병원	한세광	포항공과대학교
			이승환	서울대학교병원	홍진기	연세대학교
	059	바이오마커 기술	권혁영	순천향의생명연구원	이민호	중앙대학교
			김태우	고려대학교	이한웅	연세대학교
			손미진	(주)수젠텍	전경희	연세대학교
			유향숙	한국생명공학연구원	조주연	서울대학교
			윤엽	성균관대학교	황응수	서울대학교
	060	불임·난임 극복기술	김기진	차의과학대학교	이상훈	고려대학교안암병원
			김석현	서울대학교	이정렬	서울대학교
			김훈	서울대학교	정미경	서울라헬여성의원
			박동욱	아주대학교	최영석	차의과학대학교
			박중신	서울대학교	한명석	동아대학교
	061	신·변종 감염병 대응기술	김기순	국립보건연구원	송만기	국제백신연구소
			김정기	고려대학교	안동호	(주)클립스
			김홍빈	분당서울대학교병원	이근화	제주대학교
			박만성	고려대학교	이재면	연세대학교
			박순희	한림대학교	조남혁	서울대학교

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
	062	한의약 효능 및 기전 규명기술	강기성	가천대학교	손창규	대전대학교
			고성규	경희대학교	오원근	서울대학교
			김진숙	한국한의학연구원	이준환	한국한의학연구원
			류연희	한국한의학연구원	채성욱	한국한의학연구원
			손미원	(주)바이로메드	함성호	(주)경방신약
	063	의료영상융합기술	김광명	한국과학기술연구원	유양모	서강대학교
			김철홍	포항공과대학교	이시욱	계명대학교
			박상준	메디컬아이피	이호	연세대학교
			박승우	한국원자력의학원	장용민	경북대학교
			송윤호	한국전자통신연구원	하재규	삼성메디슨
	064	재활 치료 및 생활지원 기기 기술	김윤혁	경희대학교	윤세진	(주)리메드
			김정석	가천대학교	윤인찬	한국과학기술연구원
			박철우	좋은선린병원	장성호	한양대학교
			송원경	국립재활원	정선근	서울대학교
			원병희	한국생산기술연구원	태기식	건양대학교
	065	생체적합 재료 개발기술	김유찬	한국과학기술연구원	박종철	연세대학교
			김태희	한국생산기술연구원	성학준	연세대학교
			민준홍	중앙대학교	아영창	동방메디컬
			박경찬	서울대학교	윤희숙	재료연구소
			박윤정	서울대학교	차형준	포항공과대학교
	066	초정밀 의료용 로봇 기술	김성완	서울대학교	이성온	한양대학교
			김종현	대구경북과학기술원	이우섭	한국과학기술연구원
			나군호	연세대학교	전승문	공주대학교
			박성수	고려대학교 안암병원	한재호	고려대학교
			우현수	한국기계연구원	황희선	한국로봇융합연구원
	067	질병진단 바이오칩 기술	김소연	피씨엘(주)	이관희	한국과학기술연구원
			김수옥	진매트릭스	이창수	충남대학교
			서정목	연세대학교	정석	고려대학교
			손동희	한국과학기술연구원	최호순	한양대학교
			유용상	한국과학기술연구원	홍수린	차의과학대학교

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
	068	바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술	김선욱	한국생명공학연구원	박의균	경북대학교
			김송철	서울아산병원	석현광	한국과학기술연구원
			김지현	연세대학교	윤건호	가톨릭대학교
			김형룡	대구경북과학기술원	최낙원	한국과학기술연구원
			박수아	한국기계연구원	황창모	서울아산병원
	069	디지털 헬스케어 기술	김래현	한국과학기술연구원	박은성	삼성전자
			김영인	눔코리아 주식회사	박현경	한양대학교
			김현정	차의과대학교 분당차병원	윤형진	서울대학교
			민세동	순천향대학교	이동훈	헬스커넥트(주)
			박래웅	아주대학교	최진욱	서울대학교
	070	정밀의료 인프라 기술	김선영	한국생명공학연구원	윤홍인	연세대학교
			명우재	분당서울대학교병원	이익재	연세대학교
			박춘복	사회보장정보원	지의규	서울대학교
			배명애	한국화학연구원	최경현	제주대학교
			신수용	성균관대학교	한철민	노슨 주식회사
	071	시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술	김윤근	(주)MD헬스케어	이은열	경희대학교
			나도균	중앙대학교	정재용	분당서울대학교병원
			서상우	서울대학교	정준호	서울대학교
			안정오	한국생명공학연구원	판철호	한국과학기술연구원
			우한민	성균관대학교	황대희	대구경북과학기술원
	072	뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술	고재원	대구경북과학기술원	정민환	한국과학기술원
			김영호	(주)메디프론디비티	정용안	가톨릭대학교
			김정진	한국과학기술연구원	정원규	경희대학교
			이규선	한국생명공학연구원	조아련	미래에셋벤처투자
			이태관	대구경북첨단의료 산업진흥재단	차상훈	충북대학교병원
	073	뇌신호 관측 및 조절 기술	김기웅	한국표준과학연구원	박해정	연세대학교
			김도형	(주)뉴아인	손정우	가톨릭관동대학교
			김영보	가천대학교	이승희	한국과학기술원
			박은경	삼성서울병원	조일주	한국과학기술연구원
			박재석	성균관대학교	최정미	인체항노화표준연구원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
⑨에너지·자원(18)	074	대용량 장수명 이차전지 기술	김기재	건국대학교	선양국	한양대학교
			김대식	롯데케미칼	유지상	전자부품연구원
			김부기	스탠다드에너지(주)	이영기	한국전자통신연구원
			김수환	성균관대학교	임동민	삼성전자
			문준혁	서강대학교	정경윤	한국과학기술연구원
	075	무선 전력전송·충전 기술	곽상신	중앙대학교	이강현	대구대학교
			국윤상	팩테크(주)	이병송	한국철도기술연구원
			김은수	전주대학교	이승환	서울시립대학교
			박영진	한국전기연구원	전상훈	한국전자통신연구원
			윤용식	한국항공우주연구원	조인귀	한국전자통신연구원
	076	스마트 에너지그리드 기술	권성철	한국전력공사	이정민	효성중공업(주)
			김병국	한국과학기술연구원	정구형	한국전기연구원
			김의경	한국에너지공단	정일엽	국민대학교
			서정균	한국기계연구원	주성관	고려대학교
			손성호	한국전기연구원	최정식	전자부품연구원
	077	고효율 전력수송 기술	강이구	극동대학교	김혜숙	LS산전
			김길수	동우전기(주)	백주원	한국전기연구원
			김성래	(주)CVE	심상만	유호전기연구소
			김승호	세방전기(주)	조전욱	한국전기연구원
			김현태	벽산파워	허견	연세대학교
	078	고효율 가스발전 기술	곽재수	한국항공대학교	엄종호	두산중공업
			김민기	국토교통과학기술진흥원	이재현	창원대학교
			백영진	한국에너지기술연구원	장두희	한국원자력연구원
			손정락	한국기계연구원	장병문	비엠테크코리아
			송성진	서울대학교	조형희	연세대학교
	079	바이오 및 폐자원 에너지화 기술	김덕근	한국에너지기술연구원	엄영순	한국과학기술연구원
			나정걸	서강대학교	이병선	안양대학교
			박철환	광운대학교	이재희	(주)가이아
			서동진	한국과학기술연구원	이진석	한국에너지기술연구원
			송형운	고등기술연구원	최연석	한국기계연구원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
	080	지열에너지기술	강신형	건양대학교	박용정	대한공조(주)
			김광염	한국건설기술연구원	송윤호	한국지질자원연구원
			김영원	한국생산기술연구원	윤정석	헬름홀츠센터포츠담 독일지구과학연구소
			김형목	세종대학교	이영민	한국지질자원연구원
			민기복	서울대학교	이태종	한국지질자원연구원
	081	고효율 태양전지 기술	강만구	한국전자통신연구원	신원석	한국화학연구원
			강호관	한국나노기술원	윤재호	한국에너지기술연구원
			김대환	대구경북과학기술원	이해석	고려대학교
			김동섭	(주)신성이엔지	임동찬	재료연구소
			김화년	LG전자(주)	조준식	한국에너지기술연구원
	082	풍력발전 기술	김범석	제주대학교	박지상	재료연구소
			김석우	한국에너지기술연구원	백인수	강원대학교
			김현구	한국에너지기술연구원	오정배	블루윈드엔지니어링
			김형길	(주)설텍	이동일	(주)유신
			박영현	한국해양과학기술원	허종철	제주대학교
	083	수소·연료전지 기술	곽근재	한국화학연구원	송락현	한국에너지기술연구원
			구기영	한국에너지기술연구원	이용규	에어리퀴드 코리아(주)
			김상경	한국에너지기술연구원	이재훈	한국가스안전공사
			김창희	한국에너지기술연구원	임경태	(주)케이세라셀
			서영웅	한양대학교	최종진	재료연구소
	084	해양에너지 기술	고광오	현대건설(주)	이광수	한국해양과학기술원
			김경환	선박해양플랜트연구소	이진학	한국해양과학기술원
			김현주	선박해양플랜트연구소	정남조	한국에너지기술연구원
			박진순	한국해양과학기술원	최종수	선박해양플랜트연구소
			신승호	선박해양플랜트연구소	홍기용	선박해양플랜트연구소
	085	원자력 에너지 기술	손광재	한국원자력연구원	이진호	한국원자력안전기술원
			송용만	한국원자력연구원	이현철	부산대학교
			송인호	한국전력기술(주)	제갈성	한국전력공사
			송진호	한국원자력연구원	제무성	한양대학교
			이상훈	재료연구소	허균영	경희대학교

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
	086	원자력 환경방호 기술	김희령	울산과학기술원	이상복	재료연구소
			문주현	단국대학교	장선영	한국원자력통제기술원
			박우윤	충북대학교	전국진	고려대학교
			육대식	한국원자력안전기술원	정진엽	(사)한국에너지기술 방재연구원
			이병식	단국대학교	한문희	한국원자력연구원
	087	핵융합에너지 기술	공홍진	한국과학기술원	이동원	한국원자력연구원
			권면	국가핵융합연구소	인용균	울산과학기술원
			김선호	한국원자력연구원	임창환	한국원자력연구원
			나용수	서울대학교	조승연	국가핵융합연구소
			박이현	국가핵융합연구소	홍봉근	전북대학교
	088	차세대가속기 기술	강흥식	포항가속기연구소	박광우	연세대학교
			김용배	연세대학교	박인규	서울시립대학교
			김은산	고려대학교	신승환	포항가속기연구소
			김정인	서울대학교	전동오	기초과학연구원
			김진성	연세대학교	한영이	성균관대학교
	089	지능형 융합 자원탐사 기술	강무희	한국지질자원연구원	김형우	선박해양플랜트연구소
			구남형	한국지질자원연구원	유인창	경북대학교
			김광은	한국지질자원연구원	이상균	산업통상자원 R&D 전략기획단
			김성용	한국지질자원연구원	조성준	한국지질자원연구원
			김영주	한국지질자원연구원	최종근	서울대학교
	090	ICT기반 자원 개발·처리 기술	김세준	한국지질자원연구원	임종세	한국해양대학교
			손정수	한국지질자원연구원	장명환	한국광물자원공사
			신중호	한국지질자원연구원	정명채	세종대학교
			신창훈	한국가스공사	정진홍	우성이엠씨(주)
			유광석	한국지질자원연구원	최요순	부경대학교
	091	이산화탄소 포집·저장·이용 기술	권이균	공주대학교	신영재	한국지질자원연구원
			문종호	충북대학교	신현돈	인하대학교
			박영규	한국해양과학기술원	심상준	고려대학교
			박영철	한국에너지기술연구원	이상훈	한국해양과학기술원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			방준환	한국지질자원연구원	정훈영	서울대학교
⑩환경·기상 (12)	092	미세먼지 등 대기오염 대응기술	권성안	한국환경산업기술원	백용규	서일대학교
			김기현	한양대학교	최준환	재료연구소
			김종호	전남대학교	한방우	한국기계연구원
			김진영	한국과학기술연구원	허일정	한국화학연구원
			박찬정	코웨이(주)	홍정희	KC코트렐(주)
	093	기후변화 감시·예측·적응 기술	국종성	포항공과대학교	손석우	서울대학교
			김영호	한국해양과학기술원	이명인	울산과학기술대학교
			김준	연세대학교	이윤곤	충남대학교
			민승기	포항공과대학교	장찬주	한국해양과학기술원
			변영화	국립기상과학원	정일웅	강릉원주대학교
	094	고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술	남성찬	한국에너지기술연구원	유재천	한국환경공단
			문승현	한국에너지기술연구원	이기만	순천대학교
			박유인	한국화학연구원	이봉재	한국화학융합시험연구원
			백일현	한국에너지기술연구원	장동순	충남대학교
			신채호	충북대학교	조원준	(주)바이오프랜즈
	095	자연재해 감시·예측·대응 기술	서광호	국립해양조사원	이철규	국립기상과학원
			손병주	서울대학교	정은실	경북대학교
			안명환	이화여자대학교	정지훈	전남대학교
			이규원	경북대학교	주상원	국립기상과학원
			이원상	극지연구소	하종철	국립기상과학원
	096	유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술	김성균	서울대학교	이종태	고려대학교
			김현석	서울대학교	이종현	(주) EH R&C환경보건안전연구소
			박준우	안전성평가연구소	장암	성균관대학교
			손부순	순천향대학교	최경호	서울대학교
			이기영	서울대학교	황명실	식품의약품안전평가원
	097	생활환경 안전성진단 및 예방 기술	김남규	울산과학대학교	이영주	세종대학교
			김우근	안전성평가연구소	이진구	부산대학교
			손지호	한국환경산업기술원	이철민	서경대학교
			염세혁	구미전자정보기술원	지원하	FITI 시험연구원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			이보영	한국환경산업기술원	허용	대구가톨릭대학교
	098	스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술	김상래	한국건설생활환경 시험연구원	정은성	서울과학기술대학교
			문정수	롯데건설(주) 기술연구원	최지용	서울대학교
			박정수	(주)한화건설	한무영	서울대학교
			임정열	한국수자원공사	함세영	부산대학교
			정관수	충남대학교	황호재	부강테크(주)
	099	통합 수환경 모니터링 및 관리 기술	강문성	서울대학교	이병국	한국환경정책평가연구원
			김영도	인제대학교	이은형	(주)엠큐빅
			서동일	충남대학교	정세웅	충북대학교
			서용찬	상지대학교	조원희	한국환경산업기술원
			선일식	한국화학융합시험연구원	홍석원	한국과학기술연구원
	100	수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술	김상훈	한국과학기술연구원	임재림	K-water 융합연구원
			김이형	공주대학교	장덕진	명지대학교
			안규홍	한국과학기술연구원	조경덕	서울대학교
			이상협	한국과학기술연구원	허은진	인천광역시 보건환경연구원
			이재상	고려대학교	홍승관	고려대학교
	101	토양·지중 환경오염 관리기술	김도형	한국환경산업기술원	윤성택	고려대학교
			김정관	한국환경산업기술원	이승학	한국과학기술연구원
			김희만	한국철도공사	이재영	한국철도기술연구원
			박재우	한양대학교	장윤영	광운대학교
			백기태	전북대학교	최재영	한국과학기술연구원
	102	지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술	김규호	한국건설기술연구원	전성우	고려대학교
			김남희	정엔지니어링(주)	정옥식	충남연구원
			박은진	국립생태원	차진열	국립생태원
			우효섭	광주과학기술원	최재용	충남대학교
			이동근	서울대학교	황순진	건국대학교
	103	폐자원 재활용 기술	강홍윤	한국생산기술연구원	이광석	재료연구소
			고문주	한국과학기술연구원	이재천	한국지질자원연구원
			권오식	특허법인 플러스	정석희	전남대학교

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			문병기	재료연구소	정영도	한국환경산업기술원
			윤석표	세명대학교	홍수열	자원순환사회경제연구소
⑪ICT·SW (17)	104	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재 기술	권기청	광운대학교	이종근	한국나노기술원
			김희연	나노종합기술원	이호준	부산대학교
			심승보	삼성전자	장준연	한국과학기술연구원
			이상익	(주)디엔에프	조정완	경희대학교
			이원준	세종대학교	최경근	포항공과대학교
	105	초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술	강성원	한국전자통신연구원	송봉섭	(주)큐버모티브
			구용서	단국대학교	이형순	중앙대학교
			김상현	한국과학기술연구원	임동구	전북대학교
			김지훈	이화여자대학교	주정진	한국전자통신연구원
			남일구	부산대학교	차혁규	서울과학기술대학교
	106	인체친화형 디스플레이기술	김광영	한국생산기술연구원	이택민	한국기계연구원
			김영우	한국광기술원	최원국	한국과학기술연구원
			문대규	순천향대학교	최재혁	한국나노기술원
			박병우	한국산업기술대학교	홍용택	서울대학교
			이정익	한국전자통신연구원	황도경	한국과학기술연구원
	107	대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	김재현	한국기계연구원	이재철	(주)LG화학
			박승일	(주)밸류엔지니어링	이정노	전자부품연구원
			송장근	성균관대학교	정승준	한국과학기술연구원
			윤의준	서울대학교	정탁	한국광기술원
			이석재	하이엔드테크놀로지(주)	조남성	한국전자통신연구원
	108	지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	길준민	대구가톨릭대학교	송민	연세대학교
			김기응	한국과학기술원	안태기	한국철도기술연구원
			김용대	서울대학교	양은호	한국과학기술원
			민옥기	한국전자통신연구원	유진규	(주)에이아이트릭스
			복경수	충북대학교	이경님	엔씨소프트
	109	초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	김장우	서울대학교	이승환	한국전자통신연구원
			노원우	연세대학교	이용재	(주)티맥스데이터
			박경석	한국과학기술정보연구원	이현주	광주과학기술원
			유헌창	고려대학교	진현욱	건국대학교

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
			이덕재	농심NDS	최관식	해양경찰청
	110	다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	강용성	(주)와이즈넛	이민호	경북대학교
			김현기	한국전자통신연구원	이성환	고려대학교
			김현준	뷰노	장병탁	서울대학교
			박종열	한국전자통신연구원	정혜동	전자부품연구원
			유창동	한국과학기술원	최재식	울산과학기술원
	111	양자정보통신 기술	김윤호	포항공과대학교	이진형	한양대학교
			김태현	서울대학교	정연욱	한국표준과학연구원
			문성욱	한국과학기술연구원	조석범	SK텔레콤
			박성수	한국전자통신연구원	최병수	한국전자통신연구원
			윤천주	한국전자통신연구원	함병승	광주과학기술원
	112	신개념 컴퓨팅 기술	김영균	한국전자통신연구원	정두석	한양대학교
			김태호	한국전자통신연구원	조금원	한국과학기술정보연구원
			박선례	한국정보통신기술협회	한환수	성균관대학교
			이승은	서울과학기술대학교	허준영	한성대학교
			이주현	한국전자통신연구원		
	113	시스템 SW 운영 및 기반 기술	권창기	교보생명	이광근	서울대학교
			김지영	LG CNS	이근섭	한국외국어대학교
			박문주	인천대학교	임상성	정보통신산업진흥원
			유영창	에프에이리눅스(주)	정영준	한국전자통신연구원
			이경훈	주식회사 쇼핑셔틀	황동곤	(주)우원엠앤이
	114	가상·혼합현실 기술	고일주	숭실대학교	성보경	(주)피디케이리미티드
			구정식	구미전자정보기술원	이동길	한국광기술원
			김윤호	목원대학교	전석	(주)그리다에너지
			김익재	한국과학기술연구원	최광순	전자부품연구원
			박영충	전자부품연구원	최규환	삼성전자
	115	지능형 콘텐츠제작 기술	권용무	한국과학기술연구원	이교구	서울대학교
			김도형	한국전자통신연구원	이영재	전주대학교
			김선중	한국전자통신연구원	임성재	한국전자통신연구원
			손정우	한국전자통신연구원	정지홍	한국콘텐츠진흥원
			위원식	위즐리앤컴퍼니	황본우	한국전자통신연구원

대분류	번호	중점과학기술	성명	소속	성명	소속
	116	NUI·NUX 기술	강동석	SPC(주)	윤대섭	한국전자통신연구원
			김민규	한국로봇융합연구원	윤상원	한양대학교
			김혜진	한국전자통신연구원	장주용	광운대학교
			박지영	한국전자통신연구원	정홍인	경성대학교
			성연식	동국대학교	차우람	(주)디지믹스
	117	지식정보보안기술	권대성	국가보안기술연구소	박재형	전남대학교
			김동하	정보통신산업진흥원	박종혁	서울과학기술대학교
			김상춘	강원대학교	성순화	충남대학교
			김순곤	중부대학교	손기욱	국가보안기술연구소
			김용대	한국과학기술원	이종혁	상명대학교
	118	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	권태수	서울과학기술대학교	박광로	한국전자통신연구원
			김귀훈	한국전자통신연구원	백상헌	고려대학교
			김동구	연세대학교	송유재	한국해양과학기술원
			김선우	한양대학교	이준환	한국전자통신연구원
			김홍주	코위버(주) 기술연구소	임혁	광주과학기술원
	119	초연결 사물인터넷 기술	국중진	상명대학교	김현철	키투웨이
			김대영	대구가톨릭대학교	안재영	한국전자통신연구원
			김도현	제주대학교	이기상	코맥스
			김용진	(주)모다	이동명	동명대학교
			김정민	(주)KT	임종화	경북대학교
	120	지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	강춘운	소렌슨미디어	이태진	한국전자통신연구원
			김홍익	CJ헬로	이현우	한국전자통신연구원
			김휘용	한국전자통신연구원	정준영	한국전자통신연구원
			서정일	한국전자통신연구원	호요성	광주과학기술원
			심동규	광운대학교	홍진우	한국전자통신연구원

부 록

1. 건설·교통 분야
2. 재난안전 분야
3. 우주·항공·해양 분야
4. 국방 분야
5. 기계·제조 분야
6. 소재·나노 분야
7. 농림수산·식품 분야
8. 생명·보건의료 분야
9. 에너지·자원 분야
10. 환경·기상 분야
11. ICT·SW 분야

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 건설·교통 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

Ⅰ. 건설·교통



2018년 기술수준 평가

1. 지능형 건물관리기술 ····· 1
2. 친환경 다기능 건설재료 기술 ····· 31
3. 스마트홈 기술 ····· 59
4. 지속가능한 도시재생 기술 ····· 89
5. 스마트시티 구축 및 운영 기술 ····· 119
6. 국토공간정보 구축 및 분석기술 ····· 151
7. 지속가능한 인프라 구조물 건설기술 ····· 183
8. 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술 ····· 213
9. 스마트 도로교통 기술 ····· 241
10. 스마트 철도교통 기술 ····· 269
11. 지능형 물류체계기술 ····· 299

01 지능형 건물관리기술



01 지능형 건물관리기술

중점과학기술 개요

- 건물을 이루고 있는 각종 설비와 시스템들이 최첨단 ICT 기술들을 기반으로 통합·연동되어 건물 전체의 단계별 정보들을 감지·측정하여 정보화하고, 이를 기반으로 건물 설비, 소비 에너지들의 운영을 능동적으로 모니터링·제어·평가하여 체계적으로 건물을 관리하는 기술
- 사용자들이 쾌적하고 편안한 상태에서 거주하는 동시에 생산성을 최대화할 수 있으며, 에너지 소비를 최적화하는 등 건물의 유지 관리 비용을 절감하여 건물의 효용가치가 지속적으로 유지될 수 있도록 하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

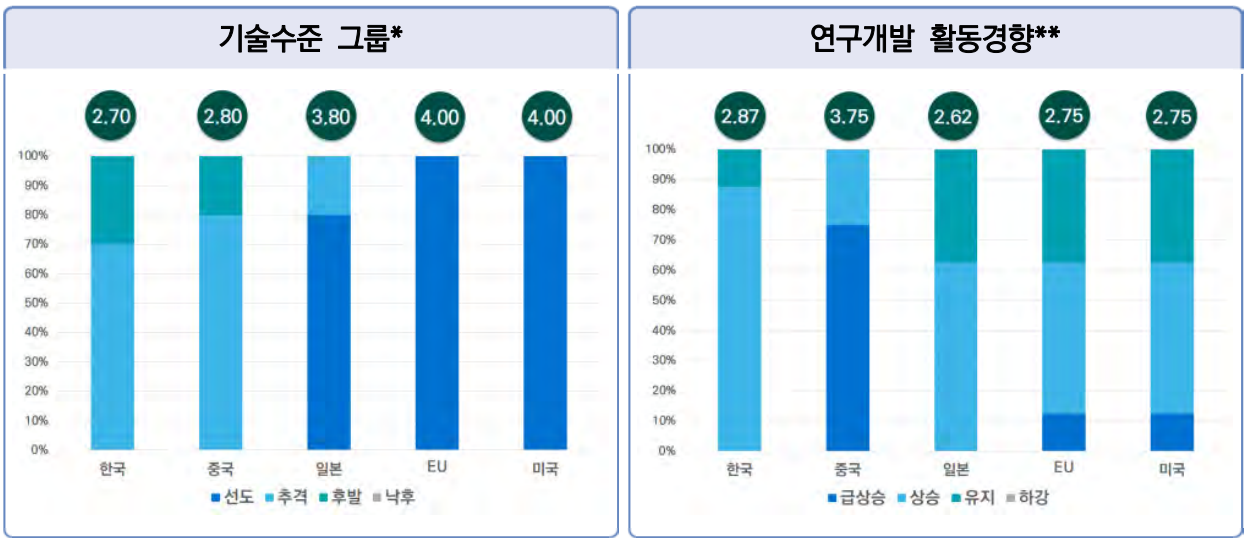
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	78.5	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.0	4.0	추격	보통	우수	급상승
일본	90.0	1.0	선도	우수	탁월	상승
EU	97.5	0.0	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	81.5	3.0	78.5	70.0	82.0	6.6	3.0	3.0	3.0	1.3
중국	77.5	4.5	75.0	70.0	80.0	7.1	4.0	3.0	5.0	1.2
일본	90.0	1.3	90.0	90.0	95.0	4.4	1.0	1.0	1.5	0.8
EU	97.5	0.3	97.5	95.0	100.0	2.2	0.0	0.0	0.5	0.3
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0

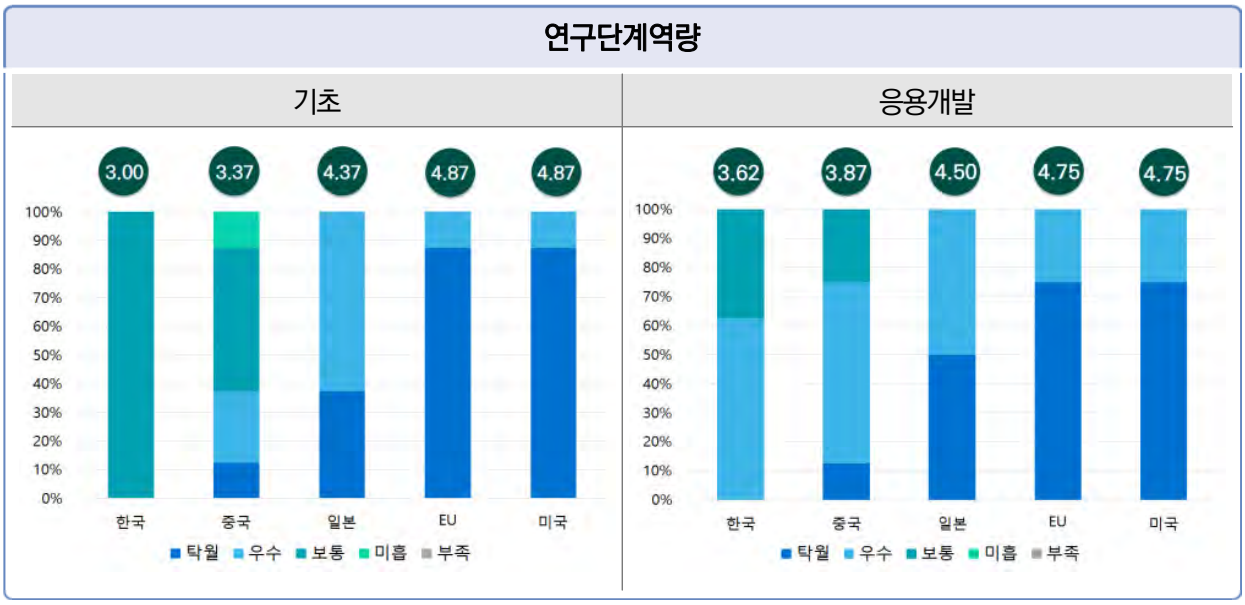
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단 근거
한국 (78.5%)	• 국가차원의 전반적인 ICT 환경은 세계 최고이나 지능형 빌딩 분야로의 접목은 여러 이유 때문에 한계를 보임 • 건물 에너지 관리 분야에 큰 관심을 갖고 투자하고 있으나, 현장 노하우 축적이 절대적으로 부족 • 관련 기술을 확보하기 위한 노력이 이루어지고 있음 • 국내 빌딩 관련 업체의 경쟁력 약화로, 학교 및 연구소 기반의 연구가 진행되고 있으나 장기적인 연구 지원이 이루어지지 않아 단발적인 연구로 인해 기술개발이 더딘 실정임. 반면 IT 기반 기업들의 지능형 건물에 대한 시장 진출이 활발히 이루어지고 있으나 시장이 크지 않아 격차가 존재하는 것으로 판단됨 • 국가적 차원의 온실가스 감축 요구에 따라 최근 기술 연구 개발이 활발히 진행 중이나, 산업 기반이 견고한 미국 및 유럽 국가에 비해 미비 • 기본적인 솔루션 개발 기술은 많이 발전하였으나 설계 기술이 아직 많이 발전하지 못함 • 리모델링을 통한 솔루션과 구축 기술은 좀 더 기술개발 필요 • 원천 기술력 확보 필요
중국 (75.0%)	• 큰 시장을 기반으로 정부 지원 아래 투자를 늘리며 기술력 급격히 성장 • 대규모 투자를 기반으로 지능형 빌딩 및 관련 기술의 발달이 활발함 • IoT 기술 등 신기술 적응 속도가 빠르며, 최근 논문 발표 건수 및 특허 건수 증가 • 신규 건축물에 외국 기술 도입을 통한 선진화 진행이 활발함 • 대형 구조물의 건설 실적이 압도적이어서 적용사례가 증가하고 있음 • 미국, 유럽과의 왕성한 공동 연구가 지속적으로 진행되고 있음
일본 (90.0%)	• 1990년대 이후 지능형 빌딩 분야에서도 발전이 더딘 상황 • 건물 관리용 어플리케이션 및 데이터 분석 분야에 강함 • TOSHIBA 등 전통적인 관련 기업의 기술개발이 활발함 • 특정한 기업들이 서로 역할(설계-솔루션)을 나누어 시장 장악하여 기업들을 통하여 새로운 시도와 기술개발이 꾸준히 이루어지고 있음 • EU 연합체 기업은 EU 경제 시장을 타깃으로 EU만의 지능형 건물 관리기술을 실현하고 있음 • 스마트와 안전을 고려한 센싱 및 IoT 기술개발이 활발함
EU (97.5%)	• 국민들의 환경에 대한 관심과 전문화된 업체, 정부의 지원 등으로 높은 수준의 기술 보유 • 건물 관리 및 시스템 분야의 선두주자로 산업 분야의 노하우를 건물 분야에 적용, 세계 시장 지배 • 최근 인공지능 및 웹 기반 기술을 활용한 지능형 빌딩 관련 연구 개발이 활발하게 진행 중. 지멘스와 같은 기업이 웹기반 W3C 표준화에 활발히 활동하여 리딩 • 영국, 프랑스, 독일 등 일부 국가의 경우 최고 기술 보유국이 확보한 기술과 유사한 수준이나 국가별 편차가 큰 편 • 미국과 거의 비슷한 규모의 글로벌 기업들과 많은 수의 전문기업들이 있으며 꾸준한 연구개발을 통해 신제품을 발표하고 있음 • 허니웰 등 지능형 건물 관리를 위한 하드웨어 및 소프트웨어 및 전문가 육성까지 기술 전 분야에서 탄탄한 기술력을 보유함 • 각종 센싱 및 제어관련 기술개발이 활발함

국가 (기술수준)	판단 근거
미국 (100%)	• 정부의 지원을 바탕으로 세계를 선도하는 학계와 업계의 노력을 더하여 최상의 기술 보유중 • 관련 분야에 대한 정부의 적극적인 지원 및 세계 최고 수준의 연구 개발 및 활동이 활발함. 클라우드 및 인공지능 기반의 건물 에너지 및 지능형 유지관리 서비스가 활성화됨 • 단일 국가 중 논문 발표 건수가 가장 많으며, 특허 출원 및 피인용수가 가장 많음. 가장 많은 선도 기술을 보유한 전통적이고 관련된 글로벌 기업(JOHNSON, IBM 등)의 신규 기술개발과 꾸신제품 발표가 활발함 • 건물 지능화 과제에 대하여 AZBIL 등은 제작, 설치, 관리 등을 기업에서 ONE-stop으로 진행하여 통합화 되어 있음 • 각종 스마트 홈, 스마트 빌딩, 자율주행 등 첨단 기술 지속 발표

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 기초연구 보통 및 응용개발 연구 우수 • 쾌적하고 안전하며 편리한 지능형 건물에 대한 요구 증대 • 운영 최적화 분야에서는 한국이 타 국가에 비하여 더 많은 특허를 보유 • 근래 들어 IT 기업들이 활발히 연구 개발을 진행하고 있음. IoT 발전으로 다양한 적용 사례가 나오고 있음 • 설계/시공 경험 및 노하우 • 선진국 제외하고 이 분야 기술에 대하여 추격그룹에서는 기술 발전이 앞서고 있음 • 선도 그룹의 기술개발 역사에 비하여 빠른 속도로 발전 • 스마트 시티 등 관련 정책 강화 및 시범 사업 수요 등으로 인해 향후 발전가능성이 큼 • ICT 인프라 세계 최고 • 정부의 의지가 강함	• 한정된 인적 자원 • 기술개발 관련 시설 인프라 부족 • 편협한 기술개발 • 센싱 관련 기술개발 부진 • 전략적 지원 및 사업화 방안 부족 시스템 통합 운영에 대한 솔루션 및 국가 차원의 지원이 한시적임 • 국내 시장의 규모가 크지 않아 건물 관련 기술 개발이 더디고, 해외 기술 의존도가 높은 상황 • 솔루션 개발은 많이 이루어지고 있는 형편이나 선도 그룹과의 경쟁에서 조금씩 뒤지고 있음 • 지능형 빌딩 등 건물 관리의 고도화에 대한 유인책/인센티브가 작음 • 관련 인재에 대한 교육 기반이 취약하고 소프트웨어 및 분석 기술에 대한 지원이 미흡함
중국	• 전문 인력 다수 보유 • 해외 기술 영입을 통한 추격 • 대규모 투자를 기반으로 연구 개발 및 다양한 기술 적용이 가능한 인프라가 마련되어 있음. 신규 건축물의 최신 기술을 적용한 다양한 응용 연구 개발 기회가 존재 • 고부가 가치 건물들이 계획되고 시공되고 있어 빠른 속도의 기술발전이 이루어지고 있음 • 논문 편수, 특허 건수 증가 등 다수의 연구 인력이 기술개발에 매진하고 있으며, 양적 성과가 눈에 띔	• 기술개발의 신뢰도 및 인지도 부족 • 중국의 거대 시장이 형성될 것 • 급성장하는 과정에서 기초연구에 대한 경험이 부족할 것 • 기초연구가 부족하나 단위 기술 중심으로 발전하고 있음 • 시스템 통합 침 응용 분야에 대한 기술개발이 필요 • 응용개발 분야 기술력이 아직 미국이나 EU에 못 미침 • 기초 인프라 취약

국가	강점분야	기타
	• 대규모 내수 시장과 정부의 강력한 지원 • 관련 분야에 대한 정부와 민간기업의 관심 증대	
일본	• 기초연구 및 응용개발 연구 탁월 • 전문 인력의 다수 보유 • 연구 개발 인프라 풍부 • 정부 차원의 다양한 연구 개발 및 도입 지원 등으로 지속적으로 발전 • 글로벌 건물 자동화 시스템 업체 주도로 개방형 구조와 클라우드 기반의 솔루션이 주류로 정착 • 기존의 다양한 산업의 기술 경쟁력을 기반으로 튼튼한 기초 연구 토대 보유 • 설계/시공 경험 및 노하우 • 일부 우수기업에게 프로젝트가 쏠림으로 특정 기업에 많은 발전 기회가 있음 • 관련 업계(IoT, 전자, 전기)의 주요 기업의 관심 사업이 되고 있으며, 미국, 유럽 진출이 활발함 • 1990년대 이전의 지능형 건물 분야에서 높은 기술력 • 철저한 데이터 수집 및 분석으로 기술력 확보	• 지능형 건물 수요 부족 • 상대적으로 지능형 건물 관련 투자가 많지 않음 • 일부 기업에 기술이 집중되어 있음 • 기술개발 방향이 일본의 환경에 집중되어 있어 세계적인 트렌드와 약간 상이 • 시장 지배 부족 • 1990년대 이후 국가나 민간의 투자 위축
EU	• 기초연구 및 응용개발 연구 탁월 • 전문 인력 다수 보유 • 연구 개발 인프라 풍부 • OECD 산하 국제 에너지 기구(IEA)의 주요국 중심으로 최적화 설계 및 제어 기술, 고장 진단 기술, 사후처리기술, 통합화 기술 등 관련 연구 수행 • 고성능 에너지 경영 시스템을 실제 건축물에 적용할 수 있는 기술 수준에 도달 • 지능형 건물에 필요한 표준 관련 기술의 리딩이 눈에 띄게 활발하며, 대규모 투자를 기반으로 응용 사례 연구도 활발히 진행 중. 표준 및 실제 적용 사례를 기반으로 인프라 및 기반을 잘 마련하고 있음 • 우수하고 많은 설계/시공 경험 및 노하우 • 전통적으로 정책 기반, 기술 및 인력 인프라 견고함 • 기초과학 연구 역량 세계최고국가의 지원 • 글로벌 기업을 중심으로 하드웨어 및 소프트웨어 기술 확보	• 첨단 기술개발 대비 건설 시장 수요의 부족 • 건물별 유형에 따른 차별화 미비 • 최근 신축 건물이 적어짐에 따라 시공 및 응용 분야에 약점이 있음
미국	• 기초연구 및 응용개발 연구 탁월 • 연구개발 인프라 풍부 • 자동 제어 기술 기반의 에너지 경영 시스템 분석 소프트웨어 공급 중심	• 첨단 기술개발 대비 건설 시장 수요 부족 • 최근 신축 건물이 적어짐에 따라 시공 및 응용 분야에 약점이 있음

국가	강점분야	기타
	• 건물 에너지 계측 방안 및 데이터 분석 기술 등 고성능 에너지 경영 시스템 도입 기반은 견고함 • 정부는 관련 업계와 협력하여 건축물의 에너지 성능과 유지 관리 비용을 최적화하기 위한 기능 통합 지식 시스템 구축 연구에 활발함 • 선진 IT 기술을 활용하여 다양한 신기술을 적용한 지능형 건물 관련 기술을 리딩하고 있음. 시스코의 네트워크 기술을 활용하여 IoT 센서 데이터의 실시간 연동, 인공지능 기술을 활용한 지능형 제어, 실리콘 벨리의 인재를 기반으로 한 다양한 연구 개발 진행 • 우수하고 많은 설계/시공 경험 및 노하우 • 관련 업계(IoT, Big Data)의 세계 수준의 기술 확보 및 산업 체계 형성. 연구 인력 및 인프라기반이 견고함 • 해외에서 유입되는 세계 최고의 인재군, 기초과학 연구 역량 세계 최고 국가의 지원 • 소프트웨어 중심의 분석 기술 확보 관련 분야의 융·복합 능력 우수	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	1위	2위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 지능형 건물 관리기술이 적용된 건물이 성과를 낼 수 있도록 관련 기업, 기관들이 모여서 결과를 논의할 수 있는 자리를 지속적으로 만들어야 함 • 건물의 경우 건축, 공조, 전기, 제어의 시스템이 다 독자적으로 움직이고 있어 납품 단가에 따른 개별 설비 및 장치가 제각기 설치되고 있는 실정임. 또 지능형 건물의 자동화 분야의 회사는 대부분이 중소기업으로 최신의 기술에 대한 투자가 미흡하기 때문에 국내 ICT 융합을 위한 국내 산업 간의 협력이 촉진될 필요가 있음 • 리모델링 건물을 중심으로 기술 보급 및 시장 확대에 대한 협력이 필요함. 이를 위해서 다양한 분야 간 융합 및 전통적인 학문의 경계를 초월해야 함 • 현재 지능형 건물은 건물 에너지 관리 시스템, 스마트 공장 KS표준 등이 마련되고 있으나 통신, 보안 관련 등의 기타 기술 규정 등과의 일체화 될 수 있는 실용적인 설계, 운영, 관리 방안의 표준 마련이 필요. 정부 부처의 범부처 사업 등을 마련하여 정부 차원의 공동 연구 및 협력이 필요. (중복성이 많으며 사업화 성공 사례 미비) 국내 기업의 보유 기술들은 자체 개발 시스템에 한정하기에 타 기술과 연동이 제약이 있음. 확장성이 미비하여 기술 적용에 제한이 따름

	정책제언
국제협력 촉진	• 해외 유수 기관과의 협력을 적극 추진하고 기술 도입 필요 • 국내 협력을 통한 국내 시장 경쟁력을 확보한 이후에 국제 협력을 촉진하여 신기술은 받아들이고 국내의 좋은 기술은 수출의 기회를 줄 수 있는 협력이 필요할 것 • 국내 신축 건설 시장이 위축됨에 따른 글로벌 시장에 대한 진입 필요. 국제 현장의 설계, 시공, 감리 등, 새로운 기술의 도입에 많은 홍보 필요. 이러한 기초 체력을 토대로 국제협력 및 글로벌 시장 경쟁력을 제고해야 함 • 지능형 건물 관리를 위한 통신, 보안 등의 ISO, IEC 등 국제 기관과 협력 • 선행 기술 보유 기업과의 기술개발 협력 • 사후 관리기술에 대한 벤치마킹이 요구됨 • 원천 기술 공유 및 개발이 가능한 국제 협력 추진
인력양성 및 유치	• 운영 관리기술 및 노하우의 알고리즘화 및 핵심 소프트웨어 개발 인력 • 관련 분야는 융·복합 분야로 별도의 프로그램을 구성하여 다양한 전공이 모여 인력을 양성할 수 있도록 지원 • 국내 건물 자동화 시스템, 건물 에너지 관리 시스템 관련 전공 지식이 미흡하고, 또 대부분의 기업이 중소기업이기 때문에 인력 유치에 많은 애로 사항을 가지고 있음. 대학 및 학과에 지능형 건물 관련 인력양성을 지원하고 기업에게는 인력 유치를 지원하여 양질의 인력 확보 필요 • 실제로 지능형 건물과 관련된 시장이 위축되며 IT 전문 인력의 유입이 적고 다른 산업으로 이직하는 경우가 많음 새로운 인력의 보급 필요 • 다양한 분야에서 이러한 접근을 가능케 할 수 있는 인력양성 및 다양한 스타트업 출현 • 지능형 건물 관리기술은 전기 전자, 기계, 건축 등의 전문 기술을 습득하여 하나로 융합되어야 할 만큼 많은 지식이 필요함 • 전문 교육 기관 또는 전문 육성 프로그램 개발 및 각 학과 간, 학교&산학의 인재양성 프로그램과 산학 교류가 가능한 양방향 인력양성이 필요함 • 기술 우위는 인적 자원을 전제로 추진되어야 지속적으로 우위 확보 가능
인프라 구축	• 모두가 쉽게 참여할 수 있는 저비용, 고효율의 개방형 플랫폼(운영 체계) 필요 • 관련 기술의 확산을 위한 인프라 구축 필요 • 건물의 경우 신축은 대단위 공사를 통한 최신 시스템을 적용할 수 있으나, 기축 건물의 경우 이런 공사는 많은 설비 투자 비용을 요구하기 때문에 힘든 실정임, 따라서 기축 건물의 무선 기반 지능형 시스템 도입을 유도하기 위해서 무선 인프라 확충에 따른 지능형 빌딩 설비의 신뢰성을 확보하여 도입을 유도 • 새로운 기술에 대한 표준화 및 시장을 이끌 인프라에 대한 보급이 늦어지고 있음. 대기업, 통신사들의 많은 지원이 필요함 • ICBM(IoT, Cloud, Big data, Mobile) 등의 산업 · 연구 인프라 구축 • 지능형 건물 관리기술은 현재 단위 기술로서 한정된 평가 인프라를 가지고 있음. 기후, 환경, 상황에 따른 종합 성능 평가를 통하여 지능형 건물 제어에 대한 신뢰성 확인이 필요하기에 대형 인프라 구축이 요구됨 • 원천 기술개발을 리드할 수 있는 국가 센터 설립이 시급함
법·제도 개선	• 민간이 주도하는 분야이므로 지나친 개입은 바람직하지 않으나, 플랫폼(운영 체계)의 보급과 서비스 모듈(운영 관리 소프트웨어) 활성화를 위한 제도적 지원

	정책제언
	• 성과 검증에 대한 제도적 기반을 제공할 수 있도록 제도 개선 • 건물의 경우 에너지 인증 제도가 있지만 대부분 유명무실한 제도로 적용되고 있음. 지능형 건물 전환을 위한 다양한 인증 제도를 만들어서 인증 받은 건물주는 실질적인 세제나 건물의 가치 상승효과를 얻을 수 있도록 개선 필요 • IoT 등의 신기술과 건물 관련 분야의 기술들은 발전 속도가 달라 법·제도의 적용이 밸런스가 안 맞는 경우가 많음. 과감함 검토가 필요함 • 건물 에너지 관리 시스템 관련 건축물 적용 법제화 • 지능형 건물 관리기술의 사후 유지보수/관리에 대한 제도가 필요함 (일자리 창출, 온실가스 감축 보상제도, 에너지 인증제도 등) • 기존 구조물 안전 관련 제도 검토 필요 • 관련 법, 제도의 개선은 주체가 누구인가에 따라 개선 방향이 달라질 수 있음. 기술개발이 중심이라면 관련 기술자의 의견을 수렴하여 기술개발을 촉진할 수 있도록 개선 필요
연구비 확대	• 에너지 사용량이 증가하고 온실가스 목표 및 제로에너지 기반을 확충하기 위한 관련 연구비의 증대 및 연구 지원 필요 • 대부분의 지능형 건물 관련 기업이 중소기업으로, 자체적으로 신기술을 적용하고 개발하기에는 비용과 인력 차원의 애로사항을 가지고 있음. 국내 연구기관 및 ICT 기업과 협업하여 지능형 빌딩에 필요한 무선, IoT, 빅데이터, 인공지능 기술을 융합하는 연구비 확대 • 중소기업 및 소형 건물 위주의 정책 지원과 연구비 확대 • 연구·산업의 경계가 뚜렷하지 않으며, R&D 기반으로 4차 산업으로 진화해야함 • 지능형 건물 관리기술의 개발은 지속되어 왔으나 사업화 및 실용화 사업에 대한 연구비 투자는 제한됨. 실증형 기반의 연구비 편성 또는 사업화, 해외진출을 위한 예산 편성이 필요함 • 지속적 원천 기술개발이 가능하도록 연구 기간 개선 • 인력양성, 인프라 구축, 그 다음으로는 활발히 기술개발을 할 수 있는 연구비 확대가 수반되어야 함
기타 의견	• 스마트 홈에서 일부 기술을 공유해야하는 부분 존재. 다음 수준 평가에는 분야별 연계 기술 또는 공통 기술에 대한 검토 필요 • 온실가스 감축 사업 및 지능형 건물의 에너지 인증 연계 (환경부, 국토교통부) • 지능형 건물 관리기술은 그 자체만으로 실현되는 기술이 아니라 지능형 건물 또는 친환경 건물, 제로에너지 건물 등 건물의 용도 및 사용자의 특성을 감안하여 반영되어야하기 때문에 건축물 설계, 시공, 유지관리 등 전 과정에 걸친 종합적인 기술개발이 이루어져야 함

다 주요 분석 결과 요약

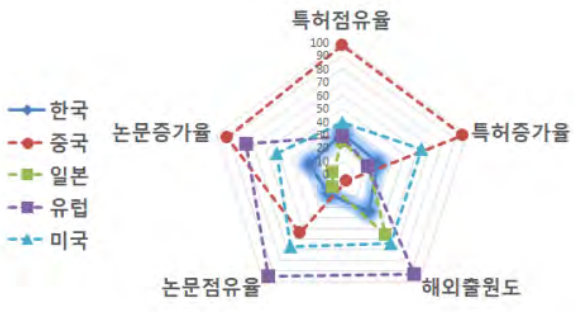
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	지능형 건물관리기술	4,294	1,245	233.7%	495.5%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

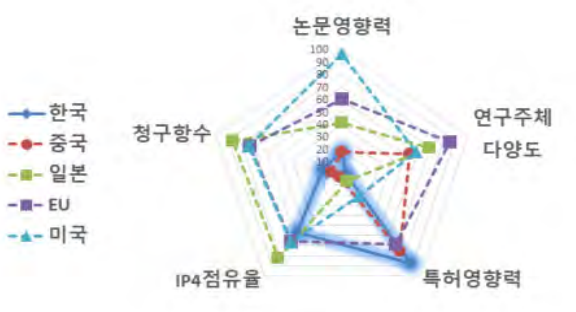
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	한국
	42.0%	76.5%	10.8	17.2
한국	4위	3위	5위	1위
	6.8%	6.0%	5.3	17.2
5개국 평균[2]	-	-	7.8	12.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

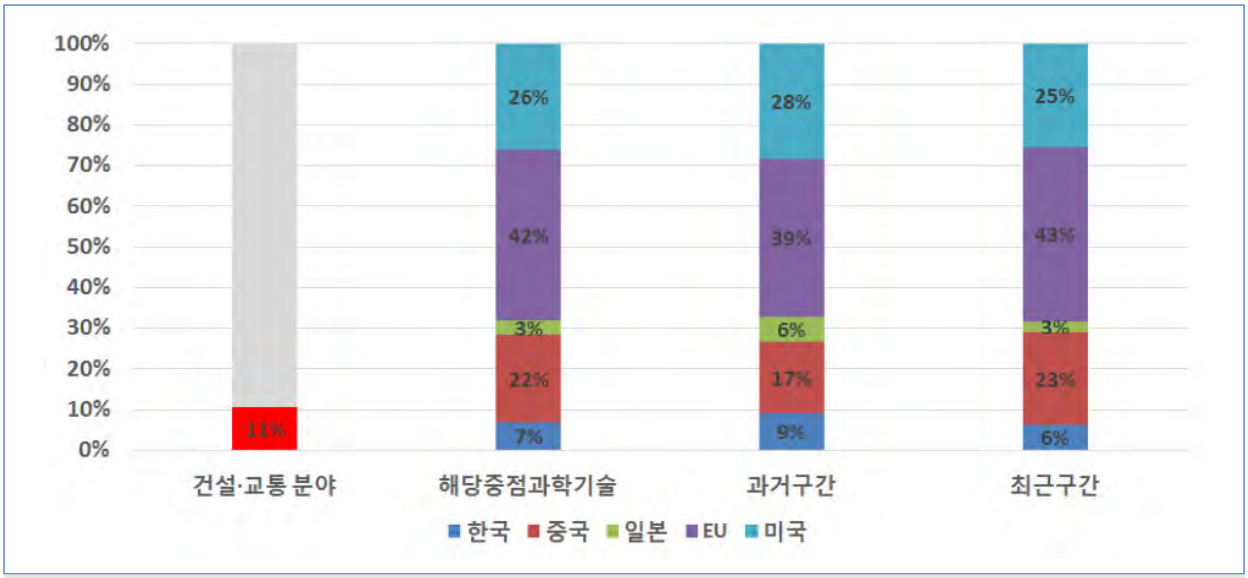
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.8%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(5.3)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(42.0%), 미국(26.1%), 중국(21.6%), 한국(6.8%), 일본(3.4%) 순이며, 논문 증가율은 중국(335.8%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(10.8), EU(7.7), 일본(6.7), 중국(5.3), 한국(5.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(6.0%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(17.2)은 주요 5개국 중 1위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(76.5%), 미국(12.2%), 한국(6.0%), EU(4.1%), 일본(1.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(636.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 한국(17.2), 중국(15.5), EU(14.9), 미국(10.3), 일본(7.8) 순이며, IP4 점유율은 일본(7.1%)이 가장 높고, 특허청구항수는 일본(12.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.8%	21.6%	3.4%	42.0%	26.1%
	논문 증가율	126.7%	335.8%	38.7%	270.1%	198.6%
	논문 영향력	5.3	5.3	6.7	7.7	10.8
	연구주체 다양도	0.80	0.91	0.93	0.96	0.92
특허 분석	특허 점유율	6.0%	76.5%	1.1%	4.1%	12.2%
	특허 증가율	194.7%	636.0%	150.0%	140.0%	363.0%
	해외출원도	1.5	0.2	2.1	3.5	2.3
	특허 영향력	17.2	15.5	7.8	14.9	10.3
	IP4점유율	5.3%	0.2%	7.1%	5.9%	5.9%
	청구항수	3.8	2.2	12.5	10.5	10.7

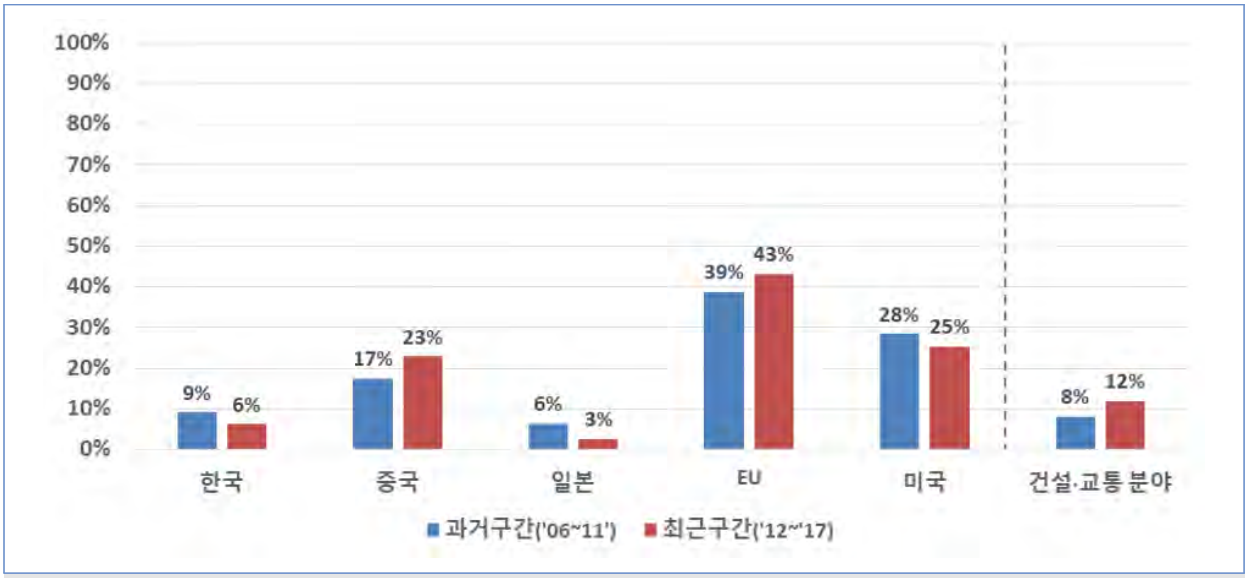
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지능형 건물관리기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1805건으로 전체 논문의 42%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 건물관리기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 11%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

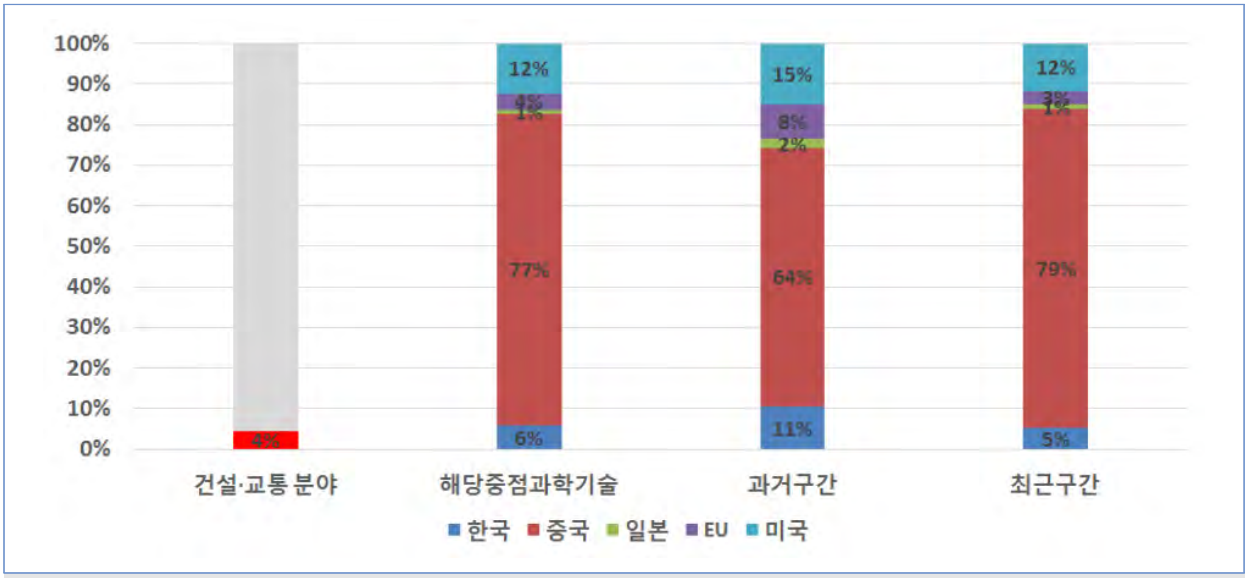


● 지능형 건물관리기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 126.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	90	204	294	126.7%
중국	173	754	927	335.8%
일본	62	86	148	38.7%
EU	384	1,421	1,805	270.1%
미국	281	839	1,120	198.6%
전체	990	3,304	4,294	233.7%

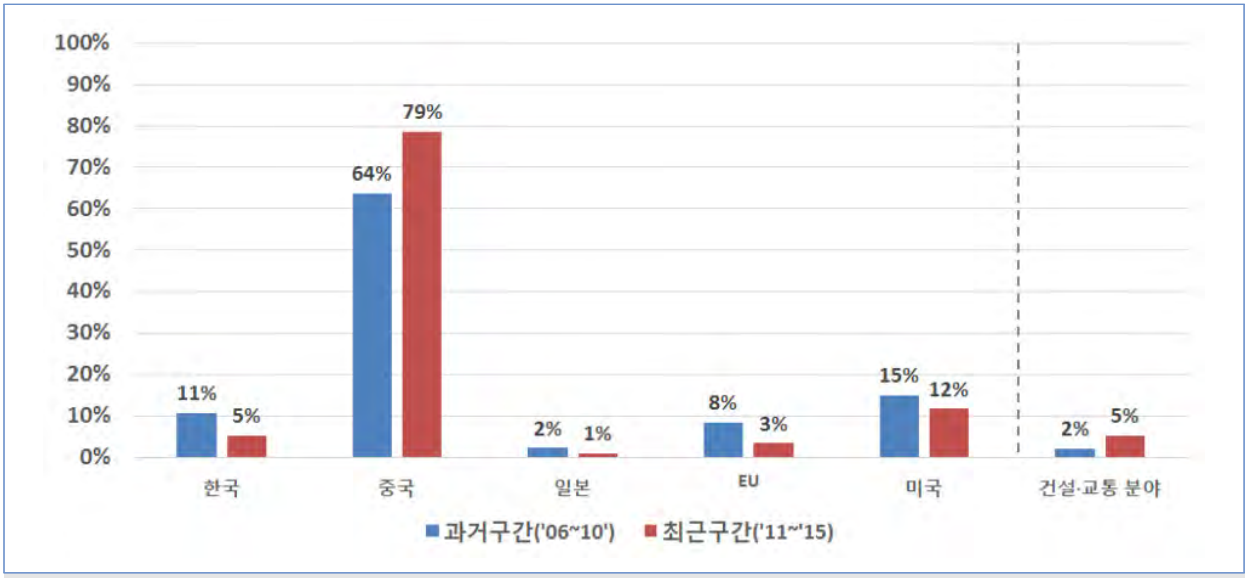
(4) 특허 점유율(전체)



● 지능형 건물관리기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 953건으로 전체 특허의 77%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 건물관리기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 4%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



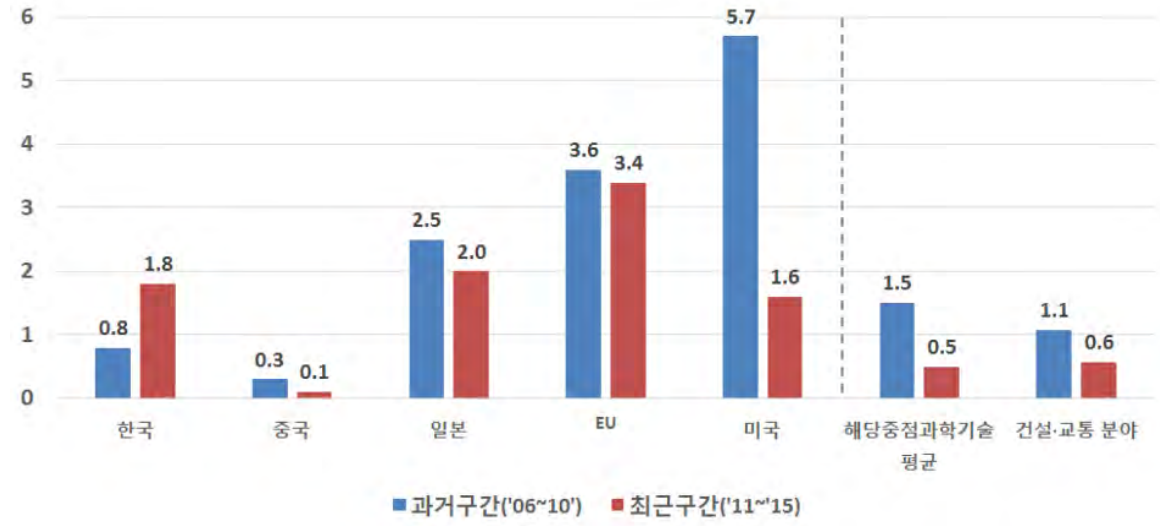
● 지능형 건물관리기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 194.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	19	56	75	194.7%
중국	114	839	953	636.0%
일본	4	10	14	150.0%
EU	15	36	51	140.0%
미국	27	125	152	363.0%
전체	179	1,066	1,245	495.5%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

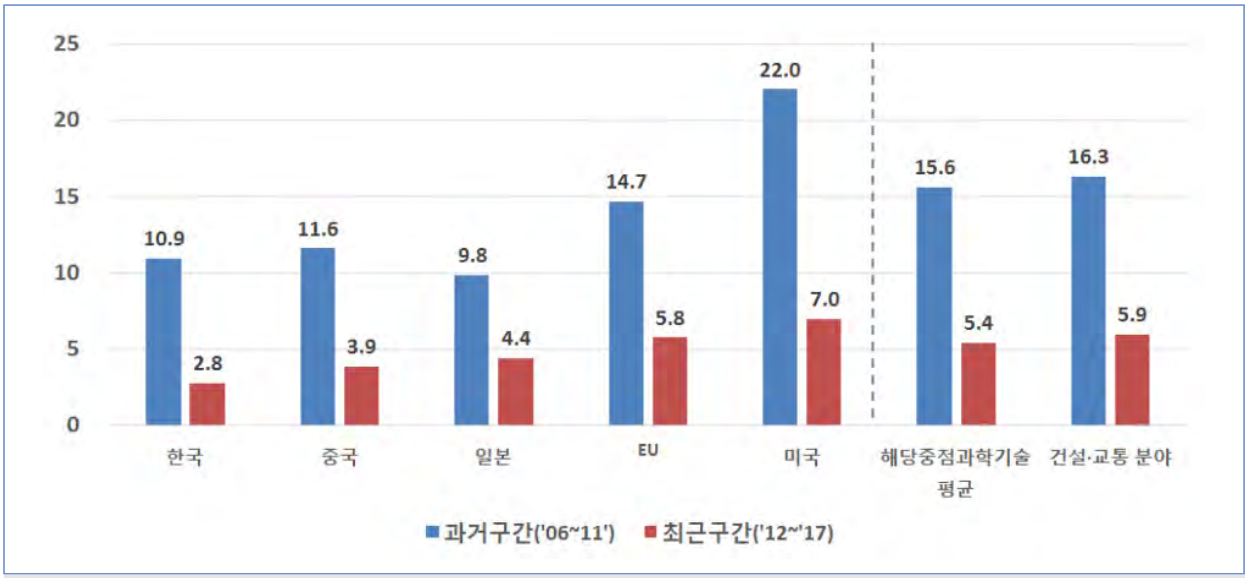


● 지능형 건물관리기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 미국의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

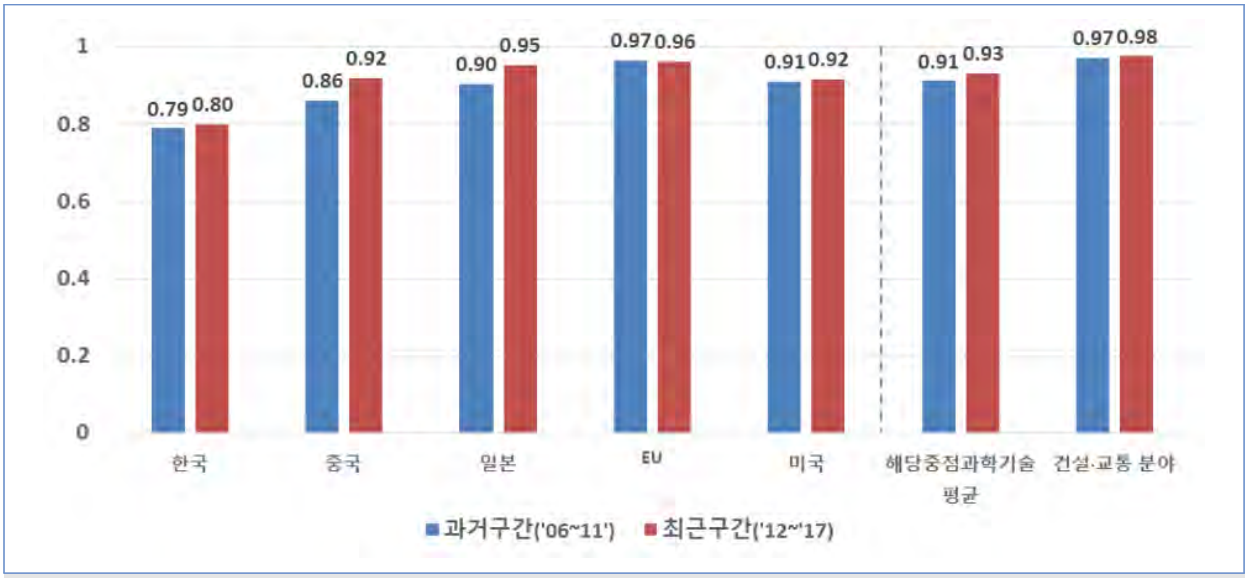
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



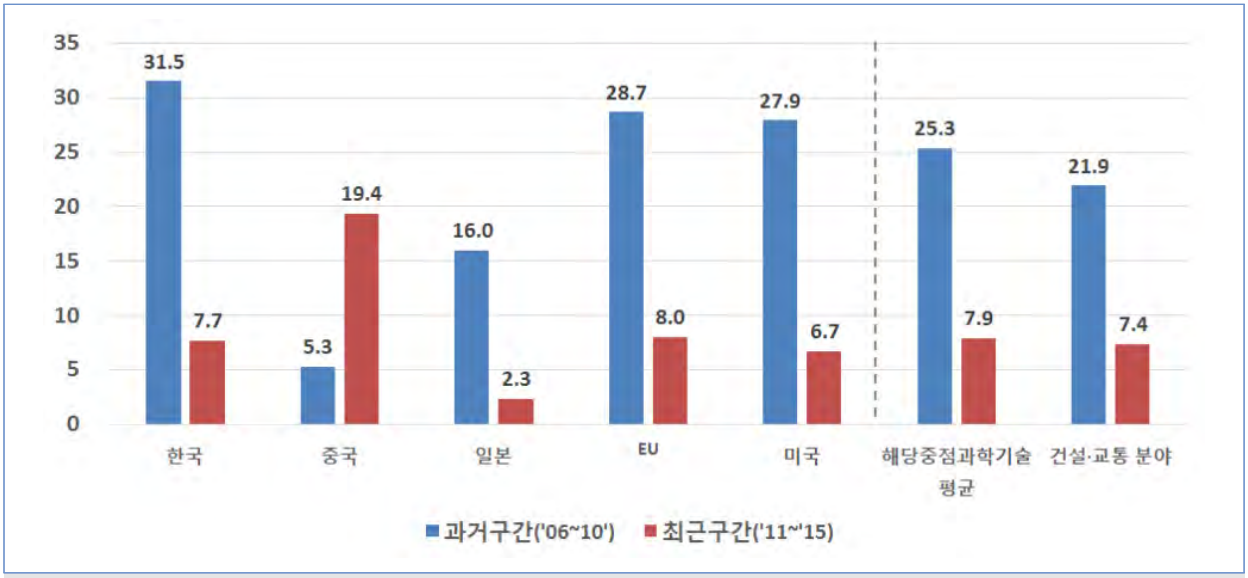
● 지능형 건물관리기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



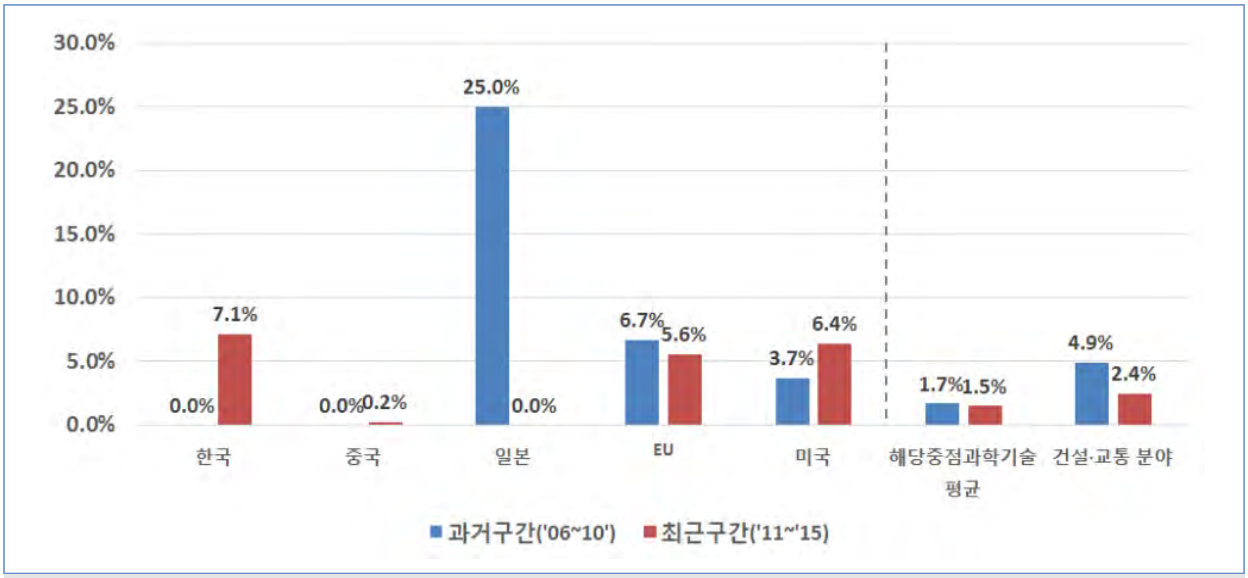
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



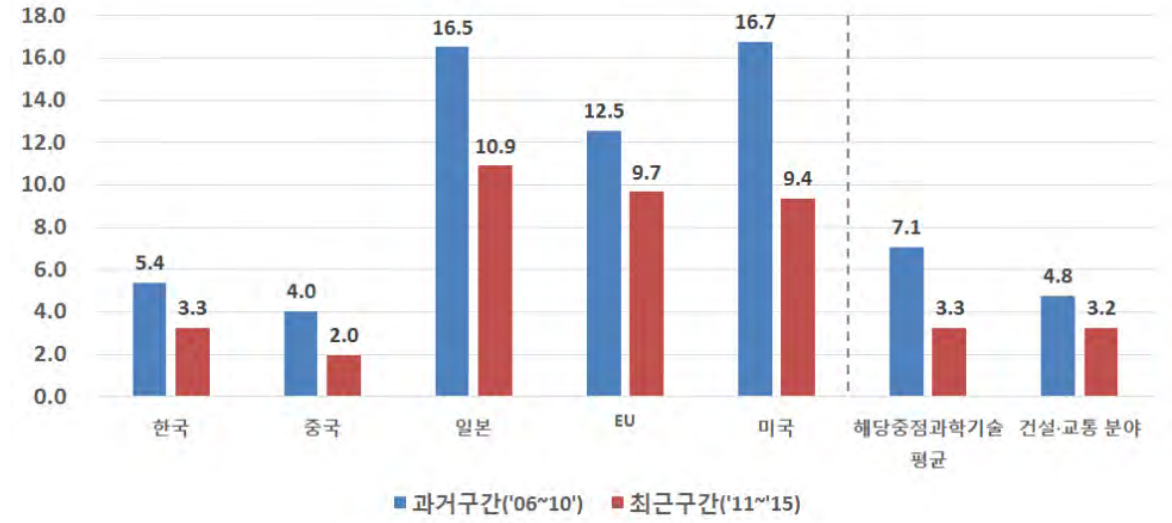
● 지능형 건물관리기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 중국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지능형 건물관리기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 한국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 지능형 건물관리기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

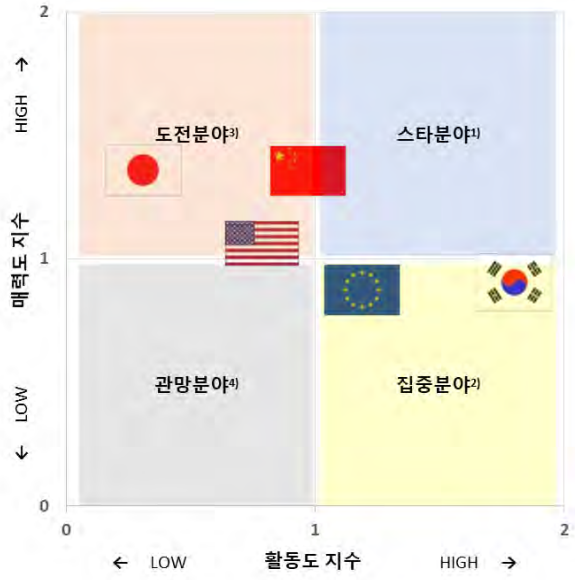
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

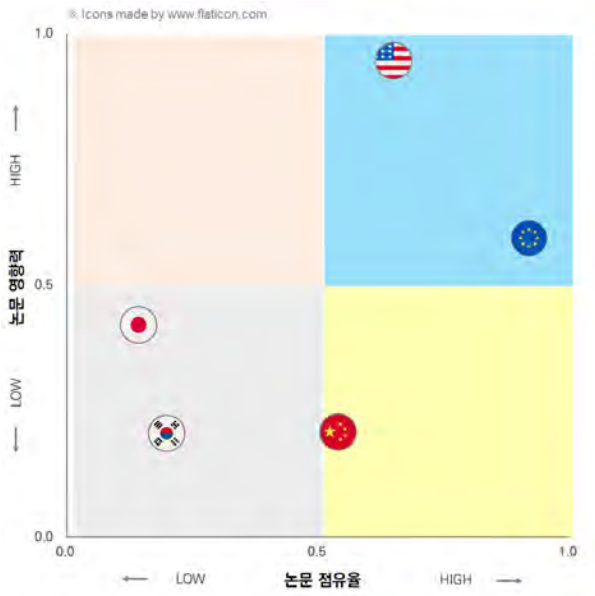
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지능형 건물관리기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

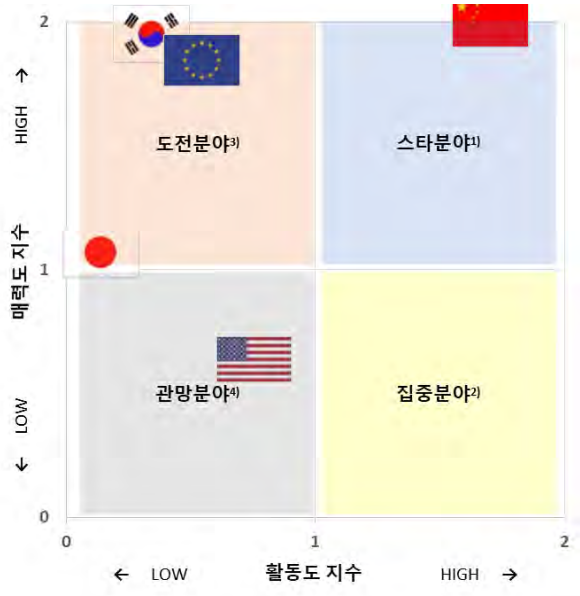


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

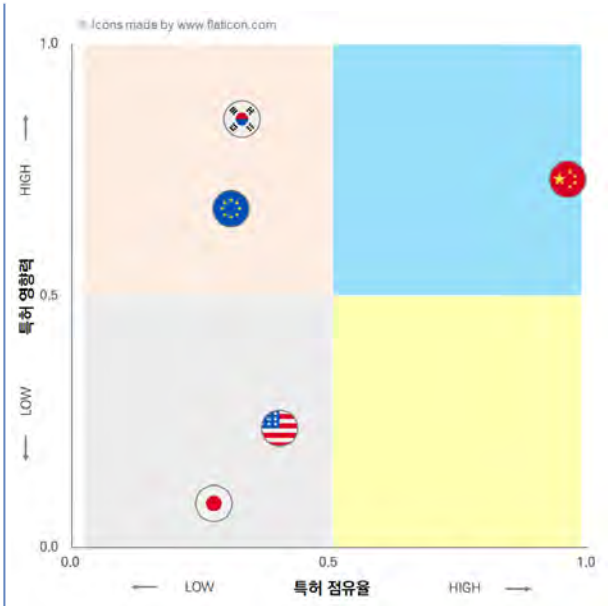
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지능형 건물관리기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.05%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '경북대학교'가 6.80%(글로벌 점유율은 0.47%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.02%	1.05%	146.15%
2	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	중국	3.78%	0.82%	69.23%
3	INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY	중국	2.59%	0.56%	400.00%
4	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	2.59%	0.56%	600.00%
5	VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	EU	1.27%	0.54%	87.50%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	6.80%	0.47%	1,800.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.42%	0.30%	60.00%
3	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	3.74%	0.26%	-16.67%
4	SOONGSIL UNIVERSITY	3.06%	0.21%	700.00%
5	KYUNG HEE UNIVERSITY	3.06%	0.21%	25.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	3.78%	0.82%	69.23%
2	INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY	2.59%	0.56%	400.00%
3	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.59%	0.56%	600.00%
4	BEIHANG UNIVERSITY	2.48%	0.54%	260.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	2.16%	0.47%	800.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HIROSAKI UNIVERSITY	4.73%	0.16%	-100.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	4.73%	0.16%	33.33%
3	FUJITSU	3.38%	0.12%	50.00%
4	WASEDA UNIVERSITY	2.70%	0.09%	0.00%
5	OSAKA UNIVERSITY	2.70%	0.09%	300.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.27%	0.54%	87.50%
2	UNIVERSITY OF SALENTO	0.72%	0.30%	1,100.00%
3	UNIVERSITY OF CALABRIA	0.72%	0.30%	1,200.00%
4	UNIVERSITY OF MURCIA	0.72%	0.30%	1,100.00%
5	UNIVERSITY OF OULU	0.72%	0.30%	1,100.00%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.02%	1.05%	146.15%
2	UNIVERSITY OF TEXAS	1.25%	0.33%	80.00%
3	PURDUE UNIVERSITY	1.25%	0.33%	1,200.00%
4	GEORGE MASON UNIVERSITY	1.16%	0.30%	233.33%
5	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	1.16%	0.30%	1,100.00%

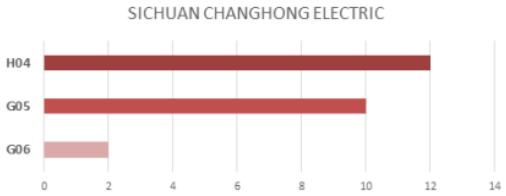
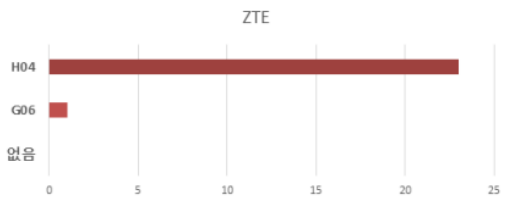
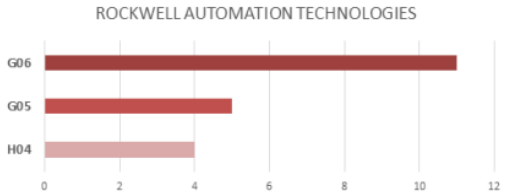
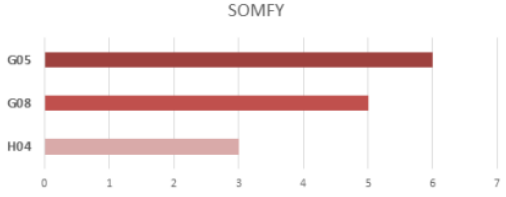
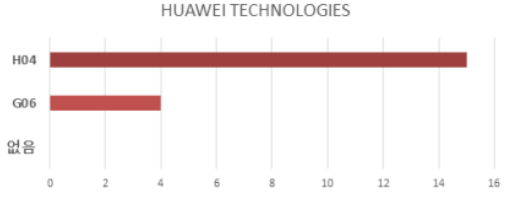
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC(2.09%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 16.00%(글로벌 점유율은 0.96%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC'과 '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC	중국	2.73%	2.09%	2,500.00%
2	ZTE	중국	2.52%	1.93%	-58.82%
3	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES	미국	13.16%	1.61%	1,900.00%
4	SOMFY	EU	39.22%	1.61%	50.00%
5	HUAWEI TECHNOLOGIES	중국	1.99%	1.53%	37.50%

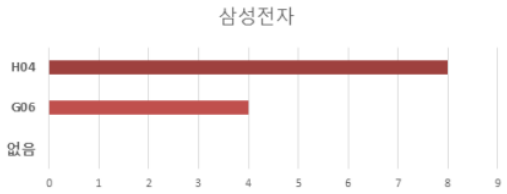
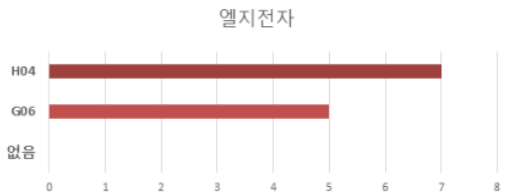
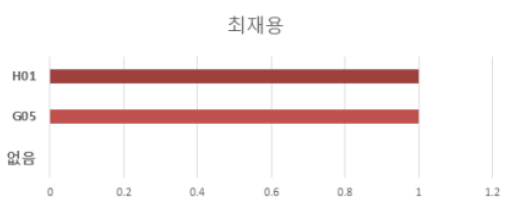
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
4		G05	제어; 조정
		G08	신호
		H04	전기통신기술
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

2 한국

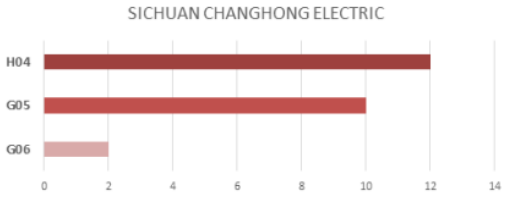
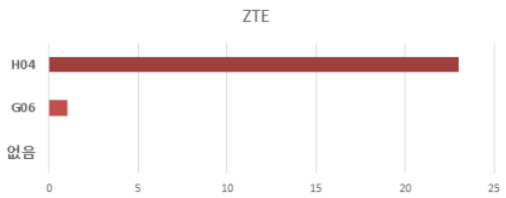
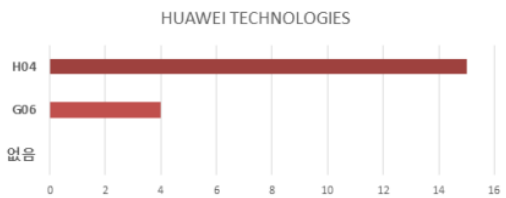
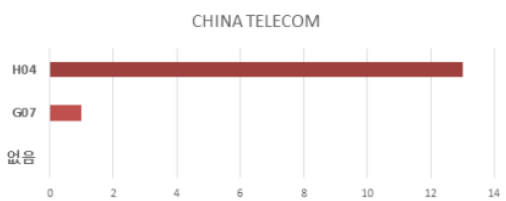
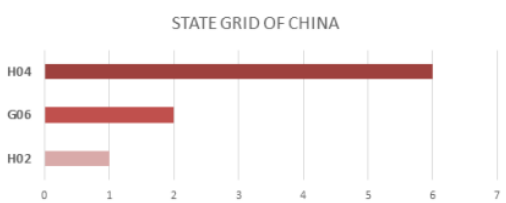
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	16.00%	0.96%	400.00%
2	엘지전자	16.00%	0.96%	1,000.00%
3	한국전자통신연구원	4.00%	0.24%	-100.00%
4	최재용	2.67%	0.16%	100.00%
5	중앙대학교	2.67%	0.16%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		G05	제어; 조정
		-	-
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

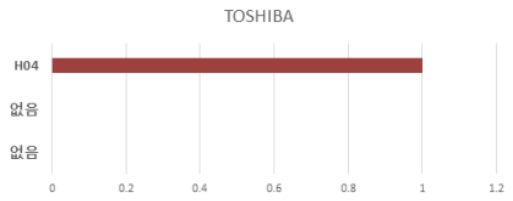
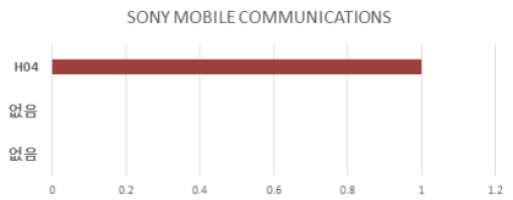
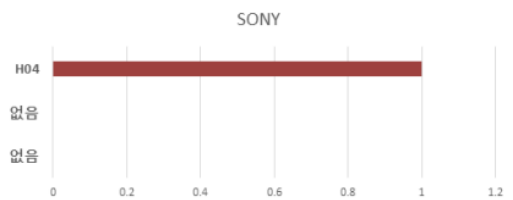
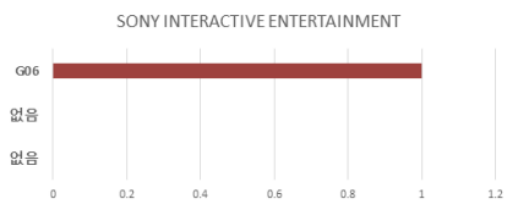
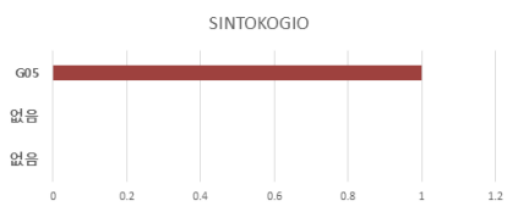
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC	2.73%	2.09%	2,500.00%
2	ZTE	2.52%	1.93%	-58.82%
3	HUAWEI TECHNOLOGIES	1.99%	1.53%	37.50%
4	CHINA TELECOM	1.47%	1.12%	266.67%
5	STATE GRID OF CHINA	1.26%	0.96%	1,100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G07	검사장치
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

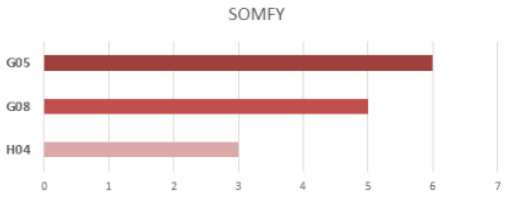
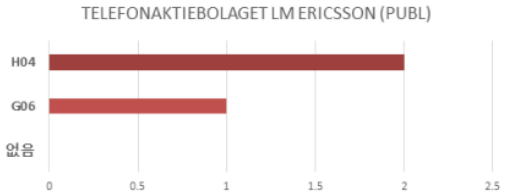
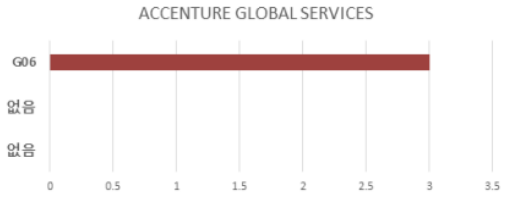
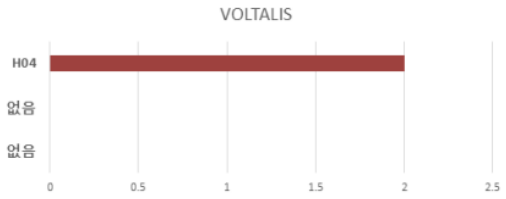
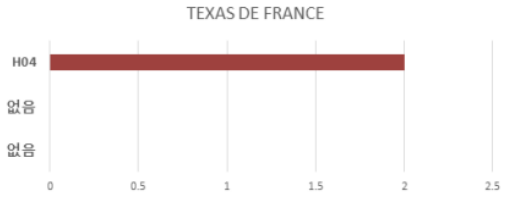
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	7.14%	0.08%	0.00%
2	SONY MOBILE COMMUNICATIONS	7.14%	0.08%	-100.00%
3	SONY	7.14%	0.08%	-100.00%
4	SONY INTERACTIVE ENTERTAINMENT	7.14%	0.08%	0.00%
5	SINTOKOGIO	7.14%	0.08%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
2		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
3		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G05	제어; 조정
		-	-
		-	-

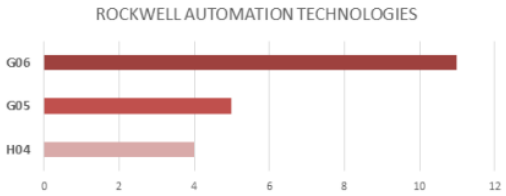
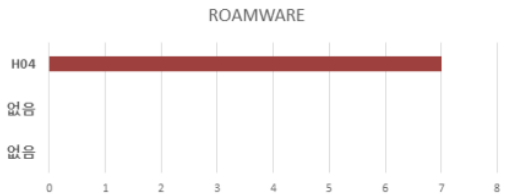
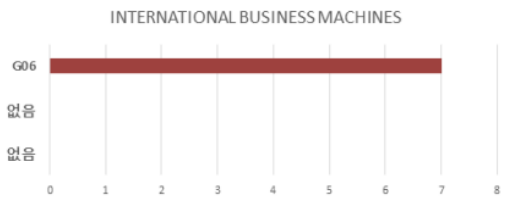
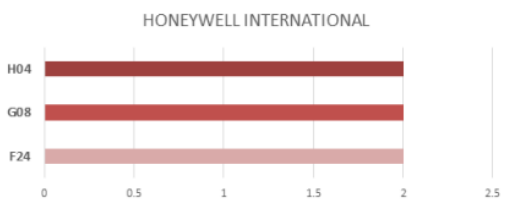
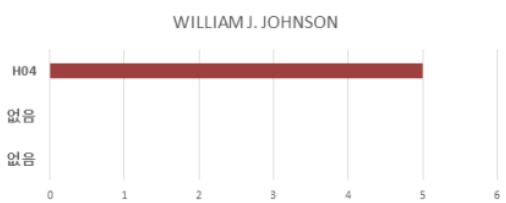
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOMFY	39.22%	1.61%	50.00%
2	TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)	5.88%	0.24%	100.00%
3	ACCENTURE GLOBAL SERVICES	5.88%	0.24%	100.00%
4	VOLTALIS	3.92%	0.16%	100.00%
5	TEXAS DE FRANCE	3.92%	0.16%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		G08	신호
		H04	전기통신기술
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES	13.16%	1.61%	1,900.00%
2	ROAMWARE	4.61%	0.56%	-100.00%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	4.61%	0.56%	500.00%
4	HONEYWELL INTERNATIONAL	3.95%	0.48%	500.00%
5	WILLIAM J. JOHNSON	3.29%	0.40%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
2		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G08	신호
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

02 친환경 다기능 건설재료 기술



02 친환경 다기능 건설재료 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 미래 사회의 지속가능한 발전을 위한 고효율 에너지 건설재료, 인간친화형·친환경 건설재료, 선제적 재난대응 건설재료 등 고성능 건설재료 기술
- ☑ 건설재료 기술을 포함한 설계, 시공, 유지관리, 성능 평가 등 건설재료 관련 전주기적 기술 개발을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

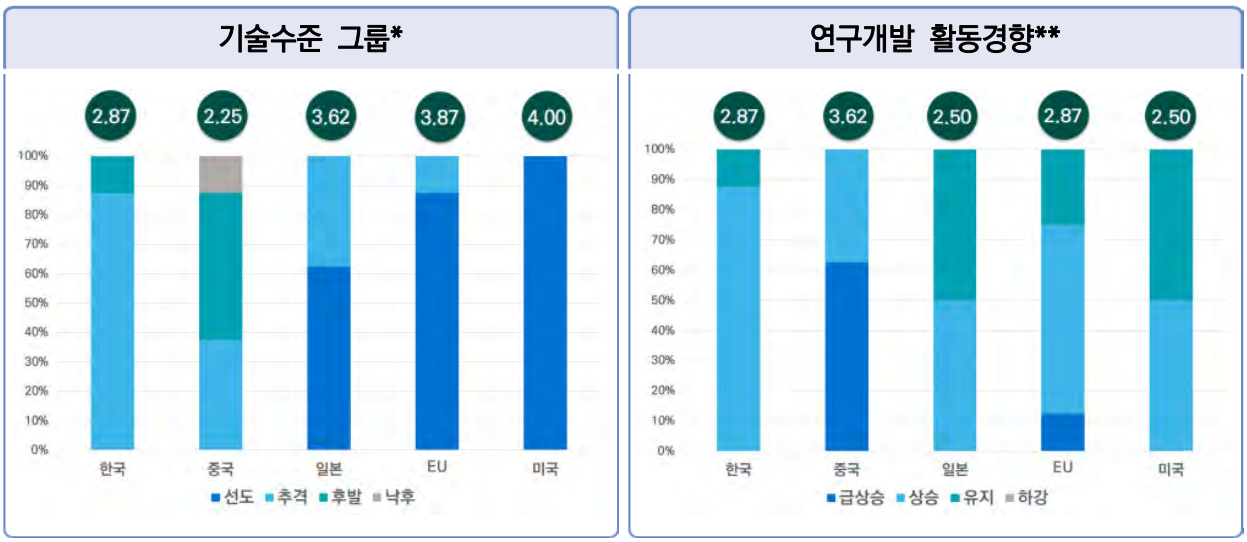
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	4.3	추격	보통	우수	상승
중국	65.0	4.5	후발	보통	우수	급상승
일본	90.0	1.3	선도	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	77.5	4.0	70.0	59.0	77.5	12.5	4.3	3.0	6.3	1.9
중국	69.0	5.0	65.0	60.0	71.5	15.0	4.5	4.0	7.5	2.7
일본	90.0	1.0	90.0	82.5	97.5	17.2	1.3	0.5	1.5	2.1
EU	100.0	0.0	100.0	92.5	100.0	7.9	0.0	0.0	1.3	0.9
미국	100.0	0.0	100.0	92.5	100.0	7.3	0.0	0.0	1.0	1.1

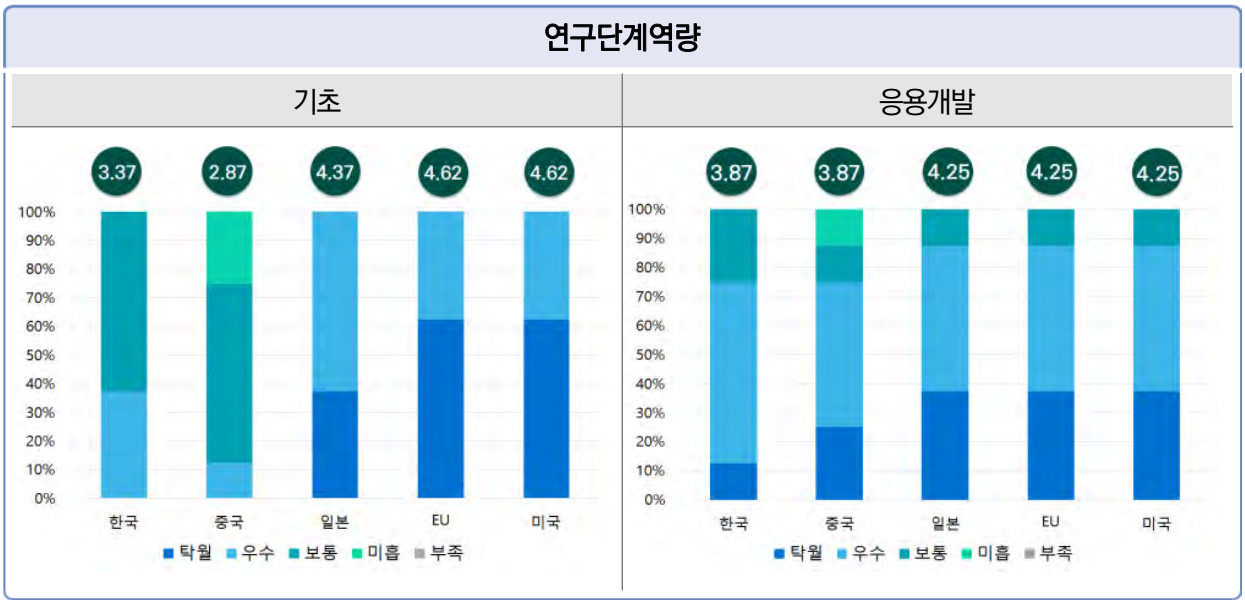
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 관련 시장 형성이 미흡하고 연구개발 초기단계 • 전반적인 건설재료 기술이 세계 최고를 추구하려고 함 • 스마트 시티 사업 프로젝트의 진척으로 인해 에너지 및 소음, 공기질 등의 스마트 건설재료 기술은 선도국 수준으로 격차를 좁힘 • NT, BT 및 3D 프린팅 건설재료 분야는 요소기술 개발 단계로서 선도국과의 격차는 오히려 조금씩 벌어지고 있음 • 연구개발 투자와 열의가 비교적 높지만, 한정된 연구 인력과 연구관련 제도의 정비 및 친환경 다기능 재료에 대한 투자가 미흡함
중국 (65.0%)	• 관련 시장 형성이 미흡하고 연구개발 초기단계임 • 다양한 건설재료를 추구하고 있으나 정확도 및 정밀도 측면에서 다소 부족함 • 최근 논문 및 특허의 양적 생산이 확대되는 상황을 볼 때 활발한 연구개발이 진행되고 있음 • 정부와 연구기관의 적극적인 투자에 힘입어 현재는 양적인 부분은 우리나라 대비 우위이나 질적인 부분은 아직 미흡한 수준 • 기술에 대한 투자 규모 및 장기적 투자 발판 마련, 새로운 기술을 적용한 실용화가 기대됨 • 상대적으로 기술수준이 낙후됨
일본 (90.0%)	• 에너지 향상을 위한 능동형 건설재료 기술이 세계 최고수준 • 고성능 건설재료에 대한 우수한 논문 출판 등 해당 분야의 선도 연구 활동이 활발함 • 리사이클 건설재료 분야에서 선도 기술을 보이지만 NT, BT 및 3D 프리팅 건설재료 등의 분야에서는 선도 기술을 확보하지 못함 • 최근 첨단 건설재료에 대한 연구개발 투자가 위축됐지만 기존에 확보한 기반 기술 수준이 높음 • 향후 선도국과 기술 격차는 해당 분야에 대한 연구개발 투자에 달림
EU (100%)	• 연구 활동 활발, 제품 라인업 다양하게 변화중, 관련 시장 형성됨 • 리사이클 건설재료 기술이 세계 최고임 • 관련 제품군의 연구개발이 활발히 진행되며 관련 논문 수도 증가 추세 • 사회적 인식이 뛰어남 • 친환경 소재에 대한 우수한 논문 출판 등 해당 분야의 선도 연구 활동 활발 • NT, BT 및 에너지 효율 건설재료 분야에서 독보적인 신기술을 개발 • 유럽은 논문 및 특허의 양산을 지양하고 있어 표면적인 성과는 평가 절하되어 있음
미국 (100%)	• EU(독일)과 유사한 수준 • 한계 극복형 구조재료 기술이 세계 최고임 • 다기능 소재에 대한 우수한 논문 출판 등 해당 분야의 선도 연구 활동 활발 • NT, 탄소섬유 및 3D 프린팅 건설재료 기술에서 시험평가 완성 단계 기술 개발 • 최근 양질의 논문 및 특허를 꾸준히 생산하고 피인용지수를 높임으로써 기술을 선도 • 사회 전반에 걸쳐 최고기술 보유 및 기술 확보 • 1위보다도 우수한 연구개발 환경을 보유하고 있어 전반적으로 우수한 기술을 보유하고 있지만, 국토가 넓고 자원이 많기 때문에 리사이클 분야의 기술이 상대적으로 약간 열등함

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국내의 IT기술에 의해 3D 프린팅용 차세대 건설재료에 대한 연구를 조속히 추진한다면 선도그룹에 접근 가능 • 최근 관련 기술의 융합에 대한 관심 고조로 기술 발전 속도 증가 • 응용제품 개발 능력이 뛰어나고, 사회 전반적으로 신기술에 대한 수용성이 커서 신기술 적용에 유리함 • 인력·학문 간의 융합 • 단계적 인력 확보 가능	• 시장의 보수성(신제품 적용 기피) • 건설 산업의 위축에 따라 산업계 참여 부족 • 핵심 연구개발 인력 및 연구 개발 지원 부족 • 건설 관련 학과의 인기 하락으로 인해 전문 인력양성 부족 • 원천 소재 기술, 기초연구의 미흡으로 인해 응용제품 개발이 제한 될 수 있음 • 인프라가 취약하고 기술의 수준이 상대적으로 낮으나, 기술보다는 인력 및 인프라 측면에서 보다 보완해서 세계 최고의 기술이 되도록 더 한층 노력해야 할 것
중국	• 정부와 연구기관의 연구개발 지원 규모 확대 추세 • 제도적 규제가 느슨하여 개발한 기술의 현장 적용이 용이 • 응용개발 연구 활성화 • 신기술 개발에 대한 인력이나 시설투자가 압도적이어서 여러 가지 기술개발 진행 • 과감한 투자 전략 • 실용화로 인한 제품 완성 • 최근 인프라가 급속히 확대됨	• 정부차원에서 적극적인 R&D 투자로 왕성한 연구 진행 중 • 시장의 보수성(신제품 적용 기피) • 기초 연구의 부족으로 응용기술과의 사이에Gap 기술 상존 • 지역에 따른 편차가 커서 보편적 수준이 높지는 않음 • 기술, 인력 및 인프라 측면에서 보다 보완해서 세계 최고의 기술이 되도록 더 한층 노력해야 할 것
일본	• 기술, 인력 및 인프라 등에서 세계 최고를 보유하고 있음. • 기업 중심의 현장 적용성 추진 기반 우수 • 우수한 기초연구 능력과 응용제품 개발력이 뛰어나고, 사회적, 제도적 뒷받침 우수	• 세부 기술별로 정부 전략에 따라 다소 차이를 보임 • 시장의 보수성(신제품 적용 기피) • 현재는 정부의 연구개발 지원 축소로 선도 기술의 추격 한계 보임 • 국가 특성에 따른 특화기술의 경우 기술의 확장성이 저해됨 • 연구 지원 행정 속도가 느림
EU	• 기초기술, 연구인력, 연구 인프라 모두 우수 • 특정 연구기관의 연구개발 플랫폼 확대 • EU 및 주변 국가의 연계 활발 • 기반이 우수한 기초연구 능력을 바탕으로 한 응용제품 개발 능력이 뛰어나고, 제품의 확장성이 EU 전체로 커질 수 있음 • 지역별 특성화된 자체 기술 확보	• 세부 기술별로 정부 전략에 따라 다소 차이를 보임 • 시장의 보수성(신제품 적용 기피) • 응용개발 및 현장 적용 신중, 이에 따른 실용화 완성 시기 지연 • 국가 간의 경제력 차이로 인한 적용성의 한계가 있음
미국	• 기술, 인력 및 인프라 등에서 세계 최고를 보유하고 있음	• 세부 기술별로 정부 전략에 따라 다소 차이를 보임

국가	강점분야	기타
	• 응용제품 개발을 적용할 수 있는 능력이 커서 시장 확대에 유리함.	• 건설 분야 R&D 예산 감축에 따라 다양한 연구 활동이 위축되고 있음 • 시장의 보수성(신제품 적용 기피) • 사회적 수요에 민감하게 반응, 특정 분야에 대해서는 연구개발 의지 없음 • 응용제품 개발에 대한 인식·의지가 크지 않음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	4위	2위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 대학, 연구기관, 산업체와의 협력을 통해 서로 윈윈 할 수 있는 토대를 마련 • 관련 전문가 미팅그룹 형성. 기술 분류에 따른 소그룹을 활성화 하고 이를 대단위와 그룹으로 연계될 수 있도록 하여야 함 • 국내 연구진들 간의 시험장비 등 인프라 활용 협력방안이 마련되면 해당분야 연구의 발전에 큰 도움 될 것 • 산학연 및 정부가 포함된 기술 및 정책 협의회 구성 • 국내 기술교류. 특히 국가 및 기업의 이익 창출을 위한 특허 교류 필요 • 연구 기관간의 공동 연구 추진 및 산학연간의 협력을 통한 건설재료 분야의 경쟁력 강화
국제협력 촉진	• 국제적으로 우수한 기관 및 연구자와의 교류 및 협력을 통해 선진기술의 동향 파악 필요 • 관련 분야의 저명 학술대회 참석 및 연구 성과 발표를 독려함으로서 국제 협력을 자연스럽게 유도할 수 있음 • 친환경 건설재료 선진 기술 보유 학계 및 연구계 교류 협력 프로그램 구성 • 기업의 기술력을 수출하고 판매가 가능하도록 국가 지원 필요
인력양성 및 유치	• 인력양성 및 유치 가능한 재정 지원·인력양성 시 최말단의 기술에 대한 인력양성(예:3D프린팅 전문가)의 경우 트렌드의 변화에 대해 적극 대응하기 어려움. 따라서 중단위의 기술 인력양성 후 트렌드 변화에 따라 인력양성의 방향을 설정하는 것이 바람직 • 국내 학생들 유치뿐만 아니라 주변국의 학생들 적극적으로 유치 필요 • 화학, 물리 기초학문 분야에서 친환경 건설재료 응용기술 연구 참여 및 인력양성 • 위축되고 있는 건설 분야 공학과에 대한 장학 제도 권장 • 국가의 거시적 단계를 통한 인력양성 프로그램 구축 • 건설자재의 지속적인 경쟁력 강화를 위해서는 건설자재에 관한 전문지식이 우수한 연구 인력이 지속적으로 공급되어야 함. 그러므로 건설자재 관련 대학원 인력양성을 위한 지원 필요

	정책제언
인프라 구축	• 기초연구, 응용연구 및 실용화연구를 통해 궁극적으로 상품화를 도모하기 위한 인프라 구축 • 건설재료와 관련된 고가의 시험장비들을 공동으로 활용할 수 있는 인프라 시스템을 갖춘다면 해당분야 연구의 발전에 큰 도움이 될 것 • 현재 실험시설 공유 강조에 따른 실험시설 구축 추진 어려움. 단위 대학 및 연구소에서 신형 고기능 장비 구축에 대한 유연성 확보 필요 • 사회 인프라의 기술 적용을 공격적(실험적)으로 전환 필요
법·제도 개선	• 연구과제 진행 관련 행정 간소화 (많은 과제 진행보고, 정산 등 행정처리 부담이 매우 큼) 및 연구 성과 중심의 공정한 평가시스템 구축 • 다양한 신제품/신기술이 적용됨에 있어서 최우선적으로 적용이 고려될 수 있는 방안 마련 • 법과 제도는 가장 강력한 선도 수단이 될 수 있음. 하지만 현실과 맞지 않는 법제도가 되지 않도록 하는 지혜 필요. 당근과 채찍이 동시에 작용할 수 있도록 할 때 효과가 극대화 할 것 • 리사이클 분야에 있어서 법과 제도의 탄력적 운영 • 친환경 및 다기능 건설재료 우선 구매 촉진제도 정비 • 나라장터 및 공공기관 우선 구매 허용 폭 넓히는 제도 정비 • 법적 제안요소를 해제하여 기업중심의 기술창출이 가능토록 함. • 상대적으로 높은 가격을 갖지만, 친환경성, 다기능성을 갖는 건설자재가 시장에서 살아남을 수 있도록 하기 위해서는 건설재료 및 시공의 단가를 높여주어야 함
연구비 확대	• 기초연구보다는 실용화 및 상품화를 위한 연구비 증대 • 관련 전문가 미팅그룹→소그룹→대단위 그룹의 의견(기술단위)을 정리한 후 대단위 규모의 로드맵 상의 연구비 집행계획 필요 • 연구비 활용을 갖가지 규정으로 통제하는 것은 결국 활발한 연구 활동보다는 연구 행정에 집중하게 만듦. 과제는 선정 단계에서 부터 여러 번의 심의가 이루어져 선정되기 때문에 책임자의 재량 확대 필요 • 건설재료 분야는 연구 분야는 적은 연구비라도 꾸준한 지원이 이어진다면 우수한 결과를 도출 할 수 있을 것. 현재의 많은 연구 프로젝트들은 큰 규모의 연구단 사업을 통하여 단기간에 가시적인 성과를 요구하고 있지만, 재료분야는 적은 규모의 지속적인 투자가 더 효율적 • 기초과학과 건설재료 응용분야의 융·복합 연구 사업 확대 • 연구비의 확대를 통해 다양한 경쟁력 있는 제품을 개발하도록 유도. 특히 여러 학문이 결합하여 개발하는 제품에 대한 지원 강화
기타 의견	• 콘크리트와 미생물(박테리아)과의 융·복합을 중점적으로 추진하는 것도 미래의 콘크리트기술(자기치유 콘크리트)을 개발하기 위한 분야 • 소음/진동/공기질의 경우 실시간으로 변화하는 환경의 질이므로 IoT를 활용한 센서들에 의해 계측되고 이를 활용하여 2차적인 관리 계획 및 대책이 이루어지는 서비스 개발 필요 • 공학 분야 간의 융·복합뿐만 아니라 인문학 분야와의 융·복합을 통한 성과를 창출하기 위한 노력 필요

다 주요 분석 결과 요약

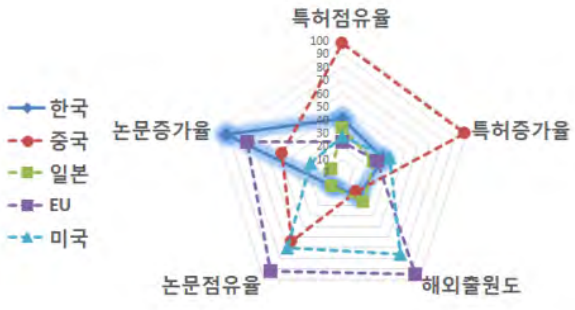
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	친환경 다기능 건설재료 기술	4,052	6,467	55.2%	93.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

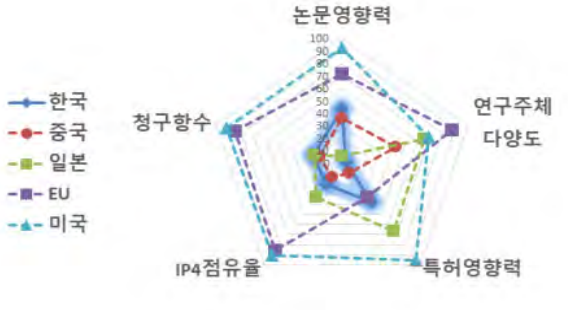
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	39.2%	68.6%	15.1	8.4
한국	5위	2위	3위	3위
	4.0%	14.6%	9.7	3.1
5개국 평균[2]	-	-	11.8	6.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

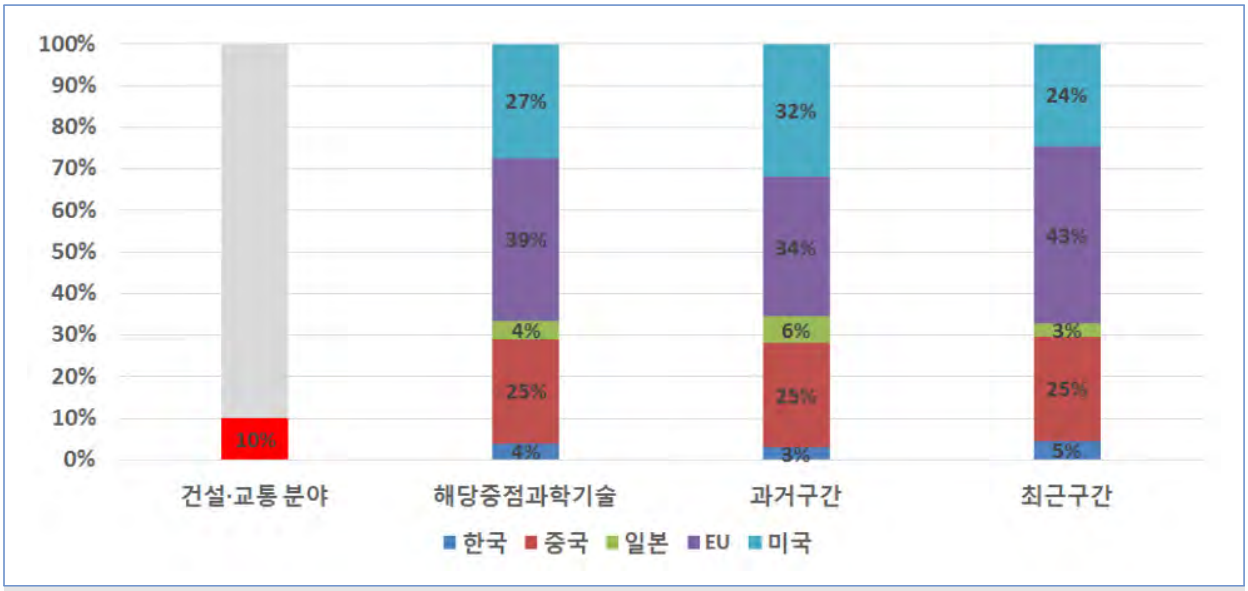
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.7)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(39.2%), 미국(27.4%), 중국(25.1%), 일본(4.3%), 한국(4.0%) 순이며, 논문 증가율은 한국(142.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(15.1), EU(12.2), 한국(9.7), 중국(9.2), 일본(5.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.6%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(3.1)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(68.6%), 한국(14.6%), 일본(9.7%), 미국(4.9%), EU(2.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(217.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.4), 일본(5.1), 한국(3.1), EU(2.7), 중국(0.3) 순이며, IP4 점유율은 미국(21.4%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.1)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.0%	25.1%	4.3%	39.2%	27.4%
	논문 증가율	142.6%	54.3%	-24.0%	97.7%	18.7%
	논문 영향력	9.7	9.2	5.2	12.2	15.1
	연구주체 다양도	0.80	0.89	0.92	0.96	0.93
특허 분석	특허 점유율	14.6%	68.6%	9.7%	2.2%	4.9%
	특허 증가율	-15.4%	217.5%	-38.1%	-30.1%	-3.7%
	해외출원도	0.4	0.1	0.9	6.6	4.2
	특허 영향력	3.1	0.3	5.1	2.7	8.4
	IP4점유율	2.8%	0.2%	6.1%	19.1%	21.4%
	청구항수	2.8	2.3	2.7	8.1	9.1

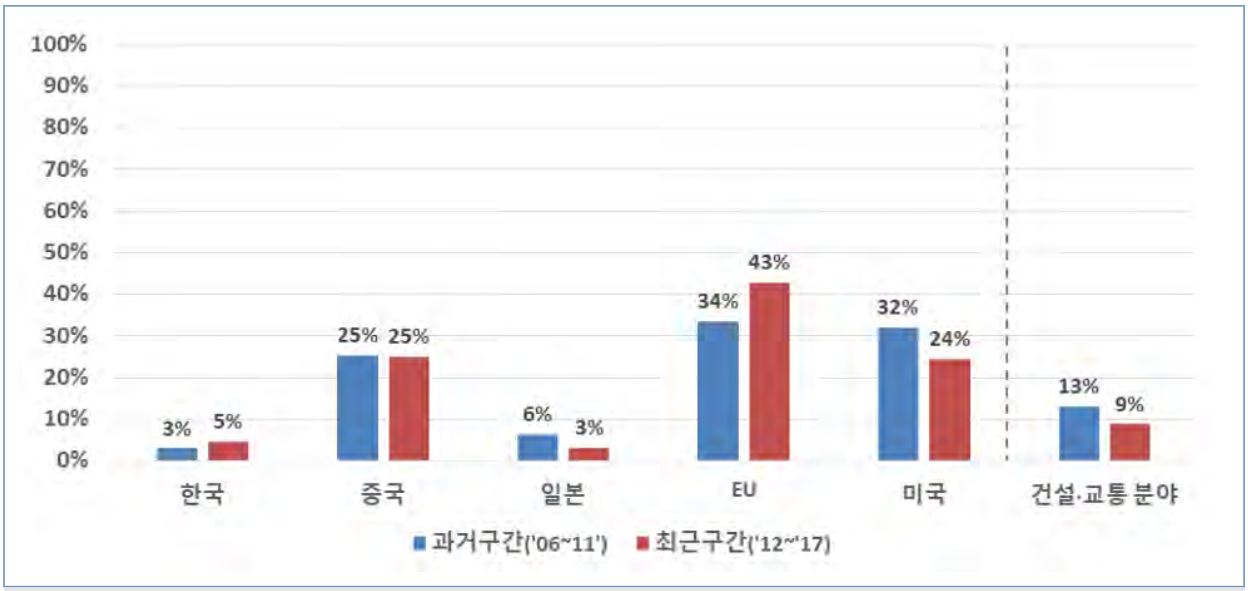
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 친환경 다기능 건설재료 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1587건으로 전체 논문의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 다기능 건설재료 기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 10%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

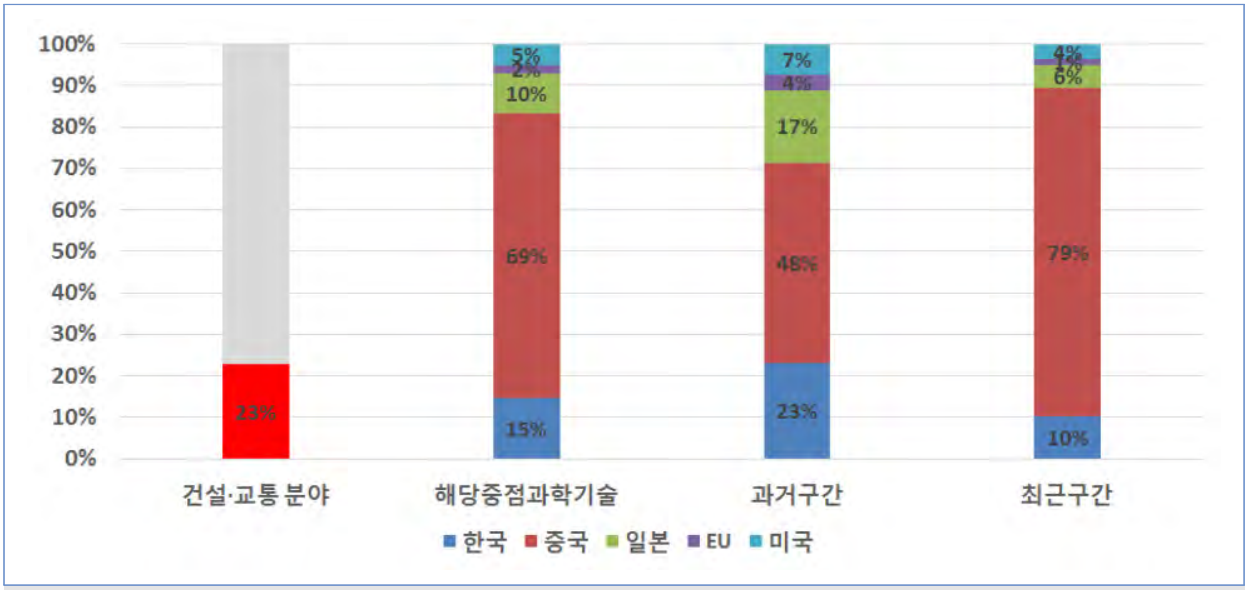


● 친환경 다기능 건설재료 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 142.6%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	47	114	161	142.6%
중국	400	617	1,017	54.3%
일본	100	76	176	-24.0%
EU	533	1,054	1,587	97.7%
미국	508	603	1,111	18.7%
전체	1,588	2,464	4,052	55.2%

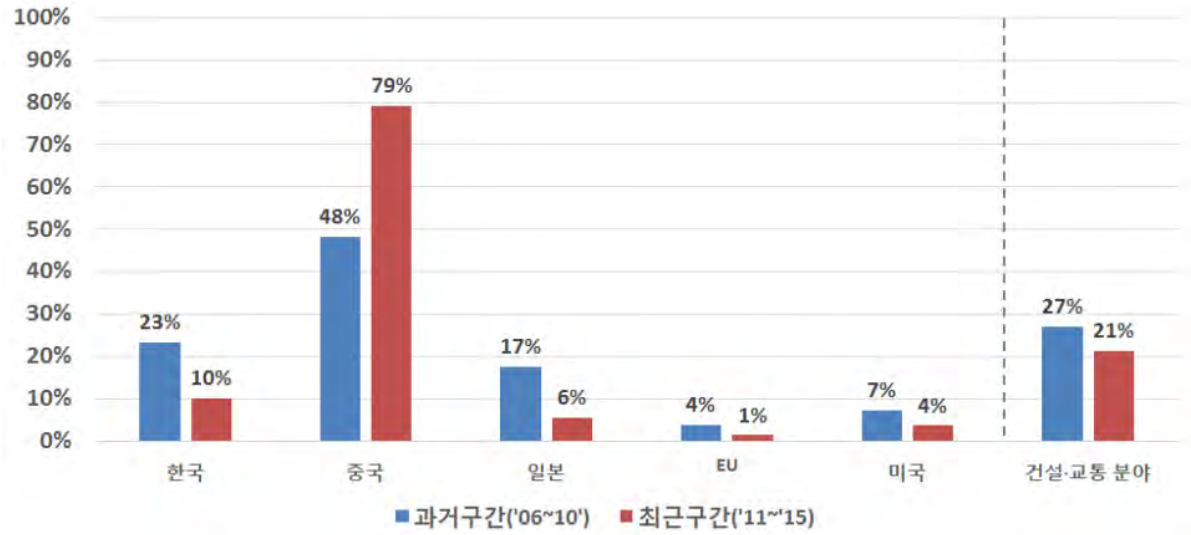
(4) 특허 점유율(전체)



- 친환경 다기능 건설재료 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 4438건으로 전체 특허의 69%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 다기능 건설재료 기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 23%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



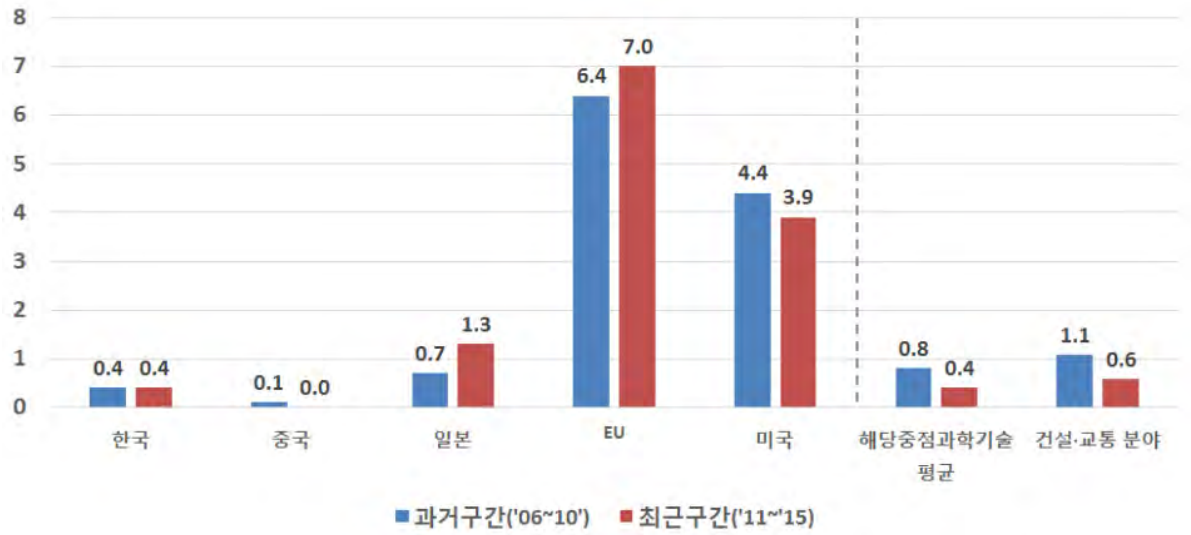
● 친환경 다기능 건설재료 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -15.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	512	433	945	-15.4%
중국	1,063	3,375	4,438	217.5%
일본	386	239	625	-38.1%
EU	83	58	141	-30.1%
미국	162	156	318	-3.7%
전체	2,206	4,261	6,467	93.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

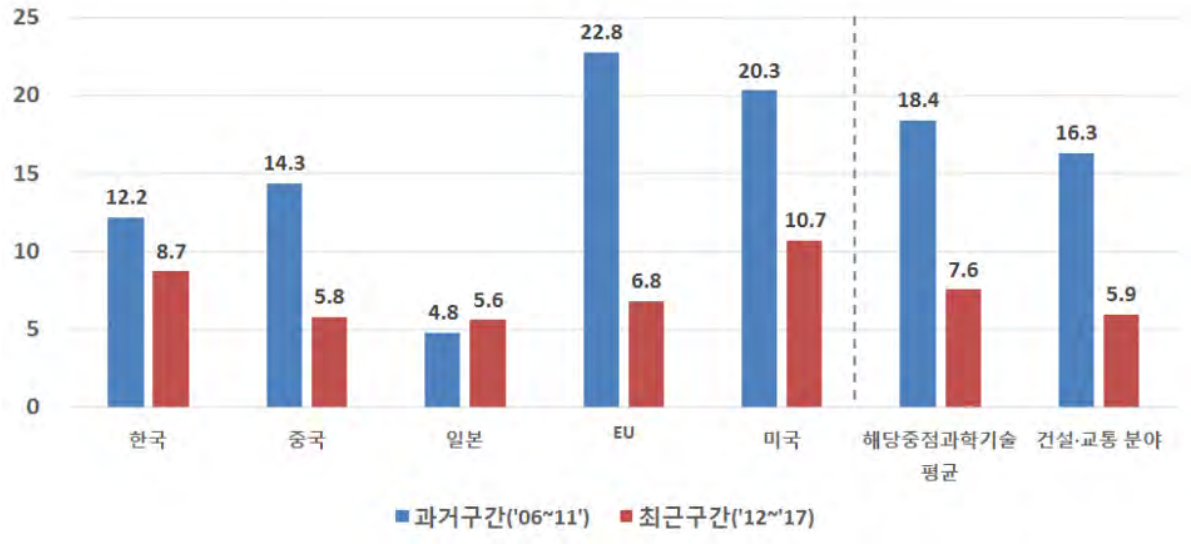


- 친환경 다기능 건설재료 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

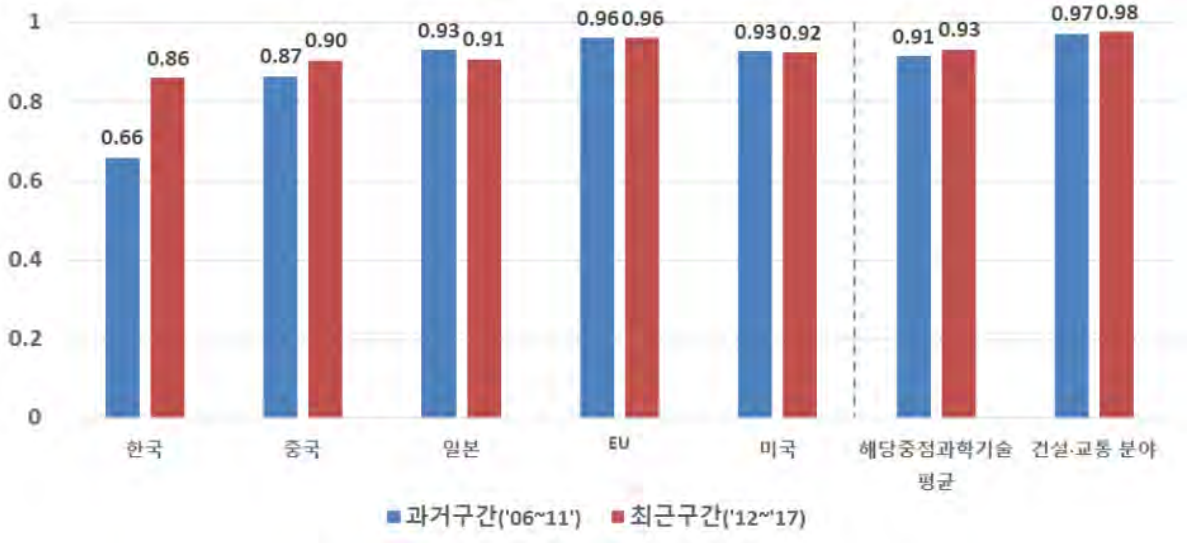
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



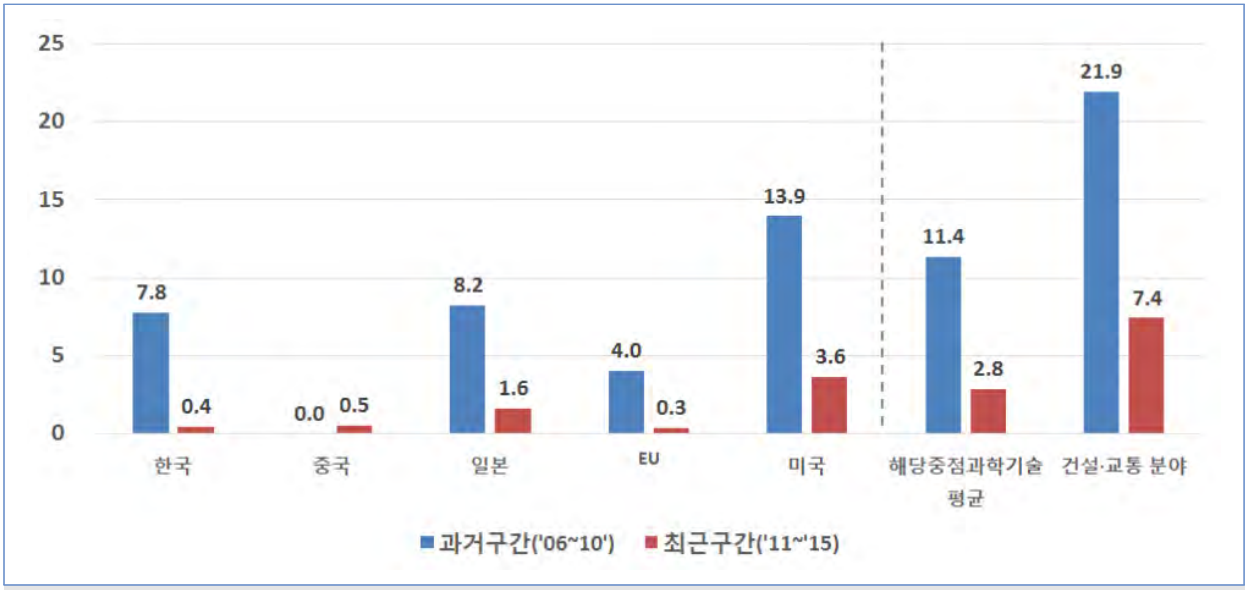
● 친환경 다기능 건설재료 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



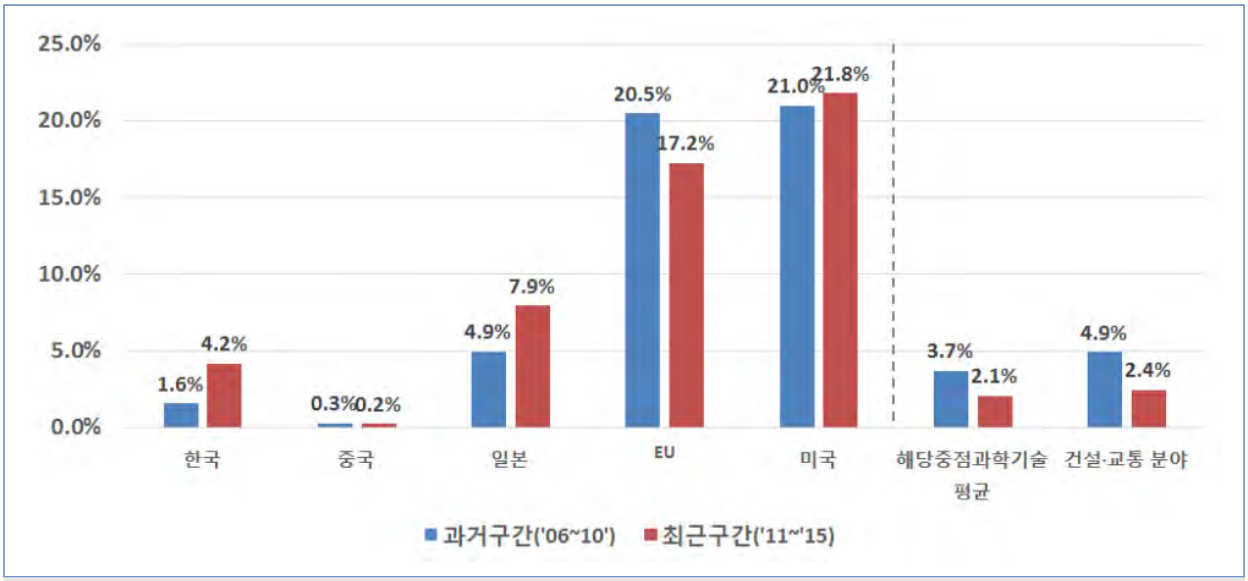
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



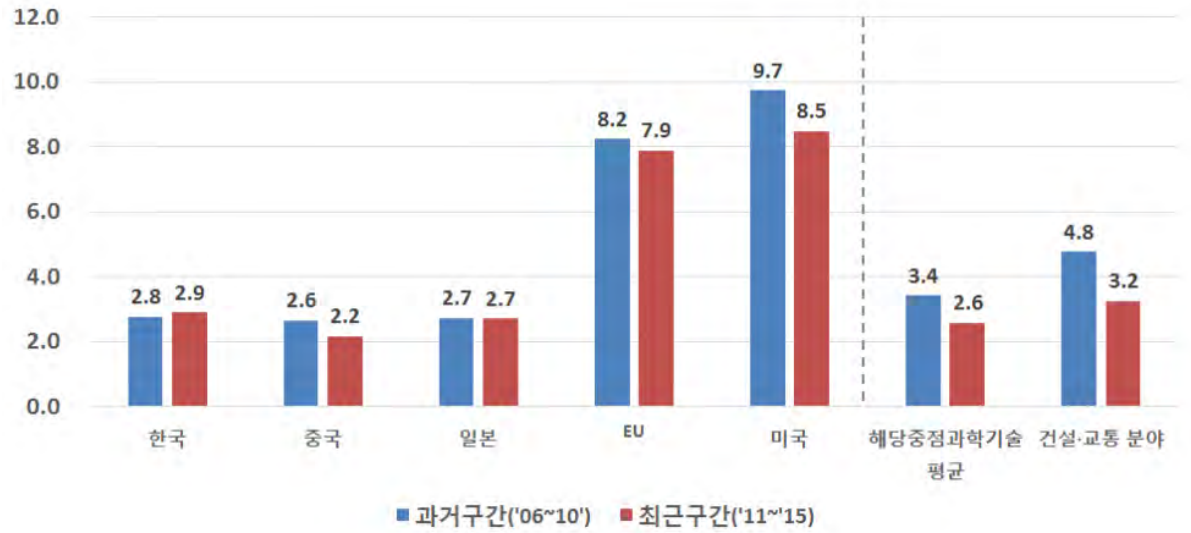
● 친환경 다기능 건설재료 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 친환경 다기능 건설재료 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 친환경 다기능 건설재료 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

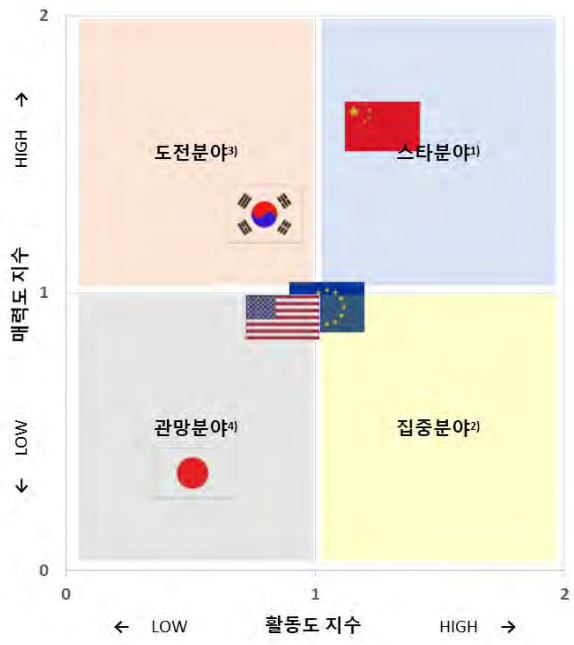
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

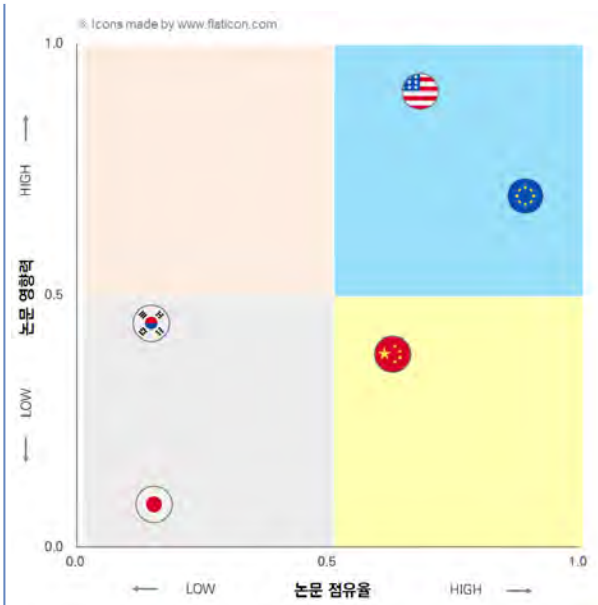
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 친환경 다기능 건설재료 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

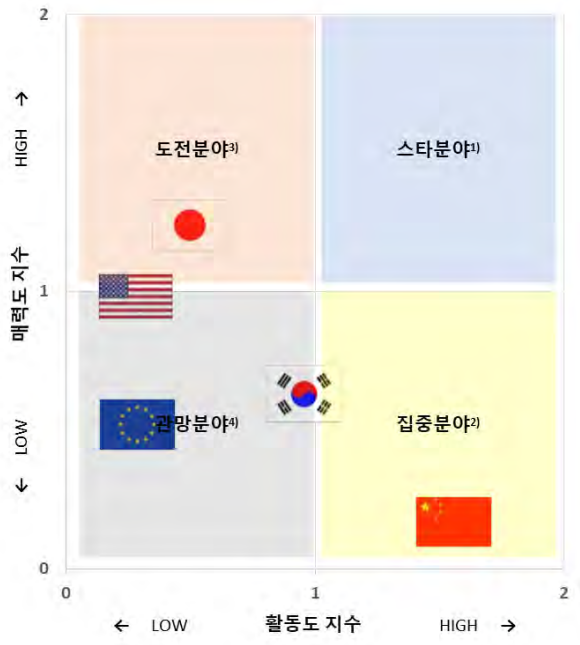


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 친환경 다기능 건설재료 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TONGJI UNIVERSITY(0.99%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 5.59%(글로벌 점유율은 0.22%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TONGJI UNIVERSITY	중국	3.93%	0.99%	10.53%
2	UNIVERSITY OF MINHO	EU	1.51%	0.59%	100.00%
3	DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	2.36%	0.59%	-40.00%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.89%	0.52%	10.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.06%	0.52%	62.50%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.59%	0.22%	25.00%
2	HANYANG UNIVERSITY	4.97%	0.20%	66.67%
3	YONSEI UNIVERSITY	3.73%	0.15%	100.00%
4	CHONBUK NATIONAL UNIVERSITY	3.73%	0.15%	500.00%
5	KOREA UNIVERSITY	3.11%	0.12%	400.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TONGJI UNIVERSITY	3.93%	0.99%	10.53%
2	DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.36%	0.59%	-40.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	2.06%	0.52%	62.50%
4	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.87%	0.47%	-10.00%
5	TIANJIN UNIVERSITY	1.77%	0.44%	250.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	3.41%	0.15%	0.00%
2	NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE (NIMS)	2.84%	0.12%	300.00%
3	HOKKAIDO UNIVERSITY	2.84%	0.12%	50.00%
4	WASEDA UNIVERSITY	2.84%	0.12%	300.00%
5	OSAKA UNIVERSITY	2.84%	0.12%	-75.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF MINHO	1.51%	0.59%	100.00%
2	BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.13%	0.44%	400.00%
3	UNIVERSITY OF SHEFFIELD	0.88%	0.35%	-25.00%
4	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.76%	0.30%	40.00%
5	UNIVERSITY OF BOLOGNA	0.69%	0.27%	166.67%

6 미국

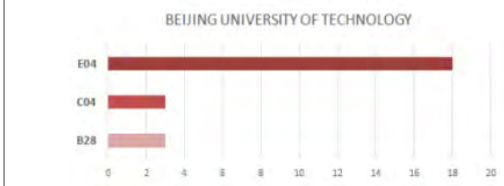
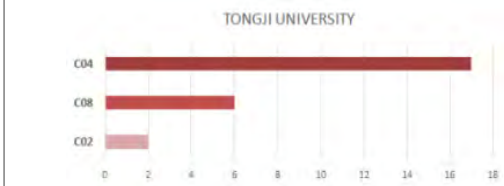
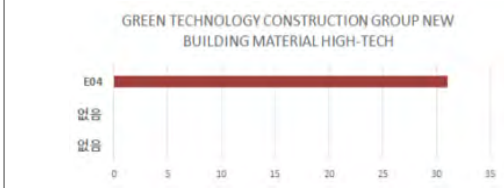
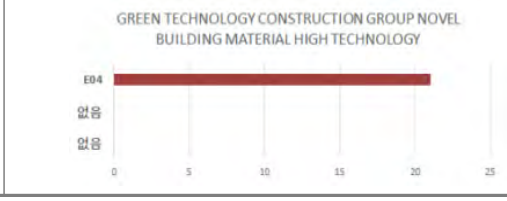
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.89%	0.52%	10.00%
2	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.53%	0.42%	140.00%
3	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	1.35%	0.37%	-33.33%
4	UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA-CHAMPAIGN	1.35%	0.37%	175.00%
5	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.26%	0.35%	-72.73%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY(0.51%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한상관'이 1.27%(글로벌 점유율은 0.19%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY'는 E04(건축물)에 해당하는 특허를, '한상관'은 C04(시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

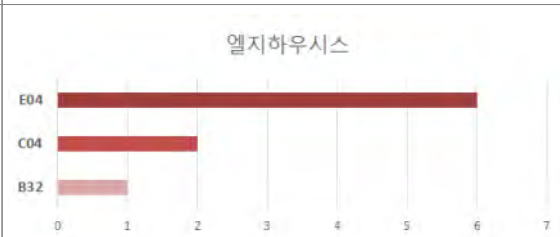
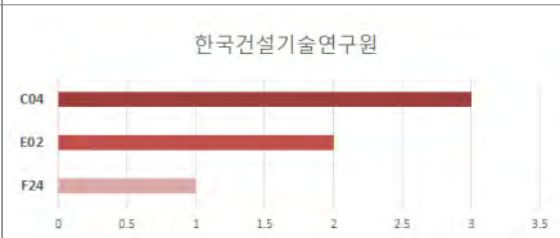
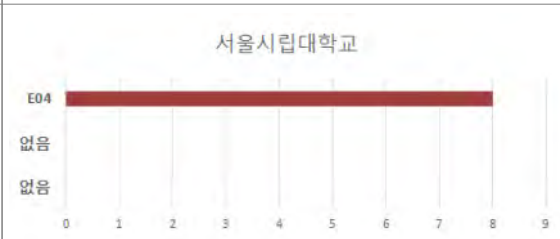
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	0.74%	0.51%	130.00%
2	TONGJI UNIVERSITY	중국	0.70%	0.48%	81.82%
3	GREEN TECHNOLOGY CONSTRUCTION GROUP NEW BUILDING MATERIAL HIGH-TECH	중국	0.70%	0.48%	3,000.00%
4	SHENYANG JIANZHU UNIVERSITY	중국	0.52%	0.36%	183.33%
5	GREEN TECHNOLOGY CONSTRUCTION GROUP NOVEL BUILDING MATERIAL HIGH TECHNOLOGY	중국	0.47%	0.32%	2,000.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		E04	건축물
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
2		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		E04	건축물
		-	-
		-	-
4		E04	건축물
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
5		E04	건축물
		-	-
		-	-

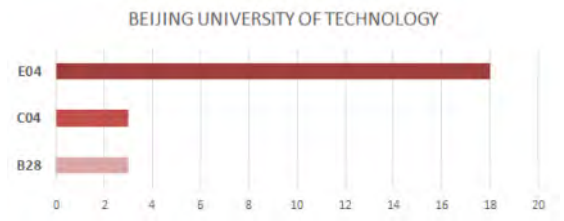
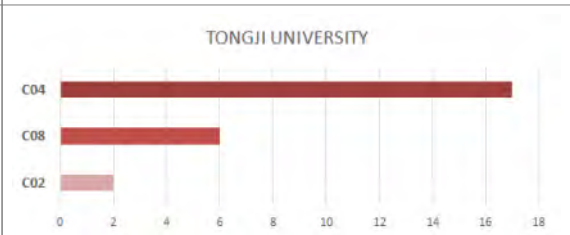
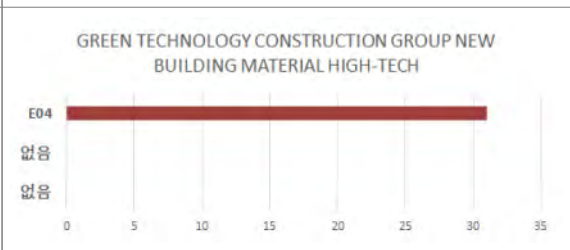
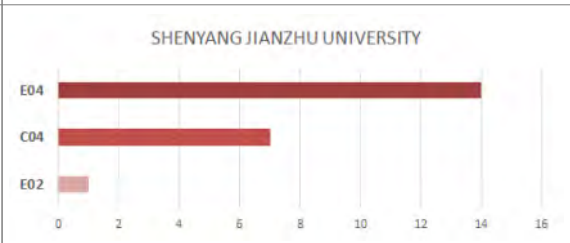
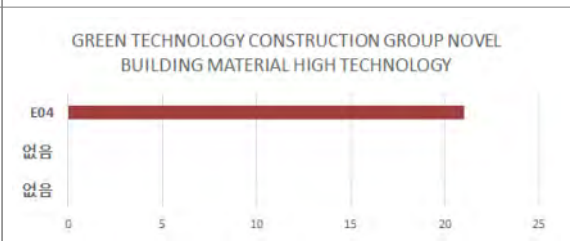
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	1.27%	0.19%	-66.67%
2	엘지하우시스	0.95%	0.14%	-20.00%
3	한국건설기술연구원	0.85%	0.12%	-66.67%
4	서울시립대학교	0.85%	0.12%	700.00%
5	엘지화학	0.85%	0.12%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		E04	건축물
		D21	제지; 셀룰로스의 제조
2		E04	건축물
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		B32	적층체
3		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
4		E04	건축물
		-	-
		-	-
5		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		E04	건축물
		C01	무기화학

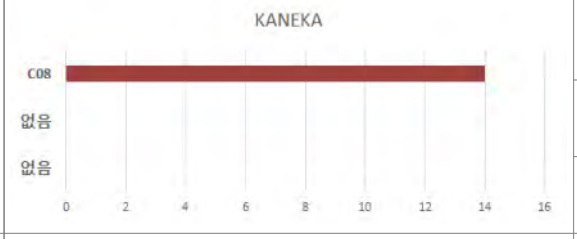
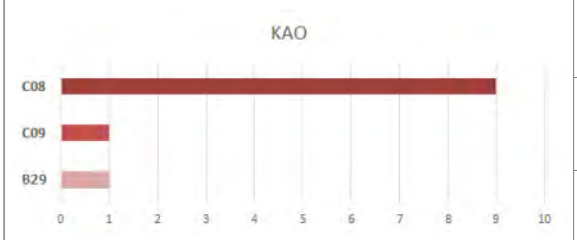
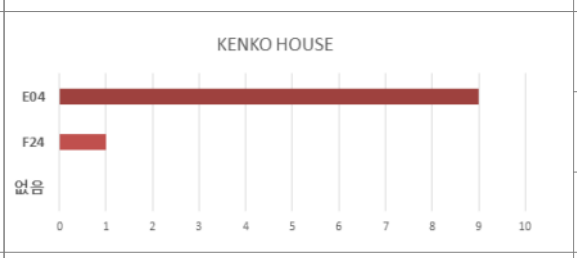
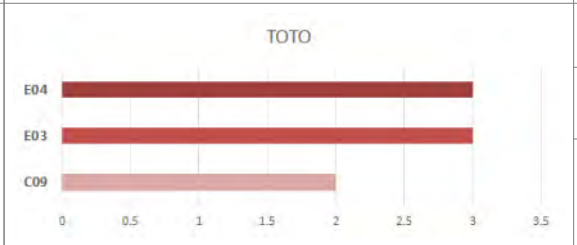
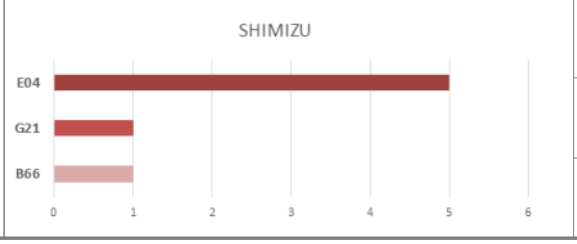
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.74%	0.51%	130.00%
2	TONGJI UNIVERSITY	0.70%	0.48%	81.82%
3	GREEN TECHNOLOGY CONSTRUCTION GROUP NEW BUILDING MATERIAL HIGH-TECH	0.70%	0.48%	3,000.00%
4	SHENYANG JIANZHU UNIVERSITY	0.52%	0.36%	183.33%
5	GREEN TECHNOLOGY CONSTRUCTION GROUP NOVEL BUILDING MATERIAL HIGH TECHNOLOGY	0.47%	0.32%	2,000.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		E04	건축물
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
2		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		E04	건축물
		–	–
		–	–
4		E04	건축물
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
5		E04	건축물
		–	–
		–	–

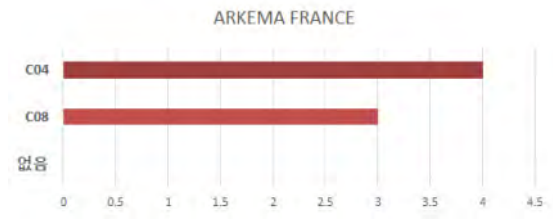
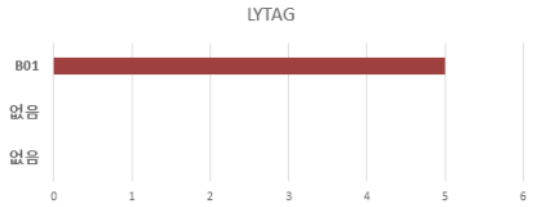
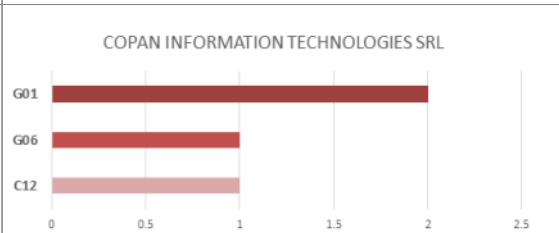
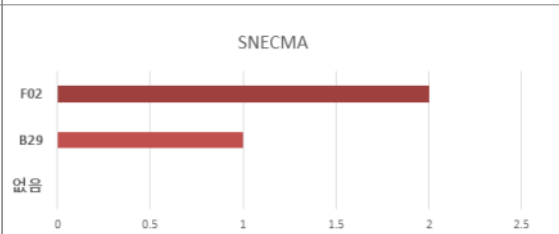
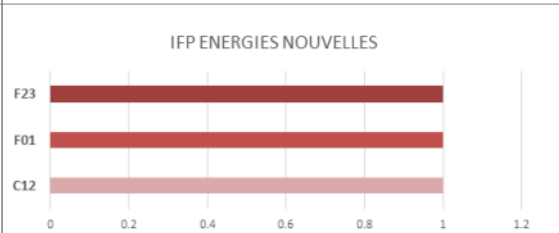
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KANEKA	2.24%	0.22%	-100.00%
2	KAO	1.76%	0.17%	-62.50%
3	KENKO HOUSE	1.60%	0.15%	-100.00%
4	TOTO	1.44%	0.14%	-71.43%
5	SHIMIZU	1.28%	0.12%	-66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		–	–
		–	–
2		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
3		E04	건축물
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		–	–
4		E04	건축물
		E03	상수(上水); 하수(下水)
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
5		E04	건축물
		G21	핵물리; 핵공학
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치

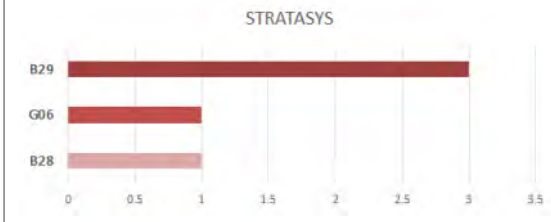
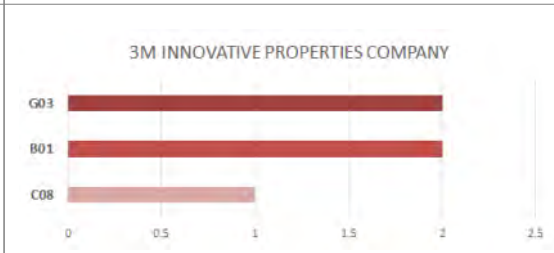
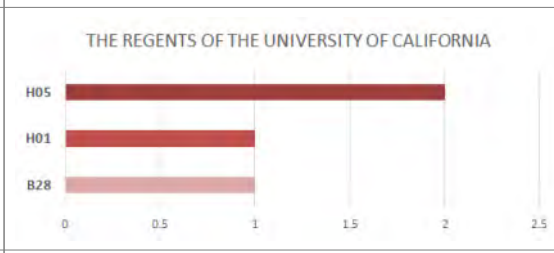
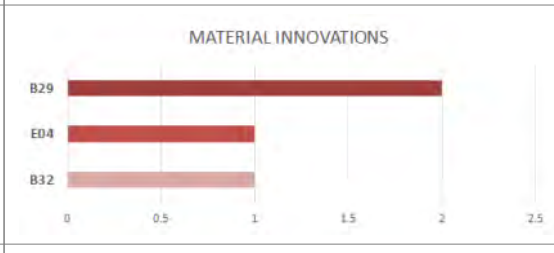
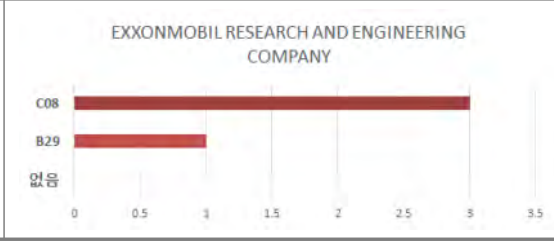
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ARKEMA FRANCE	4.96%	0.11%	500.00%
2	LYTAG	3.55%	0.08%	-100.00%
3	COPAN INFORMATION TECHNOLOGIES SRL	2.84%	0.06%	300.00%
4	SNECMA	2.13%	0.05%	200.00%
5	IFP ENERGIES NOUVELLES	2.13%	0.05%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
2		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-
		-	-
3		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학; 효소학;돌연변이또는유전자공학
4		F02	연소기관
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		-	-
5		F23	연소장치; 연소방법
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학; 효소학;돌연변이또는유전자공학

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STRATASYS	1.89%	0.09%	0.00%
2	3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY	1.89%	0.09%	-50.00%
3	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.26%	0.06%	-66.67%
4	MATERIAL INNOVATIONS	1.26%	0.06%	-100.00%
5	EXXONMOBIL RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY	1.26%	0.06%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
2		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
3		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
4		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		E04	건축물
		B32	적층체
5		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		-	-

03 스마트홈 기술



03 스마트홈 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 건물을 이루고 있는 각종 설비와 시스템들이 최첨단 ICT 기술들을 기반으로 통합·연동되어 건물 전체의 단계별 정보들을 감지·측정하여 정보화하고, 이를 기반으로 건물 설비, 소비에너지들의 운영을 능동적으로 모니터링·제어·평가하여 체계적으로 건물을 관리하는 기술
- ☑ 사용자들이 쾌적하고 편안한 상태에서 거주하는 동시에 생산성을 최대화할 수 있으며, 에너지 소비를 최적화하는 등 건물의 유지 관리 비용을 절감하여 건물의 효용가치가 지속가능하게 유지될 수 있도록 하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

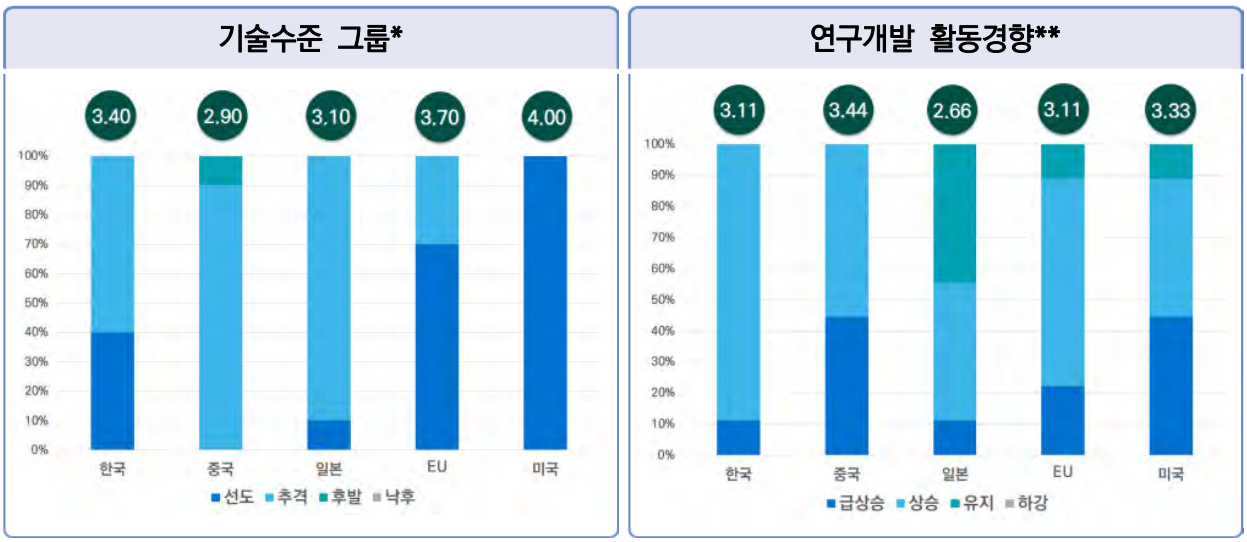
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.0	2.5	추격	보통	우수	상승
일본	80.0	2.0	추격	우수	우수	상승
EU	85.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.0	80.0	75.0	90.0	11.1	2.0	1.0	2.5	1.9
중국	75.0	2.5	75.0	70.0	80.0	11.4	2.5	2.0	3.5	1.4
일본	80.0	2.0	80.0	70.0	85.0	10.6	2.0	1.5	2.5	1.8
EU	85.0	1.5	85.0	80.0	90.0	5.7	1.0	1.0	2.0	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.3

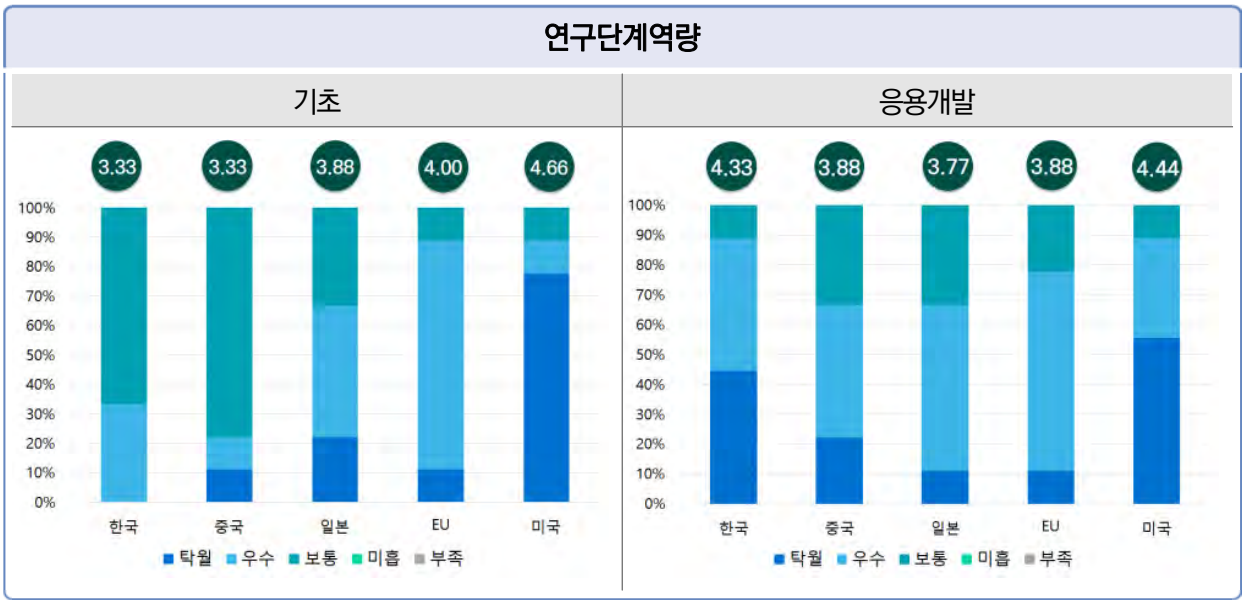
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 전통적인 스마트 홈 기술에서 강점을 보이나 최근 선도형 기술에서는 최고기술 보유국 대비 부족 • 원천 기술 미비, fast-follower • IoT 가전 중심으로 본격적인 연구개발 및 빅 데이터 수집, 분석 등이 이루어지고 있으나, 지원이나 다양한 실증 등이 미흡 • 겉으로 드러난 부분은 선도적 성향이 있으나 EU나 일본에 비해 기술적 집약성이나 완성도가 다소 약함 • 스마트 홈 서비스기술이 활성화 되었으나 플랫폼 기술 측면에는 다소 격차 존재
중국 (75.0%)	• 정부 지원 하에 기업별로 활발한 기술 개발을 통해 선도그룹 기술 수준에 추격 • 최고기술 보유국이 확보한 알고리즘의 성능 대비 다소 미흡 • 연관된 세부 기술 분야에서의 기술 격차가 약간 있음 • 신소재 개발, 스마트 홈, 헬스 케어 기술 등 연구의 급진적 • 기술 집약도는 일본과 유사한 정도로 방대하고 물량적이며 새로운 기술의 적응성도 빠르나 선도성이나 독창성, 기술의 원천적 추구점이 낮음
일본 (80.0%)	• 전통적인 스마트 홈 기술에서 강점을 보이나 최근 선도성 기술에서는 최고기술 보유국에 비해 뒤처짐 • 최고기술 보유국이 확보한 알고리즘의 성능 대비 다소 미흡 • 영어권 논문이나 특허, 표준화 등에서 드러나지 않은 내부적 역량이 일본 내의 학회 등에서 소개되고 있는바 자체적 통합시스템 역량이 강함 • 스마트 홈 서비스기술이 어느 정도 활성화 되었으나 플랫폼 기술 측면에는 다소 격차 존재
EU (85.0%)	• 최고기술 보유국이 확보한 알고리즘의 성능 대비하여 유사하나 약간 뒤처짐 • 대학 등에서 축적된 기술의 수준은 최고기술 보유국과 동등한 수준임. 논문과 특허 등의 양적 수준은 매우 높으나 실제 민간에서 활용하기 위한 기술의 보유 및 상용 기술은 최고기술 보유국 대비 다소 미흡 • 홈 네트워크의 저시장·저개발에서 홈 IoT 기술, 무선 WIFI 환경, 음성인식 기술 등의 급속한 개발 • EU 기술 개발 방향이 EU FR-7 및 Horizon 2020 등을 통해 통합적으로 제시되어 왔으며 국가별 역량이 전문화되어 있음 • 관련 응용 서비스 기술 활성화 되었으나 플랫폼 기술 측면에는 미흡한 수준
미국 (100%)	• 인공지능, 음성인식 기능을 탑재한 지능형 서비스 기술 선도 • 원천 기술 보유 • 구글, 아마존, 애플 등의 민간 기업 주도로 기술의 혁신성 및 상용성을 모두 겸비한 높은 수준의 기술을 보유하고 있으며 활발히 개발 중 • IoT 기술 분야, 창작, 음성 등 기술 보유 및 기술개발 등이 활발함 • 4차 산업혁명 관련 분야를 리딩하는 대기업들이 중심이 되어 있어 스마트 홈 분야에 수요 발생시 신속히 대응할 가능성이 높음 • 글로벌 기업 주도의 인프라 및 서비스 기술에 대한 연구가 활성화되었고, 기반 플랫폼 기술 확보

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 초고속 인터넷 및 이동통신 환경으로 우수한 스마트 홈 보급 인프라를 보유하였고, 다양한 응용기술 개발이 빠르게 진행 가능함 • 홈 네트워크 초기 기술 확보 인력은 발전되지 못함. 인프라는 인증제도로 발전 • 특정 분야의 기술 집약성에 성공하고 부가 가치를 높여왔음. • 스마트 홈과 관련한 통신사, 포털사, 가전사 등 전 영역에서 사업자들의 기술개발이 활발하게 이루어짐 • 스마트 홈의 기반이 되는 전국적 IoT 통신 인프라 등을 구비 • 인력 측면에서도 훌륭한 S/W, H/W 개발 인력 리소스 확보 • 공동 주택 중심이라 스마트 홈 확산에 용이한 주택 공급 구조 • 기존의 스마트 홈 이전 단계의 유선 기반 홈 네트워크 분야의 단단한 산업 생태계	• 스마트 홈에 대한 기초연구가 미흡하며, 응용개발 중심으로 R&D가 이루어지고 있어 장기적 측면에서 글로벌 경쟁력 확보가 다소 지원되고 있음 • 기업 간 협업체계개선이 필요함 • 스마트 홈은 건물과 융합됨, 건설부문은 설계부터 준공까지 3년이 소요되어 스마트 홈의 빠른 발전이 안 됨 • 플랫폼 기술의 선진국 의존도가 높고, 관련 개발 인력 부족함 • 현재 후발 국가들의 강한 추격을 받음. 그러나 기술 수준의 우위를 지속적으로 점유하기 위해 독특한 한류적 기질에 의해 새로운 인간기술의 장을 탁월성을 가지고 열어가고 있음
중국	• 해외의 우수 인력이 대거 유입되어 인력적인 강점을 보이고 있음 • 기업 간 협업체계 우수 • 기초(원천)기술 • 거대한 스마트 홈 시장 보유 정부의 기술 개발 및 표준화 지원 정책 기업의 활발한 연구 개발 • 급격한 기술 축적과 급격한 건설로 다양한 기술 적용 가능 • 풍부한 인력을 통해 빠른 연구개발 가능 • 넓은 시장을 통한 산업화 가능성이 높음 • 현재 보유한 기술의 수준은 높지 않으나 최근 정부와 민간 모두가 기술 개발에 활발한 투자와 역량을 집중하고 있으며 이와 관련한 인프라 확충 및 인력양성 등에도 활발한 투자가 이루어지고 있음 • 기술의 중심인 인간 측면에서의 불안정성을 제외하고는 기술과 인력과 인프라 측면에서 세계 최고 수준 • 다양한 아이디어와 낮은 제조원가를 바탕으로 혁신적 서비스 출시	• 정부의 적극적인 지원책에도 불구하고 기업들의 사업적인 필요성 및 경영수지의 미흡에 따라 개발 의지가 다소 떨어짐 • 신뢰성 부족 • 기술 개발에 활발한 투자와 역량을 집중하고 있으나 관련한 인프라는 선도그룹 대비하여 아직 매우 열악한 상황 • 물량주의에 대한 유혹에서 벗어나기 힘든 구조와 성격적 특성을 가지고 있어서 진정한 2위의 건전성이 낮음. 인간성의 회복이 이루어지기를 전 세계가 지켜보고 있으므로 기술에도 이에 따른 변화가 예상 • 서비스 적용을 위한 소득 수준, 낮은 주거생활 수준

국가	강점분야	기타
일본	• 정부의 적극적인 추진 의지와 가전에서 뒤쳐진 기업들의 참여로 기반기술들 확보 • 기업 간 협업체계 우수 • 핵심 스마트 홈 기술력 보유 • 스마트 홈 관련 응용서비스 기술이 뛰어나고, 우수한 네트워크 인프라, 인력 수준을 기반으로 다양한 응용서비스 연구가 활성화 됨 • 기술 기반의 기저가 되는 분야에서 다양성과 더불어 상호 독립성이 있어 개별 기술 이외의 통합적 측면에 대한 이해는 전반적으로 낮은 편이나 몰입도와 장인정신, 책임감을 바탕으로 원천기술에 대한 자부심이 산업사회의 원동력이 되어 왔음. 불편함을 참지 못하는 민족 성격적 기저가 강하나 타국인들에게는 잘 감지되지 않음 • 스마트 홈 관련 충분한 기술 개발 역량과 제조 역량 보유 • 고령화 사회로의 진입에 따른 스마트 홈 서비스 확산 기반 마련 • 임대 주택 관리 시장의 확산	• 일본 내 가전업체들의 글로벌 경쟁력이 떨어지고 있는 상황으로 응용성이 다소 미흡 • 플랫폼 기술의 선진국 의존도가 높고, 관련 개발 인력 부족 • 현재 보유한 기술의 수준은 높으나 비교국가들에 대비하여 최근 정부와 민간 모두에서 기술 개발에 대한 활발한 투자와 관심은 다소 미흡 • 과거, 새로운 세대에 대한 책임 의식에 대한 사회적 우려가 높았으나 현재는 완전히 극복하였다고 보여짐. 시스템적인 사고와 기술정신에 의한 방향 제시 성격이 아직도 강함 • 주거 산업 침체로 발전 부진
EU	• EU 시장을 리드하고 있는 기업체와 대학, 연구기관 등의 우수한 Co-work이 강점 • 핵심 스마트 홈 기술력 보유 • WIFI 네트워크의 IoT 홈 발전 • 스마트 홈 관련 표준화 활동이 활발히 진행되고 있고, 스마트 홈 관련 서비스 사업자들의 연구개발이 활성화 되어 있음 • EU의 연합적 체계를 상호 견제와 공존적 경향성으로 유지하는 가운데 각 국가적 역할이 명확하여 독일 등 리딩 국가의 책임의식과 리더십의 발휘가 두드러져 지속적으로 미국, 일본, 중국 등의 견제에 시스템적으로 대응 중. ISO의 운영 체계에서 보면 역할 분담과 상호 협력의 바탕이 매우 잘 형성됨 • 기술을 선도하는 통신사(도이치텔레콤)를 중심으로 스마트 홈 생태계 확산 중	• 기초연구 보다는 응용연구개발이 활발한 편 • 단독 위주로 발전 • 자체 플랫폼 기술이 취약하고, 네트워크 인프라가 많이 개선되어야 함 • 기술의 상용화 관점에서의 민간 기업의 투자와 축적된 기술 수준이 최고선도 그룹에는 다소 미흡 • 경제적 여유와 각국의 부를 바탕으로 중북부 유럽 국가들의 고집스런 기술성 유지가 현실성을 벗어나기도 하나(예: 노키아 등) 변화에 대한 대처가 빠르고 예술성과 문화를 기반으로 한 독창적 접근 방식이 새로운 정신을 형성함 • 다양한 주거형태에 따른 서비스 표준화 어려움
미국	• WIFI 네트워크의 IoT홈 발전 • 홈 네트워크 및 단말 관련 플랫폼 기술이 최고 수준이고 연구개발 인력이 우수함 • 구글, 애플, 인텔, 아마존 등의 민간 기업의 투자와 축적된 기술 수준이 매우 우수하며 지속적인 투자와 기술개발을 선도	• 홈 가전제품 등에 대한 기술력이 한국 대비 다소 떨어져 가전제품 응용기반의 연구는 다소 미흡 • 기업 주도의 연구개발로 활성화된 시장의 표준화 및 상호연동성이 향후 중요한 과제 • 시장기반의 대응성이 명확하므로 사장되는 기술도 많으나 경쟁력을 기반으로 한 소규모의 기업이

국가	강점분야	기타
	• 대학 및 연구소 등에서 지속적인 원천기술을 개발하고 관련 전문 인력의 양성이 매우 활발하게 진행되고 있음 • 이미 제안된 기술을 미국의 글로벌 기업들이 독점적으로 확장하여 기술적 진보를 유지하도록 하는 부분도 있으나 전 산업 분야를 망라하는 기초연구역량을 기반으로 미디어랩에서 아이디어와 기반 기술을 제공하고 벤쳐 등의 응용개발이 활발한 지원 가운데 탁월성을 보이고 있음. 연구와 응용개발에서 모두 전 세계의 우수 인력의 집합장이 되므로 타의 추월을 불허함	건강하게 성장하는 산업구조가 미국을 선도 그룹의 자리에 있게 함 • 단독중심의 주거형태로 확산 더딤

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	4위	1위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 주도 기업 간 협력으로 가전·서비스·솔루션 간 표준기반 상호 운용성 확보 • 기업들이 주도해 가는 스마트 홈 생태계를 조성해주고, 이를 통해 혁신적인 아이디어가 나올 수 있는 업계 중심의 활성화 분위기 조성 필요. 획일적인 표준화 등으로 아이디어가 나오지 못하게 하는 정부 주도형 사업으로 추진되어서는 안 됨 • 국내 산학연의 협력을 촉진하기 위한 기술교류회, 클러스터 등의 지원 • 최종적인 연구 결과물이 기업에서 실증적으로 상용화될 수 있도록 산학연 협력체계의 강화 및 공동 연구 지원 • 기업 간 표준화에 논의가 되었으나 가시적 효과 부족, 이제는 단체 표준을 통해 표준 문제를 해결하고 실질적인 국민 체감형 스마트 홈의 혁신성장이 필요 • 다양한 컨소시엄 구성이 되고 상호 협력 체제가 가동되도록 유도하는 방법이 제안되어야 함. SOC 사업 등의 초기 경선에는 설계자들이 지분에 따라 공동 참여하고 있어 기술 공유나 개발의 다양화가 이루어지기도 함 • 국내 주택의 60% 이상이 아파트가 차지하고 있어서 스마트 홈 기술은 아파트 건설 업체와의 협력을 통한 맞춤형 서비스 개발이 우선적으로 진행되어야 함 • 스마트 홈 기술의 효율적인 확산을 위한 표준화 및 규격 통일화 작업
국제협력 촉진	• 국제 주도 기관과 협력으로 기술규격을 선도하고 이를 통한 시장 점유율 확대 • 협소한 국내시장을 벗어난 다양한 국가와의 협력 및 공동 연구 개발을 통해 기업의 글로벌 진출 활성화 지원 • 퍼스트 무버의 시장으로 대규모 실증을 통해 앞장이 필요. 특히, A-ICBM 플랫폼에서 빅데이터의 자산 확보가 중요 • 국제 교류에서 컨퍼런스를 넘어서서 공동 주제 발표 등이나 EU연구/개발 사업 등 공동 연구추진. 초청과 방문 수준을 넘어선 기술적 공유는 상호 협정을 통한 인력 교류를 통해서

	정책제언
	가능할 것. MOU나 특정 업체를 인수하는 방식이 가장 효과적인데 그런 관점에서 중국내의 개발자 회의나 컨벤션을 주목 필요 • 스마트 홈 기술은 미국·유럽을 중심으로 빅 데이터 기반 인공지능 기능을 탑재한 ICT 기술들이 빠르게 개발되고 있어서, 국제 기술 동향을 파악함과 동시에 국내 실정에 맞게 실용화된 응용기술 개발 선행이 필요 • 국제 표준화 및 포럼 활동 지원을 통해 국내 기술의 국제 표준화 작업 활성화
인력양성 및 유치	• 인력양성 및 보급을 통해 중소기업의 제품 개발 경쟁력 제고 • 스마트 홈 기술을 위한 인력양성 및 유치 • 석, 박사급의 고급 인력양성을 위한 장기적인 등록금 지원 • 대학의 인력이 기업체와 연계된 R&D를 통해 인력양성과 기업체로의 인력 유치 도모 • 그동안에도 인력양성 프로그램은 있음. 다만, 홈 네트워크 위주였고, IoT 기반의 스마트 홈 인력양성이 부족 • 컴퓨터 관련 개발자와 전문가 모두 부족. 일단 국내 필요 분야에 인력 공급 자체가 부족한 실정이므로 국내 기관 의존도에서 해외인력양성 계획 필요. 제3국에 국제 수준의 인력양성(예: 미얀마 국제공과대학) 기관을 설립하여 국내 글로벌 기업이나 대학원의 수요 충당 가능 • 산업의 99%와 고용 시장의 88%이상이 중소기업이 차지하고 있는 현실을 감안할 때, 중소기업 중심의 인력양성 및 유치가 국내 산업의 근간을 좌우할 수 있는 중요한 요소임을 파악하고 이에 따른 정부 차원의 지속적이고 가시적, 효과적인 지원 필요 • 다양한 스마트 디바이스 개발 및 데이터 분석 전문가 양성을 위한 지원 확대
인프라 구축	• 개방형 생태계를 조성하여 대·중·소기업 상생의 시장 환경 조성 • 국내 주택의 표준적 형태인 공동 주택의 스마트 홈 구현 기반인 IoT 기술의 확산이 가능한 기술적, 정책적 인프라 조성 필요. 특히 기축 공동 주택의 경우 적용 가능한 스마트 홈 서비스들의 구성을 통해서 서비스 확산에 기여 • 스마트 홈 기술을 위한 스마트시티 지정 및 활성화 등 인프라 구축 • 실증 중심으로 인프라를 구축하여 개발 기술이 바로 상용화 될 수 있도록 실증랩, 실증단지 등의 조성 • 게이트웨이(GW) 의 인프라 구축의 시급 비용이 높지 않음 • 현실적으로 가장 큰 필요 분야이나 주지하다시피 효용성의 문제가 큼. 연구비 확대와 인력양성 등을 통해 준비가 갖추어져 있다면 인프라 구축 방향이 명확해 질 것. 목적에 따라 적정 인프라가 구축에 공유되는 부분에 대해 사용 가능성과 응용적 측면에서 정보가 공유되고, 공동 활용이 가능하다면 경제적 접근 가능 • 효율적인 스마트 홈 서비스를 위해서는 여러 표준 및 컨소시엄 별로 개발된 플랫폼 및 네트워크 프로토콜을 융합할 수 있는 인프라 구축 • 공공 WIFI 등 네트워크 인프라를 강화하여 스마트 홈 분야의 서비스 활성화 및 경쟁력 강화
법·제도 개선	• IoT 등 기술 진화에 맞게 법·제도를 정비하여 기술 보급 및 활성화 지원 • 공동 주택의 스마트 홈, 홈 네트워크의 클라우드화가 가능하도록 법·제도 개선 및 스마트 홈 인증제도(AAA등급)에 대한 세제 혜택 등 확산을 위한 제도적 노력 • 스마트시티 활성화를 비롯하여 기술 상용화를 위한 법·제도 개선 필요, 특히 규제 개혁 시급 • 법·제도에 게이트웨이(GW) 적용을 필수요인으로 적용 (주택 성능 등급, 홈 네트워크 성능고시, 홈 네트워크 인증제도 등) • 각종 센서의 활용과 데이터 기반의 기술 활용 등에 있어서 전체적인 규제와 가이드 라인상의 한계는 미국과 유럽의 선례를 통해 인식하고 있으며 현재 제안점이 다양하게 대두됨. 관련

	정책제언
	정부와 국민들이 공감하도록 기술의 유익성과 국가적 수요, 먹거리의 창출에 있어서도 이익 배분이 이루어 질 수 있다는 사실을 검증하여 납득케 하는 시도 필요 • 스마트 홈 모든 분야에서의 법·제도 개선은 그 어느 때보다 시급한 현안임. 많은 법·규제에 의해서 사장되는 기술이 많은 현실을 감안할 때, 기존 법·제도와 느슨하게 결합된 실증사업을 통해 개발된 기술을 검증함과 동시에 현행 법·제도를 개선할 수 있는 사례로 추진 필요 • 스마트 헬스 케어 및 에너지 분야 각종 규제 철폐, 빅 데이터 활용을 위한 공공데이터 개방 확대 및 개인정보 보호 관련 법 개선 필요
연구비 확대	• 기반 및 핵심기술을 개발하여 수요기업에 이전하여 신기술 기반의 새로운 서비스 보급 확대 • 스마트 홈 플랫폼은 IoT, 인고지능, 빅 데이터 등 다양한 기술들이 융합된 산업으로 대규모 투자와 지속적인 연구 개발이 필요한 분야로 플랫폼사, 통신사 등의 대기업들의 참여가 중요한데, 현재는 대기업의 참여를 제한하는 형태의 R&D사업이 많음. 국내 대기업의 플랫폼을 중심으로 중소기업들과의 다양한 서비스 개발이 이루어진다면 글로벌 사업자와의 경쟁차별화 및 국내 산업 보호 측면에 도움이 됨 될 것 • 융합기술의 R&D 필요, 이는 실증을 통해 가능 • 현재는 컴퓨터 관련 분야에 집중 투자하는 분위기여서 initiator나 integrator가 컴퓨터 전문가인 경우가 많음. 각 학문 및 산업 분야별로 구심점을 형성하고 싱글 팀이 아니라 듀얼 팀 이상으로 경쟁이 되도록 연구비 집행 방향을 다양화해야 할 것. 이러한 조직체들이 활성화되어 결과물이 나올 수 있게 운영되도록 다양한 특성그룹의 연구자들과 개발진이 형성되는 것이 바람직함 • 중소기업 중심의 연구비 확대가 그 어느 때보다 시급함. 정부는 연구비에 대한 효율적 적법 사용 여부를 감시·감독하는데 역점을 두기보다 유니콘 기업으로 거듭날 수 있는 중소기업에 대한 연구비를 확대하여 새로운 중소기업 중심의 생태계가 빨리 조성될 수 있는데 모든 역량을 쏟아야 할 것 • 스마트 디바이스 및 응용 서비스 관련 지적재산권, 핵심기술 확보를 위한 연구비 지원 확대
기타 의견	• 아파트 단지 입주 초기에 통신 인프라가 구성되지 않아서 스마트 홈 서비스를 입주민들이 외면하는 문제가 있으니 준공시 홈 네트워크와 스마트 홈의 동작이 가능하도록 통신 환경을 구성하는 것을 건설사에 의무화 • 홈 네트워크 인증제도에 홈IoT등급(AAA등급)을 신설하였으나, 해당 등급을 신청하도록 하는 동인이 없어 건설사로부터 외면 받고 있는 현실이므로 스마트 홈의 정책적 보급을 위해 표준건축비 인상, 용적률 완화 등의 다양한 혜택을 적용 필요 • 스마트 시티, 스마트 팩토리, 스마트 그리드 기술과 융·복합 연구 필요. 스마트 홈의 네트워크 기술을 중점 추진 • 스마트 홈 기술은 스마트 빌딩, 스마트 시티 기술과 연계되어야 그 효과가 배가 될 수 있을 것으로 생각되며, 지능형 소방 설비 등의 소방 기술, 생활안전기술, 실내위치추적 기술 등과의 융·복합 추진이 필요하다고 판단됨. 또한 1인 가구 증가와 고령화 사회대비 등을 고려한 인문사회과학과의 융합 연구도 필요 • 다른 여러 기술들과 융합을 위해서는 먼저 국가 중점 추진 핵심기술을 선정하고, 다양한 기관에서 선정된 핵심기술에 대한 다양한 접근방식으로 연구 개발을 일정기간 추진하고, 이를 상호 융합하여 최종적인 핵심기술을 확보하는 노력이 필요. 단순히 중복 지원을 막는 것이 능사가 아니라 국가적으로 미래의 핵심기술은 많은 사람들의 성공과 실패 스토리를 조합하고 융합하는 것이 중요 • 최근 이슈가 되고 있는 블록체인 기술과의 접목을 통해 개인 정보의 보호 및 적절한 보상 메커니즘을 제시하면 스마트 홈 분야의 활성화에 큰 도움이 될 것

다 주요 분석 결과 요약

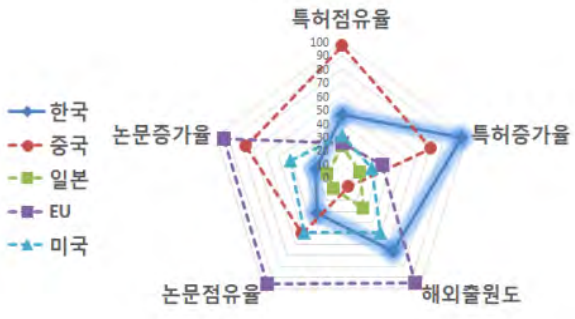
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	스마트홈 기술	1,365	1,611	562.6%	1,278.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

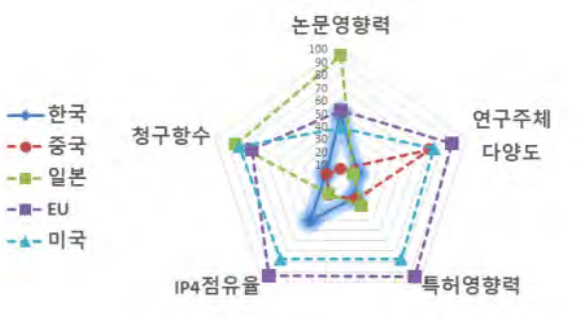
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	일본	EU
	43.7%	71.5%	8.9	29.4
한국	4위	2위	3위	5위
	13.7%	17.6%	6.5	2.6
5개국 평균[2]	-	-	6.1	17.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

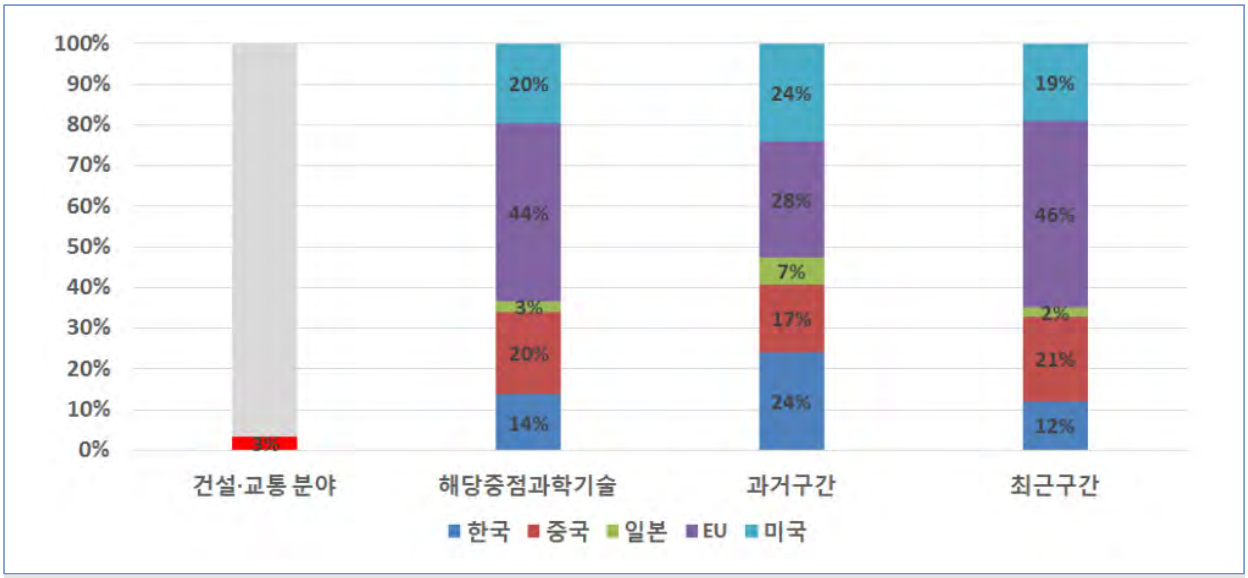
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(13.7%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(6.5)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(43.7%), 중국(20.2%), 미국(19.6%), 한국(13.7%), 일본(2.8%) 순이며, 논문 증가율은 EU(968.6%)가 가장 높음
  - 논문 영향력은 일본(8.9), EU(6.6), 한국(6.5), 미국(6.1), 중국(4.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.91)가 가장 높음
- 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(17.6%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(2.6)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(71.5%), 한국(17.6%), 미국(7.2%), EU(3.1%), 일본(0.6%) 순이며, 특허 증가율은 한국(2372.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 EU(29.4), 미국(20.4), 일본(6.0), 중국(3.6), 한국(2.6) 순이며, IP4 점유율은 EU(16.0%)가 가장 높고, 특허청구항수는 일본(10.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	13.7%	20.2%	2.8%	43.7%	19.6%
	논문 증가율	234.9%	720.0%	116.7%	968.6%	423.3%
	논문 영향력	6.5	4.4	8.9	6.6	6.1
	연구주체 다양도	0.67	0.84	0.66	0.91	0.85
특허 분석	특허 점유율	17.6%	71.5%	0.6%	3.1%	7.2%
	특허 증가율	2,372.7%	1,445.7%	133.3%	633.3%	410.5%
	해외출원도	2.6	0.1	1.2	4.2	2.0
	특허 영향력	2.6	3.6	6.0	29.4	20.4
	IP4점유율	4.9%	0.2%	0.0%	16.0%	11.2%
	청구항수	2.1	1.9	10.3	8.6	9.9

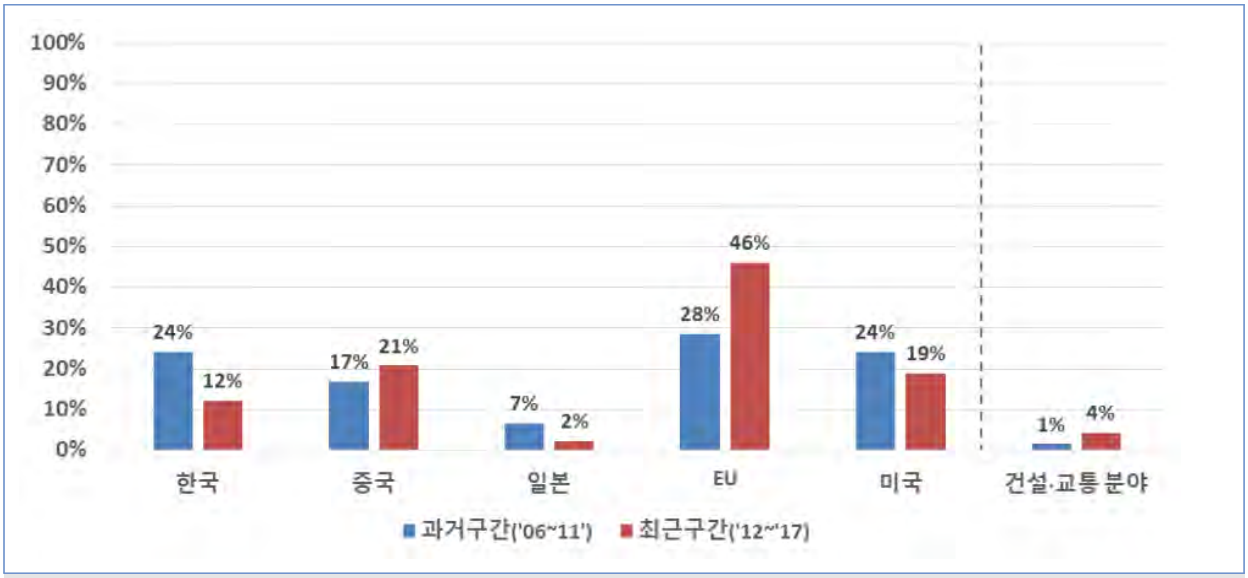
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 스마트홈 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 596건으로 전체 논문의 44%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트홈 기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 3%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

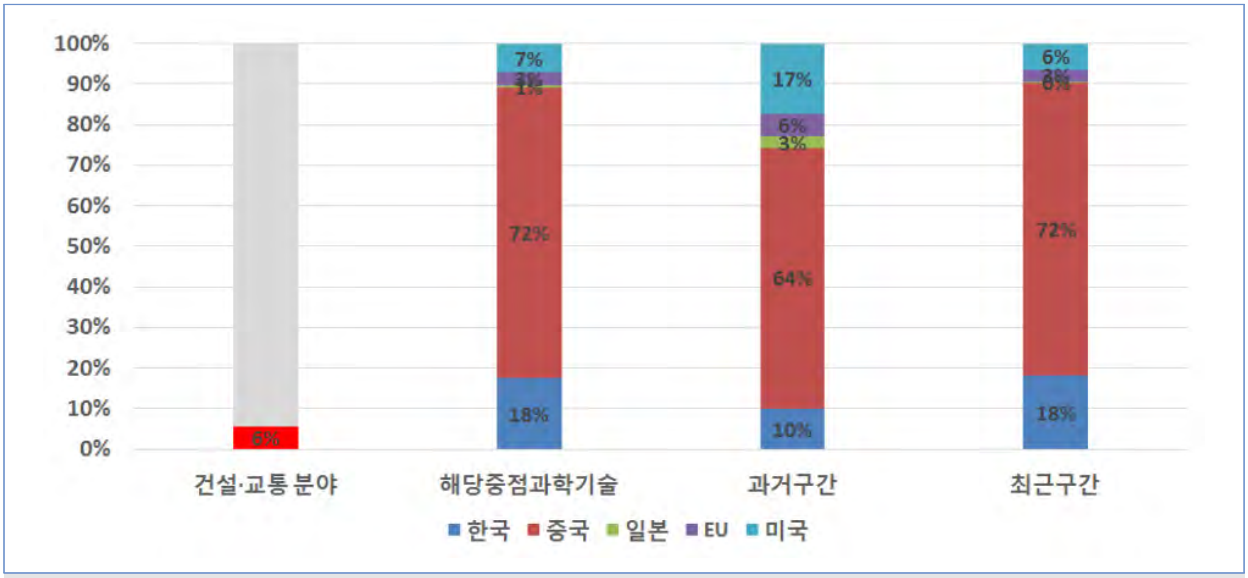


● 스마트홈 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 234.9%이고, 한국은 과거구간에 2위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	43	144	187	234.9%
중국	30	246	276	720.0%
일본	12	26	38	116.7%
EU	51	545	596	968.6%
미국	43	225	268	423.3%
전체	179	1,186	1,365	562.6%

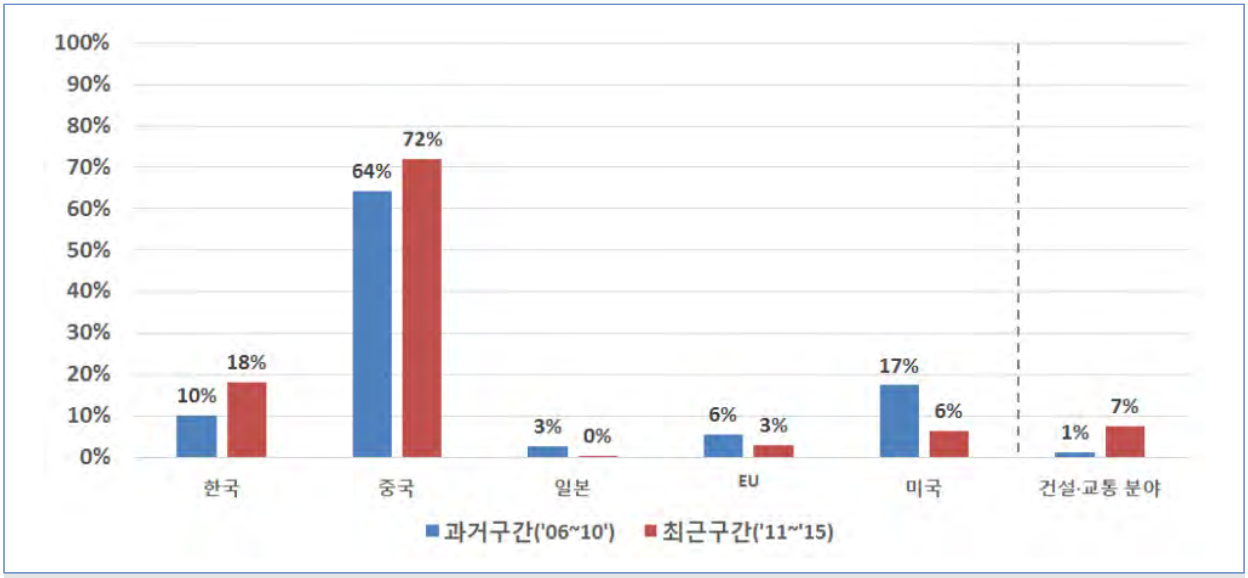
(4) 특허 점유율(전체)



● 스마트홈 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1152건으로 전체 특허의 72%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트홈 기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



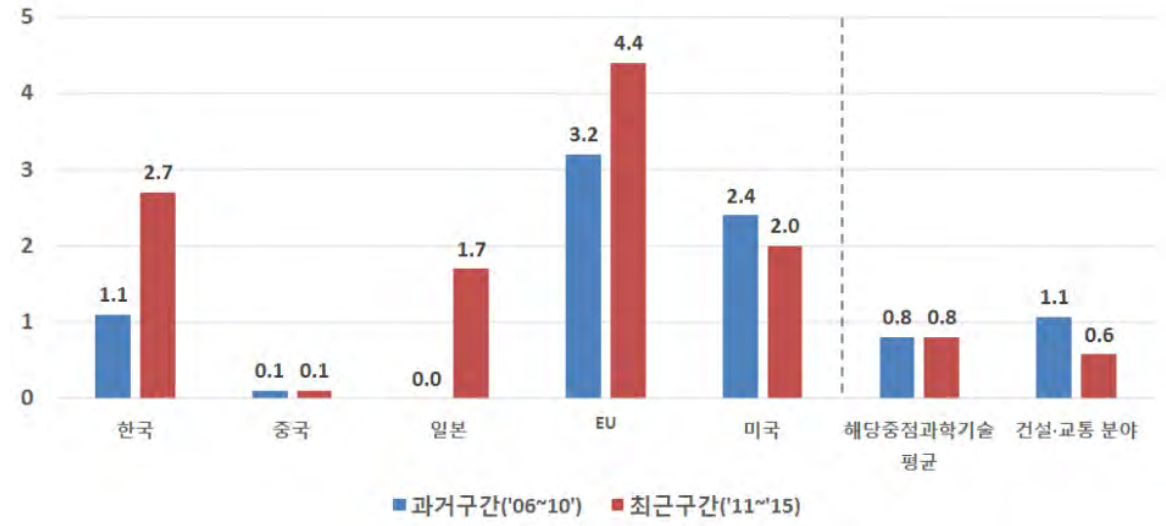
● 스마트홈 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 2372.7%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	11	272	283	2,372.7%
중국	70	1,082	1,152	1,445.7%
일본	3	7	10	133.3%
EU	6	44	50	633.3%
미국	19	97	116	410.5%
전체	109	1,502	1,611	1,278.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

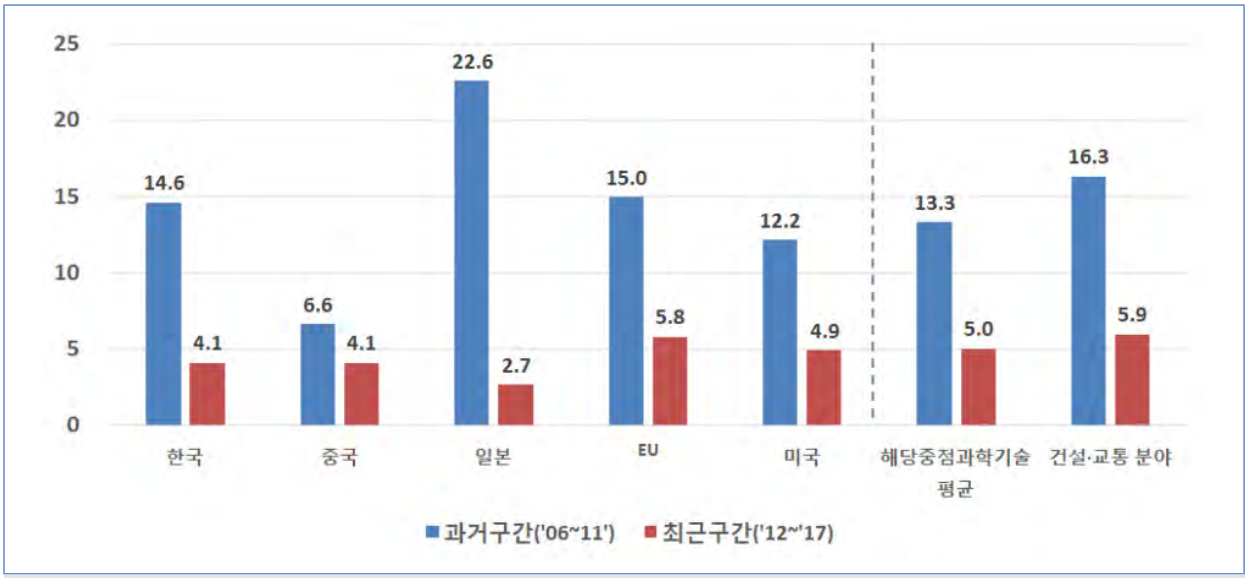


● 스마트홈 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

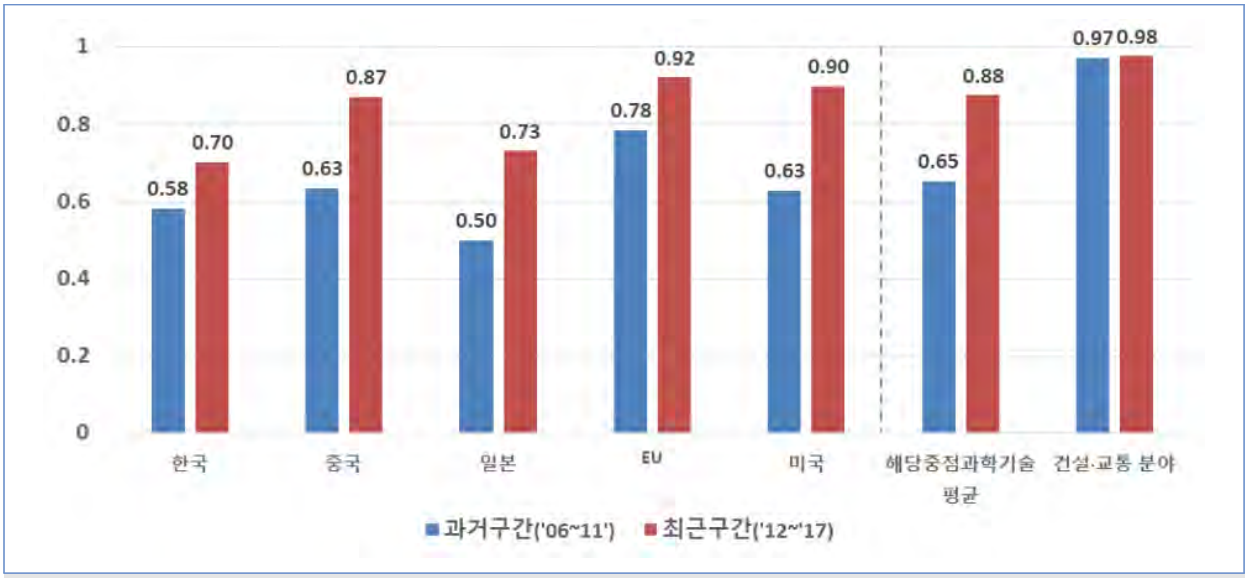
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



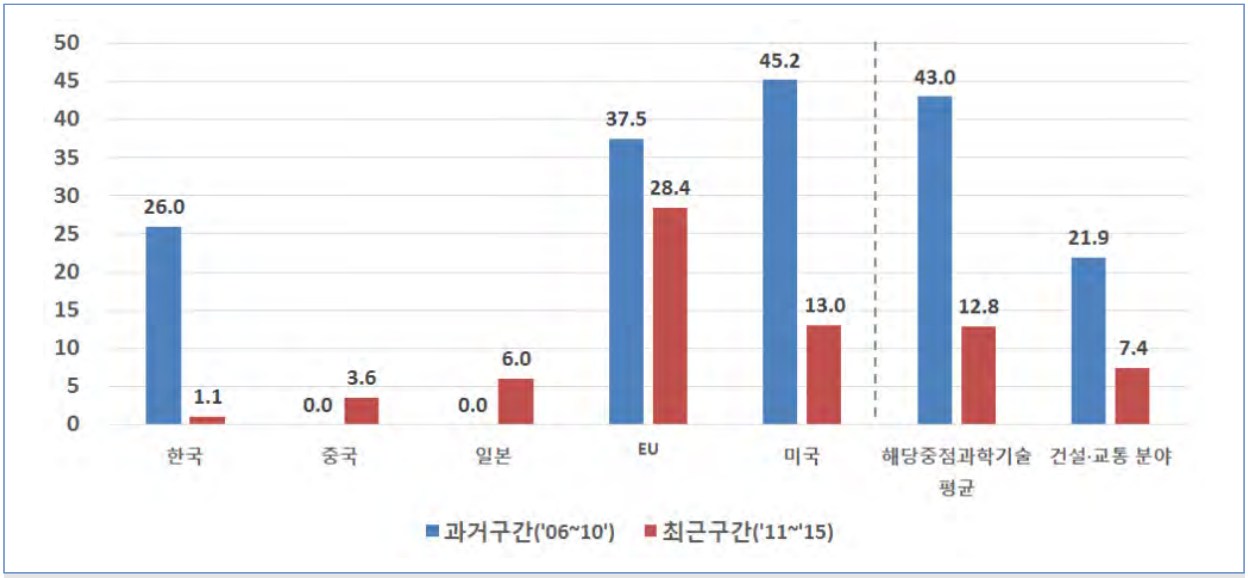
● 스마트홈 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



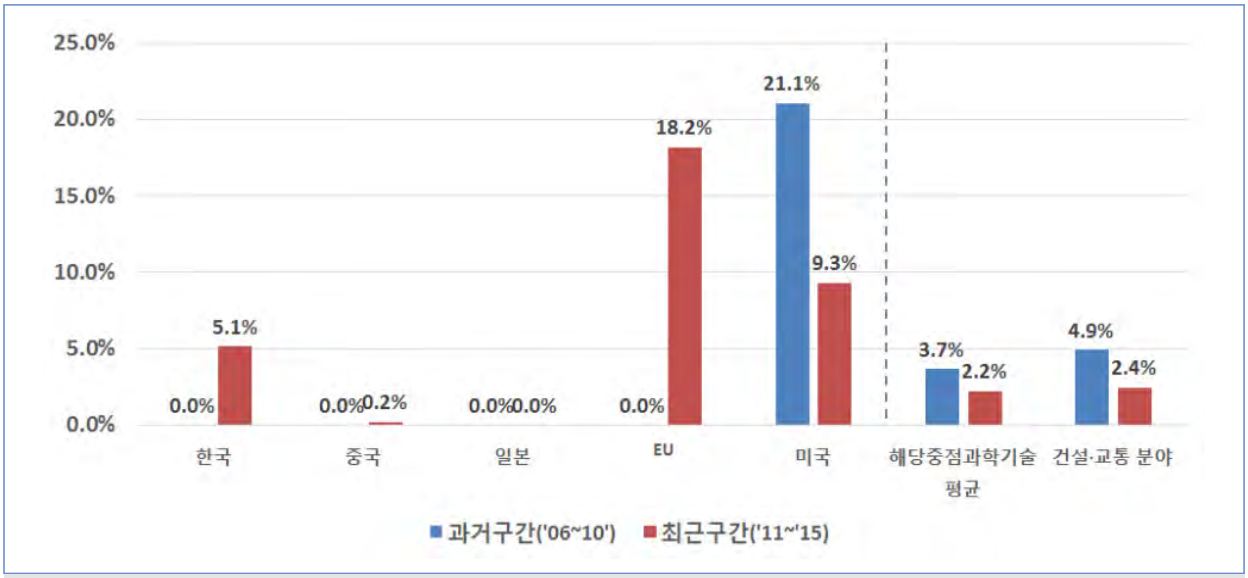
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



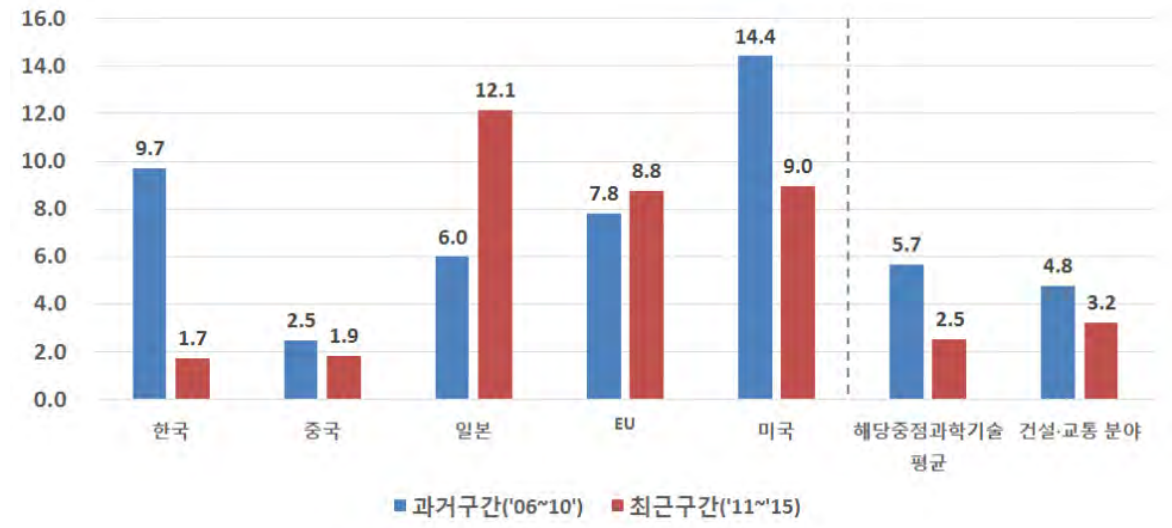
● 스마트홈 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 스마트홈 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 스마트홈 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

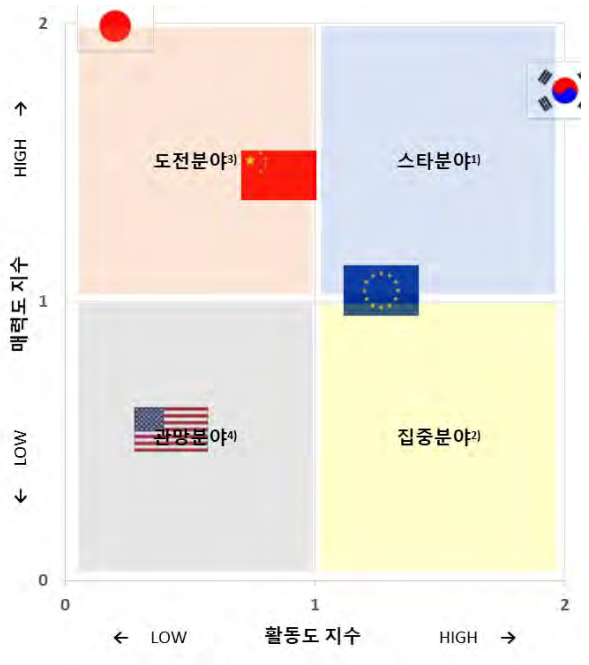
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

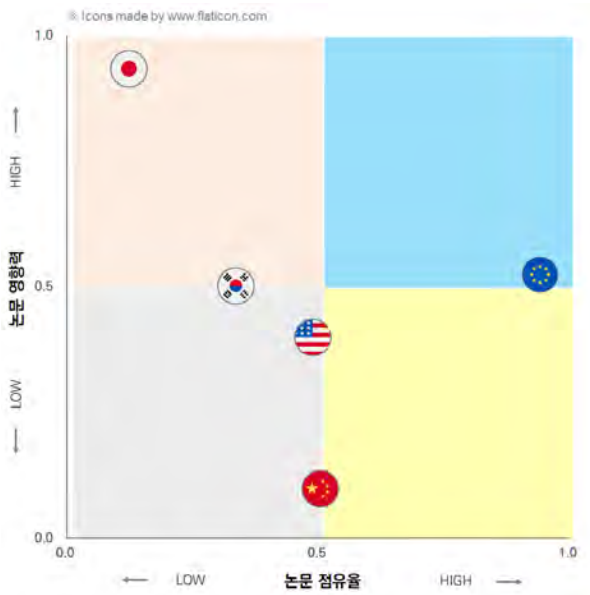
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트홈 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

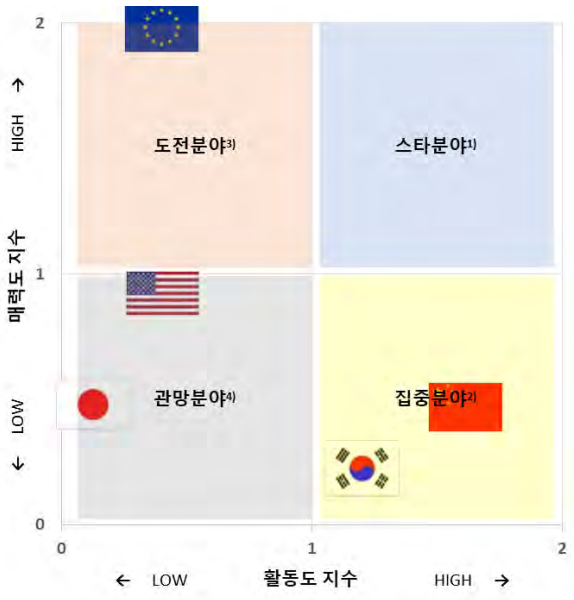


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

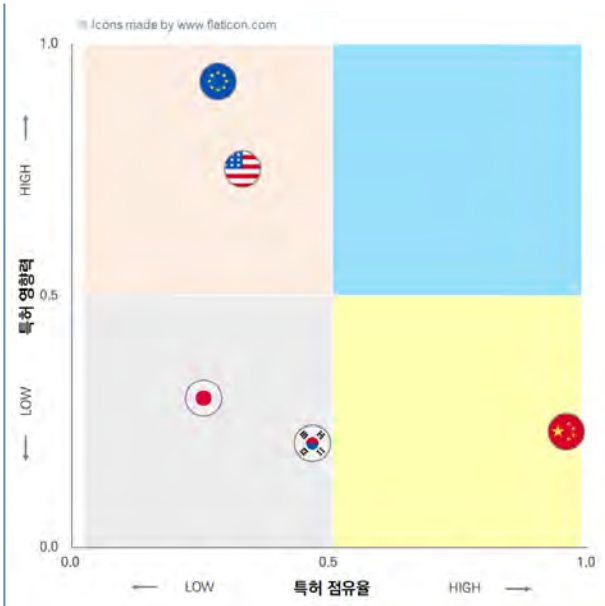
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트홈 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 한국의 '경북대학교(1.68%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '경북대학교'가 12.30%로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	한국	12.30%	1.68%	2,200.00%
2	UNIVERSITY OF TURKU	EU	3.69%	1.61%	2,100.00%
3	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	중국	4.35%	0.88%	1,100.00%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.10%	0.81%	350.00%
5	CHUNG-ANG UNIVERSITY	한국	5.35%	0.73%	0.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	12.30%	1.68%	2,200.00%
2	CHUNG-ANG UNIVERSITY	5.35%	0.73%	0.00%
3	SOONGSIL UNIVERSITY	4.28%	0.59%	700.00%
4	KOREA UNIVERSITY	4.28%	0.59%	200.00%
5	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	4.28%	0.59%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	4.35%	0.88%	1,100.00%
2	BEIHANG UNIVERSITY	2.90%	0.59%	66.67%
3	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.90%	0.59%	700.00%
4	SHANDONG UNIVERSITY	2.54%	0.51%	600.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	2.54%	0.51%	150.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	THE UNIVERSITY OF AIZU	5.26%	0.15%	-100.00%
2	NARA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	5.26%	0.15%	100.00%
3	RENESAS ELECTRONICS	5.26%	0.15%	0.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	5.26%	0.15%	100.00%
5	IWATE PREFECTURAL UNIVERSITY	5.26%	0.15%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TURKU	3.69%	1.61%	2,100.00%
2	UNIVERSITY OF MURCIA	1.34%	0.59%	700.00%
3	UNIVERSITY OF CALABRIA	1.17%	0.51%	600.00%
4	LIVERPOOL JOHN MOORES UNIVERSITY	1.17%	0.51%	500.00%
5	KORE UNIVERSITY OF ENNA	1.01%	0.44%	500.00%

6 미국

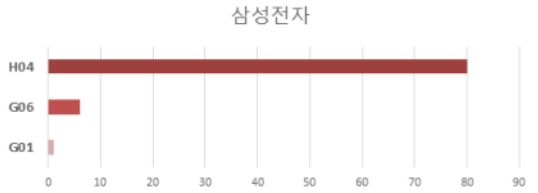
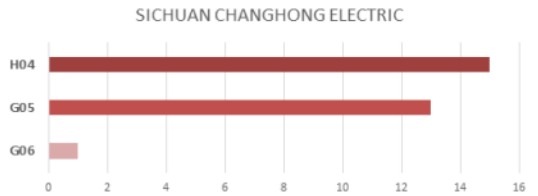
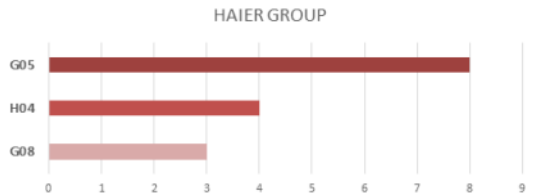
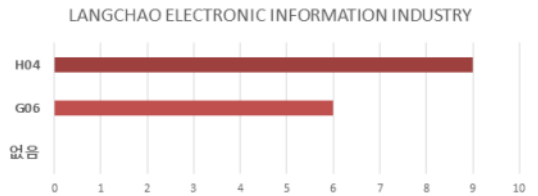
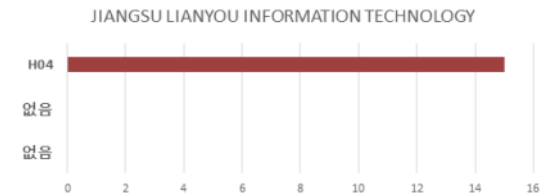
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.10%	0.81%	350.00%
2	INTEL	1.87%	0.37%	400.00%
3	UNIVERSITY OF ARIZONA	1.49%	0.29%	300.00%
4	UNIVERSITY OF NEBRASKA-LINCOLN	1.49%	0.29%	300.00%
5	UNIVERSITY OF NORTH TEXAS	1.49%	0.29%	300.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '삼성전자(5.40%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '삼성전자'가 30.74%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

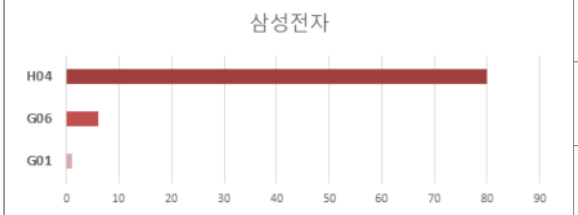
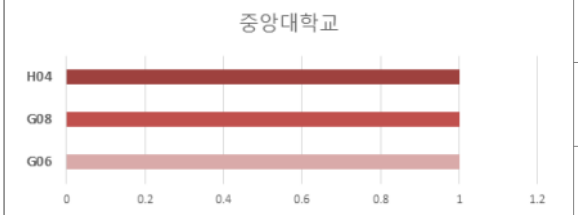
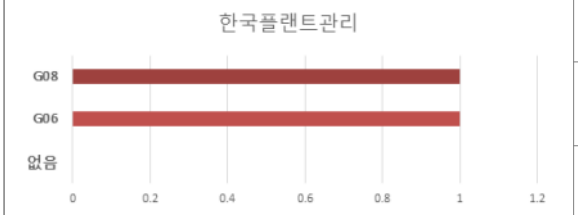
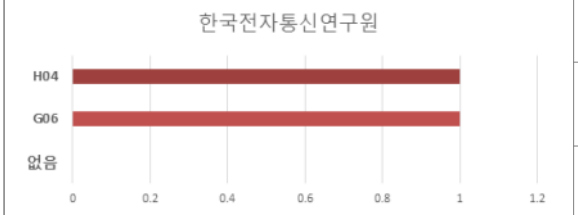
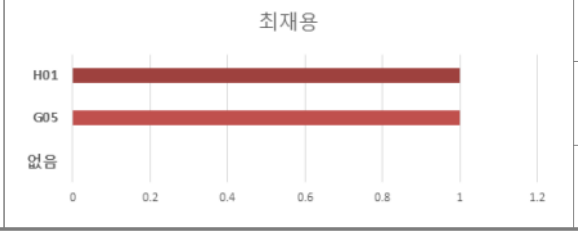
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	한국	30.74%	5.40%	8,600.00%
2	SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC	중국	2.69%	1.92%	3,000.00%
3	HAIER GROUP	중국	1.39%	0.99%	1,500.00%
4	LANGCHAO ELECTRONIC INFORMATION INDUSTRY	중국	1.30%	0.93%	1,400.00%
5	JIANGSU LIANYOU INFORMATION TECHNOLOGY	중국	1.30%	0.93%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
		G08	신호
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

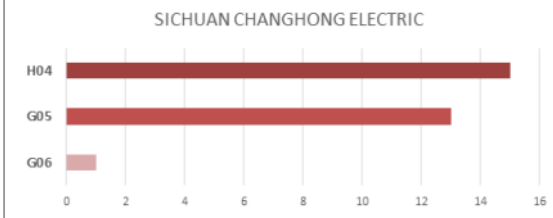
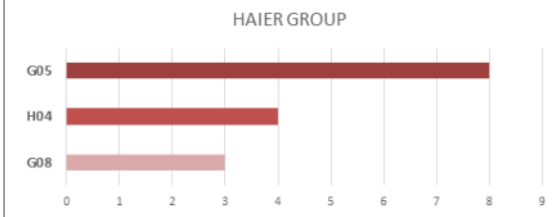
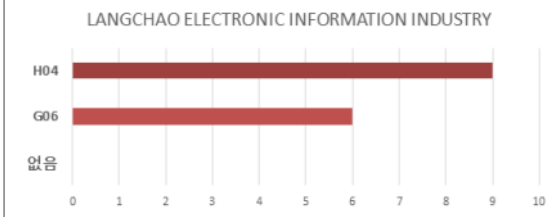
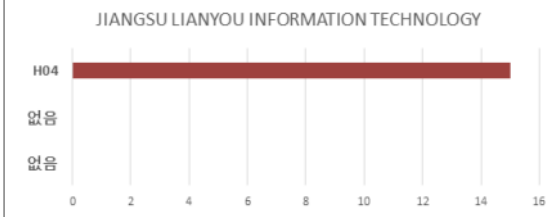
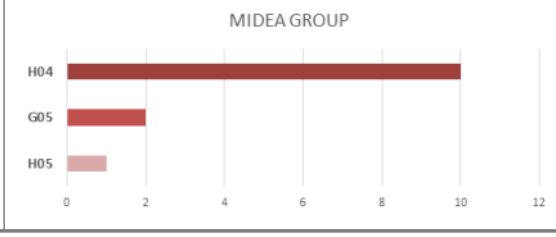
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	30.74%	5.40%	8,600.00%
2	중앙대학교	1.06%	0.19%	100.00%
3	한국플랜트관리	0.71%	0.12%	100.00%
4	한국전자통신연구원	0.71%	0.12%	100.00%
5	최재용	0.71%	0.12%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		H04	전기통신기술
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		G05	제어; 조정
		-	-

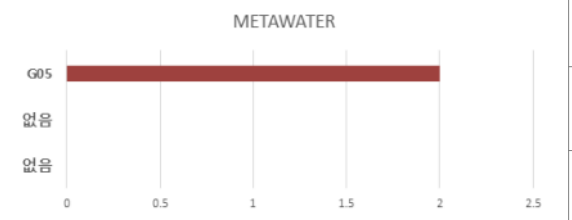
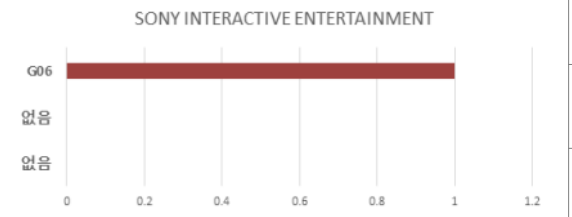
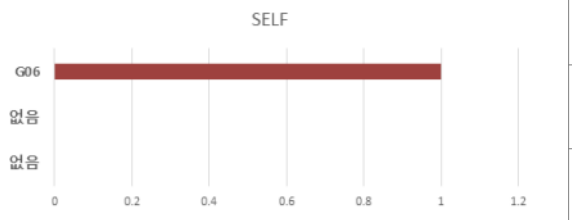
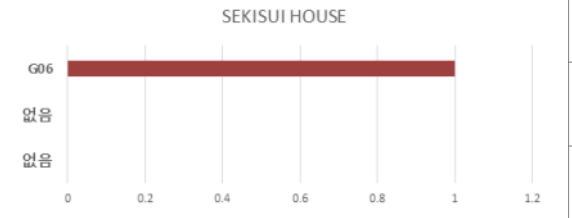
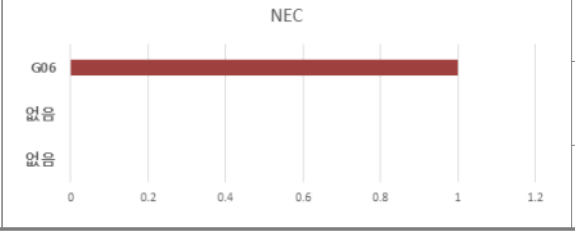
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC	2.69%	1.92%	3,000.00%
2	HAIER GROUP	1.39%	0.99%	1,500.00%
3	LANGCHAO ELECTRONIC INFORMATION INDUSTRY	1.30%	0.93%	1,400.00%
4	JIANGSU LIANYOU INFORMATION TECHNOLOGY	1.30%	0.93%	-100.00%
5	MIDEA GROUP	1.13%	0.81%	1,200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
		G08	신호
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술

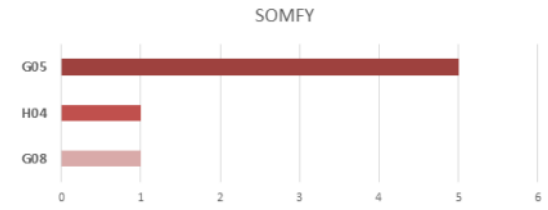
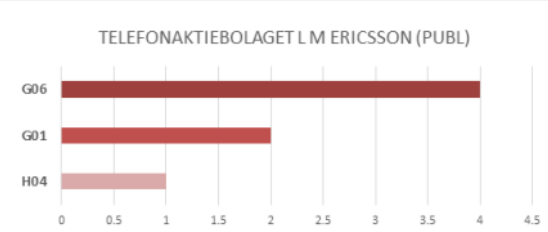
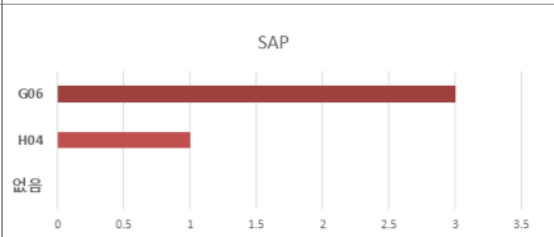
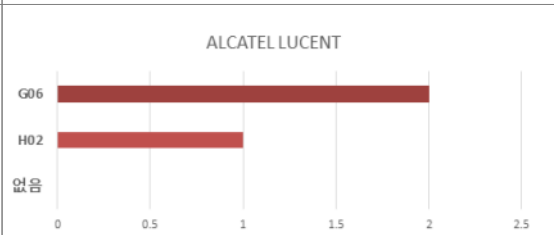
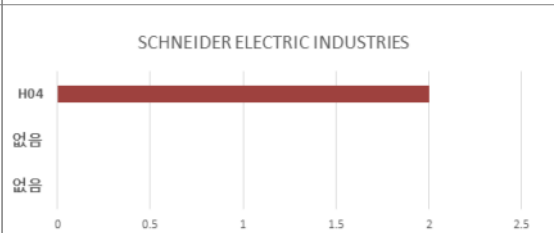
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	METAWATER	20.00%	0.12%	-100.00%
2	SONY INTERACTIVE ENTERTAINMENT	10.00%	0.06%	0.00%
3	SELF	10.00%	0.06%	0.00%
4	SEKISUI HOUSE	10.00%	0.06%	0.00%
5	NEC	10.00%	0.06%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		–	–
		–	–
2		G05	제어; 조정
		–	–
		–	–
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–

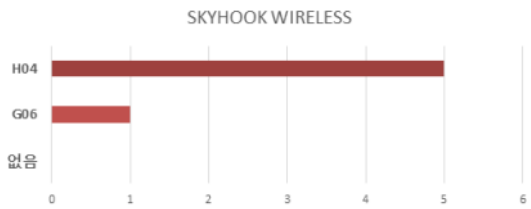
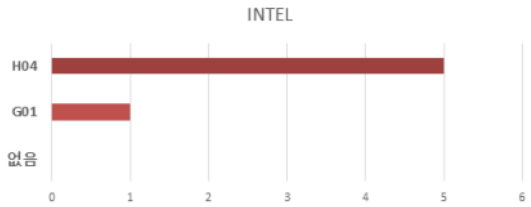
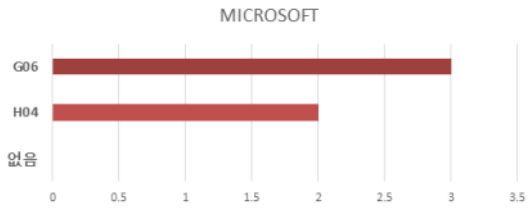
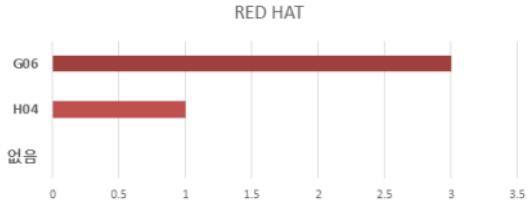
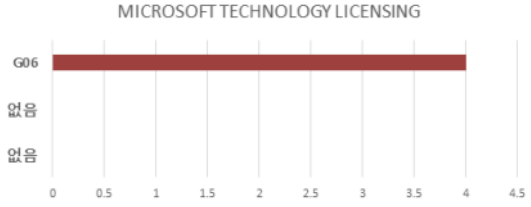
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOMFY	14.00%	0.43%	33.33%
2	TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)	14.00%	0.43%	500.00%
3	SAP	8.00%	0.25%	200.00%
4	ALCATEL LUCENT	6.00%	0.19%	200.00%
5	SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES	4.00%	0.12%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
		G08	신호
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SKYHOOK WIRELESS	5.17%	0.37%	-50.00%
2	INTEL	5.17%	0.37%	400.00%
3	MICROSOFT	4.31%	0.31%	-33.00%
4	RED HAT	3.45%	0.25%	0.00%
5	MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING	3.45%	0.25%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G01	광학
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

04 지속가능한 도시재생 기술



04 지속가능한 도시재생 기술

중점과학기술 개요

- 기능성과 거주성이 저하된 기존 노후도시의 문제를 해결하고 지역경제 활성화와 도시경쟁력 제고를 유도하기 위한 도심지 복합재생기술 및 주거지 생활환경 재생기술
- 노후 건축물과 시설물의 용도, 기능 및 성능 개선을 위한 재축·개축, 보수·보강 등의 재생방안 및 기술, 시설물의 조사·진단 및 평가 기술, 효과적이고 경제적인 재생을 위한 고효율 설비 및 고성능 자재의 선택·조합기술, 기타 에너지 저감·오염물 관리 등 지속가능한 도시운영 및 유지관리를 위한 서비스 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

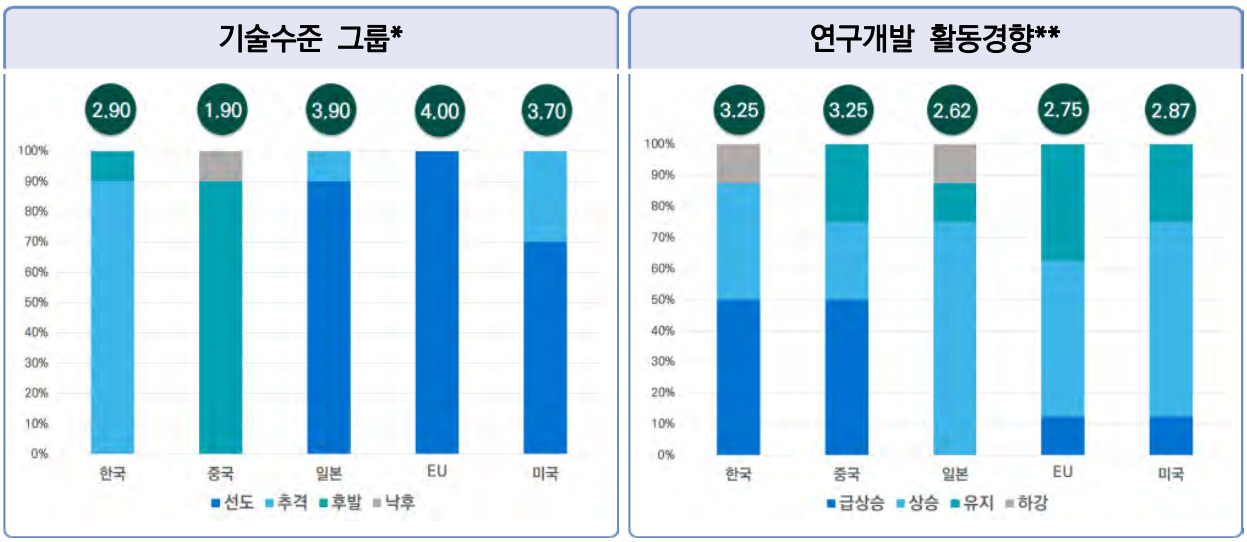
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	5.5	추격	보통	보통	상승
중국	60.0	9.0	후발	보통	보통	상승
일본	95.0	1.5	선도	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	90.0	2.8	선도	우수	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	6.0	70.0	70.0	75.0	10.4	5.5	5.0	6.5	3.2
중국	60.0	8.0	60.0	50.0	68.0	16.4	9.0	8.0	10.0	4.1
일본	92.5	1.8	95.0	90.0	98.0	8.2	1.5	0.5	2.0	1.2
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
미국	92.5	2.5	90.0	80.0	95.0	9.2	2.8	2.0	4.0	2.6

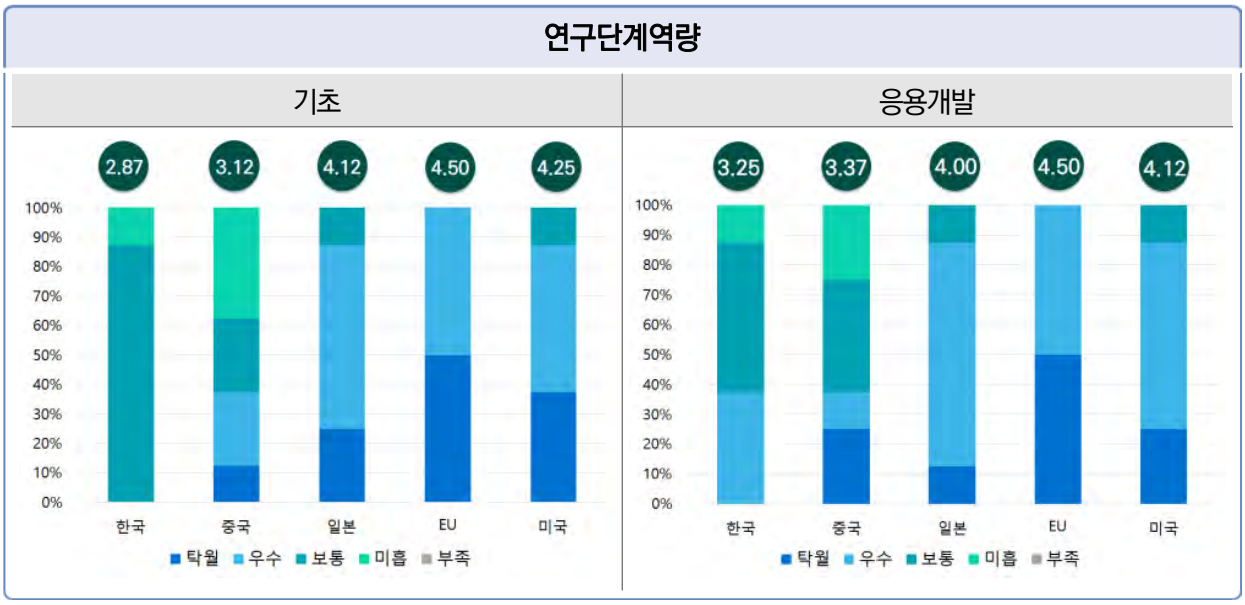
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 관주도의 방식이며 아직 사업방식에 대한 이해와 자발적 시민의식이 부족함 • 지방자치단체 별로 다양한 형태의 도시 재생기법 개발 추진 • 거의 모든 항목에서 선도그룹을 추격하고 있으며 사회적 이슈화가 선도그룹보다 다소 늦음 • 실행 프로젝트는 작지만 현재 연구 개발에 투자를 아끼지 않고 있고 각종 특허 취득이 증가하는 추세 • 주민들의 도시재생에 대한 인식이 아직 낮음 • 논문의 경우 사례 연구는 다수 있으나 도시재생 원천기술 개발에는 아직 성과가 미흡
중국 (60.0%)	• 재생사업의 초기단계 • 노후도시 재생사업 검토 중 • 지속가능한 도시재생에 대한 논문과 특허는 많을지라도 아직 현장에 적용하기에는 시기상조 • 도시재정비에서 도시재생으로의 관심이 높아지고 있고 정부정책과 더불어 이론에서 머물지 않고 실행하는 프로젝트가 늘어나고 있음 • 도시재생과 관련한 체계적인 연구가 아직 이루어지지 않고 있음 • 개발위주의 정부정책으로 인하여 도시재생은 아직 국가적인 어젠다로 제시되지 않고 있음
일본 (95.0%)	• 지역사회 중심의 도시환경복원사업 활성화 • 국가별 논문동향 1위 • 역사적 사회적 특성으로 지속가능한 도시재생의 여러 항목 중 일부 항목은 최고기술 보유국이지만 최고기술국 대비 보유 항목이 약간 적음 • 도시재생을 친환경 에너지 정책과 더불어 실제 실행된 프로젝트가 많으며 집합 주거에서 새로운 주거 유형을 연구하고 있음 • 행정의 체계적 접근 및 사회적 인식수준 • 마을 만들기 운동에서부터 주민들의 역량이 오랜 기간에 걸쳐 발전됨 • 보존가치가 있는 건축물에 대한 보존기술이 뛰어나고 전통 및 문화에 기반을 둔 도시재생 기법에 관한 연구가 매우 앞서 있음
EU (100%)	• 국가 차원의 지속적 투자, 성숙된 시민의식, 지방정부의 높은 역량 • 도심지 도시재생이 활발함 • 국가별 특허동향 1위, 논문등재건수 Top10에 8개 기관 포함, 논문 피인용 건수, 특허 등 상위기관에 다수 포함되는 등 활발한 연구 활동 • 지속가능한 도시재생을 이루는 여러 세부기술 중 에너지 자원 분야, 친환경분야 등 여러 항목에서 현장 적용 기술을 다수 보유 • 최근 도시재생에 관한 문제를 환경과 에너지 분야 등과 결합한 연구가 활발히 진행되고 있음 • 행정의 체계적 접근 및 사회적 인식수준 • 오래된 도시를 대상으로 도시의 특성을 보존하면서 노후한 지역을 재생하는 기술이 뛰어남
미국 (90%)	• 지방정부 주도의 사업추진역량 참여형 사업추진방식 높은 주민의식 • 도시 중심시가지 활성화 • 고령화 사회와 주거지 재생에 대한 연구가 활발하며 개별 노후 건축물의 유지관리 기술 축적 중 • 행정의 체계적 접근 및 사회적 인식수준 • 개발과 보존이 상존하는 문화 속에서 일부 도심지역에 대한 도시재생 기술이 개발되고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국가 차원의 도시재생 지원 • 노후 건물 성능 향상을 위한 요소기술 개발 • 대형 연구 사업을 통한 체계적 접근 • 학문적으로 연구의 양은 증가추세 • 범국가적 관심 증대 • 뛰어난 IT기술로 스마트 도시재생이 잘 진행되고 있음. • 최근 정부과제 형태로 도시재생에 대한 관심이 높고 중앙정부 주도로 강력하게 추진	• 기술 경험, 인력 확보, 인프라 등 전반적으로 미흡 • 다양한 사업모델 제시하였으나 성공사례 미미 • 글로벌 기술변화양상에 신속하게 대처하지 못함 • 정부의 지속적이고 장기적인 연구 개발 투자 필요 • 현장에서는 의미와 취지에 대한 이해 부족 • 기초기술 연구 분야가 항상 선진국 추격형이며 개발 기술의 현장적용에 규제가 많음 • 부족한 인프라에 따라 생활권 재생이 순조롭지 않음 • 장기적인 관점에서의 지향점을 충분히 파악할 필요성이 있음. 형식적인 결과를 내기보다는 내실이 중요할 것
중국	• 현재 연구 활동은 활발한 것으로 보이며 국가의 특성상 정책으로 기조를 잡으면 실행 추진이 언제든지 가능한 상태 • 중앙정부 주도로 강력하게 추진할 가능성 • 다양한 과학기술분야에서 인적·물적 인프라 풍부 • 경제성장 드라이브 정책과 병행 소규모로 집중되어 있음 • 급격한 경제 성장 • 관련 기술 경험 다수	• 논문 및 특허의 질적 수준 • 아직 신개발 방식에 치중 • 사회적 가치에 대한 국가적 공감대 부족 • 도시재생의 역량이 미흡함 • 정부 및 민간 차원에서의 관심이 미약함 • 사회적 성숙도 미흡
일본	• 친환경 도시재생 기술 • 건물 에너지 관리기술 • 마을 만들기에 대한 노하우가 높고 커뮤니티의 중요성을 중시하며 주거지에서의 빈집활용 • NPO 활동과 연계한 도시재생이 활발 • 주민주도 운동으로 출발하여 지속적으로 추진 다양한 관련법적 기반 마련 • 국가적 특성상 환경에 대한 관심이 높으며 기초과학 기술을 높은 수준으로 보유. 역사적·사회적으로 좁은 공간을 극복하기 위한 관심이 높고 신재료 분야 선도국 • 국가적 관심을 갖는 제도 및 인적 자원 풍부 • 정부와 민간차원에서의 지속적인 관심과 지원으로 일부 성공적인 사례가 나타남 • 풍부한 기술 경험과 인력 및 인프라 확보	• 기술 수준 쇠퇴 • 신재생 에너지 부분이 다소 미흡 • 토목 인프라 과다로 재생에 한계 • 실효성을 달성할 수 있는 정부차원의 도시재생 체계 구축

국가	강점분야	기타
EU	• 생태도시 조성을 위한 인프라 • 신재생에너지 확보기술 • 노후 건물 복원 및 성능향상 기술 • 에너지 자립형 도시, 그린 빌딩 조성 기술 • 기술과 인력, 인프라 등 전 부문에서 실행의 강점. 특히 친환경 도시나 생태도시에 대한 인식과 연구, 실행의 정도가 높음 • 오랜 전통과 시간을 가지고 사업을 추진. 중앙정부가 주도하나 마무리는 지방정부가 책임 • 전통적인 기초과학기술 보유. 국가적 차원에서 지원이 적극적이며 사회적으로도 필요성이 강함. 충분한 인프라 확보 • 도시재생의 자본력과 오래된 연구 인력이 잘 갖춰져 있음. • 전문가 그룹이 지속적으로 존재. 한 그룹에서 지속적으로 정책과 실행에 참여하여 성과를 이루어냄	• 도시 중심시가지 활성화 미흡 • 기술수준 정체 • 미래 첨단 도시 건설, 복합 지하 공간 기술 등이 다소 미흡하다고 판단됨 • 낡은 도시 인프라로 인해 재생속도가 느림 • 복합된 형태로 도시재생이 이루어져 한 눈에 도시재생의 결과를 알아보기 힘듦 • 민간부분, 시민 및 주민 주도의 도시재생 경험 다수
미국	• 도시운영 서비스 기술 • 도시 중심시가지 활성화를 위한 인프라 • 기술, 인력, 인프라 등 전 부문에서 강점. 도시재생에서 대학과 지역 간의 연계하는 연구와 실행 성과가 좋고 중심시가지 활성화에 강점 • 지방정부, 시민단체, 지역주민 협력으로 지속적 사업추진 • 전 세계 과학기술 인력들이 집결하는 장점. 지속가능한 도시재생 관련 기술 이외의 거의 모든 과학기술분야에서 선도 • 훌륭한 인프라로 도시재생의 여건이 탁월 • 정부와 민간차원에서의 지속적인 관심과 지원으로 일부 성공적인 사례가 나타남 • 풍부한 기술 경험과 인력 및 인프라 확보	• 기술수준 정체 • 중앙정부의 관심이 상대적으로 적음 • 지속가능한 도시재생에 관심을 두어야 할 만큼 현실적으로 공간, 에너지 등이 빈약하지 않음 • 토지이용의 집중도가 낮아 복합적 도시재생이 쉽지 않음 • 민간부분, 시민 및 주민 주도의 도시재생 경험 다수

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	1위	2위	3위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 정부 부처 간, 부서 간 민간 협력 촉진 • 국가주도가 아닌 주민주도의 지속관리가 이루어지도록 관련 업체나 학계의 꾸준한 정보교류와 지속적인 인식교육과 교류 등을 위한 협력시스템 구축 • 지자체별 사업성과 교류 및 환류 • 산학연 나름대로 연구를 통해 보유하고 있는 기술이 법•제도 등에 막혀 빛을 못보고 있을 수 있음. 우선적으로 국내에서 찾을 필요 있음 • 국내 연구 기관이나 연구원들의 활동을 가늠할 수 있는 포럼이나 박람회 등을 개최하고 대국민 홍보 강화 • 각각의 경험(행정경험, 실무경험, 전문교육 경험 등)을 공유할 수 있는 실질적으로 작동할 수 있는 네트워크 시스템 마련 • 수도권과 지방거점도시 및 지방낙후도시 간의 경험 및 기술의 공유를 위한 기회 확대
국제협력 촉진	• 도시재생 분야별 선진 기술도입을 위하여 해당국가와의 국제 워크샵이나 해외 연수 등의 협력적 관계의 확대와 경험적 접근에 대한 연구 • 해외 도시재생 콘텐츠의 도입과 활용을 위한 정보공유 및 협력체계의 구축 • MOU 체결 • 선진국의 성공한 사례 벤치마킹 • 국제 포럼의 국내 개최는 물론 사회적 홍보 및 국민 공감대 형성을 위해 선진 연구 기관과 국내 연구 기관과의 연결을 돕는 지원센터 또는 네트워크 시스템 설치 • 도시재생을 경험한 국가 및 도시의 처한 상황과 해결방식 그리고 수십 년간의 경험을 통해 바라본 이슈들을 공유할 수 있는 국가적 협력체계 구축 • 도시재생 선진지 답사 형태의 형식적인 답사에서 탈피 및 현장전문가들의 국제적 네트워크 구축
인력양성 및 유치	• 지방도시를 중심으로 전문가 양성 및 프로젝트 유치 노력 • 도시재생은 거시적인 접근에서 지속가능해야함으로 국내 상황이나 필요에 대한 인식을 갖추고 전문성을 겸비한 인재 양성이 중요. 이를 위해 취업 기회의 확대와 관련 분야의 전망의 긍정적인 비전과 함께 이를 실행하기 위한 인력양성 프로그램과 관리기관의 창설이 선행되어야 함 • 실질적으로 본 사업을 수행할 경험 있는 실무진이 상대적으로 부족한 편 • 연구 개발 성과를 뉴딜사업과 연계한 일자리 창출, 인력양성 관련 R&D 발굴 • 신규 인력의 새로운 양성보다는 기존 인력의 재교육 • 도시재생 관련 분야가 즉각적인 결과물을 만들 수 있는 분야가 아니기 때문에 인력양성에 있어서 선 투자되고 그 인력들이 나아갈 수 있는 사회적 환경과 인프라 구축 • 현재 인력양성이 마을 활동가 양성 및 총괄코디네이터 교육이 이루어지고 있는 상황이나 그 교육기간이 도시재생 전반 및 심층적인 이해를 위해서는 상당히 부족

	정책제언
	• 유형별 도시재생교육(유형1: 우리 동네 살리기, 주거지 지원형, 근린 재생형 관련 교육. 유형2: 중심시가지형 재생 교육, 유형3: 경제 기반형 재생 교육)이 보다 체계적으로 이루어져야 함. 특히 각 유형의 도시재생은 기본적으로 그 과정과 목적과 매커니즘이 상당히 다른 데도 불구하고 도시재생 일반으로 이해하는 경향이 있음 • 도시재생 기술 중에서 첨단기술인 스마트도시기술을 접목하는 분야의 전문 인력양성이 시급
인프라 구축	• 기초생활, 방재 인프라 구축 강화 • 실행, 평가, 진단, 그리고 지속적인 관리를 위한 각 분야별 조직이나 체계의 정비 및 구축 • 토목SOC 외 생활밀착형 SOC 확충 • 국내 시장이 선진국에 비해 작기 때문에 제반 인프라가 부족할 수 있으므로 국가적 지원 필요 • 도시재생의 추구하는 가치와 도시재생의 각 유형에 대한 시민, 행정, 전문가의 이해 수준이 미약한 현실. 예를 들어 도시재생 지원센터의 인프라를 구축하고 있으나, 처우 수준이 매우 낮아 전문성을 갖춘 인력 확보가 실질적으로 매우 부족하며, 도시재생사업 총괄 코디네이터는 고도의 전문성을 요구하는 것임에도 불구하고 그들에 대한 인건비 지급방식이 몇 일·몇 시간 단위로 계산 지급하는 방식으로서 이루어져 그들의 열정과 봉사만을 기대하는 것은 지속가능하지도 않으며 그로 인해서 중·하급 수준의 역량을 가진 총괄 코디네이터로 대체되는 현실. 행정과 도시재생 지원센터의 역할에 대한 진지한 검토필요 : 행정은 단순히 도시재생 지원센터를 그들이 하는 일들 중의 일부를 대신해주는 하급 기관정도로 이해하는 상황 발생. 도시재생의 성격상 부처/부서 협업 및 지원이 매우 중요함에도 불구하고 현재의 행정시스템으로는 도시재생관련부서의 업무과중으로 기피부서가 될 가능성이 매우 높음 따라서 이에 대한 보상시스템 마련과 더불어 협업을 위한 시스템 마련 시급
법·제도 개선	• 연구를 제약하는 관리방식 및 주체에 대한 개선 • 기술수준의 향상과 도시재생의 효과와 지속성을 위해 근본적인 바탕이 되는 항목. 특히 우리나라의 하향식 시스템의 제도에서는 도시재생에 대한 필요성과 고찰에 대한 새로운 시각과 각오로서 임해야 함. 따라서 한시적이거나 단기간으로 그치지 않고, 지역성이나 정책의 색을 초월한, 지속적인 도시재생을 유지할 수 있는 관련법·제도에 대한 개선이 가장 우선시되어야 함 • 법·제도가 무엇보다도 개선되어야 새로운 기술의 도입이 가능하며 단기간의 성과를 위한 제도보다는 장기적인 안목의 제도가 필요하고 법·제도 공표 이후 이를 적용할 수 있는 실천적 방안이 나올 수 있게 유도하는 후속정책 필요 • 각종 도시재생사업의 목적에 대한 보다 근본적이고 가치내재적인 법적 정의 • 국가도시재생기본방침에서 경제 기반형 재생을 위한 국토공간관리 차원의 정의
연구비 확대	• 오래전에 시작된 외국의 선진 그룹에 비하여 추격그룹에 있는 한국으로서는 도시재생에 관한 세분화된 전문성과 체계성을 위한 관련 전문가들의 긍정적이고 거시적인 활동을 위한 연구비의 확대 필요. 특히 논문활동이나 국제 컨퍼런스 등을 통한 전 국민의 공감대와 인식교육 필요 • 본격화되고 있는 도시재생뉴딜사업, 생활밀착형 SOC 등을 지원할 수 있는 기술 개발 • 연구 과제를 책정할 때 B/C ratio를 따지는 등 연구과제 발굴과 연구비에 제약이 많음 • 국가적으로 지원하는 연구비는 물론 기업 연구소에서 추진하는 산학 연구에 대해서도 적극적으로 발굴하고 지원하는 제도 필요

	정책제언
	• 도시재생은 장기간에 걸쳐서 진행되어야 하며 그 과정에서 발생하는 시행착오에 대한 대안에 대하여 장기적 관점에서 연구에 적극 투자 • 첨단 스마트 도시 구축기술을 도시재생과 접목시키기 위한 연구비 지원 • 과거 도시재생 R&D에서 개발된 원천기술을 현장에 적용하기 위한 연구비 지원
기타 의견	• 도시재생 인프라는 국토계획법의 52종 기반시설을 포함하므로 4차 산업혁명 기술을 활용한 스마트건설 기술 등과 도시재생 기술의 융·복합 필요 • 도시재생 분야는 아직 전문국가자격증이 없음. 국가에서 인력양성은 자격증 도입이 좋은 아이템이 될 것. 도시재생 분야의 경우 신축이나 신도시개발, 재개발, 재건축의 정비사업 등의 대규모 신규 사업보다는 원도심이나 낙후지역에서의 소규모 도시재생이 더 가깝게 느껴짐. 그래서 신축보다는 기존의 건물과 지역에서의 리모델링 사업이 도시재생 정책으로 시민들에게는 다가가기 쉽다. 기존의 시설물에 대한 경제성이나 가치분석 등이 동반되어야 하는데 재무/부동산학 분야와의 협력이 절실. 나아가 도시재생지역의 유지관리를 위해 건축+도시+금융+부동산 등을 아우르는 가칭 도시재생 유지관리사 라는 전문 자격증의 도입도 필요. 아니면 현재 민간 자격증으로 있는 리모델링 사업관리사 같은 자격증의 국가공인 자격증으로 유도하고 전문 인력의 양성 도모 가능 • 노후주거지역 도시재생에 있어서 범죄예방이 중요한 이슈이므로 인공지능기술 등을 활용한 범죄예방과 환경설계를 통한 범죄예방(CPTED: Crime Prevention Through Environmental Design)에 대한 기술개발과 적용에 관한 융·복합 연구가 필요함

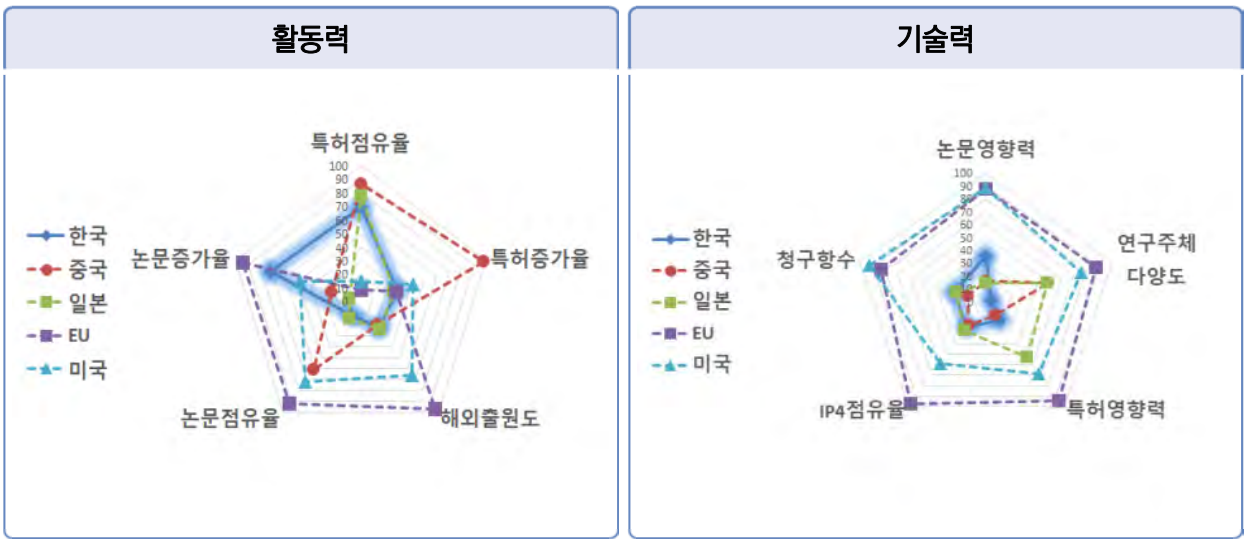
다 주요 분석 결과 요약

(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	지속가능한 도시재생 기술	7,054	2,886	235.2%	57.7%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	EU
	40.5%	34.7%	9.5	15.0
한국	5위	3위	3위	4위
	2.7%	26.8%	6.3	4.5
5개국 평균[2]	-	-	8.1	10.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

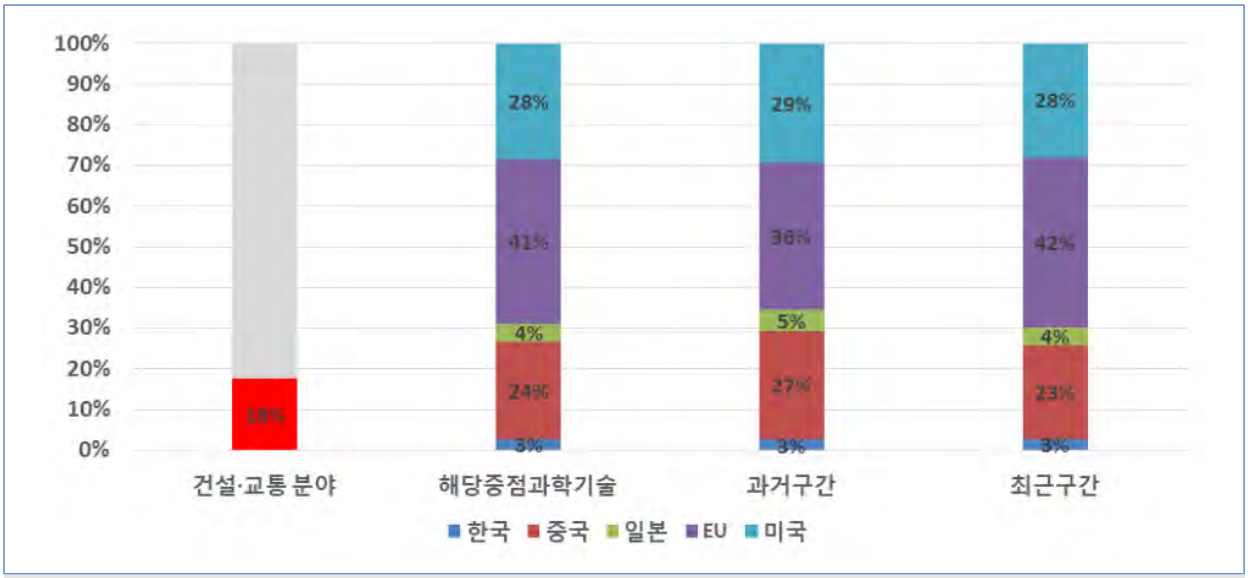
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.7%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(6.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(40.5%), 미국(28.3%), 중국(24.0%), 일본(4.5%), 한국(2.7%) 순이며, 논문 증가율은 EU(288.1%)가 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(9.5), EU(9.4), 한국(6.3), 중국(5.0), 일본(4.9) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(26.8%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(4.5)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(34.7%), 일본(30.1%), 한국(26.8%), 미국(6.4%), EU(2.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(356.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 EU(15.0), 미국(10.4), 일본(8.7), 한국(4.5), 중국(3.5) 순이며, IP4 점유율은 EU(35.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.7%	24.0%	4.5%	40.5%	28.3%
	논문 증가율	247.6%	191.5%	165.1%	288.1%	221.3%
	논문 영향력	6.3	5.0	4.9	9.4	9.5
	연구주체 다양도	0.79	0.91	0.90	0.98	0.95
특허 분석	특허 점유율	26.8%	34.7%	30.1%	2.0%	6.4%
	특허 증가율	2.9%	356.7%	-9.4%	-3.4%	50.0%
	해외출원도	0.3	0.1	0.4	6.4	3.1
	특허 영향력	4.5	3.5	8.7	15.0	10.4
	IP4점유율	1.4%	0.3%	2.6%	35.1%	13.5%
	청구항수	3.4	2.1	3.3	8.9	10.5

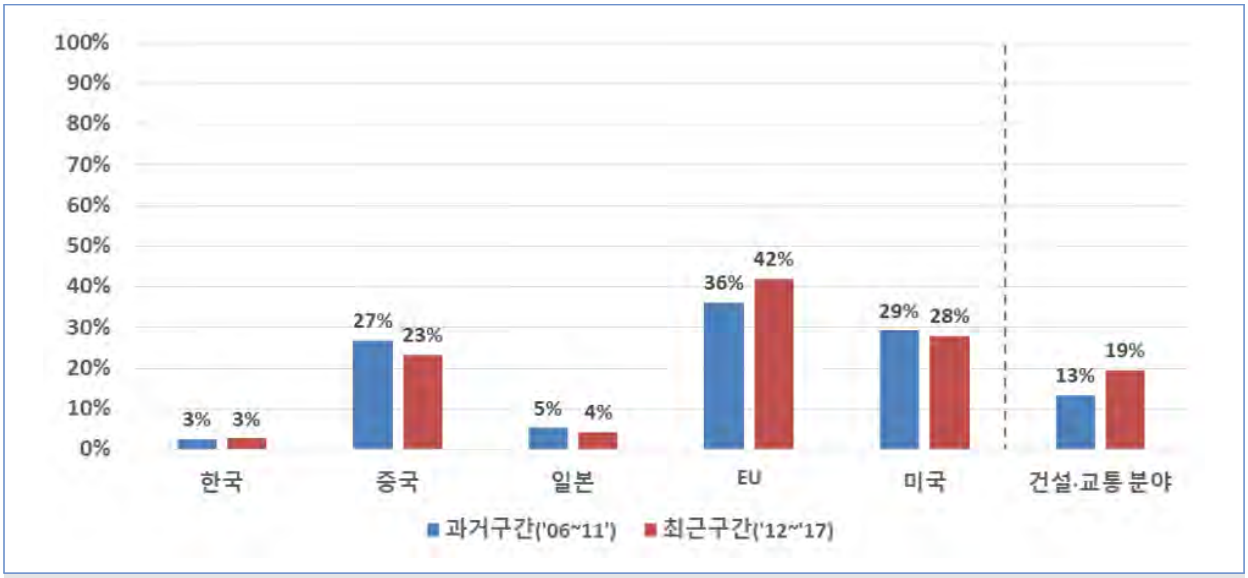
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지속가능한 도시재생 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2860건으로 전체 논문의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지속가능한 도시재생 기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 18%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

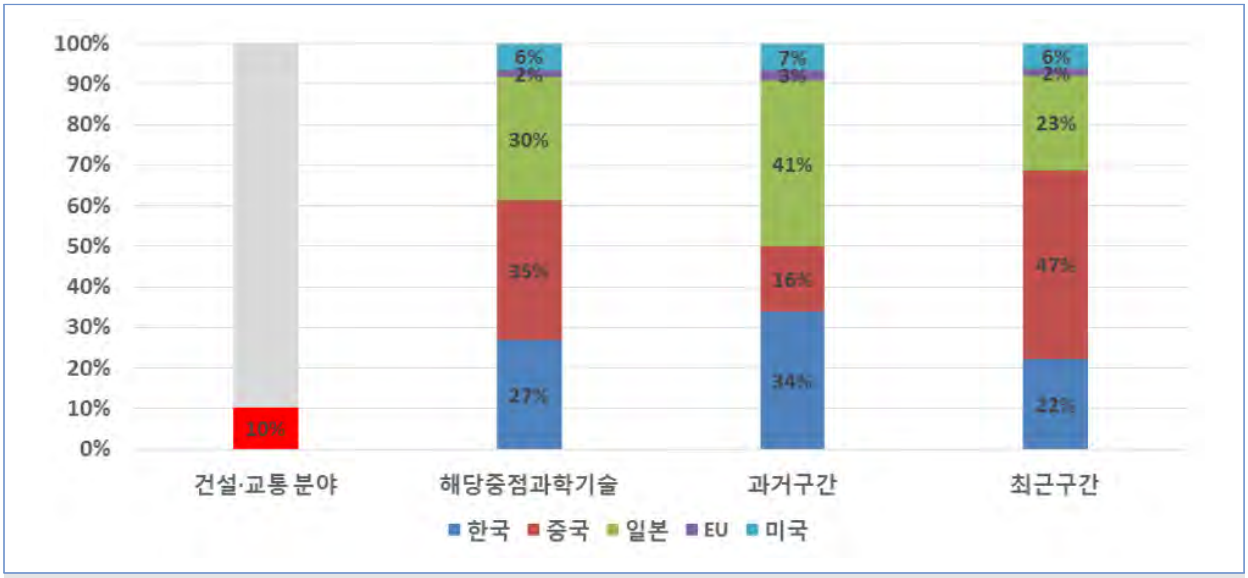


● 지속가능한 도시재생 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 247.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	42	146	188	247.6%
중국	433	1,262	1,695	191.5%
일본	86	228	314	165.1%
EU	586	2,274	2,860	288.1%
미국	474	1,523	1,997	221.3%
전체	1,621	5,433	7,054	235.2%

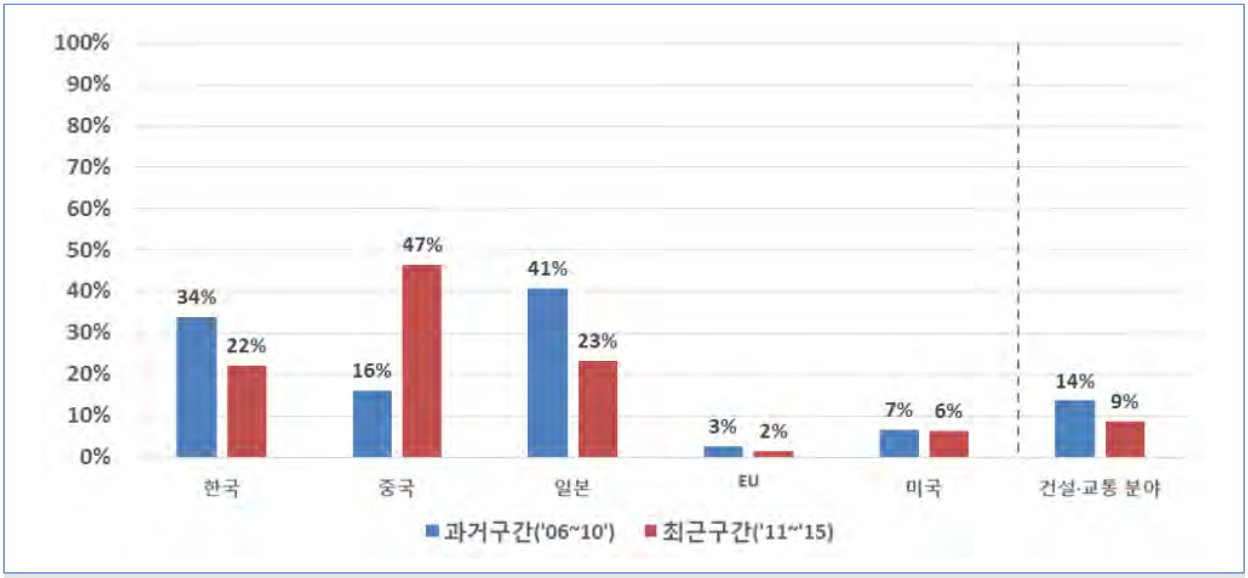
(4) 특허 점유율(전체)



● 지속가능한 도시재생 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1,002건으로 전체 특허의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지속가능한 도시재생 기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 10%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 지속가능한 도시재생 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 2.9%이고, 한국은 과거구간에 2위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	381	392	773	2.9%
중국	180	822	1,002	356.7%
일본	456	413	869	-9.4%
EU	29	28	57	-3.4%
미국	74	111	185	50.0%
전체	1,120	1,766	2,886	57.7%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

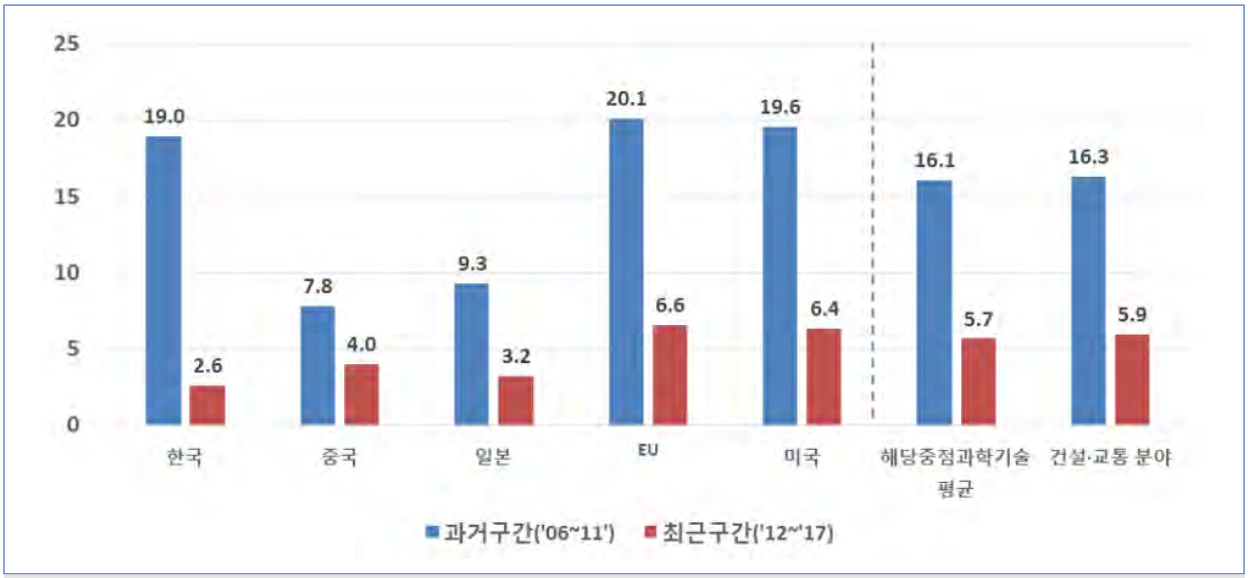


● 지속가능한 도시재생 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

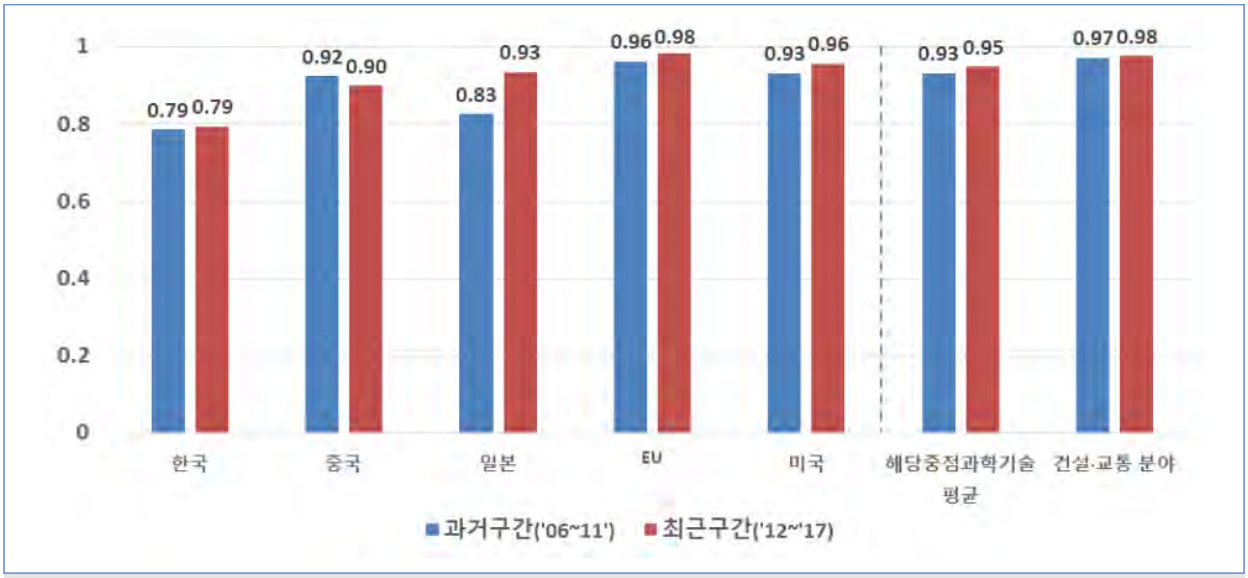
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



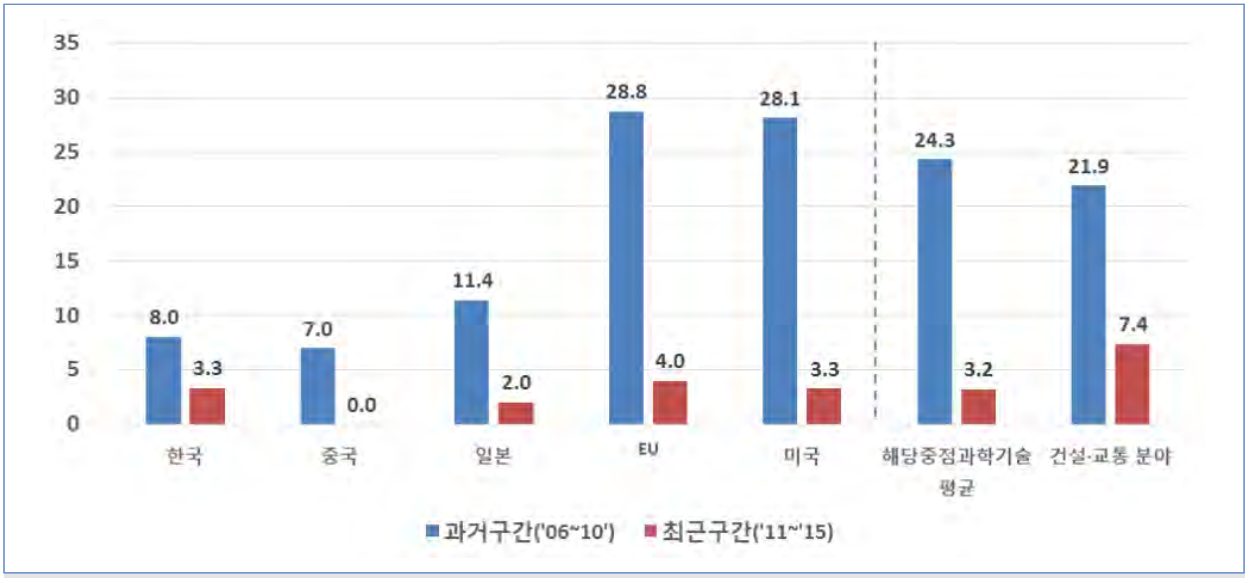
● 지속가능한 도시재생 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



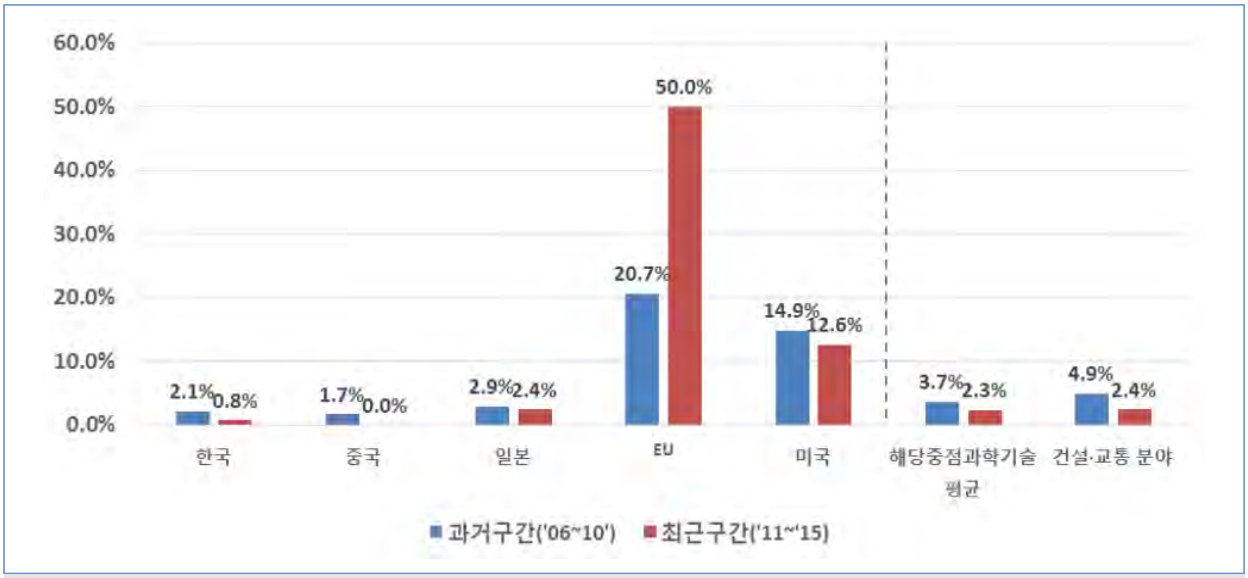
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



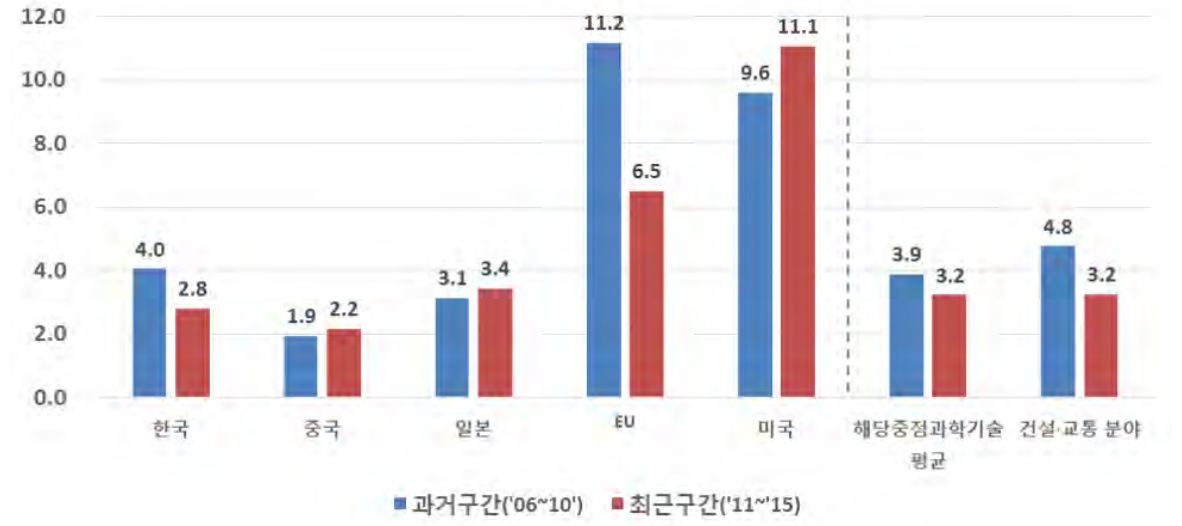
● 지속가능한 도시재생 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지속가능한 도시재생 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 지속가능한 도시재생 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

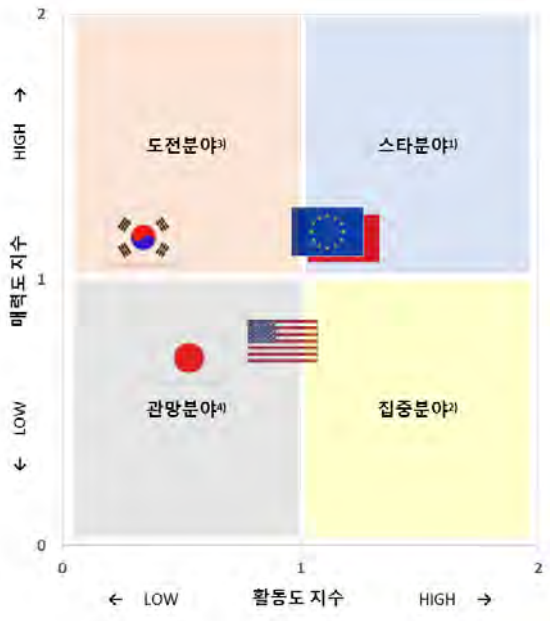
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

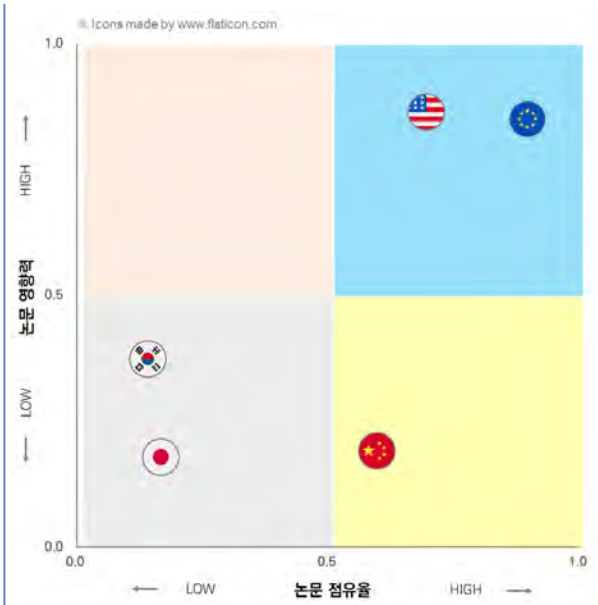
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지속가능한 도시재생 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 유럽의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

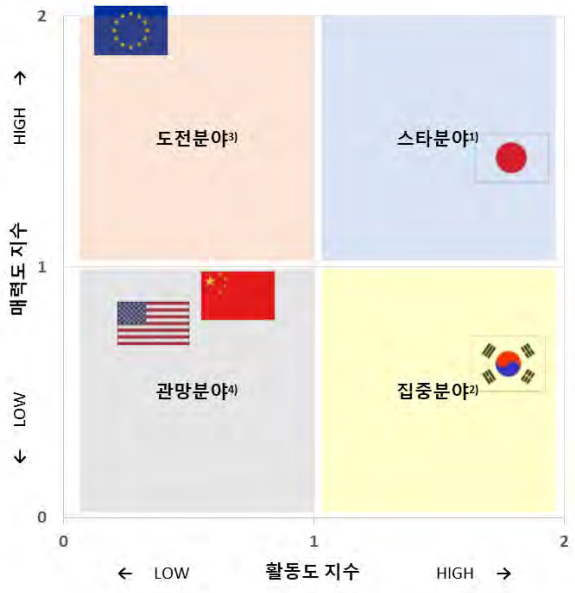


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지속가능한 도시재생 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'BEIJING NORMAL UNIVERSITY(0.71%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국원자력연구원'이 12.23%(글로벌 점유율은 0.33%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	중국	2.95%	0.71%	38.10%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.40%	0.68%	200.00%
3	TONGJI UNIVERSITY	중국	2.77%	0.67%	191.67%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.65%	0.64%	442.86%
5	RESEARCH CENTER FOR ECO-ENVIRONMENTAL SCIENCES	중국	2.01%	0.48%	140.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	12.23%	0.33%	950.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.26%	0.11%	66.67%
3	KYUNG HEE UNIVERSITY	3.72%	0.10%	600.00%
4	HANYANG UNIVERSITY	3.19%	0.09%	-50.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	2.66%	0.07%	300.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	2.95%	0.71%	38.10%
2	TONGJI UNIVERSITY	2.77%	0.67%	191.67%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	2.65%	0.64%	442.86%
4	RESEARCH CENTER FOR ECO-ENVIRONMENTAL SCIENCES	2.01%	0.48%	140.00%
5	NANJING UNIVERSITY	2.01%	0.48%	140.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	3.82%	0.17%	40.00%
2	KYOTO UNIVERSITY	3.50%	0.16%	166.67%
3	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.18%	0.14%	-57.14%
4	UNIVERSITY OF TSUKUBA	2.87%	0.13%	100.00%
5	TOHOKU UNIVERSITY	2.55%	0.11%	66.67%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SHEFFIELD	0.77%	0.31%	44.44%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.59%	0.24%	140.00%
3	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.56%	0.23%	200.00%
4	NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS	0.52%	0.21%	300.00%
5	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.52%	0.21%	550.00%

6 미국

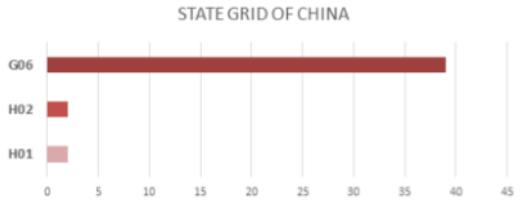
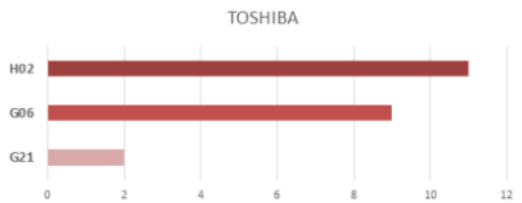
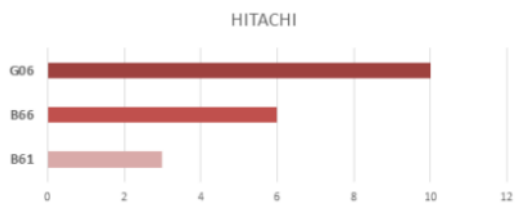
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.40%	0.68%	200.00%
2	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.15%	0.33%	260.00%
3	ARIZONA STATE UNIVERSITY	0.85%	0.24%	140.00%
4	PURDUE UNIVERSITY	0.80%	0.23%	333.33%
5	CORNELL UNIVERSITY	0.75%	0.21%	550.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'STATE GRID OF CHINA(1.52%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국전자통신연구원'이 3.49%(글로벌 점유율은 0.94%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'STATE GRID OF CHINA'와 '한국전자통신연구원'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

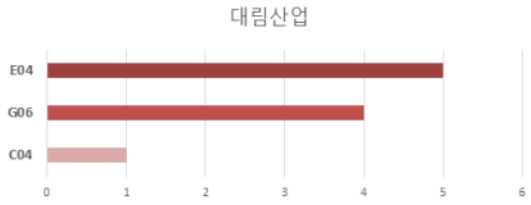
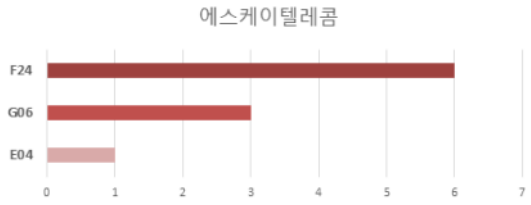
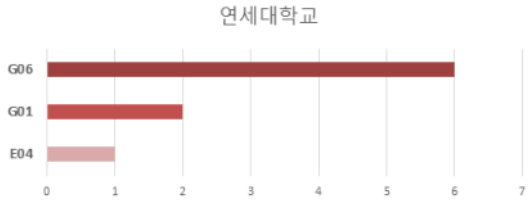
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	중국	4.39%	1.52%	4,300.00%
2	TAKENAKA KOMUTEN	일본	4.60%	1.39%	-82.35%
3	한국전자통신연구원	한국	3.49%	0.94%	70.00%
4	TOSHIBA	일본	3.11%	0.94%	45.45%
5	HITACHI	일본	2.88%	0.87%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
2		E04	건축물
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G21	핵물리; 핵공학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		B61	철도

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전자통신연구원	3.49%	0.94%	70.00%
2	한국건설기술연구원	2.85%	0.76%	-16.67%
3	대림산업	1.29%	0.35%	-57.14%
4	에스케이텔레콤	1.29%	0.35%	133.33%
5	연세대학교	1.16%	0.31%	-20.00%

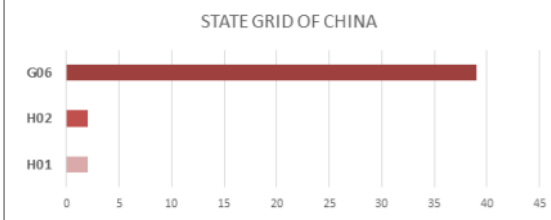
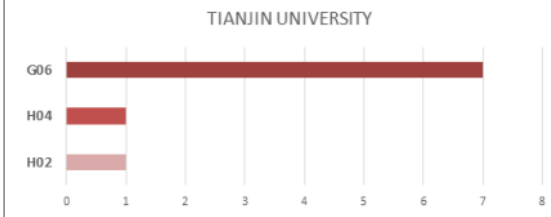
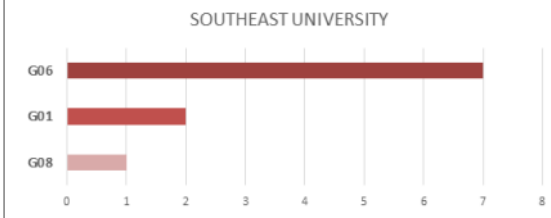
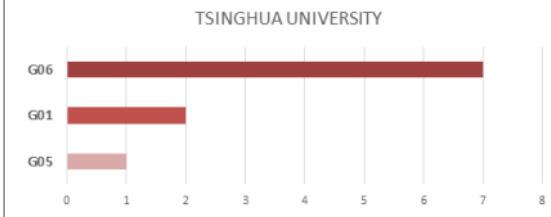
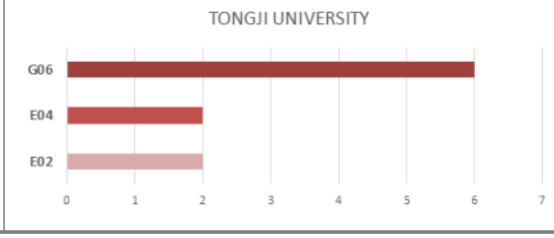
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		G08	신호
3		E04	건축물
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
4		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E04	건축물
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		E04	건축물

3 중국

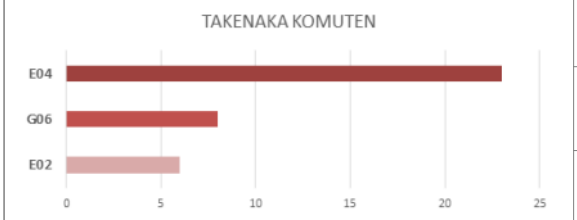
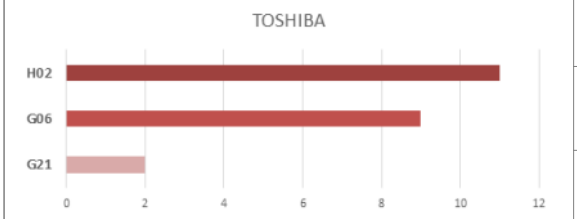
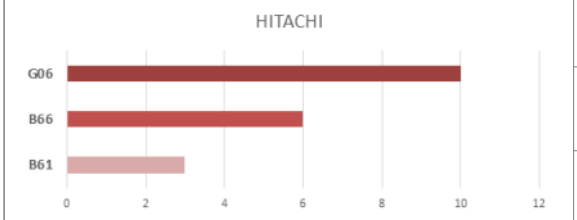
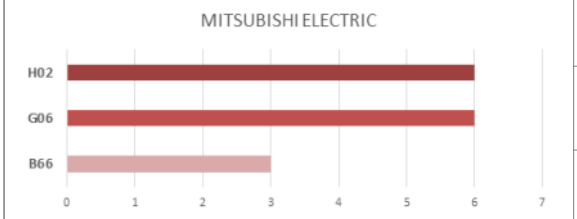
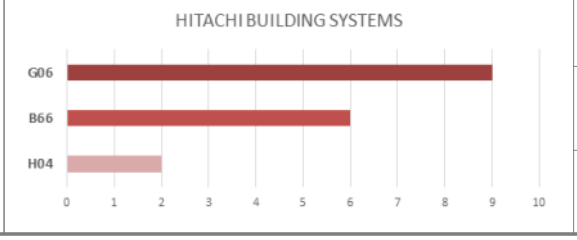
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	4.39%	1.52%	4,300.00%
2	TIANJIN UNIVERSITY	1.20%	0.42%	1,100.00%
3	SOUTHEAST UNIVERSITY	1.20%	0.42%	200.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	1.10%	0.38%	900.00%
5	TONGJI UNIVERSITY	1.10%	0.38%	900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G08	신호
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G05	제어; 조정
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E04	건축물
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)

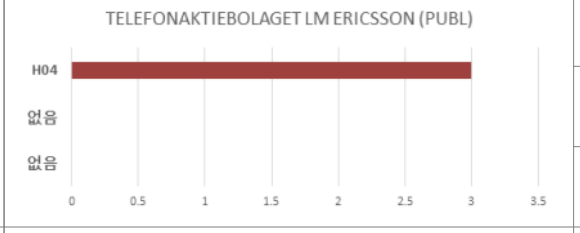
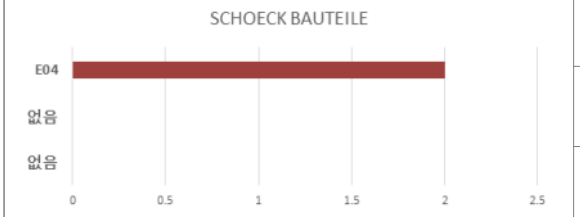
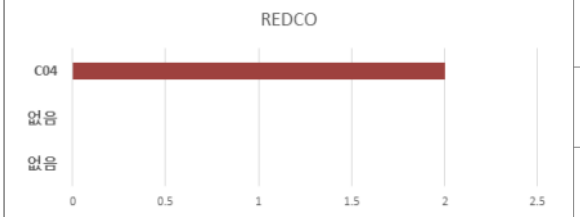
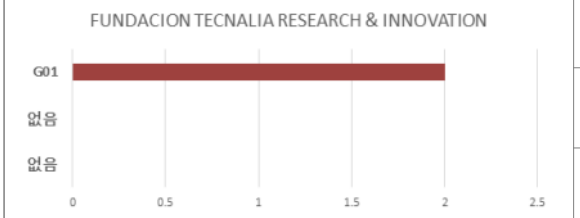
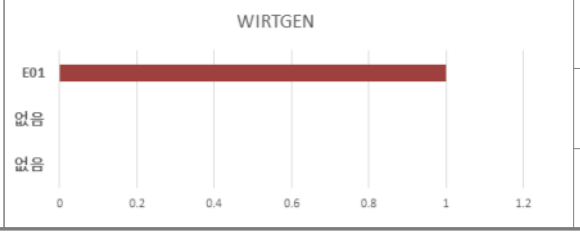
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TAKENAKA KOMUTEN	4.60%	1.39%	-82.35%
2	TOSHIBA	3.11%	0.94%	45.45%
3	HITACHI	2.88%	0.87%	50.00%
4	MITSUBISHI ELECTRIC	2.42%	0.73%	150.00%
5	HITACHI BUILDING SYSTEMS	2.42%	0.73%	10.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		E04	건축물
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G21	핵물리; 핵공학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		B61	철도
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		H04	전기통신기술

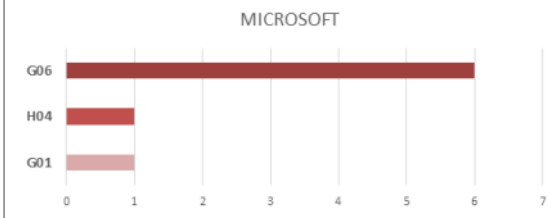
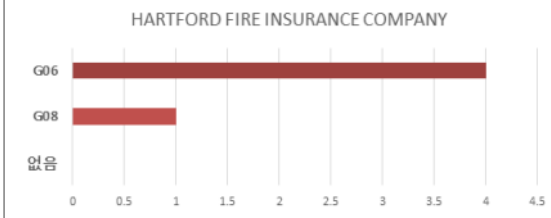
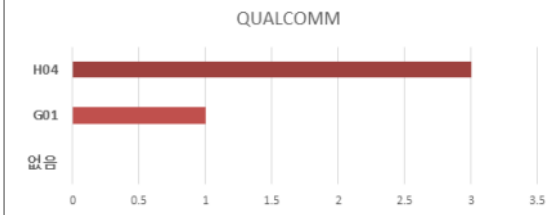
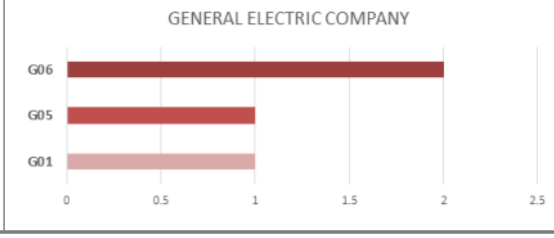
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)	5.26%	0.10%	-100.00%
2	SCHOECK BAUTEILE	3.51%	0.07%	100.00%
3	REDCO	3.51%	0.07%	-100.00%
4	FUNDACION TECNALIA RESEARCH & INNOVATION	3.51%	0.07%	-100.00%
5	WIRTGEN	1.75%	0.03%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
2		E04	건축물
		-	-
		-	-
3		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		-	-
		-	-
4		G01	광학
		-	-
		-	-
5		E01	도로, 철도 또는 교량의 건설
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MICROSOFT	4.32%	0.28%	-66.67%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	3.24%	0.21%	400.00%
3	HARTFORD FIRE INSURANCE COMPANY	2.70%	0.17%	300.00%
4	QUALCOMM	2.16%	0.14%	-66.67%
5	GENERAL ELECTRIC COMPANY	2.16%	0.14%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G01	광학
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		G01	광학

05 스마트시티 구축 및 운영 기술



05 스마트시티 구축 및 운영 기술

중점과학기술 개요

☑ 기존의 도시 건설기술에 각종 센서 및 첨단 ICT 기술을 접목하여 교통·에너지·환경·시설물·안전·보안 등 도시의 다양한 개별 구성요소를 지능화하고, 이들 구성요소 간의 초연결(hyper-connected)을 통해 데이터를 상호 연계·재생산하여 공공서비스 제공을 극대함으로써, 거주자의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 지능형 도시 공간 플랫폼을 구축하고 도시 관리 서비스를 운영·제공하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

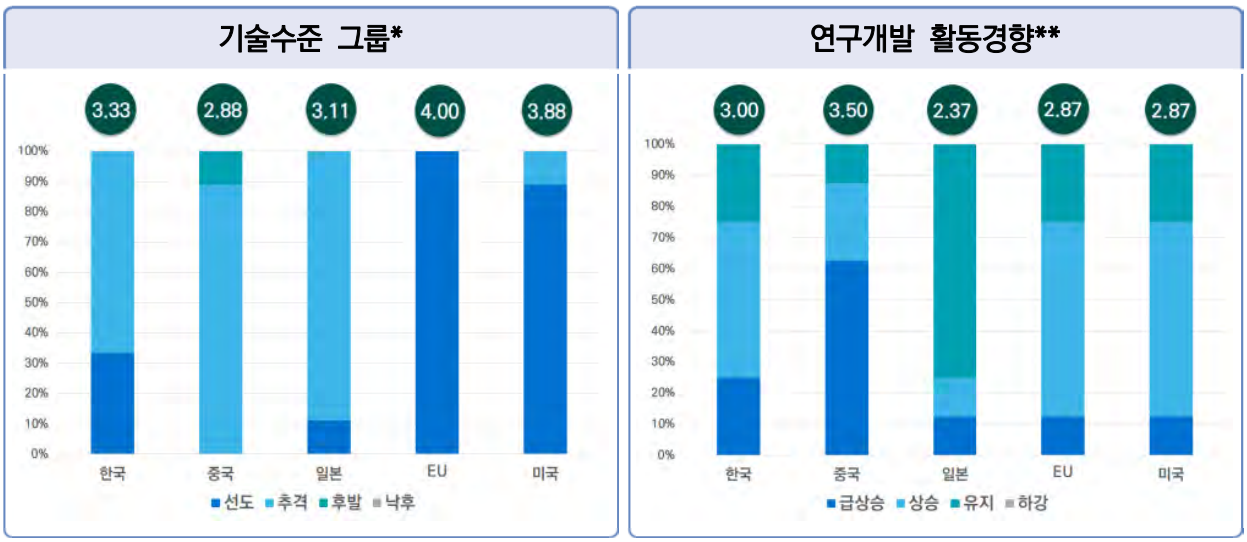
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.0	3.0	추격	우수	우수	급상승
일본	75.0	4.0	추격	우수	보통	유지
EU	90.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	82.1	2.3	80.0	75.0	92.0	10.6	2.0	1.0	5.0	2.4
중국	74.4	4.0	75.0	70.0	85.0	9.9	3.0	2.5	5.0	2.9
일본	79.5	4.5	75.0	64.0	85.0	13.3	4.0	1.5	5.0	3.2
EU	92.3	1.5	90.0	90.0	100.0	5.3	1.0	0.0	2.0	1.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.5	0.0	0.0	0.5	0.4

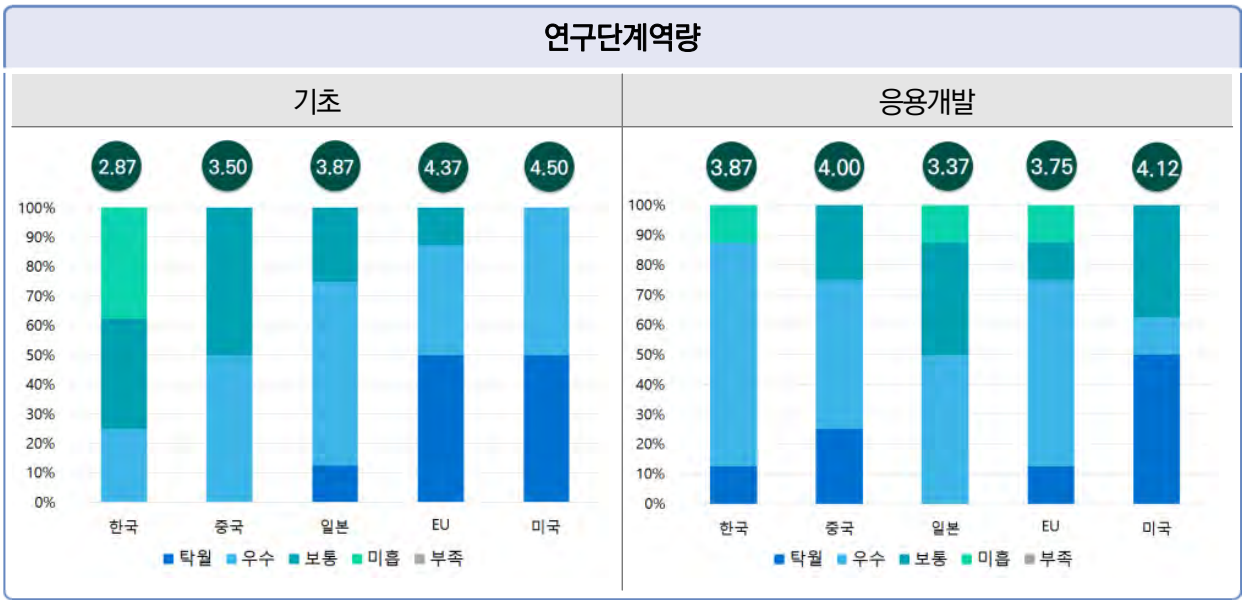
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• U-City 사업으로 일부 인프라 확보 및 U-City 사업의 실패/부족한 점을 기반으로 스마트시티 사업을 추진 중. ICT 기반 민간 사업자 및 정부주도 사업 성장이 유리하게 작용 • 일부 단위 분야에서는 홈, 에너지 활용은 최고 • 지속적인 투자로 격차가 줄고 있으나, 산업화의 길로는 아직까지 추격 중 • 4차 산업혁명 관련 융·복합 신기술 테스트베드, 도시문제해결 및 삶의 질 제고, 혁신 산업생태계 조성을 균형 있게 추진 • Green Field 개발 형태의 세계적 수준의 국가 시범도시 조성 • Brown Field에 대한 도시재생 프로그램 추진 • 시민 참여형 스마트시티 구축 모색
중국 (75.0%)	• 정부주도 및 대규모 고급 전문 인력을 활용한 성장 속도가 빠름. AI, ICT 기반 정보수집 및 빅 데이터 처리에 독보적인 기술 성장이 엿보이며, 현재 제시된 기술격차보다 더 빠른 추격이 가능한 잠재력 보유 • 정부 및 지방정부 정책과 사회의 역동성 • 요소기술, 단위서비스 중심의 기술과 개발은 우수하나 종합적인 분야는 저조. 인프라와 핵심 서비스 중심으로 개발 추격 진행 중 • 에코시티 등에 관심이 있으나 실제 구현은 아직까지 어려운 실정, 실패를 두려워하지 않고 도전적인 접근이 많음 • 국가 경쟁력 강화를 위해 공공주도의 스마트시티 정책을 추진, 급격한 도시화 문제해결과 경기부양 도모 • 2015년 지혜성시 500개 구축계획 발표, 2020년까지 R&D에 500억 위안 투자 및 2025년까지 1조 위안 투자계획 • 창업공간+청년아파트=청년 창업단지 You+. 항저우, 상하이, 청두 등 주요도시에 건설 • 항저우, 알리바바 주도의 스마트시티 시범단지 조성, 모바일 결제, 안면인식 결제, 교통량과 돌발행동을 고려하여 신호체계를 조정하는 도시 대뇌 교통시스템 구현
일본 (75.0%)	• 도시재생과 접목한 스마트 도시재생 사업의 실적 우수 • 고령화 등 사회적 환경에 적용 가능한 스마트시티 교통 및 커뮤니티 관련 기술이 정부 주도하에 성장 중 • 기술력은 있으나 스마트화에 별로 관심이 없어 보임 • 우선적으로 필요한 교통, 방법 등의 분야 중심으로 기술개발 활용 • "건강한 일본"을 슬로건으로 에너지, 환경 중심의 기술개발 추진하고, 실증도시 건설 및 단지모델의 해외시장 수출이 목표 • 내각부는 환경미래도시 구상계획에 따라 2011년 요코하마, 기타규슈 등을 11개 시범도시로 선정하고, 성공적 도시 모델을 구축하여 세계에 확산시키고자 함 • 2020년까지 ASEAN ICT 구축 사업 진출을 위한 로드맵을 마련 • 효고현 스마트시티 "솔라-시마"는 일본 최초의 마이크로 그리드 시스템 구축으로 에너지 자급률 80%, 재생에너지 100% 사용, 민간 배전선을 이용한 쌍방향 에너지 공유시스템 구축

국가 (기술수준)	판단근거
EU (90.0%)	• 독일 민간기업 중심의 친환경 스마트 도시 기술 보유 • 스마트 에너지와 환경 분야에 지속적인 관심과 표준화 기반의 기술 개발을 통해 안정적인 기술 적용 및 확장 속도가 빠름 • 논문과 특허인용건수는 높은 수준으로 파급력 있는 기술을 보유하고 있으나 최근의 논문과 특허를 통한 기술 개발은 조금 주춤한 상태 • 기술 구현 및 데이터 활용 측면 최고 데이터 분석 가공으로 정책적 연결로 삶의 질 향상 추구 • 최근 스마트 시티 연구뿐만 아니라 실제 구축하고, 기술 우위에 있으며 사회구성원의 적극 참여 • EU, 에너지 효율화 및 교통문제 해결을 목표로 즉시 적용 가능한 실증기술 개발에 주력, Horizon 2020을 바탕으로 공통 핵심적용기술 도출 • 스페인 바르셀로나, 22@Barcelona를 ICT 기업 집적 클러스터로 조성, 글로벌 기업이 파트너로 참여해 24개 스마트솔루션을 도시 곳곳에 구현, 바르셀로나시티 OS 등 플랫폼 개발 • 영국 밀턴킨즈, 캠브리지, 데이터 허브를 도입, 도시 인프라에서 수집 되는 각종 정보를 활용하여 시민 수요기반의 다양한 서비스(범죄지도, 물 사용량 등) 제공 • 스페인 산탄데르, 시민과 ICT 기업들이 참여하는 리빙랩을 조성하여 도시 내에 설치된 2만여 개의 센서, 컬렉터, 카메라 등이 시스템에 연결되어 공공기관·일반기업·시민들이 도심 상황을 실시간으로 파악하면서 데이터를 활용 • 스위스 주크, Crypto Valley, 세계 블록체인 기업 56% 입주, 세계ICO 39억 달러 중 40% 발생 • 덴마크 코펜하겐, 크로스로드 프로젝트, 리빙랩을 통한 시민중심 스마트시티 제시 • 오픈소스 기반 스마트시티 플랫폼(Fiware) 확산 . 한국과 유사 동등 수준의 연구 성과와 서비스 역량 보유
미국 (100%)	• 실리콘 밸리를 중심으로 창의혁신 산업 활성화 • 네덜란드, 영국 등은 자율주행과 스마트시티에 많은 투자 진행, 다른 국가에 비해 압도적인 특허 출원 및 등록의 최근 실적이 두드러져 향후 파급효과가 큰 기술을 보유할 가능성이 큼 • 통합 플랫폼 중심으로 확대 발전 다각적인 분야에 추진 • IBM, 시스코, 구글 등 글로벌 기업의 AI, 빅 데이터, 자율주행 등 첨단 기술 분야 선점 • 2015년부터 Smart Cities Initiative 1.6억불 투자 중(교통 혼잡 해소, 경제 성장 촉진, 기후변화대응 등 지역문제 해결목적), NIST(국립표준연구소)는 Global Cities Teams Challenge 추진 • 미 교통부, Smart City Challenge 통해 5천만 달러 지원, 콜롬버스시 선정, 아마존, AT&T로부터 2억 달러 투자 유치 • 뉴멕시코 주, 3만5천명 규모 무인도시에 교통, 통신, 에너지 관련 기업 및 연구소의 각종 테스트를 허용하는 규제 프리존 조성 • 북미 캐나다 토론토, Google Sidewalk Lab 주도로 5천만 불 투자, Cyber Physical System, 자율대중교통, 모듈러캠퍼스 등 다양한 사업모델 진행 • 한국, 유럽 및 미국은 동등 및 유사수준의 연구 성과 보유

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 경쟁력 있는 ICT를 바탕으로 국가 차원의 신성장 산업 육성을 목표로 스마트시티 정책 추진 • 4차 산업혁명에 대한 정부의 강력한 정책 • 신도시 개발 경험 풍부 • 기술기반 연구역량 보유 • 시스템 통합, 플랫폼 기반 서비스 제공 우수 • 스마트 행정, 스마트 안전, 스마트 교통의 성숙도는 다른 국가에 비해 높음 • 인터넷 및 통신 및 장비 시스템 • 정부의 인력양성 등을 통한 강한 인적·물적 인프라 보유 • 기술과 집약적인 인프라 구비가 잘 되어있음. 종합적인 응용개발 분야에서는 상승 추세. 산업혁명 중심으로 관심도 급증. • 우수한 인력 확보 및 새로운 기술과 이로 인한 서비스 창출에 민감하게 반응하는 시장성으로 인해 응용개발 연구 분야가 빠르게 성장	• 핵심 서비스의 개발이나 선정이 미흡함 • 응용기술에 비해 원천기초기술개발을 위한 역량 강화가 필요 • 민간 주도의 스마트시티 서비스 부재 • 기간 산업자(한전, 수자원공사, 한국가스공사)의 스마트시티 관련기술 융합 필요 • 시민 체감형 서비스, 서비스 테스트베드 부족 • ICT 기술 적용에 집중하다보니 실수요 기반의 서비스 부족 • 구도심에 대한 스마트 도시재생 연구 부족 • 관주도의 사업으로 민간기업의 참여 부족. 중앙정부, 지자체, 민간협력의 생태계 조성 필요 • 관련 산업 육성 및 규제개선을 통한 해외시장 진출 기반 조성 필요 • 스마트시티 활용기술에 대한 기술력 향상 노력 필요 • 기초기술, 핵심, 원천 기술 소유가 필요하나 미흡한 실정. 지속적인 기술 개발과 관리가 필요
중국	• 도시인구 증가에 따른 인프라 부족을 국가 주도의 서비스 실험을 통한 보완으로 도시간 발전격차 해소를 위해 스마트시티의 실증을 서비스화하고 정책을 추진함 • 중앙정부의 강력한 스마트시티 추진 의지 • 활발한 기술 연구 및 일부 분야 기술우위 선점 (드론, AI) • 신기술의 실제 적용이 빠름(모바일 결제, 드론 택배 등) • 신기술 아이디어 • 전반적인 분야로 연구 발표 사례가 상승. 요소기술, 단위서비스 개발은 상승 추세 • 우수하면서 대규모 인력 확보가 가능한 특성이 있으며, 원천 기술 확보력도 급격히 향상 중이기 때문에 유리한 환경 조성	• 민간의 수익모델 부족 • 파급력 있는 선도적 기술 부재 • IT 기술 확산 미흡 • 개별서비스 중심의 기술개발이 대부분으로 표준화 및 통합 필요 • 순수 민간 주도의 스마트시티 구현은 찾아보기 어려움 • 데이터 활용관련 기술 등은 미흡 • 급격한 기술 및 경제성장으로 인해 중간과정 없이 도시 성장이 이루어짐. 일부 인프라 보급 불균형 및 누락 기술이 존재할 가능성 염려
일본	• 스마트 시티보다는 도시재생의 분야에서 강점을 부각 • 재해복구, 재난예방, 에너지 효율 등을 중심으로 스마트시티 구축 정책을 추진 • 스마트시티 전략의 3대 목표는 에너지 이용 효율화, 지역개발 활성화, 글로벌 경쟁력 강화	• 창의 혁신산업이 아닌 제조업의 강점이 지나치게 부각됨 • 최근 지표들을 볼 때 기술개발을 위한 대비가 전반적으로 미흡한 편 • 무관심 • 재난 이외에 복지 등 다양한 분야의 스마트 시티 구현 미흡

국가	강점분야	기타
	• 후쿠시마 원전사고 이후로 에너지 효율화를 위한 4개 스마트시티 시범지역(요코하마, 쿄토, 토요다, 키타규슈)에 집중 투자 • 내각부, 환경미래도시 구상, 지구온난화, 자원에너지 제약, 초고령화 문제 대응 • 경제 산업성, 스마트커뮤니티 구상, 효율적인 에너지 사용 지향 • 총무성, ICT스마트타운 구상, ICT를 활용해 생활에 밀착된 소프트 인프라형 스마트화 지향 • 재난 면에 특화된 스마트기술 구현 • 기초기술, 핵심, 원천 기술 소유가 필요함에 따라 적극적으로 추진. 홈, 에너지, 자연재해 등으로 두각 • 안정적인 기초 기술력을 기반으로 한 다양한 확장 기술 개발에 유리 • 신진연구자의 신흥융합과학기술 도전 기회를 부여하는 연구 환경 형성 • 전방위적인 신산업 창출형 융합기술 육성하고, IT, 의료, 소비자서비스산업으로 기술개발 영역 확장	• 종합적인 모델 구현 관련은 보통 • 서비스 분야와 연계한 요구 및 기술 확장에 둔감한 내수 시장이 기술 개발 속도 경쟁력에 있어서 부정적인 점으로 작용
EU	• 민간기업 중심의 스마트 정책 주도 • 원천기술, 인력, R&D 인프라 등 • 에너지의 효율적 사용, 도시문제 해결을 통한 경쟁력 강화, 지속 가능한 개발(ESSD), 삶의 질 향상을 주요 아젠다로 설정 • 에너지의 효율적 사용 위한 지속적 투자 • 주차, 쓰레기 등 실생활에서 체감할 수 있는 문제 해결형 연구 및 서비스 접근 태도 • 연구결과발표 및 실제 서비스 적용 활발 • 신기술 및 아이디어 건물 및 도시 분야 요소세부 기술 및 장비 • 기초기술, 핵심, 원천 기술 소유가 필요함에 따라 적극 추진. 우선적으로 필요한 서비스 중심으로 연구발표 진행 • 지리적·정치적 장점으로 표준화된 기술력 및 이에 따른 활용, 확장성이 매우 높음	• 규제나 정부 지원 미흡 • 논문을 통한 기술연구가 특허와 같이 실제응용 기술로 전환되는 정도가 상대적으로 미흡 • 개별 서비스 중심의 연구 및 개발로 서비스를 통합 관리할 수 있는 스마트시티 플랫폼 및 표준 재정 필요 • 도시의 방대한 데이터를 수집하고 관리하는 빅데이터 인프라를 기반으로 데이터 허브를 구성하고, 개별 서비스를 제공하는 형태로 발전 • 1도시 1서비스 구현의 특성을 보여, 스마트시티 보다는 스마트 서비스 시티로 보임 • 데이터 활용관련 기술 등은 미흡 • 표준화된 기술 개발이 진행 중에 있으나, 기존 인프라의 수준 차가 꾸준히 존재하여 이로 인한 제약이 있음
미국	• 창의기술과 인력 풍부 • 기술경쟁력 우위를 바탕으로 신산업 창출 기술 개발에 초점 • 인공지능, 빅 데이터, 클라우드, 5G, 드론 및 스마트카 등 스마트시티 적용 ICT기술의 기초 및 응용개발 분야 활발한 연구	• 정부 주도의 정책 부족 • 신규기술개발이 이전에 비해 미흡 • 법·제도 규제 개선문제로 인해 실제 서비스 적용까지 시간이 걸림(드론 서비스, 무인자동차 운행 등)

국가	강점분야	기타
	• 연방정부, 세계표준 선도를 위한 프로토콜 등 플랫폼 기술을 중점 지원, 스마트 그리드와 의료 정보화 중점 추진 • 교통 및 인프라 • 기초기술, 핵심, 원천 기술 소유가 필요함에 따라 적극적으로 추진하고 있음. 단위분야에 대한 기술 수준은 높고 수집된 정보를 가공 분석하여 정책적으로 연결 활용 사례 상승 • 우수하고 다양한 인력 및 기술 확보를 통해 꾸준히 발전 중이며, 민간사업자 주도로 기술 발전 속도 경쟁력에서 우위를 점유	• 큰 도시의 특성 상, 인구가 밀집한 지역에 특화된 서비스나 기술의 부족 • 종합적인 모델 구현 활용은 보통 • 정부가 주도하는 기술발전이 아니기 때문에 인프라 부분에 대한 투자 및 이에 따른 기술 개발이 상대적으로 미흡한 상태

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	3위	1위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 표준을 국제 표준화 시킬 수 있는 활동이 필요하며, 산학연이 협력하여 국내 표준 정립 및 이를 국제 표준화 할 수 있도록 국책연구기관에 업무부여 • 국내 스마트시티 구축을 위한 교통, 통신, 공간정보 등 국내 다양한 민관 분야의 협력 • 스마트시티를 구성하는 서로 다른 요소와 기술들을 공급하는 주체 간, 그리고 공급자와 이용자 간 상호 협력적 거버넌스 구축 • 현재 국내 스마트시티 구축은 통신사 및 장비회사 위주로 협력이 이루어지는데 하드웨어적인 시스템만 구축될 뿐이므로 도시를 구성하는 건축물, 도시계획, 도로교통, 도시 인프라 등 해당 도메인 전문가 협력과 소프트웨어적인 기술이 하드웨어를 이끄는 체계 필요 • 범 정부차원의 로드맵 및 이해 관계자 별 집중화 필요 단계별로 설정 후 신구도심이 함께 갈 수 있는 방안 마련. 시행 민관 등이 기반 하에 사람·이용자 중심으로 자생적인 시스템 구축 • 스마트 시티 구축에 많은 비용이 들기 때문에 산업체, 연구단체의 협력 촉진이 필수적 • 4차 산업혁명 관련 부처 외 타 부처의 적극적 참여 및 대응이 필요하며, 특히 각종 행·재정 데이터를 다루는 통계청, 행정안전부의 참여 필요 • 스마트시티 관련 데이터 표준 설정, 공공 데이터 개방 및 이용에 대한 활성화 필요, 정부부처 간 관련 데이터 공유 필요 • 문제 해결형 연구과제 활성화 및 기관 간 중복과제수행 방지를 위한 연구결과 공유체계 필요 • 개별 도메인별로 전문화된 기술들을 융합하고, System of Systems 형태로 해당 기술을 연계하고 통합하는 형태로 발전. 이를 통해 기술 생태계가 형성되도록 유도해야 함

	정책제언
	• 스마트 에너지 분야의 경우 기간산업체(한전, 수자원공사, 가스공사)를 참여시켜 해당 산업분야의 전문기술을 스마트시티 관련 기술과 융합 • 중앙정부와 지방정부의 협력촉진
국제협력 촉진	• 국제 표준 등 협력 필수 • 국내 스마트 시트 구축이 성과를 나타내면 국제 협력을 통해 해외시장 개척을 준비하고 이를 위한 국제 협력 필요 • 스마트시티 선진기술과 법·제도 등에 대한 선진사례의 학습 및 이를 국내에 효과적으로 적용하기 위한 민관차원의 협력관계 구축 • 도시 및 건축은 glo-cal 특성이 강하므로 독자적인 국내형 기술개발과 글로벌한 기술개발에 대한 협력이 필요하며 국내에서 개발된 스마트시티 기술을 확산 보급할 수 있는 국제적 체계 필요 • 우리의 기술력을 필요로 하는 국가 권역별 전략적인 공략 필요 사업시행 초기부터 컨설팅 등 적극적인 관여로 맞춤형 모델 제시 국가간, 기업간 신뢰성 있는 협력 방안 구축 권역별 시범 적용으로 확대 방안 강구 • 스마트시티 글로벌 이니셔티브 확보를 위한 다양한 분야의 국제 협력 추진(예: 스마트시티 국제표준 제정참여, 국제 스마트시티 행사 참여, 해외연구기관과의 국제협력연구 추진, 국내스마트시티와의 교차실증 적용 및 서비스 수준 평가 등) • EU 등 선도국가와 크로스 리빙랩 운영
인력양성 및 유치	• 스마트시티는 다분야 이해도가 높으며, 다양한 전공 분야와 커뮤니케이션이 가능해야 함. 이에 따른 ITS, 교통, 건축, 건설, 재난재해, 안전 등 다양한 분야에 기본 지식이 기반이 되어야 함. 단순 S/W 개발 사업이나 H/W 구축 사업이 아니기 때문에 이에 대한 인력양성 및 교육이 필요. 민간사업자 측 관리자는 이러한 기본 소양 교육 프로그램 이수 등 제도적 부분과 연계 필요 • 연구비 확대와 더불어 다양한 분야에서 스마트시티 관련 연구에 참여할 수 있는 인력양성이 필요하고 이는 스마트시티 연구와 순환구조를 갖게 될 것 • 스마트시티의 운영에 필요한 기본 인력뿐만 아니라 스마트시티의 기술과 개발에 필요한 인력, 더 나아가 새로운 도시 형태의 스마트시티의 미래상과 비전을 제시해 줄 수 있는 창의적 인력양성 • 현재 스마트시티 인력양성은 정보통신 인프라 구축을 위한 하드웨어 및 프로그래머, IoT 개발자 등을 위주로 이루어지고 있는데 스마트 시티는 단순한 하드웨어 장비와 운영시스템 설치로 끝나는 것이 아닌 도시와 통합되어 특히 국외수출 등을 감안하면 스마트시티 구축을 위한 해당지역 조사-기획-설계-시공-보정-운영-업그레이드 프로세스가 구축되어야 함. 이러한 스마트시티 마스터 플랜 전문가 양성 필요. 현재 스마트 시티 구축 인력은 상위의 전문가보다는 말단 기술자 위주 인력양성이라 걱정스러움 • 대학에 관련학과를 신설하고 법·제도로 민관에서 활용할 수 있는 기반 마련. 국가 자격증 신설 운영 필요. 해외 지원 국가 민관 교육 • 현재 스마트시티 관련 취업자 수는 약 277만명(2017년)으로 전체취업자수의 10.4% 수준으로 나타나며, 이중 전문기술자는 48%수준으로 조사됨. 그러나 이러한 전문기술자도 스마트시티 관련 산업체에서 필요로 하는 융합형의 전문가가 아닌 한 기술 분야의 전문가이므로

	정책제언
	융합형 전문가의 필요성이 대두되고 있음. 스마트시티 관련 산업체 조사(2018.7)에 의하면, 스마트시티 전문 인력이 필요할 것으로 응답되었으며, 전문 인력양성에 대한 요구도 높게 나타났으며, 필요한 전문기술로는 IoT, 빅 데이터 분석, AI 순으로 조사됨. 융합형 기술전문가의 필요성뿐 아니라 현장중심의 기술전문가, 도시공학, 비즈니스 등에 대한 전문 인력도 부족한 실정으로 나타남. 스마트시티 관련 한 전문분야의 기술자들을 융합형 기술자로 양성하기 위한 다양한 방안(현장밀착형 교육프로그램 운영, 타 기술 분야 교류확대 등)이 강구되어야 할 것이며, 현재 대학의 교육프로그램을 다양화(스마트시티 관련 비교교과과정 시행, 청년취업·창업지원프로그램 연계 등)하여 융합형, 특히 스마트시티에 알맞은 맞춤형 인재양성 프로그램을 도입하여야 할 것 • 교육프로그램과 시범도시의 건설, 국가전략프로젝트의 리빙랩, 지자체 테스트 베드 등을 접목하여, 산업기술수요에 대응 가능한 실질적인 인재 양성을 위한 노력 필요. 스마트시티는 아시아 신흥 개발국의 필요성이 높은 기술이므로 한국형 스마트시티를 구축하여 해외진출을 도모하면서, 이를 위한 해외에서 활동 가능한 인력양성도 추진되어야 함. 글로벌 인재유치를 위해 다양한 국제교류활동(국제개발기구 및 글로벌 연계·인턴프로그램 등) 및 협동 R&D 프로그램을 지원하고, 국내 대학들의 교육프로그램과도 연계하여 운영
인프라 구축	• U-city와의 차별적인 인식이 없는 단순 예산 투입은 스마트시티 사업에 해를 끼칠 수 있음 • 디지털 트윈, 자율주행 환경, 도시환경 모니터링 체계 구축 등 스마트시티를 위한 인프라 구축을 단계적 시행 필요 • 스마트시티 기술에 상응하는 인프라의 공급이 적절한 시기에 적절한 수준으로 이루어질 수 있도록 관련예산을 안정적으로 확보하여 진행 • 스마트 건물 및 도시 구축이 정보통신 센서 네트워크 등 하드웨어 인프라를 구축하는 것에 국한하지 말고 소프트웨어적인 컨텐츠 마련에 역점을 두어야 함. 마치 스마트폰이 개발되고 다양한 어플리케이션이 구축되어 하드웨어와 소프트웨어가 어우러지듯 이러한 지속가능한 인프라 플랫폼이 구축되어 새로운 시장과 경제영역을 구축하는 것이 중요. 아울러 현재 컴퓨터 및 스마트 패드와 같이 콘텐츠 소프트웨어가 하드웨어 장비를 주도하는 체계가 되어야 함 • 확장 가능한 인프라 계획 및 구축 기술 표준화 및 정립 필요 신기술 관리체계 구축 • 산업화 적극 추진을 위하여 인프라 구축 실증에 많은 투자 필요 • 세계 최고의 유무선 초고속 네트워크 인프라 보유, 지자체의 정보통신 자가망 구축 등으로 스마트시티 건설에 필요한 기반환경은 우수함. 물리적 인프라 환경을 기반으로 독자적인 시민 체감형 스마트시티 서비스 개발 및 연구 노력 필요. 경제·산업구조의 낙후성 및 만성적 글로벌 수요부족으로 인한 주력산업의 위기 봉착, 기업규제와 노동시장의 경직성으로 인한 제조 경쟁력 하락, R&D를 통한 스마트시티 관련 산업 활성화 및 파생서비스 개발을 통한 국제 경쟁력 확보 필요 • 스마트시티 인프라: 네트워크/관제센터의 인프라 고도화
법·제도 개선	• 스마트시티 구축 및 운영 기술이 정착하기 위해서는 스마트시티 구성요소(교통시설, 도시시설, 재난방재 등 다양한 요소)의 설계, 계획 단계에서부터 스마트시티 운영을 위한 시설·설비, 각종 IoT 현장 플랫폼, 이와 관련한 데이터 표준 등이 필요함 각종 SOC사업 추진 시 해당 부분이 함께 고려될 수 있는 지침, 기준 마련 필수. 서울시 강남권 광역 복합 환승센터(영동대로 지하 공간 통합 개발) 관련 "통합운영시스템 설계"가 적절한 예시

	정책제언
	• 빠르게 변화하는 기술과 도시공간의 변화를 스마트시티의 개념 하에서 적절히 수용하기 위해서는 보다 유연한 방식의 법·제도를 만들어 적용함으로써 변화에 신속하게 대응 가능 • 스마트시티 역시 다양한 아이디어가 벤처 등을 통해 구현되고 사업화되면서 기존 시장주도업체와 기득권 그룹에 의한 저항이 클 것이므로 이에 대한 법·제도 개선이 필요함 • 스마트 법 강제화, 유비쿼터스 환경에 적합한 개별법 정비, 관련 상호 상충되는 법률 정비 필요 • 개인정보성이 아닌 데이터의 적극적인 공개를 통한 상업화 추진 • 스마트시티에 필요한 개인데이터 활용을 위한 개인정보보호제도 완화, 규제 샌드박스 적용 등 스마트시티 관련 예외규정 제정이 필요. 최근 스마트시티 시범도시에서 혁신성장 진흥구역 지정 등으로 돌파구 마련됨. 이러한 규제 완화는 시범도시뿐 아니라 도시재생사업에서도 스마트시티 기술이 적용되어야 할 것이므로 이에 대한 확대실시도 추진되어야 함. • 스마트시티와 관련된 기술로 드론이나 로봇, 자율주행 등 다양한 기술들의 보급과 활용에 관련된 규제도 많음에 따라 법적, 제도적 지원 • 스마트도시 건설사업의 면적제한, 사물인터넷 기업에 대한 별정통신사업자 등록요건 개선 등 불필요한 규제도 지적되고 있으며 개선 필요 • 스마트시티 구축뿐만이 아닌 운영에 대한 행·재정적 지원체계 마련 및 자생력과 지속가능성을 갖춘 선순환적인 서비스 발굴 및 유지 노력 필요 • 스마트도시법이 기존의 U-city법에서 스마트도시 산업 활성화까지 확대되었으나 아직 법적인 체계화가 되지 못하였으므로 후속조치가 이루어져야하며, 실질적인 산업 활성화와 해외진출에 장애가 되지 않고, 첨단기술을 따라가지 못하는 법적 지원체계를 극복할 수 있는 방안 모색 • 스마트시티 관련 국내외 표준 제정에 대한 지속적이고도 적극적인 참여 • 부동산과 도시개발(도시재생, 신도시개발) 법 고도화
연구비 확대	• 국가 R&D 개발 기술 중 스마트시티 구축과 연계하여, 적용 및 실용화 가능한 기술 중심으로 실용화 사업비 지원 • 스마트시티 재난안전과 관련하여, 지진, 침수 등 도시 혹은 전국 규모의 통합운영시스템 구축 사업이 필요한 사항을 위주로 대규모 융합연구 추진. 지자체별 스마트시티 운영 시 인터페이스 구축으로 표준데이터 공유 • 스마트시티는 교통, 에너지, 환경, 정보관리 등 다양한 분야의 기술개발이 필요한 융·복합 사업으로 연구비가 지속적으로 확대 투자되어야 성과 확인 가능 • 기술적 측면에서의 스마트시티를 발전시켜가는 과정에 필요한 연구뿐만 아니라, 미국과 유럽의 예에서와 같이 스마트시티를 (기술측면을 넘어) 좀 더 포괄적이고 학술적으로 일반화된 개념으로 정의하고 사회과학을 포함하여 이와 관련된 여러 가지 관점과 쟁점들에 대한 연구들에의 지원을 확대하여 사람이 중심이 되는 스마트시티 구축 • 현재 연구비는 인프라 장비 등에 투입되는 경향이 있는데 기존 U-city 등의 사업처럼 1회성 최첨단 장비 및 시스템 전시장이 되지 않도록 해야 함. 마치 도시가 개발되고 나면 100년 이상 지속가능하게 발전하므로 지속가능하게 이어질 수 있는 연구시스템 구축 필요. 건물 및 도시는 글로벌한 특성도 있지만 지역적 특성이 매우 강하므로 각 지역의 도시 사회문화경제 특성을 반영할 수 있는 모델링 개발 필요. 연구비도 1회적인 시스템 구축보다는 스마트시티 구축 및 운영, 업그레이드를 위한 마스터플랜 전문가와 시스템 체계 구축 필요 • 신규 아이템 발굴 및 정비

	정책제언
	• 실적 위주보다는 장기적인 관점에서 과감한 신 분야의 연구개발 투자 • 정책 이슈에 집중되는 R&D 비용투자 지양, 유사한 R&D 통합 등 정비를 통해 선택과 집중 • 상업화를 위한 실증단지 구축 및 데이터 축적을 위한 연구비 확대 • 방범, 교통, 환경, 방재, 시설물 관리 등 공공서비스 중심의 연구는 타 국가에 비해 우수한 편. 민간서비스에 대한 연구 및 실용화는 더딘 편. 현재 국가 주도형 산업구조에서 향후 민간시장 확대를 통한 민간주도형 산업구조로 발전 필요. • 국책사업을 통해 실증한 기술을 지자체에 배포/운영하고, 우수사례에 대한 해외 수출을 추진하는 정책기조는 바람직. 다만, 수출을 위해서는 해외 기술 트렌드를 반영한 연구방향 설정이 필요하며, 해당국가의 우선순위와 기술수요를 제대로 파악하는 타겟 중심의 면밀한 사전분석 및 연구목표설정 필요 • 신진연구자의 신흥 융합과학기술 도전 기회를 부여하는 연구 환경 형성 • 도전적 연구과제에 대해 실패를 허용하는 적극적 연구 개발 환경 도입. 정부차원에서는 기초연구과정을 통해 만들어진 산출물을 공개 및 공유하여 기업 부담 줄이고, 산업생태계 주도하는 제도적 환경 마련 필요 • 국가전략 R&D 등 프로젝트에 참여 기업수를 늘리기 위해서라도 연구비 확대 필요
기타 의견	• 스마트시티 자체는 타 기술과 융·복합을 전제로 한 분야이기 때문에, 중점 추진 기술 분야에 한계를 두는 것은 크게 바람직하지 않으나, 국민이 현시점에서 가장 중요하게 생각하는 생활밀착형 분야에 대한 기술이 우선 접목되는 것이 시급 • 집중호우로 인한 침수, 대규모 싱크홀 등 안전 문제 등 재난재해, 안전 등 기술 분야 • 불특정 인원을 타깃으로 묻지마 범죄 혹은 테러 방지를 위한 치안 및 보안 관련 기술 분야 • CCTV 설치율 증가 등 풍부한 인프라를 활용한 영상인식기술과 서비스 콘텐츠 개발 기술 (임베디드 알고리즘 구현 방식으로 사생활 침해 등 개인정보 유출방지 기술 포함) • 각 학문분야 학술적·기술적 도메인의 융합적 기획 디자인의 구현·운영·유지 필요. 도시를 이루는 모든 요소의 전문가들이 아이디어를 내고 분석하고 이를 도시에 어떻게 구현할 지에 대한 방법론적인 프로세스 정립 구축 필요. 현재 개발된 일부 요소기술로서 소프트웨어나 하드웨어 연동기술을 모아서 적용하면 일회성으로 끝나므로 이러한 기술이 계속 발굴되고 적용되는 프로세스 시스템 구축 필요. 향후 스마트도시를 구축할 수 있는 전문가 집단과 프로세스 구축 필요. 지속가능한 토대 마련 필요 • 스마트 시티 구현은 에너지, 교통, 물류 및 빅 데이터의 활용과 밀접한 관련이 있으므로 종합적인 능력 중요. 이의 융·복합 측면에서의 지원 필요 • 부동산 ICT 기술 융합을 위해 컨소시엄 참여 등 정책적 뒷받침 필수

다 주요 분석 결과 요약

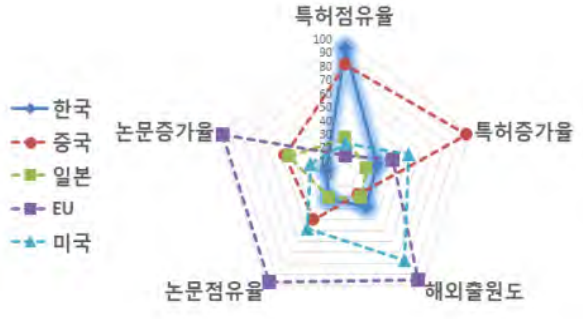
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	스마트시티 구축 및 운영 기술	2,971	1,667	356.4%	149.5%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

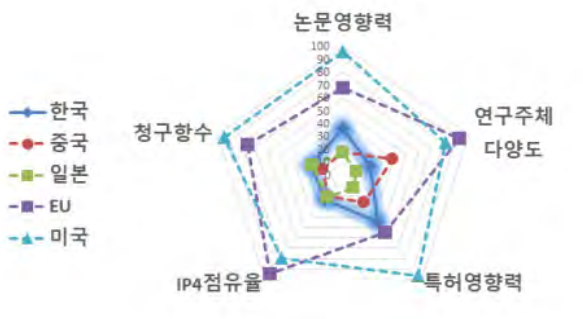
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	한국	미국	미국
	54.2%	44.4%	10.6	17.6
한국	4위	1위	3위	3위
	5.9%	44.4%	5.7	6.5
5개국 평균[2]	-	-	7.4	14.4

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

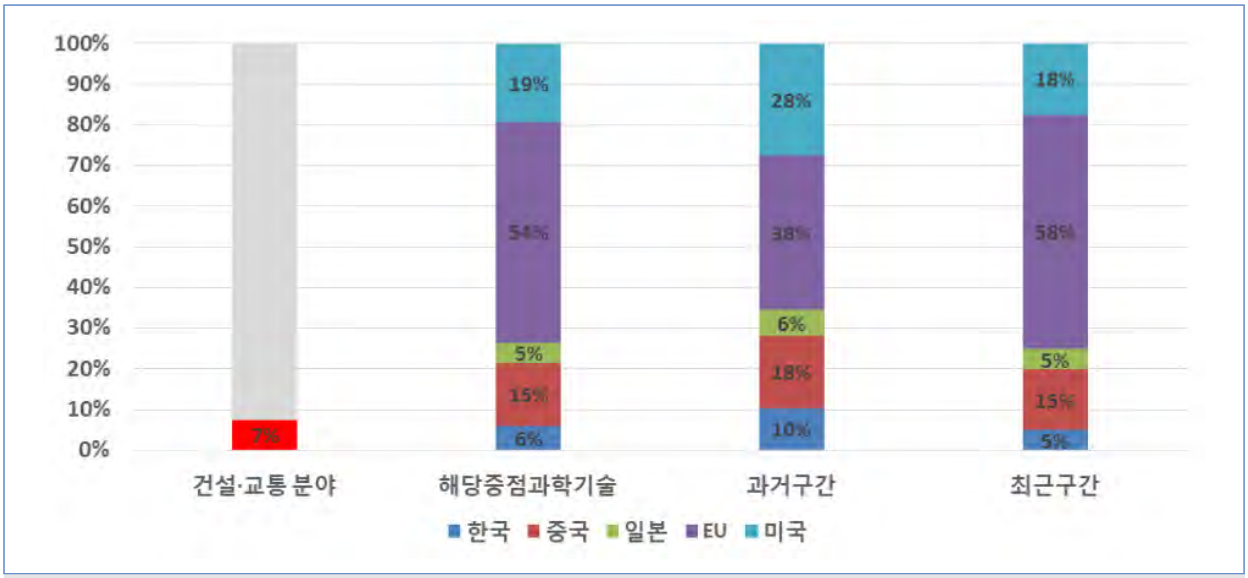
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.9%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(5.7)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(54.2%), 미국(19.3%), 중국(15.4%), 한국(5.9%), 일본(5.2%) 순이며, 논문 증가율은 EU(592.6%)가 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(10.6), EU(7.6), 한국(5.7), 중국(4.3), 일본(4.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(44.4%)은 주요 5개국 중 1위이며 특허 영향력(6.5)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 한국(44.4%), 중국(34.2%), 일본(10.2%), 미국(8.2%), EU(3.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(734.4%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(17.6), EU(7.9), 한국(6.5), 중국(3.7), 일본(0.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(22.0%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.9%	15.4%	5.2%	54.2%	19.3%
	논문 증가율	118.2%	278.1%	266.7%	592.6%	190.5%
	논문 영향력	5.7	4.3	4.3	7.6	10.6
	연구주체 다양도	0.78	0.82	0.75	0.95	0.91
특허 분석	특허 점유율	44.4%	34.2%	10.2%	3.0%	8.2%
	특허 증가율	65.2%	734.4%	-15.2%	157.1%	241.9%
	해외출원도	0.7	0.1	0.3	4.4	2.9
	특허 영향력	6.5	3.7	0.8	7.9	17.6
	IP4점유율	1.6%	0.7%	1.2%	22.0%	15.3%
	청구항수	3.2	1.9	3.1	8.4	11.9

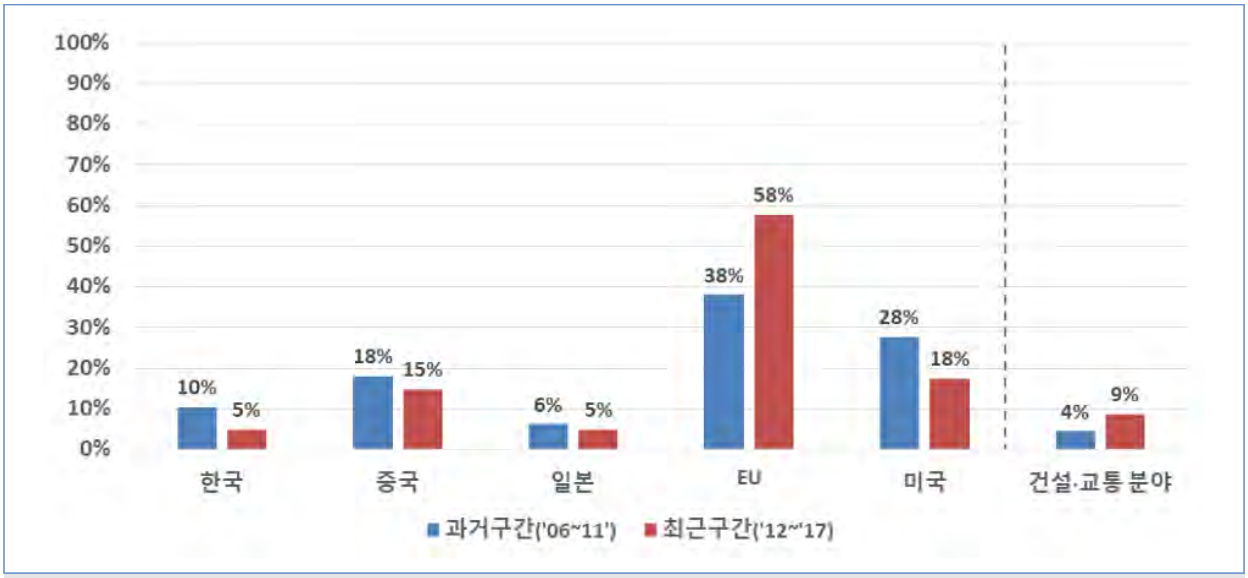
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 스마트시티 구축 및 운영 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1609건으로 전체 논문의 54%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트시티 구축 및 운영 기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 7%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

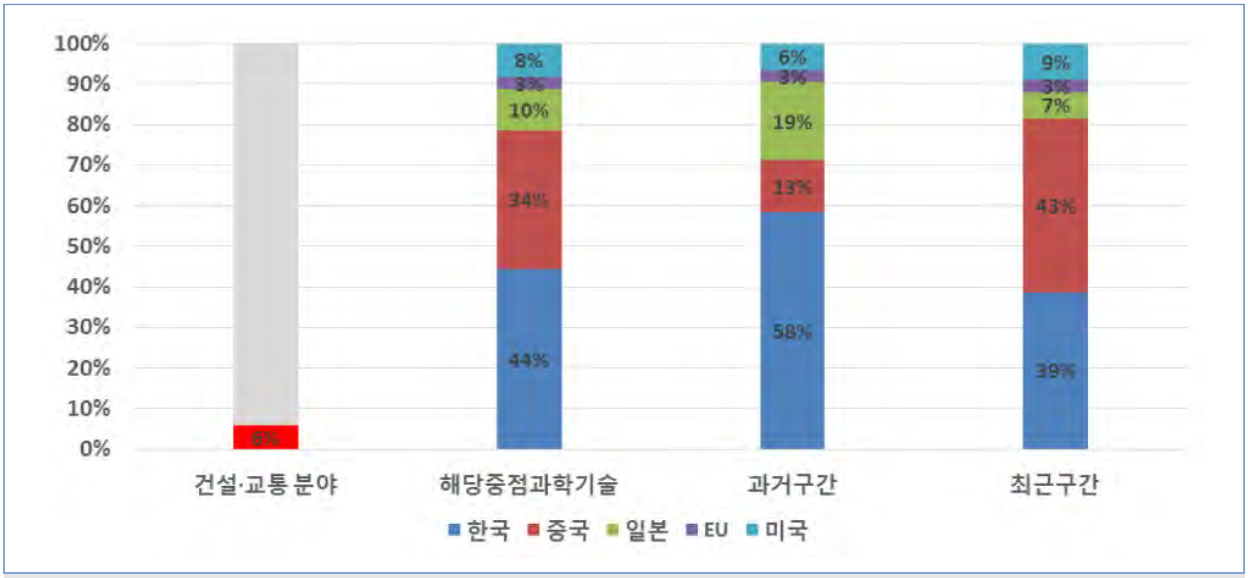


● 스마트시티 구축 및 운영 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 118.2%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	55	120	175	118.2%
중국	96	363	459	278.1%
일본	33	121	154	266.7%
EU	203	1,406	1,609	592.6%
미국	147	427	574	190.5%
전체	534	2,437	2,971	356.4%

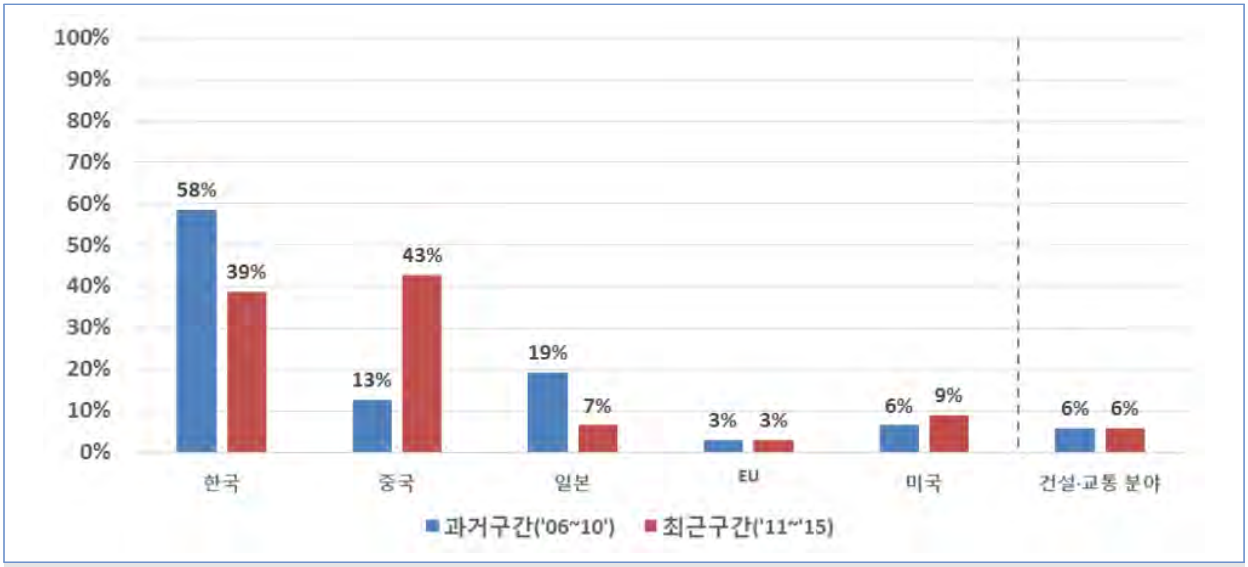
(4) 특허 점유율(전체)



● 스마트시티 구축 및 운영 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 한국이 740건으로 전체 특허의 44%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트시티 구축 및 운영 기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



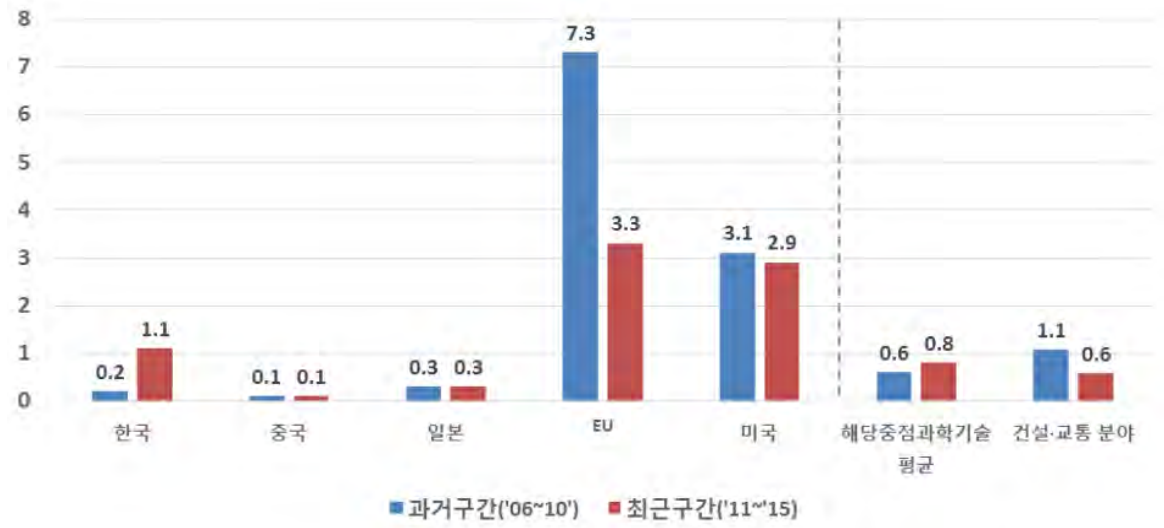
- 스마트시티 구축 및 운영 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 65.2%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	279	461	740	65.2%
중국	61	509	570	734.4%
일본	92	78	170	-15.2%
EU	14	36	50	157.1%
미국	31	106	137	241.9%
전체	477	1,190	1,667	149.5%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

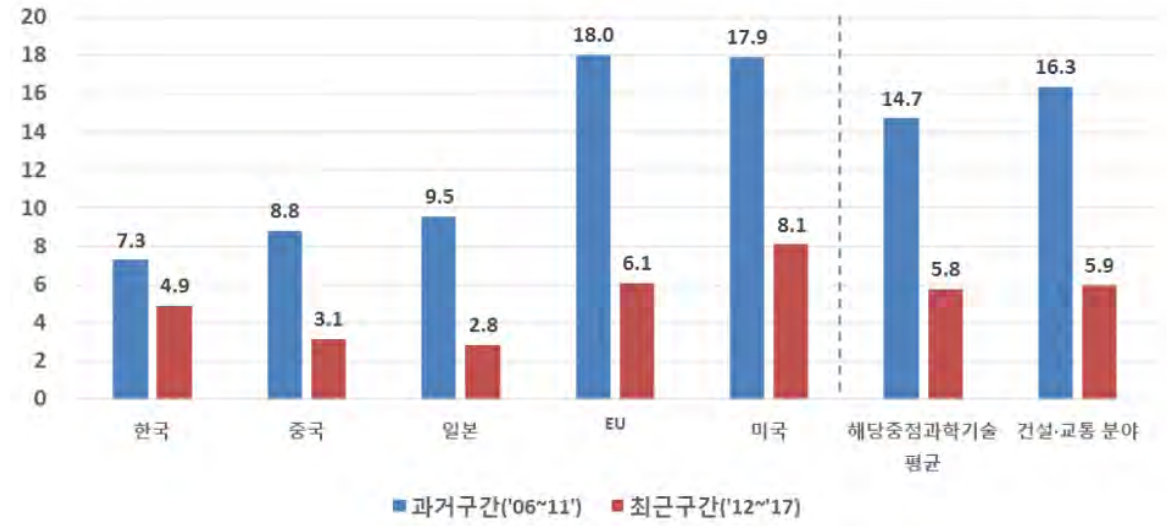


- 스마트시티 구축 및 운영 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



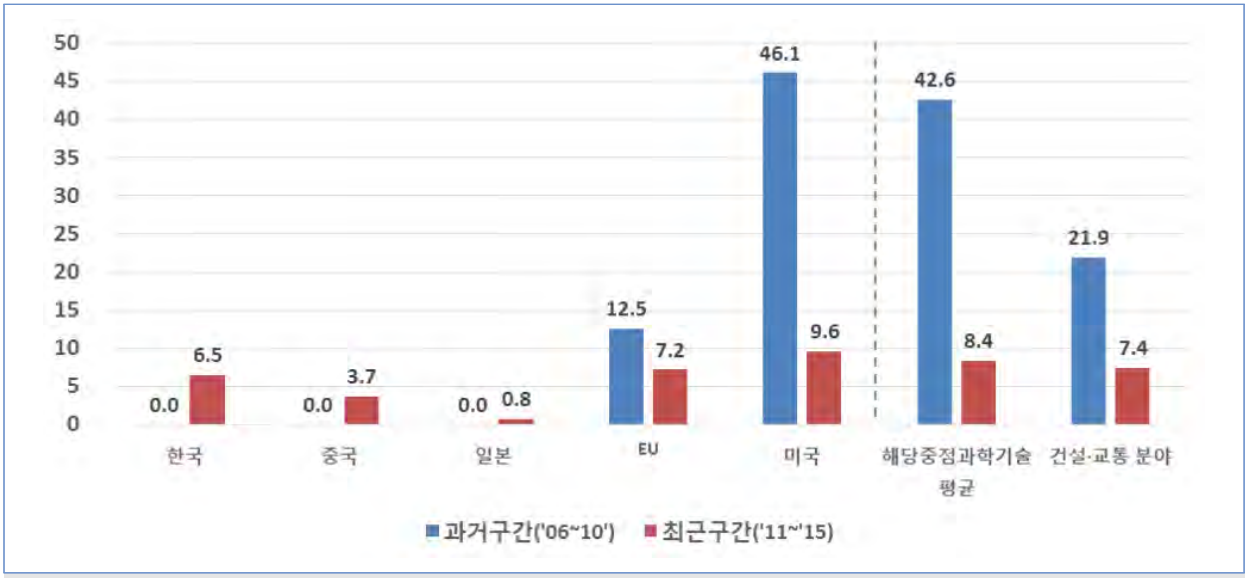
- 스마트시티 구축 및 운영 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



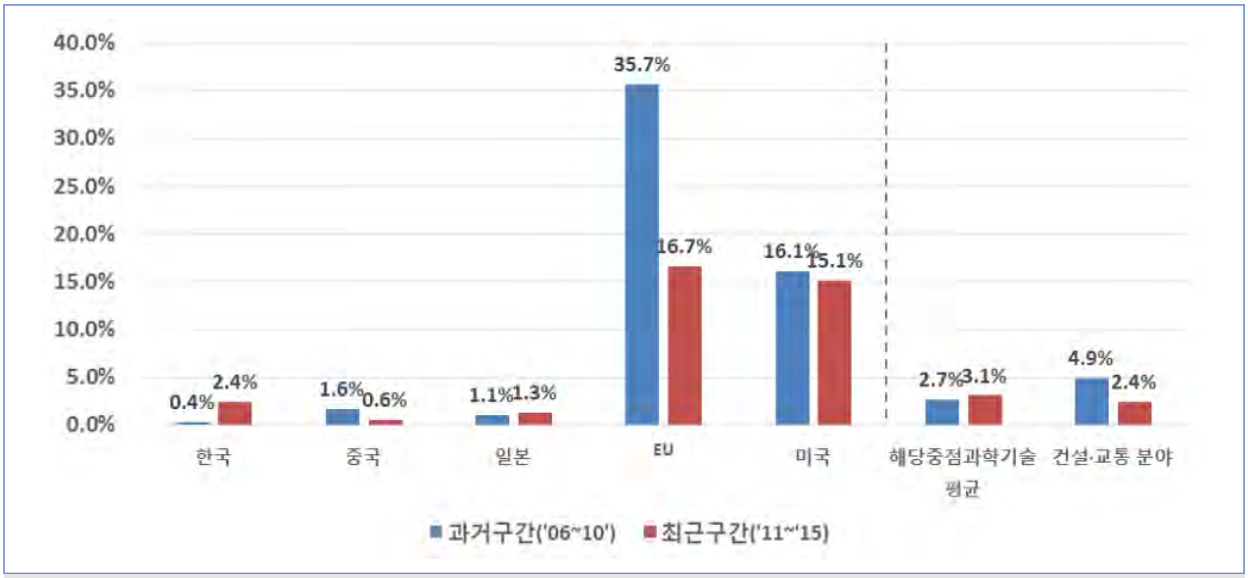
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



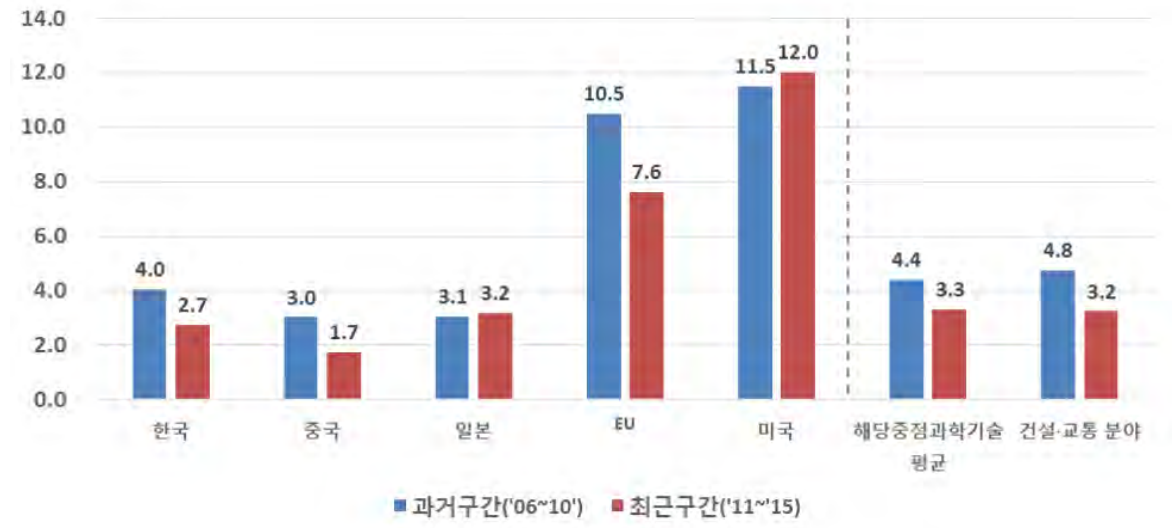
● 스마트시티 구축 및 운영 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 스마트시티 구축 및 운영 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 스마트시티 구축 및 운영 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

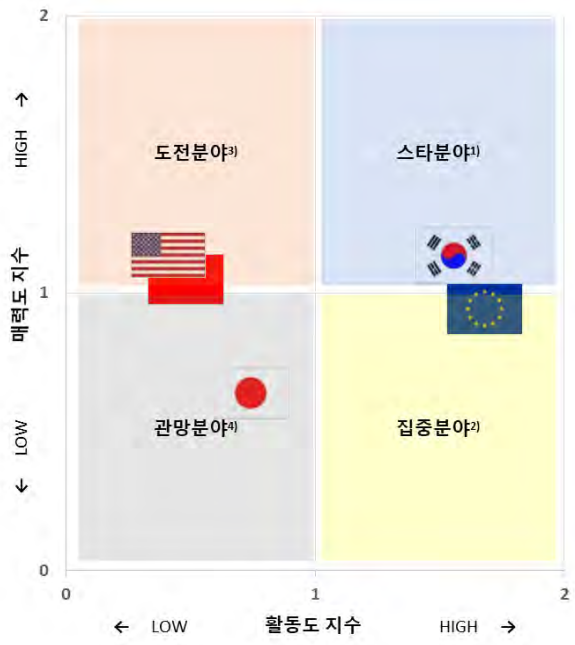
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

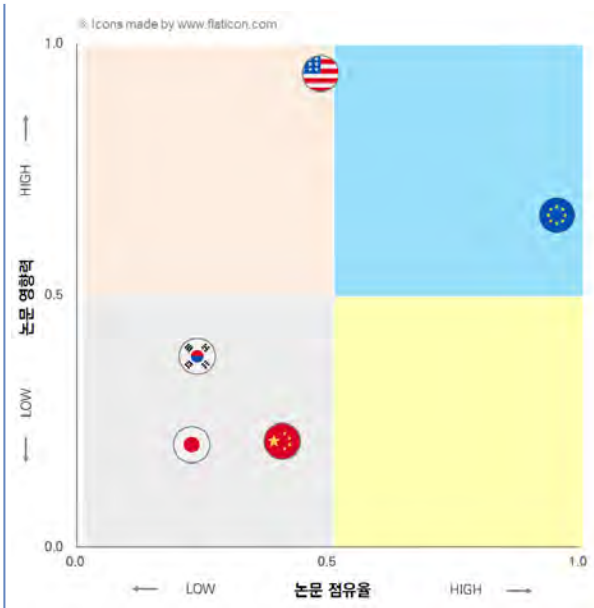
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트시티 구축 및 운영 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

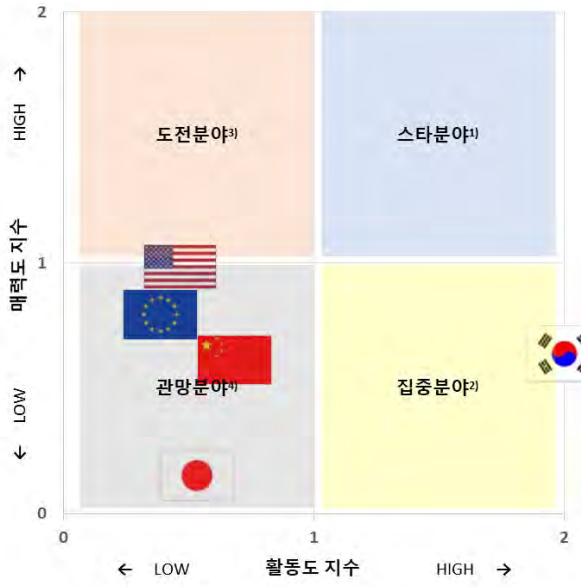


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트시티 구축 및 운영 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 EU의 'UNIVERSITY OF BOLOGNA(0.71%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 6.29%(글로벌 점유율은 0.37%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF BOLOGNA	EU	1.31%	0.71%	150.00%
2	WUHAN UNIVERSITY	중국	4.36%	0.67%	1,800.00%
3	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	중국	4.36%	0.67%	800.00%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.14%	0.61%	-20.00%
5	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	EU	1.12%	0.61%	250.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	6.29%	0.37%	166.67%
2	YONSEI UNIVERSITY	5.71%	0.34%	133.33%
3	SOONGSIL UNIVERSITY	4.57%	0.27%	66.67%
4	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	4.57%	0.27%	66.67%
5	KYUNG HEE UNIVERSITY	4.00%	0.24%	150.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WUHAN UNIVERSITY	4.36%	0.67%	1800.00%
2	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	4.36%	0.67%	800.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	3.92%	0.61%	25.00%
4	TONGJI UNIVERSITY	2.61%	0.40%	0.00%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	2.40%	0.37%	1000.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	5.84%	0.30%	25.00%
2	KOBE UNIVERSITY	5.84%	0.30%	100.00%
3	WASEDA UNIVERSITY	4.55%	0.24%	600.00%
4	HIROSAKI UNIVERSITY	3.90%	0.20%	-100.00%
5	NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY	3.90%	0.20%	500.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF BOLOGNA	1.31%	0.71%	150.00%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.12%	0.61%	250.00%
3	UNIVERSITY OF MURCIA	1.12%	0.61%	1600.00%
4	UNIVERSITY OF LUXEMBOURG	0.68%	0.37%	1000.00%
5	NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS	0.68%	0.37%	166.67%

6 미국

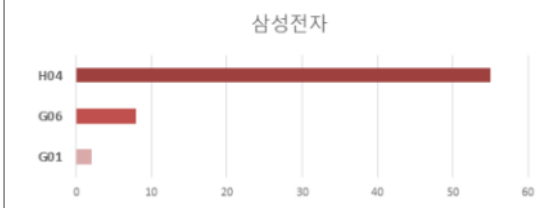
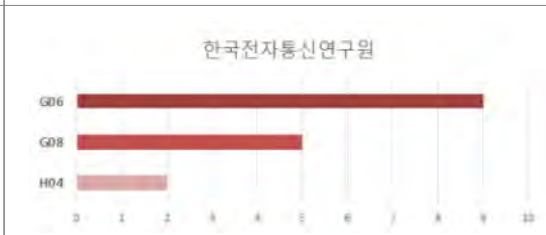
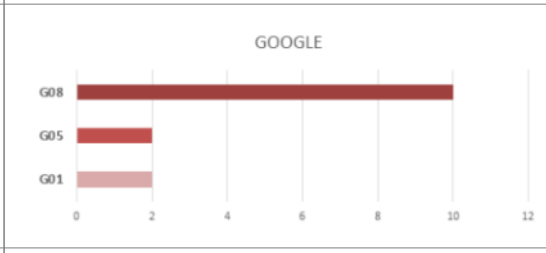
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.14%	0.61%	-20.00%
2	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	1.57%	0.30%	100.00%
3	UNIVERSITY OF MARYLAND	1.57%	0.30%	700.00%
4	FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY	1.39%	0.27%	700.00%
5	UNIVERSITY OF ARIZONA	1.22%	0.24%	33.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '삼성전자(4.08%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '삼성전자'가 9.19%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

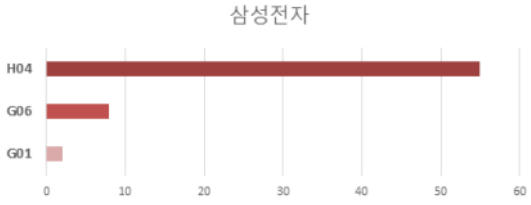
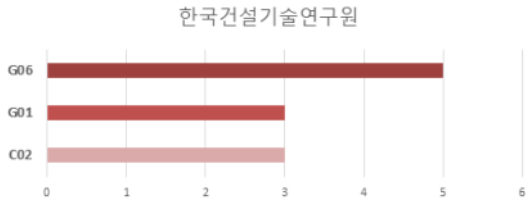
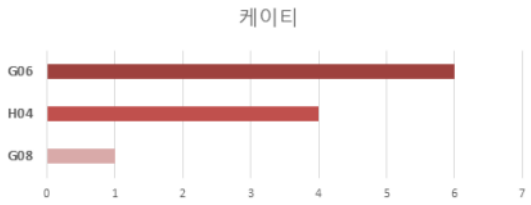
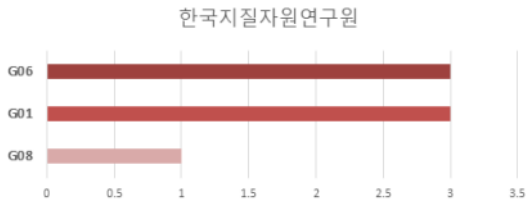
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	한국	9.19%	4.08%	3,200.00%
2	한국전자통신연구원	한국	2.57%	1.14%	-27.27%
3	GOOGLE	미국	11.68%	0.96%	1,500.00%
4	한국건설기술연구원	한국	1.76%	0.78%	-70.00%
5	케이티	한국	1.49%	0.66%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		H04	전기통신기술
3		G08	신호
		G05	제어; 조정
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	9.19%	4.08%	3,200.00%
2	한국전자통신연구원	2.57%	1.14%	-27.27%
3	한국건설기술연구원	1.76%	0.78%	-70.00%
4	케이티	1.49%	0.66%	-100.00%
5	한국지질자원연구원	1.22%	0.54%	-20.00%

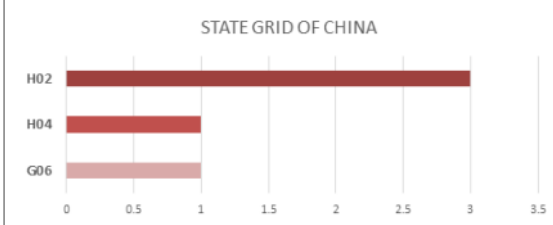
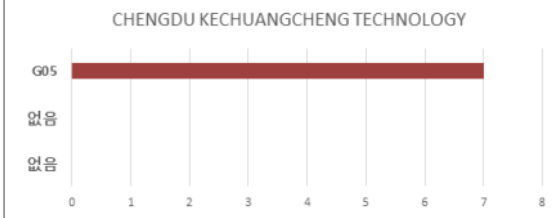
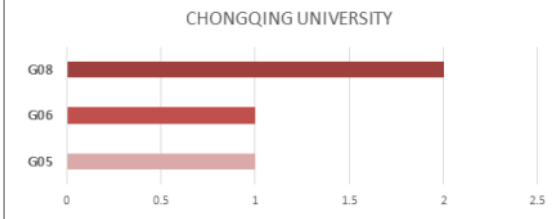
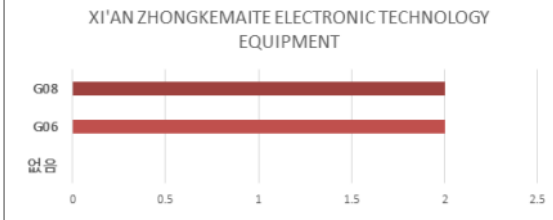
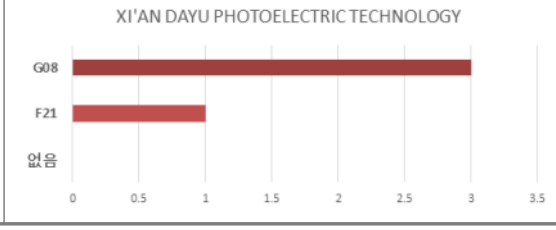
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G08	신호

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	1.23%	0.42%	600.00%
2	CHENGDU KECHUANGCHENG TECHNOLOGY	1.23%	0.42%	600.00%
3	CHONGQING UNIVERSITY	1.05%	0.36%	400.00%
4	XI'AN ZHONGKEMAITE ELECTRONIC TECHNOLOGY EQUIPMENT	0.70%	0.24%	300.00%
5	XI'AN DAYU PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY	0.70%	0.24%	200.00%

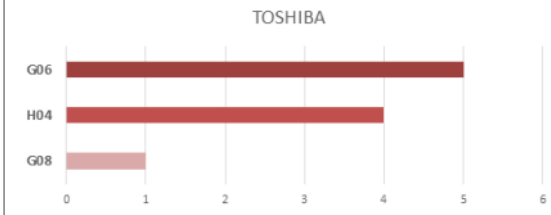
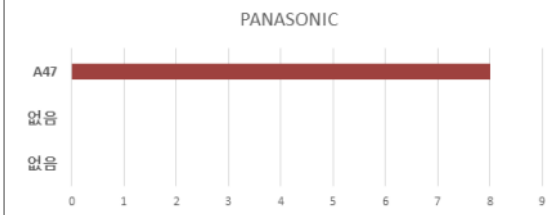
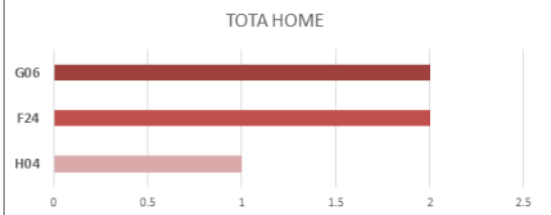
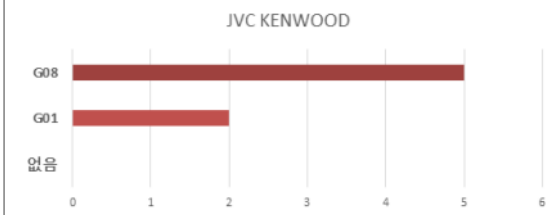
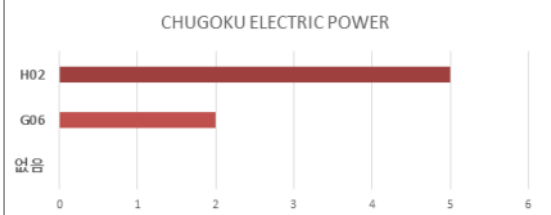
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G05	제어; 조정
		-	-
		-	-
3		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
4		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G08	신호
		F21	조명
		-	-

4 일본

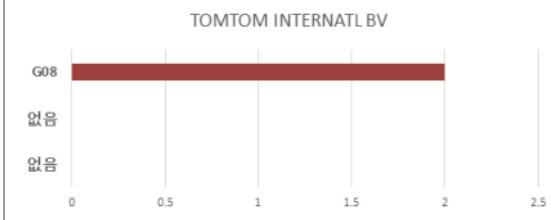
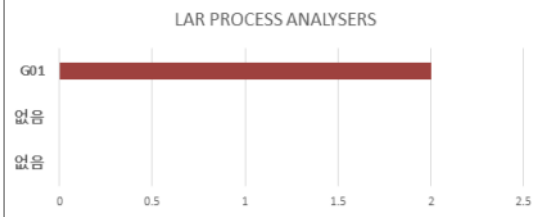
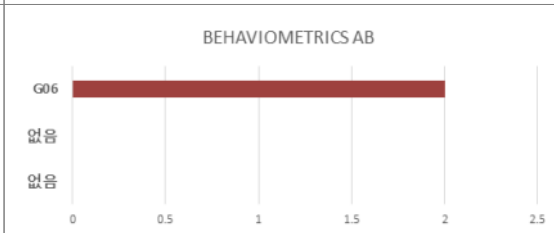
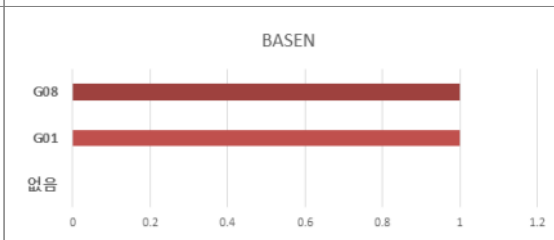
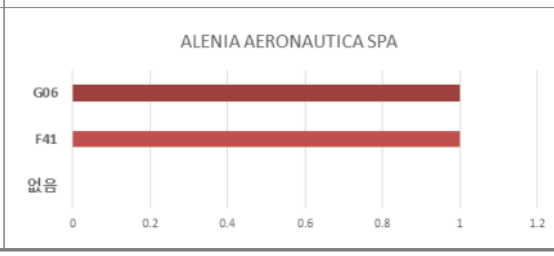
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	6.47%	0.66%	166.67%
2	PANASONIC	4.71%	0.48%	700.00%
3	TOTA HOME	4.12%	0.42%	33.33%
4	JVC KENWOOD	4.12%	0.42%	-100.00%
5	CHUGOKU ELECTRIC POWER	4.12%	0.42%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
2		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H04	전기통신기술
4		G08	신호
		G01	광학
		-	-
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

5 EU

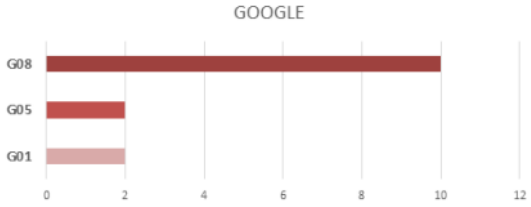
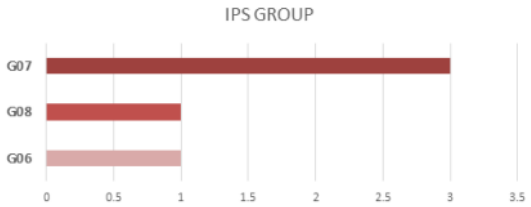
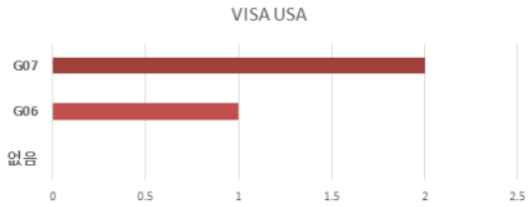
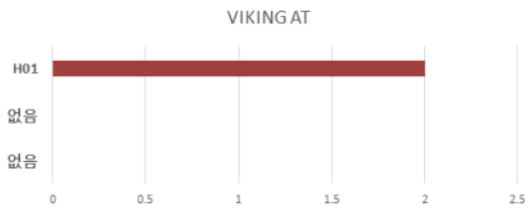
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOMTOM INTERNATL BV	4.00%	0.12%	-100.00%
2	LAR PROCESS ANALYSERS	4.00%	0.12%	100.00%
3	BEHAVIOMETRICS AB	4.00%	0.12%	100.00%
4	BASEN	4.00%	0.12%	100.00%
5	ALENIA AERONAUTICA SPA	4.00%	0.12%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G08	신호
		-	-
		-	-
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		G08	신호
		G01	광학
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F41	무기
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GOOGLE	11.68%	0.96%	1,500.00%
2	IPS GROUP	3.65%	0.30%	50.00%
3	VISA USA	2.19%	0.18%	-50.00%
4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	2.19%	0.18%	200.00%
5	VIKING AT	1.46%	0.12%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G08	신호
		G05	제어; 조정
		G01	광학
2		G07	검사장치
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G07	검사장치
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-

06 국토공간정보 구축 및 분석기술



06 국토공간정보 구축 및 분석기술

중점과학기술 개요

- ☑ 국토의 효율적이고 지속가능한 개발과 관리를 위해 정확하고 정밀한 국토해양 공간정보의 획득과 활용성을 제고하고, 정밀한 공간정보 구축과 활용 및 배포 등에 필요한 기반기술
- ☑ 종합적으로 획득된 국토공간에 관한 위치 및 공간정보를 가공하며 효율적인 저장 및 활용 편의성을 극대화하는 기술로서, 정보인프라기술과 통신기술 등을 융합적으로 활용한 이용자 중심의 맞춤형 서비스 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

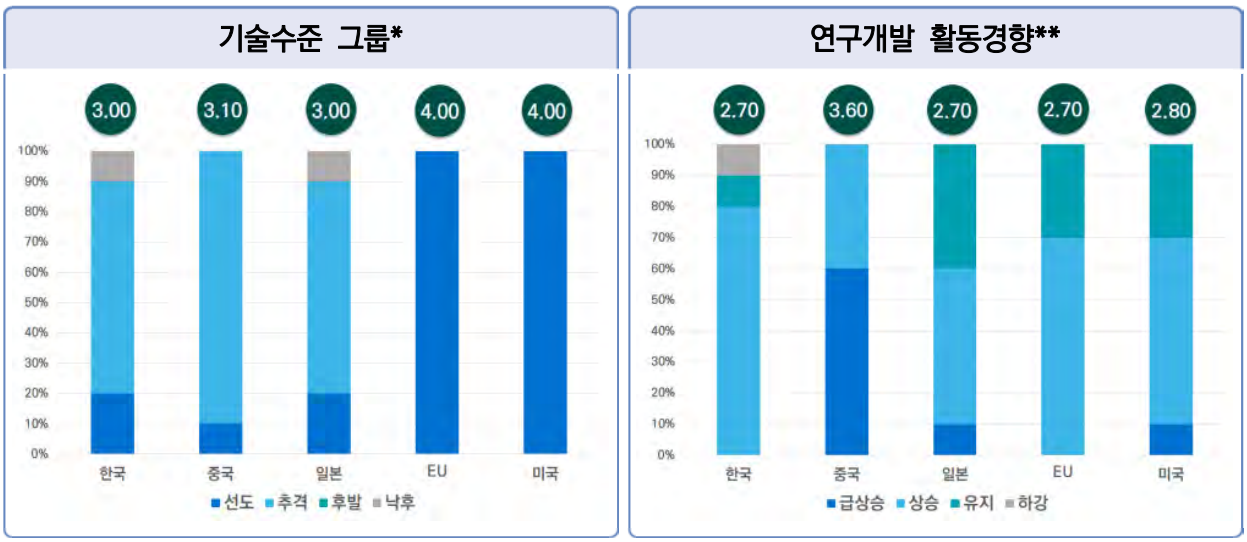
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	77.0	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	80.0	3.0	추격	우수	우수	급상승
일본	78.0	2.5	추격	우수	우수	상승
EU	90.5	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	77.5	3.0	77.0	75.0	80.0	3.7	3.0	3.0	3.0	0.8
중국	80.0	3.0	80.0	70.0	86.0	10.2	3.0	2.0	3.0	1.4
일본	78.0	2.3	78.0	75.0	80.0	4.8	2.5	2.0	3.0	1.2
EU	90.5	0.8	90.5	90.0	95.0	5.0	1.0	0.5	1.5	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

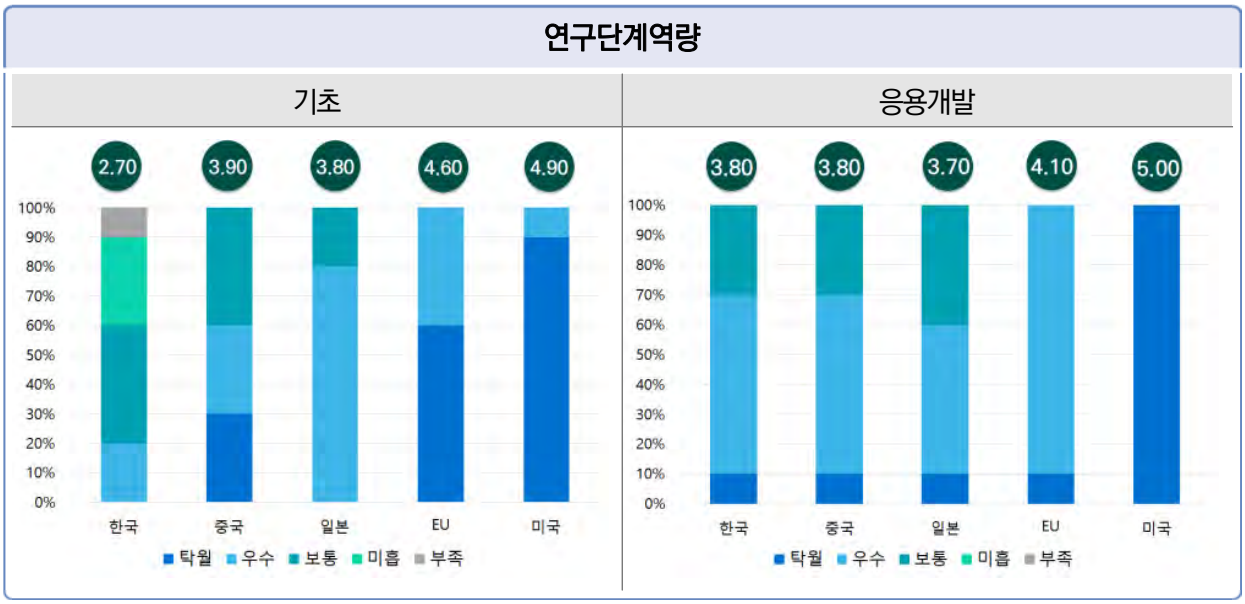
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (77.0%)	• 국가에서 선도적으로 지속적인 노력을 하고 있으나 여러 이유로 중단되거나 원래 취지대로 진행이 안 되고 민간시장이 작음 • 3차원 가시화모델 구축에서 벗어나 가상과 현실이 융합된 디지털트윈 형태의 국토가상공간 플랫폼 개발 추진 중 • 2D, 3D기초데이터를 획득하는 기반기술을 선진국에서 개발한 기술(센서 등)에 의존 • 자체 위치측정체계 부재 • 원천 기술 확보 미흡으로 기술 추격 한계 존재 • 최근 관련분야의 핵심 연구 성과 부족. 관련분야의 선도업체뿐만 아니라, 공간정보산업의 내수시장도 빈약 • 스마트시티, 자율주행 등 신산업 중심으로 공간정보기술 육성하려는 정부 의지 • 2006년 이후 공간정보 R&D 사업에 투자를 지속 • 공간정보 분야의 일부 기술은 상당 수준에 근접하였으나 대부분 기술은 유사 기술 혹은 복제 기술에 머물고 혁신 기술은 생산되지 않고 있음. 정부와 기업 모두 투자가 단기적 혹은 파편적
중국 (80.0%)	• 일관성과 폭 넓은 진행이 안 되어 자체 편차가 심함 • 해외 신기술을 도입하여 국토 가상화 구축 등 공간정보 분야에 적극적인 투자를 통해 추격 • 중국의 기술력이나 기반 여건은 기하급수적인 발전을 이루고 있으나 광대한 영토 환경 및 현실적인 발전 저해요소가 다소 있는 편 • 풍부한 인적자원과 정부의 집중투자를 바탕으로 빠른 속도로 기술력을 발전시키고 있음 최고기술 보유국이 보유한 기술과 유사한 카피캣 기술을 빠르게 확보. 가장 빠른 속도로 시장이 확산되고 있어, 기술격차가 빠르게 줄어들 것 • SuperMap 등 글로벌 마켓용 GIS SW 개발, 북두위성 항법시스템 등 측위위성 개발 • 인공지능 기술개발 활발 • 글로벌 민간 기업 제품과 유사한 기능을 갖춘 제품 다수 개발 • 최근 특허 출원 빈도 급증, 대학 중심의 공간정보 구축 및 분석 관련 기초연구가 매우 활발 • 공간정보취득기술은 선도그룹에 상당 수준 접근하였으나 서비스 기술은 이에 미치지 못함. 그러나 미국에 거주하는 중국 연구자에게 막대한 연구비를 지원하는 전략으로 만회 중
일본 (78.0%)	• 전통적인 공간정보기술과 인공위성 기반의 고정밀 측위기술에 신기술 접목을 통한 다양한 서비스 개발 추진 중 • 재난 및 재해에 대한 특별한 대비를 해야 하는 국토환경으로 국토공간정보 구축이 선도적으로 진행. 다만, 폐쇄적인 국가 정보시스템 및 비영어권 일정 정도의 한계 때문에 격차 발생 • 동경올림픽을 목표로 공간 정보 분야의 다양한 기술 개발 중. 자율주행 자동차와 관련된 공간정보 분야에서는 우리나라보다 앞선 기술을 보유 • 선도 그룹에 비해 관련 인력 배출의 부족, 요소기술의 부족 및 국가단위 지원이 미비함 • 위치정확성 확보를 위한 준천정위성(Quasi Zenith Satellite) 운영 • 재해재난, 인구감소 등 현안과제 대응을 위한 공간 빅 데이터 활용 활발 • 최근 관련분야의 핵심 연구 성과 부족. 관련분야의 선도업체와 공간정보산업의 내수시장도 빈약 • 3차원 공간 중심의 CPS(Cyber-Physical System)을 구현하려는 정부의 의지 및 지속적인 투자

국가 (기술수준)	판단근거
EU (90.5%)	• 영국, 프랑스, 스위스 등에서 다양한 기술을 바탕으로 도시의 3차원 가상화 구축을 통해 도시 문제에 활용 추진 중 • 논문 등은 많으나 이를 구체화시킬 국가적 정책적 지원은 중국 미국에 비해 열등. 하지만 요소 기술이 많이 축적됨 • 위치측정체계인 갈릴레오(Galileo) 프로젝트 수행 중 • INSPIRE 프로젝트를 통해 범 유럽 지리공간자료기반을 구축 중 • 프랑스 기업이 싱가포르의 가상도시(Virtual Singapre) 구축 중 • 선도그룹과 기술차이는 별로 없으나, 최근 관련업체의 특허 및 기술 활용 등이 다소 완화 • INSPIRE 중심의 지속적인 공간정보 표준화 활동으로 공간정보 공유 확산 체계가 정립돼 다양한 스마트시티 등 다양한 서비스 모델 시도 • 레이저 스캐너 등 주요 공간정보 구축과 관련한 원천기술력 보유 • 영국이나 스위스 등의 (대학, 공공)연구소 등이 관련 기술을 유사한 수준으로 창출하고 EU 차원(INSPIRE)에서 정책과 투자 견인
미국 (100%)	• 인공위성 기반 고정밀 측위와 인공지능 기반의 공간학습 등 기술 개발을 통해 제조, 에너지, 교통, 재난 등 분야에 활용(Smart America Challenge) • 국가 차원의 연구 기술, 장비 개발 등에 대한 전폭적인 지원. 다양한 국토 환경을 기반으로 테스트하고 검증할 수 있는 여건 우수 • 구글, 애플 등 기업 중심으로 인공지능 관련 최고 기술 보유. 스타트업에 관한 정부의 지원을 바탕으로 관련 기술에 관한 인적 자원 확보. 센싱 및 혼합현실 등과 관련된 다양한 콘텐츠들이 이미 시장 형성 • 국가단위 특허건수, 논문건수 등이 매우 우수하고 국가나 기업차원의 투자가 많이 이루어짐 • 인공지능 기술을 지리공간정보에 적용한 Geospatial artificial intelligence 솔루션 개발 및 보급 • 3차원 국토공간정보를 VR로 변환하여 활용하는 기술개발 및 활용 • 미 국방부 등은 최근 오픈소스 GIS SW로 전환하는 등 새로운 시장 창출 • 과거부터 현재까지 지속적으로 연구 활동이 이루어짐. 해당국가의 업체가 현재 산업분야를 선도 • 구글, 퀄컴 등 기업의 공간정보 관련 특허 보유율 확대 및 대학의 연구 활동 활발(자율주행 등 신산업과 공간정보의 융복합 기술에 집중 투자) • 공간정보기술에 대한 정부의 30여 년 동안 지속적 투자와 정책 집행

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 모든 부문에서 한반도의 지형적 위기와 불안감 때문에 공간정보는 매우 중요하며, 추격 그룹으로서 열심히 관련 기술개발 및 연구를 더디 하지 않음 • 최근 6차 국가공간정보정책기본계획을 수립하는 등 정책적 지원 인프라 강화 노력 • 4차 산업에 관한 정부의 강력한 지원 • 기존 연구 활동 및 기술수준 보유 • IT기술을 바탕으로 새로운 시도는 많으나 일관성 유지가 힘들고 시장이 작음 • 인터넷 통신망의 몇몇 지수에서 세계적 수준 • 정보통신 개발에 대한 국가적 의지가 뚜렷함 • 최고 수준의 공간정보 인프라 확보 • 4차 산업혁명이라는 국가정책 어젠다에 따라 스마트시티, 디지털트윈, 5G, 드론 등 최신기술 연구 개발 정책 추진 • 1990년대 중반부터 10여년간 정부의 NGIS 사업에 연계한 기술개발은 짧은 시간에 많은 기술개발 성과와 인력 창출 • 특정 응용 소프트웨어 기술개발 분야에서 선도 그룹 수준 • 해외선진 기술 도입을 통한 내재화와 기술 경쟁력을 높이기 위한 노력 활발	• 선진국 기술에 대한 로망은 있으나 이를 뒷받침하기 위한 인프라, 전문 기술 및 인력이 미흡함 • 여전히 기초연구보다는 응용 및 적용 및 활용 기술에 치중하고 있어 기반이 약함 • 공공 주도의 산업정책으로 기업의 자생력 미미 • 제도적 제약 • 보안에 대한 이슈가 있음 • 정보통신 관련 요소기술의 절대적 부족으로 관련 하드웨어와 소프트웨어의 국외 의존도 높음 • 내수시장의 협소로 기술 수명이 짧으며, 해외 진출을 전제로 해야 함 • 선도 기술 부재 • 4차 산업혁명이 기반인 공간자료는 위치를 포함하는 다양한 정형, 비정형의 자료를 융합할 수 있는 기반이나 정확성과 유지관리의 한계를 극복하지 못하고 있음 • 공간정보기술 분야를 총괄하는 범정부차원의 기구가 필요 • 정부와 관련 기업의 파트너쉽을 정책적으로 형성해야 함
중국	• 저돌적 성장을 이루고 있어 모든 부문에서 상승 추세의 추격그룹에 속함 • 넓은 국내시장을 토대로 공간정보 구축, 분석, 활용 등 전 분야에서 기술력 축적 • 특히 베이더우 3호 위성 발사로 자체 위치서비스를 운용하는 등 위성항법기술력의 진보가 두드러짐 • 바이두 등 중국기업이 미국에 연구개발센터를 건립하고, 자율주행기업에 투자를 결정하는 등 적극적으로 시장 확대 시도 • 대학을 중심으로 고급 인력 육성 확대 • 기존 인프라가 약했으나 하드웨어와 자본력을 바탕으로 발전 • 대규모 전문 기술 인력 확보로 활발한 기술개발 진행 • 위치측위를 위한 인공위성시스템 개발, SuperMap 개발, 인공지능 기술개발 등 공간정보 분야에 막대한 예산을 투자하고 있으며, 그 성과가 나타나고 있음	• 지형적 조건 및 인프라 여건의 시스템이 안정적이지 않아 불안정한 부분 다소 존재 • 기초적인 기술의 약화로 해외 선진 기술 접목과 투자의 한계 발생 예상 • 선도업체 및 선도핵심기술 부족 • 기술력 편차가 심함 • 추격기술 중심의 기술 개발 진행 • 미국에 비해 원천기술 개발과 서비스기술 분야가 시장의 성숙단계가 더뎌 상대적으로 뒤쳐짐 • 해외 선진국 대비 기술력은 조금 떨어지나 향후 인력, 인프라 측면에서 적극적인 투자를 통해 기술수준 추격 가능

국가	강점분야	기타
	• 공간정보기술 분야 최근 논문의 저자 가운데 적어도 30%를 차지한다고 해도 과언이 아닐 정도로 연구기술개발에 집중 • 정부 차원에서 공간정보기술 분야를 성장분야로 채택하였기 때문에 대규모의 투자가 최근에 일관되게 이뤄지고 있음 • 공간정보취득기술과 서비스기술 등 모든 분야에 고른 기술성과를 내고 있음	
일본	• 다소 폐쇄적이지만 자국 내에서의 기술 발전은 매우 발전적이고 강점이 있음 • 전쟁과 관련한 섬나라로서 지형적 물리적 여건상 공간정보 구축 및 기술발달이 발전할 수 있는 여건 • 기초적인 기술이 탄탄하고 해외선진 기술 접목이 뛰어나 향후 지속적인 투자가 뒷받침된다면 기술수준 추격 가능 • 관련 기업들의 활발한 기술개발 • 기존 연구 활동 및 기술수준 보유 • 공간정보 데이터 유지, 관리가 좋음 • 일부 요소기술에 대한 기술 축적 • 정확한 위치측위를 위한 준천정위성 운영 • 지진과 쓰나미 등 재해재난 대비를 위한 정밀한 매핑기술 확보 • 국가기관을 중심으로 재해재난 예측, 복구 등을 위한 원활한 협업체계 구축 • 도쿄대학 공간정보과학연구센터(Center for Spatial Information Science) 등에서 기초 및 응용연구 활발 • 공간정보취득기술 분야는 1980년대 중반이후로 세계 최고수준을 유지하면서 서비스 기술 역시 선도그룹 수준 • 공간정보기술의 자국 기술 확보를 위한 정부의 투자가 지속됨 • 사회 문제 해결형 연구 개발 활발	• 비영어권이기도 하면서 폐쇄적인 기술개발의 스타일상 기초연구와 응용개발에 있어서 글로벌 차원의 기술개발이라기보다는 자국에 맞춤형 기술개발이 주를 이룸 • 대내적인 환경 상 지속적인 투자가 어려울 것으로 판단됨에 따라 현 기술수준을 유지하면서 천천히 따라올 것 • 열악한 인프라 관련 인력의 부족 • 자국 시장에 대한 의존도가 높고 기술력의 해외 진출이 적음 • 전반적인 기술수준의 성장률이 둔화됨 • 인공지능, IoT와 공간정보의 융합(Digital Twin) 등 최신기술에 대한 연구개발 성과는 보고되지 않음 • 활용서비스기술이 미국에 의존함
EU	• 공간정보 구축과 관련한 기술은 전쟁을 주도하였거나 경험이 있던 국가를 중심으로 발전할 수 있는 여건이 조성되어 있어 기반기술이 잘 갖춰짐 • 연합국가의 형태를 띠고 있어 다양한 환경 여건상 인프라의 상황이 양호함	• 유럽 내에서의 인력 수급이 양호하지만 고령화 및 젊은이들의 글로벌 국가 간 이동, 유출이 많아 EU 내에서의 인력 확보가 아쉬움 • 신기술 접목을 통한 파격적인 대형 국가 프로젝트보다 작은 단위의 시범 프로젝트 추진 • 통신 인프라 취약

국가	강점분야	기타
	• 탄탄한 기초연구 및 기술을 기반으로 꾸준한 연구개발 활동과 시범사업 추진 • 표준화된 공간정보 공유체계 • 다양한 테스트베드를 개별 국가가 아닌 EU 가입국이 공동 추진하여 시너지 효과 창출 및 풍부한 시장규모 유지 • 프랑스의 다쏘시스템이 버츄얼싱가폴을 구축하는 등 공간정보를 스마트시티에 접목시키는 공간분석 기술력 우위 • 최고수준의 3차원 모델링 연구자원 보유 • 데이터 구축과 갱신 관리가 뛰어남 • 공공분야의 기초연구와 응용연구에 대한 기술, 인력, 인프라 확보 • EU차원에서는 INSPIRE를 기반으로 공간정보 인프라(Spatial data infrastructure)를 개발하고 있고, 갈릴레오 위치측위시스템 개발 및 운영 • EU 회원국 간 공통 활용 기술 개발 활발 • 영국의 국토지리정보원인 Ordnance Survey는 민영화되면서 공간정보 혁신 주도 • 영국 등 데이터 갱신에 노력을 많이 함 • 스위스 ETH, 취리히대학, 네덜란드 유흐트레이트 대학, 아인트호벤대 등은 자국 혹은 EU정부 차원에서 20여 년 동안 기술개발과 인력 생산하는 시스템을 갖춤 • 기술 개발을 위한 견고한 학술적 네트워크가 EU 차원에서 대부분의 공간정보기술 분야에서 강고하게 구성, 유지됨. 관련 분야의 수많은 학술대회 개최	• 선도업체의 부족 선도핵심기술 부족 최신기술적용 업체 부족 • 국가단위 사업 수행 시 규모의 경제를 이룰 수 없음 • 기술과 인력의 유출 가능성이 큼 • 회원국 간 기술 수준 차이 존재 • EU 차원에서 시너지효과를 낼 수 있는 국토공간정보기술 개발 미흡 • 기업 부분의 투자가 미국에 비해 뒤질 수밖에 없는 구조를 갖고 있어 서비스기술에 대한 개발 수준이 상대적으로 뒤쳐짐
미국	• Hexagon, Trimble 등 공간정보 구축/분석 관련 세계적 기업 보유 • 구글, 애플 등 주요 SW기업에서 공간정보 분야에 지속적 투자 및 기술력, 인력 확보 • 다양한 활용분야에서 활동하는 GIS분석가 풍부 • AI, IoT 등과 같은 신기술 접목 활발 • 스타트업 부흥에 따른 풍부한 인력자원 • 민간·공공 전반에 걸친 강력한 인프라 구축 • 관련분야를 선도하는 기업 보유 • 타 분야와의 융합연구 활발 • IT기술과 NSDI의 인프라 기술이 좋음 • 풍부한 기술 구매력	• 정부 주도보다 민간 주도 사업으로 활동 • 선도 기술을 받쳐주는 규모 있는 기업 수 부족 • 자율주행차를 위한 공간정보 구축 • 글로벌 대기업에서 실제 상용화 제품을 개발하여 보급하고 있어 공공성보다 상업성이 강해질 우려가 있음 • 기술 인력이 자국 출신이 아닌 타국 출신으로 빠르게 재편되고 있음

국가	강점분야	기타
	• 정부 차원의 기초연구 지원 활발 • 공간 빅 데이터(Spatial hadoop), 공간인공지능(Geospatial artificial intelligence), 홀로그램, 3차원 공간정보와 VR기술의 경합 등 최신기술 혁신 선도 • 일관된 정부 정책, 민간기업의 투자와 파트너십을 이끌어가는 시스템 • 실패가 가능한 혁신적 서비스를 구상하고 이를 위한 기술 개발을 시도할 수 있는 투자자본이 최대 강점. 예컨대 막대한 자본이 투자되었지만 투자 효과가 미미한 Google glass 경우 이 기술을 응용한 여러 서비스를 확대하는 계기가 됨 • 인도, 파키스탄, 중국계 기술 인력의 이민과 높은 수준의 임금을 제공하는 정책을 정부와 기업이 유지하여 인력 수요 대처	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	4위	3위	1위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 정부와 민간의 역할을 구분하여, 정부에서는 공간정보 융복합 관련 부처와의 협의체를 구성 및 운영하고 정부차원에서 민간의 역량을 극대화할 수 있도록 지속적인 투자, 법제도 개선 등 추진. 민간에서는 이를 통한 적극적인 기술개발을 통한 국내 공간정보기술 수준 극복 • 산학연이 함께 국토공간정보 구축과 분석기술에 힘쓸 수 있도록 '관'주도의 협의체 및 정기적 심포지엄 개최. 다만 소수의 우월한 집단에 의해 좌지우지되지 않도록 관련 인력 풀을 확충하고 신진 인력에 대한 문턱을 낮출 수 있도록 연구 및 실험적 프로젝트를 수행할 수 있는 여건 마련 • 국내 연구진간 주기적인 교류의 장 제공 • 국토공간정보는 국토부 뿐만 아니라 행안부, 농림부, 환경부, 해양부, 산림청 등 여러 부처에서 생산하고 있는데, 그 내용과 규격에 대한 표준이 엄격하게 지켜지고 있지 않고 있고, 자료의 생산시기 등이 서로 달라 융합하는데 어려움. 국토공간정보를 표준에 맞추어 생산할 수 있도록 유관기관이 서로 협력할 수 있는 체계 필요. 현재 국가공간정보위원회를 국토부 장관이 위원장으로 타 부처에서는 차관이 위원으로 참석하게 되어 있으나 그 역할과 위상이 국토공간정보 생산 및 공유체계를 체계화하기에는 부족. 국토공간정보가 체계적으로 생산될 수 있도록 국무총리나 대통령 지속으로 위상을 강화하고 그 역할 또한 확대 개편 • 부처간 협력을 통해 정보 및 기술 공유 확산과 다부처 공동 사업 추진

	정책제언
국제협력 촉진	• KSP사업, EDCF사업의 기본이 되므로 개도국에 적극 추진 • UN, 오픈소스 사업을 통해 국제 협력 추진 • 해외 선진기술을 적극 검토하여 국산화 기술을 개발하고 국제표준화 활동을 통한 해외시장 진출 시도. 국외 기관 등 전문가들을 적극 활용하는 국제공동연구 등 추진 • 관 주도의 국제 행사 유치를 통한 국내 시장에서의 선진 기술 획득이 용이하도록 추진 • 해외 박람회 등은 해외 출장을 빙자한 유랑에 가까워 실질적인 해외 신기술 습득이나 효율성이 떨어지므로 해외에서 주목받고 있는 기술(최근, 싱가포르 버추얼 시티 전략 등) 등을 관 주도에서 초청하여 내용을 습득할 수 있도록 토론의 장을 마련 • 국제 협력 국가의 다변화와 국가별 상황에 맞는 목표 설정 • 미국, 유럽: 선진 기술 수용 및 공유 • 일본/중국: 선진 기술 추적 전략 공유 및 수용 • 개발도상국: 국내 보유 활용 및 응용 기술의 확산 • 국내 협력촉진과 유사한 개념으로 국제적으로 먹거리를 키워나가려면 국내에서 자생적으로 튼튼하게 커나갈 수 있는 밑거름이 있어야 하며, 국내 산업을 기반으로 기술력 및 경쟁력을 확보하여 국제적으로 먹거리 창출해야함 • 국내 인력의 국제 활동을 지원하는 것도 좋으나, 이미 국외로 진출하여 공부하고 있는 유학생들을 지원하여 자연스럽게 국제적인 협력 네트워크를 구축 필요(유사한 방식으로 KOSEN 등에서 해외연구자네트워크를 구축/유지)
인력양성 및 유치	• 공간정보 특성화 대학을 선정하여 연구 사업을 계속 추진 • 기존의 전통적인 측량 및 GIS 중심의 교육과 인력양성에서 공간정보 융복합에 기반한 교육과 인력양성으로 확대, 현 취업위주의 인력양성을 유지하고 4차 산업혁명을 지원하는 기술을 융복합 할 수 있는 보다 전문적인 고급인력양성 • 공간정보 분야에 대한 개념 정립. (지도 정보 구축 및 서비스가) 당연히 제공되는 정보가 아니라는 것을 일부 기업이 아닌 전 국민이 알 수 있는 홍보 • 중앙 및 지방정부 차원의 공간정보 구축은 IT기술의 발달로 많은 부분이 자동화되었지만, 전문가의 검증 및 보완, 결정, 판단이 요구되는 분야로 이에 대한 중요성 어필과 관련 분야의 전문가 활동에 대한 홍보 병행 • 1995년 공간정보기본계획 수립 이후, 폭발적으로 등장했던 초급 공간정보 인력 활용 사업이 성행했던 것처럼, 제2, 제3의 유사 형식의 인력활용방안 병행 • 해외 석/박사들의 국내유치 뿐만 아니라, 국내 전문 인력양성을 통해 탄탄한 기술력을 바탕으로 하는 전문가들의 양성 • 실제 운용인력의 역량 향상 • 고급(대학원 졸업), 중급(4년제 졸업), 초급(전문대 졸업) 기술자 양성 사업을 구분해서 추진 • 고급 인력 진입을 위한 진입장벽 완화(대기업 참여 제한 완화 등) • 산업과 인프라 관련 연구가 많아지면 자연적으로 관련 전문인력들이 양성될 것. 현재는 관련 산업 위축으로 전문 인력들이 유사업종으로 이탈하고 있음 • 공간정보 창의인재 양성사업의 일환으로 특성화 대학원, 특성화 전문대, 특성화 고등학교를 운영하나, 선정된 학교 수가 적어 다양한 공간정보 융합분야로의 확대 미진. 특히 특성화 대학원의 경우 대학을 지정하여 스스로 범위를 한정하기보다는, 공간정보 관련 온라인 강의 등을 수강한 다양한 전공학생에게 장학금을 지급하고 활용 연구를 수행토록 하는 유연성 필요

	정책제언
인프라 구축	• 공간정보 클라우드를 구축하여 산학연의 정보 및 연구결과물 공유 • 공간정보는 모든 응용분야에 걸쳐 광범위하게 활용되는 핵심정보로 지속적인 공간정보 구축 및 갱신을 유지할 수 있는 인프라 구축이 필수적 • 국제적 수준의 공간정보 품질을 확보할 수 있도록 국제표준에 근거한 공간정보 구축 방침 수립. 특히, 국내 일부 전문가에 의해 왜곡, 주장되고 있는 국제표준은 없는지 검토하고 일부 특정 업체에 의한 담합 여부 확인 및 근절 • 공간정보 활용을 위한 통신망 및 기술이 뒷받침 되어야 함 • 국토공간정보를 구축, 공유, 활용할 수 있는 기반(고정밀 측위를 위한 GNSS, 고정밀 국토공간자료, 플랫폼 등) 구축 • 기술 검증을 위한 상시 테스트베드 구축 및 활용 확대 • 법제도 개선 및 관련 산업 확장을 위한 공간정보 분야 인프라 구축 병행 • 공간정보 분야에서 인프라는 공간데이터(측량의 결과물+속성정보의 융합)이며, 현재 국가에서 많은 국가공간정보를 개방하고 있으나, 사용자 활용에 있어 어려움 존재. 국가에서는 공간정보 기술개발이 활발하게 이루어지기 위해 기본적인 원시데이터와 더불어 각 활용단위에서 손쉽게 데이터를 활용할 수 있는 "데이터 셋" 형태 제공
법·제도 개선	• 보안, 드론 사용 등의 법/제도 개선 • 국토공간정보 구축 및 분석기술 개발을 통한 국내 기술 수준을 향상시키기 위한 다양한 공간정보를 민간차원에서 적극적으로 활용할 수 있도록 데이터 개방을 확대하고 보안규제 완화 등 법제도 개선 • 대기업 참여 제한을 풀어 역차별을 당하지 않고 국가의 공간정보 구축이 더욱 더 선진화될 수 있도록 규제 완화 • 공간정보를 활용한 다양한 서비스들을 활성화하기 위해 공간정보 활용에 관한 제약 완화 및 법·제도 개선 • 신기술을 이용한 공간정보 구축 및 갱신 기술 적용을 위한 법/제도 개선 • 산업·학계 의견을 수렴하고 실제 공간정보가 활용될 수 있는 틀 구축 • 개인정보 보호, 위치정보 보호, 국가안보 등에 막혀있는 다양한 위치 관련 정보를 익명화하여 활용할 수 있도록 제도 개선 • 다 부처 정보 및 기술 공동 활용을 위한 법/제도 기반 마련 • 산업의 발전을 위해 최우선적으로 법제도의 개선 필요 • 기술개발 후 민간이 알아서 수요를 창출하기보다, 정부가 미래수요를 보장하고 기업들이 연구 개발할 수 있도록 제도를 개선하고 국내 협력을 촉진하는 방향에 중점을 두어야 의미 없는 R&D 수행이 줄어들 것 (예, 디지털트윈 구현 기술 R&D → 전 국토 대상 디지털트윈 플랫폼 구축사업 진행) • 분야를 총괄하여 기능하는 국가공간정보위원회는 국토교통부 장관에서 총리 산하로 이관하여 범부처 차원에서 컨트롤 타워 역할 수행 • 우수한 대학 졸업자가 진입할 수 있도록 이 분야에 대한 공공사업 활성화. 특히 품샘의 상향 조정
연구비 확대	• 기초연구에 대한 투자 확대. 대부분의 연구 인력이 국토공간정보 기초가 아닌 응용에 치우쳐 있기 때문에 신기술, 독창적인 기술 개발이 상대적으로 많지 않음 • 지속적인 연구사업 추진으로 선두권에 있는 우리나라 기술 수준 유지 • 디지털 트윈, CPS 등 공간정보 기반의 다양한 융복합 기술 및 산업이 확대 추진되고 있지만,

	정책제언
	공간정보 분야에서는 적극적이고 지속적인 투자가 없어 이를 뒷받침할 수 있는 예산 부족. 4차 산업혁명 대응과 정부정책의 일자리 창출을 위해서라도 절대적으로 연구비 확대 필요 • 공간정보는 융복합형 성격의 프로젝트임에도 불구하고 공학(특히 과거 측량을 기반한 토목공학 분야에서 음성적으로 강화됨)에 치중되어 연구 수행 중. 이는 국내 공간정보 연구 및 정책 방향에 장애를 일으킬 수 있는 절름발이 정책을 만들게 되고, 결국 연구비 또한 과잉 집행 혹은 파행적으로 집행될 수 있는 소지를 마련하게 되는 환경 조성. 융복합적 성격에 어울리게 융복합형 정책 과제를 마련하고 폐쇄형의 전공제한적인 프로젝트 주제로 한정하지 않고 폭넓게 사회과학(지리학, 사회학, 경제학 등)이 함께 고민하여 정책으로 승화될 수 있도록 연구비 집행방안 마련 • 개발된 신기술들의 적용을 위한 실증연구 확대 • 공간정보 관련 자체 기술 개발을 위한 연구비 확대 • 국토공간자료는 다양한 자료를 융합할 수 있는 기반이 되는 자료이기 때문에 보다 효율적으로 쉽게 융합할 수 있고, 궁극적으로 디지털 트윈 공간이 창출될 수 있도록 관련 기술 개발 시급 • 국제 경쟁력을 갖출 기술을 발굴하여 원천 기술로 개발하고 후발 기술은 활용 및 응용 기술개발 투자 확대 • 공간정보는 일반 빅데이터 R&D와 다르게 데이터 구축(측량)부터 분석/활용까지 망라되는 분야로, 인프라 요소와 서비스/활용 요소가 섞여 있음. 그동안의 연구 사업은 인프라와 서비스/활용을 분리하여 기획하는 경우가 대부분이었으며, 그 결과는 활용되지 못하는 기술개발로 이어진 사례가 적지 않음. 기술적인 분류 관점에서 연구 사업을 기획하기보다는 서비스 관점에서 다양한 기술이 융합되는 것을 보다 중점적으로 고려하여 연구비 확대
기타 의견	• 타 기술과의 융복합이 절대적으로 필요한 영역이며, 많은 보안이슈를 포함하고 있는 기반분야로 인문사회과학 분야와의 융복합형 프로젝트 추진 • 글로벌 공간정보 업체 및 국가기관과의 연계를 국가차원에서 조성 • 국토공간정보는 세상 모든 정보의 약 80%에 해당하는 정보를 위치를 중심으로 융합할 수 있는 플랫폼의 특성 보유. 현실세계의 물리적, 제도적 환경으로 지도로 표현할 뿐만 아니라 교통량, 미세먼지 농도, 범죄, 건강 등뿐만 아니라 실시간 온도, 습도 등 IoT 정보와 융합·시각화하면 쉽게 이해할 수 있어 대국민 소통에 매우 효과적. 궁극적으로는 국토공간정보를 기반으로 다른 정보를 융합하여 매트릭스에 나오는 디지털 세계(디지털 트윈)가 만들어질 것. 이를 위해 각종 센서에서 나오는 데이터를 포함하여 위치를 갖고 있는 모든 정보를 국토공간정보와 실시간으로 융합될 수 있도록 데이터 생산체계를 개선하고 관련 기술을 개발 • 자율주행차, 스마트시티, 인공지능과 같은 국가주도 혁신성장 사업과의 융복합이 가능한 지원 사업 확대 • 최근 공간정보 분야는 ICT와 융합하여 스마트시티분야로 많은 연구 및 사업 진행. 이 과정에서 도시재생과 융합한 스마트도시재생이 최근 이슈로 부각되듯이, 도시와 토목 등 공간정보 활용이 가능한 다른 사업과의 연계를 통하여 사업 분야를 활성화 할 수 있는 연구 필요 • 공간정보기술의 미래가치는 다양한 사회문제(도시 인프라, 환경오염, 재난대응 등)의 해결을 위한 공간기반의 분석에 있음. 현재는 사용자가 수동적으로 데이터를 공간분석(GIS)하고 의사결정에 참고하는 수준으로 적용되고 있으나, 인공지능 기술과 접목된다면 일련의 과정이 자동화되어 파급효과가 상당할 것. 그러나, 이 분야는 아직 시장성이 담보되지 않아 기업들이 활발하게 진출하기 어려우므로, 기반기술 투자 차원에서 국가의 주도적 지원 필요

다 주요 분석 결과 요약

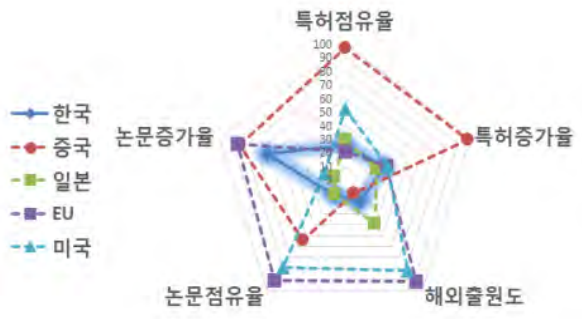
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	국토공간정보 구축 및 분석기술	4,347	2,573	62.0%	141.7%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

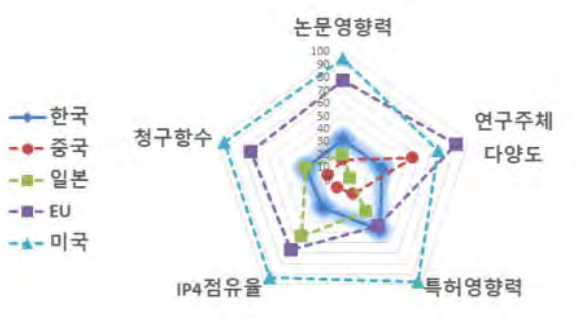
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	38.8%	56.1%	13.9	22.9
한국	4위	4위	3위	2위
	4.3%	7.7%	7.0	9.2
5개국 평균[2]	-	-	10.4	19.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

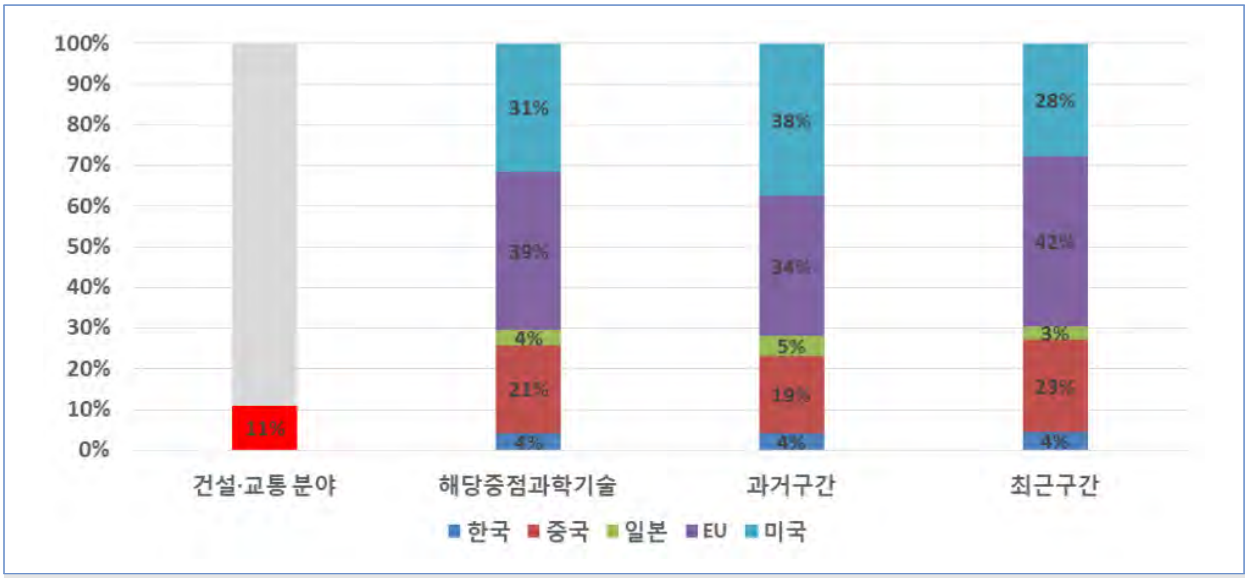
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.3%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(7.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(38.8%), 미국(31.5%), 중국(21.5%), 한국(4.3%), 일본(3.9%) 순이며, 논문 증가율은 EU(97.5%)가 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(13.9), EU(11.2), 한국(7.0), 일본(5.7), 중국(5.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(7.7%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(9.2)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(56.1%), 미국(21.2%), 일본(10.1%), 한국(7.7%), EU(4.9%) 순이며, 특허 증가율은 중국(438.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.1)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(22.9), 한국(9.2), EU(8.5), 일본(5.8), 중국(1.5) 순이며, IP4 점유율은 미국(17.4%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.3%	21.5%	3.9%	38.8%	31.5%
	논문 증가율	68.6%	95.6%	3.6%	97.5%	19.7%
	논문 영향력	7.0	5.2	5.7	11.2	13.9
	연구주체 다양도	0.85	0.89	0.77	0.97	0.93
특허 분석	특허 점유율	7.7%	56.1%	10.1%	4.9%	21.2%
	특허 증가율	16.3%	438.5%	-14.3%	25.0%	28.0%
	해외출원도	0.6	0.1	1.5	4.1	3.3
	특허 영향력	9.2	1.5	5.8	8.5	22.9
	IP4점유율	5.0%	0.4%	9.2%	11.1%	17.4%
	청구항수	4.6	2.5	4.6	8.5	11.9

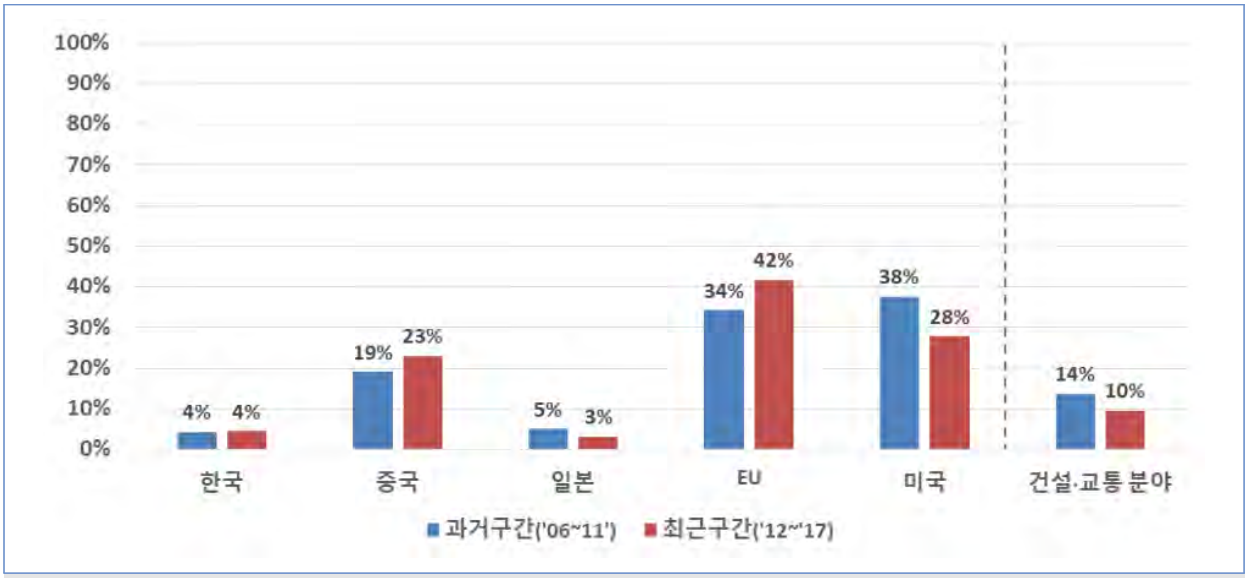
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 국토공간정보 구축 및 분석기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1687건으로 전체 논문의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 국토공간정보 구축 및 분석기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 11%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

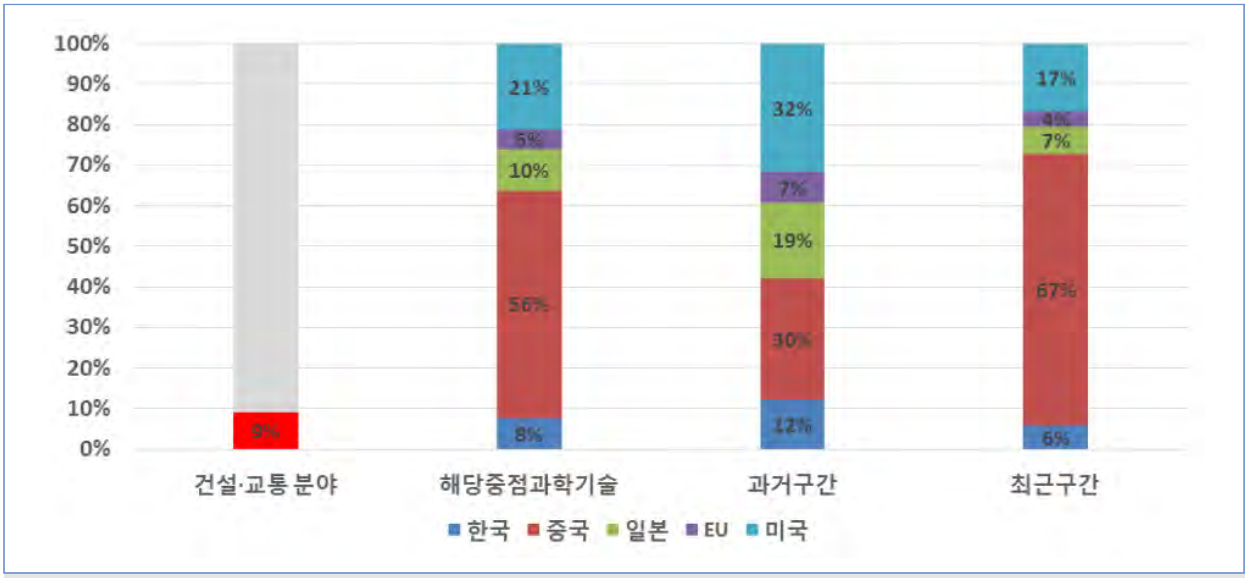


● 국토공간정보 구축 및 분석기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 68.6%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	70	118	188	68.6%
중국	316	618	934	95.6%
일본	83	86	169	3.6%
EU	567	1,120	1,687	97.5%
미국	623	746	1,369	19.7%
전체	1,659	2,688	4,347	62.0%

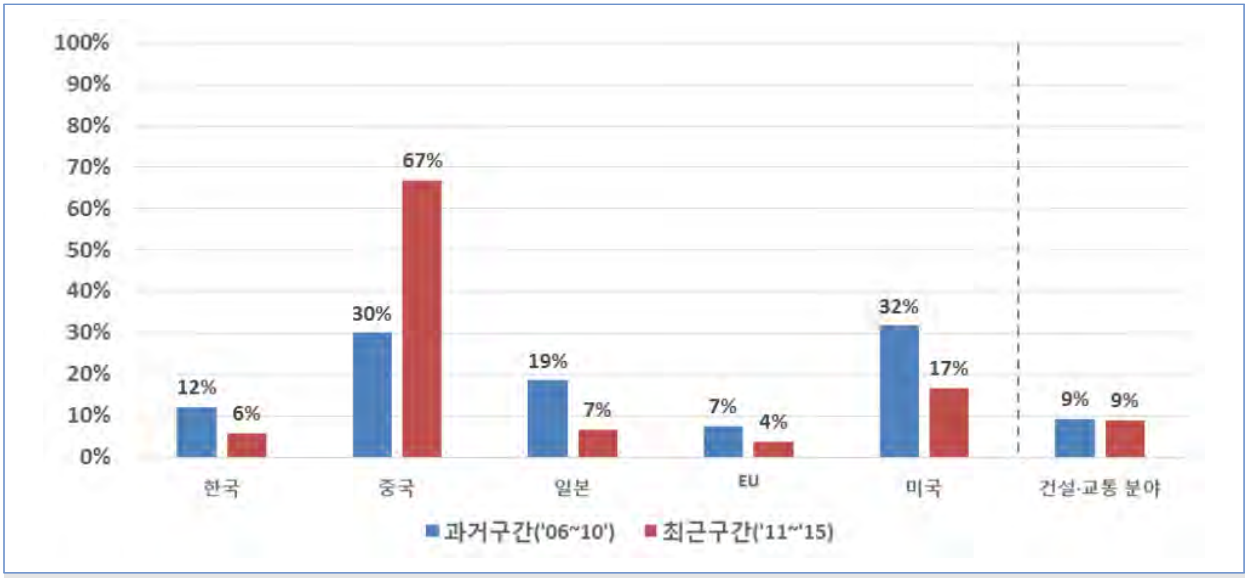
(4) 특허 점유율(전체)



● 국토공간정보 구축 및 분석기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1443건으로 전체 특허의 56%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 국토공간정보 구축 및 분석기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 9%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



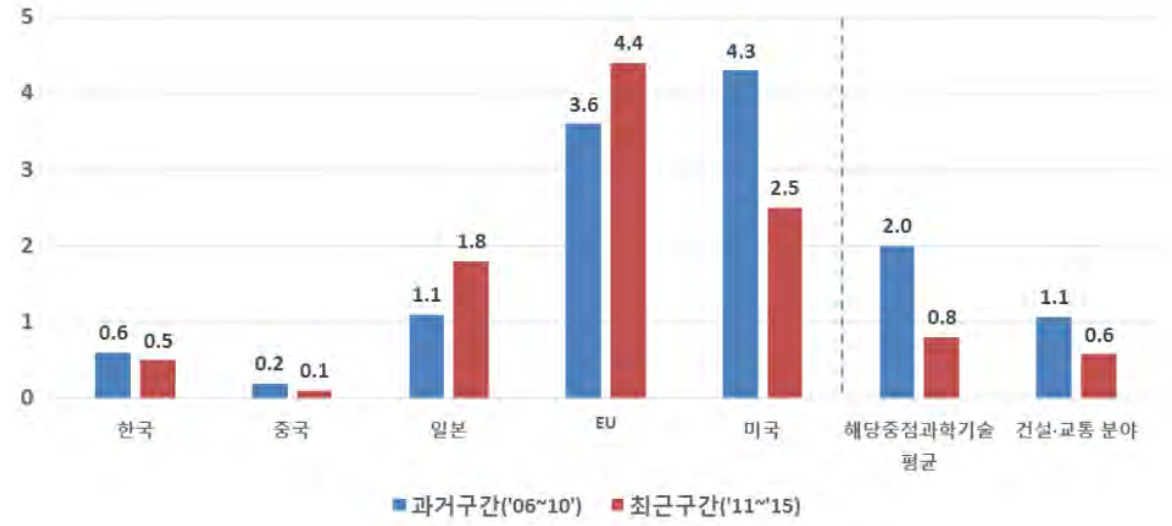
- 국토공간정보 구축 및 분석기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 16.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	92	107	199	16.3%
중국	226	1,217	1,443	438.5%
일본	140	120	260	-14.3%
EU	56	70	126	25.0%
미국	239	306	545	28.0%
전체	753	1,820	2,573	141.7%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

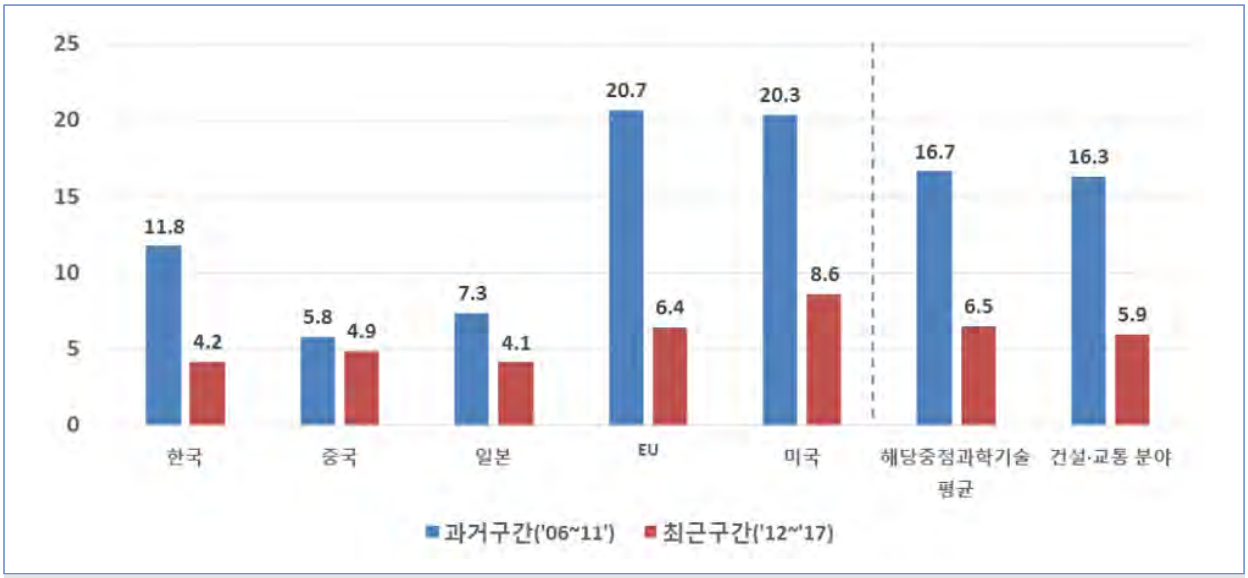


● 국토공간정보 구축 및 분석기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 미국의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

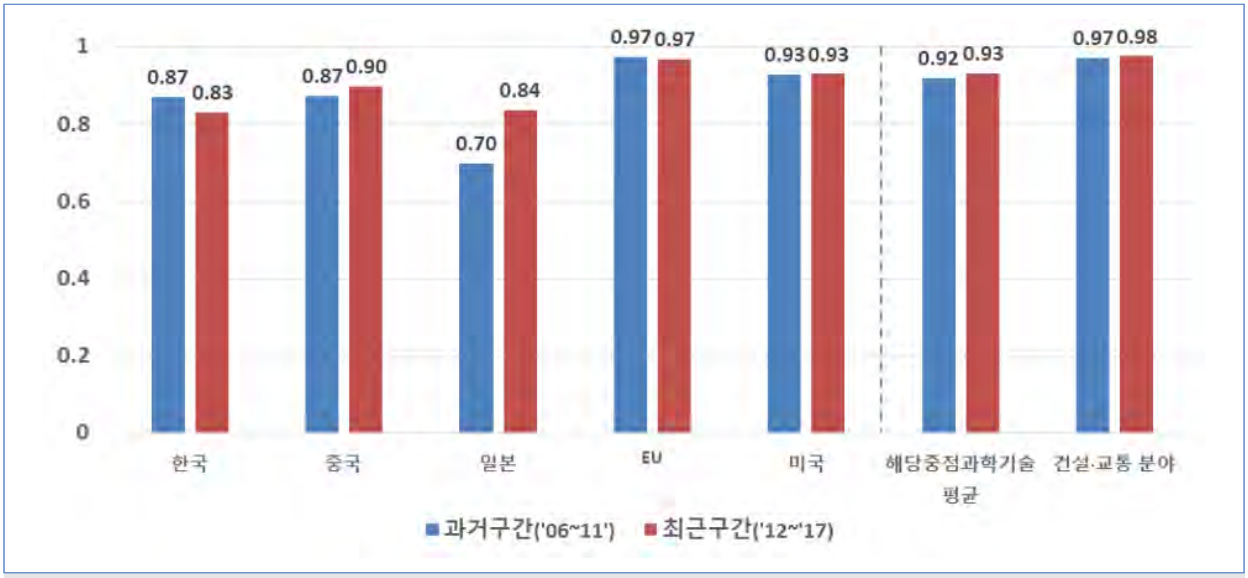
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



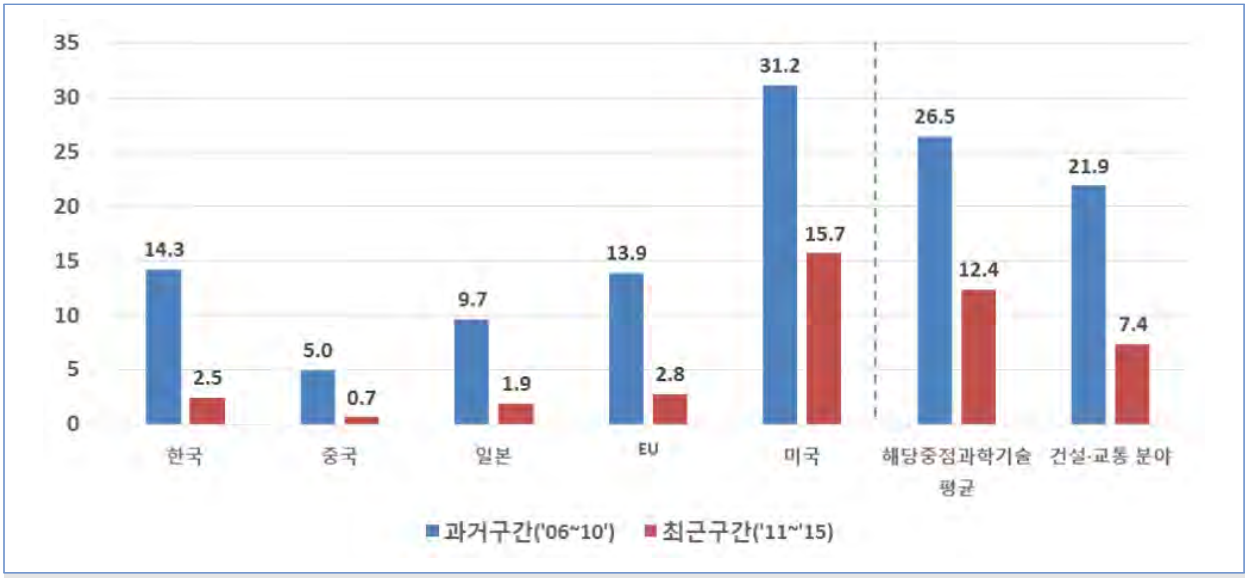
● 국토공간정보 구축 및 분석기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



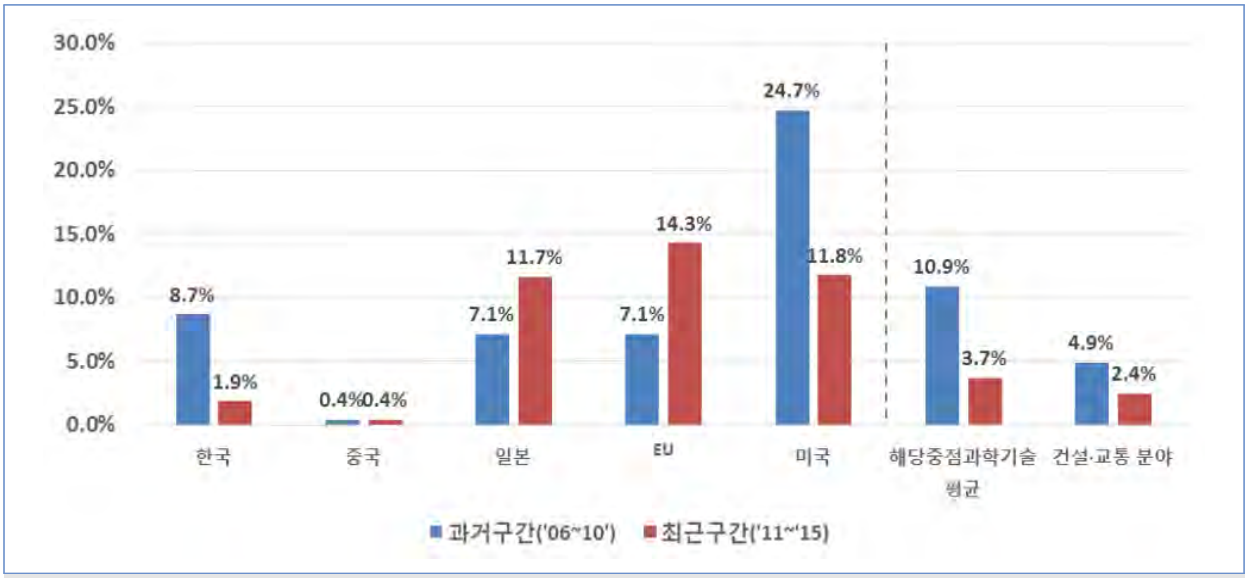
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



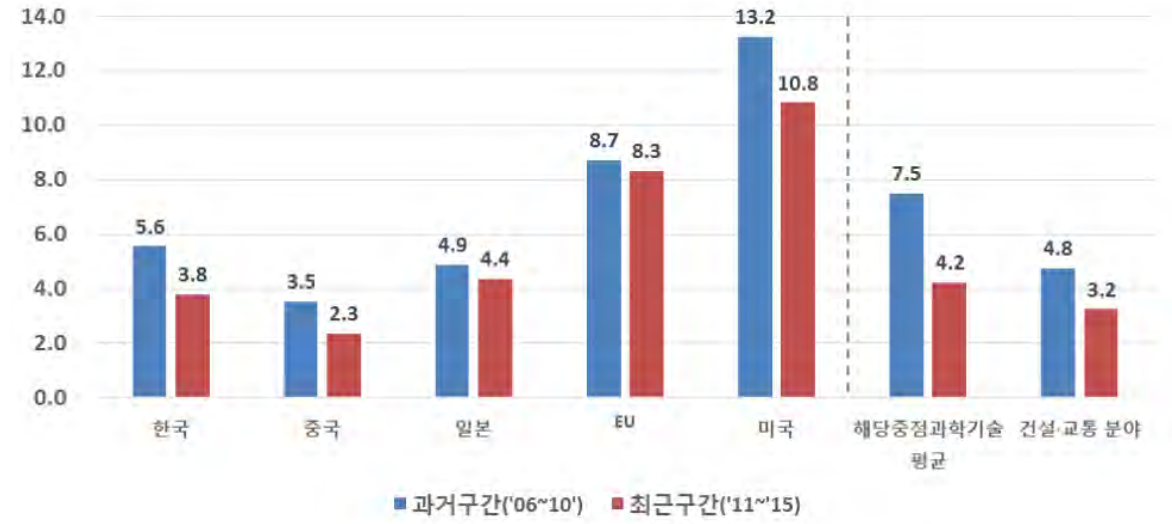
● 국토공간정보 구축 및 분석기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 국토공간정보 구축 및 분석기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 국토공간정보 구축 및 분석기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

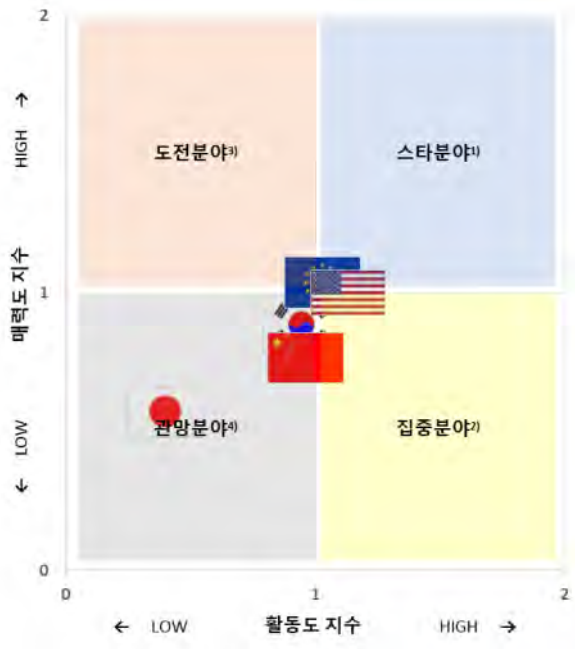
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

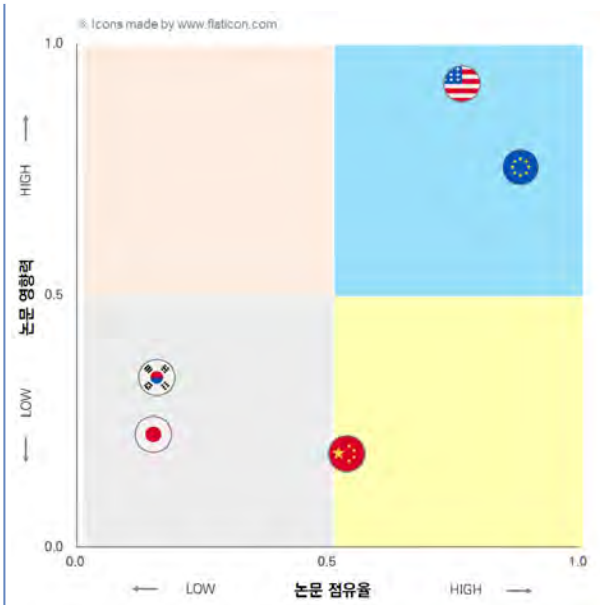
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 국토공간정보 구축 및 분석기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

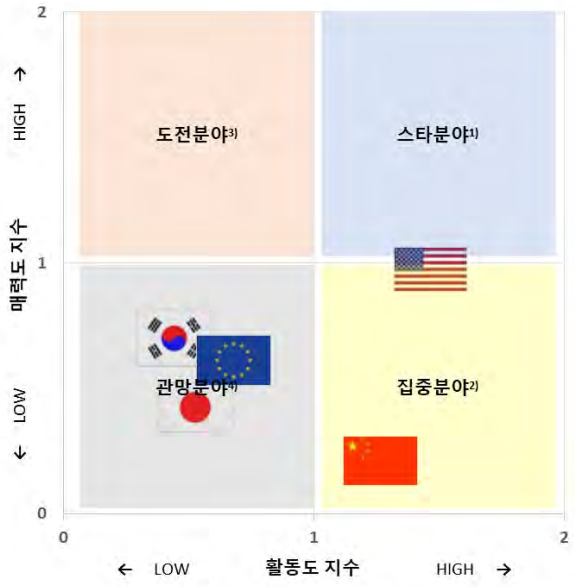


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

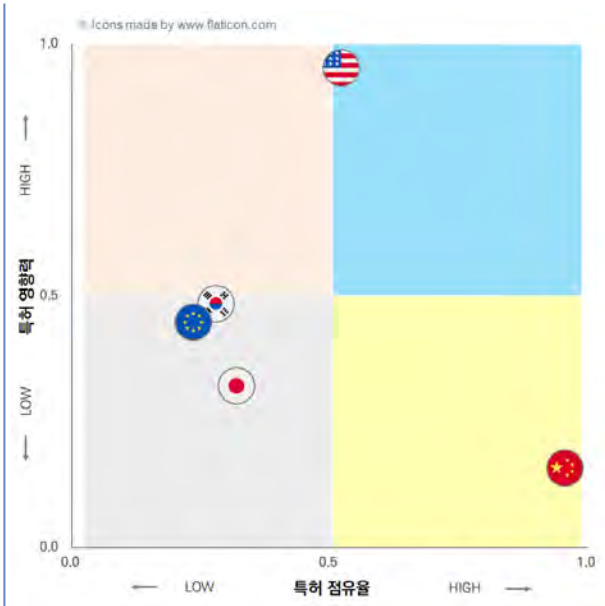
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 국토공간정보 구축 및 분석기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.90%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '연세대학교'가 4.79%(글로벌 점유율은 0.21%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.85%	0.90%	-14.29%
2	WUHAN UNIVERSITY	중국	3.10%	0.67%	7.14%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.78%	0.60%	171.43%
4	CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES	중국	2.14%	0.46%	0.00%
5	UNIVERSITY OF MARYLAND	미국	1.39%	0.44%	71.43%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	4.79%	0.21%	700.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.26%	0.18%	0.00%
3	UNIVERSITY OF SEOUL	3.72%	0.16%	33.33%
4	KOREA INSTITUTE OF GEOSCIENCE AND MINERAL RESOURCES	3.19%	0.14%	-50.00%
5	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.19%	0.14%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WUHAN UNIVERSITY	3.10%	0.67%	7.14%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	2.78%	0.60%	171.43%
3	CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES	2.14%	0.46%	0.00%
4	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.93%	0.41%	100.00%
5	BEIHANG UNIVERSITY	1.82%	0.39%	650.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WASEDA UNIVERSITY	6.51%	0.25%	-62.50%
2	TOHOKU UNIVERSITY	6.51%	0.25%	-62.50%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	5.92%	0.23%	0.00%
4	KEIO UNIVERSITY	3.55%	0.14%	-50.00%
5	KYUSHU UNIVERSITY	2.37%	0.09%	-66.67%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TWENTE	0.83%	0.32%	150.00%
2	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.71%	0.28%	200.00%
3	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.71%	0.28%	200.00%
4	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.59%	0.23%	300.00%
5	TECHNICAL UNIVERSITY OF MUNICH	0.59%	0.23%	133.33%

6 미국

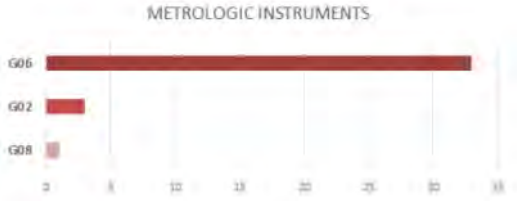
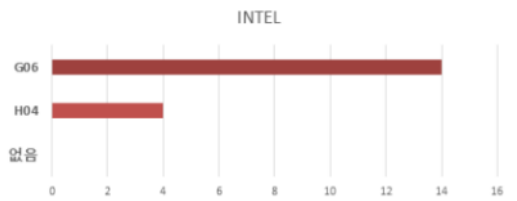
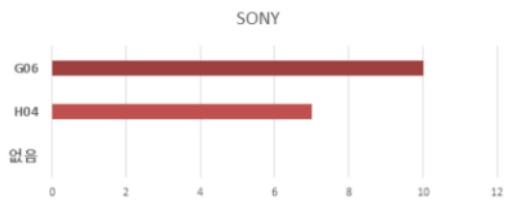
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.85%	0.90%	-14.29%
2	UNIVERSITY OF MARYLAND	1.39%	0.44%	71.43%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.31%	0.41%	57.14%
4	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.17%	0.37%	120.00%
5	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	0.95%	0.30%	60.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'METROLOGIC INSTRUMENTS(1.44%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 6.03%(글로벌 점유율은 0.47%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'METROLOGIC INSTRUMENTS'와 '삼성전자'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

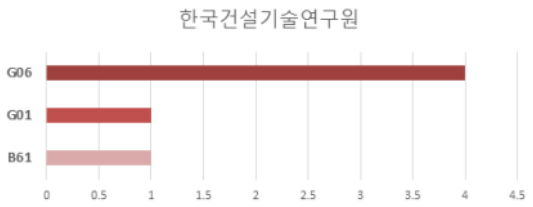
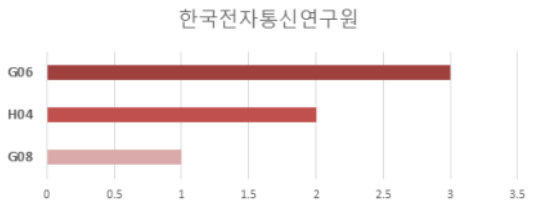
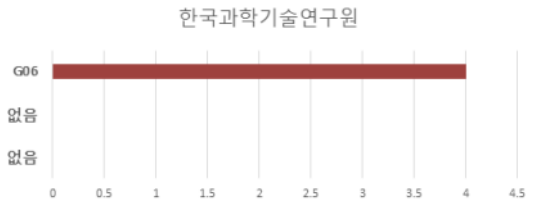
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	METROLOGIC INSTRUMENTS	미국	6.79%	1.44%	-84.38%
2	STATE GRID OF CHINA	중국	2.43%	1.36%	3400.00%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	4.40%	0.93%	-40.00%
4	INTEL	미국	3.30%	0.70%	-36.36%
5	SONY	일본	6.54%	0.66%	140.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		G08	신호
2		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B64	항공기; 비행; 우주공학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

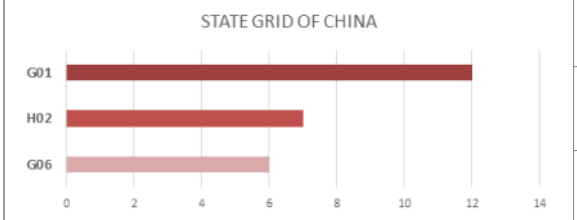
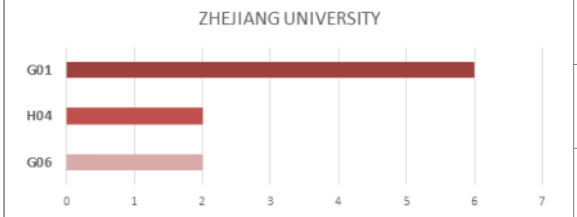
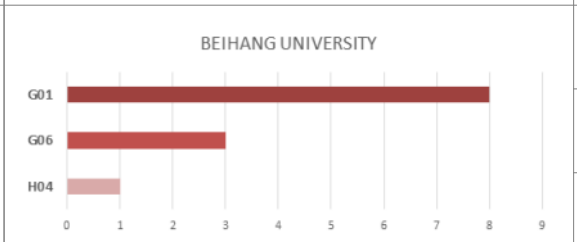
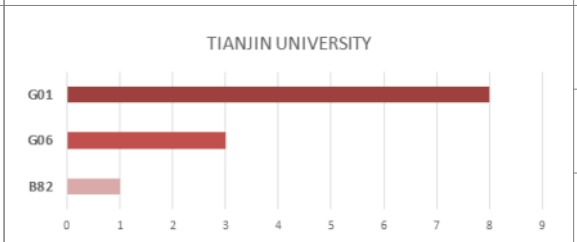
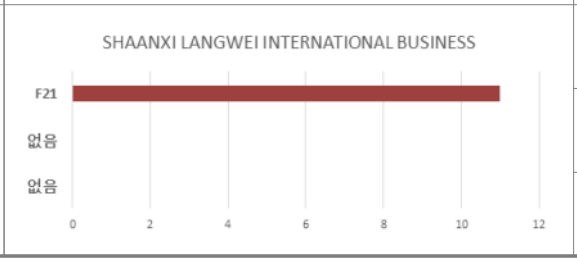
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	6.03%	0.47%	-50.00%
2	한국건설기술연구원	3.02%	0.23%	100.00%
3	한국전자통신연구원	3.02%	0.23%	0.00%
4	한국전자부품연구원	2.51%	0.19%	-33.33%
5	한국과학기술연구원	2.01%	0.16%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		B61	철도
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

3 중국

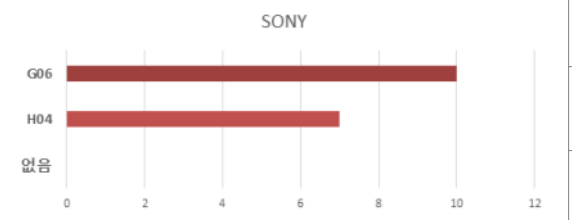
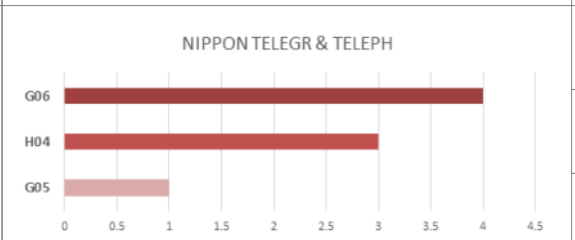
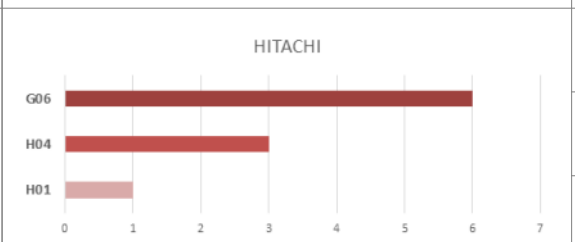
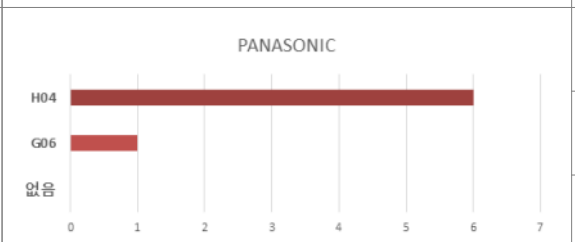
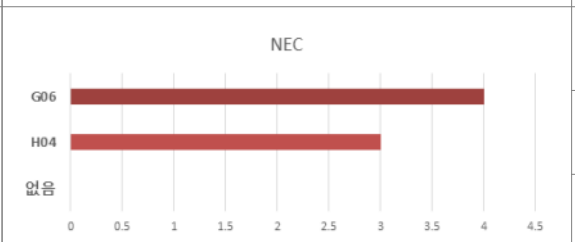
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	2.43%	1.36%	3,400.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.11%	0.62%	120.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	1.11%	0.62%	66.67%
4	TIANJIN UNIVERSITY	0.90%	0.51%	450.00%
5	SHAANXI LANGWEI INTERNATIONAL BUSINESS	0.76%	0.43%	1,000.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G01	광학
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B82	나노기술
5		F21	조명
		-	-
		-	-

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	6.54%	0.66%	140.00%
2	NIPPON TELEGR & TELEPH	3.85%	0.39%	133.33%
3	HITACHI	3.85%	0.39%	-57.14%
4	PANASONIC	2.69%	0.27%	-25.00%
5	NEC	2.69%	0.27%	33.33%

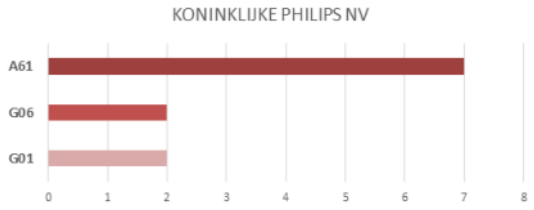
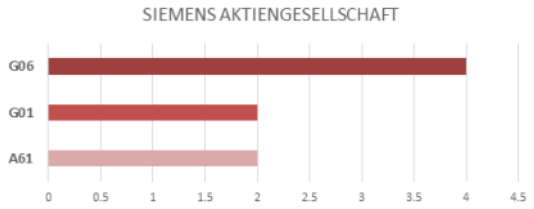
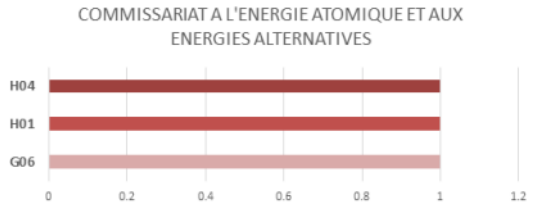
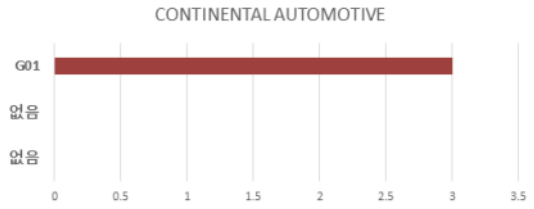
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		–	–
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		–	–

5 EU

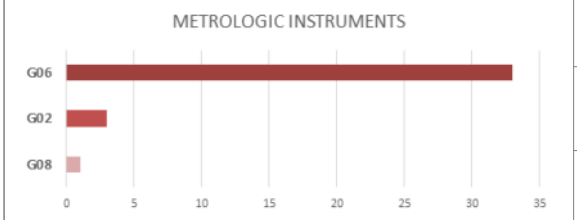
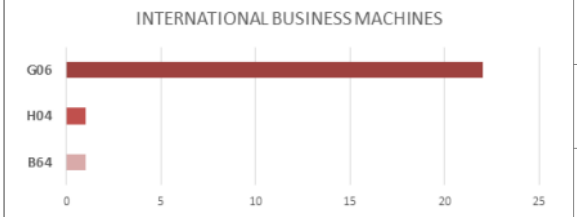
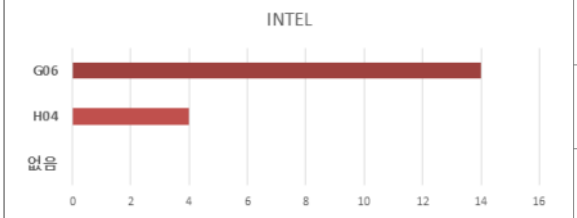
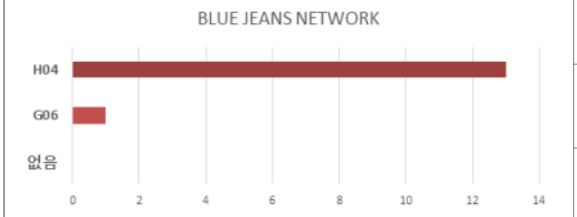
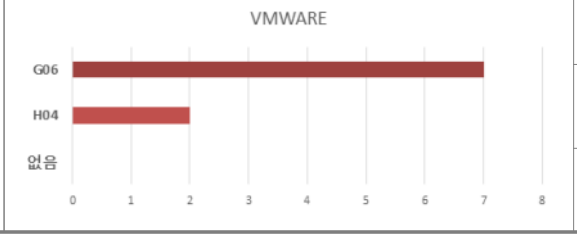
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	11.11%	0.54%	266.67%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	6.35%	0.31%	-85.71%
3	BITDEFENDER IPR MANAGEMENT	2.38%	0.12%	200.00%
4	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES	2.38%	0.12%	-100.00%
5	CONTINENTAL AUTOMOTIVE	2.38%	0.12%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G01	광학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	METROLOGIC INSTRUMENTS	6.79%	1.44%	-84.38%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	4.40%	0.93%	-40.00%
3	INTEL	3.30%	0.70%	-36.36%
4	BLUE JEANS NETWORK	2.57%	0.54%	1,300.00%
5	VMWARE	1.83%	0.39%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		G08	신호
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B64	항공기; 비행; 우주공학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

07 지속가능한 인프라 구조물 건설기술



07 지속가능한 인프라 구조물 건설기술

중점과학기술 개요

☑ 인프라 구조물(교량, 고층 건물, 해양 구조물 등)의 설계단계부터 시공·운영·유지관리단계까지의 전 생애주기 동안 구조물의 안전성·사용성·경제성·친환경성을 확보하기 위해 4차 산업혁명의 핵심기술인 3D 프린팅·클라우드 컴퓨팅·사물인터넷(IoT) 기술 등을 건설 기술과 융합하여 인프라 구조물을 건설하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

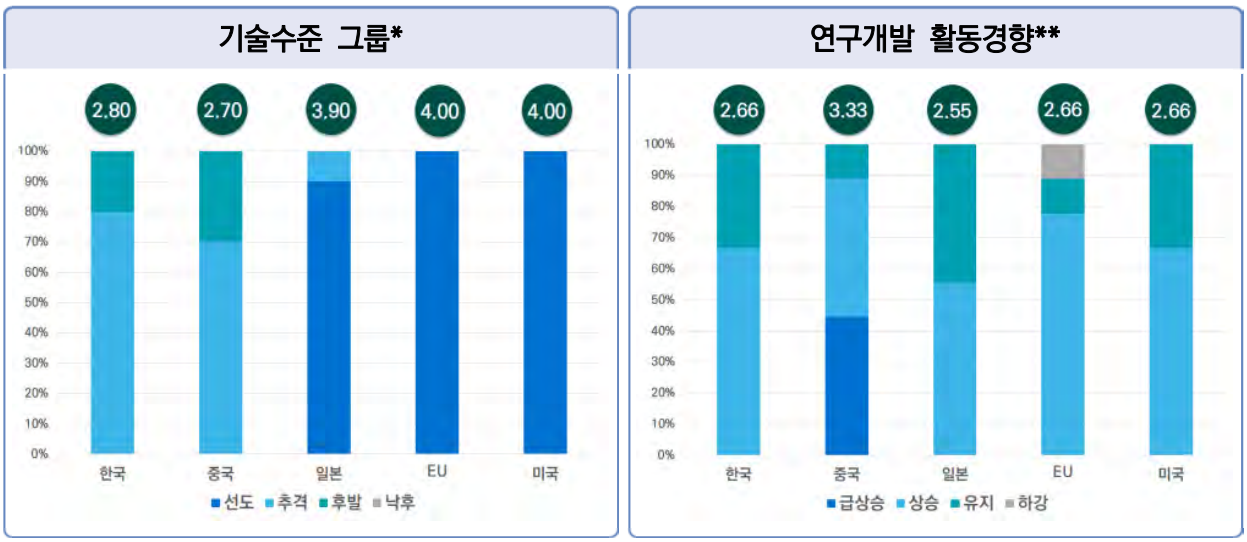
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	5.0	추격	보통	우수	상승
중국	76.0	6.0	추격	보통	우수	상승
일본	90.0	2.0	선도	우수	우수	상승
EU	92.0	1.8	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	5.0	80.0	78.0	80.0	5.8	5.0	3.5	6.0	1.5
중국	77.0	5.0	76.0	70.0	80.0	9.9	6.0	5.0	7.0	1.7
일본	90.0	2.0	90.0	85.0	94.0	7.4	2.0	1.5	3.0	1.3
EU	94.0	1.5	92.0	84.0	95.0	6.5	1.8	1.0	2.5	1.0
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

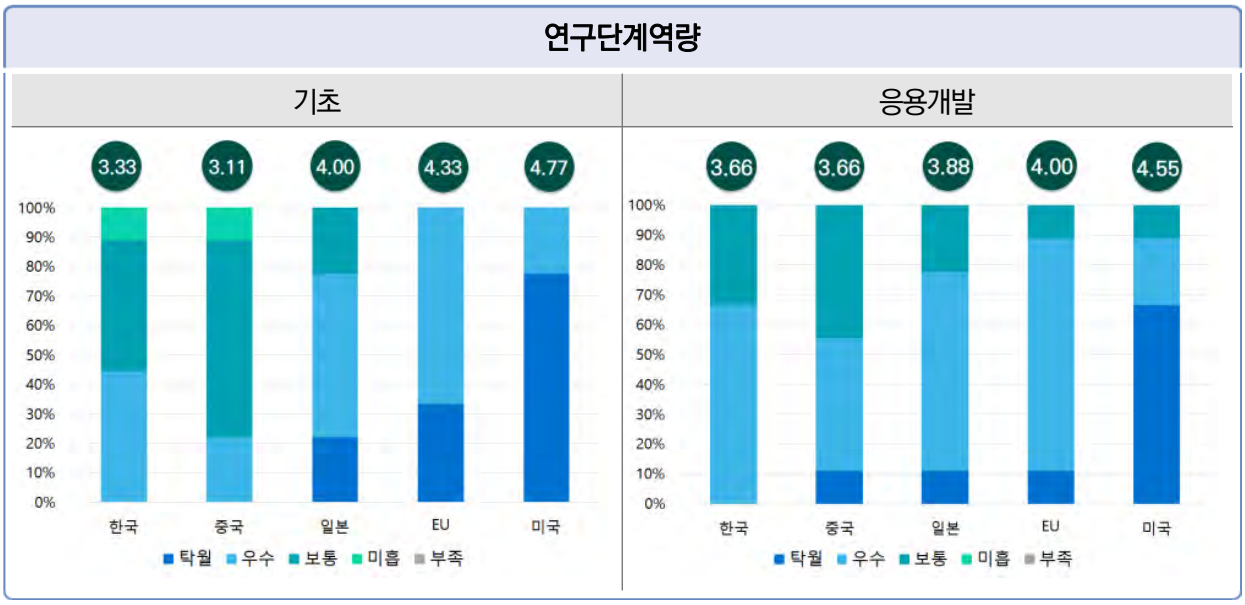
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 전자, 통신 분야에서 우수하나 최근 조선 해양파트의 부진과 제조업 분야의 인건비 경쟁력 하락으로 부진 • 한국도 정보통신기반 기술을 발전 모델로 가고 있음 • 정부의 선택적 집중투자가 해당분야의 발전에 기여할 수 있음 • 초고강도 콘크리트 개발 및 실제 교량 적용 등 일부 세계적인 성과를 내고 있으나, 아직까지는 기술 추격의 단계에 있음 • 지속적인 정부 IT산업, 융·복합 기술개발로 최첨단 인프라 구조물 건설 기술 발달. 슈퍼콘크리트 현장 적용 등은 세계적인 기술 실용화에 선도 • 대부분 선진국의 기술을 응용하여 한국에 적용하는 것에 그쳐있고, 원천기술 확보가 선진국에 비하여 적은 편 • 건설시공기술에 있어서 일본이나 유럽에 없는 기초시공공법 (무기계 그라우팅 공법) 등이 많음 • 보수보강, 증축 등에 활용하는 일본의 마이크로파일 공법 등보다도 더 소형이며 활용도가 높은 스크루 앙커 파일 같은 공법들도 있어 향후 전망 기대됨
중국 (76.0%)	• 자동차, 조선, 해양 등 모든 분야에서 급격한 성장을 하고 있어 한국과의 격차를 좁히고 있으며 최근 반도체, 통신 분야에도 많이 추격함 • 지역별·건물별 편차가 있음 • 인프라가 아직 지속성보다는 양적팽창 단계 • 풍부한 연구 인력과 자본을 바탕으로 교량, 터널, 항만, 특수구조물 등 분야에서 추격하고 있으나 아직은 기술선도국과의 기술격차 존재 • 건설·교통 분야의 중국기술 수준은 최고 기술 보유국이 확보한 기술대비 전체적으로 미흡. 그러나 최근 특허출원과 논문발표 수준이 높게 나타나고 있어 기술격차는 빠른 속도로 줄어들 것 • 홍콩, 심천 등 중국 경제 특구를 중심으로 비약적인 건설기술의 발전이 눈에 띄며, 특히 초고층 기술의 발전은 여러 융합 기술이 활용이 가능한 분야로 기술격차가 크게 줄어듦
일본 (90.0%)	• 최근 기술 능력이 다소 떨어지나 기존의 연구 실적이 축적으로 선도 중 • IoT기반 실물 적용 단계 • EU와 일본의 기술수준의 차이는 미미하다고 판단되나 독일, 프랑스, 영국 등 기술선진국의 수준이 일본보다는 앞서 있음 • 지속적 인프라와 더불어 안전, 안심이 국가 정책기조로 채택됨 • 사회 전반적으로 사회기반연구에 있어서 에너지와 관련된 연구가 많고, 또한 이러한 것을 건설기술에 적용하는 연구도 많음 • 사회기반 시설물의 유지보수기술 분야에 있어서 세계 최고 수준 • 노후 철도교량 등에 레이더를 이용한 비접촉형 진단 방법 등을 통해 한국에서 많이 발생하고 있는 건축물 지반 침하 등을 실시간으로 알 수 있고 지진 등이 발생하여 구조물이 안전한지 확인도 바로 가능 • 노후 철도 선로 개량에 있어서도 빠르게 복구, 새롭게 시공하는 기술 등에 관하여 독보적인 기술 보유

국가 (기술수준)	판단근거
	• 터널 균열 진단 기술도 실시간 80km로 운행하는 차에서 바로 측정할 수 있어 진단기술을 20배 이상 빠르게 진행가능 • 인공 지능을 이용한 건설장비, 인명구조, 해양구조물 건설에 많은 연구와 노하우가 축적되어 있고 실용화가 빠르게 적용 중
EU (92%)	• 최근 기술 능력이 다소 떨어지나 기존의 연구실적 축적으로 선도 중 • 관련된 논문 피인용 회수 및 특허 등 원천기술보유, 연구 활동도 활발 • 모듈화 공법 등 일부기술이 독일과 프랑스 중심으로 발전 중. • EU 공동 연구프로그램의 지향점과 최근 활동 • 독일과 영국을 중심으로 혁신 건설기술을 개발에 대한 노력을 집중하고 있으며, 특히 독일 인더스터리 4.0과 연계된 전략 수행 중
미국 (100%)	• 자유시장 경쟁력 우위 • 지속적인 정부 투자와 관심 • 정보통신 인프라 기반 우월 • 관련된 논문 피인용 회수 및 특허 등 원천기술보유, 연구 활동도 활발 • 건설 산업에 접목 또는 건설 산업의 정체성을 바꿀 수 있는 기초핵심기술이 지속적으로 발전할 수 있는 양질의 인적자원 및 시장이 지속적으로 증가하여 기술적 수월성 계속 유지 • 가장 풍부한 연구 인력을 보유하고 있고, 인프라 구조물과 관련하여 활발한 연구 성과 보임 • 글로벌 건설기술을 선도하는 핵심기술 등에 대한 광범위한 투자를 바탕으로, 세계 건설기술의 중심으로 최근 4차 산업과의 연계하여 미래 건설기술에 대한 선점 노력 • BIM, IoT, 가상현실, 인공지능기술, 빅데이터 자료처리기술, 자율주행기술, 3D프린팅기술 그리고 클라우드 기술 등 디지털 정보기술의 활용과 디지털 요소를 융·복합 형태로 적용된 4차산업 혁명의 기반 기술들을 이용하고 있으며, 이에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있음 • 레이저 스캐너와 드론을 이용한 구조물 3차원 정보와 빅데이터를 활용한 공정 모니터 기술 활용 • 건축생산기술에 있어서도 Tilt-up공법(현장대형 프리케스트 판넬 제작 및 설치 등 조립식 공법)을 현장에 적용하여 기계화 시공을 위한 요소기술을 보유하고 실용화 • 슈퍼콘크리트 기술의 실용화로 장수명 구조물 건설

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국가주도의 연구 및 기술개발에 대한 계속적인 노력과 산업계 및 학계와의 협력시스템 우수 • 원천기술 부족 및 확보 시급 • 개선기술 적용 등의 한계 있음 • 학제 간 융합기술 필요 • 정부주도의 집중 투자 • 자율주행 자동작업이 가능한 건설 중장비 기술 • 성능기반 인프라 구조물 설계기술 • 슈퍼 콘크리트 개발 및 재료 현장 적용기술 • 토목, 건축 구조물 구축기술 • 초고층 시공기술 • 스마트 시티 건설기술 • 신소재, 복합재료 및 특수교량 분야의 기술수준이 향상	• 연구개발 정책방향에 대한 지속성이 부족하고, 특히 4차 산업혁명에 대한 준비 등이 매우 부족 • 항공, 우주 기계, 제조, 공정 • 주기적으로 중점투자분야 변화 • 클라우드 컴퓨팅 기술 • 자동화된 모바일 기술 • 기술수준 향상을 위한 투자비율에 비해 건설, 교통 분야의 기초연구 투자 비율이 다소 낮음 • 로봇기술 연구 미흡 • 4차 산업혁명 기반 연구기술 인력 부족 • 민간기업 연구기술 분야 투자회피 • 국내외 기술 협력 및 인프라 부족 • 대학원의 연구인력 유입이 점차 둔화되어 학문 발전 및 연구개발의 단절을 우려 • 국가 연구개발 사업 일몰제 적용 이후, 4차 산업혁명 시대를 대비한 로드맵 부족 (현재 수립 중)
중국	• 많은 인프라와 자원 등을 바탕으로 다양한 현장 사례와 실 대형 검증에 대한 기술적 노하우를 가지고 있으며, 국가 주도형의 단기적 집중력이 매우 좋음 • 항공, 우주 • 우수한 인적자원 풍부, 경제 성과와 신규 시장 확장으로 관련 분야 개발 동기 및 활동 높음 • 초고층 건설기술 • 지속가능한 인프라 기술을 구축하기 위한 노력은 급상승하고 있으며 이와 관련된 논문 발표도 비교상승 우위에 있음 • 자본과 시장을 바탕으로 기술개발에 과감히 투자. 3D 프린팅 등 첨단기술에도 관심 • 풍부한 연구 인력을 바탕으로 특허와 논문의 양적지표가 최근에 상승 추세	• 국가주도의 목표주의와 획일적인 연구개발로 인해 연구개발 성과가 산업계에 구체적 실현되지 못함. • 환경, 지구, 해양, 나노 소재, 재난 재해, 안전 • 지속적 인프라 분야에 집중된 개발은 아님 • 기초연구 및 응용개발 연구에 많은 노력과 기술 개발 수행하여 급상승하고 있으나 현재까지는 그 기술수준이 다소 미흡 • 특허와 논문 기술경쟁력 상대적으로 미흡 • 전반적인 기술 수준 다소 낮음
일본	• 대규모 재난 등에 대비한 방재 모니터링 및 복구 기술로, 장기적으로 민간과 연계된 국가주도의 기술개발과 연구개발 인력양성이 잘 갖추어짐 • 나노 소재, 재난 재해, 안전 • 국내보다 유지관리, 기술인력 및 인프라에 강점 • 연속성에 기반한 기술개발과 조직적 연계의 시너지 효과	• 급변하는 디지털 혁명시대에 상대적으로 대비가 부족하며, 다자간 협동연구 능력이 상대적으로 부족 • 기계, 제조, 공정, • 클라우드 컴퓨팅 기반 기술 • 건설기술자 부족 및 고령화를 대비하기 위해 지속적인 건설로봇 기술 개발 및 실용화

국가	강점분야	기타
	• 건설로봇을 현장에 적용하기 위해 많은 연구가 진행되어 실용화 하고 있음 • 실시간 인프라 구조물 건전성 모니터링을 위한 임배디드 센서 네트워크 기술 실용화 • 건축물, 토목 구조물 내진설계기술 • 구조물 장수명을 위한 유지관리 기술 • 건축물 성능평가 기술 • 건축부재 제작을 위한 생산 자동화 기술 • 터널, 지하 공간 기술 분야에서 세계 최고의 기술력 보유 • 기계, 로봇 분야의 강점을 바탕으로 무인건설기계 장비를 현장에 적용하는 등 첨단 기술개발 및 적용에 적극적	• 4차 산업혁명의 기반기술 개발에 투자가 이루어지고 있음 • 인프라 부족
EU	• 글로벌 기준에 대한 기술개발을 꾸준히 추진 중이며, 다국적 협력체계로부터의 다양한 전문가 참여와 연구개발 활동 우수 • 환경, 지구, 해양, 에너지, 자원, 극한기술 • EU 공동대응노력 강화 • 서부 및 북부 유럽국가가 보유한 세계적 경쟁력 • 지속적 인프라에 대한 강조는 2000년대 초부터 시작 • 모듈화 기반 인프라 구조물 건설 기술 • 지속적인 에너지 제로화 기술개발 • 4차 산업혁명의 기반기술 개발에 투자 • 고효율 에너지 제어기술 • 도심지 지하공간개발 건설기술 • 다차원 건설정보 생성을 통한 인프라 구조물 공정 및 정도 관리 기술 • 건설부재 제작을 위한 생산 자동화 기술 • 굴삭기, 휠 로더, 덤프트럭 등에 자동충돌방지 기술 개발 실용화. • 독일, 프랑스, 영국, 네덜란드 등 유럽 국가는 여전히 높은 기술력 보유 • 전통적으로 시설물 분야에 세계 최고 수준의 기술력 보유, EU설계 기준에 반영 • ICT 기술을 융합하여 모듈러 건축, 3D 프린팅 등 첨단 기술에 투자하여 성과 창출	• 다국적 연구체계로 인한 투자 및 의사결정에 대한 시스템 보완이 요구됨. • 기계, 제조, 공정 • 자동화기술, 클라우드 컴퓨팅 기반 인프라, 구조물 생애주기 관리 기술
미국	• 지속적인 연구개발투자로 글로벌 선도를 유지하면서 특히 타 분야와의 복합 융합기술이 활성화돼 응용개발의 협동연구 우수. 다양한 분야의 우수한 인재풀이 깊음	• 민간주도의 기술개발의 성과주의로 인하여 보다 장기적인 R/D 전략 부재 • 제조 • 지속가능한 인프라 유지•구현하기 위한 국가

국가	강점분야	기타
	• 항공, 우주, 바이오, 의료, 에너지, 자원, 극한 기술 • 지속가능한 인프라의 핵심기술의 근간이 되는 IoT, Cloud Computing, Big Data, Mobile 분야에서 기술 수월성, 인적 자원, 신규 시장 규모 등에서 세계 최고 수준 • 자동화 기술, 클라우드 컴퓨팅 기반 기술 • 초고층 설계 핵심기술 • 성능기반 인프라 구조물 설계기술 • 다차원 건설정보 생성을 통한 인프라 구조물 공정 및 정도 관리 기술 • 클라우드 컴퓨팅 기반의 인프라 구조물 생애주기관리 기술 • 모듈화(조립식 공법)기반 인프라 구조물 건설기술 • 건설부재 제작을 위한 생산 자동화 기술 • 자율주행 및 자동작업이 가능한 건설 중장비 기술 • 풍부한 인구인력을 보유하고 있으며 연구 장비, 시설 등 강력한 인프라 • 교량, 터널, 항만, 특수구조물 등 시설물 분야에서 세계 최고의 기술력 보유	재정 투자 부족 • 도심지 대공간 개발 건설기술 • 기술수준변화: BIM, IoT, 가상현실, 인공지능 기술, 빅데이터 자료처리기술, 자율주행기술, 3D프린팅기술 그리고 클라우드 기술 등 디지털 정보기술의 활용과 디지털 요소를 융·복합 형태로 적용된 4차 산업혁명의 기반 기술 이용 • 미국의 연방지원 연구비는 상당기간 줄어드는 추세

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	4위	1위	2위	3위	5위

	정책제언
국내협력 촉진	• 각 학계 및 정부, 기업 등 모든 분야가 연계된 프로젝트 추진 • 국내외 협력 증진은 국제적인 중요도가 높고 협력창구는 신뢰할 수 있는 국가 공공기관이 주관 기관으로 참여 • 중소기업의 필수 기술인력 확보, 개발 자금, 개발된 기술의 상용화를 위한 지원 등을 확대하여 개발되는 미래기술이 대기업이 아닌 중소기업을 통해 정착할 수 있는 방안 모색. 특히, 발주청 등이 개발되는 기술의 현장적용을 위한 적극적인 수용자세 필요. 건설현장의 경우 새로운 기술 적용에 대해 매우 보수적인 자세를 보여 좋은 기술들이 실용화에 어려움을 겪는 경우가 많아 상대적으로 대기업 대비 중소기업의 기술화, 사업화에 많은 애로사항 존재 • 국내 관련 사업자 공동 기술개발을 통한 선진국 기술격차 해소

	정책제언
	• 관련 기술보유기관 TR 확보 및 경쟁력 강화를 위한 제도적 지원 • 이종 기술 분야간 활발한 교류 추진: 건설 분야와 IT, 로봇 등 타 분야와 교류할 수 있는 토대 구축 • 국내 전문가들을 발굴하고 민·관·학 상호 교류를 통해 협력 증진
국제협력 촉진	• 한국형 모델의 국제화를 통한 기술 수출 및 이전 • 국제 기술 발전 분야에 대한 국내 소개, 국내 기술과의 비교 등을 할 수 있는 일원화된 창구 • 원천기술이 부족한 클라우딩 컴퓨터 기반이나 초대형 비정형 부제제작기술, 대형부재의 3D프린터, 무선 센싱과 에너지유지 부분 등에 대한 적극적인 국제 협력 • 해외 선진사 기술 벤치마킹 • 국내 설계 기준의 국제화: 미국, 유럽 등 선진국의 설계 기준을 적극 도입하고, 국내 설계기준을 국제 기준으로 인정받을 수 있도록 적극적 노력 • 학회를 중심으로 국내외 교류와 기업의 전문가 발굴을 통한 국제협력을 촉진으로 기술 다변화 및 기술 발굴
인력양성 및 유치	• 좀 더 창조적인 인력 구성 • 원천기술 및 개발된 기술 구현을 할 수 있는 필수인력양성을 학교와 연계하여 장기적이고 꾸준한 계획 수립 • 해당 미래형 기술의 실효적 적용을 위해 전통적 기술전문가의 융합기술 주도와 신기술분야 전문가의 협업 필요. 이를 위한 교육 및 교우의 기회 확대. 반대의 경우, 4차 산업 신기술의 인프라 시장 진출에서 산업 핵심요소가 되지 못하고, 가능성만 가진 주변 요소로 남게 됨 • 관련 인력양성을 위한 전문자격 신설 • 제도적 지원을 통한 관련 전문가 활동 확대 • 고급 엔지니어 양성, 기술자 우대를 위한 범부처 협력: 계획, 설계 등 고부가 가치 엔지니어링 산업을 육성하기 위한 고급 엔지니어 우대, 수준 향상을 위한 프로그램 개발 등 • 인프라 구축을 통하여 인력양성 체계화 • 해외 전문가 국내 기관 초빙
인프라 구축	• 지속가능한 구조물 건설기술 관련 인프라 구축, • 발전 가능한 4차 사업을 중심으로 IT분야 중점 투자 및 시장 확대 • 관련 연구, 산업시설에 대한 인프라 구축은 향후 대단위 투자로 이어질 경우 모델이 될 수 있으며 추진과정 중 문제점 개선, 개발에도 필요 • 개발 관련된 기술에 대한 대규모 실사 실험이 가능한 인프라 구축 • 건설현장 기술보급 확대를 위한 제반 인프라 구축 • 국가 연구개발 사업으로 투자하여 구축한 1단계, 2단계 대형 실험시설과 장비를 공동 활용하여 연구개발비의 효율적 투자가 가능한 시스템 구축 • 주요 국가 프로젝트 추진을 위한 TFT 구축 • Geography information system 등의 시스템의 조기 구축 지원
법·제도 개선	• 법·제도 개선 통해 지속가능한 구조물 건설기술의 필요성 및 당위성 확보 • 학계, 정부, 기업 등 모든 분야에 대한 연계가 될 수 있는 체제 개선 • 법이나 제도가 미비하여 개발기술의 실증시험을 할 수 없거나 현장에 적용할 수 없을 수도 있으므로 연구과정에서 세부 요소기술 뿐만 아니라 관련법이나 제도를 개선할 수 있는 부분도

	정책제언
	연구내용에서 적극적으로 제안하여 빠른 시간에 적용할 수 있도록 관련 프로세스의 구비 필요 • 건설 사업에 기술우위의 신기술 적용 확대와 상용화를 저지하는 계약환경의 전반적 장애 개선: 기술우위의 제안보다 비용 효율성이 거의 획일적으로 시장 지배. 새로운 기술 선택은 공정성과 책임소재를 이유로 소극적 • 발주 제도를 공사비에서 기술력 위주로 개편: 최저가 낙찰제 등 공사비 위주의 제도를 개선해 기술력 비중을 높일 수 있도록 관련 법•제도 보완 • 신기술 육성사업과 인력양성을 위한 지속적인 지원과 세제해택이 주어지도록 제도 지원 • 원천기술이 부족한 기술 부분에 있어서 정부차원의 연구비 확대도 필요하지만 제도적으로 큰 흐름이 바뀌어도 원래 계획했던 연구를 진행하여 결과를 낼 수 있도록 제도적 보완
연구비 확대	• 연구비 확대에 의한 법과 제도 개선 시행을 통하여 지속가능한 인프라 구조물 건설기술 개발 토대 마련 • 연구와 현장 적용이 바로 접목될 수 있는 분야 투자 확대 • 막연한 연구비 확대 또는 산발적 나눠 먹기식의 연구는 효과창출에 제한적일 수 있어 충분한 역량을 가진 연구단체·조직에 선택과 집중으로 투자 • 기술자체의 개발보다 관련 기술의 시장진입 확대를 위한 법·제도 개선방안 위주의 연구수행 • 건설 분야의 국가연구개발비 투자에 대한 인식을 개선할 필요가 있으며, 민간기업의 적극적인 연구비 투자 유도를 위한 정책 개발 • 핵심기술을 양성하기 위하여 우선 육성해야 할 요소기술을 선택과 집중하고 융·복합 기술이 사회 전반에 걸쳐 뿌리가 내리도록 연구비 확대지원
기타 의견	• 지속가능한 구조물 건설기술 관련 인프라에 의한 인력 투입을 통해 한국형 모델 구축 • 지속가능한 구조물 건설기술 분야 중 비파괴검사법을 이용한 진단 규준 제정이 필요하며, 이를 기반으로 다양한 진단기법 개발 및 적용이 활성화되어야 인력기반에서 정보 통신 기반으로 이동할 수 있음 • 신재료, 성능개선재료 등 재료분야에 대한 연구개발 지원 • 타 분야의 융합을 통한 미래기술 획득이 충분히 강조되고 있어, 지속가능한 인프라의 핵심인 "기본 또는 전통적 핵심엔지니어링 기술"의 개선과 발전을 위한 연구개발 지원 • 최근 Virtual Factory Smart Factory, Digital Twin 등 생산 분야에서는 가상공장의 구현. 이를 이용한 다양한 기술개발 접근이 이루어지고 있음. BIM 구현확대를 통한 다양한 연구개발 방향 설정 가능 • 이종 기술 분야 간 활발한 교류 추진 • 디지털 트랜스포메이션과 인공지능 및 빅데이터 처리기술을 건설기술에 접목하고 이를 활용하기 위한 융복합 기술협력

다 주요 분석 결과 요약

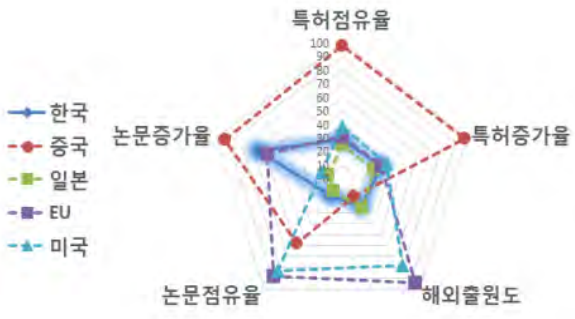
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학기술명	지속가능한 인프라 구조물 건설기술	4,932	2,947	153.0%	202.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

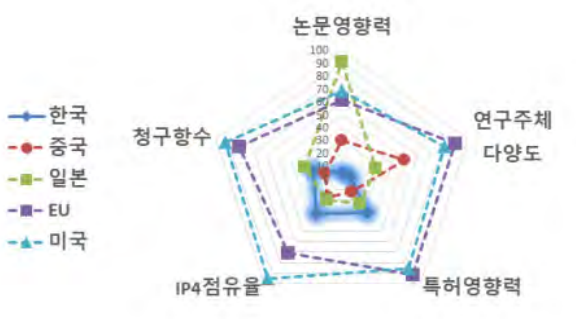
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	일본	EU
	35.1%	61.4%	10.6	14.1
한국	4위	4위	5위	3위
	6.2%	8.7%	6.3	7.0
5개국 평균[2]	-	-	8.8	12.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

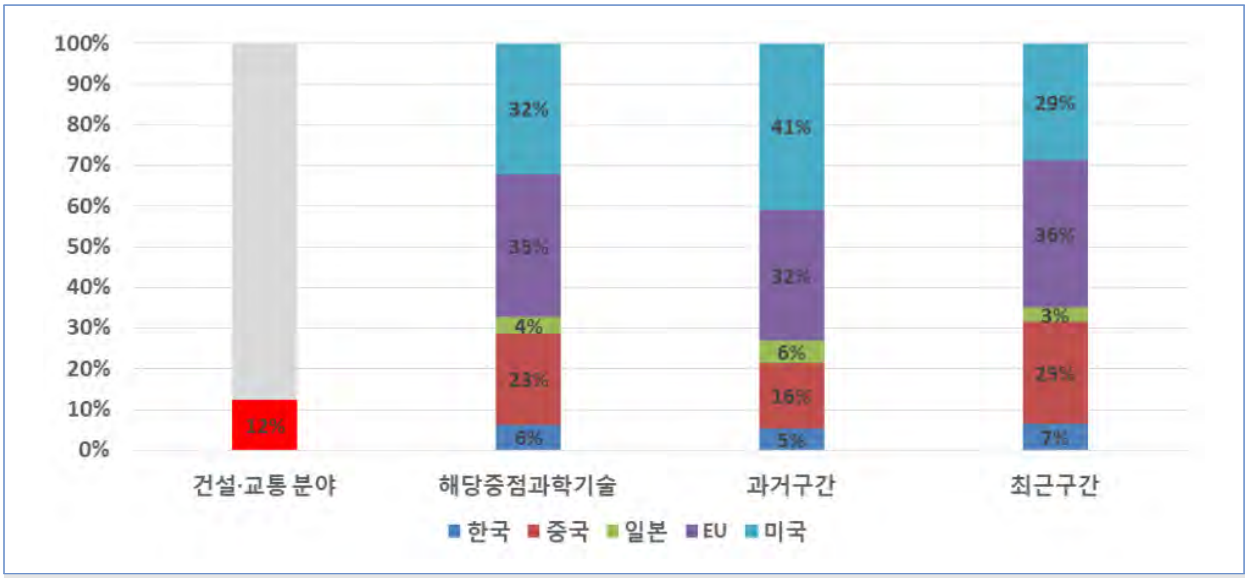
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.2%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(6.3)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(35.1%), 미국(32.1%), 중국(22.6%), 한국(6.2%), 일본(4.0%) 순이며, 논문 증가율은 중국(297.8%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 일본(10.6), 미국(9.3), EU(9.1), 중국(7.9), 한국(6.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(8.7%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(7.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(61.4%), 미국(14.1%), EU(10.0%), 한국(8.7%), 일본(5.8%) 순이며, 특허 증가율은 중국(511.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 EU(14.1), 미국(12.9), 한국(7.0), 일본(5.9), 중국(4.3) 순이며, IP4 점유율은 미국(17.0%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.2%	22.6%	4.0%	35.1%	32.1%
	논문 증가율	202.6%	297.8%	54.5%	185.7%	77.2%
	논문 영향력	6.3	7.9	10.6	9.1	9.3
	연구주체 다양도	0.82	0.90	0.87	0.97	0.95
특허 분석	특허 점유율	8.7%	61.4%	5.8%	10.0%	14.1%
	특허 증가율	36.1%	511.8%	1.2%	38.7%	59.0%
	해외출원도	0.6	0.0	0.7	4.5	3.1
	특허 영향력	7.0	4.3	5.9	14.1	12.9
	IP4점유율	3.1%	0.1%	0.6%	9.5%	17.0%
	청구항수	3.5	2.6	4.1	8.0	9.5

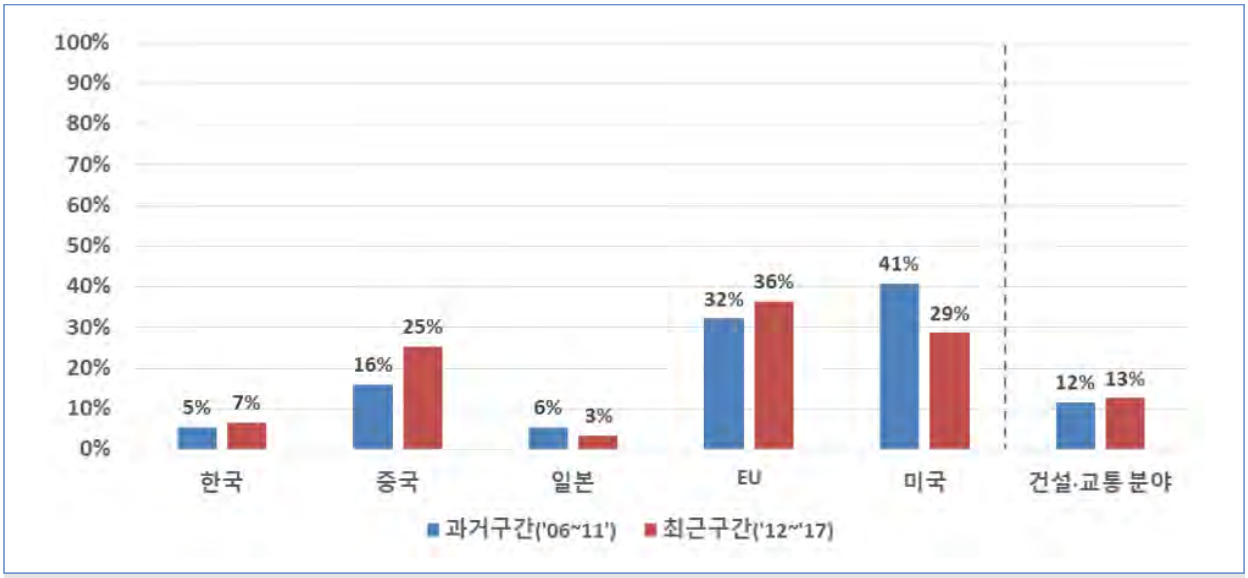
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지속가능한 인프라 구조물 건설기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1732건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지속가능한 인프라 구조물 건설기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 12%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

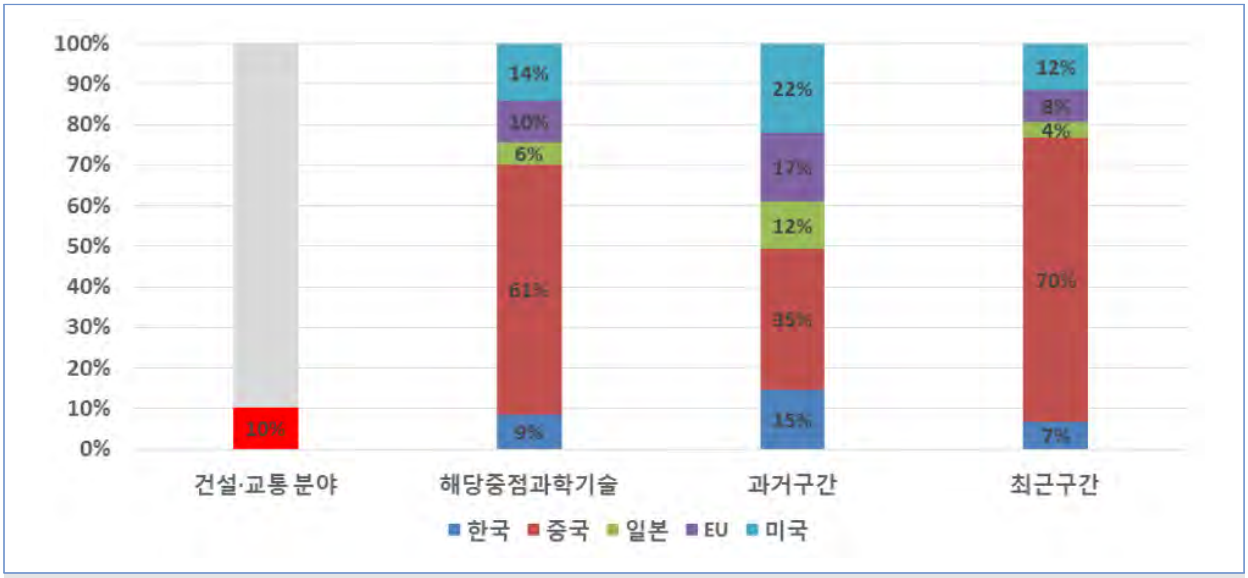


● 지속가능한 인프라 구조물 건설기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 202.6%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	76	230	306	202.6%
중국	224	891	1,115	297.8%
일본	77	119	196	54.5%
EU	449	1,283	1,732	185.7%
미국	571	1,012	1,583	77.2%
전체	1,397	3,535	4,932	153.0%

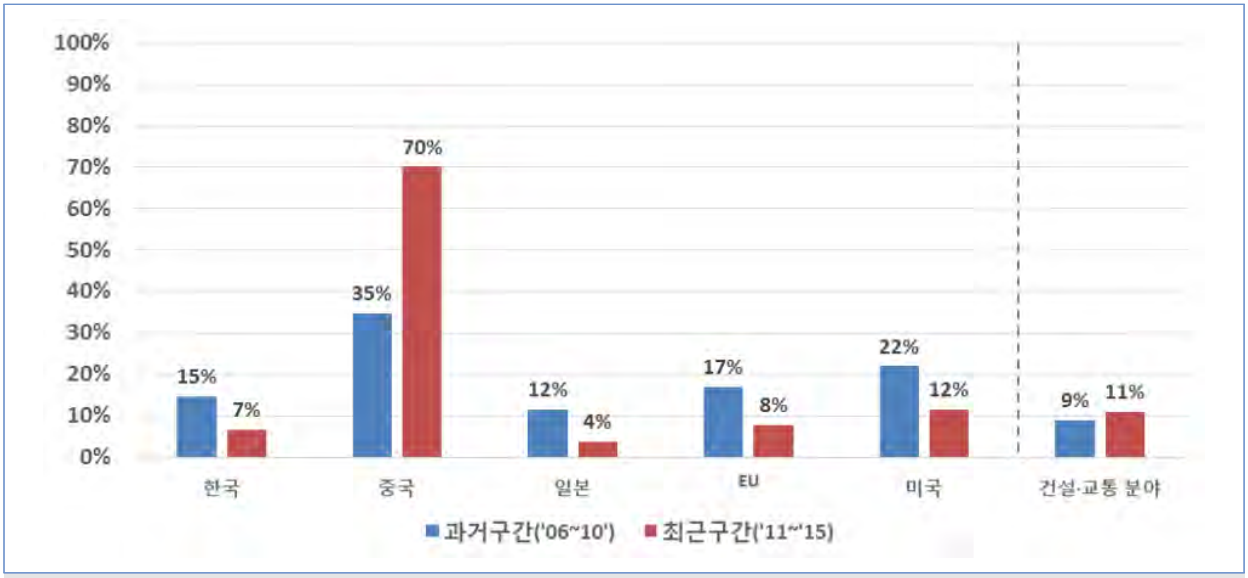
(4) 특허 점유율(전체)



- 지속가능한 인프라 구조물 건설기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1808건으로 전체 특허의 61%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, EU, 한국, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지속가능한 인프라 구조물 건설기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 10%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



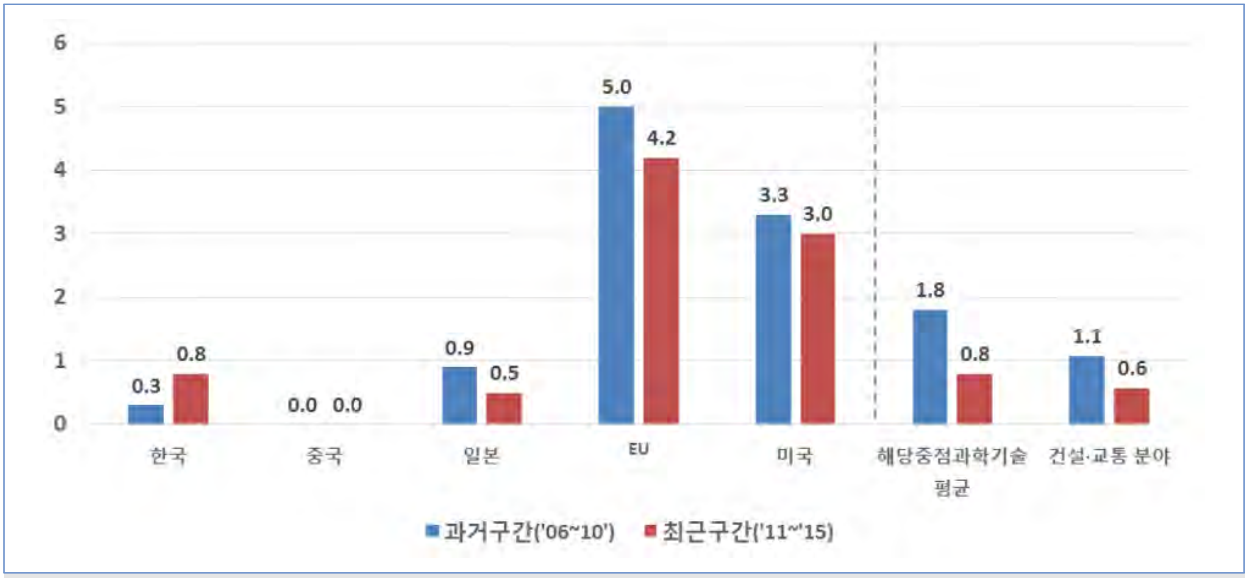
● 지속가능한 인프라 구조물 건설기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 36.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	108	147	255	36.1%
중국	254	1,554	1,808	511.8%
일본	85	86	171	1.2%
EU	124	172	296	38.7%
미국	161	256	417	59.0%
전체	732	2,215	2,947	202.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

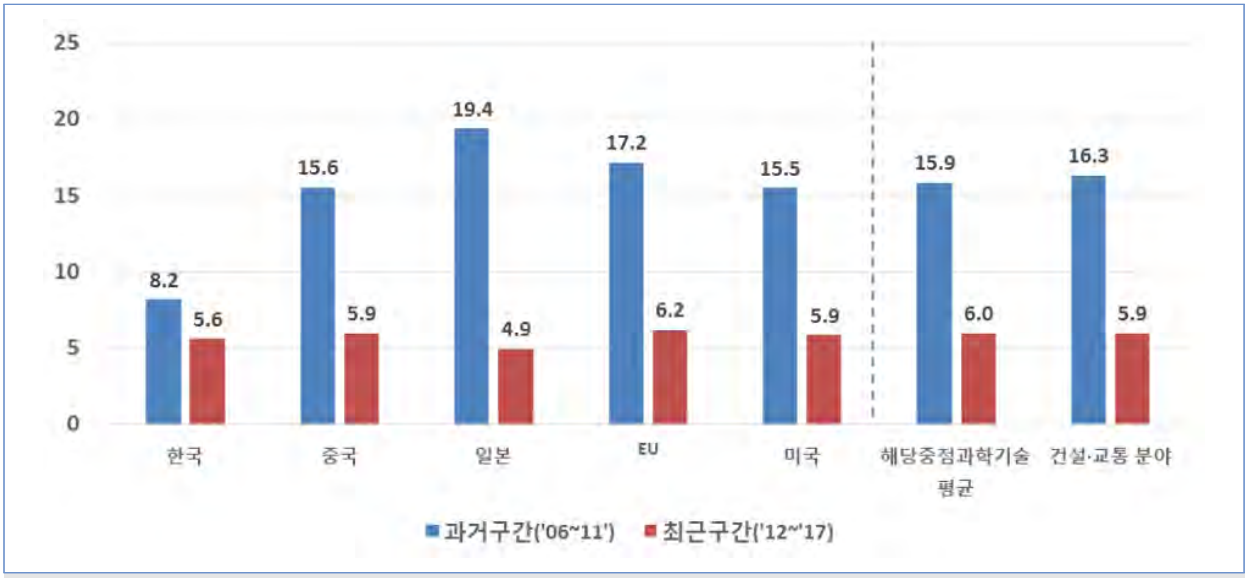
(7) 특허 해외출원도[6)]



- 지속가능한 인프라 구조물 건설기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

마 기술력(질적) 분석

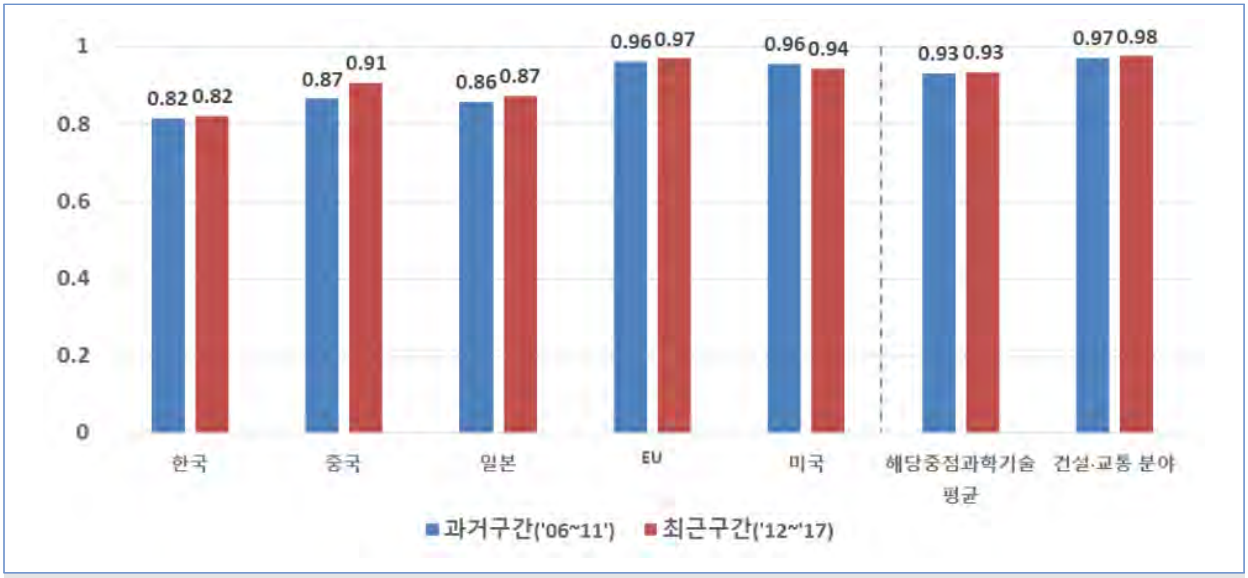
(1) 논문영향력



- 지속가능한 인프라 구조물 건설기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

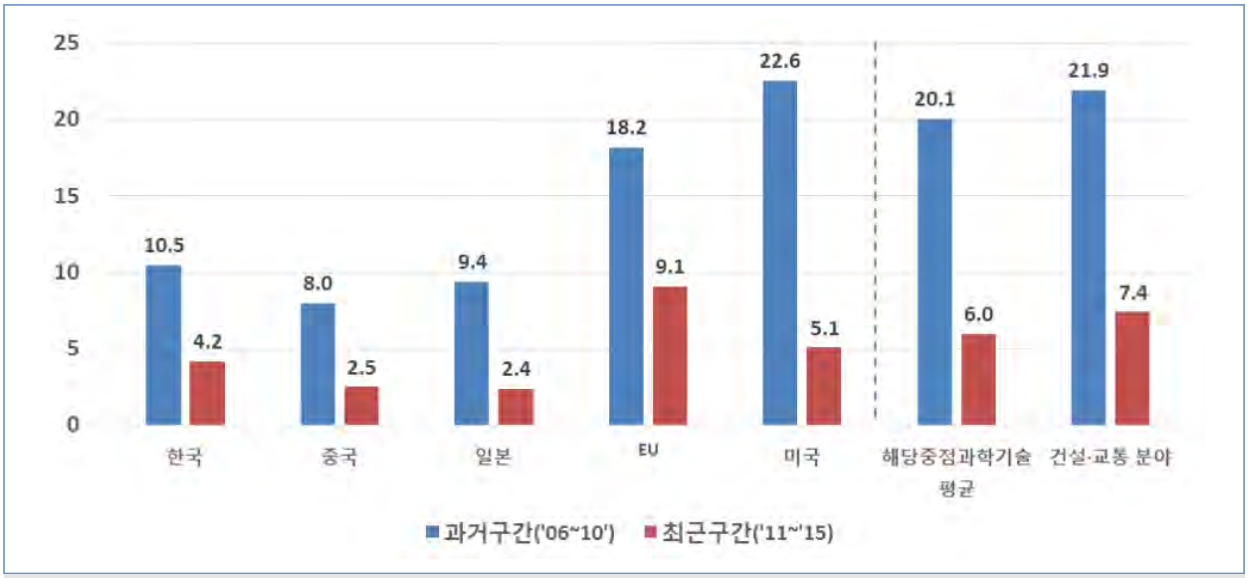
6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

(2) 연구주체 다양도



● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



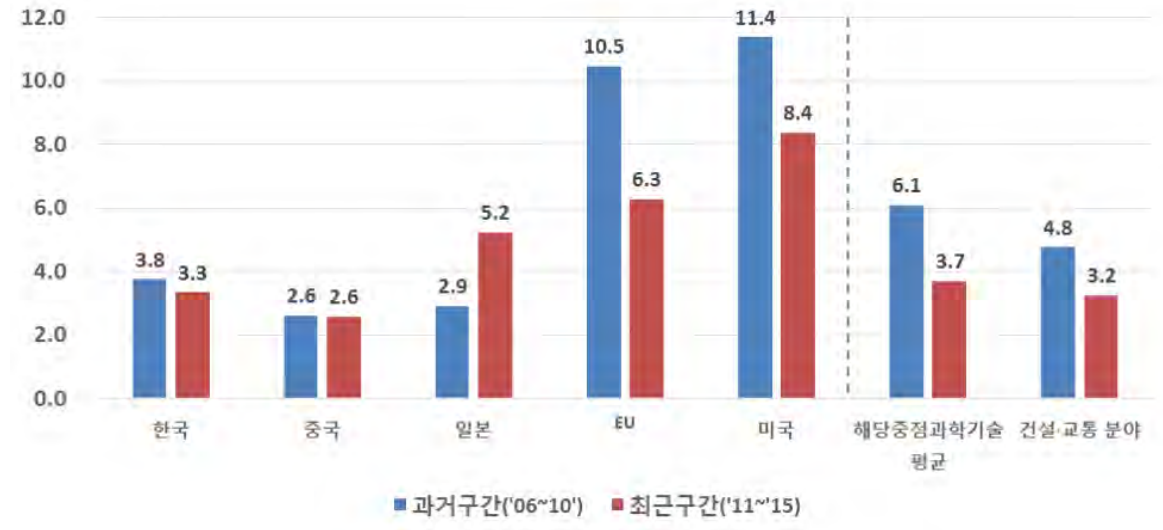
● 지속가능한 인프라 구조물 건설기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지속가능한 인프라 구조물 건설기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 지속가능한 인프라 구조물 건설기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

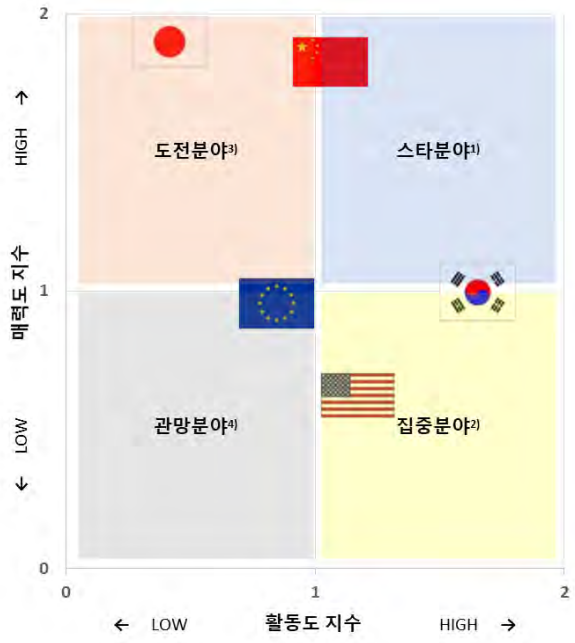
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

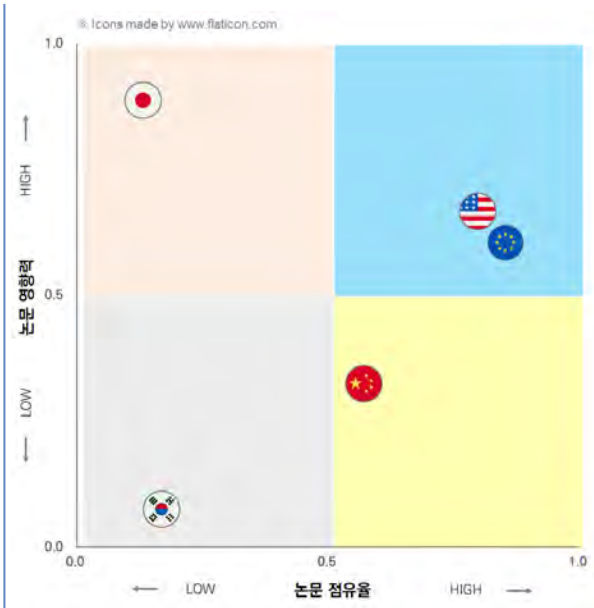
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지속가능한 인프라 구조물 건설기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

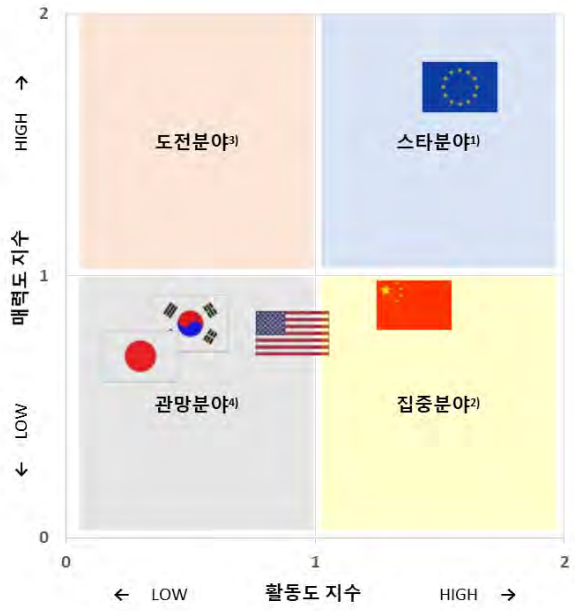


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

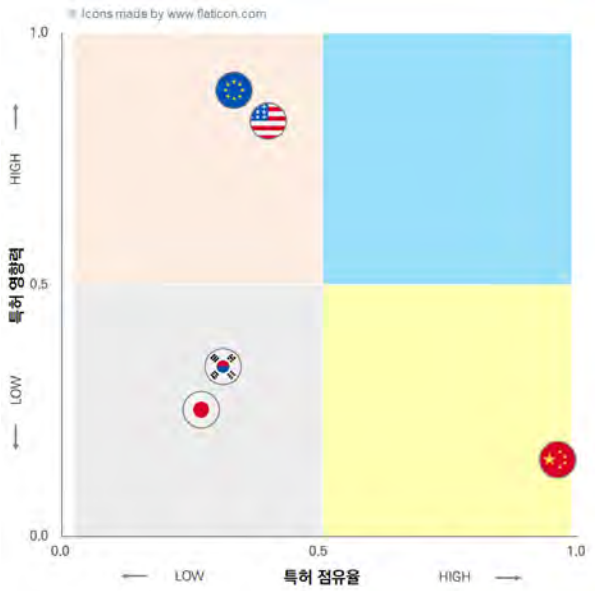
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지속가능한 인프라 구조물 건설기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TSINGHUA UNIVERSITY(0.67%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '연세대학교'가 6.54%(글로벌 점유율은 0.41%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.96%	0.67%	130.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.02%	0.65%	46.15%
3	TONGJI UNIVERSITY	중국	2.51%	0.57%	200.00%
4	UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA-CHAMPAIGN	미국	1.58%	0.51%	1,050.00%
5	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	1.97%	0.45%	2,000.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	6.54%	0.41%	300.00%
2	HANYANG UNIVERSITY	6.54%	0.41%	200.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.25%	0.26%	233.33%
4	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	3.59%	0.22%	1,000.00%
5	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	3.59%	0.22%	75.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.96%	0.67%	130.00%
2	TONGJI UNIVERSITY	2.51%	0.57%	200.00%
3	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.97%	0.45%	2,000.00%
4	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	1.61%	0.36%	1,600.00%
5	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.52%	0.34%	1,500.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	5.61%	0.22%	75.00%
2	TOHOKU UNIVERSITY	3.06%	0.12%	100.00%
3	KYOTO UNIVERSITY	2.55%	0.10%	-75.00%
4	WASEDA UNIVERSITY	2.04%	0.08%	300.00%
5	HOKKAIDO UNIVERSITY	2.04%	0.08%	300.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.10%	0.39%	433.33%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.98%	0.34%	42.86%
3	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	0.87%	0.30%	175.00%
4	UNIVERSITY OF READING	0.81%	0.28%	150.00%
5	LULEÅ UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.75%	0.26%	233.33%

6 미국

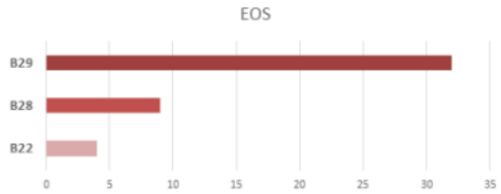
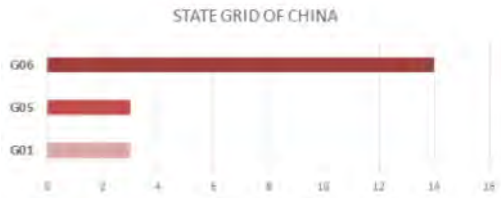
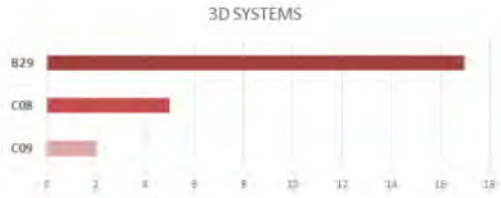
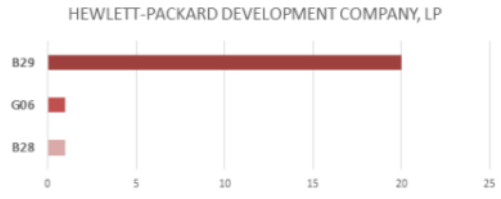
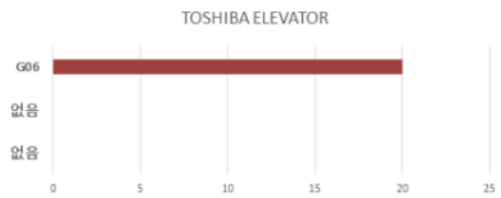
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.02%	0.65%	46.15%
2	UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA-CHAMPAIGN	1.58%	0.51%	1,050.00%
3	UNIVERSITY OF FLORIDA	1.07%	0.34%	366.67%
4	STANFORD UNIVERSITY	1.07%	0.34%	366.67%
5	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	1.07%	0.34%	225.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 EU의 'EOS(1.97%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국건설기술연구원'이 3.14%(글로벌 점유율은 0.27%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'EOS'는 B29(플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반)에 해당하는 특허를, '한국건설기술연구원'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

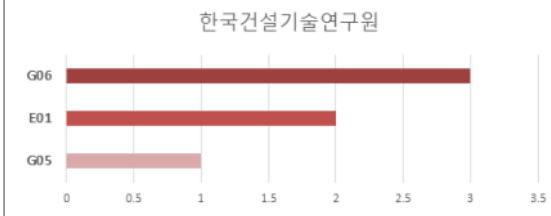
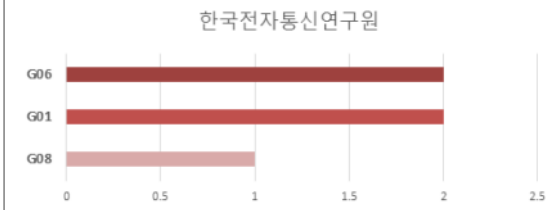
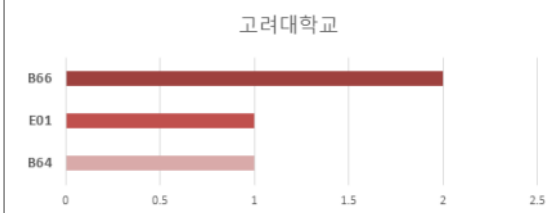
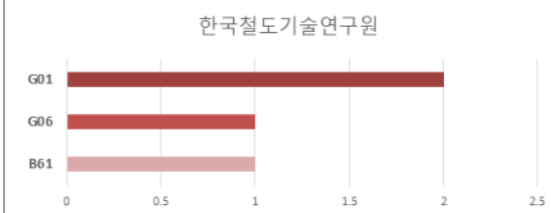
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	EOS	EU	19.59%	1.97%	-34.29%
2	STATE GRID OF CHINA	중국	1.55%	0.95%	2,700.00%
3	3D SYSTEMS	미국	6.47%	0.92%	7.69%
4	HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY, LP	미국	5.28%	0.75%	900.00%
5	TOSHIBA ELEVATOR	일본	11.70%	0.68%	1,900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
		B22	주조; 분말야금
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		G01	광학
3		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
4		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

2 한국

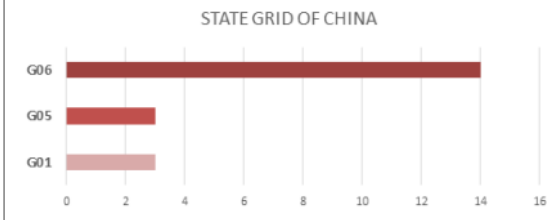
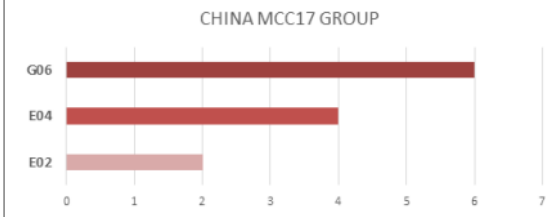
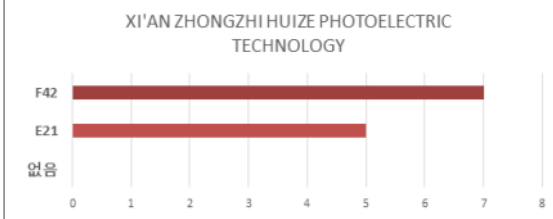
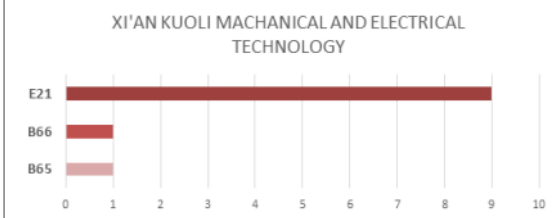
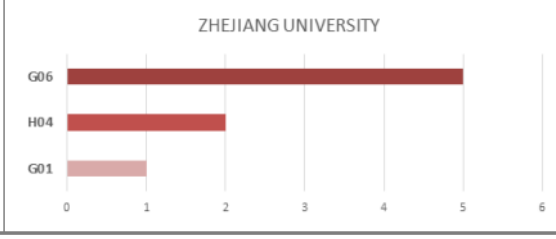
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국건설기술연구원	3.14%	0.27%	200.00%
2	한국전자통신연구원	2.75%	0.24%	150.00%
3	성균관대학교	1.57%	0.14%	0.00%
4	고려대학교	1.57%	0.14%	0.00%
5	한국철도기술연구원	1.57%	0.14%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E01	도로, 철도 또는 교량의 건설
		G05	제어; 조정
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G08	신호
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		–	–
4		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		E01	도로, 철도 또는 교량의 건설
		B64	항공기; 비행; 우주공학
5		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B61	철도

3 중국

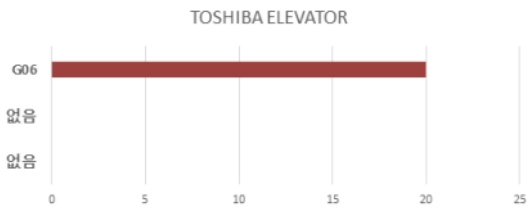
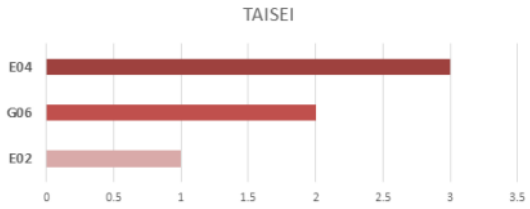
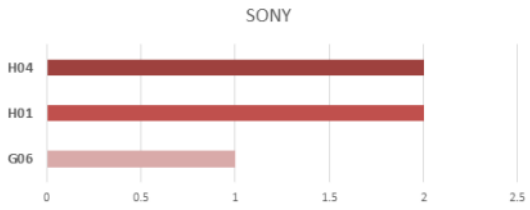
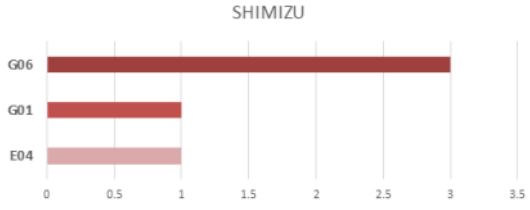
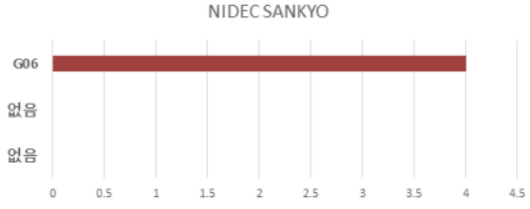
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	1.55%	0.95%	2,700.00%
2	CHINA MCC17 GROUP	0.94%	0.58%	1,600.00%
3	XI'AN ZHONGZHI HUIZE PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY	0.66%	0.41%	1,100.00%
4	XI'AN KUOLI MACHANICAL AND ELECTRICAL TECHNOLOGY	0.61%	0.37%	1,000.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.61%	0.37%	20.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E04	건축물
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
3		F42	탄약; 폭파
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		–	–
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학

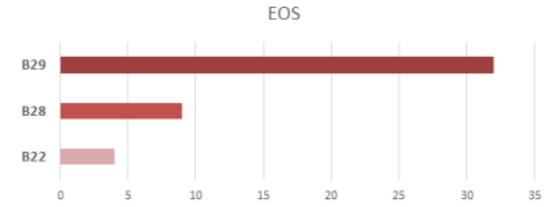
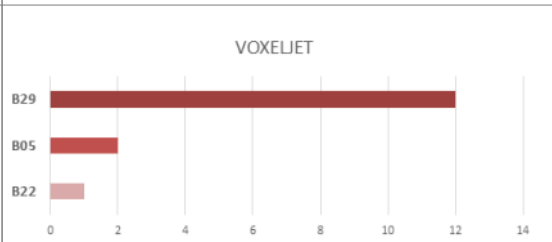
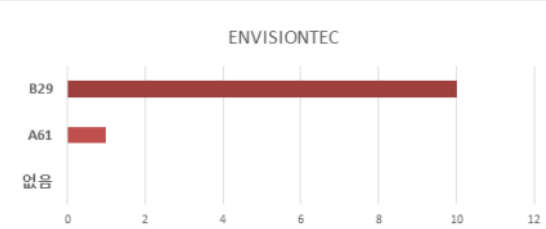
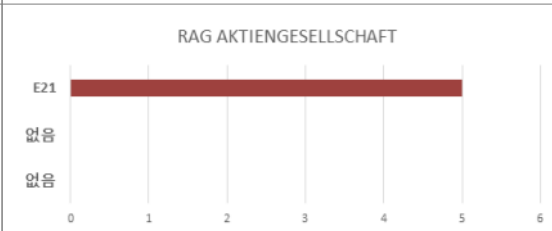
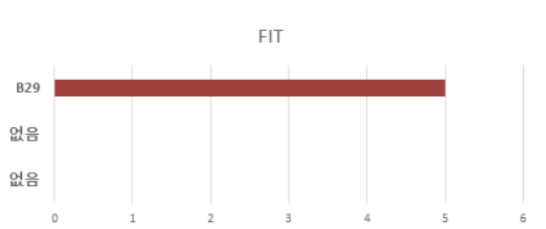
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA ELEVATOR	11.70%	0.68%	1,900.00%
2	TAISEI	3.51%	0.20%	400.00%
3	SONY	2.92%	0.17%	-33.33%
4	SHIMIZU	2.92%	0.17%	-75.00%
5	NIDEC SANKYO	2.34%	0.14%	-66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		E04	건축물
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
3		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		E04	건축물
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

5 EU

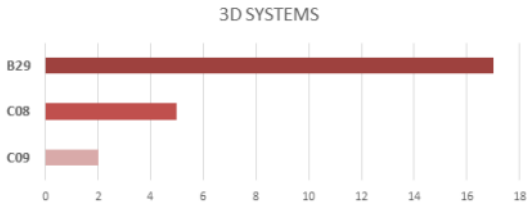
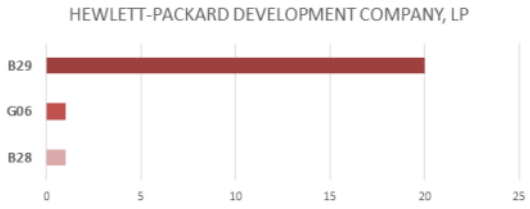
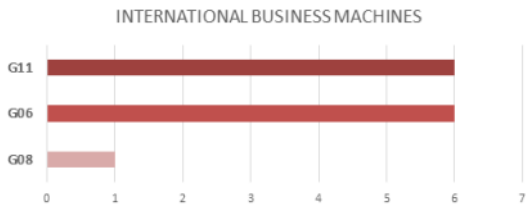
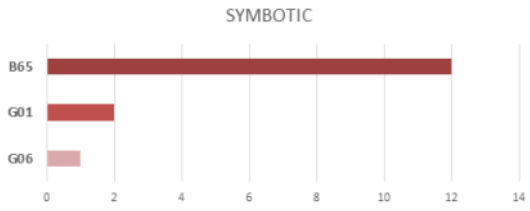
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	EOS	19.59%	1.97%	-34.29%
2	VOXELJET	5.07%	0.51%	1,400.00%
3	ENVISIONTEC	3.72%	0.37%	-77.78%
4	RAG AKTIENGESELLSCHAFT	1.69%	0.17%	-100.00%
5	FIT	1.69%	0.17%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
		B22	주조; 분말야금
2		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
		B22	주조; 분말야금
3		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		-	-
		-	-
5		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	3D SYSTEMS	6.47%	0.92%	7.69%
2	HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY, LP	5.28%	0.75%	900.00%
3	STRATASYS	4.32%	0.61%	-71.43%
4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	3.84%	0.54%	-40.00%
5	SYMBOTIC	3.60%	0.51%	175.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
2		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
3		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
4		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
5		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

08 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술



08 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술

중점과학기술 개요

- 국가 인프라 상세 정보(이력, 상태, 환경 등)를 활용하여 인프라 안전수준 및 미래 수명을 예측하고, 인프라 맞춤형 조치 방안을 제시하기 위한 기술
- 30년 이상 노후시설물이 향후 15년 이내 9배 이상 증가가 예상되며, 막대한 인력 및 예산 투입이 불가피한 바, 이에 사전 대비하기 위한 무인·자동화·고효율 인프라 유지관리 기술
- 예시로, 인프라 자가진단·점검기술, 빅데이터 기반 시설물 성능평가·예측기술, 예방적 유지관리 조치·대응 기술 등

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

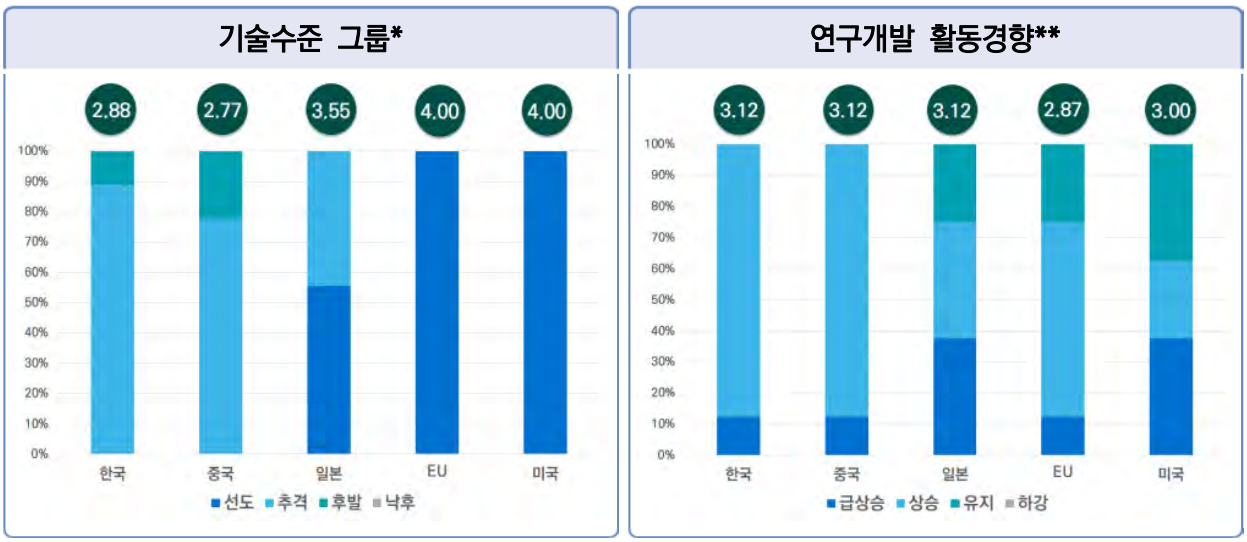
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	77.0	4.0	추격	보통	보통	상승
중국	70.0	4.3	추격	보통	우수	상승
일본	88.0	2.0	선도	우수	우수	상승
EU	94.0	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	76.5	4.3	77.0	71.0	80.0	10.1	4.0	3.5	4.5	0.8
중국	70.5	4.8	70.0	67.0	71.0	3.8	4.3	3.8	5.5	1.3
일본	89.0	2.0	88.0	87.0	90.0	10.8	2.0	1.5	2.0	0.8
EU	94.0	0.8	94.0	87.0	95.0	6.2	1.0	0.3	1.5	0.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0

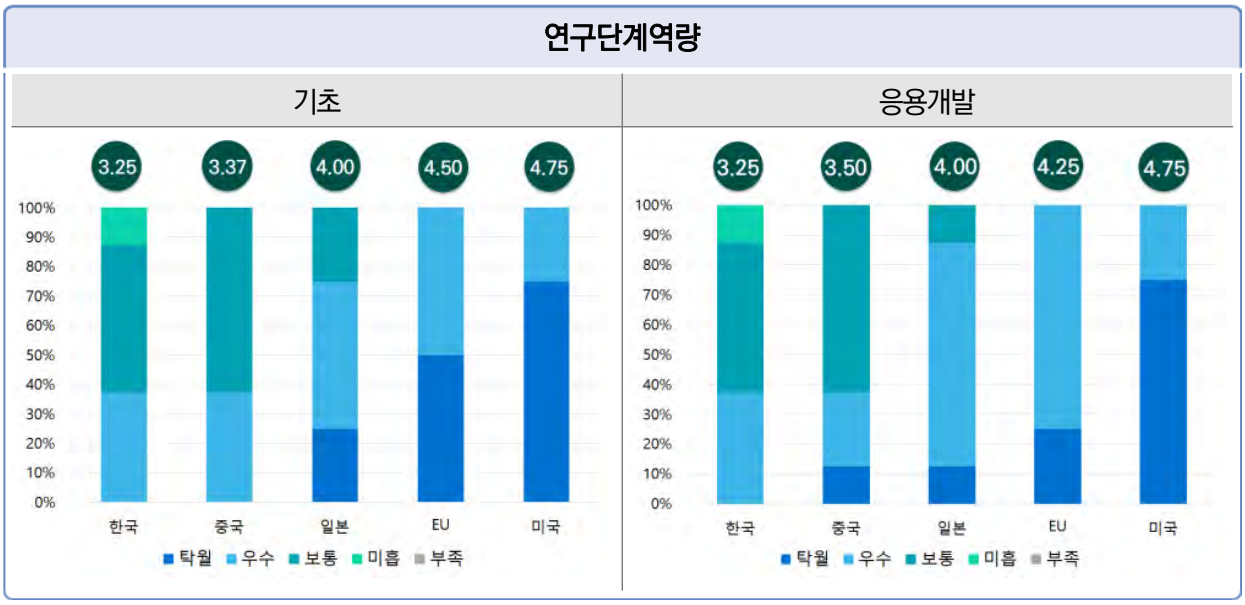
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (77.0%)	• 국가 빅데이터 정보센터 등 국가적으로 플랫폼은 갖추어져 있으나 연구기반이 약함 • 성능평가 도입 등, 인프라 유지관리에 예방적 개념을 도입한 연구가 최근 활발히 진행 • 필요성에 대한 인식 확대 • 일본, 중국과 마찬가지로 인공지능, 빅데이터, 클라우드 기술에서 논문평가와 특허평가가 선진국에 비해 상당한 격차를 보이는 것으로 나타남. 미국 내 등록된 특허의 기술력 지수는 8위 수준. 유지관리 부분은 94년 성수대교 붕괴를 계기로 1, 2종 시설물은 한국시설안전공단이, 고속도로, 국도 등은 도로공사와 건설연 등이 관리/모니터링 진행. 최근에 유지관리에 많은 관심을 갖고 있긴 하지만 노후 시설물이 선진국에 비해 많지 않아 이 부분에 대한 시행착오가 아직 적으며, 운영 및 유지관리를 국내에서 도로공사 중심으로 진행됨에 따라 대형 건설사의 운영/유지관리 역량이 선진사인 미국, 유럽에 비해 현격한 격차를 갖고 있음. 급격하게 진행할 노후교량 등의 관리에 대해 현재 관련 R&D를 진행 및 준비 중. 시특법 개정 등을 통해 성능중심의 유지관리 체계를 도입하는 등 유지관리 대응을 위해 노력 중 • 무인화 점검 진단 기술 부분에서 상당부분 기술수준을 향상시킴 • 최근 관련 기술개발 및 빅데이터 구축 관련 사업을 통해 관련분야 기술수준 향상
중국 (70.0%)	• 필요성에 대한 인식 확대 • 인공지능, 빅데이터, 클라우드 기술에서 우리나라 수준과 비슷한 수준. 유지관리 분야의 미국 내 특허 출원인의 국적 분포에서 우리나라보다 높은 5-6위권 유지. ENR 랭킹에 contractor 순위 1-4위에 중국업체가 유지하고 있지만 이 건설사는 운영까지 하는 건설사는 아니고 자국 내 공사를 중심으로 우리나라와 유사한 건설 중심의 contractor. 또한 중국내 신규 인프라 시설물이 많아서 유지관리 쪽에 기술이 높다고 보긴 어려우나 홍콩 쪽에 특수교 유지관리 모니터링은 노하우가 많이 축적되어 있음. 연구개발 쪽에 많은 연구 등이 진행되고 있으나, 신규 시설물이 상대적으로 많아 유지 관리 쪽 관심도는 높지 않음 • 최근 관련 연구진의 활발한 연구를 토대로 연구결과들 제시 • 원천기술 확보를 위한 국가적 투자 및 정부 규제가 완화
일본 (88.0%)	• 유지관리부분에서 선제적 투자를 하며, 미국 등을 근소한 차로 추격 • 상세 예방적 유지관리 추진 중 • 일본은 인공지능, 빅데이터, 클라우드 기술에서 우리 수준과 비슷한 수준, 혹은 다소 높은 위치. 미국 내 등록된 특허의 기술력 지수를 살펴보면 한국보다 낮은 9위로 평가됨. 일본은 인프라 구축이 우리나라보다 훨씬 오래되고 강진 구역에 따라 인프라 관리를 체계적으로 오래동안 잘 관리되어 오고 있음. 2012년 sasago 터널 붕괴 후 SIP 프로그램을 통해 국가차원에서 진단, 유지관리 지능화에 노력 중이어서 기술력이 선도그룹에 가까운 수준. 일본은 시설물의 노후화 숫자도 높지만, 지진 등에 의한 시설물 붕괴 피해가 예전부터 많았기 때문에 시설물 관리가 체계적으로 잘 관리되고 있고, 관심도도 매우 높은 수준 • 다학제 간 공동연구를 통하여 기술 맹추격 • 시설물 노후화로 예방적 유지관리체계에 대한 관심이 높으며, 스마트 유지관리에 대한 투자가 지속적으로 이루어지고 있음

국가 (기술수준)	판단근거
EU (94.0%)	• 빅데이터 분석기술에서 미국을 추격하는 것으로 판단 • 정책적 측면에서 예방적 유지관리 추진 중 • 인공지능, 빅데이터, 클라우드 기술에서 미국 대비 다소 떨어짐. 관련 특허는 한국, 일본에 비해 숫자적으로 떨어짐. 하지만 미국 내 등록 특허의 기술력 수준에서 오스트리아 3위, 유럽특허청이 4위로 높은 수준으로 평가됨. 유로코드는 신뢰성 기반의 성능기반의 설계를 일찍부터 정립하고 사용했기 때문에 성능기반의 유지관리 대응에 유리하고 기술력도 높음. 설계부터 운영 및 유지관리까지 하는 Vinci, Bouygues 등의 대형 종합건설사도 유럽이기 때문에 빅데이터 기반 예방적 유지관리에 선도. 유럽도 노후시설물의 관심도가 높고, 이태리의 경우 최근 예산 부족에 따른 관리 실패로 교량의 붕괴사고도 자주 발생. 노후 구조물의 효율적 관리에 대한 관심도가 매우 높은 수준 • 최고기술 보유국과 양적으로는 밀리지 않는 수준의 연구 성과를 보이고 있으나, 연구내용 면에서 약간 뒤처진 부분이 있음
미국 (100%)	• 이미 빅데이터를 활용한 다양한 연구와 플랫폼이 구축되어 있음 • 건설부분이 아닌 인공지능, 빅데이터, 클라우드 기술에서 세계 선도위치. 논문평가도 압도적으로 많으며, 특허도 유럽대비 상당히 많이 출원되고 있음. 건설분야 특허 분석을 살펴봤을 때, 전반적으로 시설물 진단, 유지관리 분야에서 압도적인 특허 출원 수를 갖고 있고, 특히 시설물 클라우드 플랫폼, 시설물 빅데이터 처리 기술, 시설물 공간정보 구축 기술에서 최고 앞서 있음. 미국은 선제적인 유지관리에 실패한 케이스로 세계2차 대전 이후 건설된 수많은 인프라의 관리 실패로 열악한 수준. 또한 유지관리를 제대로 못해 붕괴한 교량도 다수로, 그 이후에 이 부분에 많은 연구 및 노하우 축적하고 있음. 급증한 노후시설의 대응을 위해 Rehabilitation 및 Retrofitting에 대한 연구도 활발. 시공사 중 벡텔과 같은 글로벌 기업을 보유하고 있어 시설물의 관리 운영에 대한 노하우도 상당한 수준. 급증한 노후시설물의 관리 문제가 이슈이기 때문에 유지관리에 대한 관심도가 어느 나라보다 높음 • 무인화 점검 진단 기술 및 인공지능 기반 성능평가 기술 등에서 우수한 논문을 다수 발표하고 있으며 관련 연구도 활발함 • 관련 연구를 주도하고 있으며, 논문인용, 특허등록 등 실적이 활발히 제출되고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 레이저 장비를 이용한 기술, 무선센서를 이용한 시스템 개발 연구 중 • 최근 선진국과의 격차를 줄이기 위한 관심이 급증 • 시특법 개정 등 제도 부분 강점 • 세계 최고 수준의 IT관련 기술 및 관련 인프라 확보 • 정부 지원의 연구개발을 통해 무인화 점검 및 평가 관련하여 국제 경쟁력 있는 기술 개발 중	• 관련 예산 확보 필요 • 노후 인프라가 향후 많아질 것으로 예상되지만, 선진국에 비해 여러 검증 여건이 부족 • 기술 및 인력부분의 향상 필요 • 기초연구 수준이 분야별 미흡하나, 실용화에 대한 요구수준이 높아 부족한 기초연구분야의 기술수준 개선과 원천기술 국산화 필요 • 국가 R&D 가 활발히 진행 되어야 함 • 국제사회에 발 맞춰 진행 중이기는 하나 기초연구가 너무 부족한 탓에 응용개발연구 미흡

국가	강점분야	기타
중국	• 빅데이터 구축 인프라 확보 • 논문 및 특허를 바탕으로 원천기술 개발에 대한 강점 • 정부 주도의 인력육성 및 투자가 급증 • 해외 전문 인력 풀이 높음 • 기술 및 관련 인력의 수준이 상향되고 있으며, 국가차원의 지속적인 지원 • 우수 인력을 많이 보유함에 따라 선도그룹과의 기술 격차가 빠른 시일 내에 좁혀질 것 • 후발 주자이긴 하지만 정부와 학계에서 많은 관심을 가지고 활발하게 연구 진행	• 논문 및 특허를 기반으로 한 실제 시설물 적용 필요 • 자국 내 기술개발 의지가 높지 않을 것으로 판단, 노후 인프라 부족 • 유지관리보다 신규건설에 집중하는 시기
일본	• 메이저 건설사를 중심으로 센서와 데이터 활용을 통한 안전관리 시스템 개발 중 • 원천기술 확보가 우수함 • 기술, 인프라에 강점 • 점검 및 보수/보강 로봇 개발, 드론을 이용한 점검기술 등 4차 산업혁명 관련 기술개발 및 인력에 강점 • 데이터의 종류와 정리가 굉장히 체계적이고 과학적임 • 정부에서 융합연구를 위한 센터를 선정하여 관련 기술을 효과적으로 개발할 수 있도록 지원	• 지진분야 제외한 분야에도 기술개발 필요 • 자국 내 인력은 풍부하지만 해외 전문 인력 풀이 다소 미흡 • 타 선진국을 압도하는 기술은 보유하지 못함 • 시작단계로 DB의 축적이 요구됨
EU	• 정책적 뒷받침 • 철도 및 구조물에 IoT 센서 탑재한 모니터링 기술 개발 등 기술개발 강점 • 원천 핵심기술 및 기술수요가 확보됨 • 노후화된 인프라 시설에 대한 사회적 관심으로 관련 기술 개발 선도 • 아직 국제적으로 널리 홍보가 되지 않아 판단 근거가 충분하지는 않지만, 연구보고서를 차고해 보았을 때 상당히 연구가 진행됨 • EU 내 여러 국가에서 무인화 점검에 대한 관심이 높으며, 여러 국가 간의 국제공동연구를 통해 더욱 효과적으로 연구를 수행하고자 노력 • 기술, 인력, 인프라 전반에 강점	• 공공기관에서 사기업으로 관심 이동 필요 • 미국 대비 기술수준 다소 미흡 • 빅데이터 분석기술에서 미국에 뒤처짐 • 연구의 진행속도가 조금 느린 편
미국	• 정책적 뒷받침 • IoT, 클라우드 기술 등 소프트웨어 인프라 우수 • 우수 인력이 풍부하고 생태계 확보됨 • 노후화된 인프라 시설에 대한 사회적 관심으로 관련 기술 개발 선도 • 빅데이터 기술뿐만 아니라 각 부서별 인력 및 인프라가 잘 갖춰짐 • 주 교통국에서 무인화 점검에 대한 관심이 높으며, 학계에서도 꾸준히 연구 수행	• 지속적인 시설물 적용 필요 • 노후 인프라 개선 시기를 놓침 • 기술개발은 선도하고 있으나 시설물의 예방적 유지관리를 소홀히 하여 시설물 관리에 천문학적인 예산이 소요될 것 • 활용도 면에서 낮은 편

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	1위	2위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국가 각 부처 간 자료 공유체계 확립 • 타 건설업에 비해 유지관리 현장의 현실반영을 위해 현장중심의 협력 • 상호 경쟁이 아닌 협력의 관계 유지를 위한 정책 • 국내 유지관리 데이터의 공유 등을 통해 효과적인 데이터 관리 유도 • 건설 분야뿐만 아니라 타 분야 연구진과의 협력으로 연구 성과가 도출될 수 있도록 과제 발주시 가점제도 운영 • 정부, 기업, 지자체, 공공섹터 등간에 관련 기술개발 적용, 인식개선 등을 위한 협업체계 구축
국제협력 촉진	• 글로벌 데이터 구축을 위한 업무 협의체 체결 • 국내에서 특히 미흡한 빅데이터 분석 기술을 위한 국제 협력 • 국외 선진기술 도입을 원활하게 수행 • 해외 PPP 사업 등의 원활한 진출 등의 지원으로 해외에서 시설물의 운영 및 유지관리의 노하우를 얻을 수 있도록 장려 정책 • 선진국으로부터는 기술을 전수받고, 동남아 등 후진국이나 개도국에는 기술을 수출하거나 인도적 차원에서 지원할 수 있도록 협력 강화
인력양성 및 유치	• 빅데이터 분석, AI 등 기술을 보유한 인력 양성 및 유치 • 대학교 관련 학과, 대학원 관련 강좌 신설 • 현재 진단 및 유지관리 분야의 시장이 크지 않아서, 영세한 업체 위주의 진단/모니터링 등이 진행되고 있어 체계적이지 못하고 보수도 낮은 편. 그에 따라 전문 인력도 상당히 부족. 우수 전문 인력 유치/양성을 위해 이 분야의 대가 산정 재평가 및 정책적 관심을 통한 중견 기업 이상이 참여 가능한 시장 확대 • 건설 분야에 대한 지식 위에 ICT(빅데이터 및 인공지능 기술 포함)에 대한 깊이 있는 전문성을 갖춘 인력양성 • 다양한 전공이 결합된 분야로 건설 분야뿐만 IT 등 해당 기술 분야가 결합된 전문대학원 육성 • 과학적 유지관리는 새로운 개념과 기법이 활용되는 영역이므로 학교교육으로 전문 인력을 양성하고, 기존 관리주체나 엔지니어에 대해 지속적인 교육을 통해 중장기 전문역량을 강화하고 자연스럽게 기술수준향상의 초석 다지기
인프라 구축	• 관련 공무원 채용 및 연구기관 설립 • 하드웨어뿐만 아니라 소프트웨어 인프라 구축 • 중소기업 중심에서 탈피하여 대기업 중심의 토털솔루션 인프라 구축 • 해당 분야의 인프라 구축의 자율성 필요 • 빅데이터 기반 예방적 유지관리 기술이 발전하기 위해서는 기존에 쌓아온 데이터들의 디지털화 및 이를 빅데이터로 활용할 수 있도록 시스템/플랫폼 구축 등이 필요할 것. 관리주체가 나눠져 있거나, 같은 구조물을 다른 기관에서 모니터링 하는 경우가 있는데, 이 데이터를 통합하여 빅데이터 기반의 정확한 데이터를 확보하고 이를 효과적인 데이터로 가공하여 AI 기반으로 각 관리주체가 관리할 수 있도록 하는 플랫폼 구축 필요

	정책제언
	• 개발되는 스마트 유지관리기술, 점검기술, 보강기술 등의 검증을 위한 실증 인프라 구축 • 전문 실험 장비를 국가가 구입하여 임대 • SOC 인프라는 건설에 막대한 비용이 소요되고 유지관리의 방법이나 수준에 따라 공용수명도 좌우되는 등 사회적 영향이 크기 때문에, 유지관리의 전주기 과정에 대한 실규로 성능, 수명, 노후화 등 기본적인 성능데이터와 바람, 지진, 지형학적 요인 등 외부 환경적 영향을 장기적으로 획득하고 과학적 분석 및 신뢰성 있고 수준 높은 기술 확보를 위해 실증 연구 인프라를 갖추어 지속적인 실•검증 수행
법·제도 개선	• 빅데이터 자료 공유체계 및 자료 안보 체계 도출을 위한 협의체 구축 및 법•제도 개선 포럼 개최 • 신규 건설 시장에 비해 아직 미흡한 유지관리 시장의 적극적 양성 정책 • 국가적 차원의 법적 근거 마련 • 대가 산정 등에 대한 개선 및 유지관리 업무가 양질의 일자리가 될 수 있도록 제도 개선 • 개발된 유지관리 분야 기술이 점검/진단에 적용될 수 있도록 규제완화. 특히 외관 조사 시 하도급이 금지된 시설물 안전법의 개정 필요 • 새로운 유지관리 기술의 개발의 촉진하는 정책이 필요하나, 관련 기술의 타당성, 현장 적용성을 검증할 수 있는 체계도 필요 • 개발 기술 정부 인증 방안 검토 • 기본적으로 인프라는 국가의 소중한 자산이라는 개념을 인식하고 SOC 인프라의 건설에서부터 유지관리, 해체 및 해체 이후까지 전주기적 측면에서 정책 수립, 예산 배분 등과 관련한 법제도를 정비하고 관리주체별도 관리방식, 관리수준 등의 차이 극복
연구비 확대	• 현장 테스트 비용의 정부 지원 • 관련 예산 확보 중요. 지자체 및 관련 공공기관 예산 확대 • 연구재단을 통한 기초연구 수행 및 기술 수준 향상 • 유지관리 분야 중 현장 적용성부분에 대한 연구비 확대 • 실용화 가능한 연구 기획 및 진행 필요, 이를 위한 연구비 확대 필수 • 장기적 측면의 플랜 수립 • 진단/점검과 관련한 R&D는 많으나, 아직 선진국 대비 수준이 낮은 편. 특히 센서 및 장비 쪽과 관련된 원천 기술 수준은 매우 낮아서 선진국에 의존이 강하며, 빅데이터 기반의 유지관리 쪽도 선진국 수준에 근접하도록 많은 연구가 진행되어야 함 • 국내 인프라도 신규 건설보다는 유지관리 특히 유럽, 미국과 같이 시설물 고령화 시대진입을 목적에 두고 있고, 기술직도 인구고령화로 감소되는 추세를 고려하여, 예방적 유지관리기술, 스마트유지관리 기술 분야 연구비를 지속적으로 확대 • 중소기업 지원 강화 • SOC 인프라가 소모재가 아닌 자산이라는 관점에서 볼 때 수명연장에 따른 정부재정의 융통성 확보가 장기적으로 유리하므로 자산개념 기반 과학적 유지관리방법 개발과 실증연구에 장기적이고 과감한 연구비 투자
기타 의견	• 인프라-빅데이터-AI와 CPS 등의 융합 • 데이터를 활용한 데이터 평가 및 미래 예측을 위한 기반 마련

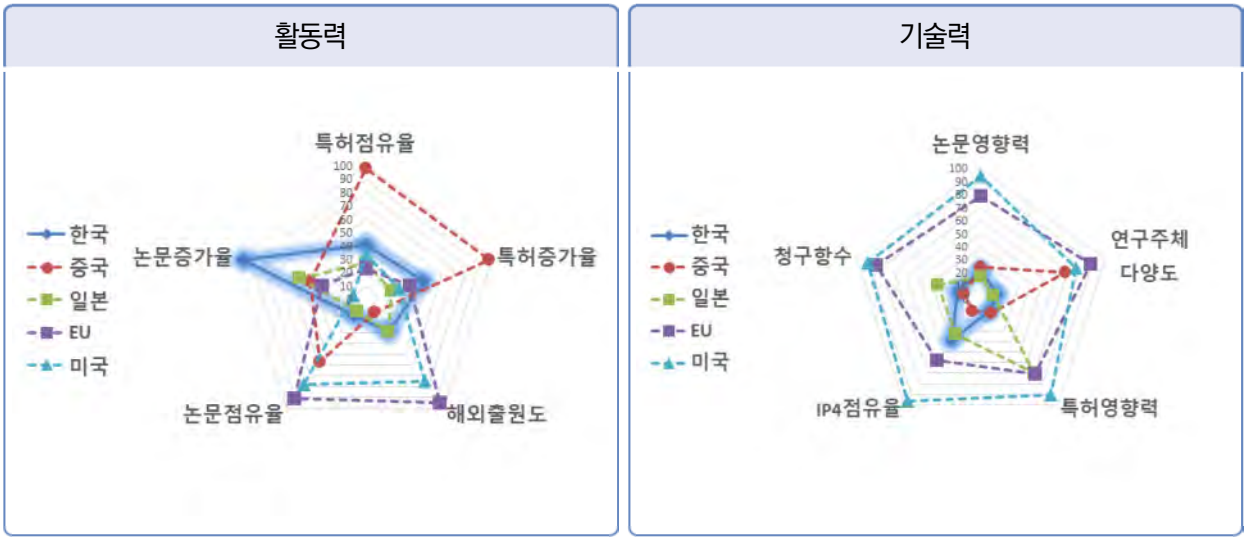
다 주요 분석 결과 요약

(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술	1,666	1,961	203.4%	321.5%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	36.8%	69.1%	10.4	11.7
한국	4위	2위	4위	5위
	6.8%	14.6%	4.3	0.0
5개국 평균[2]	-	-	7.7	10.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

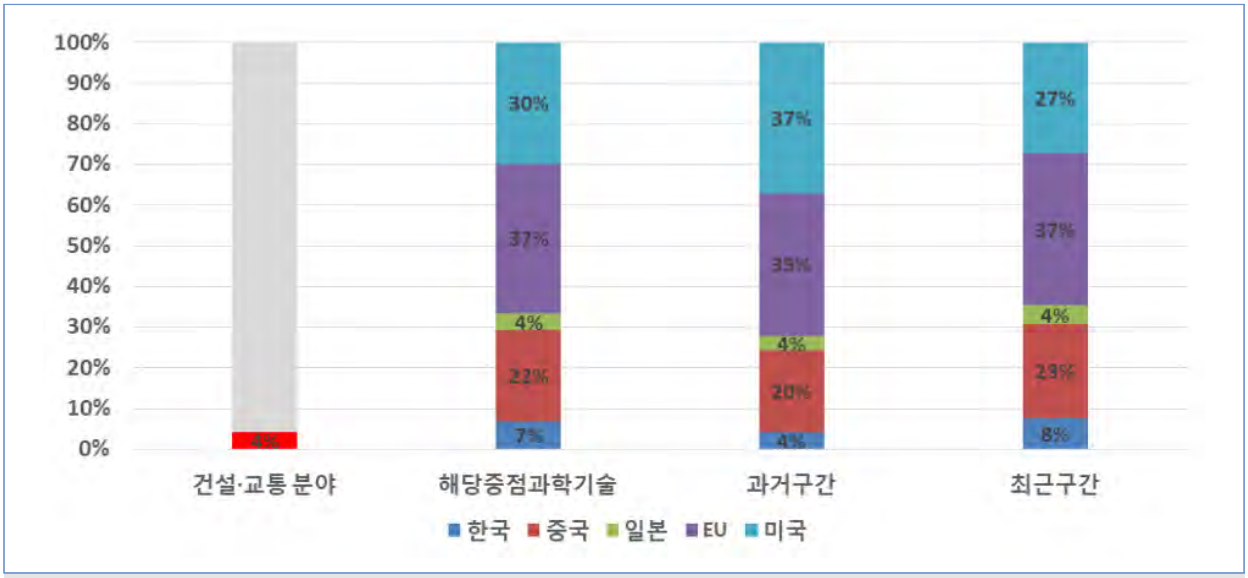
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.8%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(4.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(36.8%), 미국(29.7%), 중국(22.4%), 한국(6.8%), 일본(4.3%) 순이며, 논문 증가율은 한국(470.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(10.4), EU(8.4), 중국(4.5), 한국(4.3), 일본(3.8) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.6%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(69.1%), 한국(14.6%), 미국(9.7%), 일본(4.8%), EU(1.8%) 순이며, 특허 증가율은 중국(722.4%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(11.7), EU(8.2), 일본(8.0), 중국(0.5), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(12.1%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.2)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.8%	22.4%	4.3%	36.8%	29.7%
	논문 증가율	470.6%	249.4%	273.3%	222.8%	123.5%
	논문 영향력	4.3	4.5	3.8	8.4	10.4
	연구주체 다양도	0.72	0.88	0.70	0.95	0.90
특허 분석	특허 점유율	14.6%	69.1%	4.8%	1.8%	9.7%
	특허 증가율	166.7%	722.4%	-29.1%	91.7%	26.2%
	해외출원도	0.9	0.0	0.9	3.9	2.6
	특허 영향력	0.0	0.5	8.0	8.2	11.7
	IP4점유율	3.8%	0.1%	3.2%	5.7%	12.1%
	청구항수	2.5	1.8	4.0	8.2	9.2

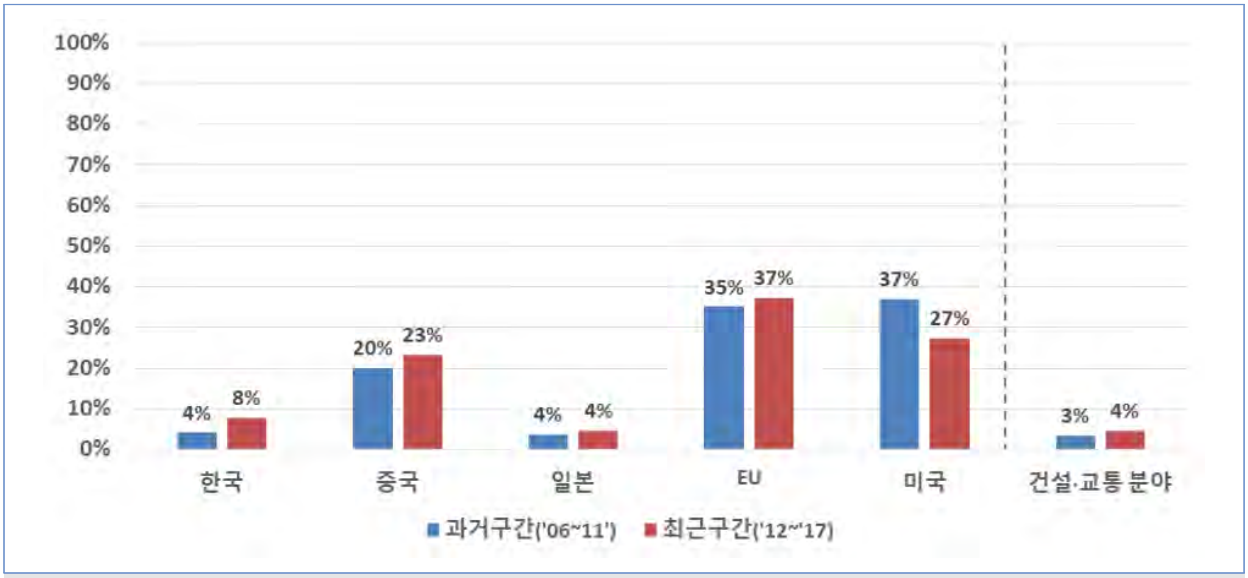
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 613건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

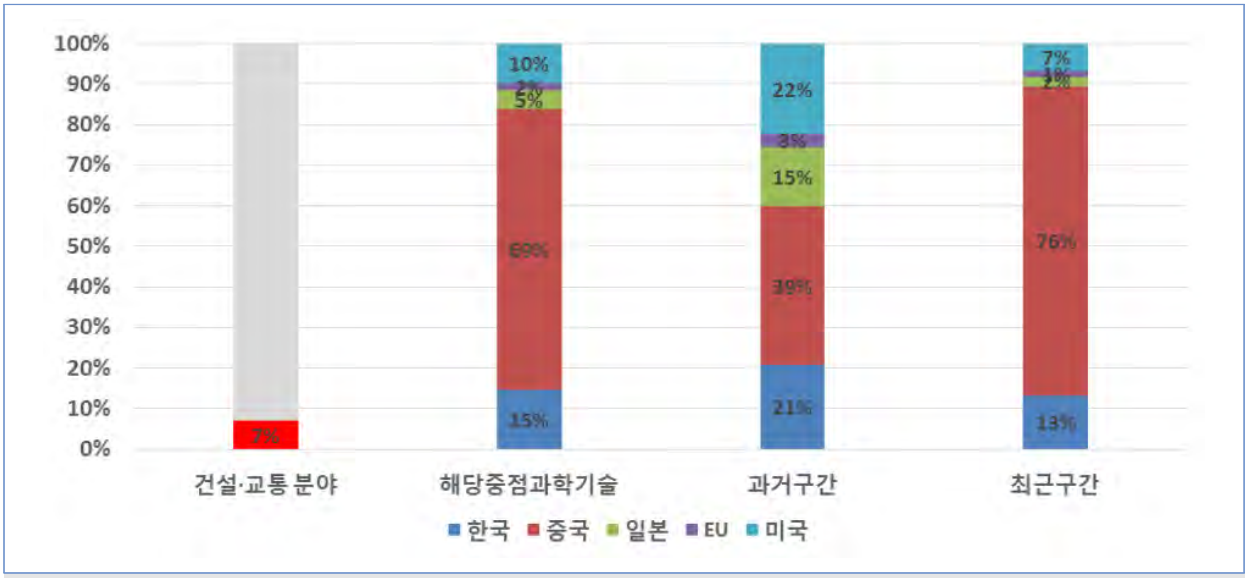


● 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 470.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	17	97	114	470.6%
중국	83	290	373	249.4%
일본	15	56	71	273.3%
EU	145	468	613	222.8%
미국	153	342	495	123.5%
전체	413	1,253	1,666	203.4%

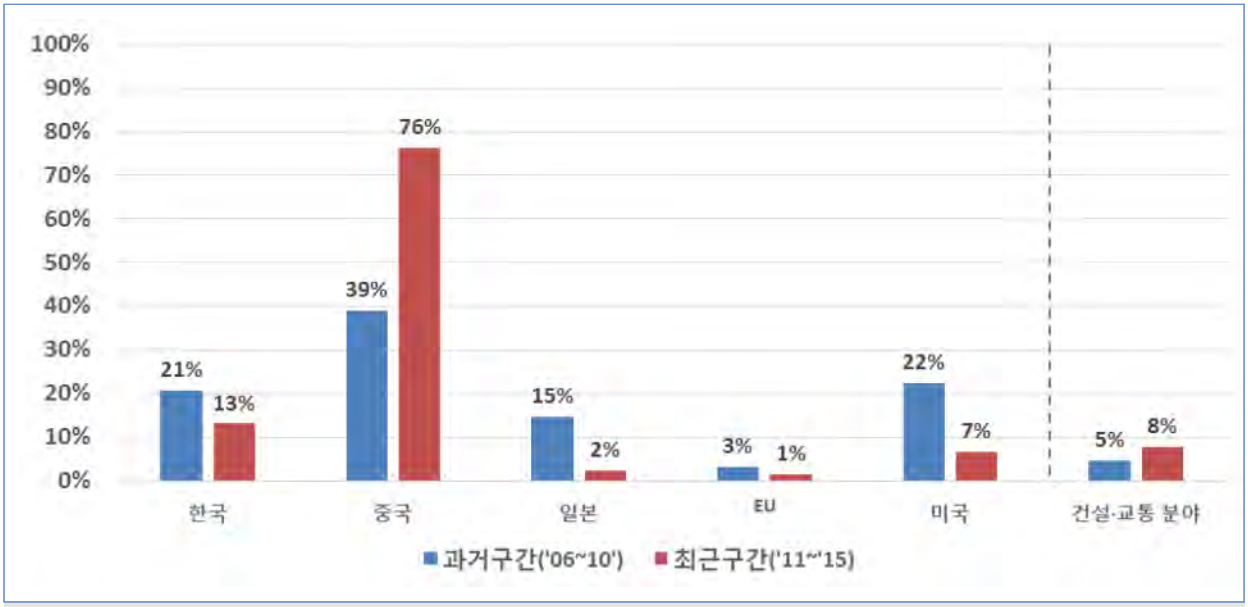
(4) 특허 점유율(전체)



- 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1356건으로 전체 특허의 69%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 7%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



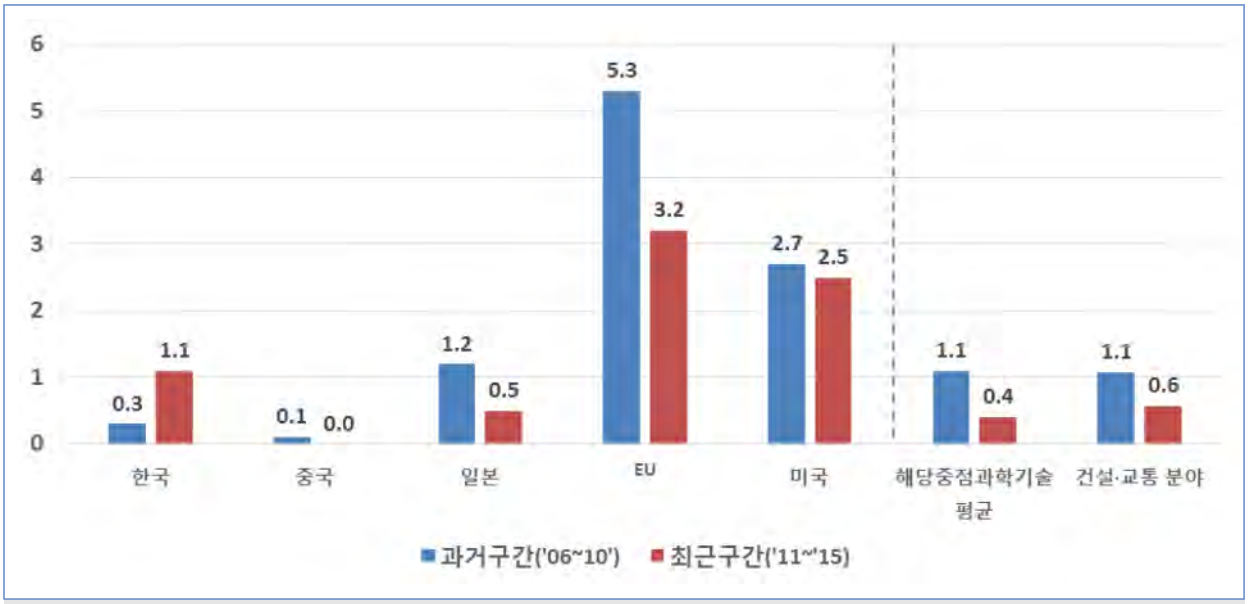
● 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 166.7%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	78	208	286	166.7%
중국	147	1,209	1,356	722.4%
일본	55	39	94	-29.1%
EU	12	23	35	91.7%
미국	84	106	190	26.2%
전체	376	1,585	1,961	321.5%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

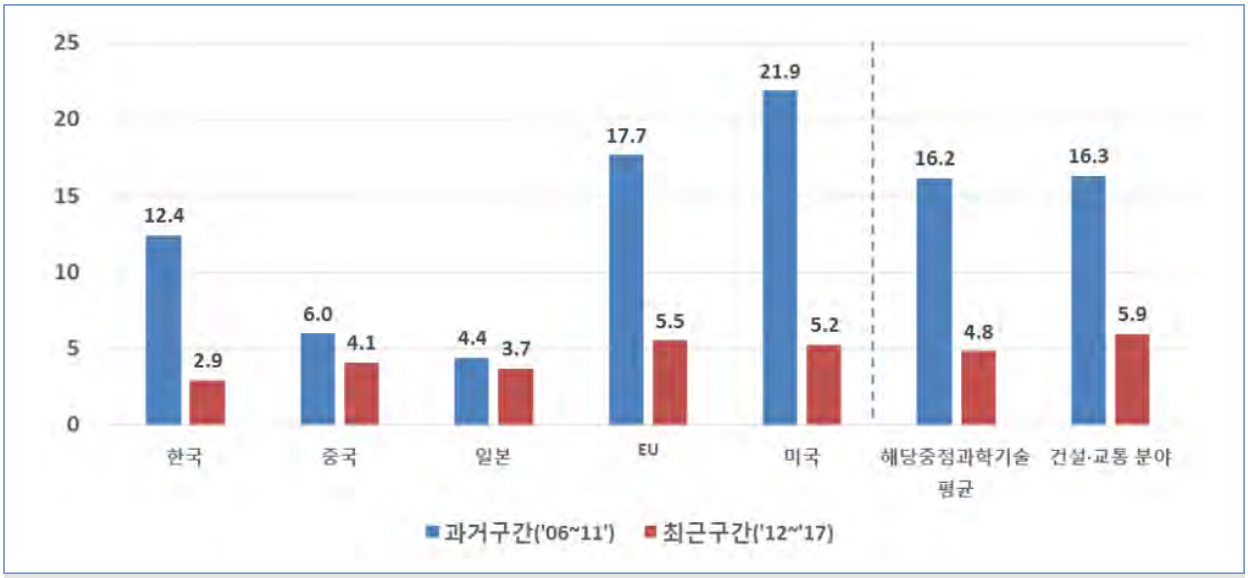


- 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

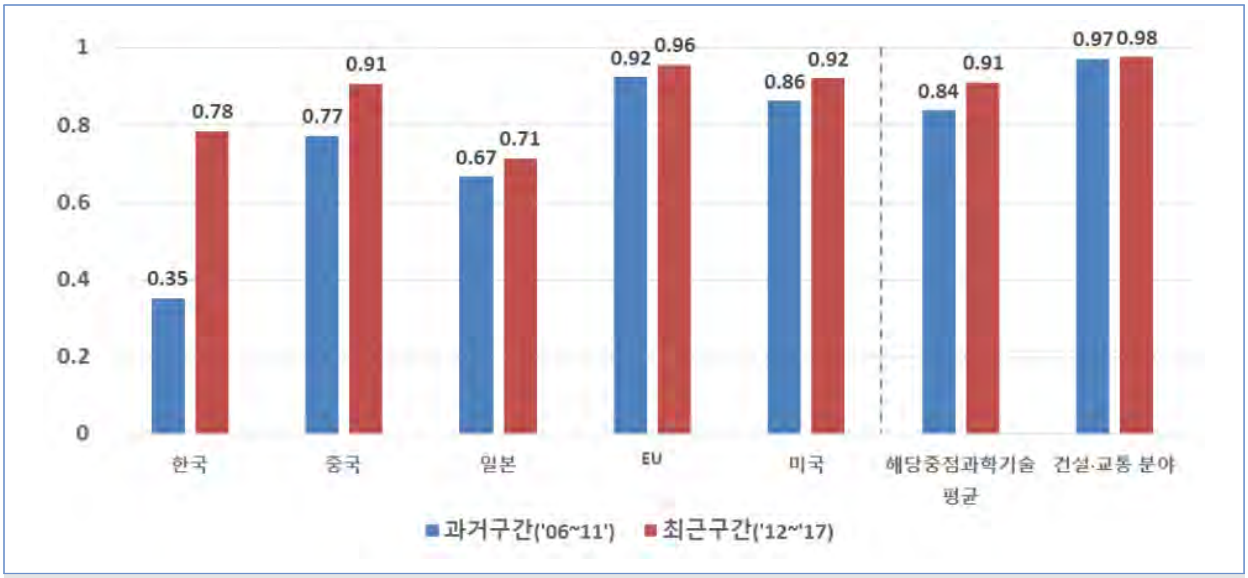
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



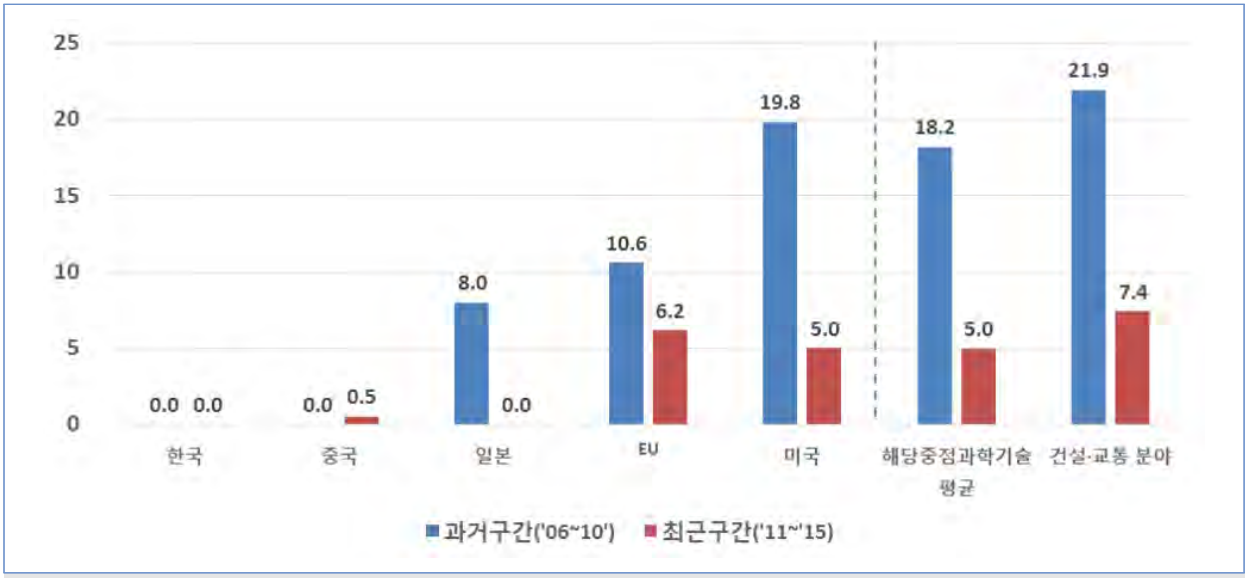
● 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



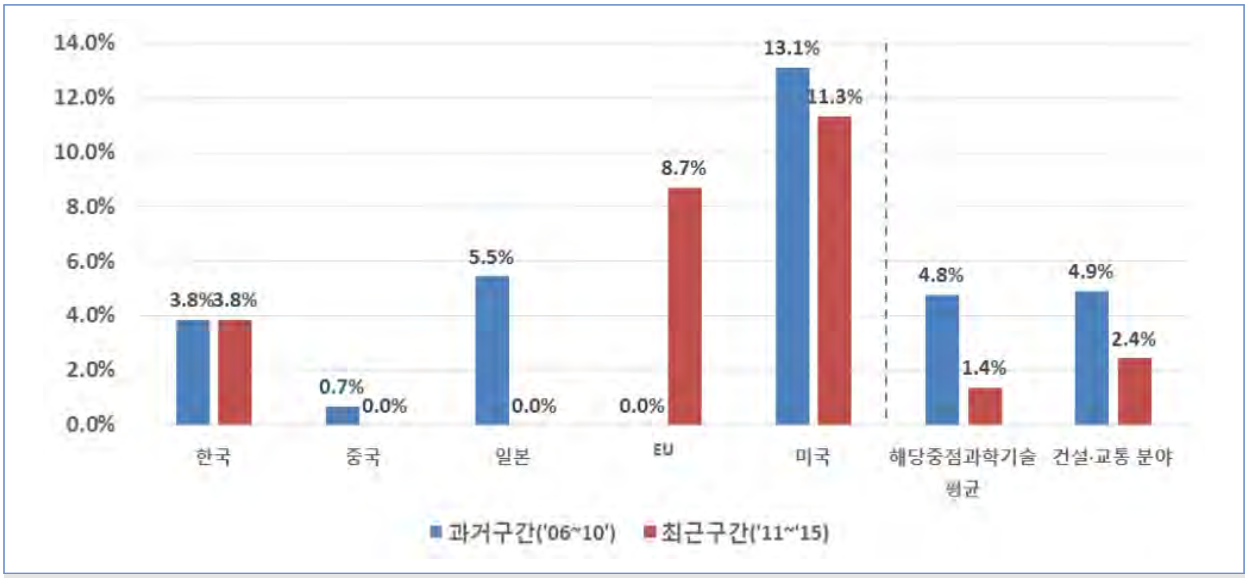
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



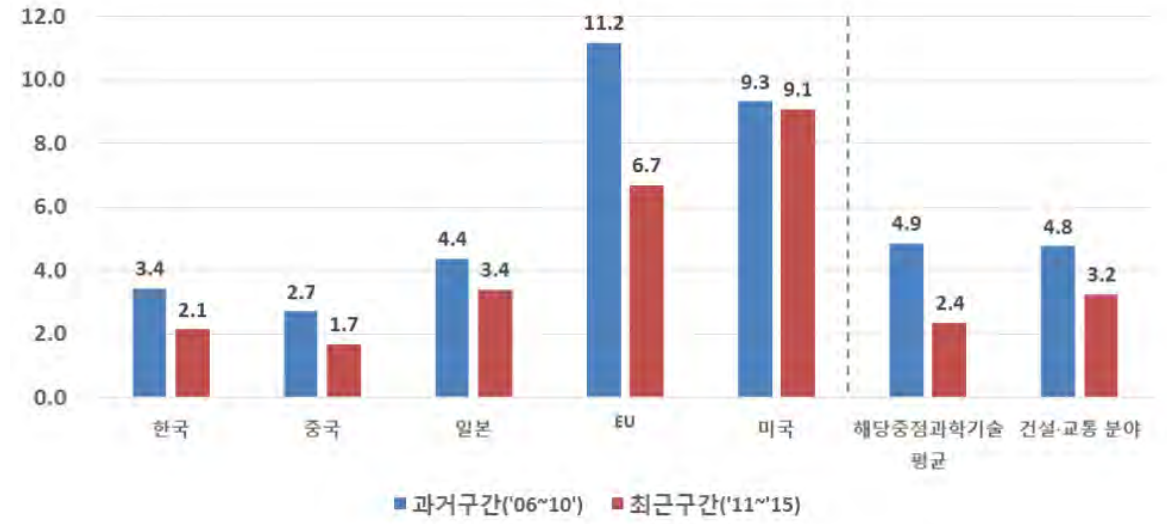
● 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

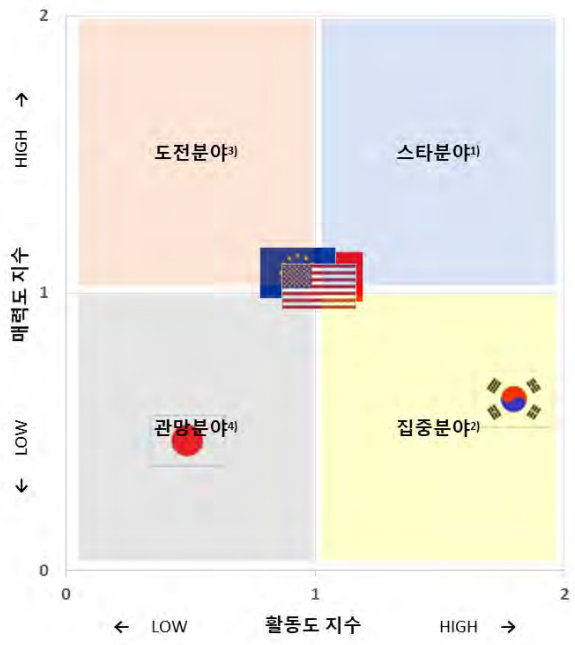
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

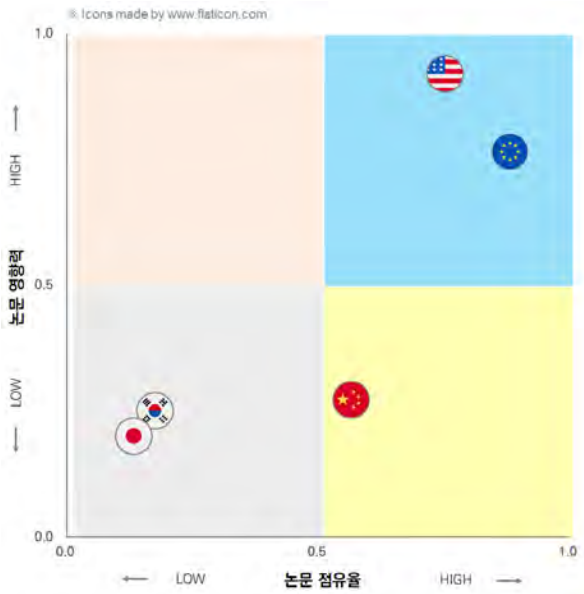
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

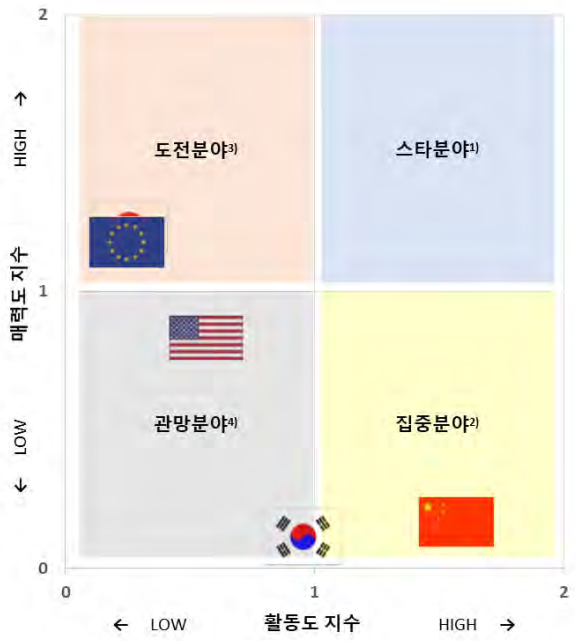


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

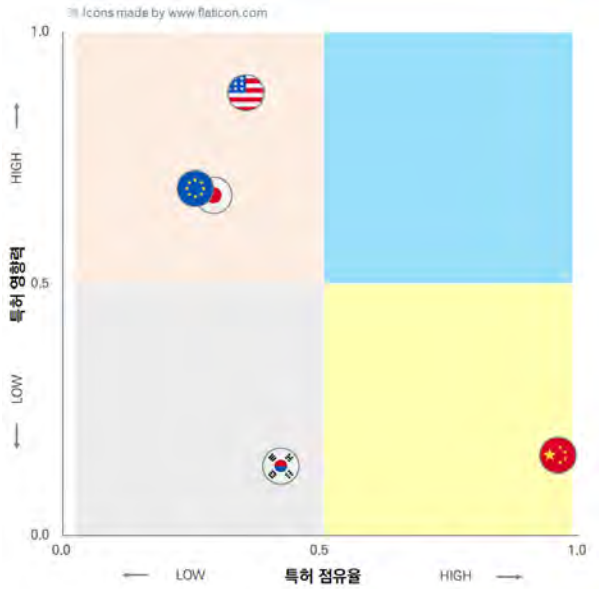
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA(0.72%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '경북대학교'가 6.14%(글로벌 점유율은 0.42%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	미국	2.42%	0.72%	0.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.42%	0.72%	-28.57%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	3.22%	0.72%	100.00%
4	PURDUE UNIVERSITY	미국	1.82%	0.54%	250.00%
5	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	2.14%	0.48%	-40.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	6.14%	0.42%	600.00%
2	YONSEI UNIVERSITY	5.26%	0.36%	500.00%
3	HANYANG UNIVERSITY	4.39%	0.30%	-33.33%
4	UNIVERSITY OF ULSAN	4.39%	0.30%	50.00%
5	SUNMOON UNIVERSITY	3.51%	0.24%	300.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	3.22%	0.72%	100.00%
2	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.14%	0.48%	-40.00%
3	DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.14%	0.48%	-66.67%
4	TONGJI UNIVERSITY	2.14%	0.48%	200.00%
5	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	2.14%	0.48%	700.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	7.04%	0.30%	400.00%
2	OSAKA UNIVERSITY	7.04%	0.30%	300.00%
3	KYUSHU UNIVERSITY	5.63%	0.24%	300.00%
4	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	5.63%	0.24%	200.00%
5	UNIVERSITY OF TOKYO	5.63%	0.24%	200.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL UNIVERSITY OF IRELAND	0.98%	0.36%	100.00%
2	UNIVERSITY OF COIMBRA	0.98%	0.36%	500.00%
3	UNIVERSITY MEDITERRANEA OF REGGIO CALABRIA	0.98%	0.36%	500.00%
4	TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.82%	0.30%	50.00%
5	UNIVERSITY OF TRENTO	0.82%	0.30%	-33.33%

6 미국

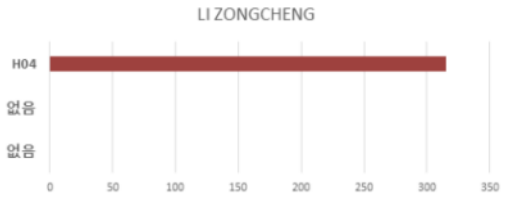
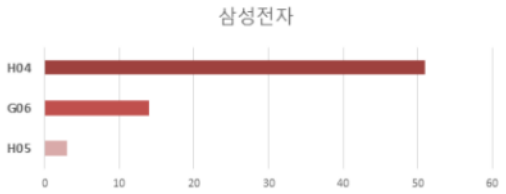
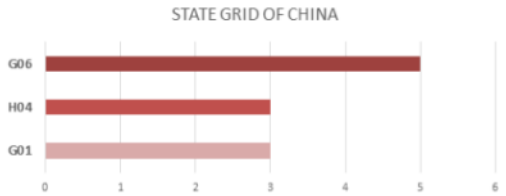
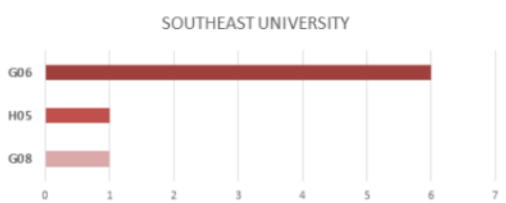
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	2.42%	0.72%	0.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.42%	0.72%	-28.57%
3	PURDUE UNIVERSITY	1.82%	0.54%	250.00%
4	WEST VIRGINIA UNIVERSITY	1.21%	0.36%	-80.00%
5	UNIVERSITY OF DELAWARE	1.21%	0.36%	100.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'LI ZONGCHENG(16.06%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 26.92%(글로벌 점유율은 3.93%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'LI ZONGCHENG'과 '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

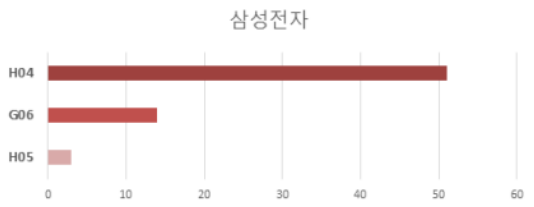
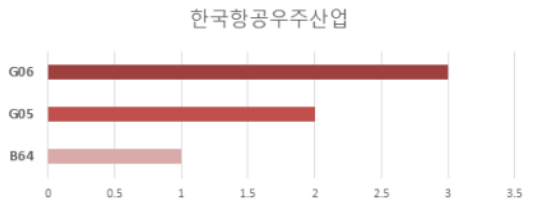
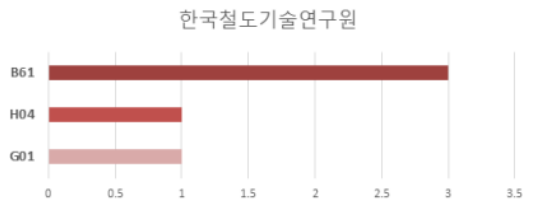
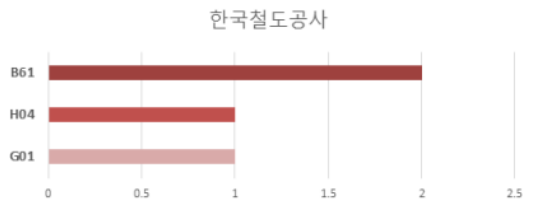
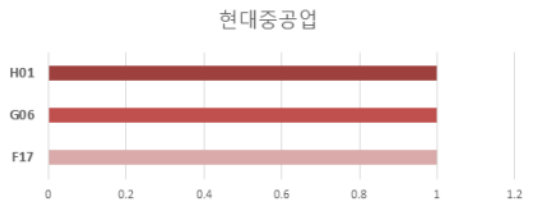
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	LI ZONGCHENG	중국	23.23%	16.06%	31,400.00%
2	삼성전자	한국	26.92%	3.93%	7,500.00%
3	STATE GRID OF CHINA	중국	1.33%	0.92%	1,700.00%
4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	6.84%	0.66%	450.00%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	중국	0.81%	0.56%	1,000.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B61	철도
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G08	신호

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	26.92%	3.93%	7,500.00%
2	한국항공우주산업	2.45%	0.36%	150.00%
3	한국철도기술연구원	2.10%	0.31%	-50.00%
4	한국철도공사	1.40%	0.20%	300.00%
5	현대중공업	1.40%	0.20%	-66.67%

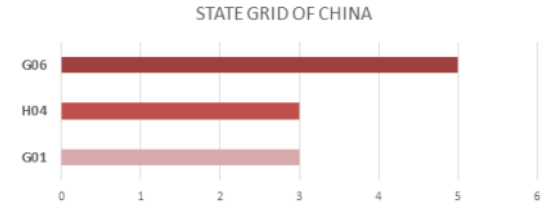
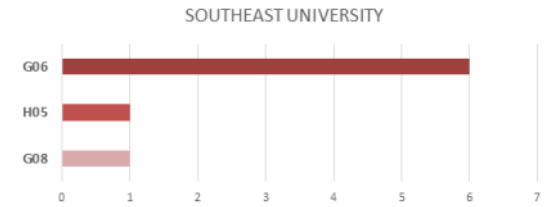
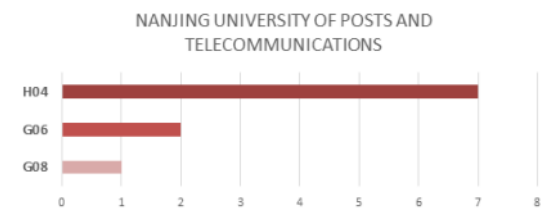
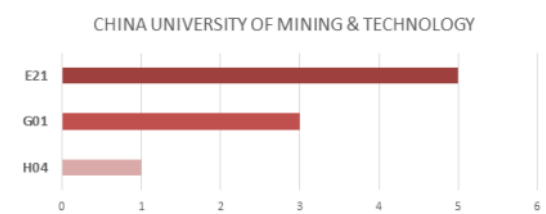
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	PC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
3		B61	철도
		H04	전기통신기술
		G01	광학
4		B61	철도
		H04	전기통신기술
		G01	광학
5		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배

3 중국

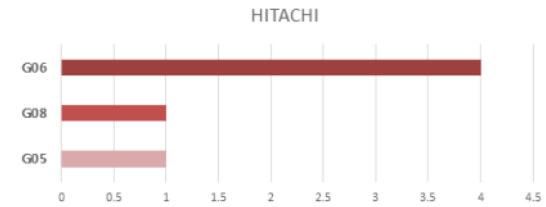
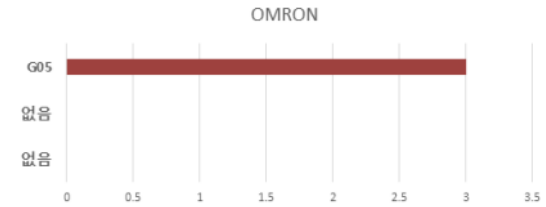
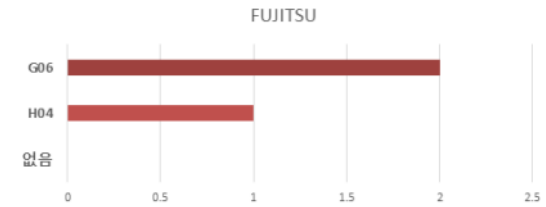
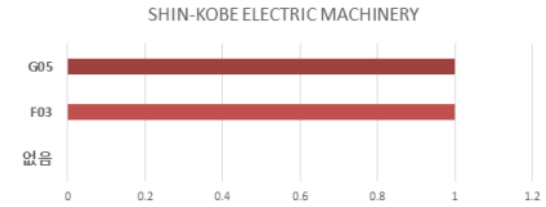
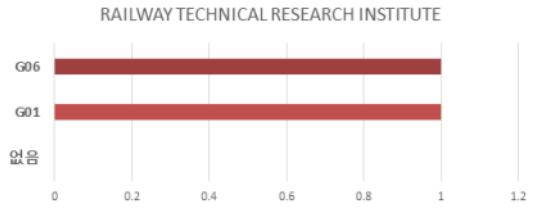
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	LI ZONGCHENG	23.23%	16.06%	31,400.00%
2	STATE GRID OF CHINA	1.33%	0.92%	1,700.00%
3	SOUTHEAST UNIVERSITY	0.81%	0.56%	1,000.00%
4	NANJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	0.81%	0.56%	1,000.00%
5	CHINA UNIVERSITY OF MINING & TECHNOLOGY	0.74%	0.51%	800.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		–	–
		–	–
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G08	신호
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
5		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		H04	전기통신기술

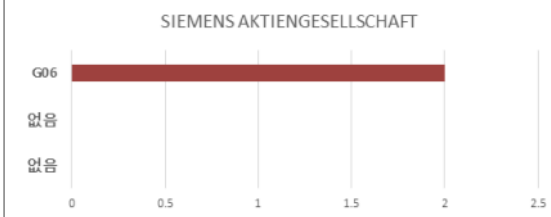
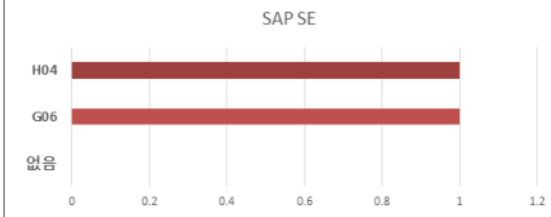
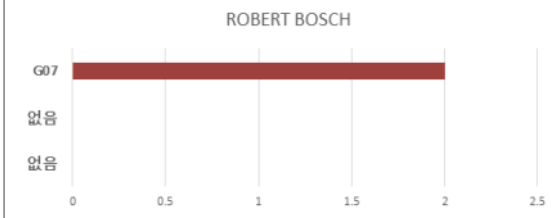
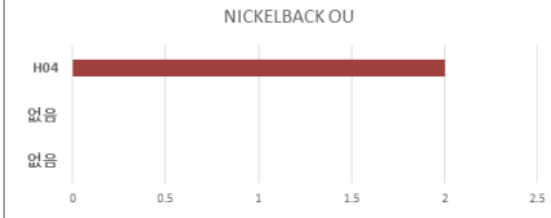
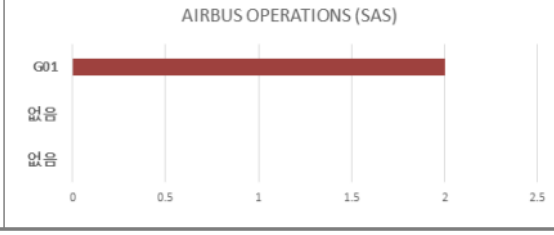
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI	7.45%	0.36%	33.33%
2	OMRON	3.19%	0.15%	-100.00%
3	FUJITSU	3.19%	0.15%	-100.00%
4	SHIN-KOBE ELECTRIC MACHINERY	2.13%	0.10%	-100.00%
5	RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE	2.13%	0.10%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		G05	제어; 조정
2		G05	제어; 조정
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
4		G05	제어; 조정
		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		-	-

5 EU

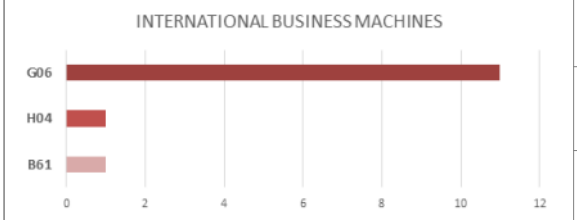
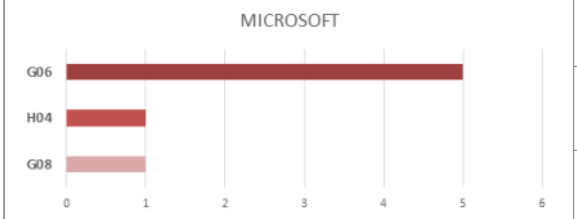
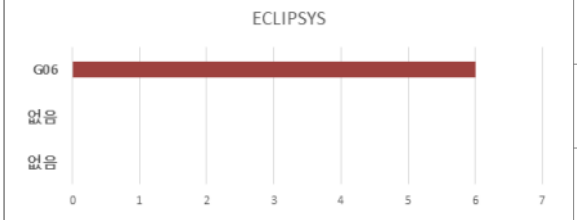
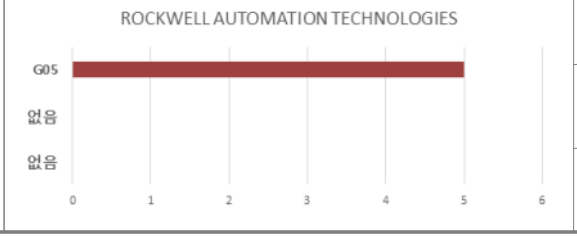
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	5.71%	0.10%	0.00%
2	SAP SE	5.71%	0.10%	100.00%
3	ROBERT BOSCH	5.71%	0.10%	100.00%
4	NICKELBACK OU	5.71%	0.10%	100.00%
5	AIRBUS OPERATIONS (SAS)	5.71%	0.10%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G07	검사장치
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		G01	광학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	6.84%	0.66%	450.00%
2	MICROSOFT	3.68%	0.36%	-25.00%
3	MARKETSHARE PARTNERS	3.16%	0.31%	0.00%
4	ECLIPSYS	3.16%	0.31%	-100.00%
5	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES	2.63%	0.25%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B61	철도
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G05	제어; 조정
		-	-
		-	-

09 스마트 도로교통 기술



09 스마트 도로교통 기술

중점과학기술 개요

- 자동차·노변센서 등 교통정보들을 사물인터넷(IoT)과 근거리 통신기능을 갖춘 지능화된 도로시설물을 통하여 빅데이터로 수집·가공·저장·배포하여 도로를 이용하는 스마트 자동차 및 보행자의 안전과 편의를 비약적으로 향상 시키는 기술
- 개인차량, 대중교통, 개인용 이동수단(Personal Mobility) 등 멀티모달 교통수단 간의 물리적·경제적 공유를 통해 이용자의 주행안전성과 이동편의성을 극대화
- 기존의 사람이 인지·주행하기 위한 도로에 스마트 자동차가 주행하고 자율주행·커넥티드 서비스를 주고받기에 적합한 요소를 결합한 차세대 도로시스템으로, 안전·편의·연비·시간의 최적화 경로를 유도하는 스마트 자동차와 연계된 도로시스템

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

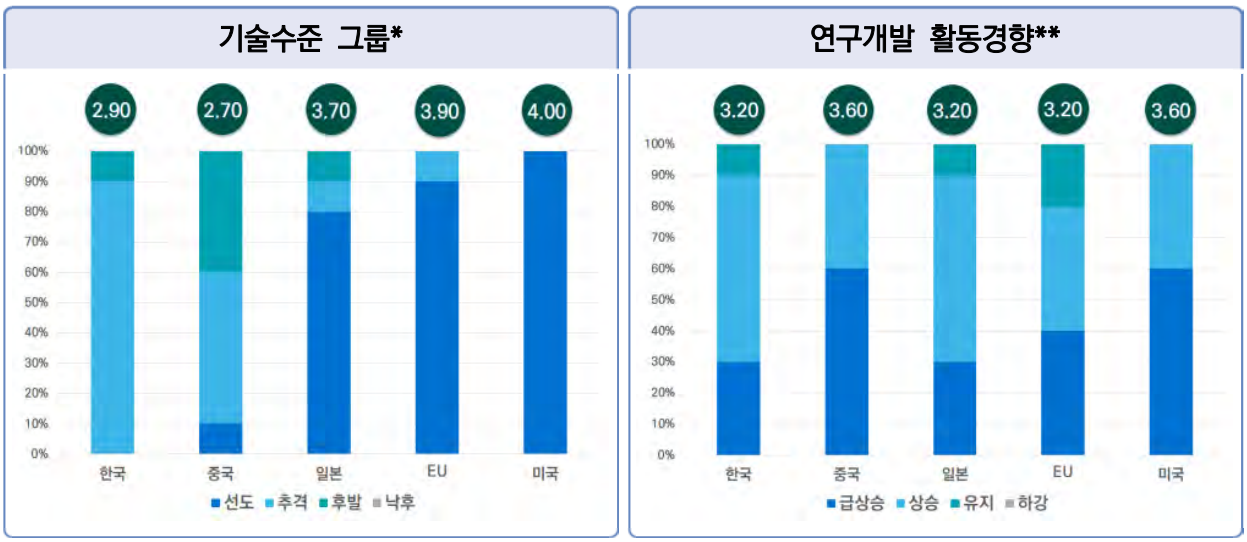
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	82.5	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.5	4.0	추격	보통	우수	급상승
일본	95.0	1.0	선도	우수	우수	상승
EU	97.0	0.5	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	급상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
			수준(%)				격차(년)			
	수준(%)	격차(년)	수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	81.5	3.0	82.5	70.0	85.0	7.8	3.0	2.0	3.0	0.7
중국	79.0	3.8	75.5	60.0	81.0	16.1	4.0	3.0	4.0	1.6
일본	95.0	1.0	95.0	91.0	95.0	8.5	1.0	0.0	1.0	1.2
EU	96.5	0.5	97.0	95.0	100.0	6.9	0.5	0.0	1.0	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.3

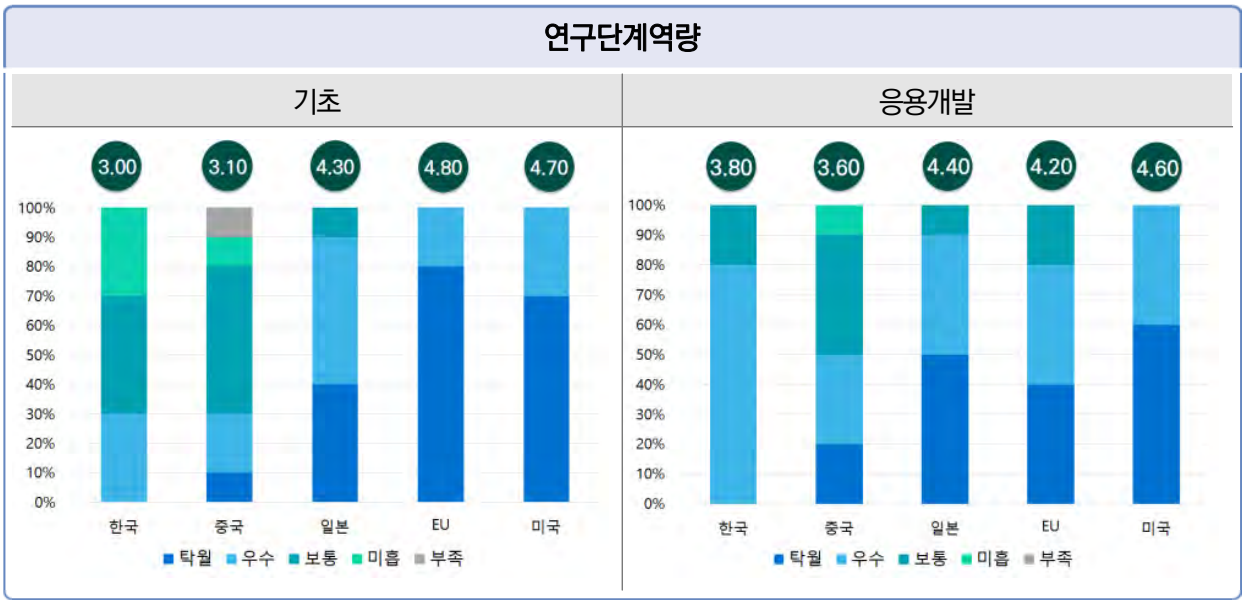
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (82.5%)	• 자율주행차 등 대규모 사회실험 수행 등 실천적 사업 추진 • 정부의 적극적인 R&D 및 정책지원, C-ITS 사업 추진을 통해 상용화 및 응용 기술수준은 향상 되었으나, 첨단 센서, AI 및 빅데이터 등의 일부 기술 분야에서는 핵심기술 미흡 • CV(Connected Vehicle) 기술, 자율주행 관련 인프라 기술 개발 및 사업 추진 • 실증기반 연구는 선도그룹 대비 다소 미흡하고, 기초 알고리즘, 이론연구는 상당히 취약 • 핵심기술이 자동차 메이커를 중심으로 개발하고 있으나 중소기업과 부품 생산화는 선도국과 다소 격차 존재 • 주로 미국 표준에 기반한 교통시스템을 발전시키고 있고, 최근 들어 C-ITS 등 스마트 교통 파일럿 프로젝트 추진으로 선진국과 격차를 좁혀가고 있음
중국 (75.5%)	• 원천기술 연구 불충분, 중소기업 기술 능력 미흡 등으로 선도그룹 추격 • 최근 측위 및 커넥티드카 서비스 플랫폼 등의 기술 분야의 기술력은 향상되고 있으나, 전반적으로 핵심기술의 기술수준 미흡 • 모방기반의 실증연구는 선도그룹 대비 매우 빠른 속도로 접근하고 있고, 세계 글로벌 기업과 견줄만한 기반을 갖고 있으나 도로교통 관련 기초연구 및 서비스 제공 관점의 연구 취약 • 빠르게 추격하고 있으나 자동차 메이커와의 연계가 부족하고 글로벌 마켓보다는 자국의 시장에 의존하여 글로벌 비지니스의 한계 존재
일본 (95.0%)	• 최근 첨단도로교통 기술 관련 최고기술 보유국의 논문, 특허 등을 거의 비슷한 수준으로 발표 • 국가 중심의 ITS 기술 개발 추진을 통해 교통데이터 기반의 플랫폼 및 응용기술 분야 등을 포함한 첨단 ITS 기술 분야 선도 • 특허 출원 및 최근 논문 등재 건수 및 피인용수는 미미하나 교통과 ICT 융합 수준 등을 고려할 때 추격그룹에 속하는 것으로 판단 • 미국, EU 등과 관련분야 기술개발 경쟁 및 선도그룹 유지
EU (97.0%)	• 최근 첨단도로교통 기술 관련 최고기술 보유국의 논문, 특허 등을 거의 비슷한 수준으로 발표 • 민관협력체계 구축을 통해 기술개발, 인프라 확보, 실증 사업 추진을 통해 자율주행기술 및 커넥티드 카 서비스 상용화 추진을 위한 기반 확보 • CV 기술 및 플랫폼 기술, 자율주행기술, 군집주행기술 • 범국가적 협력이 강하고, 새로운 기술의 적용 및 실용화 수준이 매우 높음 • 신기술 개발을 통해 국제 표준을 가장 선도하고 있으며, 특히 통신, 자율주행, 교통시스템 등에서 가장 앞서 있음 • 최고기술보유국 미국과의 연구개발 공유 및 협업을 통한 기술격차를 거의 좁히고 있으며 대등한 경쟁관계로 돌입
미국 (100%)	• 최근 첨단도로교통 기술 관련 논문, 특허 등을 최고 기술 보유국이 발표하고 연구 활동도 활발 • 핵심기술 및 관련 표준화 선도. 다양한 실증사업을 통해 관련 시장을 선도 할 수 있는 기반 마련 • CV 기술, 스마트시티 플랫폼, 자율주행셔틀 및 군집주행기술 • 민간표준체계를 중심으로 국제표준화 리딩 민간인증체계를 바탕으로 시장선점 노력 • 프로브 차량 기반의 서비스를 사업화하여 운영하는 기업이 존재하며 차량기반센서 핵심기술로서 부품화하여 글로벌 마케팅 선도 • 자체적인 스마트교통 기술들을 산업계 주도적으로 개발하고, 국제 표준 선도 • 관련 분야 대부분의 기술 주도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 응용기술기반 연구개발은 선도그룹 수준 • IoT 및 통신 융합 지능형 도로시설물 기술 다중 데이터 기반 교통 빅데이터 플랫폼 기술 • 관련 분야의 장기적인 R&D 투자 및 연구개발 수행으로 세부기술들의 경쟁력 강화 • 관련 인력들의 양성과 인프라, 특히 C-ITS 관련 인프라의 시범적용과 실증연구가 지속적으로 추진 중 • 센싱 기술의 투자가 더욱 이루어져야하고 중소기업의 기술력 배양에 대한 투자가 상승 중. 무선통신 인프라의 개량과 적용이 빠름 • 4차 산업혁명 교통 분야 신성장 동력 추진, 자율협력주행정책 추진 • C-ITS 분야에서 최근 지속적인 국가투자	• 기술환경 변화에 취약 • 연구인력 부족 및 인력양성 미흡 • 사회경제적 제약조건이 다른 나라 대비 많음 • 원천기술과 응용기술에 대한 투자가 증대 되어야 하나 미흡하며 글로벌 서비스를 발굴하는데 취약 • 기초연구 부족으로 핵심기술의 외산 의존도가 크고, 교통분야 투자 규모는 선진국 대비 크지 않음 • 장기 연구 부족
중국	• 응용기술 및 시장선점기술에 대한 모방능력 탁월 • 국가 중심의 기술개발 및 정책 지원을 통한 첨단 기술 분야 집중 육성 • 강력한 국가지원 및 민간부문에서의 혁신을 통한 원천기술 및 응용기술의 조화 • 자동차 센서 기반 도로교통 환경 기술 • 관련 분야 기술 및 인프라에 대한 투자 증가 • 정부차원의 연구개발, 시범사업 등 적극 추진 • 경제 발전으로 교통 분야 투자가 급상승	• 자국중심의 기술개발 및 기술 장벽 • 핵심기술 분야의 기술격차 존재 • 기술, 인력이 부족한 편 • 단계적인 투자보다는 이슈 중심의 단편적 기술개발이며 종합적인 로드맵이 부족하다고 판단
일본	• 기술지원 자국기술의 국제표준화 추진 • 정부중심의 민간 협력을 통한 핵심 기술 및 상용화 기술 확보 • V2X 인프라-자동차 간 동적협업 기술 멀티모달 교통 공유경제 플랫폼 기술 • 정부와 자동차 민간업체와의 공동개발 및 관련 분야 투자 증대 • 기초 기술 및 연구 인력 투자, 실용화를 위한 인프라 투자 강점 • SIP-ADUS 등 범부처 혁신프로그램 추진	• 자국기술 우선주의의 기술개발 • CV 기술개발 및 세계표준 대응 미흡 • 일본에 국한된 기술로 세계화 부족 • 선도그룹 대비 논문이나 특허활동은 부족 • 센싱 기술의 원천성은 우수하나 서비스화하여 글로벌 비지니스로 확대하는 데는 한계가 있음
EU	• 자국 연구개발 기반의 기초분야 국제표준화 추진 실적 최다 • 민관 협력체계를 토대로 기술개발 및 인프라 확보 적극 추진 • 실시간 노면상태, 가시거리, 기상 파악을 위한 빅데이터 분석 기술 인공지능 활용 교통제어 기술 • 회원국 간의 기술연합 및 다양한 프로젝트 실증 활성화	• 응용개발 기반의 실증연구의 지원 등이 부족 • 무선통신 인프라의 보유가 부족함 • 타 국가와의 기술 격차 계속 좁혀지는 중 • 중국이나 미국에 비해 논문이나 특허의 양적인 면은 부족 • 센싱기술 역량은 보유했으나 서비스 비지니스의 글로벌 마켓을 확보하는데 한계

국가	강점분야	기타
	• 인프라 연구 확대 • CAD(connected and automated driving) 정책 추진 • 자동차 산업 인프라를 토대로 기술과 인력 풍부	
미국	• 정부정책과 일관된 연구개발 및 사업진행 • 체계적 연구개발 추진 및 자국 기술 중심의 표준화를 바탕으로 국제표준 선도 • 인력관리(전문 직종의 공무원 양성 및 은퇴 후 연구개발 집중지원) 우수 • 기술지원(교육프로그램 등) 우수 • 학교를 중심으로 한 기초연구 중심과 민간부문의 핵심기술 보유 • 자동차 센터 기반 도로교통 환경 수집 기술 • 자율주행 인프라 기술 • 관련 분야의 집중적인 투자와 공공-민간의 기술 협업 활성화 • 기초 기술 및 연구 인력 지속 성장, 실용화를 위한 인프라 투자 등 전반적으로 강점 • 센싱기술의 핵심역량이 우수하며 서비스 비지니스 영역에서 독보적 • CAV(Connected Autonomous Vehicle) 정책	• 응용기술은 원천기술에 비해 상대적으로 취약 • 무선통신 인프라의 투자가 부족하고 통신서비스 수준이 보통 수준 • CV 정책 추진 미흡 • 가장 기술수준이 높은 국가이지만, 타 국가와의 기술 격차는 계속 좁혀지는 중

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	4위	2위	2위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• C-ITS, 자율주행, 핵심센서 및 통신 기술은 학연을 중심으로 기초 및 핵심기술 확보를 추진하고, 산업계가 참여하는 실증사업 확대 등을 통해 산업계 중심의 상용화 기술 개발 추진 • 부처간 협력을 기반으로 국내 산업 육성과 기술개발 지원 필요. 법·제도, 기준 및 표준, 시험인증 등의 체계적 지원체계 마련 • 국내 기업간 과다경쟁 및 독점을 방지하고, 민관협력을 위한 방향제시 • 국책연구소를 중심으로 산학연 체계 구축 및 산학연의 R&R 정립 • 국내 관련 기술 기업과 연구소간 산학연 협력 촉진 • 민간-공공 협력 강화, 특히 자동차 회사의 적극적인 연구개발 참여와 협업
국제협력 촉진	• 인력 양성 및 핵심기술 확보 목적의 국제 협력 추진 및 핵심 기술 분야의 표준화 협력 추진 • 국내 정부 및 공공기관 중심이 아닌 국가 연구개발에 참여하는 산학연이 공동으로 적극 대응 • 국제기구 이외에도 민간 영역에서 협력해야 할 부분에 대한 적극적 지원 • 한중일 아시아권의 협력

	정책제언
	• 현 스마트 도로교통기술에 대한 글로벌 기업, 국외 표준 등에 대한 수용, 적극적 협력 등. 정부는 이에 대한 방향제시와 아울러 국내시장 확보 및 탄력성을 위한 정책 마련 • 해외진출 사업 확대 • 테스트베드/리빙랩 사업 추진 • 지자체 주도의 지역사업 역량확대 • 다양한 국제 활동과 국제 표준화 전문가 참여와 활동 지원
인력양성 및 유치	• 전문 대학원 지원 확대 및 직장인 재교육 기회 제공 등을 통한 전문 인력 양성 지원. 선진 기술 습득을 위한 우수 연구 인력의 해외 연수 기회 확대 • 자율협력주행의 핵심인 스마트인프라 관련 전문실무인력 양성프로그램과 교육 • 융·복합 산업이므로 다양한 인력양성 및 산업계, 학계, 공공기관의 기술교류, 교육, 인력양성 및 관리 필수적 • 4차 산업 커리큘럼 확대 • 소프트 역량 커리큘럼 구성 및 소프트웨어 캡스톤 과정 추진 • 대학 교육과정 개설 또는 대학원 특수과정 개설 • 관련 전문가 양성 및 R&D 추진
인프라 구축	• 실증사업 등과 연계한 센서 및 통신 인프라의 지속적인 확충과 기술 개발 및 상용화 촉진을 위해 필요한 첨단 연구 및 시험 평가 시설/장비 확보 • 통신 및 기반 인프라의 품질 관리 • 국가중심의 인프라 구축보단 민관협력방안 및 비즈니스 모델 창출 필요. 국가는 정보품질 및 인프라 관리에 초점 • C-ITS 관련 다양한 시범사업 및 인프라 구축 사업 추진을 통한 기술 경쟁력 확보
법·제도 개선	• 종합적인 기술시험이 가능한 특구 지역 조성 및 관련 법제도 조항 개선 • 새로운 ICT 융합 기술 및 서비스 개발과 상용화시 걸림돌이 될 수 있는 개인정보보호법 등과 같은 각종 규제에 대한 완화 방안 및 관련 기술개발 활성화를 지원할 수 있는 제도 마련 • 부처간 사업추진이 원활할 수 있도록 기존법의 개정 등 협력적 제도개선 • 자유무역체계에 위배되지 않는 수준의 국내시장 보호정책 필요. 스마트 도로 및 통행에 대한 산업육성을 위한 법제도 개선 • 규제 프리존 샌드박스 제도 도입, 도전과제의 정착과 시도에 대해 공공기관의 권한확대, 도전적 실패에 대한 면책제, 도전과제의 감사대상 면책제 도입 • 자율주행, C-ITS 등 차세대 교통기술 관련 법제도 및 규제 완화, 샌드박스 지정 확대(예: 자율주행차 주행도로 확대 등)
연구비 확대	• 관련 정부부처간의 역할분담을 통해 효율적인 R&D 지원이 가능한 정책을 마련하고, 기초기술 확보 및 상용화 지원을 위한 연구비 확대 • 기존연구에 대한 재투자를 통해 구비 효율성 및 연구 성과 실효성 증대 • 해당 기술의 요소, 원천기술력 확보를 위한 연구비 확대 • 연구단계의 정리와 단계별 지원규모 정립: 생애주기별 연구비 지원제도 도입 • C-ITS, 자율주행 관련 연구과제 확대 필요. 인프라 및 서비스 구축 사업의 예산 확대 절실 • 스마트 도로교통 기술 관련 R&D의 지속적인 추진체계 및 로드맵 구축
기타 의견	• 자율주행기반 교통관리 시스템 개발 • 자율차와 스마트 도로 인프라의 연계통합은 자율협력주행의 핵심으로 상업용(대중교통, 화물 등) 부문의 자율주행 서비스 조기 상용화를 위한 기술과 서비스 개발 우선 수행

다 주요 분석 결과 요약

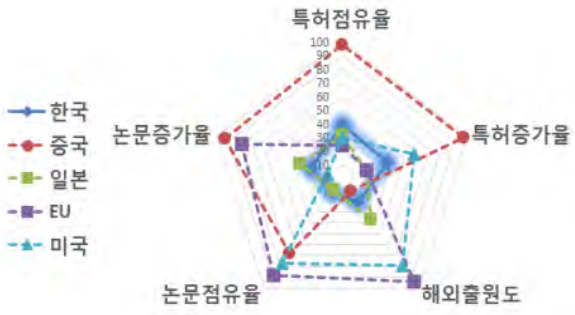
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	스마트 도로교통 기술	3,652	3,294	22.4%	125.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

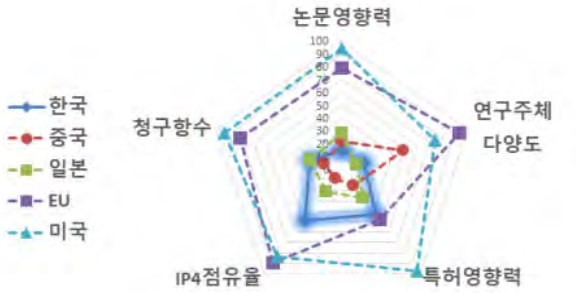
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	35.2%	68.5%	11.8	16.7
한국	4위	2위	5위	3위
	5.4%	13.4%	3.1	6.5
5개국 평균[2]	-	-	8.1	13.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

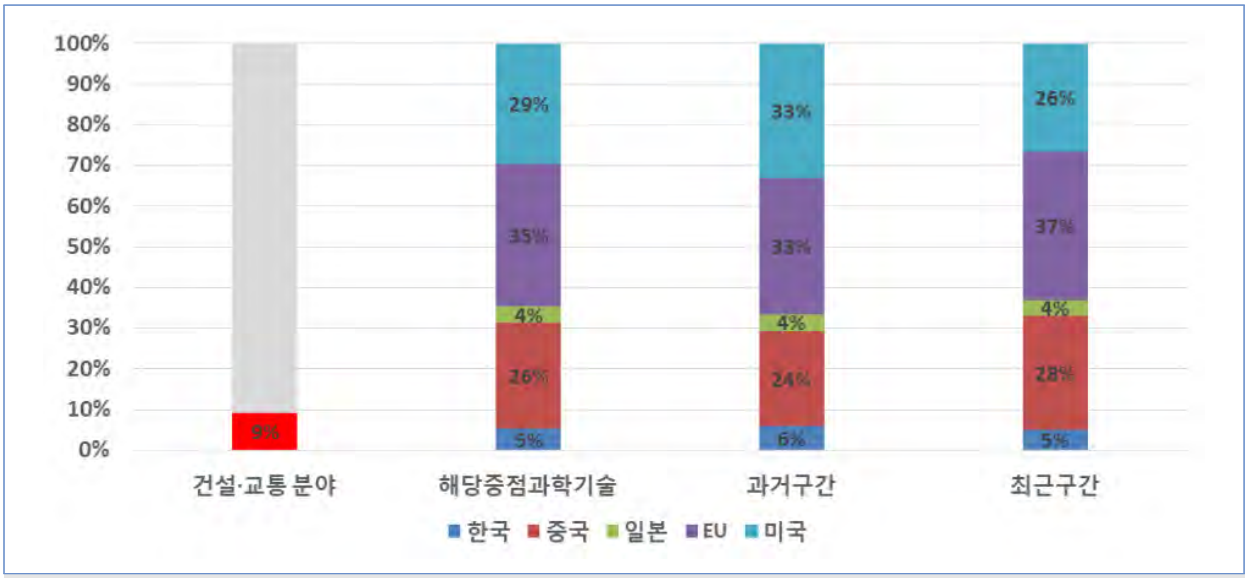
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.4%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(3.1)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(35.2%), 미국(29.4%), 중국(26.0%), 한국(5.4%), 일본(3.9%) 순이며, 논문 증가율은 중국(45.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(11.8), EU(9.3), 일본(4.7), 중국(4.0), 한국(3.1) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(13.4%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(6.5)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(68.5%), 한국(13.4%), 일본(8.0%), 미국(7.0%), EU(3.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(244.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(16.7), EU(7.2), 한국(6.5), 일본(4.4), 중국(2.2) 순이며, IP4 점유율은 EU(13.7%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.4%	26.0%	3.9%	35.2%	29.4%
	논문 증가율	7.3%	45.6%	11.8%	34.2%	-2.0%
	논문 영향력	3.1	4.0	4.7	9.3	11.8
	연구주체 다양도	0.77	0.84	0.76	0.96	0.89
특허 분석	특허 점유율	13.4%	68.5%	8.0%	3.1%	7.0%
	특허 증가율	18.8%	244.8%	-33.3%	-32.8%	73.8%
	해외출원도	0.6	0.1	1.2	3.5	2.6
	특허 영향력	6.5	2.2	4.4	7.2	16.7
	IP4점유율	7.0%	0.1%	3.0%	13.7%	12.2%
	청구항수	4.1	2.7	4.1	9.4	11.6

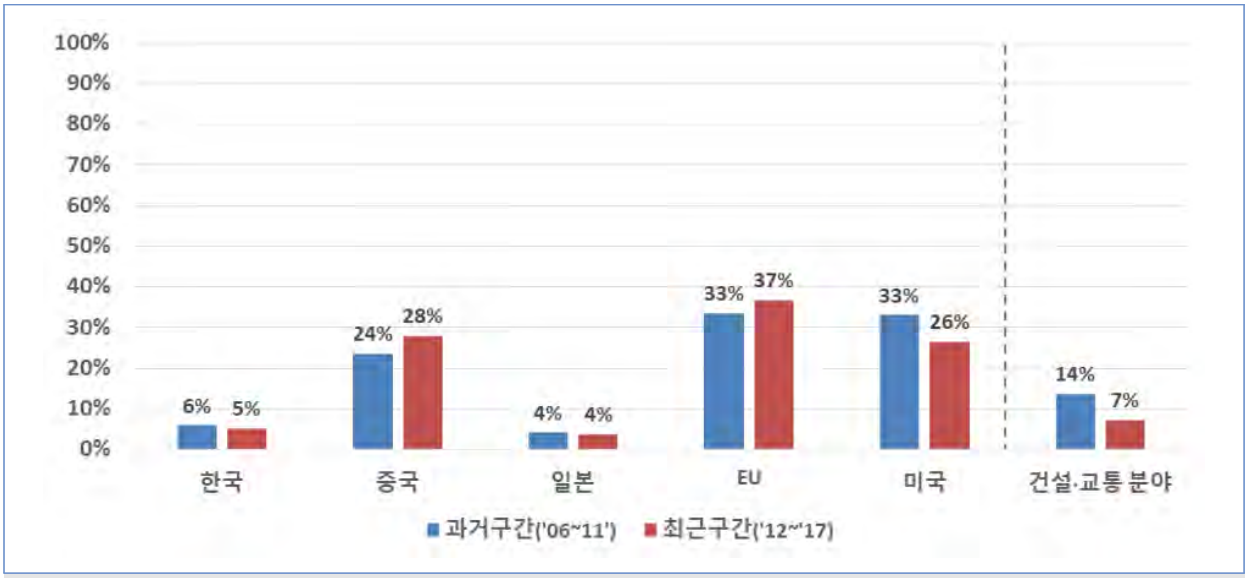
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 스마트 도로교통 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1286건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 도로교통 기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 9%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

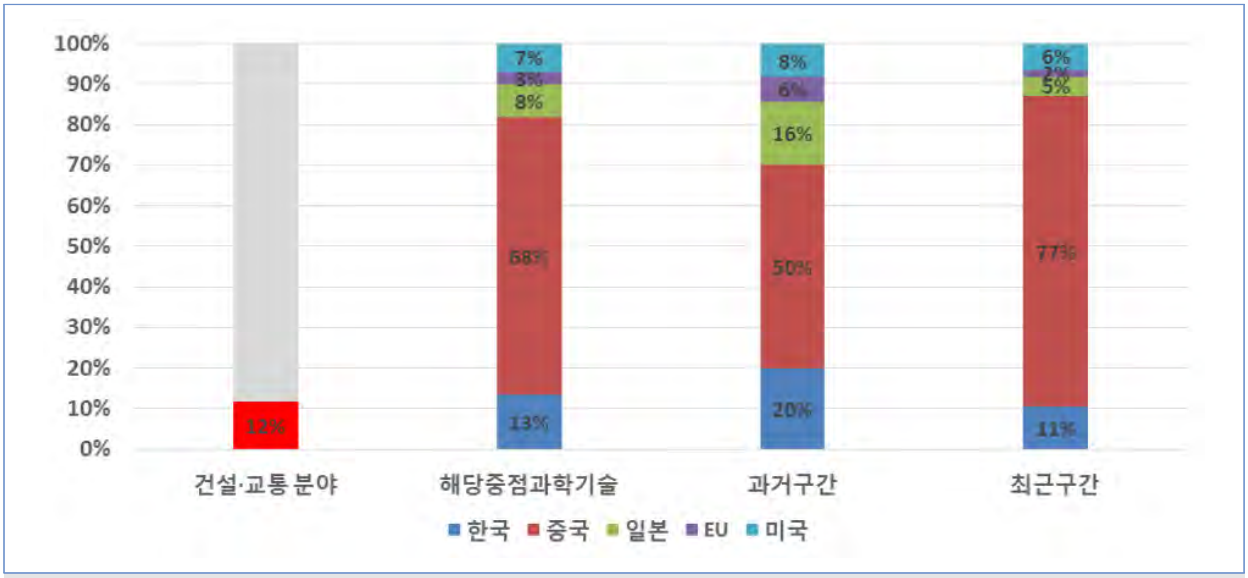


● 스마트 도로교통 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 7.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	96	103	199	7.3%
중국	386	562	948	45.6%
일본	68	76	144	11.8%
EU	549	737	1,286	34.2%
미국	543	532	1,075	-2.0%
전체	1,642	2,010	3,652	22.4%

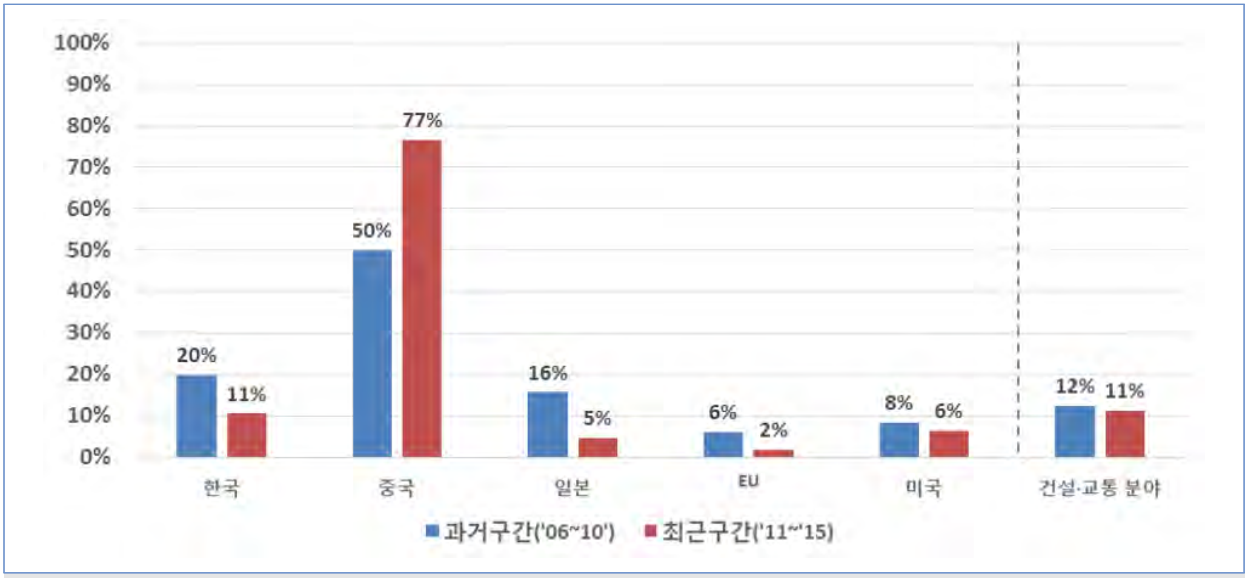
(4) 특허 점유율(전체)



● 스마트 도로교통 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2255건으로 전체 특허의 68%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 도로교통 기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 12%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



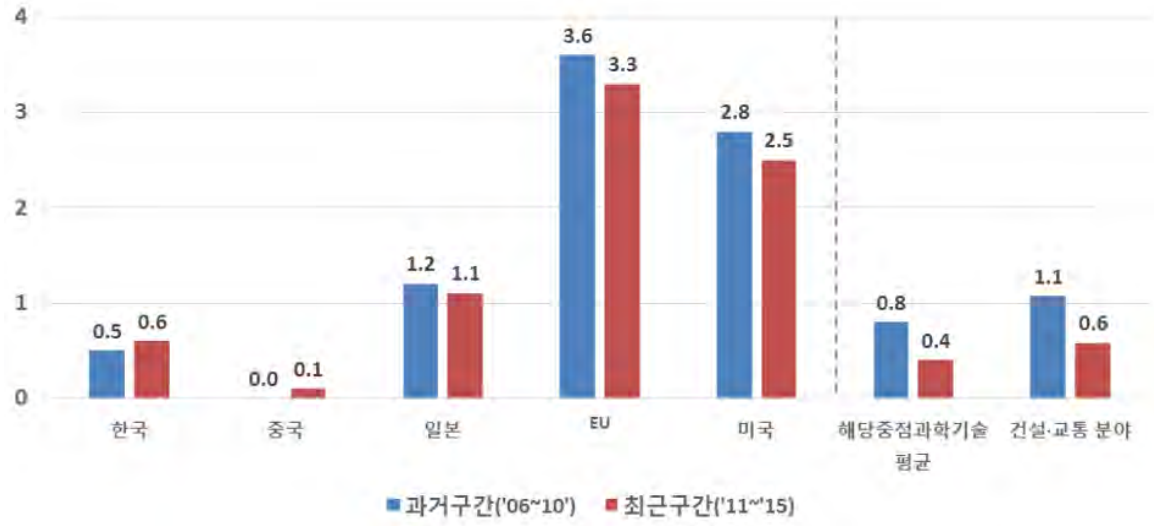
● 스마트 도로교통 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 18.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	202	240	442	18.8%
중국	507	1,748	2,255	244.8%
일본	159	106	265	-33.3%
EU	61	41	102	-32.8%
미국	84	146	230	73.8%
전체	1,013	2,281	3,294	125.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

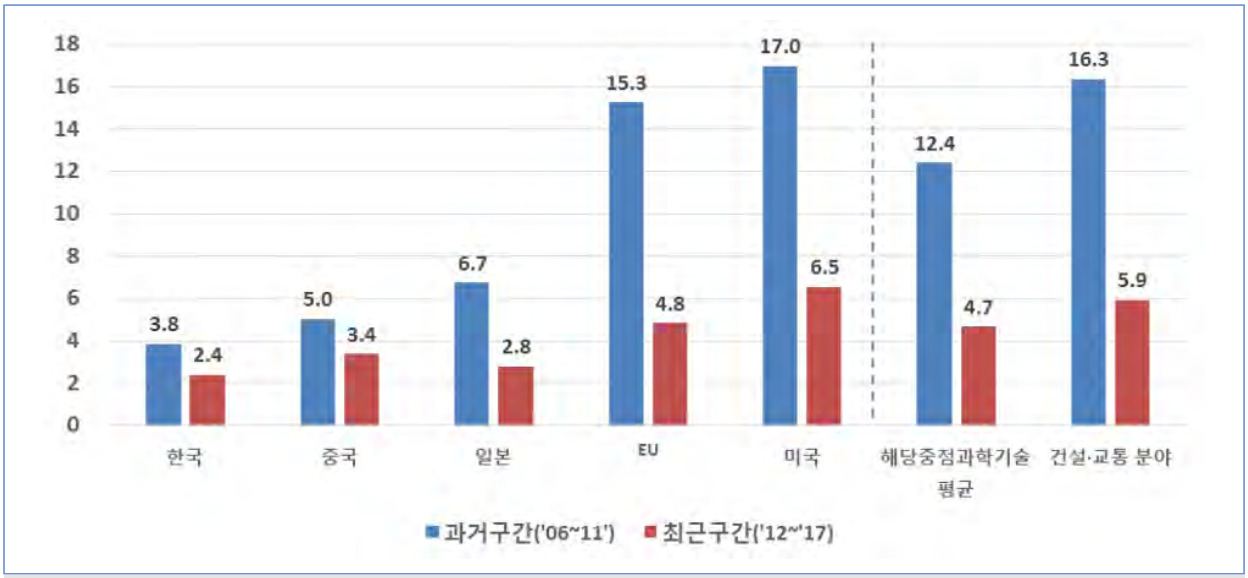


● 스마트 도로교통 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

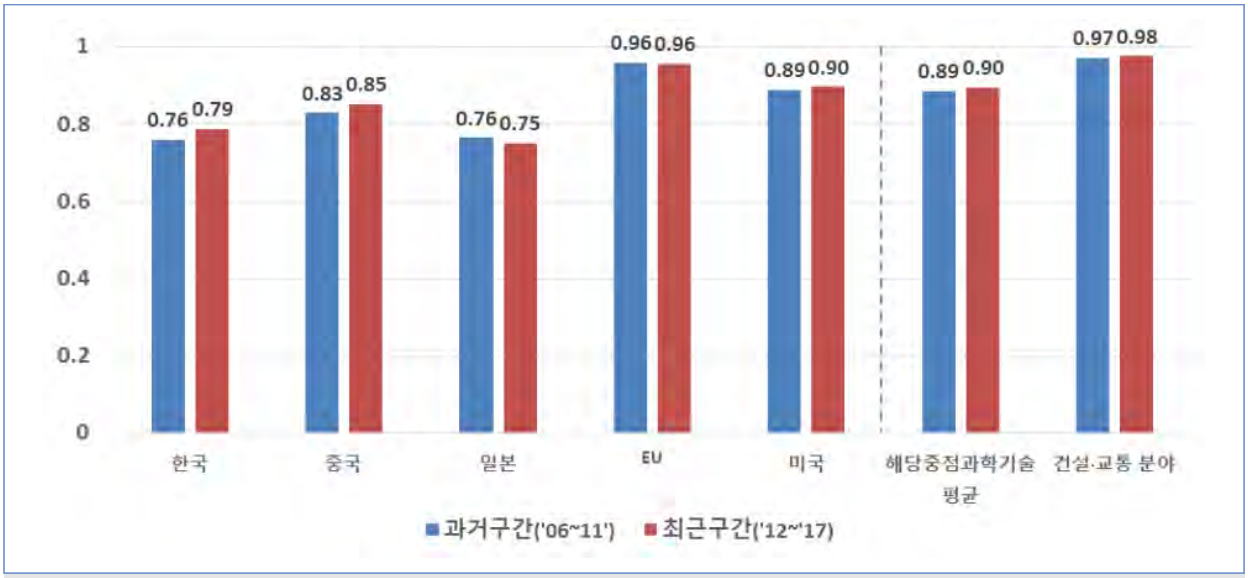
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



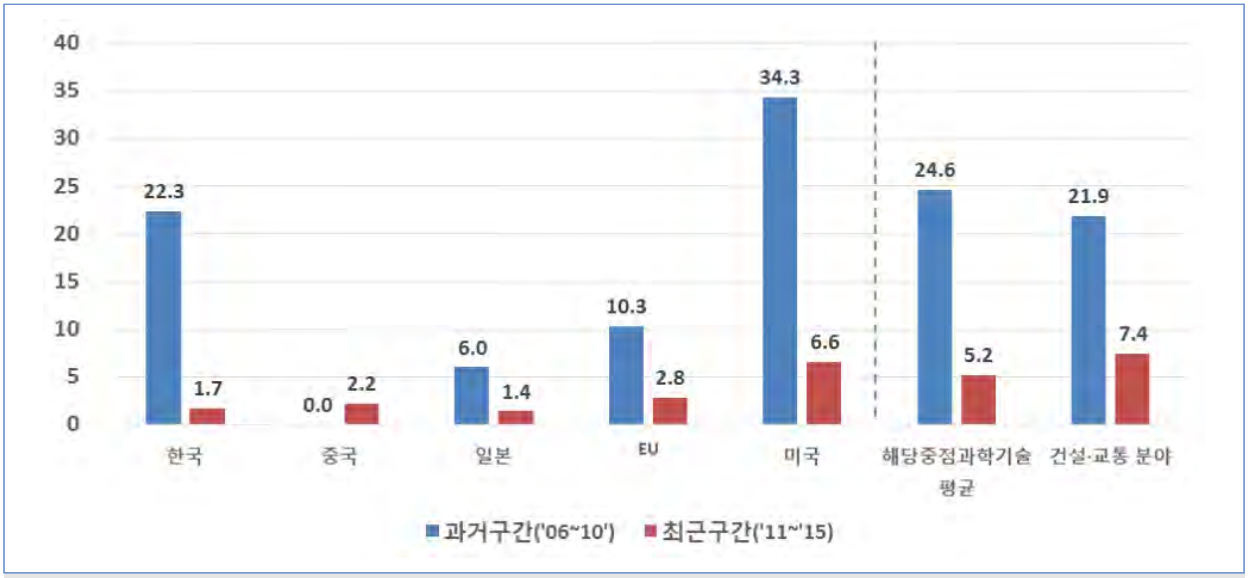
● 스마트 도로교통 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



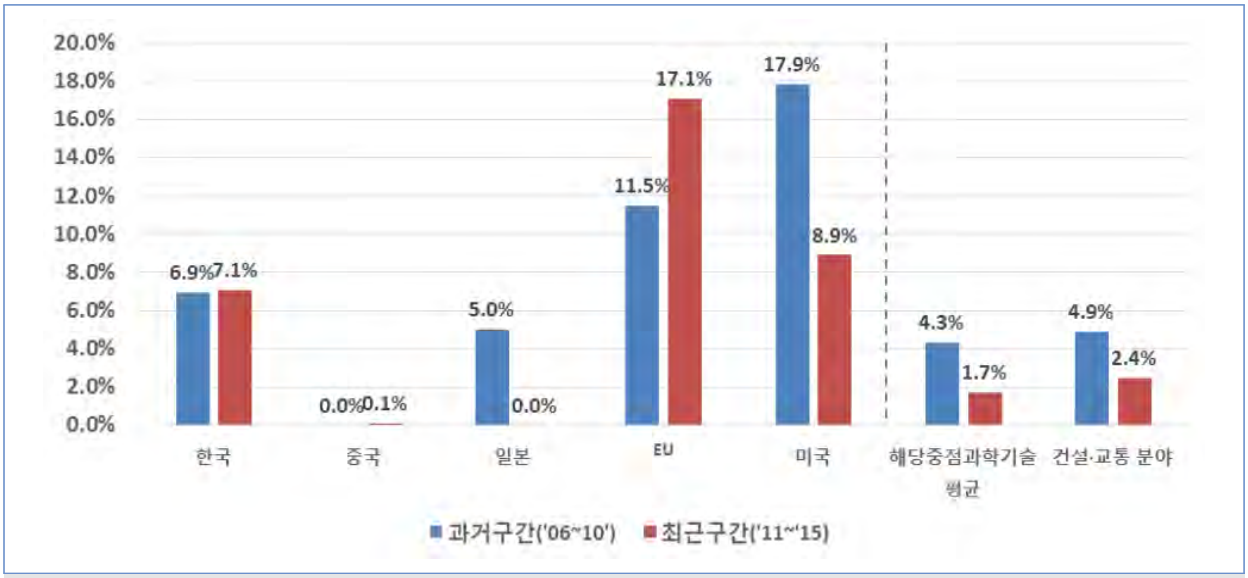
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



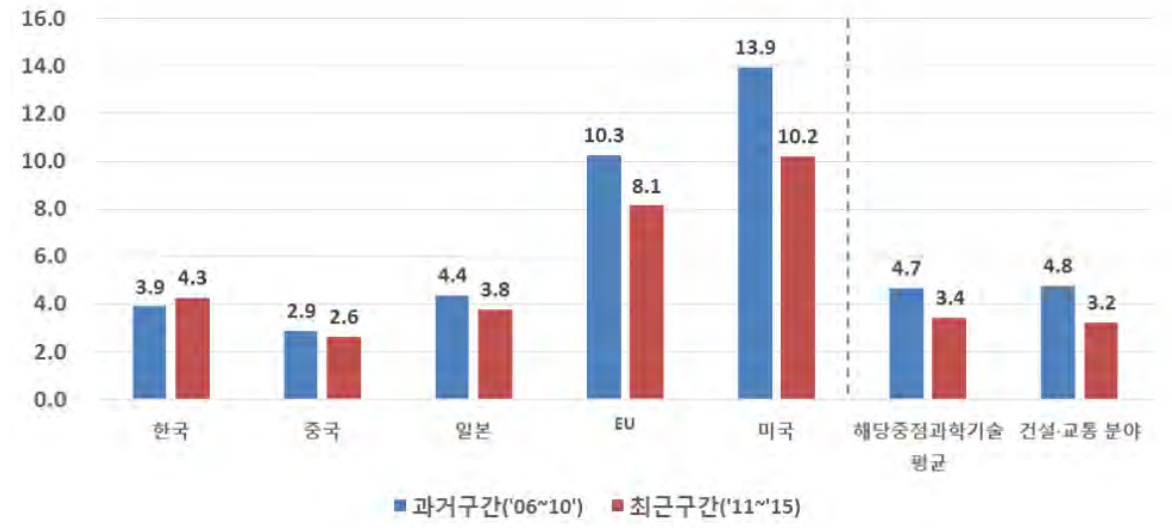
● 스마트 도로교통 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 스마트 도로교통 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 스마트 도로교통 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

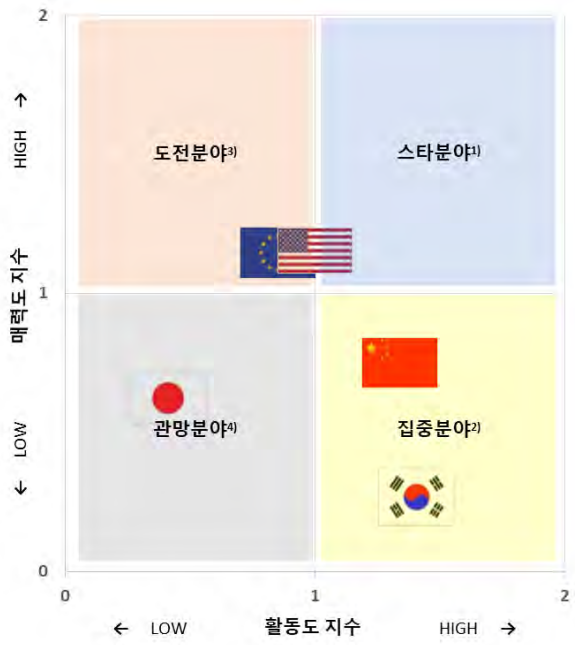
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

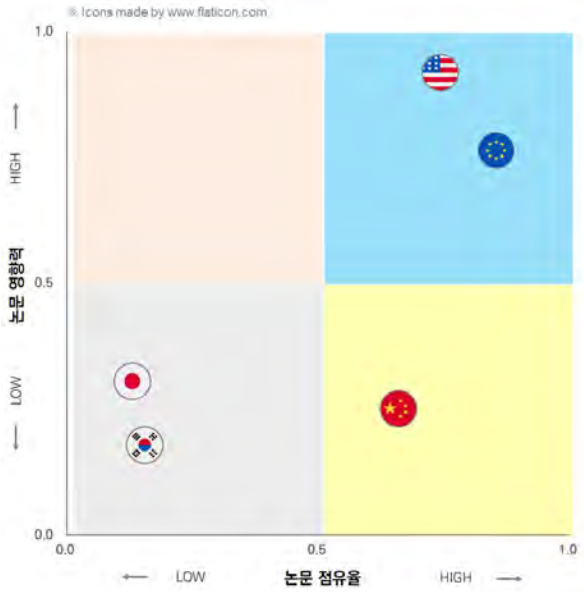
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트 도로교통 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

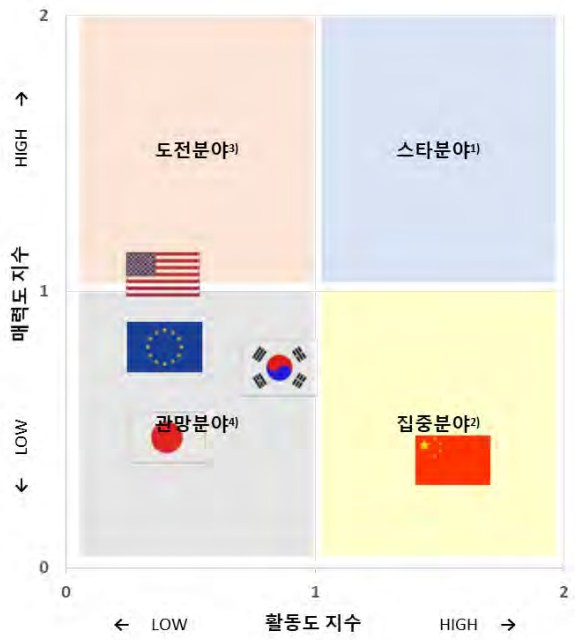


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트 도로교통 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.48%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한양대학교'가 9.05%(글로벌 점유율은 0.49%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	5.02%	1.48%	-25.81%
2	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	중국	5.38%	1.40%	31.82%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	3.69%	0.96%	33.33%
4	TONGJI UNIVERSITY	중국	3.16%	0.82%	-12.50%
5	UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA	미국	2.23%	0.66%	142.86%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HANYANG UNIVERSITY	9.05%	0.49%	0.00%
2	KYUNG HEE UNIVERSITY	5.03%	0.27%	-33.33%
3	YONSEI UNIVERSITY	3.52%	0.19%	150.00%
4	DONGGUK UNIVERSITY	2.51%	0.14%	-75.00%
5	KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE	2.51%	0.14%	-33.33%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	5.38%	1.40%	31.82%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	3.69%	0.96%	33.33%
3	TONGJI UNIVERSITY	3.16%	0.82%	-12.50%
4	BEIHANG UNIVERSITY	2.43%	0.63%	183.33%
5	JILIN UNIVERSITY	2.22%	0.58%	33.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	6.94%	0.27%	50.00%
2	WASEDA UNIVERSITY	5.56%	0.22%	0.00%
3	KEIO UNIVERSITY	5.56%	0.22%	0.00%
4	IWATE PREFECTURAL UNIVERSITY	3.47%	0.14%	400.00%
5	OSAKA UNIVERSITY	3.47%	0.14%	-75.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	RWTH AACHEN UNIVERSITY	0.93%	0.33%	400.00%
2	NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS	0.86%	0.30%	-16.67%
3	FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE	0.86%	0.30%	-90.00%
4	UNIVERSITY OF NOTTINGHAM	0.70%	0.25%	-20.00%
5	SAPIENZA UNIVERSITY OF ROME	0.70%	0.25%	700.00%

6 미국

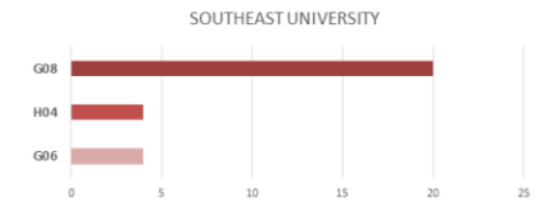
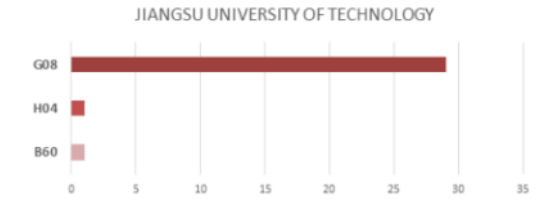
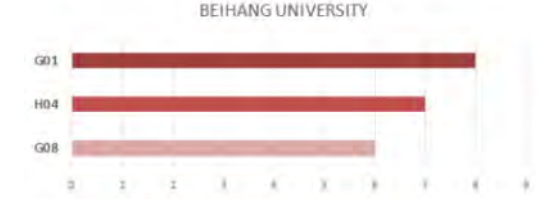
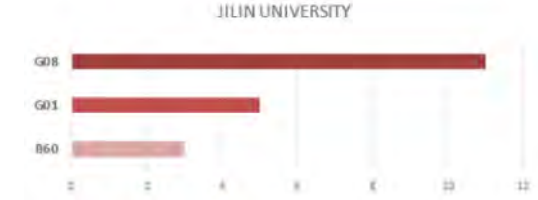
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	5.02%	1.48%	-25.81%
2	UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA	2.23%	0.66%	142.86%
3	UNIVERSITY OF MARYLAND	1.67%	0.49%	-20.00%
4	IEEE	1.21%	0.36%	-81.82%
5	OHIO STATE UNIVERSITY	1.12%	0.33%	40.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'SOUTHEAST UNIVERSITY(1.00%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '현대자동차'가 6.79%(글로벌 점유율은 0.91%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SOUTHEAST UNIVERSITY'는 G08(신호)에 해당하는 특허를, '현대자동차'는 B60(차량일반)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

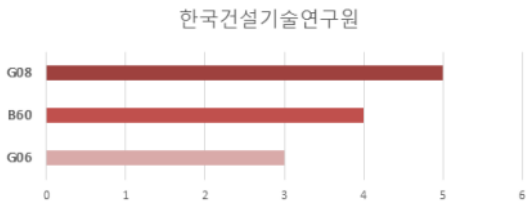
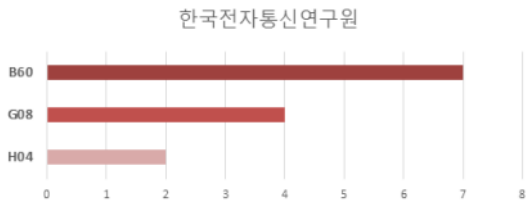
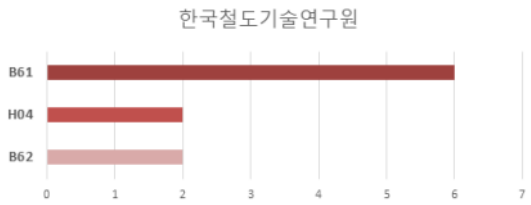
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOUTHEAST UNIVERSITY	중국	1.46%	1.00%	460.00%
2	JIANGSU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	1.37%	0.94%	3,000.00%
3	현대자동차	한국	6.79%	0.91%	800.00%
4	BEIHANG UNIVERSITY	중국	1.20%	0.82%	7.69%
5	JILIN UNIVERSITY	중국	1.06%	0.73%	280.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G08	신호
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G08	신호
		H04	전기통신기술
		B60	차량일반
3		B60	차량일반
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G01	광학
		H04	전기통신기술
		G08	신호
5		G08	신호
		G01	광학
		B60	차량일반

2 한국

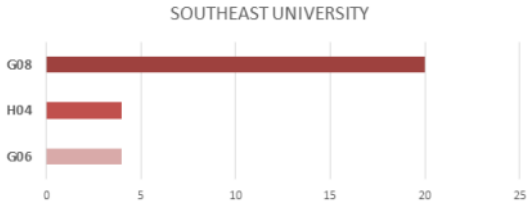
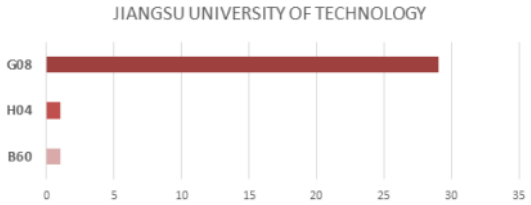
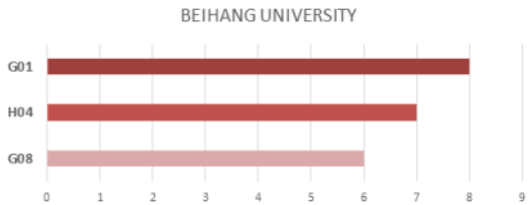
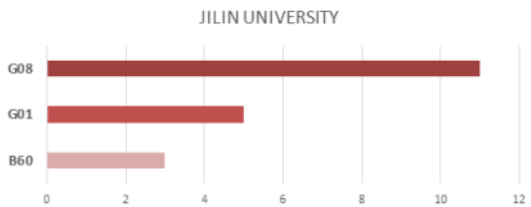
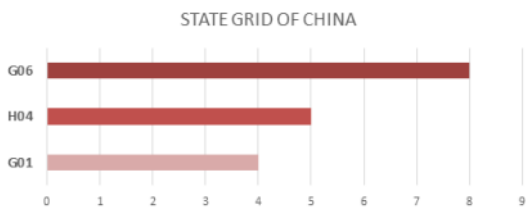
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대자동차	6.79%	0.91%	8,000.00%
2	한국건설기술연구원	3.62%	0.49%	200.00%
3	한국전자통신연구원	3.17%	0.43%	0.00%
4	한국철도기술연구원	2.71%	0.36%	100.00%
5	삼성전자	2.71%	0.36%	-90.91%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B60	차량일반
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G08	신호
		B60	차량일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		B60	차량일반
		G08	신호
		H04	전기통신기술
4		B61	철도
		H04	전기통신기술
		B62	철도 이외의 노면 차량
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

3 중국

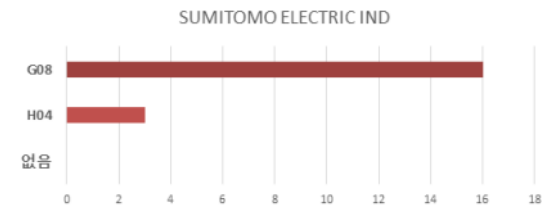
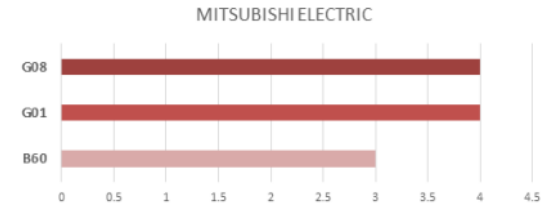
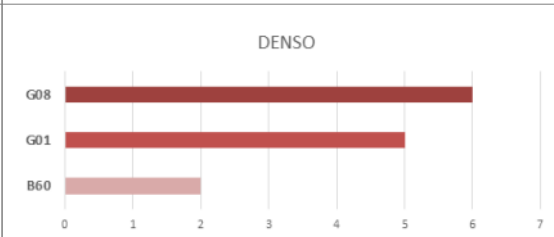
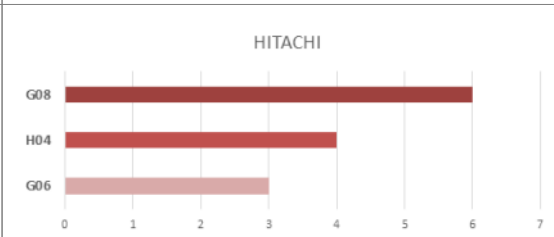
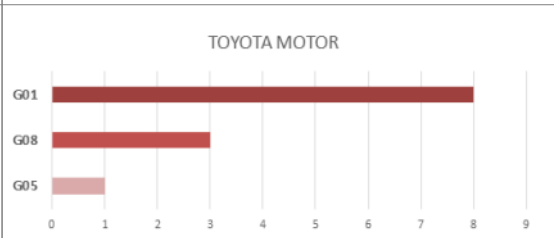
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOUTHEAST UNIVERSITY	1.46%	1.00%	460.00%
2	JIANGSU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.37%	0.94%	3,000.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	1.20%	0.82%	7.69%
4	JILIN UNIVERSITY	1.06%	0.73%	280.00%
5	STATE GRID OF CHINA	1.02%	0.70%	2,200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G08	신호
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G08	신호
		H04	전기통신기술
		B60	차량일반
3		G01	광학
		H04	전기통신기술
		G08	신호
4		G08	신호
		G01	광학
		B60	차량일반
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학

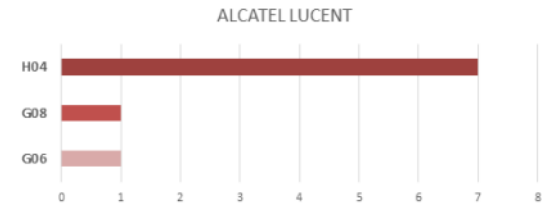
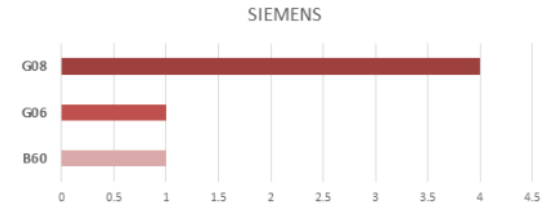
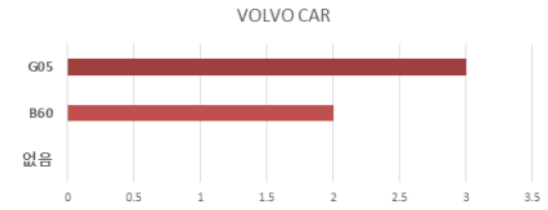
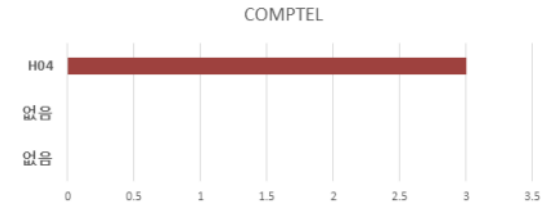
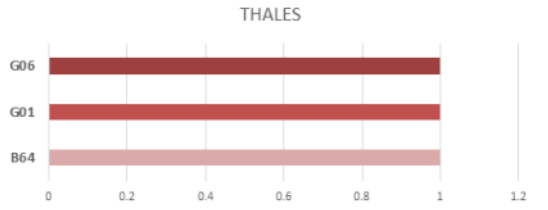
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SUMITOMO ELECTRIC IND	7.17%	0.58%	-64.29%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	6.04%	0.49%	-22.22%
3	DENSO	5.66%	0.46%	14.29%
4	HITACHI	5.66%	0.46%	-33.33%
5	TOYOTA MOTOR	5.28%	0.43%	-25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G08	신호
		H04	전기통신기술
		-	-
2		G08	신호
		G01	광학
		B60	차량일반
3		G08	신호
		G01	광학
		B60	차량일반
4		G08	신호
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G01	광학
		G08	신호
		G05	제어; 조정

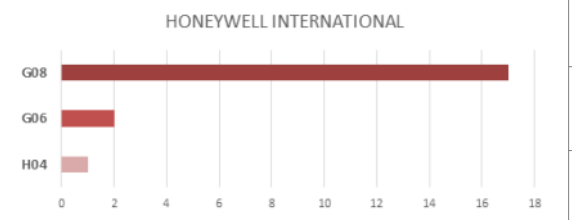
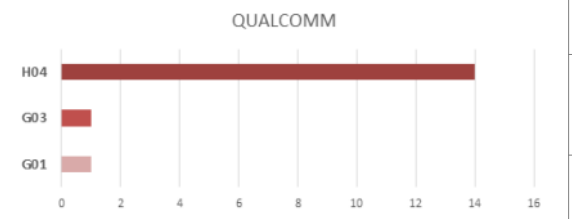
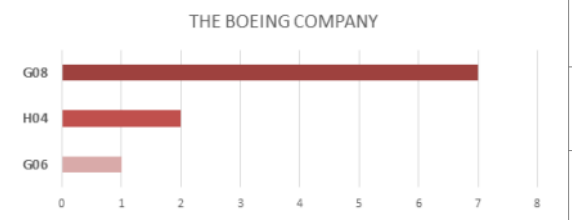
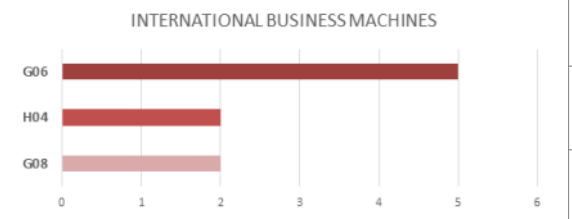
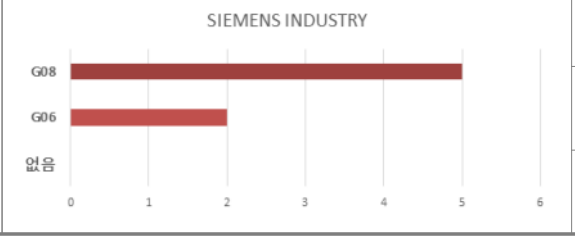
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ALCATEL LUCENT	8.82%	0.27%	-87.50%
2	SIEMENS	5.88%	0.18%	-50.00%
3	VOLVO CAR	4.90%	0.15%	400.00%
4	COMPTEL	2.94%	0.09%	-100.00%
5	THALES	2.94%	0.09%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B60	차량일반
3		G05	제어; 조정
		B60	차량일반
		-	-
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HONEYWELL INTERNATIONAL	9.13%	0.64%	100.00%
2	QUALCOMM	6.96%	0.49%	66.67%
3	THE BOEING COMPANY	4.35%	0.30%	50.00%
4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	4.35%	0.30%	50.00%
5	SIEMENS INDUSTRY	3.04%	0.21%	150.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		H04	전기통신기술
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		G01	광학
3		G08	신호
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
5		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–

10 스마트 철도교통 기술



10 스마트 철도교통 기술

중점과학기술 개요

- 기존 철도시스템에 ICT, 사물인터넷(IoT), 인공지능 등 첨단기술을 융복합하여 철도를 이용하는 승객의 만족도를 향상시키기 위해 철도의 운영환경을 철도 운영자 위주에서 철도 이용승객 중심으로 변화시키는 기술
- 이용승객의 이용 만족도를 극대화하기 위해 초고속화, 맞춤형 철도 및 타 교통수단간의 호환성을 높이는 기술로, 이를 구현하기 위해 철도차량, 인프라 및 운영환경을 종합적으로 개선하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

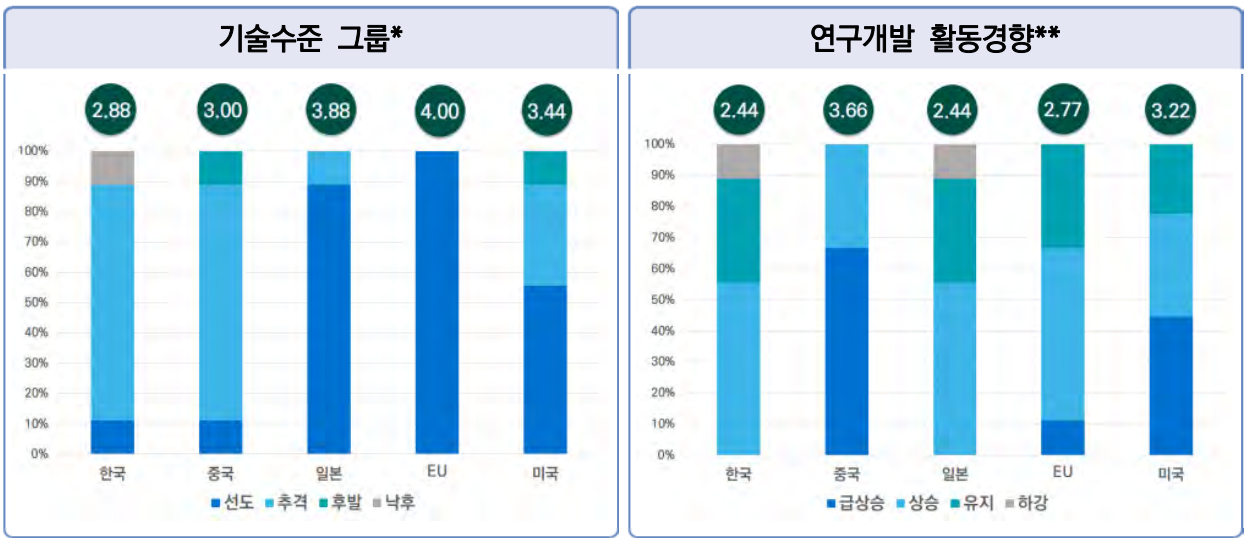
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	4.0	추격	보통	우수	유지
중국	82.0	3.0	추격	보통	우수	급상승
일본	95.0	1.0	선도	우수	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	우수	우수	상승
미국	90.0	2.0	추격	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	4.0	80.0	80.0	83.0	5.4	4.0	2.3	5.5	2.8
중국	82.0	3.0	82.0	80.0	85.0	7.6	3.0	3.0	5.5	2.7
일본	95.0	1.0	95.0	90.0	100.0	5.3	1.0	0.8	1.5	0.9
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	5.7	0.0	0.0	0.5	0.7
미국	90.0	2.0	90.0	90.0	95.0	9.1	2.0	1.0	3.0	1.3

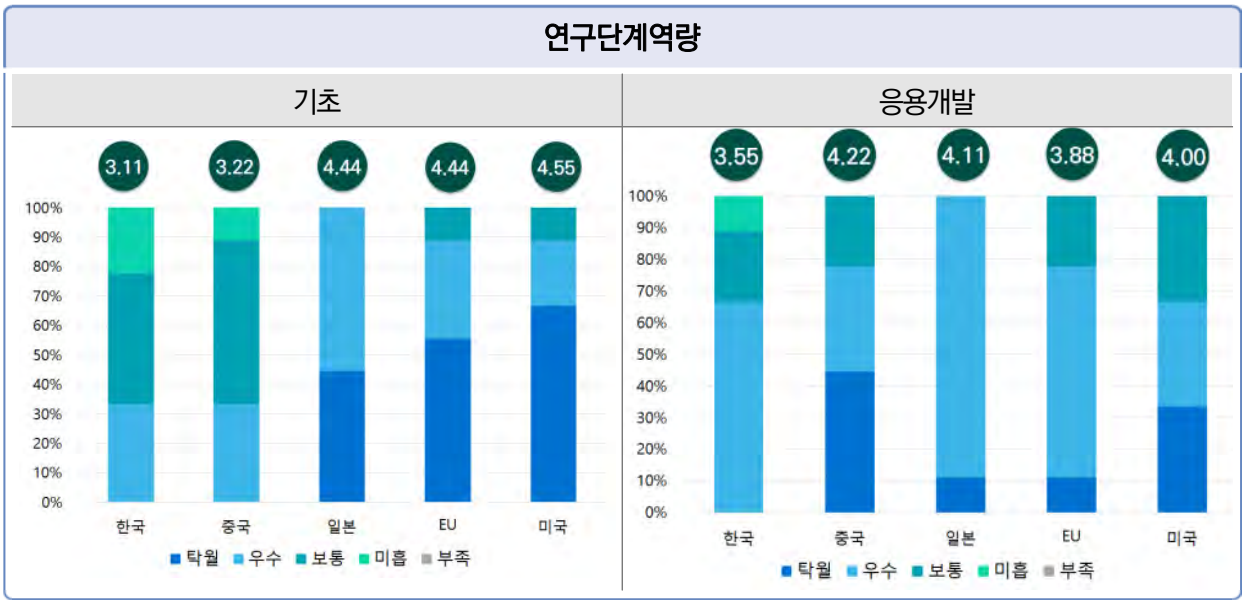
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 교통수단 연계기술, 첨단도시 철도시스템 기술, 고속철도 인프라 구축 기술 등은 연구개발 단계 • 세계 4번째 고속철도 속도를 보유하고 있으며, LTE-R 무선통신 기술 등 ICT 기술, 하이퍼루프 기술 등의 분야에서 선도그룹을 추격 • 철도산업 일부 분야의 독과점, 수용의 한계 등으로 선도 그룹과는 격차 존재 • 하이퍼루프 등 핵심기술 보유 및 연구개발 중 • 모방수준이며, 선도적인 기술개발은 부진 • 신기술의 개발보다는 시장요구에 따른 기술개발에 치중
중국 (82.0%)	• 하이퍼튜브, 교통수단 연계기술, 첨단도시 철도시스템 기술, 스마트 유지관리 자동화 기술 등은 연구개발 단계 • 화물분야 및 기초원천기술에 있어서는 세계적 수준이며, 최근 하이퍼루프 기술 등 교통체계를 근본적으로 바꿀 수 있는 원천기술 분야에 강점 보유 • 중장기 철도망구축계획('03~'20년)을 기반으로 고속철도 노선 확대 시행(약 5조 위안을 투입하여 8종 8횡의 고속철도망 구축) • 세계 최대의 철도차량 제조사인 중국중차를 주축으로 시속 600km 고속열차 연구프로젝트 본격 추진 • 최근 기술 분야의 발전으로 국제전시회에서 전시된 제품 중 일부는 한국 제품보다도 앞섬 • 초고속철도 등 사업화 진행 중 • 최근 급속한 철도 발전을 달성했으나, 안전, 스마트분야는 아직 미약
일본 (95.0%)	• 하이퍼튜브, 교통수단 연계교통, 첨단도시 철도기술, 초고철도의 인프라 구축기술, 신호기술 등이 우수함 • 기술의 호환성은 떨어지지만, 신호 및 운용기술 등 철도기술 분야 전반에 대해 선도 • 초고속자기부상열차를 개발하여 최고시속 603km의 시험운행 완료 • 철도차량 분야 중 주행 및 추진제어에서, 철도시설 분야 중 궤도토목, 전철전력에서, 철도운영 및 환경 분양 중 계획 및 운영, 철도환경에서 우위 • 일부 기술은 EU와 동등 혹은 그 이상이나 운용이 한정적임에 따라 연계기술 등이 떨어짐 • EU 또는 미국과 더불어 기술차이가 크게 나지 않는 선도그룹. 하지만 자국의 독자적 표준체계를 구축하여 세계 시장진출에는 한계를 가짐. • 국내외 확보시장을 통한 기술 활용력이 뛰어남 • 지속적인 연구개발을 통하여 철도망 구축 및 현대화를 이루고 있으며, 소재, 센서 등의 분야에 탁월한 실적
EU (100%)	• 초전도기술, 철도에너지효율 신기술, 안전관리 및 운영기술, 유지보수 기술 등에서 우수 • 고속철도 최고속도 기록을 보유한 프랑스, 세계 중 유일하게 자기부상 실용화기술을 보유한 독일일 등 스마트 철도분야 선도 • 철도차량 분야 중 차량시스템 및 차제 분야와 철도시설 분야 중 신호분야에서 우위를 점하고 있으며 타 분야에서도 2~3순위를 차지하고 있는 등 전반적 기술 수준이 높음 • 국가 간 상호 운영성 규정의 제정 및 운영을 통해 철도분야 기술기준 선도 • 철도 인프라를 바탕으로 관련 기술이 많이 나오고 있으며 표준과 해당 그룹으로 기술과 표준 선도

국가 (기술수준)	판단근거
	• 교통수단간 연계교통(intermodal) 기술, 무선통신 기반 초고속 열차제어 시스템 및 열차 정보제공 서비스기술 분야에서 선도 • 과거부터 현재까지 세계 열차제어 시스템 기술을 주도하고 있으며 차세대 열차제어 기술에 대한 연구개발 투자를 지속적으로 수행 • 독일의 경우 4차 산업혁명 기술의 선두주자로 철도, 교통 분야도 관련 기술 활용 중. 특히 관련 전시회를 주최하는 등 리딩그룹임
미국 (90%)	• 첨단도시철도, 안전관리 및 운영기술, 신호기술, 교통수단 연계교통, 에너지 절감 및 효율화 기술 등이 우수 • 최근 전 세계 고속철의 50%이상을 부설함으로써 고속철 시공능력(가격경쟁력 포함) 등에 있어서는 세계를 선도하고 있으며, 기존철도 분야에서도 물량을 중심으로 엄청난 성장세를 유지 • 철도교통이 항공이나 도로교통보다 낙후되어 있으나 하이퍼튜브 등 관련하여 혁신적인 기술이 많이 도출됨 • EU와 동등한 수준의 기술을 보유하고 있다고 판단됨. 하지만 자국의 주 교통수단이 도로 교통인 관계로 산업의 활성화는 크지 않음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 철도 열차제어분야에 대한 적극적인 투자가 최근에 이루어졌으며 현재까지 국외기술을 국산화하는 방향으로 연구개발 진행 • 센서 분야와 IT분야와의 융합기술 • 한국철도기술연구원을 중심으로 철도기술 분야에서는 세계적 수준에 도달해 있음. 하이퍼루프 기술 및 ICT 융합기술에 대한 선도적 연구 진행 중 • 대 북한 철도인프라 구축사업의 호재 있음 • 정부의 효율적 R&D추진으로 응용기술 및 전문 인력 확보	• 기초분야에 대한 장기적인 관점에서의 투자가 요구됨. • 기초연구에 대한 역량부족 • 최근 중국 고속철 시장의 급성장으로 기술이 추월당함 • 기술, 인력, 인프라가 전반적으로 모방 수준 • 기술개발투자 저조 • 해외수요처의 요구기술에 대응하는 수준. • 하이퍼튜브 기술, 스마트 철도 기술 등을 연구 개발을 시작하는 단계
중국	• 자국경제의 발전에 힘입어 중국철도과학연구원(CARS)를 중심으로 우수한 연구 인력과 시설, 막대한 연구개발 투자 바탕으로 우수한 기술력과 연구 인력 확보 • 기술 접목형 성과 도입 및 적용 • 최근 20년간 고속철도 연장이 총 2만킬로 이상. 다양한 시공경험 바탕으로 세계 고속철 시장의 최강자로 등극. 중국중차는 세계 1위 기업으로 2,3위 기업을 합친 것보다 큰 매출 확보	• 기초 기술 및 안전 분야 • 안전기술 및 기초분야 기술에 있어서 상대적으로 뒤쳐짐, • 선진기술 도입 자립화 중점 • 품질확보 및 신뢰성 분야의 기술 확보 필요 • 고속철도기술, 도시철도기술, 운영기술 등을 연구개발을 시작하는 단계임

국가	강점분야	기타
	• 대규모 중국시장과 다양한 스마트 교통시스템의 활용으로 투자 상승 • 정부의 막대한 자본 투입, 폭발적인 인프라 증설 계획 추진	
일본	• 철도종합연구소(RTRI)와 JR-EAST와 같은 각 지자체 운영기관과의 체계적인 업무 협업이 잘 이루어지고 있으며 기초연구뿐만 아니라 응용개발연구에서도 기술력과 우수한 인력 보유 • 기초연구와 이를 활용한 적용성 • 세계 최고수준의 정시성과 독자적 기술체계 등을 보유하고 있으며, 재난 발생 시 철도 안전 확보를 위해 지속적인 투자 • 일본 국내업체의 일본사업 독점으로 제품개발 용이 • 기초 및 응용 기술 확보, 전문 인력 확보, 적극적인 정부의 자본 투자 • 도시철도기술, 친환경 철도차량기술, 초고속 철도 인프라 기술, 안전관리 시스템 및 운영기술, 열차제어정보시스템, 유지관리 자동화 기술, 에너지 절감 및 효율형상 기술 등 우수	• 자국만의 독자적인 철도통신시스템, 열차제어시스템을 개발함으로써 국외 시장진출에 대해서는 한계를 가짐 • 신규 철도 인프라 확충 미흡 • 독자기술을 추구하다보니 철도교통과 같이 호환성이 필요한 부분에서 우수성이나 활용성이 떨어짐 • 기술에 대한 타 국가와의 호환성이 떨어지며, 전반적인 연구 활동이 하강 중 • 인프라 증설의 한계를 보임
EU	• 유럽각국은 탄탄한 기초과학을 기반으로 기초연구와 응용개발연구를 활발히 진행. 특히 EU의 철도분야 공동프로젝트는 상위 로드맵에 의거하여 분명한 목적성을 가지고 여러 국가의 기업, 운영기관들이 막대한 예산투자로 진행되며, 프로젝트 간 연속성을 고려하여 새로운 프로젝트를 지속적으로 추진 • 세계 철도기술 표준에 대한 주도권을 쥐고 있으며, 특히 TSI 등을 바탕으로 국가 간 상호연계 운용에 대한 노하우가 축적됨. 에너지 효율 및 유지보수 비용 절감 등에 주력하고 있으며, 열차의 안전성 확보를 위한 투자도 상당한 부분을 차지함 • 엔지니어링 전문회사 우수. • 기초 및 응용 기술 확보, 전문 인력 확보, 세계 기술기준 선점 • 첨단도시 철도기술, 친환경 철도차량기술, 안전관리 운영기술, 초고속 열차 인프라기술, 교통수단 연계교통기술, 열차정보 시스템기술, 에너지 절감 및 효율 향상기술 등 우수	• 국가 간 상호운영이 가능한 철도운영을 보장하여야 하며 철도운영기관과 기업이 기술의 중심에 있어 국가 간 합의 기업 간의 합의 과정에 상당한 시간이 소요됨 • 신교통수단에 대한 연구진행이 미비한 편(예) 하이퍼루프 기술 • 인프라 증설의 한계를 보임 • 비용

국가	강점분야	기타
미국	• 탄탄한 기초과학, 특히 열차제어에 필요한 운영체제, 통신기술을 선도하고 있기 때문에 기초연구에 대해서 강점 • 기초연구 및 기술 분야는 탁월함 • 화물 수송(장대열차)기술에 있어서는 세계최고 수준의 기술 보유, 첨단철도기술에 대한 개발 선도 • 신기술개발 및 활용에 대한 기술투자 • 초고속 진공열차 분야에서 수위 차지 • 인력 및 인프라 우수 • 하이퍼튜브 기술, 첨단도시 철도기술, 교통수단 연계교통기술, 열차정보 시스템기술 등 우수	• 열차제어시스템의 미국 내 시장규모를 고려할 때 응용개발에 대해서는 한계 가짐 • 낙후된 철도 인프라 및 도입 시설부족 • 내수중심의 철도시장으로 여객 철도 관련 기술 발전이 뒤쳐짐 • 바퀴식 고속열차 분야에서 취약 • 비용

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	5위	2위	4위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산학연 합동 연구과제 개발 • 실용화를 위한 공공기관 연구소 등 활용방안 수립 • 부처 간 융합과 전문가 집단의 협업이 원활히 진행하도록 연구개발 기획단계는 물론 실행에 있어서도 체계적이고 접근이 용이한 정책 수립 • 국내 철도차량운영기관은 스마트 철도 안전관리, 스마트 유지보수 등을 수요 창출하여 시스템개발을 주도하고, 관련 차량, 신호, 궤도 등의 분야 요소기술은 관련업체, 국가연구기관이 개발하여 협력추진 • 융합이 가능하도록 각 분야별 교류 추진 체계 수립. 특히 코레일의 경우 실험 및 데이터 수집에 아주 강한 거부감을 나타내어 실질적인 연구개발에 많은 장애가 있고 기술발전에 방해가 됨. 우리나라의 경우 고속철도 개발의 선도적 입지를 구축하기 위해서는 운행 선에서 발생하는 여러 현상을 이해하고 분석하는 것이 중요하고 기반시설도 있으나 코레일의 폐쇄적이고 부정적인 접근으로 기술발전에 많은 저해가 되므로 이에 대한 제도 개선 및 정부차원의 지원이 절실
국제협력 촉진	• 개도국 대상 해외진출을 위한 국제협력 방안 수립 및 추진: 개도국 전문가 교육, 개도국 관련 규정과 한국 규정의 동질화 노력 및 기술이전 • 기술협력 및 국제세미나 등 기술 교류 확대 방안 수립 • 국제 공동연구개발이 가능한 R&D 체계 수립. 현재는 R&D 참여형태, 예산의 집행과 정산 등의 문제로 인해 굉장히 제한된 수준의 참여가 가능함

	정책제언
	• 미확보 요소기술 및 낙후기술에 대해, 기술이전 회피를 극복하기 위해, 해외 대학 및 관련 연구소를 통한 국내인력 육성 및 해외 스마트 인프라 사업 참여 • 철도망은 국제적인 연계 시스템이므로 국제협력을 강화하여 국가 간 이동시 발생할 수 있는 문제 해결 및 철도산업 수출을 위한 각국 시스템 및 설계 기준 및 수준 등의 이해
인력양성 및 유치	• 좋은 연구원이 국내 연구기관에 들어올 수 있도록 처우 개선, 포상 강화 및 성과를 내지 못하는 연구원에 대해 다른 업무를 하도록 직능제 등 마련 • 대학, 기업 등 선도 기술 연구 인력 확보 시 지원방안 수립 • 철도분야 full time 석사급 인재양성을 꾸준히 할 수 있는 생태계 조성 시급 • 지속가능한 전문 인력양성 프로그램과 우수한 인재를 유치하도록 정책적인 지원 필요. 출연연에 우수인력을 유치하기 위해서는 다양한 유치프로그램(장학제도 등)과 더불어 출연연의 처우개선이 함께 이루어져야 함 • 철도관련 대학의 경쟁력 확보를 위해 유사 학과와의 교류가 필요하며, 스마트 철도시스템을 위한 4차 산업혁명의 개념과 센서, 통신, DB기술의 적극적 적용을 위한 대학교육 절실 • 대부분의 철도 기술자는 기초적인 기술수준을 보유하고 있으며 고급 기술자 숫자는 많이 부족한 상황이므로 보다 양질의 철도전문 기술자 양성 필요. 특히 철도 전반의 시스템적인 이해도를 가진 전문가 양성 시급
인프라 구축	• 국책연구기관 기존 연구 장비 사용료를 낮추어 공용 활용 실적 평가 • 출연연 자립의 연구개발이 이루어지도록 대형 시험인프라 설비 구축. 일본의 RTRI(철도종합기술연구소)의 경우 여러 종류의 시험선을 구비하고 있으며 특히 수십킬로미터에 달하는 고속철도 시험선 자랑 • 스마트 철도시스템 개발에 따른 시험선로의 효과적 운영 → 장기플랜에 적합한 시험선로 확보 및 국가차원의 운영대책 필요 • 철도와 관련된 연구개발뿐만 아니라 국내 철도망도 아직 선진국에 비해 부족한 상황이며 새로운 기술을 접목한 철도 인프라 구축을 통하여 철도 발전에 기여하고 국민편익 증대에 철도가 기여할 수 있도록 하여야 함. 향후 발생할 수밖에 없는 유가인상에 대비하여 국내 주 교통수단을 철도 위주로 전환하여야 국가 경쟁력 저하 방지 가능
법·제도 개선	• 행정과 감사로 인한 비효율성이 발생하지 않도록 법·제도 개선. 일을 잘하려다 과정에서 문제가 발생하게 되면 차라리 안하니 만큼 못하다는 인식 개선 필요 • 연구 성과 활용을 위한 연구개발 규정 등 개정 • 수요처인 운영기관의 지침/사양서 등에 연구결과 반영 (정량적 성과로 등록) • 연구개발비 구매와 관련된 집행에 있어 관련 프로세스가 복잡하고 많은 시간이 소요됨. 특히 정산과 관련하여 필요한 과도한 행정 업무 발생. 현재 철도의 경우 실용화를 위해서는 시험성적서, 인증서와 별도로 상용운영 실적을 요구함으로 인해 연구개발 연구결과의 실용화에 어려움 존재 • 스마트 철도시스템의 도입에 수반하는, DB활용, 정보교환 등의 관련법 정비. 특히 유지보수, 안전운행 스마트화에 따른 반드시 확보해야하는 정보에 대한 표준화 및 DB화를 위한 법령 준비 • 현재 제도로써는 철도관련 신기술 접목이 아주 어려운 상태이고 특히 코레일 등 운영기관의 권한 남용으로 인한 개발 저하 사태는 심각한 상태로 판단되는바, 적극적인 기술개발 활용이 가능하도록 제도 개선

	정책제언
연구비 확대	• 하이퍼튜브 기술은 세계 주요국가에서 선도기술 확보를 위해 노력 중. 이를 혁신성장 동력으로 삼기 위해서는 예타 수준의 연구비를 확대 필요 • 결과에 대한 포상 중심의 연구비 확대: 최소한의 연구비를 복수의 연구단체에 제공하고 검증가능한 성과 달성시 금전/비금전 포상 확대. 현 체제에서는 처음 과제를 따게 되면 독점적으로 수행할 수 있는 권한이 생기므로 과정에서 방만한 운영이 있을 수 있고 그 결과가 부실해질 수 있음 • 기존 기술의 상용화에 치우치지 말고 실수요처인 운영기관의 애로 사항을 해결할 수 있는 연구 수행 • 해외국가에 비해 뒤떨어진 기초 핵심기술 연구에 투자 • 유럽과 비교할 때 현실적인 연구개발비 책정이 이루어지고 있지 않음. 유럽 대비 10% 수준의 연구개발비와 단축된 연구기간 그리고 차별화되고 더 높은 수준의 목표 설정이 일반적 • 철도사업 스마트화를 위한 센서 개발과 전체 시스템개발은 다수의 운영기관, 연구기관, 학교, 산업체와 반드시 공동 진행해야 하며, 대규모 연구자원이 필요한 사업으로 연구비의 확대 필요 • 철도 관련 연구비 일몰로 인하여 지속적인 연구 개발이 중단될 위기에 있으므로 현재 가장 첨단수준의 육상교통수단인 철도의 발전에 위기가 도래할 것으로 예상되며 국제적으로 높은 기술수준을 보유하는 것으로 인정되는 대한민국 철도 산업의 미래가 불투명 해 질 수 있으므로 연구비 확대 및 장기적 전망에 따른 지속적 연구개발이 가능하도록 해야함
기타 의견	• 5G, IoT 등 첨단기술을 융·복합한 융합연구과제 추진을 위한 정책 수립 • 철도 인프라 관리(궤도, 신호, 구조물)를 위한 비행체 활용: 5G 무선통신과 철도 스마트 유지보수를 위한 정보화 및 센서 기술 개발 • 철도의 첨단 기술과 운행 안전성 등을 고려하여 볼 때 Sensor 기술과 IT 기술, 승객 구매 현황, 물류 등과 관련된 빅데이터 기반의 정보처리 분야 등과의 밀접한 교류 협력 등 필요

다 주요 분석 결과 요약

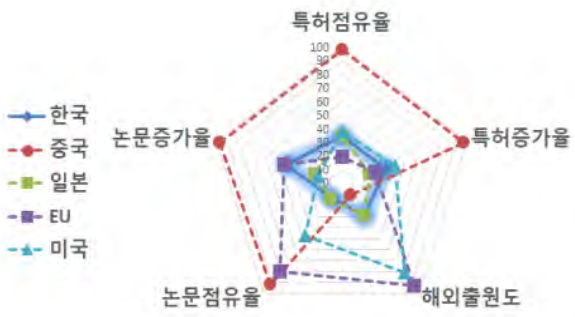
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	스마트 철도교통 기술	3,275	1,765	94.5%	93.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

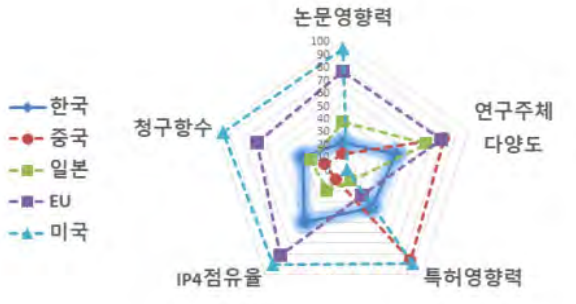
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	미국	미국
	41.6%	53.0%	14.8	16.6
한국	5위	4위	4위	3위
	2.7%	13.2%	5.5	8.1
5개국 평균[2]	-	-	8.7	14.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

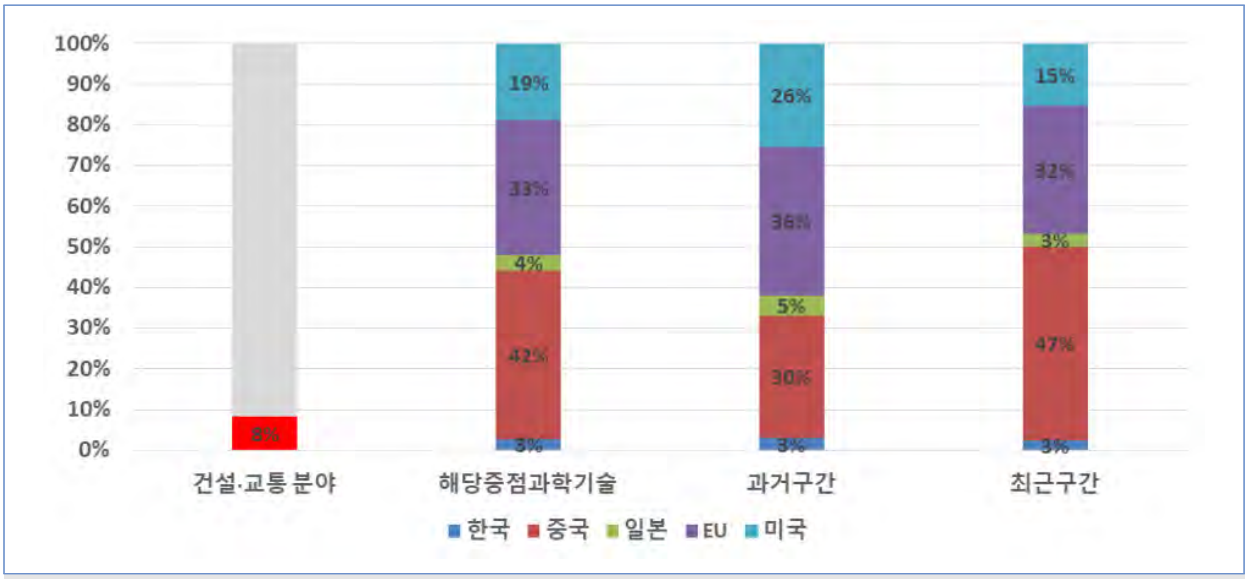
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.7%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.5)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 중국(41.6%), EU(33.2%), 미국(18.8%), 일본(3.8%), 한국(2.7%) 순이며, 논문 증가율은 중국(206.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(14.8), EU(11.5), 일본(7.4), 한국(5.5), 중국(4.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(13.2%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(8.1)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(53.0%), 미국(15.0%), 일본(13.3%), 한국(13.2%), EU(5.6%) 순이며, 특허 증가율은 중국(282.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(16.6), 중국(16.0), 한국(8.1), EU(6.2), 일본(3.2) 순이며, IP4 점유율은 미국(19.3%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.7%	41.6%	3.8%	33.2%	18.8%
	논문 증가율	66.7%	206.6%	21.4%	68.8%	16.5%
	논문 영향력	5.5	4.0	7.4	11.5	14.8
	연구주체 다양도	0.64	0.60	0.83	0.94	0.92
특허 분석	특허 점유율	13.2%	53.0%	13.3%	5.6%	15.0%
	특허 증가율	15.7%	282.0%	-28.5%	-11.5%	37.8%
	해외출원도	1.1	0.1	1.1	4.0	3.2
	특허 영향력	8.1	16.0	3.2	6.2	16.6
	IP4점유율	9.9%	0.1%	3.8%	16.3%	19.3%
	청구항수	4.5	2.4	3.8	7.7	11.9

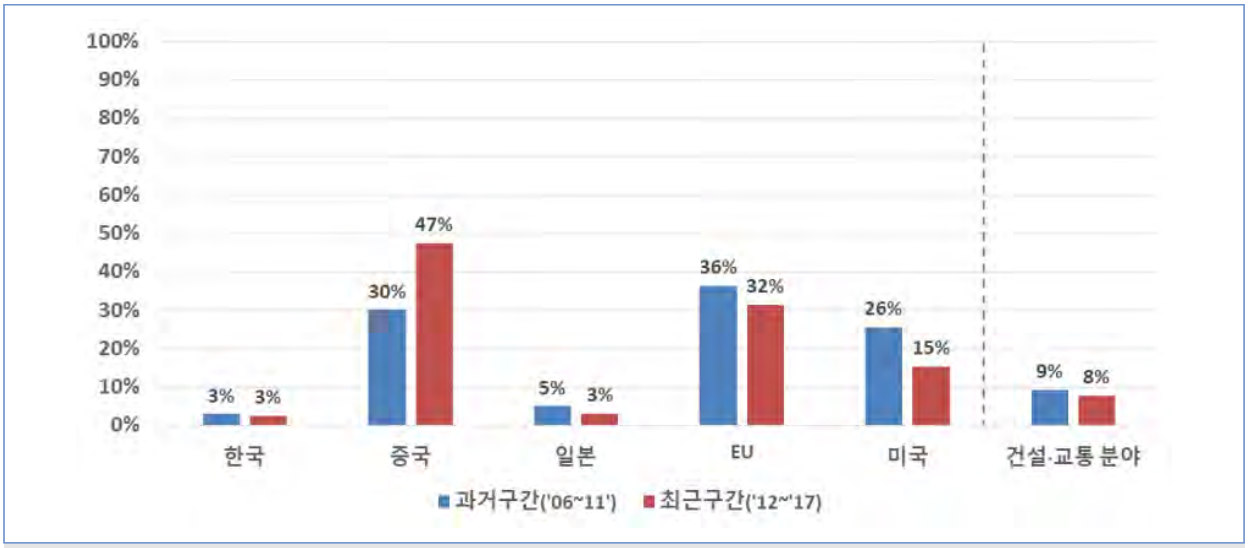
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 스마트 철도교통 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 1362건으로 전체 논문의 42%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 철도교통 기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

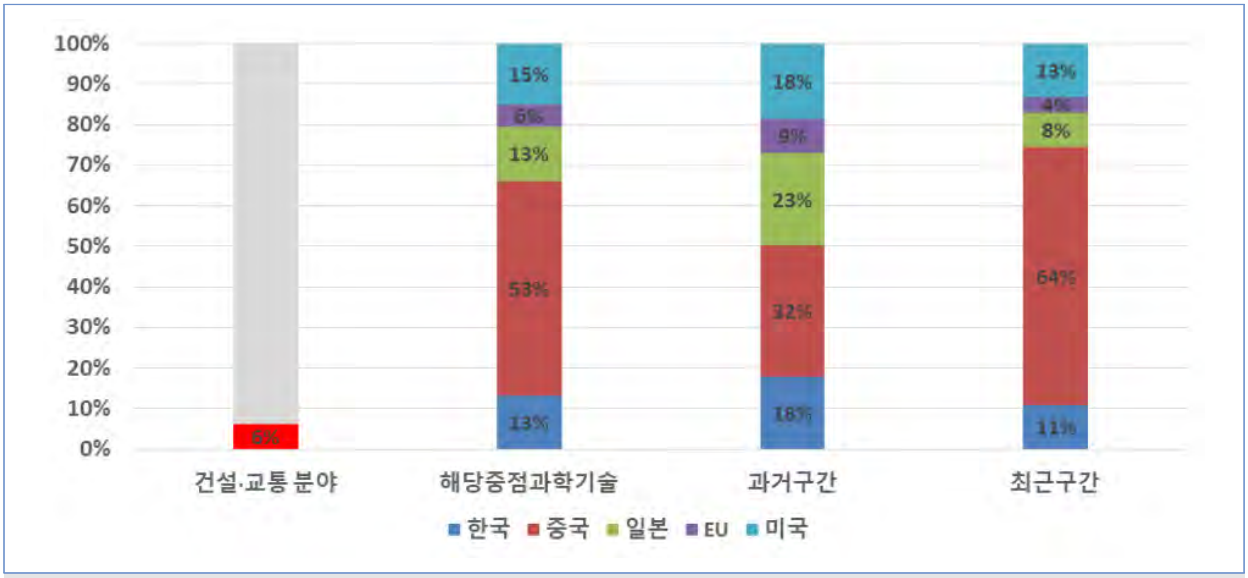


● 스마트 철도교통 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 EU의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 66.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	33	55	88	66.7%
중국	335	1,027	1,362	206.6%
일본	56	68	124	21.4%
EU	404	682	1,086	68.8%
미국	284	331	615	16.5%
전체	1,112	2,163	3,275	94.5%

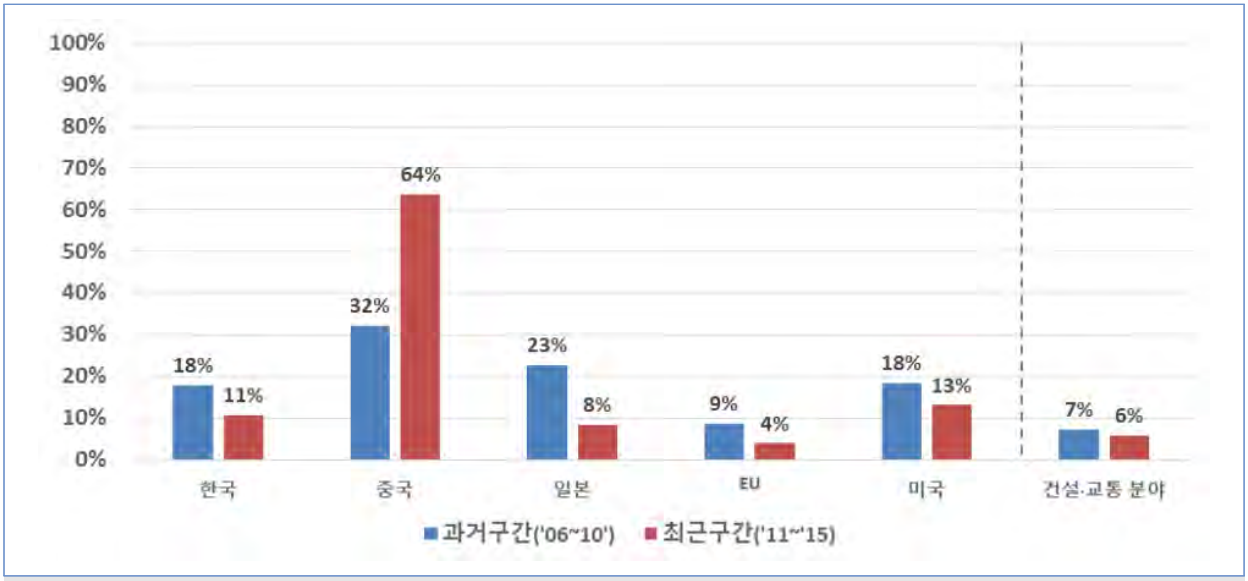
(4) 특허 점유율(전체)



- 스마트 철도교통 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 935건으로 전체 특허의 53%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 철도교통 기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



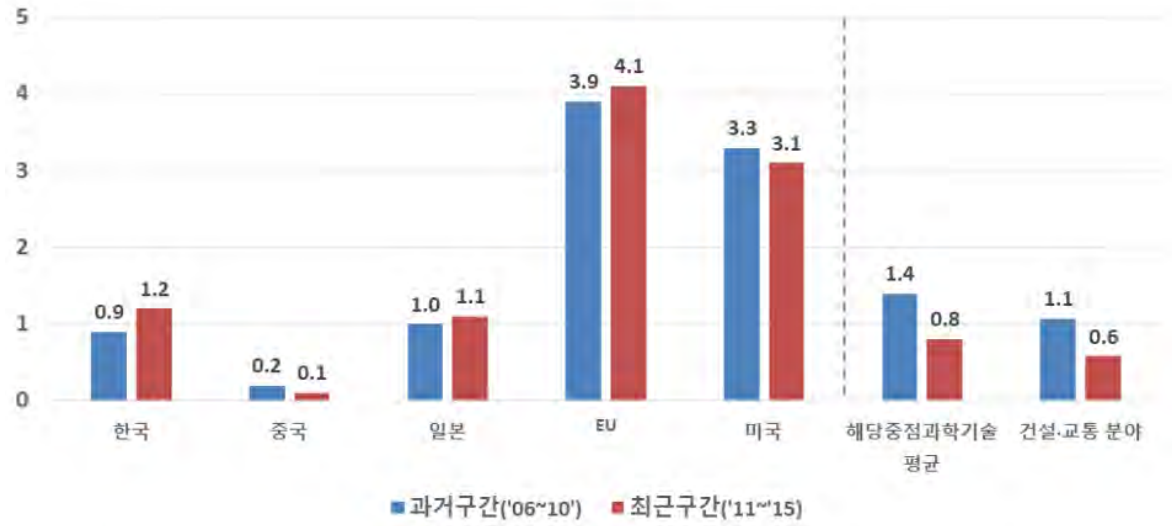
● 스마트 철도교통 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 15.7%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	108	125	233	15.7%
중국	194	741	935	282.0%
일본	137	98	235	-28.5%
EU	52	46	98	-11.5%
미국	111	153	264	37.8%
전체	602	1,163	1,765	93.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

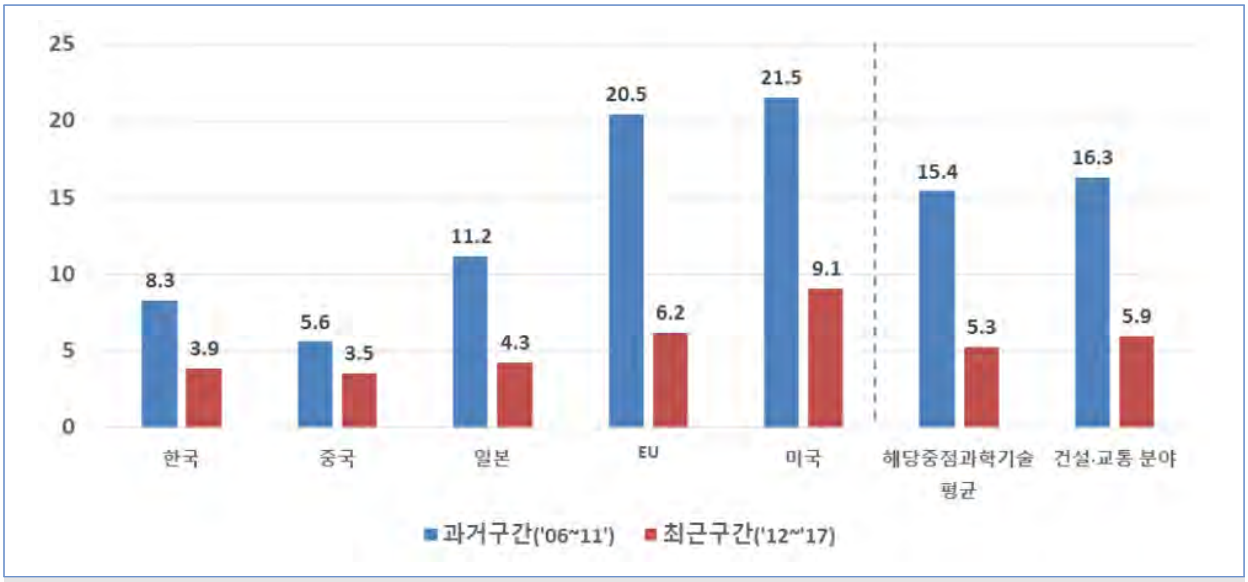


- 스마트 철도교통 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

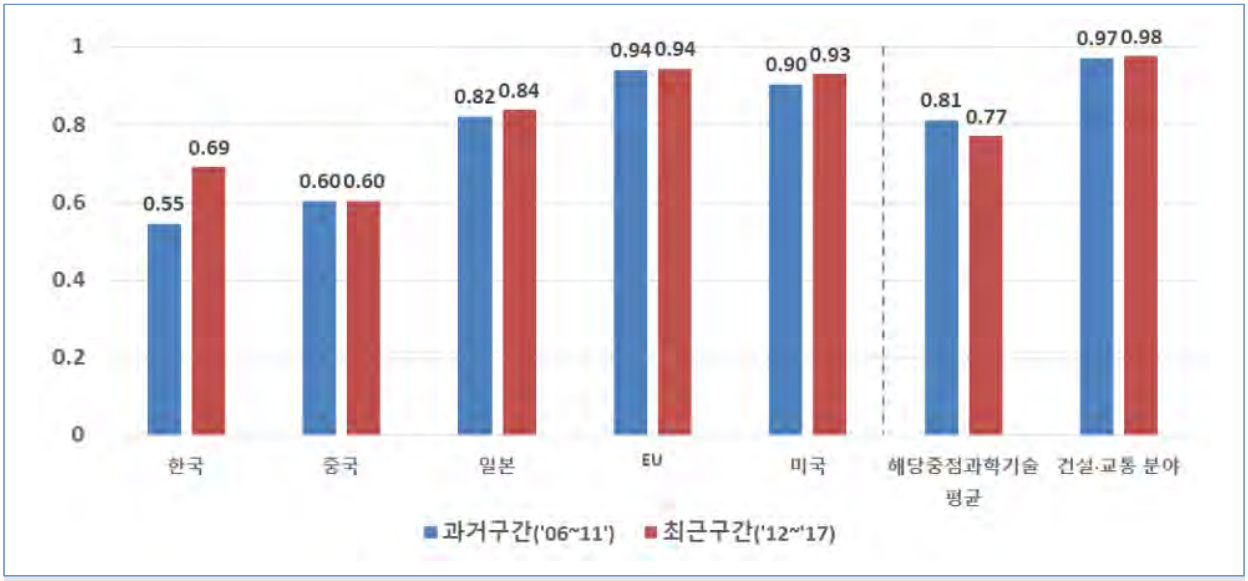
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



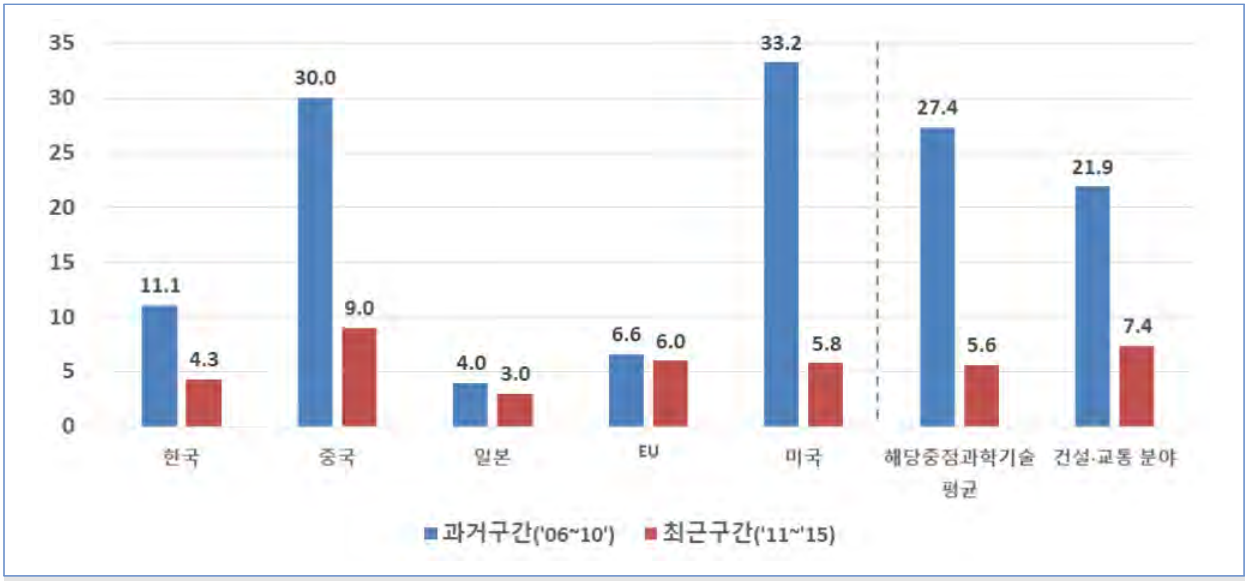
● 스마트 철도교통 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



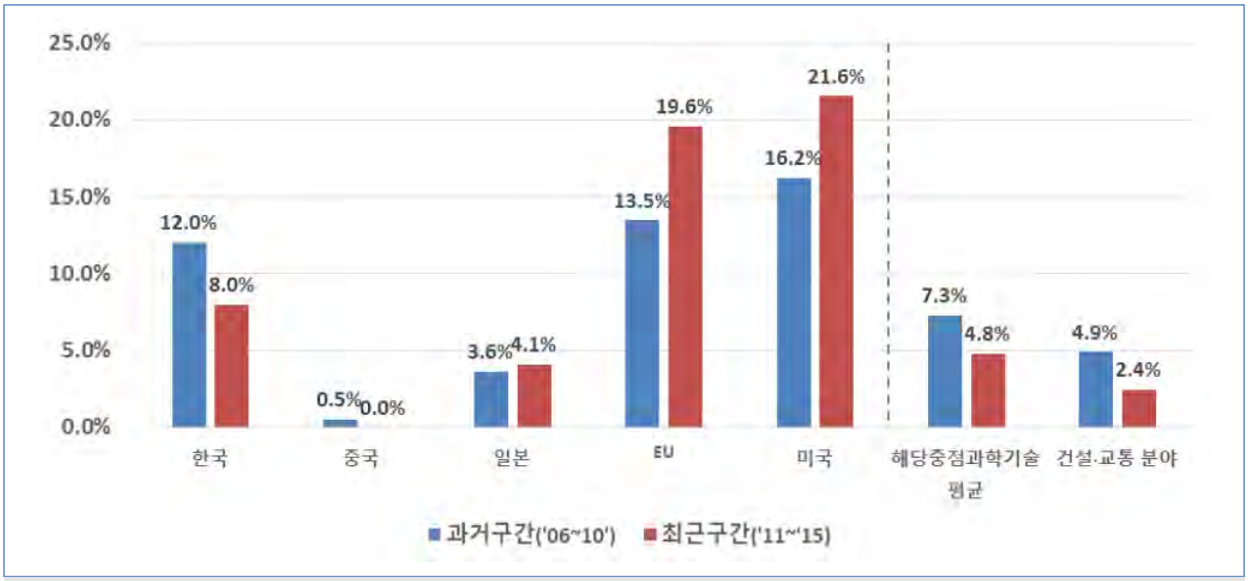
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



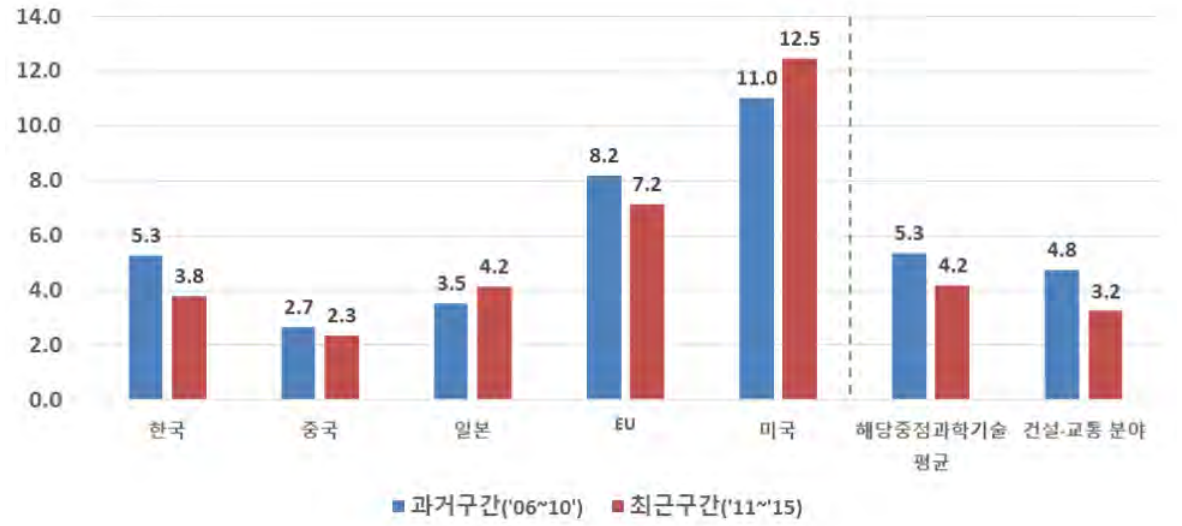
- 스마트 철도교통 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 중국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 스마트 철도교통 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 스마트 철도교통 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

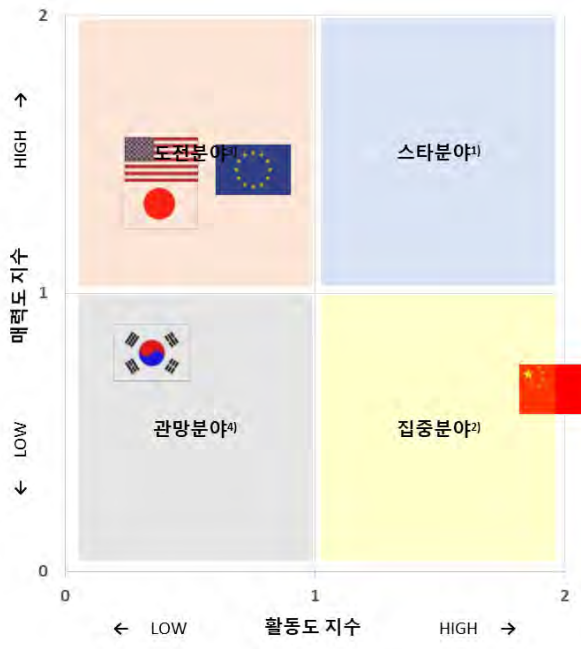
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

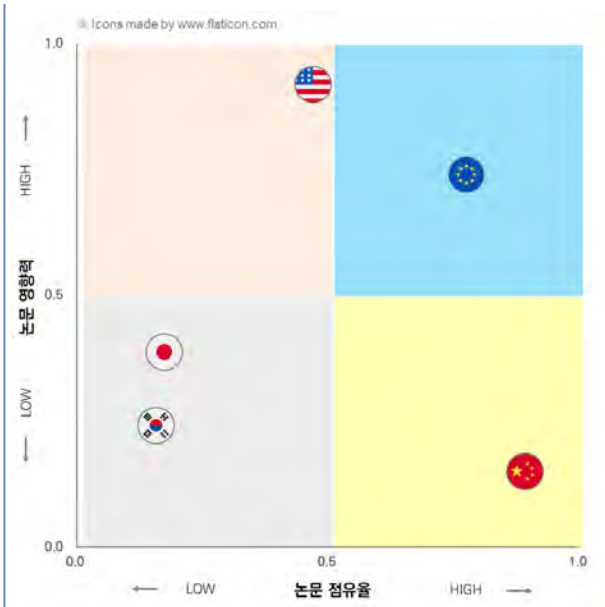
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트 철도교통 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

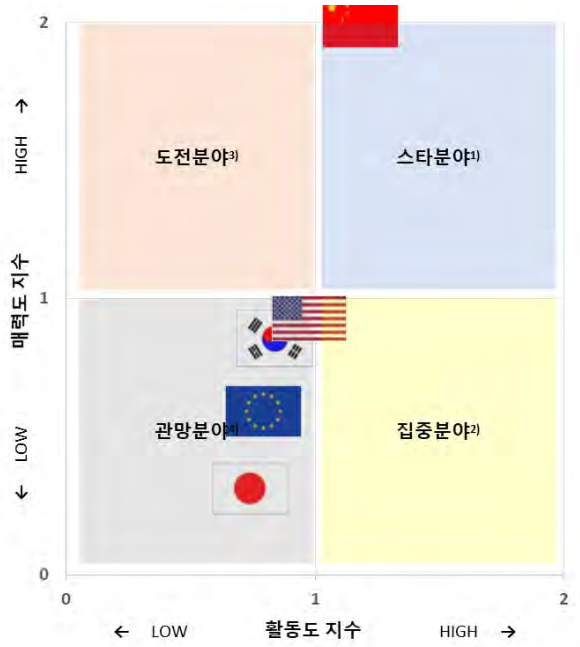


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

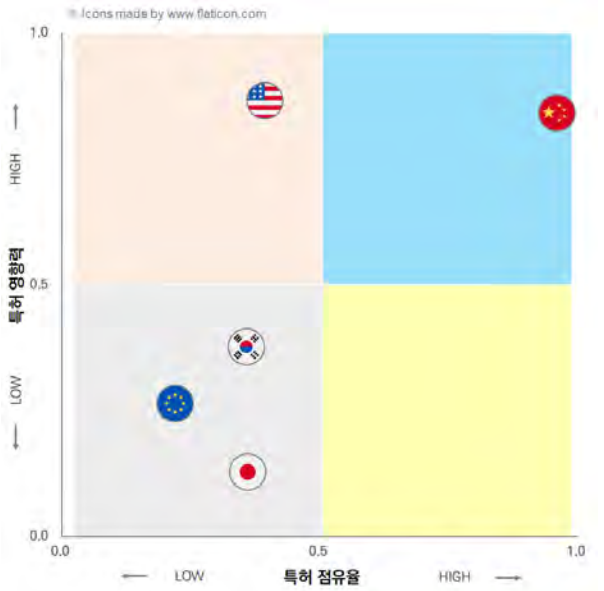
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트 철도교통 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 중국의 'BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY(7.69%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '인하대학교'가 12.50%(글로벌 점유율은 0.34%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	중국	18.50%	7.69%	258.18%
2	SOUTHWEST JIAOTONG UNIVERSITY	중국	12.56%	5.22%	351.61%
3	TONGJI UNIVERSITY	중국	4.85%	2.02%	6.25%
4	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	중국	3.74%	1.56%	140.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.64%	1.10%	57.14%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INHA UNIVERSITY	12.50%	0.34%	-16.67%
2	KOREA RAILROAD RESEARCH INSTITUTE	10.23%	0.27%	250.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	5.68%	0.15%	-33.33%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.55%	0.12%	200.00%
5	KOREA AVIATION POLYTECHNIC COLLEGE	3.41%	0.09%	-100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	18.50%	7.69%	258.18%
2	SOUTHWEST JIAOTONG UNIVERSITY	12.56%	5.22%	351.61%
3	TONGJI UNIVERSITY	4.85%	2.02%	6.25%
4	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	3.74%	1.56%	140.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	2.64%	1.10%	57.14%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE	8.87%	0.34%	75.00%
2	KANAGAWA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	8.06%	0.31%	0.00%
3	CHIBA UNIVERSITY	5.65%	0.21%	500.00%
4	TOHOKU UNIVERSITY	4.03%	0.15%	-33.33%
5	TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE	2.42%	0.09%	200.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.49%	0.82%	25.00%
2	RWTH AACHEN UNIVERSITY	1.66%	0.55%	250.00%
3	UNIVERSITY OF BIRMINGHAM	1.20%	0.40%	125.00%
4	HASSELT UNIVERSITY	0.83%	0.27%	-50.00%
5	CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.83%	0.27%	250.00%

6 미국

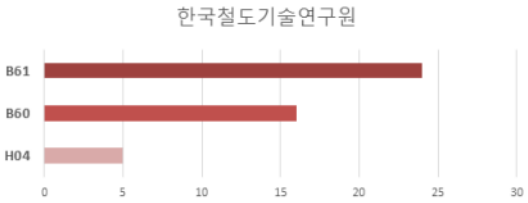
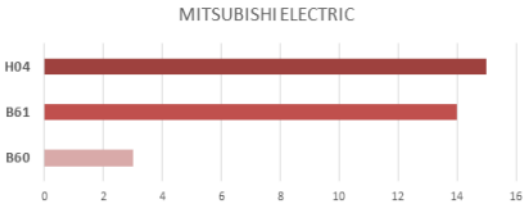
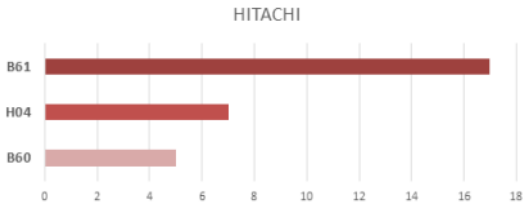
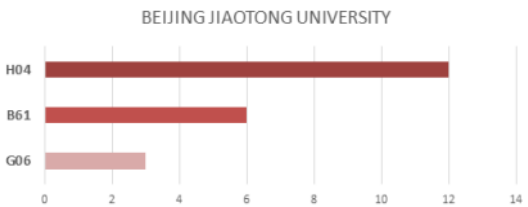
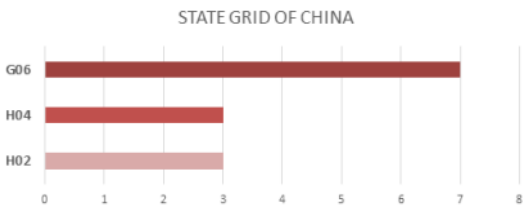
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.44%	0.46%	-12.50%
2	UNIVERSITY OF MARYLAND	1.63%	0.31%	-75.00%
3	UNIVERSITY OF TEXAS	1.30%	0.24%	-66.67%
4	UNIVERSITY OF HOUSTON	1.30%	0.24%	600.00%
5	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.14%	0.21%	-25.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '한국철도기술연구원(3.63%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '한국철도기술연구원'이 27.47%로 가장 높음

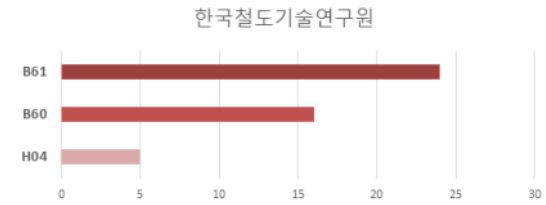
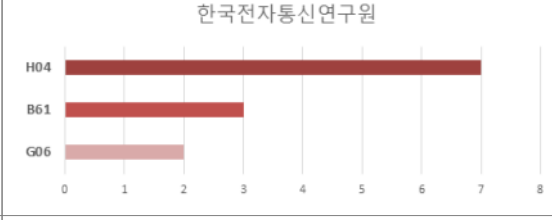
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국철도기술연구원	한국	27.47%	3.63%	-17.14%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	15.74%	2.10%	84.62%
3	HITACHI	일본	13.62%	1.81%	-11.76%
4	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	중국	2.46%	1.30%	128.57%
5	STATE GRID OF CHINA	중국	1.93%	1.02%	1,700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B61	철도
		B60	차량일반
		H04	전기통신기술
2		H04	전기통신기술
		B61	철도
		B60	차량일반
3		B61	철도
		H04	전기통신기술
		B60	차량일반
4		H04	전기통신기술
		B61	철도
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

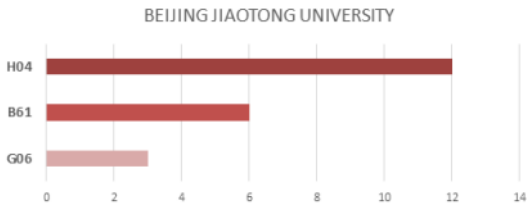
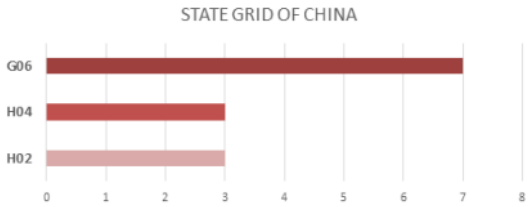
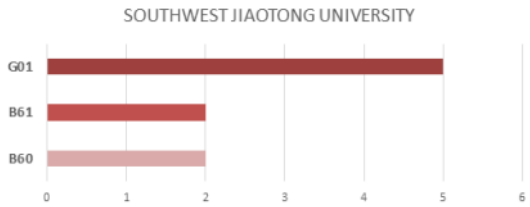
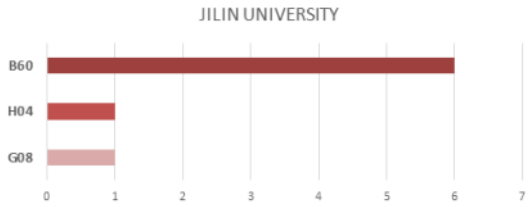
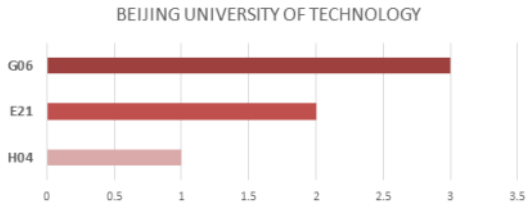
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국철도기술연구원	27.47%	3.63%	-17.14%
2	현대자동차	6.87%	0.91%	-22.22%
3	엘지전자	5.15%	0.68%	200.00%
4	한국전자통신연구원	5.15%	0.68%	1,100.00%
5	현대로템	3.00%	0.40%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B61	철도
		B60	차량일반
		H04	전기통신기술
2		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		B60	차량일반
		F02	연소기관
3		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		B61	철도
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		B61	철도
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

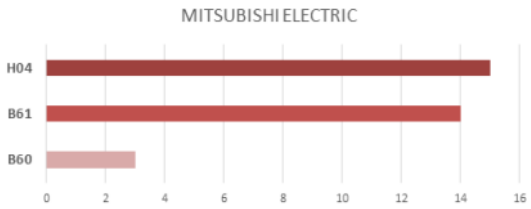
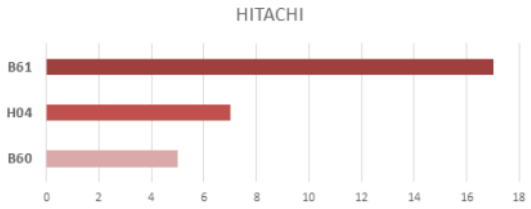
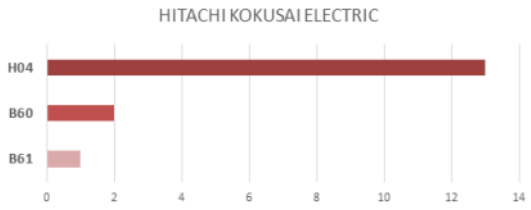
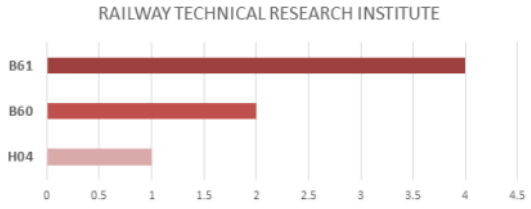
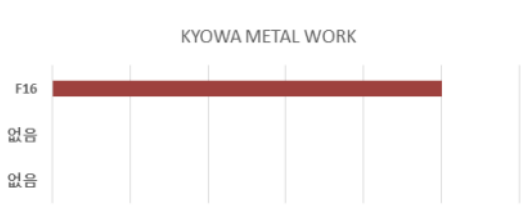
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	2.46%	1.30%	128.57%
2	STATE GRID OF CHINA	1.93%	1.02%	1,700.00%
3	SOUTHWEST JIAOTONG UNIVERSITY	1.18%	0.62%	166.67%
4	JILIN UNIVERSITY	0.96%	0.51%	800.00%
5	BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.86%	0.45%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		B61	철도
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G01	광학
		B61	철도
		B60	차량일반
4		B60	차량일반
		H04	전기통신기술
		G08	신호
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		H04	전기통신기술

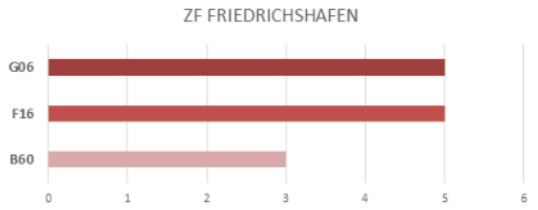
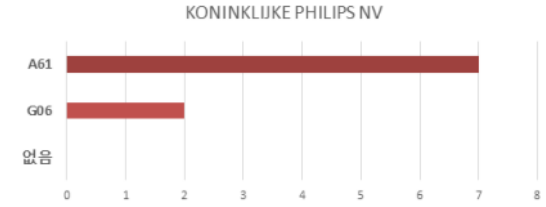
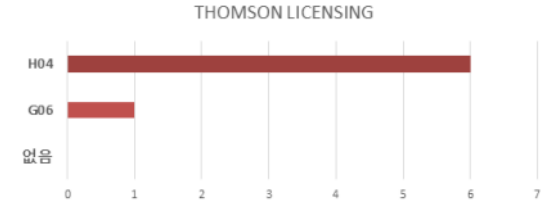
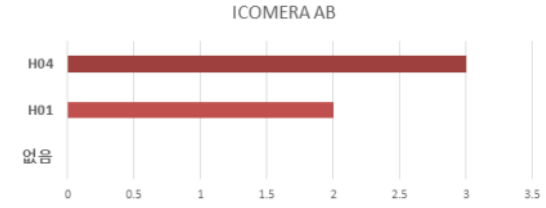
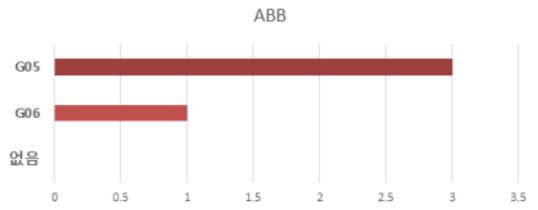
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI ELECTRIC	15.74%	2.10%	84.62%
2	HITACHI	13.62%	1.81%	-11.76%
3	HITACHI KOKUSAI ELECTRIC	6.81%	0.91%	-54.55%
4	RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE	5.11%	0.68%	-28.57%
5	KYOWA METAL WORK	4.26%	0.57%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		B61	철도
		B60	차량일반
2		B61	철도
		H04	전기통신기술
		B60	차량일반
3		H04	전기통신기술
		B60	차량일반
		B61	철도
4		B61	철도
		B60	차량일반
		H04	전기통신기술
5		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		-	-
		-	-

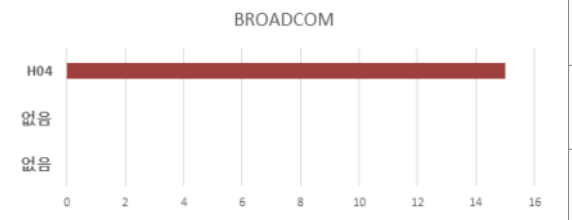
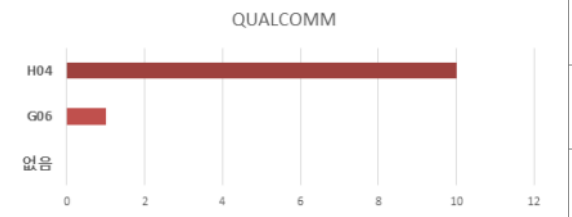
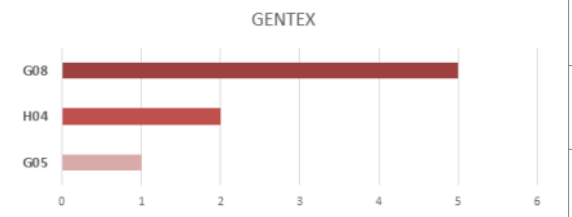
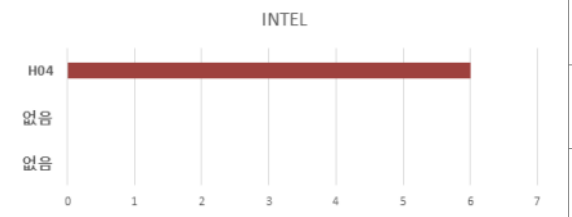
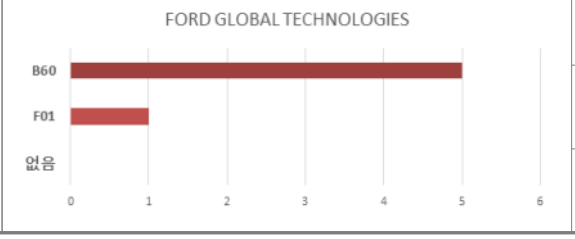
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZF FRIEDRICHSHAFEN	13.27%	0.74%	16.67%
2	KONINKLIJKE PHILIPS NV	9.18%	0.51%	-50.00%
3	THOMSON LICENSING	7.14%	0.40%	600.00%
4	ICOMERA AB	5.10%	0.28%	300.00%
5	ABB	4.08%	0.23%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		B60	차량일반
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		-	-
5		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BROADCOM	5.68%	0.85%	100.00%
2	QUALCOMM	4.17%	0.62%	350.00%
3	GENTEX	3.03%	0.45%	700.00%
4	INTEL	2.27%	0.34%	-80.00%
5	FORD GLOBAL TECHNOLOGIES	2.27%	0.34%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G08	신호
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		B60	차량일반
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		-	-

11 지능형 물류체계기술



11 지능형 물류체계기술

중점과학기술 개요

- 국가 물류경쟁력 확보를 위한 화물운송, 보관, 하역, 포장 등 물류과정 전 분야에 걸친 중장기적 관점의 신기술 기반 물류체계기술
- 효율성, 안전성, 친환경성을 획기적이고도 지속적으로 향상시킬 수 있는 미래지향적 물류체계 개선기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

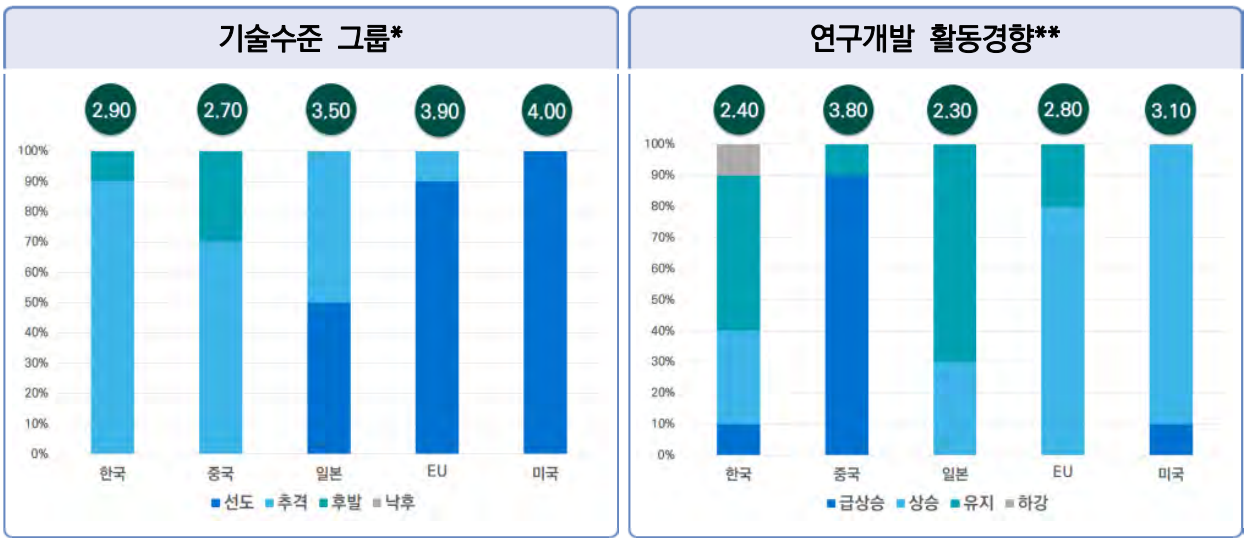
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	78.5	3.0	추격	보통	우수	유지
중국	80.5	2.8	추격	보통	우수	급상승
일본	88.0	1.8	선도	우수	우수	유지
EU	96.0	0.8	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	76.5	3.0	78.5	75.0	80.0	4.7	3.0	3.0	4.0	0.9
중국	80.0	2.8	80.5	76.0	85.0	10.7	2.8	2.0	4.5	1.8
일본	86.5	1.8	88.0	84.0	90.0	7.8	1.8	1.0	3.0	0.8
EU	95.5	1.0	96.0	92.0	100.0	6.3	0.8	0.0	1.5	0.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

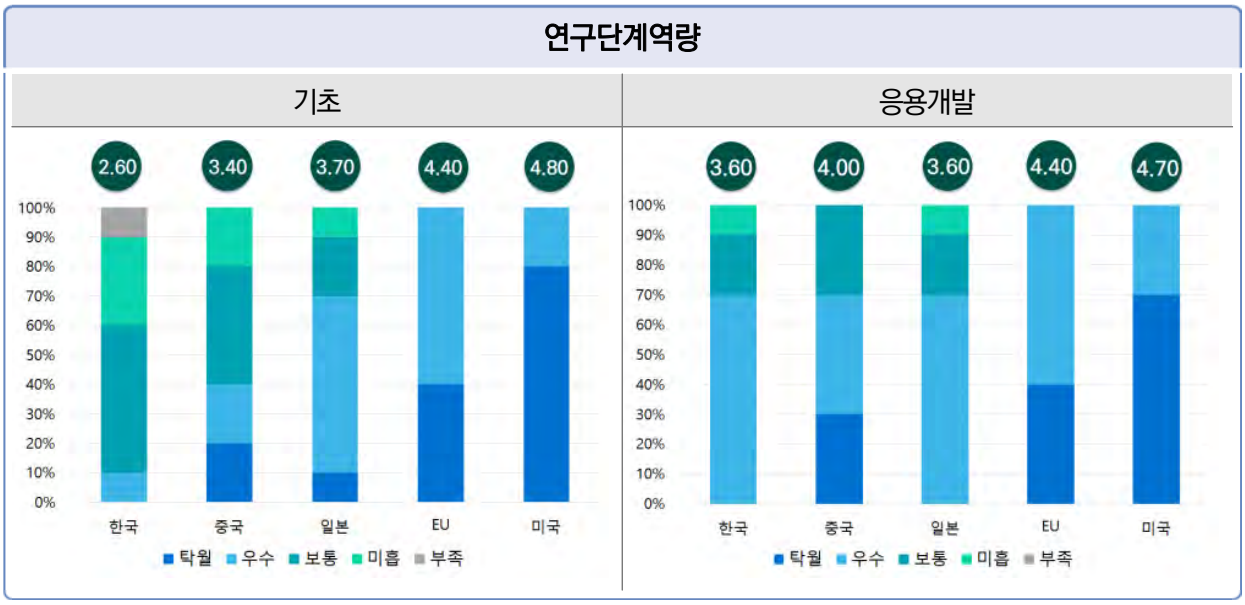
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (78.5%)	• 물류가 발전할 수 있는 기술적인 성숙도와 뒷받침은 충분하다고 평가되지만 여러 가지 제도적인 장애로 인하여 물류 기술 개발과 현장 적용에 문제점이 많이 대두되고 있음 • 국가 연구개발 지원 확대와 실용화 기술 중심 과제 확대로 인한 응용기술 향상 • 선진국의 기술을 모방하거나 원천기술에 대한 개발 축소로 인한 기술력 저하(ex, 센서) • 물류에서의 통신 응용 등은 기술력이 높으나, 물류SW 등의 분야에서 기술력 개발 시급 • 대형 물류거점과 항만에 자기유도식 AGV 가 상용화되었음. 대형 물류거점에 ML 등이 적용되어 상용화됨 • 몇 년 전부터 정부의 지원도 부족하며 해운, 운송 등 물류분야의 위기가 왔었고 기술발전이 더뎌지기 시작했으며 상대적 격차는 더 벌어짐 • 모바일 기반 스마트운송 분야도 법적, 제도적 장벽으로 인해 외국기업뿐만 아니라 우리나라의 기업들도 사업에 어려움을 겪고 있음. 심지어 지능형 물류기술의 많은 분야는 중국에 추월당한 것 • 물류경쟁력 향상 및 세계시장 진출을 위한 적극적인 투자 및 연구개발 • 4차 산업혁명 기술 관련 정부 주도 정책이 이제 시작하는 시점으로 인프라 부족 및 데이터 주도의 적극적인 지원 필요
중국 (80.5%)	• 최근 들어 물류거점 지능화, 물류표준화 등에 국가계획을 수립하여 정부차원에서 지원 중 • 거대한 내수시장을 기반으로 공공기업을 육성하고 기업의 글로벌화를 적극 지원, 항만/물류센터 등 물류거점 내 관련 항만 등 물류장비에 대한 세계시장 점유율은 60% 이상을 점유하고 있음 • 조만간 일본을 추월하고 미국, EU에 버금가는 선도그룹으로 등장할 전망 • IoT와 인공지능 기술들을 활발하게 국가와 개인 기업들이 주도적으로 개발하고 현장에 활용할 수 있는 법적인 뒷받침도 국가가 적극 지원 • 물류에서 인공지능, 드론 등의 ICT기술의 활용이 두드러지고 있으며, 중국이 가지는 경제규모가 물류 기술개발을 뒷받침 • 선도 기업을 통한 대형 자동화 물류거점의 상용화로 빠른 속도의 발전을 거듭. 온라인 쇼핑과 택배증가는 전체 물류의 기록적인 수요증가로 기술혁신으로 이어질 가능성이 높으나 요소기술의 확보에 다소 시간이 걸릴 것 • 중국 정부의 공격적인 투자 및 지원으로 신기술을 접목한 개발 및 연구 등 다양한 방향으로 추진 • 많은 분야에서 연구가 수행되고 있으며, 대규모 물동량과 운송거점을 중심으로 연구활동 활발 • 기초 연구 분야에 많은 투자를 하고 있으며, 응용서비스 수준 향상 및 기술력이 급상승 중
일본 (88.0%)	• 물류용기 표준화, 물류센터 자동화, 물류장비 고도화 등 내륙 물류거점 및 정보 등에 우월성을 보이고 세계 시장점유율이 독일과 양분하는 상황 • 대형 물류거점 내부의 무인운송에 SLAM 을 이용한 Navigation 과 LiDAR 를 적용 등 무인배송을 위한 요소기술 확보. 인프라 기술의 변경에 대한 소극적인 문화로 상용화에는 다소 시간이 걸릴 것. 해상운송(Autonomous Ship), 해상물류 플랫폼(Ghost Terminal) 개발 투자는 소극적 • EU와 유사한 기술수준을 보이고 있으나, 기술 실행 면에서 다소 부진

국가 (기술수준)	판단근거
	• 인력부족에 따라 물류효율성 향상을 위하여 지능형 물류시스템의 기술개발 확대 • 일본-미국 기업 간 협력을 통한 일본 중기와 스타트업을 선발, 실리콘밸리에 파견, 산업기술 융합에 투자
EU (96.0%)	• 네덜란드, 독일 등 해운항만물류 첨단 물류거점, 스마트 물류정보통합 글로벌 표준화, 자동화 등 정부와 기업 협력 통해 세계에서 가장 먼저 기술 실현 • 자동화, 무인화, 스마트화 등 항만, 물류센터 내 물류장비, 시설, 기기 등 글로벌 물류시장에서 가장 많은 수의 운영과 제조기업 보유실적 보임 • 독일을 중심으로 자동화 기술개발 속도 가속화 • 네덜란드 로테르담항 등 무인 항만분야 최소 수준의 기술력 확보 • 해운항만 물류 분야에서 꾸준히 기술 개발이 이루어지고 있음 • 무인배송차량의 실증사업 등으로 보아 근거리 배송의 무인화가 상용화 단계임. 여객운송을 위한 정기운행 버스의 무인화가 적용됨 • 항만자동화 분야에서 선두를 달리고 있으며, 이외 분야의 경우 최고기술보유국과 유사한 수준에 달하는 기술능력 보유 • Industry 4.0을 통한 지능형 물류자동화 시스템 및 친환경물류, 안전물류 등 관련기술 선도
미국 (100%)	• 기업을 중심으로 첨단기술을 선도, 개발하며, 실제 기업에 적용하고 운용. 국가는 첨단물류기술들을 원활히 현실에 적용할 수 있도록 각종 규제나 제도를 적극 해결, 실용화에 중점을 두고 있음 • IoT, 인공지능 등의 기술들을 활발하게 활용하여 물류 관련 기술들을 개발하며 적극적으로 투자하고 현장에 접목 중 • 무인로봇 기반 물류자동화 기술개발 및 투자 활발 (ex, Muratec 무인기술 등) • 2015년 이후 유통물류센터에 자동화 기술 적용이 활발히 진행되면서 물류기술의 비약적인 발전 (ex, 그레이 오렌지 社) • 아마존 등 유통공룡의 성장과 함께 물류관련 기술도 빠르게 발전 • Long Haul Truck 등 대형 트럭을 중심으로 자율주행차 활발히 개발 • 자율운행, IoT 기반 물류 기술을 적용한 시제품 개발해 시험운행 추진 • 논문, 특허 등의 각 분야에서 골고루 원천기술 개발 중. 4차 산업혁명 기술 선도 • 무인배송차량의 실증사업 등 육상 근거리 물류의 무인화 기술이 상용화 단계. 자율주행차량의 연이은 사고로 주춤한 상태이나 자율주행도 상용화 단계. 물류거점의 최적화를 위한 예측기술에 이미 ML 등이 적용됨 • 구글과 아마존, 애플 등 세계 메이저 정보통신 회사를 중심으로 무인화물자동차, 드론운송, 무인선박, SCM 정보처리 등에서 독주 • 민간 초대형기업 주도로 활발하게 연구와 실증이 이루어지고 있음 • 인공지능, 자율주행, IoT, 로봇 기술 등을 물류분야에 적극적으로 도입하고 새로운 서비스 창출을 통하여 관련기술 선도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국가 차원의 R&D개발 체계 구조화, 응용기술 개발 활성화로 현장 활용성 높은 R&D 추진 • 물류산업에 대한 관심 및 정부 지원 등을 바탕으로 스마트 물류 관련기술, 인력, 인프라 구축 • 물류거점 내 ML 등 예측기반 물류기술 상용화 • 인터넷을 이용한 화물운송 매칭 기술 • 자율운항 선박을 위한 연구과제 기획 • 정부 주도로 기술 및 연구 개발이 추진되어 성과는 좋음 • IT강국이었던 만큼 뛰어난 인력이 많음 • 통신/무선전력/정보통합 등 IT기반 물류 분야 강점 • 잠재 인력이 풍부 • 지정학적 위치에 따른 물류 인프라 • 인프라에서 강점	• 기초연구보다 응용개발 연구에 초점 • 주로 선도 기업 제품을 개선하는 수준에서 응용개발 연구 진행 • First Mover 로의 경험 부족 • 결과물을 실제 산업에 적용하기 위한 후속 방안 미흡 • 원천 기술 개발에 대한 투자 미흡 • 단기간 사업위주로 진행됨 • 표준화를 중시하지 않음 • 예전에는 IT기술의 선진국이었으나 최근 많이 뒤쳐지고 있음 • 해운 분야, 운송 분야 등의 위기로 인해 기술 발전이 정체되고 있음 • 모바일 물류에 대한 정책적 장벽으로 인해 새로운 기술 연구개발에 장애 존재 • 기술개발 결과의 테스트 및 신뢰성 유지를 위한 제도적 기반 미흡 • 연구개발 후 상품화 단계 반드시 지원 필요 • 원천 기술 개발에 대한 정책적 배려 미흡 • 기술 융합의 기반이 되는 IoT 분야 비중이 약함 • 기술수준이 다소 열악하고 충분한 인력확보가 어려움
중국	• Alibaba 등 First Adopter가 다수 있어 응용기술 확산이 용이 • 막대한 투자를 통하여 선도그룹을 추격하기 위한 노력 중 • 넓은 국토와 택배 수요 증가로 인한 물류수요의 지속적 증가 • 자국 기술의 국제 표준화 및 유지 노력 • 정책적으로 개발이 진행되어 강력한 리더십으로 인해 협업이 잘 됨 • 시제품 기반 시험운영 가능한 기반 풍부 • 기술력이 최근 눈부시게 발전하였음 • 저렴한 인력이 장점이며 최근 고급인력도 급증 • 좋은 기술은 공산당 주도로 적극 사용 • 국가적으로 물류부문 첨단, 지능화 기술에 집중하며, 응용기술 확산, 실용화에 주력 • 풍부한 잠재 인력 및 정책적 지원이 장점 • IoT와 인공지능 분야 • 추진의지가 매우 높으며 많은 연구투자가 진행. 많은 인프라를 보유하고 있음	• 자체기술보다 선진국 기술을 조합하는 수준에서 R&D 진행 • 기반기술의 부족 • 개발한 자국 기술을 표준화 및 유지하려 하여 호환성 부분이 염려됨 • 선두 기술을 쉽게 복제하여 사용하는 등 지재권에 대한 보호가 부족해 보임 • 미중 무역 분쟁에 따른 물류 기회 상실 • ICT 전 분야에 걸쳐 기술이 급상승 중이나 미국이나 유럽과 비교하여 응용 서비스는 열위 • 현 상황에서 아직 기술, 인력 수준이 낮으나 조만간 회복될 전망임

국가	강점분야	기타
일본	• AI 등 미래 신기술 투자 활발 • 우수한 연구개발 인재 영입 증가 • 물류자동화 등 관련기술 및 인프라에 강점 • 물류거점 내 SLAM, LiDAR 적용 등으로 자율주행을 위한 기초기술의 상용화 단계 • 지속적이고 장기적인 개발 및 연구가 가능하도록 국가적으로 지원 • 표준화 중시 • 원천기술력이 상당히 뛰어나고 고급인력이 많음 • 물류장비 고도화, 물류시설 내 화물/장비 등의 위치/상태 파악 기술 • 부품 소재 기술이 강점 • IoT, AI, Robot 등 혁신 기술 간 융합 • 물류 장비를 포함한 로봇 분야	• 원천기술 투자에 집중하다보니 다양한 응용기술 개발은 한계 • 신기술의 적용에 소극적인 문화 • 결과물이 실제 산업에 적용하기 위한 후속 방안이 미흡 • 원천기술력이 상당히 뛰어나지만 최근 상대적으로 발전 속도가 더뎌지고 있음 • 해상물류에서 중국과 한국에 밀리는 등의 요소로 인해 기술개발 기회가 상실될 우려 • 정부 및 민간의 추진 의지가 다소 낮음 • 인프라 다소 미흡
EU	• 항만 물류 분야 탁월한 기술력 보유하여 타 국가에 비해 선도적인 역할을 하고 있음 • 자동화의 기초인 센서 분야 독보적 기술력 확보 • 자율주행, 인공지능, 자동화 등 풍부한 기술, 인력, 인프라를 바탕으로 스마트 물류 선도 • 근거리 무인 배송의 상용화 단계 • 자율운항 선박의 기술개발 등 무인선박으로의 기술개발 가속화 • 항만물류 상 Ghost Terminal 의 상용화 확산 • 원천 기술 개발을 중시함 • 지속적이고 장기적인 개발 및 연구가 가능하도록 국가적으로 지원 • EU 국가 간 공동 사업 추진 • 도출된 결과는 EU Directive로 규정하여 적용성이 높음 • 물류장비 고도화, 물류자원 위치 및 상태파악, 무인차량, 무선전력 기술 등 • 각 기술들의 실현을 위한 실질적 테스트베드 인프라 구축 • 정부(항만/물류당국), 학계, 기업 중심의 물류인력 풍부 • EU 국가 간의 물류 등을 통해서 꾸준히 기술력이 확보 중이며, 물류 관련 표준 등 선점 • IoT 플랫폼과 블록체인 간 특화된 기술 발전이 뚜렷해 보임 • 해상운송 분야와 친환경 물류 기술 분야	• 대부분 고가 장비로 상용화를 위해 원가 인하 노력 필요 • 일부 국가를 기점으로 기술의 확산 예상 • EU 요구사항 중심으로 개발됨 • EU 국가 간 정보공유를 위한 프레임워크 개발 • 안전 중심의 연구가 진행됨 • 최근 미국, 중국에 비해 최근 상대적으로 뒤쳐지고 있는 상황임 • 미국에 비해 민간분야의 추진 규모가 작음

국가	강점분야	기타
미국	• 현장 활용성이 높은 응용기술과 센서 등 원천기술 확보 우수 • 아마존 등 물류 자동화 니즈가 산업부문에서 높게 형성되어 있어 개발과 활용의 선순환 구조 형성 • 자율주행, 인공지능, 자동화 등 풍부한 기술, 인력, 인프라를 바탕으로 스마트 물류 선도 • 자율주행 관련 기술의 상용화 단계 • 근거리 무인배송의 상용화 단계 • 무인 차량의 운행을 위한 법적 제도적 조치 • 원천 기술 개발을 중시 • 지속적이고 장기적인 개발 및 연구가 가능하도록 국가적으로 지원 • 여러 산업 분야 간 협업을 고려 • 아마존, 구글, 우버 등 IT기업들이 물류분야에도 선도적으로 연구개발 진행 • 물류자원 공유분야, 무인드론 분야, 물류센터 위치추적분야 • 이미 선점된 원천기술의 파워를 유지 중 • 대부분의 지능형 물류 비즈니스가 IoT 전반에 대한 사업화로 이동통신 응용 서비스 및 융합 서비스의 기술력이 높음	• 내륙운송수단인 Truck 및 유통물류 중심의 R&D확대로 인해 항만기술력은 다소 낮은 상황 • 결과 도출까지 오랜 시간이 소요됨 • 안전 중심의 연구가 진행됨 • 자율주행기술에 상당히 앞서가는 만큼 시행착오도 많이 겪고 있음 • 수출입 불균형 및 무역전쟁에 따른 해상 물류 기술에 대한 응용 기회가 부족

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	2위	1위	3위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 개발되는 기술이 상품화되기 위해서는 중소기업뿐만 아니라 대기업도 적극적으로 참여, 협력할 수 있는 체계 필요. 물류 R&D는 단순한 기술개발뿐만 아니라 실용화 확대를 위해 정책연구, 기초연구 등 다양한 분야가 종합적으로 추진되어야하므로 산업계를 중심으로 학연의 적극적 협력이 촉진될 수 있도록 해야 함 • 각사에서 발생하는 물류 정보에 대한 공용화 추진을 통해 공급망 전체의 낭비요인을 효과적으로 제거하는 수단 활용 • 멀티 모달 물류에서 각 물류 형태별로 연동이 되도록 하는 연구를 활성화하고 이에 대한 뒷받침 필요. 특히, 남북 경협 등에 대비해서 철송, 항만, 항공운송 등의 연계 협력 체계의 구축 필요 • 현재 주관기관(과기부, 산업부, 해수부, 국토부 등)별로 구분되어 수행중인 물류체계기술을 하나의 기관으로 단일화할 수 있는 협력 촉진 체제 구성 • 기술개발기관, 실시기관, 사용기관의 상호 교류 활성화

	정책제언
국제협력 촉진	• 미국과 중국 등과의 기술 협력이 어렵지만 지속인 투자와 시도 • 포장, 저온운송 등 물류 표준화 통해 불필요한 기술개발 최소화 • 연구 개발뿐만 아니라 표준화까지 연계되도록 국제협력 체계 구축 • 북극항로개척과 남북경협에 대비하여 중국, 러시아 등과의 교류 협력을 위해 정책 마련 • 우리만의 기술 개발이 아닌 한일, 한중일, 한EU 등 저명한 국내외 연구 협력 필요. 특히 표준화 기술을 도출을 위해서는 국내 기술만으로는 불가능하며, 국제적인 협업과 이를 통한 선도적 진출 필요 • 수출입 물류 관련 기술의 해외 국가와 빅데이터 협력 추진 • 세계적인 선진기술을 습득하고 발전시킬 수 있도록 국제협력연구 확대
인력양성 및 유치	• 지능형 물류체계기술 부문은 물류 전문가가 기반이 되긴 하나 물류와 4차 산업 분야의 각 기술 전문가가 병합되어 연구개발이 이루어지면 가장 큰 시너지 효과 발생. 이에 미래에는 물류와 IT분야를 동시에 연구개발이 가능한 인력양성 체계 필요 • 4차 산업혁명을 통한 물류 기술 개발하고 활용할만한 창의적인 인력 개발 • 로봇, 자율 주행 등 첨단 물류 기술 전문가 양성 추진 • 고등교육부터 박사과정까지 일률적인 육성 정책 추진 • 4차 산업혁명 기술을 물류 분야에 접목하기 위한 융합형 인재의 양성 • 육상 해상물류의 대형화, 자동화, 무인화를 가능케 하는 연구 인력 확보 • 국내 대학 및 전문기관을 중심으로 관련 전문 인력의 양성이 시급하며, 이를 수용할 수 있는 기업 및 공공기관의 문호 개방이 시급히 제시될 필요 • 연구개발기관의 신규청년 취업 지원 및 연구 종료 후 실시기간에도 해당 인력 인건비 지원
인프라 구축	• 연구개발제품의 테스트, 지속적 운용, 상품성 및 신뢰성 확보를 위한 종합테스트 인프라의 사전 마련. 특히 SOC 시설의 경우 사전 계획단계부터 연구개발제품들의 수요처로서 기능하는 것이 중요 • 새로운 기술 접목을 위해서는 인프라 구축이 무엇보다도 중요 • 지하 운송 기술, 튜브 운송 기술 등 물류산업을 획기적으로 변화시킬 수 있도록 중앙부처와 지자체 협력 방안 구축 • IoT 인프라를 통해서 물류의 가시성을 높일 수 있는 하드웨어 인프라를 구축하는 한 편 표준화와 같은 제도적 인프라 구축에도 노력 • 상용화 단계를 거치기 이전 다양한 플랫폼과 기술의 상용화를 원활하게하기 위한 통합 테스트베드로 기술개발이 원활하고 검증하기 쉬운 물리적 테스트베드 구축 • 지능형 물류체계 기술이 적용될 수 있는 기반 인프라 구축. 기본적인 통신네트워크의 구축, 해양통신망 구축, 물류 센서망 등과 같은 기초적인 인프라의 구축이 밑받침의 구축이 시급
법·제도 개선	• 연구개발제품에 대하여 상품화, 실용화 확산을 위해 불필요한 규제를 제거, 특히 4차 산업 기술들은 정보 기반이기 때문에 공공정보, 더 나아가 민간정보까지 획득할 수 있는 법·제도 측면 보완. 특히 대기업이 참여가 용이하도록 비용, 매칭 펀드 등의 구조적 한계 개선 • 4차 산업혁명 관련해서는 무엇보다 법과 제도 개선을 통해서 융통성 있게 새로운 기술 개발과 현업 적용이 가능하도록 해야 함 • 미국, EU와 같이 일반인도 물류에 참여할 수 있는 환경 구축 • 중장기 연구가 될 수 있도록 연구과제 추진, 단기성과 위주 추진 지양 • 개인정보 보호법 등의 규제완화를 이루고 공유경제 활성화를 위한 제도 개선

	정책제언
	• 무인육상배송의 활성화를 위한 제도적 개선 검토. 공차운행의 최소화를 위한 정책적 지원으로 물류 최적화 이니셔티브 확보 • 드론 및 무인자동차, 빅데이터 등의 기반산업을 구축하기 위해서는 현재 개인정보보호 및 유형·무형의 제반 규제 개선이 시급. 우리의 규제와 다르게 미국과 중국 등은 규제와 무관하게 대규모로 개발의 진행 중 • 스마트 물류법의 빠른 실행
연구비 확대	• 연구개발제품이 실용화→사업화→상품화 단계까지 이를 수 있도록 충분한 1)예산, 2)추가기간(2단계 상품화 단계)을 제공하는 것이 바람직 • 기술개발 로드맵 상 기초기술과 응용연구를 구분하고 이를 통합적으로 관리하는 융합기술 정책 추진 • 물류는 수도권에 국한된 연구주제가 아니고, 각 지자체의 물류 능력의 정도가 시너지를 창출하므로 지방 연구 거점을 마련해주고, 연구비 확보 • 무인운항, Ghost Terminal, 해상 및 육상물류의 연계를 위한 상용화 수준의 기술개발 지원 • 물류분야는 거대 및 기초 과학에 비해 연구비가 매우 미미함. 대부분 실용화 과제에 해당하여 연구비의 규모가 크지 않음. 물류체계 기반기술을 기초과학으로 구분하여 연구비 확대 필요 • 인공지능, 빅데이터 등 관련연구에 대한 적극적인 투자 확대
기타 의견	• 대기업의 참여부담 (매칭펀드, 인건비 등) 완화제도 • 타 부문 중에서는 인공지능, IoT 분야, 로봇 분야 등과의 긴밀한 협력 개발 필요. 무엇보다도 첨단 물류 기술의 현실화를 가로막는 규제들의 철폐가 급선무. 기초 기술과 구현 능력을 모두 잘 갖춘 대한민국이 4차 산업혁명에서 뒤쳐지는 가장 중요한 장애물인 각종 규제 철폐 필요 • 로봇과 AI는 인간의 모습을 닮아감. 인간의 행동을 IT기술로 변화시키고 능력을 증폭시키는 연구가 로봇과 AI분야에서 지속적인 연구가 진행 중. 이에 아래와 같은 분야에서의 융·복합 기술연구 필요 – 물류로봇, AI: 인간공학(human factors or ergonomics)과 IT의 융·복합 • 자율운행 차량 도입에 따른 운전자 안전을 위한 기술 및 표준 개발 • 자율운행 차량 기반 게이트 자동화 기술 및 표준 개발 • 자율운항 선박으로 인한 항만물류 자동화 기술 및 표준 개발 • 물류기술은 크게 육상물류와 해상물류로 나누어 봄 : 해상물류의 경우 최근 Autonomous Ship 은 해상운항관제와의 통합을 통해서만 실질적인 효과를 거둘 수 있을 것입니다. 더불어 berthing / mooring 의 자동화도 중요한 부분이 될 것으로 보임. 육상물류는 물류배송의 혁신을 위한 자율주행을 통한 last mile service를 위한 기술의 확보, 정책적 지원 등 필요. 블록체인을 활용한 원산지 증명과 실시간 배송추적은 신선식품과 식재료의 유통의 개선이 가져올 것. 기술의 확보보다는 표준화기구를 통한 제도적 통합이 중요 • 구제역, AI, 식중독 등 자주 사고가 발생되고 있어 먹거리 관련 식자재 콜드체인의 물류 관리 방안이 시급. 표준화 수립, 이력 관리, 스마트물류 도입 등 다양한 방안 필요

다 주요 분석 결과 요약

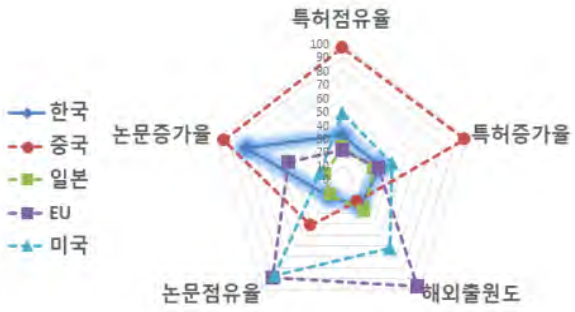
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	건설·교통	40,102	28,299	131.1%	145.5%
해당 중점과학 기술명	지능형 물류체계기술	2,494	1,883	55.0%	102.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

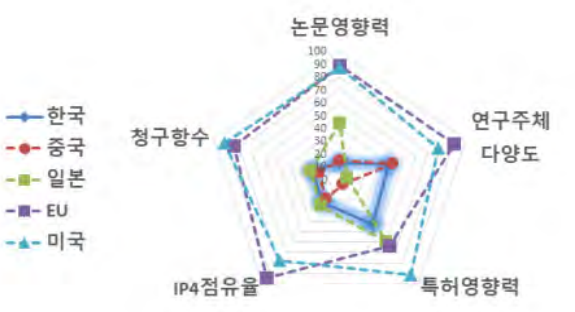
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	미국
	39.9%	55.2%	16.6	9.5
한국	4위	3위	5위	4위
	3.3%	12.0%	7.2	5.7
5개국 평균[2]	-	-	14.5	8.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

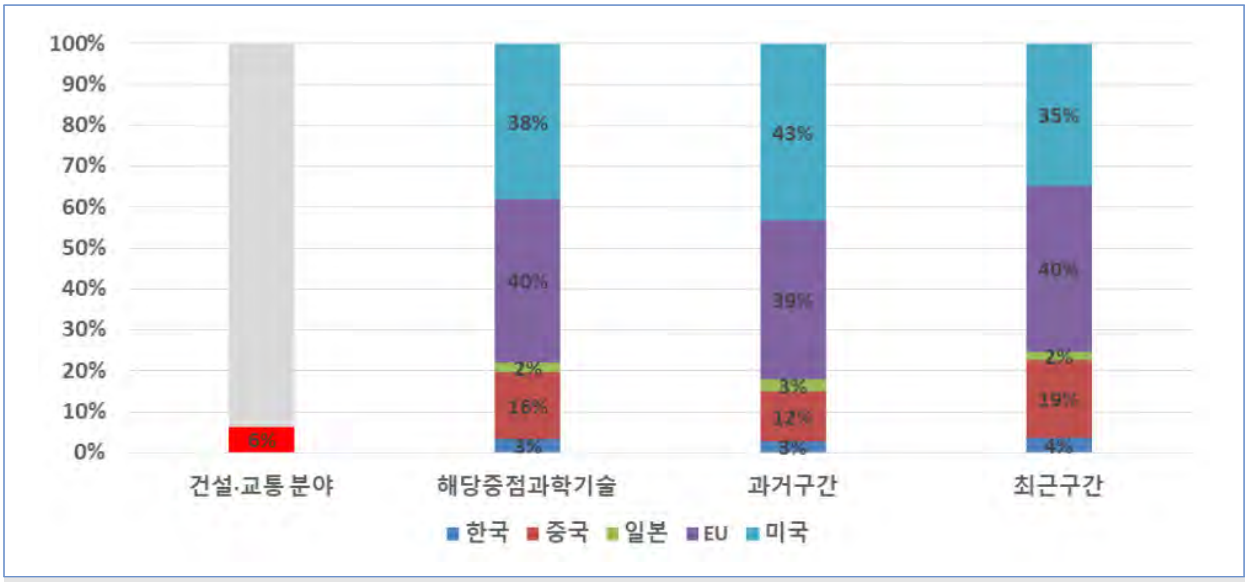
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.3%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(7.2)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(39.9%), 미국(38.1%), 중국(16.3%), 한국(3.3%), 일본(2.4%) 순이며, 논문 증가율은 중국(141.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(16.6), 미국(16.3), 일본(11.0), 중국(7.5), 한국(7.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(12.0%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(5.7)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(55.2%), 미국(19.5%), 한국(12.0%), 일본(7.2%), EU(6.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(338.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.8)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.5), EU(7.0), 일본(6.8), 한국(5.7), 중국(1.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(13.3%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.3%	16.3%	2.4%	39.9%	38.1%
	논문 증가율	103.7%	141.2%	17.9%	60.9%	24.8%
	논문 영향력	7.2	7.5	11.0	16.6	16.3
	연구주체 다양도	0.87	0.87	0.79	0.96	0.93
특허 분석	특허 점유율	12.0%	55.2%	7.2%	6.0%	19.5%
	특허 증가율	-11.7%	338.9%	-32.1%	-20.6%	21.7%
	해외출원도	0.3	0.1	0.6	4.8	2.1
	특허 영향력	5.7	1.8	6.8	7.0	9.5
	IP4점유율	0.9%	0.3%	1.5%	13.3%	9.0%
	청구항수	3.2	2.7	3.3	8.3	9.3

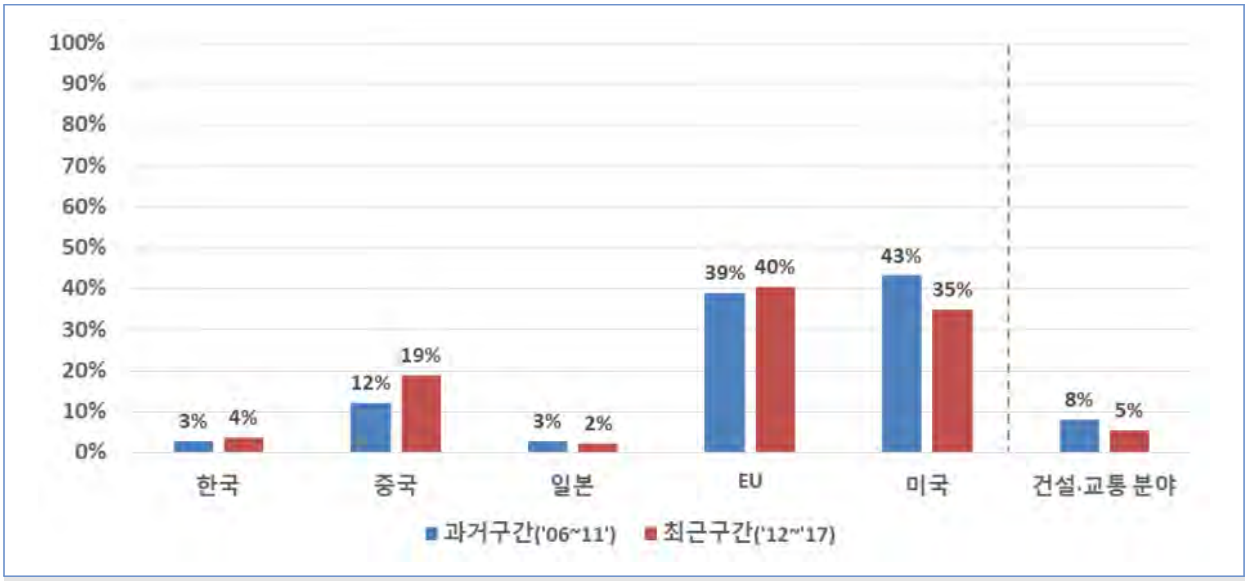
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 지능형 물류체계기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 994건으로 전체 논문의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 물류체계기술은 건설·교통 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

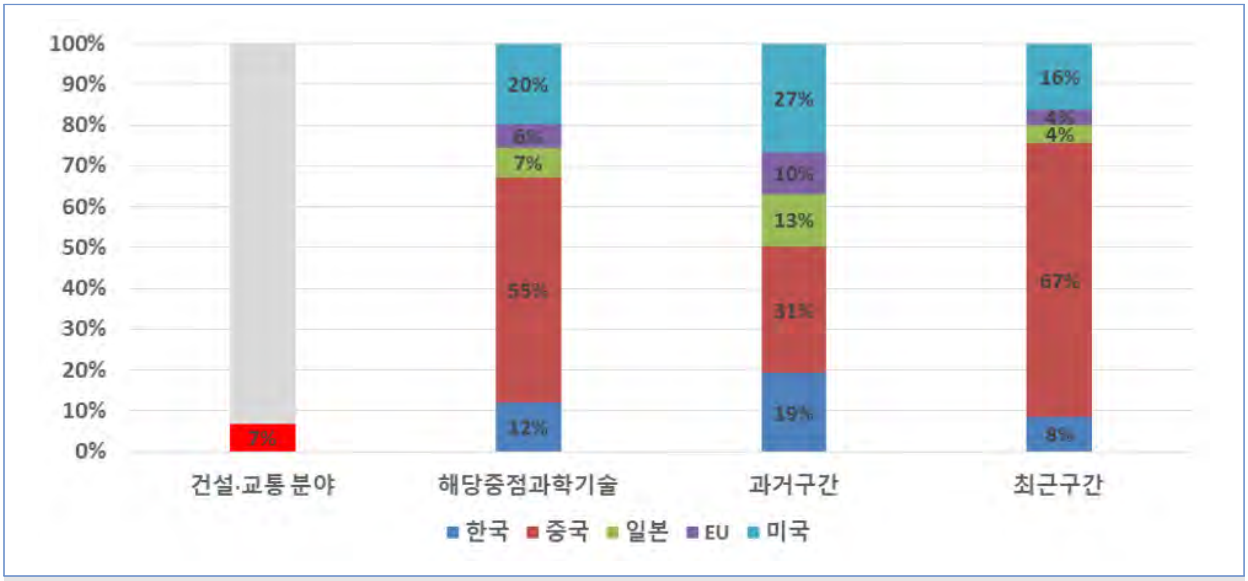


- 지능형 물류체계기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 103.7%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	27	55	82	103.7%
중국	119	287	406	141.2%
일본	28	33	61	17.9%
EU	381	613	994	60.9%
미국	423	528	951	24.8%
전체	978	1,516	2,494	55.0%

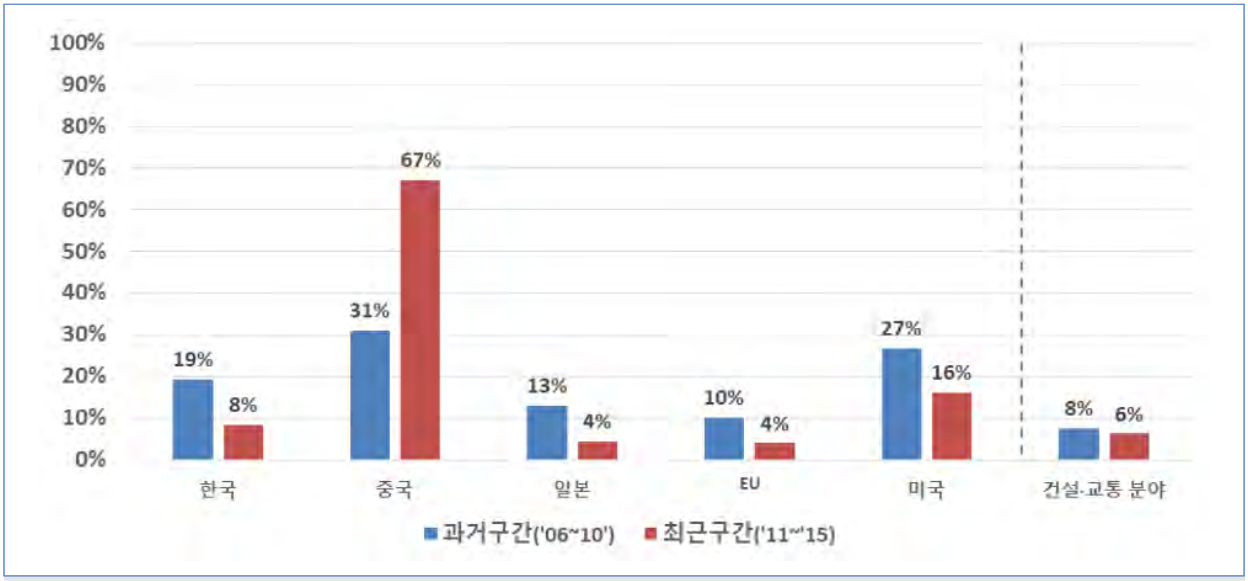
(4) 특허 점유율(전체)



● 지능형 물류체계기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1040건으로 전체 특허의 55%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 물류체계기술은 건설·교통 분야의 전체 특허 중에서 7%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



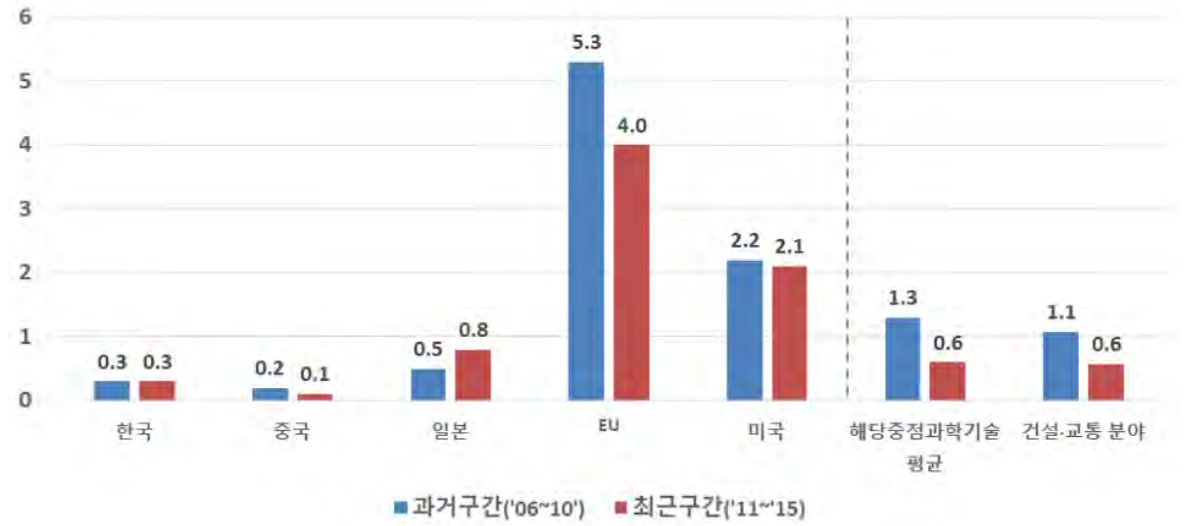
● 지능형 물류체계기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -11.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	120	106	226	-11.7%
중국	193	847	1,040	338.9%
일본	81	55	136	-32.1%
EU	63	50	113	-20.6%
미국	166	202	368	21.7%
전체	623	1,260	1,883	102.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

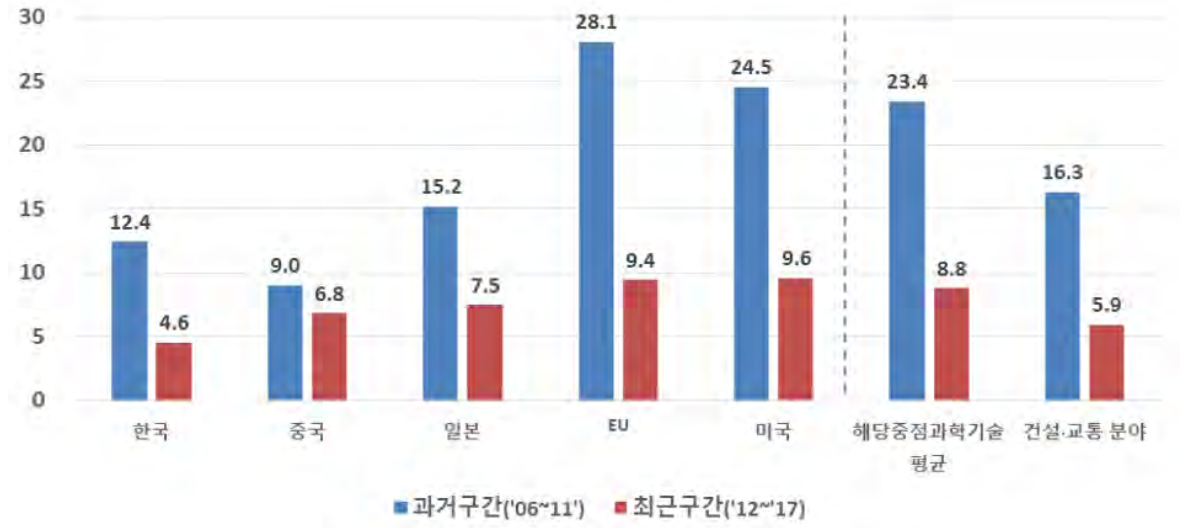


● 지능형 물류체계기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

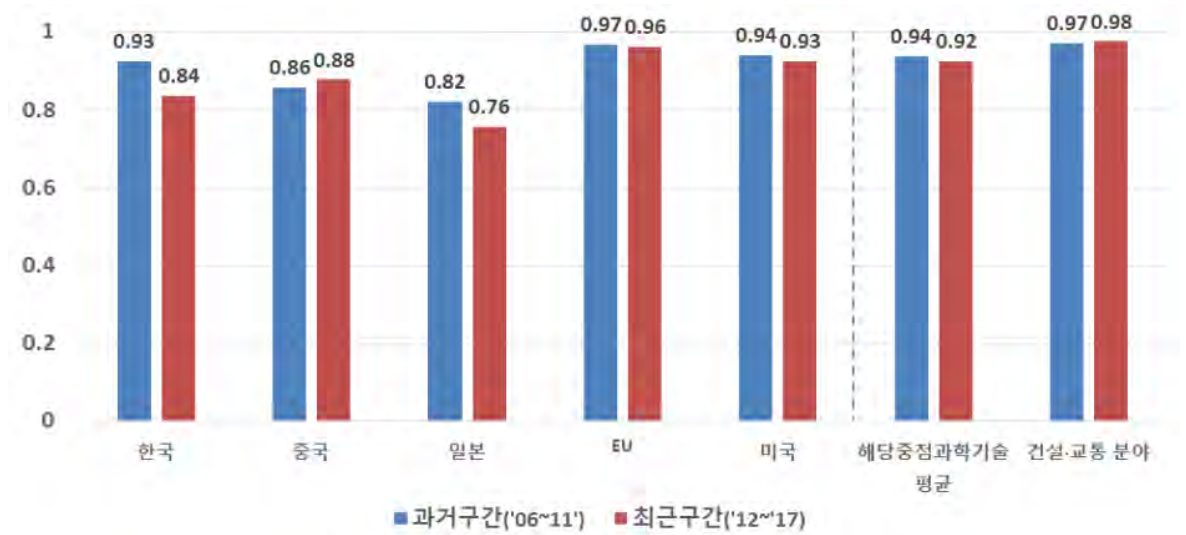
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



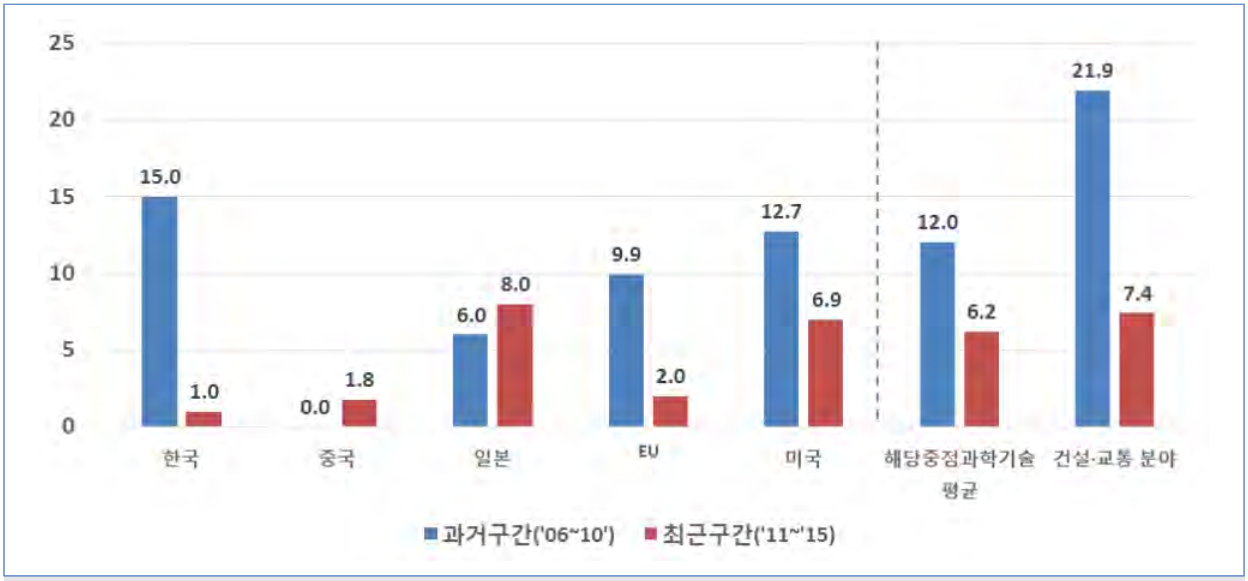
- 지능형 물류체계기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



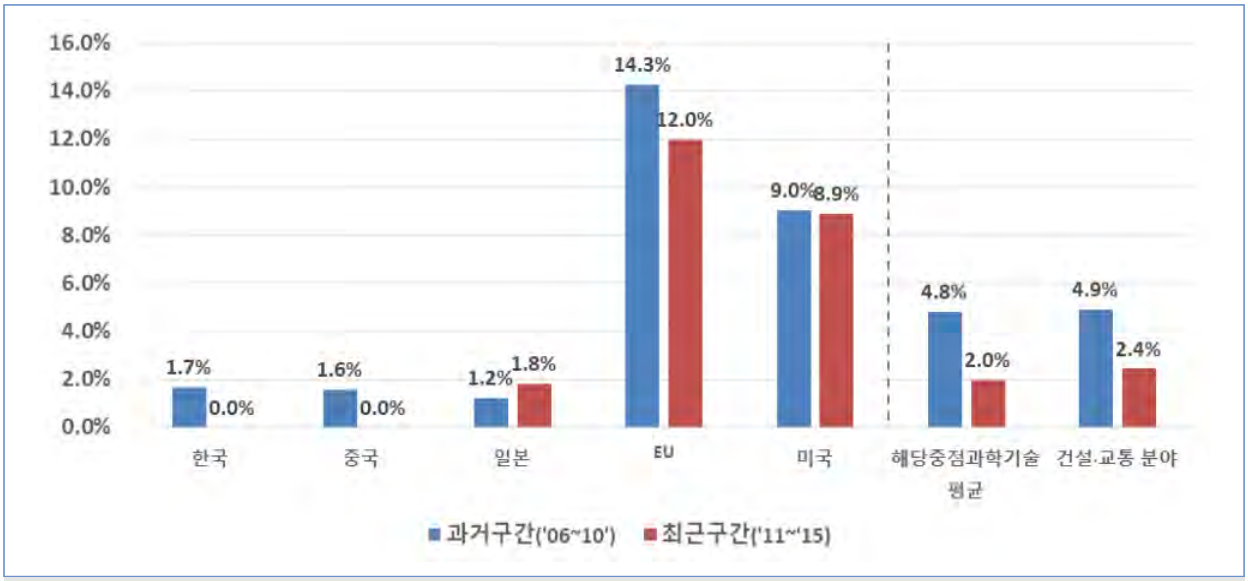
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



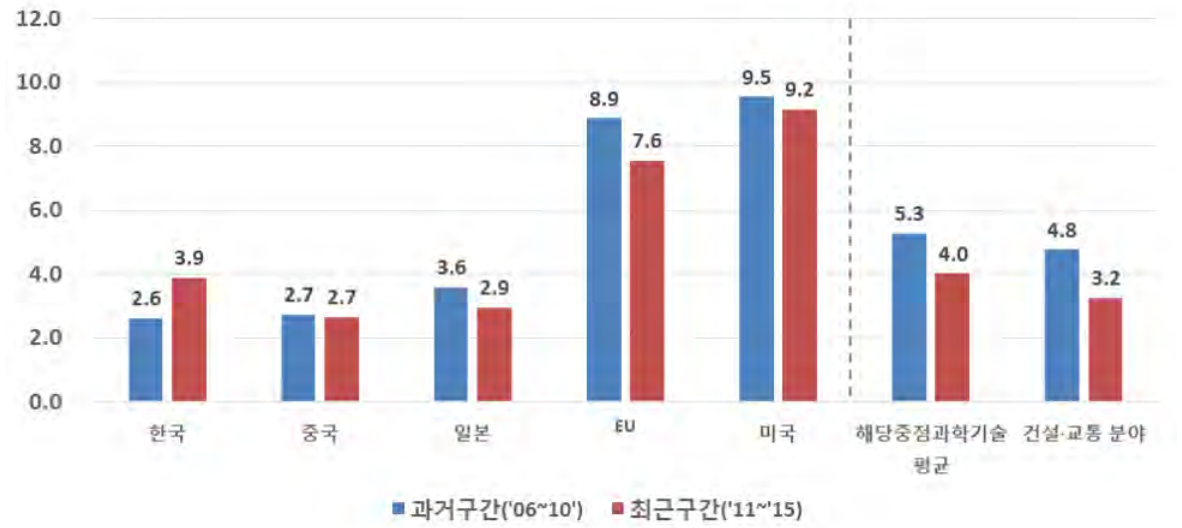
● 지능형 물류체계기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지능형 물류체계기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 지능형 물류체계기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

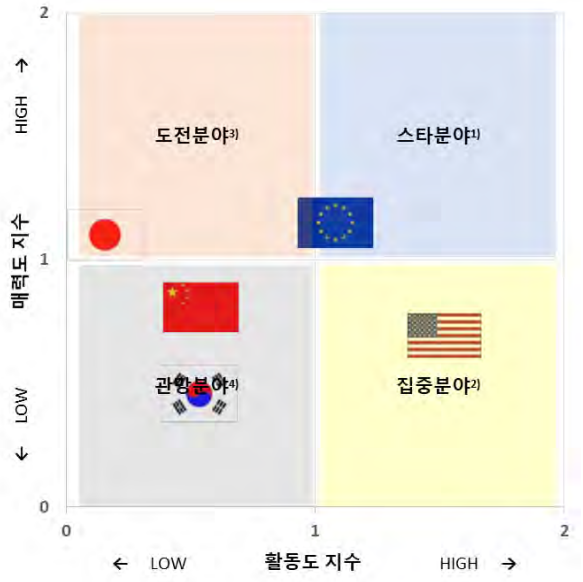
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

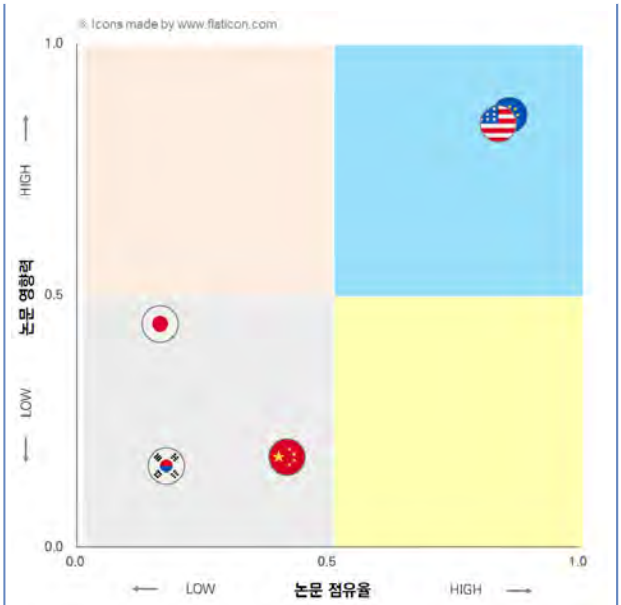
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지능형 물류체계기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

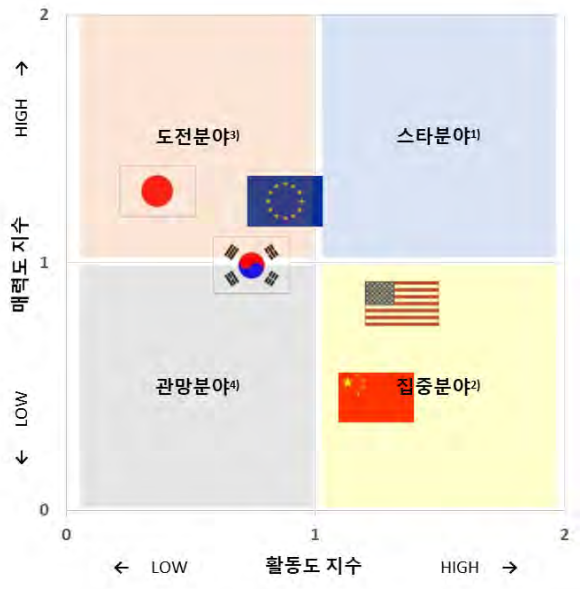


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

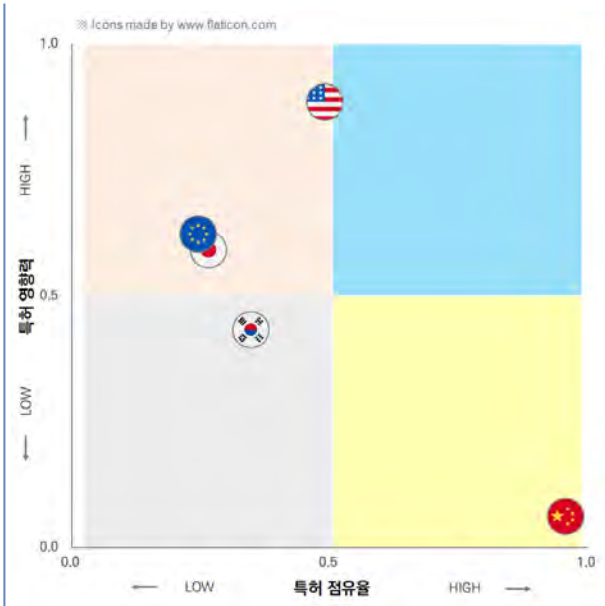
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지능형 물류체계기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'STANFORD UNIVERSITY(0.80%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국전자통신연구원'이 3.66%(글로벌 점유율은 0.12%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STANFORD UNIVERSITY	미국	2.10%	0.80%	-66.70%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.89%	0.72%	250.00%
3	HARVARD MEDICAL SCHOOL	미국	1.37%	0.52%	450.00%
4	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	미국	1.37%	0.52%	60.00%
5	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	중국	3.20%	0.52%	233.30%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	3.66%	0.12%	200.00%
2	KYUNG HEE UNIVERSITY	3.66%	0.12%	-50.00%
3	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.44%	0.08%	0.00%
4	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.44%	0.08%	100.00%
5	SUWON SCIENCE COLLEGE	2.44%	0.08%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	3.20%	0.52%	233.30%
2	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	2.96%	0.48%	40.00%
3	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.71%	0.44%	900.00%
4	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	2.71%	0.44%	-42.90%
5	FUDAN UNIVERSITY	2.46%	0.40%	300.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	6.56%	0.16%	-66.67%
2	KYOTO UNIVERSITY	4.92%	0.12%	200.00%
3	HOKKAIDO UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF MEDICINE	4.92%	0.12%	200.00%
4	NAGOYA UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF MEDICINE	4.92%	0.12%	100.00%
5	NTT	3.28%	0.08%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.80%	0.32%	600.00%
2	UNIVERSITY MEDICAL CENTER UTRECHT	0.80%	0.32%	200.00%
3	WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.60%	0.24%	0.00%
4	UNIVERSITY OF FLORENCE	0.50%	0.20%	50.00%
5	UNIVERSITY OF PADUA	0.50%	0.20%	400.00%

6 미국

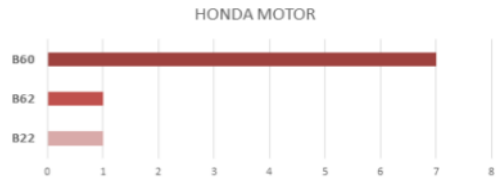
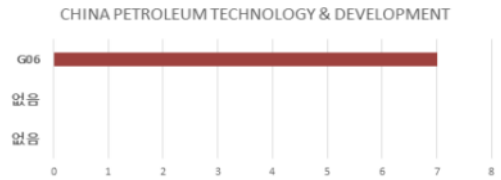
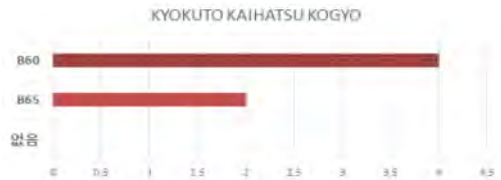
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STANFORD UNIVERSITY	2.10%	0.80%	-66.70%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.89%	0.72%	250.00%
3	HARVARD MEDICAL SCHOOL	1.37%	0.52%	450.00%
4	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	1.37%	0.52%	60.00%
5	PURDUE UNIVERSITY	1.05%	0.40%	0.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '현대자동차(0.58%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '현대자동차'가 4.78%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '현대자동차'는 B60(차량일반)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

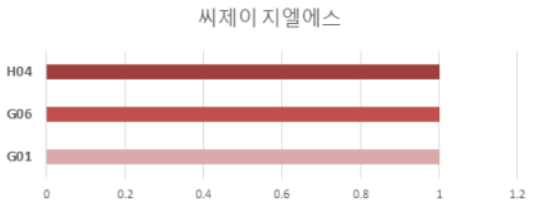
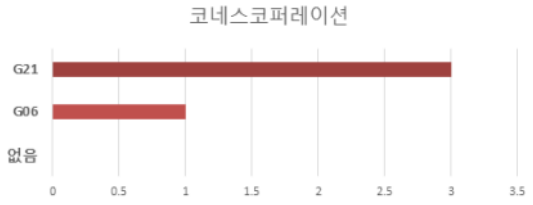
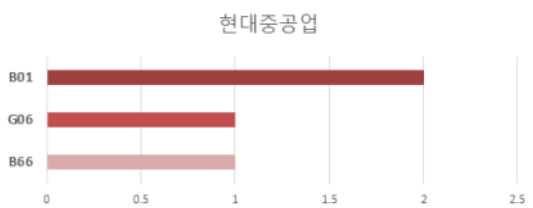
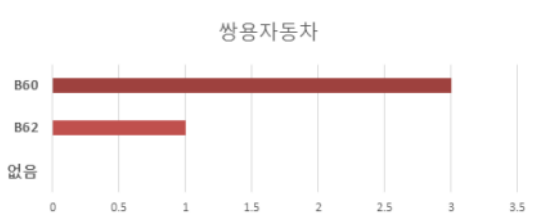
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대자동차	한국	4.87%	0.58%	-16.70%
2	HONDA MOTOR	일본	6.62%	0.48%	25.00%
3	CHINA PETROLEUM TECHNOLOGY & DEVELOPMENT	중국	0.67%	0.37%	600.00%
4	UNITED PARCEL SERVICE OF AMERICA	미국	1.63%	0.32%	100.00%
5	KYOKUTO KAIHATSU KOGYO	일본	4.41%	0.32%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
2		B60	차량일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
		B22	주조; 분말야금
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		B60	차량일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		B60	차량일반
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		-	-

2 한국

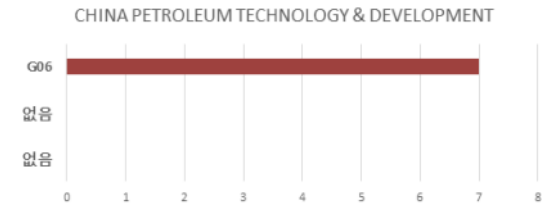
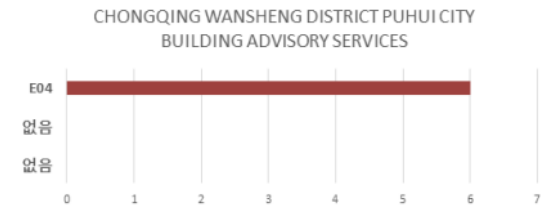
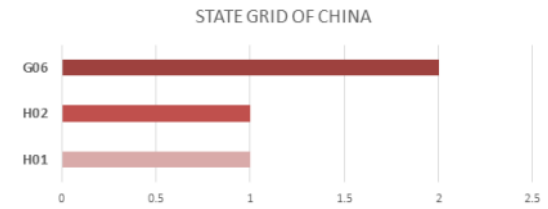
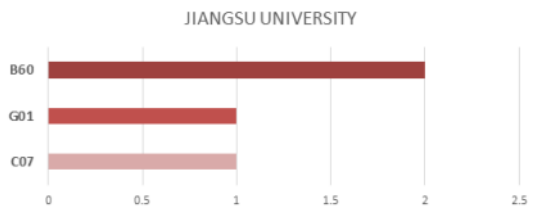
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대자동차	4.87%	0.58%	-16.67%
2	씨제이 지엘에스	1.77%	0.21%	-100.00%
3	코네스코퍼레이션	1.77%	0.21%	-100.00%
4	현대중공업	1.77%	0.21%	0.00%
5	쌍용자동차	1.77%	0.21%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
5		B60	차량일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
		-	-

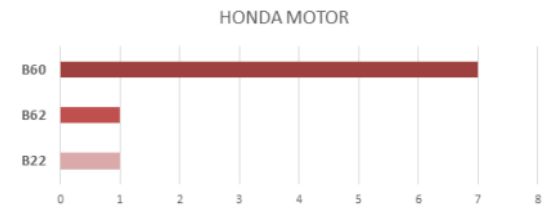
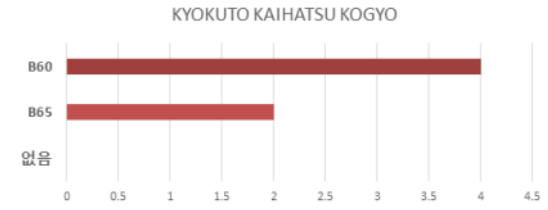
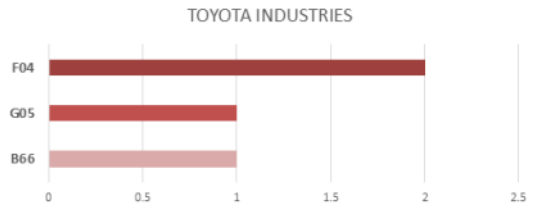
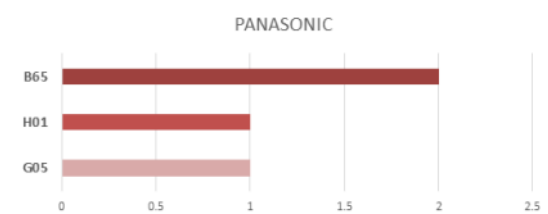
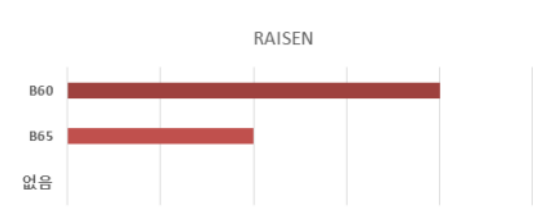
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA PETROLEUM TECHNOLOGY & DEVELOPMENT	0.67%	0.37%	600.00%
2	CHONGQING WANSHENG DISTRICT PUHUI CITY BUILDING ADVISORY SERVICES	0.58%	0.32%	500.00%
3	STATE GRID OF CHINA	0.48%	0.27%	400.00%
4	JIANGYIN HENGRUN RING FORGING	0.48%	0.27%	400.00%
5	JIANGSU UNIVERSITY	0.48%	0.27%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–
2		E04	건축물
		–	–
		–	–
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
4		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		–	–
		–	–
5		B60	차량일반
		G01	광학
		C07	유기화학

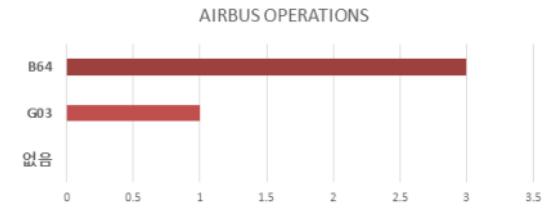
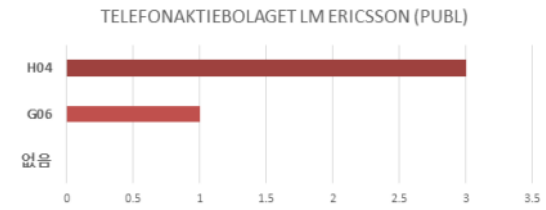
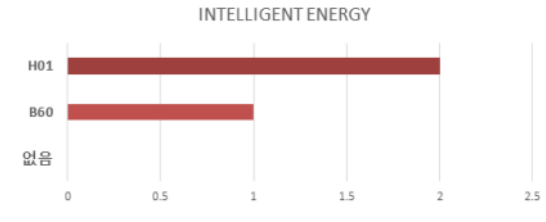
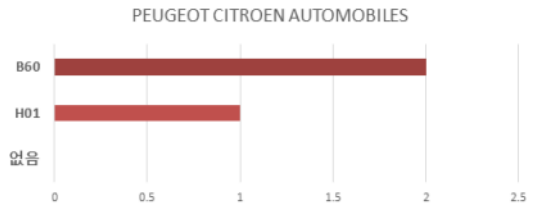
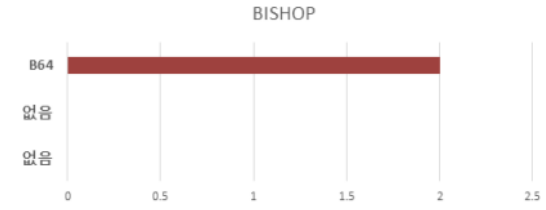
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HONDA MOTOR	6.62%	0.48%	25.00%
2	KYOKUTO KAIHATSU KOGYO	4.41%	0.32%	100.00%
3	TOYOTA INDUSTRIES	3.68%	0.27%	-75.00%
4	PANASONIC	2.94%	0.21%	-100.00%
5	RAISEN	2.21%	0.16%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B60	차량일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
		B22	주조; 분말야금
2		B60	차량일반
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		-	-
3		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
		G05	제어; 조정
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
4		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		H01	기본적 전기소자
		G05	제어; 조정
5		B60	차량일반
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		-	-

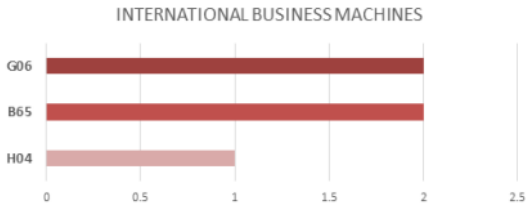
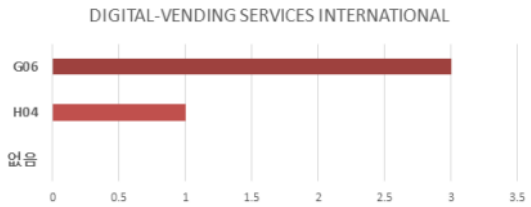
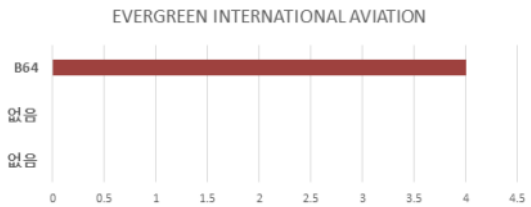
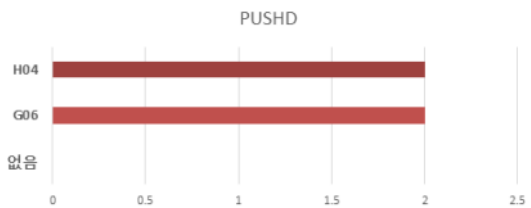
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	AIRBUS OPERATIONS	3.54%	0.21%	0.00%
2	TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)	3.54%	0.21%	0.00%
3	INTELLIGENT ENERGY	2.65%	0.16%	-100.00%
4	PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES	2.65%	0.16%	-50.00%
5	BISHOP	1.77%	0.11%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		H01	기본적 전기소자
		B60	차량일반
		-	-
4		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자
		-	-
5		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	UNITED PARCEL SERVICE OF AMERICA	1.63%	0.32%	100.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	1.36%	0.27%	-33.33%
3	DIGITAL-VENDING SERVICES INTERNATIONAL	1.09%	0.21%	0.00%
4	EVERGREEN INTERNATIONAL AVIATION	1.09%	0.21%	-100.00%
5	PUSHD	1.09%	0.21%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B60	차량일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 재난안전 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

Ⅱ. 재난안전

2018년 기술수준 평가

12. 복합재난 스마트 예측·대응기술 ····· 1
13. 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술 ····· 31
14. 재난 전주기 정보통신체계기술 ····· 59
15. 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술 ····· 89

12 복합재난 스마트 예측 · 대응기술



12 복합재난 스마트 예측 · 대응기술

중점과학기술 개요

- 사회공학(social engineering)적 지식과 빅데이터 등을 활용하여 인적·기술적·사회적 요인들로 인해 발생하는 재난을 예측하고 선제적으로 대응할 수 있는 기술로, 복합적 요인들에 의한 재난, 다수의 재난들이 동시 또는 순차적으로 발생하는 재난 등 기존 재난과 발생 및 확산 양상이 다른 재난들에 대해서도 효과적으로 대응할 수 있는 기술
- 재난피해자에 대한 대피 및 물리적 생존기술을 포함하여 구조·구급, 심리치료 등을 통해 사회서비스 기능을 조속히 회복하고, 피해자로 하여금 사회에 복귀할 수 있도록 지원하는 기술을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

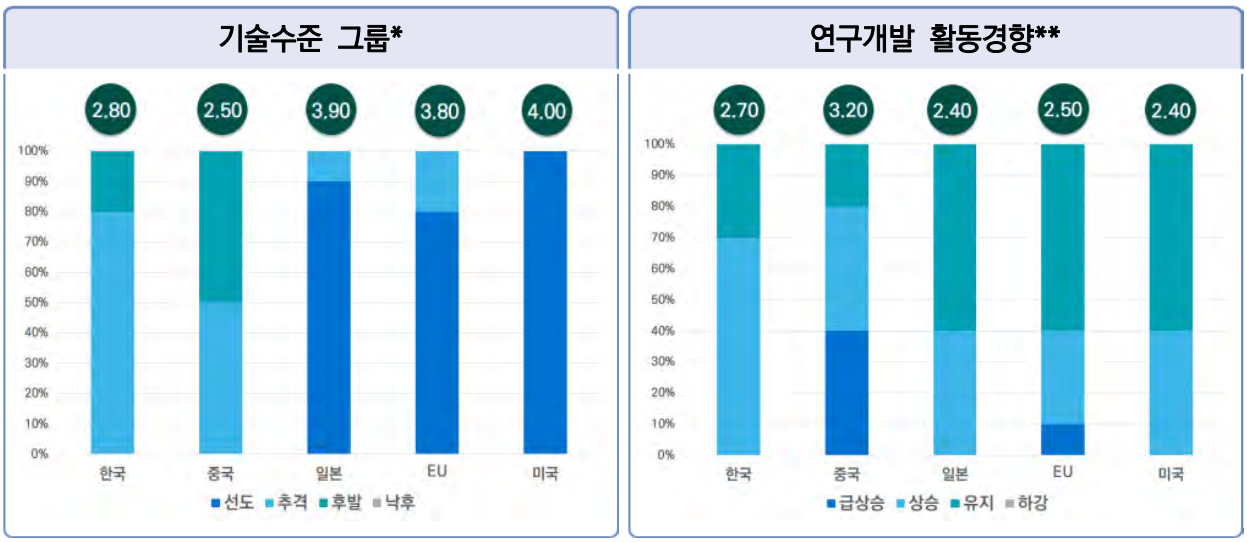
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.5	5.0	추격	보통	보통	상승
중국	65.0	6.5	추격	보통	보통	상승
일본	90.0	0.5	선도	우수	우수	유지
EU	92.5	1.5	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.5	5.0	70.5	55.0	75.0	17.0	5.0	4.0	6.0	2.0
중국	62.5	6.5	65.0	40.0	71.0	18.5	6.5	5.0	7.0	4.7
일본	90.0	0.5	90.0	90.0	100.0	9.0	0.5	0.0	1.5	0.9
EU	92.5	1.5	92.5	88.0	95.0	5.1	1.5	1.0	1.5	0.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

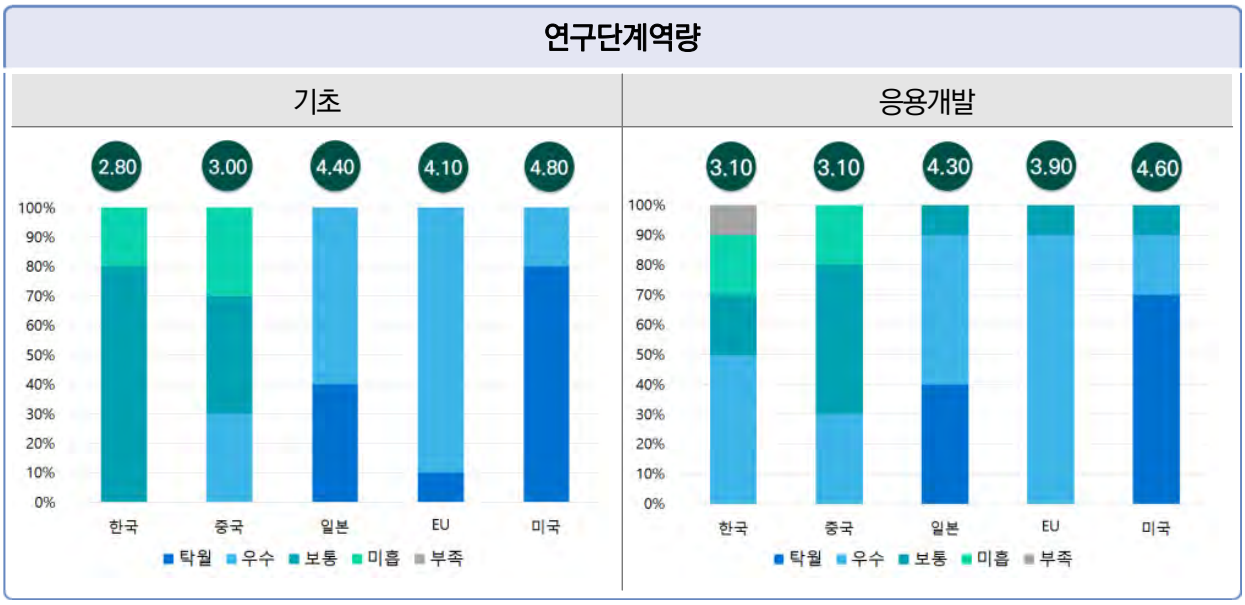
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.5%)	• 기술 개발 수준이 선도 그룹에 비해서 다소 침체되어 있으나, 재난 안전 전 주기에 대한 연구개발 추진 중 • 현재 벤치마킹, 기초연구 등으로 기술수준이 많이 향상되어 있으나 선도그룹 수준에 미치지 못함 • 상대적으로 재난 관련 신기술 개발에 관심을 많이 받지 못함 • ICT 기술은 세계를 선도하나 재난 관련 정보 인프라는 낮은 수준 • 종합적이고 장기적인 연구체계가 잘 갖춰져 있지 않음 • 연구지원이 단기적이고 전문 연구 인력이 많이 부족함 • 여론의 비판에 따라 관리책임자가 너무 자주 바뀜 • 재난재해분야 기술에 대한 연구개발 증가 추세 • 재난관련 피해지역과 규모, 대처 방안 등에 대한 문자알림 등 통신 서비스 분야는 발달되어 있지만 실제 우리나라에서 발생하고 있고 또 미래에 발생할 가능성이 높은 재난에 대한 기초연구 부족 • 복합재난 연구에 대한 투자가 증가 추세
중국 (65.0%)	• 요소기술의 개발이 증가되고, 사회적 이슈 증가에 따라 국가적 투자는 증가하고 있으나, 복합재난에 대한 실용화 기술은 극소수 • 다수에 의한 평가로 볼 때 의식수준 향상 필요 • 양적 연구실적은 많으나 질적 수준은 아직 부족 • 거시기술은 있으나 세부적 실용성이 및 종합적인 관리 능력 부족 • 국가주도로 재난분야의 연구들이 활발히 진행되고 있음 • 이미 개발되어 있는 선진 기술은 빠르게 응용하는 편이지만 자체적인 기초연구는 많이 부족 • 관련 논문 및 연구투자가 활발함
일본 (90.0%)	• 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 복합재난 스마트 예측 및 대응기술 관련 예산이 증가하고 있으며 관련 기술 및 정책이 발전 • 빅데이터 분석기술 및 스마트방재기술 개발 등을 추진 중 • 재난/재해 다발 지역이 많고 이에 대한 예방 및 대책마련이 체계적 • 오랜 기간 동안 재난 조기예측 및 응급 기술 개발에 많은 연구 진행 • 실전적 기술 및 노하우 축적 • 지속적인 연구지원이 있고 전문 연구 인력이 풍부 • 논문 및 특허 분야에서도 상위 1, 2위에 위치할 만큼 과학기술적 인적 인프라 뿐만 아니라, 다양한 자연재난 및 사회재난이 복합된 재난을 경험한 사회적 환경 속에서 독창적인 안전문화가 결합되어 산업이 활발하게 발전(RISCON 등 안전관련 산업전 활발) • 과학기술 선 순환적 체계 보유 • 자연재난 중 지진과 관련된 많은 연구들과 지속적인 정부의 지원 그리고 실용화가 이루어짐 • 스마트 방재기술, 해양사고 조사·정보 분석 시스템 개발연구 등 연구 활동 추진 중 • 미국과 유럽연합에 비교했을 때 큰 격차는 없으나 첨단 과학 분야에서 일부 뒤쳐져 있음
EU (92.5%)	• 복합재난 발생 증가 등으로 관련 연구가 진행 중 • 관련 기술 및 논문이 급격히 증가하면서 연구 활동이 활발해지고 있음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 재난/재해에 기술적 주도가 높음 • 최근 발생한 각종 재난재해로부터 여러 국가들의 협업하여 각종 기술개발 및 성과를 근래에 발표 • 자연재난 관리 단계에서 무선 센서와 무인공중차량 응용 • 복합재난 방지, 피해확산 시뮬레이션 등 연구 활동 우수
미국 (100%)	• 2005년 카트리나, 2012년 샌디 등 대형 자연재난과 그에 따른 복합재난 발생이 증가하면서 관련 예산 및 연구가 활발히 진행 • 신속한 재난대응체계와 의사결정시스템 구축 • 오랜 기간 동안 재난 조기예측 및 응급 기술 개발에 많은 연구 진행 • 전 세계 인공지능 기술 선도 • 지속적인 연구지원이 있고 전문 연구 인력 풍부 • 거시적 연구가 진행됨 • 논문, 특허 및 우수 대학의 다양한 물적, 인적 인프라와 함께 독보적인 재난관리 체계(대응 및 예방 정책)를 운영함으로서 각종 과학기술을 접목하는 등 세계 재난안전과학기술을 선도. 아울러 대규모 자연재해에서 파생되는 각종 재난 대응책으로서 커뮤니티 매핑(태풍 카트리나시)을 처음 도입하고, HAZUS를 현업에 완성할 만큼 예측/대응에 관한 우수한 과학기술 보유 • 지속적 투자와 연구지속 • GIS기술과 빅데이터 축적 등 각종 융합기술을 바탕으로 재난재해의 예측 및 의사결정에 정확한 도움을 주는 기술을 개발 • 다학제 연구를 통해 여러 영역에 흩어져 있는 정보를 통합하여 분석하고 효과적이고 지속적인 관리가 가능한 통합된 웹기반 플랫폼 개발에 주력 • 복합재난 확산방지 시뮬레이션, 의사결정, 피해자 수색 및 구조, 대피시설 및 기술 등의 연구, 적용 및 운영활동이 매우 우수함 • 미국은 재난과 관련하여 로봇, 인공지능 등의 신기술을 개발하고 이를 도입하여 시스템화 함으로서 체계적으로 이끌어 가고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국가 연구개발 중점 투자 방향에서 꾸준히 복합재난에 대한 연구가 비중 있게 인용되고 있으며, 재난안전관련 예산도 국가 연구개발 예산 증가율을 상회하여 증가 중. 또한 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획에서 운영되는 범부처 협의체 등 협업을 통한 복합재난 관련 기술개발 추진 의지가 돋보임 • 자연재난에 대한 대피, 대응요령 등을 알리는 통신서비스와 이미 개발되어 있는 선진 기술의 자연재해 대처·응용 우수	• 국내 발생하고 있고 미래에 발생 가능한 자연재해에 대한 기초연구가 많이 부족. 또한 국가기반시설에 대한 안정성을 모니터링 하는 체계적인 관리시스템 필요 • 기초보다는 응용개발에 초점을 두고 있음 • 관주도의 연구개발 • 사회 복합재난 관련연구가 증가하고 있으나, 인력 및 인프라 구축 필요 • 이종 기술 간 융복합 경험 부족

국가	강점분야	기타
	• ICT, CCTV 등 복합재난 예측 및 대응에 활용할 수 있는 인프라 구축 • 복합기술 개발을 위한 요소기술 확보 최근 기술개발 건수의 증가 • 국가주도 기술 확산 정책 강력한 IT와 통신 인프라 개발된 기술이 정책으로 입안되어 기술 확산속도가 빠름 • IT 및 인공지능에 대한 기술수준이 높아 조직간 유연한 협력이 이루어질 경우 복합재난에 대한 기술개발이 잘 진행될 것	• 복합재난에 대한 연구방향이 실질적으로 수립되어 있지 않고 정부기관간의 유기적인 협력이 되지 않아 융합기술의 기술적 진화에 어려움 많음. 또한, 행정가 중심의 조직운영으로 기술적 접근에 대한 이해가 부족하며 단기간에 성과를 내야하는 조급한 문화가 기술개발에 걸림돌. 또한, 연구 및 기술개발이 대학을 중심으로 이루어져 실용기술을 개발하는데 난점이 있음 • 재난안전에 대한 중요성은 인지하고 있으나 이를 체계적으로 발전시키기 위한 인력 및 기술이 현재는 미흡 • 복합재난 예측 및 대응관련 기술에 대한 연구투자 증가 인력 및 인프라 구축 필요
중국	• 스마트 시장 확대를 재난에 적용하는 시도 증가 • 선진 기술 자연재해 대처·응용 우수함 • 기술(논문, 특허) 개발의 급격한 증가 • 국가의 강력한 기술개발 지원 정책 넓은 연구층과 높은 인구밀도 • 복합재난 스마트 예측 및 대응관련 기술에 대한 투자 증가 • 우수한 인력을 대규모로 양성하여 재난안전 분야의 인력이 향후 크게 증가할 것	• 논문, 특허의 질적 수준 평가 필요 • 기초연구가 많이 부족함 • 기술개발의 실용화 저조 • 복합재난 관련 연구 투자 및 특허 수가 급증하고 있음 • 세부 실용기술 부족 • 기술수준은 단기간에 이루어질 수 있는 것이 아니기에 현재로써는 크게 앞서 나가 있지는 않으나 향후, 기술 수준이 크게 올라갈 전망
일본	• 국가 연구개발 프로젝트인 SIP에서도 복합재난 스마트 예측 및 대응기술과 관련된 다양한 주제가 연구되고 있으며, 재난안전과 관련된 다양한 분야(수재해, 문화재보존, 전력) 등에 관한 연구도 다양한 연구 활동 지속/강화 • 경험을 토대로 한 재난대응 인프라 탁월 • 지진관련 재해에 대한 예측, 대응 기술이나 통신서비스 등은 탁월한 수준 • 빈번한 대규모 재해발생 등으로 관련 분야에 예산이 많이 책정 • 기술 파급력이 높은 연구 수행 • 다년간의 재난경험으로 축적된 데이터 • 복합재난 관련 정보기술, 연구인력 및 인프라 우수하고 집중 투자 중 • 지진과 같은 자연재해에 대해서는 정부기관과 대학 및 민간 연구기관에서 활발한 연구가 이루어져 기술적 우위가 높으며 이는 재정적 지원 규모가 안정적으로 큼에 따라 장기적 기술개발 중	• 지진 외 재난에 대한 기초연구와 기술개발, 인력양성, 인프라 구축에 힘쓸 필요 • 논문, 특허 등은 다소 주춤한 상태 • 기술개발 침체 • 지진과 같은 자연재난분야에는 강점이 있으나 화학사고분에 있어서는 기술적으로 크게 앞서 나가 있지는 않음

국가	강점분야	기타
EU	• 전통적 과학기술의 강호로서 우수한 기초 및 응용개발 기술 보유 • 재난 모니터링, 대비, 대응 등에 대한 기초연구를 바탕으로 한 기술개발, 인력양성, 인프라 구축이 전반적으로 우수 • 꾸준히 관련 연구가 수행 • 회원국 중심의 Horizon 2020 추진 • 다국 간 정보공유가 가능한 인프라 및 투자 • 복합재난 정보 기술 및 인력 우수 • 유럽연합은 복합재난과 관련해 관련기관과의 유연한 협의를 통해 실무적인 기술개발 중. 예로서 화학재난 분야의 경우, SEVESO 지침을 기반으로 회원국가기관과 컨설팅 및 대학 연구간의 연구 활동이 유연하며 재정적 지원규모가 크고 컨설팅 시장 또한 고가의 비용으로 진행되어 기술적 수준이 높게 유지됨	• 환경변화로 인한 기후변동의 영향과 발생 가능한 자연재해를 예측하고 대응하는 기술 개발에 보다 적극적일 필요가 있음 • 응용개발 부분은 다소 미흡 • 거시적이고 종합적인 연구 및 관리를 위한 리더십 다소 부족 • 지진과 같은 자연재난분야에는 강점이 있으나 화학사고분에 있어서는 기술적으로 크게 앞서 나가 있지는 않음
미국	• 풍부한 학술 인프라(대학, 연구소) 우수 • 연구 인프라 및 인력, 복합응용기술 탁월 • 재난 모니터링, 대비, 대응 등에 대한 기초연구가 탄탄하고 이를 기반으로 한 기술개발, 인력양성, 인프라 구축이 전반적으로 우수함 • 대규모 재해발생 이후 관련 기술 및 정책 활발히 진행 • 정책 지원 및 기술 파급력이 높은 연구 수행 • 다양한 분야의 연구 인력 및 연구지원 인프라 축척된 재난 데이터 • 복합재난 관련 기술, 인력, 인프라 우수 • OSHA, EPA, DOT 등 국가기관과 컨설팅 및 대학 연구간 활동이 유연하며 재정적 지원 규모가 크고 컨설팅 시장 또한, 고가의 비용으로 진행되어 기술적 수준이 높게 유지됨	• 환경변화로 인한 기후변동의 영향과 발생 가능한 자연재해를 예측하고 대응하는 기술 개발에 보다 적극적일 필요가 있음 • 논문, 특허 등은 다소 주춤한 상태임 • 기술개발의 미흡 • 개발된 기술에 대한 기술 확산이 빠르지 않음 • 미국의 기술은 근본적으로 높은 연구비용과 고가의 컨설팅 비용을 통해 향상됨으로 비용에 절대적으로 의존

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	1위	3위	4위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 산학연간 공동연구를 추진할 수 있는 방법 확대 • 연구기관 및 학계를 중심으로 개발되어 있는 요소기술들이 기업들로 이전되어 현업화 될 수 있는 협력체계 구축 • 국내협력의 필요성 및 비전 공유, 학연산 협력체계 구축 및 효율적 운영, 고가 연구기자재 개방, 데이터 축적, 연구결과 및 노하우 공유, 학제간 협동연구, 인공지능 등 신기술 개발 확대 • 복합재난에 대한 연구는 기존의 전통적 단일 재난의 독립 발생 뿐만 아니라, NATECH와 같이 파생되는 재난, 동시에 다른 위험요인(HAZARD)가 재난유형의 트리거로 작용하는 등 미래 지향적(아직 경험하지 못한) 융합 연구 추진 불가피. 이에 부처 간-부문 간-학문 분야 간-지역 간 통합적 고려를 위해 관련된 영역 간 국내 협력 촉진 필요. 협업모델로서 부처 간 연구개발의 협력을 도모할 수 있으나, 결국 현업화-실용화 강화를 위해서는 출구전략도 협력적으로 마련해야 함 • 재난안전 산업발전을 위한 기업육성방안 마련 • 본 분야는 특히 산업분야와 학계의 교류협력이 활발히 일어나야 할 필요가 있으나 국내에서 이에 대한 매칭이나 적절한 파트너를 찾기 쉽지 않으므로 이를 연결시켜줄 수 있는 앱이나 플랫폼 구축이 필요하며, 이는 인프라 구축사업과 연계되어 시행되어야 할 것 • 재난으로 인한 신체적, 정신적 질병에 취약한 사람들에 대한 사전 대비와 사후 대처 방안 그리고 사회적 갈등 해결을 위한 방안 필요. 따라서 민간단체, 정부, 지자체를 연계한 그리고 각 재난별 체계화된 대비, 대처 시스템 필요 • 관련 정부 부처 간 또는 연구원과의 협업 및 협력 강화 필요. 부처 간의 업무 영역 및 이해관계가 다르더라도 유기적으로 연계할 수 있는 협업을 가능하게 하는 공동 정책 마련 필요 • 복합재난 스마트 예측을 위한 협력 기관의 범위가 넓지 않음. 이는 대체적으로 시스템 개발을 위한 코딩기술은 높다고 할 수 있으나 복합재난을 해결하기 위한 공학적 기술 분야에서 국내 기관의 전문가 인력풀이 적어 국기연구기관의 경우에는 공학적 접근이 한계가 있어 민간 전문기관의 양성에 집중 필요
국제협력 촉진	• 지속적인 국제세미나, 공동연구 등을 통해 글로벌 연구 네트워크 구축 및 활성화 • 선진국 기술 도입을 위한 국가 주도의 R&D 추진 • 선진국 파견 장기 연수기회 확대, 전문가 풀타임 초빙, 선진기술 뿐 아니라 관리체계 및 노하우 습득 • 국경을 넘나드는 복합재난 특성을 고려할 때 국내뿐만 아니라 외국에서 발생한 경우까지를 고려하여 재난관리(예측-예방-대비-대응-복구)를 위한 재난안전 벨트를 구축해야 함 • 미국, 독일, 일본 등 선진국 재난안전 분야 과제 수행 • 기후 변화로 인한 연속적인 자연재난에 대해 재난관련 기술 선진국과의 공동연구를 통해 예측, 대비, 대처 기술 확보 • 복합재난 예측 및 대응기술의 선도국가 및 국외연구기관과의 공동 연구프로그램 수행 및 국외의 기존 프로그램에의 적극 참여

	정책제언
	• 복합재난분야 국제협력은 국내의 기술을 고도화 할 수 있는 좋은 기회로 기존의 형식적인 성과위주의 협력이 아닌 공학자를 상호교류 하도록 하고 프로젝트를 공동으로 진행하여 기술적 분야에 실용성 극대화 절실
인력양성 및 유치	• 관련 전문 인력 양성 프로그램 확대 • 복합 사회 재난 대응을 위한 AI 및 빅데이터 기술 분야의 인력 양성 • 석박사급 고급인력 양성, 안정적인 연구직 일자리 확대, 연구직 비전 홍보 • 현재 복합재난연구는 대부분 관심 있는 분야(예를 들어 환경부-화학사고)에 대해 중점적으로 연구를 하고 있어 통합적 고려는 미미. 다학제적 복합재난을 학문분야로서 정립하고, 전문 인력을 배출하여 한 분야에 매몰된 연구에서 탈피 필요 • 재난 및 안전 전문 인력 육성사업을 추진하고 여기에 법제도, 정보 통신, ICT 등 다양한 분야와 융복합 과정으로 전문 인력 육성사업 시행 • 각 대학에서 다른 분야를 전공하기보다는 융복합 학과 개설이나 대학원 개설을 통해 재난분야와 관련된 학문진흥 및 이를 통한 인력양성사업 • 각 재난별 전문가와 기후변화로 인한 복합적이고 연속적인 자연재난을 예측하고 대비, 대처하는 기술력 확보. 태풍 솔릭 후 예측하지 못했던 호우와 같은 경우; 예상되는 태풍에 대한 대비뿐만 아니라 뒤이어 일어날 가능성이 있는 호우에 대한 대비도 같이 해야 한다는 것을 보여준 사례 • 대학 및 연구원의 재난관련 프로그램 유치 및 지원을 통한 인력양성 • 복합재난 분야에 고급 인력을 양성하기 위해서는 사고조사 분야에 대한 규제를 민간 사업장에서도 정밀하게 수행하도록 조정하여 실질적으로 현장의 인력들이 기술적인 향상을 거둘 수 있도록 할 필요가 있음
인프라 구축	• 각종 재난에 대응하기 위한 실시간 모니터링 및 재난 피해 예측 기술 구축, 극한 환경(해양) 재난 대응 구조구난기술 구축 • 실시간성, 대규모성, 고 정확성 정보 인프라 구축, 이종 네트워크 간 협력통신 및 스마트폰 연동, 재난 구조장비 현대화 및 인력 충원, 재난대처 관련 디테일한 매뉴얼 구축 및 훈련 • 복합재난 스마트 예측 대응기술은 현재 분야별로 따로 구축되어 있는 각종 인프라를 통합하여 자유롭게 사용 할 수 있는 플랫폼이 구축되어야 하며, 이를 위한 다부처 융복합 사업 필요 • UN의 재난관리 국장이 경고한 바와 같이 지구온난화로 인한 기후변화로 향후 계속될 복합적이고 연속적인으로 일어날 가능성이 높은 자연재난에 대비하고 효율적으로 대처할 수 있도록 사회기반시설(예. 상수도, 가스관, 핵시설 등) 관리기관간 연계 시스템 필요 • 센서, CCTV 네트워크 구축 및 이를 활용한 재난관련 모니터링 데이터 구축 • 재난안전 분야의 경우 관련 정부기관의 시스템을 공유하여 상호간에 유연성 있는 업무가 이루어질 수 있도록 해야 하며 이를 위한 인프라 구축 필요
법·제도 개선	• 복합재난 관련 부처의 업무 및 데이터를 종합적으로 조정하고, 관련 업무의 효율성 강화를 위해 법제도 개선 및 범부처 업무협의회 구축 • 기 개발된 대응 기술들이 현업에 사용될 수 있도록 제도 및 규제 완화 • 재난 관련 법제도의 효율화, 상호 배반적 법제도 개선 • 현재 복합재난 스마트 예측대응기술 분야에 세부기술들로부터 도출된 성과와 실제 현장에 적용될 수 있는 제도(기준, 규격 등) 개선의 동반

	정책제언
	• 재난안전의 중요성이 강조되어 법에 넣고 있으나 부처별 법령이 제각각 작동하고 있으며 실제 현장에서 재난안전 업무에 대한 법제도 이행을 꺼리는 분위기가 심각해 재난안전 담당 인력의 가점을 주는 방안 고려 • 복합재난은 여러 분야에 걸친 법제도가 규제로 작용하는 경우가 있어 기술개발이 어려울 수 있으므로 규제개혁 필요 • 실용성과 효율성 보다는 안전을 최우선시 하도록 법과 제도 개선 필요. 예를 들어, 현재 건물규모에 의거한 화재경보기나 스프링클러 설치 기준이나 건축물 내진 설계 기준 재점검 필요 • 생존 지원, 수색 구조 및 사고 대응기술과 관련하여 활용할 수 없게 만드는 법제도 규제 완화 필요 연구 성과의 실용화를 위한 법제도 구축 • 국내의 경우, 선진국과 달리 아직까지 법적 기준만 만족하면 된다는 후진적인 안전인식이 개선되지 않고 있음. 이에 재난안전 분야에 있어서 규제 강화 필요. 또한, 재난안전 분야에 대한 안전인식 개선 활동이 병행할 수 있도록 정부의 노력이 요구됨
연구비 확대	• 관련 R&D 연구비를 확대하고, 단순 논문 실적보다는 실용화에 초점을 두고 평가 • 단순한 요소 기술을 복합재난에 대응하기 위한 기술로 발전시키기 위한 다양한 분야의 연구비 확대 • 재난안전과 관련된 연구는 '이슈 대응적' 성격이 강하고 주로 현안문제해결을 위한 연구개발이 주를 이루고 있음. 복합재난에 관한 연구는 필요성에도 불구하고 '연구시급성'이 부족하다는 이유로 관련 예산을 확보하기 어려운 상황. 예산 편성 단계에서 재난안전과 관련된 연구 중 복합재난연구와 같이 '미래 대비형 연구개발' 예산의 편성비율을 의무화 하는 등 중점 투자 분야로서 언급 필요 • 스마트 예측 대응기술 개발을 위한 융복합 연구비 지원. 현재 연구재난에서 시행하는 융복합 연구비는 매년 적은 수의 연구팀만을 선발하므로 이에 대한 확대 필요 • 기상청의 예보가 일본보다 떨어지는 이유 중의 하나는 단지 기상 관련 기술력의 차이만으로는 보기 힘듦. 그 이유는 아무리 선진기술을 가지고 있더라도 그 결과를 복합적으로 분석하고 예측하는 것은 사람의 몫이기 때문. 따라서 기초연구 분야에 연구비를 확대하여 전문 인력 양성 필요 • 장기적인 관점에서 기술의 응용 개발에 연구비 증가 필요. 공학기반 재난연구뿐만 아니라 사회적 관점에서의 재난관련 연구에의 연구비 증가 • 연구에 있어서 연구행정이 복잡함에 따라 많은 어려움이 있어 연구에 집중하기보다 행정에 많은 시간을 할애하게 됨. 이에 행정을 간소화 하고 연구결과에 대한 평가를 정밀하게 할 필요가 있으며 실질적인 연구결과물을 생산해 내는 조건하에서는 연구비 확대 필요
기타 의견	• 자연재해 발생 모델링(수문모델, 지진예측 등)과 IoT, CCTV, 빅데이터 분석 등과의 연계 • 기본적으로 재난안전 분야는 타 분야에 비해 타 기술과의 융복합이 필수적이며, 복합재난의 경우 이와 같은 특성은 더욱 강조되는 것이 당연함. 다만 이슈 중심적인 재난안전 연구개발은 필수적인 사항이지만, 복합재난의 경우는 우선 '투자'를 해야 하는 기초 학문적 관점에서 장기적 로드맵에 의해 이슈에 흔들리지 않는 기술 가치 실현에 매진하는 것이 무엇보다 중요 • 기후변화로 인한 재난이 전문가들이 예측했던 것보다 훨씬 빠른 속도로 그리고 전 세계에 걸쳐 발생. 따라서 기후변화로 인해 연속적으로 발생 가능한 재난을 예측하는 기술력 확보 시급

다 주요 분석 결과 요약

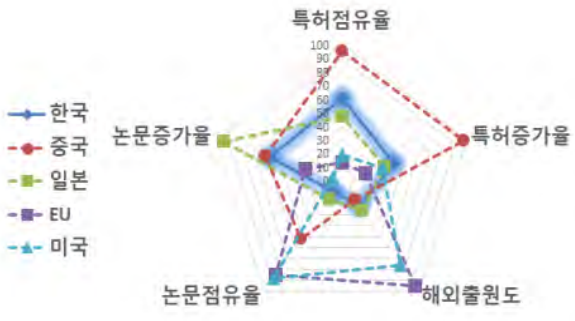
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	재난안전	13,750	5,113	44.2%	130.7%
해당 중점과학 기술명	복합재난 스마트 예측·대응기술	6,179	1,759	36.3%	140.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

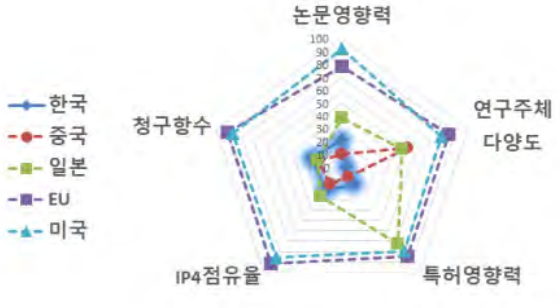
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	EU
	35.2%	45.7%	13.7	10.6
한국	5위	2위	4위	4위
	3.1%	24.3%	7.1	2.4
5개국 평균[2]	-	-	10.8	8.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

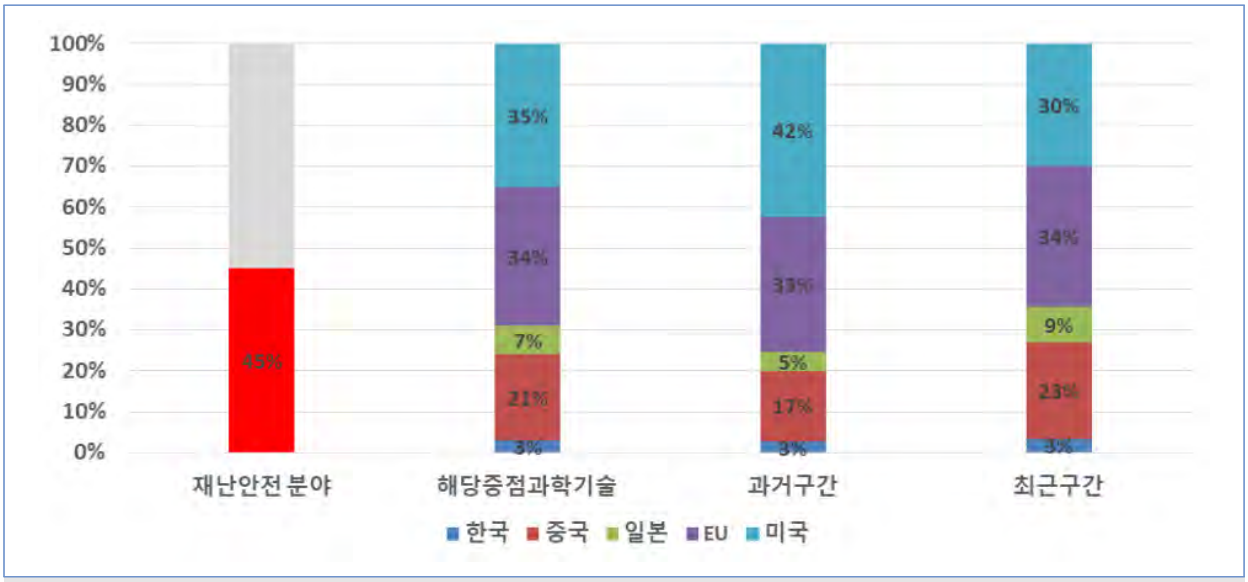
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(7.1)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(35.2%), EU(33.7%), 중국(20.9%), 일본(7.1%), 한국(3.1%) 순이며, 논문 증가율은 일본(151.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(13.7), EU(11.7), 일본(8.5), 한국(7.1), 중국(5.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(24.3%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(2.4)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(45.7%), 한국(24.3%), 일본(19.0%), 미국(7.3%), EU(3.8%) 순이며, 특허 증가율은 중국(353.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 EU(10.6), 미국(9.8), 일본(8.9), 한국(2.4), 중국(0.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(18.2%)가 가장 높고, 특허청구항수는 EU(10.5)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.1%	20.9%	7.1%	33.7%	35.2%
	논문 증가율	79.4%	84.8%	151.2%	42.6%	-4.0%
	논문 영향력	7.1	5.7	8.5	11.7	13.7
	연구주체 다양도	0.74	0.89	0.88	0.98	0.95
특허 분석	특허 점유율	24.3%	45.7%	19.0%	3.8%	7.3%
	특허 증가율	77.3%	353.8%	53.8%	-5.9%	46.2%
	해외출원도	0.4	0.1	0.6	4.0	2.6
	특허 영향력	2.4	0.8	8.9	10.6	9.8
	IP4점유율	1.9%	0.2%	3.3%	18.2%	15.6%
	청구항수	3.2	2.3	2.5	10.5	9.7

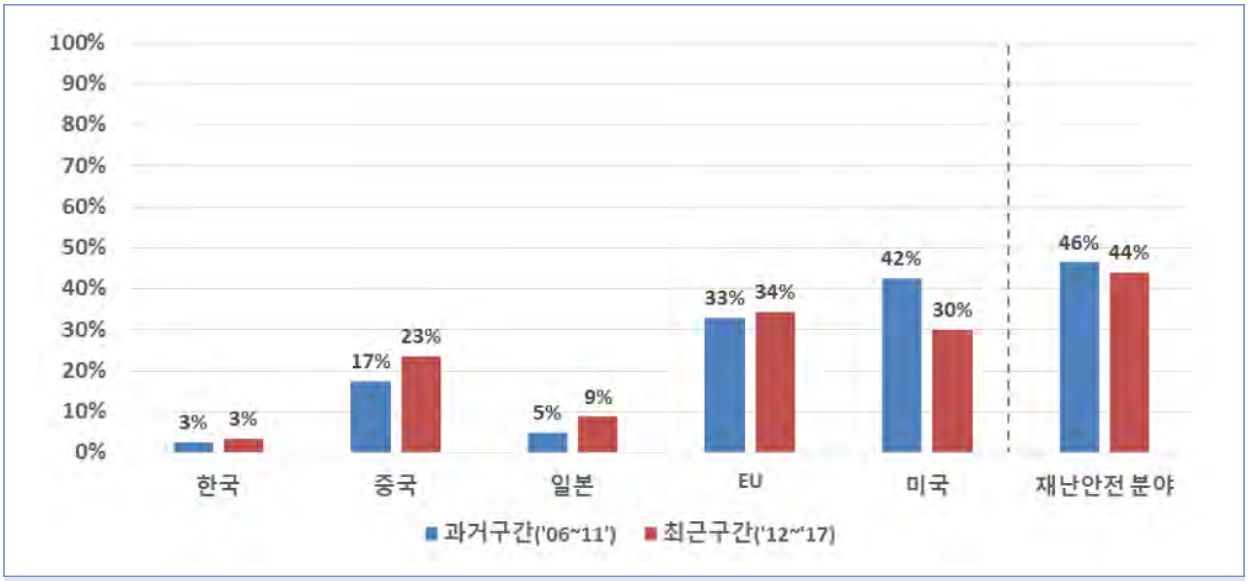
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 복합재난 스마트 예측·대응기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 2176건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 복합재난 스마트 예측·대응기술은 재난안전 분야의 전체 논문 중에서 45%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

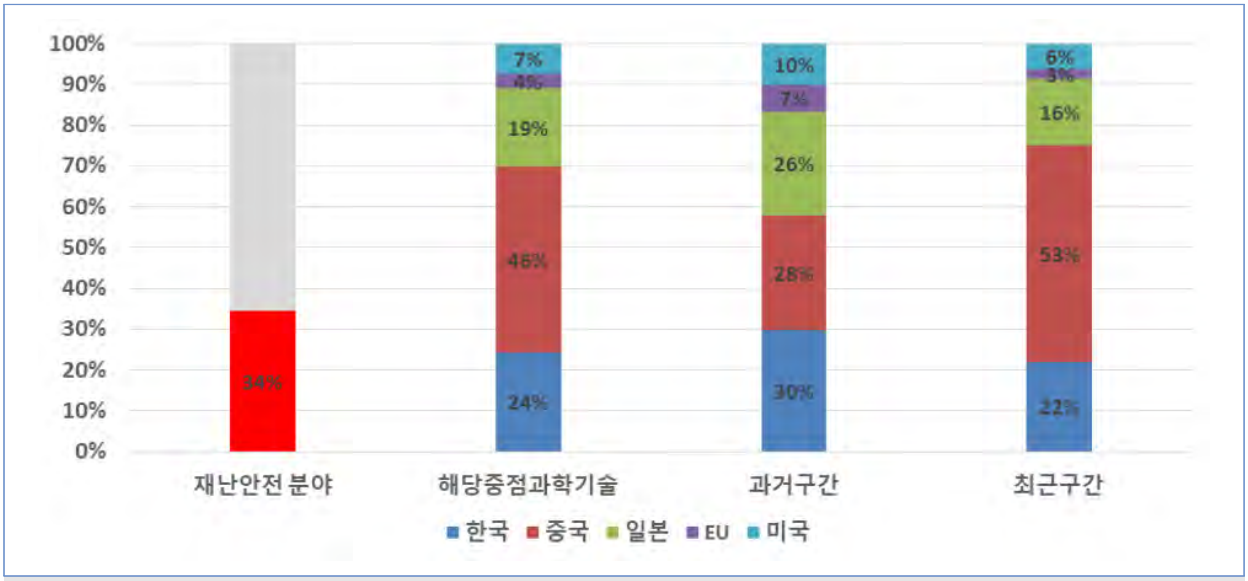


● 복합재난 스마트 예측·대응기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 79.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	68	122	190	79.4%
중국	453	837	1,290	84.8%
일본	125	314	439	151.2%
EU	859	1,225	2,084	42.6%
미국	1,110	1,066	2,176	-4.0%
전체	2,615	3,564	6,179	36.3%

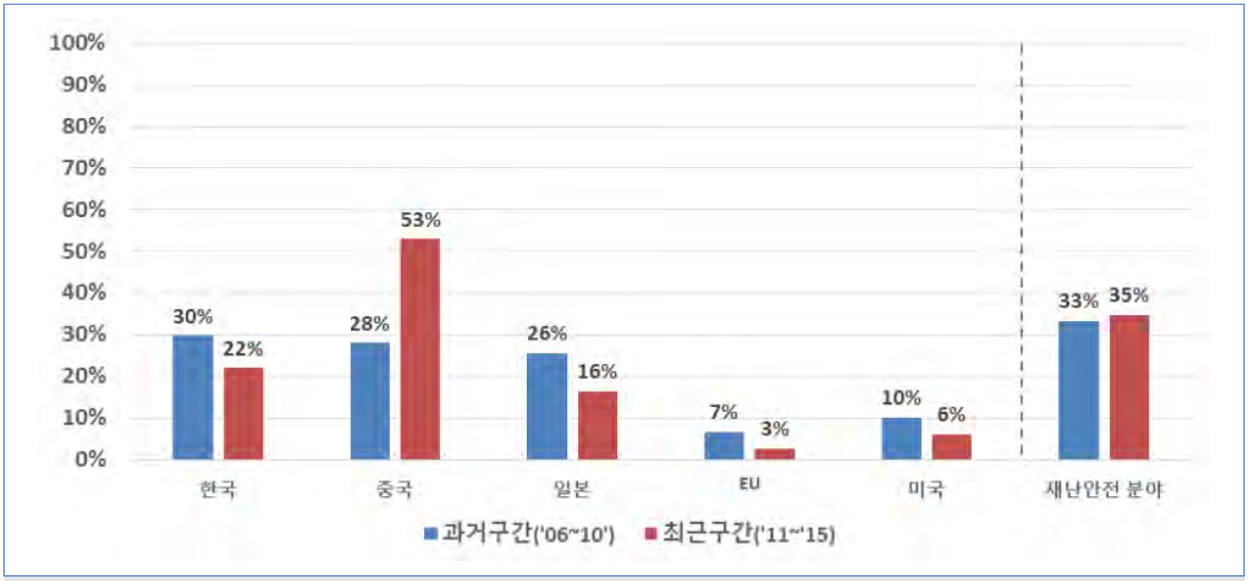
(4) 특허 점유율(전체)



● 복합재난 스마트 예측·대응기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 803건으로 전체 특허의 46%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 복합재난 스마트 예측·대응기술은 재난안전 분야의 전체 특허 중에서 34%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



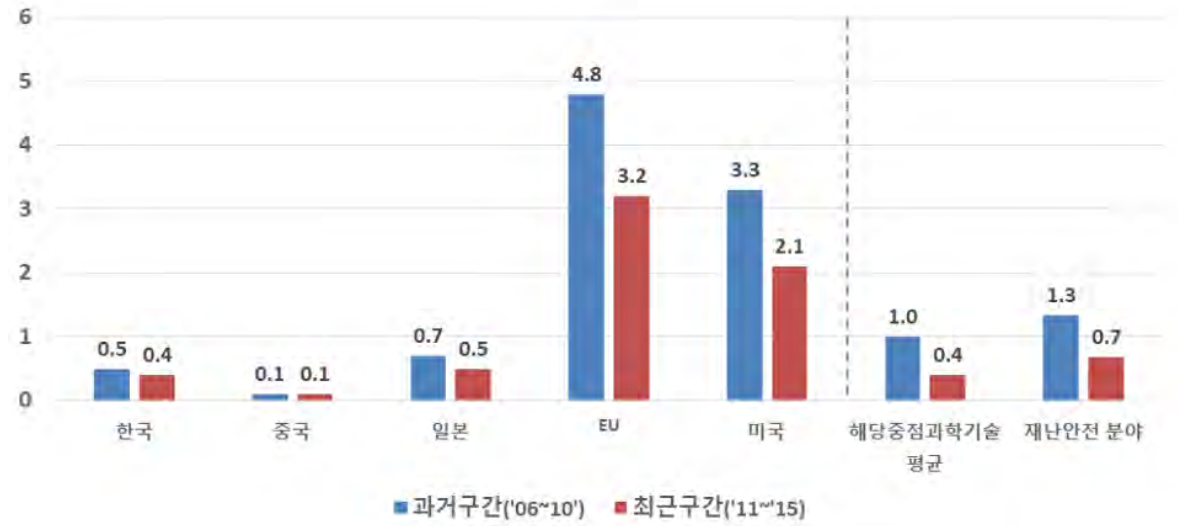
● 복합재난 스마트 예측·대응기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 77.3%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	154	273	427	77.3%
중국	145	658	803	353.8%
일본	132	203	335	53.8%
EU	34	32	66	-5.9%
미국	52	76	128	46.2%
전체	517	1,242	1,759	140.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

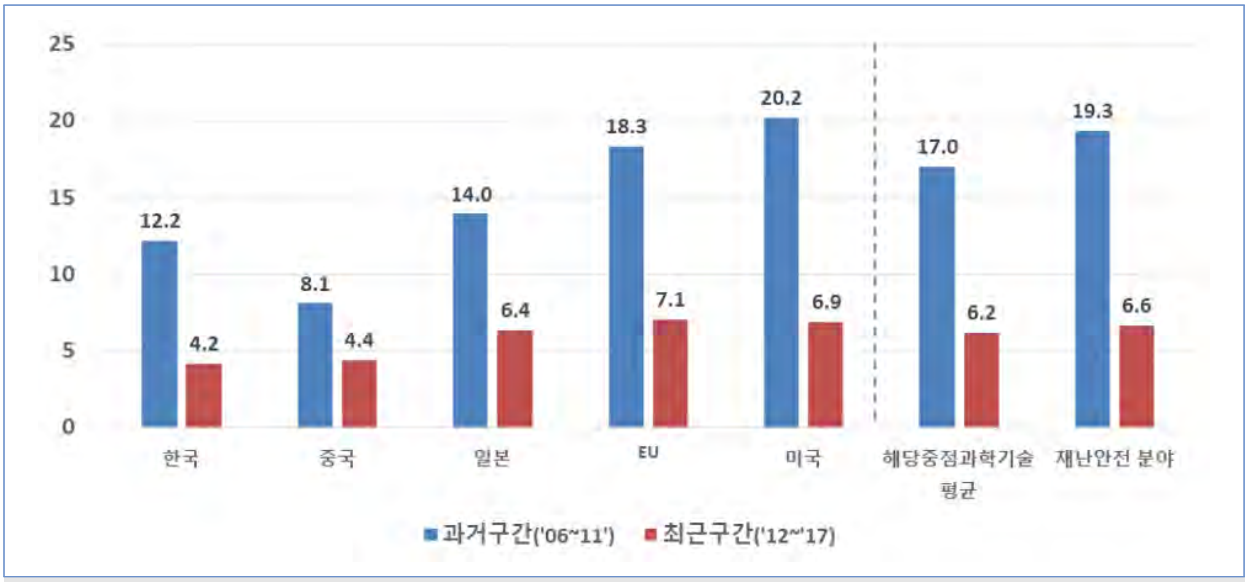


- 복합재난 스마트 예측·대응기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

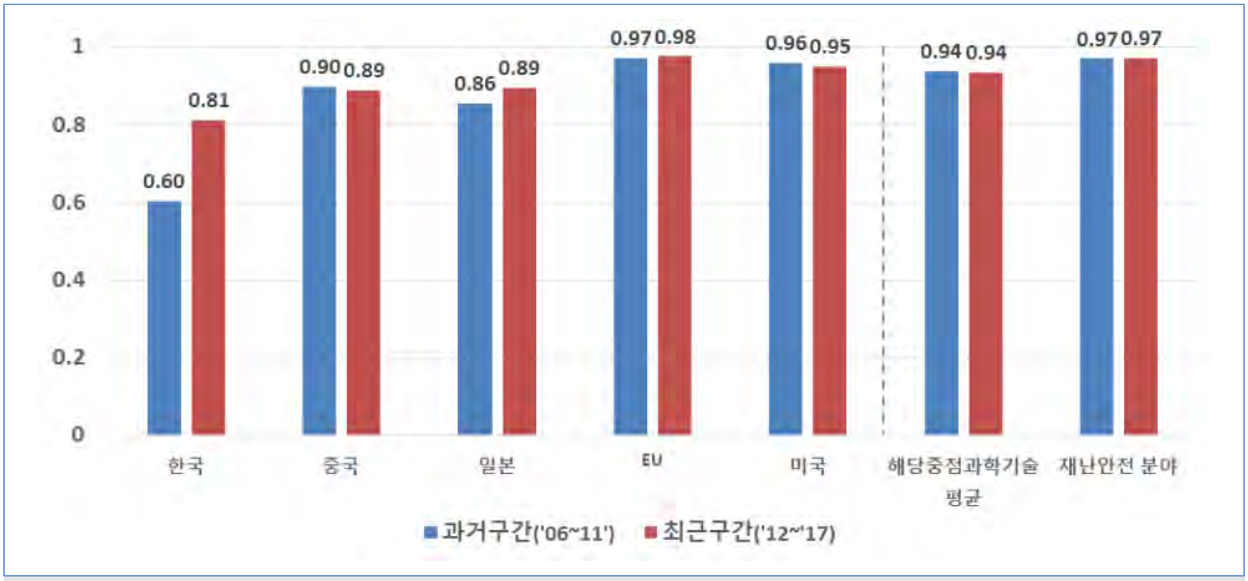
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



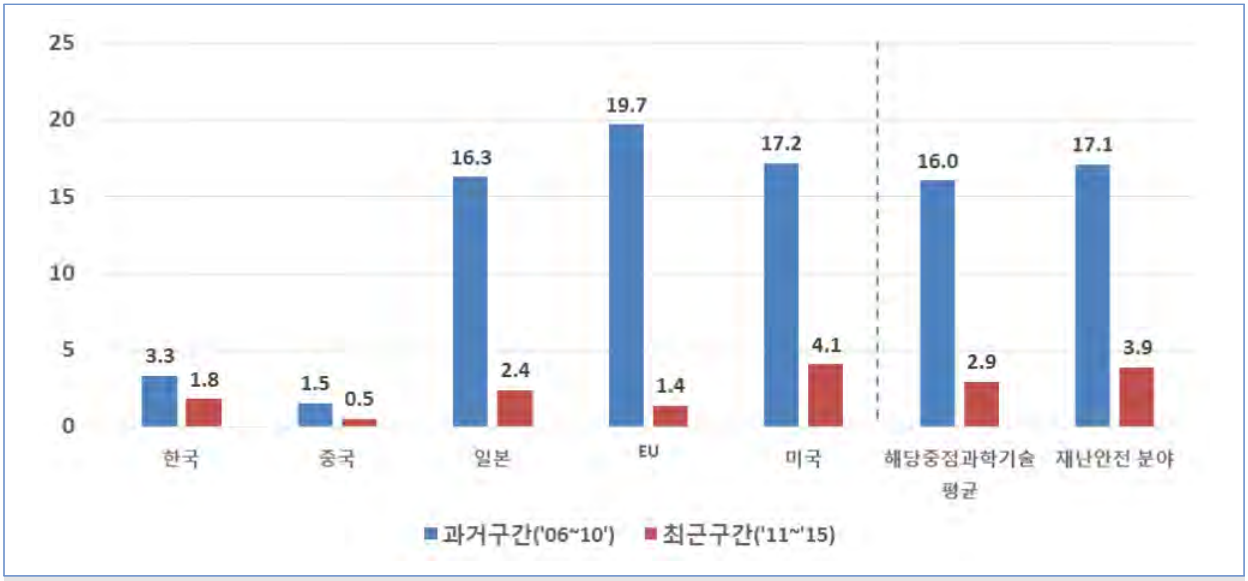
- 복합재난 스마트 예측·대응기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



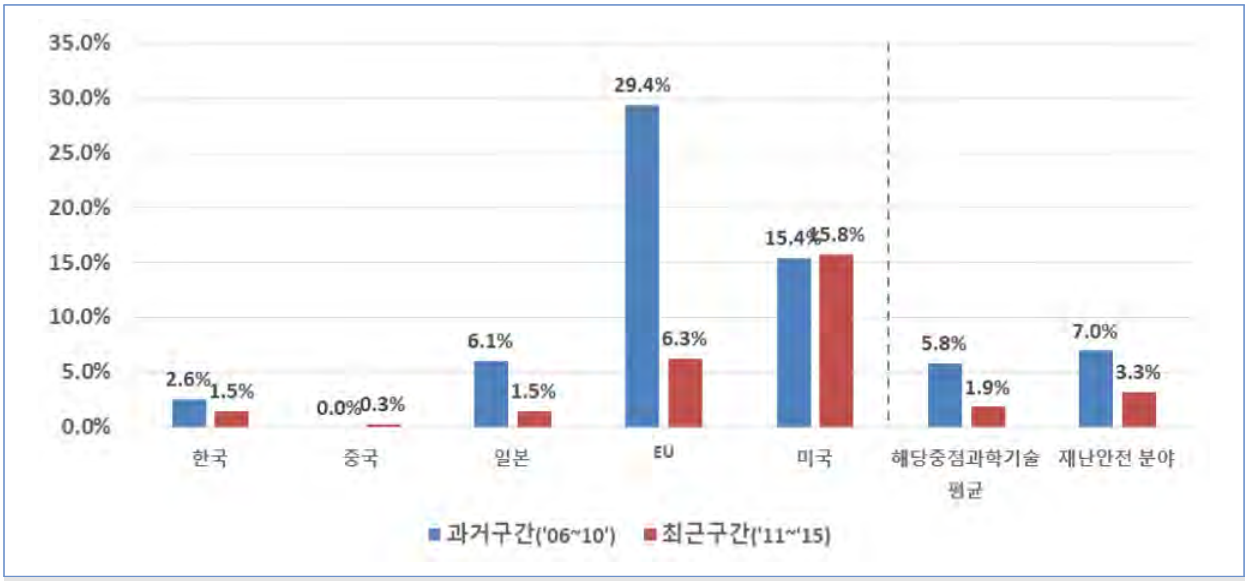
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



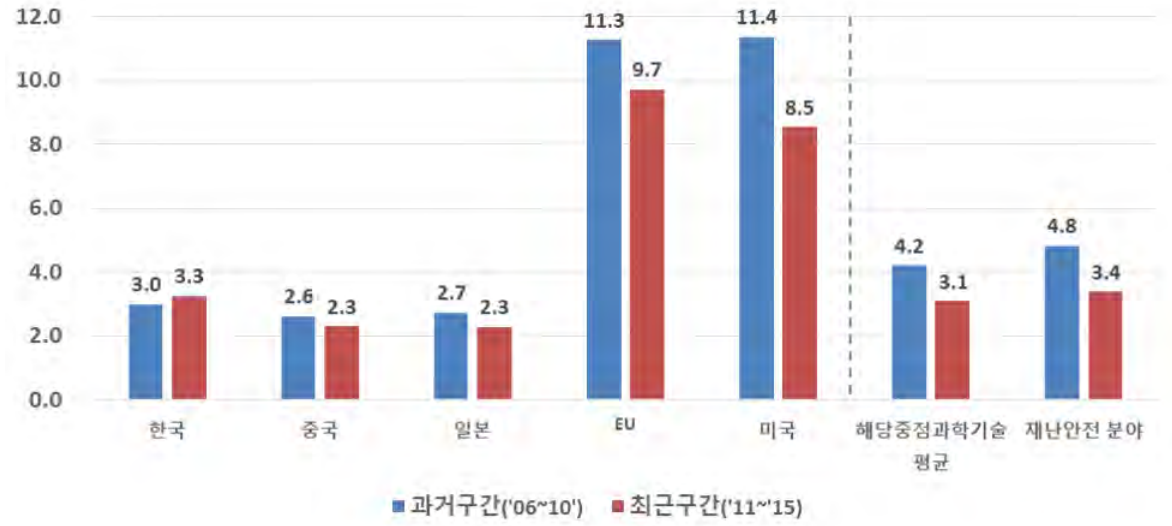
● 복합재난 스마트 예측·대응기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 복합재난 스마트 예측·대응기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 복합재난 스마트 예측·대응기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

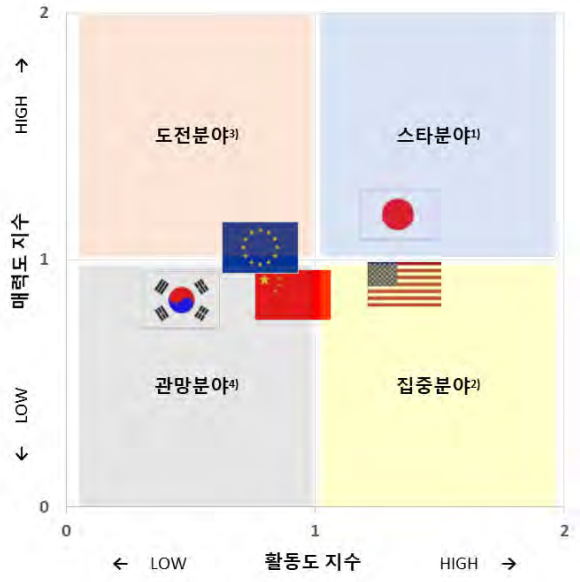
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

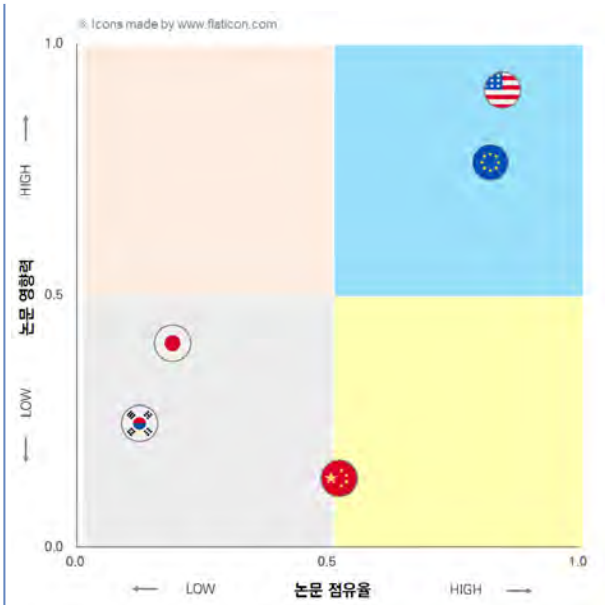
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 복합재난 스마트 예측·대응기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

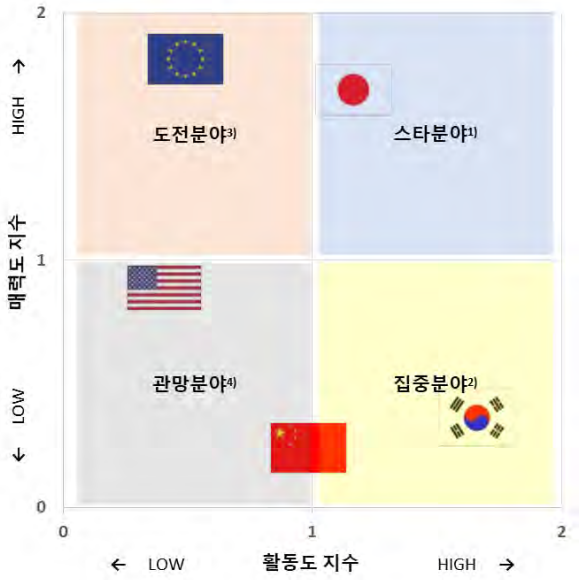
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 복합재난 스마트 예측·대응기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TSINGHUA UNIVERSITY(0.87%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국원자력연구원'이 12.20%(글로벌 점유율은 0.23%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	4.19%	0.87%	185.71%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.30%	0.81%	-7.69%
3	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	중국	2.71%	0.57%	69.23%
4	SICHUAN UNIVERSITY	중국	2.09%	0.44%	100.00%
5	TOHOKU UNIVERSITY	일본	5.47%	0.39%	0.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	11.58%	0.36%	-30.77%
2	HANYANG UNIVERSITY	5.79%	0.18%	900.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.26%	0.16%	-33.33%
4	YONSEI UNIVERSITY	3.68%	0.11%	-25.00%
5	NATIONAL DISASTER MANAGEMENT INSTITUTE	2.63%	0.08%	400.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	4.19%	0.87%	185.71%
2	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	2.71%	0.57%	69.23%
3	SICHUAN UNIVERSITY	2.09%	0.44%	100.00%
4	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	1.47%	0.31%	116.67%
5	TONGJI UNIVERSITY	1.32%	0.28%	140.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	5.47%	0.39%	0.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	2.96%	0.21%	1,100.00%
3	OSAKA UNIVERSITY	2.51%	0.18%	166.67%
4	KYOTO UNIVERSITY	2.51%	0.18%	350.00%
5	UNIVERSITY OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH	2.05%	0.15%	800.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.77%	0.26%	66.67%
2	NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS	0.62%	0.21%	233.33%
3	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.58%	0.19%	-28.57%
4	LOUGHBOROUGH UNIVERSITY	0.53%	0.18%	20.00%
5	LUND UNIVERSITY	0.48%	0.16%	0.00%

6 미국

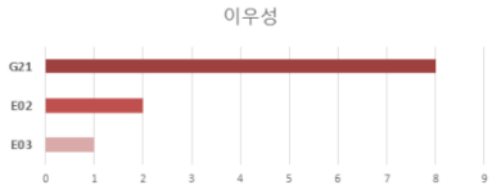
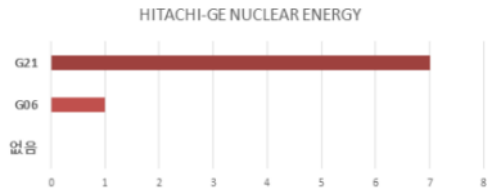
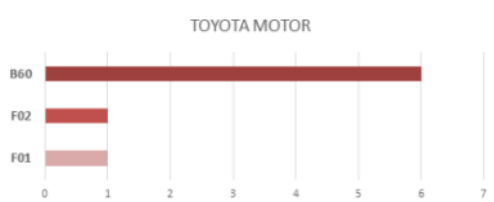
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.30%	0.81%	-7.69%
2	TEXAS A AND M UNIVERSITY	1.01%	0.36%	-16.67%
3	LOS ALAMOS NATIONAL LABORATORY	0.60%	0.21%	-14.29%
4	RUTGERS UNIVERSITY	0.60%	0.21%	233.33%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	0.60%	0.21%	16.67%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '이우성(0.74%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '이우성'이 3.04%(글로벌 점유율은 0.74%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '이우성'은 G21(핵물리; 핵공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

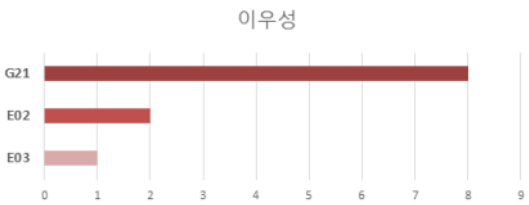
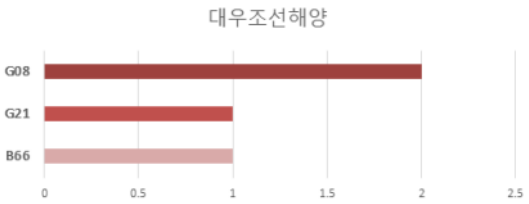
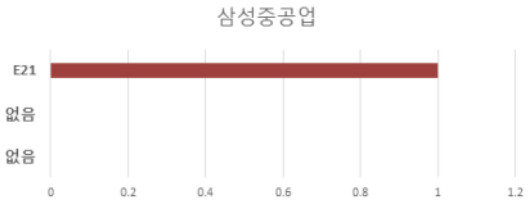
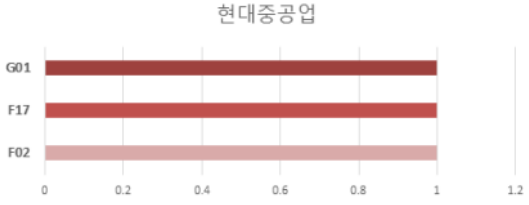
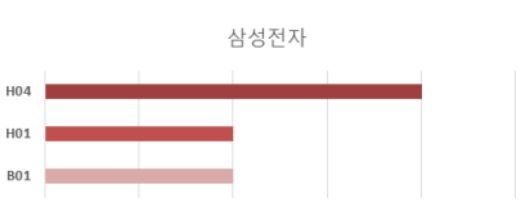
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	이우성	한국	3.04%	0.74%	450.00%
2	대우조선해양	한국	2.58%	0.63%	166.67%
3	HOCHIKI	일본	2.99%	0.57%	900.00%
4	HITACHI-GE NUCLEAR ENERGY	일본	2.39%	0.45%	600.00%
5	TOYOTA MOTOR	일본	2.39%	0.45%	-66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		E03	상수(上水); 하수(下水)
2		G08	신호
		G21	핵물리; 핵공학
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
3		G08	신호
		A62	인명구조; 소방
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		B60	차량일반
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기 기관

2 한국

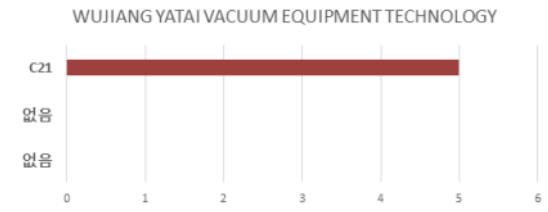
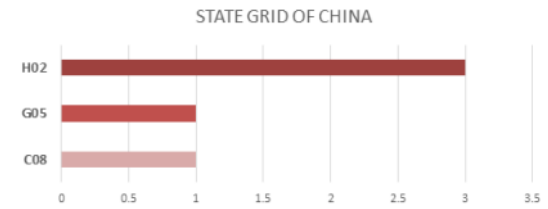
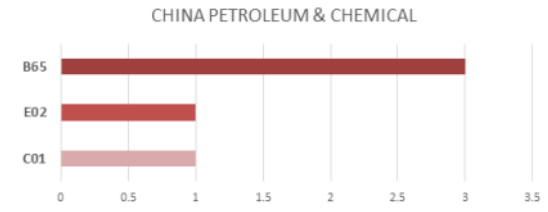
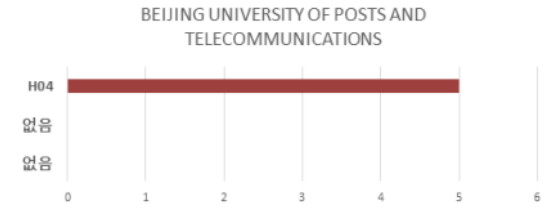
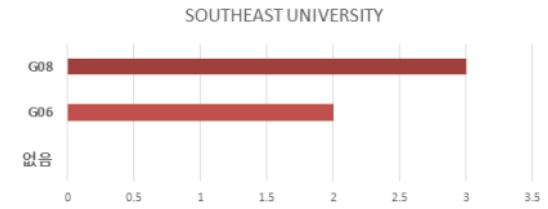
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	이우성	3.04%	0.74%	450.00%
2	대우조선해양	2.58%	0.63%	166.67%
3	삼성중공업	1.64%	0.40%	33.33%
4	현대중공업	1.17%	0.28%	400.00%
5	삼성전자	0.94%	0.23%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		E03	상수(上水); 하수(下水)
2		G08	신호
		G21	핵물리; 핵공학
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
3		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		-	-
		-	-
4		G01	광학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
		F02	연소기관
5		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

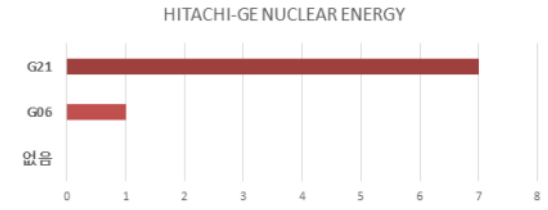
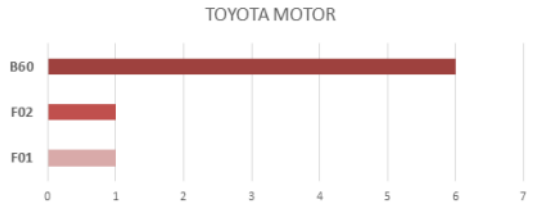
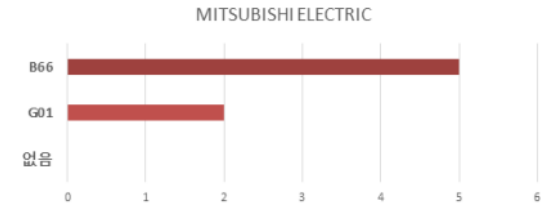
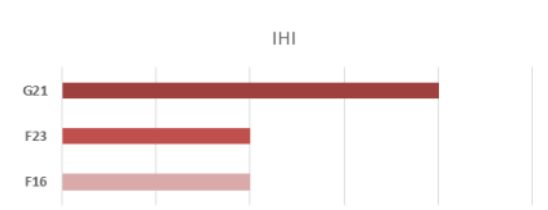
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	WUJIANG YATAI VACUUM EQUIPMENT TECHNOLOGY	0.62%	0.28%	400.00%
2	STATE GRID OF CHINA	0.62%	0.28%	400.00%
3	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	0.62%	0.28%	400.00%
4	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	0.62%	0.28%	400.00%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	0.62%	0.28%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C21	철 야금
		–	–
		–	–
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
3		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C01	무기화학
4		H04	전기통신기술
		–	–
		–	–
5		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–

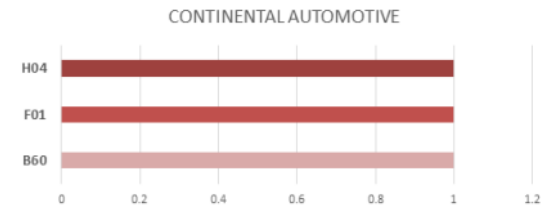
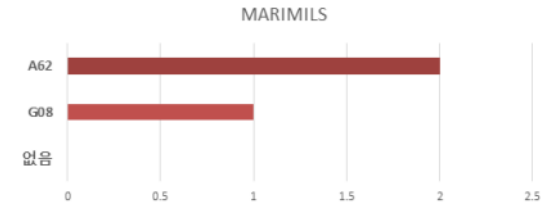
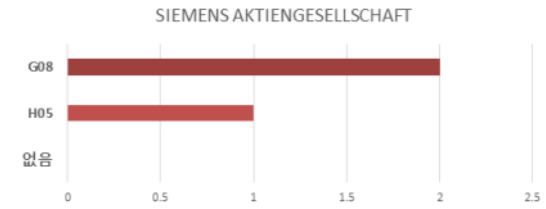
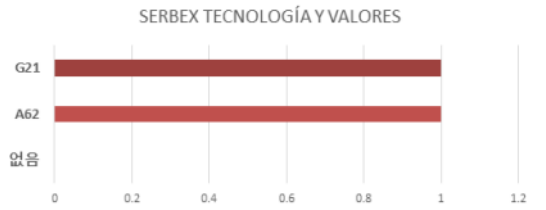
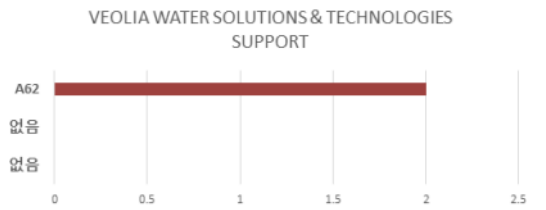
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HOCHIKI	2.99%	0.57%	900.00%
2	HITACHI-GE NUCLEAR ENERGY	2.39%	0.45%	600.00%
3	TOYOTA MOTOR	2.39%	0.45%	-66.67%
4	MITSUBISHI ELECTRIC	2.09%	0.40%	-83.33%
5	IHI	1.79%	0.34%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G08	신호
		A62	인명구조; 소방
		-	-
2		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		B60	차량일반
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
4		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		G01	광학
		-	-
5		G21	핵물리; 핵공학
		F23	연소장치; 연소방법
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반

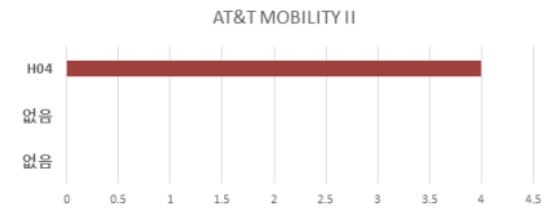
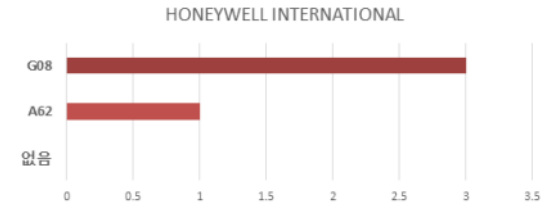
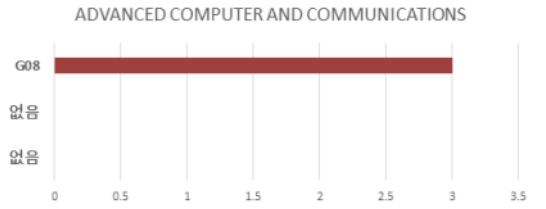
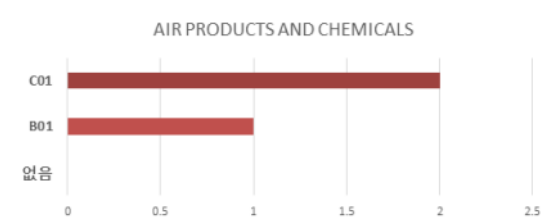
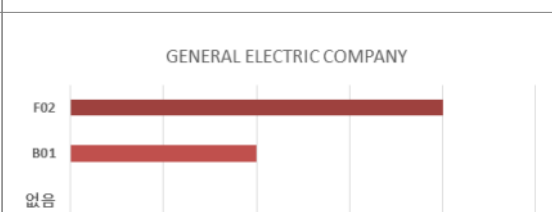
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CONTINENTAL AUTOMOTIVE	4.55%	0.17%	-100.00%
2	MARIMILS	4.55%	0.17%	-100.00%
3	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	4.55%	0.17%	-50.00%
4	SERBEX TECNOLOGÍA Y VALORES	3.03%	0.11%	100.00%
5	VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES SUPPORT	3.03%	0.11%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		B60	차량일반
2		A62	인명구조; 소방
		G08	신호
		-	-
3		G08	신호
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		A62	인명구조; 소방
		-	-
5		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	AT&T MOBILITY II	3.13%	0.23%	200.00%
2	HONEYWELL INTERNATIONAL	3.13%	0.23%	200.00%
3	ADVANCED COMPUTER AND COMMUNICATIONS	2.34%	0.17%	200.00%
4	AIR PRODUCTS AND CHEMICALS	2.34%	0.17%	-100.00%
5	GENERAL ELECTRIC COMPANY	2.34%	0.17%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
2		G08	신호
		A62	인명구조; 소방
		-	-
3		G08	신호
		-	-
		-	-
4		C01	무기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-
5		F02	연소기관
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-

13 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술



13 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 인명살상, 시설파괴, 사회혼란 및 공포심 유발 등을 목표로 하는 모든 범죄와 테러 시도를 사전에 적발 또는 차단할 수 있는 정보 수집·분석, 감시 및 예방 기술
- ☑ 다양한 범죄, 대량살상용 화생방 테러 및 소프트 타겟 대상의 물리적 공격 등으로부터 인적·물적 피해를 최소화하는 대응기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

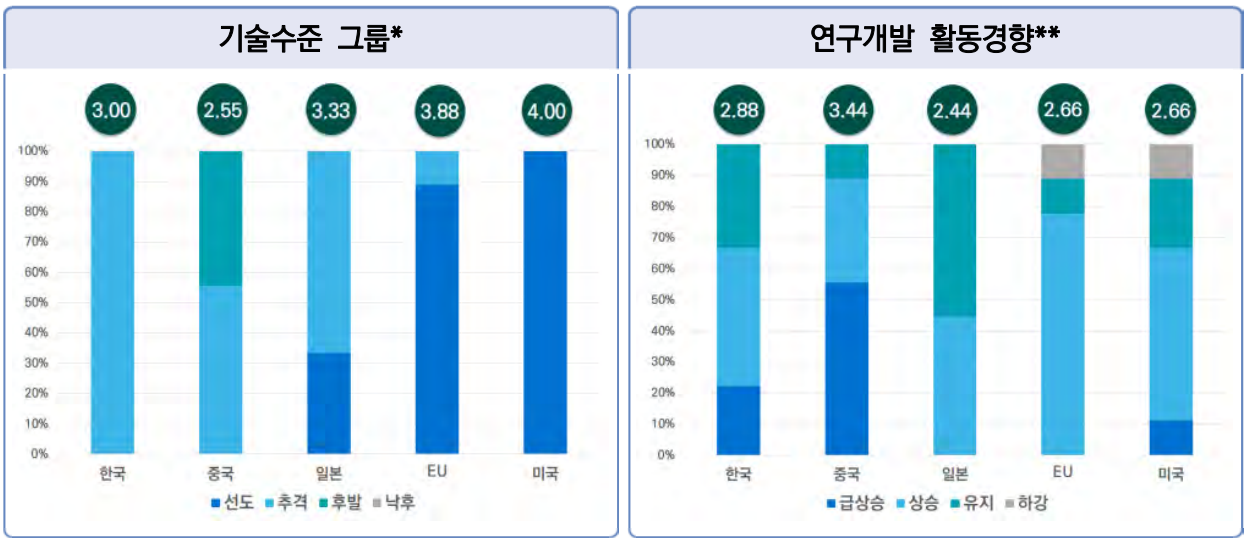
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	79.0	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.0	4.0	추격	보통	우수	상승
일본	85.0	2.0	추격	우수	우수	유지
EU	90.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	선도	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	79.0	3.0	79.0	78.0	80.0	6.0	3.0	2.5	3.0	0.6
중국	75.0	4.0	75.0	73.0	78.0	2.8	4.0	3.0	4.0	0.9
일본	85.0	2.0	85.0	82.0	85.0	7.5	2.0	1.5	2.5	1.4
EU	90.0	1.0	90.0	90.0	95.0	8.3	1.0	1.0	1.5	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

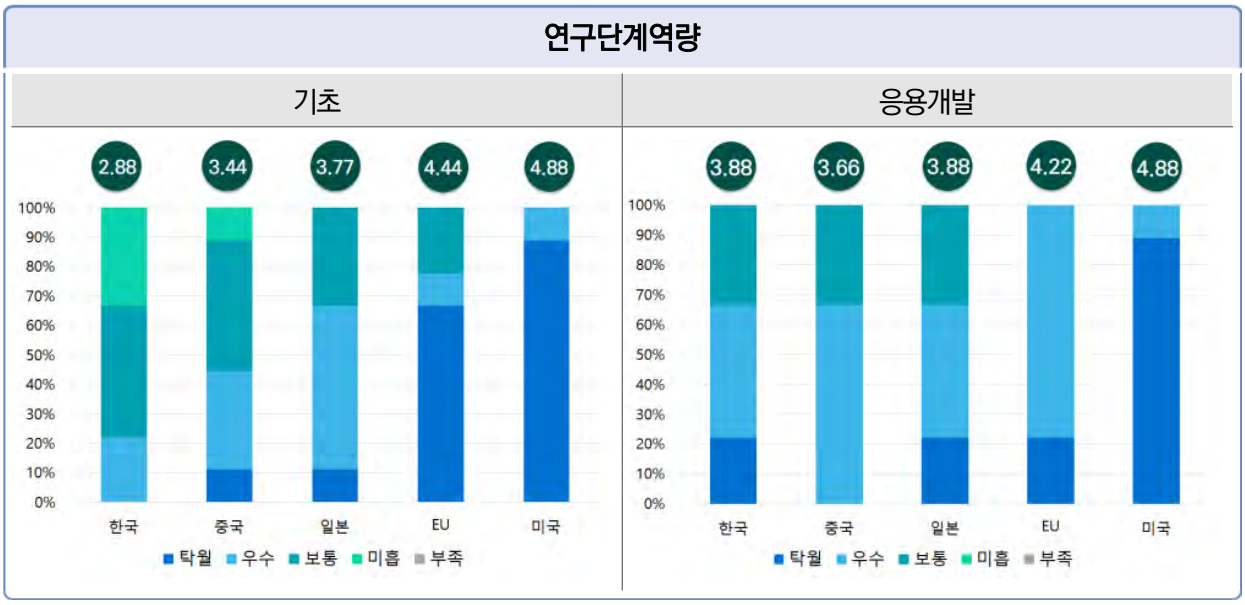
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (79.0%)	• 테러에 대한 피해가 상대적으로 적어 자국 내에서 발생하는 범죄에 더 역점을 두고 있어 테러에 대한 대응 기술의 수준이 뒤쳐져 있는 상황 • 최고기술 보유국과의 활발한 기술 교류를 통해 부족한 부분을 보완하고 있으며 일부 분야*에서는 최고기술 보유국 대비 80% 이상의 수준을 유지 * 생체인식, 현장 감식 및 분석, 위험물질 탐지, 과학수사 등 • 지능형 CCTV, 인공지능기반 영상보안 플랫폼 개발 등을 추진하고 있으며, 기반기술 분야의 연구도 확대하고 있는 추세 • 최근 빅데이터 분야의 정부 연구개발 투자비중이 꾸준히 증가하고 있으며 지능형 CCTV와 빅데이터 및 AI를 통한 범죄예방 기술수준이 향상 • 개발 및 응용연구에 비해 기초연구에 대한 투자 및 중요성에 대한 인식이 낮아 개선이 필요한 상황
중국 (75.0%)	• 아직은 최고기술 보유국 대비 기술수준이 낮으나, 최근 국가의 대규모 투자로 선도그룹을 빠르게 추격하고 있는 상황 - 주요 5개국 중 총 연구개발비의 연평균 증가율이 압도적으로 높으며, 과학기술 연구논문인 SCI 논문의 양적증가도 주목할 만함. • 응용기술 발전에 비해 원천기술에 대한 연구개발 수준은 낮다는 비판도 있었으나 최근 빅데이터 활용 기반 인공지능 분야*에서 괄목할만한 성과**를 보이고 있음 * 무인기, CCTV, 얼굴인식 기반 범죄자 검색 등 ** 천망(인공지능 감시카메라 기반 범죄자 추적시스템), AlphaRisk(AI위험관리 시스템), Anbot(카메라와 빅데이터를 이용한 경비로봇) 등을 운영, 활용 중
일본 (85.0%)	• 핵심 기술 분야*에서 최고기술 보유국 대비 80% 이상의 수준을 유지하고 있음 * 센서, 위험물질 탐지, 사이버보안 등 • 영상인식 기술, 인공지능기반 분석 기술에 강점을 가지고 있으며 안면인식분야에서 세계 최고수준 기술 보유 • 정부의 지속적인 투자와 관심 속에 연구인력, 시설장비, 법제도 등의 기술 개발을 위한 인프라도 잘 구축되어 있음 - JISA (Japan Intelligence and Security Agency)라는 국가경찰기관을 중심으로 다양한 '범죄·테러 대응시스템기술'을 개발하고 있음
EU (90.0%)	• 기반기술은 최고기술 보유국에 근접*하였으나 관련 시스템보유 및 인력 측면에서 최고기술보유국보다 낮은 수준 - 개별 대응 기술 중 탐지, 백신 등의 기술은 대등한 수준인 경우가 많음 • 개인정보보호 이슈로 인해 실용화 기술개발이 조금 뒤처진 상황 • 테러공격에 대응하기 위하여 유럽연합 공동으로 예산을 투입하고 있는 상황이나 생물테러에 관한 종합적 대책은 미국에 비해 아직 낮은 수준임 - 유럽연합의 연구혁신 프로그램인 'Horizon 2020'을 통해 대규모의 연구개발비 지원

국가 (기술수준)	판단근거
	• 영국, 프랑스, 스웨덴, 독일을 중심으로 독자적인 연구영역 및 기술영역을 구축해오고 있으며, 지속적인 기술개발과 투자를 하고 있음 – 특히 영국은 빅데이터와 알고리즘을 이용한 범죄예방 시스템의 대중화를 이끌었으며, 스웨덴은 최근 혁신지수 2위 국가에 오르며 4차 산업혁명에 발 빠르게 대처하고 있음
미국 (100%)	• 범죄, 테러 대응시스템에 관한 첨단 기술 및 관련된 연구가 지속적으로 수행되고 있으며 관련 논문도 다수 발표 – 국립과학재단과 교통부 및 국방부를 중심으로 한 무인기술과 빅데이터 알고리즘 개발에 지속적인 투자와 정책운영은 Predpol이나 Thron과 같은 범죄예방시스템 개발 등의 안정적이고 가시성 있는 성과를 창출 • 2001년 9.11 테러 이후 위험물질 탐색, 범죄/테러 예측 등 다양한 분야에서 지속적인 투자 및 최근 빅데이터 활용 등 연구 개발 활동이 가장 활발 • AI, 빅데이터 등 핵심기반기술에 강점을 가지고 있으며 국방 및 안전분야에서 세계최고의 응용기술을 활발히 개발 • 생물테러에 관한 대부분의 분야에서 기술 개발 및 시스템 구축을 선도 • 정부의 컨트롤 타워를 중심으로 상호협조를 통해 시너지를 발휘하고 있으며 대학과 현장 모두에서 연구 인프라가 잘 갖추어져 있는 상황 – 대학과 현장 간의 공유와 협업으로 실제현장에서 적용할 수 있는 기법과 정책이 개발·추진 됨

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 연구개발 분야에 높은 교육 수준의 우수 인력을 보유 • 관련된 기술에 대한 관심이 증가하였으며, 정책기조 또한 긍정적으로 변화 • 미래 선도 기술에의 투자, 다양한 수출시장 확보 등 변화에 빠르게 대응하려는 경향	• 우수인력을 활용할 수 있는 컨트롤 타워, 시스템이 미흡함과 동시에, 중소업체는 우수인력 확보 자체가 어려운 상황 • 인기위주 또는 단기적 연구개발 지원체계 • 원천기술 및 기초기술 확보 부족
중국	• 연구개발 분야의 인력이 풍부 • 범죄, 테러 등의 사회 문제를 심각한 수준으로 인식함에 따라 관련기술에 관심이 급속히 증가 • 대규모 투자, 규제혁파 등 국가의 전폭적인 지원 • 개인정보보호 등의 제약이 없어 실용화 기술 개발에 유리	• 연구 개발 분야의 인프라·기초 시스템이 미비 • 연구 분야가 다소 한정되어 있음
일본	• 지속 가능한 지원체계를 바탕으로 한 기초연구 기술수준이 높음	• 자체인력 양성비중이 높아지는 반면에 선도그룹과의 기술교류는 다소 낮아지는 상황

국가	강점분야	기타
	• 대응기술 개발의 역사가 길고 장기간 축적된 데이터를 다량 보유 • 영상인식분야의 기술, 인력, 장비 등에서 세계 최고 수준이며, 센서 등 핵심 부품산업의 선도적 기술력 확보를 위한 노력 • '과학경찰수사연구소'라는 연구전문기관을 헤드쿼터로 둔 체계적이고 효율적인 시스템	• 범죄, 테러 대응시스템과 관련된 기술 중 주로 범죄 예방 및 사건 조사에 관한 부분에 인력 및 예산 집중 • 기초연구 기술수준이 견고하나, 갑작스러운 기술 발달에 바로바로 따라가지 못하는 경향
EU	• EU 내 지원 프로젝트를 통한 국가 간 기술협력 및 교류체계 • 연구 인력 및 시설 등 인프라의 독자적 기술 개발에 대한 의지 • 개별기술에서 미국과 동등한 수준의 분야가 많음 • 테러의 위협에 크게 노출되어있기 때문에, 축적된 경험을 바탕으로 실제 테러에 대응 가능한 시스템을 구축함	• 대외비 등의 이유로 공개된 범죄테러 등에 대한 연구개발 결과가 감소 • 개인정보보호 강화로 인해 실용화 기술 개발 지연 • 기초연구에 비하여 상대적으로 낮은 응용 개발 연구 역량 • EU 내 국가별 수준 차이가 있음. 스웨덴 독일 등에 비해 남부 국가들의 관심이 상대적으로 적은 편
미국	• 기술, 인력, 인프라 모든 면에서 강점 • 전 세계로 부터 몰려드는 우수인력 등 풍부한 인적자원 • 국방 및 산업체 중심의 풍부한 연구비 지원 및 정부 주도의 장기적 투자 • 정부 주도로 AI, 빅데이터 등의 핵심원천기술을 개발하여 빠르게 민간에 이양하고 있으며, 학계 및 산업체 간에도 활발한 기술교류 및 협력체계 구축	• 전 세계로부터 몰려드는 인력을 통한 기술 유출 가능성 • 범죄테러 등에 대한 연구개발 결과가 대외비 등의 이유로 공개가 줄어들고 있는 상황 • 분야에 따라 다소 취약한 연구비 지원

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	3위	1위	4위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 연구개발, 인프라 구축, 활용 관련 산학연 간의 교류 강화, 협력연구 확대, 상호보완적인 협력체계 구축 • 관련 부처 간 칸막이 제거 및 공동연구체제 수립 • 기술개발에 보다 많은 민간기관과 연구팀의 참여 – 생물테러 등에 관련한 고위험 병원체를 다루고 연구하는 국내연구진들의 절대수가 부족하며 기존 국가기관 중심의 연구주체 다양화 필요
국제협력 촉진	• 국제간 협력을 통해 범죄/테러 예방을 위한 이상 금융거래 빅데이터 자동 추적 기술 개발, 공동 활용이 가능한 데이터베이스 확보 등 • 해당기술은 신규성보다는 확실성과 기술 자체의 내재화가 중요한 만큼 미국 등 선진국가의 기술의 신속한 도입 및 국산화, 국내 플랫폼 이식 추진 • 해외 우수 또는 첨단기술 보유 기관과의 국제 공동연구 및 기술협력, 관련 분야 인력교류 권장 및 촉진 방안 제시와 동시에 기술 추격국과의 협력을 통한 기초연구 및 원천기술 확보하여 장기적 경쟁력 확보
인력양성 및 유치	• 관련 해외국의 우수 연구인력 우선 유치 및 연구개발, 교육 등에 적극 활용 • 장기적으로 기술개발의 주도권을 갖고 경쟁력 확보를 위해 기초연구에 대한 투자와 인력양성을 공격적이고 광범위하게 실행 • 관련 기술 분야에 대한 전문 인력의 체계적 인력양성 – 기술개발 인력, 시스템 운영 인력의 양성계획을 분리하여 추진 – 4차 산업혁명 기술(AI, 빅데이터 등) 인력 양성 및 적극 활용 – 범죄, 테러를 포함한 국내 재난안전 관련 학과 설치 – 특별히 고위험병원체나 화학물질 등 생물학적 위협에 대비한 대응기술과 같은 인력풀이 작은 기술 분야의 중점적인 인력 양성 • 기 구축 인력의 체계적인 운용 및 관리 – 정부 조직 등에서 담당업무를 하다가 민간의 다른 분야로 전직한 전문가 풀의 상시적 네트워크 확보 및 운용계획 수립 – 전문연구기관의 범죄테러 수사기법 연구를 바탕한 관련업 종사자 훈련 및 교육
인프라 구축	• 관련 기술 보유 업체를 지식 및 제품 등으로 구분하고 서로 간 교류 촉진 및 직접적 사업화 계통 단순화 추진 • 군, 경찰, 소방, 기타 범죄, 테러 대응 기관 간 유기적인 상호협력 체계 구축 및 대응 매뉴얼 작성, 통합 통신보안망 구축 등 • 관련 기술을 종합적으로 시험/평가 하여 신기술 개발 및 평가 지원이 가능한 테스트베드 구축 – 복합다중이용시설 등에 지능형 예측 대응시스템의 테스트베드를 구축 – 주요 공공시설 등에 위험인물 자동탐지 및 화학/폭발물질 자동 탐지 인프라 구축 및 탐지활동 강화

	정책제언
	• 선진국의 대규모 실험시설들의 모방 필요성에 대한 분석을 우선적으로 실시하되 이에 필요한 최소한의 규모를 신속하게 확보하여 실험의 표준화, 상시화 추진 – 선진국의 핵심기술 분석 및 전문가 자문 기반 국내 맞춤형 추진 모델 구축 – Biosafety Level-4나 방사선 연구 등의 시설이 갖춰져 있다고 해도 이를 이용한 상시연구 개발 계획이 확실하지도, 구체적이지도 못함 • 민간과 공공연구개발 기관 사이에 연구데이터의 공유 및 통합관리를 위한 플랫폼 구축
법·제도 개선	• 관련 기술 개선을 위한 법 및 제도 분야를 전문가 회의 등을 통해 우선 파악하고 개선 방향 등에 관한 공청회 및 실효성 연구 추진 • 외국의 현황과 국내의 수요가 변화하는 부분을 맞춰서 상시적 개선 필요 • 개별 기술 분야에서 민간의 적극 참여를 위한 규제장벽 완화 • 개인정보보호법의 예외를 인정하는 등 탄력적인 법제도 개선 – 생체인식, CCTV 등의 활용 및 연구개발 등과 관련된 법제도의 세부지침 마련 – AI와 빅데이터 등 혁신기술 기반의 연구개발 활성화 및 지속적 발전 지원 – 범죄, 테러 발생 및 대응 시 관련 시설/지역의 신속한 데이터 접근 및 확보
연구비 확대	• 예타 예외 규정 재정 및 심사기간 단축을 통한 연구비 확대 및 연구의 적시 수행 지원 • 체계적인 기술개발을 위한 중장기 로드맵 구축을 통한 핵심 추진 부문 및 대표 프로젝트 선정 – 단기: 기존 응용기술의 연구개발에 지원 – 중장기: 핵심 원천기술의 확보를 위한 지원 확대 – 실제 활용 가능 분야에 대한 지원 확대 및 정부 차원의 산업화 추진 – 생물안전에 관한 전체적 스펙트럼에서 누락된 분야에 대한 연구비 확대 • 새로운 기술패러다임의 등장으로 인한 과거 기 수행한 과제의 방법론을 달리하는 중복수행 과제 확대 및 지원 • 기 지원하는 연구비에 대한 합목적적 사용과 적정성에 대한 관리수준 향상
기타 의견	• 국내 현황 및 수사 현장 수요·의견을 적극 반영한 기술 개발 추진 – 현재 국내 연구개발 사업은 지나치게 실시간 관제 상황 지능화에 치우친 경향 – 최근 북핵 사태 및 고출력 전자파 테러 등 전자파 위협의 가능성 증가에 따른 고출력 전자파 관련 실시간 검색탐지추적 및 대책 기술 등 대응 • 범죄테러 예측 대응 분야는 다양한 분야의 기술 융합 필요 – 범죄테러 데이터 수집/탐지 : 화학/독극물 물질 탐지 센서 기술 + IoT, 영상 등 ICT 기술 + 드론 등 – 범죄테러 데이터 분석/예측 : IoT+빅데이터+인공지능 등 ICT 기술 – 범죄테러 대응 : VR/AR + 로봇/드론 + IoT + 생화학 등 종합적인 융합

다 주요 분석 결과 요약

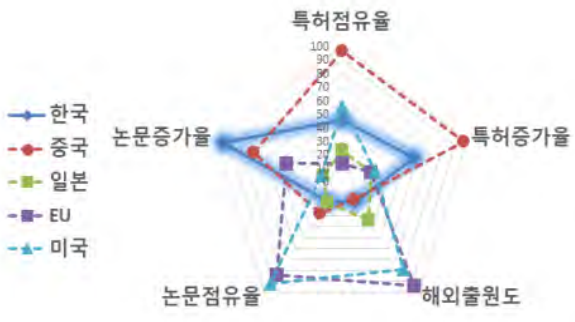
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	재난안전	13,750	5,113	44.2%	130.7%
해당 중점과학 기술명	범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술	2,132	686	31.0%	82.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

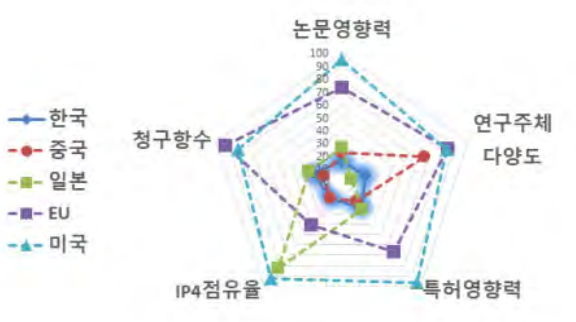
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	미국
	47.1%	41.4%	15.4	21.6
한국	5위	3위	5위	4위
	1.9%	18.7%	3.7	2.0
5개국 평균[2]	-	-	12.1	17.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

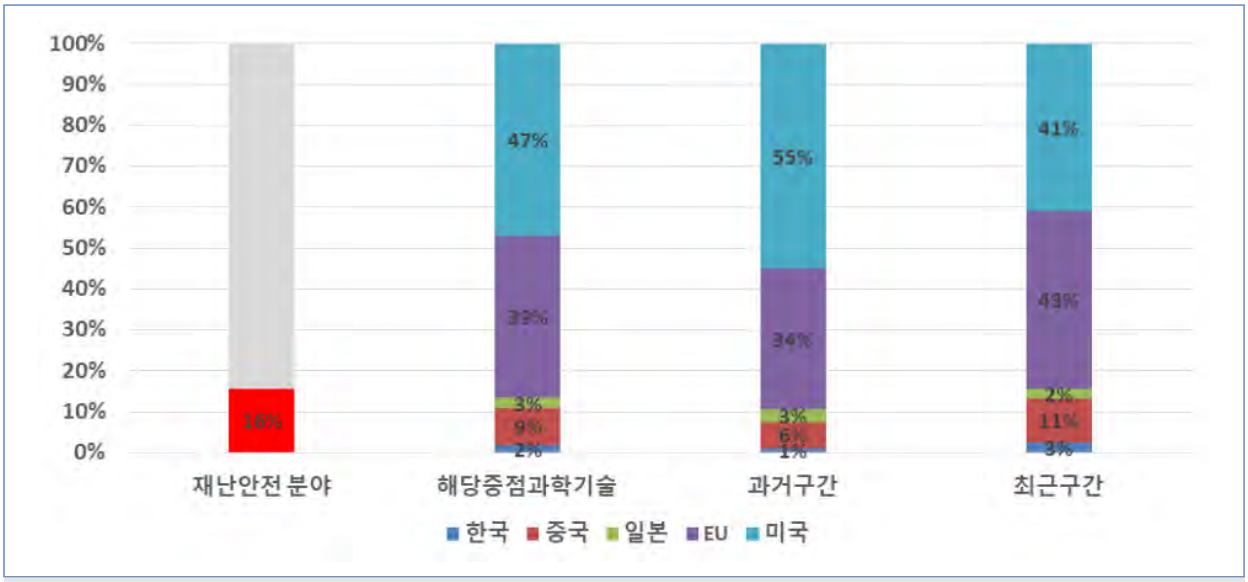
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(1.9%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(3.7)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(47.1%), EU(39.5%), 중국(8.9%), 일본(2.6%), 한국(1.9%) 순이며, 논문 증가율은 한국(210.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(15.4), EU(10.7), 일본(5.2), 중국(4.7), 한국(3.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(18.7%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(41.4%), 미국(21.6%), 한국(18.7%), 일본(11.4%), EU(7.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(335.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(21.6), EU(10.8), 일본(2.1), 한국(2.0), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(12.8%)이 가장 높고, 특허청구항수는 EU(13.2)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	1.9%	8.9%	2.6%	39.5%	47.1%
	논문 증가율	210.0%	120.3%	-6.9%	65.6%	-2.4%
	논문 영향력	3.7	4.7	5.2	10.7	15.4
	연구주체 다양도	0.61	0.84	0.52	0.94	0.94
특허 분석	특허 점유율	18.7%	41.4%	11.4%	7.0%	21.6%
	특허 증가율	104.8%	335.8%	-22.7%	-22.2%	-7.8%
	해외출원도	0.1	0.0	1.1	4.6	3.3
	특허 영향력	2.0	0.0	2.1	10.8	21.6
	IP4점유율	0.0%	0.0%	10.3%	4.2%	12.8%
	청구항수	3.9	2.5	4.3	13.2	11.1

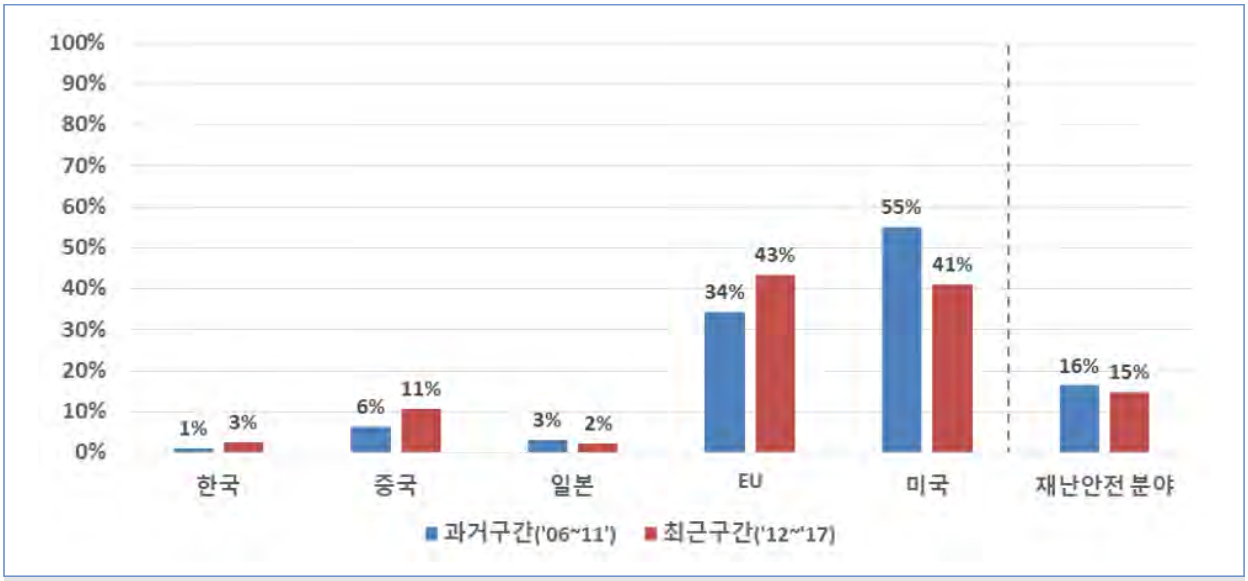
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 1004건으로 전체 논문의 47%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술은 재난안전 분야의 전체 논문 중에서 16%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

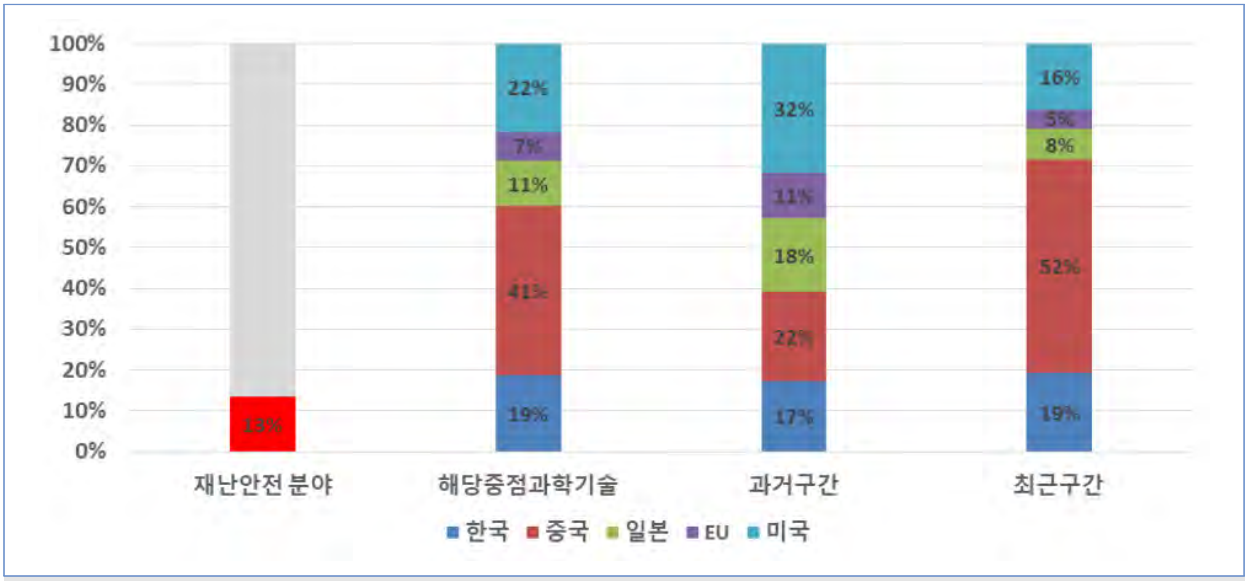


● 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 210%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	10	31	41	210.0%
중국	59	130	189	120.3%
일본	29	27	56	-6.9%
EU	317	525	842	65.6%
미국	508	496	1,004	-2.4%
전체	923	1,209	2,132	31.0%

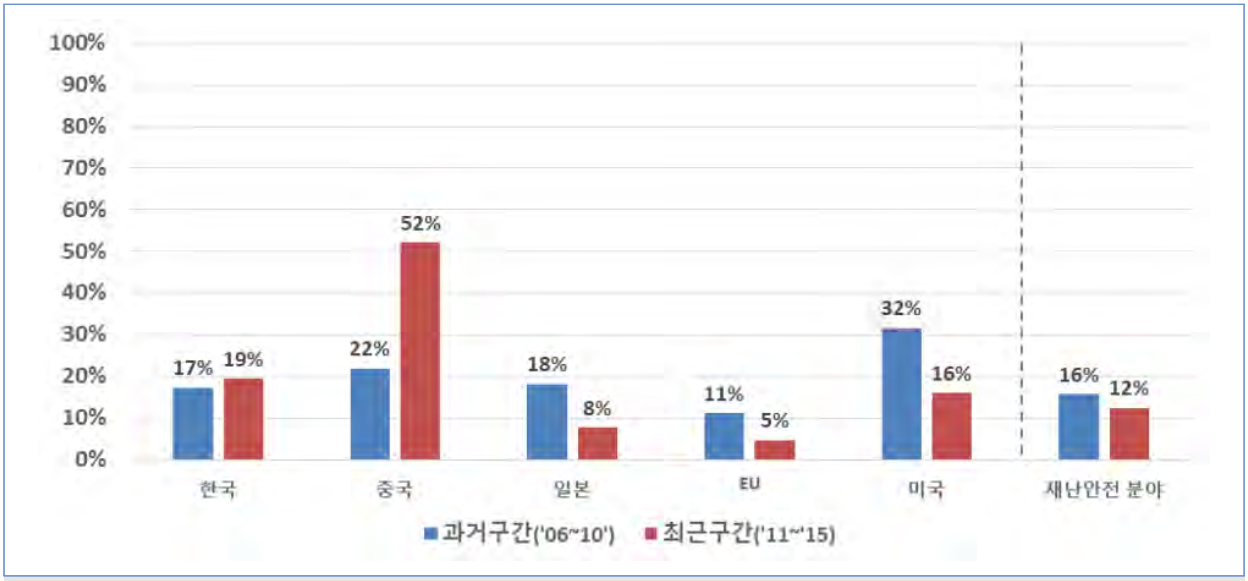
(4) 특허 점유율(전체)



- 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 284건으로 전체 특허의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응 시스템 기술은 재난안전 분야의 전체 특허 중에서 13%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



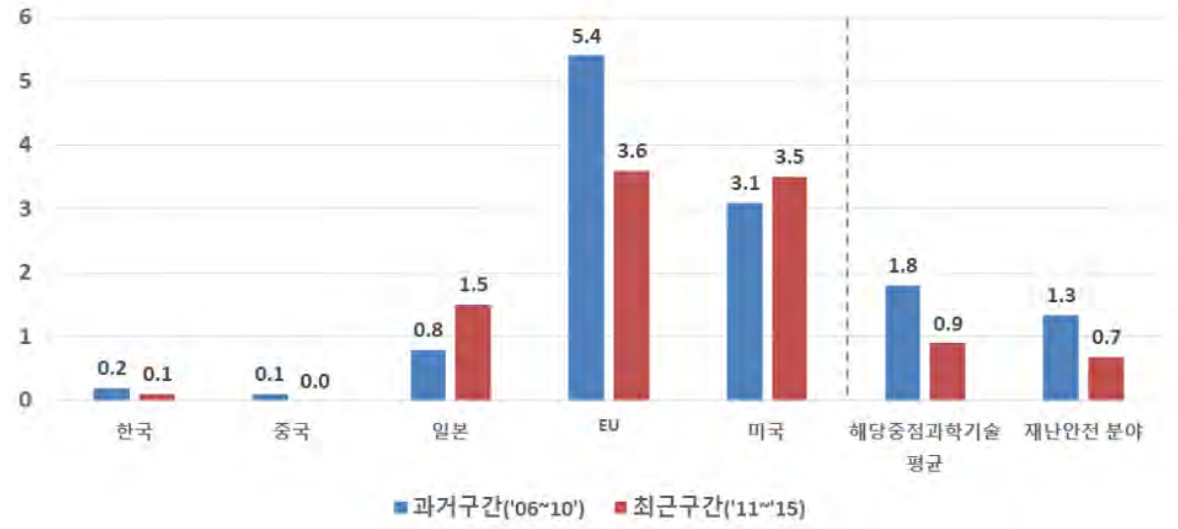
● 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 104.8%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	42	86	128	104.8%
중국	53	231	284	335.8%
일본	44	34	78	-22.7%
EU	27	21	48	-22.2%
미국	77	71	148	-7.8%
전체	243	443	686	82.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

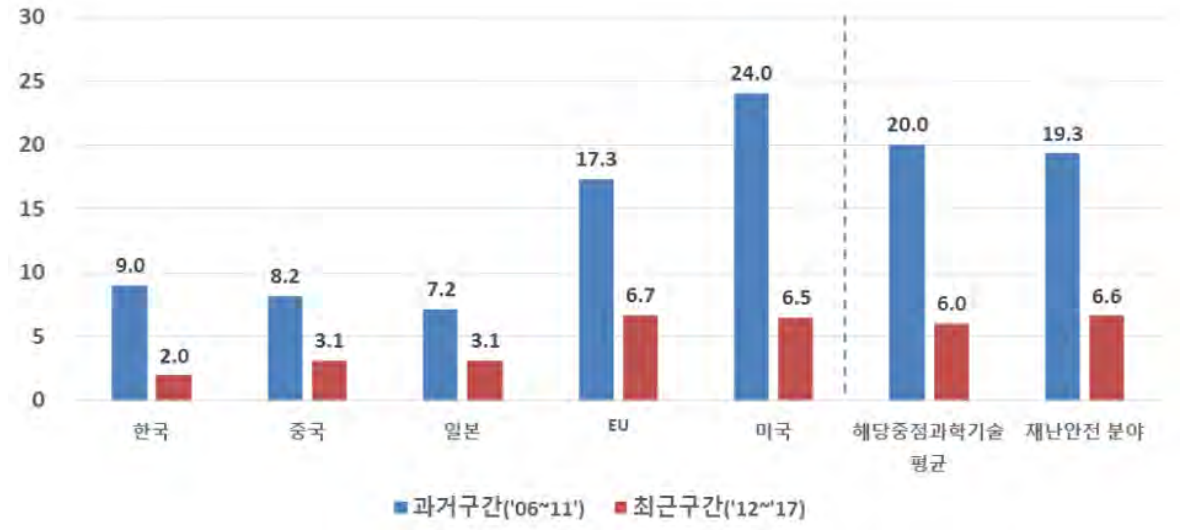


- 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

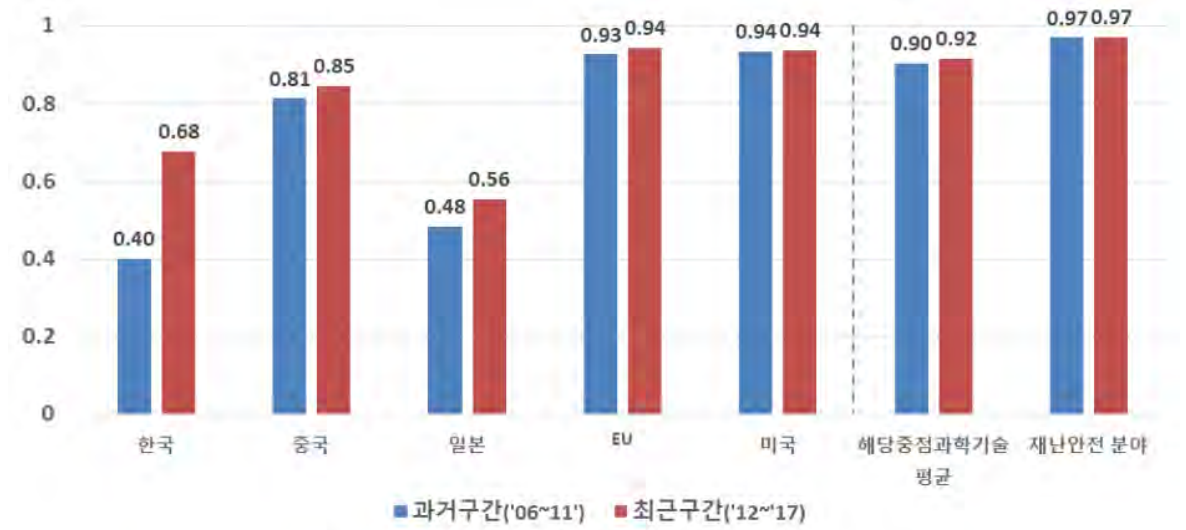
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



● 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



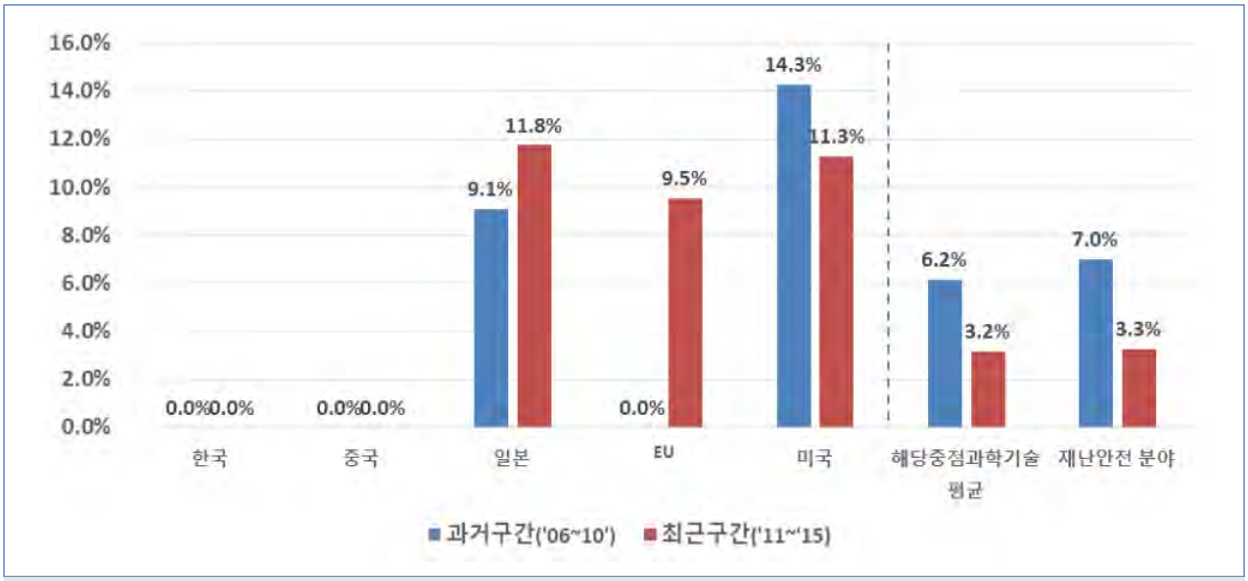
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



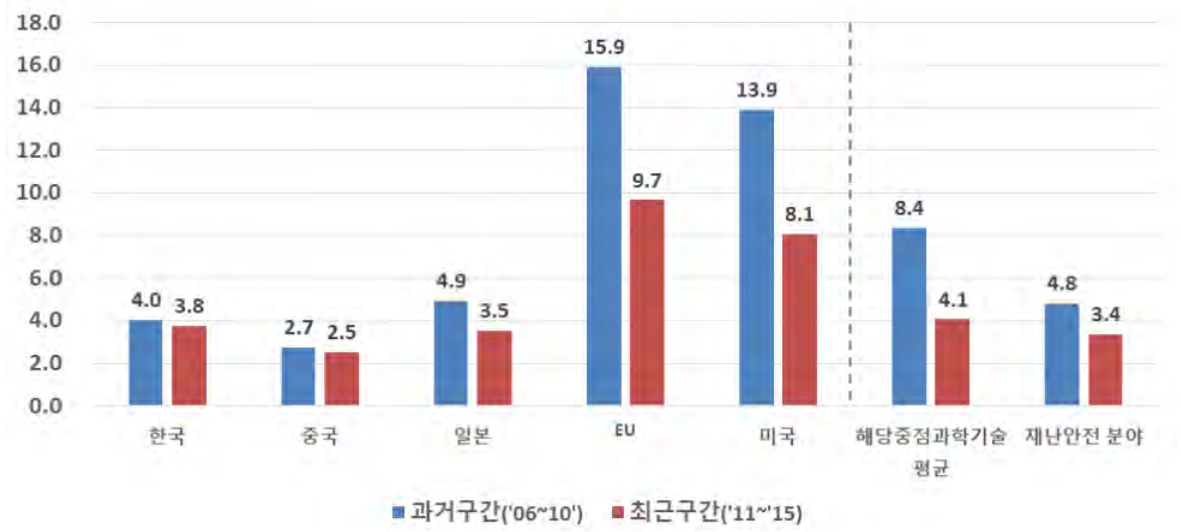
● 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

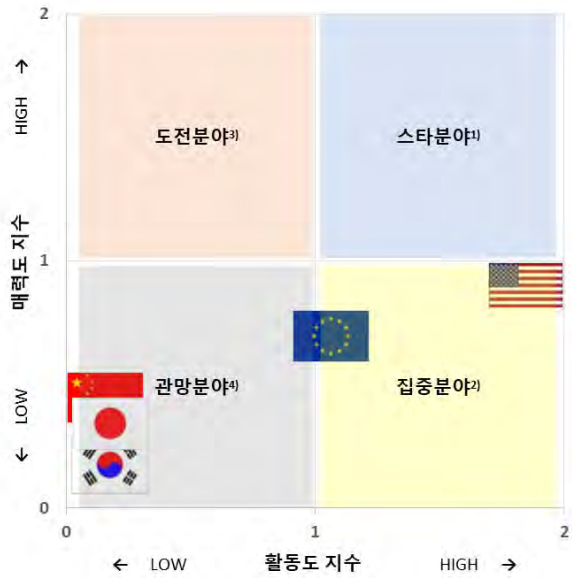
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

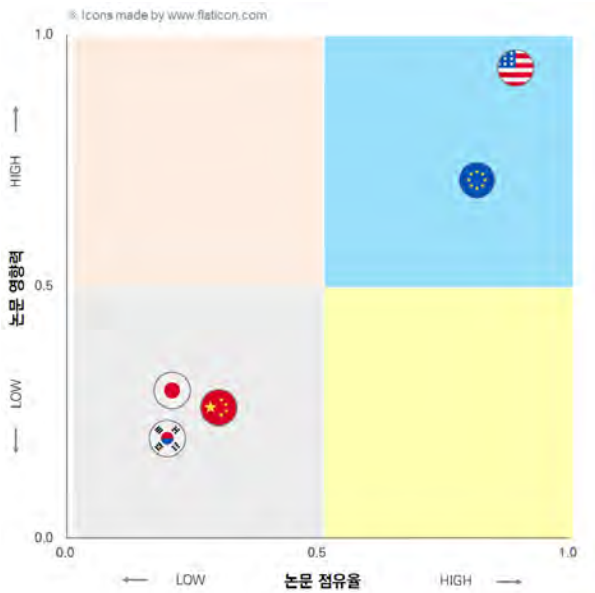
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

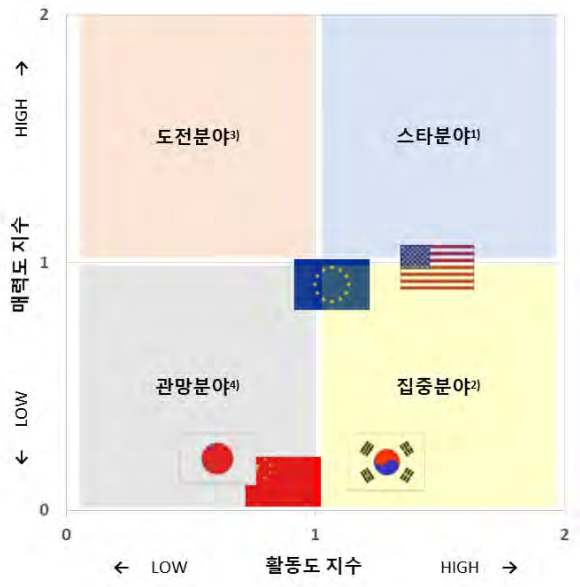


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.89%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '연세대학교'가 12.20%(글로벌 점유율은 0.23%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.89%	0.89%	-53.85%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	10.05%	0.89%	11.11%
3	GEORGE MASON UNIVERSITY	미국	1.39%	0.66%	150.00%
4	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	EU	1.54%	0.61%	233.33%
5	UNIVERSITY OF FLORIDA	미국	1.20%	0.56%	40.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	12.20%	0.23%	-33.33%
2	HANYANG UNIVERSITY	12.20%	0.23%	50.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	9.76%	0.19%	200.00%
4	DONGGUK UNIVERSITY	4.88%	0.09%	100.00%
5	GYEONGSANG NATIONAL UNIVERSITY	4.88%	0.09%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	10.05%	0.89%	11.11%
2	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.17%	0.28%	400.00%
3	NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.65%	0.23%	300.00%
4	INSTITUTE OF NUCLEAR PHYSICS AND CHEMISTRY	2.65%	0.23%	400.00%
5	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.12%	0.19%	300.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF POLICE SCIENCE	19.64%	0.52%	-16.67%
2	OSAKA UNIVERSITY	7.14%	0.19%	-100.00%
3	CHIBA UNIVERSITY	5.36%	0.14%	-100.00%
4	KYOTO UNIVERSITY	5.36%	0.14%	100.00%
5	KEIO UNIVERSITY	5.36%	0.14%	200.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	1.54%	0.61%	233.33%
2	KING'S COLLEGE LONDON	1.19%	0.47%	-33.33%
3	UNIVERSITY OF BIRMINGHAM	1.19%	0.47%	-57.14%
4	UNIVERSITY OF AMSTERDAM	1.07%	0.42%	700.00%
5	UNIVERSITY OF OXFORD	0.95%	0.38%	66.67%

6 미국

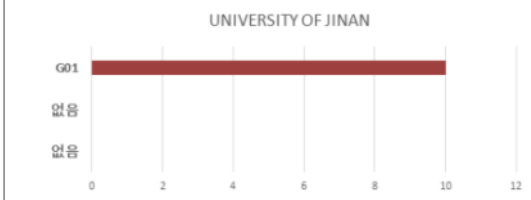
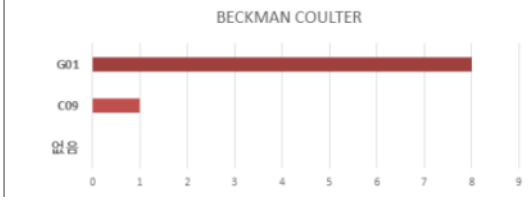
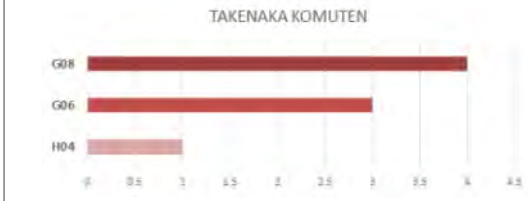
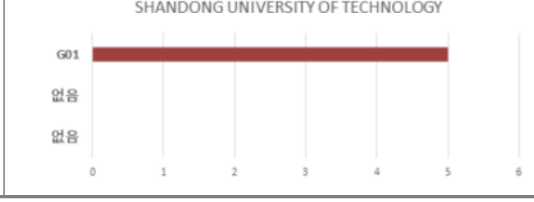
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.89%	0.89%	-53.85%
2	GEORGE MASON UNIVERSITY	1.39%	0.66%	150.00%
3	UNIVERSITY OF FLORIDA	1.20%	0.56%	40.00%
4	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	1.20%	0.56%	0.00%
5	FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY	1.00%	0.47%	50.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'UNIVERSITY OF JINAN(3.52%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '광운대학교'가 3.13%(글로벌 점유율은 0.58%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'ABBOTT DIABETES CARE'은 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를, '광운대학교'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

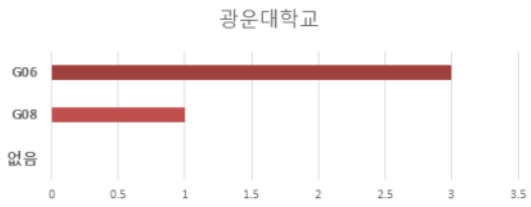
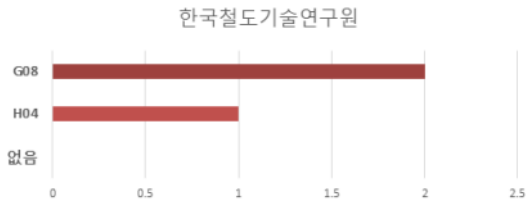
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	UNIVERSITY OF JINAN	중국	3.52%	1.46%	900.00%
2	BECKMAN COULTER	미국	6.08%	1.31%	-50.00%
3	TAKENAKA KOMUTEN	일본	10.26%	1.17%	-85.71%
4	VIVACTA	EU	14.58%	1.02%	-25.00%
5	SHANDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	1.76%	0.73%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		-	-
		-	-
2		G01	광학
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		-	-
3		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
4		G01	광학
		-	-
		-	-
5		G01	광학
		-	-
		-	-

2 한국

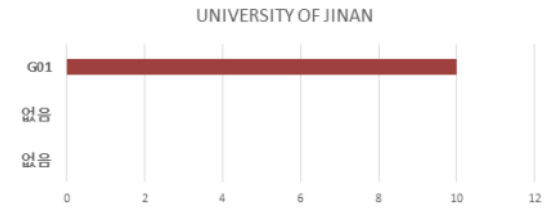
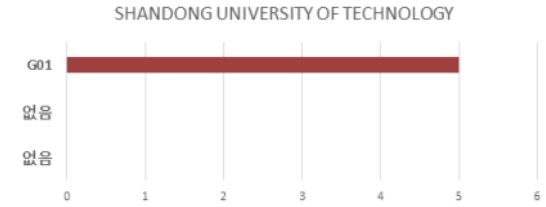
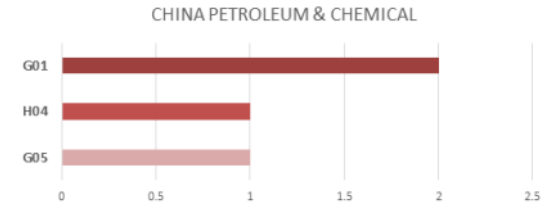
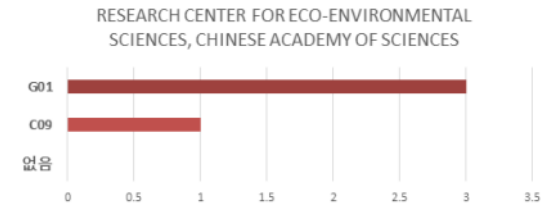
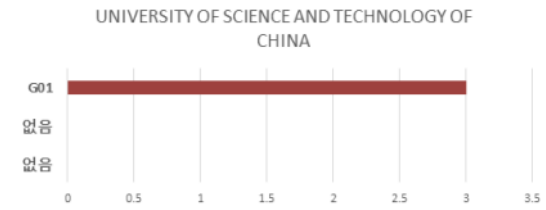
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	광운대학교	3.13%	0.58%	300.00%
2	목원대학교	2.34%	0.44%	200.00%
3	이용인	2.34%	0.44%	200.00%
4	한국전자통신연구원	2.34%	0.44%	100.00%
5	한국철도기술연구원	2.34%	0.44%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
3		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G08	신호
		H04	전기통신기술
		-	-

3 중국

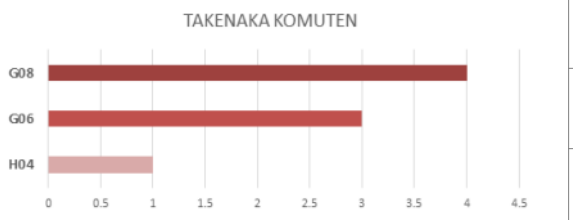
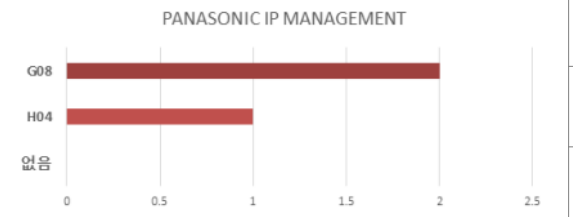
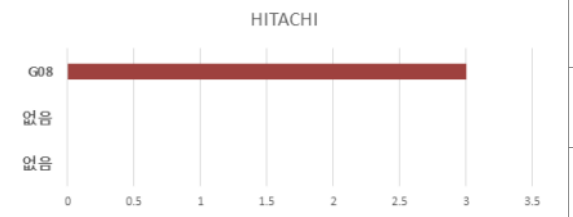
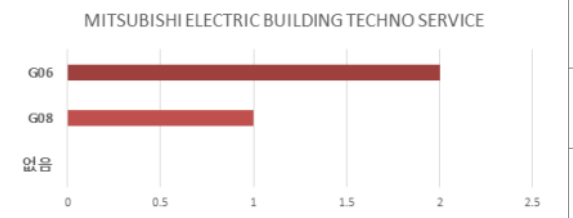
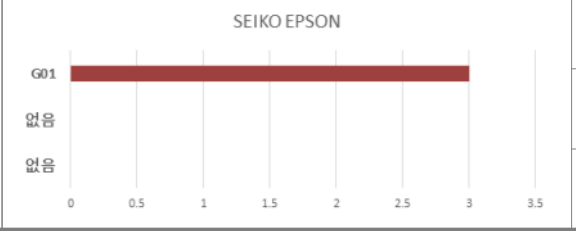
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	UNIVERSITY OF JINAN	3.52%	1.46%	900.00%
2	SHANDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.76%	0.73%	400.00%
3	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	1.41%	0.58%	-67.67%
4	RESEARCH CENTER FOR ECO-ENVIRONMENTAL SCIENCES, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.41%	0.58%	0.00%
5	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	1.41%	0.58%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		–	–
		–	–
2		G01	광학
		–	–
		–	–
3		G01	광학
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
4		G01	광학
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		–	–
5		G01	광학
		–	–
		–	–

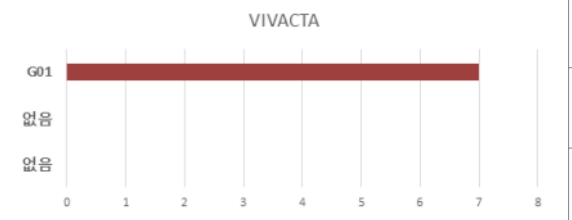
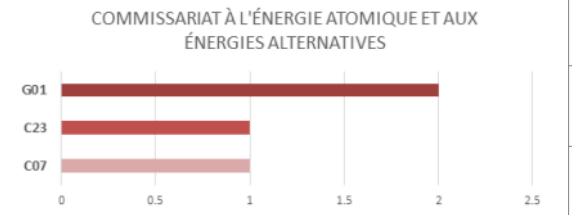
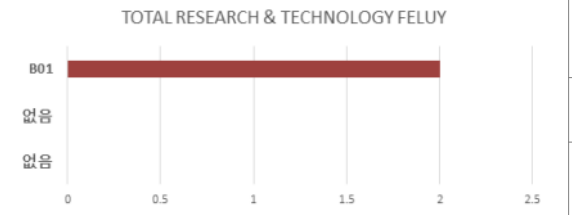
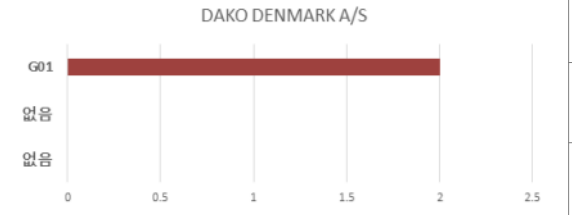
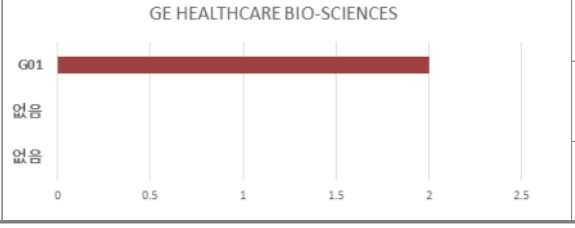
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TAKENAKA KOMUTEN	10.26%	1.17%	-85.71%
2	PANASONIC IP MANAGEMENT	3.85%	0.44%	200.00%
3	HITACHI	3.85%	0.44%	-100.00%
4	MITSUBISHI ELECTRIC BUILDING TECHNO SERVICE	3.85%	0.44%	-100.00%
5	SEIKO EPSON	3.85%	0.44%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		G08	신호
		H04	전기통신기술
		-	-
3		G08	신호
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		-	-
5		G01	광학
		-	-
		-	-

5 EU

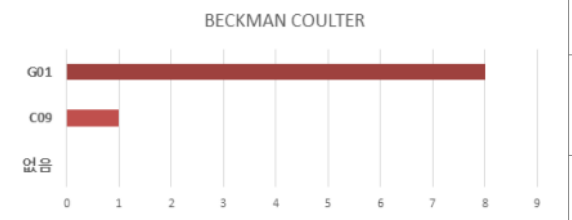
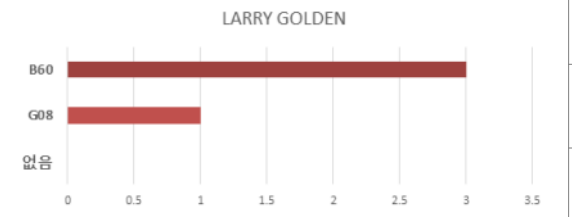
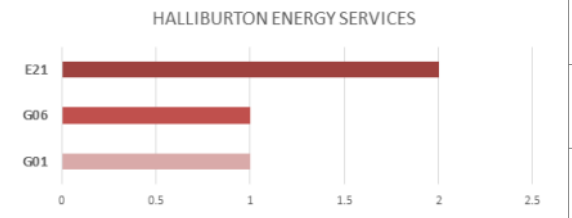
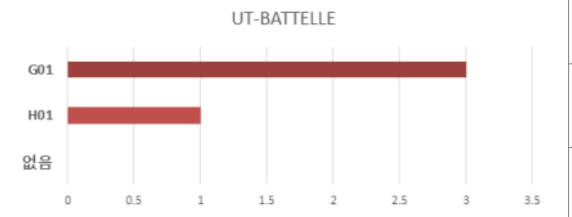
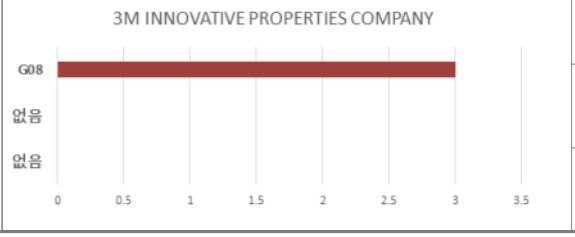
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	VIVACTA	14.58%	1.02%	-25.00%
2	COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES	8.33%	0.58%	300.00%
3	TOTAL RESEARCH & TECHNOLOGY FELUY	4.17%	0.29%	100.00%
4	DAKO DENMARK A/S	4.17%	0.29%	-100.00%
5	GE HEALTHCARE BIO-SCIENCES	4.17%	0.29%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		–	–
		–	–
2		G01	광학
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		C07	유기화학
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		–	–
		–	–
4		G01	광학
		–	–
		–	–
5		G01	광학
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BECKMAN COULTER	6.08%	1.31%	-50.00%
2	LARRY GOLDEN	2.70%	0.58%	200.00%
3	HALLIBURTON ENERGY SERVICES	2.70%	0.58%	300.00%
4	UT-BATTELLE	2.70%	0.58%	-66.67%
5	3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY	2.03%	0.44%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		-	-
2		B60	차량일반
		G08	신호
		-	-
3		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		-	-
5		G08	신호
		-	-
		-	-

14 재난 전주기 정보통신체계 기술



14 재난 전주기 정보통신체계기술

중점과학기술 개요

- 자연재해 및 사회적 재난 등 다양한 유형의 재난의 발생, 대응, 복구까지 전주기의 재난관측, 모니터링, 예·경보 발령 및 전달, 데이터 관리, 정보분석 등과 관련된 통신·방송 기술
- 모든 재난단계에 대해 신속한 초기대응과 복구를 효율적으로 지원하기 위한 기술로 정보수집 기술, 분석·활용 기술, 정보전달을 위한 방송통신 기술, 정보관리 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

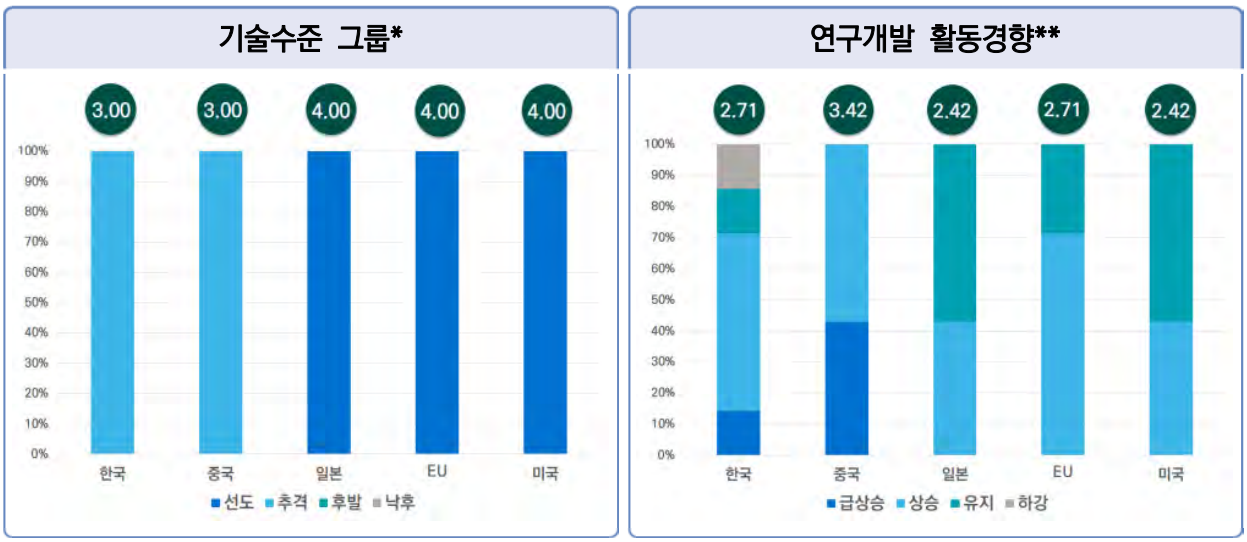
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.0	추격	보통	보통	상승
중국	71.0	2.8	추격	우수	우수	상승
일본	93.5	0.8	선도	우수	우수	유지
EU	91.5	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.0	80.0	79.0	83.0	6.1	2.0	1.8	2.3	1.5
중국	70.0	2.5	71.0	69.0	77.0	8.8	2.8	2.0	3.0	1.5
일본	94.0	1.0	93.5	90.0	97.5	4.3	0.8	0.3	1.0	1.0
EU	90.0	1.0	91.5	90.0	93.5	3.6	1.0	0.8	1.3	0.4
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

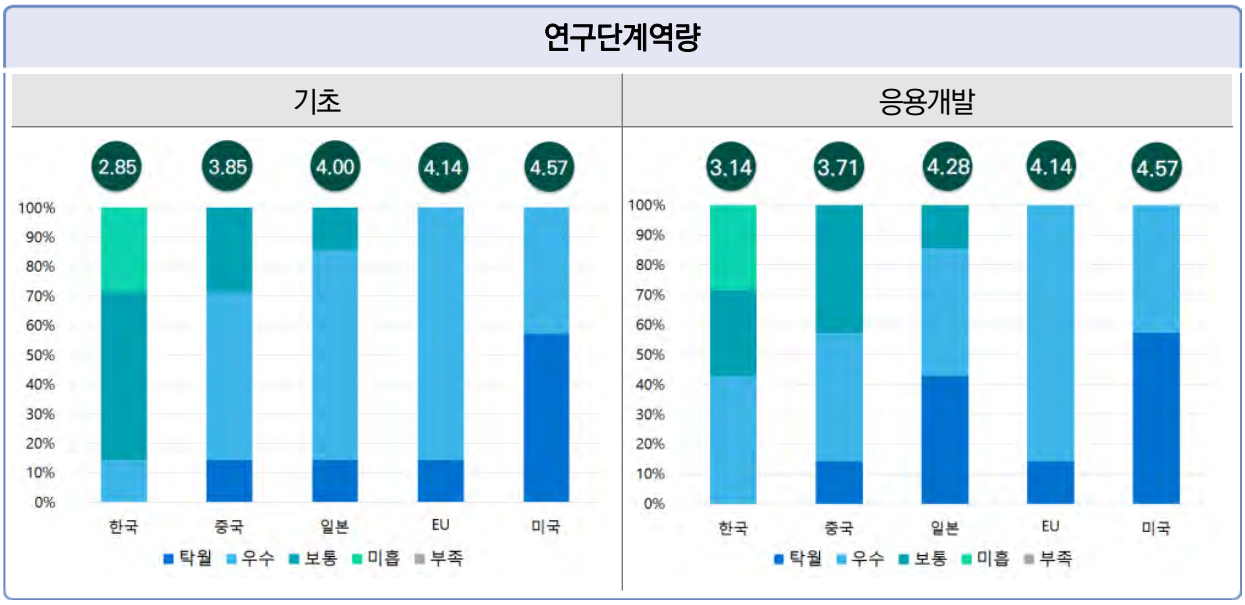
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 정부는 재난재해의 중요성을 인식하고 PS-LTE 망을 구축하고 있으며 지진을 포함한 대형 재난재해에 대처하기 위한 광역 특성의 위성망 활용기술 개발을 계획하는 등 기술향상이 예상됨 • 통합적인 기술발전 주기에 대한 시스템이 정립되지 않고 개별적으로 기술들이 개발되고 있음 • 응용 기술에 대한 기술력은 높으나, 기본 기술에 대한 기술력이 약함 • PS-LTE망 구축이 우선 되어야 하고 PS-LTE망이 끊어졌을 경우 대비하여 위성통신 등 차선책 필요. 정확한 위치를 확인할 수 있는 위성항법을 활용하기 위한 분야를 찾는 것도 중요. 조금 더 나아가 5G 기술을 활용하는 방법도 검토 필요
중국 (71.0%)	• 상업적 군사적 목적의 기술개발에 집중되어 있지만, 재해재난에 대한 기술개발 수준은 아직 부족 • 산업화에 따른 복합재해와 자연재해가 많으나 체계적인 재해 모니터링 등 재난정보 수집과 국가재난통신망 부분 미흡. 중국전역을 대상으로 하는 위성을 활용한 긴급통신망 구축으로 대처하고 있고 정부의 지원으로 기술수준이 개선되고 있음 • 중국은 내재화되어있는 우주과학, 기초과학을 토대로 소방/재난관련 정보통신기술을 세계시장으로 나아가고 있음. CCTV, 소방제품 등 재난방제 제품 등 은 가격경쟁력을 무기로 우리나라 시장에서도 매우 위협적으로 추격 중 • 인프라 선 구축이 필요하나 연구인력/산업체가 많아 PS-LTE가 구축이 되면 앞서 나갈 것
일본 (93.5%)	• 재해재난에 대한 다양한 경험으로 기술개발에 대한 열정은 강하지만, 개발환경 악화로 인한 기술개발이 지연됨 • 태풍, 지진 등 재난재해가 많으며 이에 대비하기 위해 LASCOM을 설립하여 중앙정부와 지방정부간 재난방재 통신에 활용하고 있고, 위성 등을 포함한 다양한 수단의 정보망을 활용하여 대처 • 기술력은 미국이나 EU에 뒤처져 있으나 지진, 태풍 등에 대한 대비 시스템에 국가적인 노력을 기울여 선도
EU (91.5%)	• 최근 재해재난에 대한 심각한 경험으로 인하여 아직 재해재난 기술개발 수준이 미국 대비 떨어짐 • WISECOM 프로젝트를 통해 재난상황에 대비한 여러 단계의 정보통신 요구사항을 중비하고 있으며 EU 차원의 협력연구 진행 • 유럽 선진국들이 현재 유럽통합적인 접근 방법으로 기술개발 진행 • 미국의 GPS와 유럽의 갈릴레오를 이용한 위성항법 시스템기술과, 영내 보편적 긴급통신서비스, e-Call , 재난관리 정보통신 체계 등 재난관리정보통신분야 인프라, 제도, 서비스 등 선도 • 위성통신을 통한 통신체계가 구축 되고 이에 정확한 재난 위치나 인명을 위한 위성항법이 적용되면 정확한 위치 정보 기반 서비스 제공 가능 • 영국은 ISO22301 인증체계 수립으로 인력/자원의 체계적인 관리 방법 구축
미국 (100%)	• 신기술 논문 발표와 적용된 새로운 시스템과 제품에 대한 발표 활발 • 자연/사회재난이 빈번하게 발생하는 만큼 관련연구 및 투자 지속

국가 (기술수준)	판단근거
	• 자연재해가 많은 국가 중 하나로 FEMA, NTIA를 중심으로 중앙정부와 지방정부가 유기적으로 재난재해를 대처하고 있으며 관련 기술은 세계 최고 수준 • 선도 기술을 보유한 미국 업체들이 많고, 국가적으로 통합적 접근방법을 통해 체계적으로 기술발전 및 제도적 뒷받침을 하고 있음 • 자율주행자동차 등 항법용 초정밀 위치유도기술과, 실내위치정보 활용기술, 재난통신망 구축 운영기술 등의 분야에서 기술 및 제도적으로 선도 • 근간이 되는 정보통신전반에 대한 앞선 기술력 보유하고 있어 재난 전주기 체계기술도 앞서 있음 • PS-LTE 등 FirstNet 재난망을 구축하여 운영 중 • SUMMIT 플랫폼과 NIPP와 같은 재난발생에 따른 모델링과 재난/위험상황대응 계획 보유

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 앞서있는 이동통신 기술을 바탕으로 재난 시스템에 기술력을 확보하고 준비 • 새로운 정권 하에서 국민안전에 대한 필요성이 높아지고 있어 관련 연구개발 및 투자에 대한 요구사항이 높아지고 있음 • 재난 대응을 위해 최근 정부 투자가 이루어지고 있어서, 인프라 구축 중 • 공공안전통신망으로 LTE 기술을 적용함으로 국제적으로 기술 선도하고자 재난망 구축 추진 • 정부의 재난안전에 대한 확고한 의지로 관련 연구개발 활동이 급상승할 것 • 세계최고의 전자정부기반의 재난정보네트워크 • 단일화된 긴급전화 신고시스템 • 전국토를 커버하는 통합재난 무선통신망 • CCTV재난감시시스템 • 특허 건수가 첫 10위권에 진입하여 향후 타 기관의 진입이 기대가 됨	• 재난관리의 필요성은 높아지고 있으나 실제 투자가 이루어지고 있지는 못함 • 기술개발 투자가 구조적인 분야에 집중되고 있으며, 비구조적인 분야에 대한 기초연구 개발, 응용연구 개발에 대한 연구 환경 제약에 의하여 연구개발이 산학협력 과정으로 나아가는데 어려움을 겪고 있음 • 통합적이고 체계적으로 추진해야 하는 부분들이 산발적으로 진행되고 있음 • 관련 전문가 등 인력풀이 부족 • 신기술 적용을 위한 관련 법/제도의 신속한 개선이 요구됨 • 원천기술/응용제품 등이 부족 • 기술개발 투자가 기존의 투자 분야에 집중적 장기적으로 이루어지고 있지만, 아직 기술개발이 부족한 분야에 대한 연구개발이 정지되거나 부족함 • 선진국에 비하여, 재해재난 분야의 실패를 연구 성과로 인정하는 패러다임이 없어 장기적으로 달성하여야 하는 기술 개발 성공에 지장 존재
중국	• 기술력 급상승 및 풍부한 인력 확보 • 최근의 자연/사회재난의 발생으로 정부차원의 연구개발 및 투자가 많이 이루어짐 • 정부의 체계적인인 연구투자에 의하여 기후	• 중국과 미국의 대립의 영향으로, 연구개발의 기술 발전에 부정적인 영향을 미치고 있고, 정책의 급변화로 인한 응용과학기술 분야에 치중되는 발전 동향을 보임

국가	강점분야	기타
	변화 분야의 기초기술, 응용기술개발 등에 두각을 나타냄 • 중국 정부의 기술개발 투자 의지가 강하고 위성을 포함한 대형 인프라 위주의 기술개발 지원으로 기술력이 급상승할 것 • 군사 위성 등을 활용하는 재난통신 체계 • 내제화된 기초과학과 기술력을 활용한 다양한 소방방재 제품 생산 능력 • 일사불란한 군 조직 활용 재난대응 시스템 • 중국의 약진이 두드러짐. 특허 출원 건수로 봐서는 향후 응용기술이나 제품 등이 많이 나올 것이라 기대 됨	• 중국이라는 사회체제로 인하여 독자적인 접근 방법을 취하고 있어서 폐쇄적임 • 재난정보 수집 및 통합관리 분야가 미흡 • 원천 기술 보유 여부가 불확실
일본	• 재난 시스템에 대한 필요성 높음 • 자연/사회재난의 증가로 인해 관련 기술/인력/인프라에 대한 투자가 지속적으로 이루어지고 있으며 정부차원의 투자가 지속적으로 상승 • 잦은 재해재난에 의하여 연구투자비용이 급상승하고 있으며, 더 나은 복구를 위한 예산 확대, 지진과 화산에 대한 피해예측을 위한 기술 등이 발전 중 • 기술 분야뿐만 아니라 제도적인 체계도 보유 • 재난재해가 많아 안전에 대한 정부와 국민의 의식 수준이 높고 체계적으로 관리되며 기술 및 인력 인프라는 세계적 수준 • 전국토를 커버하는 방재정보통신망기술 • 재난대응 로봇기술 • 지진, 태풍 등 자연재해 대응 인프라 • 옥외, 실내까지 연결된 세계에서 가장 빠른 지진 재난경보 방송 시스템 등 • 재난방재, 교육훈련 체험관시설	• 최근 호우에 대한 대응이 미흡하여 인명파해가 속출하는 문제점을 도출함 • 잦은 재해재난으로 인하여 연구 개발 환경이 불안하며, 우수 연구진은 불안한 사회적 환경에 의한 연구 개발환경 변화가 반복되어 연구개발의 발전에 영향 • 일본 독자적인 시스템 구축으로 재난의 대형화를 고려할 때 한국 등 주변국과의 상호협력에 대한 기술개발이 미흡 • 재난재해의 대형화와 예측범위를 상한 하는 재난에 대처 필요 • 응용기술 및 추가 기술 개발이 있는지 의문 • 정량적인 데이터에서는 뒤쳐져 있음
EU	• 정보통신 전반에 앞선 기술력과 인력 확보 • 기후변화에 대한 대응을 슬로건으로 정부차원의 연구개발 및 투자가 이루어지고 있으며 대테러 대응 등의 연구개발 및 투자에도 많은 관심을 갖고 있음 • 지속적인 연구투자가 이루어지고 있음 • 여러 유럽 국가 간의 합의를 토대로 준비하고 있어서 국제적 솔루션에 강점 보유	• 투자여력이 상대적으로 부족 • 유럽 연합의 붕괴로 인한 관련 국제연구의 연구에 타격을 입고 있으며, 기후변화에 따른 재해재난의 변화, 아프리카 인구 유입에 따른 안정된 사회 환경 변화 등이 기술수준 발전에 영향을 미침 • 여러 유럽국들과의 합의를 통해 추진되어 추진 속도가 미국 등에 비해 상대적으로 느림

국가	강점분야	기타
	• 다양한 재난재해 상황에 유럽연합이 공동으로 대처하고 공동 프로젝트를 통해 기술 및 인력 수준이 세계적인 수준 • 정보통신 기술 컨설팅 • 다국적 공동연구프로그램(Framework Program)을 통한 다양한 R&D • 지능형영상분석기술 • TETRA 기반의 재난 안전 통신망 기술 • 특허 피인용수가 많아 원천 기반 기술을 보유하였다는 것으로 판단됨	• 특허 출원/등록 건수의 미약은 기술적 진보나 아이디어가 부족이라 판단됨
미국	• 정보통신 전반에 앞선 기술력과 인력 확보 • 자연/사회재난의 증가로 인해 관련 기술/인력/인프라에 대한 투자가 지속적으로 이루어지고 있으며 정부차원의 투자가 지속적으로 상승 • 기술 분야뿐만 아니라 국제적인 생태계 확장을 위한 체계적인 접근 중 • 이해당사자간 정기적 워크숍을 통해 기술개발을 추진하여 실제 재난 대응을 하는 정부당국자들의 요구에 부합되는 기술 개발 • 정보통신 기술 컨설팅 • 중형 컴퓨터 기술 • 시스템운영체제 및 응용SW • 재난관리매뉴얼 • 재난관리 교육훈련시스템 • 논문의 질/편수 및 특허 출원, 등록, 피인용수 등 최고	• 재난 시스템에 대한 관심이 상대적으로 적음 • 정책의 변화에 따른, 시대의 불확실성에 따른 정책의 급 변화에 영향을 받음 • 미국 독자적인 시스템 구축 대신 국제표준 기반 글로벌 시스템 구축으로 비용 절감 등 추구 • 예측범위 이상의 재난재해에 대처 필요

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	5위	2위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 재난은 현장에서 발생하므로, 시민간의 협력을 촉진할 수 있는 네트워크의 활성화가 중요. 시민이 자율적으로 현장에서 연구를 진행하여 방법을 제시할 수 있도록 더 많은 교육과 훈련의 참여 기회 제공 • 재난정보 수집부터 빅데이터 분석에 대한 기술은 ICT 기술의 접목이 반드시 필요한 분야로 책임 있는 기관, 예를 들어 재난안전연구원 혹은 정부출연연구소를 중심으로 산업체 학계의 기술협력의 원활한 진행 필요 • 국제적 협력을 추진하기 위해 충분히 국내적으로 논의하여 국제적 솔루션 이외 국내 자체 솔루션을 최소화할 수 있도록, 그리하여 규모의 경제 경쟁력을 확보할 수 있도록 국내 논의 협력 촉진 필요 • 행안부, 국토부, 해양수산부, 과기부 사이의 부처 간 협력과 관련 전담기관들 사이의 갈등 해소·완화 • 각 지역 별 특화된 재난/방재 등 영역을 부분하여 협력이 가능하도록 하고 최종 지역별 영역을 통합할 수 있는 구조로 가야 함 • TTA 표준 제정 시 기존 기득권을 주장하는 외국 회사 배제
국제협력 촉진	• 국제적으로 우리나라는 고립되어 있음. GNDR (세계시민 재난경감협력 NGO 기구)의 활동이 미미하며, 국제협력 정부와 지자체 지원이 없음. 세계적인 기준에 의거한 시민의 참여와 네트워크 활성화는 중요한 과제 • 중국, 일본 등의 인접국가에서 기인하는 미세먼지, 화산폭발, 방사능 오염 등의 재난은 국내에 미치는 영향이 있으므로 이에 대한 대책을 논의하기 위해 인접국가와의 국제협력 추진 • 재난이 과거와 달리 국제적으로 발생하고 있고, 시스템의 복잡도 및 다양한 단말기 확보 등이 국내솔루션만으로 해결이 어렵고 국제표준 기반 솔루션을 통해 규모의 경제를 확보하여 가격 경쟁력을 확보해야 하는 점을 고려하여 국제협력 촉진이 더욱 중요해지고 있으나 한국이 그동안 고려하지 않았던 사항이어서 시급히 진행 필요 • 해외의 우수사례 연구 및 벤치마킹 필요 • 3GPP 표준 중심의 기관과 협력
인력양성 및 유치	• 시민의 실력은 10년 전이나 20년 전이나 큰 차이를 보이지 않고 있어서, 국제 자원봉사 시민과의 실력 격차가 크게 벌어짐, 지속적인 인력의 교육과 훈련으로 박사급 인력을 많이 확보하여야 함 • 재난안전 분야의 사회적 관심도는 최근 들어 상당히 높아졌으나 관련 연구를 진행할 전문 인력이 많이 부족하므로 재난관련 학과를 전문대학원 형태로 만들어 전문 인력 양성과 기존 재난관련자의 전문성 향상 필요

	정책제언
	• 공공안전이라는 영역의 과거 특수한 영역으로 여겨져 인력이 부족하나 현재 다양한 ICT 융합적인 접근으로 경계가 흐려지고 있어서 여러 전문가들의 공공안전 영역도 함께 고려될 수 있도록 해당 인력 양성 및 유치 • 재난 관련 국내 대학 IT Research Center 개설 • 국민안전교육진흥기본법, 재난 및 안전관리 기본법 등에 의하여 법 제도적인 개선이 이루어졌으나, 법적 해석이 최소화되어 있어서, 예산 부족, 연구개발 지원 부족, 연구 인력의 감소 등이 발생하고 있는 상황. 담당자의 전문화 강화 필요
인프라 구축	• 구조적인 인프라는 잘 갖추고 있으나, 비구조적인 인프라는 미미. 시민협력 기구의 지속적인 지원과 육성, 시민중심의 재난극복 지원, 시민들의 참여 활성화를 위한 포상과 제원 마련, 리더십을 강화하기 위한 지원, 교육 재정 등의 지원 확대 필요 • 연구개발 결과를 반드시 인프라 구축 시 활용 • 기술의 표준화 및 국가차원의 표준 인프라 구축에 의한 상호 호환성 제고 • 국제표준 기반 통합된 인프라 구축을 통해 글로벌 업체 등을 포함한 제조업체들이 개발하는 다양한 단말기들이 사용될 수 있도록 하는 것이 중요 • 인프라 구축을 위해 테스트 베드 또는 시뮬레이션 구축이 시급 • 5G로의 업그레이드 혹은 5G와의 상호연동이 가능하도록 구축 • 4차산업 혁명에 맞는 인프라 구조 연구 등
법·제도 개선	• 재난정보 정보 수집과 활용에 있어 데이터 보안과 개인정보호법의 검토가 필요하며 연구개발의 범위에서 시작해서 실제 활용까지 단계적으로 제도개선이 필수적 • 정부의 지원에 의해 개발된 재난 기술을 현장 시범 서비스를 통해 검증 후 인프라 사업에 우선적으로 채용될 수 있도록 제도변경 • 과거와 달리 새로운 형태의 새로운 역할의 이동통신 기기들이 재난 대응에 적용하여 여러 가능성들을 현실화할 수 있기 위해서는 법제도 개선이 동시에 수반되어야 하며, 법제도 개선 역시 국제적인 틀 안에서 한국의 내용이 같이 적용될 수 있도록 관점 변경 필요 • 현장에서 실제 발현할 가능성이 매우 적은 법제도는 과감히 폐지
연구비 확대	• 비구조적인 연구 분야에 대한 연구비가 미미. 243개 지방자치단체에 적합한 연구를 지원하여, 각 지자체가 20여개의 재난의 특성이 적합하도록 잘 준비될 수 있도록 연구인력 육성과 연구비 확대 필요 • 재난정보 빅데이터 분석 및 활용기술 분야는 아직까지 제대로 연구가 진행되지 못하고 있으므로 본 분야에 대한 연구비 확대 필요. 또한 재난정보 통합관리기술 분야도 매우 중요한 분야로 단계별 연구비 확대 필요 • 새로운 신기술들이 재난 대응 등 공공안전 영역에 도입되고 통합적인 접근 방법이 필요함에 따라 이에 대한 신규 연구 및 투자가 필요하고, 재난의 국제화 및 대형화로 인하여 국제적인 협력을 대응할 수 있도록 국제적인 연구가 필요하며 이에 대한 연구비 확대 필요 • 경쟁력 있는 제안서에 대한 지원 필요
기타 의견	• 재난재해는 예측 불허하고 광범위 지역에 대규모 피해를 유발하므로 전 국토 대상의 내재해성 특성을 가지는 안정적인 위성통신방송망기술과 지상망과의 연동 기술 필요

다 주요 분석 결과 요약

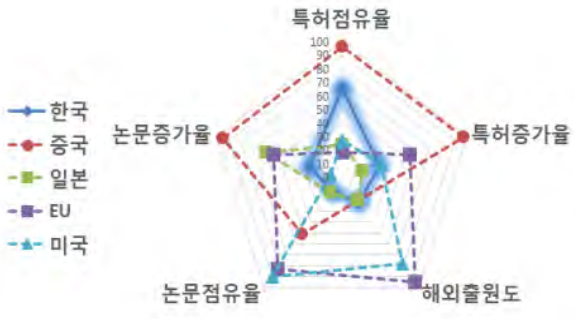
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	재난안전	13,750	5,113	44.2%	130.7%
해당 중점과학 기술명	재난 전주기 정보통신체계기술	4,551	953	64.4%	172.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

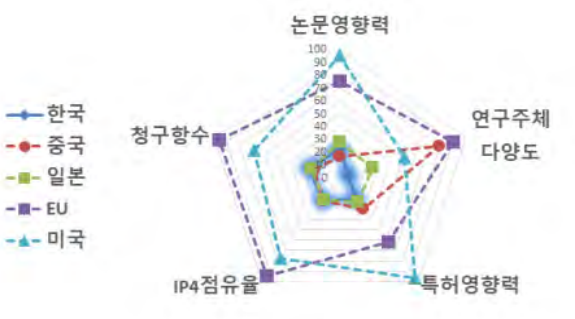
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	미국
	37.3%	57.8%	19.7	13.0
한국	5위	2위	4위	5위
	3.9%	28.4%	6.1	0.0
5개국 평균[2]	-	-	13.7	10.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

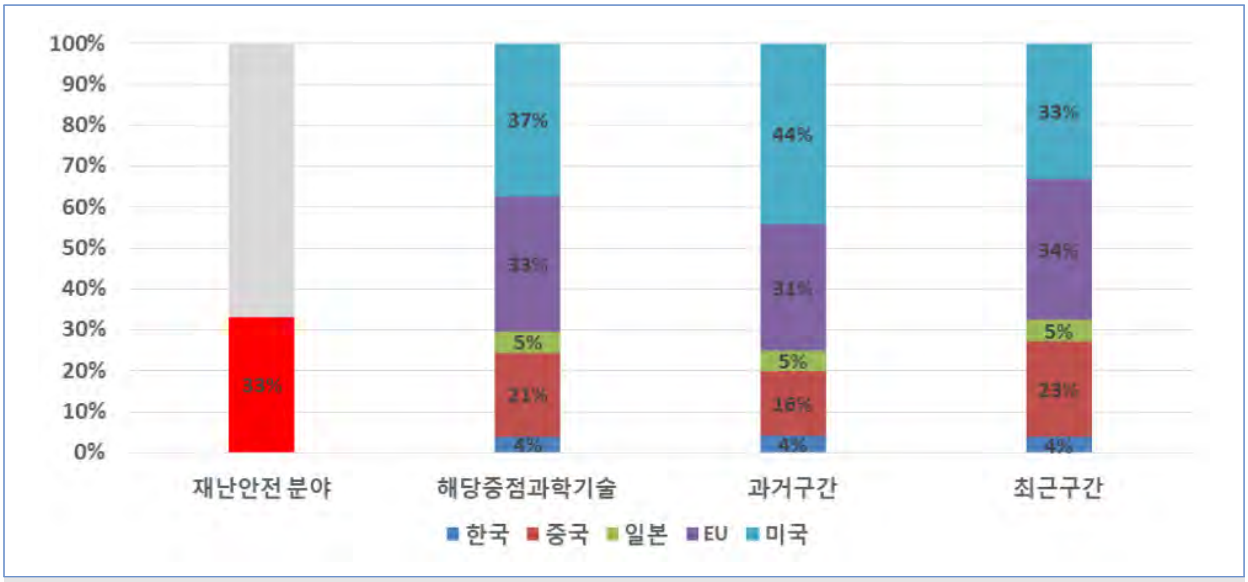
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.9%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(6.1)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(37.3%), EU(33.1%), 중국(20.5%), 일본(5.2%), 한국(3.9%) 순이며, 논문 증가율은 중국(141.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(19.7), EU(14.2), 일본(7.1), 한국(6.1), 중국(5.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(28.4%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(57.8%), 한국(28.4%), 미국(7.6%), 일본(5.0%), EU(1.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(534.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(13.0), EU(5.6), 중국(1.5), 일본(0.5), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(45.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 EU(19.4)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.9%	20.5%	5.2%	33.1%	37.3%
	논문 증가율	50.7%	141.2%	86.6%	81.5%	23.6%
	논문 영향력	6.1	5.0	7.1	14.2	19.7
	연구주체 다양도	0.79	0.91	0.83	0.94	0.87
특허 분석	특허 점유율	28.4%	57.8%	5.0%	1.2%	7.6%
	특허 증가율	33.6%	534.7%	-54.5%	166.7%	48.3%
	해외출원도	0.2	0.1	0.1	4.6	3.1
	특허 영향력	0.0	1.5	0.5	5.6	13.0
	IP4점유율	0.4%	0.2%	0.0%	45.5%	29.2%
	청구항수	3.2	2.3	2.9	19.4	10.9

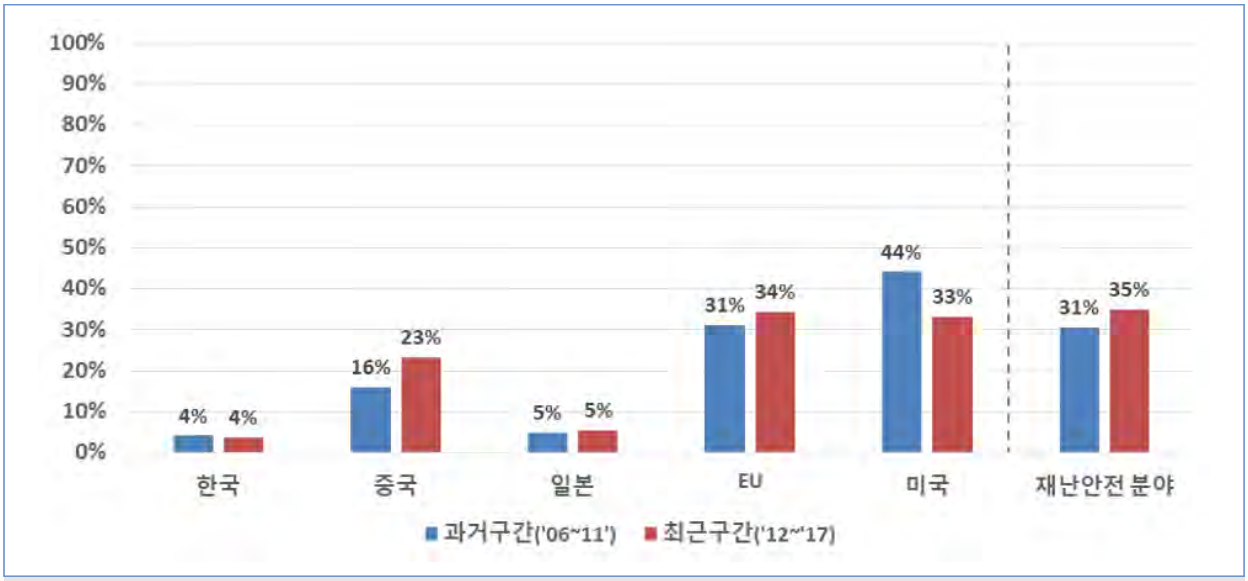
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 재난 전주기 정보통신체계기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 1697건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 재난 전주기 정보통신체계기술은 재난안전 분야의 전체 논문 중에서 33%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

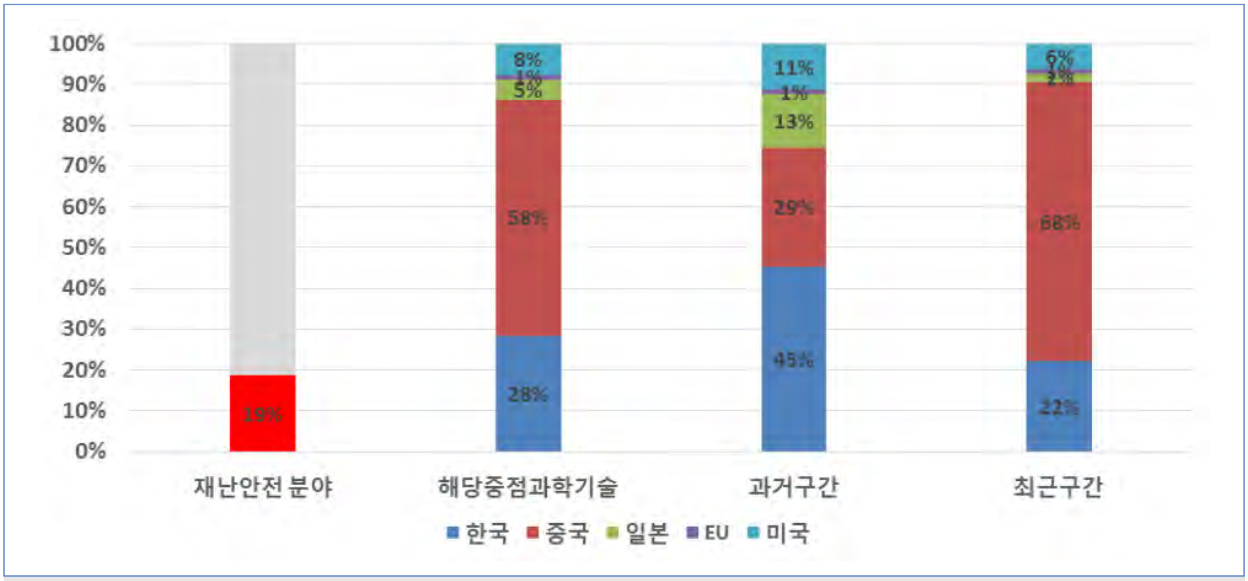


● 재난 전주기 정보통신체계기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 50.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	71	107	178	50.7%
중국	274	661	935	141.2%
일본	82	153	235	86.6%
EU	535	971	1,506	81.5%
미국	759	938	1,697	23.6%
전체	1,721	2,830	4,551	64.4%

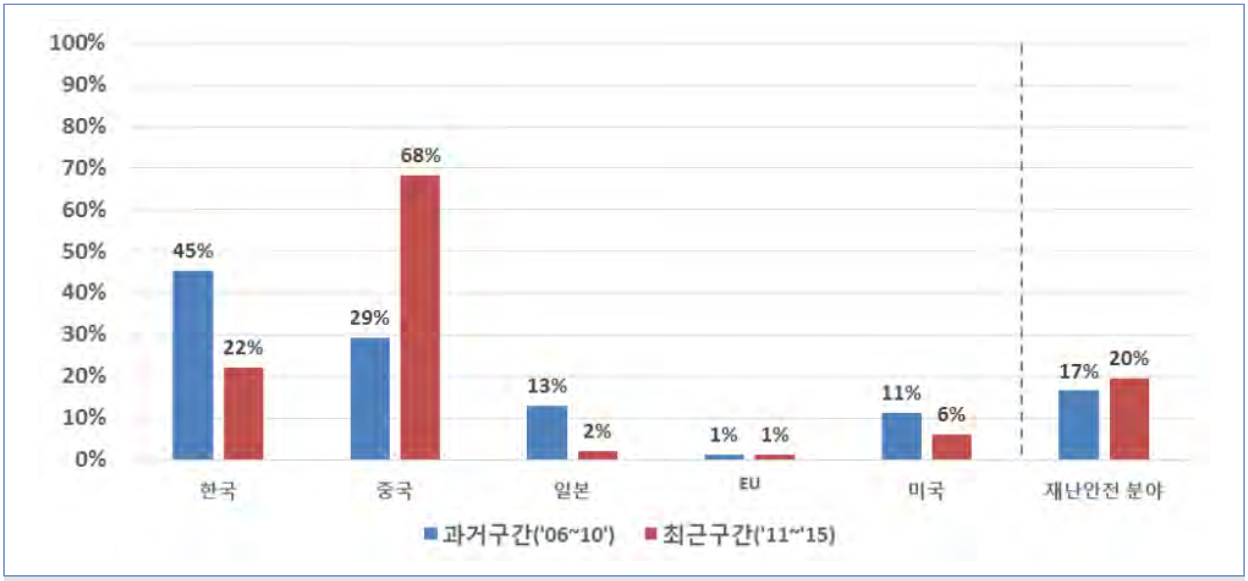
(4) 특허 점유율(전체)



- 재난 전주기 정보통신체계기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 551건으로 전체 특허의 58%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 재난 전주기 정보통신체계기술은 재난안전 분야의 전체 특허 중에서 19%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



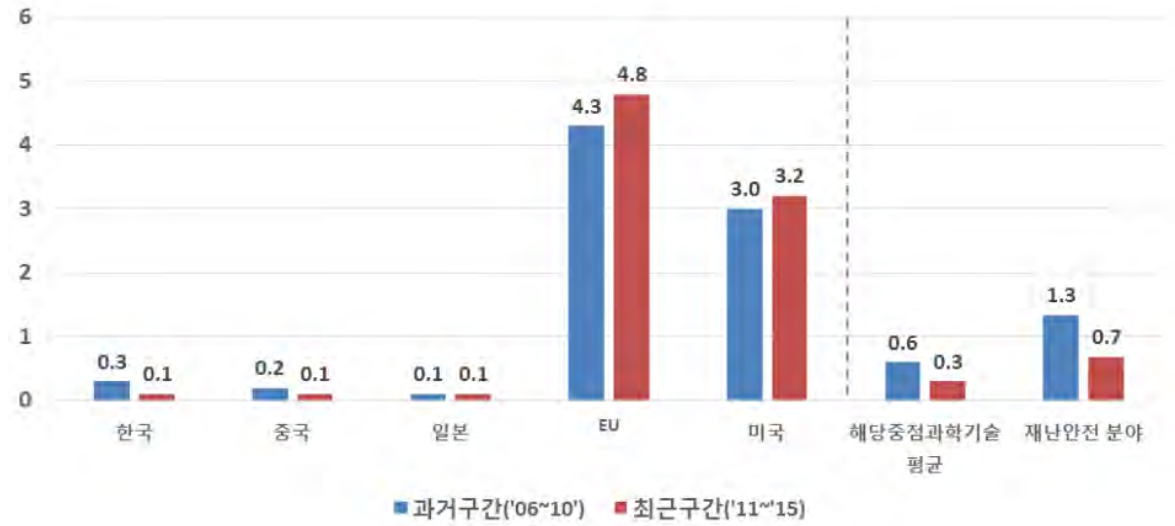
- 재난 전주기 정보통신체계기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 33.6%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	116	155	271	33.6%
중국	75	476	551	534.7%
일본	33	15	48	-54.5%
EU	3	8	11	166.7%
미국	29	43	72	48.3%
전체	256	697	953	172.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

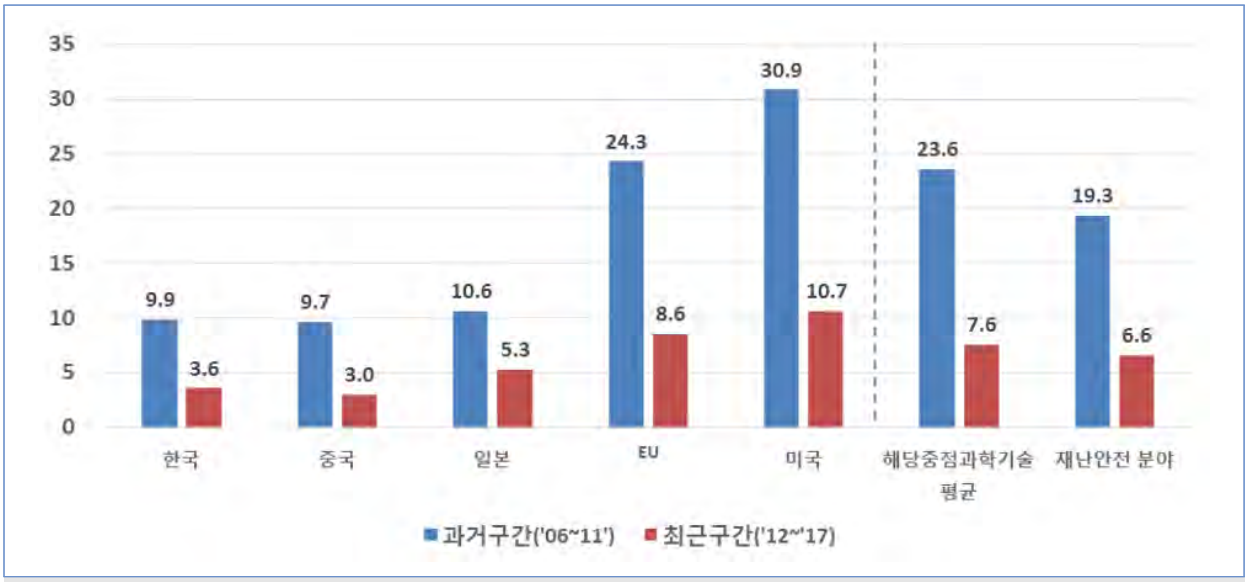


● 재난 전주기 정보통신체계기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

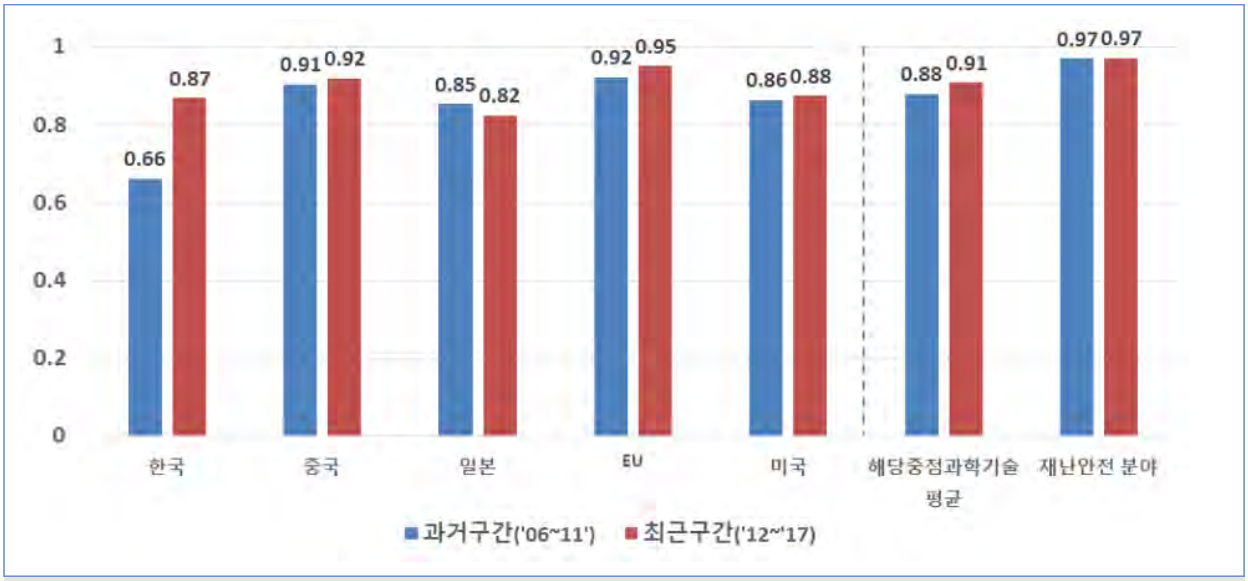
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



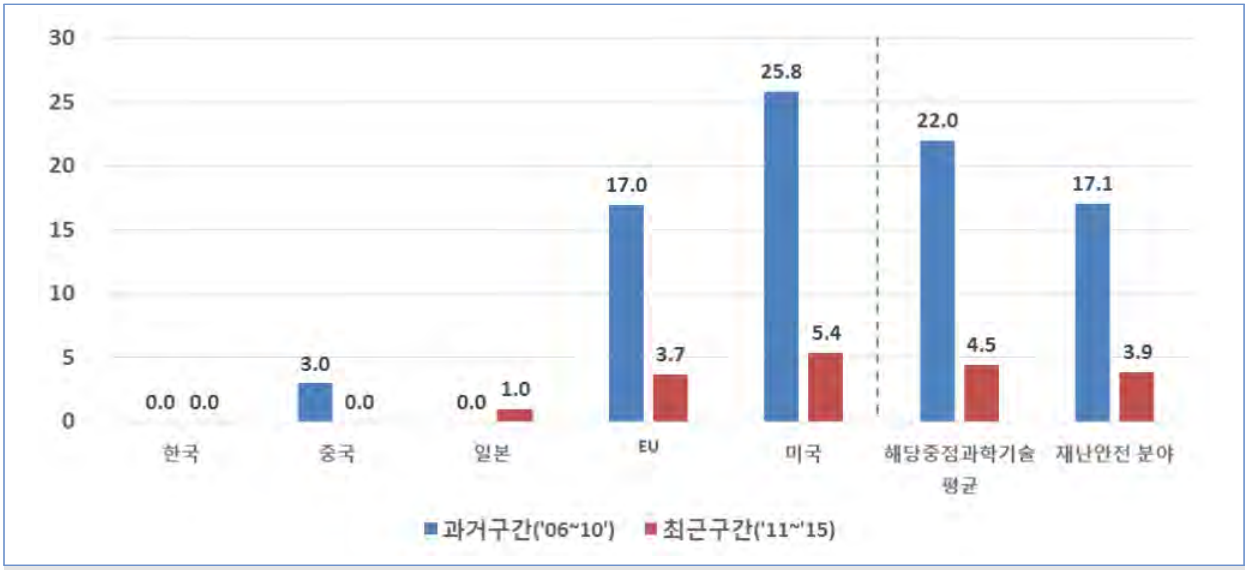
- 재난 전주기 정보통신체계기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



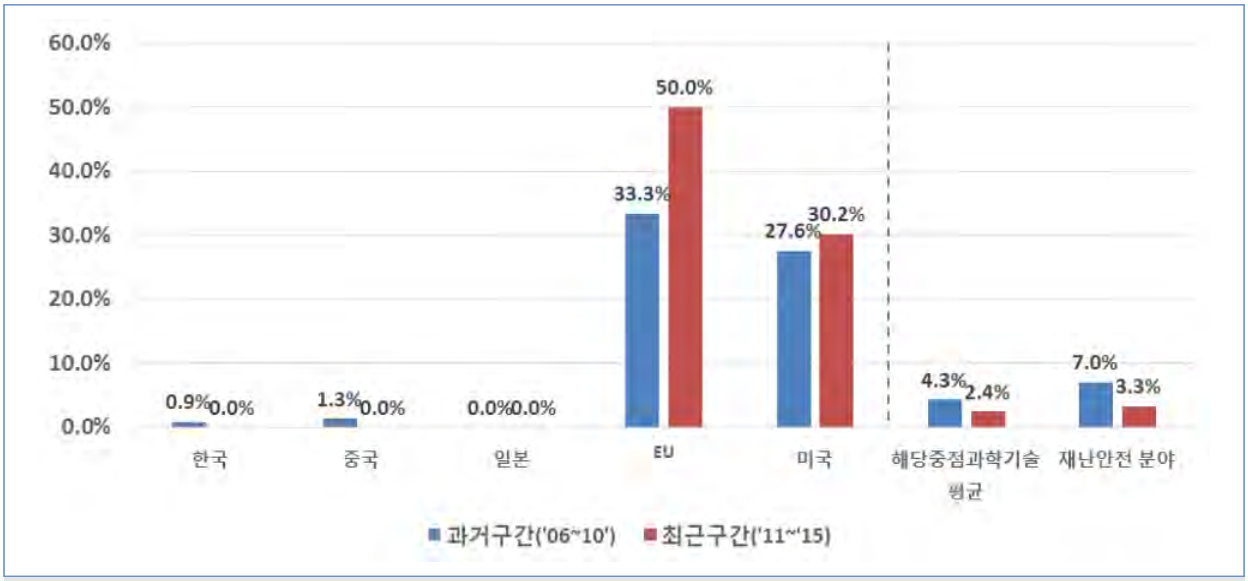
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



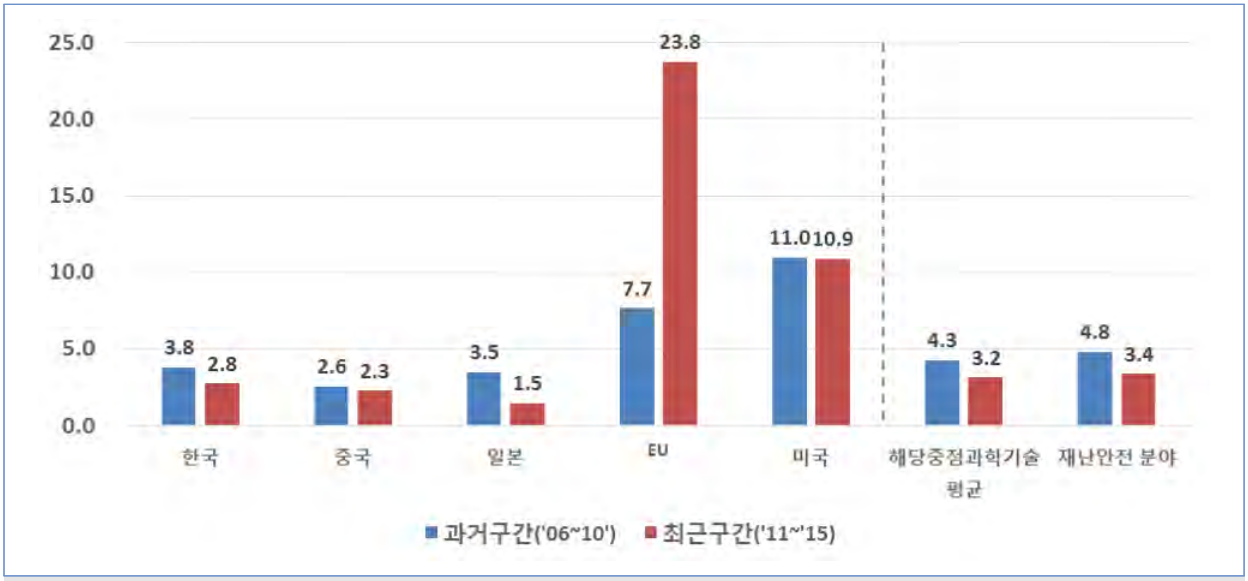
- 재난 전주기 정보통신체계기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 재난 전주기 정보통신체계기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 재난 전주기 정보통신체계기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

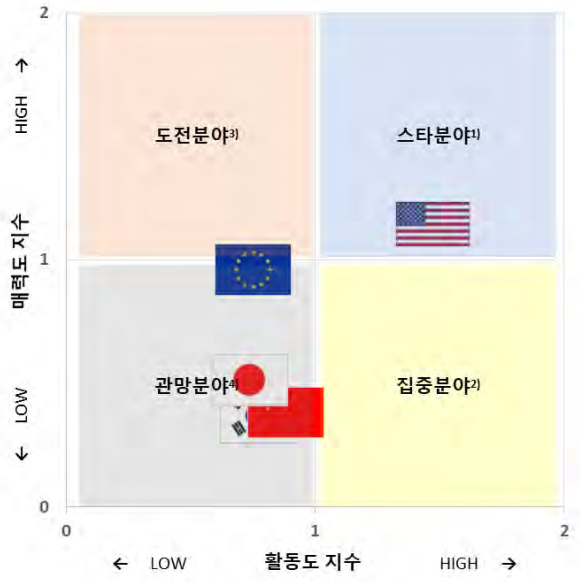
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

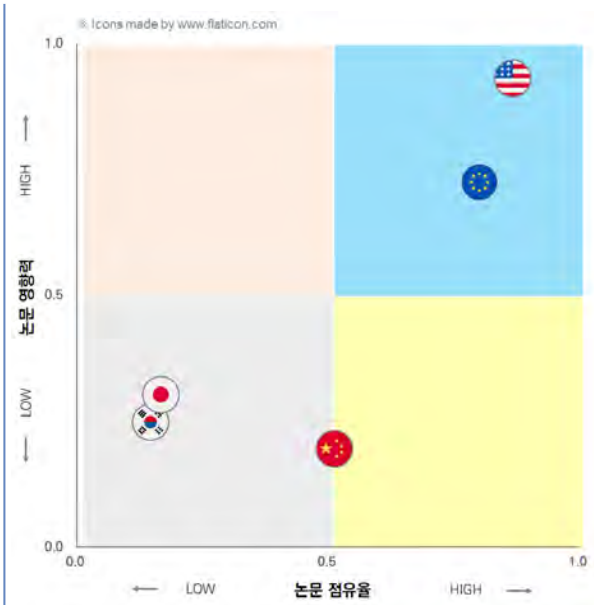
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 재난 전주기 정보통신체계기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

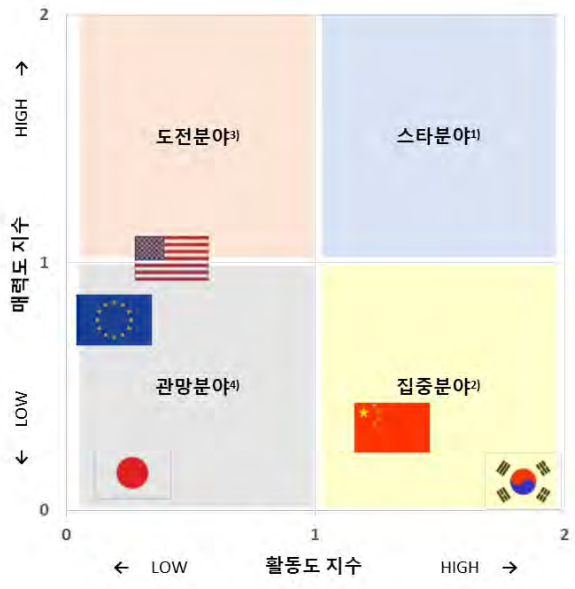


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

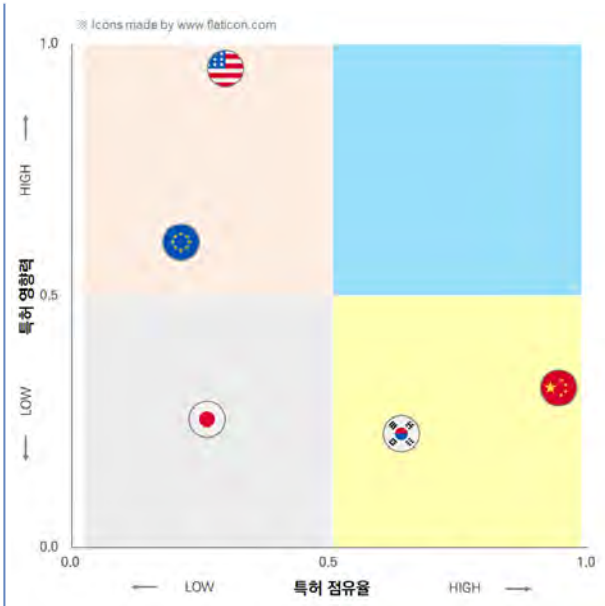
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 재난 전주기 정보통신체계기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH(1.56%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 7.30%(글로벌 점유율은 0.29%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH	미국	4.18%	1.56%	-2.78%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.24%	1.21%	39.13%
3	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	2.71%	1.01%	19.05%
4	COLORADO STATE UNIVERSITY	미국	2.24%	0.83%	-34.78%
5	UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON	미국	2.18%	0.81%	108.33%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	7.30%	0.29%	-37.50%
2	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	5.62%	0.22%	900.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	5.62%	0.22%	-33.33%
4	KOREA UNIVERSITY	3.93%	0.15%	150.00%
5	KOREA INSTITUTE OF MACHINERY AND MATERIALS (KIMM)	2.81%	0.11%	-100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.78%	0.57%	1,100.00%
2	NANJING UNIVERSITY OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.67%	0.55%	112.50%
3	WUHAN UNIVERSITY	1.50%	0.31%	500.00%
4	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.39%	0.29%	1,200.00%
5	HOHAI UNIVERSITY	1.39%	0.29%	16.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	8.09%	0.42%	71.43%
2	TOHOKU UNIVERSITY	5.11%	0.26%	200.00%
3	NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY	2.98%	0.15%	500.00%
4	METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE	2.98%	0.15%	-25.00%
5	IBARAKI UNIVERSITY	2.55%	0.13%	500.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF READING	1.73%	0.57%	16.67%
2	INSTITUTE OF ATMOSPHERIC PHYSICS	1.46%	0.48%	20.00%
3	UNIVERSITY OF LEEDS	1.33%	0.44%	0.00%
4	ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE (KNMI)	0.93%	0.31%	-25.00%
5	UNIVERSITY OF MANCHESTER	0.93%	0.31%	266.67%

6 미국

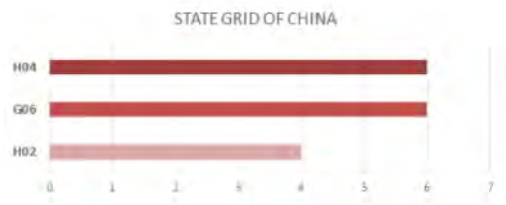
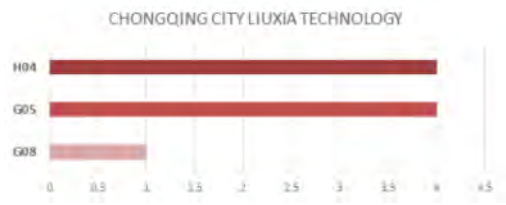
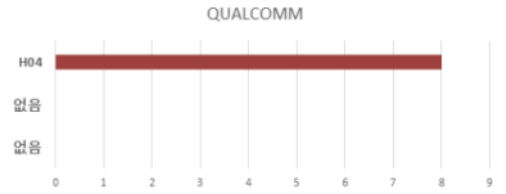
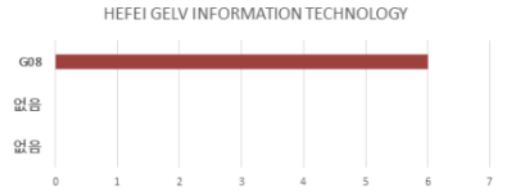
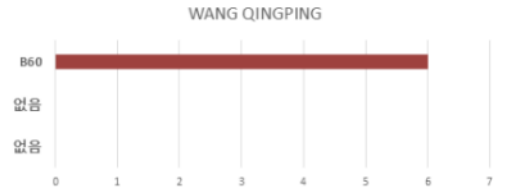
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH	4.18%	1.56%	-2.78%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.24%	1.21%	39.13%
3	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.71%	1.01%	19.05%
4	COLORADO STATE UNIVERSITY	2.24%	0.83%	-34.78%
5	UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON	2.18%	0.81%	108.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'STATE GRID OF CHINA(2.20%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '대한민국(행정안전부 국립재난안전연구원장)'이 1.85%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'STATE GRID OF CHINA'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를, '대한민국(행정안전부 국립재난안전연구원장)'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

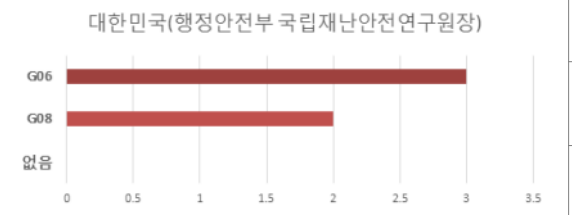
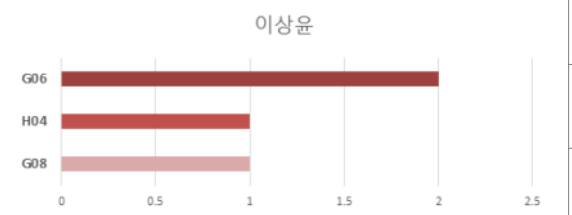
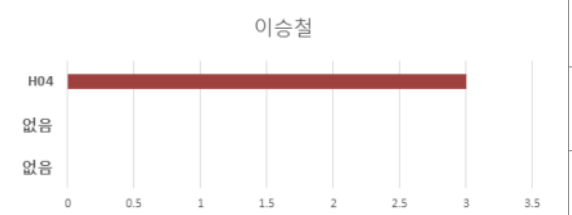
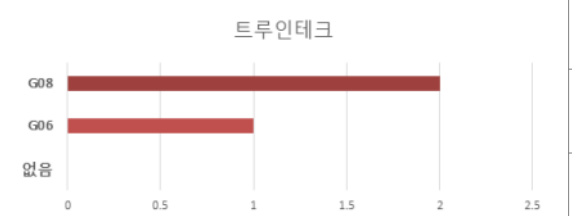
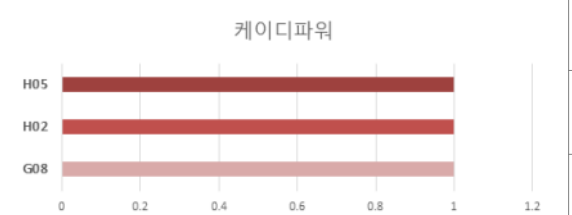
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	중국	3.81%	2.20%	2,000.00%
2	CHONGQING CITY LIUXIA TECHNOLOGY	중국	1.63%	0.94%	800.00%
3	QUALCOMM	미국	11.11%	0.84%	200.00%
4	HEFEI GELV INFORMATION TECHNOLOGY	중국	1.09%	0.63%	500.00%
5	WANG QINGPING	중국	1.09%	0.63%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		G08	신호
3		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
4		G08	신호
		-	-
		-	-
5		B60	차량일반
		-	-
		-	-

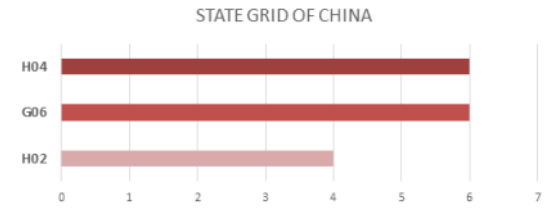
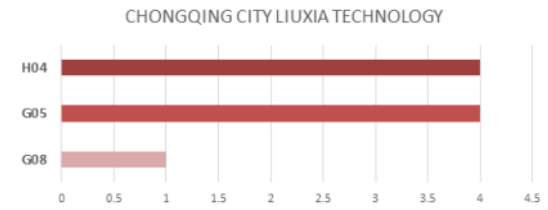
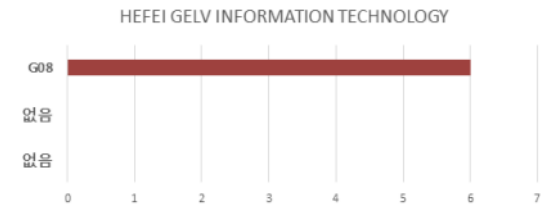
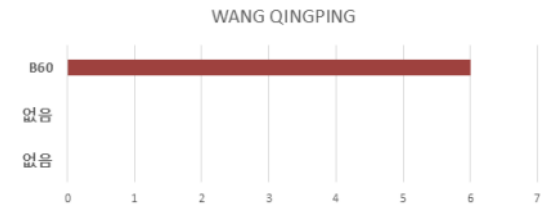
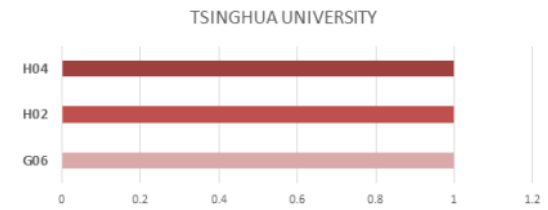
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대한민국(행정안전부 국립재난안전연구원장)	1.85%	0.52%	400.00%
2	이상윤	1.48%	0.42%	300.00%
3	이승철	1.11%	0.31%	200.00%
4	트루인테크	1.11%	0.31%	200.00%
5	케이디파워	1.11%	0.31%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
3		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
4		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G08	신호

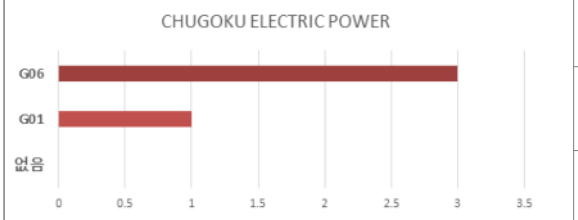
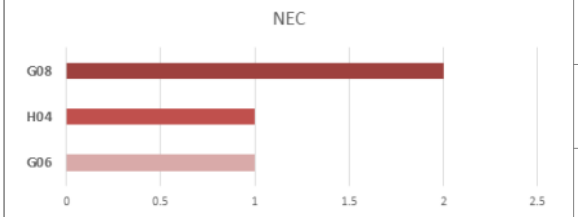
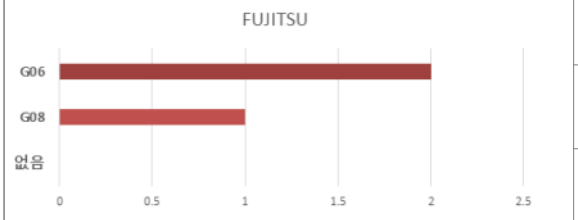
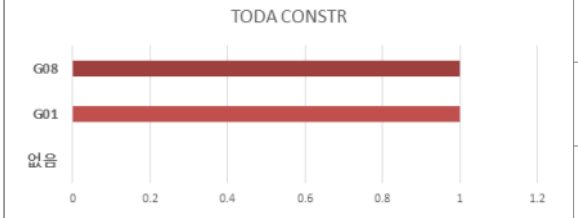
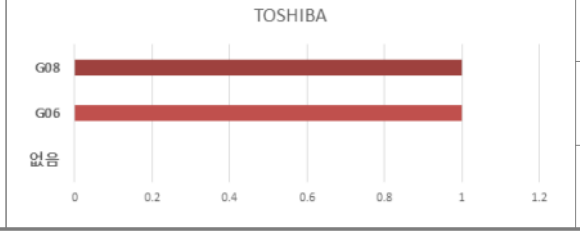
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	3.81%	2.20%	2,000.00%
2	CHONGQING CITY LIUXIA TECHNOLOGY	1.63%	0.94%	800.00%
3	HEFEI GELV INFORMATION TECHNOLOGY	1.09%	0.63%	500.00%
4	WANG QINGPING	1.09%	0.63%	500.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	1.09%	0.63%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		G08	신호
3		G08	신호
		-	-
		-	-
4		B60	차량일반
		-	-
		-	-
5		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

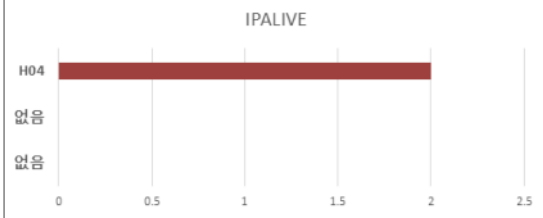
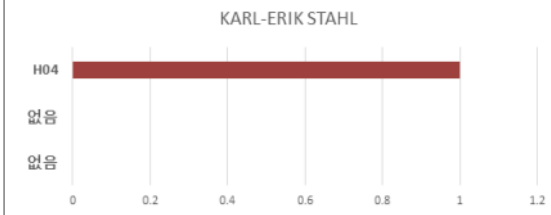
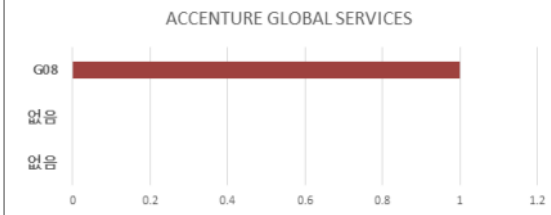
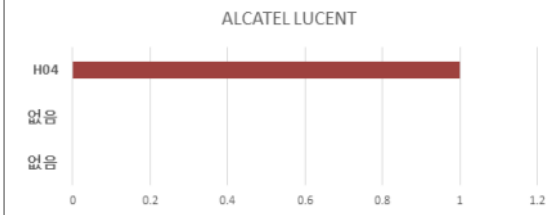
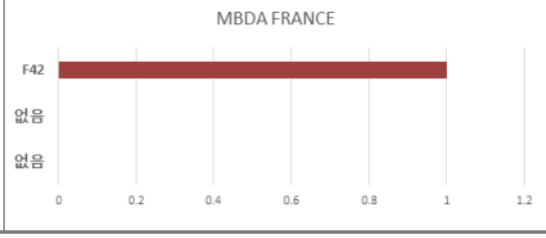
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHUGOKU ELECTRIC POWER	8.33%	0.42%	-100.00%
2	NEC	8.33%	0.42%	-100.00%
3	FUJITSU	6.25%	0.31%	-50.00%
4	TODA CONSTR	4.17%	0.21%	-100.00%
5	TOSHIBA	4.17%	0.21%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		-	-
2		G08	신호
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		-	-
4		G08	신호
		G01	광학
		-	-
5		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

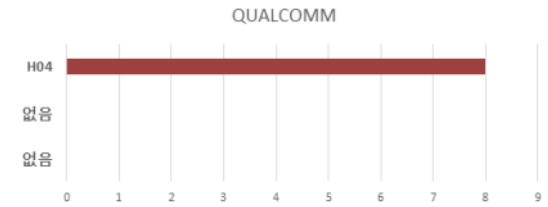
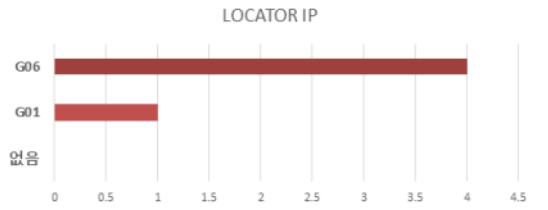
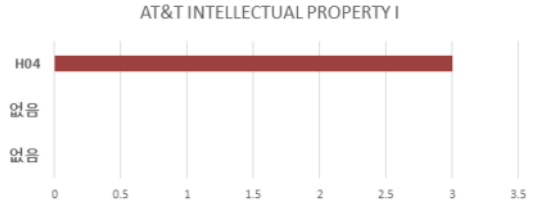
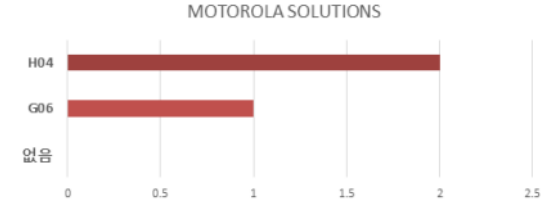
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	IPALIVE	18.18%	0.21%	100.00%
2	AGUILELLA FERRER, JAVIER	9.09%	0.10%	-100.00%
3	KARL-ERIK STAHL	9.09%	0.10%	0.00%
4	ACCENTURE GLOBAL SERVICES	9.09%	0.10%	-100.00%
5	ALCATEL LUCENT	9.09%	0.10%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
2		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
3		G08	신호
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		F42	탄약; 폭파
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	11.11%	0.84%	200.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	6.94%	0.52%	50.00%
3	LOCATOR IP	6.94%	0.52%	300.00%
4	AT&T INTELLECTUAL PROPERTY I	4.17%	0.31%	100.00%
5	MOTOROLA SOLUTIONS	4.17%	0.31%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		–	–
		–	–
2		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		–	–
4		H04	전기통신기술
		–	–
		–	–
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–

15 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술



15 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술

중점과학기술 개요

- 초고층화, 지하공간의 확대로 재난의 불확실성과 규모의 증대 등에 대응하여 재난 위험이 따르는 구조활동에 첨단장비를 활용하는 기술로, 화재안전 기술을 통해 화재발생을 최소화하고 개인안전장비를 통해 소방관의 안전을 확보하는 기술
- 무인방수차, 내화건축자재, 청정소화제 등을 개발하여 인명피해 최소화 및 화재의 신속한 진화 추진

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

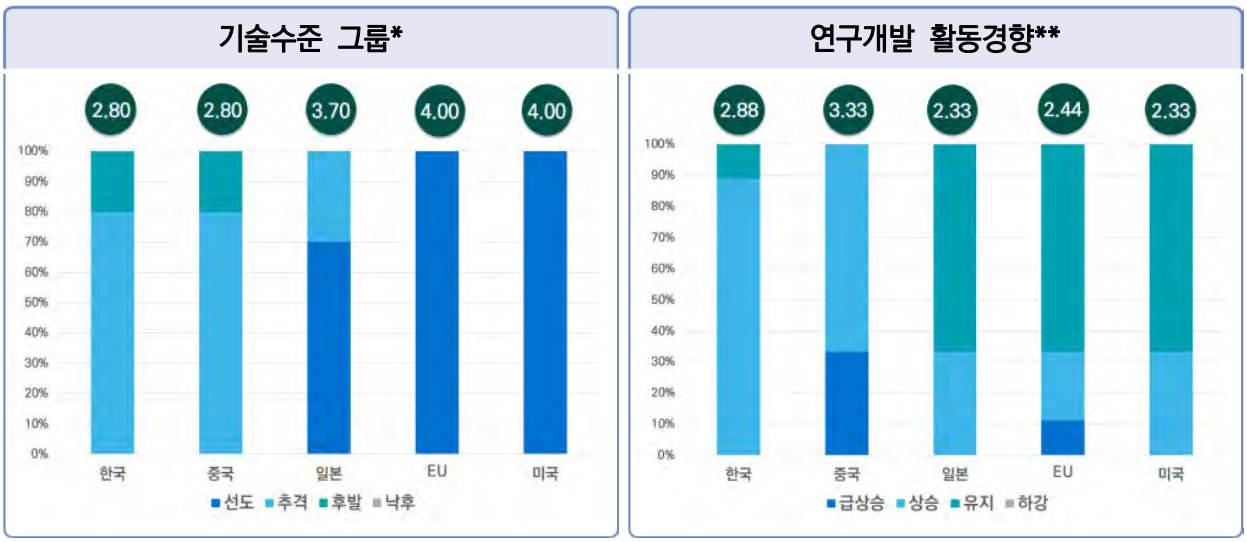
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	74.0	3.8	추격	보통	우수	상승
중국	69.0	4.0	추격	보통	우수	상승
일본	93.5	1.3	선도	우수	우수	유지
EU	96.0	1.0	선도	우수	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	우수	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	74.0	3.5	74.0	70.0	76.0	8.8	3.8	3.0	4.0	2.2
중국	68.0	4.0	69.0	67.0	75.0	5.0	4.0	3.0	4.5	1.0
일본	94.0	1.5	93.5	91.0	95.0	11.1	1.3	1.0	1.5	0.8
EU	96.0	1.0	96.0	95.0	100.0	5.8	1.0	0.5	1.0	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

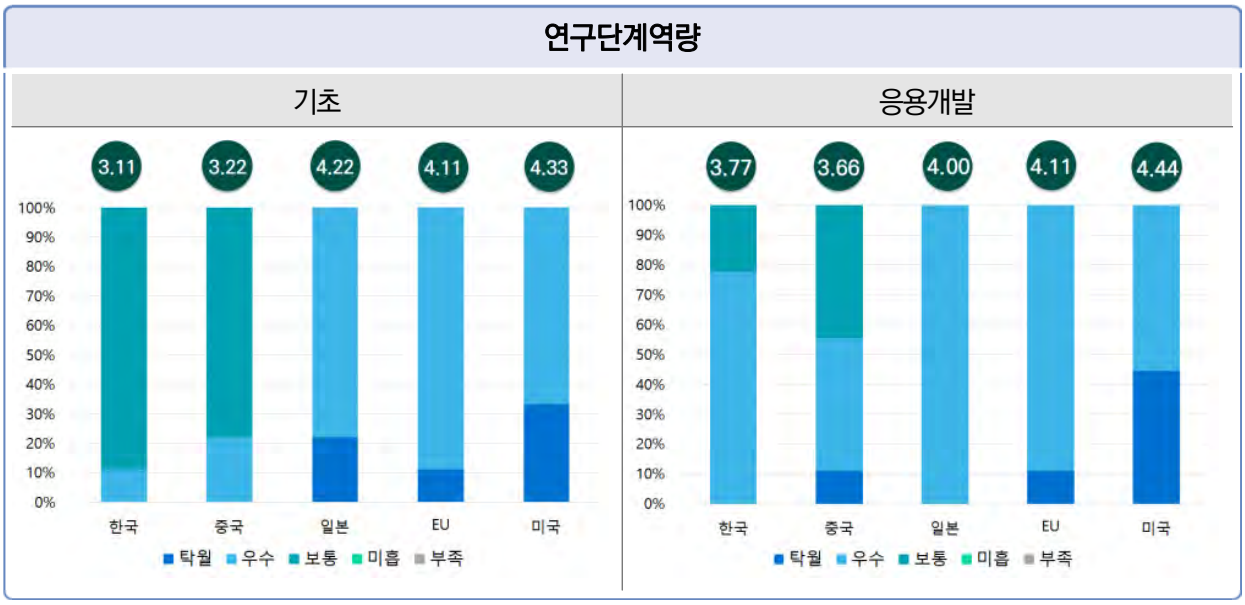
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (74.0%)	• 대구지하철 사고 등 대형 화재사고를 경험하면서 국가주도(소방청)의 소방사업단이 운영되면서 재난관련 R&D 활성화 • 최근 10여 년간 꾸준한 논문 동향을 보이고 있으며 지속적인 연구 활동이 이루어짐 • 산불 진화용 헬기와 무인 방수차 도입 등과 같은 시도가 이루어짐 • 안전에 대한 관심 부족 및 사고발생 후속처리에 집중하는 의식에서 예방의 필요성과 이를 위한 장비에 대한 관심 증가 • 해당분야의 관심이 높아지고 연구개발 과제가 증가함에 따라 연구가 저변화 되고 있으나 여전히 현장 적용이 가능한 신제품 출시는 부족
중국 (69.0%)	• 최근 수년간의 성장세가 무서운 신흥 재난관련 연구 추격국가로 보임 • 논문, 특허 등 모든 분야에서 가파른 성장세를 보이고 있으며, 특히 국가주도의 재난과학 연구 집중이 눈여겨 볼 만함. 논문 피인용수 부분에서 상위권에 오르는 것은 매우 흥미로움 • 모든 분야의 기술수준이 모방에서 자체기술 이룰 수 있는 도입단계 • 전시회 등을 통해 신기술을 접목한 시제품 출시 증가 • 전반적으로 우리나라와의 기술격차가 빠르게 좁혀지고 있음
일본 (93.5%)	• 최근 중국의 많은 논문 및 특허 출원 건수에 밀려 통계 수치적으로 다소 주춤해 보기는 하나, 수십 년 전부터 크고 작은 재해를 경험하며 재난분야에서는 명실 공히 최고의 기술력과 연구성과 보유 • 재난재해에 대한 체계적인 시스템을 구축하고 있으면서 로봇기능을 도입하여 실용하는 기술과 능력 보유 • 기술 발전 속도가 다소 둔화되는 국면을 맞이하고 있음 • 신제품 및 신기술 출시가 느리고 논문 및 특허 분야의 가시적인 성과가 줄어들고 있음 • 유럽과 거의 동등한 기술력 갖춤. • 개인 보호 장구류 등에서 열 영상, RF 센서 등이 포함된 시스템 & 센서 기술이 미국과 유사한 수준. 지진 등 방재기술에 주로 기술개발 중
EU (96.0%)	• 2006~2011년까지의 피인용 논문 수 1위에 오를 정도로 재난관련 연구 분야의 많은 경험과 노하우 보유 • 각종 장비의 기술이 수준급에 있으면서 세계최고의 제품을 생산하여 보급 및 새로운 개발에 전력을 다하고 있음 • 전통적인 기술 보유 • 전시회 등에서 공개되는 제품의 성능수준들이 이전 연도와 큰 차이 없음 • 재반 현장 소방 구조 장비기술력 우수. 미국과는 약간의 기술격차 존재 • 소방장비와 개인 보호 장구류에서 미국과 동등한 수준의 기술력 보유 • 열 영상, RF 센서 등이 포함된 시스템 & 센서 기술은 최근 개발 중 • 최고기술 보유국이 확보한 시스템 성능 대비하여 유사한 수준 보유 • 그리스, 스페인 등에서 한국과의 IT 기술을 활용한 소방장비 기술을 국제 공동개발 방식으로 추진 중

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 정부 주도 연구소, 대학 및 민간 그룹을 중심으로 지속적인 재난관련 연구가 수행되어 왔으며, 현재까지도 양질의 논문 등의 성과 도출 • 정부의 적극적인 연구지원 및 투자로 인한 원천기술을 가지고 있으면서 각종재난에 실질적인 대응이 잘 갖추고 있음 • 정부주도 하에 지원 및 연구 활동 활발 • 첨단 기술을 주도하는 실용적인 장비 및 시스템의 발전 지속 • 안전에 대한 인식수준이 높으며, 이로 인한 관심과 기술개발 • 타 분야의 연구 성과를 융합하여 다양한 신제품과 신기술 출시 • 무인항공기 기반 산불감시나 대형수송기 기반 화재진압 등 전 분야에서 최고수준의 기술력 보유 • 3M 등에서 미국의 소방/방재 회사들을 M&A하면서 기술 융합 시도 • 소방관들의 건물 내 위치추적에 대한 기술개발이 가시화되고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 각종 기술, 인력, 인프라 등을 구축해 나아가는 단계에 있으면서 기초연구를 시작과 응용기술은 수준급에 있는 실정 • 제품에 안전기능에 대한 필요성이 대두되고 있으며 향후다양하고 치열한 제품개발로 이루어 질 것으로 예측됨 • 안전 분야에 대한 사회적인 인식이 높아짐에 따라 정부주도의 연구개발 증가 • 정부차원의 자연재해 모니터링 등의 기술개발이 최근 활성화되고 있음 • 재난구조로봇기술은 정찰 및 구조용 로봇으로 기술개발 중이며, 향후 웨어러블 형태의 아이언맨 슈트 형태의 기술개발 추진 • 화재현장에서의 통신장애 및 두절에 대비한 재난통신망 기술개발과 시범사업 진행 • 소방관 개인 보호 장구류 등에 있어서 센서 및 통신, 인공지능 기술이 접목된 응용제품 기술개발이 정부지원으로 개발 중 • 이동통신, 네트워크 기술 분야 등의 인프라 • 10여 년 전부터 시작된 소방청 주도의 사업단 운영을 통한 R&D성과가 도출됨 • 국가차원의 자연재해 모니터링 기술개발 예정 • 다중이용시설 화재 등으로 인한 재난현장 소방/구조구급 장비 기술개발 중심의 응용개발 방향	• 각종 연구 분야 지원이 아주 부족 • 사회적 관심과는 반대로 관련 분야 기업의 영세성, 시장의 협소 등으로 인해 실질적인 신기술 활용 및 신제품출시는 저조 • 정부주도의 연구개발이 확대됨에 따라 관련 인프라 및 전문 인력도 증가추세에 있으나 여전히 미흡한 수준 • 화재 시 대응을 위한 개인 보호 장구류와 대응체계 개발이 주를 이루고 있음 • 단기간의 성과 및 기술 개발에 치중하여 재난 관련 기초연구 미흡(예: 화재 분야는 화재역학 관련 연구 성과가 거의 없으며, 인력도 없음) • 국외 기술과의 격차해소를 위해 재난기초과학 연구 성과 확보하는 정책적 지원 필요 • 현장대처능력 확보를 위해 정부주도의 훈련장/훈련기법/대응능력 향상을 위한 IoT/ICT 기술이 접목된 시뮬레이션 & 과학화 훈련장 필요, 정부주도로 구축 예정 • 미국, EU, 일본 등에 비해 응용연구 위주의 기술개발이 이루어지고 있음 • 재난현장 소방기술 개발력 향상을 위한 장기 마스터 플랜을 마련하여 기초과학 연구 성과 확보 등에 노력 필요

국가	강점분야	기타
중국	• 각 연구 분야에 집중 투자해 추격에 진력 • 안전관련 사회적 이슈가 커짐에 따라 학교 및 기업을 중심으로 관련 연구가 폭증하고 있으며 선진기업과 동일한 컨셉의 신제품도 많이 출시하고 있음 • 대기오염 등으로 인한 기상 모니터링 및 예측/방호 시스템에 대한 국가차원의 기술개발이 이루어지고 있음 • IoT/ICT 기술과 빅데이터 기술을 접목시켜, 인공지능 기반의 경보체계 등 확보 • 통신체계 및 소방구조장비 등 인프라 체계와 구조장비 등은 개인 보호 장비 위주로 기술개발 진행 • 중국과학기술대학교는 소방관용 에어필터를 위한 성능과 경제성이 우수한 흡칼라이트 연구 활발 • 미세먼지 등의 유발 및 방호를 위한 기술개발이 주된 방향 • 최근 큰 자연재난을 겪으면서 전폭적인 국가지원 아래 급성장 • 큰 대형 실험 인프라를 갖춘 연구소가 신설되고, 관련 인력들을 대거 영입하여 과년 연구가 활성화되는 추세이며, 단기간에 많은 논문과 특허 등의 성과 양산 • 우리와 같은 후발 그룹이기는 하나 기초과학에 많은 투자를 하고 있는 것이 우리와는 큰 차이를 보임 • 대형 실험 인프라 및 연구인력 확보하여 짧은 기간에 많은 성과 도출	• 각종 기술, 인력, 인프라 등을 구축의 시작단계에 있으면서 기초연구 및 응용기술은 시작하는 단계에 있음 • 시스템레벨의 통합 등은 선진그룹에 비해 취약 • 향후 수년 내에 재난 소방분야에 큰 지각변동을 야기할 수 있는 기술수준 향상에 주목할 필요 있음 • 기반 기술이 부족하지만 우수한 인력이 풍부하게 양성되고 있어 향후 선도할 것
일본	• 시스템에 대한 구축이 잘되어 있으면서 체계적으로 새로운 기술 인프라 등이 어느 정도 구축되어 있음 • 안전에 대해서 실제적으로 응용기술이 주 무기로서 유수한 제품을 만들 수 있는 인력과 인프라가 풍부함 • 안전에 대한 사회적 관심이 높고 인프라 및 기반 기술들을 보유 • 지역적 특성에 의해, 방재기술 분야에 있어서 미국과 거의 동등한 수준 • 지진예측, 재난구조로봇 및 ICT 기술, 재난정보통신 체계 기술에 있어서 강점	• 일부분에 집중적으로 선진화되어 있음 화재분야의 장비는 기존 수준 유지 • 안전에 대한 의식은 높으나 해당 분야의 지속적인 신기술 출시는 보통 수준 • 지속적으로 지진 및 쓰나미, 원자력 등에 대한 예측, 방재, 방호 기술개발이 주를 이루고 있음

국가	강점분야	기타
	• 관련 기술 및 인력에 대해 지속적인 투자 • 크고 작은 재난을 겪으면서 가지고 있는 체계적인 재난 대응체계 및 재난 관련 기초연구성과 가장 큰 강점 • 자연 재난뿐 아니라 인위재난에 대한 연구도 많이 활성화 되어 있으며, 폭넓은 연구인력 또한 큰 강점	
EU	• 각 분야별 작은 분야에 원천기반이 잘 되어 있으면서 기술, 인력, 인프라가 잘 구성됨 • 원천기술을 가지고 오랫동안 산업용장비 시장을 주도하고 있으며, 안전관련 장비개발에도 인력 인프라가 모두 갖추어져 있음 • 안전시스템 확보에 관한 사회적 관심이 높아 기술, 인력 및 인프라 등에 지속적인 지원 • 재난현장 소방, 구조 장비 등에 있어서 미국과 거의 근접한 수준의 기술력과 제품 개발 능력 보유 • 최근 대테러 이슈에 의해서, 빅데이터 및 통신기술 등에 대한 투자 및 개발이 활성화됨 • 산불 등 방재를 위한 소방관용 개인 보호 장구류 개발 등이 국제 공동연구개발 등을 통해서 활성화됨 • 소방관을 위한 각종 센서 시스템을 갖춘 지능형 소방복 개발 등 기술개발 활발 • 미국, 일본과 재난과학 분야 연구 분야 리딩 • 유럽이 가지고 있는 기초과학분야의 많은 연구 결과와 지금도 지속되는 화재 분야 등 안전관련 성과가 강점 • 화재 분야의 경우 국제 표준을 선도 • 재난과학 분야의 넓은 저변확대	• 구성 부품 등의 기술 변화와 급변하게 개발하는 추세에 있음 • 소방 화재진압용 개인 보호 장구류 등에 대한 기술개발을 국제공동연구를 통해서 수행 예정
미국	• 인공지능의 재난재해에 대한 원천 기술을 달성하는 수준에 있으면서 기술, 인력, 인프라가 가장 많이 되어 있음 • 우주개발과 같은 미지 기술 분야의 연구개발을 수행 할 수 있는 여건이 됨 • 안전에 관한 사회적인 관심이 지대하고 이로 인해 사회 인프라 및 기술개발 지원이 강함	• 기술변화가 가장 신속하면서도 선도 중 • 빅데이터와 인공지능을 접목하는 기술개발

국가	강점분야	기타
	• 소자, 재료 등의 기초과학에서 부터 ICT를 활용한 응용기술까지 다양한 분야의 인력들이 소방안전에 관한 융합기술 지원 • 자연재해(산불 등), 기상기후, 재난구조로봇 개발 및 활용, 통신체계, 범죄/테러 등의 기술 우수 • 센서의 빅데이터를 수집하고, 인공지능을 응용하는 방향으로 기술개발 중 • 인건비가 비싸고 지역이 넓은 미국의 특성을 고려하여 IoT 센서의 활용도가 높고, ICT 기술을 접목하여 지리적인 특성을 극복하는 방향으로 기술개발 중 • 원격감지, 실시간 모니터링, 머신러닝 기반 탐지 기술 및 관련 연구인력, 인프라 등 모든 면에서 선도하고 있음. UL, NIST 등이 소방관련 다양한 연구 과제 진행 • 국가주도의 연구소(NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY등) 뿐 아니라, 대학 및 민간분야에서도 재난분야에 많은 관심을 가지고 기술 개발에 앞장서는 등 풍부한 연구 인력이 가장 큰 강점	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	4위	1위	2위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내에서 각 분야에서 협력하도록 구성하여 추진 필요 • 최대의 시너지 효과를 이끌어낼 수 있는 방향으로 적극 권장 및 지원 • 소방분야는 다른 분야에 비해 연구기관이나 연구 인력이 제한적인 점을 고려해 연관 기술의 발굴 및 통합/조정 필요. 이를 위해 주관할 수 있는 부서 및 전문가 집단 구성(실제 집행력/권한이 있는 부서 및 집단 필요) • 소방구조 장비 및 시스템 기술들이 IoT, 빅데이터, 인공지능 등의 신기술과 융합해 새로운 재품화 과정들이 필요하므로 연관기관별 협업 연구개발 체계 지원 • 소방분야 전문연구실 제도 도입으로 소방에 특화된 외부 연구개발 지원체계 확보 • 국내 기술을 가진 전문 기관 간 상호 기술오픈 및 협력체계 확대
국제협력 촉진	• ISO 등 국제 표준 동향을 예의 주시하고, 이에 대응하기 위한 화재/소방 분야 R&D 확대 • 선진국의 연구기관 등도 협력체계를 종합운영 • 일본 중국과 협력과제 추진 및 공동 세미나 개최 • 규모나 명분에 치우친 전시행정 위주의 협력 사업을 지양하고 실용적인 기술 도입에 적극적으로 역량을 집중할 수 있도록 지원 • 재난안전 기술 선진국 뿐 아니라 기술개발에 관심이 있는 후발 국가와의 공동연구 고려 • 국내 기술을 가진 전문기관과 해외 국가와의 기술 Spin Off 및 해외협력 R&D 확대
인력양성 및 유치	• 재난분야의 인력양성이 현저하게 부족한 실태. 따라서 재난 기술 등의 전문 인력을 양성하는 제도적인 대책 필요 • 해당 대학의 학과에 과제 및 장학금 지급 • 최고의 인재들이 자발적으로 모여 안정적으로 일할 수 있는 방안 강구 • 국내협력촉진과 연계한 인력 양성 필요. 실무적으로 수행 가능한 수준의 인력을 양성할 수 있는 기관/위탁기관 필요 • 기존의 소방방재, 안전공학 분야의 인력 이외에 전기, 전자, 컴퓨터 분야의 인재들이 소방산업에 유입될 수 있도록 응용분야의 비전 발굴 및 인센티브 지원 • 대학, 공공기관 중에서 소방구조에 특화된 R&D 조직에 대한 지원을 통해 소방분야 전문 R&D 연구실, 인력 확보
인프라 구축	• 각 부처에 재난이 분산되어 있어 이를 집중화되도록 구축 • 제한된 재원에 대하여 선택과 집중을 통한 기술발전을 이룰 수 있도록 필요한 인프라 구축에 우선순위를 가지고 단계적으로 추진 • 연구 인프라 구축을 위해 연구 과제를 증가하는 것보다 연구로만 끝나지 않고, 실무적용을 위해 연구결과를 실험할 수 있는 인프라 구축과 연구결과를 사용자가 사용수 있는 수준으로 연구목표 산정. 기존에 존재하는 기술을 다시 개발하는 형태로 연구를 진행하는 것을 피하기 위해 이를 검정할 수 있는 인프라 중요

	정책제언
	• 연구개발 결과물의 완성도를 높이고 조기에 현장에 적용하기 위하여 연구개발과 현장 활용의 간격을 좁혀야하며 이를 위해 연구개발 단계에서 충분히 활용 가능한 테스트베드를 확보해야 함. 실제 환경과 동일한 조건에서 R&D결과물을 반복으로 시험할 수 있는 인프라 구축 필요(필요시 시험운용을 전담하는 조직 필요) • 화재진압 및 훈련을 위한 시뮬레이션 및 교육장 확대
법·제도 개선	• R&D를 통하여 개발된 성과 적용을 위한 법/제도 개선. 현재는 개발된 기술이 제도에 막혀 사장되는 신기술도 다수 발생하므로, 유연한 법제도 운영을 통한 신기술의 현장적용 및 활용성을 높이기 위한 노력 필요 • 재난관련 중 자연재난은 어느 정도 법적으로 되어 있으나 사회적 재난에 대한 구체적인 제도가 다양한 분야에 대해 구축 필요 • 비현실적이고 수동적인 규제 위주의 제도를 철폐하고, 실질적인 기술 발전을 선도할 수 있도록 지속적으로 바꾸어 나가야 함 • 빠르게 변화하고 있는 기술 환경에 맞고 개발된 기술을 현장에 적용할 수 있는 법규제정 및 개정이 필요하며, 안전관련 법규는 규제가 필요한 법규이지만 기술관련 법규는 규제보다 기술을 발전시키고 이를 신속하게 적용할 수 있는 방향으로 제정 및 개정 필요. 특히 안전에 관련 법규는 안전에 대한 인식전환이 필요한 부분이므로 홍보가 중요 • 새로운 개념의 정보통신 융합제품들이 제품개발-현장시험-현장적용의 순서대로 유지될 수 있도록 단계별 적절한 규제개선 • 재난안전을 위한 법·규제 개선 및 생명을 살리는 기술에 대한 한시적, 국소적 법 허용
연구비 확대	• 재난의 연구는 실증연구가 중요하나, 재현하기가 가장 어려움 점을 고려해볼 때에 많은 연구비와 시간이 필한 점을 감안하여 확대 • 산업기술평가관리원에 소방안전 분야 별도의 PD 임명 및 연구과제 추진 • 우선 기술개발에 직접적으로 더 많은 재원이 투입될 수 있도록 하는 체계를 구축한 후, 여건이 되는대로 연구비 증액 • 연구비 확대도 중요하지만 하나의 연구가 상용화 될 때까지 장기적이고 연계적으로 집행 가능한 예산 편성 필요. 연구과제 선정 시 기존에 개발된 기술을 중복으로 사용하는 것을 검정하여 예산의 적절한 사용 필요 - 연구비를 연구특성 및 연구자의 특성에 따라 구분하고 분야별 절대적인 연구비 확대 1) 전문연구실 지원 연구 : 소방구조에 특화된 공공연구기관, 학교 등의 전문연구실 육성 2) 제품화 연구 : 기존 R&D결과물중 현장적용을 위하여 추가 제품화 과정이 필요한 분야에 대해 해당 기업에 지원 3) 학제간 융합연구 발굴 : 타 분야와 융합연구를 통해 미래소방을 선도할 비전을 제시하는 기획연구 • 소방관 안전을 위한 첨단 장비 및 기술에 대한 연구비 및 시범적용 확대
기타 의견	• 재난안전 분야는 전 산업분야에 해당되므로 IOT 등과 융합한 기술을 중점적으로 연구 및 실행이 될 수 있도록 구축 • 자율주행차와 같이 데이터양이 많은 경우와 유사한 장비이므로 ethernet 기반의 효과적인 차량 내 네트워크 최적화 설계기술이 필요함. • 소방장비의 IT기술 의존도가 갈수록 증가하면서 소방기술과 IT기술의 융복합화가 자연스럽게 이루어지게 될 것으로 보이며, 이를 실질적으로 적용하기 위해 주관부서 및 전문가 집단에서 융복합 가능한 기술을 발굴하고 조정할 수 있는 기반조성이 우선적으로 필요

다 주요 분석 결과 요약

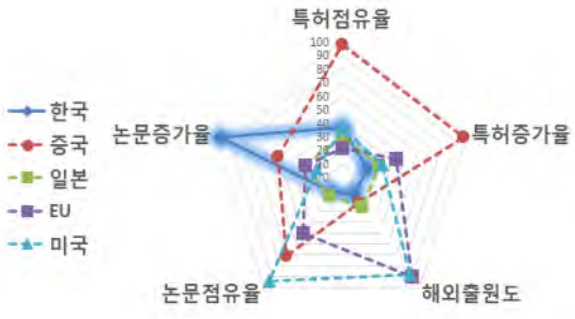
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	재난안전	13,750	5,113	44.2%	130.7%
해당 중점과학 기술명	재난현장 소방구조 장비·시스템 기술	888	1,715	39.4%	123.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

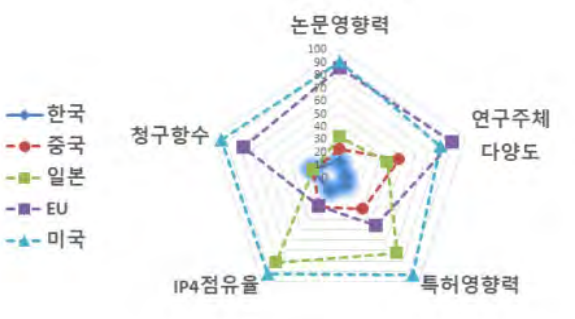
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	미국
	42.2%	59.0%	12.4	6.5
한국	5위	2위	5위	5위
	3.7%	13.4%	3.6	0.3
5개국 평균[2]	-	-	9.4	5.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

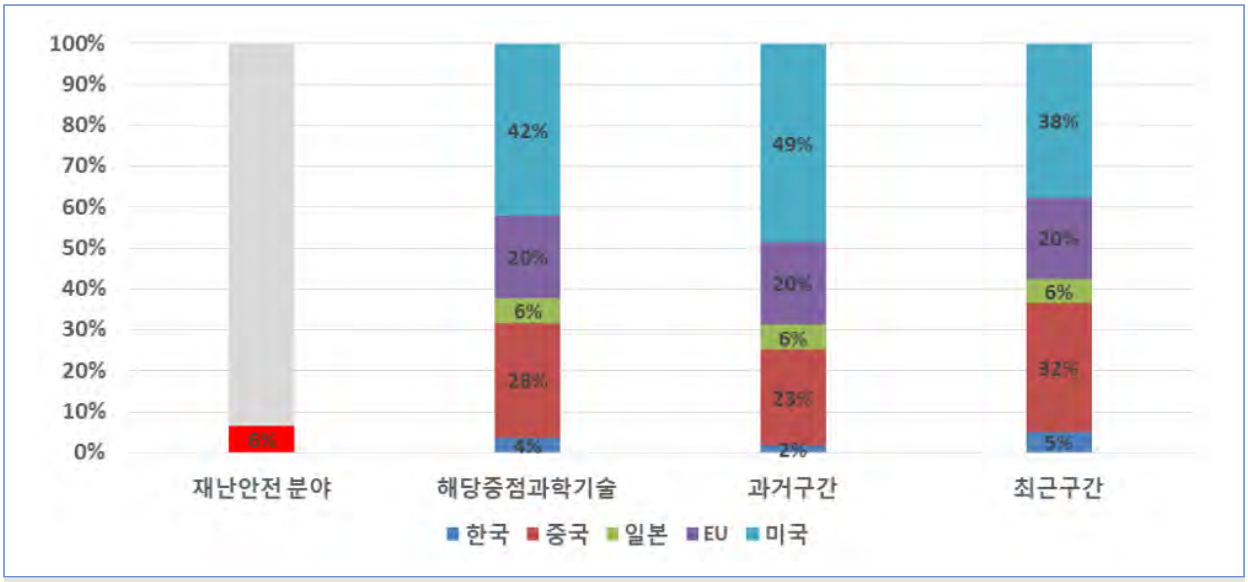
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.7%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(3.6)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(42.2%), 중국(28.0%), EU(19.9%), 일본(6.1%), 한국(3.7%) 순이며, 논문 증가율은 한국(271.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(12.4), EU(11.5), 일본(6.0), 중국(5.0), 한국(3.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.92)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(13.4%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(0.3)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(59.0%), 한국(13.4%), 미국(12.9%), 일본(10.0%), EU(4.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(313.2%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(6.5), 일본(4.7), EU(3.2), 중국(2.3), 한국(0.3) 순이며, IP4 점유율은 미국(14.9%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.7%	28.0%	6.1%	19.9%	42.2%
	논문 증가율	271.4%	89.5%	34.8%	36.0%	8.3%
	논문 영향력	3.6	5.0	6.0	11.5	12.4
	연구주체 다양도	0.52	0.73	0.70	0.92	0.86
특허 분석	특허 점유율	13.4%	59.0%	10.0%	4.7%	12.9%
	특허 증가율	-16.0%	313.2%	17.7%	61.3%	25.5%
	해외출원도	0.3	0.8	1.0	4.3	4.1
	특허 영향력	0.3	2.3	4.7	3.2	6.5
	IP4점유율	2.2%	5.0%	12.2%	4.9%	14.9%
	청구항수	2.9	2.8	2.8	6.4	8.5

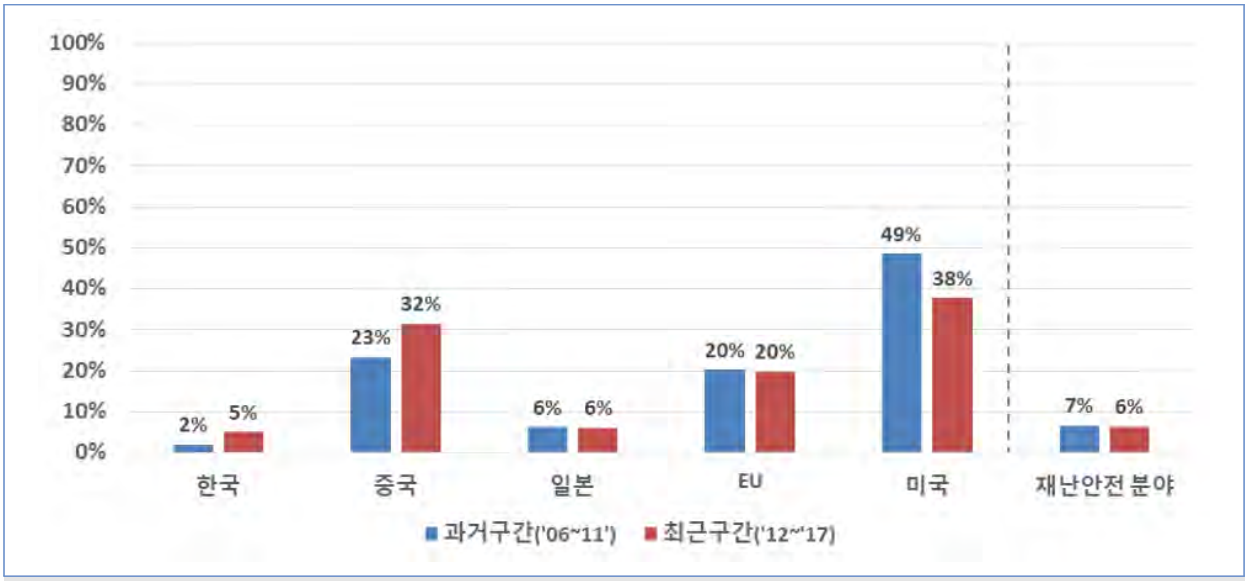
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 375건으로 전체 논문의 42%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, EU, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술은 재난안전 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

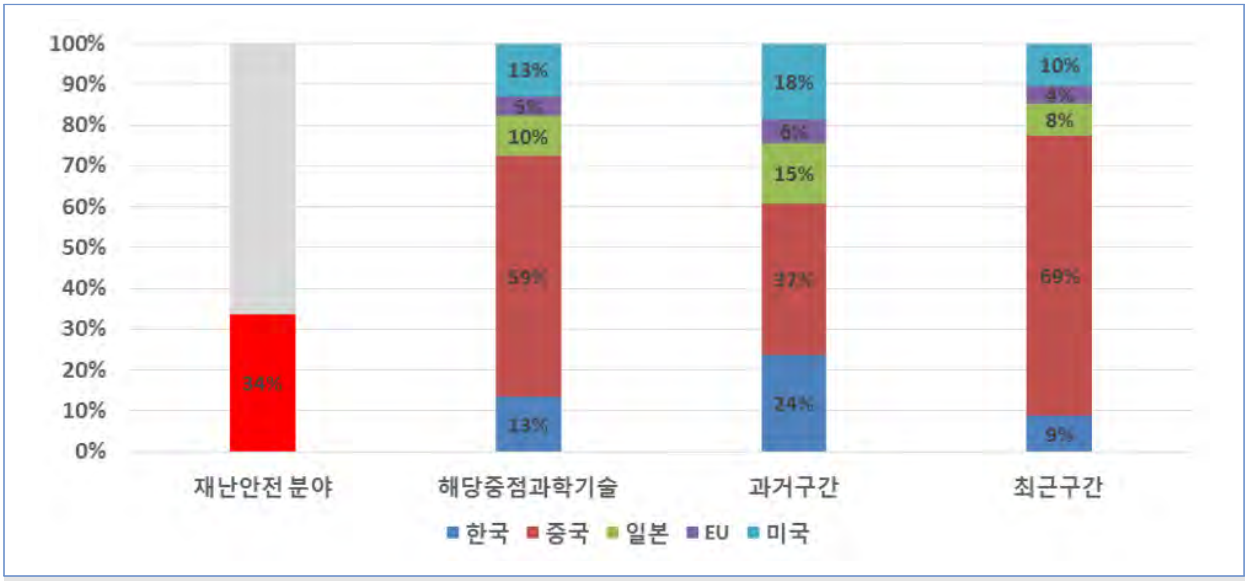


- 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 271.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	7	26	33	271.4%
중국	86	163	249	89.5%
일본	23	31	54	34.8%
EU	75	102	177	36.0%
미국	180	195	375	8.3%
전체	371	517	888	39.4%

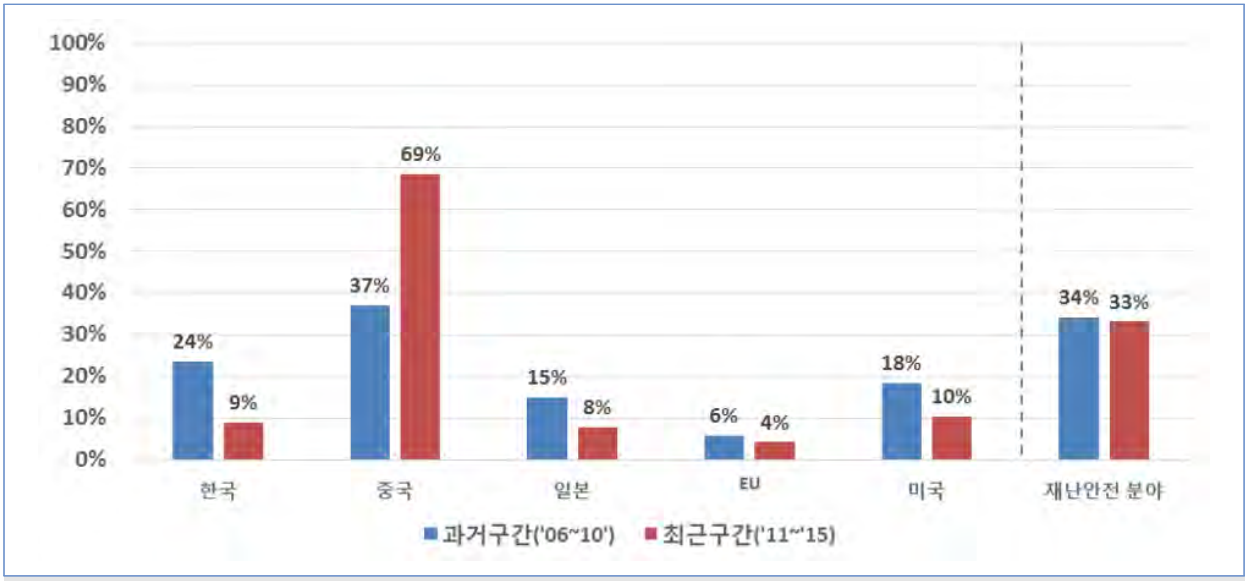
(4) 특허 점유율(전체)



- 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1011건으로 전체 특허의 59%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술은 재난안전 분야의 전체 특허 중에서 34%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



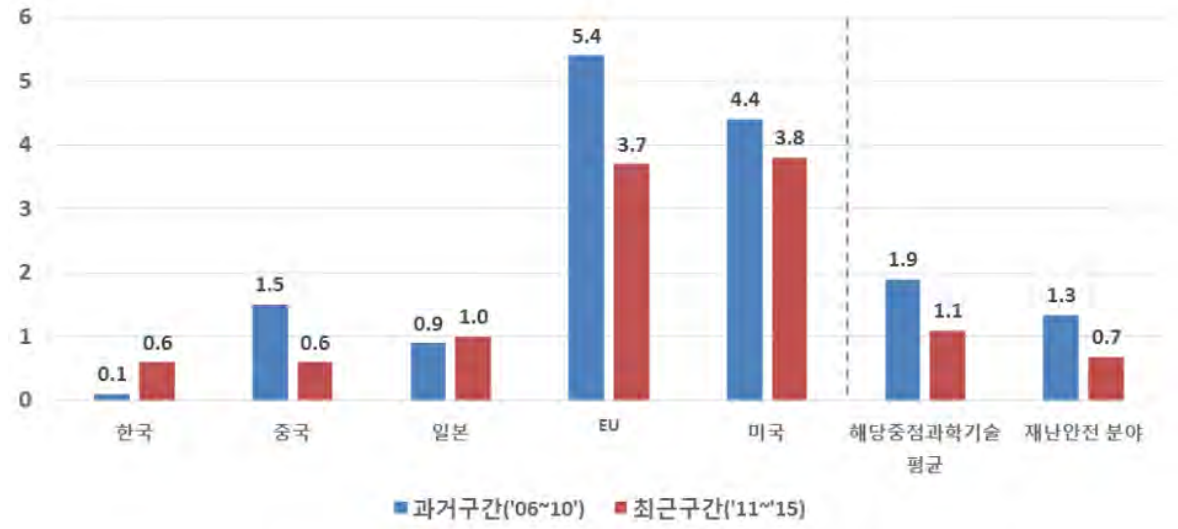
- 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -16%이고, 한국은 과거구간에 2위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	125	105	230	-16.0%
중국	197	814	1,011	313.2%
일본	79	93	172	17.7%
EU	31	50	81	61.3%
미국	98	123	221	25.5%
전체	530	1,185	1,715	123.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

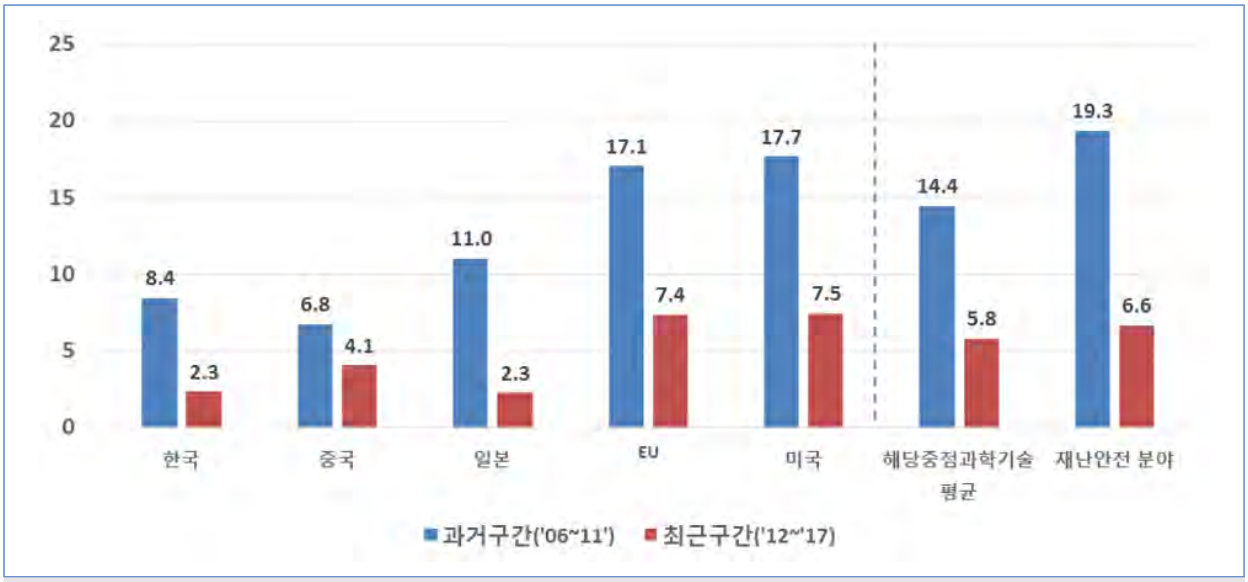


● 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 EU의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

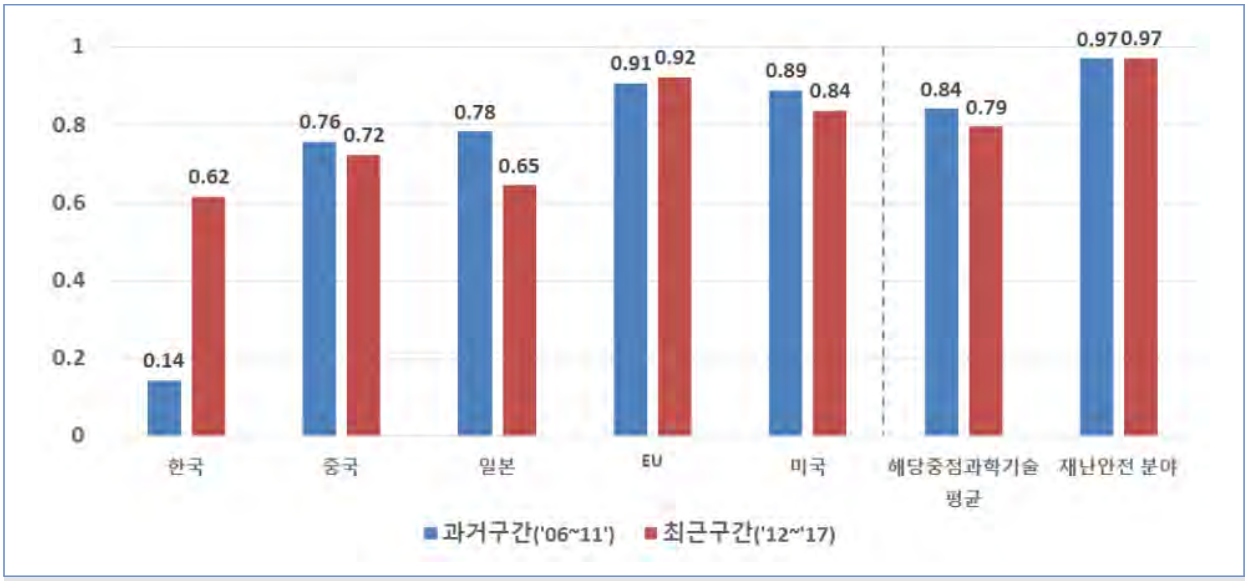
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



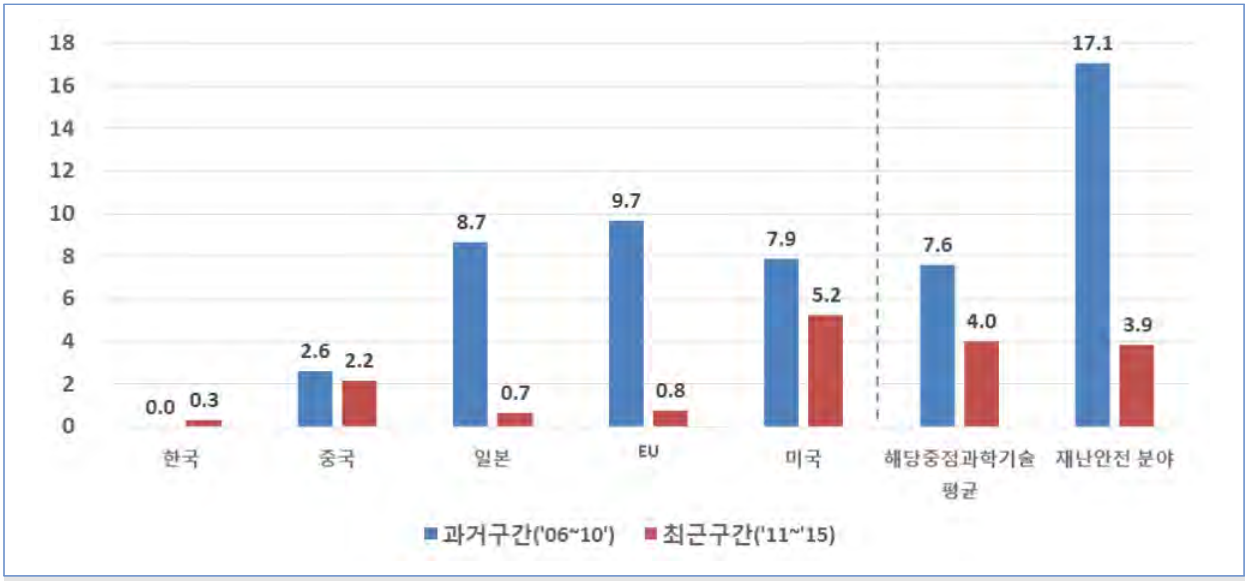
- 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



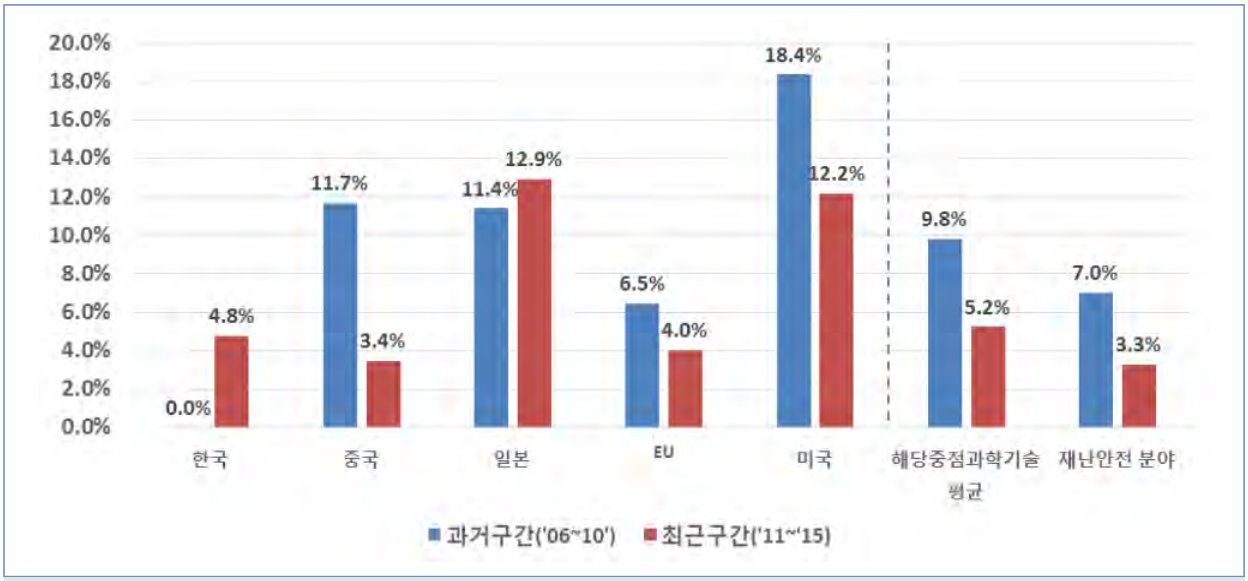
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



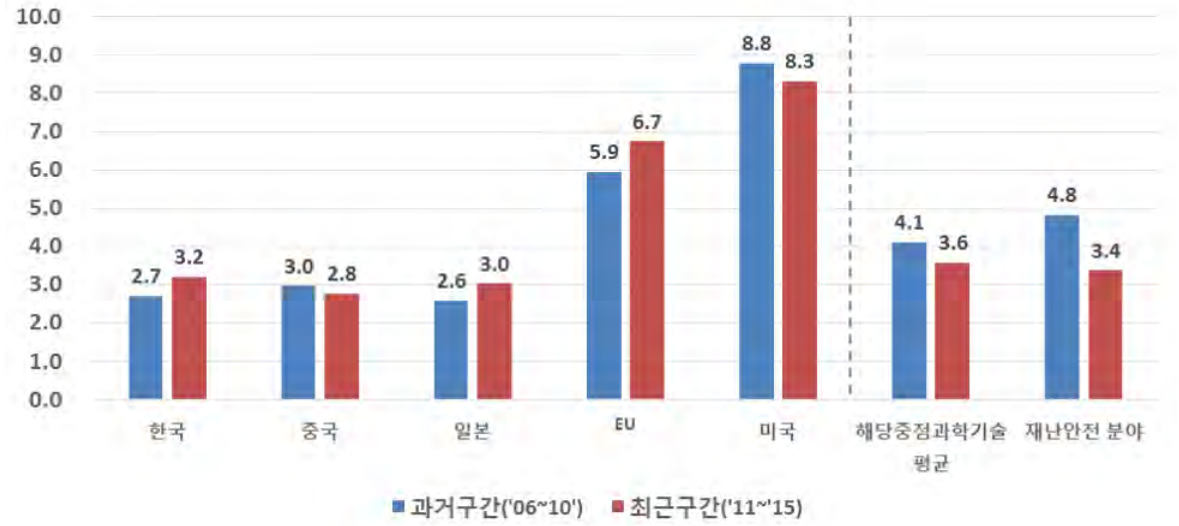
● 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

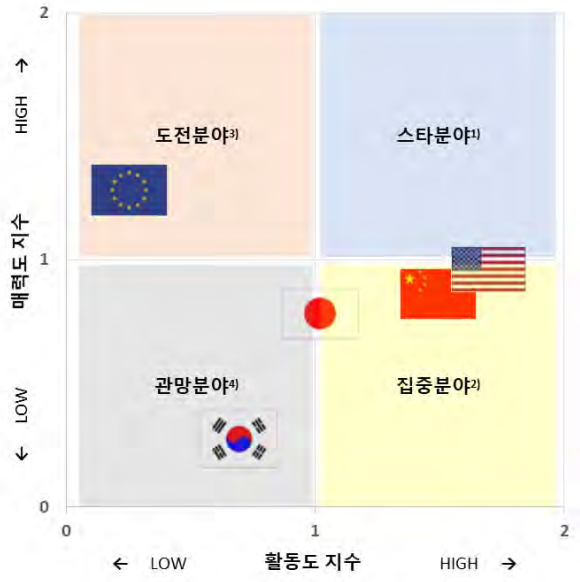
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

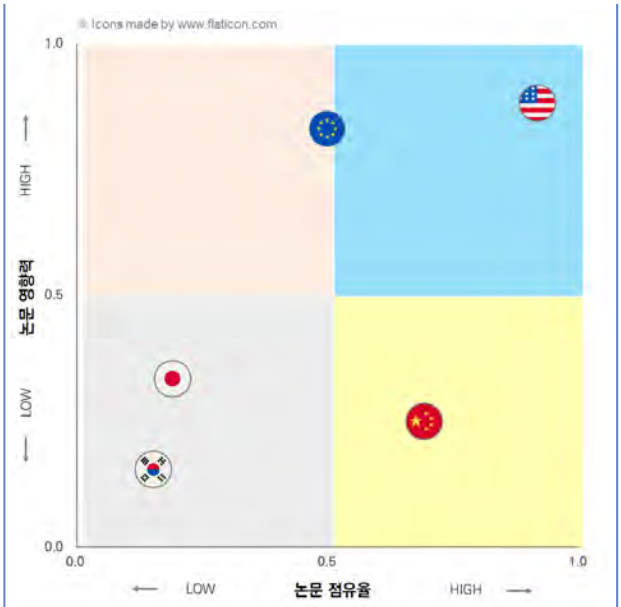
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

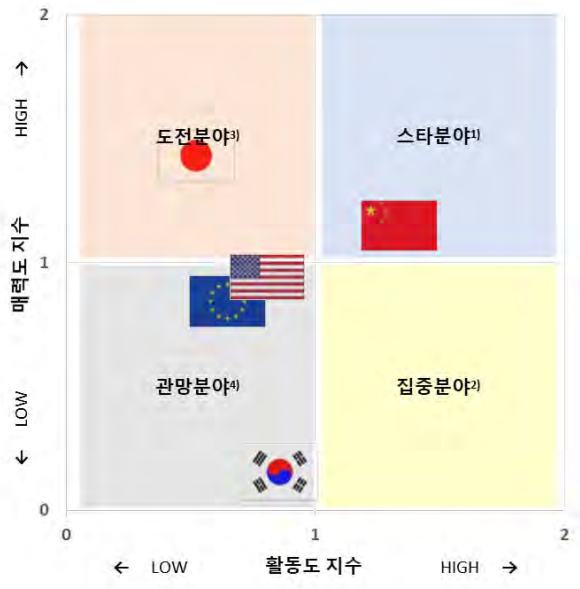


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

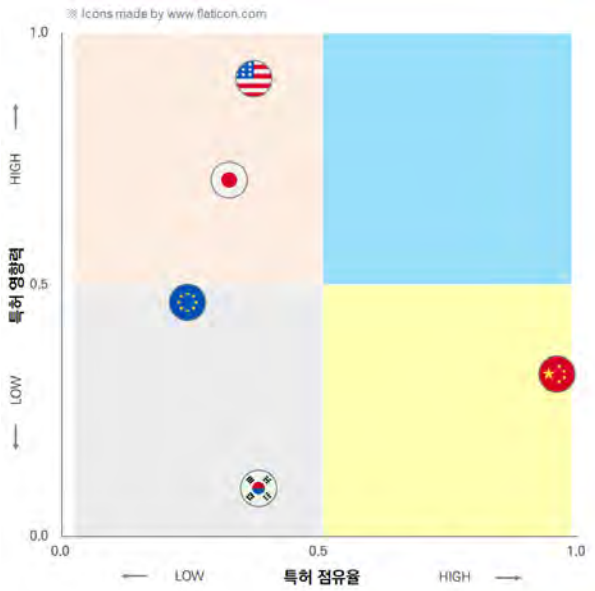
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA(3.83%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '강원대학교'가 12.12%(글로벌 점유율은 0.45%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	중국	13.65%	3.83%	140.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.80%	2.03%	250.00%
3	NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY	미국	4.27%	1.80%	28.57%
4	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	3.61%	1.01%	700.00%
5	HENAN POLYTECHNIC UNIVERSITY	중국	3.21%	0.90%	-40.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KANGWON NATIONAL UNIVERSITY	12.12%	0.45%	300.00%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	12.12%	0.45%	-66.67%
3	JEONJU UNIVERSITY	9.09%	0.34%	200.00%
4	GACHON UNIVERSITY GIL MEDICAL CENTER	6.06%	0.23%	100.00%
5	KOREA UNIVERSITY	6.06%	0.23%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	13.65%	3.83%	140.00%
2	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.61%	1.01%	700.00%
3	HENAN POLYTECHNIC UNIVERSITY	3.21%	0.90%	-40.00%
4	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	3.21%	0.90%	200.00%
5	NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.21%	0.90%	600.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YOKOHAMA NATIONAL UNIVERSITY	7.41%	0.45%	300.00%
2	NEC CORPORATION	5.56%	0.34%	200.00%
3	HIROSAKI UNIVERSITY	5.56%	0.34%	100.00%
4	TOKYO DENKI UNIVERSITY	5.56%	0.34%	100.00%
5	TOKYO MEDICAL AND DENTAL UNIVERSITY	5.56%	0.34%	-50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.69%	0.34%	100.00%
2	SP SWEDISH NATIONAL TESTING AND RESEARCH INSTITUTE	1.13%	0.23%	-100.00%
3	MIDDLESEX UNIVERSITY	1.13%	0.23%	100.00%
4	MAIN SCHOOL OF FIRE SERVICE	1.13%	0.23%	0.00%
5	UNIVERSITY DE PICARDIE JULES VERNE	1.13%	0.23%	-100.00%

6 미국

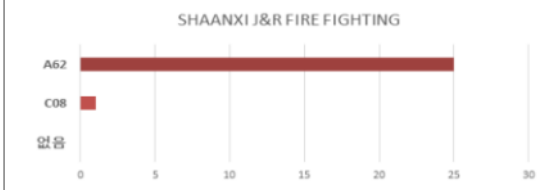
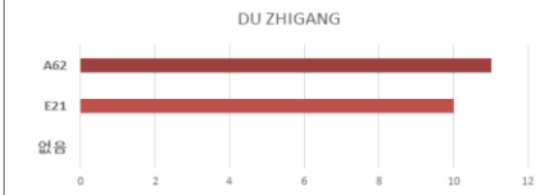
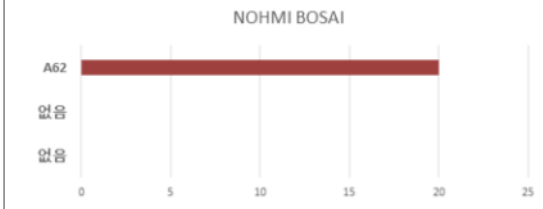
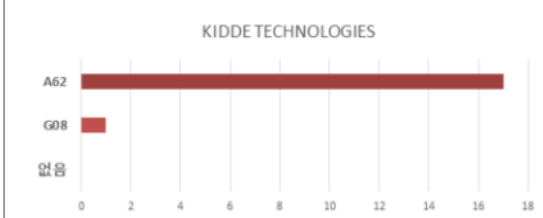
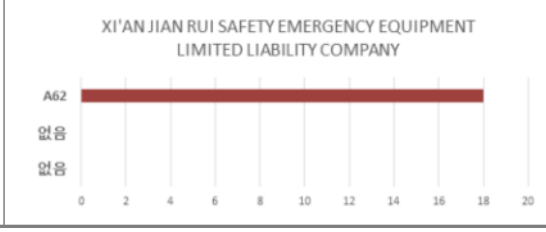
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.80%	2.03%	250.00%
2	NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY	4.27%	1.80%	28.57%
3	UNIVERSITY OF CINCINNATI	1.60%	0.68%	-80.00%
4	TEXAS A AND M UNIVERSITY	1.60%	0.68%	100.00%
5	ROCKY MOUNTAIN RESEARCH STATION	1.33%	0.56%	-75.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'SHAANXI J&R FIRE FIGHTING(1.52%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '김용진'이 2.61%(글로벌 점유율은 0.35%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SHAANXI J&R FIRE FIGHTING'과 '김용진'은 A62(인명구조; 소방)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

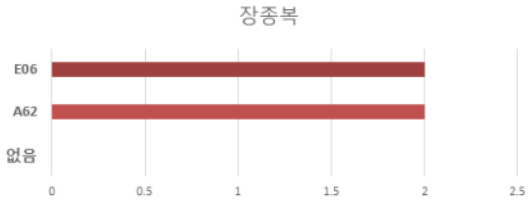
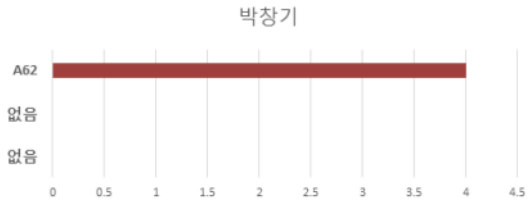
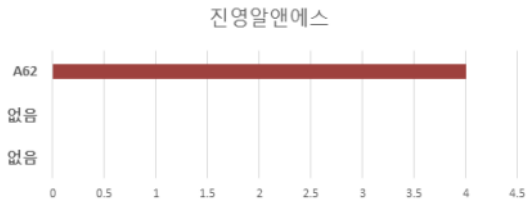
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SHAANXI J&R FIRE FIGHTING	중국	2.57%	1.52%	36.36%
2	DU ZHIGANG	중국	2.08%	1.22%	-9.09%
3	NOHMI BOSAI	일본	11.63%	1.17%	-18.18%
4	KIDDE TECHNOLOGIES	미국	8.14%	1.05%	1,600.00%
5	XI'AN JIAN RUI SAFETY EMERGENCY EQUIPMENT LIMITED LIABILITY COMPANY	중국	1.78%	1.05%	1,700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A62	인명구조; 소방
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
2		A62	인명구조; 소방
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		-	-
3		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
4		A62	인명구조; 소방
		G08	신호
		-	-
5		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-

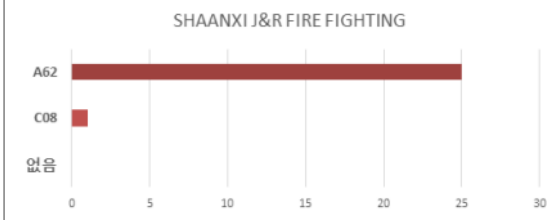
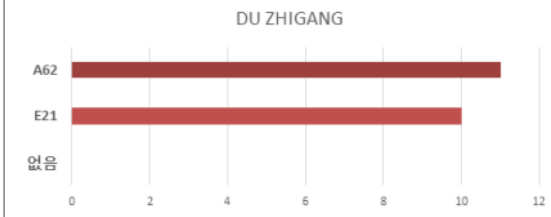
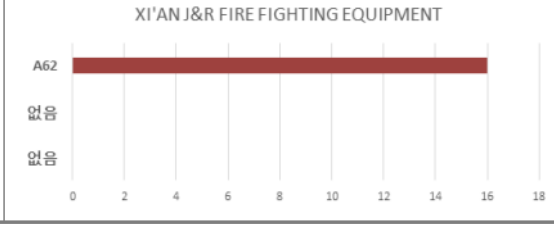
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	김용진	2.61%	0.35%	-100.00%
2	장종복	1.74%	0.23%	-66.67%
3	박창기	1.74%	0.23%	-100.00%
4	진영알앤에스	1.74%	0.23%	-100.00%
5	파세코	1.74%	0.23%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
2		E06	도어, 창(窓), 셔터 또는 롤러 블라인드 일반; 사다리
		A62	인명구조; 소방
		-	-
3		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
4		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
5		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		F23	연소장치; 연소방법
		-	-

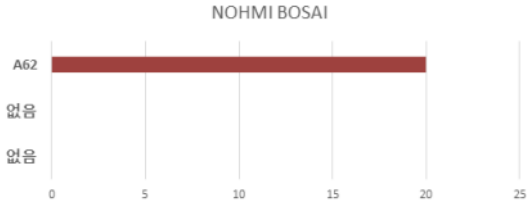
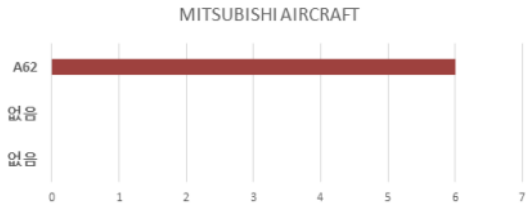
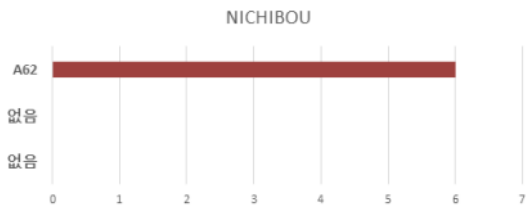
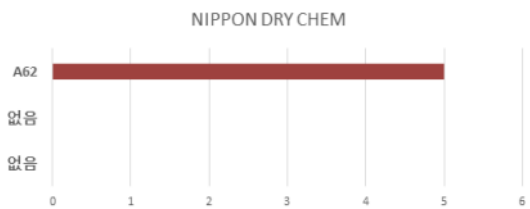
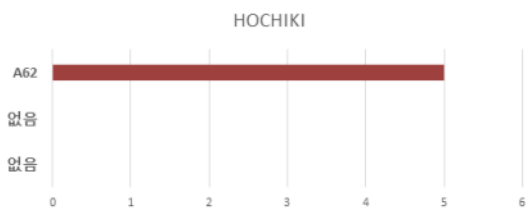
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SHAANXI J&R FIRE FIGHTING	2.57%	1.52%	36.36%
2	DU ZHIGANG	2.08%	1.22%	-9.09%
3	XI'AN JIAN RUI SAFETY EMERGENCY EQUIPMENT LIMITED LIABILITY COMPANY	1.78%	1.05%	1,700.00%
4	XI'AN XINZHU FIRE AND RESCUE EQUIPMENT	1.68%	0.99%	1,500.00%
5	XI'AN J&R FIRE FIGHTING EQUIPMENT	1.58%	0.93%	1,500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A62	인명구조; 소방
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
2		A62	인명구조; 소방
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		-	-
3		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
4		A62	인명구조; 소방
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		-	-
5		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-

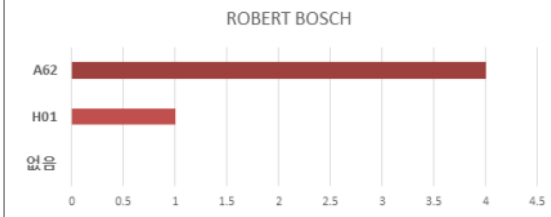
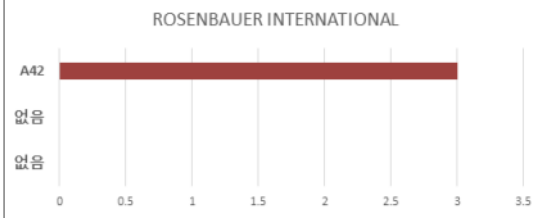
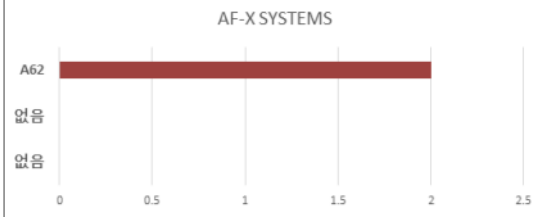
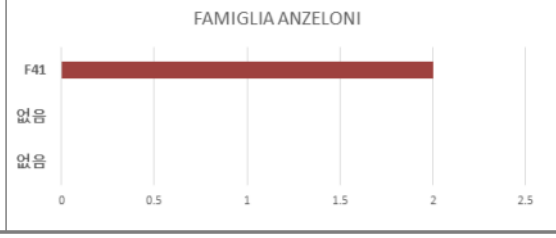
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NOHMI BOSAI	11.63%	1.17%	-18.18%
2	MITSUBISHI AIRCRAFT	3.49%	0.35%	500.00%
3	NICHIBOU	3.49%	0.35%	500.00%
4	NIPPON DRY CHEM	2.91%	0.29%	400.00%
5	HOCHIKI	2.91%	0.29%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
2		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
3		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
4		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
5		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-

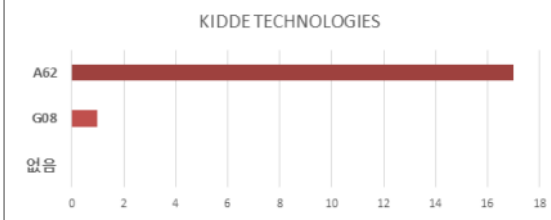
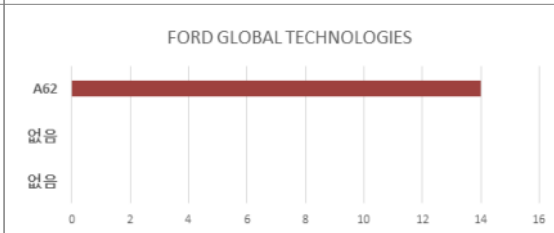
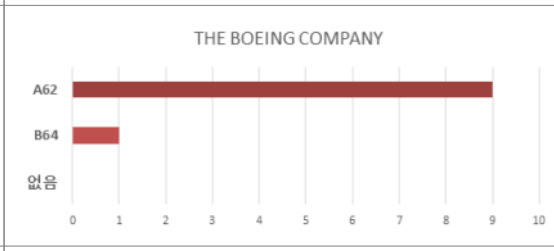
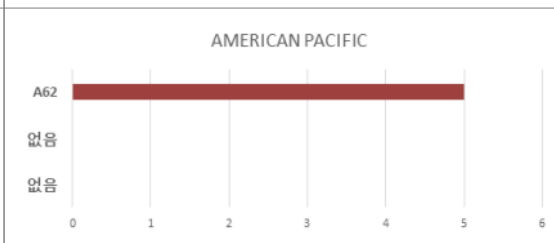
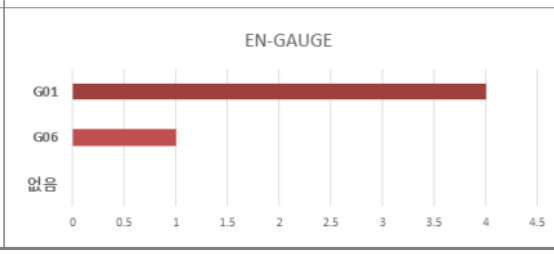
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	AIRBUS OPERATIONS	7.41%	0.35%	400.00%
2	ROBERT BOSCH	6.17%	0.29%	400.00%
3	ROSENBAUER INTERNATIONAL	3.70%	0.17%	200.00%
4	AF-X SYSTEMS	2.47%	0.12%	100.00%
5	FAMIGLIA ANZELONI	2.47%	0.12%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
2		A62	인명구조; 소방
		H01	기본적 전기소자
		-	-
3		A42	머리에 착용하는 것
		-	-
		-	-
4		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
5		F41	무기
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KIDDE TECHNOLOGIES	8.14%	1.05%	1,600.00%
2	FORD GLOBAL TECHNOLOGIES	6.33%	0.82%	-83.33%
3	THE BOEING COMPANY	4.52%	0.58%	133.33%
4	AMERICAN PACIFIC	2.26%	0.29%	400.00%
5	EN-GAUGE	2.26%	0.29%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A62	인명구조; 소방
		G08	신호
		-	-
2		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
3		A62	인명구조; 소방
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
4		A62	인명구조; 소방
		-	-
		-	-
5		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 우주·항공·해양 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

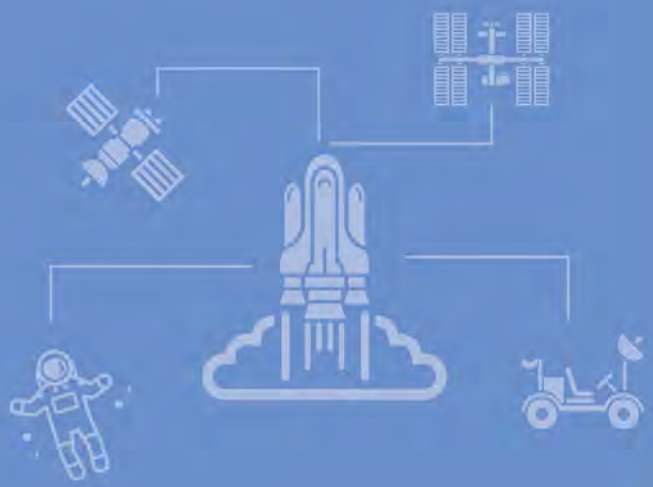
Ⅲ. 우주·항공·해양



2018년 기술수준 평가

16. 우주발사체 개발 및 운용 기술 ····· 1
17. 우주환경 관측·감시·분석 기술 ····· 33
18. 우주 탐사 및 활용 기술 ····· 63
19. 유·무인 통합 자율 비행체 기술 ····· 93
20. 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술 ····· 125
21. 지속가능한 해양공간 개발 기술 ····· 155
22. 극한공간 인프라 기술 ····· 187

16 우주발사체 개발 및 운용 기술



16 우주발사체 개발 및 운용 기술

중점과학기술 개요

☑ 위성체 및 우주탐사선을 지상에서 우주공간으로 쏘아 올리는 발사체 시스템의 설계·제작·시험평가·발사운용 등의 체계 기술로, 엔진·구조체·유도항법제어 등의 서브시스템 개발 기술, 체계종합, 시험평가 및 신뢰성 향상 기술, 발사대 관련 지상시스템과 통제시스템, 발사장 운용 등을 포함하는 우주발사체 시스템 종합기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

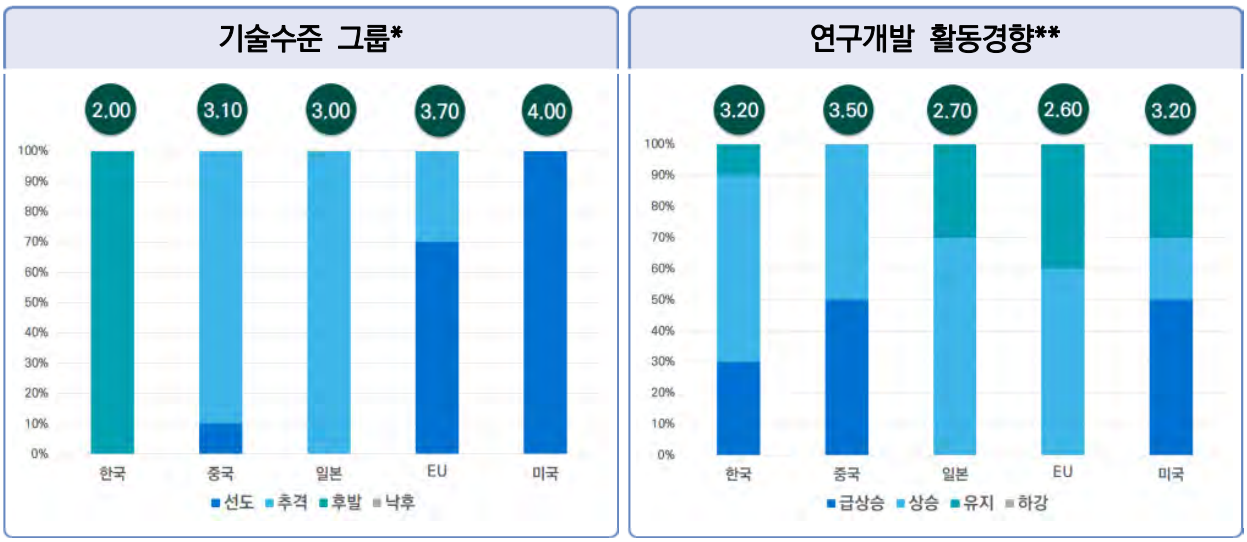
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	60.0	17.0	후발	보통	보통	상승
중국	89.0	7.0	추격	우수	우수	급상승
일본	86.0	7.0	추격	우수	우수	상승
EU	95.0	3.0	선도	우수	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	60.0	16.0	60.0	55.0	65.0	6.3	17.0	15.0	20.0	5.1
중국	89.0	6.5	89.0	88.0	90.0	3.5	7.0	6.0	8.0	3.0
일본	86.0	7.0	86.0	85.0	90.0	4.7	7.0	7.0	10.0	2.5
EU	95.0	3.0	95.0	90.0	95.0	5.1	3.0	3.0	5.0	2.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

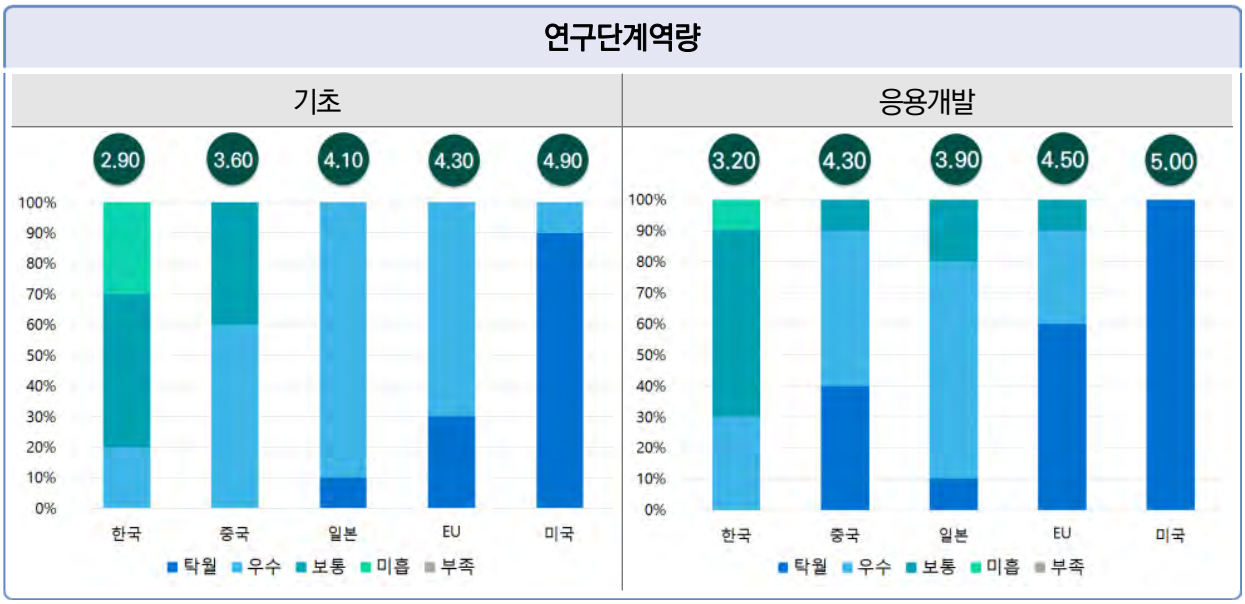
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (60.0%)	• 정부의 투자가 강력하게 이루어지고 있으나 아직도 발사체 개발과 같은 우주개발 인프라 구축 중 – 중간 진입 전략의 활용으로 우리의 첨단 기술을 우주기술로 변환할 수 있도록 정책적 배려가 아직 부족 • 개발 중인 KSLV-2 시험발사 연기는 물론, 제한된 기술자립도와 발사체 성능 등을 고려할 때 미국 대비 상대적인 기술 격차는 증가 • 개발 중인 한국형 발사체의 발사 성공 전까지는 발사체의 신뢰성 확보는 어려우며 현재 개발 시험 중인 엔진이나 기타 부품들의 연구 성과로 기술 수준 평가 가능 • 열심히 하고 있지만 아직 갈 길이 멂 • 한국형 발사체 일정 지연 및 산업화 기술 미확보 • 2013년 나로호 발사에 성공하였으나 아직 자체적인 발사체개발 능력을 보여주지 못하고 있음. – 2018년 10월 시험발사체 발사를 통한 로켓엔진 검증이 일차적 목표 • 최근 괄목할 만한 성장을 이루었으나, 1960년대 아폴로프로그램의 수준에 미치지 못하는 현실. 선도 그룹의 빠른 성장에 의하여 격차는 더 벌어짐
중국 (89.0%)	• 가장 빠르게 우주개발 인프라 확보. 정치적인 이유로 정부의 매우 과감한 투자가 지속적으로 이루어지고 있으며 전문가들은 중국이 대부분의 우주기술을 확보한 것으로 판단 • 경쟁력 높은 로켓 개발보다는 기존 로켓 활용을 통한 우주탐사 계획에 더 높음 비중. • 정부 주도로 성장하여 최고 기술 보유국 사업을 대부분 복제 실현하여 성공했고 기술 개선에 주력 • 엄청난 연구개발비 및 연구 인력을 바탕으로 격차를 좁혀가고 있음 • 유인우주선 운용, 고성능 엔진 개발 성공 및 장정 6호 발사 및 운용 • 국가 비전에 따른 정부주도 투자에 의하여 추격 그룹 내의 위치 역전
일본 (86.0%)	• 미국과의 협력을 바탕으로 독자적인 발사체 개발, 첨단 기술을 결합한 위성 기술을 확보했으며 가구야, 하야부사 등의 우주탐사 기술도 확보함. 정부의 일관된 투자가 이루어지고 있어 기술은 첨단 수준을 유지 • 상업용 발사체 경쟁력 강화를 위해 차세대 로켓 H-III 개발 중 • 위성 발사 시장에서 경쟁력 확보 목표. • 정부와 민간의 역할 분담이 가시적인 성과로 도출되기까지 시간 필요 • 꾸준한 투자와 뚝심 있는 기술개발 로드맵 • 최고 기술 보유국에 비하여 민간 주도 기술(예: 재활용 발사체) 격차 더욱 확대 • 발사체 H-II는 위성 발사 및 ISS에 화물 배달에 사용되는 신뢰도 및 기술 수준이 높음 • H3시리즈 개발을 통해서 H2와 달리 단별 엔진통합을 시도하고 있고 연평균 발사횟수를 10회 이상으로 하여 저비용발사 시도 • 신뢰성 향상 등의 성과로 부단히 추격 중이지만 고비용 및 내수 한계로 성장은 지체
EU (95.0%)	• 미국에 견주어 우주개발 인프라와 우주활용 기술은 뒤지지 않으나 정부 투자 비용과 기술 개발 수준이 약간 늦은 수준 • 아리안 6와 베가-C 발사체 개발 등을 통한 활발한 기술 발전을 이루고 있으나, 미국과 격차는 상대적으로 더 벌어지고 있음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 차세대 아리안 로켓 개발을 통한 경쟁력 강화 노력 • 다수의 국가 간 기술 공유 및 협력 장점으로 최고 기술 보유국 대비 대등한 수준으로 성장 • 탄탄한 항공우주 기반기술을 바탕으로 미국에 근소하게 뒤처진 선도 그룹 유지 중 • 최고기술보유국 대비 민간 주도 기술(예 : 재활용 발사체) 격차 확대 • 현재 운영 중인 우주발사체 아리안 5은 상업성 및 신뢰도가 매우 높음 • 우주발사체의 경제성을 고려하여 개발한 베가, 그리고 개발 중인 아리안 6은 높은 기술 수준 • 1965년 프랑스가 최초 우주발사체 개발에 성공한 이래 아리안 5의 꾸준한 발사 성공과 저비용 발사체인 아리안 6의 개발을 통해 계약 후 6개월 이내에 위성발사를 시도하려는 노력이 돋보임
미국 (100%)	• 우주개발 전 분야에서 최고의 기술을 보유하고 있으며 독자적으로 우주탐사 및 우주항행 기술의 보유와 화상 탐사 등의 최첨단 우주기술 활용을 지속적으로 실현 • 상업용 발사체의 재활용 기술 개발 성공. 경쟁력 절대적 우수 • 세계 최고의 투자 및 고급 기술 인력 확보, 민간 투자의 활성화 및 사업의 확대 가능성 • 혁신적인 민간 업체들의 등장으로 선두의 지위를 더욱 확고히 함 • 국가주도로 개발한 기존 기술 및 인프라를 활용하여 민간에서 우주발사체 개발 및 운용을 활발히 진행할 정도의 기술 수준 • NASA는 화성 및 심 우주 탐사 등에 필요한 발사체의 최고 기술 수준을 보유하거나 개발 중 • 최근 러시아 엔진에 의존하고 있으나, 기술 개발력은 여전히 세계최고 수준. - SpaceX 등 민간로켓 개발을 통한 상업용 발사체 개발로 전 세계적 저비용발사체 개발 경쟁을 촉발 • Space X의 저비용발사체를 위한 1단 재사용 실현, 화성 유인탐사를 위한 개발 실행, Blue origin의 저궤도 여행용 유인 우주선 개발 진행 • 장기비전과 수요제시에 의한 적극적 민간 참여로 추격그룹과의 차이를 더 크게 벌림

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 우주개발에 대한 국민적 공감대를 바탕으로 안보 측면의 우주개발 소요까지 제기되어 유리한 여건 확보 • 인력이 양적으로는 부족하나 질적으로는 매우 우수 • 정부의 지속적인 투자로 상승세 유지 • 75톤 엔진의 개발 완성단계에 돌입, 시험 발사체 발사 임박. 관련 기술의 급상승 • KSLV-2의 발사 성공을 위해 노력 중이며 이러한 노력을 통하여 기초 연구 및 응용 연구의 가시적인 성과가 있었음. 독자적인 발사체 개발을 위한 시험 설비의 인프라 구축이 완료	• 아직도 우주개발 인프라의 확보가 부족하며 특히 우주개발의 활용과 응용기술의 개발은 부족한 실정. 특히 우리나라의 강점인 IT 분야의 우주기술화에 대한 정부의 인식 부족이 나타나고 있어 우주기술 개발에 대한 인식공유 필요 • 정부의 리더십 및 실패에 대한 사회적 관용 부족 • 기술적 자립도 제고가 관건임 • 우주개발을 위한 생태계 조성이 아직도 미진, 우주탐사 등 개발 방향의 일관성 유지 필요. 특히 우주개발 결과의 활용을 위한 국가 인프라 구축이 우선적으로 필요

국가	강점분야	기타
	되어 이를 이용하여 한국형 발사체의 성공적인 발사 및 운용을 보인다면 기술 선진국에 대비한 현저한 기술적 격차를 크게 줄일 수 있을 것 • 국가주도의 발사체 개발 역량 집중 • 고체 부스터가 필요 없는 케로신 계열의 엔진기술 일관성 • 나로우주센터에 추진기관 시험시설 및 조립동, 발사대등 개발 인프라가 구축되어 한 곳에서 전체 공정에 대한 시험가능 • 국가 및 국민의 우주발사체 개발의지 확고. KARI에 대한 안정적인 연구개발비 지원 • 타 분야에 비해 상대적으로 풍족한 국가적 지원	• 기초분야에서는 지속적인 연구비 투자 및 관심 필요. 응용 분야에서는 인프라가 갖는 기술격차 발생 • 현재의 프로그램에 급급함. 현재의 프로그램과 동시에 차기 발사체에 사용될 엔진 및 핵심기술에 예산/인력이 거의 부재. 가장 큰 위험요인 • KSLV-2의 발사 성공을 위해 노력 중이나 이미 수십 년 전에 독자적인 발사체를 발사 성공한 선진국에 비해 아직도 현저한 기술적 격차를 보이고 있음 • 발사경험이 아직은 충분하지 않음 • 가격경쟁력 측면에서 개선 필요 • 경량화를 위하여 부족한 소재 및 제작 기술 개발 필요 • KARI 중심의 연구개발 활동이 활발하나 응용연구에 치중. 국가연구소의 연구 활동은 거의 없고 개발활동에 치중. 향후 고효율 저비용 발사체 개발의 장애요인으로 작동할 우려. 산업체의 인프라 및 우주산업 참여 의지가 취약. 정부 교체에 따른 우주개발 정책 변화가 급심함. 순환근무제에 따른 정부의 정책전문가 부족. 대학을 통한 전문 우주인력 양성에 대한 향후 정책이 대단히 미흡하여 지속적이고 양질의 우주개발이 우려됨 • 인력 및 인프라 미흡
중국	• 우주개발을 통해 G2에 걸맞은 국가 브랜드 제고 및 자긍심 함양에 국가적 노력을 경주하고 있음 • 우수한 연구개발 인력과 충분한 개발비 확보, 상대적으로 신속한 의사결정 등 • 정부가 우주개발을 과학기술의 한 분야가 아닌 국가유지 기술로 인식하고 지속적 개발 지원 • 독자적인 우주정거장 확보, 달 탐사 등을 통한 중국의 힘을 과시하는 노력에 집중 • 독자위성항법 시스템인 베이두를 활용해 독자적인 활동 영역을 전 세계로 넓히고 있음 • 케로신-액체산소 조합의 추진제를 사용한 고성능 다단연소 엔진(YF-100엔진)의 완성 및 이를 활용한 장정로켓 발사 • 지속적 유인우주선 발사 운용 • 국가주도의 발사체 개발 역량 집중. 자국 위성 수요에 따른 발사체 수요 증가. 발사체에 필요한	• 재래식 개발역량을 뛰어넘을 기술혁신이 관건임 • 정부의 투자에 힘입은 우주개발 영역의 확장은 성공하였으나 창의적인 기술개발과 독자적으로 수행할 수 있는 우주탐사 기술 확보에는 조금 더 시간이 필요할 것 • 로켓 개발보다는 우주탐사에 더 초점 • 타국의 인공위성 발사 등의 상업 시장에 내세울 만한 대표적인 발사체가 없음. 우주 상업 시장의 적극적인 개척 필요 • 상업적 측면에서 해외 발사체 수주 경험 부족 • 외교적 이유에서 발사체 개발에 대한 미국의 견제 • 기초 및 응용 연구에 관련된 논문의 수는 많지 않으나 중국의 폐쇄성에도 관련이 있다고 보임. 다만 미국이 수십 년간 진행한 우주 프로그램을 거의 모두 복사하여 성공적으로 진행한 것은 매우 고무적으로 보임. 이를 바탕으로 발사체

국가	강점분야	기타
	풍부한 인력. 여러 발사장 및 시험설비 등 풍부한 인프라 • 국가의 전폭적인 지원 및 일관적인 우주개발 정책이 장점 • 발사경험 및 양질의 전문 인력이 풍부 • 대학에 대한 전폭적인 지원을 통한 미래 인력 양성에 강점	분야의 세계선도 국가가 되기 위하여 기 개발된 기술의 보수 유지 및 개선에 박차를 가할 것
일본	• 북한의 핵/미사일 개발에 대한 대응전략을 내세운 국민적 공감대를 바탕으로 우주강국을 향한 투자 확대 중 • 발사체 등 우주개발 인프라 개발을 완료하고 국방을 위한 고성능 위성 개발 노력 • 일본 정부는 우주개발을 과학의 한 분야가 아닌 국가차원의 확보기술로 인식하고 지속적인 개발 노력을 기울이고 있음. 특히 기초 분야의 독창적인 기술을 접목하여 우주기술로 변환하는 노력에 집중 • 지속적인 관심과 예산투자를 통한 연구개발 우수성 • 엔진 개발 성공으로 기술 상승. • 정부 및 민간 투자의 활성화 • 개별적인 연구자의 연구 분야에서 지속적인 연구 풍토 조장의 성공으로 심도 있는 연구 및 기술 축적이 가능해 졌음 • 기 확보된 발사체(H-2) 활용, 저비용 고효율의 H-3를 개발하는 등 도전적 투자 • 비추력 효율이 높은 수소엔진 운영을 위한 액체 수소 인프라가 잘 구축됨 • 고체 부스터 기술이 장기간 적용됐고 최근 소형 고체로켓 기술이 정립돼 활용됨 • 오랜 기간 심우주 탐사기술이 발전되어 왔고 최근 성과들이 나타나고 있음 • 장기간의 우주개발 경험을 바탕으로 최근에는 여러 발사체엔진의 통합 및 발사요구 다양화에 부응하려는 노력 • 기존 소형발사체 기반 수직이착륙 발사체에 대해 2018, 2019년에 시험 계획	• 우주개발 기술은 미국과의 관계를 유지하기 위한 수단의 하나로 활용하고 있으므로 미국과의 공동 우주개발에 노력 • 유인우주선 부재 • 가격경쟁력 부재 • 현재의 우주 발사체 분야에서의 고비용 저효율에 탈피하고자 H-3를 개발하고 있으나 가시적인 성과는 아직 보이지 않음 • 상업적 측면에서 발사비용이 경쟁국에 비해 비싼 편 • MHI이외에는 우주산업 기반이 아직 부족 • 우주개발에 대한 국가 사회적 공감대 • 발사체의 가격 경쟁력이 없어 H-3 로켓과 LE-9 엔진 개발 중.
EU	• 수요와 공급 측면에서 가장 개방된 발사체 사업 여건 확보 • EU 공동체의 풍부한 기술과 인력, 인프라 등을 활용 가능	• EU 결속력 약화가 국가 간 우주분야 협력체계 약화로 연결될 가능성 • 여러 나라의 협력을 바탕으로 우주개발이 이루어지므로 의견 수렴을 위한 비효율적인 부분이

국가	강점분야	기타
	• 대부분의 우주개발 기술의 인프라를 확보했고 독자적인 우주개발, 결과활용 등의 능력 확보. 특히 아리안 로켓 이후의 차세대 고성능 로켓 개발을 마무리 하는 단계, 미국 등과 경쟁하며 우주탐사의 독자영역 개척 • 발사비용 절감을 위한 민간 주도 개발에 노력. 유럽 연합의 밀접한 협력 관계 • 다수의 국가의 기술 공유 및 협력. 개별 국가 특히 영국, 프랑스, 독일 등의 EU 내 선도 국가들의 우주발사체 기술 개발의 의지가 강하게 표출되고 지원도 강화되고 있음 • 미국 다음으로 기초 기술 및 응용 기술 개발 관련 논문의 양이 많음 • 아리안6 로켓 개발에 민간 참여의 폭을 넓힘 • 오래 동안 유지하고 있는 발사체 상업성 • 여러 나라와 기관이 협력하는 협업체계에 따른 위험 분담 감소 • 다양하고 다수의 기초연구 수행 역량 • 아리안6을 통한 대형발사체의 발사비용 저감 및 발사횟수 증대, 계약기간 이후 발사에 소요되는 시간을 기존 12개월에서 6개월로 단축하려는 목표	있으나 현재까지는 역내 국가들의 협력을 바탕으로 성공적인 우주개발 중 • 그간 가격 경쟁력을 유지해 왔으나 최근 5년간 미국의 Space X 사의 등장으로 위협을 받고 있으며 저비용 발사체의 개발 시급 • 유인우주선 부재 • 다수 국가의 협력으로 발사체(우주) 개발이 진행돼 EU 내 정치 및 경제적인 이유로 진행에 차질을 겪는 경우 존재
미국	• 국가 전략에 따른 정부의 비전 및 수요 제시 • 민간 기업 투자 확대 • 전통적 발사기술과 최근의 혁신적 개년의 발사기술 간 적절한 조화와 경쟁 구도가 강점 • 모든 분야에서 세계 최고 수준의 우주기술 보유. 화성 탐사와 DSG(Deep Space Gateway) 등 대한 국제 협력프로그램을 공동을 추진할 가능성이 매우 큼 • 기술력을 바탕으로 민간 우주산업 영역 확장 • 민간 발사체 업체의 비용 절감된 발사체/발사/운용기술, 저궤도 유인 여행을 위한 시험비행 성공 및 관련 기술 구축 • 정부 투자 및 민간 투자 활성화 • 기 확보된 우수 기술 및 기술 보유 인력 • 수십 년간의 투자로 확보된 인프라 • 최고 수준의 발사체 기술력 • 오랜 경험이 쌓인 제작 기술 • 정부 주도 하에 마련된 풍부한 발사장 인프라	• 경제성 확보가 더딤 • 미국도 정권이 교체될 때 마다 우주개발 방향이 유지되지 못하고 있음 • 정부 투자보다 민간 투자의 지목도가 높아서 자칫 기술 개발 및 비용 투자의 방향성이 오도될 가능성 • 상업적 민간업체에 발사체 의존성이 큼 • 경제적 이유로 러시아에 의존했던 로켓엔진을 새롭게 개발. 민강의 저비용 우주개발 경쟁을 통한 재사용발사체 기술 급상승 • 젊은 엔지니어 유인/양성에 어려움

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	5위	2위	4위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 우주개발 기술은 민군 겸용 기술이므로 항공, 전자, 재료, 통신 등의 다분야 융합 뿐 아니라 산업체와 전문연구기관 사이의 연구 교류 및 협력 관계 구축 필요 • 개발 과정에서 확보된 기술을 국내 연구기관 간 공유하고, 국내 참여업체들에게 핵심적 노하우를 과감히 이전하려는 정부 측의 노력이 매우 중요. 실제로 나로호 사업과정에서 1단 로켓은 러시아 기술에 의존할 수밖에 없었지만, 2단 로켓은 ADD가 유도무기 개발과정에서 국내 시제업체와 함께 확보한 기술을 조건 없이 항공우주연구원으로 하여금 활용할 수 있게 했던 점은 좋은 본보기라고 할 수 있음 • 효율적이고 실질적인 산학연 협력 강화 시급 • 미래 소요 기초 및 응용 기술 분야에서의 산학연 협력 연구 활성화 • 국내의 몇 안 되는 우주발사체 관련 연구 기관 간 상호 교류 및 협력 강화 • 한국항공우주연구원을 포함한 다양한 산학연 연구개발 체계 확산 • 한국형발사체 실용화에 필요한 산업체 지속적인 참여를 위한 흔들리지 않는 정부의 의지 및 계획
국제협력 촉진	• 위성 개발은 국내 활용을 목적으로 하는 것이 아니며 국내 활용뿐 아니라 국제사회의 공조와 협력을 통하여 더 큰 시장의 확보와 부가가치의 창출 가능. 또한 적절한 국제 협력을 통하여 국가 위상의 제고도 가능하며 궁극적으로는 우리나라의 구제 위상을 높일 수 있는 효과적인 방법 • 아직 부족한 기술에 대해서는 양성적으로 해외 유력업체와 협력을 추구하되, 출연기관 일색의 국제협력 참여가 아니라 국내업체가 중심이 되어 국제협력에 참여함으로써 실질적 기술이전과 동시에 핵심부품 기술과 제작 역량 확보 • 정부/기관 차원에서의 실질적인 국제협력에는 많은 기술적 어려움이 있지만 대학을 활용한 국제협력 다변화 및 기술적 교류 • 관련 분야 유명 재외 한국 과학인의 초청 및 초빙을 통한 연구 및 기술 교류 활성화 • 해외 국가들이 기술 이전을 꺼리므로 현실적인 어려움 존재 • 한국형발사체 이후 상용화 및 대형화에 필요한 요소 설계기술 • 발사체 경제성 확보를 위한 저비용 설계/제작 기술, 하드웨어 공급 협력 등 • 국내에서 KSLV 2의 발사가 성공하면 이 발사체의 상용화를 위한 국제협력 필요. 예를 들어 인도네시아등과 협력하여 인도네시아는 적도에 위치한 발사장과 운영인력을 투자하고 우리나라는 발사를 서비스하는 방식
인력양성 및 유치	• 꾸준한 인력 양성이 필요하며 특히 발사체 개발 연구 인력은 국가의 장기적인 비전과 사업 추진을 통하여 확보 가능. 국가 간 기술 이전이 원천적으로 금지되어 있으므로 해외에서 교육받은 개발인력을 확보하여 사업을 할 수 없는 구조. 또한 위성 활용 분야는 빅데이터와 AI, 우주통신, 등의 첨단 신산업의 육성과 근본적으로 그 기초를 같이하고 있음. 따라서 우주개발 인력의 양성을 통해 4차 산업의 활성을 도모할 수 있음

	정책제언
	• 젊은이들 중 우주에 대한 환상은 예나 지금이나 각별하기 때문에 우주분야는 상대적으로 우수인력들을 흡인할 수 있는 조건을 가지고 있으므로 급여수준이나 병역 대체복무 등과 같은 부분에서 어느 정도의 여건이 확보되면 인력양성에는 별 문제가 없을 것으로 보며, 인구감소의 추세를 감안하여 제 3세계 국가들의 한국 유학 인력 가운데 우수한 자원을 흡수하여 활용하는 중장기적 계획 수립도 필요 • 대학을 활용하여 해외 전문 연구기관에 한국 학생들을 단기/중기 파견하여 위탁교육 수행 권장 • 산업 계통의 전담 인력의 재교육, 학생의 산연 관련된 연구의 활성화, 산학연 협연을 통한 도전 분야의 전문 인력 양성 • 우주발사체 관련 연구/개발 경험을 가진 인력을 적극 양성하고 해외의 관련 기술개발 경험자를 적극 발굴 유치 • 향후 우주발사체 실용화 및 대형화를 위한 산업체 인력 및 연구인력 확대를 위한 대학의 지원 • 인력양성사업의 지속적 확대 및 유지 필요. 우주개발 관련 기초연구사업이 지속되지 않으면 대학수준의 우주분야 연구 및 인력양성은 도태될 가능성 상존
인프라 구축	• 우주개발을 지속적으로 유지하기 위해 발사체, 위성 등의 하드웨어 개발 기술을 확보한 우수한 산업체 확보가 매우 필요함. 제작 인프라의 확보가 현재는 아직 미미하므로 산업체가 자발적으로 참여할 수 있도록 적절한 이익을 보장 할 수 있는 정책적 배려 필요 • 국가적 거대 인프라는 출연기관 중심으로 구축하되 중소형 규모의 연구 및 시험평가 시설/장비는 업체에서도 구축할 수 있도록 지원책 마련 • 민간 기업의 시험시설에 대한 중복 투자 방지 대책/방안 • 산학연이 공동으로 활용할 수 있는 연구 시설 등을 접근성이 좋은 지역에 배치 • 우주발사체에 국한하지 않고 열/유체/연소/공기역학, 재료과학 등의 전반적인 연구/개발 저변 확대 및 기술력을 가진 중견 업체 적극 지원/육성 • 발사체에 필요한 설비의 고도화 및 대형화에 대한 장기적 설비 인프라 구축 • 발사체 제작을 위한 산업체 대형 인프라에 대한 구축
법·제도 개선	• 산업체 인프라 구축을 위한 법적, 제도 정비 (산업체 관련, 관세 등의 세금 감면 등) • 출연연과 국내업체 간 민주적 역할 정립이 시급하며, 국가 대형 업을 통하여 확보된 기술의 국내업체로 이전이 형식에 그치지 않고 실질적이고 합리적 방식으로 이뤄져야 하고, 이제 어느 정도 성숙단계에 이른 우주개발에 있어서 과기부 중심의 독과점 체제를 탈피하여 부분적으로 경쟁적 발전 동력을 추구할 수 있도록 법과 제도가 개선 • 장기적으로 수행하여 원천기술을 확보할 수 있는 기초연구에 대한 정부의 지속적인 투자 • 민간에서 자유롭게 진입하여 투자 및 연구를 활성화 할 수 있는 제도적 발판 구축 • 발사체 관련 연구개발 인력에 대한 병역특례 제도 유지/확대 • 산업체 참여를 위한 항공우주법(방산관련 지원법 등)을 통한 세제 혜택 • 정부 조직 내 우주 전담 기구(우주청, 우주국) 신설 및 전문가 참여 • 현재 개발에만 초점을 두어 다음 발사체의 핵심기술 구축이 안 되고 있음. 다음 발사체에 사용 가능하도록 핵심부품의 개발이 동시에 선행개발 되어야 함. 그렇지 않으면 국민들은 다음 발사체를 또 10년간 기다려야함. 예를 들어 현 엔진 개량, 고성능엔진 초도품 개발, 경량화 탱크 등이 동시에 개발 되어야함. 우주핵심과제 혹은 앞으로 파이오니어 사업을 한다고 하지만 실무를 모르는 학계가 아니라 발사체를 개발하는 우주전문기관에서 중장기 전략을 가지고 핵심부품의 선행개발을 이루어야함 • 예산 사용의 효율화를 위한 법과 제도 개선

	정책제언
연구비 확대	• 안정적이고 지속적인 연구비 확대. 현재 우리나라의 연구비 수준은 선진국 대비 매우 열악한 수준(예 미국대비 1/100). 연구비 투자확대 목표를 설정하여 꾸준한 확대정책을 일관성 있게 추진하여야 함. 연구비 확대는 우주개발에 대한 국가 의지를 나타내는 중요한 척도이므로 일관된 정부의지를 나타낸다면 인력양성, 인프라 구축, 국제협력 분야에 긍정적인 파급 효과를 나타낼 수 있음 • 인력양성을 위한 우주기초분야 연구비의 지속적인 지원과 확대 필요 • 발사체 관련 기초연구, 연구 분야 다양성 및 저변 확대를 위한 연구비 확대 • 국가 위상 및 역량에 부합하는 연구비 확대 • 한국형발사체 이후 지원, 실용화 및 대형화에 필요한 지속적인 예산 지원
기타 의견	• 우리나라 우주개발은 다른 나라의 우주개발과 차별성이 있어야 함. 예를 들어 미국처럼 모든 종류의 발사체를 개발, 중국처럼 무모하게 우주정거장을 독자 개발할 필요 없음. 우리나라는 IT, 통신 분야의 강점을 갖고 있으므로 이 부분을 유합하여 새로운 우주개발 영역 확장 필요. 또한 우주개발은 개별 국가의 경제력으로 지속하기 어렵기 때문에 국제협력을 고려한다면 더더욱 IT, 전자, 통신 분야의 접목을 통한 지속성장 모델 구축 필요. 지금까지 우리나라 우주개발이 발사체 위성의 H/W 기술 확보에 치중했다면 이제는 위성 영상이나 정보의 활용에 집중하며 동시에 IT, 전자, 통신 등의 강점을 접목하는 융합기술로 개발 모델 수정 • 경쟁력을 갖추려면 극초음속 비행체의 설계/시험/운용 기술 및 재진입 해석기술 등과의 융·복합 필요 • 우주발사체의 최종 목표는 인공위성의 궤도 투입이나 달 탐사를 포함한 우주탐사 등인데 이들 인공위성이나 달 탐사 등과 연계되는 계획이나 일정 수립, 협동이나 협력을 통한 시너지 효과는 미미한 수준. 이들을 통합 관리하거나 협력 체계를 유도하여 최대의 시너지 효과를 유도할 수 있는 유력한 상위 기관의 역할이 중요 • 추진제 탱크 제작, 경량화 등을 위한 재료 분야와의 협업 • 로켓엔진관련 내열소재, 3D프린팅 등의 융·복합 개발

다 주요 분석 결과 요약

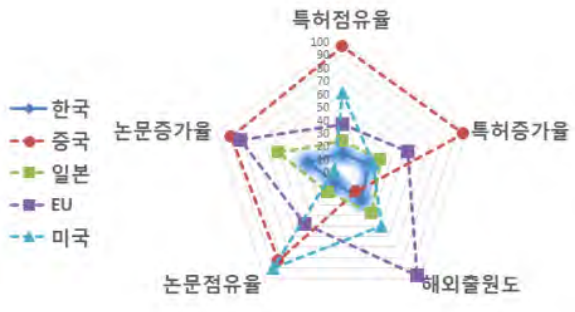
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	우주·항공·해양	14,483	11,781	35.3%	88.9%
해당 중점과학 기술명	우주발사체 개발 및 운용 기술	1,934	619	-1.0%	55.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

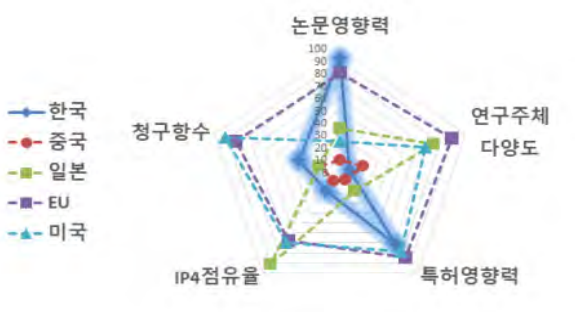
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	한국	EU
	35.3%	38.6%	4.7	6.5
한국	5위	5위	1위	3위
	4.4%	9.2%	4.7	5.3
5개국 평균[2]	-	-	3.3	5.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

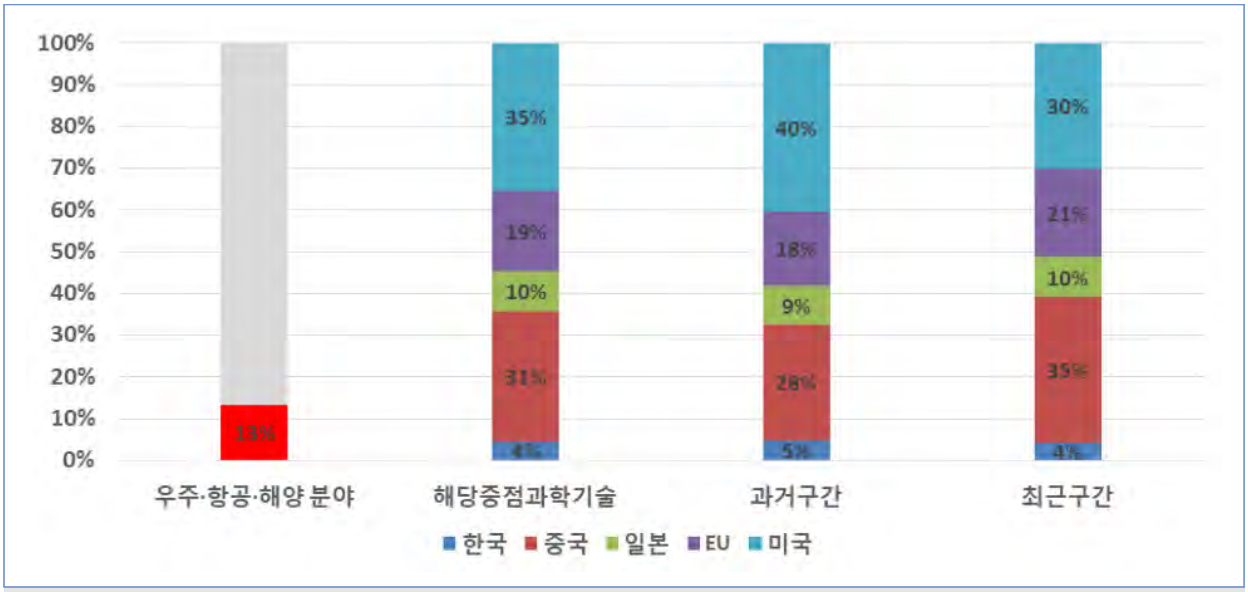
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.4%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(4.7)은 주요 5개국 중 1위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(35.3%), 중국(31.3%), EU(19.4%), 일본(9.5%), 한국(4.4%) 순이며, 논문 증가율은 중국(23.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 한국(4.7), EU(4.3), 일본(3.3), 미국(3.1), 중국(2.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.88)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(9.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(5.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(38.6%), 미국(22.9%), EU(16.5%), 일본(12.8%), 한국(9.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(297.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 EU(6.5), 미국(5.9), 한국(5.3), 일본(1.5), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 일본(10.1%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.4%	31.3%	9.5%	19.4%	35.3%
	논문 증가율	-8.9%	23.6%	2.2%	18.0%	-26.2%
	논문 영향력	4.7	2.6	3.3	4.3	3.1
	연구주체 다양도	0.45	0.54	0.79	0.88	0.76
특허 분석	특허 점유율	9.2%	38.6%	12.8%	16.5%	22.9%
	특허 증가율	-37.1%	297.9%	-2.5%	68.4%	-24.7%
	해외출원도	0.5	0.0	1.2	5.4	1.8
	특허 영향력	5.3	0.0	1.5	6.5	5.9
	IP4점유율	1.8%	0.0%	10.1%	6.9%	7.0%
	청구항수	5.1	3.5	3.5	9.4	10.7

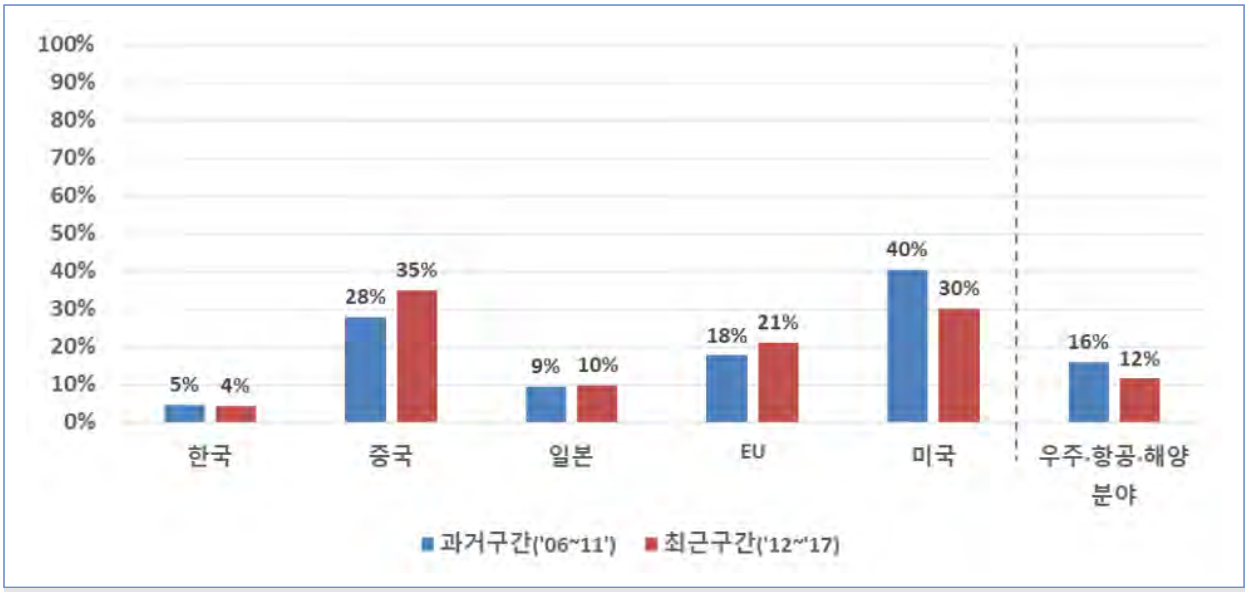
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 우주발사체 개발 및 운용 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 683건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, EU, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 우주발사체 개발 및 운용 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 논문 중에서 13%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

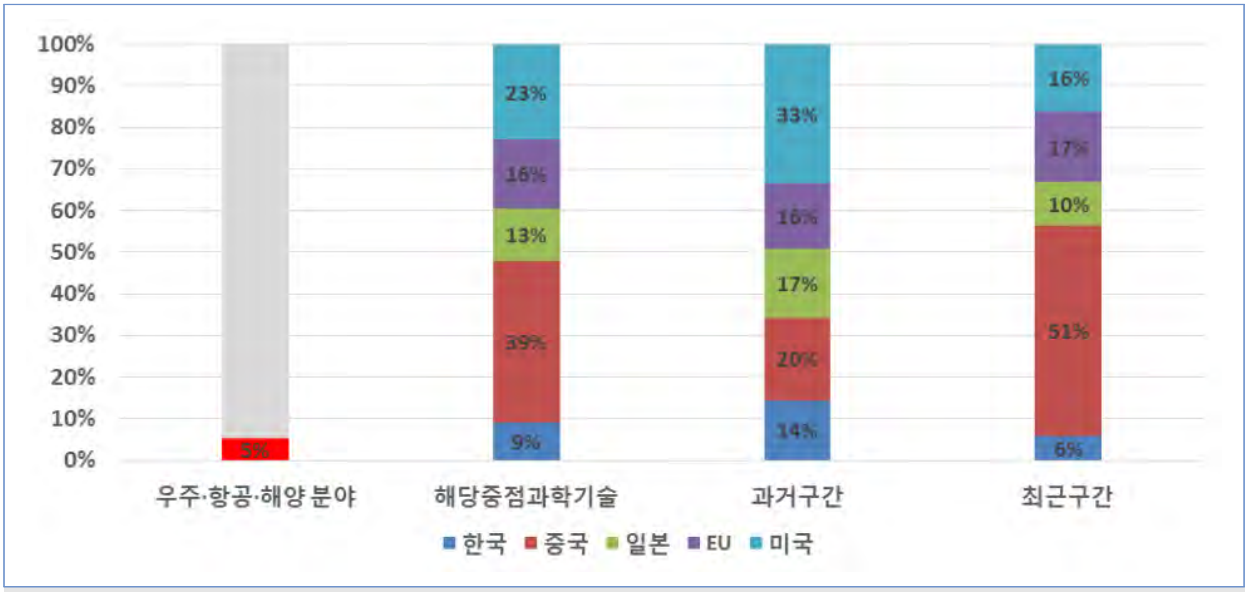


● 우주발사체 개발 및 운용 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 -8.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	45	41	86	-8.9%
중국	271	335	606	23.6%
일본	91	93	184	2.2%
EU	172	203	375	18.0%
미국	393	290	683	-26.2%
전체	972	962	1,934	-1.0%

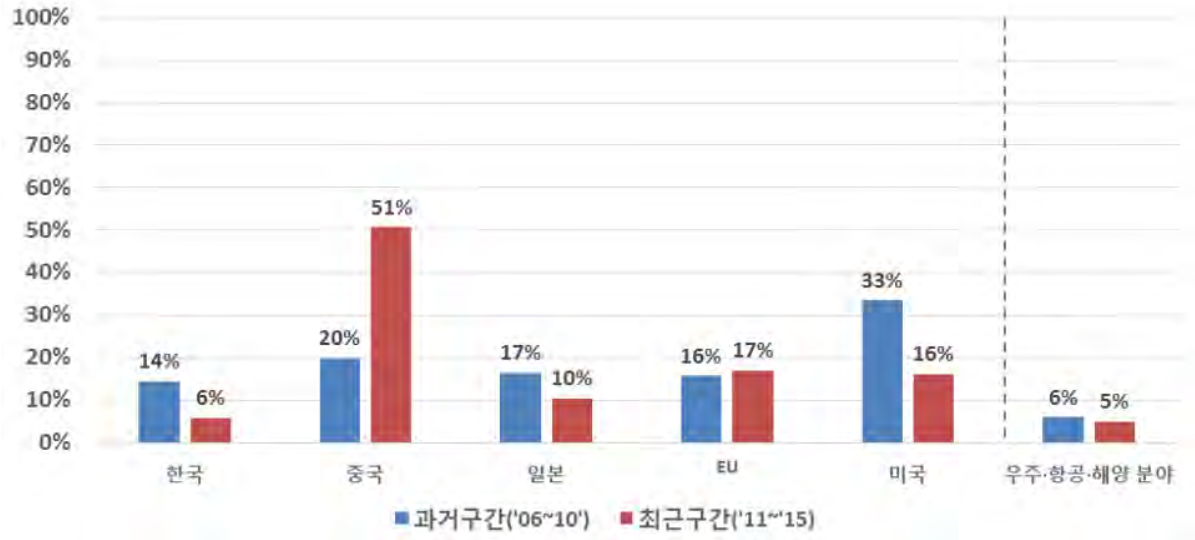
(4) 특허 점유율(전체)



- 우주발사체 개발 및 운용 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 239건으로 전체 특허의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, EU, 일본, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 우주발사체 개발 및 운용 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



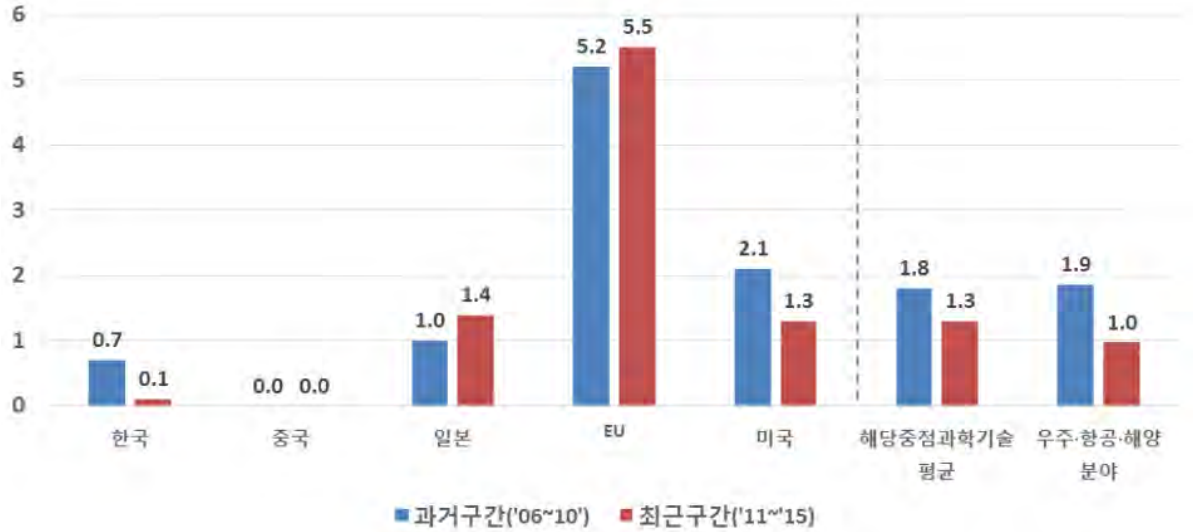
● 우주발사체 개발 및 운용 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -37.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	35	22	57	-37.1%
중국	48	191	239	297.9%
일본	40	39	79	-2.5%
EU	38	64	102	68.4%
미국	81	61	142	-24.7%
전체	242	377	619	55.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

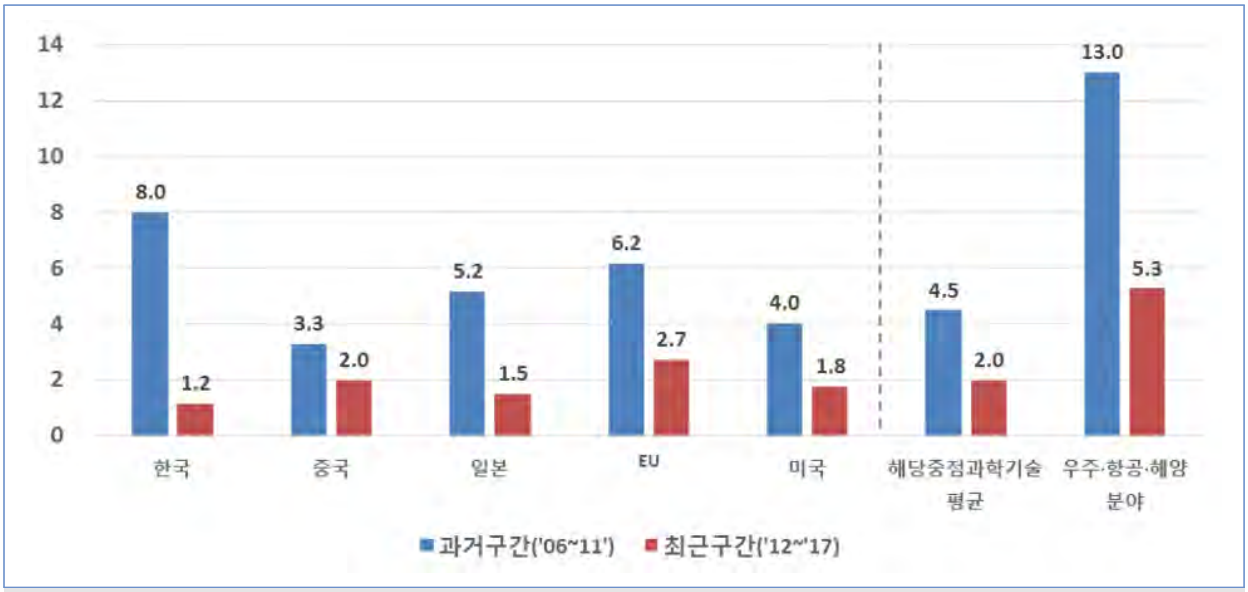


● 우주발사체 개발 및 운용 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

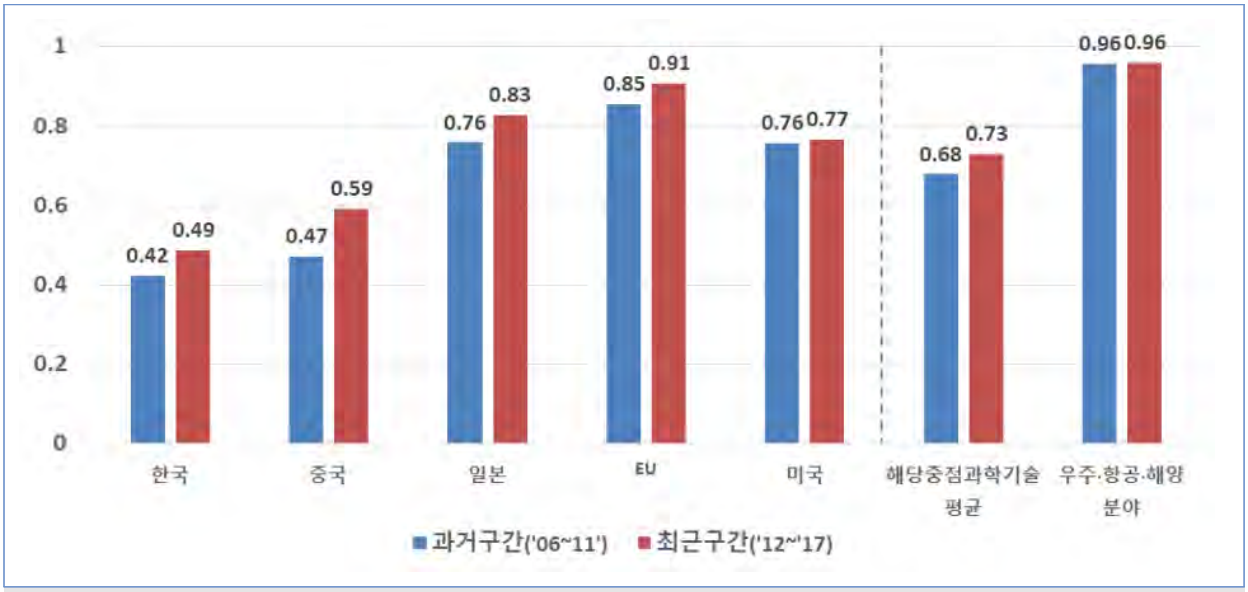
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



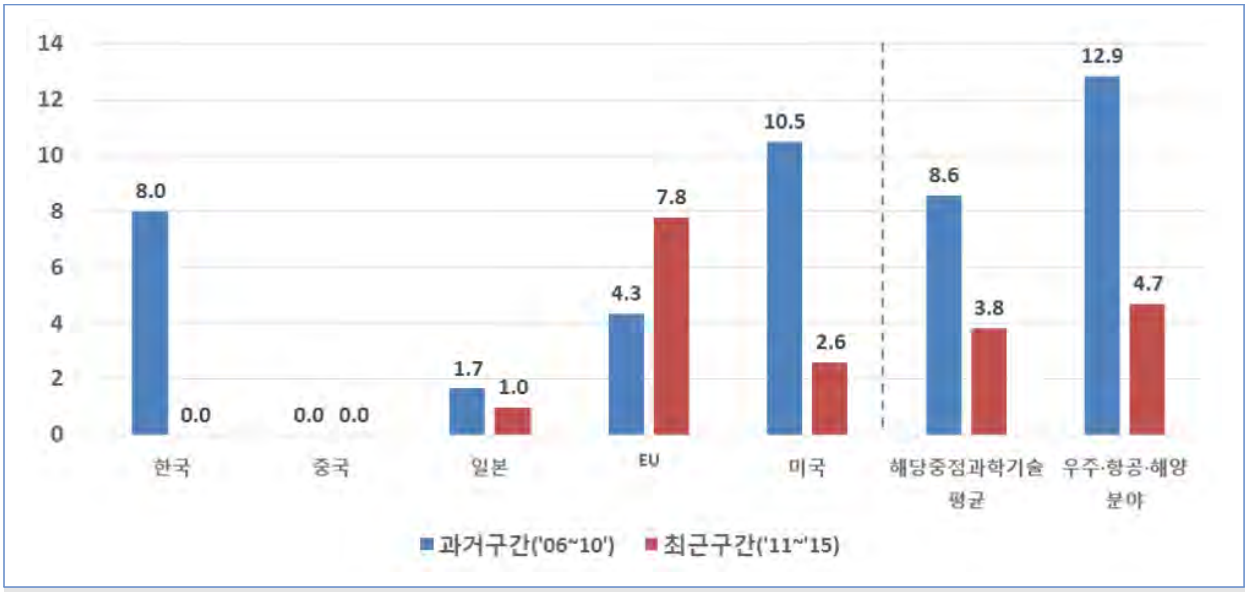
● 우주발사체 개발 및 운용 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



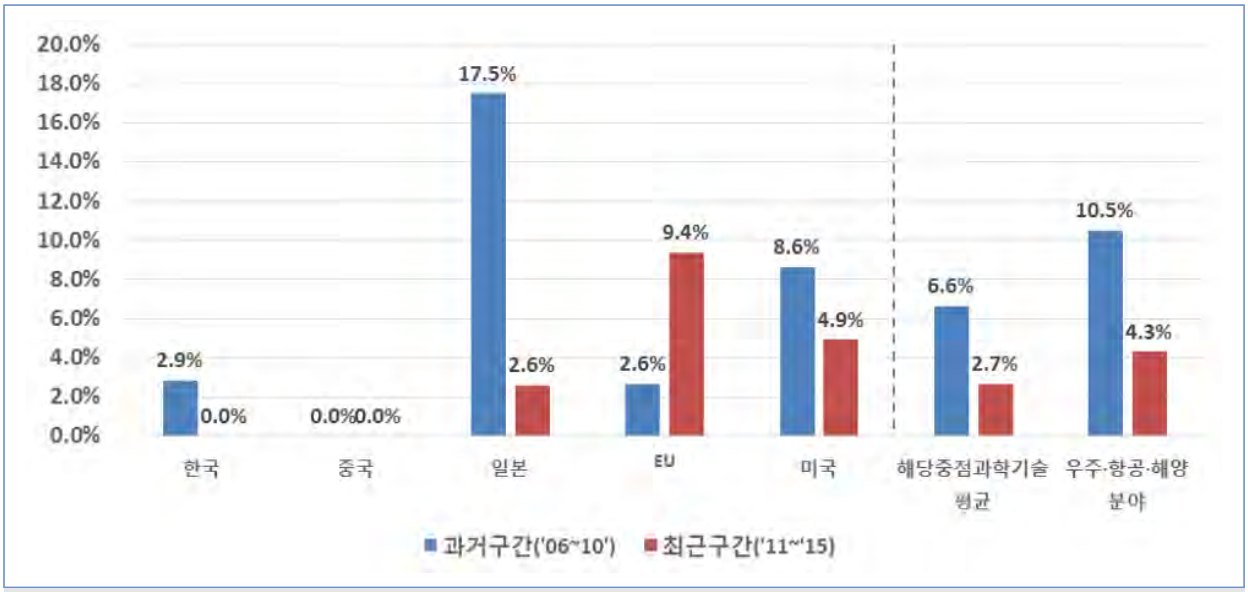
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



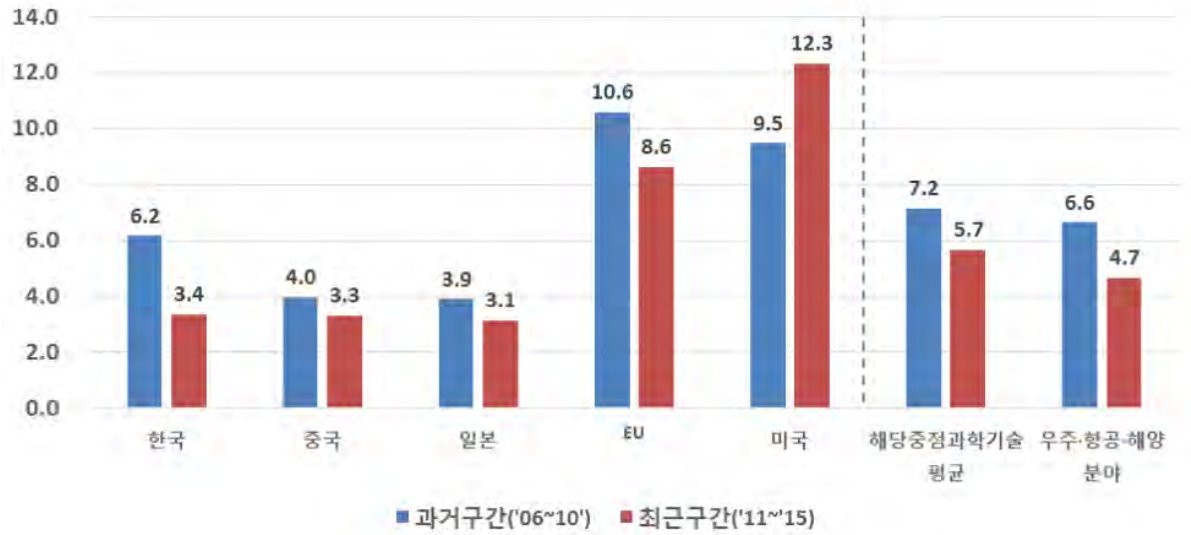
- 우주발사체 개발 및 운용 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 우주발사체 개발 및 운용 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 우주발사체 개발 및 운용 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

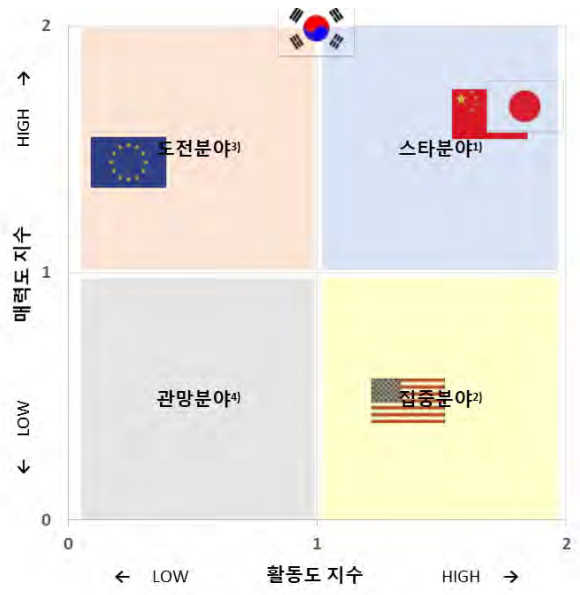
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

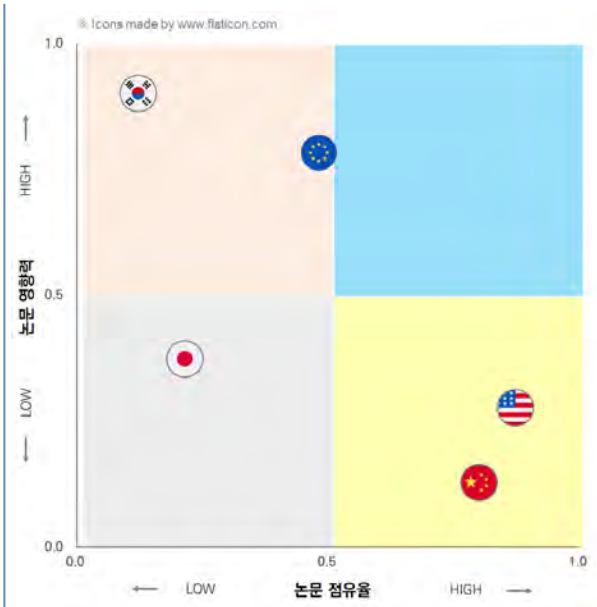
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 우주발사체 개발 및 운용 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 질적 연구 성과가 높은 상황이며, 일본의 연구 활동이 활발한 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

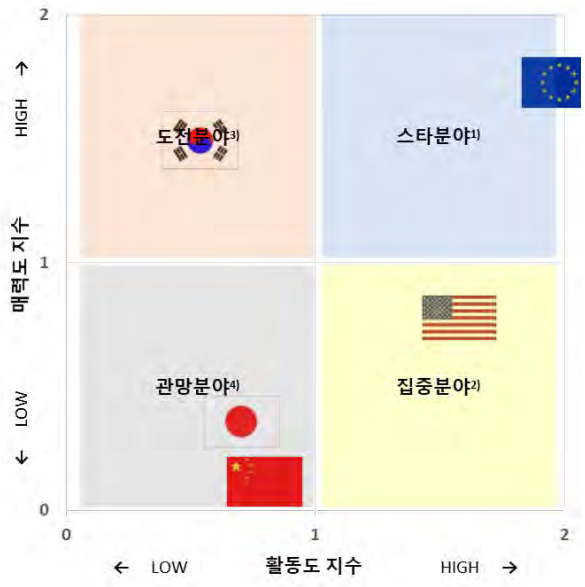


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

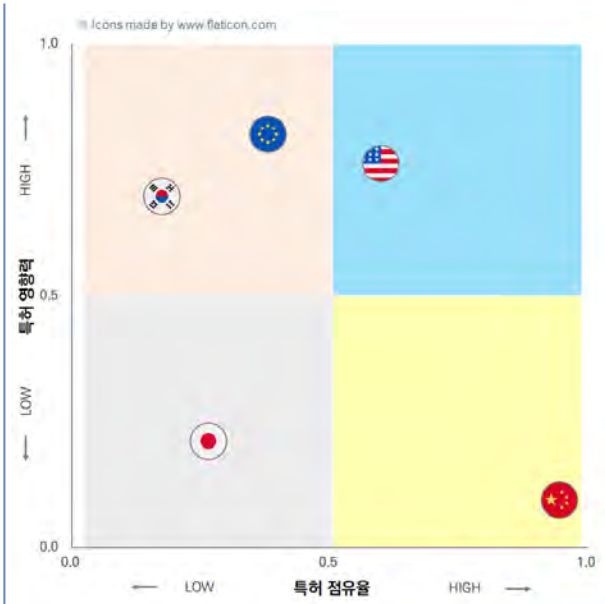
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 우주발사체 개발 및 운용 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'NASA(5.43%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국항공우주연구원'이 29.07%(글로벌 점유율은 1.29%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NASA	미국	15.37%	5.43%	-30.65%
2	BEIHANG UNIVERSITY	중국	15.35%	4.81%	-10.20%
3	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	13.04%	4.08%	-2.50%
4	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	중국	10.07%	3.15%	-20.59%
5	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	중국	7.76%	2.43%	35.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE	29.07%	1.29%	-33.33%
2	KOREA AEROSPACE UNIVERSITY	6.98%	0.31%	0.00%
3	KONKUK UNIVERSITY	5.81%	0.26%	50.00%
4	YONSEI UNIVERSITY	5.81%	0.26%	-75.00%
5	CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY	5.81%	0.26%	400.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIHANG UNIVERSITY	15.35%	4.81%	-10.20%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	13.04%	4.08%	-2.50%
3	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	10.07%	3.15%	-20.59%
4	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	7.76%	2.43%	35.00%
5	NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTIC AND ASTRONAUTIC	5.61%	1.76%	0.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	6.52%	0.62%	-28.57%
2	INSTITUTE OF SPACE AND ASTRONAUTICAL SCIENCE	4.35%	0.41%	-66.67%
3	KEIO UNIVERSITY	3.26%	0.31%	-50.00%
4	KOBE UNIVERSITY	3.26%	0.31%	-50.00%
5	OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.72%	0.26%	50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SURREY	4.80%	0.93%	-61.54%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.40%	0.47%	-50.00%
3	UNIVERSITY OF ROME LA SAPIENZA	2.13%	0.41%	66.67%
4	KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.60%	0.31%	400.00%
5	UNIVERSITY OF BOLOGNA	1.33%	0.26%	-33.33%

6 미국

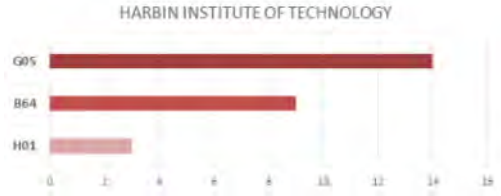
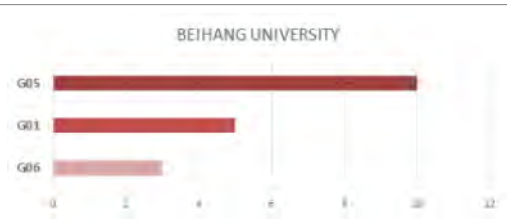
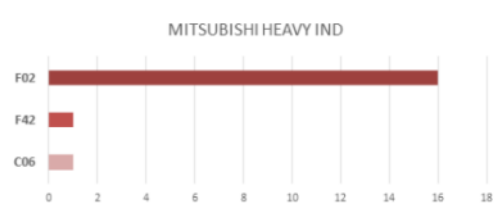
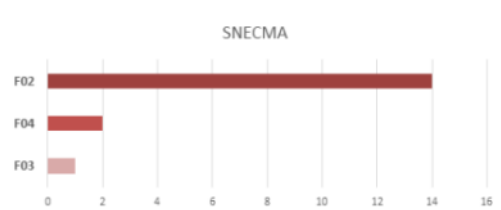
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NASA	15.37%	5.43%	-30.65%
2	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	4.10%	1.45%	-25.00%
3	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.20%	0.78%	-50.00%
4	AEROSPACE CORPORATION	1.90%	0.67%	-37.50%
5	JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	1.76%	0.62%	0.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY(4.52%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국항공우주연구원'이 47.37%(글로벌 점유율은 4.36%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY'는 G05(제어; 조정)에 해당하는 특허를, '한국항공우주연구원'은 F02(연소기관)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

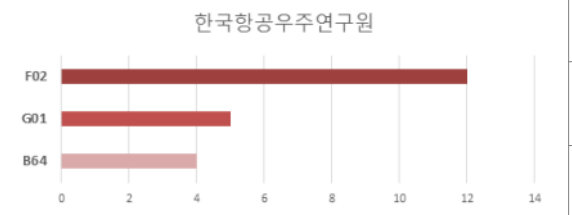
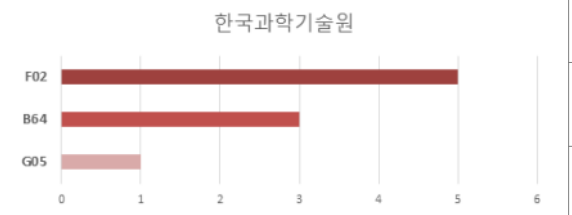
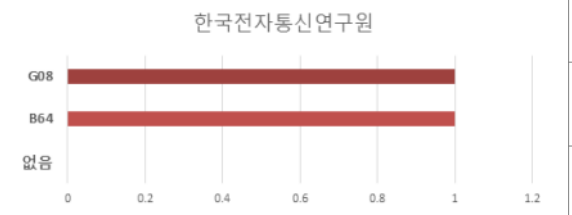
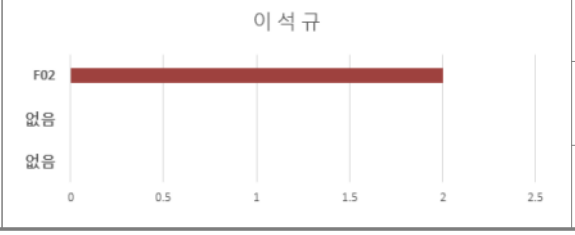
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	11.72%	4.52%	266.67%
2	한국항공우주연구원	한국	47.37%	4.36%	7.69%
3	BEIHANG UNIVERSITY	중국	9.62%	3.72%	375.00%
4	MITSUBISHI HEAVY IND	일본	22.78%	2.91%	0.00%
5	SNECMA	EU	17.65%	2.91%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		H01	기본적 전기소자
2		F02	연소기관
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
3		G05	제어; 조정
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		F02	연소기관
		F42	탄약; 폭파
		C06	화약; 성냥(match)
5		F02	연소기관
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
		F03	액체용 기계 또는 기관

2 한국

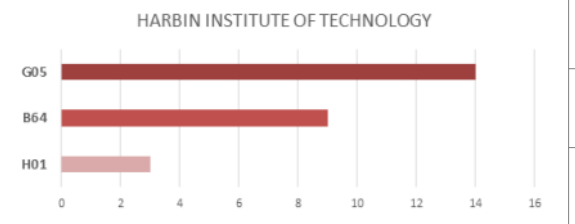
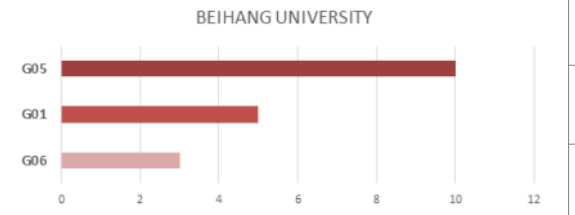
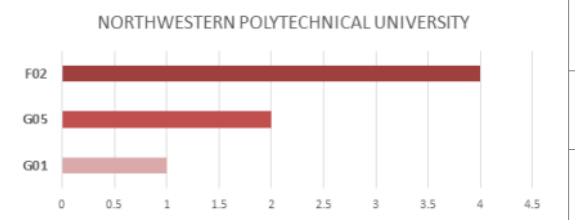
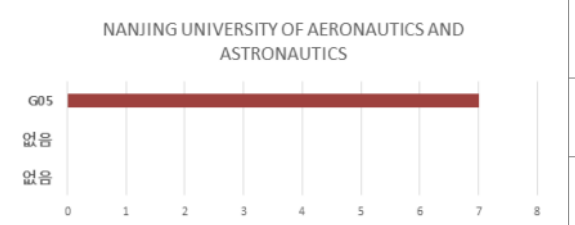
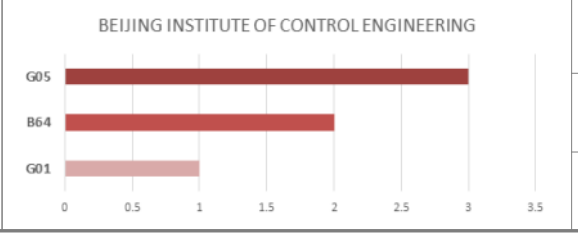
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국항공우주연구원	47.37%	4.36%	7.69%
2	한국과학기술원	15.79%	1.45%	-100.00%
3	국방과학연구소	3.51%	0.32%	-100.00%
4	한국전자통신연구원	3.51%	0.32%	-100.00%
5	이석규	3.51%	0.32%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F02	연소기관
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
2		F02	연소기관
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G05	제어; 조정
3		F02	연소기관
		-	-
		-	-
4		G08	신호
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
5		F02	연소기관
		-	-
		-	-

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	11.72%	4.52%	266.67%
2	BEIHANG UNIVERSITY	9.62%	3.72%	375.00%
3	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	3.35%	1.29%	600.00%
4	NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	2.93%	1.13%	500.00%
5	BEIJING INSTITUTE OF CONTROL ENGINEERING	2.51%	0.97%	400.00%

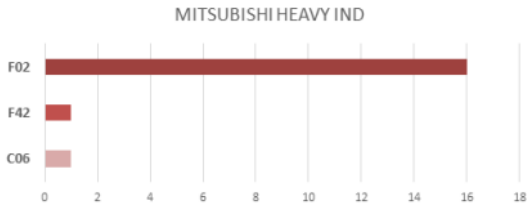
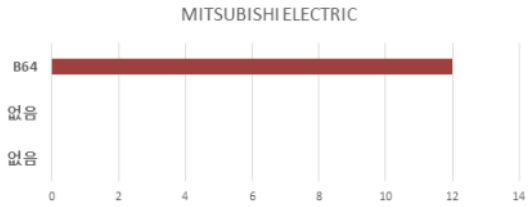
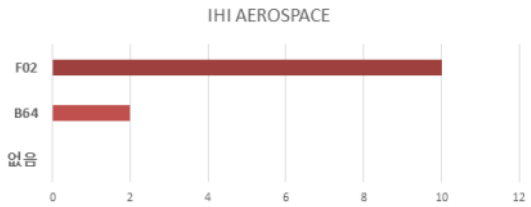
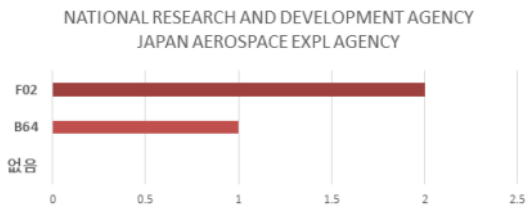
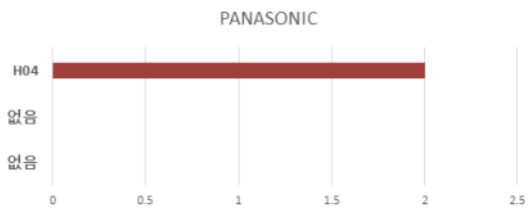
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		H01	기본적 전기소자
2		G05	제어; 조정
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		F02	연소기관
		G05	제어; 조정
		G01	광학
4		G05	제어; 조정
		–	–
		–	–
5		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G01	광학

4 일본

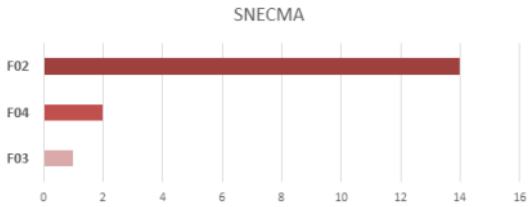
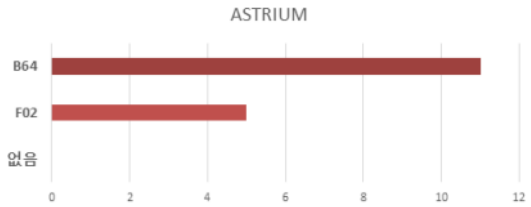
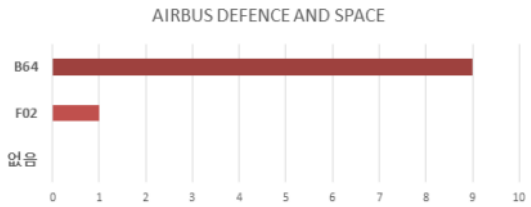
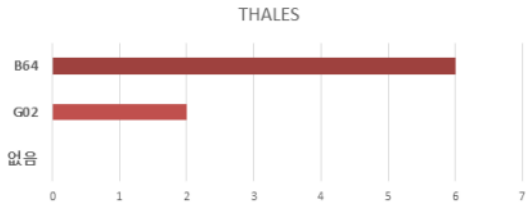
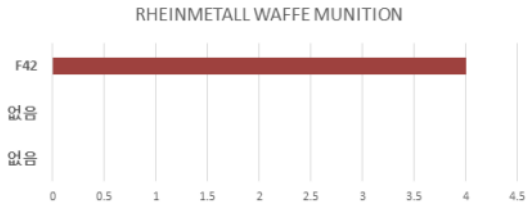
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI HEAVY IND	22.78%	2.91%	0.00%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	15.19%	1.94%	-90.91%
3	IHI AEROSPACE	15.19%	1.94%	40.00%
4	NATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT AGENCY JAPAN AEROSPACE EXPL AGENCY	3.80%	0.48%	200.00%
5	PANASONIC	2.53%	0.32%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F02	연소기관
		F42	탄약; 폭파
		C06	화약; 성냥(match)
2		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
3		F02	연소기관
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
4		F02	연소기관
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

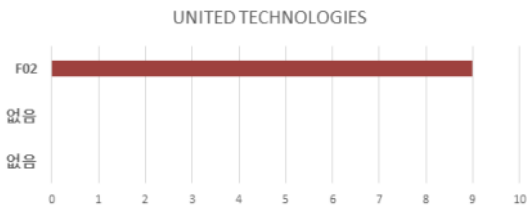
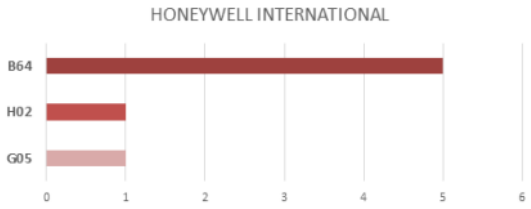
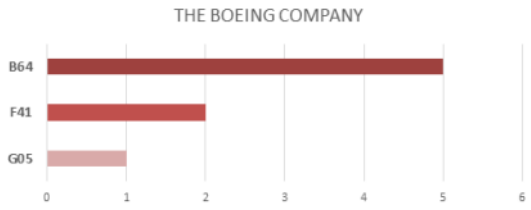
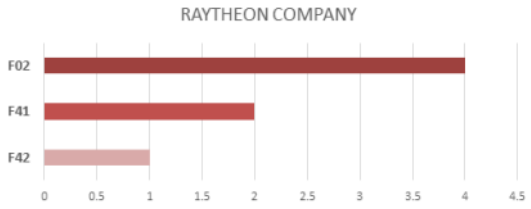
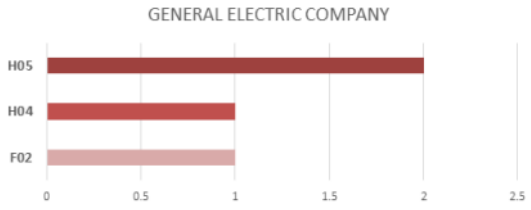
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SNECMA	17.65%	2.91%	0.00%
2	ASTRIUM	15.69%	2.58%	28.57%
3	AIRBUS DEFENCE AND SPACE	9.80%	1.62%	800.00%
4	THALES	7.84%	1.29%	200.00%
5	RHEINMETALL WAFFE MUNITION	3.92%	0.65%	0.00%

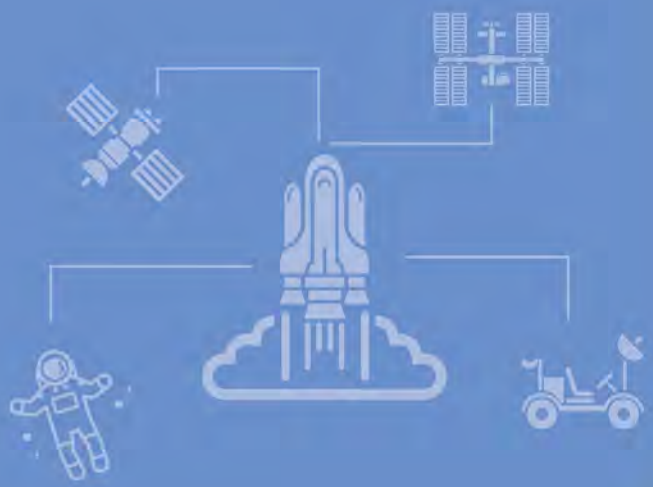
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F02	연소기관
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
		F03	액체용 기계 또는 기관
2		B64	항공기; 비행; 우주공학
		F02	연소기관
		–	–
3		B64	항공기; 비행; 우주공학
		F02	연소기관
		–	–
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G02	광학
		–	–
5		F42	탄약; 폭파
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	UNITED TECHNOLOGIES	6.34%	1.45%	-100.00%
2	HONEYWELL INTERNATIONAL	5.63%	1.29%	-100.00%
3	THE BOEING COMPANY	5.63%	1.29%	-85.71%
4	RAYTHEON COMPANY	4.93%	1.13%	33.33%
5	GENERAL ELECTRIC COMPANY	2.82%	0.65%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F02	연소기관
		-	-
		-	-
2		B64	항공기; 비행; 우주공학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
3		B64	항공기; 비행; 우주공학
		F41	무기
		G05	제어; 조정
4		F02	연소기관
		F41	무기
		F42	탄약; 폭파
5		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H04	전기통신기술
		F02	연소기관

17 우주환경 관측·감시·분석 기술



17 우주환경 관측·감시·분석 기술

중점과학기술 개요

- 우주 기원 규명, 우주 환경 감시, 우주 재난 방지 등을 위해 우주 물체를 정확히 관측·검출할 수 있는 고감도·고정밀 망원경 및 센서 기술로 방대한 우주 데이터를 모으고 체계적으로 관리하고 정확하게 분석하는 기술
- 예시로, 대용량 시공간 텐서 분석 기술, 소행성·인공위성 등의 우주 물체 탐지·추적 및 위험여부 사전 예측·대응 기술, 인공위성 통신 장애, 방사선 피폭 등에 대비한 근지구 탐사 및 태양 활동 관측 등 우주환경 감시 및 예측 기술, 차세대 중력파 기반 우주 연구 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

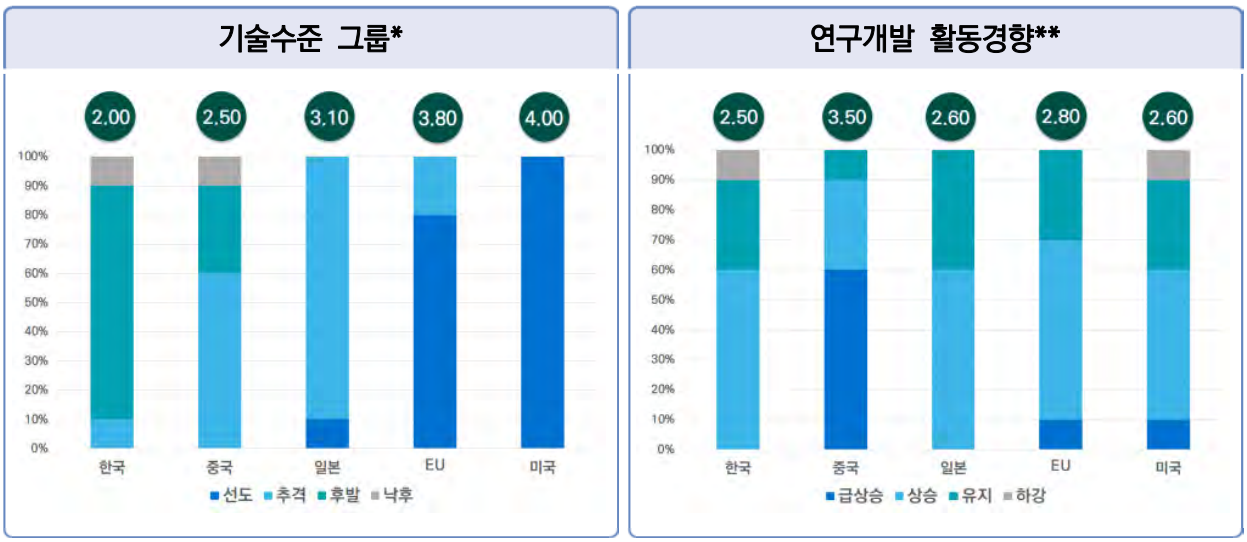
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	54.5	10.0	후발	보통	미흡	상승
중국	72.0	7.0	추격	보통	보통	급상승
일본	78.0	5.0	추격	우수	보통	상승
EU	86.5	2.8	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	54.5	10.0	54.5	45.0	57.0	8.9	10.0	10.0	15.0	3.1
중국	73.5	7.0	72.0	60.0	75.0	19.4	7.0	5.0	10.0	3.8
일본	79.0	5.0	78.0	70.0	80.0	12.5	5.0	5.0	6.0	2.8
EU	86.5	2.5	86.5	85.0	90.0	7.5	2.8	2.0	5.0	2.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

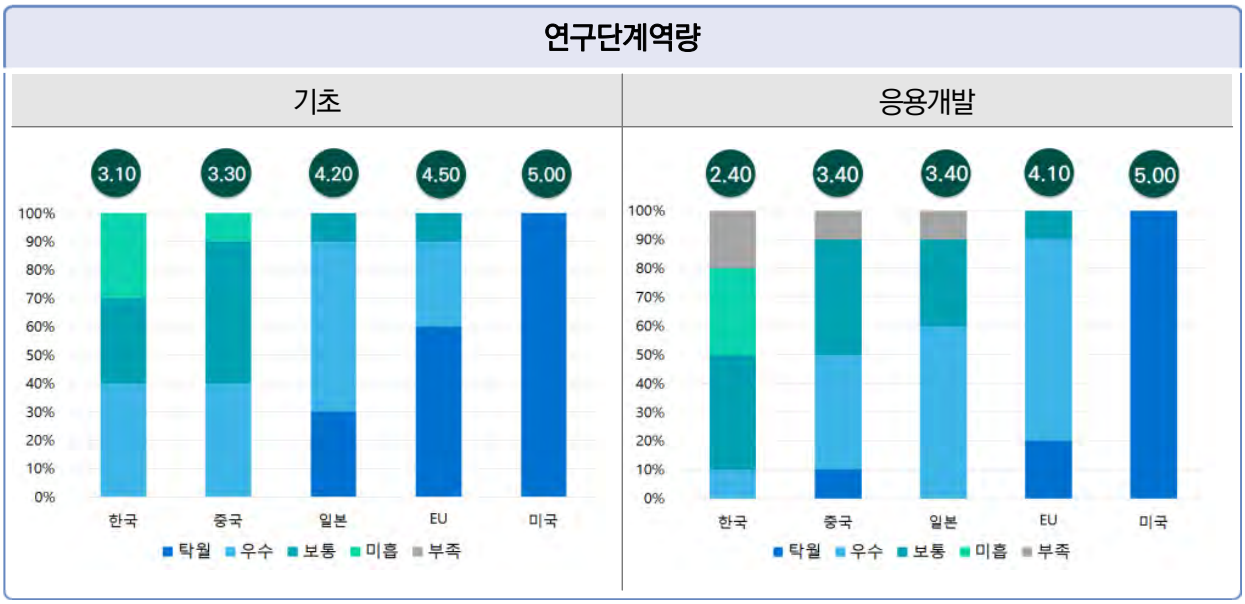
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (54.5%)	• 2005년 까지만 해도 중국보다 앞선 기술을 보유했으나 정책의 무관심과 미비한 지원으로 기술개발의 진전을 보지 못하고 있음 • 본격적인 우주탐사를 해 본 경험이 전무 • 일부 연구 영역에서 우수한 성과를 내고 있지만, 전체적인 시스템 및 기술에 있어 많은 부분을 해외 기술에 의존 • 소형 우주감시광학시스템과 레이저설비를 개발해 운용하고 있으며, 미확인 우주물체 광역감시를 위한 기초기술개발 수행 • 이론 및 자료 분석에 일부 국제적인 경쟁력을 갖고 있으나 기기 및 실험 분야는 자립도가 매우 낮음 • 우주개발 중장기 계획 및 우주환경 관측분야에서 선진 국가 추격을 위한 보다 정밀한 계획 필요
중국 (72.0%)	• 특허를 중심으로 상당한 양적 기술적 성과를 도출하고 있으나, 질적 성과는 상대적으로 많이 부족 • 기술의 정밀성이나 핵심기술 보유는 낮으나 우주환경 예보를 위한 핵심기술개발에 과감한 인적, 물적 투자로 급격한 발전을 보임 • 아·태평양 우주물체 감시네트워크 사업이 지속적으로 추진되고 있으며, 광역감시기술개발과 위성레이저추적설비 운영이 이어지고 있음 • 위성과 발사체의 양적 평가는 최고 수준이지만 우주환경 관련 탑재체의 기회는 많지 않았음 • 지상 관측 및 분석 연구의 질적 수준은 다수의 논문 수에 비하여 여전히 최고 수준과 차별화됨 • 다양한 센서 및 연구개발은 눈에 띄나 실제 분석 기술은 아직 태동 단계
일본 (78.0%)	• 일본은 우주환경 분야에 국가적인 투자가 불가능한 구조 • 이론적, 기술적 균형 잡힌 성과를 도출하고 있으나 절대 규모에서 부족 • 우주환경 핵심기술 중심으로 최고기술보유국 기술을 추격하기 위한 지속적인 정책수립과 연구개발 투자를 일관성 있게 유지 • 1970년대 이후 꾸준한 연구 활동 • JAXA를 중심으로 민간우주감시기능이 확장되고 있으며, 군은 심우주레이더 개발과 국가우주물체 감시센터 설립 추진 • 위성 및 발사체는 크게 부족함이 없는 수준이지만 우주환경 분야에서 탑재체의 다양성 및 지상 관측 시설은 미국에 비하여 차이 존재 • 우주감시 분야에는 2조원에 가까운 투자가 진행 중에 있으면 2023년도에는 우리가 넘볼 수 없는 수준이 될 것으로 예상됨
EU (86.5%)	• 서유럽은 미국이 수행한 연구결과를 이용할 수 있는 제도적 장치가 마련됨. 단, 유럽이 미국을 따라잡기 위해서는 예산 투입 필요 • 우주환경에 대한 심도 있는 연구 성과를 지속적으로 창출 중 • AI 및 Robotic 기술에 대한 적극적 투자로 이를 응용하는 우주환경 기술이 상승세 • 미국에 버금가는 다양한 우주탐사 활동. 최근 들어 미국 이상의 활발한 연구를 수행 중 • 유럽 우주청 중심으로 대규모 SSA 개발 프로그램을 가동해왔으며 일차적으로 2019년까지 우주기상/NEO/우주물체감시 분야의 주요기술 확보

국가 (기술수준)	판단근거
	• 우주환경 분야에서는 양과 질에서 모두 관측기기 및 분석 연구가 부족한 편임 • 일부 위성 과학 탑재체 기술 수준은 미국 레벨로 높지만 기술 대상과 인력 배출이 전반적으로 부족함 • 8개의 세부기술 중에서 중력파 관측·분석 기술을 제외하고는 기술 수준이 매우 유사함
미국 (100%)	• NASA를 중심으로 하는 우주관측 기술과 결과물은 지구 최고 수준 • 우주환경 전반에 대한 이론적(논문 등) 이해 및 기술적(특허 등) 성숙, 관련 인프라 구축 등 지속적인 성과 도출 중 • 지속적인 연구개발이 이루어지고 있으며, 관련 연구 성과에서 최고성과를 도출 • 우주개발에 대한 중요성을 인식하고 우주개발기술 최고 선진국을 유지하기 위한 지속적인 신기술 개발과 국가 정책적 지원 • 1960년대 이후 꾸준히 우주 관측 탐사분야를 선도 • 정부의 지속적인 투자와 우수한 인재풀 보유 • 지속적인 투자를 바탕으로 특히 군의 우주감시 설비가 크게 확충되고 있으며, 신기술 개발활동 유지 • 세계 최고 수준의 관측 기술 보유 및 최대 규모의 인적 자원을 구축 • 위성 및 발사체, 탑재체 등 관측 기회에 대규모 투자가 지속 유지됨 • 이미 오랫동안 연구와 실용 시스템 개발을 거쳐 적용하고 개선 중 • 이제는 정부 주도가 아닌 산업계에서 AI 및 대용량 자료 처리 분석 기술의 비약적인 발전을 이뤄서 도저히 쫓아 갈 수 없는 상황

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 2010년까지 과학기술에 대한 정부의 과감한 지원으로 인력과 인프라 구축 등에 빠른 발전이 있었고 현재 인력양성이 잘 이루어지고 있음 • 자국위성의 궤도력 독자확보를 위한 소형광학감시체제가 개발되어 운영되고 있고, 위성 레이저 레인징 기술도 개발 중 • 광역감시를 위한 기초기술 확보노력도 꾸준히 진행 • 기술, 인력, 인프라 등 모든 면에서 아직 선진국 수준에 미치지 못하지만, 최근 꾸준한 성장세를 유지 • 정부 주도 프로그램으로서 지속성 존재	• 민간분야 및 군의 기술, 인력, 인프라 부족 • 정책적 무관심과 미비한 지원으로 기술개발이 답보상태이고 특히 핵심기술 확보가 어려움 • 연구개발 추세에 따른 변화가 심함 • 개발된 기초기술이 응용기술로 확장되어 우주환경감시 역량으로 이어지기 위해서는 대형설비 투자가 필요함 • 기술, 인력, 인프라에 대한 정부의 지속적인 투지 및 발전계획 필요 • 기초 연구에 대한 투자는 하고 있으나 인프라 등에 대한 투자가 미흡하여 연구 수준은 선진국 대비 한계를 보임 • 연구 수준은 기초 단계에 머묾 • 연구 인력의 고령화 및 신규인력 수급 단절을 겪고 있음 • 신구관측 센서 및 인프라 투자 전무

국가	강점분야	기타
중국	• 민간분야 및 군의 기술, 인력, 인프라가 골고루 잘 갖춰져 있음 • 과학기술에 정책적으로 전폭적인 지원을 받아 빠르게 발전. 국가적으로 대량의 인적자원을 양성하고 있어 머지않아 추격그룹 진입 예상 • 대규모 연구예산 • 최근 들어 우주 탐사 뿐만 아니라 우주 모든 분야에 양적으로 팽창. 논문 질도 2000년대 초반과 비교 시 급격히 향상되어 우리나라 수준 이상의 결과도 보여줌 • 광학감시 및 레이저, 그리고 위상배열레이더 우주감시 투자가 이루어지고 있음 • 최근 중국 정부의 강력한 투자로 많은 부분에서 선진국을 따라 잡고 있음. • 비약적인 성장은 타의 추종 불가 • 센서 및 관측 인프라 분야 급성장	• 기초연구보다 응용개발 중심으로 지원이 이루어지고 있어 핵심기술개발에 난관이 예상됨. • 기술 완성도 부족 • 연구의 질적 수준이 아직 선진국 수준보다 떨어짐 • 핵심기술이나 인프라는 아직 미흡 • 본격적인 우주감시 노력이 2010년 이후에 시작돼 아직 기술적 역량이 축적되는 과정 • 본격적으로 시작한 기간이 길지 않아 아직 체계가 잡혀 있지 않음 • 이론 및 분석 경험이 아직 부족함
일본	• 우주환경 및 우주개발에 대한 국가 정책적 지원이 꾸준히 이루어지고 있음. 기초연구분야에서 많은 인력과 인프라를 확보하고 있는 것이 추격그룹으로 상승세를 보이는 원동력 • 2000년대 이후 기술, 인력, 인프라 면에서 꾸준히 최고 수준의 경쟁력을 보임 • 미국의 SSA프로그램과 협력하여 자료를 공유함과 동시에 독자적인 레이더/광학 감시역량 확대 추진 • 기초과학과 기술 수준 유지 • 꾸준한 투자, 특히 우주감시 및 중력파 관측 시설 투자 돋보임 (수조원대)	• 우선순위 비중 낮음 • 응용개발의 인력이 부족하여 획기적인 기술성장을 기대하기 어려움. • 적극적인 연구가 진행되지 못함 • 관련 연구자 인재풀이 작음 • 중국 등 대비 투자 규모와 관심도 부족 • 현업 유지 수준의 활동으로 질적 발전이 요구됨 • 몇몇 뛰어나 우수 인력을 보유하고 있지만, 전반적으로 인재풀이 깊지 못함 • 관측 기회 및 인프라가 상대적으로 적음 • 인력 조달에 어려움이 보임
EU	• 민간분야(ESOC, 각 국 우주기관)와 군(각 국)의 기술, 인력, 인프라가 골고루 잘 갖춰짐 • 핵심기술을 많이 보유하고 있어 기술수준을 꾸준하게 유지. 각국의 독립된 핵심기술을 융합한 시너지 효과를 통하여 최고기술보유국 수준을 극복하고자 노력 • 독자적인 우주환경 감시역량 확보를 주목적으로 1단계 사업 (2009-2019)이 14개 EU국가들의 참여로 수행되어, 핵심기술 기초연구 진행. 주요 테마 우주기상/NEO/우주물체 3개에 대한 각각의 연구센터 개설이 이루어졌고, 조만간 대형 설비투자 기대 • 기초 연구가 탄탄함	• 우주환경 관련 위성개발을 하지 않고 국가간 협력중심이므로 기초연구 개발에 집중하지 않음 • EU 각 나라간 격차 • 연구 개발 인력이 유럽에 흩어져 있어서 집중된 연구 체계를 구성하는 것이 어려움 • 쌍두마차의 second best임 • 양적인 면에서 미국에 부족함 • 다수 국가들의 합의절차로 진행이 매우 느림

국가	강점분야	기타
	• 창의적 접근으로 우수인력 보유 수준 유지 • EU의 작동 메커니즘대로 느리지만 꾸준한 투자가 돋보임	
미국	• 민간분야(NASA, 대학, 기업 등)와 군사 분야(JSpOC, SSN)의 기술, 인력, 인프라가 골고루 잘 갖춰져 있음 • 핵심 기술을 보유하고 다양한 인프라를 갖추고 있기 때문에 4차 산업혁명기술의 응용이 도입되면 기술 재도약이 기대됨 • 우주물체감시, 우주기상 등에 대한 대형투자가 지속적으로 이루어지고 있음 • 전통적인 학계와 연구계를 떠나 산업계에서 창의적인 AI 도입 및 분석처리 기술을 선도해 구조적 문제의 포괄적 솔루션을 구하는 단계 • 이미 지난 세기부터 우수 연구 인력의 유일한 블랙홀로 성장했고, 21세기에도 마찬가지 • 이 분야의 세부기술 전 부분에서 관측 센서 및 인프라에 대한 투자를 게을리 하지 않음	• 예산투입 우선도 낮음 • AI, Big Data 등의 기술이 우주환경기술에 적용되지 않고 있어 전반적으로 기술발전이 다소 정지된 수준 • 2013년 우주환경 위성을 발사하면서 많은 논문과 특허가 발표된 이후(2015) 논문, 특허 발표가 다소 감소하고 있는 추세

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	4위	2위	1위	6위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 여러 우주기술로 다변화보다는 우선순위를 정해 순차적으로 우주 기술들을 육성하는 방향으로의 협력 독려 • 산학연 공동연구 과제 지원을 강화하여 국내 산학연 협력연구를 활성화하고 중복연구 방지 • 우주 관련 기술은 융합적 측면이 강한데 반해 국내 우주개발 환경은 특정 분야에서 폐쇄적으로 진행되는 경향이 강함. 일부러 폐쇄적으로 진행된다기보다 타 분야 기술을 우주 개발로 끌어들일 만한 인센티브 미미 • 우주개발은 한 기관에서 수행할 수 없는 특수한 분야. 일반적인 응용분야에서의 연구비 규모와 사업체계가 다를 수밖에 없으므로 정부에서 추진하는 현재의 융합연구 체계로는 실질적인 연구 협력이 어려움 • 각 부처 국립기관 및 정부출연연의 관측 자료의 공동 활용 추진 및 관련 공공 업무의 서비스 중복 지양 • 초기에는 다양한 분야 다양한 조직에서 의견 수집하는 공정한 의견수집 • 주관부처의 명확한 마일스톤과 기술개발 로드맵 제시, 주관기관과 관련한 갈팡질팡 제거

	정책제언
국제협력 촉진	• 핵심기술 확보가 가능한 국제협력과제 우선 지원 • 기초연구의 국제 경쟁력을 높이기 위한 과제 발굴 및 성장정책 시급 • 우주 개발 초기 단계에서는 개발 경험이 매우 중요 • 기초 연구 분야는 국제 협력이 비교적 용이하며, 실제 국제 협력 제안이 있으나, 이를 담아낼 수 있는 협력 체계가 마련되지 않아 어려움 존재 • 국제기구에서 관련 정부 업무의 대표 기관 및 임무를 명확히 하여 혼선을 피해야 함 • 정부-항우연 팀을 중심으로 외국과 실리적 교류가 되도록 주의 • 주관부처가 전담하고 출연연구기관의 개인별 협력 추진 배제
인력양성 및 유치	• 현재는 학문적으로는 천문학의 한 세부분야, 인공위성 탑재체 활용을 위한 분야 정도로만 인식하고 있어 관련 투자도 그 관점에서 이루어지고 있음. 반면 우주환경 변화가 우리 생활에 끼칠 영향은 더욱더 커지고 있음. 현실과 실제의 미스매치 현상이 발생할 수 있으며, 이에 대비할 수 있는 전문 인력은 아주 부족함. 정부출연연 내 우주환경에 특화된 전문연구소(그룹)을 지속적으로 육성할 필요가 있으며, 대학(원) 등에 우주환경 관련 학과가 활성화 되도록 특성화 프로그램을 만들 필요가 있음 • 연구/개발에서 너무 폐쇄적인 인력 양성보다는 학연이 연계뿐만이 아니고 국외 네트워크도 활용한 내실 있는 인력 양성 • 대학중심의 인력양성에서 현장중심의 전문 인력 양성 정책 병행(ex. UST) • 국내 우주 관련 연구 인력은 절대적으로 부족. 장기적으로 우주개발을 성공적으로 이끌기 위해서는 대학교와 잘 협력해서 원하는 인재 양성 필요 • 대학과 연구소간 활발한 인력 교류 프로그램을 통해 우수한 인재 양성. 또한 우수한 연구 인력이 자리를 잡을 수 있도록 일자리 창출에도 노력. 우주감시 분야는 국가에서 장기적으로 투자해야 하는 분야로 일자리가 과도한 수준이 된다고 해도 국가적인 낭비 요소가 거의 없음 • 대학원생 등이 관련 정부 부처에서 실무 등을 거칠 수 있는 기회 확대 • 국내 인턴십 활용 • 이공계 인력이 전반적으로 부족함
인프라 구축	• 민간은 과기정통부 위주의 핵심기술 분야 투자 실시, 군은 기품원/방사청 위주의 체계분야투자 실시 • 분야적 특성으로 인해 대규모 인프라의 선행적 구축 없이는 독자적, 창의적 성과를 도출할 수 없는 분야인 점을 고려하여, 기반 인프라 구축을 위한 별도의 사업을 설계, 지속적으로 추진 • 필요 및 타당성 등에 대한 관련 분야 사람들의 정밀한 검증을 통해 향후 활용 및 특성화가 가능한지 검토가 요구됨 • 미래사회에서 개개의 소형 인프라의 의미는 없음. 국제협력을 통한 대형화된 인프라 구축이 효과적이고 국제경쟁력 향상 가능. 따라서 국제협력을 통한 인프라 구축에 힘써야 함 • 우주 개발은 많은 수의 대규모의 실험 설비가 필요한데 국가적으로 우선순위를 정해 순차적으로 구축 • 인프라의 지속적인 운용 및 발전 계획에 집중하여 체계적인 인프라 구축 필요. 운용 인력에 대한 최소한의 인건비 확보가 필수적 • 우주물체감시기술 대부분이 군사기술로 묶여있어 국제협력을 통한 기술취득이 어려운 상황. 독자적 연구와 인력양성이 가능한 인프라 구축 필요. 국제협력은 자료공유 및 운영협력의 형태로 뒤따를 수 있음

	정책제언
법·제도 개선	• 우주는 향후 국가/국민의 제4의 활동공간이 될 것이고, 우주환경은 그 활동공간에 대한 기본적인 연구. 따라서 우주환경에 대한 일정수준 연구가 진행될 수 있도록 우주개발 예산 중 일정비율을 반드시 투자하도록 제도화 필요 • 체계적인 우주관측 기술 개발 및 인재 양성을 위한 법/제도 개선 (예: 이공계 우수학생 유치를 위한 대학/연구소 지원 등) • 국내 과학기술정책은 과학정책은 없고 기술정책만 있음. 이러한 편향은 현재 우리나라의 기초과학수준을 크게 떨어뜨림. 이는 장기적 안목에서 국가 과학기술 발전의 심각한 문제 초래. 즉 기반이 없는 기술이 무너지면 걷잡을 수 없는 과학기술의 퇴보를 가져올 수 있는 위험요소가 됨 • 국가에서 수행하는 우주개발 중장기 개발 계획 등에 우주 감시를 반드시 포함하여 장기적인 발전 계획 수립 • 관련 부처에서 충분한 노력을 해오고 있으나 관측 자료의 부처 간 공동 활용 필요
연구비 확대	• 우주개발 전체예산 중 본 분야 예산 할당 • 초기에는 연구 인프라 구축을 위한 대규모 투자를 중심으로 확대하되, 일정 수준의 인프라가 구축된 후에는 실질적 연구를 위한 소규모 과제 중심의 투자 진행 • 상대적으로 많은 연구비가 필요한 응용뿐만이 아니고, 실제 기반이 되는 기반 연구로의 연구비 확대도 필요 • 질적인 향상을 기대하기 위해서는 양적인 확산 필요. 그러므로 연구비의 일정한 비율로의 증가는 국가 과학기술 발전에 매우 중요한 요소. 현재 우리나라가 쓰고 있는 연구비 감축정책은 가까운 시일에 우리나라 과학기술의 후진성으로 드러날 것. 이미 몇 년 전에만 해도 우리가 우월하였던 여러 분야의 과학기술 수준이 중국에 크게 뒤떨어지고 있음이 그 증거 • 우주 기술 간의 우선순위를 정해 선택과 집중해야 함 • 최근 국가적으로 우주감시에 대한 관심도가 높아 진 것은 사실이나, 이러한 관심도와 연구비는 비례하지 않고 있음. 국민에게 자부심을 줄 수 있는 분야에 선투자하여 호응 유도 • 현재까지 관련 예산은 주로 부처의 고유 사업비에서 지출되고 우주개발 프로그램 반영이 매우 미흡. 기초 연구 및 모델 확대 등을 위하여 선진 국가들의 국제적인 투자 기준을 고려하여 전폭적인 확대 개편
기타 의견	• 관측/감시/분석 결과는 결국 엄청난 양의 데이터의 형태로 표현된다는 점을 고려하면, 연구초기부터 데이터 사이언스, 초고성능 컴퓨팅 등의 기술적 수단 개발을 동시에 추진하는 것이 바람직 • 우주관측 기술 발전을 위해서는 우주망원경 자체에 대한 기술보다는 이를 활용하는 우주관측 기기의 요소 기술개발이 여러 분야와의 시너지도 클 것 • 아래와 같은 분야에서 융·복합 연구를 진행할 수 있을 것: 인공위성 기술, 방사선 계측 기술, 플라즈마 계측 기술, 전자기장 측정 기술, 광학 설계 기술, 대용량 데이터 처리 기술, 인공지능

다 주요 분석 결과 요약

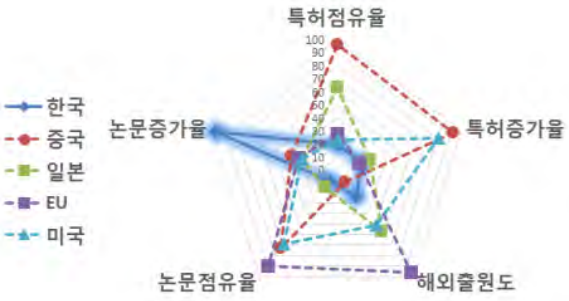
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	우주·항공·해양	14,483	11,781	35.3%	88.9%
해당 중점과학 기술명	우주환경 관측·감시·분석 기술	1,132	265	25.9%	57.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

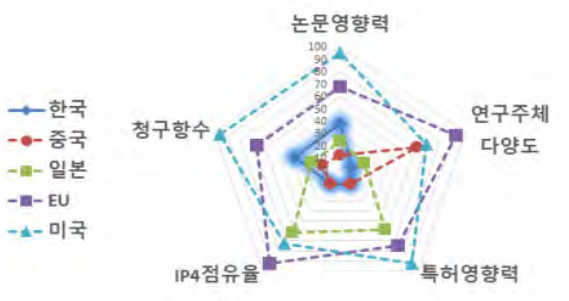
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	36.6%	44.5%	17.6	4.2
한국	5위	5위	3위	4위
	2.6%	8.7%	8.2	0.0
5개국 평균[2]	-	-	10.7	3.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

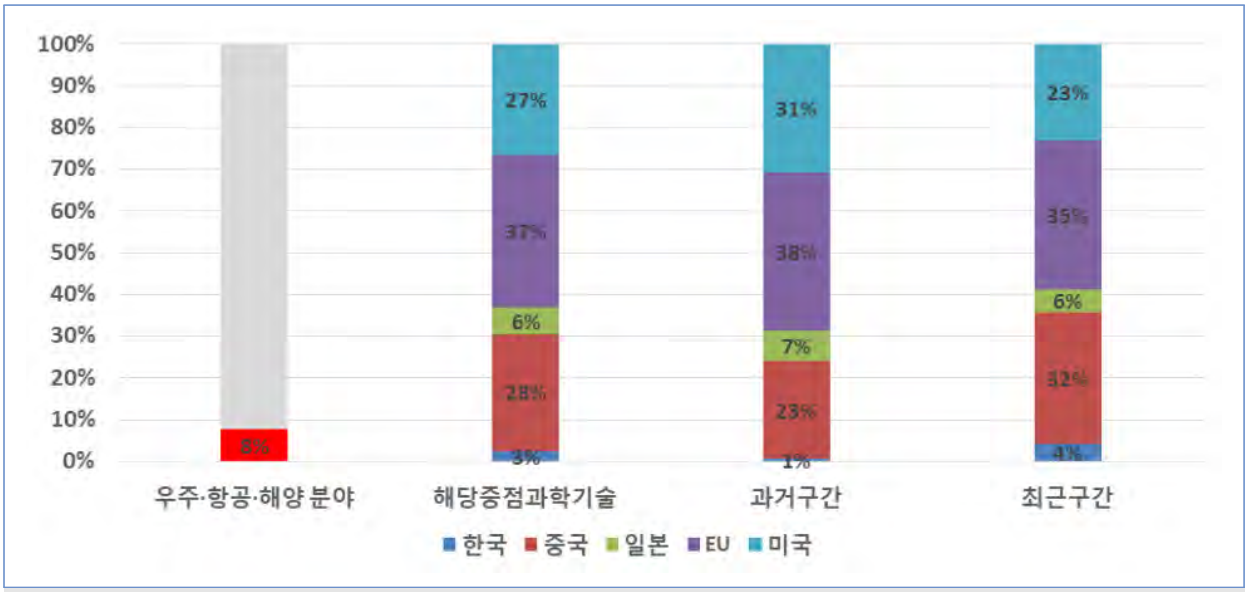
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(8.2)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(36.6%), 중국(27.9%), 미국(26.5%), 일본(6.4%), 한국(2.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(766.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(17.6), EU(11.8), 한국(8.2), 일본(6.2), 중국(4.1) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.91)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(8.7%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(44.5%), 일본(24.5%), EU(12.1%), 미국(10.2%), 한국(8.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(193.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.8)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(4.2), EU(3.0), 일본(2.3), 중국(0.0), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(21.9%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(13.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.6%	27.9%	6.4%	36.6%	26.5%
	논문 증가율	766.7%	70.1%	-2.7%	17.9%	-5.2%
	논문 영향력	8.2	4.1	6.2	11.8	17.6
	연구주체 다양도	0.55	0.76	0.62	0.91	0.79
특허 분석	특허 점유율	8.7%	44.5%	24.5%	12.1%	10.2%
	특허 증가율	-23.1%	193.3%	-3.0%	-31.6%	137.5%
	해외출원도	0.8	0.1	1.9	3.8	1.7
	특허 영향력	0.0	0.0	2.3	3.0	4.2
	IP4점유율	0.0%	0.0%	12.3%	21.9%	14.8%
	청구항수	5.3	2.6	3.8	8.3	13.3

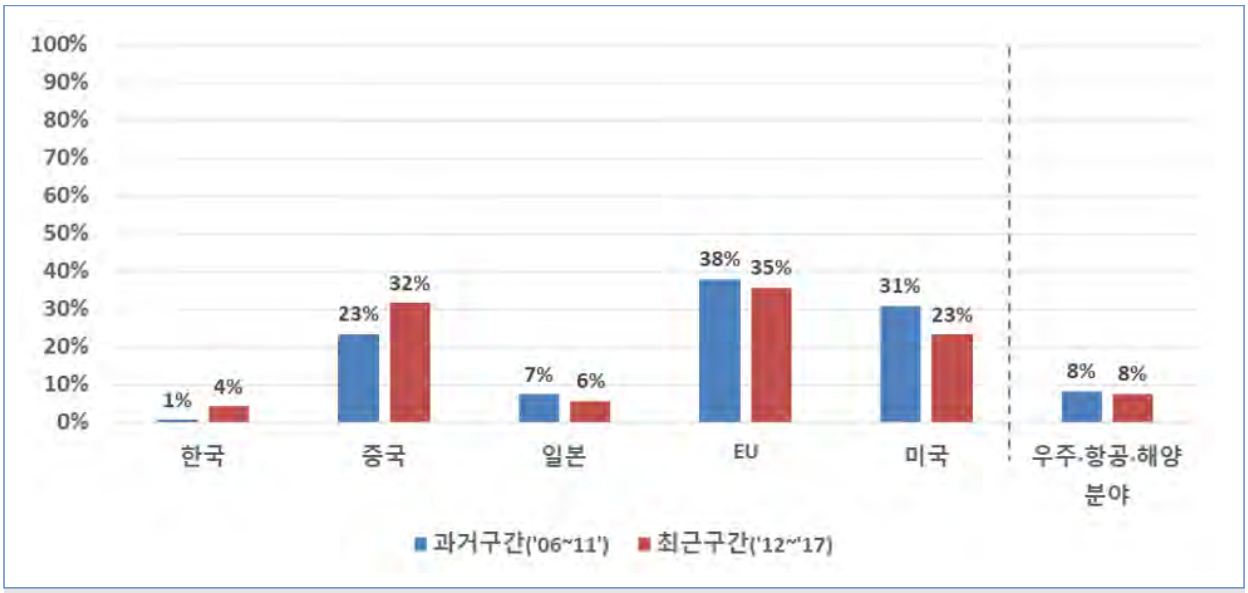
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 우주환경 관측·감시·분석 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 414건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 우주환경 관측·감시·분석 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

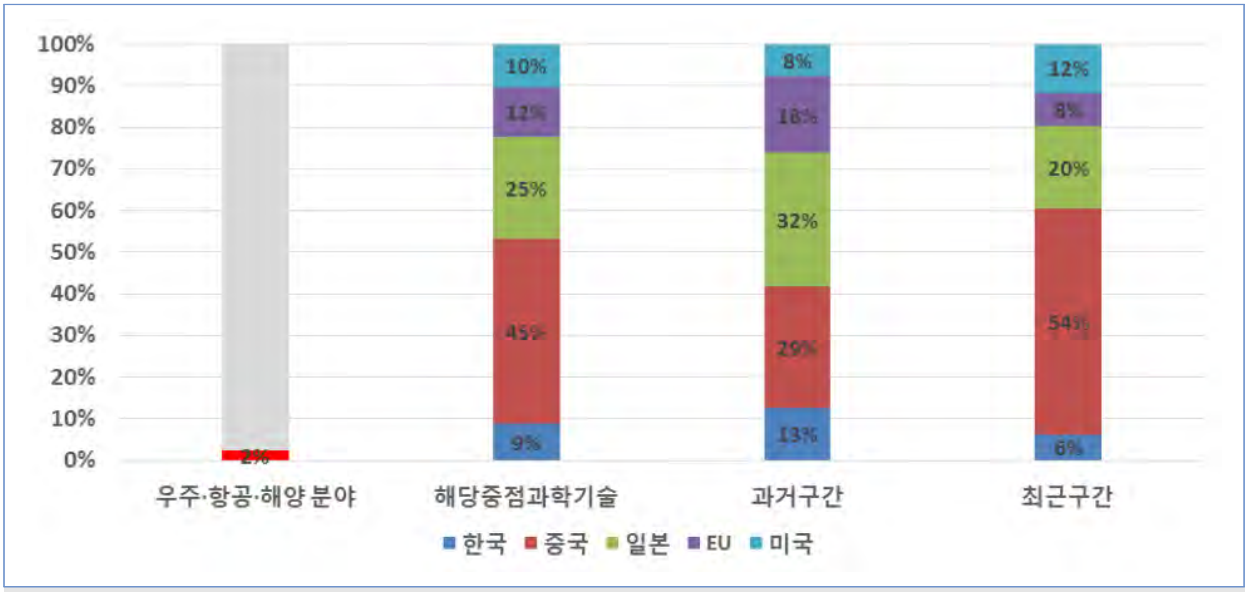


● 우주환경 관측·감시·분석 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 766.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	3	26	29	766.7%
중국	117	199	316	70.1%
일본	37	36	73	-2.7%
EU	190	224	414	17.9%
미국	154	146	300	-5.2%
전체	501	631	1,132	25.9%

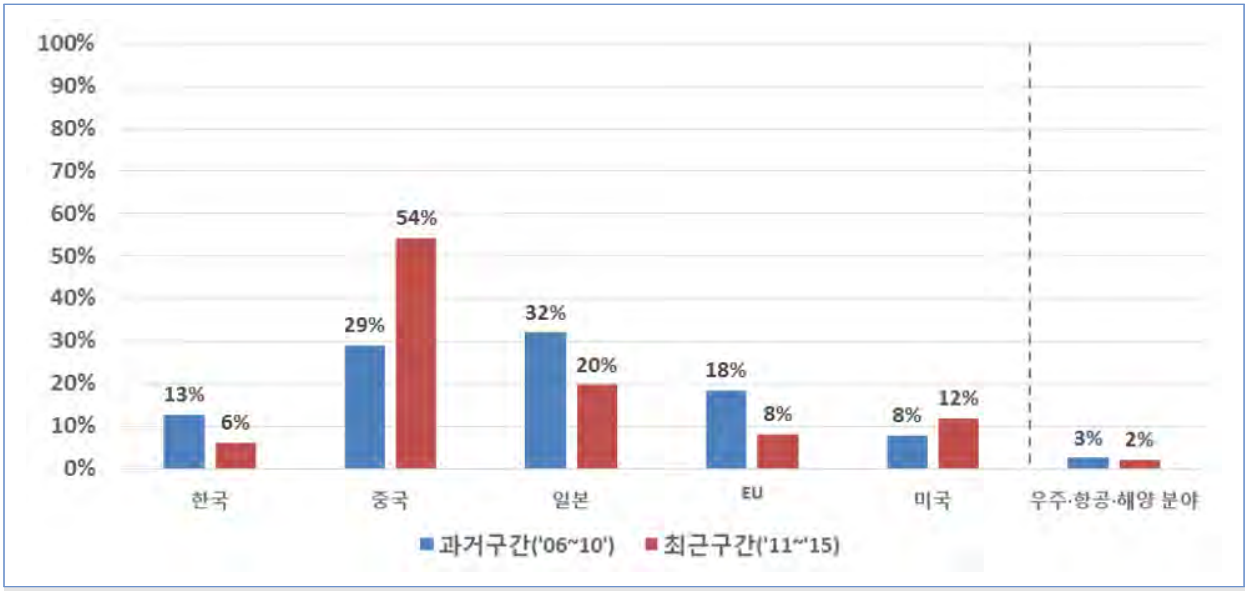
(4) 특허 점유율(전체)



- 우주환경 관측·감시·분석 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 118건으로 전체 특허의 45%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, EU, 미국, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 우주환경 관측·감시·분석 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



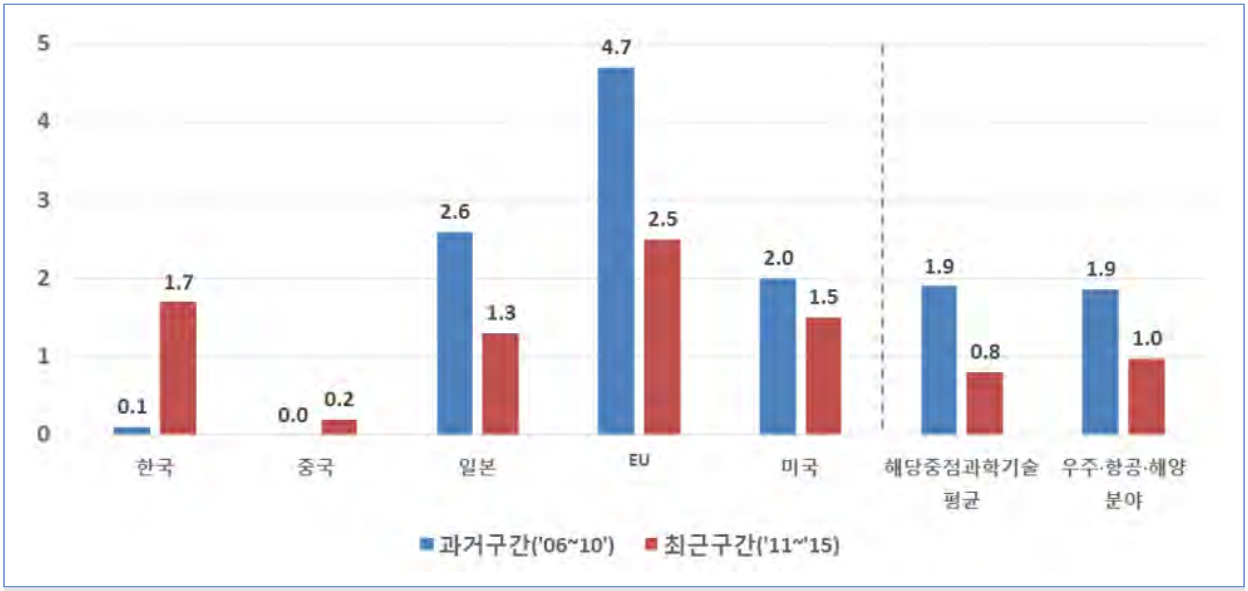
● 우주환경 관측·감시·분석 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -23.1%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 5위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	13	10	23	-23.1%
중국	30	88	118	193.3%
일본	33	32	65	-3.0%
EU	19	13	32	-31.6%
미국	8	19	27	137.5%
전체	103	162	265	57.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

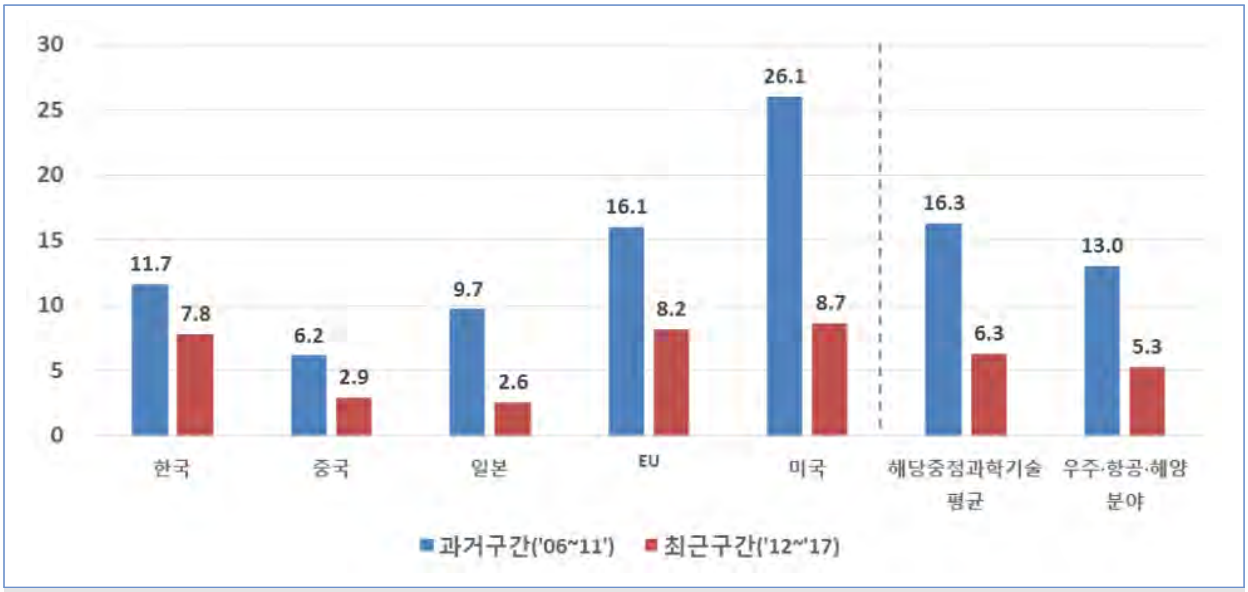


● 우주환경 관측·감시·분석 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

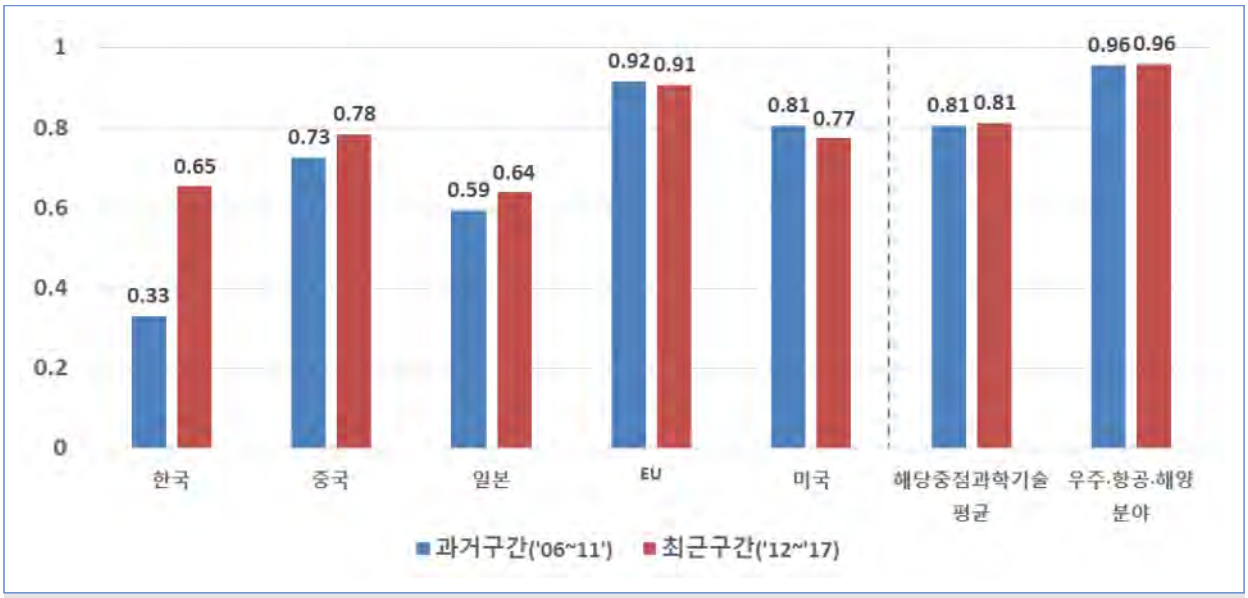
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



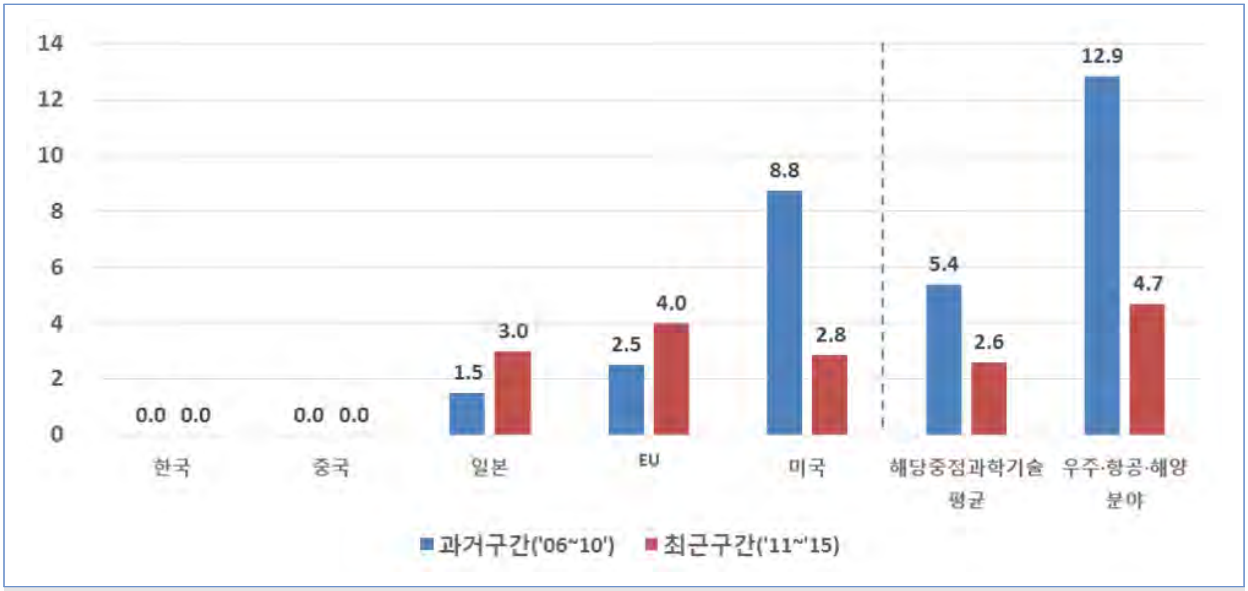
● 우주환경 관측·감시·분석 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



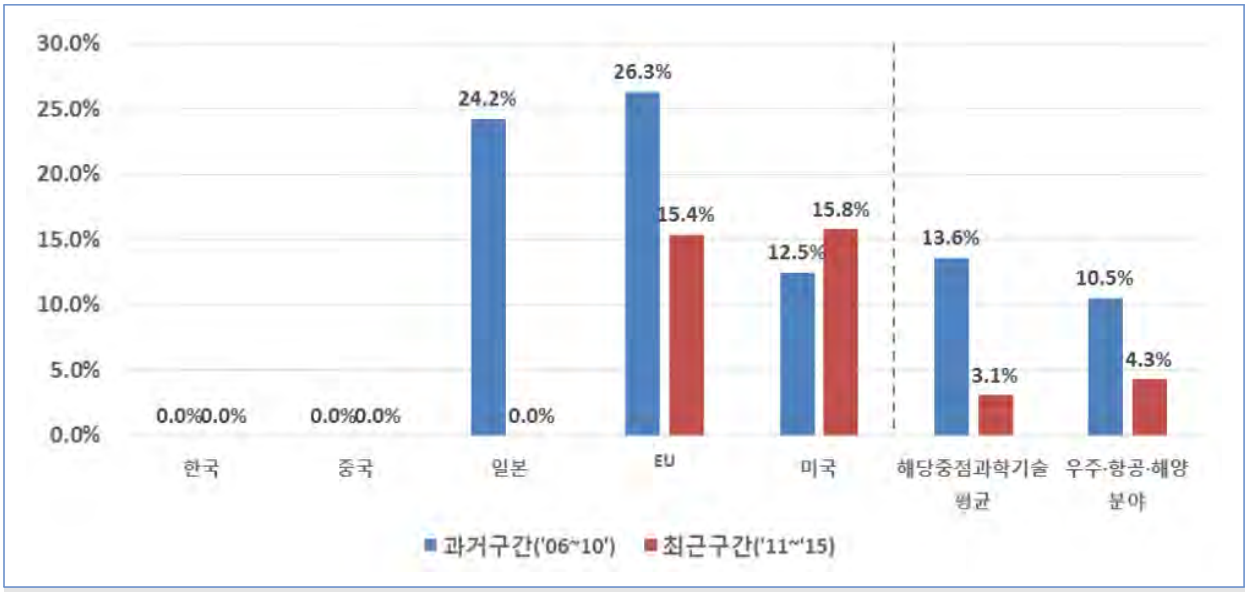
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



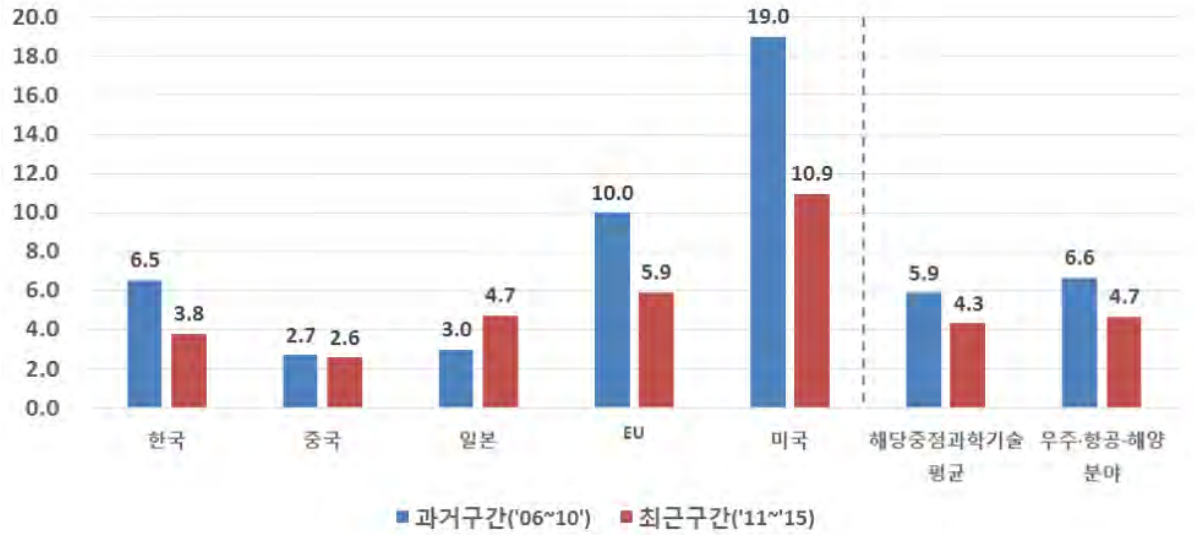
● 우주환경 관측·감시·분석 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 우주환경 관측·감시·분석 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 우주환경 관측·감시·분석 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

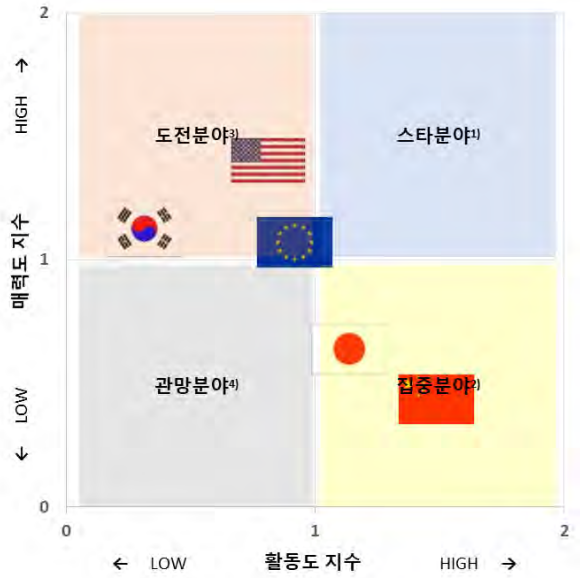
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

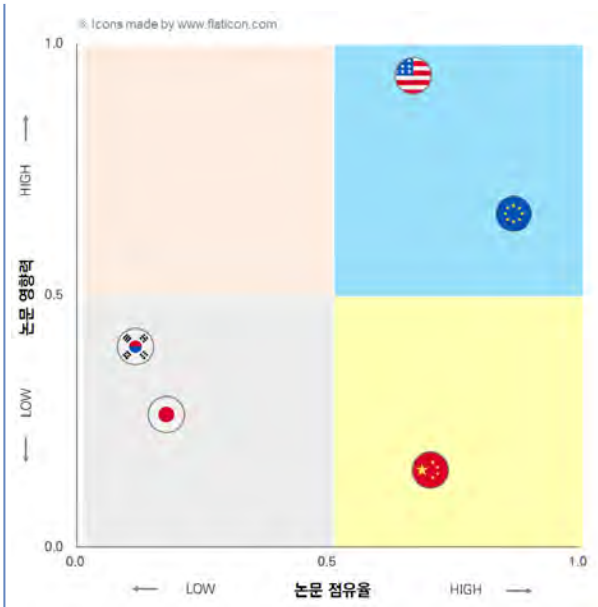
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 우주환경 관측·감시·분석 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

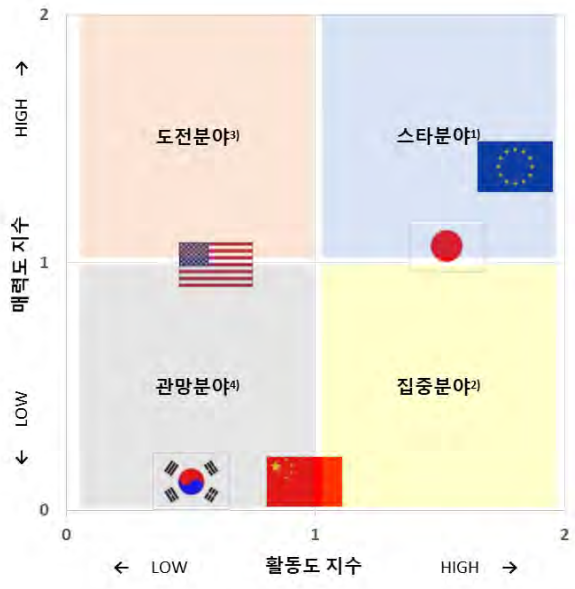


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 우주환경 관측·감시·분석 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'CHANGCHUN INSTITUTE OF OPTICS(2.92%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교' 가 10.34%(글로벌 점유율은 0.27%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHANGCHUN INSTITUTE OF OPTICS	중국	10.44%	2.92%	-26.32%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	5.67%	1.50%	12.50%
3	UNIVERSITY OF ARIZONA	미국	5.00%	1.33%	50.00%
4	NASA	미국	5.00%	1.33%	50.00%
5	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	중국	4.11%	1.15%	450.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	10.34%	0.27%	200.00%
2	HANYANG UNIVERSITY	10.34%	0.27%	200.00%
3	KOREA ASTRONOMY AND SPACE SCIENCE INSTITUTE	6.90%	0.18%	0.00%
4	YONSEI UNIVERSITY HEALTH SYSTEM	6.90%	0.18%	100.00%
5	KYUNG HEE UNIVERSITY	3.45%	0.09%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHANGCHUN INSTITUTE OF OPTICS	10.44%	2.92%	-26.32%
2	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	4.11%	1.15%	450.00%
3	WUHAN UNIVERSITY	3.16%	0.88%	800.00%
4	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.16%	0.88%	50.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.85%	0.80%	-20.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	10.96%	0.71%	0.00%
2	KYOTO UNIVERSITY	8.22%	0.53%	-50.00%
3	NAGOYA UNIVERSITY	6.85%	0.44%	50.00%
4	INSTITUTE OF SPACE AND ASTRONAUTICAL SCIENCE	6.85%	0.44%	-33.33%
5	KUMAMOTO UNIVERSITY	6.85%	0.44%	300.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	MAX PLANCK INSTITUTE FOR GRAVITATIONAL PHYSICS	2.42%	0.88%	-33.33%
2	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	2.17%	0.80%	100.00%
3	UNIVERSITY OF BIRMINGHAM	1.45%	0.53%	500.00%
4	INSTITUT DE CIENCIES DE L'ESPAI (CSIC-IEEC)	1.45%	0.53%	0.00%
5	UNIVERSITY OF WARSAW	1.45%	0.53%	400.00%

6 미국

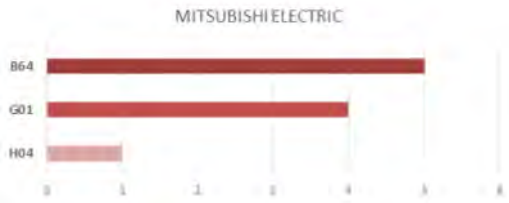
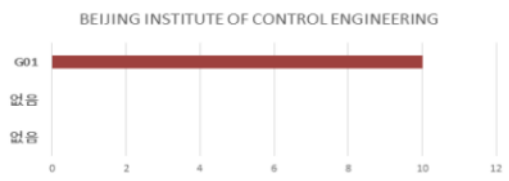
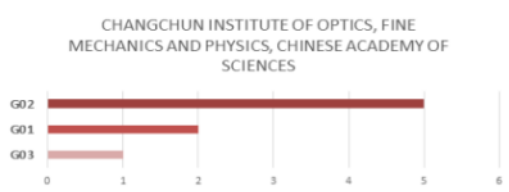
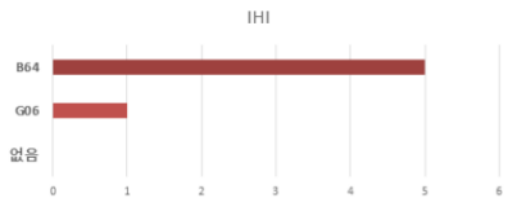
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	5.67%	1.50%	12.50%
2	UNIVERSITY OF ARIZONA	5.00%	1.33%	50.00%
3	NASA	5.00%	1.33%	50.00%
4	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	4.00%	1.06%	-80.00%
5	JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	2.67%	0.71%	66.67%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'MITSUBISHI ELECTRIC(3.77%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국항공우주연구원'이 21.74%(글로벌 점유율은 1.89%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'MITSUBISHI ELECTRIC'는 B64(항공기; 비행; 우주공학)에 해당하는 특허를, '한국항공우주연구원'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

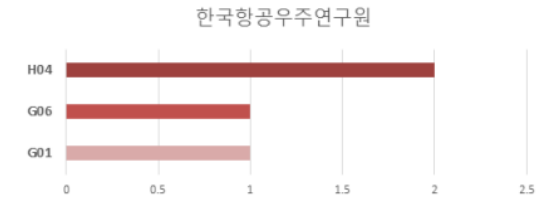
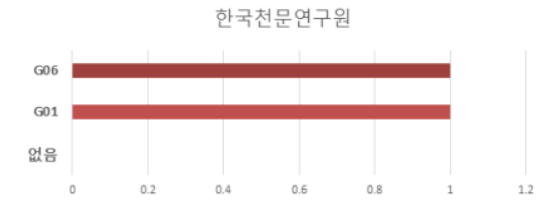
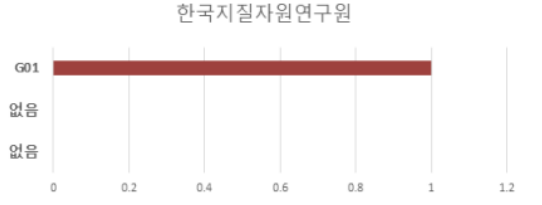
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	15.38%	3.77%	-33.33%
2	BEIJING INSTITUTE OF CONTROL ENGINEERING	중국	8.47%	3.77%	-33.33%
3	CHANGCHUN INSTITUTE OF OPTICS, FINE MECHANICS AND PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	중국	6.78%	3.02%	200.00%
4	IHI	일본	9.23%	2.26%	0.00%
5	한국항공우주연구원	한국	21.74%	1.89%	-75.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G01	광학
		H04	전기통신기술
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		G02	광학
		G01	광학
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

2 한국

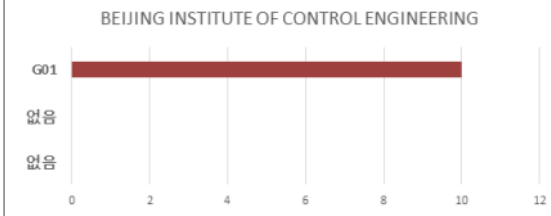
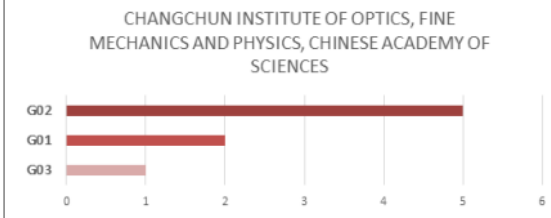
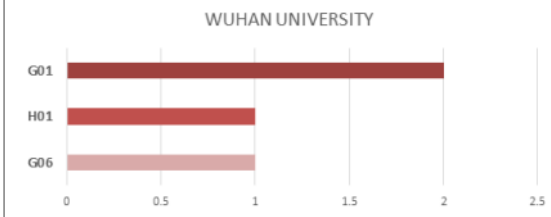
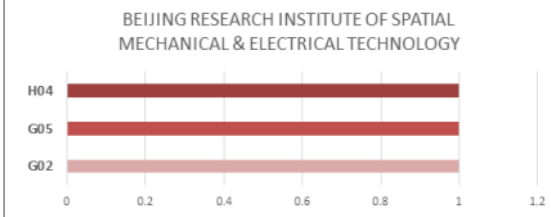
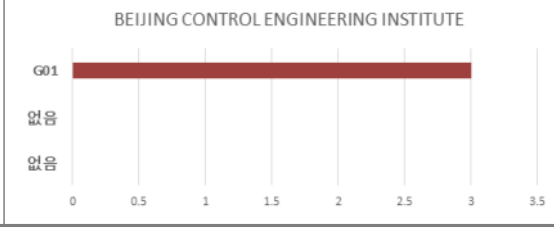
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국항공우주연구원	21.74%	1.89%	-75.00%
2	국방과학연구소	8.70%	0.75%	-100.00%
3	한국천문연구원	8.70%	0.75%	-100.00%
4	한국전자통신연구원	4.35%	0.38%	0.00%
5	한국지질자원연구원	4.35%	0.38%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G01	광학
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		-	-
4		G01	광학
		-	-
		-	-
5		G01	광학
		-	-
		-	-

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIJING INSTITUTE OF CONTROL ENGINEERING	8.47%	3.77%	-33.33%
2	CHANGCHUN INSTITUTE OF OPTICS, FINE MECHANICS AND PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	6.78%	3.02%	200.00%
3	WUHAN UNIVERSITY	3.39%	1.51%	0.00%
4	BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF SPATIAL MECHANICAL & ELECTRICAL TECHNOLOGY	3.39%	1.51%	300.00%
5	INSTITUTE OF OPTICS AND ELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	2.54%	1.13%	-100.00%

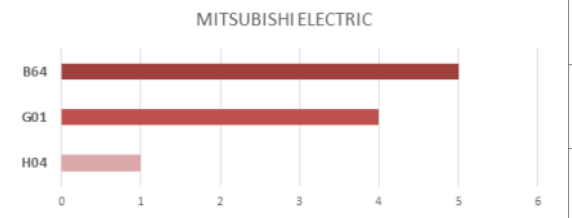
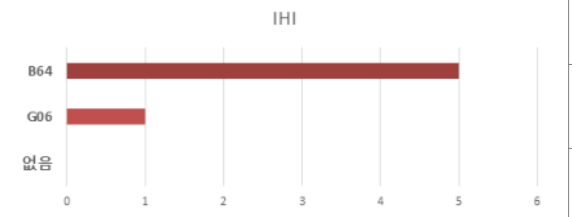
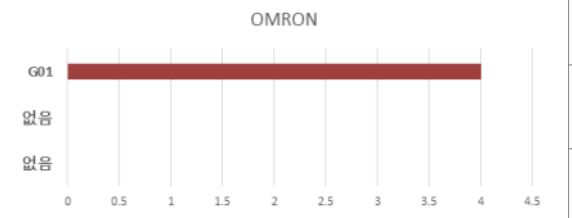
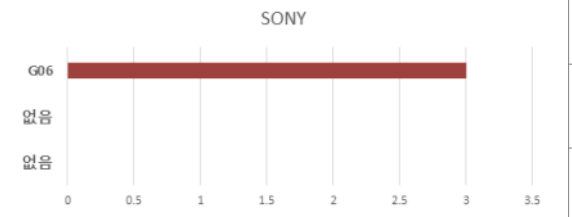
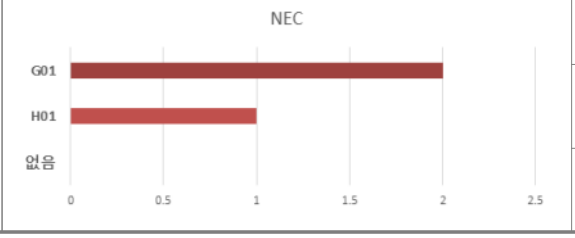
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		-	-
		-	-
2		G02	광학
		G01	광학
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
3		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		G02	광학
5		G01	광학
		-	-
		-	-

4 일본

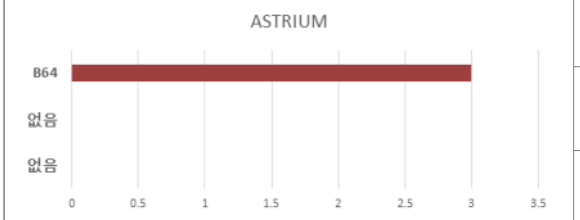
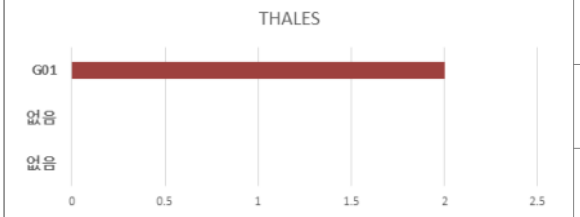
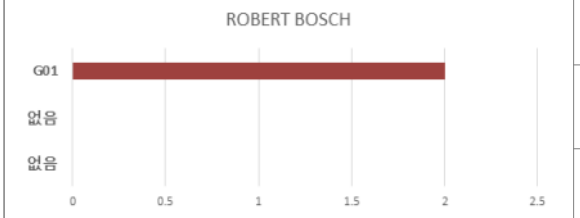
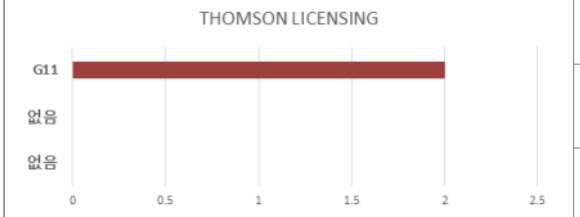
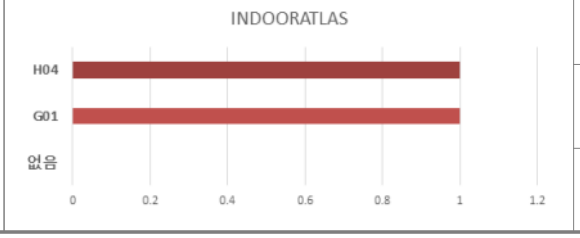
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI ELECTRIC	15.38%	3.77%	-33.33%
2	IHI	9.23%	2.26%	0.00%
3	OMRON	6.15%	1.51%	0.00%
4	SONY	4.62%	1.13%	-100.00%
5	NEC	4.62%	1.13%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G01	광학
		H04	전기통신기술
2		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G01	광학
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		-	-

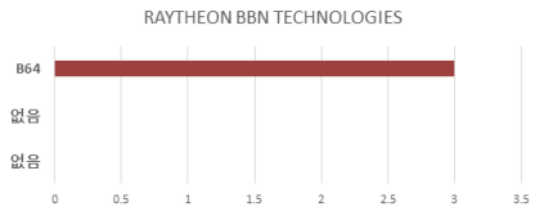
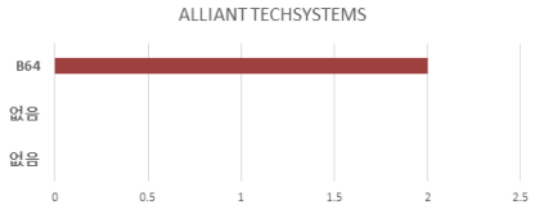
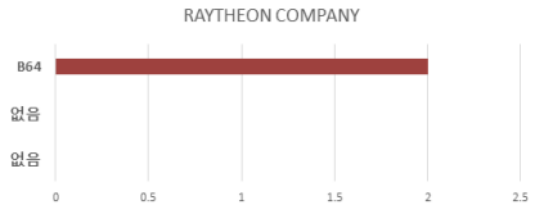
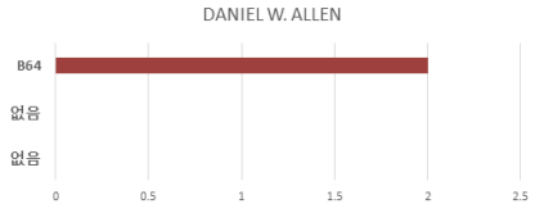
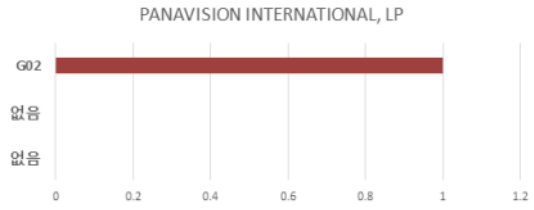
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ASTRIUM	9.38%	1.13%	200.00%
2	THALES	6.25%	0.75%	-100.00%
3	ROBERT BOSCH	6.25%	0.75%	-100.00%
4	THOMSON LICENSING	6.25%	0.75%	-100.00%
5	INDOORATLAS	6.25%	0.75%	100.00%

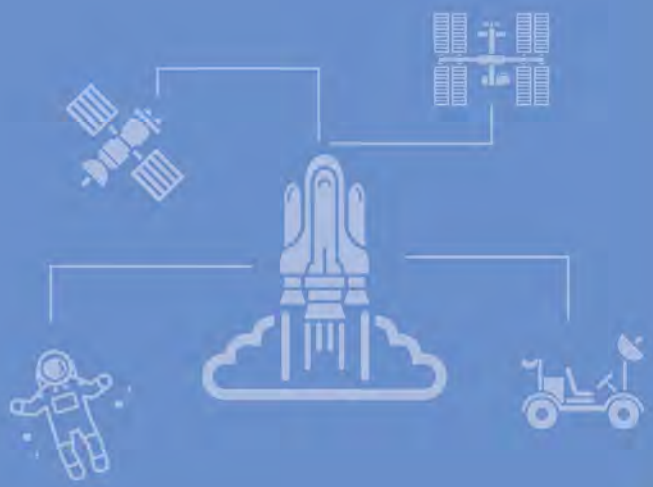
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		G01	광학
		-	-
		-	-
4		G11	정보저장
		-	-
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G01	광학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	RAYTHEON BBN TECHNOLOGIES	11.11%	1.13%	200.00%
2	ALLIANT TECHSYSTEMS	7.41%	0.75%	0.00%
3	RAYTHEON COMPANY	7.41%	0.75%	-100.00%
4	DANIEL W. ALLEN	7.41%	0.75%	0.00%
5	PANAVISION INTERNATIONAL, LP	3.70%	0.38%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
2		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
3		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
5		G02	광학
		-	-
		-	-

18 우주 탐사 및 활용 기술



18 우주 탐사 및 활용 기술

중점과학기술 개요

☑ 우주 활용성 증대를 위해 달·소행성·화성 등지를 탐사하기 위한 목적의 우주 비행체 설계·제작 및 항행·운영 기술과 다수의 저궤도·정지궤도 관측위성을 이용해 기상·환경·해양·국가안전·재난예방·항법·초연결통신 등에 활용하기 위한 위성 제작·활용 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

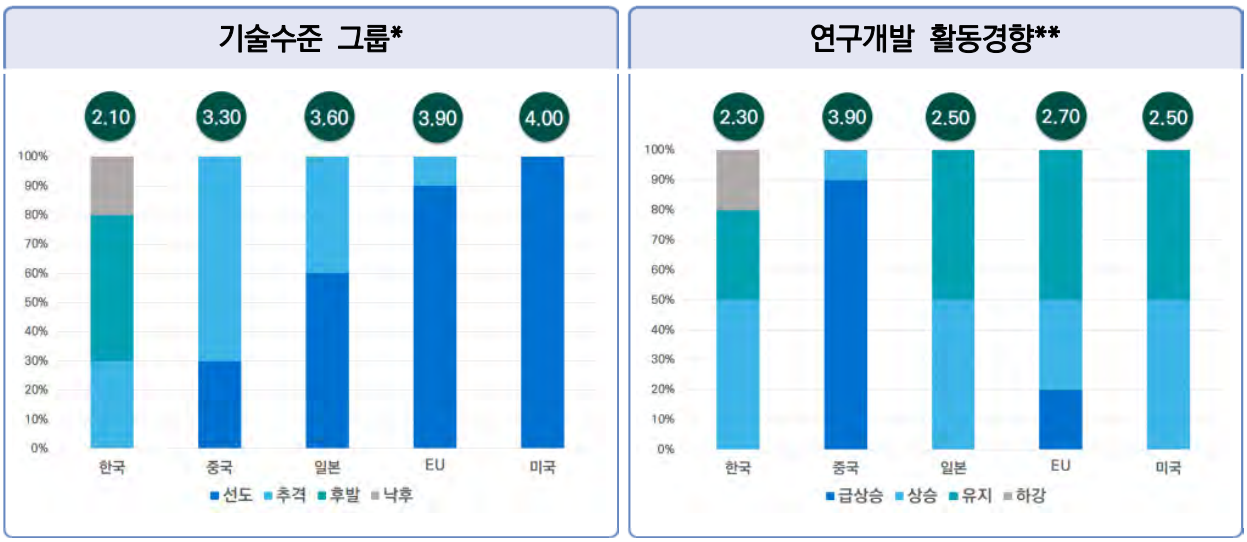
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	55.0	12.0	후발	보통	미흡	유지
중국	82.3	6.0	추격	우수	우수	급상승
일본	84.0	5.5	선도	우수	우수	상승
EU	90.0	3.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	56.3	12.0	55.0	41.0	62.5	16.7	12.0	10.0	15.0	4.0
중국	81.3	6.5	82.3	80.0	87.0	11.5	6.0	5.0	7.0	1.8
일본	84.0	5.5	84.0	80.0	86.0	5.2	5.5	5.0	7.0	1.5
EU	90.8	3.3	90.0	87.0	94.0	5.3	3.0	3.0	5.0	1.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

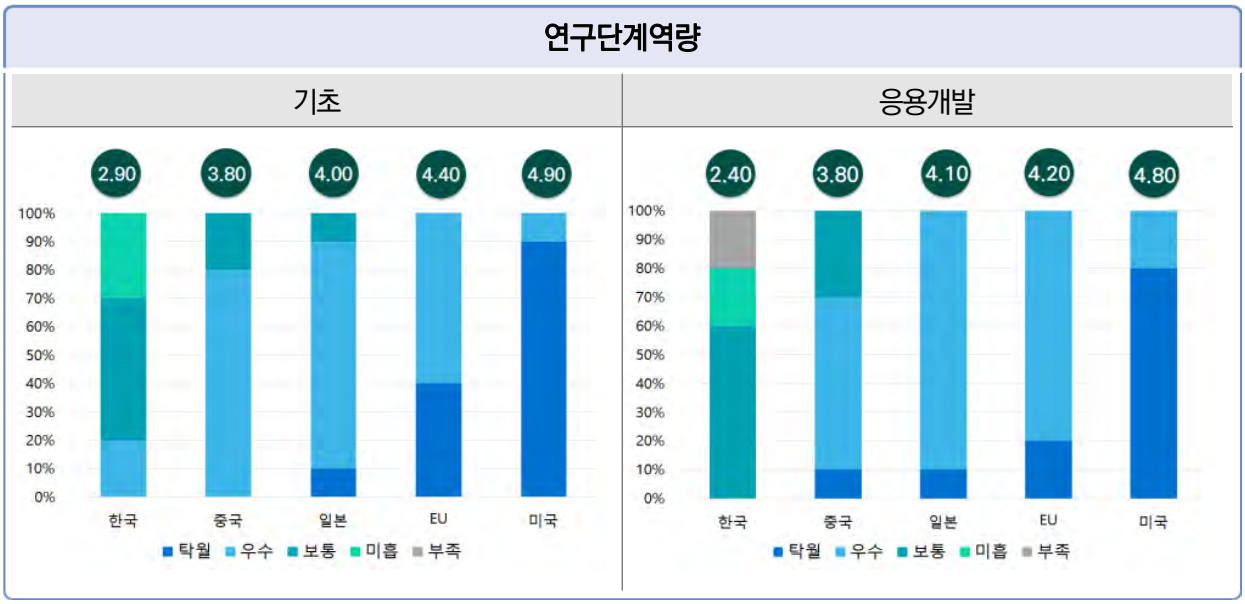
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (55.0%)	• 국가적으로 전폭적인 예산 지원이 없는 한 우리나라 경제 여건 및 우주 산업체 경쟁력을 고려하면 자생적으로 우주탐사 기술을 확보하고 발전시키기는 현실적으로 불가능함. 근시안적이고 당장 경제측면의 실 이득만 따지는 과학예산 지원 방식으로는 우주탐사 분야 예산 확보가 요원하고, 발전이 느릴 수밖에 없음 • 우주탐사 분야가 아직도 위성, 발사체 등으로 한정적이며 다양한 태양계 우주탐사 과학임무 개발 추진과 연구인력 양성이 부족함 • 무인 달 궤도선 준비 중 • 액체 수소엔진은 개발하지 못하였음 • 경험이 쌓인 위성시리즈를 제외하고 처음 시도하는 달 탐사, 발사체 사업 등은 일정연기 등의 부침을 거듭하고 있음
중국 (82.3%)	• 자체 발사체 및 우주실험실 분야기술에서 상대적으로 앞서 있음 • 최근 국가 선도의 집중적인 우주탐사 계획들을 순차적으로 실현하고 있어 현재는 추격자이나, 곧 일부 분야에서 선도그룹으로 변화 가능 • 지구관측위성보다는 발사체나 우주탐사를 위한 탑재체에 대해 빠르게 성장 • 우주정거장 독자 운영 등 국가의 적극적 주도로 기술력에서 미국이 달성한 5년 전 연구 성과와 비슷한 수준으로 미국을 위협하고 있음 • 최고기술 보유국이 보여준 대부분의 기술을 보여주고 있으나 상세기술정보 접근의 제한으로 구체적인 실체파악이 어려움
일본 (84.0%)	• 하야부사와 같은 소행성 탐사 등은 일본이 세계 최초 임무를 성공 시키는 등 차별화 된 우주탐사 선도 분야를 꾸준히 개발하고 있음 • 미국이나 EU와 같은 대규모 미션을 수행하지는 않으나 다양한 종류의 지구관측위성을 운영 중 • 미국과의 협력으로 우주탐사기술을 개발하고 있으며 독자적 우주탐사 추진에서 한계가 보이고 있으나 소행성 탐사 등 독자적 분야도 개척 • 소행성 탐사 성공과 2차시도 • 미국, 유럽에 이어 액체 수소엔진 개발 성공과 활용 • 화성탐사는 아직 성공하지 못하였음 • 하야부사-2 임무가 현재까지 순조롭게 진행 중
EU (90.0%)	• 로켓 추진체 발사 및 안정적 운용기술은 미국과 거의 대등하나 우주 및 지상 탐사기술 면에서 다소 기술격차가 있음 • 미국과 대등한 기술 수준으로 다수의 우주탐사를 공동개발하면서 우주탐사 선도하고 있음 • 무인 로버 화성탐사를 2020년에 시도 • 약체 수소엔진 개발 성공 후 활용 중 • 로제타 탐사선의 성공적 임무완료를 통해 다양한 기술적 발전을 보여줌
미국 (100%)	• 상용위성 및 탐사선분야를 선도하고 있음 • 예산, 기술, 인력 인프라가 풍부함 • 정부차원의 막대한 예산을 투자하고 있으며, 모든 세부기술에서 우위 • 차세대 우주관측 기술의 집약체인 6.5미터 JWST 국제협력 우주망원경 프로젝트 주도 • 달, 화성 탐사뿐만 아니라 우주탐사 전반적인 분야 선도 임무 수행 및 추진 중

국가 (기술수준)	판단근거
	• 40여 년 전부터 지구관측위성 및 우주탐사선 등의 임무를 수행 • 유인 화성탐사 계획 주도 등 세계를 선도하는 기술력 보유 및 비전 제시 • 무인화성탐사의 연이은 성공과 유인화성탐사에 박차를 가하고 있음 • 지구 저궤도의 사람과 화물 수송에 산업체를 참여시키고 있음 • 위성체, 발사체 및 운영 등의 주요 우주기술이 민간중심으로 전환 중

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 선도국의 개발기술을 따라가고 있음 • 핵심과제 등을 통해 인력의 양성 추진 • 우주탐사 및 활용에 대한 연구자들의 강한 연구 의지 • 우주발사체 분야 자체 개술개발에 착수함 • 예년대비 연구인력 증가 • 우주개발에 대한 관심도가 증가 • 국가 체계사업을 통한 우주탐사 수행 중, 저변이 매우 협소하고 소수 연구 인력임에도 기초 분야에서 일정 성과 발표 • 연구원, 학계, 정부의 우주기술 개발에 대한 의욕이 강함 • 산업체의 기계 및 전자 등 생산기반 우수 • 지구궤도 관측위성 기술 축적을 통한 기본적인 우주기술 단기간에 확보	• 꾸준한 예산지원 및 장기적 미래를 위한 정책 방향의 모색 필요 • 정부 주도의 키워드(예; 융합, 4차 산업혁명 등)에 민감하게 반응. 우주탐사는 이미 이전부터 융합기술 성격이 강했음 • 탑재체 기술 분야 콘텐츠 개발에 소극적 • 장기간에 거쳐 연구가 진행되어야 하나 국내 여건상 안정적으로 장기간의 연구를 진행하기 어려움 • 달 탐사 국가 체계 사업 이외 중소규모 우주탐사 프로그램을 수행할 수 있는 국가 지원 예산 전무. 대학 자체 예산으로는 기초 수준 연구 한계가 있고, 산업체는 수익 측면에서 자체 기술 개발 여력과 의지 전무 • 우주개발전문기관(항공우주연구원)을 중심으로 산학연 우주탐사 기술 확보 전략 필요 • 지속 가능한 우주개발방향의 제시가 부족하여 인력유입 및 기술개발 동인이 부족 • 절대적인 우주개발 예산 부족 • 기초연구 역량 부족 • 우주탐사에 대한 정부의 정책이 명확하게 수립되어 있지 않으며 일반 국민의 인식도가 낮음 • 지속적으로 인프라의 확보가 필요
중국	• 꾸준히 기술을 개발하고 있음 • 수많은 인구를 바탕으로 우수한 인력이 참여하고 있음 • 지속적으로 인프라 확보 중 • 우주정거장 실험실 기술을 중심으로 적극적인 기술개발 지원 • 국가적으로 전폭적인 지지와 장기 로드맵 체계적으로 실천 중, 텐궁 우주정거장 후속으로 대형	• 실적 위주의 개발을 추진하고 있음 • 국제협력 등 부족 • 아직까지는 우주정거장 등에서 기초 실험 등을 수행하는 수준이나, 향후 본격적인 유인 탐사에 응용 가능할 것 • 인프라 개발 및 주요 기술 시연에 치중하여 이를 활용한 기초연구의 기반 부족

국가	강점분야	기타
	우주구조물 건설 계획 등 선도 국가들이 예산 문제로 쉽게 접근하지 못하는 우주탐사 계획을 순차적으로 실현하고 있는 중으로, 향후 우주탐사 선도그룹으로 변화 가능 • 정부의 전략적 지원에 따라 기술, 인력, 인프라 모두 급상승하고 있음 • 젊고 의욕적인 연구개발 인력 보유 • 최근 우주분야의 기술적 진보가 급격히 이루어지고 있으며 독자적 프로그램을 적극적으로 추진 • 확보된 우주발사체 기술을 활용한 다양한 우주탐사 프로그램 진행 중	• 사회주의 및 국방연구개발 체제로 경직되어 전자 및 소프트웨어 기술부족 • 소재, 센서 등 기초연구 축적 부족 • 외형적인 급성장에 비해 내실 있는 기술 축적과 국제 협력이 취약해 한계 있을 것
일본	• 발사체, 소행성 탐사 등 전략기술에 중점 • 지속적으로 인프라 확보 • 꾸준하고 일관된 기술개발 및 인력 양성 • JAXA 중심으로 기술력, 인프라 등에 강점 • 소행성 샘플리턴을 세계 최초 수행하는 등 일부 분야에서 선도 역할 수행 자체 우주탐사선 발사 가능한 우주로켓 인프라 갖추고 있는 장점 • Mitsubishi 등 우수한 산업기술 보유 • 미국, 유럽 등과 어깨를 나란히 하는 우주 선진국이 되려는 정부의가 강함 • 특정한 분야에서 국제적 수준을 보유 • 핵심 탐사 기술을 축적하였으며 소행성, 달 탐사 임무 등 독자적 수행 능력이 가능하고 기술적 기반이 비교적 견고	• 우주의 상업화 등에 따른 정책적 변화 • 미국, EU, 중국에 비해 정부의지가 미흡 • 정부 정책에 따라 변화가 심함 • 소행성 탐사, 달 탐사 이후 약간 소강상태, 경제 상황으로 인한 침체 분위기일 것 • 우주부문에서 일본이 이니셔티브를 가지고 가고 싶어 하지만 여의치 않음 • 인구감소에 따른 후속세대 연구인력 부족 • 정치권의 우주개발 관심 부족 • 우주탐사 기술의 상용화 전략이 부족하고 정부 주도의 프로그램에 한계가 있을 것으로 보임
EU	• 여러 나라의 강점을 살려 연구에 참여하고 있으며 우수한 인력이 지속적으로 공급됨 • 꾸준한 기술개발 및 인력 양성 • ESA를 중심으로 각국의 협력체계가 잘 갖추어져 있음 • 무인탐사 분야, 자율 랑데부/도킹 분야, 초소형/소형 우주탐사선 분야 • 우주개발 경험 있는 과학기술자 풍부 • EADS, Airbus 등 산업체 기반이 탄탄함 • 우주탐사 및 활용에 대한 연구 인프라가 구축되어 있고 응용 기술도 우수 • 기술 역량의 미국과 대등한 것으로 판단 • 초소형위성, 소형위성을 이용한 적극적인 우주탐사 추진, 유럽 국가 내 다수의 연구소, 산업체, 대학들을 중심으로 지속적인 탐사 계획 실현 중	• 다 국가의 이익에 따른 정책변화가 큼 • 기술개발 투자 증가가 필요해 보임 • 기술수준 증가율이 예년대비 낮음 • 예산지원 미흡 • space 4.0 및 Moon Village 등의 movement를 통해 분위기 반등을 시도하고 있지만, 우주에 대한 새로운 동력이 부족함 • 초기 우수 인력에 비해 현재 젊은 후속세대 과학기술자 부족 • EU에서 영국이 탈퇴하면서 우주개발 추진력이 약해지고 예산에도 문제발생 우려 • 우주기술의 상용화 및 미간 분야의 주도가 미국에 비해 상대적으로 저조 • EU의 특성상 조직적인 결정 과정이 상당 부분 시일이 소요되는 것으로 보임

국가	강점분야	기타
미국	• 많은 인력이 연구에 참여하고 있으며 우수한 인력이 배출됨 • 세계를 선도하는 우주탐사 비전 제시 • 꾸준하고 일관된 기술개발 지원 • NASA를 중심으로 NOAA, USGS 등에서 세계 최고 수준의 기술, 인력, 인프라를 갖춤 • 유인탐사 분야, 자율 랑데부/도킹 분야, 우주탐사선 발사체 분야 다수의 전문 인력 풀 • 매우 오래된 국가 차원 우주탐사 인프라 • 경험이 풍부한 연구개발과 생산 인력 보유 • 산업체가 활발하게 우주개발에 참여하여 지구 저궤도 사람과 화물 수송분 담당 예정 • 유인화성탐사를 차세대 국가 우주개발전략으로 정하여 일관되게 계획 추진 중 • 기초연구 응용 연구 모두 탁월하고 선도 • 국가적 차원에서 우주탐사의 필요성에 대한 확고한 비전과 지원 의사 있음	• 정부에 따른 정책변동 및 투자분야 변화 심함 • 계획 대비 개발비용 과다 초과 • 예전 대비 예산투자가 미흡 • 최근 스페이스 X 등 민간기업의 도전적인 우주탐사에 비해 다소 보수적인 우주탐사 계획 추진. 유인 화성탐사의 경우 지연되고 있으며, 달 유인탐사는 세계적인 호응을 받지 못함 • 최근 정부정책이 방향을 잡지 못하고 달 탐사 → 소행성 탐사 → 유인 달/화성탐사로 변동이 심했고, 민간영역의 탐사주체 변경과정이 진행 중이나 어떻게 변화될지 미지수인 상황 • 최근 60-70대 아폴로 계획에 참여했던 우수한 연구개발, 생산 인력이 은퇴하기 시작 • 아주 우수한 이공계인력은 IT 분야로 빠져나가, 우주개발에 우수한 인력부족 • 민간 분야의 우주탐사 참여가 두드러지고 우주기술이 상업화와 국가 안보적 측면의 연계가 확립됨

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	3위	2위	5위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 분야별 선도 기술을 보유하고 있는 기관과의 협력을 위한 예산지원 • 국내 연구개발 주체의 다양화. 현재의 출연연 중심의 시스템을 대폭 개선하여 민간과 대학의 참여 촉진. 고비용 저효율에서 저비용 고효율로의 패러다임 전환 시급 • 항공우주연구원 주도의 협의체가 아니라, 다른 산학연에서 80% 이상 참여하는 진정한 협의체를 구성하여 정기적으로 운영 • 유관기관 간의 상호교류를 주선하고, 연구 분야의 중복성을 원천봉쇄할 것이 아니라 협력하고 경쟁하는 체계 구축 • 국내 관련 연구자 및 저변이 매우 작으므로 개별적인 연구보다는, 대형사업, 융합연구 사업으로 다수의 산학연이 모여서 과제를 수행할 수 있는 환경 조성 • 산학연이 유기적으로 연계하여 단기성과보다는 중장기 성과 창출을 목표로 협력 추진 - 각 대학, 연구소 등의 연구 인력이 항시 교류하고 연구를 함께 진행할 수 있도록 연구기관(주관)과 대학(위탁 또는 협력연구)이 함께 연구를 진행할 수 있는 연구프로젝트의 정책적 발굴 • 국내 우주탐사 거버넌스를 정부/항우연을 중심으로 장기 전략과 계획수립 및 사업 관리, 핵심기술개발, 다른 출연(연)은 핵심기술 개발, 대학교는 기초연구, 산업체는 제작과 같이 구체적인 업무분담

	정책제언
	• 우주탐사 기본계획 수립 시에도 사업 수행 주체인 학회와 출연연으로 부터의 bottom-up 의견 수집 및 수렴 과정을 연구재단과 정부부처가 인내를 가지고 진행하여 기본계획에 담아 사업 수행 주체들의 적극성 담보 • 매년 국가의 우주탐사 시행계획 및 진행상황을 국내 전문가 집단(우주과학회, 항공우주학회, 천문학회 등)에 타운홀 미팅 등의 방식으로 공유하고, 의견을 듣는 통로 마련 • 우주탐사 개별 사업 수행 시, 프로젝트 과학자(Project Scientist)를 사업단장 직할로 두어 과학임무 달성과정을 계속 모니터링 하고, 과학자문위원회를 두어서 정기적으로 검토
국제협력 촉진	• 우주탐사 협력을 위한 예산 지원 • 우리나라 고유의 임무 개발 및 국제 협력 선도. 국제 협력을 총괄하는 구심체/컨트롤 타워 수립. 국제 협력을 위한 체계적인 조직체계 구축 • NASA, ESA 및 JAXA에서 계획하고 있는 우주탐사선의 탑재체 또는 운영시스템(일부) 개발에 참여하여 우주탐사 관련 기술들을 확보할 수 있도록 정부가 적극 지원. 특히 소형 탐사선을 이용한 국제 달 탐사 프로그램에 참여하는 것이 경제적 및 기술적으로 많은 장점을 가지고 있음 • 성공적인 국제협력을 위하여 상호신뢰 형성이 중요. 정부는 국내 특정 기관과 외국의 특정 선진기관 사이의 상호교류 현황을 모니터링하고 지속적인 유지관리와 관계발전 장려 • 항공우주연구원과 같은 우주개발전문기관을 통해 미국 NASA, ESA, JAXA 등과 국제협력 추진하고, 관련 협력 분야에 국내 타 대학, 연구기관이 함께 참여할 수 있도록 리드 역할 수행 • 선진국 적극적인 협력을 통해 단기성과를 위한 협력보다는 장기적으로 원천기술 확보 필요. 예를 들어 국제협력이라는 명목으로 주요 하드웨어/소프트웨어의 일방적 도입이 아닌 실제 참여를 통한 개발 필요 • 해외 관련 유관기관(대학 또는 연구기관)과의 협력 시 단기보다는 장기적으로 협력이 진행될 수 있도록 지원. 해외 기관과의 협력은 단순 계약보다는 연구자들 간의 지속적 교류를 통해 더욱 발전할 수 있음 • NASA, ESA, JAXA 등과 전략적인 국제협력 추진 • 과학목적 실현이라는 공통의 목표를 근거로 해외 우주탐사임무에 적극적으로 현물참여 방식으로 참여하여, 최첨단의 과학탐사 결과를 국민들과 공유하여 대국민 우주탐사 인식 개선을 견인하고, 이러한 협력을 통해 우주탐사 체계운영 기술 등에 대한 경험 확보. 이를 위해 경쟁성 해외우주탐사 제안서 (NASA Discovery mission call, NASA Explorer mission call, ESA M/S-class mission call)에 적극적으로 참여하기 위해 Letter of Intention / Letter of Commitment / Letter of Agreement 등을 사전 승인해 줄 수 있는 국제협력 부문에서의 예산과 체계가 우주분야 정부부처 간의 긴밀한 협의를 통한 방안 마련 필요
인력양성 및 유치	• 국내연구 활성화를 위해 첨단 수준 연구결과의 활용 • 1세대 우주개발 세대를 뒷받침할 2세대 인력 양성 시급. 단순한 수적인 양성이 아니라 혁신을 주도할 창의성과 도전 정신을 갖는 인력양성 철학과 비전 수립 시급 • 우주탐사 관련 기초 프로그램을 통해 국내 대학(원)생들이 참여함으로써 자연적이고 실질적인 기술 습득 기회 제공 • 박사급의 고학력 인력뿐만 아니라 학사, 석사 출신들 인력에 대해 안정적인 고용과 관련 학과 지원 및 교류를 통해 인력양성 • 대학과 유기적인 협력으로 대학에서 정예인력을 양성하고 양성된 우수 인력이 연구현장에 투입될 수 있도록 대학과 연구현장을 이어주는 정책

	정책제언
	• 정부/항우연의 장기전략 하에 관련 분야 인력양성 계획 수립 • 역량 있는 학문 후속세대들이 우주탐사에 참여할 수 있도록 국가적 미래비전을 제시하고 지속적인 우주탐사 성과를 국민들에게 환유하여 국민인식을 개선하고, 도전하고 실패할 수 있는 토양을 만들어 주어야 함
인프라 구축	• 국내 연구역량의 제고를 위해 인프라 구축의 집중 • 우주개발의 예산을 특정한 부분에 집중하지 않고 인프라 구축, 특히 기술 기반 구축에 투자 필요. 대부분 해외 구매 우주로 진행되는 개발을 지양하고 장기적인 안목에서 국내 기술 인프라(민간과 대학 등) 확충 • 항우연과 같은 우주개발전문기관의 관련 인프라를 확대, 설치하여 국내 연구자들이 공동 활용 지원 • 국내 주요 거점 연구기관을 중심으로 대학, 연구소, 나아가 기업 등도 활용할 수 있는 인프라를 구축하는 정책 • 우주탐사를 위한 심우주통신 안테나, 대기권 재돌입 연구를 위한 기존 플라즈마 풍동 활용 활성화, 초고속 풍속 등 설비 구축 • 한국 행성 데이터 아카이브 시스템 표준 체계, 구축방안, 운영 인프라
법·제도 개선	• 국가 우주개발을 전담할 "우주청" 신설. PBS 기반의 R&D 사업 형태의 우주개발은 기술 개발에 저해 요인이 되므로 개선 필요. 국가 기관(과기정통부)의 우주개발 역할을 새로이 정립 필요. 전문 인력 확보가 시급하며 출연연 중심의 개발 패러다임은 한계가 있음 • 항공우주연구원 주도의 우주개발 프로그램에서 탈피하고 다수의 연구소 및 민간업체가 적극적으로 참여할 수 있도록 제도적 개선 • 연구개발 부분은 시간이 매우 중요한데 법제도 개선 등 정책적인 문제로 인해 추진력이 떨어지는 경우가 많이 발생 • 각 정권에 따라 우주개발 계획이 자주 바뀌지 않도록 장기적이며 제도적으로 지원할 수 있는 법령 등의 제도 마련 • 우주탐사 거버넌스 구축을 위한 항우연/정부의 법적 책임과 의무 명문화 • 우주탐사 임무는 반드시 체계개발, 발사, 초기운영을 넘어서 임무수명 동안 운영하고 자료를 처리하여 최초 사업목적을 달성하고, 그 과정을 누구나 확인할 수 있도록 모든 자료를 일정기간이 지나면 정해진 표준으로 공개하는 것까지 동일한 사업에 담도록 해야 함 • 활용기술과제는 이미 공개된 국외 자료(NASA Planetary Data System, ESA Planetary Science Archive 등) 및 위에서 공개된 국내자료를 활용하여 다양한 파생연구를 수행할 있도록 지원 • 국가 세금으로 개발된 모든 우주관측탐사 자료를 학계에서 인정한 표준방식으로 공개하고 관리하는 시스템 구축
연구비 확대	• 국내 및 국제연구의 진행을 위한 연구비 확대 • 절대 액수보다 연구비를 집행하는 철학과 투자 방향 수립에 집중한 점진적 확대 • 우주탐사 관련 기초기술 및 핵심기술 개발에 장기적인 연구비 지원 • 정부는 기관별/분야별 발전목표를 세우게 하고 목표달성에 요구되는 연구비 지원 필요. 목표가 지나치게 도전적이거나 지원할 재원이 부족할 경우, 목표조정을 권고하고 조정된 목표를 달성하는데 요구되는 연구비를 지원하기 바람 • 달 탐사 이외 우주탐사 분야 연구비가 극히 미미하므로, 달·탐사와 같은 체계사업 이외에 소규모 다수의 우주탐사 기초연구 사업 필요

	정책제언
	• 기술개발 수준은 결과적으로 연구비와 직결됨. 연구비가 충분하면 인력양성과 인프라 구축이 자연적으로 뒤따르게 됨 • 국가우주개발 중장기 연구로드맵에 따라 전략적 연구비 확대 투자 필요, 각 분야를 유기적으로 연결할 수 있는 틈새분야의 연구투자도 활성화하는 정책 필요 • 우주개발 예산 중 일정부분을 우주탐사와 관련 기초연구에 투자할 수 있도록 예산 확보 • 다양한 우주탐사 아이디어를 시도할 수 있는 창의적인 연구비 체계 • 우주탐사 국제협력 예산 확대 • 한국 행성 데이터 아카이브 시스템 구축 및 운영 예산 시급
기타 의견	• 우주탐사는 규모가 작지 않은 사업으로써, 타 기술과의 융·복합 사업을 추진하려면 관련 연구기관들이 참여할 수 있는 일정 규모 이상의 대형 융·복합 사업을 정부가 적극적으로 제시해야 함. 국가과학기술연구회가 융합연구단, 융합사업을 선정해 오고 있으나, 대부분 우주분야가 아닌 분야에서 선정이 되고 있으며, 그 주요 사유는 우주개발 사업은 정부 주도로 항우연과 직접 계약하고 있다고 보고 더 이상의 융·복합 사업 참여 기회를 주지 않음 • 지구관측위성자료(원격탐사자료)를 이용한 다양한 융·복합 연구와 활용연구 등의 활성화를 위해서는 원격탐사자료의 신뢰성 확보가 우선시되어야 함. 아리랑위성 등을 이용한 원격탐사자료의 획득은 많이 이루어지고 있으나 자료의 신뢰성 문제로 과학적 활용이 힘들어 실제로는 타 국가 위성자료를 많이 사용함. 향후 국내 위성자료 획득 및 배포하는 기관에서는 검·보정에 더 적극적으로 신경써야하며, 검·보정 결과 공개를 통해 자료의 과학적 활용도를 높여야함 • 우주탐사 및 활용 분야는 연구 특성상 융·복합 연구가 필요한 분야이고 이미 오래전부터 융·복합 연구가 진행됨. 너무 융·복합 연구에 목적을 둔 것 같이 융·복합을 강조할 것이 아니라, 우주탐사 및 활용의 본래 목적에 부합하는 연구에 집중하면 필요한 관련 분야의 융·복합이 자연스럽게 이루어질 것. 중점기술은 우주탐사의 본래 목적에 우선 부합하는 태양계 행성 및 지구근접 우주환경 활용을 위한 무인 및 유인 우주탐사의 기초부터 차근차근 집중해야 할 것이며, 나아가 이를 바탕으로 하는 국민생활 향상과 부가가치 창출을 위한 산업적 활용도 함께 고민하고 연구해야 함. 본질을 흐리고 시류의 키워드에 영합하는 연구는 오래갈 수 없음 • 우주탐사는 크게 세 가지 정책을 추진해야 함 : 1. 전략적 우주 핵심기술 개발(예; 대기권재돌입, 랑데부/도킹, 행성착륙, 대용량(1,000N 급) 이원 추력기, 전기 추력기, 심우주항법/통신 기술 등) 2. 개발된 우주탐사기술의 Spin-Off를 통해 우주산업 확대, 국민 안전/복지 향상 및 일자리 창출(예; 우주선 물 정화/재순환 시스템, 우주미세먼지 제거, 방사능 보호 시스템 등 산업화) 3. 미국 NASA, 유럽 ESA, 일본 JAXA 등과 전략적인 국제협력 확대를 통한 우주선진국 진입(예: 달 궤도 차기 우주정거장 Deep Space Gateway 참여, 2030년대 국제협력 유인 화성탐사 참여 등)

다 주요 분석 결과 요약

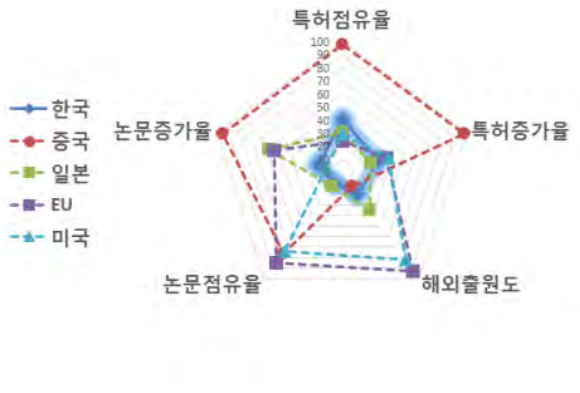
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]
11대 분야	우주·항공·해양	14,483	11,781	35.3%	88.9%
해당 중점과학 기술명	우주 탐사 및 활용 기술	1,990	2,635	7.9%	54.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

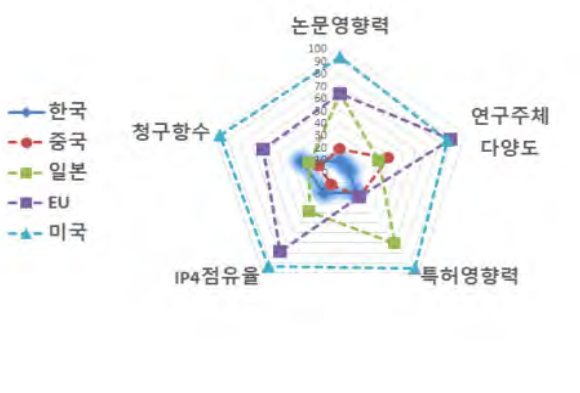
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	32.2%	44.6%	6.2	12.2
한국	5위	2위	5위	5위
	4.9%	17.2%	2.6	3.9
5개국 평균[2]	-	-	4.6	8.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

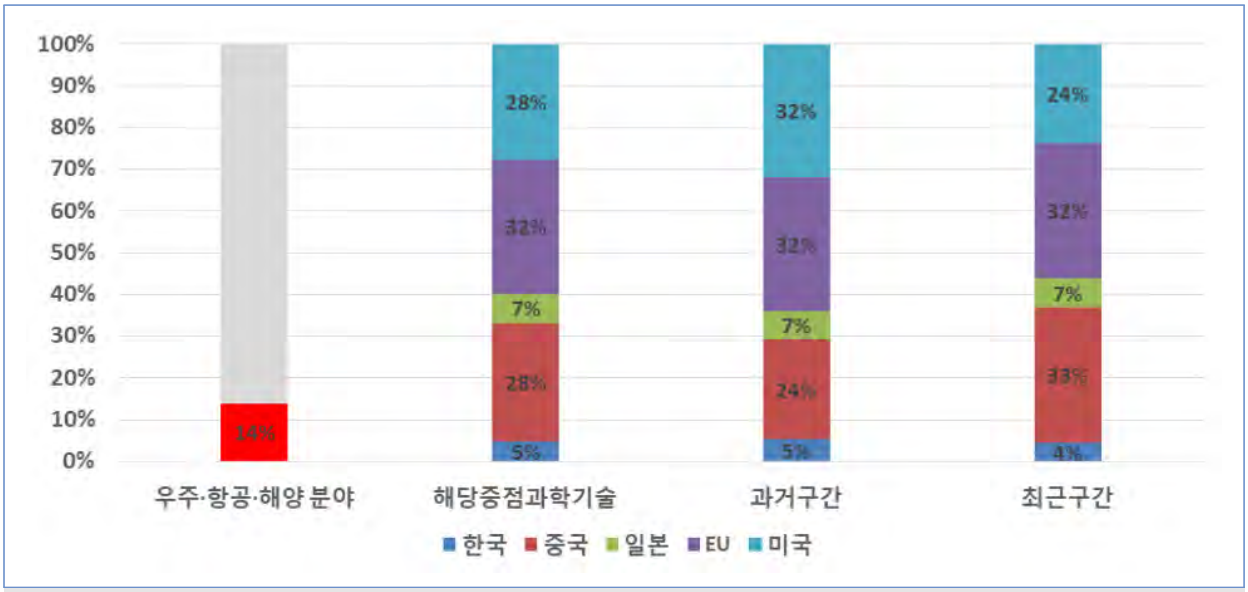
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.9%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(2.6)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(32.2%), 중국(28.3%), 미국(27.6%), 일본(6.9%), 한국(4.9%) 순이며, 논문 증가율은 중국(47.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(6.2), 일본(4.7), EU(4.7), 중국(3.2), 한국(2.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.90)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(17.2%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(3.9)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(44.6%), 한국(17.2%), 일본(13.6%), 미국(13.4%), EU(11.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(275.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(12.2), 일본(8.4), 중국(4.3), EU(4.3), 한국(3.9) 순이며, IP4 점유율은 미국(24.9%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(15.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.9%	28.3%	6.9%	32.2%	27.6%
	논문 증가율	-13.5%	47.4%	12.3%	9.5%	-20.3%
	논문 영향력	2.6	3.2	4.7	4.7	6.2
	연구주체 다양도	0.60	0.73	0.71	0.90	0.89
특허 분석	특허 점유율	17.2%	44.6%	13.6%	11.2%	13.4%
	특허 증가율	-18.5%	275.3%	-40.4%	2.7%	8.2%
	해외출원도	0.7	0.2	1.5	4.6	3.7
	특허 영향력	3.9	4.3	8.4	4.3	12.2
	IP4점유율	3.5%	0.3%	8.6%	18.2%	24.9%
	청구항수	5.0	3.1	4.1	8.4	15.0

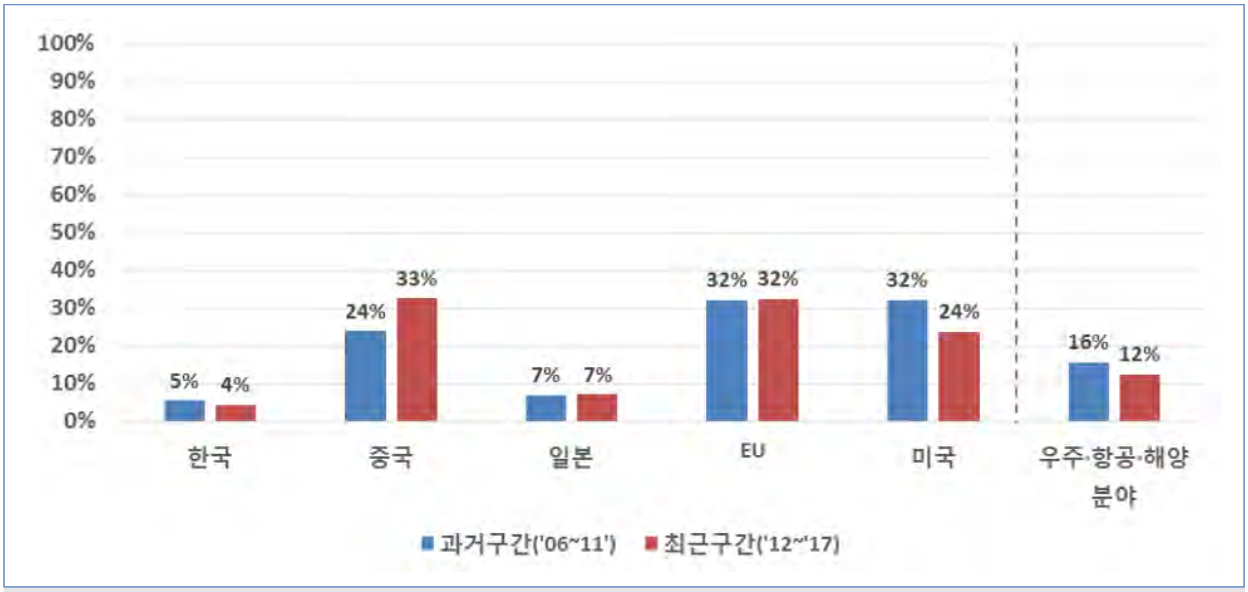
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 우주 탐사 및 활용 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 641건으로 전체 논문의 32%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 우주 탐사 및 활용 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 논문 중에서 14%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

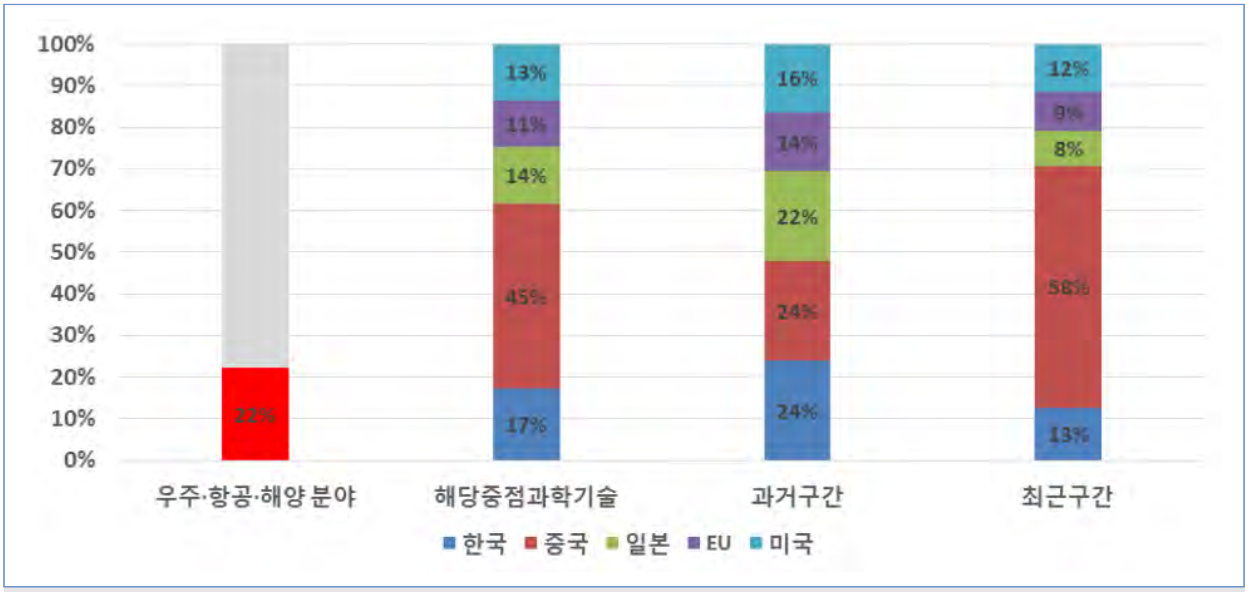


● 우주 탐사 및 활용 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 -13.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	52	45	97	-13.5%
중국	228	336	564	47.4%
일본	65	73	138	12.3%
EU	306	335	641	9.5%
미국	306	244	550	-20.3%
전체	957	1,033	1,990	7.9%

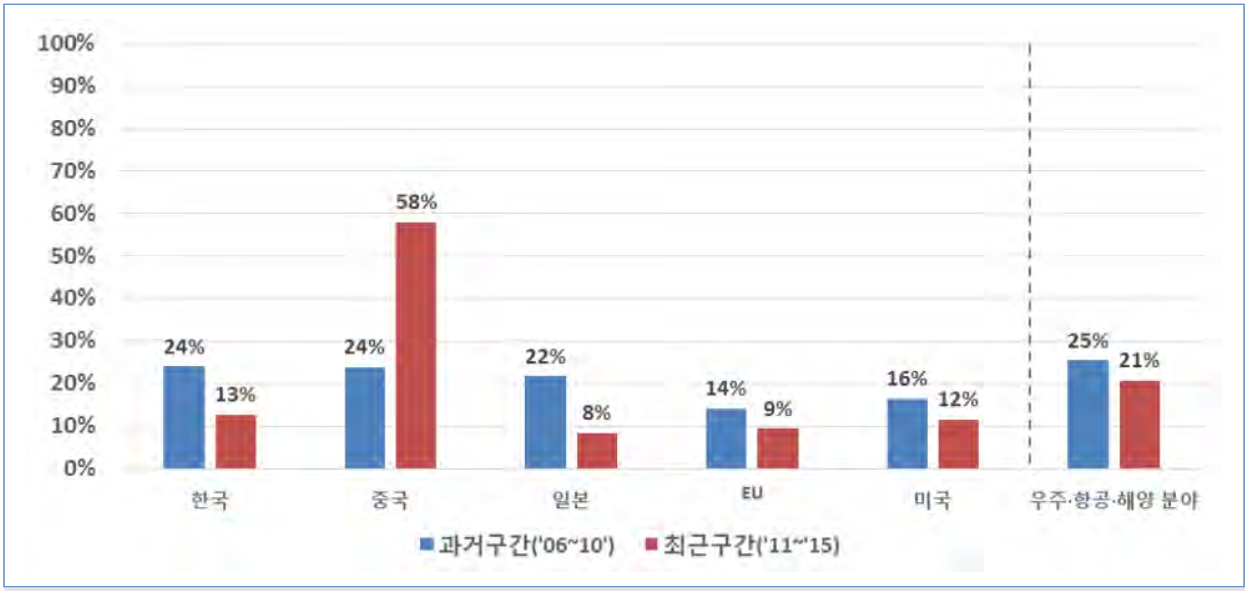
(4) 특허 점유율(전체)



● 우주 탐사 및 활용 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1174건으로 전체 특허의 45%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 우주 탐사 및 활용 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 특허 중에서 22%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 우주 탐사 및 활용 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -18.5%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	249	203	452	-18.5%
중국	247	927	1,174	275.3%
일본	225	134	359	-40.4%
EU	146	150	296	2.7%
미국	170	184	354	8.2%
전체	1,037	1,598	2,635	54.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

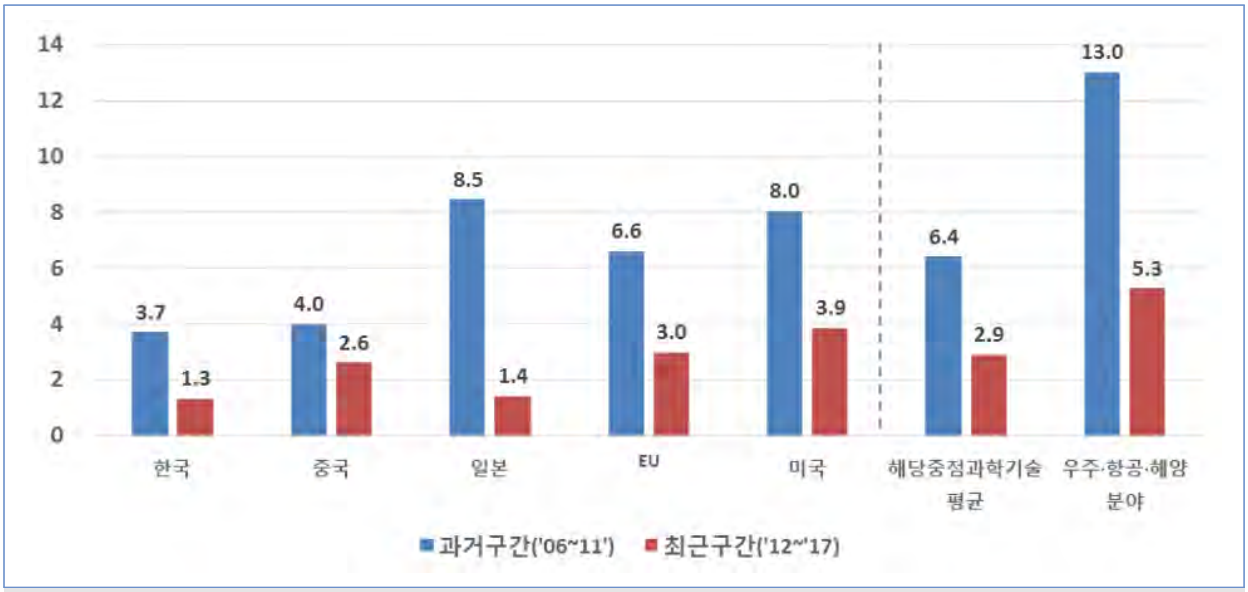


● 우주 탐사 및 활용 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

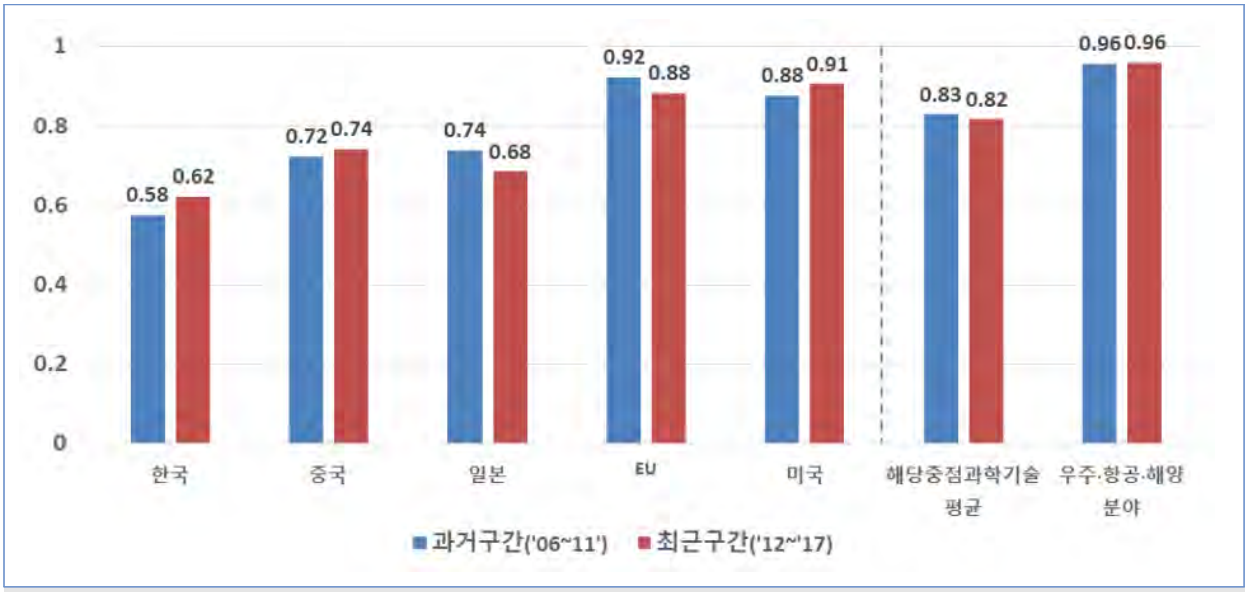
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



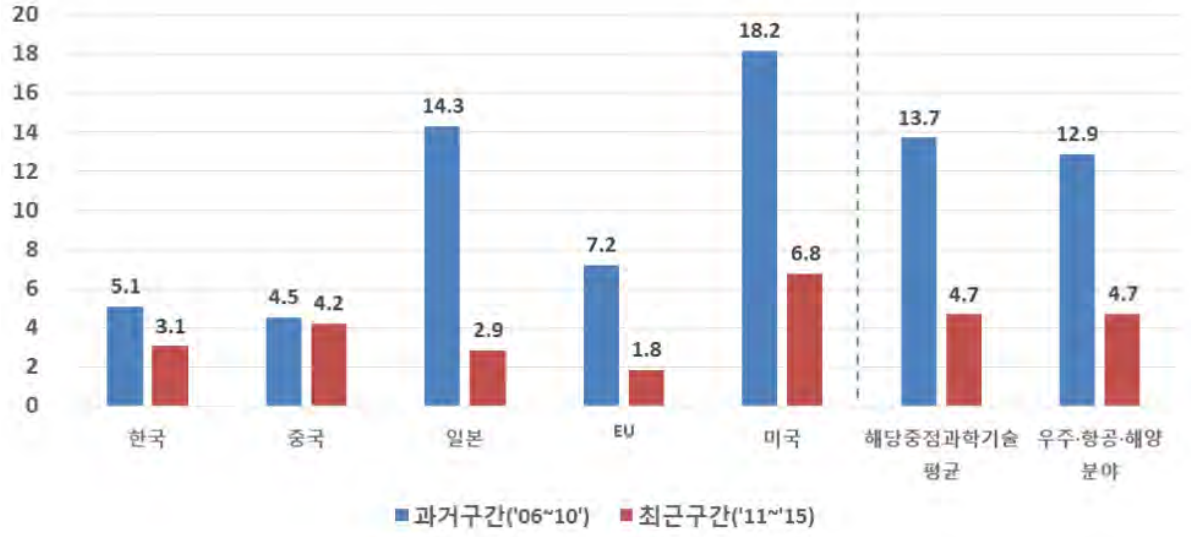
● 우주 탐사 및 활용 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



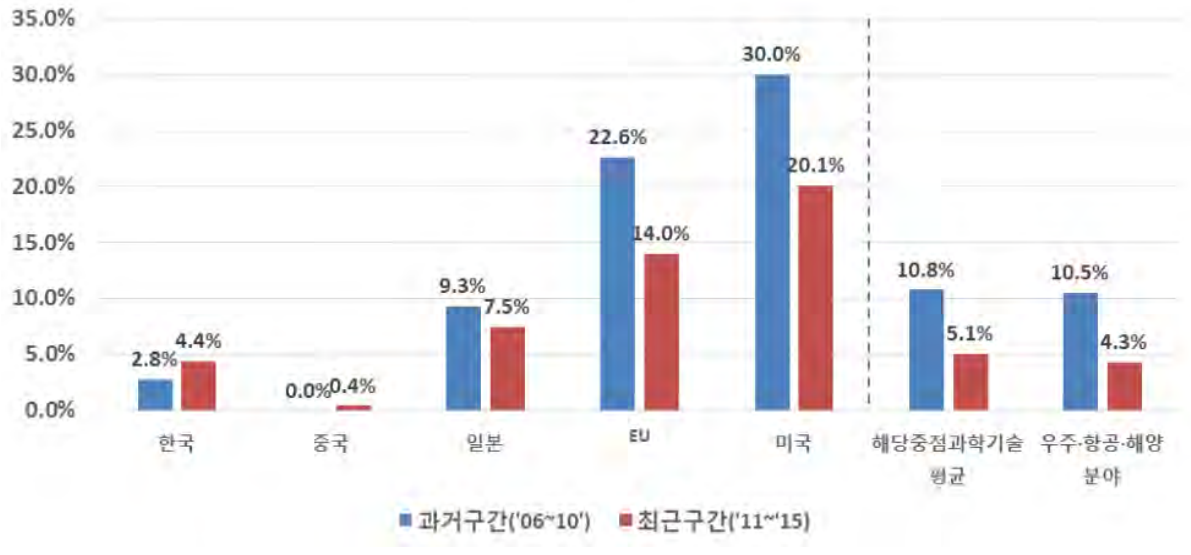
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



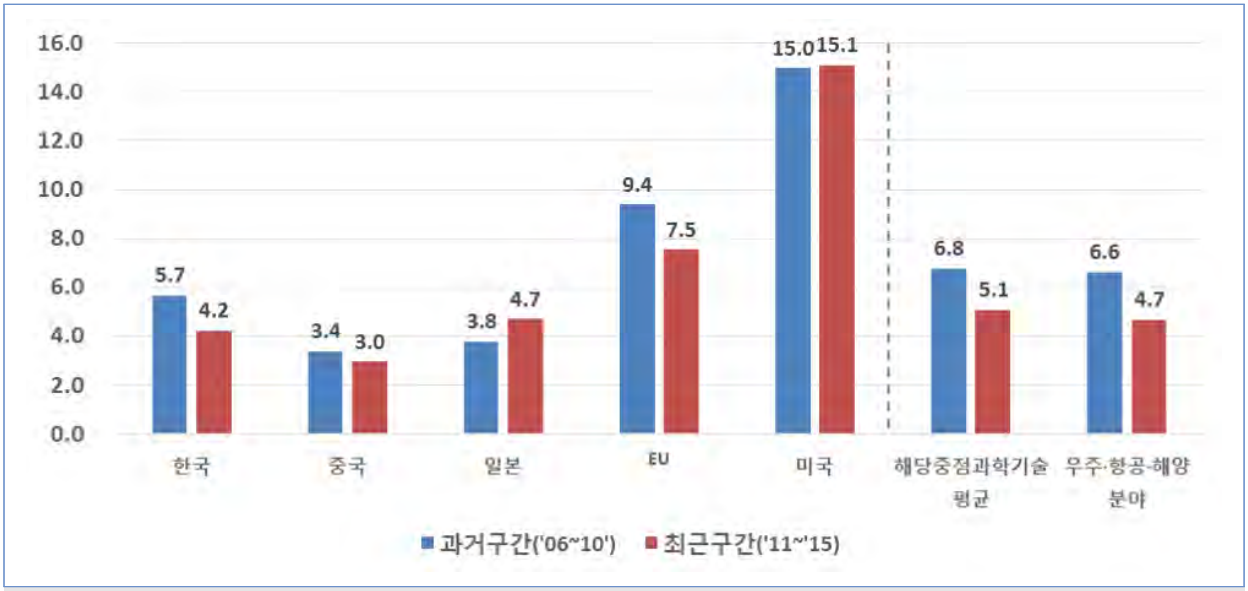
● 우주 탐사 및 활용 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 우주 탐사 및 활용 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 우주 탐사 및 활용 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

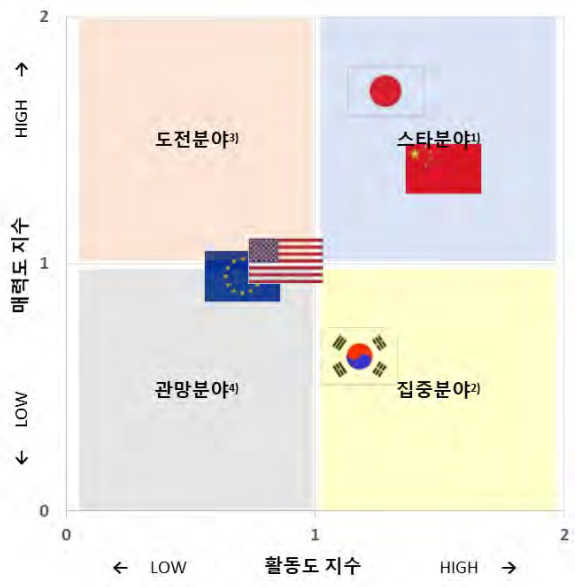
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 우주 탐사 및 활용 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

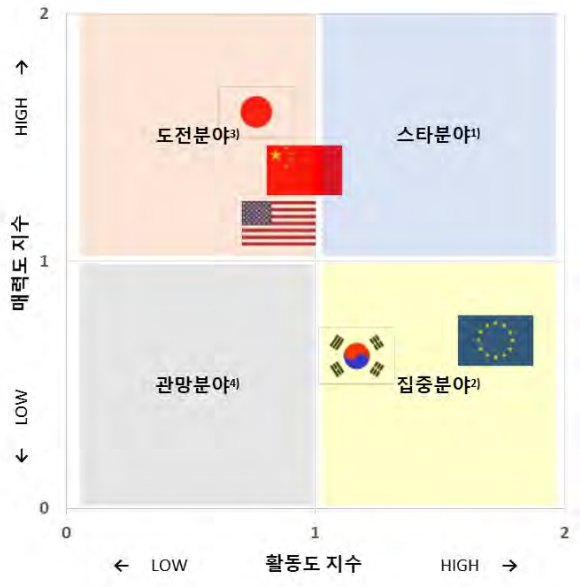


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

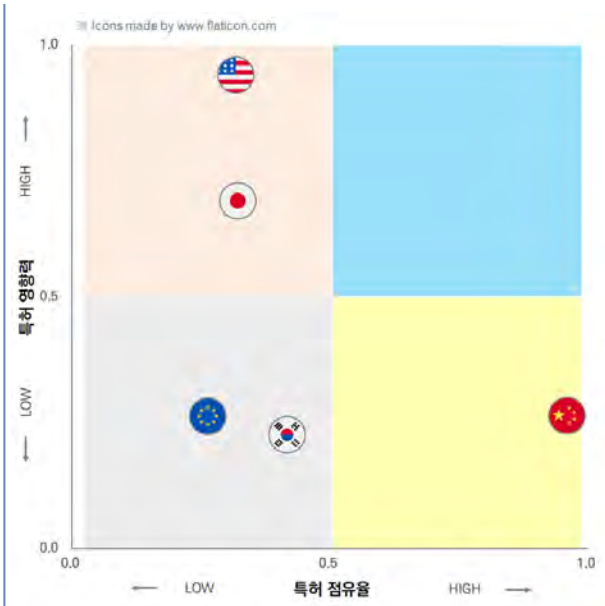
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 우주 탐사 및 활용 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하고, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY(2.96%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국항공우주연구원'이 14.43%(글로벌 점유율은 0.70%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	10.46%	2.96%	10.71%
2	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	중국	5.32%	1.51%	100.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	중국	4.43%	1.26%	1,050.00%
4	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	중국	3.90%	1.11%	44.44%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	3.72%	1.06%	10.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE	14.43%	0.70%	-44.44%
2	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE (ETRI)	7.22%	0.35%	-100.00%
3	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF S CIENCE AND TECHNOLOGY	5.15%	0.25%	50.00%
4	KONKUK UNIVERSITY	3.09%	0.15%	-50.00%
5	KOREA INSTITUTE OF MACHINERY AND MATERIALS	3.09%	0.15%	-50.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	10.46%	2.96%	10.71%
2	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	5.32%	1.51%	100.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	4.43%	1.26%	1,050.00%
4	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	3.90%	1.11%	44.44%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	3.72%	1.06%	10.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY	10.14%	0.70%	-25.00%
2	TOHOKU UNIVERSITY	6.52%	0.45%	250.00%
3	NTT	4.35%	0.30%	-80.00%
4	WIRELESS NETWORK RESEARCH INSTITUTE	4.35%	0.30%	500.00%
5	MITSUBISHI ELECTRIC	4.35%	0.30%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF STRATHCLYDE	2.81%	0.90%	1,600.00%
2	GERMAN AEROSPACE CENTER (DLR)	2.18%	0.70%	150.00%
3	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.56%	0.50%	0.00%
4	GERMAN SPACE OPERATIONS CENTER	1.25%	0.40%	-100.00%
5	UNIVERSITY OF MANCHESTER	1.09%	0.35%	-60.00%

6 미국

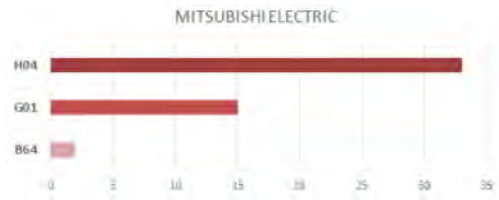
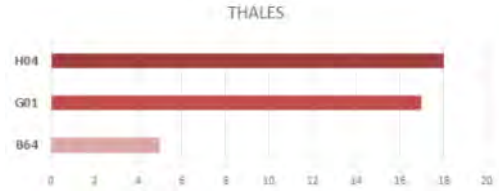
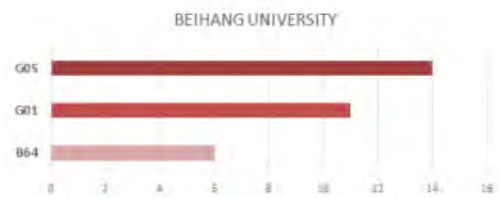
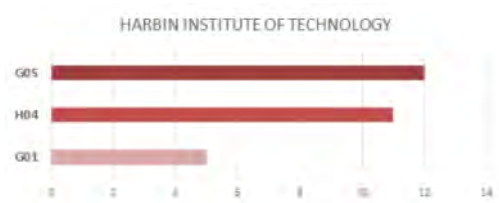
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.09%	0.85%	-69.23%
2	NEW MEXICO STATE UNIVERSITY	2.55%	0.70%	-44.44%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.36%	0.65%	-14.29%
4	AEROSPACE CORPORATION	1.64%	0.45%	-87.50%
5	MARSHALL SPACE FLIGHT CENTER	1.64%	0.45%	100.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '한국전자통신연구원(3.30%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '한국전자통신연구원'이 19.25%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '한국전자통신연구원'은 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

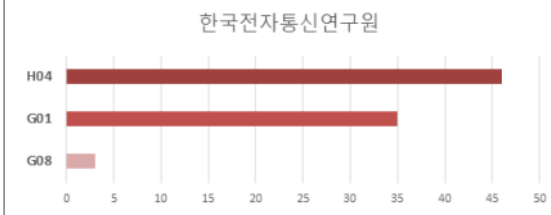
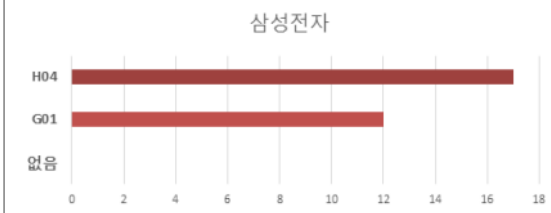
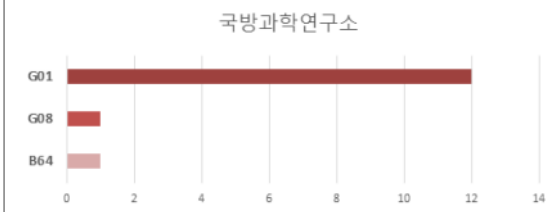
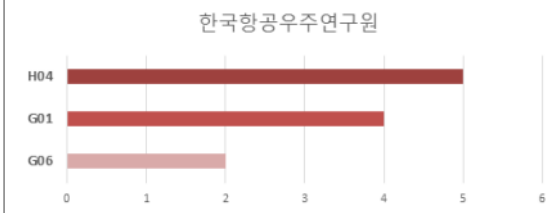
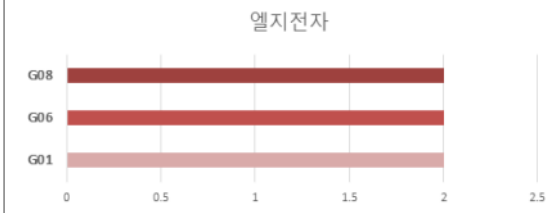
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전자통신연구원	한국	19.25%	3.30%	-35.85%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	14.21%	1.94%	-11.11%
3	THALES	EU	14.86%	1.67%	166.67%
4	BEIHANG UNIVERSITY	중국	3.32%	1.48%	125.00%
5	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	2.90%	1.29%	140.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G08	신호
2		H04	전기통신기술
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
3		H04	전기통신기술
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
4		G05	제어; 조정
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
5		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
		G01	광학

2 한국

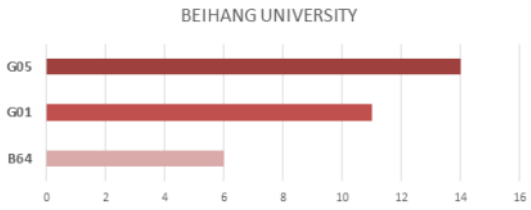
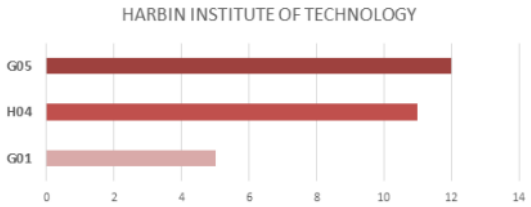
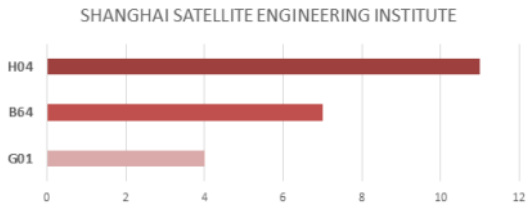
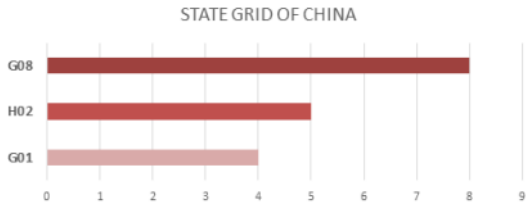
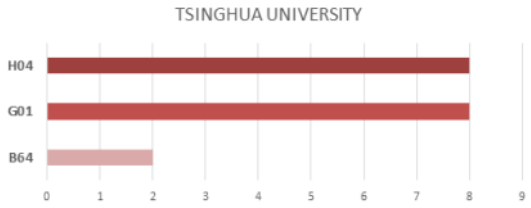
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전자통신연구원	19.25%	3.30%	-35.85%
2	삼성전자	6.42%	1.10%	-47.37%
3	국방과학연구소	3.10%	0.53%	150.00%
4	한국항공우주연구원	3.10%	0.53%	-44.44%
5	엘지전자	1.77%	0.30%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G08	신호
2		H04	전기통신기술
		G01	광학
		-	-
3		G01	광학
		G08	신호
		B64	항공기; 비행; 우주공학
4		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIHANG UNIVERSITY	3.32%	1.48%	125.00%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.90%	1.29%	140.00%
3	SHANGHAI SATELLITE ENGINEERING INSTITUTE	2.47%	1.10%	1,250.00%
4	STATE GRID OF CHINA	2.04%	0.91%	2,300.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	1.53%	0.68%	250.00%

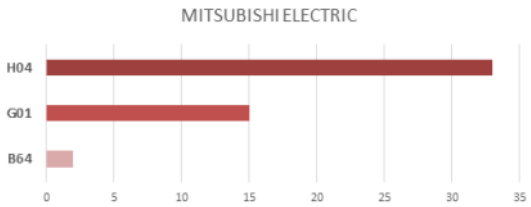
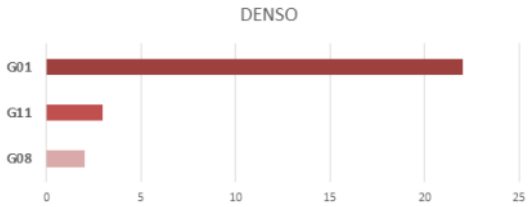
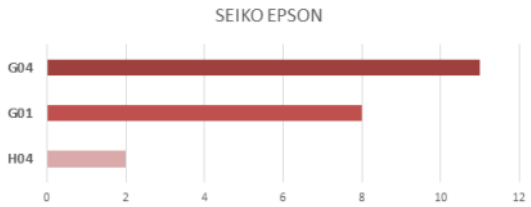
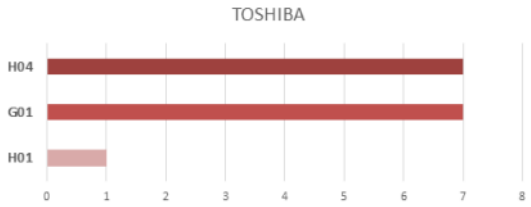
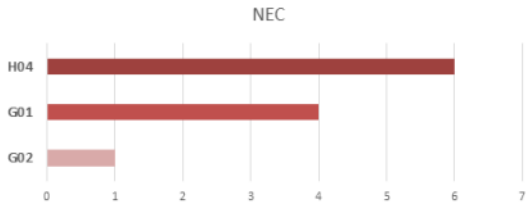
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
2		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
		G01	광학
3		H04	전기통신기술
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G01	광학
4		G08	신호
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
5		H04	전기통신기술
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학

4 일본

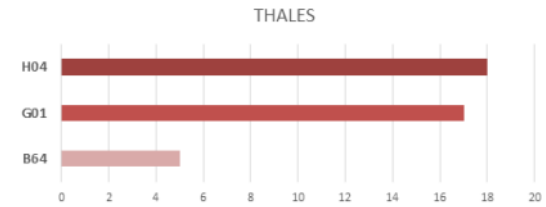
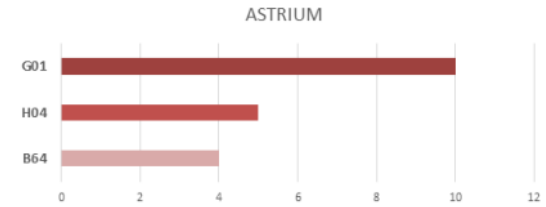
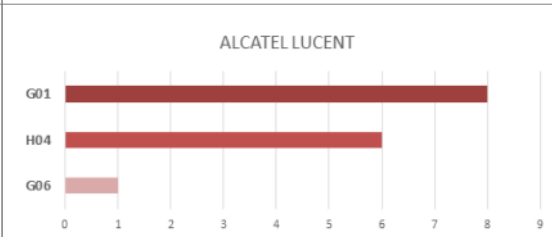
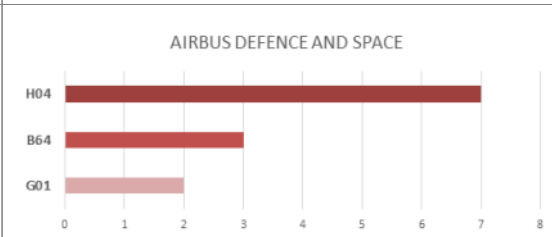
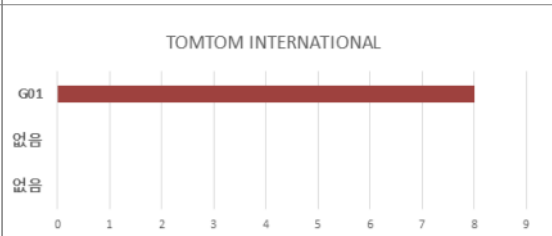
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI ELECTRIC	14.21%	1.94%	-11.11%
2	DENSO	7.52%	1.02%	100.00%
3	SEIKO EPSON	5.85%	0.80%	-89.47%
4	TOSHIBA	4.18%	0.57%	-50.00%
5	NEC	3.62%	0.49%	-37.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
2		G01	광학
		G11	정보저장
		G08	신호
3		G04	시계 제작
		G01	광학
		H04	전기통신기술
4		H04	전기통신기술
		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
5		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G02	광학

5 EU

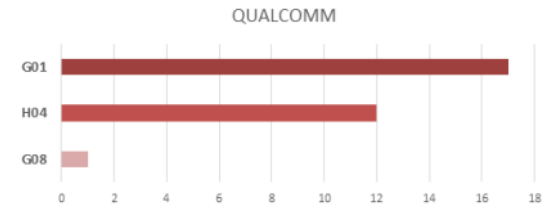
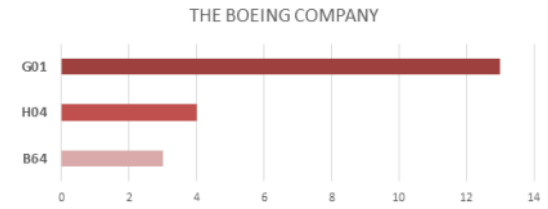
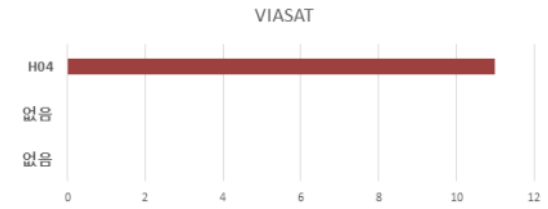
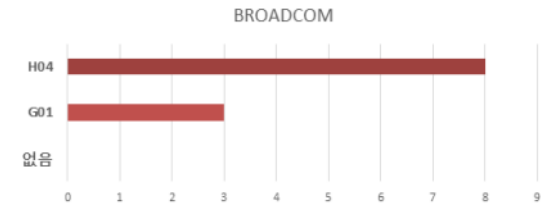
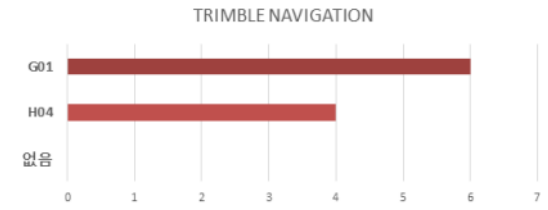
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	THALES	14.86%	1.67%	166.67%
2	ASTRIUM	7.09%	0.80%	-60.00%
3	ALCATEL LUCENT	5.07%	0.57%	-75.00%
4	AIRBUS DEFENCE AND SPACE	4.05%	0.46%	100.00%
5	TOMTOM INTERNATIONAL	2.70%	0.30%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
2		G01	광학
		H04	전기통신기술
		B64	항공기; 비행; 우주공학
3		G01	광학
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H04	전기통신기술
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G01	광학
5		G01	광학
		-	-
		-	-

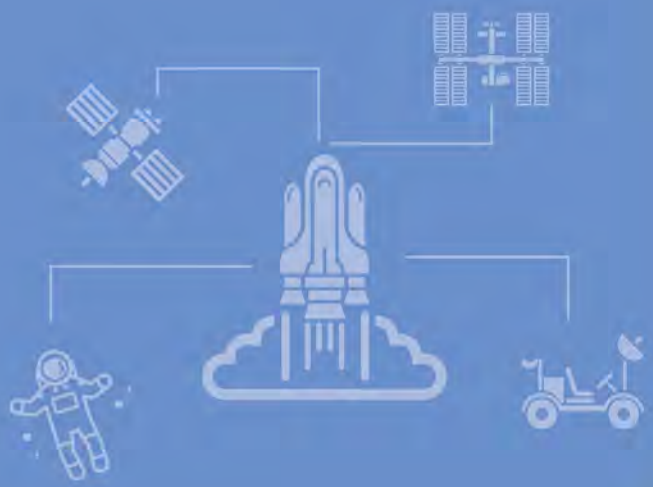
6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	8.47%	1.14%	-12.50%
2	THE BOEING COMPANY	5.65%	0.76%	-18.18%
3	VIASAT	3.11%	0.42%	-42.86%
4	BROADCOM	3.11%	0.42%	-42.86%
5	TRIMBLE NAVIGATION	2.82%	0.38%	133.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		H04	전기통신기술
		G08	신호
2		G01	광학
		H04	전기통신기술
		B64	항공기; 비행; 우주공학
3		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G01	광학
		-	-
5		G01	광학
		H04	전기통신기술
		-	-

19 유·무인 통합 자율 비행체 기술



19 유·무인 통합 자율 비행체 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 기술적인 경계가 근접하고 있는 유인 및 무인 통합 자율 비행체 시스템을 설계·개발하고 안전성을 확보하는 기술
- ☑ 건물·지형·비행체 간의 충돌 사고를 방지하고, 비행체의 상태를 예방적으로 진단하여 자율적으로 대응함으로써, 작동이상 및 사고를 혁신적으로 예방하여 유인·무인 비행체의 통합적 운용이 가능한 수준의 안전성 확보
- ☑ 수직·단거리 이착륙 비행체 및 소형·경량·고효율 추진시스템 개발을 통한 자율 비행체의 효용성 증대 및 운용기반 확대 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

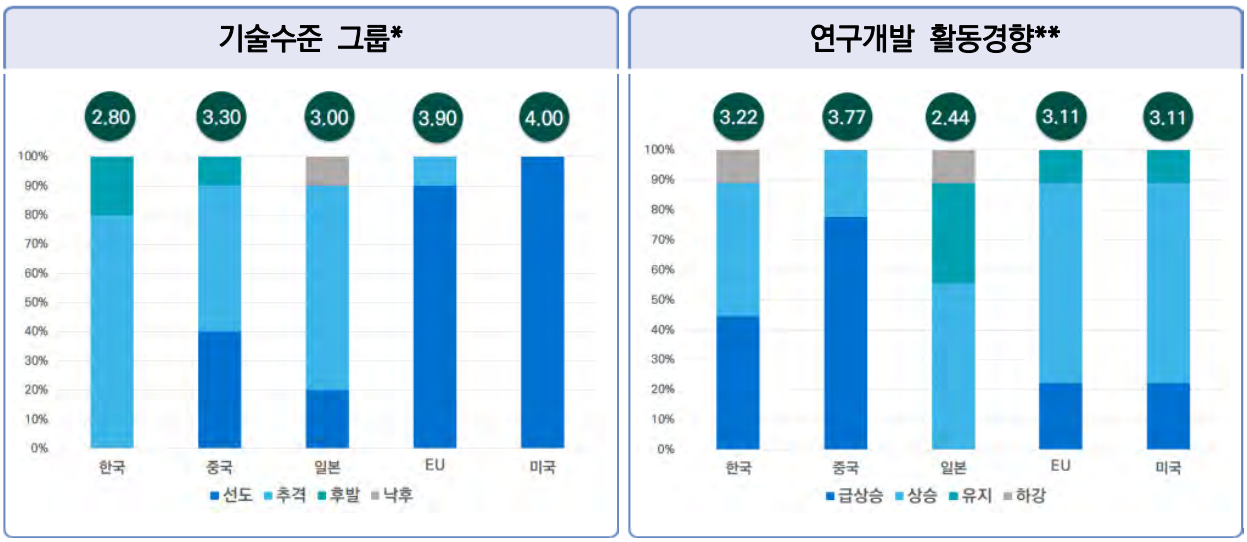
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	5.5	추격	보통	보통	상승
중국	87.5	3.8	추격	우수	탁월	급상승
일본	81.0	4.0	추격	우수	보통	유지
EU	96.0	0.5	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	5.0	70.0	60.0	75.0	8.4	5.5	4.0	7.0	2.3
중국	85.0	3.5	87.5	82.0	90.0	10.5	3.8	2.0	4.0	2.0
일본	80.0	4.0	81.0	80.0	85.0	13.6	4.0	2.5	5.0	3.8
EU	95.0	0.5	96.0	90.0	100.0	4.4	0.5	0.5	1.0	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

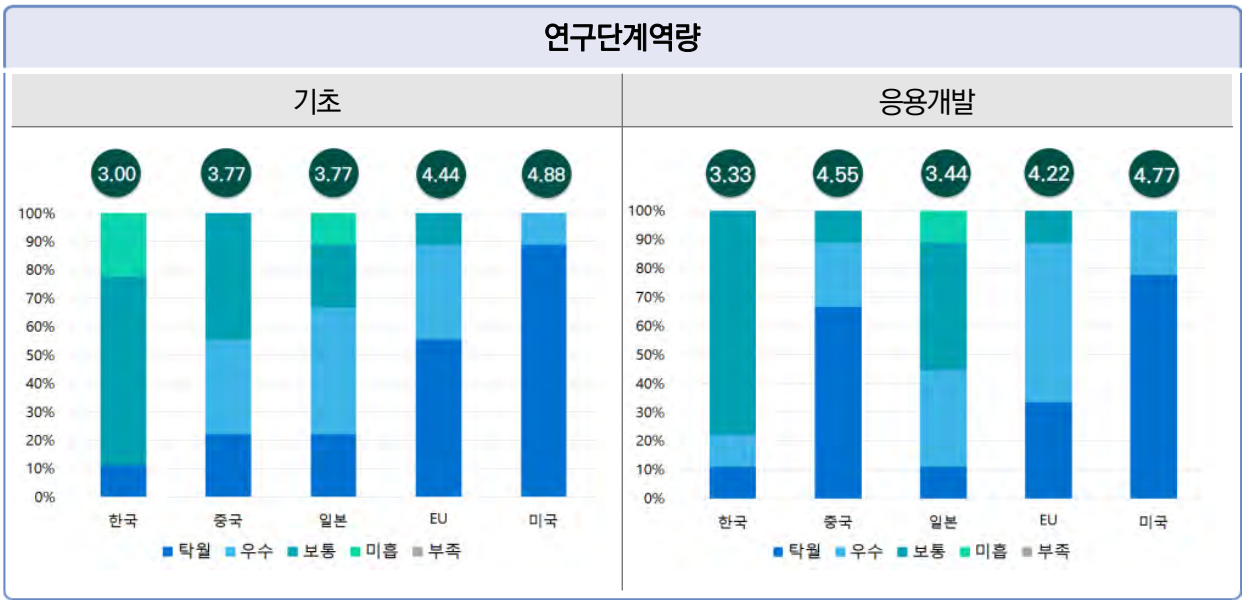
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 소형 드론에서 자율주행에 필요한 일부 기능 기초원천기술 등이 확보되어 있으나 핵심부품을 수입에 의존. 기체 자체를 2023년 까지 TRL 5~6 수준으로 개발할 예정이나 향후 실용화 까지는 많은 예산과 시간 필요 • 소형 드론 분야는 많은 중소기업이 있으나 중국 DJI 등이 시장을 장악하고 있는 상황에서 시장성과 기술개발 능력 또한 부족 • OPV 등 유무인 복합 자율비행분야 및 150kg 이상의 무인기 분야는 감항인증이 필요한 분야로 중소기업에서 막대한 재원, 인력, 기간 등이 수반되어야 개발 가능. 시험시설, 비행 규제 측면에서도 어려움 • 군용 무인항공기 프로그램 등을 통해 자율비행 분야의 기술이 많이 향상되었으나 민수분야의 자율비행은 비행 규제 등의 장애요소로 개발/상용화에 어려움이 많음 • 감항인증은 비행안정성 향상이라는 순기능도 있지만 좁은 시각과 경직된 법 적용에 따른 기술개발 장애 요소임 (중국과 같이 비약적인 기술 발전을 위해서는 연구개발에 대해서는 최소한의 안전이 확보된 상황에서 유연한 법 적용 필요) • 군용 무인항공기는 많이 되었으나, 유인기 자동 및 자율 비행 기술은 개발 경험이 많지 않음 • 핵심 원천 기술들이 개발되고 있으며 일부 시연에 성공 • 대형 및 다양한 무인기 개발 기술을 보유하고 있어 필요시 단기간에 동 기술 적용이 가능할 것이나 아직 유무인기 개발에 착수한 사례 없음 • 기본 요소 기술 미비하며 관련 법령 및 추진 체계 구성 미비 • 기술 격차 해소하고자 하는 노력 및 결심 부족 • 가시적 성과에 대한 정부투자와 공학적 설계보다는 얕은 지식에 의한 홍보성 개발에만 집중
중국 (87.5%)	• Ehang 등이 2012년에 1인승 EVTOL 개발을 착수하여 16년도에 초도비행 2018년에 여러 차례에 걸친 유무인 비행을 통해 실용화에 근접해 있음. 실용화에 가장 근접한 것으로 보이나 Ehang 외의 개발 현황을 찾기 어렵고 항공 산업의 저변이 아직은 미국이나 EU에 비해 넓지 않음 • 민수 무인기분야를 중심으로 세계 시장의 70%를 선점 • 가격경쟁력을 무기로 저가 보급형 기술개발에 집중 • 기술력이 가장 빠르게 성장하고 있으며, 소형드론 분야는 DJI, Ehang 등이 선도적인 그룹으로 영향력 행사 • 정부지원과 자본력을 기반으로 항공기반 기술 분야도 빠르게 성장하고 있으며, 미국 등 선진국 중소기업에 대한 M&A 등을 통해 기술 확보 • 비행택시, 무인기, OPV 분야에서도 정부 지원과 비행시험 등에 대한 규제 등이 적어 비약적 발전을 보이고 있음 (Ehang815 등의 비행시험은 우리나라 상황에서는 정부 규제 등으로 불가능) • 소형 멀티콥터는 세계적 수준으로 시장을 장악하고 있으며, 이와 관련한 자율비행 기술을 지속적으로 개발 • EU 국가들과 비슷한 시기에 시연, 일부 상용화 • 국가기관 외에 많은 기업에서 활발한 연구개발 및 투자를 아끼지 않고 있음. 또한 논문 및 특허출원건수가 세계 최고를 달리고 있음

국가 (기술수준)	판단근거
일본 (81.0%)	• OPPAV 관련하며 뚜렷한 성과나 R&D 현황을 파악할 수 없으나 전통적으로 항공 전자에 강한 면모를 보여 개발 착수 시 상당히 빠른 기간 내에 실용화에 가까운 기체 및 운용체계를 만들 수 있을 것 • 군용분야 미 투자로 인해 기술기반이 다소 취약 • 기존의 전기전자IT기술을 바탕으로 고가 상업용 시장에 진출하기 위한 기반기술에 투자 중 • 특허, 논문, 제품화 기술 개발에서 열세이나 논문 점유율은 높은 편이며, 국가적인 전략기술개발 산업으로 육성할 경우는 항공분야 단단한 기초력을 바탕으로 단숨에 상승 가능할 것 • 자율비행, 무인기 분야의 적극적인 투자는 이루어 지지 않고 있으나 항공, 전기전자, IT 분야의 튼튼한 기본요소기술을 보유하고 있으므로 정책적인 투자만 있으면 EU 등의 수준에 단기간 도달 가능 • 관련 논문들이 발표 됨 • 기본요소기술 이미 확보하였으며 국가적 결단 및 시행만 부재한 상황 • 자율비행체 서비스 시장에 대한 적극적인 투자는 이루어지지 않고 있으나, 기존 제조, IT, 항공 등의 기술을 기반으로 세계 선도그룹과 기술격차가 크지 않음 • 대학위주의 개발을 주로 하고 있음
EU (96.0%)	• Volocopter, Airbus SV A3, Lilium 등 여러 Startup이 개발을 진행 중이며 2020~2025년 사이의 서비스를 목표로 하고 있을 정도로 실용화에 가까이 있음. Rolls-Royce도 eVTOL용 하이브리드 추진시스템 기본설계를 완료하고 기체 파트너를 찾고 있음 • 영국, 프랑스, 독일 등의 기술 강국들을 중심으로 활발한 기술개발 수행 • 범EU권의 협력 사업을 통해 기술적 경쟁우위를 지속 • 프랑스, 독일, 이탈리아 등을 중심으로 활발하게 기술개발 및 제품화 중이며, 특허 및 논문 실적은 다소 부족하나 기존 기술력을 확인 가능한 특허 점유율은 여전히 미국 다음으로 2위로 튼튼한 기술력 보유 • Airbus Vahanna/유인헬기 무인화, 독일 Volocopter는 인텔과 함께 비행택시 개발 등 선도적인 개발 진행 • 세계적인 유인기 설계 및 개발 경험을 보유하고 있어 무인기 관련 기술도 빨리 성장할 것으로 예상 • 현재 비행체 기능은 구현하였으나, 위성통신 자동이착륙 등 상용화를 위한 기술연구 지속 필요 • Volocopter, Vahanna등 다수의 연구 진행 중이며 이미 비행시험 성공 • 항공기술 선진업체인 롤스로이스·에어버스가 자율비행체에 대한 투자를 확대하고 있으며, 수직이착륙 비행택시를 위한 개념연구를 진행 중이며, 이러한 투자에 기반을 둔 기술개발이 적극적으로 진행 중. 우버가 프랑스에 비행택시 연구기관을 설립하고 서비스 기반 기술개발에 동참함으로 자율비행체에 대한 기술 선도 • 항공공학적 접근으로 기반기술 위주로 개발하고 있으며 향후 실용성을 대비한 체계개발
미국 (100%)	• Uber 등과 같은 서비스 공급자의 요구 조건에 부합하는 eVTOL을 Kitty Hawk, Bell, Aurora (Boeing인수) 등이 개발 중 • 군용 부분의 과감한 투자와 기술개발 바탕으로 대부분 분야 선도 • 유효 특허 논문뿐만 아니라 기술개발 및 기술적용 상품화 분야에서도 단연 선두 • NASA, Northrop Grumman, Lockheed Martin, Boeing 등 기존 우주항공 선진 기술보유그룹과 IT 기술을 기반으로 자율비행을 연구하는 구글, 우버, 인텔 등 최고의 기술을 보유 • 유인기 및 무인기 분야의 세계 최고 기술 보유

국가 (기술수준)	판단근거
	• 대학을 중심으로 기술시연을 이미 수행했으며 실용화 단계에 접어 듦 • 10여년 이전부터 여러 기업과 연구소에서 지속적인 연구개발 및 상용화 수행 • 항공기술 세계 최고 국가. 이미 관련 기술 충분히 확보 • NASA, 보잉 등 기존 선진항공기술 보유 기관, 엔진사의 기술과 다수의 IT 기술이 접목되어 자율비행체에 대한 기술 선도 • 구글, 우버, 테라푸지아 등 기술력 기반으로 서비스 진출을 적극적으로 추진하고 있는 업체를 중심으로 미래 발전전략이 제시되고 적극적인 투자가 유치되고 있음 • 정부 및 기업의 적극적인 투자와 연구개발 중

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 군용무인기와 전기전자 IT기술 등은 세계적 수준으로 향후 투자여부에 따라 추격가능성은 있음 • 원천기술 분야 투자 활발 • 우수한 IT 인력 기반으로 소프트웨어 분야 및 응용연구 분야는 다소 발전 • 정부의 투자 많아지고 개발기업 늘어남 • ICT 분야에 강점을 갖고 있음. • 유무인기 기본기술 개발 성공 • 성능향상을 위한 위성통신 적용기술 진행 • IT 기술수준이 높고, 4차 산업혁명에 대한 국가적인 투자 의욕이 높아 체계적 기술개발 및 활용시장 개발 가능성 높음 • 기초연구에 대한 투자가 대학에 집중되어 있어 연구 성과가 시장에 반영될 수 있는 갭이 존재하지만, 연구자 역량과 의욕이 높기 때문에 국가적인 로드맵을 제시하고 목표를 설정할 경우 선도국으로 발돋움 할 수 있는 가능성은 높음	• 기초·응용기술 전반에서 경쟁국 대비 열위 • 인력확보도 쉽지 않은 편 • 중대형 플랫폼에 대한 부분은 여전히 해외에 의존하고 있음 • Follower로서의 한계에 봉착 • 민수분야 항공 정부정책은 소형 드론에 치중되어 있으며, 중대형 분야에 대한 정책적 지원이 필요함. 기술개발을 위한 연구개발 목적의 비행시험 등에 대해서는 안전이 확보된 상태에서의 비행시험에 대해서는 적극적인 규제 해제 등의 기술개발 개발 촉진책이 필요함 • 내부 창의적 아이디어 양성 노력 부족 • 장기간 계획 부족 • 원천기술개발보다 가시적 성과 위주 • 관련 출연연의 기술능력 향상 필요 • 관련기술 투자 부족 • 항공 기술을 선도할 수 있는 산업체가 부재하기 때문에 자율비행체 세계 시장을 대상으로 기술개발 및 서비스 시장 참여를 주도할 수 있는 주체가 없으며 가격경쟁력 확보가 어려움 • 민간섹터의 자발적 참여 부족 • 조속한 연구 수행, 성과 창출 의지 부족 • 첨단연구 수행 시 법적 제도적 지원 미비
중국	• 군수분야의 전통적인 기술에 대한 기조기술을 확보하고 있으며, 최근 소형무인기 분야에서 세계시장을 석권 중 중국내수시장이 크고, 가격경쟁력을 보유하고 있어 세계 민수시장을 주도	• 기초기술은 서방권에 비해 매우 열약 • 기반 기술 분야 취약으로 중대형 항공분야는 모방 형태의 응용 기술개발을 하고 있으나 이를 통해 기반기술이 확보될 경우 상승효과가 예상됨

국가	강점분야	기타
	• 민수분야의 빠른 실용화 • 막대한 자본력으로 선진국의 많은 중소 관련분야 기업들이 중국에 M&A 되면서 관련 기술 또한 중국으로 넘어가고 있으며, 이를 바탕으로 응용개발 분야에 탁월한 성과를 내고 있음. 또한 개발기술 적용을 위한 검증과 시험을 위한 정부 규제가 적어 응용개발에 비약적 발전 중 • 소형 멀티콥터 세계 최고 업체 DJI • 상용화 목적의 연구개발 • 인력 수급의 안정 • 기업별 경쟁 심화로 연구개발 수준 상승 • 다양한 무인기 개발 진행 • 국가의 대대적 연구투자 • 취미용/촬영용 멀티콥터 전 세계 시장의 60%를 선점하면서 투자액과 기술력이 함께 증가하고 있으며, 참여 인력도 급증 • 다양한 아이디어와 기술로 다수의 벤처기업이 창업하면서 미래 신기술에 대한 선점 가능성도 높아지고 있음 • 중국 내 가격경쟁력과 기술력을 가지고 있는 부품 생태계가 풍부하게 잘 조성되어 있어서, 자율비행체에 대한 기술 추격이 점점 더 빨라질 것으로 예상됨 • 중국 내 시장규모가 커서 타 국가에 비해 항공분야 기술개발이 상용화될 수 시간이 단축되고 성공 가능성이 높음 • 정부주도 연구 수행, 민간의 활발한 도전적 연구 수행 지원 체계	• 서방 인증 경험 부족 • 안정성 보다는 성능위주의 개발 • 유무인기에 대한 개발 미 진행 • 기술수준은 향상되고 있으나 아직 외국 기업에 의존도가 높으며, 공개적인 기술수준의 확인이 어렵기 때문에 투자자들의 불안요소로 작용할 수 있음 • 미국 등에 비해 역량 다소 부족
일본	• 전기전자 IT기술 등은 세계적 수준으로 향후 투자여부에 따라 추격가능성은 있음 • 재해 재난 분야 실용화 성공 • 2013년 문부과학성 항공과학기술위원회에서 항공과학 기술로드맵을 수립하고 중형 여객기, 차세대 스텔스 전투기개발 등 수행 • 항공분야의 핵심기술에 대한 인프라가 있으므로 정부 정책과 시장성 결합되면 다시 상승 가능 • 우수한 기초연구분야 • 미국 대형 체계업체와의 RSP 협력관계 • 군수 전문 업체 유지 • 전통적인 항공관련 기술 중 항공전자 부분에 큰 강점을 갖고 있음.	• 가격경쟁력 등 확보가 여의치 않은 편 • 무인기 분야에서는 야마하 농업용 무인헬기 이후에 두각을 나타내고 있는 분야가 없음 (농업용 무인헬기 분야도 중국/한국 등에 시장 잠식되어 약화) • 개발인력이 많지 않음 • 관련기업의 과감한 투자 미흡 • 유무인기에 대한 개발 미 진행 • 각각의 기관들이 개별적으로 기술개발을 추진하고 있어 최근 빠른 변화에 대응할 수 있는 역량이 떨어짐 • 최근 도전적 연구수행에 다소 미진한 모습 보이는 중

국가	강점분야	기타
	• 전자통신 분야 산업 우수로 필요시 응용개발 확대 가능 유인기의 비행체 기술은 한국보다 우수 • 기존 기술력이 높아 시장에 대한 불확실성이 해소된다면 언제든 선도그룹으로 발전할 수 있는 역량 확보 • 전통적 무인 이동체 강국. 요소기술 이미 확보하였으며 국가적 결심만 따르면 됨	• 대학 연구 중심 • 세계 항공, IT 기술의 선도국 이었으나, 최근 세계 기술을 선도하지 못하고 추격권에 있음
EU	• 기초연구분야와 무인기를 활용하는 분야에서 매우 탁월한 성과를 보여주고 있음 • 인력 및 인프라의 다양성, EU국가 간 활발한 연구교류 • 기초연구 등의 기반기술 분야가 강점으로 EU 통합 등으로 항공분야의 개발 시너지 • 유인 항공기 체계 업체 • 많은 국가에 의한 여러 응용분야 • 군사목적의 과감한 투자 관련기술 보유기업의 기술 다각화 • 유상 중량 증가 및 장시간 운용을 위한 기존 엔진(내연기관, 가스터빈)의 하이브리드화 연구 활발 • 소형가스터빈을 기반으로 한 하이브리드 추진 시스템 개발 • 관련기술의 다양한 국가 연구 진행 • 대형 무인기 운용을 위한 법제화 추진 • 에어버스, 롤스로이스 등 항공기, 엔진 기업이 신기술 개발을 선도하며, EU 국가 간 기술, 시장, 서비스, 제조 등이 적절하게 역할 분담되어 세계 기장과 기술 선도 • 전통적 과학기술종주국. 무인 이동체 분야 선도적 결과 다수 축적하였음	• 응용개발연구에서는 미국과 중국 등에 추월 군용은 미국에, 민수는 중국에 뒤짐 • 무인기 분야에서는 이스라엘이 유럽과 대등한 관계 또는 우위에 있다고 판단됨(무인기 분야 기술 수준조사 시에는 일본을 제외하더라도 이스라엘을 포함해야함) • 다수 국가의 이익 균형 어려움 • 유무인기에 대한 개발 미 진행 • EU 국가들 간의 기술수준 차이가 있고, 국가별 이익에 따라 융합이 어려울 수 있음 • 유인기 분야의 기술 수준은 미국과 대등하거나 다소 미흡
미국	• 대부분의 분야에서 세계최고 유지. 특히 기초연구, 인프라, 군용분야에서 탁월 • 대학 인력 및 인프라의 다양성, 국방 중심의 획득체계 • 유인기 활용 구성품 • 유인기 인증 경험 • 대학의 꾸준한 연구 • 군 중심으로 소형/경량/고효율 추진시스템 확보를 위해 다양한 관련 연구진행 • 국가의 대대적 연구지원 • 대형 무인기 운용을 위한 법제화 추진 • 보인, 록히드마틴, GE 등 전통적인 항공기술	• 민수시장에서는 가격경쟁력 미흡으로 중국 등에 고전 중 • 중대형 위주의 시장에 주력하고 있으며, 소형 드론 등은 중국 DJI 등의 영향으로 시장성 약화 • 기술협력 어려움 • 상용시장 점유율 낮음 • 저가형 시장에 맞는 양산기술개발이 미흡 • 보안등 이슈로 다소 보수적 측면 있음

국가	강점분야	기타
	보유 선진기업이 존재하며, 동시에 구글, 우버, 페이스북 등 신기술 서비스에 과감한 투자를 하고 있는 IT 기술기업과의 융합으로 세계 기술을 선도 • 도시 간 이동거리 및 넓은 국가면적을 기반으로 자율비행체의 활용시장과 관심이 높기 때문에 규제를 점점 자율비행체에 맞도록 개정하고 있으며, 기존 연구 인력과 인프라 기반으로 모든 분야에서 연구능력이 급상승 • 전통적 항공강국 • 이론적 실용적 기반 매우 튼튼	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	4위	2위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• OPPAV 연구개발에 필요한 산학연 간 R&R(역할/책임)을 상세하고 명확히 구분하여 역량결집을 해야 비교적 빠른 시간 안에 성공적 개발의 가능성을 제고할 수 있음 • 산학연간 협력연구를 기획해 확대 및 이종 산업간 협력개발을 확대 • 국가적인 기술로드맵을 결정하고, 장기간 산학연이 협력하여 기술을 개발하는 방안 구축. 유무인 통합 자율 비행체의 공공/방산분야 활용 요구사항 (시기, 운영요구사항, 소요량, 임무 등)을 결정한 후 국내에서 개발이 필요한 기술을 식별하여 로드맵을 작성한 후, 기초 기술부터 시제품 제작, 비행시험, 실용화 후 공공/방산에 실제 활용하도록 계획 수립 • 현재의 연구개발 구조에서는 연구비 획득을 위해 투쟁할 뿐 상호간 기술교류는 제한 적일 수밖에 없음. 공공활용 분야 같은 경우 R&D사업이 아닌 획득사업 형태로 진행해야 효율성이 증대되며 시장경쟁력이 높아짐 • 기존에 유무인 혼용기를 개발한 항공우주연구원과, 유인기 개발을 한 중소기업이 협력하여 사업모델을 구성하고 사업성 있는 유무인 혼용기 개발 • 대학, 출연연, 기업, 정부관련 부처 등 파편화되어 있는 연구역량을 상호 협력적, 호혜적으로 전환 • 국내에 이미 많은 과제와 연구비가 투자되고 있으나, 산학연 여러 기관에 나눠주기 식으로 진행되고 있어 뚜렷한 성과 내지 못함. 각 기관에 전문분야, 전문가들이 협력하여 하나의 과제를 수행할 수 있도록 R&D 제도 개선 필요. 정부부처별로 자신의 영역유지를 위해 기관 전문가의 협력을 저해하지 못하도록 해야 함. 각 분야에서 선도 기술을 확보하고 열정을 가지고 노력하는 연구자들이 절망하지 않도록 정부 간섭 최소화
국제협력 촉진	• 향후 수출 등의 걸림돌이 될 수 있는 표준화 등의 문제해결을 위해 관련 국제회의에 지속적으로 참여가 필요하나 기술협력 등은 자국의 기술보호를 위해 성사가 어려울 것. 독자적 기술 확보에 좀 더 무게를 두고 추진 필요 • 우리보다 기술이 앞서있는 선진국 일변도의 협력 탈피 필요

	정책제언
	• 아시아, 아프리카 권을 중심으로 기술협력을 통한 미래시장 개척이 시급 • 해외 경쟁 가능한 기술 개발 없이 국제 협력은 큰 의미가 없음. 국내 집중 투자를 통해 국내 기반 및 개발능력 확보 후 국제 협력 추진이 타당 • 원천기술의 자체 개발은 지금과 같은 시대환경 하에서는 항상 fast follower 밖에 될 수 없음. First mover가 되고 개발 위험 감소를 위해서는 국제협력을 통하여 확보하는 것이 바람직 • 유무인 혼용기에 대한 수요를 가지고 있는 후발기업과의 공동개발을 통한 상품화 • 관련 규정 마련 및 운용 인프라, 노하우, 규정 제정 등 해외 연구기관, 관련 부처 등과 협력 • 국제 협력을 이벤트를 위한 정부주도의 행사로 진행하지 말고, 실제 연구자들이 국제 네트워크를 형성하고 협력방안을 수립하여 진행하도록 유도하며, 동일 분야의 자문단보다 타 분야, 다양한 분야의 자문단의 지원을 받을 수 있도록 체계적인 협력지원시스템 구축 필요. 연구자들이 협력에 어려운 부분을 정부가 지원할 수 있는 하향식 국제협력보다 상향식 국제 협력 추진 필요. 그리고 국제협력 성공사례를 정기적으로 공유한 기관에 인센티브를 줌으로써 다른 연구자들의 선행사례로 이용될 수 있도록 제도화 • 본 기술 관련 국제 세미나 등이 없으며 협력을 위한 상호교류가 부족. 유일하게 있는 무인기술세미나(무인기시스템협회)에 해외 연구자 초청 강연 등 활성화 요구도 필요하며 부산 벡스코(드론 쇼 코리아) 전시회에도 해외인사 초청 등 국내연구자와 교류기회 제공 필요
인력양성 및 유치	• 기계, 전기, 전자, 통신, 소재 등 다방면의 기술을 필요로 하는 비행체인 만큼 산학연이 연계한 인력양성. 실제 연구개발 분야 투입 시 재교육 최소화를 위해 산업계와 연구계와 협의된 형태의 커리큘럼 등의 공동 발굴 • 산업계, 특히 중소기업 인력에 대한 보수교육, 재교육 등이 절실 • 석·박사 인력은 기존 틀을 벗어나, 융합 및 혁신을 바탕으로 재조직 – 융합은 다학제간 협력연구, 혁신은 챌린지 프로그램 등을 통해 기준학문을 답습하는 것이 아니라, 창의성을 바탕으로 한 신개념 제품 개발 능력을 제고하는 방향으로 진행 • 미래 국내에서 활용이 필요한 제품을 정의하고, 이 제품 개발에 소요되는 기술을 학계/연구소/벤처기업/중소기업/대기업이 업무분장을 통해 개발. 이러한 프로세스를 통하여 기술개발자가 실제 활용분야가 경험을 할 수 있도록 하는 것이 중요. • 당장에 수요가 없더라도 꾸준히 관련 인력을 배출하여 향후 산업화 시점에서 즉각 활용될 수 있어야 함 • 개발 사업을 통한 신입사원의 경력 증진 • 관련 연구 인력을 좀 더 확충하고 도전적인 연구를 수행할 수 있는 토양 및 분위기 마련 • 연구자들의 열정이 정부 공무원의 입김에 꺾인다는 것은 이미 학생들도 인지하고 있을 정도로 존재감이나 처우가 열악하며, 인력양성과 인력유치를 위해서는 연구자들이 원하는 연구를 자유롭게 할 수 있는 제도가 마련될 필요가 있음. 이 과정에서 이 연구의 성과가 공무원의 성과로 연결되지 않도록 철저히 관리해야 함 • 대학은 이미 개발된 오픈소스 이용이나 응용기술 교육일 탈피하고 기초 공학 교육에 힘써야 함. 학교 간 경쟁으로 성과홍보성 연구 등 지양. • 연구소 등이 지방 위주라 우수 인력이 가지 않는 경우가 있음
인프라 구축	• 실제 OPPAV 운용의 안전성을 담보할 수 있는 관제 시스템 등의 인프라 확충 및 비행체 인증에 필요한 인증시험평가 설비 확보 • 무인시스템은 기존의 개발 인프라가 아닌 새로운 방식의 인프라 구축을 고민해야 함. 단순한 비행장, 시험시설을 새로 구축하는 것은 의미 없음

	정책제언
	• 감항인증이 필요한 150kg 이상의 무인비행체를 시험 할 수 있는 장소가 항우연 고흥시험장 말고는 현실적으로 없으며, 이 또한 많은 기종 시험에 따른 공역확보와 소음 규제 등으로 거의 장소 활용이 힘든 상황이므로 비행 안전과 민원 발생이 적은 곳에 비행시험장 추가 건립하여 연구개발품 전용 시험장 추가 건립 필요 • 미래 시장성이 있는 유무인 자율비행 기술을 개발자가 항공기 추락사고 등에 의한 책임문제 없이 시험할 수 있는 비행시험장, 비행시험 허가제도 등의 인프라 구축 필요 • 시험시설 및 장비 구축 및 확대를 통해 개발품의 정량적 지표를 정확히 도출할 수 있어야 함. 시급성이 매우 높음 • 50m x 800m 이상의 활주로 확보 및 소형공항이용 입출항 허용, 비 인구밀집지역에 대한 유무인 혼용기 운용 공역 확보 • 개발 항공기의 시험 공역이 절대 부족. 위험이 수반된 연구인만큼 적절한 시험 장소가 필수적 • 인프라 구축은 당연히 필요하지만 경쟁적인 인프라 구축보다는 기존의 인프라를 융합하여 사용할 수 있도록 기관간의 칸막이 제거. 사용빈도가 적인 인프라는 통합하여 새롭게 사용자 풀을 발굴. 인프라는 한번 구축하면 유지하기 위해 비용이 많이 들어가기 때문에 경쟁적인, 그리고 형평성 차원의 지원보다는 효율적인 관리가 가능하도록 정부에서 구체적인 이용방안을 수립하고 제안
법·제도 개선	• 비행시험 등이 자유로운 규제 프리존 확대를 통해 다수의 개발자들이 빠른 시간 내에 개발을 할 수 있는 제도적 장치 필요 • 항공법, 감항인증법, 전파관리법 등의 경직된 법 적용에 따른 민간에서의 시제품을 만들고도 비행시험을 하지 못하는 경우가 많으므로, 연구개발 시제품을 경우 안전이 확보된 장소에서의 비행시험에 대해서는 특별 감항 시에 단계적(고도 및 비행범위 등 제한된 공역비행 → 확대 공역비행 등)으로 특별 감항인증을 승인하여 연구개발 촉진 필요 • 무인기의 경우 보험 수가가 비싸고 보험 인수를 하지 않는 경우가 많음. 제도적 뒷받침을 통해 안심하고 비행시험 할 수 있도록 보험제도 개선 • 유무인 자율비행 기술을 탑재한 시험 비행체를 실제 현장에서 용이하게 운영할 수 있도록 되어야 함. 실제 현장의 담당자가 기술 시제품을 운영하는 것 보다는 연구개발 담당자가 시제품을 현장 담당자와 협력하여 운영할 수 있는 제도 필요 • 항공관련 제품은 안전이 가장 우선되어야 함. 단순히 규제완화가 목표가 아닌 명확화를 통해 연구 개발 시 제한점 분명히 하고 개발방향이 지정 • 관련 인증제도 개발 및 항로, 운용공역 확대 • 비행시험을 합법적인 테두리 내에서도 실행하기 어려운 상황임. 또한 향후 기술이 개발된 후에도 이를 실용화하려면 운용에 요구되는 법 제도의 개정을 적절한 시점에 시행 필요 • 법제도를 개선하는 것은 기존의 법제도를 없애는 것이 아니라 모호하지 않게, 정확하게 적용될 수 있도록 개선하는 것이 필요. 예를 들어 드론이 도시에서 운용될 수 있도록 법제도를 없애는 것이 좋은 것이 아니라 정확한 기준을 제시하고 따를 경우 다시 평가를 하는 것이 아니라 바로 허용될 수 있도록 만들어 주는 것이 필요. 그러기 위해서는 몇몇 법제도 전문가가 아니라 연구자들의 공청회 또는 토론을 통해 다수의 의견을 반영하여 개선 필요 • 운용자에 대한 규제는 어느 정도 필요하나 기술개발을 위한 개발자들에게는 연구 활동에 발목을 잡는 어떠한 규제도 적용되지 않아야 함. 법제도는 개발자와 개발이 완료된 후 시스템 운용, 사용자에 적용되는 내용이 다르게 하여 개발자는 제약 없이 개발에 전념할 수 있도록 환경 조성 • 테스트 등에 관한 기준 좀 더 명확히 수립

	정책제언
연구비 확대	• OPPAV 연구개발에 필요한 기술을 정확히 식별하고 기술성숙도(TRL)별 예산을 별도 편성. 낮은 기술성숙도에 해당하는 기술에는 기초/원천 R&D를 예산을 편성하고 단기적으로 국외에서 도입된 기술 또는 제품을 활용. 일정 수준의 기술성숙도의 기술에는 응용연구 R&D를 편성하고 기업이 바로 상용화에 필요한 기술에 지원 • 기존 기술을 답습하는 방식을 벗어나, 혁신성을 바탕으로 한 기초원천 기술 개발 필요. 현재는 국경, 특허제도, 관세, 수입제한 등을 통한 국내 상품 보호가 불가능함. 이러한 글로벌한 세계경제환경에서 다른 나라의 히트상품을 모방하는 방식은 작동하기 어려움. 어렵더라도 국내 기초원천기술을 바탕으로 한 신개념의 독자 상품 개발이 시급하고, 이에 대한 연구비 확대 지원 필요 • 소형 드론 위주의 소규모 연구비로는 체계개발과 같은 중대형 프로젝터 진행에는 턱없이 연구비가 부족하므로 소규모 핵심기술 연구와 별도로 상용화 체계개발 사업에도 연구비 확대가 필요 • 모든 분야에의 연구비 확대보다는 앞으로 국내 활용분야와 해외 시장성이 있는 분야를 식별하여 원천기술 개발에서 실용화/상용화까지 전주기로 집중 지원 • 단순 연구비 확대는 관련 연구자들의 나태함과 종속성만을 가중시킴. 현재의 연구비 규모도 적지 않으나 중복투자가 많이 일어남. 항공분야 전체를 통합 관리할 수 있는 조직이 필요하며 이를 통해 효율적인 연구비 자원분배가 이루어져야 함 • 기술개발에 그치지 않고 상용화까지 가능한 실질적 연구비 지원, 자동이착륙 기술 개발 지원을 통한 운용편리성 확대로 상용화 모색 장거리 운용을 위한 위성통신 전용망 확보 지원 • 외국의 경우 관련 연구를 사기업이 직접 부담하거나 투자를 받아 진행하는 중. 우리나라의 경우 기업의 관심은 있으나 직접 투자는 하지 않는 것으로 보임. 정부가 나서야 한다면 최대의 효과를 낼 수 있도록 적절한 규모의 연구비 편성 및 배분 필요 • 연구비를 확대하기 전에 우선 정확한 곳에 사용되게 조정할 필요가 있음. 형평성 문제로, 또는 각 부처의 예산확보 싸움으로 기관별로 나누어 주기식의 연구비가 지원되지만 연구자가 확보되지 않은 연구사업의 착수는 좋은 성과를 내기는 어려움. 현재 부처별로 소속된 많은 연구기관이 존재하며, 이를 유지하기 위해 부적절한 연구비가 많이 투입되고 있는 상황인데, 물론 기관별로 적절한 연구비 지원이 되어야 하지만, 부처별 연구비 확보가 성과가 되는 현재 상황을 개선할 필요가 있음. 부처별 공무원을 평생 유지하지 말고 가끔 변경하는 것도 좋을 것 • 연구비는 완제품 개발 쪽보다 요소기술 부품 개발에 투여하고 완제품은 이 요소기술 성과물들을 이어받아 기업 자체적으로 해야 함. 또한 출연연들이 중소기업과 과제선정 경쟁을 하는 경우가 늘어나고 있는데 이는 필히 없어져야 하고 출연연 역시 기초기반기술 개발위주로 하여 성과물을 중소기업에 이양하는데 중점을 둬야 함 • 경쟁력이 약한 중소기업이나 연구실에 연구비를 골고루 지원하는 것도 좋으나, 국제적인 가능성이 보이는 기관에 좀 더 큰 규모로 지원
기타 의견	• 전기 동력 적용만 강조되어 먼 거리와 장시간 비행에 필요한 엔진에 대한 연구가 상대적으로 주목받지 못하고 있음. 실제 PAV에 적당한 다양한 형태의 소형엔진에 대한 연구 필요 • ICT 및 소재 등 이미 타 분야와 충분히 융·복합이 이루어지고 있으며, 인위적인 융·복합이 아닌 필요에 의해 융·복합이 이루어져야 함

다 주요 분석 결과 요약

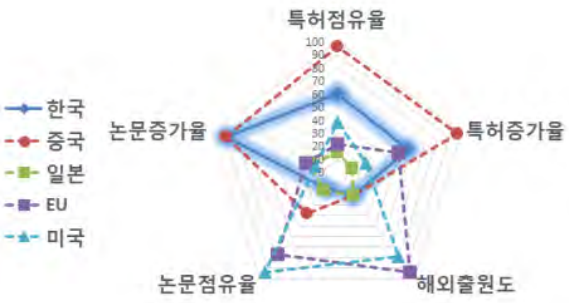
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]
11대 분야	우주·항공·해양	14,483	11,781	35.3%	88.9%
해당 중점과학 기술명	유·무인 통합 자율 비행체 기술	813	348	35.7%	229.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

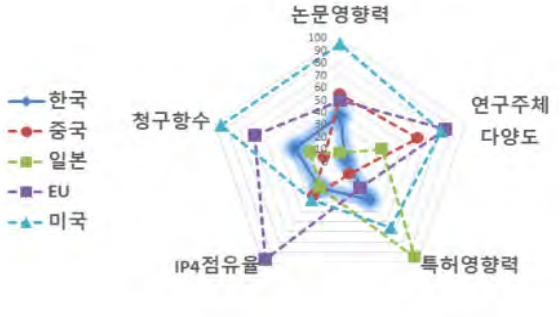
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	일본
	46.9%	44.5%	9.3	28.0
한국	5위	2위	4위	3위
	2.0%	23.6%	5.3	8.3
5개국 평균[2]	-	-	7.4	12.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

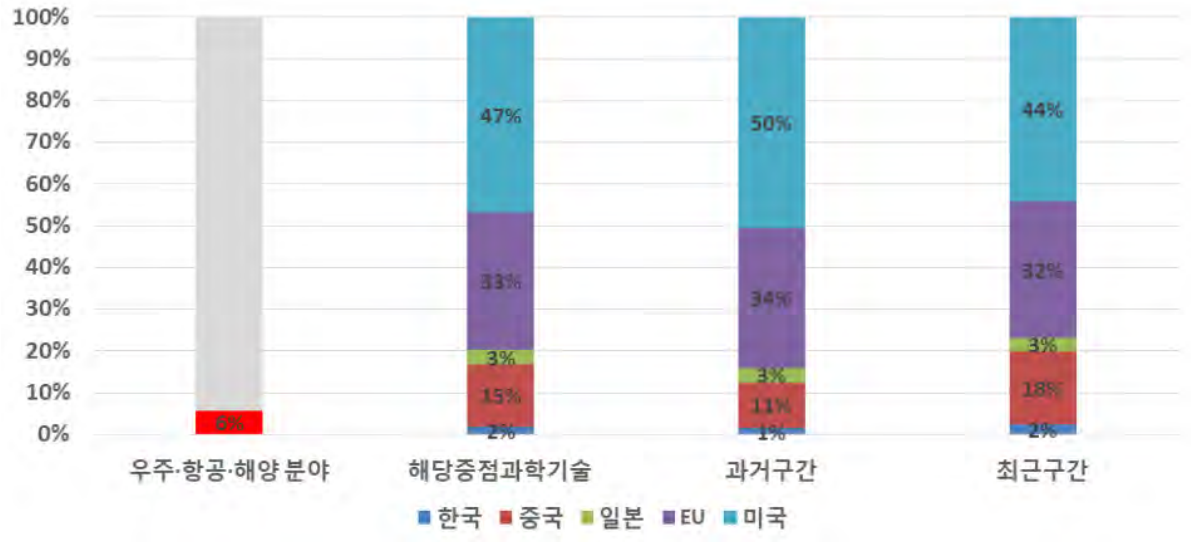
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(46.9%), EU(33.0%), 중국(14.9%), 일본(3.3%), 한국(2.0%) 순이며, 논문 증가율은 한국(120.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(9.3), 중국(6.1), EU(5.9), 한국(5.3), 일본(3.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.87)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(23.6%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(8.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(44.5%), 한국(23.6%), 미국(16.1%), EU(9.5%), 일본(6.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(615.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.7)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 일본(28.0), 미국(15.2), 한국(8.3), EU(4.9), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(30.3%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.8)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.0%	14.9%	3.3%	33.0%	46.9%
	논문 증가율	120.0%	118.4%	25.0%	31.0%	19.0%
	논문 영향력	5.3	6.1	3.0	5.9	9.3
	연구주체 다양도	0.19	0.70	0.52	0.87	0.84
특허 분석	특허 점유율	23.6%	44.5%	6.3%	9.5%	16.1%
	특허 증가율	255.6%	615.8%	-42.9%	212.5%	54.5%
	해외출원도	0.3	0.3	0.3	4.7	3.3
	특허 영향력	8.3	0.0	28.0	4.9	15.2
	IP4점유율	0.0%	2.6%	0.0%	30.3%	3.6%
	청구항수	4.5	2.1	3.4	7.0	10.8

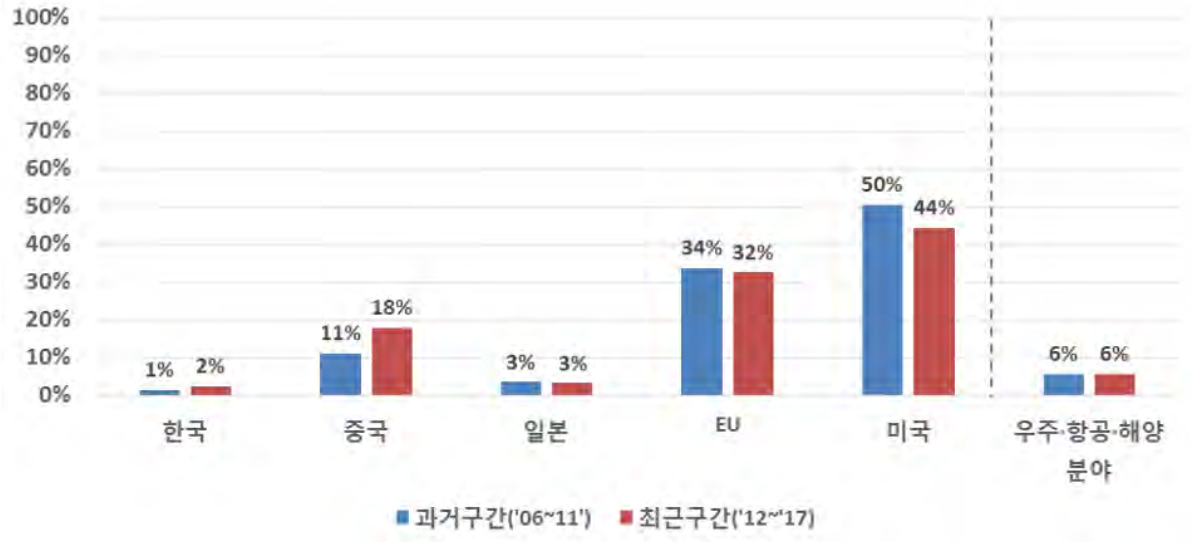
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 유·무인 통합 자율 비행체 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 381건으로 전체 논문의 47%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 유·무인 통합 자율 비행체 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

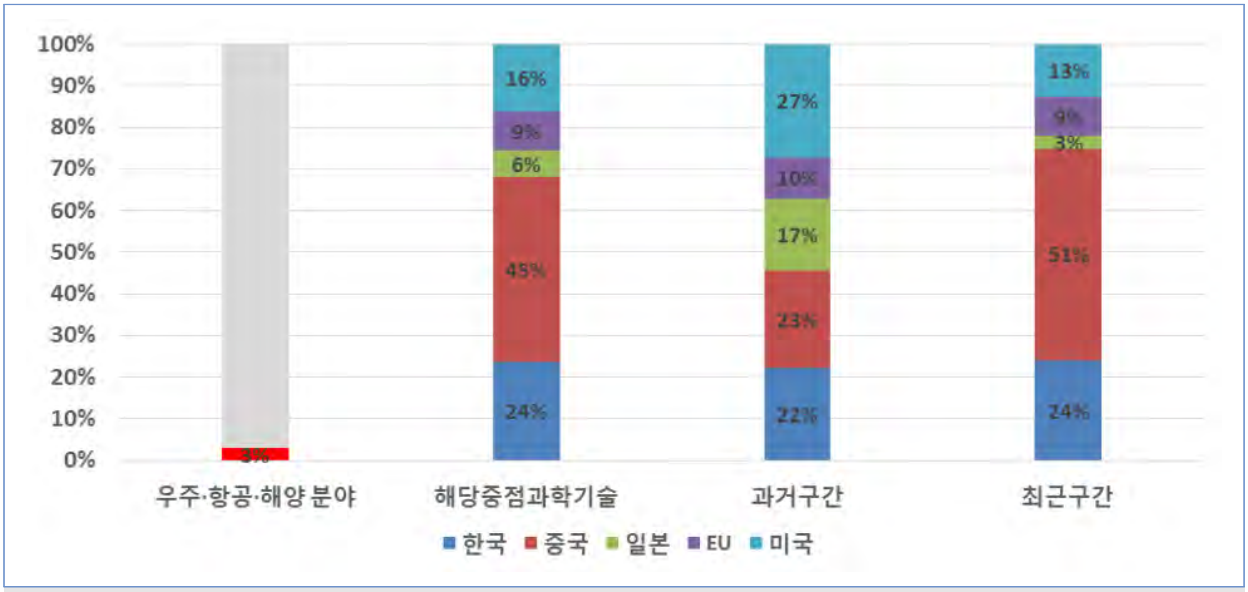


● 유·무인 통합 자율 비행체 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 120%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	5	11	16	120.0%
중국	38	83	121	118.4%
일본	12	15	27	25.0%
EU	116	152	268	31.0%
미국	174	207	381	19.0%
전체	345	468	813	35.7%

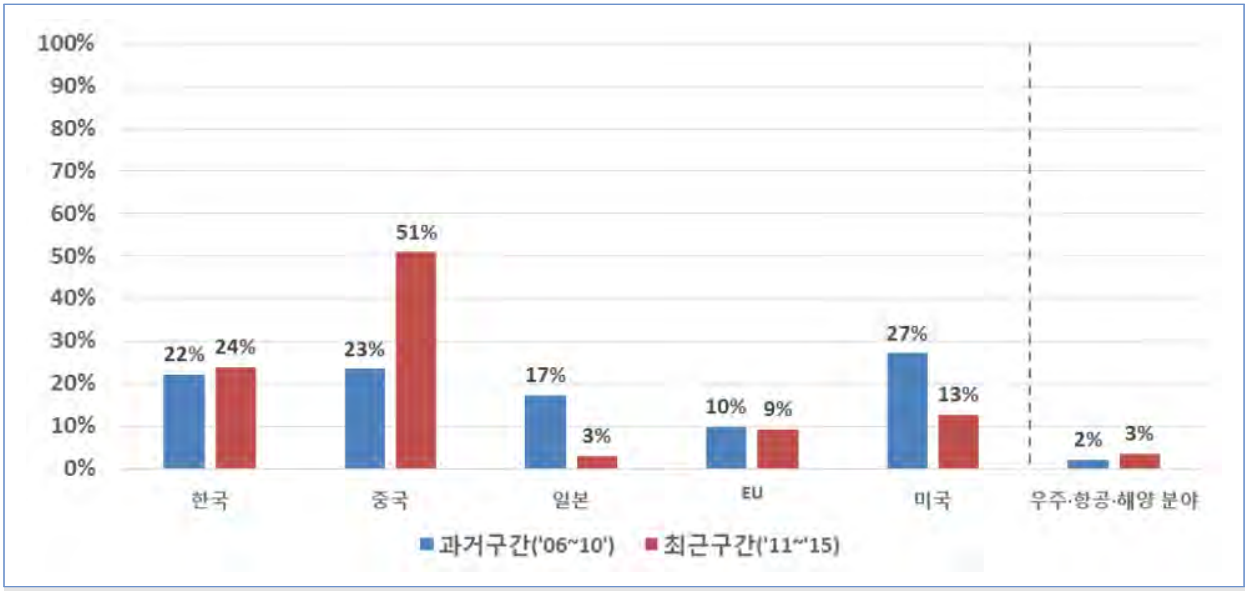
(4) 특허 점유율(전체)



- 유·무인 통합 자율 비행체 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 155건으로 전체 특허의 45%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 유·무인 통합 자율 비행체 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



● 유·무인 통합 자율 비행체 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 255.6%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	18	64	82	255.6%
중국	19	136	155	615.8%
일본	14	8	22	-42.9%
EU	8	25	33	212.5%
미국	22	34	56	54.5%
전체	81	267	348	229.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

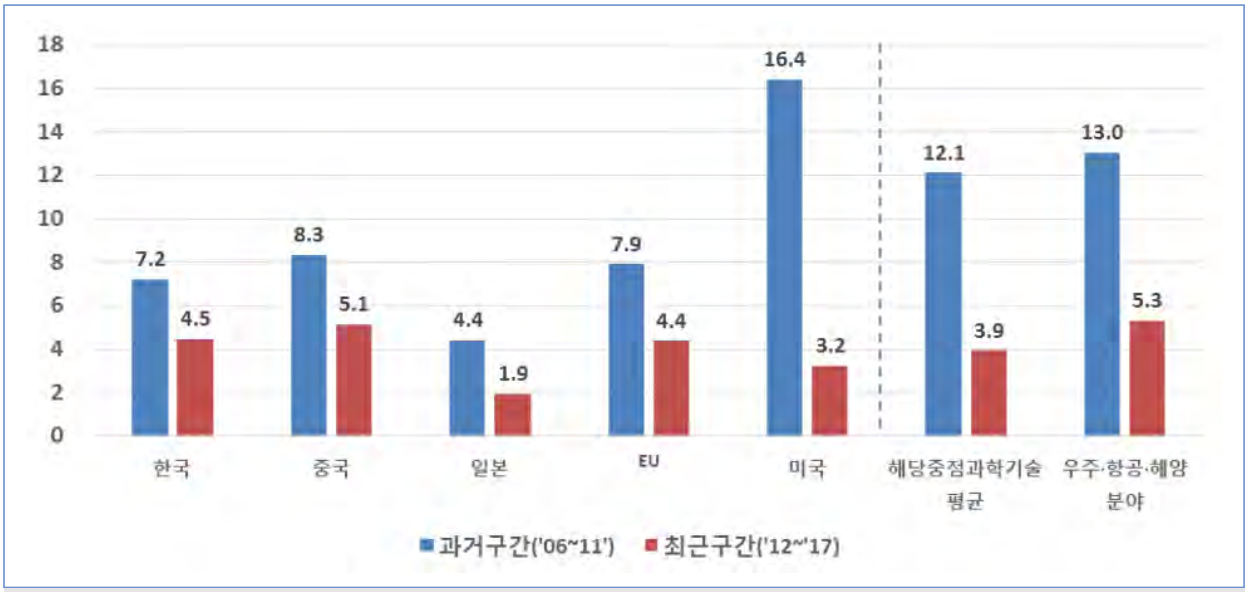


● 유·무인 통합 자율 비행체 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

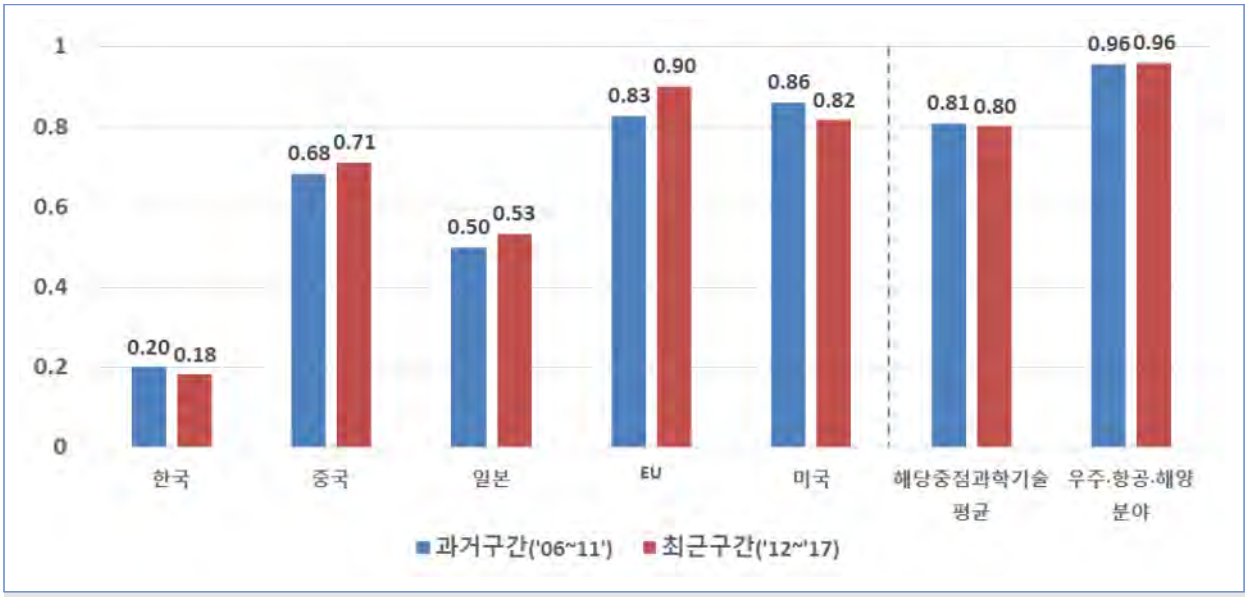
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



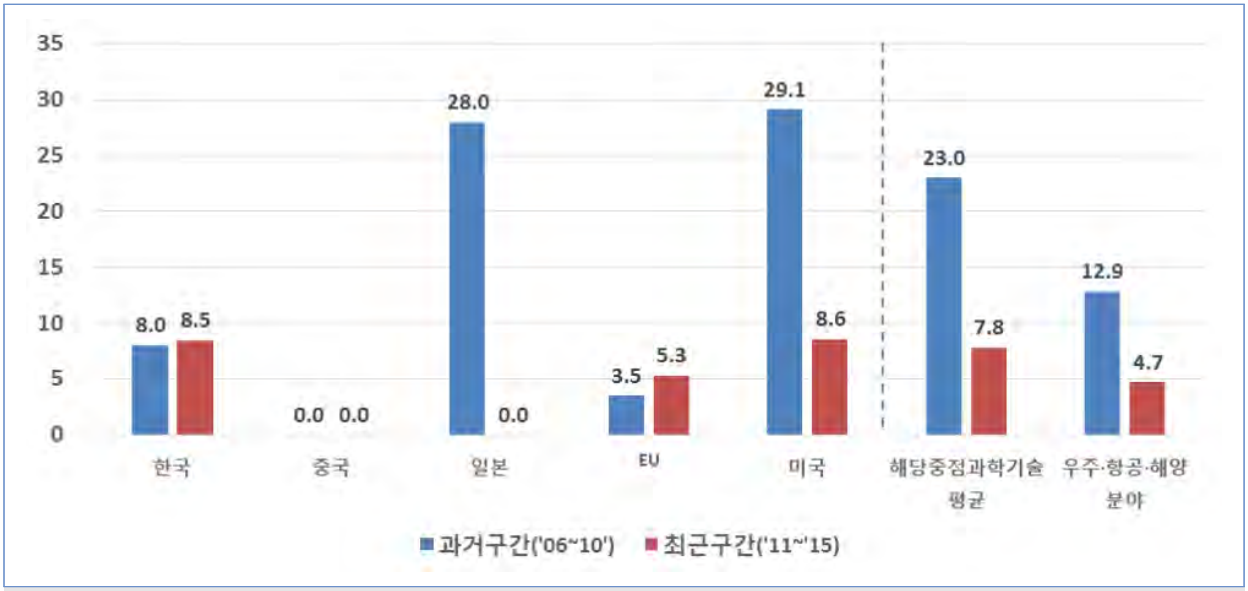
● 유·무인 통합 자율 비행체 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 중국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



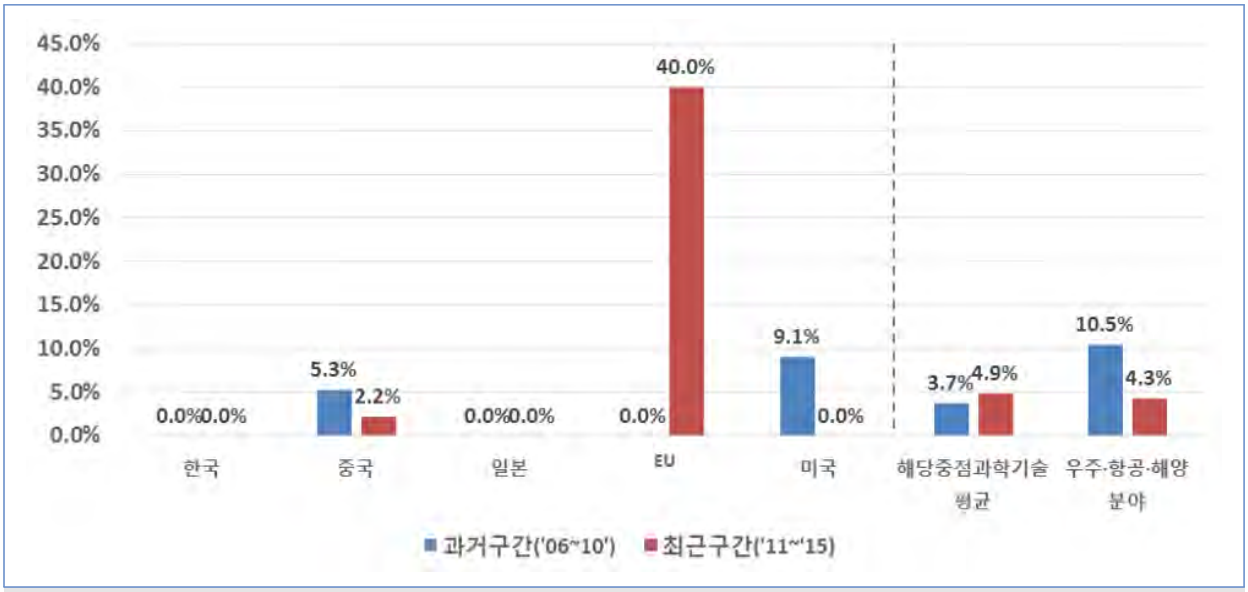
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



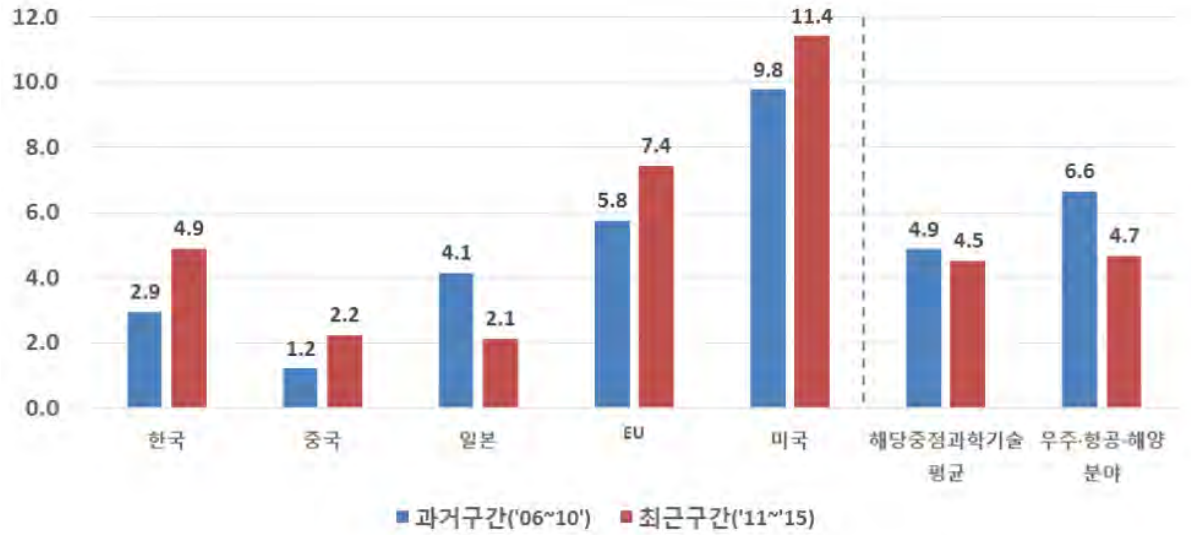
● 유·무인 통합 자율 비행체 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 유·무인 통합 자율 비행체 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 유·무인 통합 자율 비행체 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

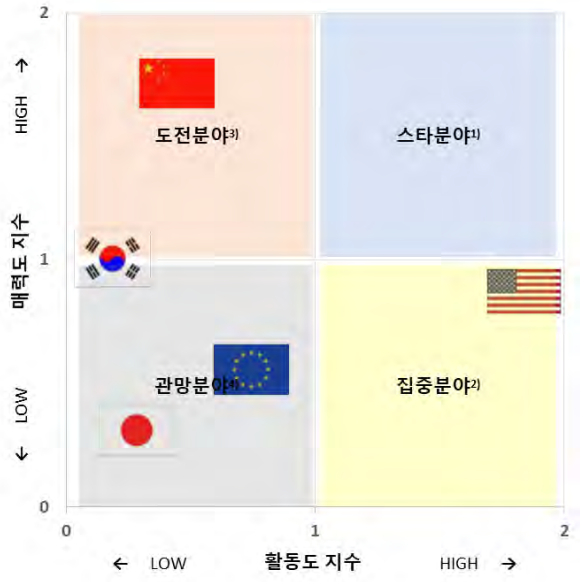
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

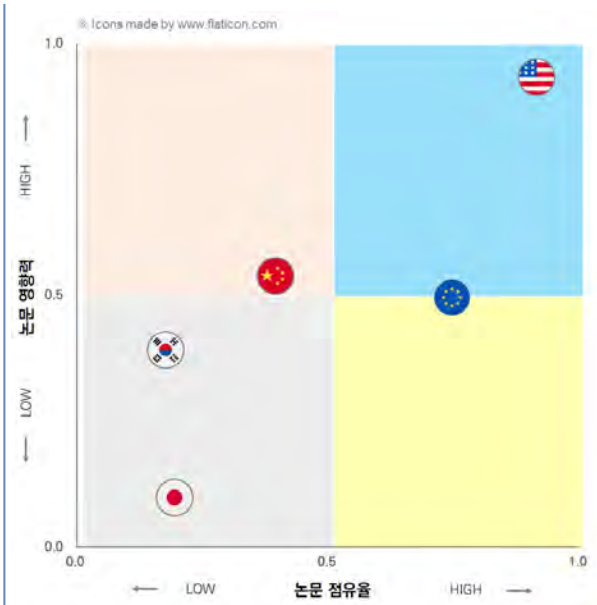
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 유·무인 통합 자율 비행체 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

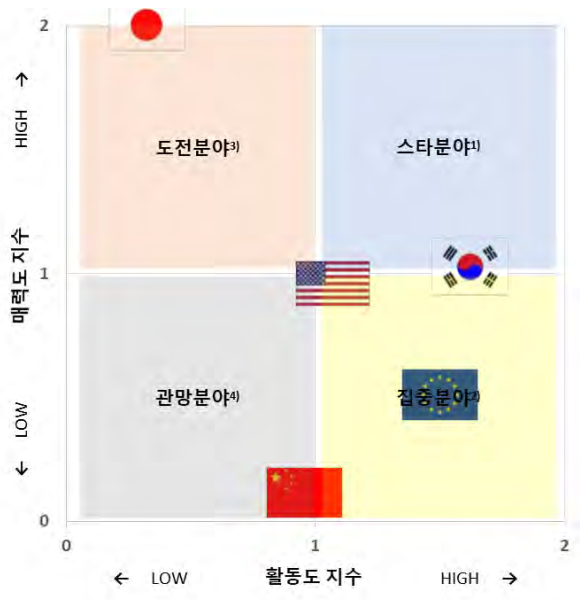


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

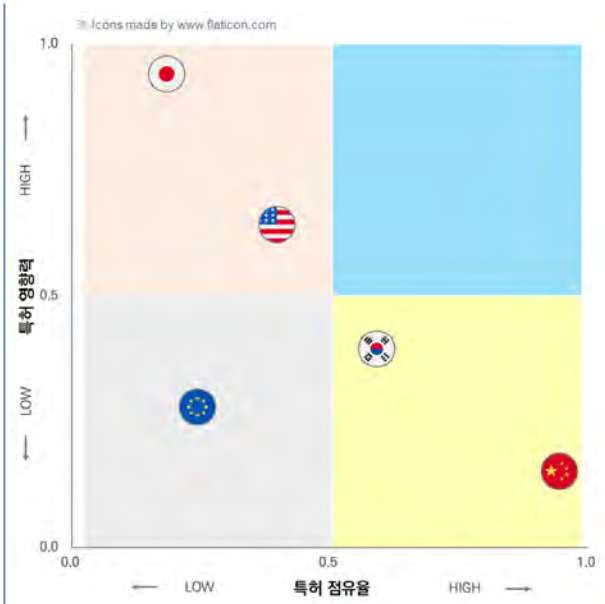
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 유·무인 통합 자율 비행체 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'NASA(2.46%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국과학기술원'이 31.25%(글로벌 점유율은 0.62%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NASA	미국	5.25%	2.46%	133.33%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	3.15%	1.48%	1,000.00%
3	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	EU	4.48%	1.48%	0.00%
4	NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	중국	9.92%	1.48%	200.00%
5	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	2.62%	1.23%	133.33%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	31.25%	0.62%	400.00%
2	KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE	12.50%	0.25%	100.00%
3	KONKUK UNIVERSITY	6.25%	0.12%	-100.00%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.25%	0.12%	0.00%
5	POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (POSTECH)	6.25%	0.12%	-100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	9.92%	1.48%	200.00%
2	BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	6.61%	0.98%	0.00%
3	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	5.79%	0.86%	500.00%
4	BEIHANG UNIVERSITY	5.79%	0.86%	150.00%
5	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	3.31%	0.49%	300.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHIBA UNIVERSITY	14.81%	0.49%	-66.67%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	11.11%	0.37%	100.00%
3	KYUSHU UNIVERSITY	7.41%	0.25%	100.00%
4	OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY	7.41%	0.25%	100.00%
5	KITAKYUSHU COLLEGE	3.70%	0.12%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	4.48%	1.48%	0.00%
2	TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	3.36%	1.11%	-50.00%
3	NETHERLANDS DEFENCE ACADEMY	1.87%	0.62%	-100.00%
4	CZECH TECHNICAL UNIVERSITY	1.49%	0.49%	-66.67%
5	ITALIAN AEROSPACE RESEARCH CENTER	1.49%	0.49%	0.00%

6 미국

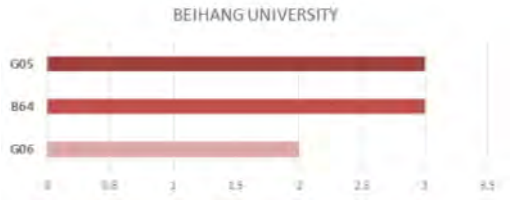
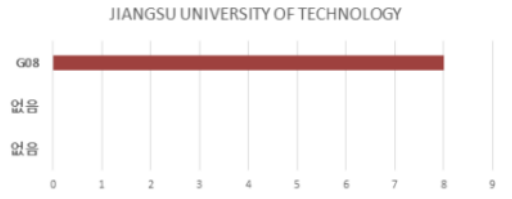
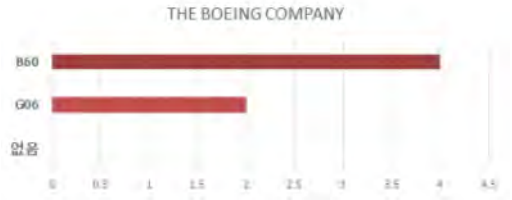
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NASA	5.25%	2.46%	133.33%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.15%	1.48%	1000.00%
3	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.62%	1.23%	133.33%
4	STANFORD UNIVERSITY	2.36%	1.11%	-50.00%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.10%	0.98%	-85.71%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 EU의 'AIRBUS OPERATIONS(3.16%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국항공우주연구원'이 8.54%(글로벌 점유율은 2.01%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'AIRBUS OPERATIONS'와 '한국항공우주연구원'은 B64(항공기; 비행; 우주공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

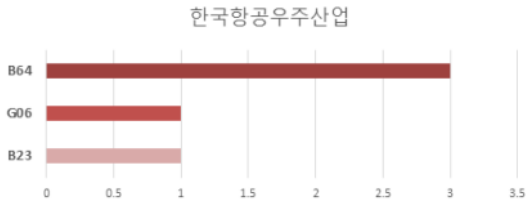
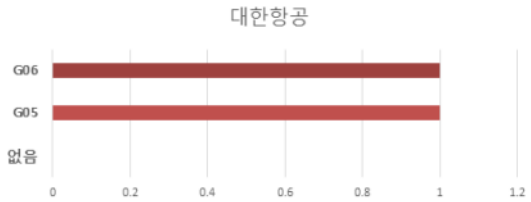
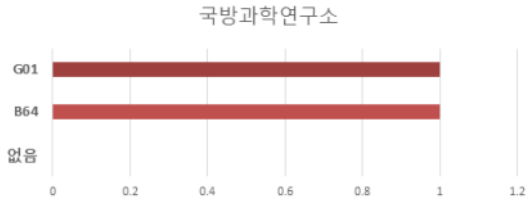
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	AIRBUS OPERATIONS	EU	33.33%	3.16%	350.00%
2	BEIHANG UNIVERSITY	중국	7.10%	3.16%	350.00%
3	JIANGSU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	5.16%	2.30%	700.00%
4	한국항공우주연구원	한국	8.54%	2.01%	150.00%
5	THE BOEING COMPANY	미국	10.71%	1.72%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G05	제어; 조정
		G01	광학
2		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G08	신호
		-	-
		-	-
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
5		B60	차량일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

2 한국

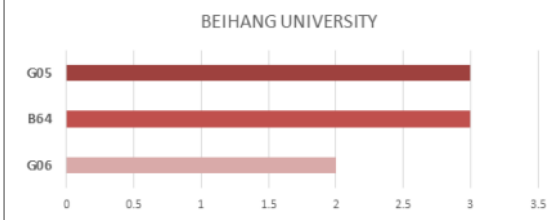
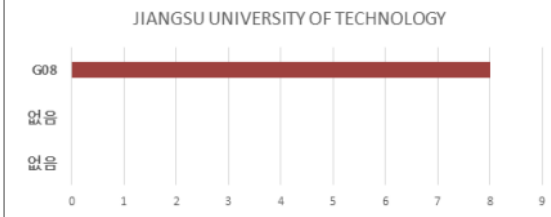
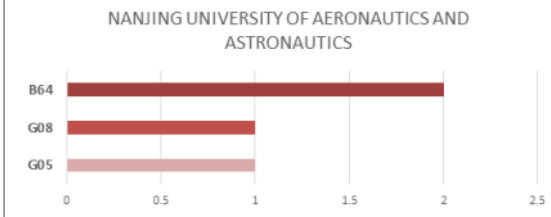
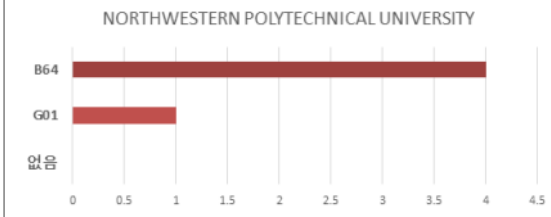
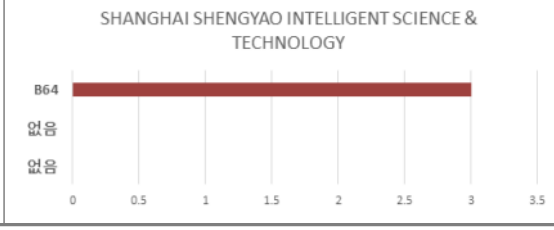
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국항공우주연구원	8.54%	2.01%	150.00%
2	한국항공우주산업	6.10%	1.44%	400.00%
3	대한항공	2.44%	0.57%	0.00%
4	건국대학교	2.44%	0.57%	0.00%
5	국방과학연구소	2.44%	0.57%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	-IPC 정의	
1		B64	항공기; 비행; 우주공학
		–	–
		–	–
2		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		–	–
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		–	–
		–	–
5		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		–	–

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIHANG UNIVERSITY	7.10%	3.16%	350.00%
2	JIANGSU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	5.16%	2.30%	700.00%
3	NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	3.87%	1.72%	500.00%
4	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	3.23%	1.44%	400.00%
5	SHANGHAI SHENGYAO INTELLIGENT SCIENCE & TECHNOLOGY	1.94%	0.86%	200.00%

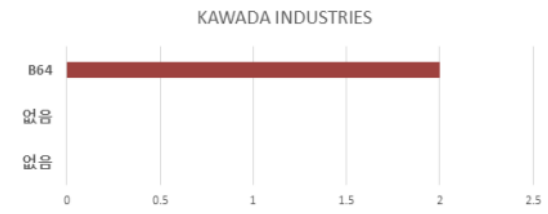
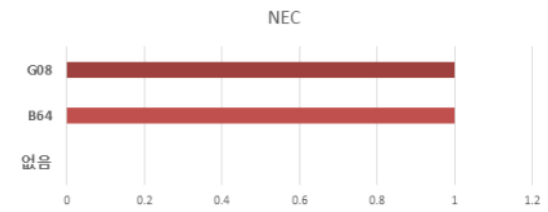
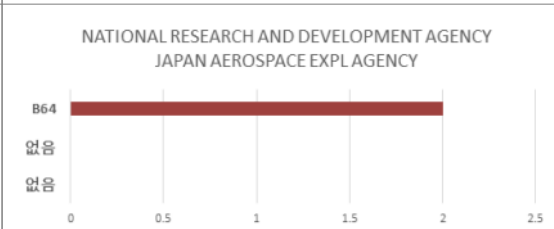
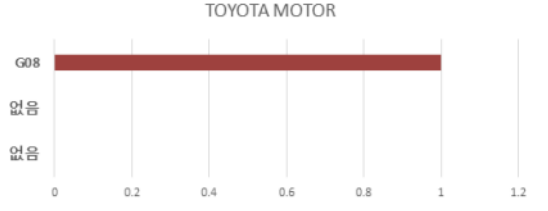
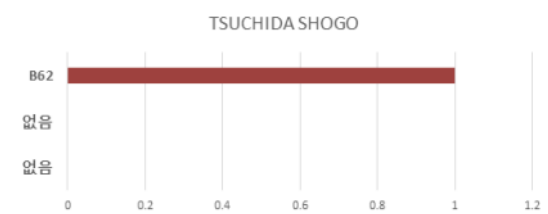
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G08	신호
		-	-
		-	-
3		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G08	신호
		G05	제어; 조정
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G01	광학
		-	-
5		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-

4 일본

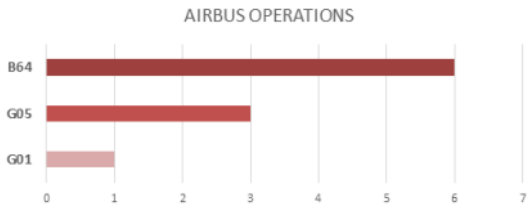
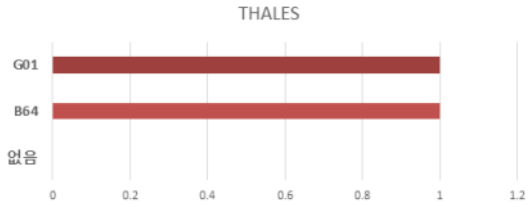
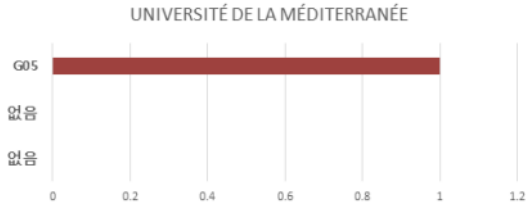
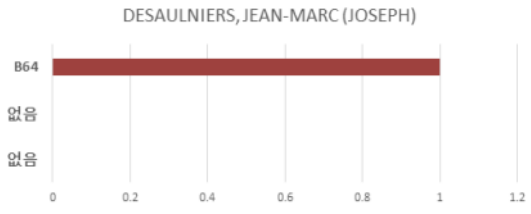
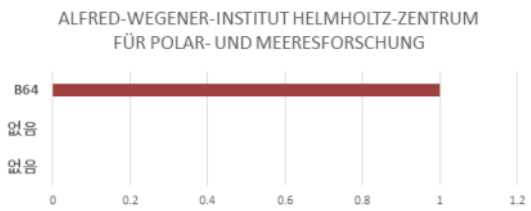
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KAWADA INDUSTRIES	9.09%	0.57%	100.00%
2	NEC	9.09%	0.57%	-100.00%
3	NATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT AGENCY JAPAN AEROSPACE EXPL AGENCY	9.09%	0.57%	-100.00%
4	TOYOTA MOTOR	4.55%	0.29%	-100.00%
5	TSUCHIDA SHOGO	4.55%	0.29%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
2		G08	신호
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
3		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
4		G08	신호
		-	-
		-	-
5		B62	철도 이외의 노면 차량
		-	-
		-	-

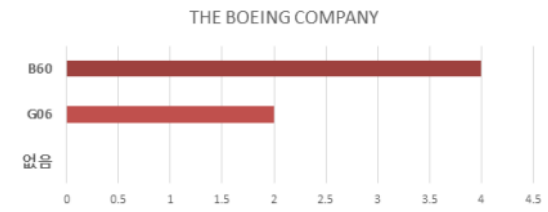
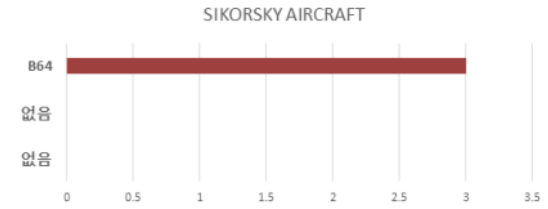
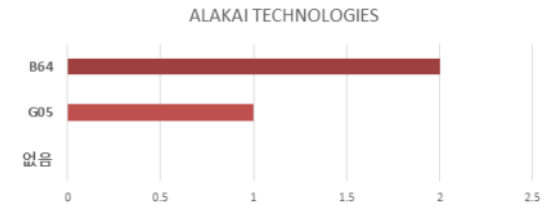
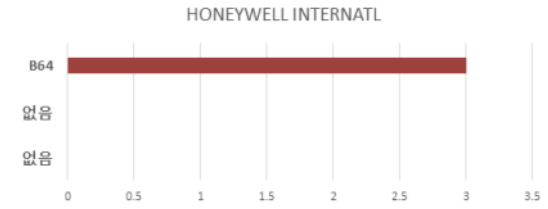
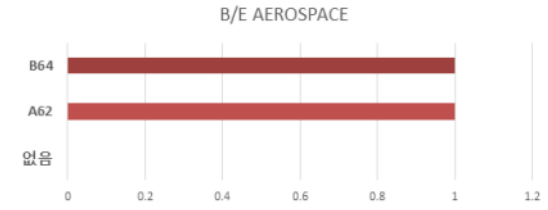
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	AIRBUS OPERATIONS	33.33%	3.16%	350.00%
2	THALES	6.06%	0.57%	0.00%
3	UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE	3.03%	0.29%	-100.00%
4	DESAULNIERS, JEAN-MARC (JOSEPH)	3.03%	0.29%	0.00%
5	ALFRED-WEGENER-INSTITUT HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG	3.03%	0.29%	0.00%

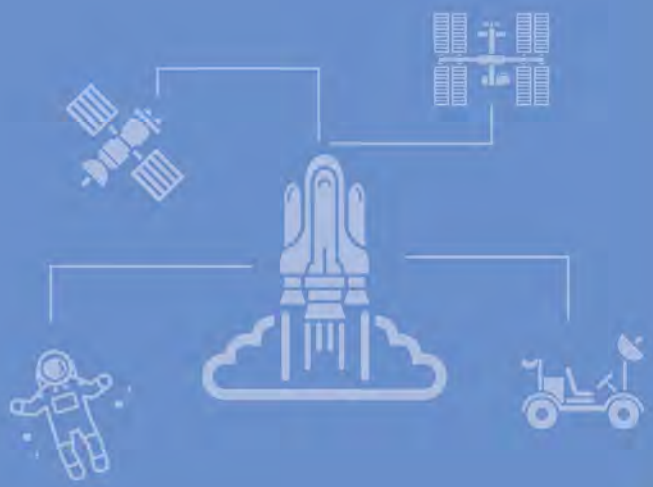
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G05	제어; 조정
		G01	광학
2		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
3		G05	제어; 조정
		-	-
		-	-
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
5		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	THE BOEING COMPANY	10.71%	1.72%	-50.00%
2	SIKORSKY AIRCRAFT	5.36%	0.86%	-50.00%
3	ALAKAI TECHNOLOGIES	5.36%	0.86%	200.00%
4	HONEYWELL INTERNATL	5.36%	0.86%	-100.00%
5	B/E AEROSPACE	3.57%	0.57%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B60	차량일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
3		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G05	제어; 조정
		-	-
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
5		B64	항공기; 비행; 우주공학
		A62	인명구조; 소방
		-	-

20 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술



20 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술

중점과학기술 개요

☑ 고고도·저고도 및 유·무인기를 통합적으로 관리하기 위한 자율 비행체 통합 관제시스템 기술로, 정지궤도 위성 기반 초정밀 위치정보 보정시스템(SBAS) 기술, 저고도 자율 비행체 교통관리체계 플랫폼 및 통신 인프라 기술, 자율 비행체의 보안 및 교통관제시스템 신뢰성 확보 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

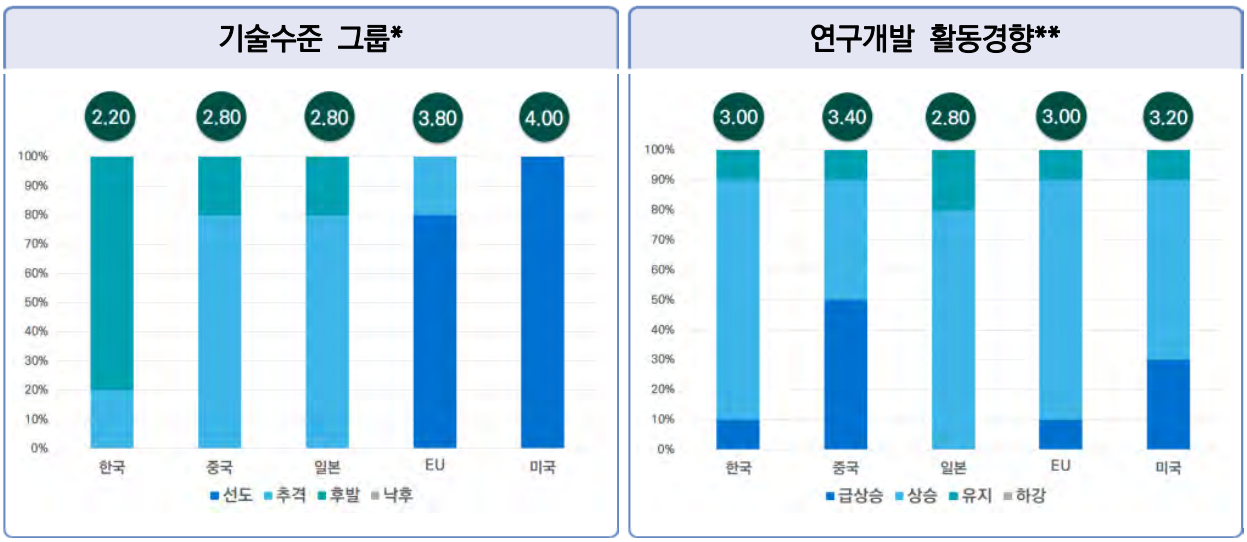
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	65.0	5.0	후발	보통	보통	상승
중국	80.0	4.0	추격	보통	우수	상승
일본	74.5	4.3	추격	우수	우수	상승
EU	90.0	1.3	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	65.0	5.0	65.0	60.0	68.0	6.7	5.0	4.0	5.0	2.1
중국	77.5	4.3	80.0	65.0	80.0	11.3	4.0	2.0	5.0	1.5
일본	74.5	4.3	74.5	70.0	75.0	7.1	4.3	3.0	5.0	2.1
EU	90.0	1.3	90.0	90.0	93.0	4.2	1.3	1.0	2.0	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

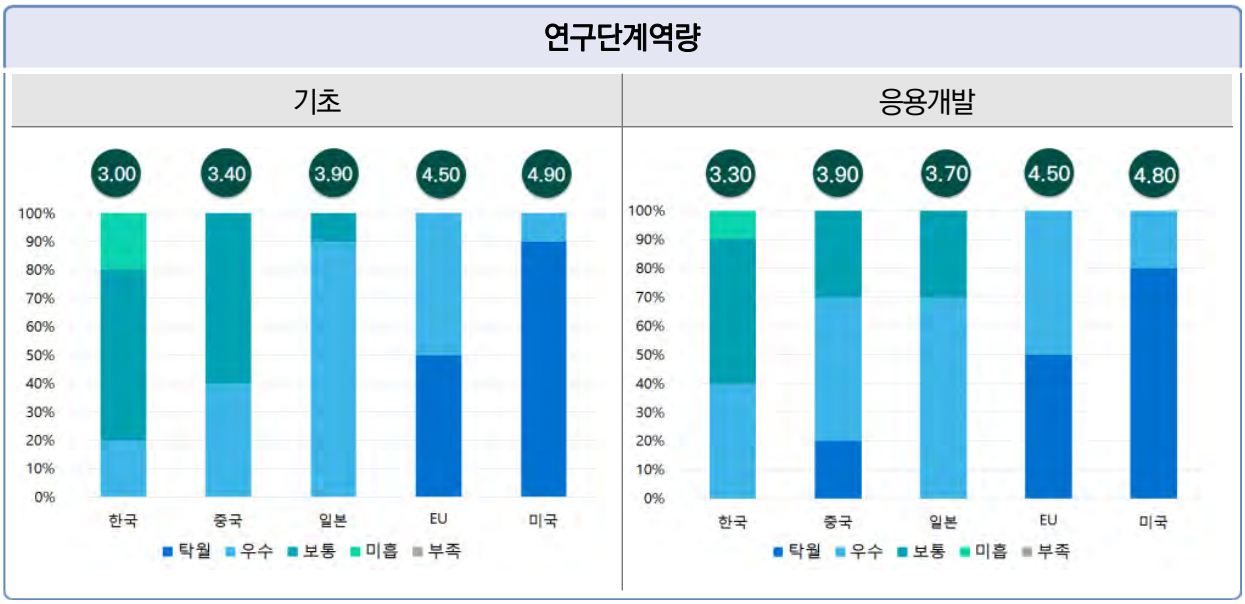
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (65.0%)	• 연구수준의 유무인기 자율비행체 개발경험이 있으나, 상업화로 진입하지는 못했고, 최근 항공교통 분야에 많은 투자가 이루어지고는 있으나, 국내 연구인력 등 부족으로 세계선도 기술 수준까지 도달하기 위해 많은 투자가 이루어져야 하는 실정 • 교통량 수요 및 인프라에 비해 항공교통관리 분야 연구 활동이 현격히 떨어지며, 유무인기 통합 교통관리분야 기초연구는 시작 단계 • 초정밀 위치정보 보정시스템 개발을 수행 중에 있으나 2020년 이후 정식 운영 예정 • 보정시스템 기반으로 한 자율비행체 교통관리 기술은 착수 수준 • 한국은 가장 후발 주자로 아직 자체 항법 위성 가지고 있지 않고 SBAS 시스템도 현재 유럽 EGNOS 기반으로 탈레스에서 도입하여 구축 진행 중. SBAS관련 기술이 많이 부족함. 하지만 최근 4차 산업 육성 정책으로 학계에서 자율 주행 및 비행체 관련 관심이 높아지고 논문이나 특허가 증가 추세로 보임 • 교통관리체계 연구 착수 및 실증 수준
중국 (80.0%)	• 부품 기술을 우수하나, SW에 자체기술은 미약함 • 세계 최고의 드론기업(DJI)가 있고, 최근 에어택시를 개발하는 등 기술력이 급성장 하고 있음 • 교통량 증대, 무인기 공역 통합, 개인 항공기 운용 등 고려한 전 세계적인 교통관리 연구 흐름에 따라 국가 주도의 다양한 연구 활동 수행 • 논문 발표 및 특허 등록 수가 가장 높음. 피인용 수도 꾸준히 증가 • BDS 위치정보 자체 기술을 바탕으로 교통관리체계를 수립하고 있으며, 자율주행 기술은 이미 높은 수준에 있음. 다만 유인 및 무인자율비행체 교통관제시스템 기술의 완성도는 부족함 • 선도 국가의 혁신 기술을 이해하고 연구 수준의 개발 역량 보유
일본 (74.5%)	• 항공교통 분야 기술개발에 정부차원의 지속적인 투자가 이루어짐 • MSAS 기술을 바탕으로 항공안전 및 자율비행체에 적용하기 위한 지속적 연구 수행 • 자율비행체의 교통관리 기술은 아직 개발단계에 있음. • QZSS 위성시스템을 통한 자체 항법 시스템과 보정 항법 시스템인 SBAS를 같이 지원하고 있으며 자체 항법 신호를 만들어 전송 하는 등 많은 부분에서 연구 진행. 하지만 SBAS 시스템의 경우 미국 시스템을 도입 하여 개발 하였으며 아직까지 성능에 문제가 있음
EU (90.0%)	• 유인기 교통관리는 세계 최고 수준이나, 유무인기 통합 교통관리 분야는 미국에 비해 다소 활동이 떨어짐 • EGNOS 보정시스템 기반의 항공기 및 자율비행체 교통관리를 위한 연구를 지속적으로 수행(미국에는 뒤지나 다소 높은 논문, 특허 인용률 보유) • EASA 중심으로 무인비행체 운영 및 관리에 관심을 가지고 정책 수행 • 자체 항법 시스템 Galileo와 보정 항법 시스템 SBAS시스템인 EGNOS 를 운용 중, 관련 회사가 다수 존재하며 논문 특허에 꾸준한 실적 보유. 다만 미국에 비해 무인 자율주행관련 연구가 활발하지 않음 • 국가별 편차는 있으나 프랑스, 벨기에 등 일부국가에서는 실제 적용을 전제로 하는 다양한 형태의 통합관제시스템을 개발 또는 진행 중

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 항법 및 제어 등 SW 개발이 활발하며, 우수한 성능 수준 • 유무인 자율 비행체 특허 출원 상위 유지 • 자율비행체 및 통합관제 분야에서 세계선도 기업과 연구소가 기술을 선도하고 산업생태계가 구축되어 있음 • 유무인기 통합을 고려한 다양한 연구 활동(유무인기 공역 통합 연구, 저고도 무인비행장치 교통관리 연구 등)을 선도적으로 수행 • 유무인 비행체 관제 관련 분야로 가장 오래 연구가 진행되어 기술적으로 선도함 • 고도화된 위치정보 및 보정시스템 기술을 바탕으로 한 항공기 및 자율비행체 기술 보유 • NASA와 ICAO가 기술과 표준 주도 • 혁신을 선도하는 새로운 개념, 기술 개발 노력, 역량 세계 최고 수준 • 자체 항법 시스템인 GPS와 보정 항법 시스템 SBAS시스템인 WAAS를 운용 중이며 관련 회사가 다수 존재 • 논문 특허에 꾸준한 실적을 보유하고 있고 논문과 특허의 인용이 가장 많이 발생 • 유무인기 통합공역사용을 전제로 한 유무인기자율비행체 관제시스템 연구 및 실증을 세계 최초 진행 중, 실증수준에 이름

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 고급 IT 인력 보유 • 부분적 산업화 인프라 • 최근 4차 산업 육성으로 많은 연구가 진행 중 • 2014년부터 KASS(SBAS) 시스템 개발 진행 중 (2022년 서비스 예정) • 국토의 크기가 크지 않고, LTE 통신 인프라가 전 국토에 걸쳐 비교적 잘 확보되어 있음. 저지연 기술을 제공하는 5G에 대한 기술 주도 활동도 진행하는 추세임 • 정부, 지자체, 산업계 등을 포함한 국가차원의 정책 및 제도, 공공구매, 예산 등 투입 • 다양한 실증사업 및 시범사업 인프라 구축사업 진행 • IT 기술 기반이 우수하여 기술 추격 역량 충분 • 무인 항공기 기술 개발이 빠르게 진행 중 • 드론 및 개인용 항공기 등 새로운 형태의 운송 체계에 대한 관심 및 국가적 연구 지원 의지 강함	• HW의 개발에만 치우쳐져있고, SW 개발에 대한 관심이 저조 • 선진국에 비해 전반적으로 기술, 인력, 인프라가 많이 부족함 • 비행체 관제를 위한 항법, 관제 분야의 기초 기술 연구는 미흡한 수준 • 국내 법령은 드론 비행에 대해서 제한적 • 산업생태계 미약(2,000여개에 육박하는 등록 업체 중 제작업체 수, 매출, 인력 등에서 경쟁국에 비하여 미흡) • 대형 서비스 제공자 부재 • 정부의 인식과 정책 수립 역량 미흡 • 원천 기술 연구 개발 및 관련 규제로 인한 제약 • 유인기 무인기 막론하고 항공교통관리 분야 연구 경험이 절대적으로 부족함 • 실시간 광대역 무선 전파 및 관리 능력 • 아직 기반 시설의 부족과 경험의 부족으로 연구가 부족함
중국	• 대형 산업화 인프라 및 자체 시장규모 • 최근 중국의 발전과 드론에 대한 육성 사업.	• 보안 부분으로 인하여 타 국가 적용에 애로사항 존재

국가	강점분야	기타
	그리고 항법 위성시스템의 완성을 바탕으로 활발한 연구가 진행 되고 있음 • 전반적으로 높은 기술력, 풍부한 인력 보유 • BDS 시스템이 2020년 이후 전 공역 서비스 제공 예정 (자국 서비스는 가능) • 국가적인 지원으로 인해 자율비행제어시스템(AFCS) 및 UTM에 대한 많은 연구를 진행 중에 있으며, 논문과 특허 등록이 이루어지고 있는 추세 • 국가 주도 연구 추진력 • 클라우드 시스템을 활용한 비행체 식별 및 실시간 자료전송 체계 운영 • 기초 기술 및 IT 기술 기반이 우수하여 기술 추격 역량이 충분 • 무인 항공기 연구 개발로 많은 연구 지원이 이루어지고 있으며 관련 분야 기술도 빠르게 개발 중	• 실시간 광대역 무선 전파 및 관리 능력 • BDS 및 보정시스템이 아직 미완성 단계 • 상대적으로 낮은 경험 • 동합관제를 위한 종합적인 시스템 구축계획 부재 • 클라우드 시스템 운영 이후 후속계획 부재 • 정부의 인식과 정책 수립 역량 미흡 • 연구 인프라가 취약
일본	• 부품 산업이 발전 • 부분적 산업 인프라 • 정부주도의 로드맵 수립 및 지속적인 투자 의지 • JAXA가 주도하여 정밀 위치정보 획득을 위한 MSAS 기술을 일찍부터 개발함 • 정부 주도로 드론 활성화 및 JUTM 시스템 개발을 위한 연구 진행 • 우수한 인력과 유인기 항공교통관리 관련 축적된 경험 • 기초기술을 기반으로 관제시스템 핵심 분야에 대한 정책 추진 • 서비스 제공자를 통한 다양한 형태의 사업모색 • 국제표준화를 위한 국가적인 노력경주 • 기초기술력이 강하여 선도 국가로의 진입 잠재력이 높음	• 고루 발전하고 있으나, 한 분야의 특이한 강점은 없음 • 실시간 광대역 무선 전파 및 관리 능력 • MSAS에서 APV-I 이상의 서비스를 제공하지 못하고 있음 • 추격형 연구 방식 • 국지적 개념의 개발위주 • 교통관리체계 실증계획이 한국 대비 늦음 • 선도 기술 개발 역량이 미흡 • 관련 분야의 통합 운영 기술면에서 미흡 • 기존 QZSS 와 MSAS를 QZSS로 옮겨 가는 과정을 거치고 있음. 선진국에 비해 전반적으로 기술, 인력, 인프라가 많이 부족 • 무인 시스템 요소 기술은 탁월하나 운용 및 관제 관련 기술은 상대적으로 낮음
EU	• 기술개발 유인책이 많음 • 중소기업의 수준이 우수함 • 높은 기술력, 많은 연구인력, 인프라(시설, 기술/표준 세계선도) • 자체 시장규모가 크고 글로벌 산업체 보유 등 산업생태계가 잘 구축됨 • 미국과 더블이 오랫동안 항법 위성 시스템과 SBAS 시스템을 개발하고 운영 중 • EGNOS 이용한 APV-I 위치정보 서비스	• 기술의 상승 속도가 추격그룹에 비해서 높지 않음 • 실시간 광대역 무선 전파 및 관리 능력 • 단일 유럽이기는 하나, 실제 운용 및 규제에서는 국가별 이해관계 존재 예상 • 단일 국가가 아님에 따라 추진 속도가 상대적으로 낮을 수 있음 • 국가별 편차가 심함 • 일부 국가는 교통관리시스템에 대한 구체화 노력 없음

국가	강점분야	기타
	• 2019년 초기 운용을 목표로 유럽의 UTM인 U-Space 개발 중 • 유럽 내 국가들은 유럽 내에서의 UTM 단일 운용을 목표로 협력하는 추세 • EU 주도의 체계적이고 협력적인 연구 체계, 장기간 축적된 기술과 경험 • 기초기술, 핵심기술에 대한 기반 구축 • EASA 체계 등을 통한 통합개발 노력으로 불필요한 기간, 비용단축 • 서비스 제공자를 통한 다양한 형태의 사업모색	• 연합국가의 특성상 정책 결정과 연구개발 체계가 비효율적 • 미국과 다른 운용 환경 및 법규로 인하여 자체 시스템을 구축하려 노력함
미국	• 높은 기술력, 많은 연구인력, 인프라(시설, 기술/표준 세계선도) • 자체 시장규모가 크고 글로벌 산업체 보유 등 산업생태계가 잘 구축됨 • 항법 시스템 및 자율 주행 시스템에 대한 기초연구 및 응용 연구 개발이 활발히 진행되고 있으며 민/군 에 걸쳐 전반적으로 무인 자율 비행에 대한 관심과 개발이 이루어지고 있음 • 세계적으로 가장 일반적인 GPS 보유 • 가장먼저 SBAS(WAAS) 시스템을 구축하고 오픈 서비스 중 • CAT-I 서비스 제공을 위한 지속 연구 중 • NASA 뿐 아니라 Google, MS를 포함한 많은 기업에서도 자율 주행/비행과 이들의 관제를 위한 기술을 개발하는 인력 보유 • 국가 주도의 체계적인 연구 체계, 장기간 축적된 기술과 경험 • 기초기술, 핵심기술에 대한 기반 구축 • 서비스 제공자를 통한 다양한 형태의 사업모색	• 실시간 광대역 무선 전파 및 관리 능력 • 연구 강점 대비 보수적인 인식 • NASA 주도 관제시스템 개발 중이나, 프로토타입 개발을 목표로 추진(~2020년) • 실용화를 위한 세부계획 미 제시 • 해외협력이 미약하여 미국 기술의 국제표준화에 어려움

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	1위	2위	3위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 연구 분야별 산학연 공동연구 지원 • 비행체 통합관제는 대부분 국토부 소관 영역이라 국토부 주도로 추진함이 바람직. 다만, 국내기술이 아직 성숙되어 있지 않은 상태로 동 분야 관련기술을 보유하고 있는 기업/연구기관은 많지 않은 실정. 초기에는 산학연 협력과제를 다양하게 추진하여 국내 협력 촉진 필요 • 새로운 운용개념의 연구이므로, 관산학연의 전문가의 다양하고 창의적인 아이디어 수렴 및 융합 필요 • 국내 여건에 맞는 관제 시스템 개발을 위해 관련된 다양한 분야와의 국내 협력 추진 • 자율 비행과 통합 관제시스템 분야의 학회 포함 산학연 협력의 장 촉진 • 국내 위치정보 보정시스템 자체개발을 위한 전문 산업체의 역량향상을 위한 투자와 전문 인력 양성화 병행 • 산학연 관련 연구자간 공동 참여 가능한 연구개발 사업 발굴 및 추진 • 국내 기업들의 투자 확대 • 해당 기술 분야는 융합적인 협력이 필수적인 분야이며, 국내 산업체의 미약한 기반구조상황을 고려 시 국내 산학연 및 관련 산업계간의 협력을 통한 기술이전 및 전수, 유무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술에 최적화된 기술개발 필요
국제협력 촉진	• 주제별 국제공동연구 시범 지원 • 현재 미 NASA 등과 저고도 소형드론 교통관리와 관련된 연구를 공동수행 중. 저고도 소형드론 뿐만 아니라, 항공기 운항관리, 자율비행체 교통관리 등에도 해외 선진진술과 국제협력을 지속적으로 확대/추진 • 관제 시스템의 국제 표준화에 국내 환경 반영 추진 • 선진 기술을 보유하고 있는 미국 및 유럽과의 교류를 통해서 정부 차원의 인프라 구축과 사례를 확인하고 필요한 부분을 도입 추진 • 해외 선진국의 전문기관과 협력을 통한 국내개발로 기술격차 해소 • ICG, IWG, ICAO 등 유무인 자율비행체 관련 국제기구 활동에 정부가 주도 하고 민간이 지원하는 형태로 적극 참여 • 국제 공동 연구에 대한 예산을 활성화 하여 선진 기술 습득 • 미국, 유럽 등 기술개발을 진행 중인 국가들과의 협력체계 구축을 통해 시행착오를 최소화하고 특히 국제협력 시 원천기술전체에 대한 국내 기술력 확보를 전제로 하기보다는 우리나라만의 강점이 있는 기술 분야에 대한 선택적 협력체계 구축
인력양성 및 유치	• 연구 분야별 석사 박사과정 연계 지원 • 대학 등에 관련 연구센터 등을 설립하여 신규인력 양성 • 항공교통관리 전문가와 유무인 복합 항행을 위한 요소 기술(통신, 항법, 감시, 인공지능 등)을 보유한 전문가의 유치 및 양성 • 비행체 관제 시스템 개발 및 운용을 위한 인력 양성 • 자율비행 및 관제시스템 기술개발을 진행하는 학교와 연구소 인력 지원

	정책제언
	• 국내 항공 운항 교통 등의 전문분야의 교육체계 정립과 역량 있는 해외 선지기술 전문 인력 유치와 병행하여 국내 우수대학원 지원 양성 • 연구계와 산업계에서 우수한 인력을 유치할 수 있도록 정부가 관련 사업 육성을 적극 지원하고 학계에서는 양질의 인력 양성 • 항법 및 자율 비행체에 대한 인력양성을 위해 관련 교육 및 취업 보장 • 해당 기술 분야에 대한 국내 기반 미약으로 자체 인력양성에 한계가 있음. 학교교육만으로 실전에 투입하기 어려운 기술 분야임을 고려해 유무인 관제기술을 운용 중인 군, 국토부 등과 구축 중인 UTM, 드론전용 비행시험장 등을 통해 기술수준을 배양하는 등의 노력
인프라 구축	• 유무인 자율 비행체 통합관제 기술 개발을 통한 테스트 베드 구축 • 이해관계자(조종사/관제사 등)가 참여하여 유무인 자율 비행체 통합관제를 가상환경에서 다양하게 시뮬레이션 할 수 있는 시뮬레이션 센터 구축 및 관련 기술 개발 • 당장에 사용 가능한 인프라 구축 보다는 향후 변경 및 확장 가능한 유무인기 통합 관리 체계를 위한 "연구개발 인프라" 구축 • 시범 지역을 선정하여 연구 개발된 결과물의 시범 운영이 가능한 관제 시스템 인프라 구축 • 정부 기관을 중심으로 연구소와 협력하여 통합 관제시스템 인프라 구축 • 국내 연구개발을 위한 인프라 구축 및 투자를 통한 범부처 관련기관의 협업으로 상호 협력체계 구축 • 연구개발에 필요한 시설 및 장비를 정부의 지원을 받아 구축하고, 산학연이 공동으로 활용할 수 있는 체계 구축 • 국내 산업 육성을 위해 법제도 개선 후 인프라가 확보되어야 국내 기업의 관심 증가할 것. 정부가 직접 인프라 투자를 세워 기업과 함께 투자 • ATM을 기반으로 하는 유인기 체계와 달리 무인기 통합 관제시스템은 개발 중이며(2021년 과제종결 시 목표는 제한된 지역 내 UTM 구현가능 확인수준임) 향후 PAV 운용 등을 전제로 할시 무인기에 적합한 통신체계 및 거점별 통제센터 구축 등 필요
법·제도 개선	• 유무인 자율 비행체 통합관제 기술 활성화를 위한 관련 법제도 정비 • 국내 법/제도 개선은 상당부분 진전되어 있는 상태며, 관련 기술기준 등은 독자적으로 개발/개선하기보다 국제사회에서 논의되고 있으므로, 이를 준용하며 따라가는 것이 바람직 • 현 교통관제체계는 유인기의 안전성만을 우선적으로 고려하여 매우 보수적으로 운용되고 있으므로, 이를 법/제도적 관점에서 개선 • 빠르게 개발이 진행 중이 무인 항공기 활용을 위한 법 제도 개선뿐 아니라 저/중/고고도 별 운용 법규 개선 필요 • 서울보다는 지방을 중심으로 무인기의 자율 비행 가능 지역을 확대하고, 교통관리체계를 구축하여 시범운영을 수행하고, 확대 • 군용 및 상용기와 자율 비행체 무인기의 공역 사용에 대한 국제적인 항공관련 법규의 국내 제도적 개선 정착 우선 필요 • 개발된 기술이 상용화 될 수 있도록 관련 규제를 완화하고 대학과 연구소, 산업체로 흩어져 있는 연구개발 기능이 상호 연계/조정 될 수 있도록 법/제도 마련 • 드론 시장에 대한 법 제약으로 인해 발전이 힘든 상황. 하지만 국내 특성상 안보와도 직결되어 애매함 • 항공기에 대한 법/제도(특히 기술기준)는 국제표준을 기반으로 국가별 상황에 적합화한 방식으로 운용 중임을 고려해 국내 기술수준을 탄력적으로 적용하여 적정수준으로 제한 필요. 특히 무인기는 개선된 법제도 수준에 현행 기술수준이 도달가능한지에 대한 검토 및 정책적 판단이 아닌 데이터기반 개선의 정도를 정함이 필요

	정책제언
연구비 확대	• 유무인 자율 비행체 통합관제 기술 개발에 대한 연구 투자 확대 • 연구아이템(혹은 필요 연구 분야)를 우선적으로 도출해야 함 • 단순 규모 확대 보다는 단계적 연구를 위한 연구비의 적시 지원 • 기존의 대부분이 무인 항공기 개발에 국한된 연구비를 운용 관제 시스템 개발로 확대 • 자율비행 및 통합관제 관련 연구개발 사업 발굴 및 사업비 지원 • 타 산업에 비하여 상대적으로 국내 투자가 미흡한 인프라 구축비용과 실제적인 항공기 정밀추적 감시 장치 구축을 위한 투자비용 확대 • 최소 우리나라와 선도국간의 GDP 비율 수준으로 관련 연구개발비 증가 • 유무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술은 국가 공역전체에 대한 운영을 전제로 개발해야 하며 이에 따라 연구범위 및 소요 장비, 인력이 기술 확보 기간 단축 및 국제 경쟁력 확보에 직결됨
기타 의견	• 유무인 자율비행체 관제시스템의 운용 및 실증시험을 통한 운항절차, 관제 절차 등 개발 • 유무인 자율 비행체 통합 관제는, 기존 사람 중심의 관제 방식으로는 구현이 어려우므로, 궁극적으로는 인공지능 기술이 융합된 시스템 중심의 관제 형태로 발전할 것으로 예측됨. 관련 협력 연구 필요 • 개발 기술의 활용성 제고를 위해 사용자와 개발자가 서로 긴밀히 협력할 수 있는 환경 조성 • 현행 관제시스템 기술은 유인기중심의 개발 및 운용이며 무인기를 통합공역 내에서 관리하기 위한 부분을 포함하지 않았음을 고려하고, 현재 추진 중인 저고도(150m)교통관리체계 구축과 연계하여 150M 이상의 공역까지 무인기/드론이 운영하는 전제하의 통합관제시스템 보완 필요. 기 개발된 유인기 관제체계와 개발 중인 드론 관리체계 연동, 현행 UTM 과제범위가 시범 공역 내 UTM 기술구현(프로토타입 구성)으로 향후 UTM 구축범위(국가전역 또는 특정지역, 특정 사업 분야)에 따른 후속 연구개발 및 사업화 필요

다 주요 분석 결과 요약

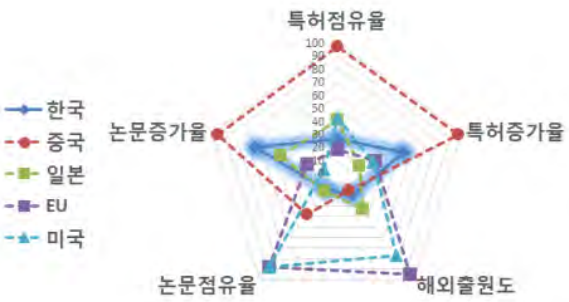
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]
11대 분야	우주·항공·해양	14,483	11,781	35.3%	88.9%
해당 중점과학 기술명	유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술	2,053	2,113	41.8%	118.7%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

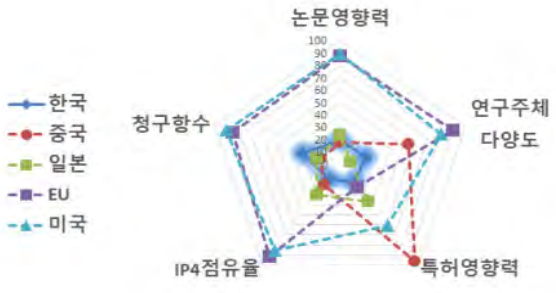
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	중국
	38.1%	40.0%	6.5	13.5
한국	5위	4위	4위	5위
	3.6%	13.4%	2.6	6.1
5개국 평균[2]	-	-	5.5	8.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

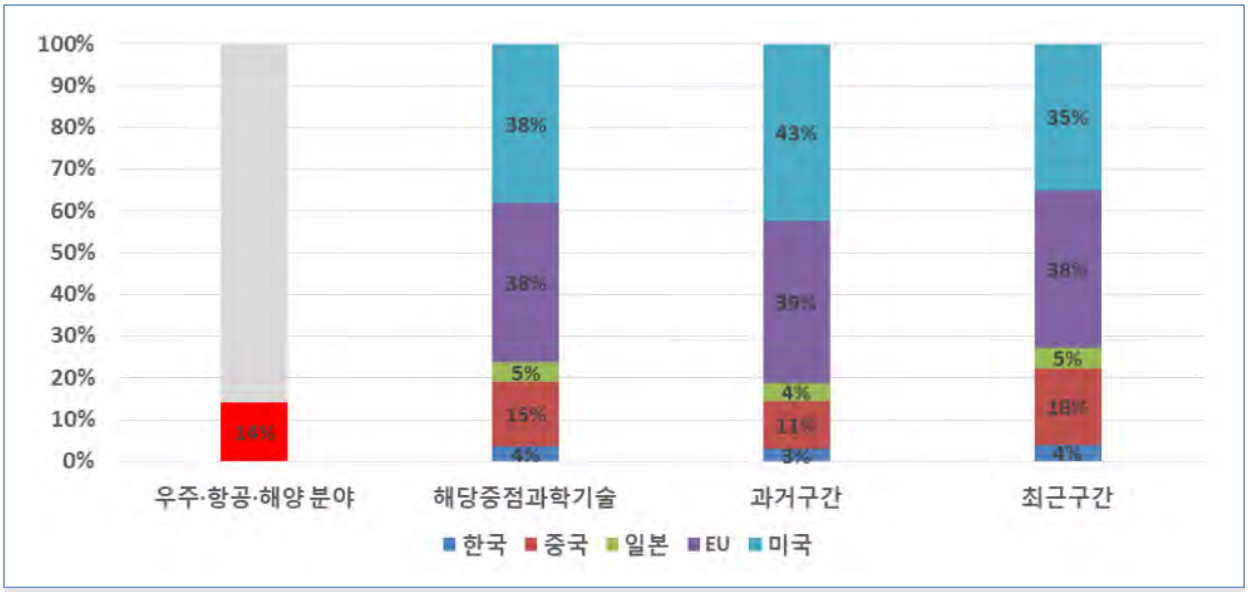
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(2.6)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(38.1%), EU(38.1%), 중국(15.4%), 일본(4.8%), 한국(3.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(130.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(6.5), EU(6.4), 일본(2.9), 한국(2.6), 중국(2.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.92)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(13.4%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(6.1)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(40.0%), 미국(18.1%), 일본(17.6%), 한국(13.4%), EU(10.9%) 순이며, 특허 증가율은 중국(417.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.8)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 중국(13.5), 미국(9.4), 일본(7.7), EU(6.5), 한국(6.1) 순이며, IP4 점유율은 EU(9.6%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.6%	15.4%	4.8%	38.1%	38.1%
	논문 증가율	80.8%	130.2%	60.5%	38.4%	16.6%
	논문 영향력	2.6	2.5	2.9	6.4	6.5
	연구주체 다양도	0.53	0.71	0.42	0.92	0.85
특허 분석	특허 점유율	13.4%	40.0%	17.6%	10.9%	18.1%
	특허 증가율	142.2%	417.5%	-11.7%	52.7%	46.5%
	해외출원도	0.4	0.2	1.0	3.8	2.6
	특허 영향력	6.1	13.5	7.7	6.5	9.4
	IP4점유율	0.0%	0.9%	2.2%	9.6%	8.4%
	청구항수	5.1	3.3	3.7	10.7	11.6

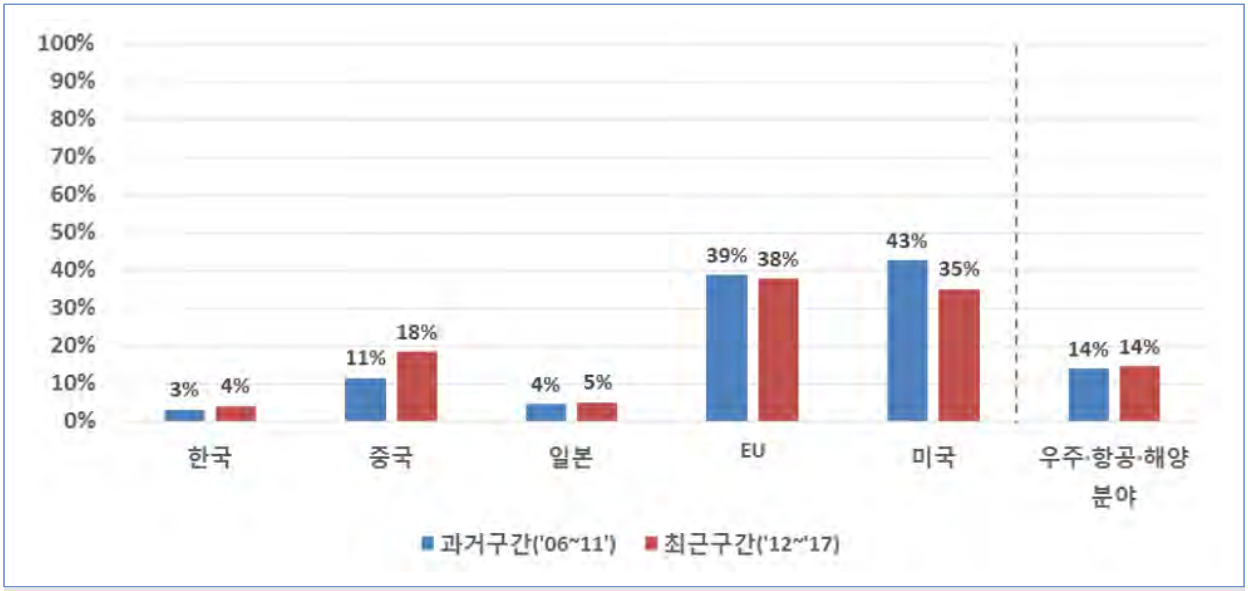
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국 및 EU가 각각 782건으로 전체 논문의 38%씩을 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 논문 중에서 14%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

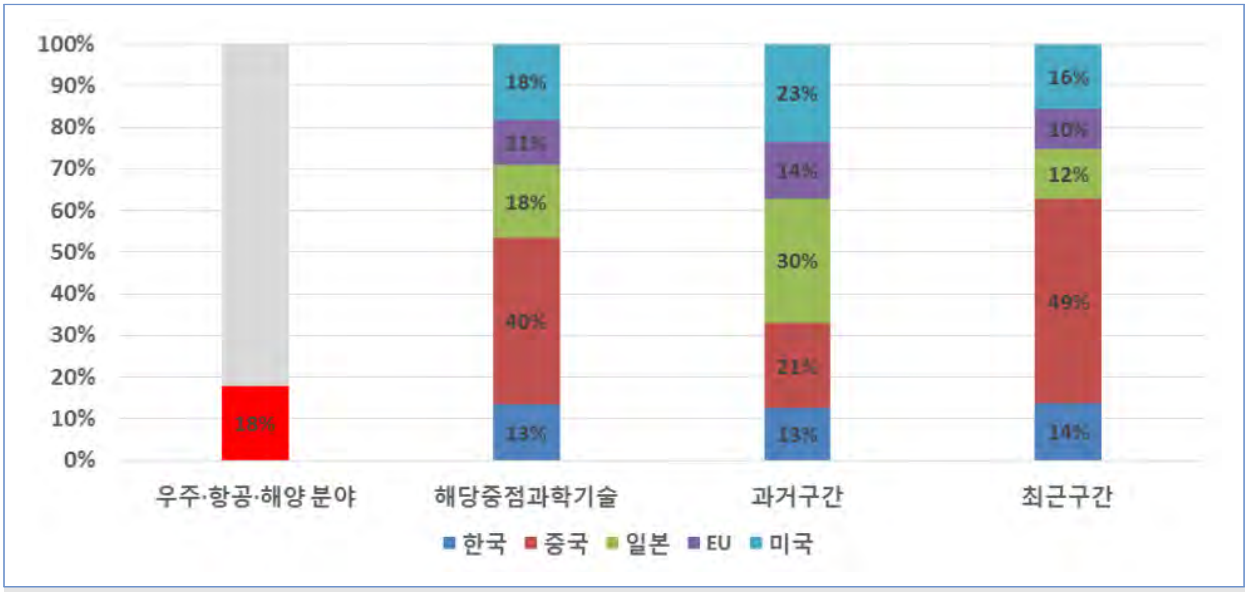


● 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 80.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	26	47	73	80.8%
중국	96	221	317	130.2%
일본	38	61	99	60.5%
EU	328	454	782	38.4%
미국	361	421	782	16.6%
전체	849	1,204	2,053	41.8%

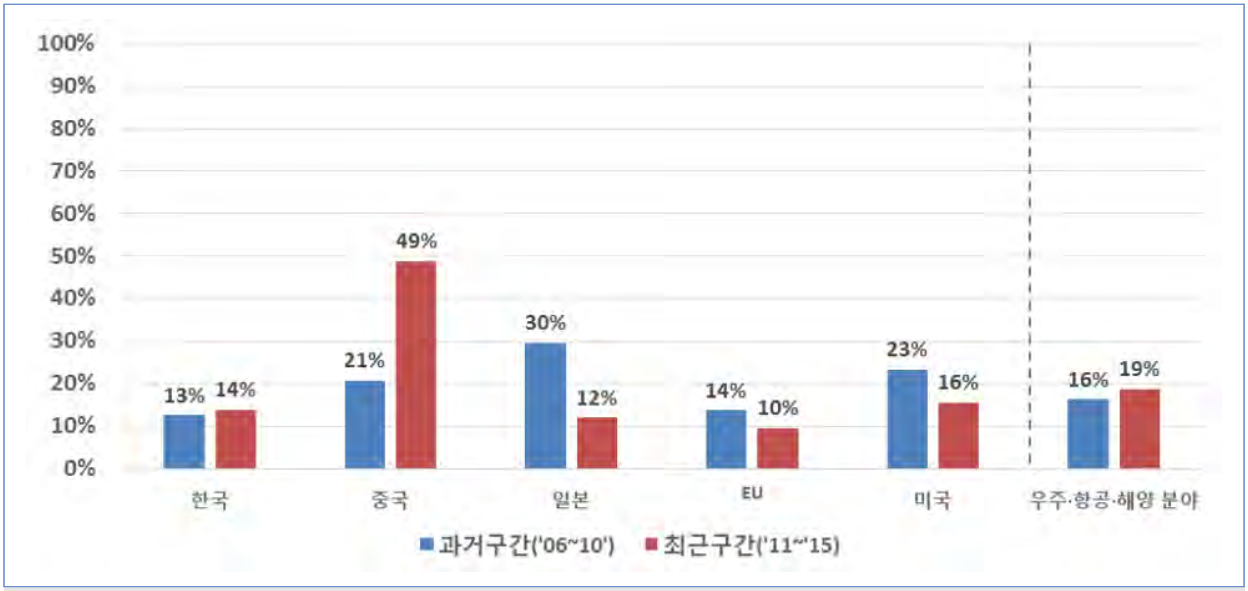
(4) 특허 점유율(전체)



- 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 846건으로 전체 특허의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 특허 중에서 18%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



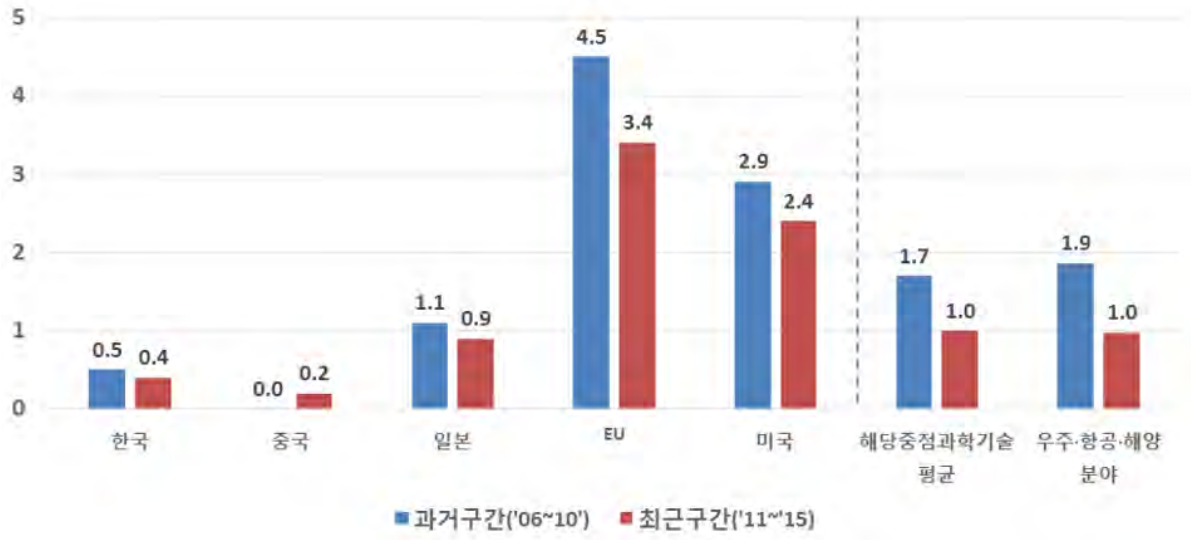
- 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 142.2%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	83	201	284	142.2%
중국	137	709	846	417.5%
일본	197	174	371	-11.7%
EU	91	139	230	52.7%
미국	155	227	382	46.5%
전체	663	1,450	2,113	118.7%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

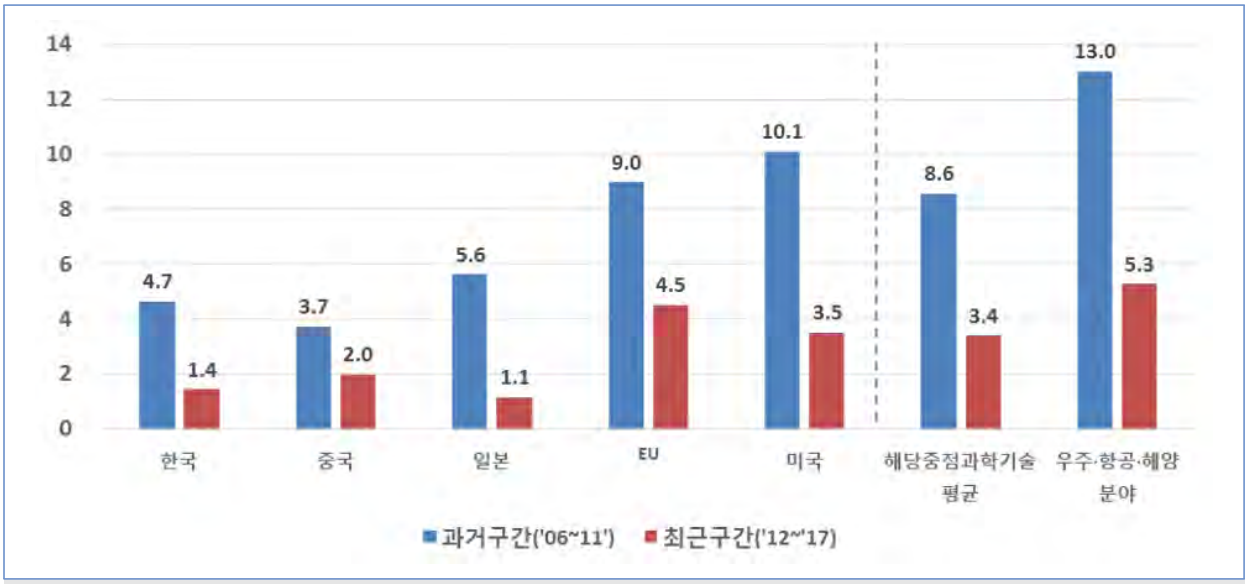


- 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

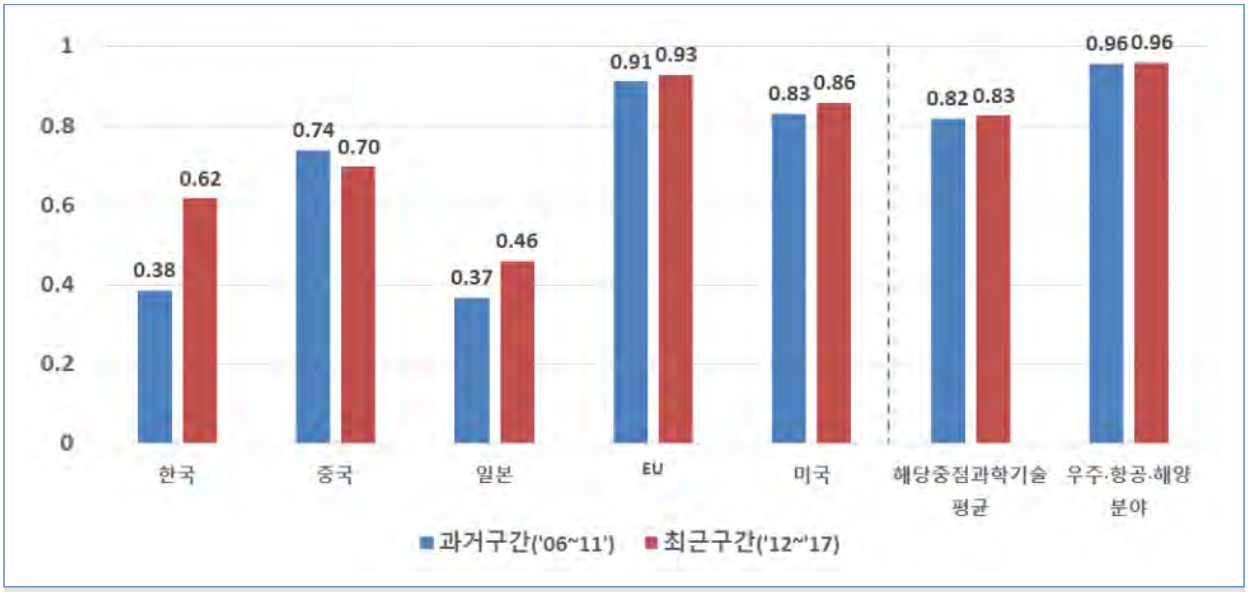
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



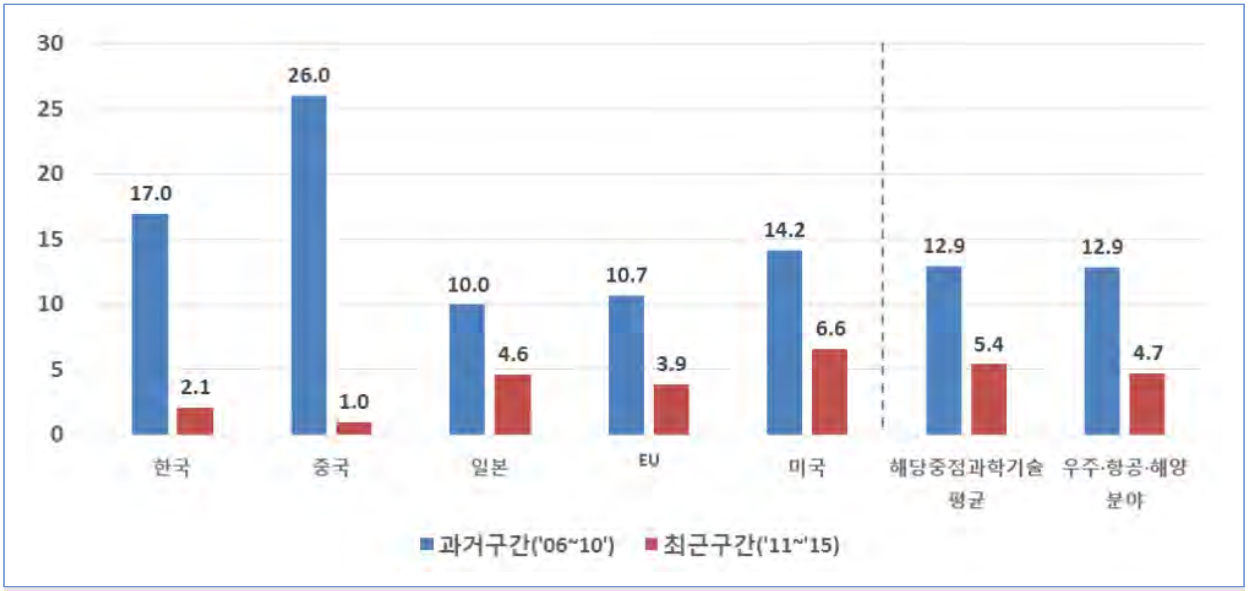
● 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



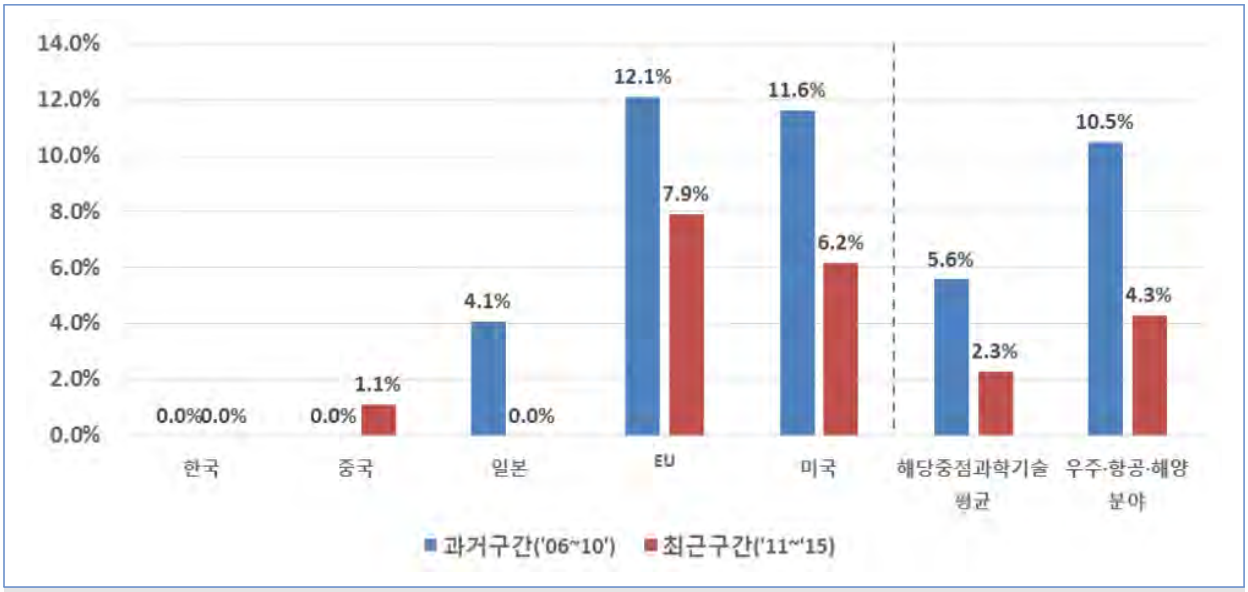
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



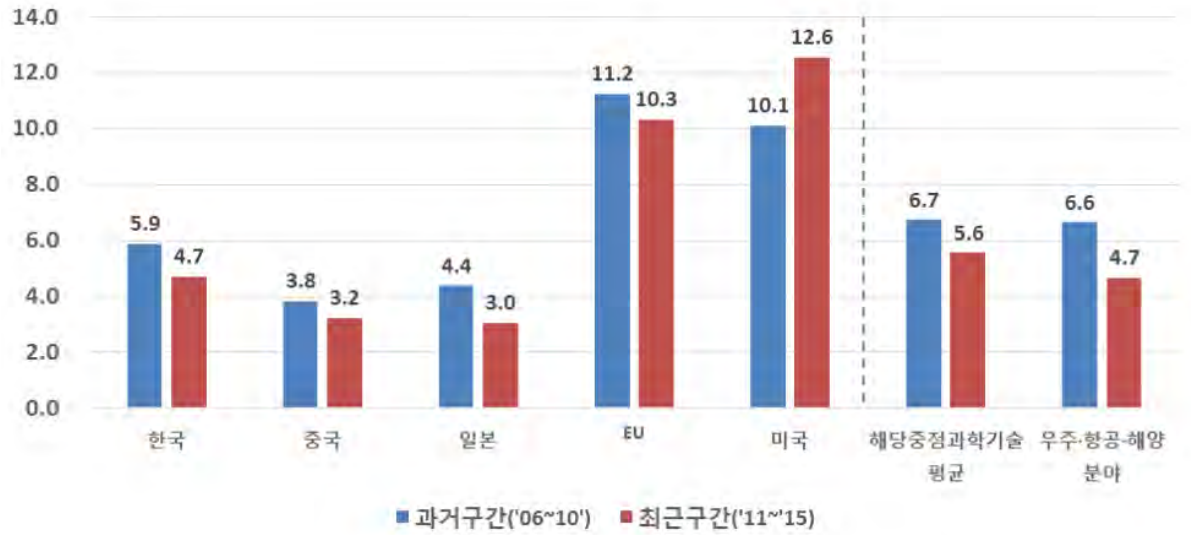
● 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 중국, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

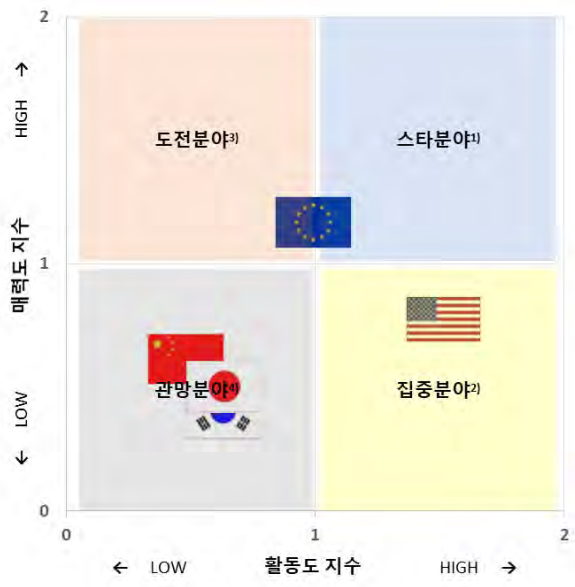
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

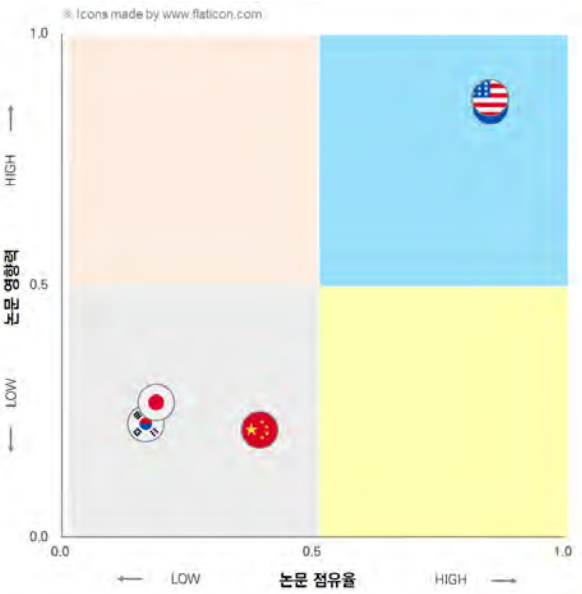
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

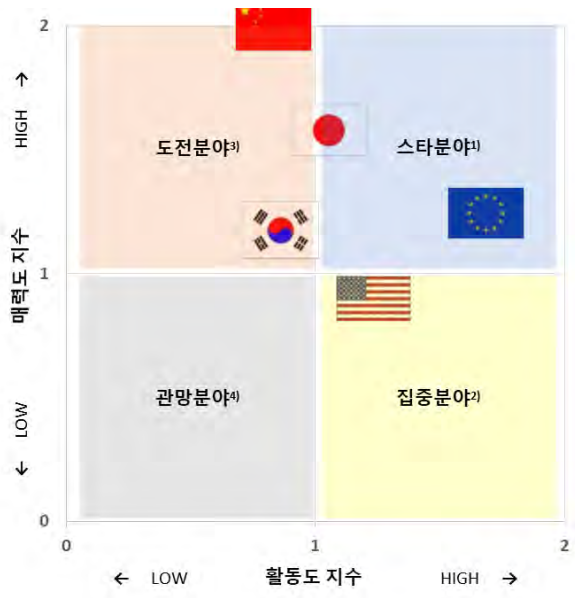


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

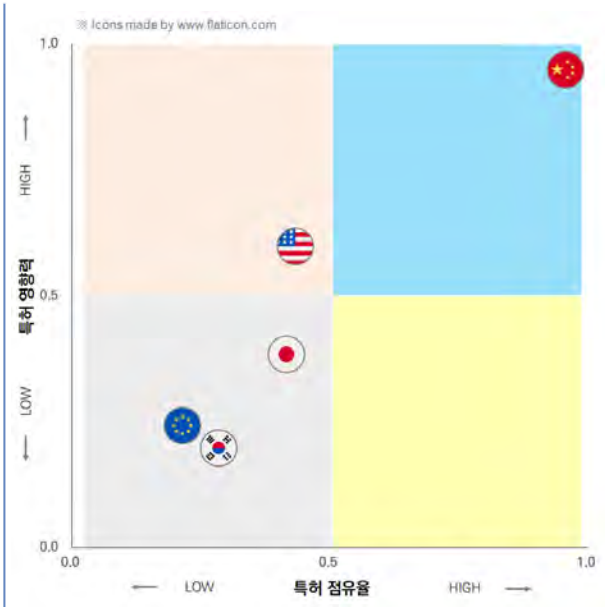
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 일본의 'ELECTRONIC NAVIGATION RESEARCH INSTITUTE(1.80%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국항공우주연구원'이 15.07%(글로벌 점유율은 0.54%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ELECTRONIC NAVIGATION RESEARCH INSTITUTE	일본	37.37%	1.80%	-15.00%
2	NASA LANGLEY RESEARCH CENTER	미국	4.60%	1.75%	76.92%
3	NASA AMES RESEARCH CENTER	미국	3.96%	1.51%	-6.25%
4	BEIHANG UNIVERSITY	중국	9.46%	1.46%	1,300.00%
5	STANFORD UNIVERSITY	미국	3.58%	1.36%	-25.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE	15.07%	0.54%	75.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	12.33%	0.44%	-87.50%
3	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	6.85%	0.24%	400.00%
4	SEJONG UNIVERSITY	5.48%	0.19%	200.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	5.48%	0.19%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIHANG UNIVERSITY	9.46%	1.46%	1,300.00%
2	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	6.62%	1.02%	150.00%
3	WUHAN UNIVERSITY	5.36%	0.83%	366.67%
4	NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	4.42%	0.68%	150.00%
5	CIVIL AVIATION UNIVERSITY OF CHINA	3.79%	0.58%	-28.57%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ELECTRONIC NAVIGATION RESEARCH INSTITUTE	37.37%	1.80%	-15.00%
2	TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY	4.04%	0.19%	300.00%
3	KYUSHU UNIVERSITY	4.04%	0.19%	300.00%
4	WIRELESS NETWORK RESEARCH INSTITUTE	3.03%	0.15%	200.00%
5	TOKYO UNIVERSITY OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.03%	0.15%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.81%	1.07%	20.00%
2	CRANFIELD UNIVERSITY	1.53%	0.58%	-28.57%
3	INSTITUTE OF FLIGHT GUIDANCE	1.28%	0.49%	-33.33%
4	GERMAN AEROSPACE CENTER	1.02%	0.39%	700.00%
5	UNIVERSITY OF PARDUBICE	0.90%	0.34%	600.00%

6 미국

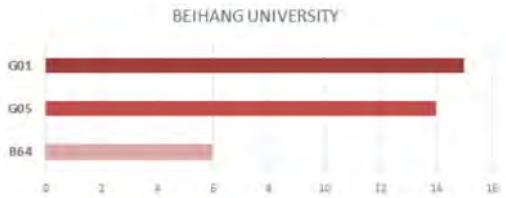
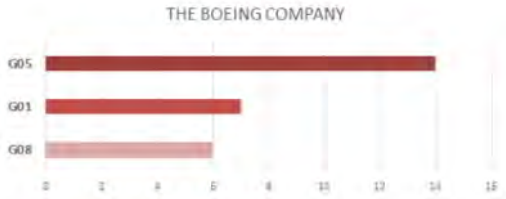
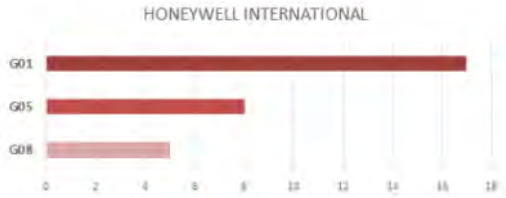
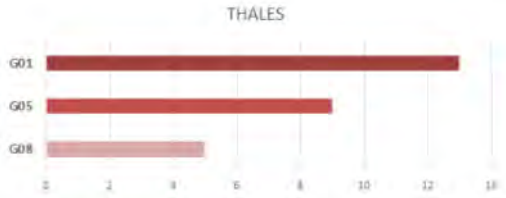
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NASA LANGLEY RESEARCH CENTER	4.60%	1.75%	76.92%
2	NASA AMES RESEARCH CENTER	3.96%	1.51%	-6.25%
3	STANFORD UNIVERSITY	3.58%	1.36%	-25.00%
4	MITRE	2.81%	1.07%	-62.50%
5	AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.79%	0.68%	150.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'BEIHANG UNIVERSITY(2.13%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국항공우주산업'이 6.69%(글로벌 점유율은 0.90%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'BEIHANG UNIVERSITY'는 G01(광학)에 해당하는 특허를, '한국항공우주산업'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

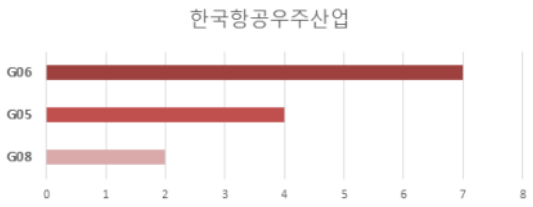
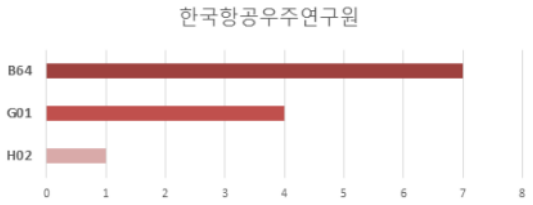
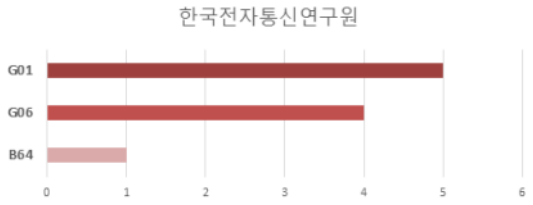
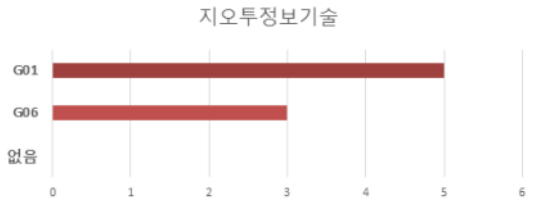
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIHANG UNIVERSITY	중국	5.32%	2.13%	209.09%
2	THE BOEING COMPANY	미국	10.73%	1.94%	210.00%
3	SEIKO EPSON	일본	11.05%	1.94%	-86.11%
4	HONEYWELL INTERNATIONAL	미국	10.21%	1.85%	60.00%
5	THALES	EU	15.22%	1.66%	18.75%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
2		G05	제어; 조정
		G01	광학
		G08	신호
3		G04	시계 제작
		G01	광학
		H04	전기통신기술
4		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G08	신호
5		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G08	신호

2 한국

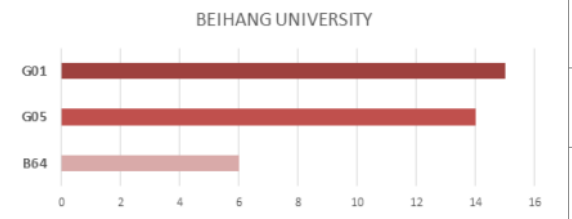
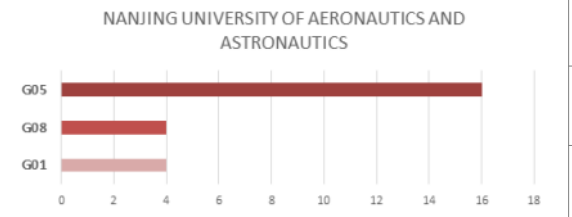
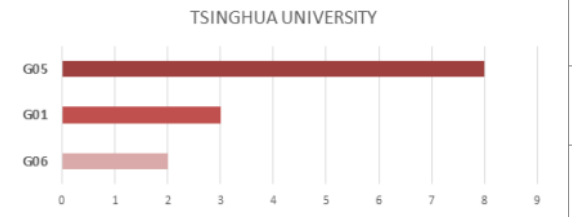
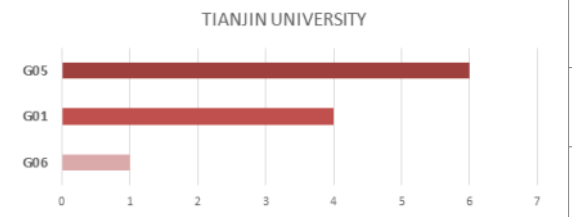
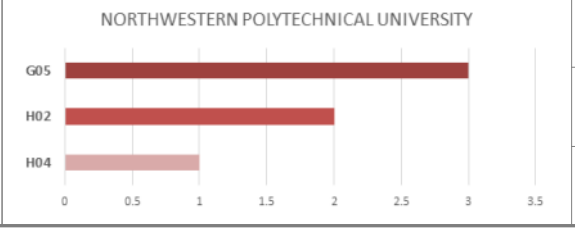
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국항공우주산업	6.69%	0.90%	37.50%
2	한국항공우주연구원	5.63%	0.76%	120.00%
3	한국전자통신연구원	3.87%	0.52%	20.00%
4	지오투정보기술	3.17%	0.43%	800.00%
5	국방과학연구소	3.17%	0.43%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		G08	신호
2		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B64	항공기; 비행; 우주공학
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G01	광학
		F41	무기
		B64	항공기; 비행; 우주공학

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIHANG UNIVERSITY	5.32%	2.13%	209.09%
2	NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	3.19%	1.28%	340.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	1.77%	0.71%	175.00%
4	TIANJIN UNIVERSITY	1.42%	0.57%	1,000.00%
5	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	1.42%	0.57%	1,000.00%

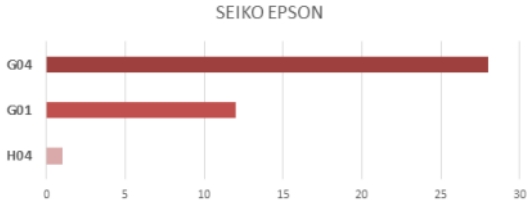
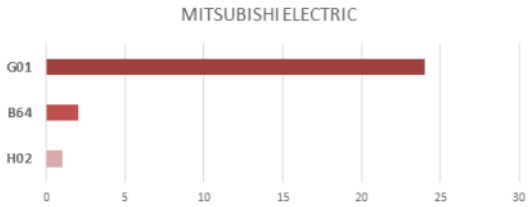
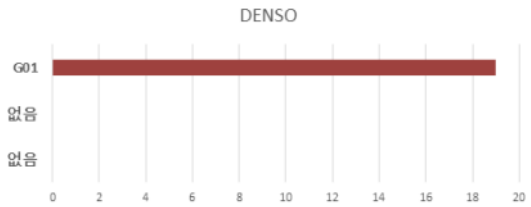
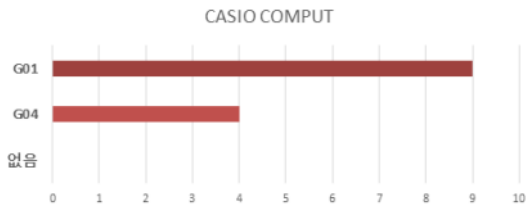
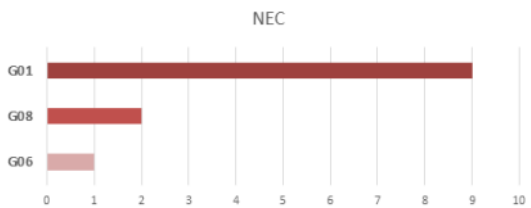
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
2		G05	제어; 조정
		G08	신호
		G01	광학
3		G05	제어; 조정
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G05	제어; 조정
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G05	제어; 조정
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SEIKO EPSON	11.05%	1.94%	-86.11%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	8.09%	1.42%	30.77%
3	DENSO	5.12%	0.90%	11.11%
4	CASIO COMPUT	3.50%	0.62%	-37.50%
5	NEC	3.50%	0.62%	-37.50%

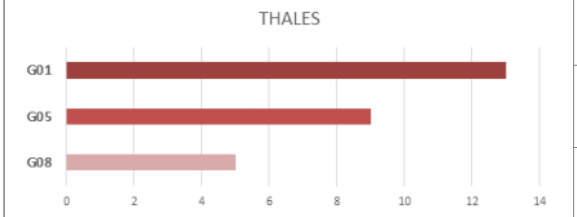
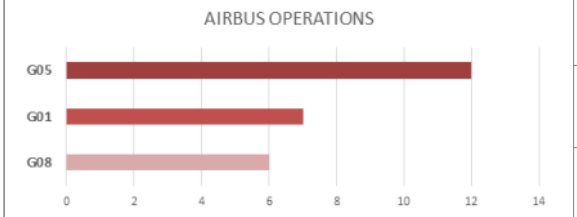
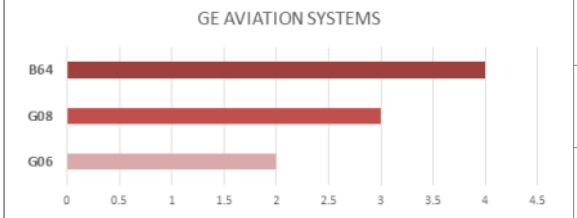
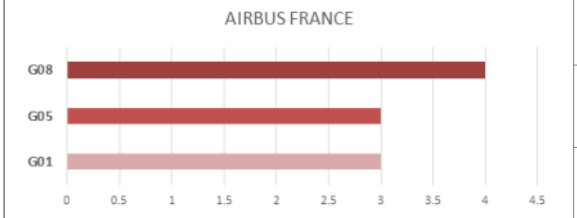
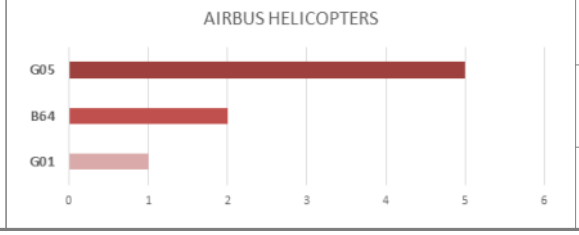
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G04	시계 제작
		G01	광학
		H04	전기통신기술
2		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G01	광학
		-	-
		-	-
4		G01	광학
		G04	시계 제작
		-	-
5		G01	광학
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	THALES	15.22%	1.66%	18.75%
2	AIRBUS OPERATIONS	14.78%	1.61%	140.00%
3	GE AVIATION SYSTEMS	5.65%	0.62%	600.00%
4	AIRBUS FRANCE	5.22%	0.57%	1100.00%
5	AIRBUS HELICOPTERS	3.48%	0.38%	1,000.00%

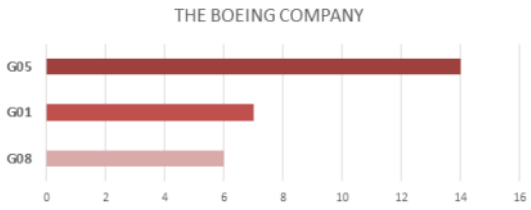
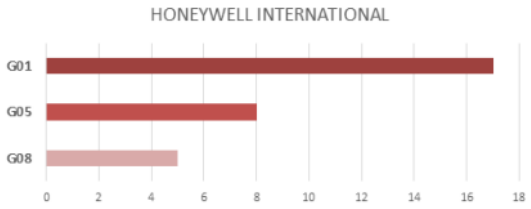
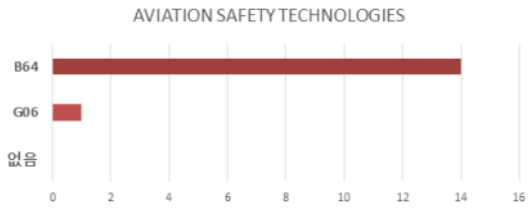
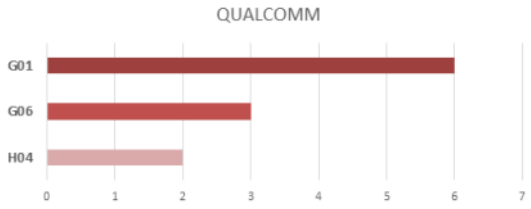
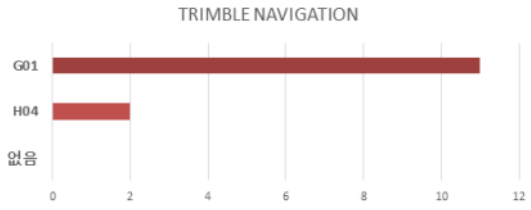
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G08	신호
2		G05	제어; 조정
		G01	광학
		G08	신호
3		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G08	신호
		G05	제어; 조정
		G01	광학
5		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G01	광학

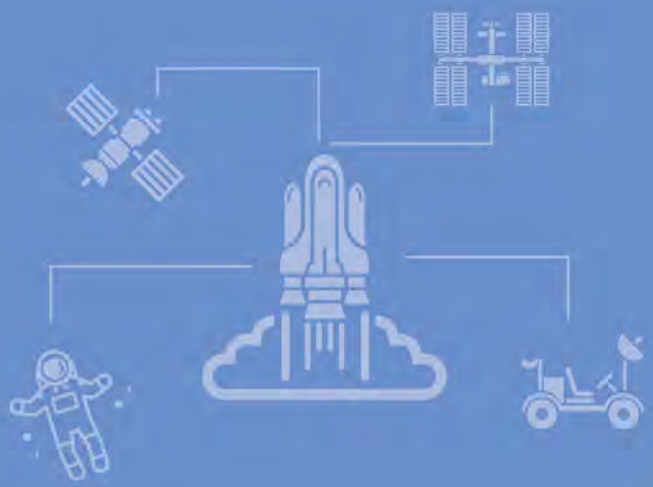
6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	THE BOEING COMPANY	10.73%	1.94%	210.00%
2	HONEYWELL INTERNATIONAL	10.21%	1.85%	60.00%
3	AVIATION SAFETY TECHNOLOGIES	3.93%	0.71%	175.00%
4	QUALCOMM	3.66%	0.66%	80.00%
5	TRIMBLE NAVIGATION	3.40%	0.62%	-14.29%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		G01	광학
		G08	신호
2		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G08	신호
3		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
5		G01	광학
		H04	전기통신기술
		-	-

21 지속가능한 해양공간 개발 기술



21 지속가능한 해양공간 개발 기술

중점과학기술 개요

- 개발 중심형 SOC(Social Overhead Capital)사업 방식에서 벗어나 국민의 삶의 질 향상, 지구온난화에 따른 탄소배출저감, 해양생태계의 건강성 회복 등 선진국형 해양공간(연안·항만 공간, 해상·수중 공간, 해저 공간) 개발·관리 기술
- 해양환경 훼손형에서 생태서식처 건강성 향상, 해안침식 방지, 예산절감 등을 위한 기술, 대수심 무인화 작업 등의 지능형 시공 기술, 지능형 해양공간 운영·유지관리 기술, 해양의 열악한 환경 극복 및 시설의 내구성 향상을 위한 재료·부재 기술, 초장대의 해중 터널 건설 기술 등

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

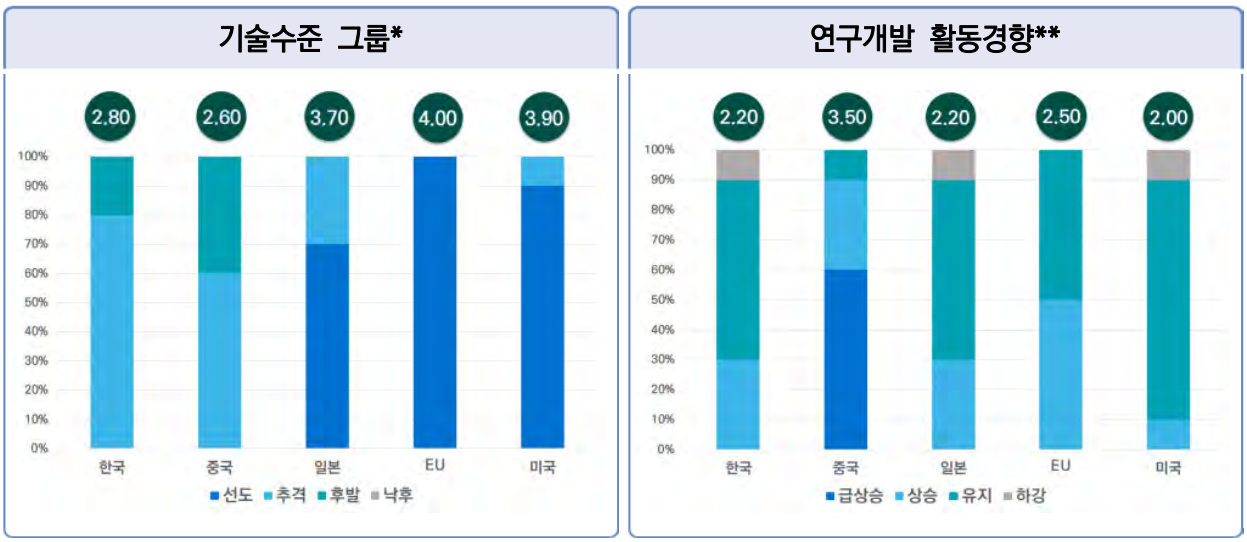
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.3	4.0	추격	보통	보통	유지
중국	77.7	4.0	추격	보통	보통	급상승
일본	93.3	0.0	선도	우수	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	우수	우수	상승
미국	99.5	0.0	선도	탁월	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.3	4.5	80.3	74.6	82.9	7.9	4.0	2.0	4.0	3.7
중국	77.7	4.5	77.7	72.5	78.8	7.2	4.0	4.0	6.0	3.2
일본	90.7	0.5	93.3	88.1	103.6	7.5	0.0	-1.0	2.0	2.0
EU	100.0	0.3	100.0	98.4	103.6	4.1	0.0	-1.0	1.0	1.1
미국	99.5	0.0	99.5	93.3	103.6	5.7	0.0	-1.0	0.0	1.0

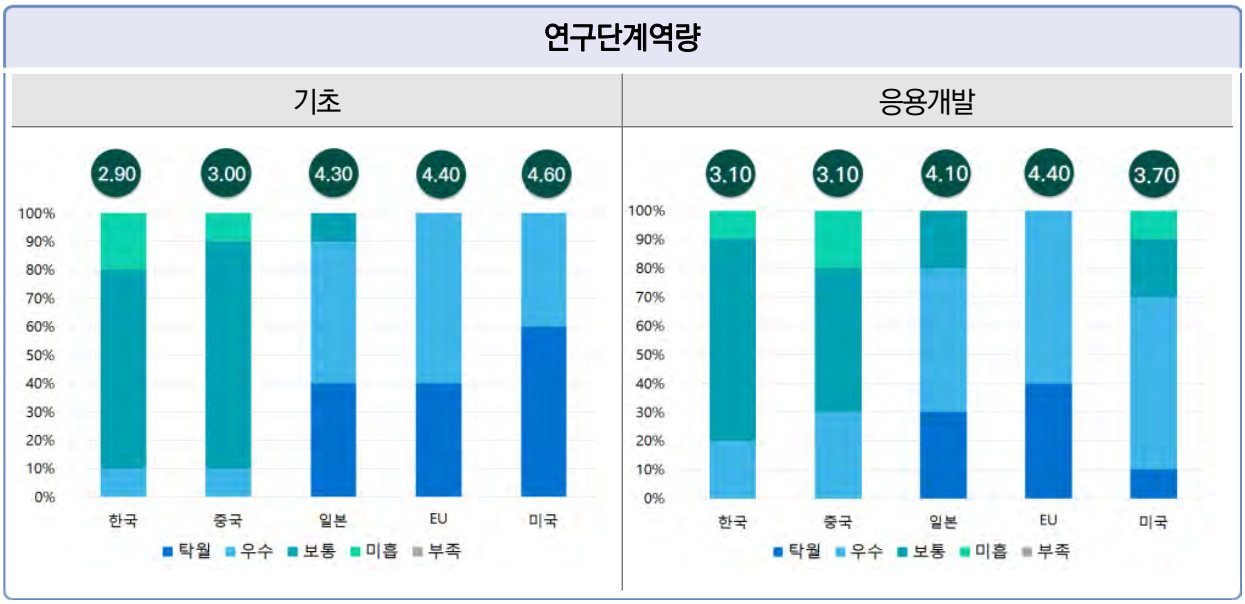
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.3%)	• 부유식 해양건축물 설계 등 해양공간활용 연구가 지속됨 • 조선 1위 기술력을 바탕으로 해양플랜트 기술개발을 추진 • 세계 최고수심의 침매터널을 건설하는 등 해양토목기술도 빠르게 세계수준에 근접 중 • 부분적인 기술 발전이 있으나, 경험 부족과 국내 부품 시장의 협소 등이 발전을 저해 • 기술 축적을 위한 단계적인 접근과 활용 필요 • 최근 EU와의 공동연구 추진하는 등 선두그룹 추격에 노력하고 있으나 개발기술의 실용화, 현업화가 미진함 • 해양공간개발 방식은 보전의 가치가 높은 갯벌 및 천해역 공간으로 초기의 건설비용은 적게 들지만 수산생산, 수질환경, 방재기능 등에 절대 보전을 해야 하는 연안 공간 개발방식이 많아 지속가능한 개발측면에서 보면 역행함. 인공섬 개발도 실적이 전무하며, 부유체 형 구조물 개발도 연구 성과에 비하면 실적이 거의 없을 정도로 후진적 개발에서 탈피하지 못하고 있음. 연구개발 측면에서도 수중 작업용 로봇을 제외하면 해양공간개발에 필요한 첨단 연구 성과도 저조. 종합해보면 한국의 기술력에 대한 과거의 평가는 과대평가된 측면. 특히 해양공간개발방식이 후진적 개발방식에서 탈피하지 못하는 데에는 환경영향평가가 개발위주에 맞춰져 있고, 고도화 되지 못한데 기인. 단순히 '해양공간개발' 측면에서는 우수하나 지속가능한 측면에서는 정책 및 사회적 여건이 아직 성숙되지 않으며, 인적·기술적 인프라도 일본 등에 비해 절대 열세 • 아시아 중동 등에서 다양한 경험을 축적하여 선도그룹 추격 중
중국 (77.7%)	• 해양공간에 대한 관심 고조로 연구가 활발하나 기초연구가 부족 • 막강한 국력을 바탕으로 조선, 심해탐사 등 해양산업 발전을 국가적으로 추진 • 대규모 투자에 의한 급격한 발전 추구 • 기술의 안정화가 필요하나 내수 시장을 통한 경험 축적은 조만간 달성이 가능할 것으로 예상 • 후발그룹에 속하나 지속적인 연구 인프라 구축 및 지원으로 최근 가장 연구 활동이 활발 • 아시아 중동 등에서 저가 수주로 다양한 경험 축적해 선도그룹 추격 • 기술적으로는 평균수준에서 격차가 있으나 국가지원이 증가하고 있어 향후 급격한 발전의 잠재력. 시장의 수요가 있는 것이 장점
일본 (93.3%)	• 오래 전부터 지속 가능한 해양공간개발 정책을 시행해 왔으나 연구 개발 투자가 정체되었다가 2011년 동일본지진과 지진해일로 인한 대규모 피해 이후 관련 연구가 활발해짐 • 동일본 대재난 후 해양공간의 방재 관련 연구가 지속적으로 이루어짐 • 태풍, 지진 등 자연재해 발생빈도가 높아 관련 재해 방지를 위한 연구가 활발하며, 해안선이 길어 해양공간이용에 대한 연구가 꾸준함 • 자국 내 발생하는 문제(지진, 항만 시설 등) 해결 위한 독자기술 확보. 유사 기관별 체계적인 기술 개발과 기술의 관리가 지속적 발전 유도 • 개발기술의 현장적용 및 실용화 연구 활동 활발 • 재해대응 측면에서 선도수준이라 판단되며, 분야 기술은 선도그룹을 추격하는 수준 • 인공 섬은 이미 50년 전부터 개발했으며, 25년 전부터는 에코포트 정책 등 지속가능한 해양공간 개발 정책을 수립 및 시행함 • 일본의 해양공간 개발의 자연여건은 세계에서 가장 악조건으로 잦은 태풍과 지진 해일 내습에 시설물의 안정성 확보 및 시공기술은 세계 최고

국가 (기술수준)	판단근거
	• 30여 년 전부터 해저터널, 침매터널 등 해저 공간 건설을 위한 재료개발, 설계 및 시공기술 개발에 지속적으로 투자 • 해역환경보전을 위해 갯벌 및 천해역 등 해역환경보전에 매우 중요한 해역의 공간보전과 소실된 갯벌 등의 복원을 위한 기술개발과 복원정책 시행 • 미국이나 유럽은 보전적 측면에서의 정책이 앞선 반면 일본의 경우는 개발 측면에서 앞서며, 최근에는 보전측면에서도 선도국에 진입 • 높은 기술력과 경험을 바탕으로 다수의 항만 프로젝트 수행 중 • 과거에 메가 플로트 등 해양공간기술개발 리드. 기술적 능력은 EU와 거의 동등하나 과거에 비해 국가지원이 미흡
EU (100%)	• 해수면상승에 따른 해양 공간 활용에 대한 지속적 연구가 이루어짐 • 해양공간개발 및 관련기술의 실제 해역 적용이 가능 활발히 진행 중 • 다양한 해양공간개발 경험을 바탕으로 현장적용을 통한 기술개발을 꾸준히 이어가고 있음 • 해안침식, 퇴적 등 해안 공학적 예측기술을 선도하며 이에 기반을 둔 최신의 모델 개발 및 연구 활동 활발 • 미국과 유사한 수준이며, 기후변화 대응 및 연안개발 등에서는 미국보다 선도위치 • 미국에 비해서는 보전적 측면에서는 뒤진 추격 그룹이지만 개발 측면에서는 앞섬. 그렇지만 태풍, 쓰나미 등 해역의 외력조건에서는 일본에 비해 비교적 양호한 편으로 악조건에 대응한 설계 및 시공기술은 일본에 비해 뒤짐. 해양공간개발 측면에서는 부유체 구조물을 중심으로 앞서고 있음 • 수준 높은 엔지니어링 기술력을 바탕은 다양한 프로젝트 수행 • 네덜란드를 중심으로 주거, FEW 플랜트 개념, 사업화 트렌드 주도 (부유식 초대형 구조물 기반 인프라 기술 중심으로 평가)
미국 (99.5%)	• 장기간 지속적인 정부 투자를 통해 지구온난화 등의 변화하는 기후 조건에서 지속가능한 해양 공간 개발 기술수준을 최고로 유지 • 지구기후변화에 따른 해수면상승, 태풍 등에 대비한 해양공간 활용에 대한 지속적 연구가 이루어짐 • 풍부한 인적, 물적 인프라를 바탕으로 해양공간 개발에 대한 연구를 지속적으로 수행하며, 오랜 동안 축적된 경험이 중요한 역할 수행 • 축적된 기술과 다양한 신기술의 접목으로 기술의 안정화와 성숙이 가속화됨 다양한 적용 사례와 맞춤형 기술 개발이 추가됨 • 해당분야의 기술을 선도하고 있고 주요 지침 등 제정 • 연안습지, 해안 등 해역환경 보전적 측면에서 정책적으로 가장 선도적이고, 이를 보전하기 위한 기초학문과 기술 확보에서도 선도적. 해양공간개발 측면에서는 부유체 구조물 설계기술이 선도적 • 수준 높은 엔지니어링 기술력을 바탕은 다양한 프로젝트 수행

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 수준 높은 엔지니어링 기술력 • 신속한 기술 흡수 및 개발 • 다양한 기술 접목 시도 • 타 산업 분야와 연계 진출 시도 • 대규모 해상구조물 설계기술 • 지자체별 해양공간 활용 아이디어 및 실행계획 • 다양한 소규모 수상건축물 건조 • 해당분야 연구개발의 필요성, 선진국 기술의 모방탈피에 대한 필요성 등에 대한 인식 증가 중 • 관련 시공 등에 대해서는 노하우를 보유하고 있으나 설계 등 엔지니어링 부분에 대한 기술 및 인력 확보 • 과거 수행된 프로젝트 관련 기술저변이 넓고, FEW Plant, 스마트 인공섬 등 친환경 해양공간 활용 기획연구 프로젝트 진행 • 조선해양, 토목 등 기반산업 인프라 우수 • 고전적(개도국형) 해양공간개발에서는 많은 실적과 경험 보유	• 사업영역 한정(아시아, 중동) • 엔지니어링 기피 문화로 지속적인 기술인력 양성에 차질 우려 • 기술축적 결여. 기술의 완성도가 낮음 • 실제 해양공간 활용을 위한 법제도와 새로운 도전에 대한 정책적 지원 미흡 • 기술적용 실행 프로젝트 부족 • 선진국에 비해 기술, 인력, 인프라 등 대부분의 분야 및 연구개발 투자 미진 • 해양환경 영향을 저감하고 미래가치가 높은 연안공간의 보전적 개발은 아직 시행하지 못함. 특히 해양환경영향이 적은 부유식 공간개발은 15년 전에 기술개발을 했음에서 아직 실증 및 실적 없음 • 최근 대수심 작업용 수중로봇 개발을 제외하면 지속가능한 해양공간개발 측면의 기술개발은 답보상태로 평가해야 함
중국	• 실대형 실험시설 등 연구 인프라 우수 • 국가 주도의 대규모 투자에 의한 개발 풍부한 인력 공급 • 해양 공간 활용에 대한 지속적 관심과 연구활동 증가 • 경제력을 바탕으로 많은 연구비가 투자되고 있고, 세계 최고 수준의 인프라 구축 중. 정부 주도의 목적성 연구가 강점 • 연구투자, 전문 인력, 수요창출 등이 상승 기조이므로 향후 전망이 밝음 • 동남아 해상영토 확장 관련하여 매립식/고정식 인공섬 기술 보유	• 사업영역 한정(아시아, 중동) • 경험 부족 • 해양 공간 활용 기초연구성과 미흡 • 중국 자체의 표준화 확보가 기본적인 방침이기 때문에 세계 타 인력과의 교류는 상대적으로 미흡함. 그러나 최근 활발한 교류가 추진 및 진행 중 • 연구개발 수준에 머물고 있음 • 기초분야 미흡 • 기술의 전반적 수준과 해석기술의 디테일 면에서 아직은 수준차가 있음 • 최근 조파 수조 등 대규모 연구 인프라를 적극 구비하며, 양적 시설 측면에서는 일본에 뒤지지 않을 정도로 적극적으로 투자하고 있지만 기초 원천 그리고 경험적 측면에서는 아직 뒤짐. 한국 대비 양적, 질적 측면에서 앞서기 시작함
일본	• 수준 높은 엔지니어링 기술력 • 풍부한 프로젝트 경험 • 최신 해상장비 보유 • 실대형 실험시설 등 연구 인프라 우수하고 개발 기술의 현장실증 연구지원 활발	• 인력 다소 미흡 • 사업영역 한정 (아시아, 중동) • 산업용 기술의 결여 • 해중 및 해저공간에 대한 기술 미흡

국가	강점분야	기타
	• 자국 내 현안 해결형 시장 확보, 독자 기술 확보와 지속적인 노력 • 최근 우수 기술을 활용한 세계 시장(특히 유럽) 진출 시도 • 해양공간의 방재기술 • 해양 공간 고도 활용 아이디어 • 대규모 해상 공간 확보기술 • 해수면상승 및 태풍 대비 기술 • 항만 등 브라운필드 재생기술 • 정부 주도의 연구개발 사업, 많은 연구비 투입 등 통해 선도국과의 기술격차 줄임 • 보존 중심의 정책 전환으로 인한 환경영향평가 고도화 및 친환경적 해양공간 인프라 구축 기법 도입 - 항만과 부지조성도 환경영향 저감형으로 정착됨 • 해안 및 항만 시설에 대해 20년 전쯤부터 유지관리 시스템 정립 및 보강기술 개발·적용 중 - 대형 부유체에 대해서도 세계 최대 규모급인 길이 1km에 대해 실증실험을 완료하고, 다양한 방식으로 활용 • 인공섬은 50년 전부터 100여개 이상 개발하면서 대수심·고파랑 해역의 조상부터 설계 및 시공을 이미 경험하여 기술력을 축적한 상태. 본 기술의 실현은 대부분 건설회사에 의해 실현 • 기초연구분야에 대한 지속적인 투자를 바탕으로 우수한 원천기술과 인력 보유 • 과거 수행된 프로젝트 관련 실적 우수하며 소규모 적용사례와 해상비행장 실증 실적 보유 • 재해안전 관점에서의 연구 증가	• 항만 개발로 인한 주변 침식은 여전히 완전히 해결하지 못함. 인공섬은 개발은 50년 전부터 100여개 이상 이루어졌으나 자급자족형의 단계에는 이르지 못함 • 과거 수행된 프로젝트 관련 전문 인력이 고령으로 미래 전망이 불투명함 • 보존 중심의 정책 전환으로 인한 환경영향평가 고도화 및 친환경적 해양공간 인프라 구축 기법 도입
EU	• 수준 높은 엔지니어링 기술력 • 풍부한 프로젝트 경험 • 최신 해상장비 보유 • 원천기술 보유 관-학-연-산 공동연구 활발 지속적인 기술인력 양성 원활 (엔지니어링 우대 문화 정착) • 실대형 실험시설 등 연구 인프라 우수 • 조선 및 심해 유전 등의 기술과 경험 에너지, 해상 물류 등 신규 시장 진출 및 주요 시장 선점 • 해수면상승 대비한 해양 공간 활용 기술 • 부유식 해양건축물 설계기술	• 기술의 다양성이 결여 • 해양공간의 방재기술 미흡 • 개발된 주요기술 공개가 상대적으로 미흡 • 지속가능한 해양공간개발 측면에서 기초연구, 인력은 충분하지만 일본에 비하면 보전과 개발을 동시에 고려한 측면이 강하며, 최근 해수면 상승 등 지구온난화에 대비한 부유식 구조물 개발에서는 적극 시행하지만 실적 측면에서는 아직 열세 • 생산기반이 취약함

국가	강점분야	기타
	• 해양환경 및 생태계를 고려한 해양공간개발 기술 • 다양한 종류의 해양시설물 설치 아이디어 및 설계기술 보유 • EU 공동체 단위의 대규모 연구개발을 통해 기술 선도 • 해양에너지 개발 측면에서 가장 적극적이어서 에너지 자족형 기반 구축 선도 • 해양에너지(해상풍력 등) 기술개발 및 다양한 실증사업을 바탕으로 우수한 기술과 인력 보유 • 기술저변이 넓고, 전문그룹을 유지 발전시킬 EU의 Space@Sea 등의 프로젝트 진행 • 재해안전 관점에서의 연구가 증가	
미국	• 수준 높은 엔지니어링 기술력 • 지속적인 기술인력 양성 원활 (엔지니어링 우대 문화 정착) • 실대형 실험시설, 최신 해상장비 등 연구 인프라 우수 • 축적된 원천기술과 프로젝트 경험 • 체계적인 접근법과 다양한 기술 접목 • 전 세계 시장에 대한 활동 • 지구온난화에 따른 허리케인에 대비한 해양 공간 방재기술 • 해수면상승 대비한 해양 도시 방재 기술 • 연안공간에서 침식방지 기술 • 개발된 기술을 공개함으로서 많은 국가에서 해당 기술을 채택하고 있음 • offshore oil & gas 시추에 대한 기술력을 바탕으로 우수한 기술 및 인프라 확보 • 1990년대 말 MOB 프로젝트 수행을 통한 기술적 자산 보유 • 석유생산 플랫폼 기반 엔지니어링 및 운용실적이 풍부해 반적인 잠재력이 높은 편	• 해상, 해중, 해저공간을 활용한 해양시설물 사례 부족 • 해안재해 대응과 관련된 연구는 지속적으로 이루어지고 있으나 전반적인 연구비 투자는 증가하지 못하고 있는 실정 • 도전성 미흡 • 광대한 북토를 가진 나라로서 실질적인 수요창출이 불투명함 • 지속가능한 해양공간개발 측면에서 기초연구, 인력은 충분하지만 일본 대비 보전 측면에 치중함. 실적과 연계한 경험적 기술, 인력 및 인프라는 일본 대비 부족

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	6위	1위	5위	4위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 해양공간개발을 위해 다양한 분야의 연구자, 기술자, 정책입안자, 공무원, 기업인 등 협력 (통합 기구 마련) • 해양환경영향평가 고도화를 위해서는 해양 분야 환경영향평가 심의에 대한 권한을 현행 환경부에서 전문성을 가진 해수부로 이관하고 필요한 분야의 연구개발 등 활성화 지원 • 국내에는 협력과 경쟁을 함께 제시. 융합 분야는 협력을, 동일 기술 분야는 선의의 경쟁 유도. 국내 문화적인 특성으로 인한 연구 결과 평가의 어려움을 자연스럽게 해결 가능 • 현재는 개별적으로 수행되는 연구가 대부분이므로 국내 연구진간의 공동연구 등을 통한 협력으로 우수한 성과의 조기 도출 필요 • 지속가능한 해양공간개발은 개술개발 못지않게 현장실현이 중요하므로 이를 위해 해양공간개발 계획 시 관계자들의 협력과 공감대 조성이 우선 • 민간기업 중심의 협력체 구성 • 대형과제 발굴을 통한 국내 전문가 협동과제 지원 • 해상스마트 도시, 부유식 항만, 해상공항 등 기후변화 대응한 미래 국가 인프라 구축을 위한 목적기술개발 과제 지원
국제협력 촉진	• 그 동안 항만·해안 시설과 한반도 연근해의 관할 수역 개발에 중점을 두어 왔으나, 심해와 대양의 개발을 위한 국제 협력도 증진시키기 위한 정책적 노력이 필요하며, 특히 UN 산하의 국제 해양관측 네트워크 활동에 적극적인 참여와 선제적인 대응 필요 • 일본, 유럽 등 기술 선진국과 지속적 협력, 공동연구, 정책개발 등 • 세계시장 진입을 위한 국제 협력 확대 • 목표, 추진 방법, 조달 방법, 협력 방법, 시장 등 모든 것이 국제적인 기준에서 수립되어야 하며 이를 위해 서류상의 협력이 아닌, 실질적인 협력 필요. 적어도 5년 이상 협력관계가 유지 되어야 참여자, 연구 환경, 세부 방법론 등에서 실질적인 협력이 가능한 토대가 이루어지고 이에 따라 결과가 도출될 수 있으므로 5년 이상의 장기적 협력 지원 필요 • 해외 선진기관과 국내 기업의 사업교류 지원 • EU에서 지원하고 MARIN에서 추진 중인 Space@Sea 컨소시움과 같은 부유식 인공섬 연구개발과제, Seasteading, 남태평양 도서국가 수요기술 정보교환 등 느슨한 학술교류 지원 • 지속가능한 해양공간개발이 실현되기 위해서는 우선 국내의 인적 및 실증 인프라 구축이 필요하고, 실제 실현해보는 것이 중요
인력양성 및 유치	• 해양공간개발에 필요한 다양한 분야에서 설계자, 기술자, 정책입안자 등 전문가 양성 • 이공계 기피현상 등으로 해양관련 인력이 급격히 감소 중 • 직접비 보다 연구자를 육성할 수 있는 인건비 비중을 높여야 함. 당장의 성과보다는 토양이 필요하고, 앞서 언급한 국제 협력을 통해 국제무대에서 활동 가능한 인재 양성 필요 • 해양공간분야의 사업이 많지 않아 우수한 인력 부족. 대학 간 특화된 분야를 중심으로 인력양성 프로그램을 개발하여, 국내뿐만 아니라 해외시장의 진출을 도모해야할 시점 • 그동안 지속가능한 개발 측면에서의 해양공간개발이 제대로 이루어지지 않았던 것은 지속가능에 대한 개발역량을 갖춘 인력이 부족했기 때문 • 개별적 인력양성보다는 연구개발 지원을 통한 전문가 육성이 의미 있음

	정책제언
인프라 구축	• 해양 환경영향 평가 시 수행하는 조사·모니터링 및 환경변화 예측의 고도화를 위한 해양관측 플랫폼 다원화와 네트워크 인프라 향상이 향후 전망되는데, 이를 위한 관·산·학·연의 유기적인 공조가 가능하도록 정책적·제도적 지원 필요. 국가 해양관측망은 관련된 재료·부재 기술 개발과 계류 해석·설계·시공·운영 기술 등의 여러 관련 기술 개발에 앞서 선행되어야 할 중요한 인프라에 해당 • 해양 공간 유형별로 적절한 입지 선택, 인프라 구축 등 • 현장실증 실험을 위한 테스트베드 구축 • 실내 실험시설들은 그동안 어느 정도 구축되어 왔으나 실 해역에서의 실증 데이터를 축적할 수 있는 실 해역 실험장(test-bed) 구축 필요 • 실험실 수준의 인프라는 구축되어 있으나 실증이 가능한 수준의 인프라는 구축되어 있지 못함. 세계적 수준의 인프라를 구축하고, 국가가 운영함으로서 도출된 성과의 검증을 통한 연구 성과의 실증이 요구됨 • 지속가능한 해양 공간 개발을 실현하기 위해서는 태풍, 고파랑 등 해역의 악조건을 극복해야 하는데 이를 체험하고 실증할 수 있는 현장 인프라 조성이 절대적 • 관련 대규모 인프라 사업발주를 통한 비즈니스 창출 • 해양수조, 연안공학수조 등 다양한 규모와 용도의 시험인프라가 이미 구축되어 있음. 인더스트리 4.0 시대를 맞아 과거와 같은 시험설비 인프라와 지속적인 사용이 담보되지 않은 실 해역 시험검증 등을 지양하고 디지털 엔지니어링 플랫폼에서 다양 수요 시설의 설계 및 가상현실 실증을 통해 수요자와 정책결정자의 신속하고 신뢰 높은 결정을 유도할 수 있는 디지털 인프라 구축 필요
법·제도 개선	• 해양공간개발이 이루어질 수 있도록 현재 법제도 개선 및 새로운 법제도 마련이 절대적 • 현행 항만 등 해양토목공사의 추진은 턴키방식으로 진행되는 것이 일반적인 상태이며, 실 해역 시공에 새로운 기술을 적용하기에 매우 어려운 구조로 되어있음. 따라서 신기술 인증 등의 절차를 취득한 일정 기술에 경우 현장적용이 가능한 법제도의 개선 필요 • 지속가능한 해양 공간 개발을 실현하기 위해서는 해양 공간 개발시 경제성 평가, 환경영향평가 등에 해양공간의 현재가치 뿐만 미래가치에 대한 보다 고정도의 평가와 해양 공간 훼손을 억제하기 위한 법제도 개선 필요 • 국책사업 참여기업에 대한 인센티브 확대 • 지속가능한 해양 공간 개발 기술 촉진을 위해서는 해상에 설치되는 구조물에 대해 재산상의 불이익이 없고, 나아가 공공기능 인프라 구축 시 혜택이 돌아갈 수 있게 함으로써 미래 해양공간개발 비즈니스에서 선도적 역할이 가능한 법적 제도 개선
연구비 확대	• 그동안 연구 성과를 현장에서 응용할 수 있는 실증실험 등 연구 추진 • 연안침식분야의 경우 현행 발생되고 있는 사회적 문제와 이슈에 대비하여 연구개발 예산은 매우 미흡한 수준. 연안정비사업 등 일반사업을 통해 관련 정비 사업이 추진되고 있으나 기술개발을 통한 체계적인 시공과 적용이 절실히 요구됨 • 우리나라는 미국/유럽보다 연구자의 숫자가 적음. 연구 규모에 적절한 주제에 적절한 연구비 배분이 필요하고, 인건비 비중을 높여 돈으로 하는 연구가 아닌 머리로 하는 연구가 되도록 해야 함. 연구비 많이 받아서 국내에서 몇몇 사람끼리 결과내고 평가하는 방식 탈피 필요 • 국내 개발기술의 실용화, 현업화를 위해서는 실 해역 실증연구 등 사업화 지원사업의 확대 및 이를 기반으로 한 지속적인 기술의 개선, 해외시장 진출을 도모할 수 있도록 지원 확대

	정책제언
	• 해안공간분야의 연구비는 연간 수십억원 수준에 불과해 다양한 연구, 공동연구 등을 수행하기 어려운 실정으로서 연구비 확대를 통한 공동연구 추진 • 지속가능의 개념을 터득하고 실현하기 위해서는 인력양성 다음으로 연구경험을 할 수 있도록 연구비 확대 필요 • 실증기반 R&D프로젝트 확대 • 해상공간에서의 구조물 구축을 통한 해양 공간 개발을 위해 요구되는 안전, 환경 핵심 엔지니어링 기술 확대 및 심화 축적이 가능하도록 다양한 용도와 규모에 따른 시설계와 성능입증이 가능한 디지털 엔지니어링 플랫폼 구축이 가능하도록 신규연구과제 발굴 및 장기적인 연구지원이 필수적. 북유럽과 같이 수변 공간 가치에 눈을 돌려 해상타운, 해상항만, 해상 스마트 도시, 에너지 인공섬 등 국내 시범사업을 통해 해외로 진출이 가능한 분양 대한 전략적 지원 필요
기타 의견	• 실제 파일럿 프로젝트를 빠른 시일 내에 실시하고 이와 동시에 관련 법제도 정비 필요 • 해양공간에 대한 효율적인 이용을 위해서는 극한환경에서 작업 가능한 수중작업로봇기술의 개발 요구. 특히 수중이미지센서, 수중위치탐색, 수중자세제어 등에 대해서는 원천기술 확보를 우선 추진 필요 • 해양 헬스케어 관련 분야와의 융·복합 • 해양 분야와 타 분야의 협력은 매우 필요하나, 현실적으로 협력을 시작하기도, 유지하기가 매우 어려움. 해양 분야는 다른 분야에 비해, 자연을 상대로 하는 연구 비중이 높기 때문에 불확실성이 크고 시간도 많이 걸리며, 연구비도 많이 듬. 그러나 야외 연구 활동 보다, 적은 연구비에 집중적인 정신노동을 요구하는 타 분야의 경우 상대적인 형평 문제, 박탈감 등 협력을 방해하는 요소가 많음. 이런 것이 일정 부분 현실이지만, 때로는 해양 분야에서 과대 포장을 하거나, 주도권의 과욕을 부리는 경우도 많음. 이런 이론적인 차이, 현실적인 차이 등을 잘 고려하여 융·복합 협력 연구 추진 필요. 그렇지 않으면 불협화음을 만들거나, 한쪽의 전문가가 이탈 한 후, 비전문가가 연구를 주도하는 현상 발생 • 증대되는 외력에 대응하기 위한 기존 구조물의 성능강화기술에 대한 연구비 확보. 선제적 대응으로 재해예방 및 정부예산 절감 가능. 국내 시장의 성숙기 도달에 따른 신규 시장 확보 필요. 해외시장 맞춤형 목적성 연구개발 필요. 해외시장 진출 등을 위한 관계자 교육프로그램을 개발하여 역량강화 및 경쟁력 확보 필요 • 지속가능한 해양공간개발이 실현되기 위해서는 개발 시 환경영향평가가 제대로 이루어져야 하는데 지금까지의 환경영향평가는 결과적으로 개발을 추진하도록 하는데 기여하는 근거가 됨. 그러나 지금의 시점에서 보면 개발에 따른 환경영향이 과소평가된 사례가 많음. 따라서 기존 개발사례에 대한 피드백 차원에서 현 시점에서 개발에 따른 환경영향경영을 다시 해야 함. 이를 바탕으로 기존에 적용한 갯벌 등 매립에 의해 소실된 해양공간에 대한 미래가치 재정립 필요 • 지속적인 해양 공간 개발은 기술인 4차 산업 기술과의 융·복합 필요. 이미 싱가포르에서는 드론 등을 이용한 무인 자동 스마트 항만 기술 구상. 미리 출입항 선박을 조사, 등록, 관리하여, 항내 대기시간 및 접안시간을 최소화하려고 하고 있음. 공간적 확정과 함께 효율적 사용을 위한 노력 필요 • 스마트시티, 에너지 파크 등 대규모 인프라 구축 프로젝트 연계 시범사업 추진 사업비 규모상 대형과제 발굴이 어려운 경우. 디지털 목업 등 4차 산업 혁명적 접근을 통한 ICT 융합 가상현실 실증 수준의 정책적 추진력을 갖는 케이스 스터디성 과제로 추진 가능, 이후 시범사업화 추진으로 단계적 접근 가능.

다 주요 분석 결과 요약

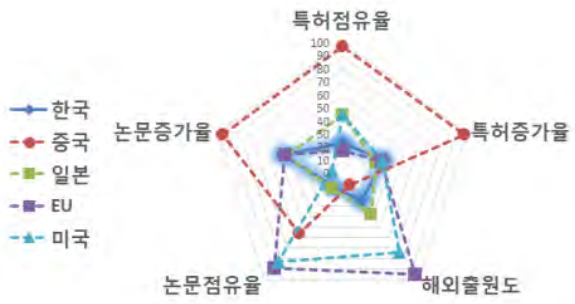
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]
11대 분야	우주·항공·해양	14,483	11,781	35.3%	88.9%
해당 중점과학 기술명	지속가능한 해양공간 개발 기술	3,935	5,666	46.7%	97.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

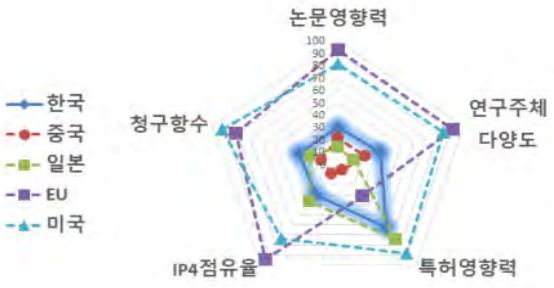
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	미국
	36.5%	52.8%	14.2	10.2
한국	5위	4위	3위	3위
	3.7%	7.3%	5.8	7.3
5개국 평균[2]	-	-	10.5	9.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

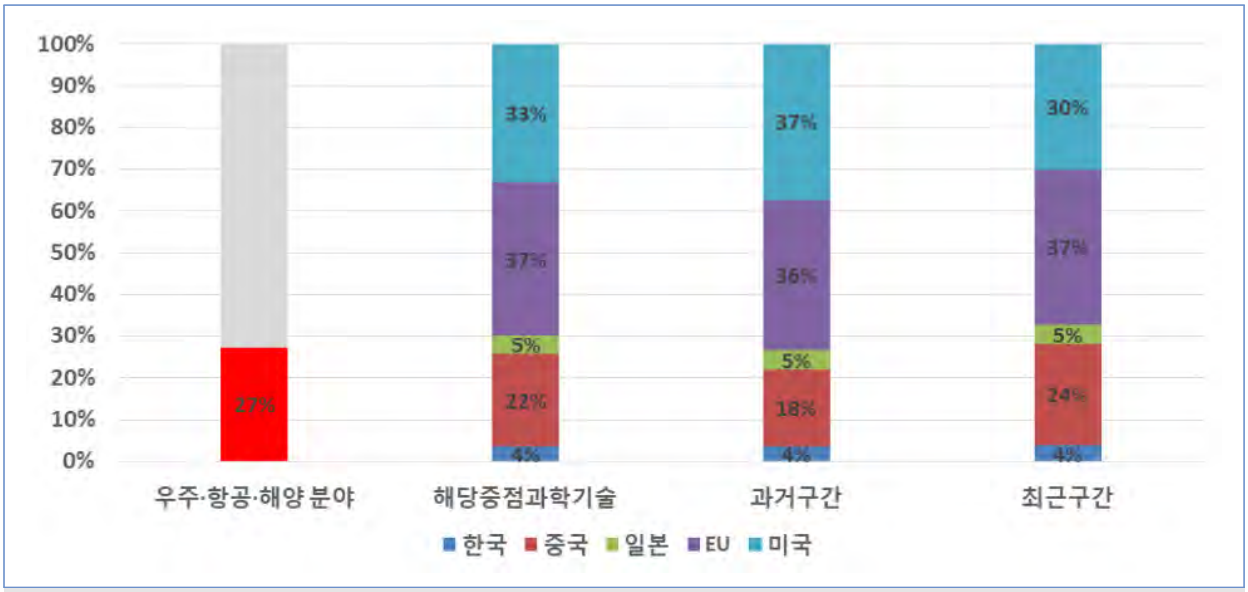
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.7%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.8)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(36.5%), 미국(33.1%), 중국(22.0%), 일본(4.6%), 한국(3.7%) 순이며, 논문 증가율은 중국(94.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(14.2), 미국(11.7), 한국(5.8), 중국(4.6), 일본(3.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(7.3%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(7.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(52.8%), 미국(17.8%), 일본(17.8%), 한국(7.3%), EU(4.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(405.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(10.2), 일본(8.4), 한국(7.3), EU(4.7), 중국(0.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(29.2%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.7%	22.0%	4.6%	36.5%	33.1%
	논문 증가율	51.7%	94.2%	49.3%	50.5%	18.8%
	논문 영향력	5.8	4.6	3.4	14.2	11.7
	연구주체 다양도	0.88	0.87	0.85	0.97	0.95
특허 분석	특허 점유율	7.3%	52.8%	17.8%	4.3%	17.8%
	특허 증가율	3.0%	405.9%	-24.9%	-5.6%	-2.2%
	해외출원도	1.1	0.1	1.7	4.9	3.3
	특허 영향력	7.3	0.8	8.4	4.7	10.2
	IP4점유율	8.3%	0.3%	10.3%	29.2%	19.9%
	청구항수	4.9	2.6	3.8	10.0	12.0

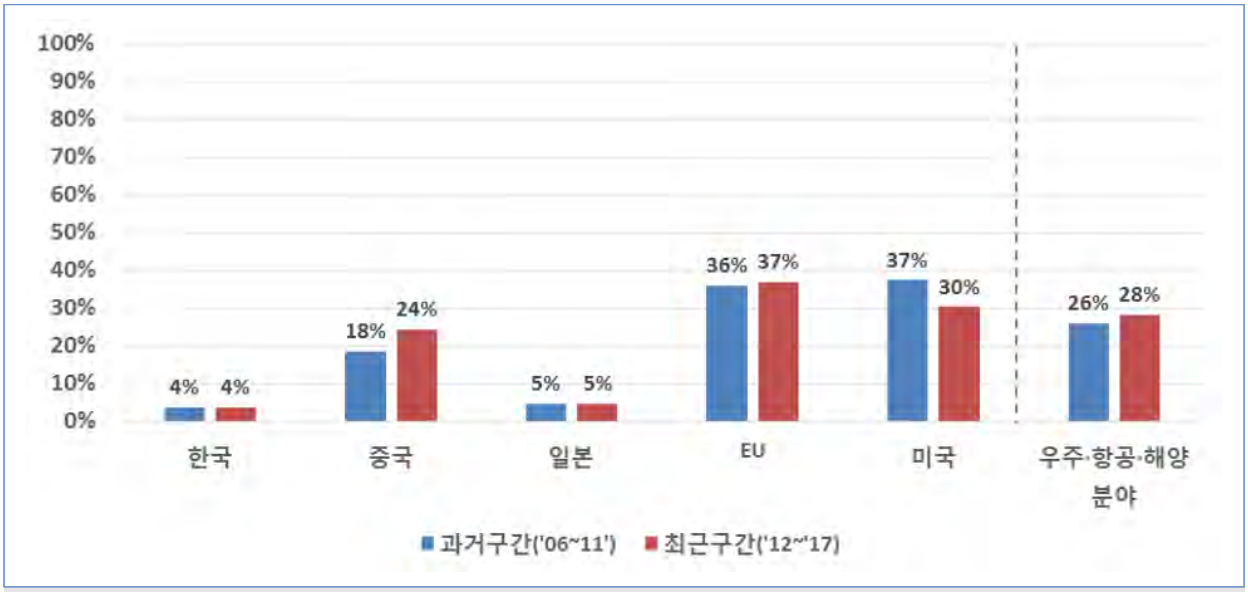
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지속가능한 해양공간 개발 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1438건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지속가능한 해양공간 개발 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 논문 중에서 27%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

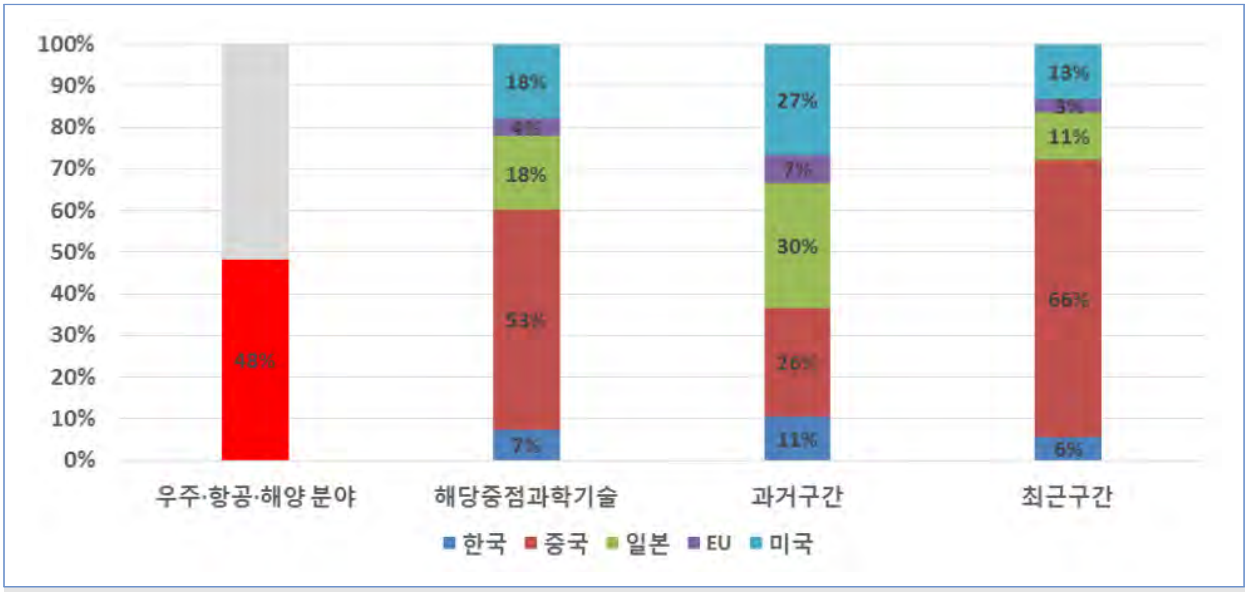


● 지속가능한 해양공간 개발 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 51.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	58	88	146	51.7%
중국	294	571	865	94.2%
일본	73	109	182	49.3%
EU	574	864	1,438	50.5%
미국	596	708	1,304	18.8%
전체	1,595	2,340	3,935	46.7%

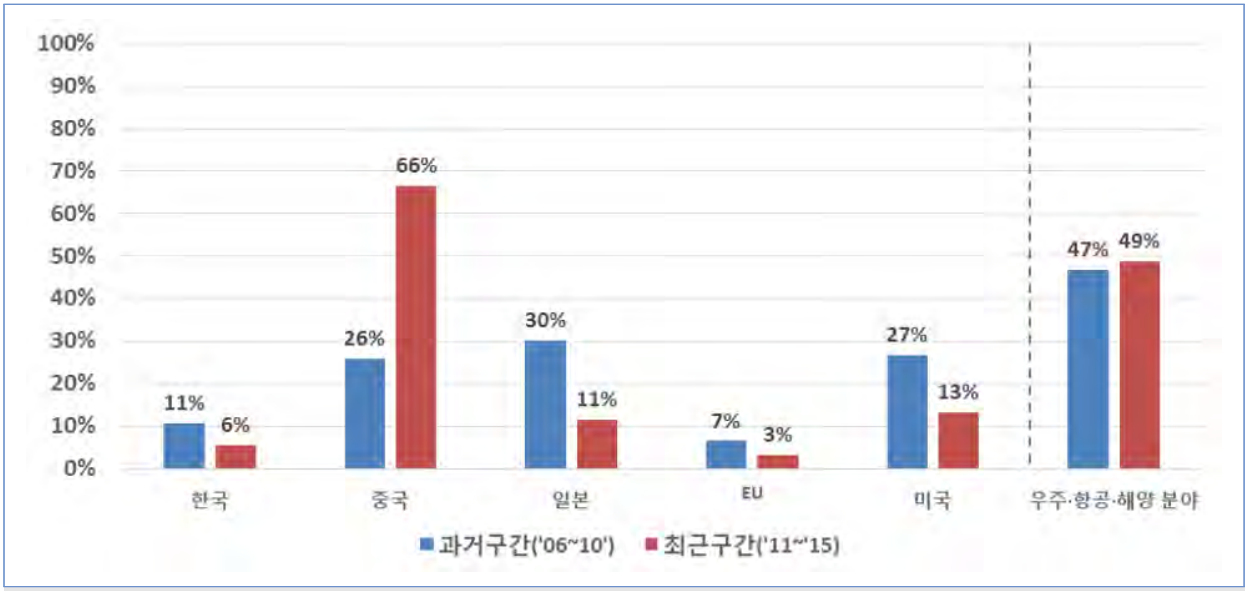
(4) 특허 점유율(전체)



- 지속가능한 해양공간 개발 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2993건으로 전체 특허의 53%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지속가능한 해양공간 개발 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 특허 중에서 48%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



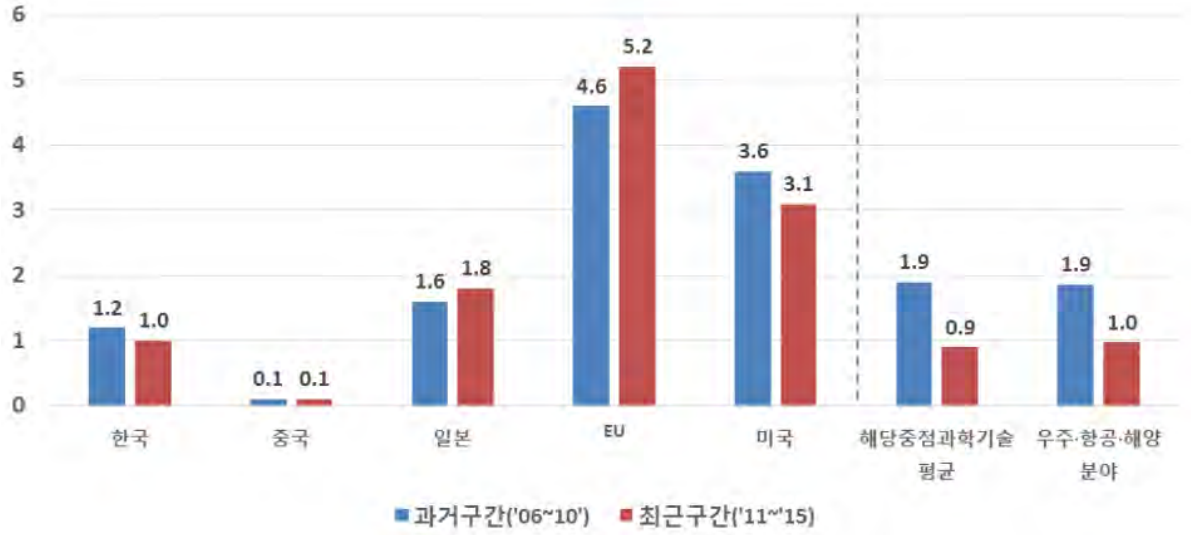
- 지속가능한 해양공간 개발 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	203	209	412	3.0%
중국	494	2,499	2,993	405.9%
일본	575	432	1,007	-24.9%
EU	125	118	243	-5.6%
미국	511	500	1,011	-2.2%
전체	1,908	3,758	5,666	97.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

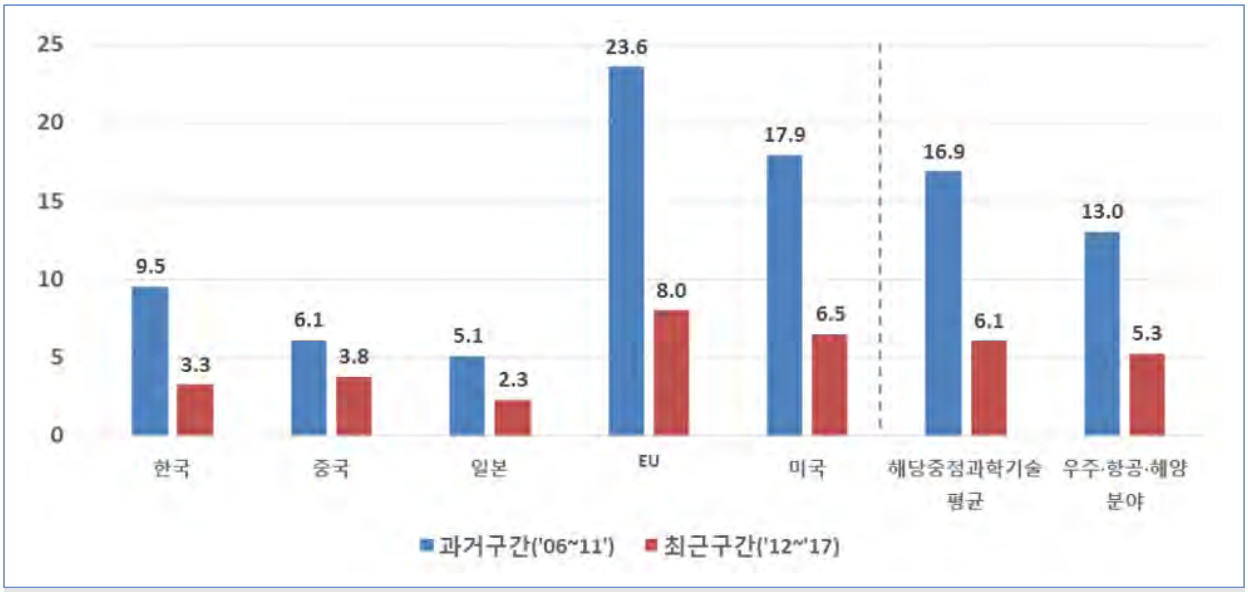


● 지속가능한 해양공간 개발 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

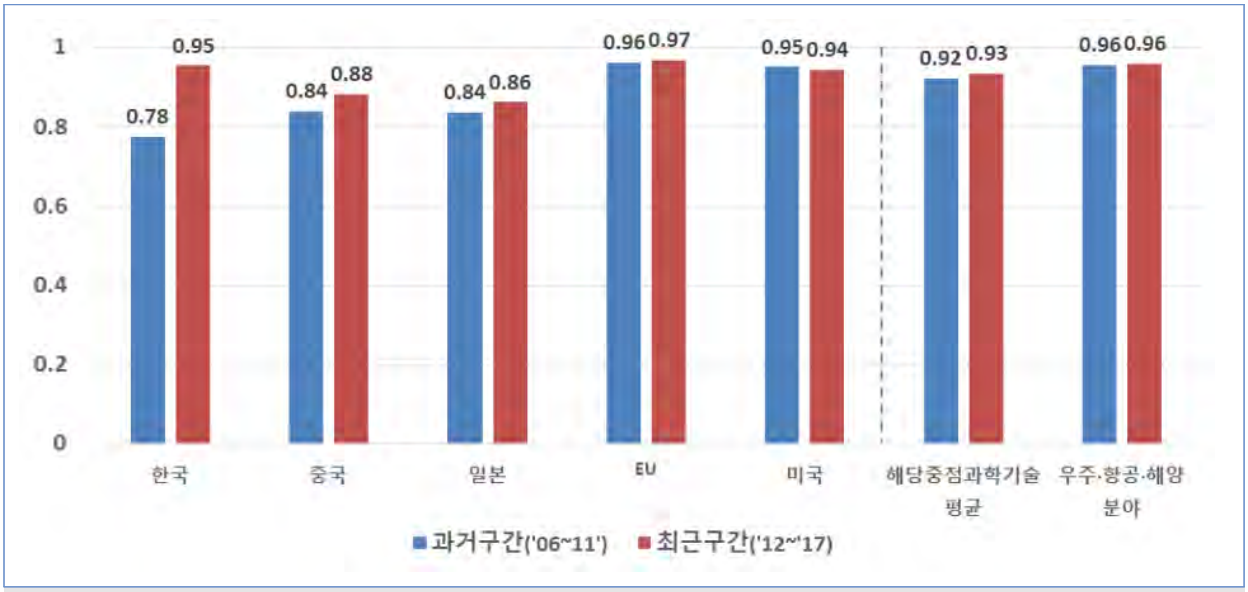
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



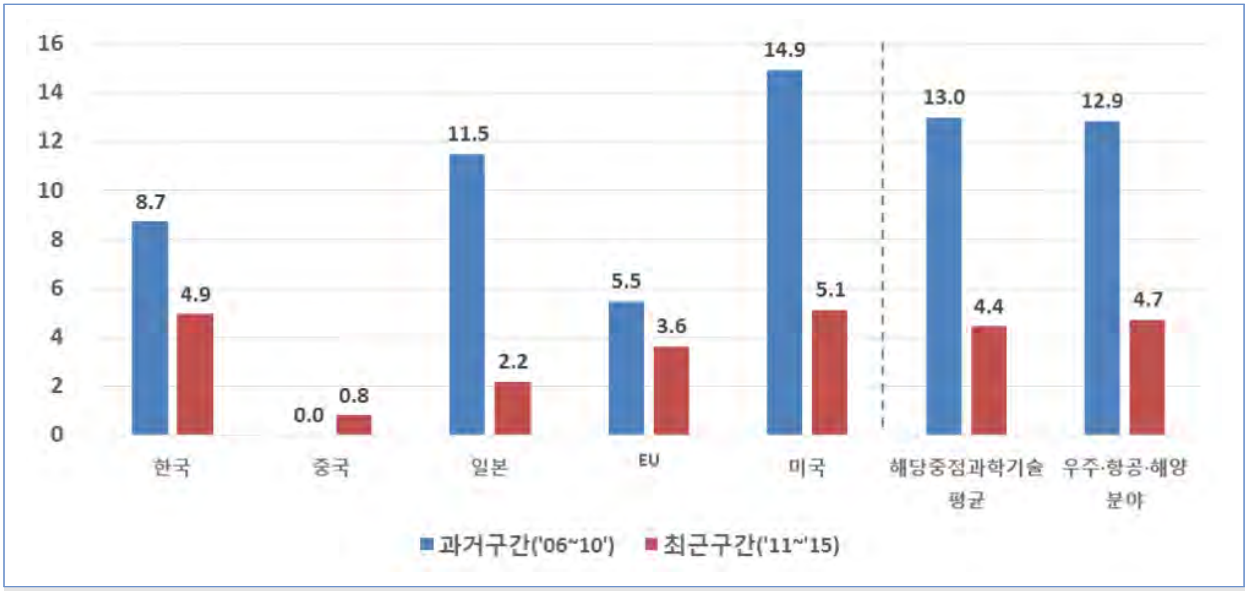
● 지속가능한 해양공간 개발 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



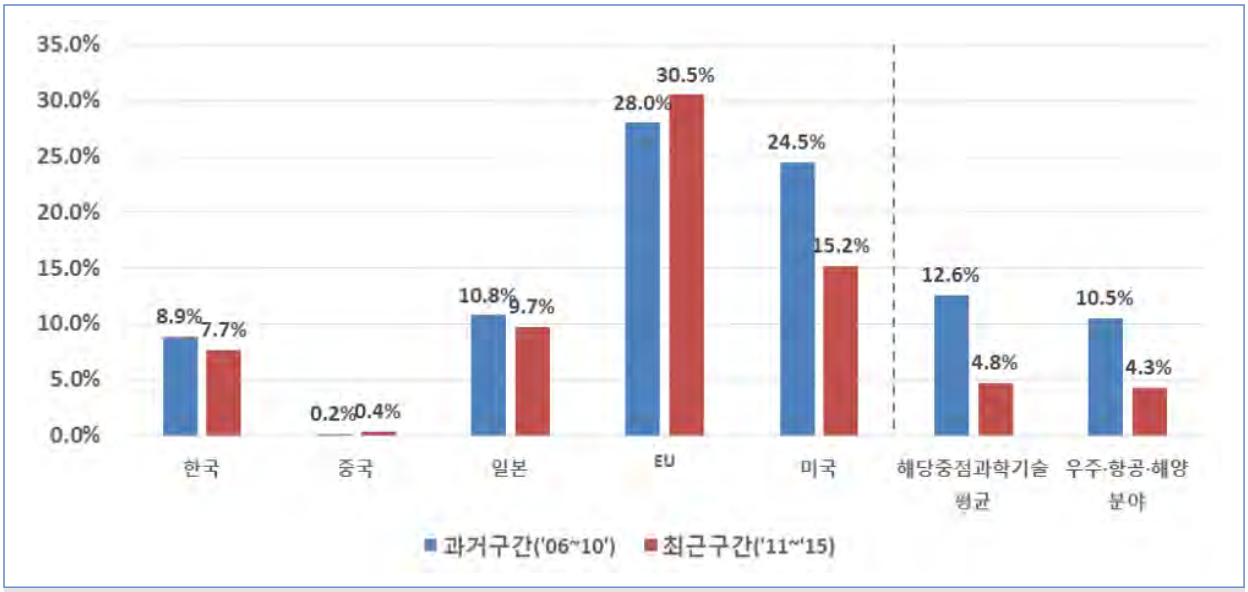
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



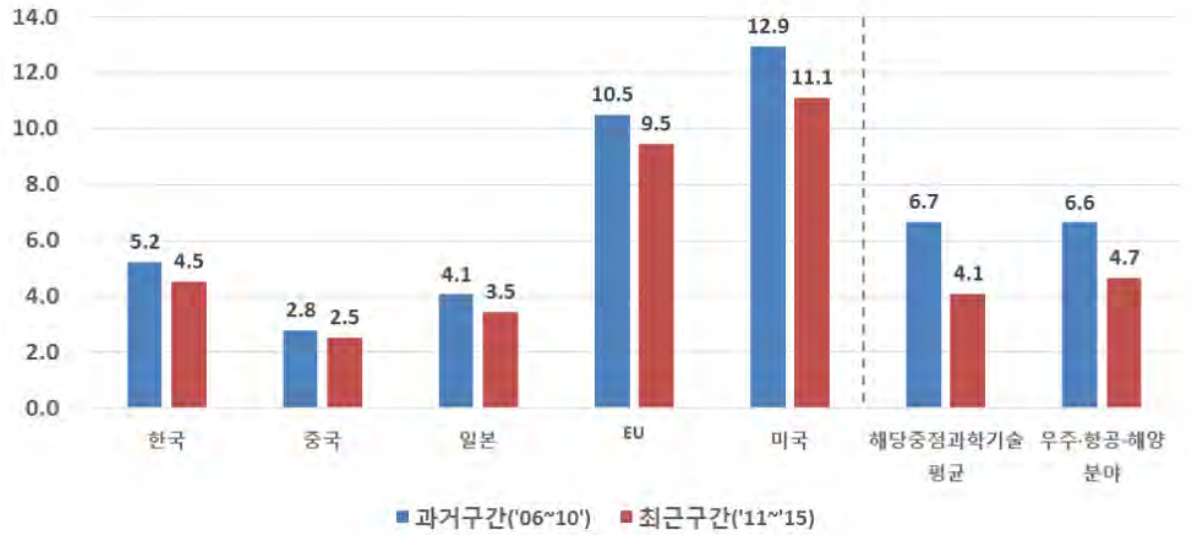
● 지속가능한 해양공간 개발 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지속가능한 해양공간 개발 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 지속가능한 해양공간 개발 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

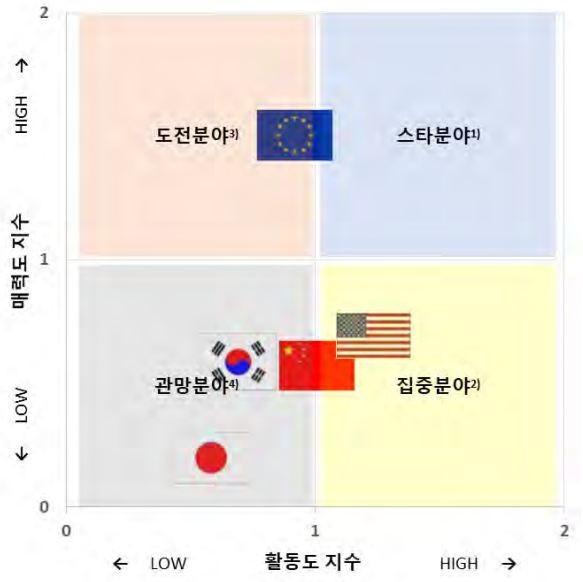
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

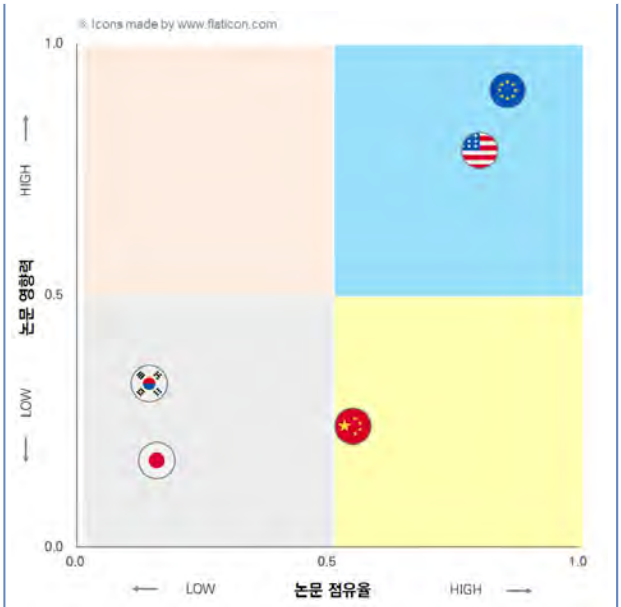
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지속가능한 해양공간 개발 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

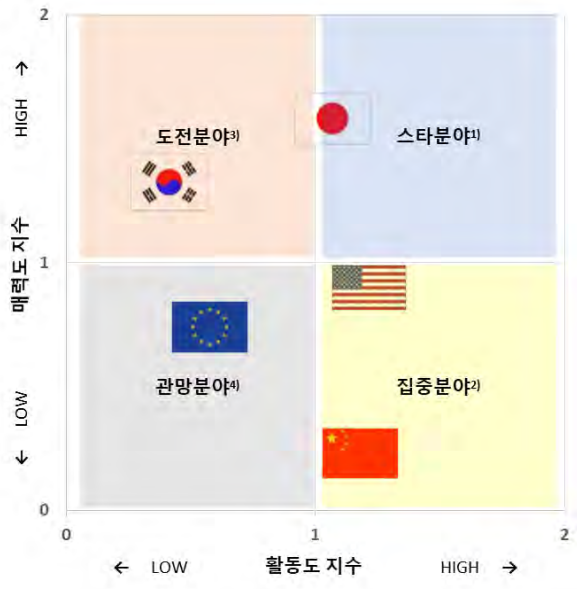


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

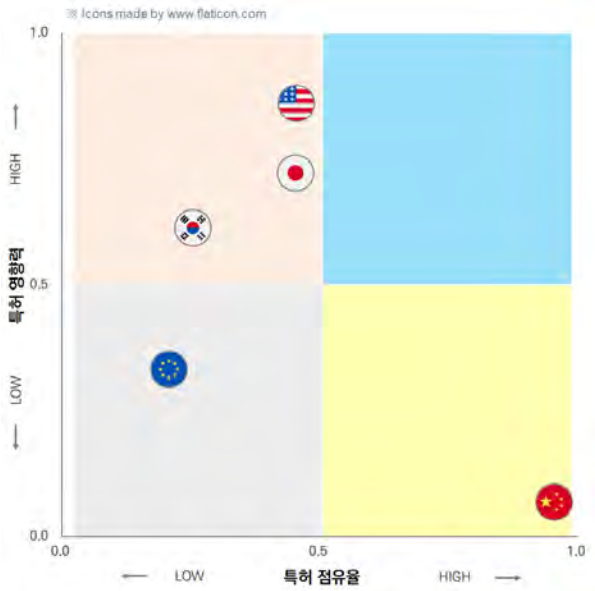
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지속가능한 해양공간 개발 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY(0.89%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 3.42%(글로벌 점유율은 0.13%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	중국	4.05%	0.89%	-25.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.53%	0.84%	35.71%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	2.77%	0.61%	40.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.54%	0.56%	350.00%
5	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	중국	2.20%	0.48%	37.50%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.42%	0.13%	50.00%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.42%	0.13%	-33.33%
3	KONKUK UNIVERSITY	2.74%	0.10%	200.00%
4	INDUK UNIVERSITY	2.74%	0.10%	200.00%
5	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.74%	0.10%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	4.05%	0.89%	-25.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.77%	0.61%	40.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	2.54%	0.56%	350.00%
4	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	2.20%	0.48%	37.50%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	2.08%	0.46%	400.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	4.95%	0.23%	250.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	3.85%	0.18%	-83.33%
3	KYUSHU UNIVERSITY	3.30%	0.15%	100.00%
4	HOKKAIDO UNIVERSITY	2.75%	0.13%	300.00%
5	KYOTO UNIVERSITY	2.75%	0.13%	-33.33%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.18%	0.43%	12.50%
2	CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.90%	0.33%	-14.29%
3	UNIVERSITY OF AVEIRO	0.56%	0.20%	66.67%
4	UNIVERSITY OF PLYMOUTH	0.56%	0.20%	200.00%
5	UNIVERSITY OF EXETER	0.56%	0.20%	600.00%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.53%	0.84%	35.71%
2	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.00%	0.33%	125.00%
3	OREGON STATE UNIVERSITY	0.69%	0.23%	25.00%
4	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	0.61%	0.20%	0.00%
5	UNIVERSITY OF CONNECTICUT	0.61%	0.20%	66.67%

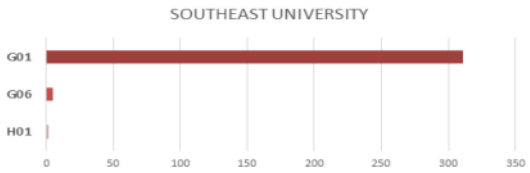
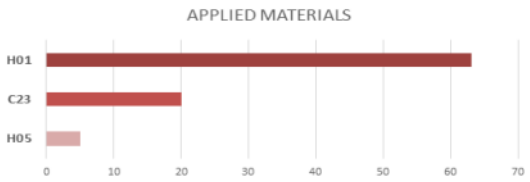
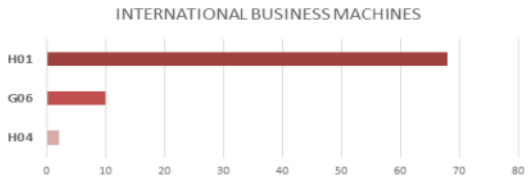
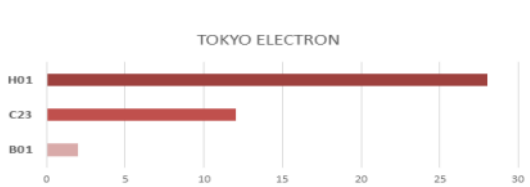
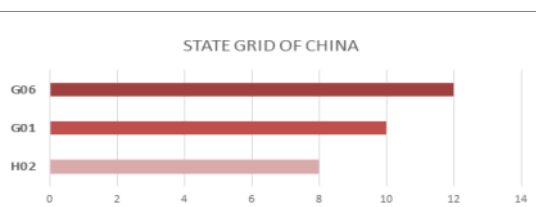
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'SOUTHEAST UNIVERSITY(5.72%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 5.10%(글로벌 점유율은 0.37%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SOUTHEAST UNIVERSITY'는 G01(광학)에 해당하는 특허를, '삼성전자'는 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOUTHEAST UNIVERSITY	중국	10.83%	5.72%	6,280.00%
2	APPLIED MATERIALS	미국	9.10%	1.62%	-16.00%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	8.21%	1.46%	37.14%
4	TOKYO ELECTRON	일본	4.57%	0.81%	-51.61%
5	STATE GRID OF CHINA	중국	1.17%	0.62%	3,400.00%

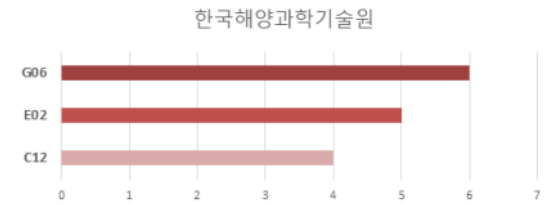
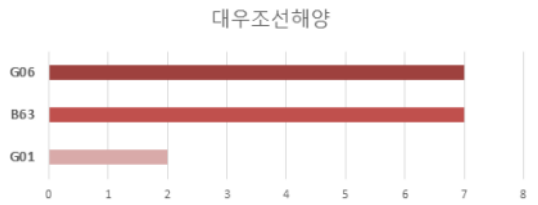
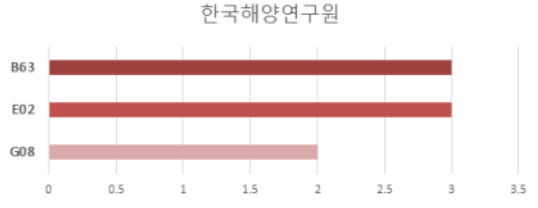
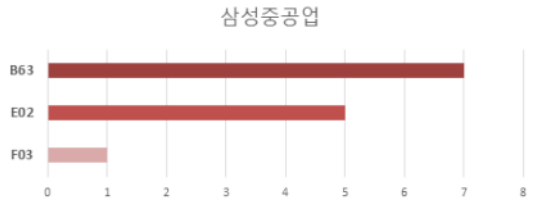
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
2		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
3		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
4		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	5.10%	0.37%	-83.33%
2	한국해양과학기술원	4.85%	0.35%	1,900.00%
3	대우조선해양	4.37%	0.32%	1,600.00%
4	한국해양연구원	3.40%	0.25%	-100.00%
5	삼성중공업	3.16%	0.23%	-70.00%

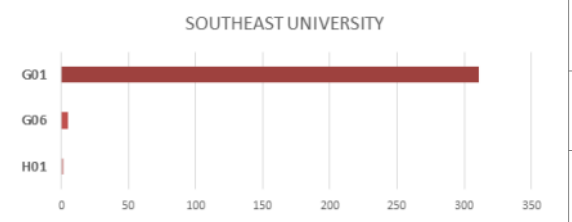
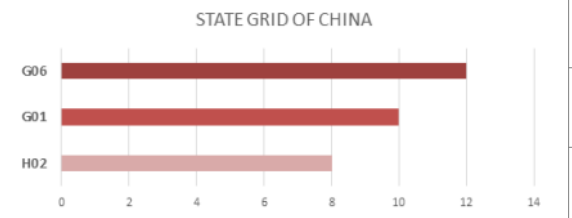
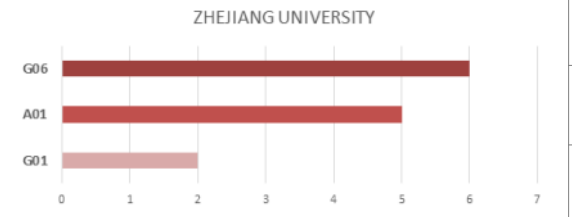
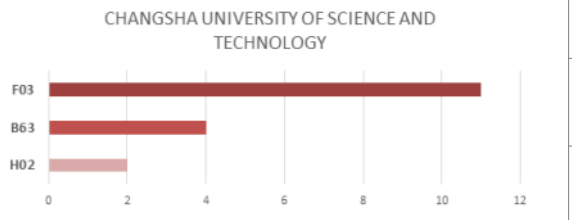
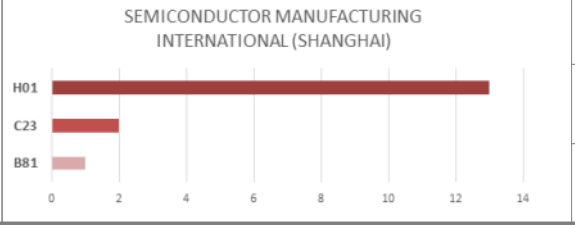
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		G02	광학
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G01	광학
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		G08	신호
5		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		F03	액체용 기계 또는 기관

3 중국

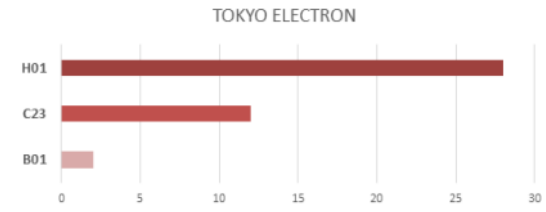
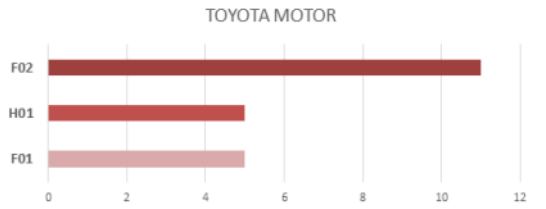
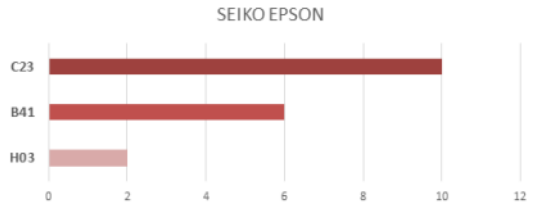
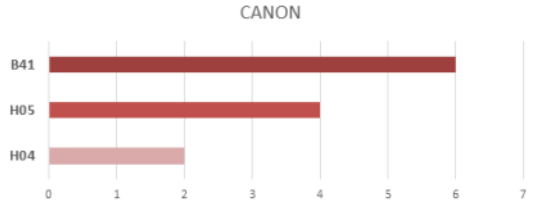
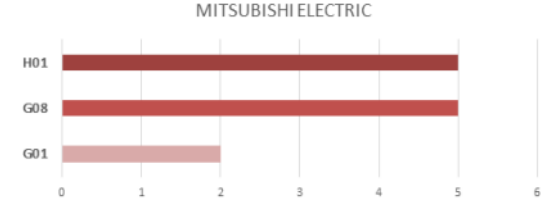
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOUTHEAST UNIVERSITY	10.83%	5.72%	6,280.00%
2	STATE GRID OF CHINA	1.17%	0.62%	3,400.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.77%	0.41%	128.57%
4	CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	0.67%	0.35%	1,800.00%
5	SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL	0.53%	0.28%	120.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		B81	마이크로 구조 기술

4 일본

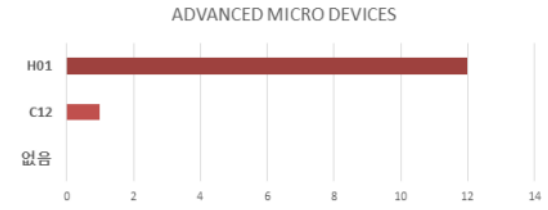
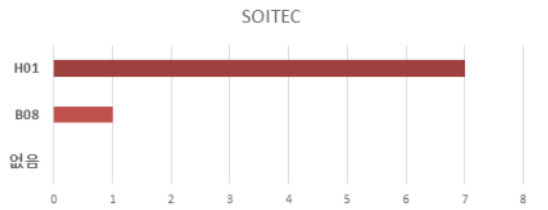
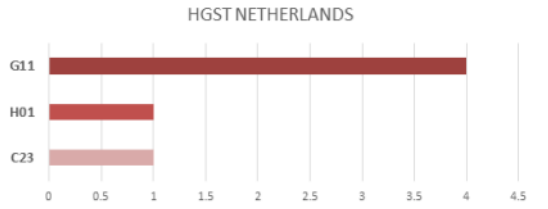
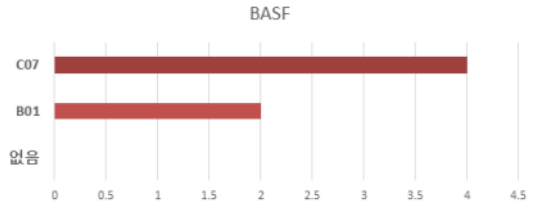
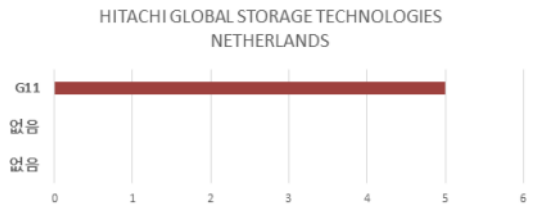
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOKYO ELECTRON	4.57%	0.81%	-51.61%
2	TOYOTA MOTOR	2.98%	0.53%	228.57%
3	SEIKO EPSON	2.48%	0.44%	-43.75%
4	CANON	1.79%	0.32%	-71.43%
5	MITSUBISHI ELECTRIC	1.69%	0.30%	-58.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
2		F02	연소기관
		H01	기본적 전기소자
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
3		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		B41	스탬프; 타이프라이터; 복사기; 인쇄[4]
		H03	기본전자회로
4		B41	스탬프; 타이프라이터; 복사기; 인쇄[4]
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H04	전기통신기술
5		H01	기본적 전기소자
		G08	신호
		G01	광학

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ADVANCED MICRO DEVICES	5.35%	0.23%	-100.00%
2	SOITEC	3.29%	0.14%	200.00%
3	HGST NETHERLANDS	2.47%	0.11%	-50.00%
4	BASF	2.47%	0.11%	-50.00%
5	HITACHI GLOBAL STORAGE TECHNOLOGIES NETHERLANDS	2.06%	0.09%	-100.00%

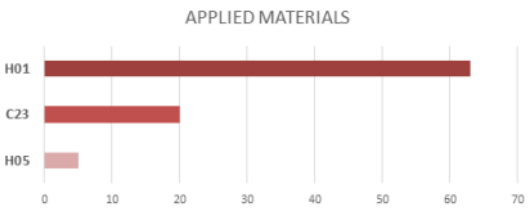
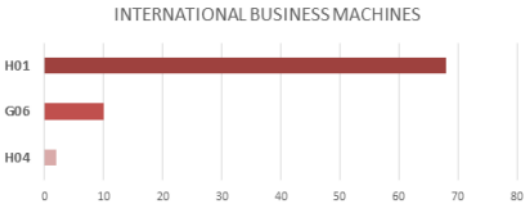
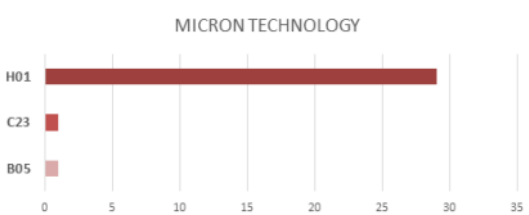
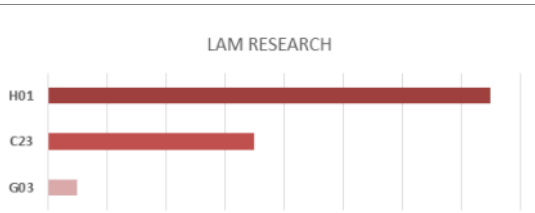
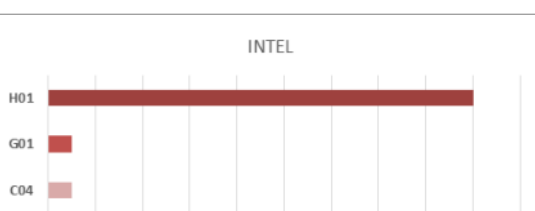
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
2		H01	기본적 전기소자
		B08	청소
3		G11	정보저장
		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
4		C07	유기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-
5		G11	정보저장
		-	-
		-	-

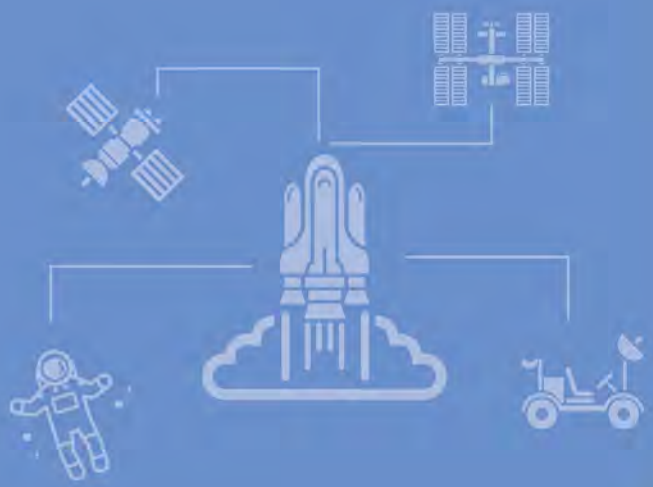
6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	APPLIED MATERIALS	9.10%	1.62%	-16.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	8.21%	1.46%	37.14%
3	MICRON TECHNOLOGY	3.07%	0.55%	-80.77%
4	LAM RESEARCH	2.27%	0.41%	87.50%
5	INTEL	2.08%	0.37%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
3		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
4		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
5		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물

22 극한공간 인프라 기술



22 극한공간 인프라 기술

중점과학기술 개요

- 기후나 지리적 환경이 열악한 공간(지역)의 한계를 극복하고 자원개발 및 건설 사업에 필수적인 지반·기초·구조물 등의 인프라를 구축하기 위한 기술로, 건설 활동이 제한적인 극한공간에서 효율적인 인프라 건설을 가능케 하는 급속시공, 원격 시공, 기초 모듈 건설 등의 기술
- 기술적 도전사항으로 접근경로, 지반의 동결융기 및 융해침하, 물류 및 현장시공, 현지 사용 적합성 등이 있음
- 남북극 빙원 탐사 활동 지원을 위한 보급지원활동과 기지 건설 및 유지 활동을 위한 기술 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

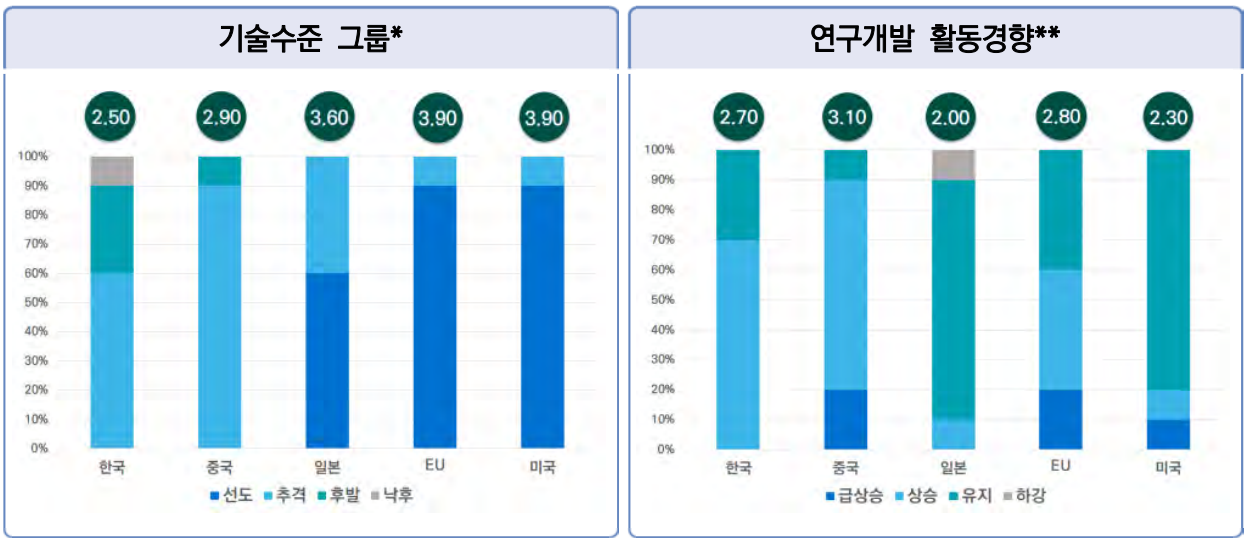
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	71.0	5.0	추격	보통	보통	상승
중국	75.0	5.0	추격	보통	보통	상승
일본	85.0	2.8	선도	우수	우수	유지
EU	95.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	71.0	5.0	71.0	70.0	75.0	7.6	5.0	5.0	8.0	2.2
중국	75.0	5.0	75.0	70.0	80.0	6.6	5.0	4.0	5.0	1.8
일본	86.0	2.5	85.0	71.0	87.0	9.2	2.8	2.0	5.0	3.1
EU	95.0	1.0	95.0	95.0	96.0	5.7	1.0	0.0	2.0	1.5
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	6.3	0.0	0.0	0.0	1.3

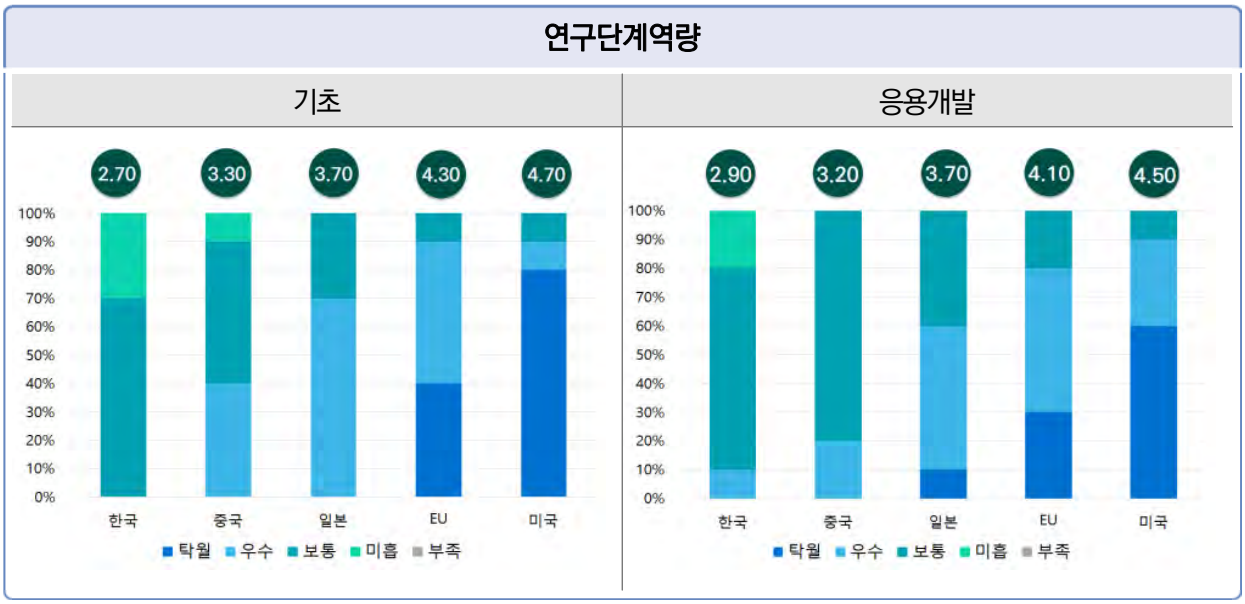
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (71.0%)	• 남극 제2기지(장보고기지), 쇄빙연구선(아라온호) 등의 기반 인프라 강화 및 관련 R&D예산 증액 • 우주 및 극한 관련 기초기술은 확보하고 있으나 실용화 및 관련 연구개발 활동이 저조 • 정부 차원의 극지활동 진흥계획 발표 등 관심 표명과 최첨단 극한지 환경 관측 장비 개발 추진 • 대부분의 세부기술 분야에서 기술선도국과 상당한 격차가 있으며 국가 정책적 관심도 뒤쳐지는 편 • 남극 기지건설 운영 • 약 200m 자체 빙하시추기술 확보 • 기술개발은 지속적으로 이루어지지만 상용화로 이어지지는 못함 • 급속시공 관련 기술은 최고수준 • 극한지 시설물 설치 및 모니터링 기술은 시공 경험이 많지 않아 기술개발/축적 필요 • 본 기술의 특성상 필드를 가지지 못하는 약점으로 인하여 상위 그룹들과 격차가 벌어지고 있음
중국 (75.0%)	• 남극 2개 상주기지에 이어 2009년 남극 쿤룬 기지 건설하고, 신규 쇄빙연구선(10,000톤급) 건조 추진 등 극지연구에 대규모 투자 • 국가 차원의 대규모 극한지(남극포함) 연구 진행 및 인력 양성 • 정부 차원의 관심과 최첨단 극한지 환경 관측 장비 개발 추진 • 지속적인 연구개발이 이루어지고 있으나 선도그룹에 비해서는 기술격차가 있으며 연구 활동의 활력도도 떨어지는 편 • 중국은 국내의 건설 경험을 바탕으로 급속한 건설 첨단기술 개발 및 축척이 있었으며, 이를 통한 해외진출 시도 • 최근 품질문제도 극복하여 경쟁력도 갖추고 있음 • 지속적인 정부 투자와 실증 프로젝트를 통해 연구 논문 및 성과의 급속한 성장상태
일본 (85.0%)	• 2013년 북극이사회 정식 옵서버 지위를 획득하여 연구 활동을 지속하고 있으나 최근 논문 및 특허 수 감소 • 북유럽 국가 중심으로 극한지 관련 기본적 기술을 확보 • 지속적인 정부관심과 최첨단 극한지 환경 관측 장비 개발 기술 보유 • 최근 10년 사이에 매우 활발한 기술개발이 이루어졌으며, 일부 기술은 선도그룹과 경쟁하는 수준 • 자체 심부빙하시추기술 확보 등 • 급격한 변화 없이 기술 수준의 현상 유지
EU (95.0%)	• 극지분야 지속 연구투자로 15년 이후 미국보다 연구논문 발표건수 상회 독일, 영국, 러시아, 프랑스 중심으로 극지연구 지속 확대 • 극한지 및 급속 시공 관련 건설장비, 기계화 시공 기술 수준이 높음 • 지속적인 정부 관심과 최첨단 극한지 환경 관측 장비 개발 주도 • EU 역시 미국과 함께 기술을 선도하고 있으나 근소하게 기술격차 존재 • 노르웨이는 피오르드 해안을 따라 고속도로를 신설 중에 있으며, 깊이 300m이상에 교각을 설치할 수 있는 기술 개발 중 • 원유개발기술을 활용한 심해기초기술은 세계최고 수준임 • 연구논문 실적 1위 등 미국을 바짝 추격 중
미국 (100%)	• NSF에서 극지와 생태계 이해, 전 지구에 미치는 영향, 극지 고층대기와 우주연구 기반 활용 등 다양한 분야의 연구사업 추진

국가 (기술수준)	판단근거
	• 북극이사회 의장국(2015~2017)으로서 북극에 대한 영향력 강화 • 남북극 등 다양한 경험, 군사목적용 극한기술 다수 보유 • 1960년대 후반부터 알라스카 자원 개발과 남극대륙 탐사 관련 기초원천 기술 확보 중 • 극한지 관련 기초, 응용 등 모든 분야 관련 기술 확보 및 상용화 추진 • 지속적인 정부 관심과 최첨단 극한지 환경 관측 장비 개발 주도 • 이 분야의 기술을 지속적으로 선도하고 있음 • 극한지 연구 국가주도 투자확대, 남극점 최대 규모 기지운영 및 관리 • 고 인건비 구조를 극복하기 위해, 급속시공 및 모듈형 설계/시공 관련 연구개발 활발 • 셰일가스를 개발하기 위한 원격시공기술 • 극한지 시설물 설치 및 모니터링 기술 • 최고의 기술 수준을 유지 중이나, 연구논문은 감소하는 추세

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 기술 수준 현상 유지 수준 • 지속적인 인프라 확보 중 • 조선 산업을 바탕으로 북극권 개발에 일정부분 참여하고 있으며, 남극 대륙기지 확장 및 연구루트 확보를 위해 기초연구 등을 수행 • 시공관련 다양한 이력 및 경험 보유 • 산업계, 연구계 모두 기술개발 필요성을 인지하고 기술개발에 착수 중 • 남극 빙원 기지 건설 모듈형 육상 구조물 기술 • 극한지 인프라 구축 및 활용 확대 • 인프라 제공을 통한 국제공동연구 강화	• 체계적인 극한지 육성프로그램 부재 • 연구 논문 수 부족, 필드와 연계된 인프라 부족으로 신뢰성 문제 발생 • 우수 인재 유치 및 전문 인력 부족으로 기술개발에 시행착오 겪고 있음 • 극한 공간 인프라 건설 위한 기반기술은 갖추고 있으나 본격적인 기술개발은 미흡 • 관련 원천 기술 확보 및 기초연구 미흡 • 투자 저조 • 극한지 현장 탐사 분석 기술, 극한지 환경 재현 기술, 급속 시공 장비 기술, 극한지 원격 시공 기술, 심해저 구조물 시공기술 • 자체기술 확보 미흡
중국	• 국가차원의 대규모 투자 및 적극적인 우수 인재 유치 • 기초기술이나 응용개발 관련 연구가 어느 정도 유지되고 있고, 북극권 고위도 국가와의 공동연구 또는 투자를 통하여 관련 기술을 발전시킴 • 극한지 탐사 및 극한환경 재현 기술 • 남극 빙원 기지 건설 모듈형 육상 구조물 기술 • 극한지 탐사 인프라 구축 확대 • 최근 연구개발 역량 및 성과가 급격하게 상승하고 기술 수준도 급상승 중	• 기술력 부족 • 경험에 의존 • 선도그룹인 일본 대비 연구논문이 많음 • 관련 원천기술 확보 미흡 • 실제 필요한 분야 위주의 기술개발로 기술개발에 대한 장기 마스터 플랜 부족 • 극한지 현장 탐사 분석 기술, 극한지 환경 재현 기술, 급속 시공 장비 기술, 극한지 원격 시공 기술, 심해저 구조물 시공기술 • 개방적 국제적 협력연구 미흡

국가	강점분야	기타
일본	• 특정 분야에 특화된 원천 기술 확보 중 • 모듈형 육상 기초 구조물 기술 • 극한지 시공 관련 장비 및 시공경험 다수 확보 • 산업계가 최고기술의 적극적 협력 및 도입을 성공적으로 추진. 연구계도 도전적 기술개발을 수행하면서 실현 가능성 향상 • 극한지 현장 탐사 분석 기술 극한지 환경 재현 기술 남극 빙원 기지 건설 모듈형 육상 구조물 기술 • 전문 인력 및 극한지 인프라 구축 노하우 확보를 통한 안정적 기술 확보	• 기술수준의 현상 유지 상태 • 북극권 개발을 위해 일정 부분 참여하고 있으나, 뚜렷한 결과를 얻지 못하고 있음. • 관련 논문, 특허 등이 활발하지 못함 • 극한지 사이트 부재 • 연구논문 일정 수준 유지 • 선도 그룹에 비해 연구논문 부족 • 원천 기술 확보 및 기초연구는 여전히 부족한 상황 • 급속 시공장비 기술 • 극한지 원격 시공 기술 및 심해저 구조물 시공 기술 미흡 • 자국 위주의 기술력 유지
EU	• 북극권 실증 사이트 다수 확보 • 응용 분야는 최고의 기술 확보 • 우수한 인력 및 우수한 인프라 확보 • 북극권 개발을 중심으로 연구개발을 집중적으로 수행 • 급속 시공장비 기술 • 심해저 기초, 구조물 시공기술 • 대학 등 연구계에서 특화된 기술개발 실적을 발표 중. 산업계에서는 이들 기술을 활용한 사업 실적들이 나타나고 있음 • 극한지 현장 탐사 분석 기술 • 심해저 이송망 구조물 기술 • 극한지 환경 재현 기술 • 남극 빙원 기지 건설 • EU 공동 최첨단 탐사 및 시추를 연구를 위한 인프라 구축 • 연구논문 1위	• 미국에 비해 기초연구 부족 • 남극 연구는 상대적으로 부족 • 장비, 재원 • 정치적으로 미국이나 러시아의 관계에 따라 크게 영향을 받을 가능성이 큼 • 특허 • 꾸준한 연구개발 활동 영위 • 관련 기술개발을 위한 투자 저조 • 극한지 원격 시공 기술 • 심해저 구조물 시공기술 • 독일 영국 등 일부 국가 위주 주도에 의한 국가 간 기술 불균형
미국	• 기초 원천기술을 오랫동안 수행함. 실제적인 인력이나 인프라는 보통 수준이나 정책을 바탕으로 언제든지 실제 인력이나 인프라를 뒷받침하는데 무리 없음 • 관련 원천기술을 다양하게 확보하고 있으며 기술개발 인력, 인프라 등이 우수 • 산업계를 중심으로 자체적인 최고기술의 개발을 적극적으로 추진. 산업계와 연구계의 기술개발 협업이 성공적으로 실현됨 • 극한지 현장 탐사 분석 기술 • 극한지 환경 재현 기술 • 남극 빙원 기지 건설 모듈형 육상 구조물 기술 • 급속 시공 장비 기술	• 인프라 노후, 기술자의 고령화 • 연구논문 감소 • 예산투자 • 최근에는 과거에 비해 연구 활력이 다소 떨어지는 경향이 보임

국가	강점분야	기타
	• 극한지 원격 시공 기술 • 심해저 구조물 시공기술 • 자체 기술 및 인력으로 대규모 인프라 구축 및 운영, 장기 연구프로그램 운영	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	3위	3위	2위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산학연 남북극 공동연구 프로그램 확대 지원 • 국내 관련 연구기관들(극지연구소, 선박해양플랜트연구소, 건설기술연구원 등)의 협력과 공동연구를 통하여 기초기술을 튼튼히 하고 시너지를 낼 수 있는 분야 창출 • 국내 관련 산업 관계자 및 연구자들의 협력 증진을 위해 정기적인 포럼 및 활동 위원회 개최 • 극한지 공간 인프라 기술수준을 확대하기 위해 극한지 탐사와 시추산업에 종사하는 전문인력과 긴밀한 협력연구 추진
국제협력 촉진	• 남북극 관련 국제회의 참여 확대 및 해외 유관기관들과의 공동연구를 보다 활성화 위한 정부지원 프로그램 마련 • 미국, 일본, 러시아 등과의 공동연구 추진 • 일부 기술의 경우 빠른 도입을 위해 선진해외기술의 도입 검토 • 극한 공간 관련 테스트 베드 등 real test를 위한 현장 확보가 매우 중요한 부분. 국내 관련 공간 부재로 국제협력을 통해 관련 연구개발 추진 • 선진국가의 핵심 기술 습득을 위한 국제협력 활성화 • 해외 주요기관과의 공동연구 추진 지원 및 선도 기업/연구자 초청 기회 확대 • 극한지 심부빙하시추 등은 우리나라 단독으로 추진하는 것보다 국제공동프로그램에 참여하여 미국이나 유럽의 스위스, 독일 및 덴마크 등과 보다 긴밀한 협력연구 연구를 통해 기술력 확보가 시급 • 부유식 해상풍력, 극한지 이송망 등의 분야에서 세계적 전문기관에 인력을 파견하거나 공동기술개발을 통하여 세계수준의 기술을 도입
인력양성 및 유치	• 극지관련 국내 인력 양성을 위한 학계와의 연계 프로그램 • 극지한지 환경(극 지역 빙권, 결빙해역, 동토층 등)에서 신규 기술을 직접 적용한 경험이 많은 인력양성 필요 • 토목 또는 해양공학 등 관련 분야의 학과 개설 및 대학 지원 • 극한 공간 인프라 기술 구축 및 전문분야 확대를 위해서는 대학이나 연구기관에서 보다 적극적으로 국내외 인력을 확보하는 것이 필요하며 장기적으로는 국내의 인력양성 프로그램 활성화 필요 • 극지, 해상 등 이 분야의 전문가 풀이 절대적으로 부족한 상황에서 관련 분야 전문가를 양성하는 것 필요 • 해당 분야 국내출신의 해외 은퇴 인력들을 활용한 실질적인 인력양성

	정책제언
인프라 구축	• 효율성 시급성 등을 고려한 전략적 투자 • 국가 차원의 대형 인프라 구축 • 극지용 고위도 위성, 고등급 연구선, 북극연구를 위한 상설연구기지 등 • 극지현장에서 기술을 적용하기 전에 국내에서 기술을 테스트할 수 있는 극지환경 재현 인프라 시설 구축 • 현재 구축된 인프라를 효율적으로 활용하여 첨단시설 및 고도화를 통해 시공 및 장비 기술력을 확보하는 순차적인 방법으로 기술력을 향상 시키는 계획 추진 • 해상 인프라 관련 분야의 기술개발 결과를 검증할 수 있도록 실험장비, 테스트베드 장소 등에 대한 구축 • 극한지 시험, 평가를 위한 인프라 구축 지원
법·제도 개선	• 북극이사회의 동향에 맞춰 준비 철저 • 극한지 기술 분야 활성화를 위한 극지진흥법 추진 • 심해저, 극한지 탐사 등을 원활하게 수행할 수 있는 정책 개발 및 지원 • 극한지 공간기술을 확보하기 위한 관련법과 제도가 필요하다면 이에 대한 제정과 미진한 법과 제도 개선 • 해상, 극지에서의 인프라 관련하여 이를 쉽게 취급할 수 있거나, 실 해역에서 기술개발 결과를 쉽게 검증할 수 있도록 하는 법 제도
연구비 확대	• 남극연구 분야보다 북극의 상업적 활용 및 경제성 확보 분야에 연구비 확대 • 관련 연구 분야가 국내에서 적용하기에는 수요가 부족하여 관련 연구개발 투자가 저조한 상황으로 기술선점을 위해서는 투자확대 필요 • 극한지 연구개발을 활성화하기 위한 연구예산 확보 노력 • 현재 극한 공간 인프라 기술 확보를 위한 연구비는 비교적 적정하다고 판단되나 필요와 수요에 따라 점진적인 연구비 확대 • 해상, 극한지 분야는 빠른 시일 내에 가시적인 결과물을 도출할 수 없는 분야여서 기술개발 측면에서 후순위에 밀려있음. 빠른 시일 내에 기술력 확보를 위해서는 연구비의 확대를 통해 기초적인 기술력 확보 • 극한공간인프라 기술은 요소(원천)기술이 중요하지만, 한국의 관련업체들은 단기간에 성과가 나올 수 있는 기술개발에만 집중하여, 기술격차가 심화됨. 따라서 정부지원 확대를 통한 요소기술개발 후, 업체전파를 통한 상용화 필요 • 실용화 연구를 위해 산연 위주의 연구비 확대 지원
기타 의견	• 극한 공간 인프라 기술은 특정 공간을 대상으로 하는 기술이므로, 토목, 건설, 기계 등의 기술과 극지과학기술이 융합하여 저비용 고사양의 장기간 사용가능한 인프라 구축 기술개발 • 극지운용 로봇(빙상정보 계측을 위한 차량, 수중부이, 수중AUV 등 포함) 분야의 융·복합 • 빙원 탐사 및 바다해빙 안전성 평가를 위한 빙판 내하 중 평가기술 기초연구 • 부품소재분야, ICT 기술과 융·복합 통해 시공정밀도, 극한지 무인 시공 장비 개발 등을 함께 추진 • 정부의 남극연구활동진흥 기본계획과 북극정책기본계획에 포함되어 있는 제2쇄빙연구선 건조, K-루트 개발 등 극한 공간 인프라 기술개발이 활성화될 수 있도록 타 기술과의 융·복합 연구추진 • 우리나라가 기존에 강점을 가지고 있는 기술을 정확하게 평가하고 이를 토대로 중점 추진분야 결정 • 극한지 및 심해저와 같은 극한조건에서 구축된 인프라 시스템이나 장비의 원격조정 등 상시운영이 가능하도록 첨단 ICT기술이나 신소재분야와의 융·복합 기술개발

다 주요 분석 결과 요약

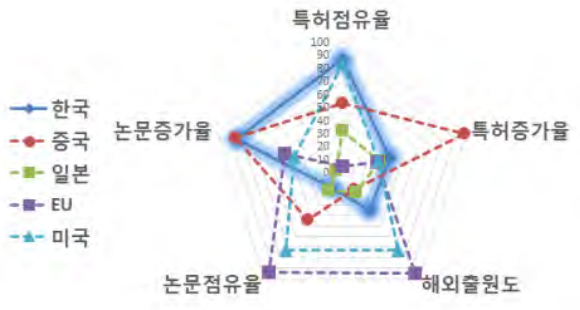
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]
11대 분야	우주·항공·해양	14,483	11,781	35.3%	88.9%
해당 중점과학 기술명	극한공간 인프라 기술	2,626	135	80.9%	106.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

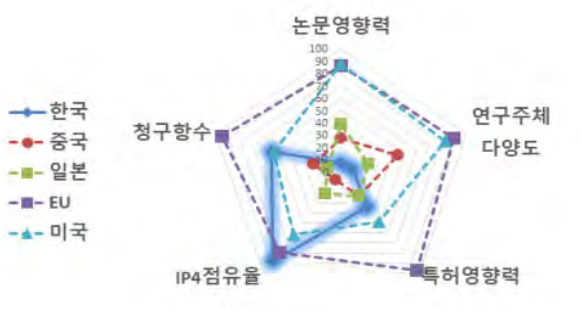
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	한국	미국	EU
	47.0%	30.4%	16.2	12.0
한국	5위	1위	5위	3위
	1.4%	30.4%	5.7	1.4
5개국 평균[2]	-	-	14.5	3.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

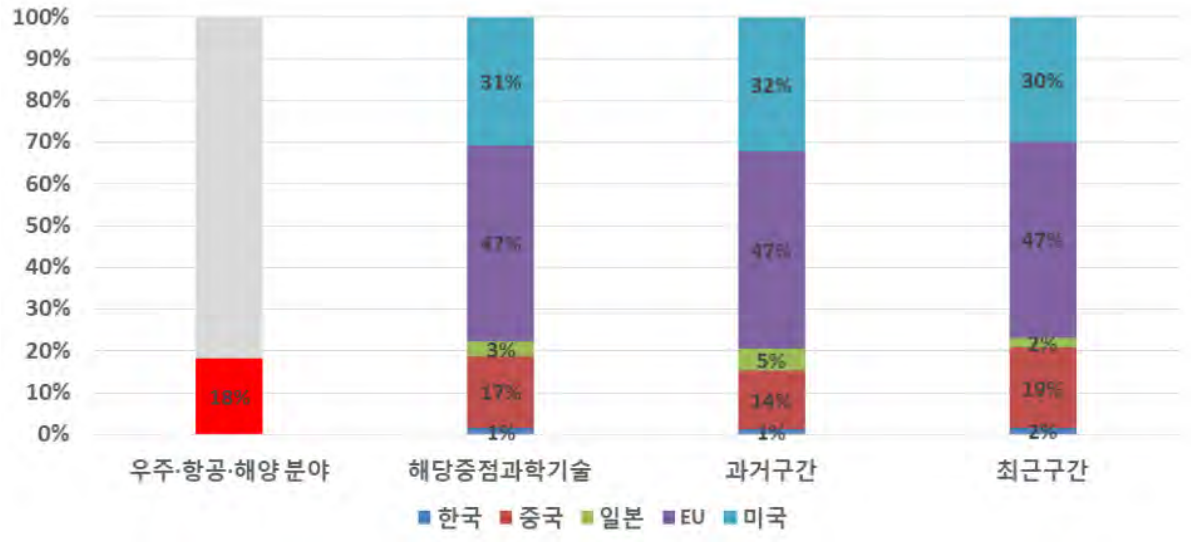
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(1.4%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.7)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(47.0%), 미국(30.7%), 중국(17.3%), 일본(3.5%), 한국(1.4%) 순이며, 논문 증가율은 중국(147.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.2), EU(15.9), 일본(10.3), 중국(9.0), 한국(5.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.92)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(30.4%)은 주요 5개국 중 1위이며 특허 영향력(1.4)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 한국(30.4%), 미국(28.9%), 중국(20.7%), 일본(15.6%), EU(4.4%) 순이며, 특허 증가율은 중국(2700.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 EU(12.0), 미국(3.2), 한국(1.4), 일본(0.0), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 한국(19.5%)이 가장 높고, 특허청구항수는 EU(9.2)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	1.4%	17.3%	3.5%	47.0%	30.7%
	논문 증가율	145.5%	147.3%	-14.3%	79.4%	67.2%
	논문 영향력	5.7	9.0	10.3	15.9	16.2
	연구주체 다양도	0.47	0.68	0.57	0.92	0.87
특허 분석	특허 점유율	30.4%	20.7%	15.6%	4.4%	28.9%
	특허 증가율	255.6%	2700.0%	10.0%	-50.0%	-14.3%
	해외출원도	1.7	0.0	0.3	7.2	4.4
	특허 영향력	1.4	0.0	0.0	12.0	3.2
	IP4점유율	19.5%	0.0%	4.8%	16.7%	12.8%
	청구항수	4.9	2.4	1.2	9.2	4.8

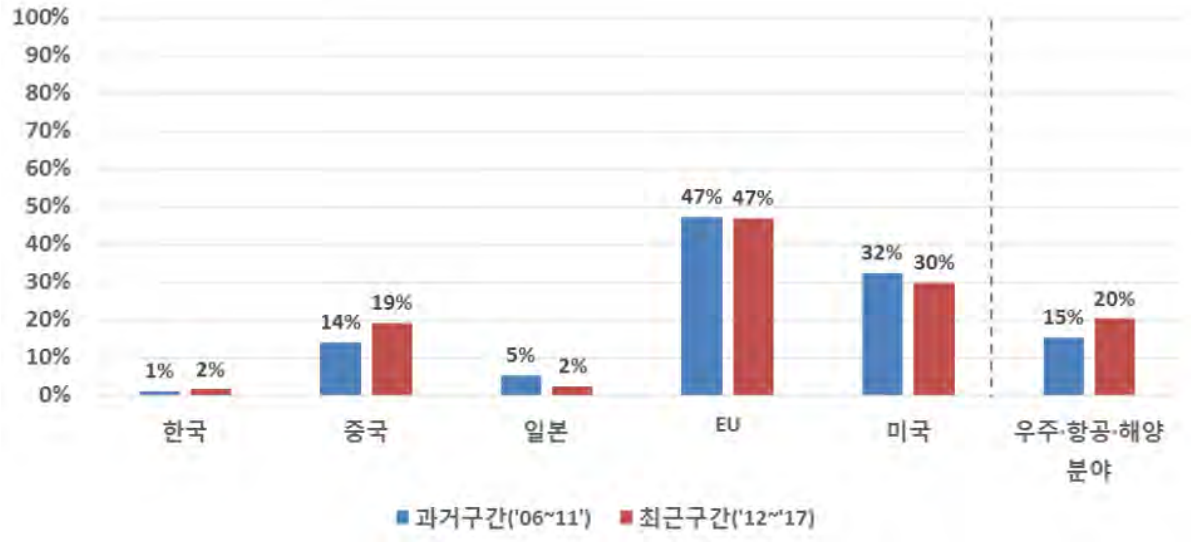
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 극한공간 인프라 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1235건으로 전체 논문의 47%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 극한공간 인프라 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 논문 중에서 18%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

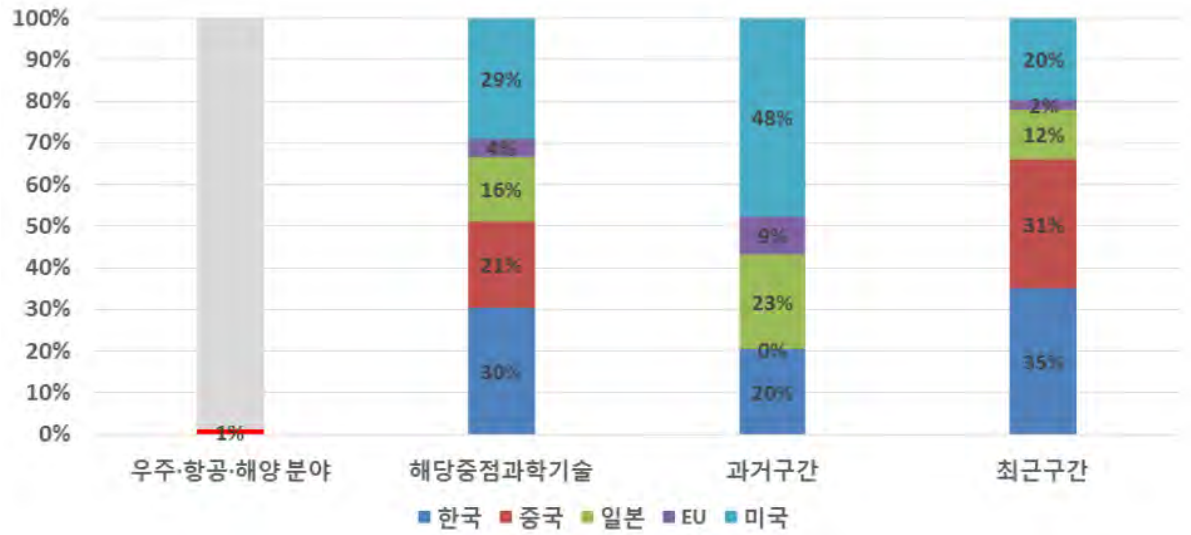


● 극한공간 인프라 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 145.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	11	27	38	145.5%
중국	131	324	455	147.3%
일본	49	42	91	-14.3%
EU	442	793	1,235	79.4%
미국	302	505	807	67.2%
전체	935	1,691	2,626	80.9%

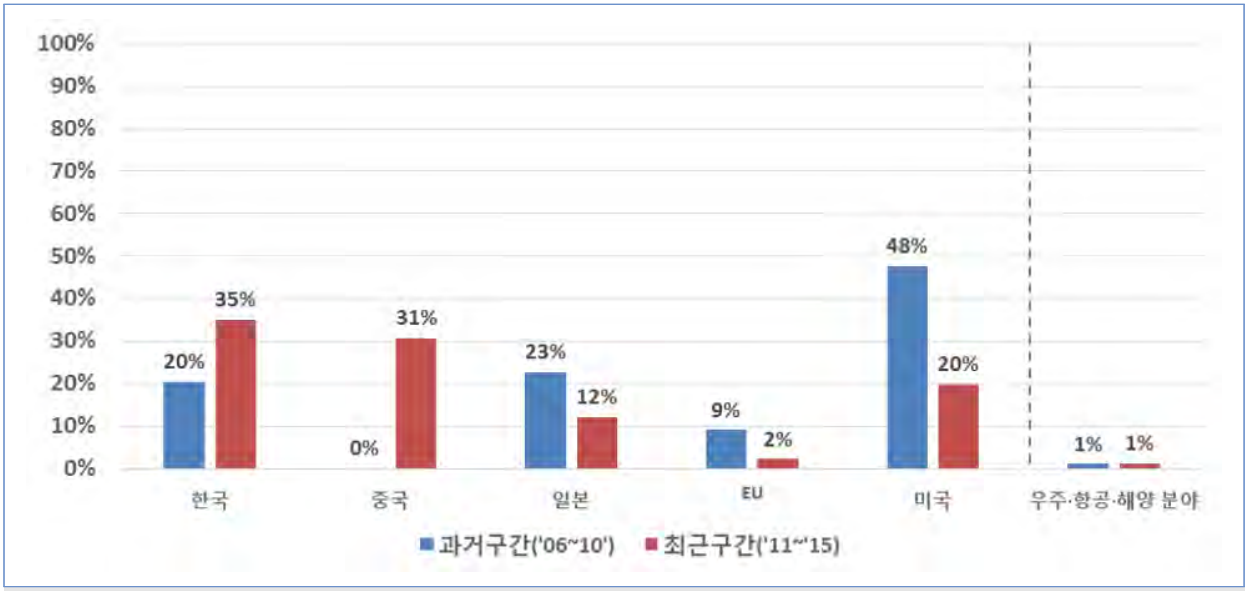
(4) 특허 점유율(전체)



● 극한공간 인프라 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 한국이 41건으로 전체 특허의 30%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 극한공간 인프라 기술은 우주·항공·해양 분야의 전체 특허 중에서 1%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



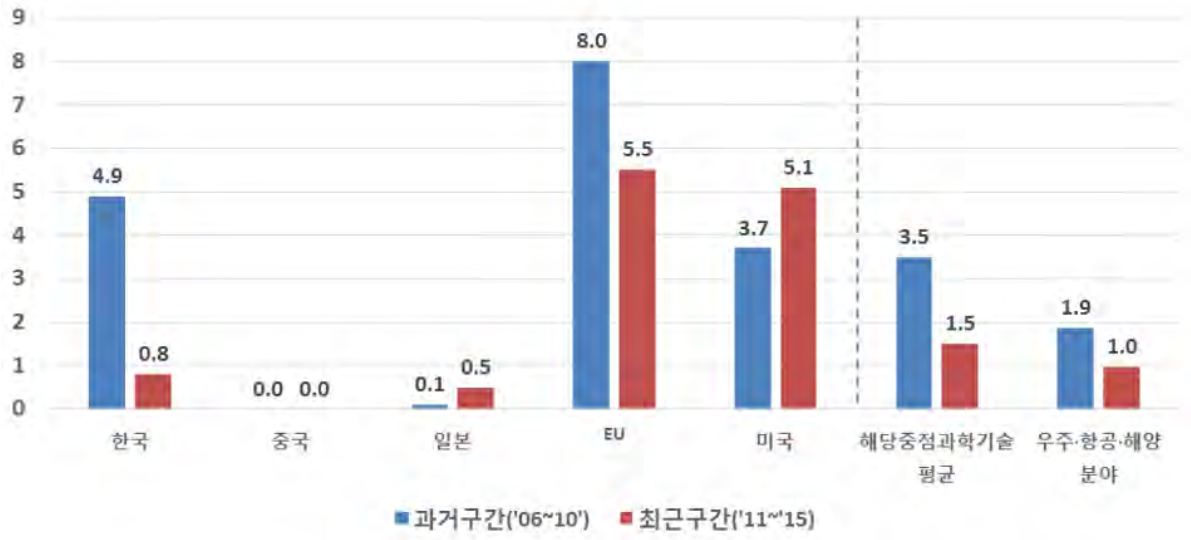
- 극한공간 인프라 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 한국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 255.6%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 1위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	9	32	41	255.6%
중국	0	28	28	2,700.0%
일본	10	11	21	10.0%
EU	4	2	6	-50.0%
미국	21	18	39	-14.3%
전체	44	91	135	106.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

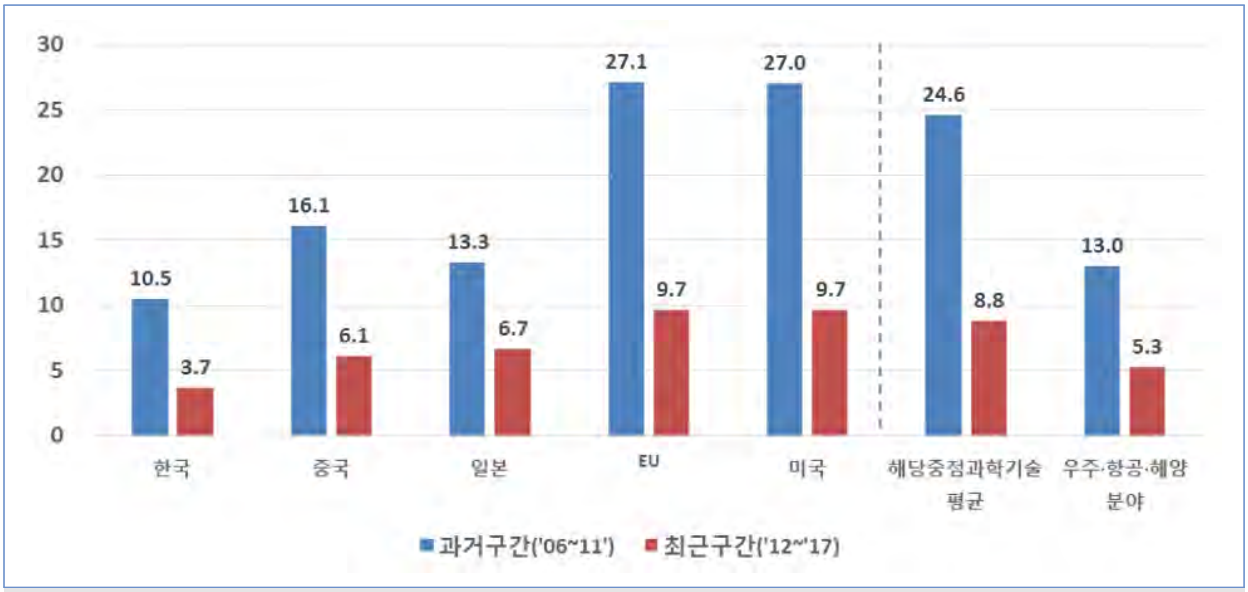


● 극한공간 인프라 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

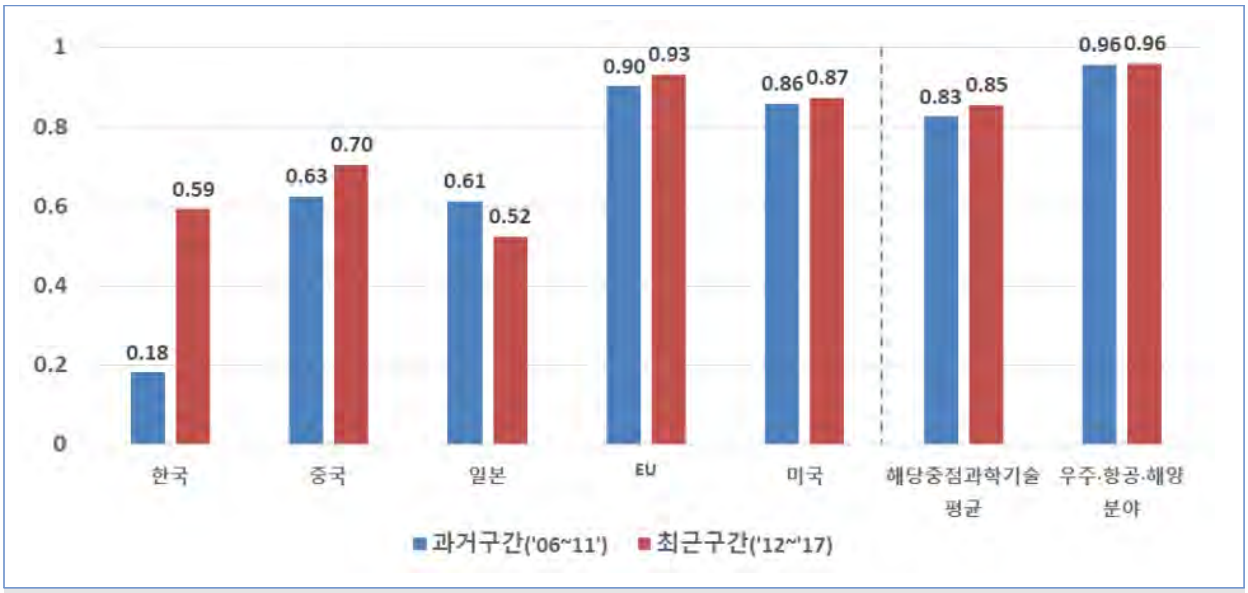
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



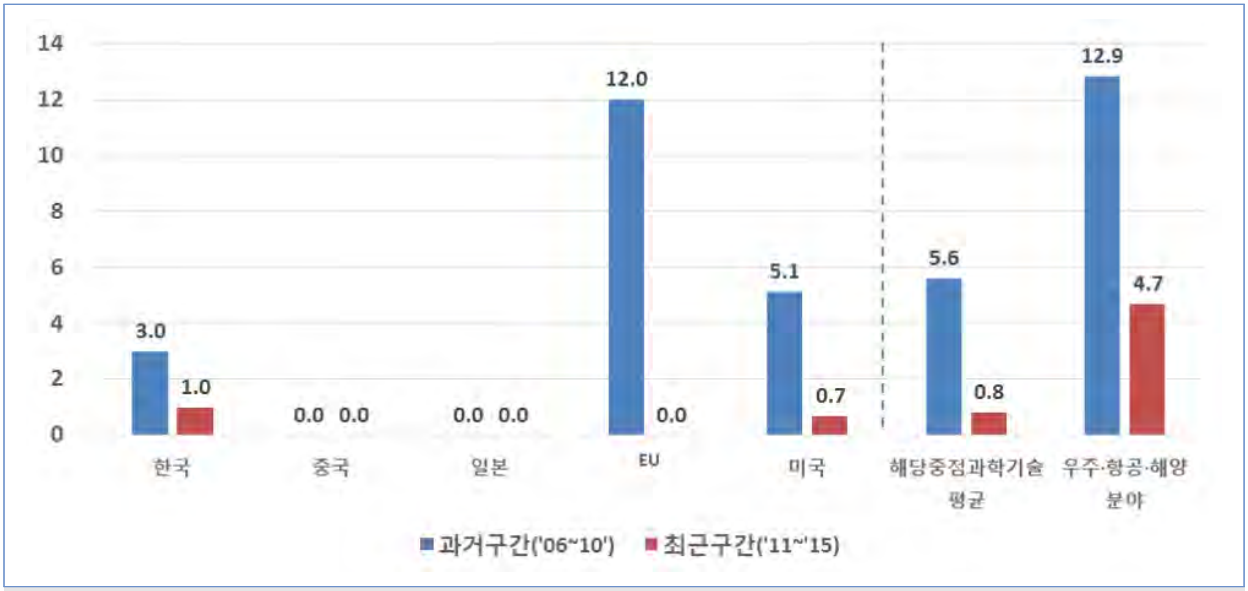
● 극한공간 인프라 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



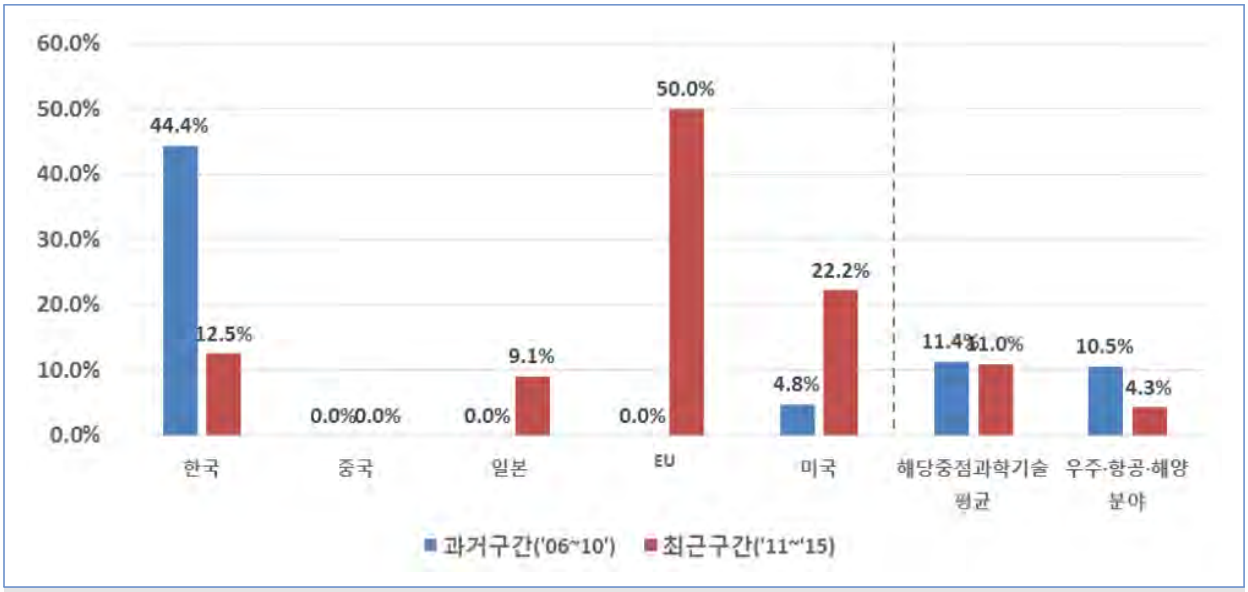
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



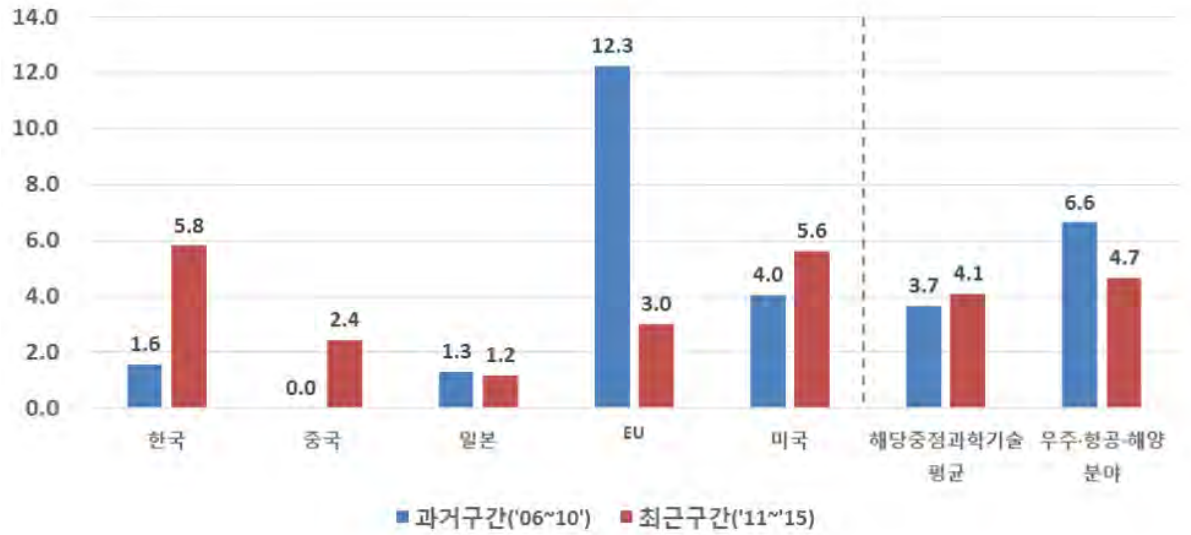
● 극한공간 인프라 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 한국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 극한공간 인프라 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 극한공간 인프라 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 한국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

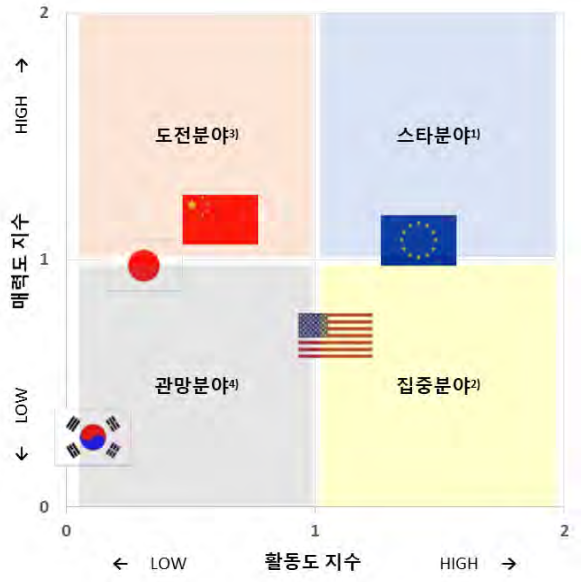
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

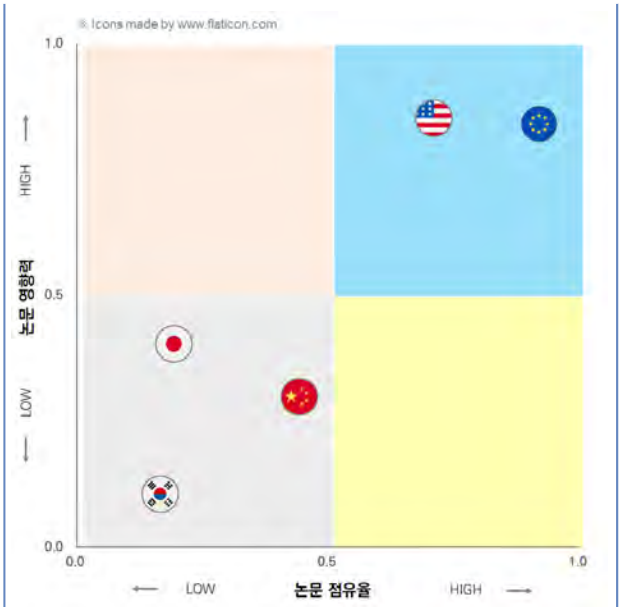
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 극한공간 인프라 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

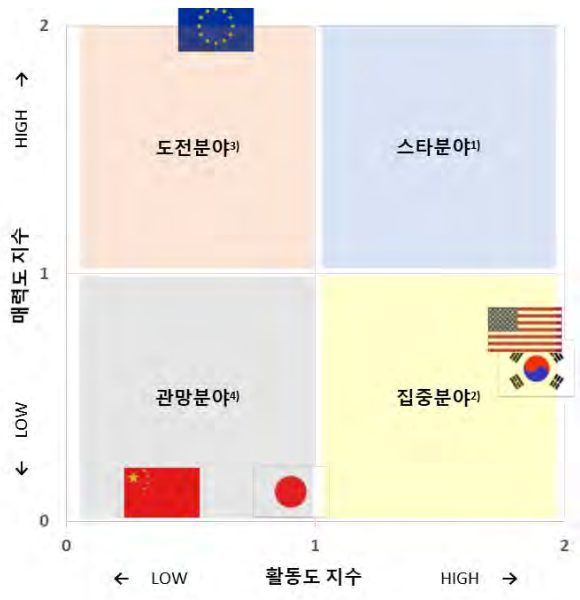


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 극한공간 인프라 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 중국의 'COLD AND ARID REGIONS ENVIRONMENTAL AND ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE(2.32%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국극지연구소'가 18.42%(글로벌 점유율은 0.27%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	COLD AND ARID REGIONS ENVIRONMENTAL AND ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE	중국	13.41%	2.32%	54.17%
2	INSTITUTE OF TIBETAN PLATEAU RESEARCH	중국	9.89%	1.71%	100.00%
3	UNIVERSITY OF INNSBRUCK	EU	3.32%	1.56%	41.18%
4	UNIVERSITY OF ALASKA FAIRBANKS	미국	4.46%	1.37%	76.92%
5	UNIVERSITY OF COLORADO	미국	3.84%	1.18%	-36.84%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA POLAR RESEARCH INSTITUTE	18.42%	0.27%	33.33%
2	YONSEI UNIVERSITY	13.16%	0.19%	50.00%
3	KANGWON NATIONAL UNIVERSITY	10.53%	0.15%	-66.67%
4	HANYANG UNIVERSITY	5.26%	0.08%	100.00%
5	SEOUL WOMEN'S UNIVERSITY	5.26%	0.08%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	COLD AND ARID REGIONS ENVIRONMENTAL AND ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE	13.41%	2.32%	54.17%
2	INSTITUTE OF TIBETAN PLATEAU RESEARCH	9.89%	1.71%	100.00%
3	WUHAN UNIVERSITY	4.40%	0.76%	200.00%
4	INSTITUTE OF MICROBIOLOGY	4.18%	0.72%	180.00%
5	XINJIANG INSTITUTE OF ECOLOGY AND GEOGRAPHY	3.08%	0.53%	1300.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL INSTITUTE OF POLAR RESEARCH	14.29%	0.50%	16.67%
2	HOKKAIDO UNIVERSITY	9.89%	0.34%	100.00%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	7.69%	0.27%	-60.00%
4	CHIBA UNIVERSITY	6.59%	0.23%	100.00%
5	NAGOYA UNIVERSITY	6.59%	0.23%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF INNSBRUCK	3.32%	1.56%	41.18%
2	STOCKHOLM UNIVERSITY	1.46%	0.69%	-36.36%
3	UNIV DEGLI STUDI MILANO	1.38%	0.65%	140.00%
4	ABERYSTWYTH UNIVERSITY	1.21%	0.57%	100.00%
5	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	1.05%	0.50%	125.00%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF ALASKA FAIRBANKS	4.46%	1.37%	76.92%
2	UNIVERSITY OF COLORADO	3.84%	1.18%	-36.84%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	2.48%	0.76%	133.33%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.23%	0.69%	160.00%
5	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.24%	0.38%	800.00%

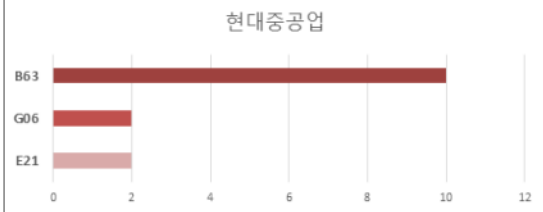
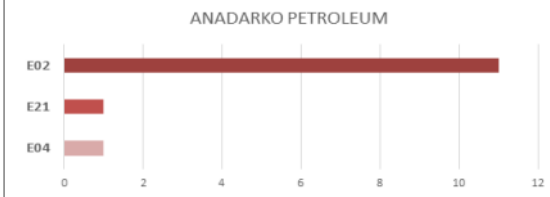
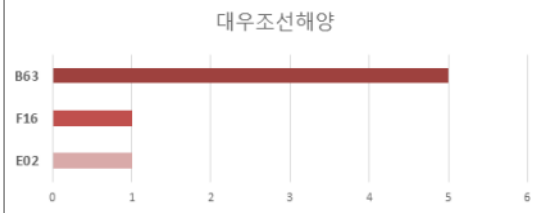
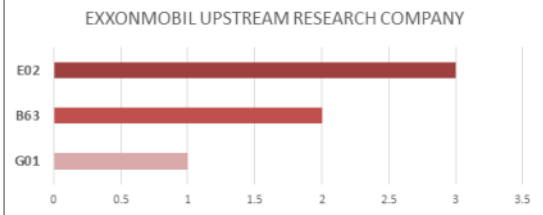
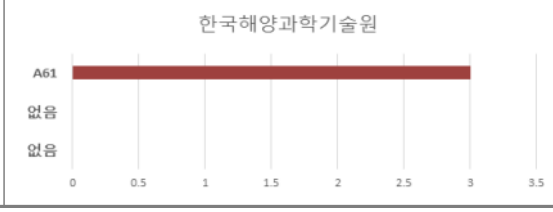
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '현대중공업(11.11%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '현대중공업'이 36.59%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '현대중공업'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대중공업	한국	36.59%	11.11%	550.00%
2	ANADARKO PETROLEUM	미국	33.33%	9.63%	-70.00%
3	대우조선해양	한국	17.07%	5.19%	500.00%
4	EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY	미국	17.95%	5.19%	150.00%
5	한국해양과학기술원	한국	7.32%	2.22%	100.00%

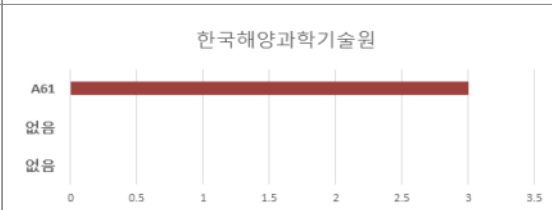
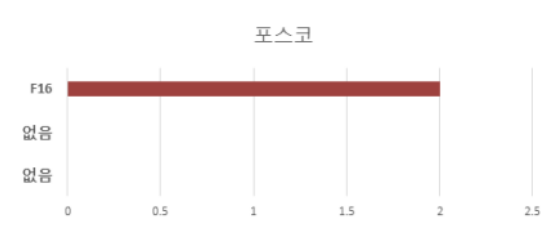
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
2		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		E04	건축물
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
4		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G01	광학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대중공업	36.59%	11.11%	550.00%
2	대우조선해양	17.07%	5.19%	500.00%
3	한국해양과학기술원	7.32%	2.22%	100.00%
4	포스코	4.88%	1.48%	100.00%
5	김금규	2.44%	0.74%	-100.00%

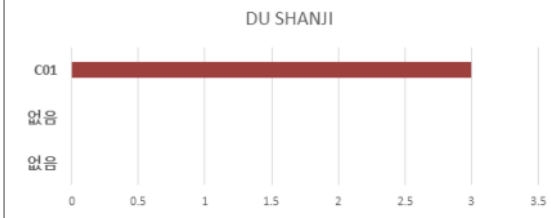
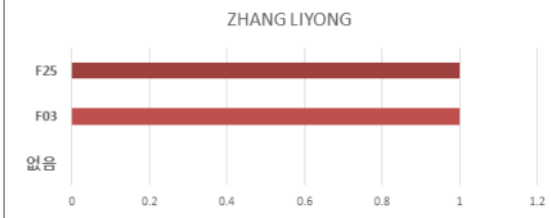
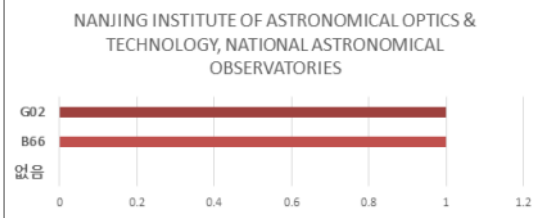
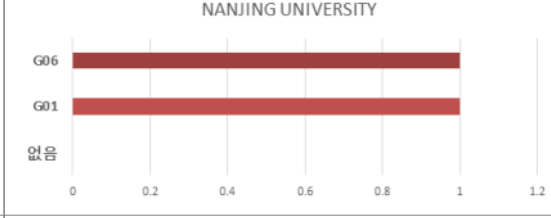
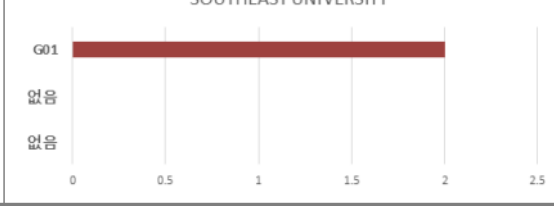
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		-	-
		-	-
5		E01	도로, 철도 또는 교량의 건설
		-	-
		-	-

3 중국

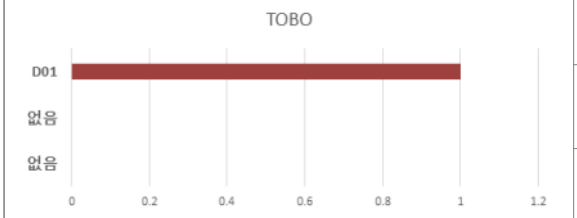
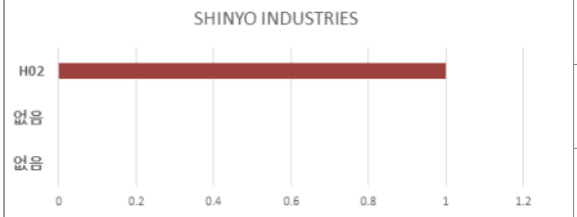
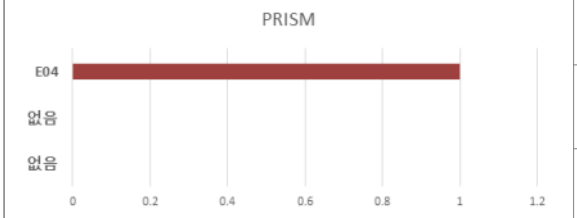
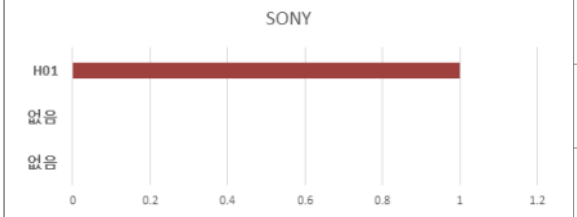
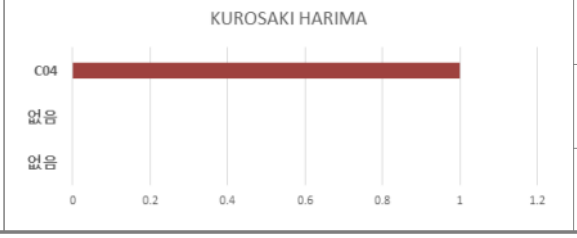
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	DU SHANJI	10.71%	2.22%	200.00%
2	ZHANG LIYONG	7.14%	1.48%	100.00%
3	NANJING INSTITUTE OF ASTRONOMICAL OPTICS & TECHNOLOGY, NATIONAL ASTRONOMICAL OBSERVATORIES	7.14%	1.48%	100.00%
4	NANJING UNIVERSITY	7.14%	1.48%	100.00%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	7.14%	1.48%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C01	무기화학
		–	–
		–	–
2		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F03	액체용 기계 또는 기관
		–	–
3		G02	광학
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		–	–
5		G01	광학
		–	–
		–	–

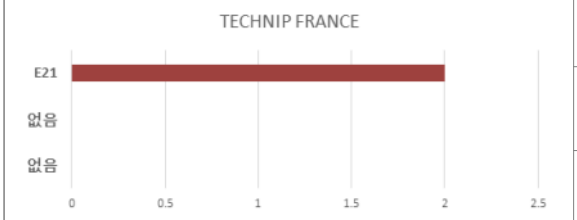
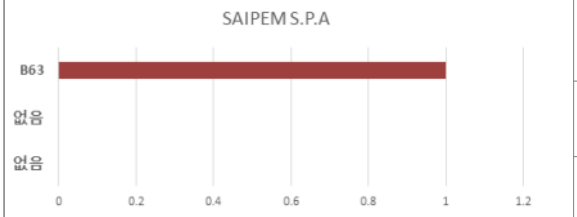
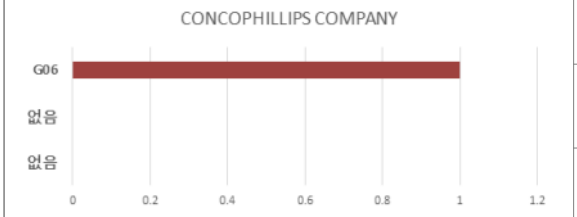
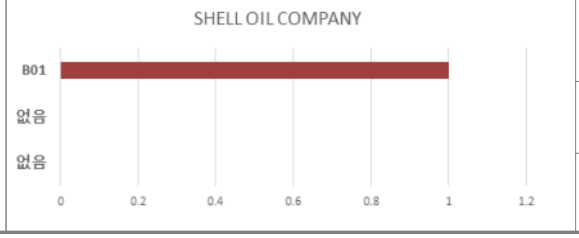
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOBO	4.76%	0.74%	-100.00%
2	SHINYO INDUSTRIES	4.76%	0.74%	-100.00%
3	PRISM	4.76%	0.74%	-100.00%
4	SONY	4.76%	0.74%	-100.00%
5	KUROSAKI HARIMA	4.76%	0.74%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적
		-	-
		-	-
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		-	-
		-	-
3		E04	건축물
		-	-
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
5		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		-	-
		-	-

5 EU

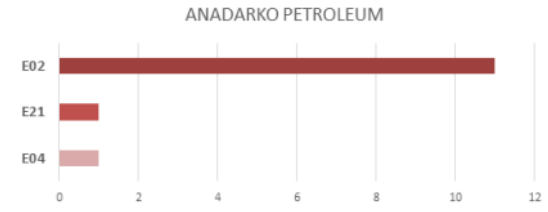
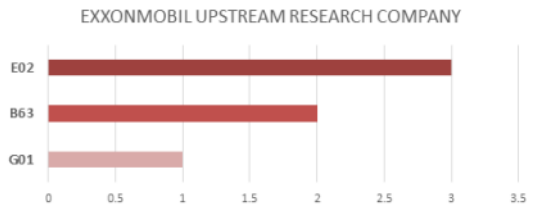
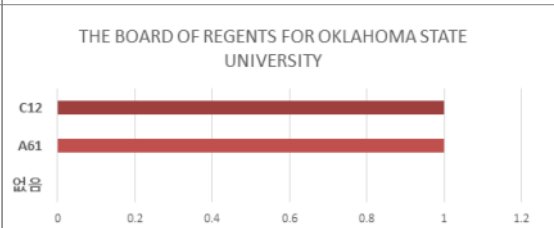
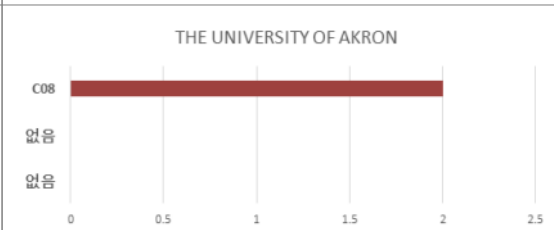
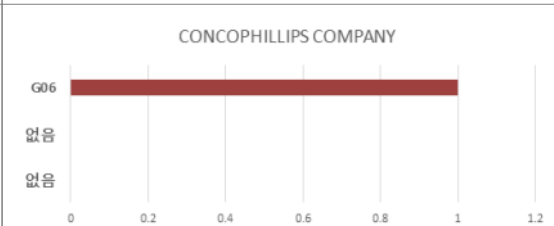
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TECHNIP FRANCE	33.33%	1.48%	-100.00%
2	SAIPEM S.P.A	16.67%	0.74%	-100.00%
3	WAERTSILAE FINLAND	16.67%	0.74%	0.00%
4	CONCOPHILLIPS COMPANY	16.67%	0.74%	0.00%
5	SHELL OIL COMPANY	16.67%	0.74%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		–	–
		–	–
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–
5		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반 (노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ANADARKO PETROLEUM	33.33%	9.63%	-70.00%
2	EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY	17.95%	5.19%	150.00%
3	THE BOARD OF REGENTS FOR OKLAHOMA STATE UNIVERSITY	5.13%	1.48%	-100.00%
4	THE UNIVERSITY OF AKRON	5.13%	1.48%	0.00%
5	CONCOPHILLIPS COMPANY	2.56%	0.74%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		E04	건축물
2		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G01	광학
3		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 국방 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

Ⅳ. 국 방



2018년 기술수준 평가

23. 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술 ····· 1
24. 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술 ····· 31
25. 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술 ····· 63

23 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술



23 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 군 무기체계의 무인화 및 인공 지능을 활용한 자율화 향상 기술
- ☑ 스마트 전장 환경 인식 및 자율 판단 기술, 위험지역 인명피해를 대체할 완전자율 무인 전투로봇 기술, 전투 네트워크에 연결되어 개인전투 임무수행 능력을 향상시키는 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

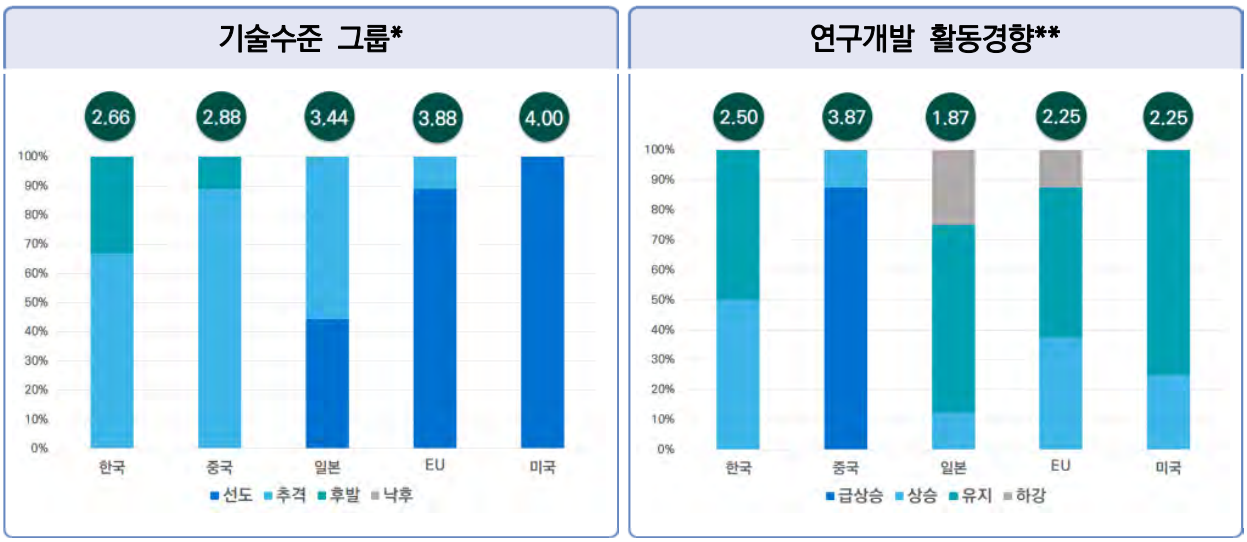
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.0	6.0	추격	보통	우수	상승
중국	83.0	5.0	추격	탁월	우수	급상승
일본	85.0	5.0	추격	우수	우수	유지
EU	90.0	2.5	선도	우수	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	76.5	6.0	75.0	72.0	80.0	10.8	6.0	6.0	7.5	3.5
중국	84.0	5.0	83.0	75.0	85.0	7.7	5.0	4.5	7.0	2.9
일본	85.0	5.0	85.0	80.0	90.0	7.3	5.0	3.0	5.0	2.4
EU	90.0	2.5	90.0	89.0	90.0	2.4	2.5	2.0	3.0	1.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0

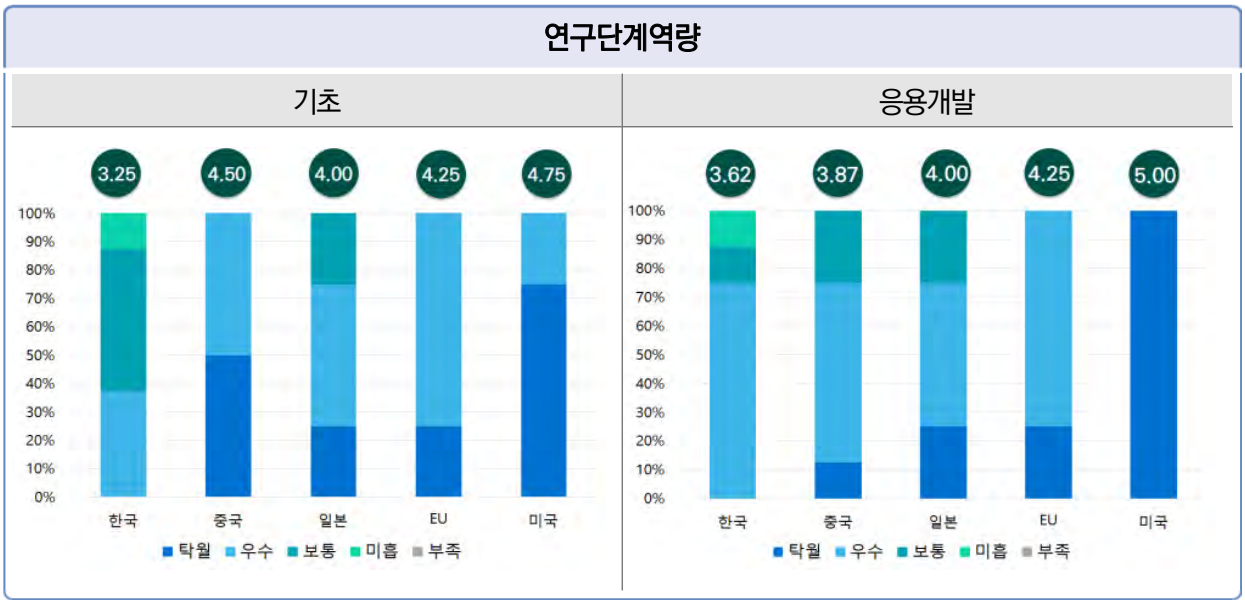
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.0%)	• 국방 분야에 많은 정보를 공개하고 있지 않으나, 우수한 민간 기술력을 국방 분야에 적용할 수 있는 여력이 있음. 특히, 로봇분야에 대해 활발한 연구가 진행되고 있음 • 국한된 기관과 기업체만 연구보다 전 분야에서 접근, 연구하는 정책 필요 • 지상, 해양, 항공 무인화체계 개발 중이나 실용화 단계까지는 일정 시기 필요. 무인화 분야 응용 연구 분야 위주 투자에서 기초기술 투자 확대가 필요 • 최근 들어 중국과 비교했을 경우 국가적 차원에서 투자와 지원이 상대적으로 약함. 특히 지난 10여 년간 이런 상황이 지속되면서 5년 전까지는 한국이 앞서있던 상황이 역전됨 • R&D 역량이 뛰어나지만, 막연히 투자규모를 키우기보다, 민군협력R&D의 구조 비효율성을 개혁하기 위해서 미국의 모습으로 가야 빠른 추격의 동력을 확보할 수 있을 것
중국 (83.0%)	• 정부주도의 신기술에 대한 투자가 이루어지고 국방기술과 연계하여 지속적 검증 • 국가적 차원의 무인화 개발 지원 • 선진국 기술 획득/습득을 통해 기술을 분석하고 AI를 적용하여 발전 추진 • 국가 차원에서 적극 지원하지만 원래 미국, 유럽과의 격차가 큼 • 막대한 R&D 및 무기체계 첨단기술 확보 투자. 중국 인구는 전 세계 1/5로서 알려지지 않은 연구역량까지 포함 시 평가는 상향조정이 필요함. 미국, 일본, 유럽처럼 상용화 판매해서 세계시장에서 호응을 공식적으로 아직 받지 못하고 있는 부분이 한계
일본 (85.0%)	• 무인화, 지능화 관련 휴머노이드형 로봇을 위주로 개발하고 있으며, 국방보다는 서비스, 의료 분야에 제품이 발표됨 • 능동방호/장갑방호 기술을 보유하고 있음 • 초소형 스마트 개인전투 무장 체계를 개발함 • 고성능의 첨단 무기체계는 개발하기 보다는 국외 도입에 의존하고 있으나, 지상/해양/항공 플랫폼은 선진국 수준의 무기체계를 개발/운용하고 있으며 해외에 수출 • 전 선두그룹 기업과 정부 참여로 신기술이 지속적 개발 • 재난, 제설, 기뢰탐지, 정찰 등 목적으로 지상 및 해양무인체계 기술 발전. 쓰나미 감시에 무인체계 이용해 실시간 정보획득으로 대응향상 • 국가적 차원에서 적극적인 투자가 약함
EU (90.0%)	• 일부 국가에서 능동방호/장갑방호 기술이 적용된 플랫폼을 운용 중 • 곤충형/동물형 로봇 개발 중 • 무인 및 로봇 분야는 우수한 민수의 기술을 기반으로 국방 분야에 적용할 여력을 갖추고 있음 • 보다 실용적인 접근으로 계속적인 투자가 이루어짐 • 프랑스, 독일, 영국, 스웨덴 등이 주도적으로 미래형 잠수함 및 무인화체계 주도 • 대기뢰전 해양무인체계와 고성능 탐색기 기술 발전 • 스무인정찰, 무인공격, 텔스 무인전투기로 기술발전 중 • BAE, AirBUS, Dassault Avation, SAAB 등 글로벌 수준의 방산기업 다수 포진
미국 (100%)	• 세계 최고 수준의 해양무인 플랫폼 설계 기술을 발표하고 있음 • 국방 분야 최고 선진국으로 지속적인 투자로 첨단 무기들 개발

국가 (기술수준)	판단근거
	• 세부기술에 언급된 기술들의 대다수를 개발하였거나 개발 중이며, 현재 해당 기술이 적용된 무기체계를 운용 중 • 학계를 중심으로 곤충과 동물의 생체모방형 로봇을 개발하고 시연 중 • 지속적인 정부 투자와 관심을 바탕으로 산업전분야의 혁신 일어남 • 네트워크 기반 무인화체계 이종 연동 수준까지 기술 발전 • AI를 적용한 고도화 진행 중 • 전기추진 선박, 무인반잠수정 등 신개념 플랫폼 개발 주도 • 냉전이 끝나고 나서도 미국은 국방 분야에 꾸준하게 투자 • 2013년 국방부 무인화 개혁 이후 무인화 플랫폼 개발에 대해 집중 • 과학기술 및 무기체계 자타가 공인하는 세계 선두 국가, 육해공연구소를 중심으로 70여개의 민간연구기관이 국방연구 수행 중. 1개 민간연구기관의 평균 인력 및 예산 규모가 1,000명 년간 1조원(예 : MIT 링컨랩 3,000명, 1조원)

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 정부차원에서 4차 산업혁명과 관련된 인공지능, 빅데이터, IoT 등에 투자를 하고 있으며, 이를 통해 개발된 기술을 국방 분야에 적용 시 활용성이 높을 것으로 예상 • 기초연구는 미국과 동등이상의 기술력을 보유 • 기회와 여건을 제공하면 뭐든지 해낼 수 있는 R&D 역량 확보 (예 : T-50, 수리온, 대공미사일, 잠수함, 함정 등) • 강한 기초 개발 기술 (무인화 플랫폼으로 기반으로 한 다양한 무인 시스템 제조 능력) 보유 • 탐색기 등 기초기술 국내이전 활용 • 유럽, 일본 등 선진국과 비교하여 세계 유일의 분단국가로서 국방에 대한 투자는 지속적으로 이뤄짐. 이에 기반하여 전체적인 기술 및 인력은 어느 정도 확보 됨	• 우주, 방공 무기 등 첨단 분야 연구개발 미흡 • 해양무인 플랫폼 설계 분야 기술/인력/인프라 • 응용개발연구 평가를 위한 인프라 구축 부족 • 민군R&D협력구조의 취약성 유지(앞선 민간연구역량을 국방에 접목하는 부분데, 효율이 매우 낮음). 국방 정책결정자 그룹의 과학기술 마인드 및 인식 부족(과학기술이 운용개념을 송두리째 바꾸도록 드라이브하는 시대로 전환됨). 이를 개선하기 위해 국방과학기술연구소(ADD)의 순기능을 극대화하고 역기능을 최소화해야 함 • 방산비리 • 무인화 플랫폼에 대한 정확한 이해도 없고 계획도 없음 • 발전 속도가 상대적으로 중국에 뒤짐
중국	• R&D에 많은 예산과 인력을 투입하고 있어, 급격한 성장을 이루고 있음 • F-22, F-35에 이어 세계에서 세 번째로 5세대 전투기인 J-20을 실전배치함 • 민간 드론 시장의 90%이상을 점유. 국방 분야에서도 다수의 드론을 공개/운용 • 논문, 특허 등의 기초연구 기술수준이 급상승중이며, 응용개발 연구의 기술력 상승력이 클 것으로 예상	• 다수의 기술과 무기를 공개하지만, 검증 필요 • 응용개발연구를 평가하기 위한 인프라 구축이 부족함 • R&D 품질에 대한 신뢰성이 낮을 수 있음 * 신뢰성(RAM-신뢰도·가용도·정비도) 세계시장 판매실적이 낮아 인지도가 낮음. 국방 기술수준이 공신력 높고 신뢰성 있게 알려지지 않음 • 현재는 무인화 보다는 기초 방산 기술의 완성도를 높이는 분야에 주력 중

국가	강점분야	기타
	• 국가가 원하는 R&D는 무엇이든지 제한 없이 할 수 있는 R&D 역량과 환경 • 논문 및 특허 출원 실적은 선두권 • 종신 집권이 가능한 시진핑 중국 정부의 군사력 증강 정책 지속 유지 – 미국과 대등한 능력 확보가 목표 • 높은 기초 학문 수준 • 산학연 및 국외 거주 전문 인력 활용	• 미국 최고수준에는 미달 • 국방 분야 기초 및 기반이 약함. 국가적 차원에서 적극적인 지원이 있음에도 핵심기술 확보가 여전히 어려움을 겪고 있음
일본	• 휴머노이드와 관련한 기술력은 세계최고 수준이며 기술리더는 민수분야. 하지만 국방분야로 파급될지는 보고되지 않음 • 민수 업체 원천 기술 및 특허 출원 증가 • 수준 높은 기초 학문 연구 (인공지능의 기초 연구 분야에서는 가장 앞서있음) • 독립적인 연구 방향을 가짐 (내부적으로 독자적인 방향의 연구가 많음) • 재난 등 대응에 대한 무인화체계 실용화. 관련 기술 및 인프라 정부 지원 • 세계 선진국의 국격에 맞게 국방 분야에서 기술, 인력, 및 인프라가 튼튼함	• 국방 분야에 대해 폐쇄적으로 운영되고 있어 많은 기술이 공개되지 않음 • 응용개발연구는 미국 대비 미흡하며, 민수분야의 리딩 기술이 국방 분야로 파급되기에는 아직 미흡함 • 전범국가로 국방 연구 활성화 제약 존재 • 발전 속도가 상대적으로 중국에 뒤짐 • 지난 20년 넘게 경제 침체기를 맞으면서 국방 분야에 대한 투자가 급격하게 감소되면서 신흥국과의 격차가 급격하게 줄어들고 있음
EU	• 독일, 프랑스 중심의 우수한 기술력 보유 • 매년 European robotics league와 같은 대회를 개최하여 기술발전 유도 • 소규모의 전용 시험시설들을 이용하여 유럽국가에서 개발한 플랫폼의 성능 입증 • 공동방위체제로 신속히 전환 중. 국방 및 국민안전 R&D를 안보 연구(Security Research)라는 거대 영역으로 하나의 틀에서 유럽연합 국가들 전체의 R&D역량을 통합 활용하는 구조로 발전하고 있음. 영국의 DSTL(우리나라의 ADD)은 국방 및 국민안전(Homeland Security)까지 포괄하는 것으로 임무영역 확장 • 다양한 기초 학문의 존재 (인공지능의 새로운 다양한 접근 시도) • 다양성이 존재하는 플랫폼 개발 • 높은 수준의 연구 인력 • 실용화 단계의 무인화체계 유인 플랫폼 운용 인프라 기반 활용 • 냉전시기에 구축되었던 기술, 인력, 및 인프라 등 기반이 강함	• 냉전이 끝나면서 국방 분야에 대한 투자가 상대적으로 많이 축소되는 분위기 • 센서, 소자 등의 원천기술력이 뛰어나지만 스마트 플랫폼에 적용 가능한 전반적인 기술력 부족 • EU 각 국의 국방R&D 역량이 차이가 있고 강약점이 상이하므로 최적의 통합에 제한 예상 • 무인화 플랫폼은 기반 기술의 통일화가 중요한데 현재는 그 작업이 이루어지지 못하고 있어서 기술이 융합되어 하나로 뭉쳐지지 못함 • 발전 속도가 상대적으로 중국에 뒤짐 • 미국과 마찬가지로 현재 세계 경제위기속에서 국방에 대한 투자가 급격하게 줄어들면서 신흥국, 특히 중국과의 기술격차가 지속적으로 줄어들고 있음

국가	강점분야	기타
미국	• 신개념의 무기체계를 개발하기 위해 DARPA를 지속적으로 운영하고 있으며, 우수한 인력을 바탕으로 첨단 무기를 개발할 여력 충분 • Lockheed Martin, Boeing 등 세계 최고 수준의 기술력을 보유한 방산 업체 보유. 이들이 개발한 무기체계는 세계적으로도 우수한 평가를 받고 있음 • 과거 수차례 실전투입을 통해 기술을 검증하고 데이터를 축적하여 인공지능. 빅데이터 등 첨단 기술을 접목시키는데 유리 • 관련 기술이 접목되어 군사용 차량형 및 곤충형 초소형 지상이동 로봇도 지속적으로 발표함 • 기존 군 시설을 이용해 개발된 플랫폼을 시험하여 연구부터 실제 응용까지 기술수준 향상 • 세계의 모든 연구역량을 흡수하는 구조 및 국가와 국방 R&D가 긴밀히 연결된 효율성이 매우 높은 구조 확보(교수/연구원 2명 중 1명은 100% 연구비를 국방R&D에서 지원) • 국방연구가 국가산업에 국가연구가 국방산업에 상호작용 하는 구조로 선순환 발전 • 각 분야별 글로벌 방산업체 다수 포진 - 1, 2차 세계대전부터 시작된 민군협력 구조 지속 발전유지 • 객관적 시전을 통한 무인화에 대한 접근 방향 평가 및 재수정 • 군 주도의 기술 개발 사업에 대한 예산이 많음 - 군의 요구 사항을 개발에 직접적으로 반영 • AI 기술, 자율제어분야 향상 넓은 시장을 기반으로 다양한 플랫폼이 시도됨 • 냉전시기부터 지금까지 국방 분야에 대한 막강한 투자를 바탕으로 현재 기술, 인력, 인프라 등 모든 면에서 세계 최강의 지위 유지	• 개발 제품이 너무 많기 때문에 약간의 집중이 필요한 상태 • 발전 속도가 상대적으로 중국에 뒤짐 • 현제 세계 경제위기속에서 국방에 대한 투자가 상대적으로 다소 약화된 부분이 있음. 이 부분은 중국을 대표로 하는 신흥국에 기회가 될 수도 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	4위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 민간에서의 핵심 최신 기술을 개발하고 국방에서 실용화하는 이원화된 방향보다는 민간의 핵심최신기술 개발 시 국방 분야의 연구기관이 함께 참여하여 실용화도 함께 고려한 기술 개발이 실용적인 국가 기술수준을 향상하는데 도움이 될 것 • 핵심기술 보유 산학연 연계 기술센터 확대 • 국내 기관 및 업체 간 적절한 경쟁과 협력 구조 • 민간 과학기술이 깊이 국방에 침투할 수 있는 여건 조성. 국가과학기술과 국방과학기술간 협력이 거리가 너무 멀고 접촉 볼륨이 매우 작게 형성 유지됨. 국내 능력을 충분히 묶어낸 후(선 국내 민군협력) 국제협력이 부족한 부분을 채우고 가속화 하면서 실효성을 거둘 수 있음
국제협력 촉진	• 국제 협력 과제 예산 확대 • 해당분야의 선두 기술을 가진 기관, 학교 등과의 협력함에 있어 선진국 실정에 맞는 충분한 예산이 반영되고 기존 계약 조건으로는 선진기관과 계약이 안 되는 조항들을 없앨 수 있도록 정책적 지원 • 국제공동협력개발 사업 활성화: 국내 적용 체계뿐만 아니라 외국 소요 체계에 대해서도 적극적으로 협력개발 추진 • 국내에서 개발된 스마트 플랫폼이나 무인화 플랫폼이 선진국의 시스템과 별도로 떨어진 갈라파고스의 시스템이 되지 않기 위해서 국제적으로 진행되고 있는 시스템 통합에 참여를 해서 인터페이스 유사성 유지. 특히 작년부터 영국 해군과 미해군이 무인화 공용 플랫폼에 대한 공동 연구를 시작을 하고 있어서 가능한 빨리 이 모임에 합류를 해서 적어도 연동이 가능한 시스템 기반을 초기에 갖추는 것이 중요
인력양성 및 유치	• 인력양성과 유치를 위한 연구비 확대. 현재 진행 중인 단발성 프로젝트만으로는 전문가 양성 불가. 장기 플랜 수립 필요 • 국내 우수한 인력을 양성하더라도 해외로 나가는 일이 매우 많으며 다양한 이유가 있지만 주된 이유 중 하나는 국내 연구기관 처우가 낮은 것. 따라서 국내 관련 기관의 처우를 선진국 수준으로 올리면 당연히 인력 양성과 유치는 될 것 • 학교인력 양성을 다분야로 진행. 꼭 대학뿐만 아니라 고등학교부터 가능하고 사회 전반에 번지도록 학계 인력양성과 함께 일반 기업의 전문 인력을 유지할 수 있도록 지속적인 사업 유지 • 국가적 차원에서 국제 및 국내 협력의 선순환을 확보하므로 국내 연구 인력의 시야를 넓히고 또한 해외 유수인력의 유치도 가능할 것 • 딥러닝 관련해서 다양한 인력이 양성되고 있지만, 거의 대부분 딥러닝 기반의 연구자들이 대부분이고, 국방 쪽의 다양한 안정도 높은 시스템 개발에 대한 인력 양성 부족 • 대학에 기능을 두면 인력양성의 문제는 해결됨. 기초는 대학, 나머지는 정출연 및 방산업체 식의 구조는 모든 구성 기관과 인력양성의 동력을 스스로를 약화시키는 결정

	정책제언
인프라 구축	• 연구 개발하는 플랫폼, 기술의 정량적인 평가를 위한 시험시설이 전무하기 때문에 민간 및 국방도 함께 시험평가 할 수 있는 시험시설 필요 • 새로운 연구원을 만드는 것도 좋으나 기존 연구원들의 기술 전환을 위한 인프라 구축이 경제적, 인적 투자 면에서 더욱 바람직 • 정부출연 연구소를 중심으로 해양무인체계 등을 시험하고 평가할 수 있는 시설을 확보하고 학계나 산업계에서도 이용 활성화할 수 있도록 지원 • 국방 관련 연구개발의 효율적이고 성공적인 결과 확보를 위해서는 최종 성능시험을 위한 육해공 별도의 인프라 구축 필수 • 국방무인화에서 가장 중요한 측면 중 하나가 어떻게 무인 시스템을 평가하는가 임. 미국은 현재 UxV 의 다양한 시스템을 단독/협력 운용 시 평가가 가능한 새로운 형태의 시험 평가장을 설계하고 구축 준비. 국내에서도 이러한 무인 시스템을 평가하기 위한 새로운 평가 인프라 구축 필요
법·제도 개선	• 현행 법체계를 검토하여, 국방 무인 플랫폼 개발/운용 가이드라인 수립 • 연구비와 관련하여 초기 확정된 연구비를 사업기간 내에 사용하기 보다는 유동적으로 일정범위 내에서 증감할 수 있고 사업기간도 일정범위 내에 조정할 수 있는 법제도 개선 • 자유로운 연구와 성과가 활용될 수 있도록 기존 법률 제거 및 일부 지역을 자유존으로 지정 • 개발 사업에 있어 도전적으로 시도한 경우 실패도 인정해줄 수 있는 제도 필요. 실패를 통해 얻은 기술적, 운용적 경험도 소중한 자산으로 확보 • 국가적 차원에서 중장기 발전 비전제시 및 이를 가능하게 할 수 있는 법제도 개선 • 국방 무인화의 획득과정이 기존의 무기체계 획득 과정과 유사한 측면이 있음. 이러한 V 프로세스를 기반으로 하는 획득과정은 무인 시스템 획득 과정에 부적합하다고 하는 미 해군의 보고서가 2013년에 나온 바 있고, 미군이 이러한 측면에서 무인시스템에 대한 획득과정을 바꾸려고 2013년부터 제도 개선 및 접근 방법을 달리 시도. 국내도 마찬가지고 무인 시스템의 획득 과정에 대한 새로운 논의 필요 • ADD 중심 R&D 및 획득 구조를 과감히 바꿔야 함. ADD법 시행령 등을 그대로 두고 민간의 참여를 확대하는 것 불가능. 20년 역사 민군협력 발전의 한계는 그 지휘를 ADD에 두었기 때문. 과기부나 산업부 예하로 바꿔야 함. 국과심의 예산심의도 거대공공과 국방전문의 위원회 검토 분야를 안보(국방 및 국민안전)의 하나의 통에서 심의하도록 개선 필요. 예를 들면, 해양경찰과 해군이 무엇이 공통점인지 함께 고민 가능. 절박함이 없으므로 변화의 동력이 없는 것
연구비 확대	• 국방 무인 플랫폼의 경우 SW 기술 개발이 핵심이나, 국방 R&B 예산은 HW 규모에 비례하게 책정되는 관례를 가지고 있어, 현재 운용중인 유인 플랫폼에 비해 국방 무인 플랫폼에 투입되는 예산이 현저히 적음. 정책적으로 국방 무인 플랫폼 SW 기술에 대한 예산 책정 확대 필요 • 민간 국방 연구기관이 함께 실용적인 요소를 고려한 선진 핵심기술을 개발하기 위해서는 기존 연구비 책정 방식보다는 더 소요될 것이며 국제 협력을 통한 연구개발이 함께 이루어지기 위해서는 역시 연구비가 확대 될 것. 하지만 연구비를 무작정 확대해서 받기 보다는 연구 중간에 일정금액까지 증대할 수 있도록 하여 연구 종료 시 정산을 통해 투명하고 유연한 연구비 사용이 이루어지도록 하면 좋을 것

	정책제언
	• 특정분야의 발전을 위해서는 국가적 차원에서 연구비 확대가 불가피 함. 중장기 발전 비전에 근거한 중점분야에 대한 집중 투자 필요 • 무인시스템은 세부 소요 기술이 많기 때문에 플랫폼을 중심으로 연구비를 책정하면 시스템 개발일 정상적으로 이루어 질수 없음. 무인 시스템의 세부 소요 기술에 대한 방대한 투자를 통해 핵심 기술을 성숙 시키고 이를 공용 기술화 하여 플랫폼을 개발하는 전략으로 시스템을 개발할 필요가 있고 이 때문에 세부 소요 기술에 대한 적극적인 연구비 투자 필요 • 과기부 예산을 국방R&D로 전환 확대하면 됨. 군과 민 모두에게 이득이 되는 구조. 정출연 그리고 IST대학 및 주요우수대학이 안보 R&D를 할 수 있도록 하도록 환경을 조성하면 연구비 확대는 따라오게 됨. 업체도 지자체도 매치펀드 형태로 투자하면서 연구비 파이를 늘려갈 수 있음. 효율은 연구비 확대와 같은 효과. 국가과학기술과 국방과학기술간 협력이 거리가 너무 멀고 접촉 볼륨이 매우 작은 것을 크게 만들면 그 자체가 연구비를 확대하는 효과 야기
기타 의견	• 기술 융합이 반드시 이루어져야 하며 특히 기존 연구소들의 고유기술과 드론봇 연구소간의 시너지가 날 수 있는 공동 프로젝트로 지상 해상 공중의 기술 융합 필요 • 해양무인체계 탑재 수중유도무기 개발: 무인잠수정 및 무인수상정에 기존 수중유도무기 또는 소형어뢰를 탑재하여 원격통제를 통한 운용 • 특정해역 수중감시를 위한 고정형과 이동형 해양무인체계 복합운용을 통한 수중감시체계 개발: 수심이 낮은 지역은 무인수상정을 활용한 이동형 해양무인체계를 이용하여 수중감시와 광학장비 이용한 수상감시, 일정 수심 이상 해역은 수중무인글라이더를 활용한 수중감시와 항만감시체계 적용한 고정형 수중감시체계 활용, 복합 환경에 적용할 수 있는 감시체계를 통해 해외수출에 적극 대처 • 안보 개념의 변화가 새로운 과학기술을 요구하는 한편, 과학기술의 발전이 안보 개념의 재정립 요구. 또한 현대의 위협은 인간에 의해서만 아니라 과학기술 그 자체에 의해서 생성되는 성격이 강함. 기후변화, 사이버 등 신흥 위 협 이슈들은 그 위협의 기원이 과학기술에 있어서 위협의 과학기술적 특성을 이해하고 대응하는 것이 해결의 실마리 제공. 군사적 안보를 위해서 국방과학연구소(ADD)가 1970년 개소하여 2017년 말 연구개발 인력 3천여 명 규모로 세계 9위의 국방과학 기술력을 확보하는데 크게 기여. 또한 군사 정책 연구는 1987년에 설립된 한국국방연구원 (KIDA)의 약 500여명이 전담. 국립재난안전연구원이 1997년 국립방재연구소로 개소한 이래 현재 총 200여명이, 치안 부분에서는 치안정책연구소가 1980년에 정책 연구를 위한 치안연구소로 개소한 이래 2015년 치안과학기술의 기획, 관리, 연구를 전담하는 조직을 연구소 내에 신설하여 현재 총 40여명이 연구를 수행하고 있음. 군사적 그리고 비군사적 안보를 과학기술로 뒷받침하는 연구기관 간 연구 인력과 예산의 불균형도 그렇다지만 그보다 군사적 비군사적 안보 과학기술간 시너지와 공동 활용을 극대화 할 수 있도록 하기 위해 안보 차원의 과학기술 연구개발 기획 관리와 통제 시스템의 혁신적 개선 필요 • 각 부처에 일임해야 할 재난안전 기술개발 영역과 예산, 범부처 차원에서 전략적으로 추진해야 할 것을 구분하여 제한된 예산의 투자효율성을 극대화 하도록 선택과 집중 전략 추진을 위한 객관적 기준 그리고 강력한 통제시스템을 함께 마련 필요

다 주요 분석 결과 요약

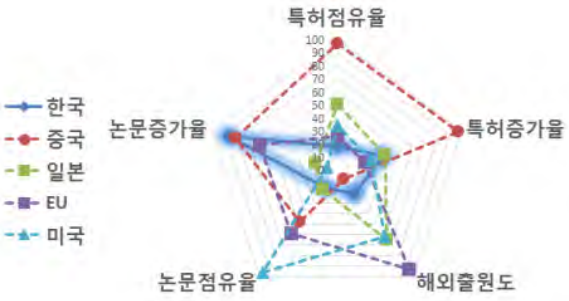
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	국방	9,671	17,286	11.6%	124.2%
해당 중점과학 기술명	국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술	3,150	7,993	-0.9%	145.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

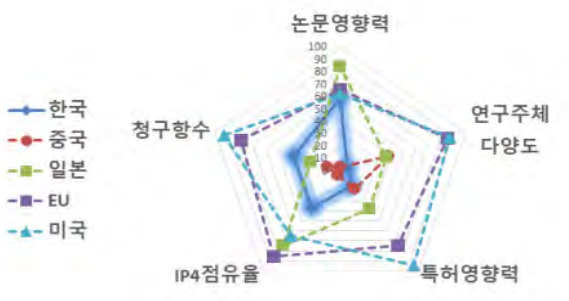
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	일본	미국
	48.1%	50.7%	6.3	8.7
한국	5위	5위	4위	5위
	3.6%	5.5%	5.4	3.9
5개국 평균[2]	-	-	5.1	7.1

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

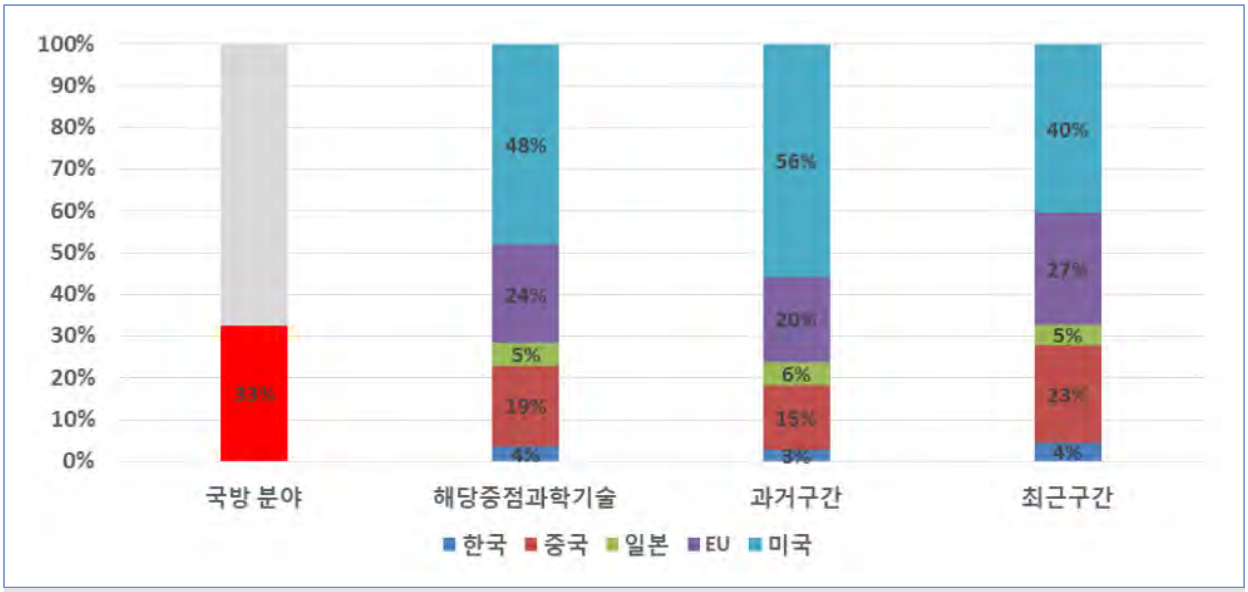
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.4)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(48.1%), EU(23.6%), 중국(19.4%), 일본(5.3%), 한국(3.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(59.1%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 일본(6.3), EU(5.6), 미국(5.5), 한국(5.4), 중국(3.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 미국(0.95)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(5.5%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(3.9)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(50.7%), 일본(20.2%), 미국(13.7%), EU(9.9%), 한국(5.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(345.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.7), EU(7.0), 일본(5.3), 중국(4.2), 한국(3.9) 순이며, IP4 점유율은 EU(13.6%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.6%	19.4%	5.3%	23.6%	48.1%
	논문 증가율	59.1%	50.4%	-12.4%	30.3%	-28.3%
	논문 영향력	5.4	3.0	6.3	5.6	5.5
	연구주체 다양도	0.74	0.84	0.83	0.94	0.95
특허 분석	특허 점유율	5.5%	50.7%	20.2%	9.9%	13.7%
	특허 증가율	72.0%	345.5%	74.5%	19.2%	37.4%
	해외출원도	1.0	0.1	2.7	4.3	2.6
	특허 영향력	3.9	4.2	5.3	7.0	8.7
	IP4점유율	7.1%	0.3%	11.6%	13.6%	10.4%
	청구항수	5.6	2.8	4.4	9.0	10.9

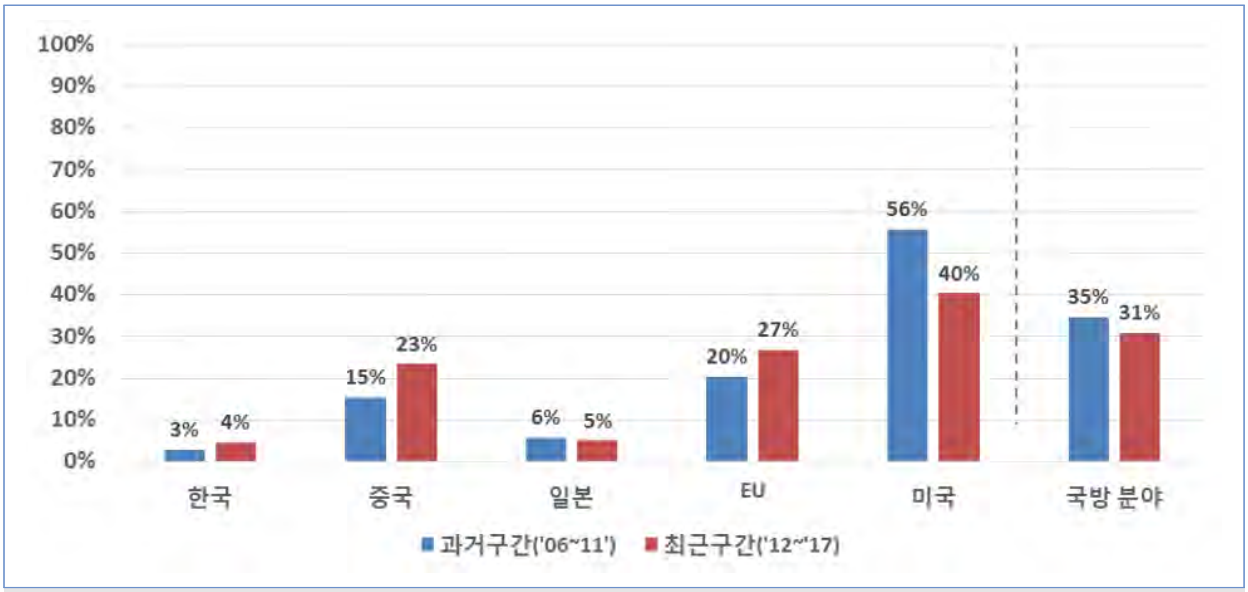
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 1514건으로 전체 논문의 48%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술은 국방 분야의 전체 논문 중에서 33%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

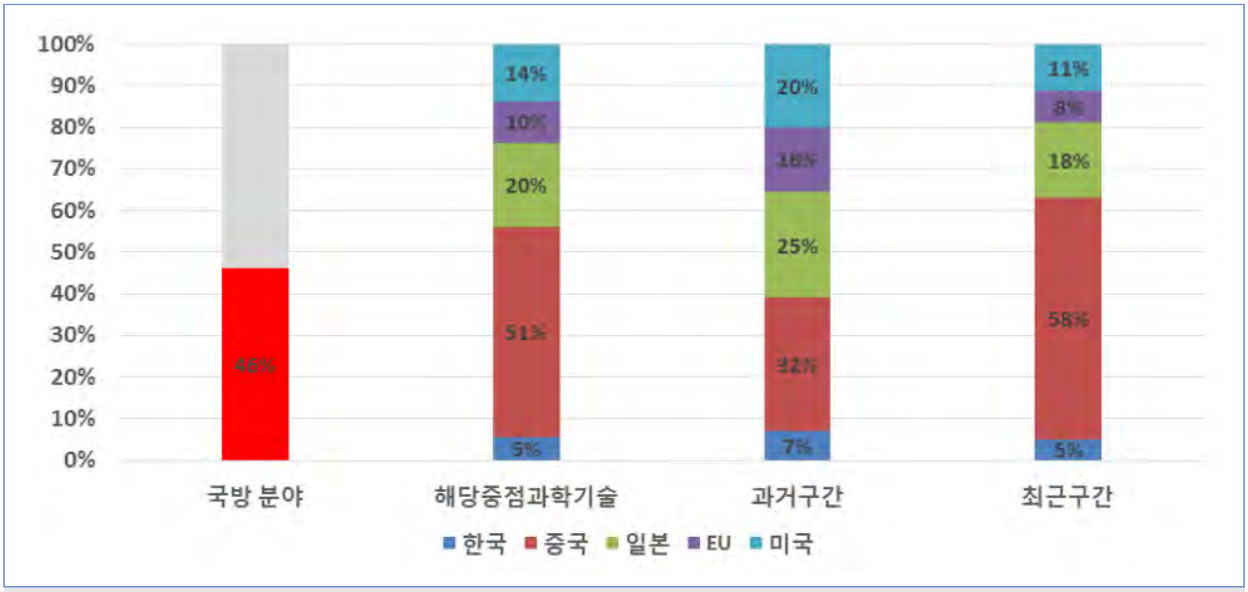


- 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 59.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	44	70	114	59.1%
중국	244	367	611	50.4%
일본	89	78	167	-12.4%
EU	323	421	744	30.3%
미국	882	632	1,514	-28.3%
전체	1,582	1,568	3,150	-0.9%

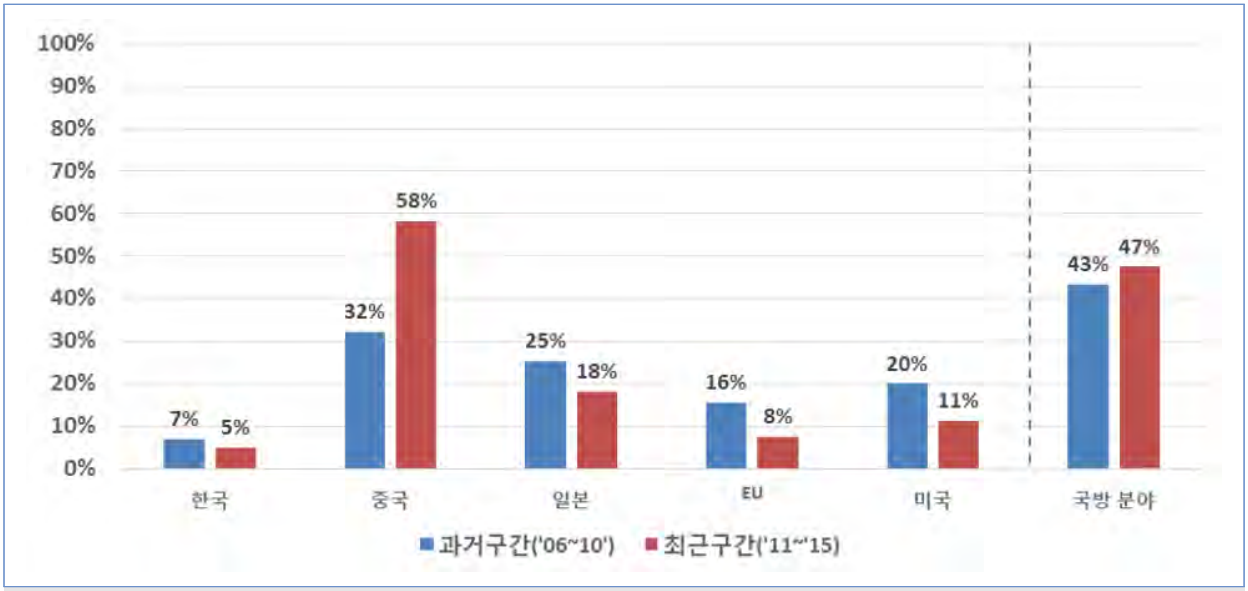
(4) 특허 점유율(전체)



- 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 4053건으로 전체 특허의 51%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 미국, EU, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술은 국방 분야의 전체 특허 중에서 46%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



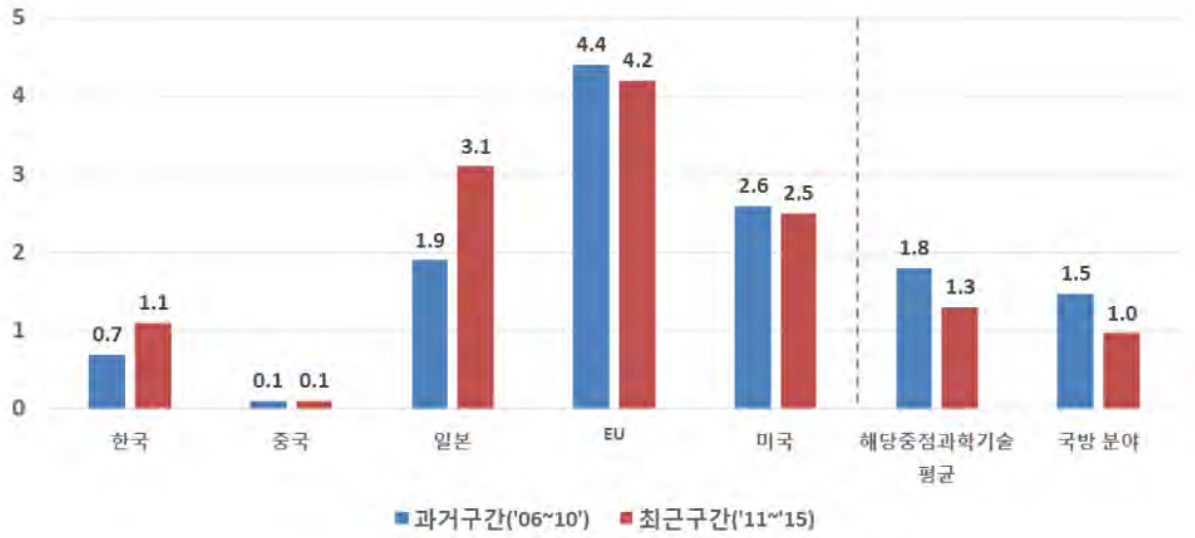
● 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 72%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	161	277	438	72.0%
중국	743	3,310	4,053	345.5%
일본	588	1,026	1,614	74.5%
EU	360	429	789	19.2%
미국	463	636	1,099	37.4%
전체	2,315	5,678	7,993	145.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

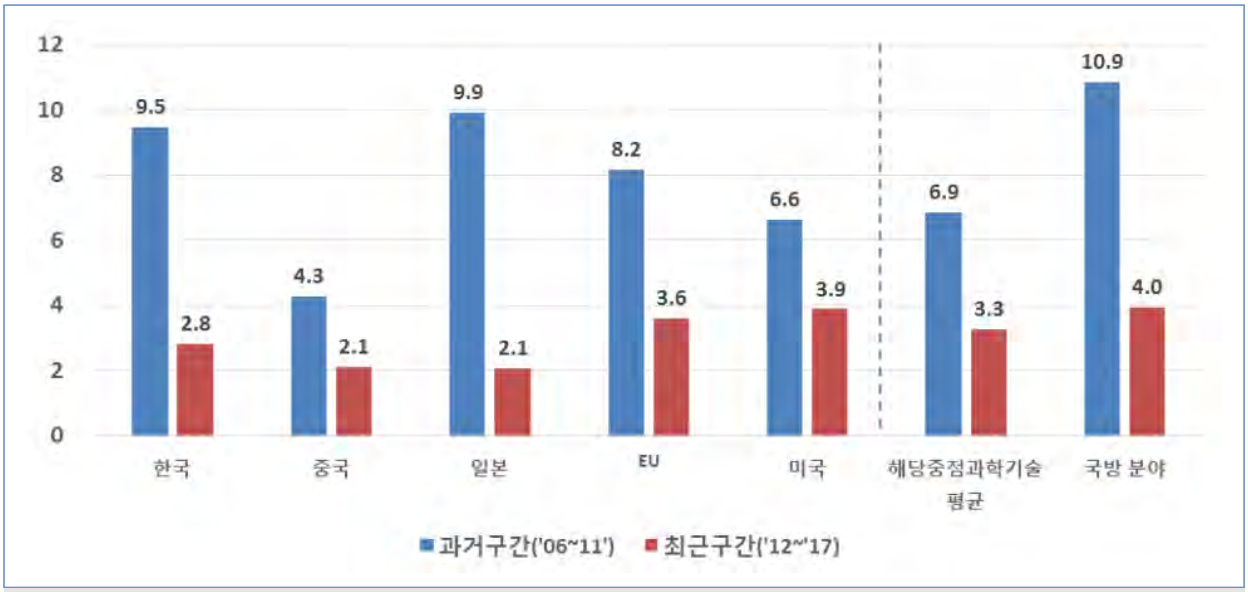


● 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

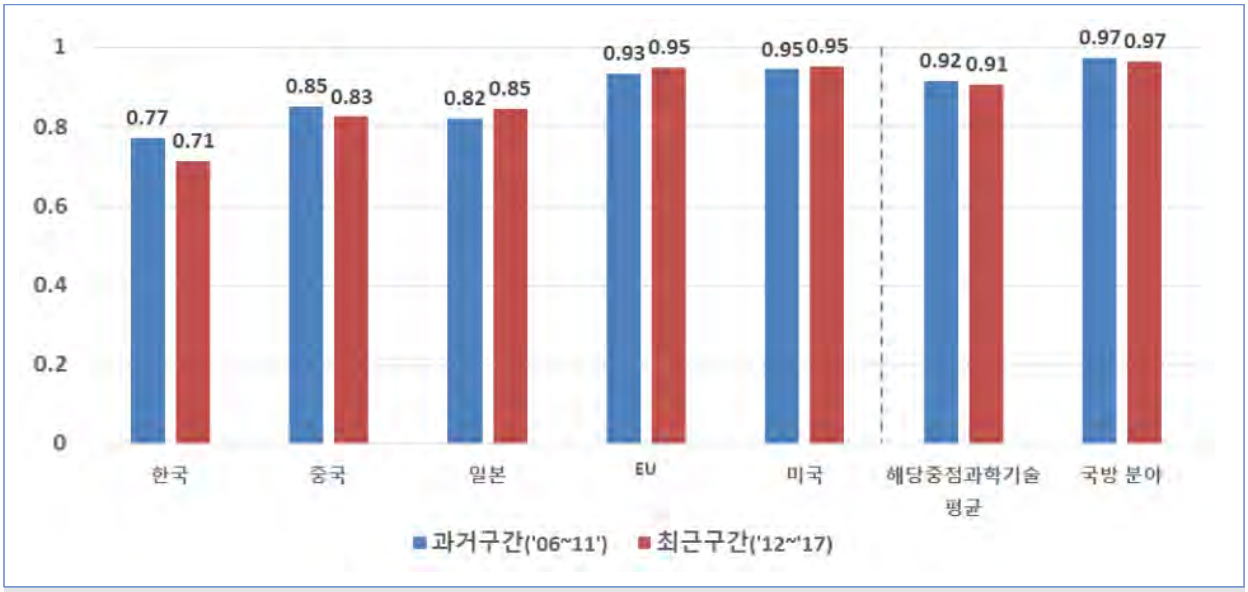
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



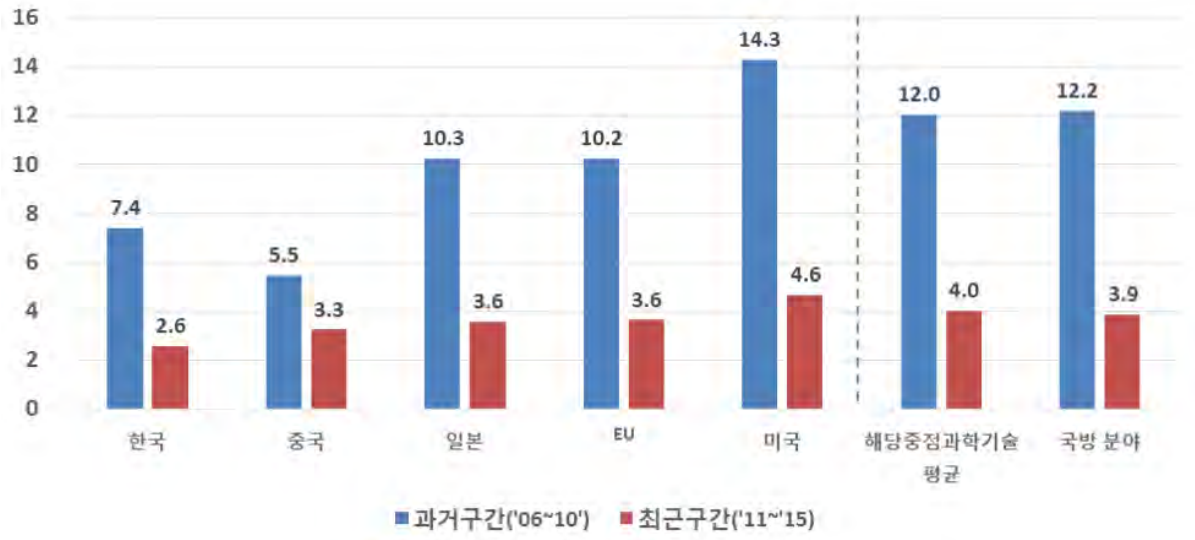
● 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



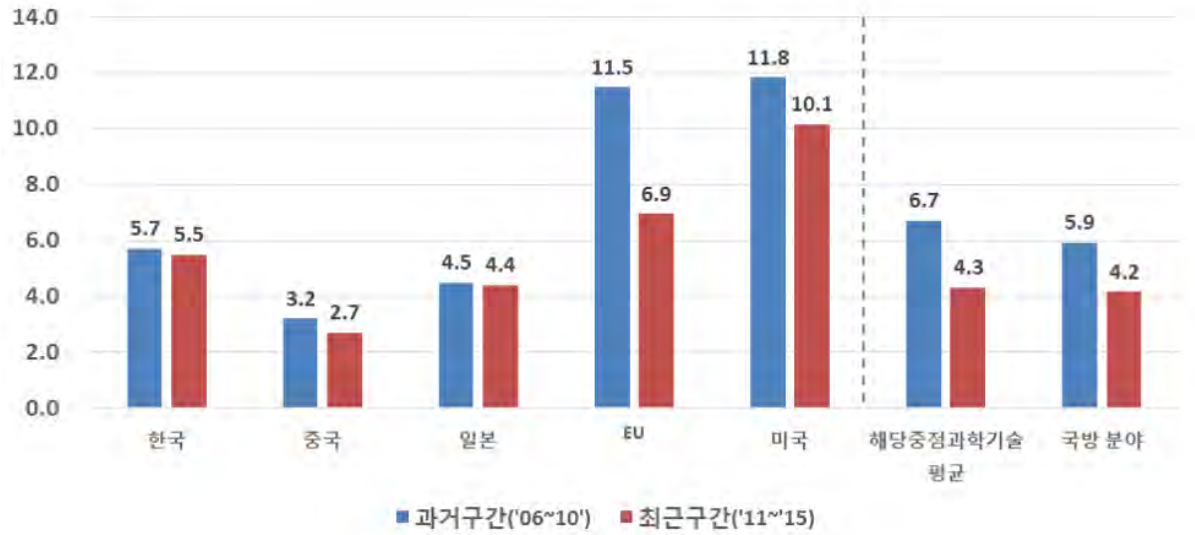
● 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

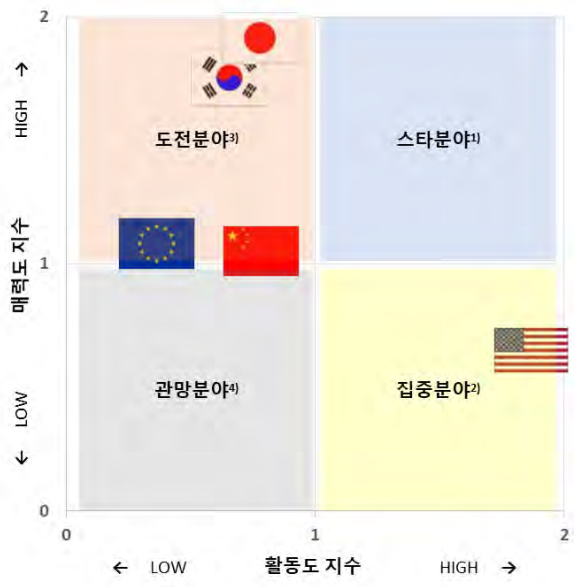
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

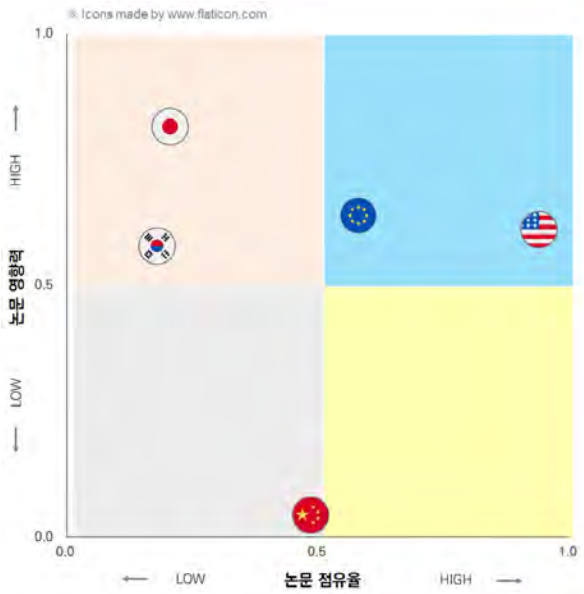
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

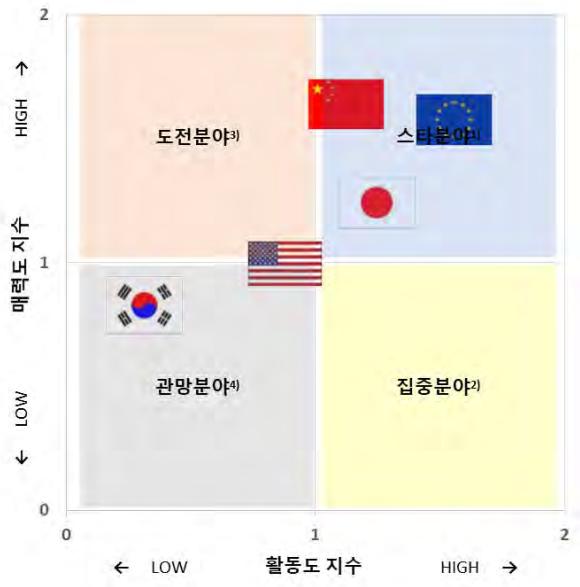


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

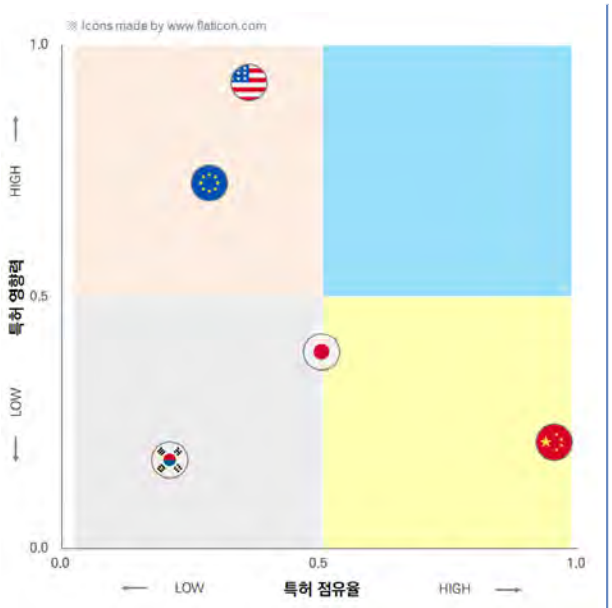
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 국방 스마트 플랫폼 및 무인화·지능화 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY(0.86%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '카이스트'가 7.89%(글로벌 점유율은 0.29%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	중국	4.42%	0.86%	25.00%
2	AIR FORCE ENGINEERING UNIVERSITY	중국	4.26%	0.83%	233.33%
3	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	중국	3.93%	0.76%	142.86%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.12%	0.54%	-45.45%
5	AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.12%	0.54%	-69.23%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	7.89%	0.29%	250.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	7.02%	0.25%	200.00%
3	AJOU UNIVERSITY	3.51%	0.13%	0.00%
4	KONKUK UNIVERSITY	3.51%	0.13%	200.00%
5	KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.51%	0.13%	-100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	4.42%	0.86%	25.00%
2	AIR FORCE ENGINEERING UNIVERSITY	4.26%	0.83%	233.33%
3	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	3.93%	0.76%	142.86%
4	NAVAL UNIVERSITY OF ENGINEERING	2.78%	0.54%	83.33%
5	BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	2.62%	0.51%	-54.55%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	4.79%	0.25%	-40.00%
2	KYOTO UNIVERSITY	4.19%	0.22%	-60.00%
3	TOYOHASHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	4.19%	0.22%	-83.33%
4	UNIVERSITY OF TSUKUBA	3.59%	0.19%	-50.00%
5	NAGOYA UNIVERSITY	3.59%	0.19%	-50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.75%	0.41%	60.00%
2	UNIVERSITY OF DEFENCE	1.48%	0.35%	166.67%
3	CRANFIELD UNIVERSITY	1.48%	0.35%	-16.67%
4	MILITARY UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.21%	0.29%	100.00%
5	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.94%	0.22%	-60.00%

6 미국

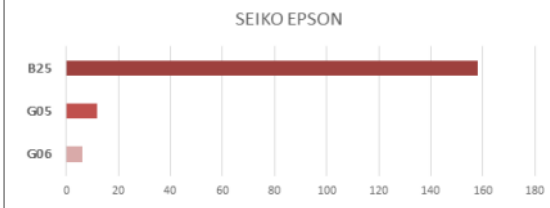
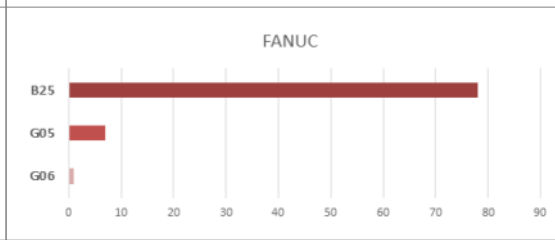
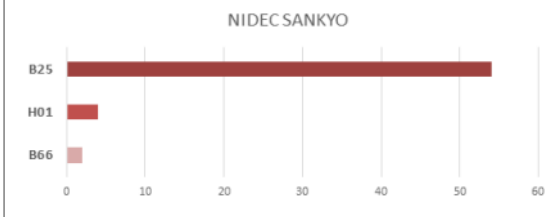
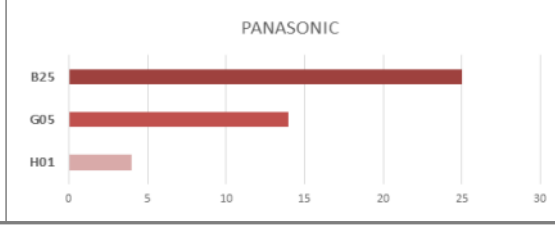
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.12%	0.54%	-45.45%
2	AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.12%	0.54%	-69.23%
3	PURDUE UNIVERSITY	1.06%	0.51%	28.57%
4	AIR FORCE RESEARCH LABORATORY	0.99%	0.48%	-84.62%
5	MITRE CORPORATION	0.92%	0.44%	-60.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'YASKAWA DENKI(3.13%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 6.16%(글로벌 점유율은 0.34%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'YASKAWA DENKI'와 '삼성전자'는 B25(수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

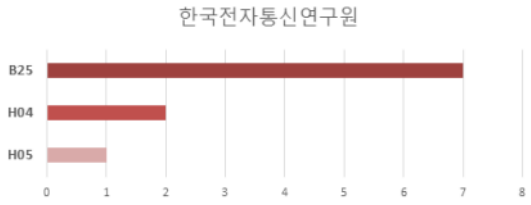
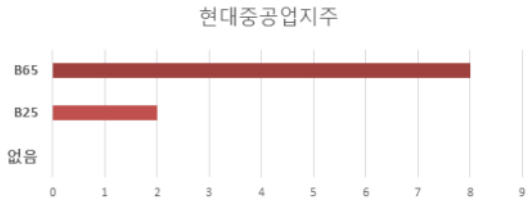
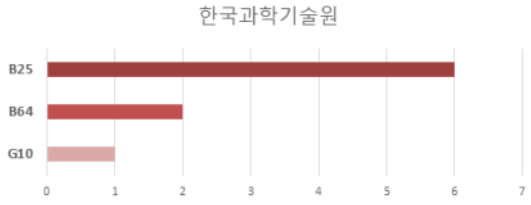
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	YASKAWA DENKI	일본	15.49%	3.13%	692.86%
2	SEIKO EPSON	일본	11.59%	2.34%	735.00%
3	FANUC	일본	5.51%	1.11%	17.07%
4	NIDEC SANKYO	일본	3.72%	0.75%	60.87%
5	PANASONIC	일본	3.47%	0.70%	-60.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H01	기본적 전기소자
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		H01	기본적 전기소자

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	6.16%	0.34%	185.71%
2	현대자동차	5.02%	0.28%	900.00%
3	한국전자통신연구원	3.20%	0.18%	266.67%
4	현대중공업지주	2.28%	0.13%	900.00%
5	한국과학기술원	2.28%	0.13%	800.00%

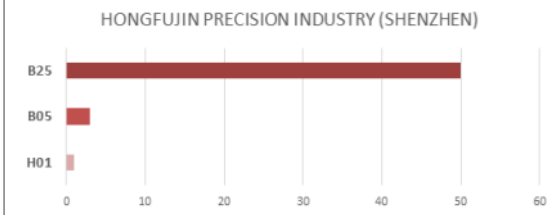
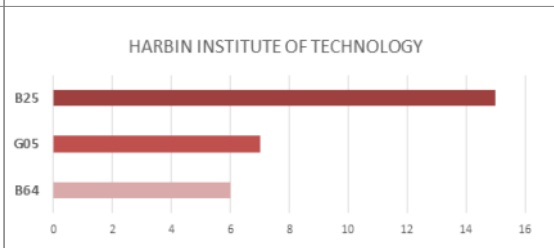
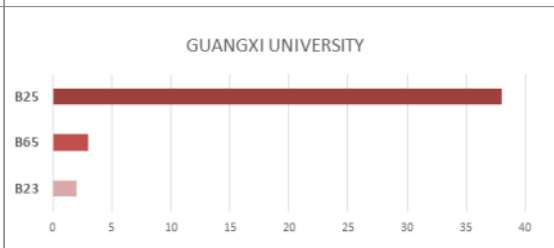
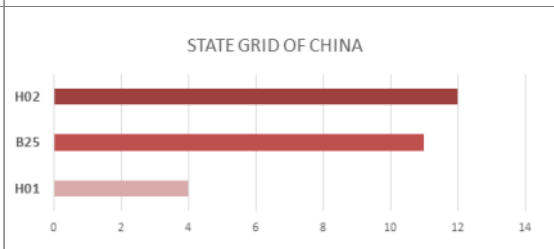
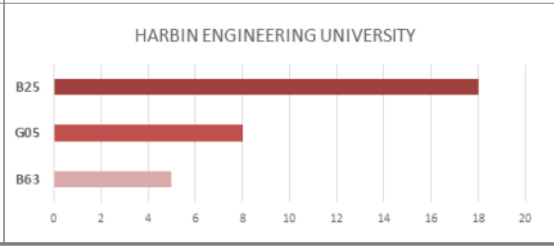
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G05	제어; 조정
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G01	광학
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H04	전기통신기술
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
4		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		-	-
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		G10	악기; 음향

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HONGFUJIN PRECISION INDUSTRY (SHENZHEN)	1.38%	0.70%	-30.30%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.31%	0.66%	388.89%
3	GUANGXI UNIVERSITY	1.18%	0.60%	4,700.00%
4	STATE GRID OF CHINA	1.09%	0.55%	4,300.00%
5	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	1.06%	0.54%	158.33%

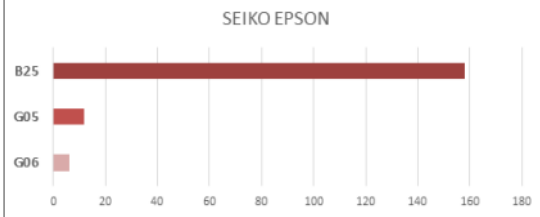
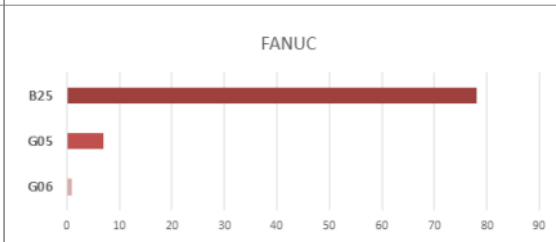
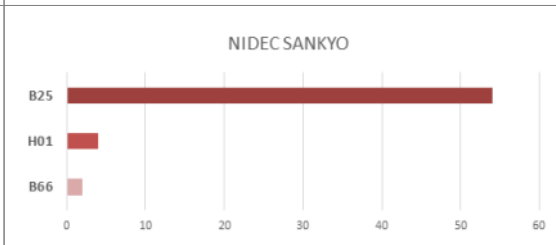
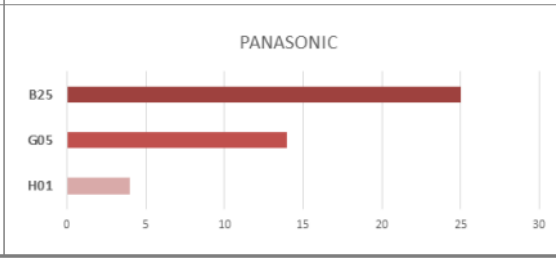
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
		H01	기본적 전기소자
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H01	기본적 전기소자
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	YASKAWA DENKI	15.49%	3.13%	692.86%
2	SEIKO EPSON	11.59%	2.34%	735.00%
3	FANUC	5.51%	1.11%	17.07%
4	NIDEC SANKYO	3.72%	0.75%	60.87%
5	PANASONIC	3.47%	0.70%	-60.00%

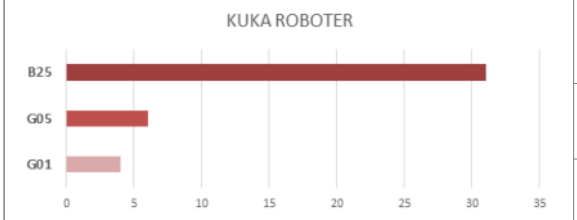
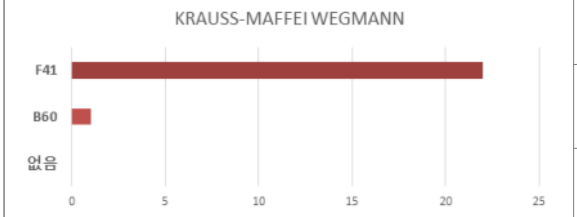
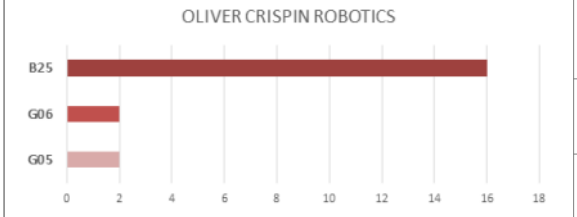
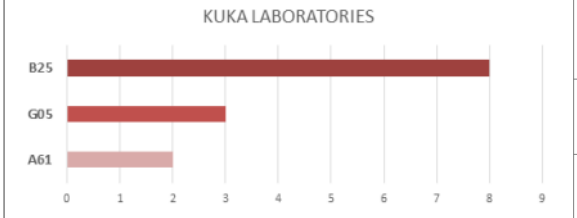
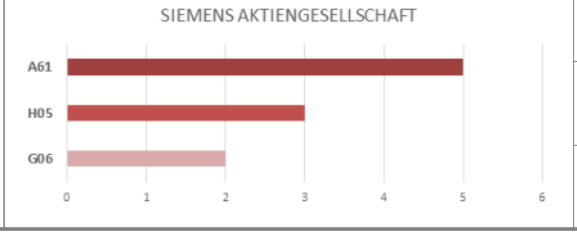
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H01	기본적 전기소자
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		H01	기본적 전기소자

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KUKA ROBOTER	6.46%	0.64%	192.31%
2	KRAUSS-MAFFEI WEGMANN	2.92%	0.29%	-35.71%
3	OLIVER CRISPIN ROBOTICS	2.66%	0.26%	-95.00%
4	KUKA LABORATORIES	1.90%	0.19%	14.29%
5	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	1.52%	0.15%	-28.57%

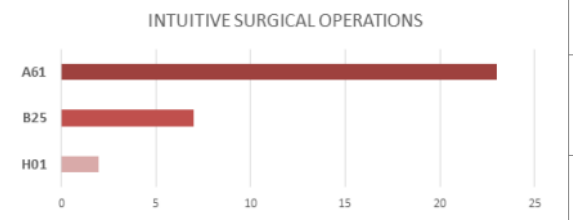
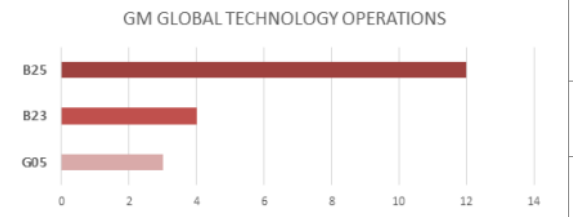
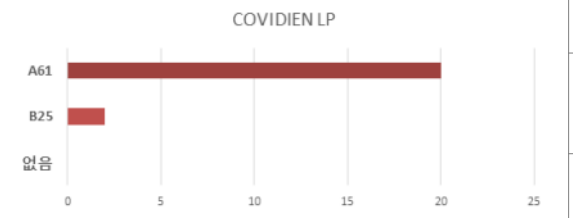
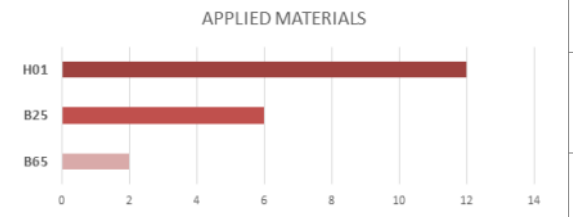
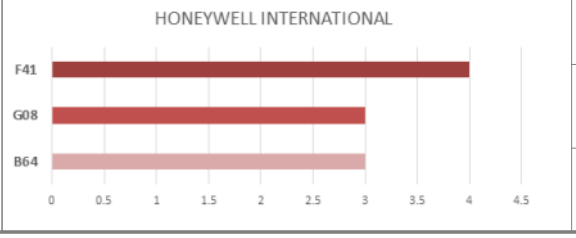
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G01	광학
2		F41	무기
		B60	차량일반
		-	-
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS	3.09%	0.43%	-38.10%
2	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS	2.18%	0.30%	100.00%
3	COVIDIEN LP	2.00%	0.28%	2,000.00%
4	APPLIED MATERIALS	1.82%	0.25%	133.33%
5	HONEYWELL INTERNATIONAL	1.55%	0.21%	-58.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H01	기본적 전기소자
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G05	제어; 조정
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
5		F41	무기
		G08	신호
		B64	항공기; 비행; 우주공학

24 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술



24 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 독자적 감시정찰 능력 확보를 위한 지상, 해상, 공중, 우주의 작전 영역별 전략·전술 표적 감시정찰 기술 및 고성능 센서 기술
- ☑ 정밀 타격을 위한 고도의 미사일 기술 및 북 위협대응을 위한 Kill-Chain/KAMD(Korea Air Missile Defense) 관련 첨단 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

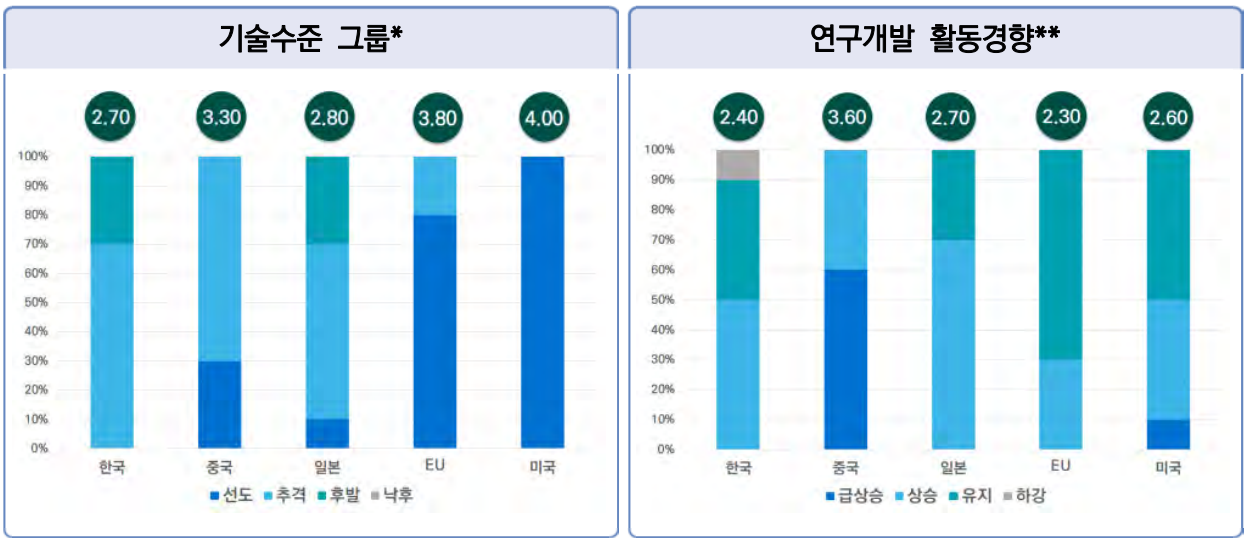
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	62.5	9.0	추격	보통	보통	유지
중국	75.0	5.0	추격	우수	우수	급상승
일본	60.0	8.0	추격	우수	우수	상승
EU	85.0	3.0	선도	우수	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	62.5	8.5	62.5	30.0	70.0	22.1	9.0	7.0	15.0	5.7
중국	75.0	5.0	75.0	70.0	80.0	12.3	5.0	5.0	8.0	2.7
일본	60.0	8.0	60.0	58.0	75.0	9.9	8.0	5.0	10.0	3.3
EU	87.0	3.0	85.0	80.0	90.0	6.5	3.0	3.0	3.5	1.2
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

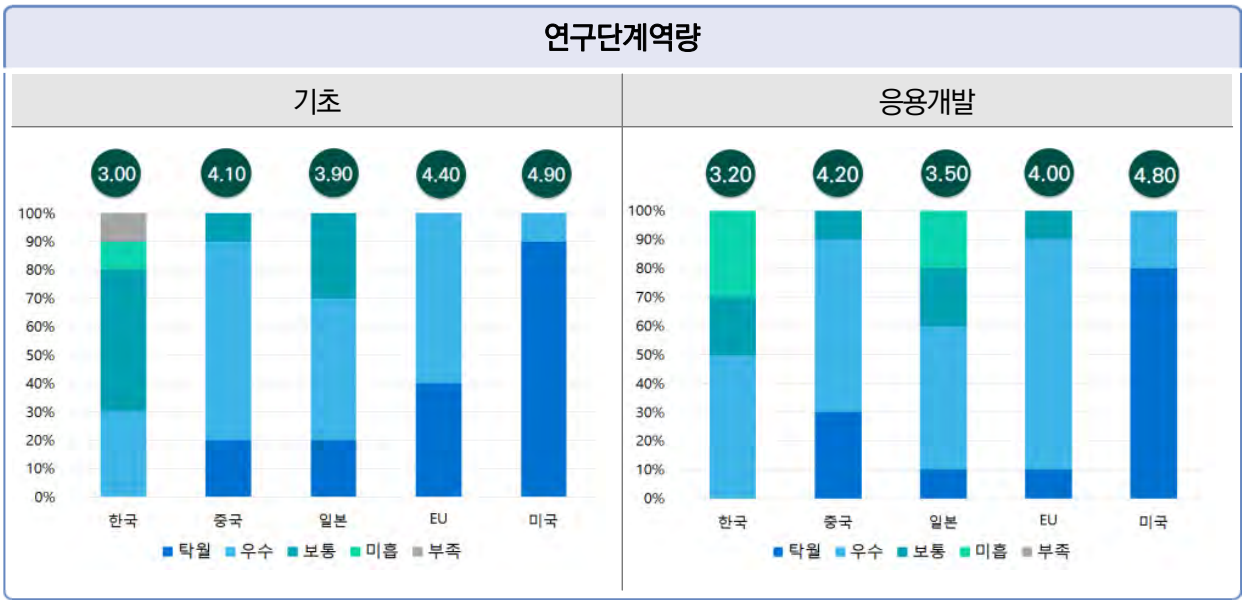
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (62.5%)	• 장거리레이더/SAR/IR 분야에서는 선도그룹대비 전력화된 장비가 없으며, 탐색개발과 체계개발을 수행 • 중거리레이더 분야에서는 전력화 완료 • 위성분야에서는 일부 품목에 대한 기술부족으로 해외에 의존 • 자주국방을 위한 국내개발 정책 추진 • 유도탄 모든 분야의 핵심기술을 보유하고 있으나 탐색기, 추진기관, 항법장치, 체계설계 기술은 추가 확보 필요 • 이 분야에 대한 투자부족으로 추격하고는 있으나 갈수록 격차는 좁혀지고 있지 않음 • 최고기술 보유국 대비 투자 규모 및 개발기간 작음 • 체계 운용 및 개발을 위한 인프라 제한적 • 최근 국방 연구개발 감소 분위기 • 최근 감시정찰 시스템 및 유도무기 등의 일부 개발이 이루어졌지만 매우 제한적인 성능과 모델에 국한됨 • 대부분의 핵심 센서를 유럽 등 다른 선진국으로부터 수입하여 시스템을 구축하고 있으며 국방과학연구소를 중심으로 분야별 중장기 계획을 수립하여 감시정찰 및 정밀유도무기 시스템 개발 확대
중국 (75.0%)	• 장거리레이더/SAR/IR 분야에서는 선도그룹대비 전력화된 장비가 없으며, 선행연구 수행 • 중거리레이더 분야에서는 전력화 완료 • 최근 정찰위성에 대한 투자를 확대 • 미국과 유사한 수준의 유도탄을 보유하고 있으나 정밀 분야에서는 뒤지고 있음 • 미국 기술을 상당부분 카피하여 추격하는 수준이나 정부에서 상당부분 투자 집중. 하드웨어 기술은 다소 뒤지나 소프트웨어기술은 유사 • 최고기술 보유국 대비 투자 규모 및 개발기간 작음 • 공동 개발 활성화로 효율적 개발 다양한 인프라로 개발 능력 보유 개발 진행시 선도그룹 위협 가능 • 방산분야 대형 투자와 함께 선진국의 장비를 모방하여 다양한 감시정찰 및 정밀 타격 무기들을 생산 판매 • 센서 및 시스템 분야 대규모 투자를 통해 빠른 속도로 선진국 추격
일본 (60.0%)	• 자력 군사위성 발사 가능 • 레이더, 센서 기술이 기본적으로 우수함. 기술 적용 가능 • 지속적인 국방 예산 및 군사력 증가 • 유도탄 모든 분야의 핵심기술을 보유하고 있으나 탐색기, 추진기관, 항법장치, 체계설계 기술은 추가 확보가 필요함 • 중국 및 EU를 추격하고 있으니 이미 기술수준은 상당한 수준 • 최고기술 보유국 대비 투자 규모 및 개발기간 작음 • 체계 운용 및 개발을 위한 인프라 제한적 경제력과 기술력 보유 최근 국방력 증대 분위기 조성

국가 (기술수준)	판단근거
EU (85.0%)	• 장거리레이더 분야에서는 선도그룹 대비 전력화된 장비가 없으며, 선행연구 수행 • 중거리레이더/SAR/IR 분야에서는 전력화 완료 • 추격그룹에 속한 나라들이 선도그룹의 기술제한을 극복하기 위해, 기술협력 모색 • 한국보다는 좋은 상태 자력 군사위성 발사 가능 • 레이더, 센서 기술이 기본적으로 우수 • 미국과 유사한 수준의 유도탄 개발 중 • 프랑스, 영국 등의 기술은 중국의 수준과 매우 유사 • 최고기술 보유국 대비 투자 규모 적음 • 경제력을 바탕으로 국방력 강화. 군사력 증대로 다양한 체계 개발. 다국적 개입과 국방수출 활발 연구개발 및 정부투자 많음 • 유럽연합의 각각의 나라에 개발에 필요한 대부분의 핵심 센서를 생산하는 업체를 보유하고 있으며 유럽 연합형 방산회사를 중심으로 감시정찰 및 정밀 유도무기 개발 활성화
미국 (100%)	• 중장거리레이더/SAR/IR/초분광 모든 분야에서 전력화 및 상용화를 달성하고, 해외 수출 병행 • 핵심 구성품 및 기술에 대해 수출제한 설정으로 기술 노출 최대한 억제 • 우주, 해상, 지상의 대규모 레이더 기술에서 발군 • 소자부터 체계까지 선도적 연구개발 • 유도탄 모든 분야의 기종을 개발하고 배치 완료하였으며, 신규 개발 품목 등으로 리드 • 세계 최고수준의 연구개발 투자 지속 • 경제력을 바탕으로 국방력 강화. 군사력 증대로 다양한 체계 개발 연구개발 및 정부투자 많음 • 감시정찰 및 장거리 정밀타격기술 분야는 대외비 기술로 대부분 미공개 특허 또는 특허출원을 회피함 • 록히드마틴, 보잉, 노스롭그루만, 레이시온 등의 방산업체가 공개한 무기체계 기술 우수 • 레이시온이나 록히드마틴과 같은 대형 방산 업체를 중심으로 핵심 구성품인 센서부터 시스템까지 직접 개발을 수행하며 차세대 전략 분야인 우주를 배경으로 하는 미래형 감시정찰 시스템 개발 중

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국내 연구개발 활동 통해 점진적으로 감시정찰분야(SAR/IR/레이저/레이더 등) 발전 • 중장기 국가 발전계획에 맞춰 정부 혹은업체 주도로 관련 사업과 연구 수행 • 국내 인프라의 한계를 극복하기 위해 EU와 기술협력을 수행하며, E/L을 회피하기 위해 핵심제품에 대해서 자체 기술개발과 수입루트를 다변화함 • 공대지, 공대공의 유도무기에 개발 투자 • 자주국방을 위하여 R&D에 지속적으로 예산 투입 • 정밀타격 기술 • 국방과학연구소를 중심으로 시스템 선행 연구 및 개발을 수행. 최근에는 방산 업체 자체적으로 정밀 유도무기 핵심 센서 개발을 수행하기도 하며 국가연구소에서 방산 업체로 개발 분야가 확대되어 감. 동남아 및 중동 등의 국가들에게 감시정찰 및 정밀 타격 무기 수출을 수행 하고 있으며 관련 분야 산업을 활성화 기대 • 연구비가 모자람에도 불구하고 끊임없이 진행하는 것은 높게 평가. 또한 EU/러시아/미국과 군사기술 개발과 공동개발이 가능하다는 장점	• 현 남북관계로 인해, 관련 사업들의 순연 가능성이 부각됨 • 핵심 구성품들은 해외도입 비중이 높으며, 많은 부분을 미국에 의존 • 향후 감시정찰 및 장거리 정밀타격 시스템 기술 개발의 한계가 있을 것 예상 • 모든 분야에서 독자적으로 기술을 보유한 것이 적고 투자도 많지 않음 • 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술은 국가 간 기술이전 및 협력이 어려워 정부 주도하에 원천기술, 기반기술 확보부터 진행되어야 하는 기술임에도 불과하고 지금까지 성과위주의 일부 보여주기식 응용기술 개발에만 투자됨 • 단기성 연구로 해결할 수 없는 것은 시간이 필요함. 기다려주는 연구 풍토가 필요. • 투자는 지속되지만 기술, 인력, 인프라 등이 미흡하며 격차가 줄어들지 않음 • 지금까지의 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술에 핵심 소요기술들이 일부 연구기관과 방산 업체에서 파편적으로만 개발됨. 최종 응용 단계에서 접근하기에는 아직 기술수준에 한계가 있음
중국	• 미국과의 대치상황에서 국가적 우위를 확보하고, 미국과 대적하기 위해 감시정찰분야에 많은 투자 수행 • 최근 위성분야의 급속한 개발/진전으로 SAR/IR 연구 활발 • MD(Missile Defense) 체계구축을 위해 지속적인 군비투자가 이루어지며, 이에 따라 개발을 지속적으로 수행 • G2에 진입하기 위하여 국가 주도적으로 막대한 예산 투입 • R&D에 종사하는 거대한 인력이 있음 • 감시정찰 기술 • 독자적인 기술개발로 정확도 향상 • 최근 미국, 유럽 등 선진국에서 기반기술을 습득해 연구자들이 대거 중국으로 돌아와 핵심 부품 및 소재를 개발하는 소규모 방산 업체가 생겨나고 기술수준이 급격히 올라가고 있음. 국가적으로	• 핵심 구성품들 개발현황과 기술수준에 대해 많이 노출되지 않아 판단하기가 모호 • 개발에 필요한 인프라가 아직 부족한 편 • 기초 과학기술이 미국보다 상대적으로 떨어짐 • 신기술에 대한 변화는 빠르나 기술 신뢰성에는 의문 • 부족기술에 대해서는 관련 제품을 구매하여 모방하며 빠른 속도로 성장 • 미국, 러시아의 기술제한 • 아직 충분한 실패 필요

국가	강점분야	기타
	소규모 벤처업체나 연구기관의 연구비 지원이 대규모로 이루어져 향후 급속도로 미국, 유럽을 추격할 수 있는 기반을 다지고 있음 • 방산분야의 예산을 증가시켜 재료부터 센서 개발까지 분야 확대 • 초기 선진국으로부터 확보된 시스템을 모방하여 장거리 미사일을 개발 발표하고 있으며, 많은 연구개발 인력과 재원을 투자하여 급속도로 발전	
일본	• 아베 정권의 '집단적 자위권의 행사'를 골자로 한 국가안보법안을 통과시키면서, 관련 군수사업을 발전시키려고 함 • 민수분야에서 관련 기술과 노하우를 축적하고 있어, 유사 개발 시에 충분한 응용과 활용 가능 • 감시정찰 기술 • 민수용으로 개발하여 보유한 소재, 부품기술이 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술에 활용될 수 있어 급속히 기술을 보유할 잠재력 보유 • 기초연구 국방력 강화 분위기 • 무기 수출을 완화함으로써 국제 공동개발의 움직임이 가속화 됨 • 기존 센서 및 재료 분야의 확보된 기술 기반으로 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 시스템 개발 수행 중. 기존의 미국 제품들의 부품을 생산 수출하며 방산분야 확대 • 오랜 시간 투입하는 연구 풍토	• 미국과의 동맹관계를 이용하여 감시정찰분야에 투자 수행 • 해외장비 도입을 통해 기술이전을 꾀함 • 개발에 필요한 주변 여건이 부족함 • 헌법의 제약으로 타 국가 공격할 수 없음 • 기술수준은 높으나 상대적 투자 부족 • 무기체계 개발 및 수출에 제약이 되어 있어 고성능 기술개발에 한계를 가짐 • 무기 수출제한에 관련된 법안을 완화해 최근 유럽 및 미국등과 공동 개발을 수행 • 모든 것을 일본 내에서 해결하려 함. 시간이 걸릴 것 • 연구개발 투자는 미흡함
EU	• 미국/이스라엘과의 경쟁체제 구축과 감시정찰 분야 시장을 개척하기 위해 많은 응용연구와 투자 병행. 대표적인 다국적 기업(Thales)은 각 나라별 사업 특성에 맞춰 사업 군별로 특성화해 개발 주도/수행 • 한국도 기술이전 목적으로 EU와 접촉하여 기초/응용연구 중. 미국에 비해 접근 용이 • 오랜 기간에 걸쳐 과학기술에 대하여 R&D를 수행하여 왔음 • 기술, 인력, 인프라 등에서 세계 최고 수준의 경쟁력 확보 • EU 국가 특성상 프랑스, 독일, 이탈리아, 스웨덴, 영국이 통합 방산 업체 설립 등을 통해 기술교류 및 협력이 활발해 타 국가와의 기술 협력이 제한	• 일부 분야에서 실전 배치된 장비가 없다보니, 실무경험이 적음 • 이론적인 경험과 유사 장비개발경험을 대비하여 가정하여 분석함 • 어느 한 국가가 주도적으로 R&D을 추진하지 않으므로 집중도가 떨어짐 • 상대적 위협요인이 약해져서 이 분야에 대한 투자가 점점 약해지고 있음 • 영국, 프랑스, 독일과 같이 핵심국가들을 기준으로 시스템 기술을 보유하고 있으며 국가단위 기술개발보다는 주로 연합형 방산 회사로부터 기술개발됨 • 기존 연구 경험은 충분한데, 새로운 연구에 들일 예산 부족

국가	강점분야	기타
	되어 있는 해당 분야에서 중국이나 일본보다 유리 • 감시정찰 및 장거리 정밀 타격기술 분야의 핵심센서 제작 회사들이 유럽 연합의 각각의 국가들로 흩어져 있으나 유럽 연합형 대형 방산회사를 중심으로 시스템개발이 잘 이루어짐 • 미국에 비해서 핵심 센서들의 수출이 자유로워 관련 제품들을 세계적으로 판매	
미국	• GDP 대비 국방비 예산이 전 세계에서 제일 많으며, 이에 걸맞게 감시정찰분야에 많은 자원 투입 • 각종 개발/운용시험을 위한 시험장비 및 설비, 장소 구축됨 • SAR/IR/레이저/레이더 등이 이미 전력화되어 실전배치/운용됨 • 수많은 메이저급 개발업체를 다수 확보 • 기초 과학기술 및 응용기술 개발에 종사하는 인력이 풍부함 • 국가에서 지속적으로 R&D 예산을 투입 • 글로벌 방산 업체 (록히트마틴, 보잉, 노스롭그루먼, 레이시온)등이 최고 수준이 응용기술을 보유하고 있으며, 미 공군/육군/해군 연구소 (AFRL, NRL, ARL) 및 항공우주연구소(NASA) 등의 정부연구소와 기반 기술 협력을 통해 기술 개발 선도 • 기초연구 국방력 강화 • 감시정찰 및 장거리 정밀 타격 기술 분야의 핵심 센서 및 시스템 기술을 모두 보유 • 최신 개발된 제품은 자국에서 사용되어지며 기존의 후퇴되는 제품들에 대해서는 국외로 수출을 하고 있으며, 특히 자국의 기술을 외부로 빠져나가는 단속 많이 수행	• 관련 기술들을 타 국가에 open 하지 않으며, 주요 구성품에 대해 E/L로 통제함 • 핵심기술에 대해서 논문/특허로 관리하지 않으며, 비밀로 관리함 • 투자 증가 추세가 감소함 • 최근 우주군 창설 계획을 수립하는 등 우주분야의 감시정찰 및 장거리 정밀 타격분야로 확대 하고 있음. • 요즈음 트럼프 대통령 이후 과학기술 투자가 적어짐.

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	1위	3위	6위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 관련 사업형태를 업체주도 사업으로 추진할 수 있도록 정책을 구성하는 것이 바람직. 과제 선정업체가 해당과제 추진 시, 필요에 따라 유관기관을 선정할 수 있는 권한 필요 • 일단, 실패를 용납하지 않는 ADD 문화를 모든 국방 기술에 적용하면 안됨. 현재 ADD는 추격 기술에 최적화 되어 있고, 새로운 idea에 적대적 행동하게 만들어져 있음. 이는 ADD 연구원의 잘못이 아니라, ADD가 그렇게 하라고 만들어진 것이며, 대한민국의 국방 기술 발전이 이상한 길로 빠지지 않게 하기 위한 방법. 다만 문제는 모든 국방 기술이 ADD에 의한 통제되지 않고, 공개된 일종의 공간 마련 필요. 즉, 실패가 가능한 DARPA형식의 국방기술 과제가 필요. ADD는 ADD가 관심가지는 것도 관심 안 가지는 것도 비밀이고, 연구하는 것도 비밀이고, 연구 안하는 것도 비밀이 어서, 국내 협력자가 아무것도 하지 못함. 참고로 DARPA과제는 "중복성"을 신경 쓰지 않음 • 국내에 인력 양성과 인프라 구축을 위하여 우선적으로 국내 협력 추진 • 국내 협력 분야 중 각종 시험에 필요한 시설 활용에 대하여는 정부기관의 시설을 저렴한 금액에 활용 또는 무기체계 개발에 필요한 시설은 정부가 예산을 지원하는 방법으로 정부출연 연구기관과의 협력체계 구축 • 인공위성(소형, 중형), 플랫폼(무인기, 드론), 감시정찰 센서에 대한 국내협력 및 투자 • 국내 관련 산학연의 유기적인 협조체계 구축을 위한 유인책과 아울러 경쟁개발 유도 • 고해상도 감시정찰 및 장거리 타격 기술 분야는 국방 R&D 투자로 대부분이 원천기술 기반의 소재/부품 기술은 배제된 채 응용시스템 개발로 집중되어 있고 미 확보된 기반 핵심 부품은 수입에 의존하는 형태. 추격형 수준의 기술발전은 이뤄질 수 있으나 이후의 선도 기술 개발은 제약이 됨. 대부분의 R&D 투자 국과연을 중심으로 몇몇의 방산 업체와의 용역을 통한 연구개발로만 집중됨 • 국방과학연구소를 중심으로 국내 개발된 기술에 대해서는 관련 업체와 협력해서 개발된 기술이 사장되지 않도록 관리 필요. 핵심 보고서와 무기체계 전체흐름은 국방과학연구소에서 관리가 되나 실제 하위 부품설계 및 제작에 관련해서는 대부분 방산 업체에서 보유
국제협력 촉진	• 국제 협력 시 정부 유관기관의 간접적인 지원 • 단기간에 국내에서 수행하기 불가능한 일부 기술 분야만 국제 협력을 추진하고 전체 과제는 국내 중심으로 수행 • 해외에서 개발/양산하는 품목에 대하여 적극적으로 국내업체가 참여할 수 있도록 정부가 앞장서서 지원 • 인공위성 발사체나 장거리 엔진기술 등은 국제협력이 많이 필요 • 선도 국가로부터 첨단 방산기술의 도입이 보안통제로 매우 어렵기 때문에 정부 차원의 협력 지원 및 국제공동연구 투자의 확대 • 국제 협력을 통한 수출사업 활성화 • 국방기술 선도국(미국, EU)등에 기술 격차가 매우 크다는 것을 인지하고, 기술이전 및 협력이 어려운 응용기술 보다는 관련 원천기반 기술을 가지고 있는 연구소, 대학 등과의 공동 협력연구 프로그램 등을 만들어 기술을 공유 및 습득하며 기술 격차 단축

	정책제언
인력양성 및 유치	• 군사기술연구 사관학교를 virtual로 만들 것. 육/해/공사를 마친 장교 혹은 일반 이공계 학사소지자가 시도해 볼만한 연구를 수행해 보는 군사기술 사관학교 구축 • 전문 인력 양성이 필요한데 이는 곧 학부에서 대학원생까지 그리고 연구소에 대한 인력채용에 이르기까지 광범위한 장학제도와 인건비 지원에 대한 투자 필요 • 민수 분야 대비 방산 분야의 연구인력 부족을 해소하기 위해 적극적인 유인책 및 수출을 통한 방산업체 사업규모의 획기적인 확대 • 개별 기술의 양성은 대학과 연구소에서 이뤄지고 있지만 여러 핵심기술을 통합하여 연구 인력을 양성하는 기관 전무. 기초과학연구원(IBS)와 조직 또는 기관을 만들어 세부기술들이 통합된 기관에서 기술개발을 진행하면서 인력을 양성 및 확보하는 방안 필요 • 국내의 방산분야 기술 인력은 국방과학연구소와 몇 몇 방산회사를 통하여 생산 유지되고 있음. 이에 기술 분야 확대를 위해 상세 과학기술은 국내의 국공립 연구소로 확장을 시켜 관련 인력양성 및 기술 확보 필요
인프라 구축	• 시험설비에 대한 국가적인 지원 필요. 특히, 환경시험 및 우주환경시험 등의 설비 부족 • 기술 검증(시험평가 등)을 위한 인프라 구축을 중장기 로드맵에 따라 지속 • 기업이 투자하기 어려운 시설, 시험시설/장비 등을 국가가 투자하여 대여하는 제도 활성화 • 인공위성 발사체, 엔진, 무인기, 중장거리 감시센서 등에 대한 연구 및 실용화 인프라가 제한되어서 이에 대한 투자 필요 • 기초연구를 통한 대학/연구소의 참여 확대, 고가의 연구/시험 장비/시설의 도입확대/공동활용 체계 구축, 기술 베이스 중소기업에 대한 지원책 확대 및 적극 발굴 등 • 국내 방위산업의 발전을 위해 인프라 구축이 시급함. 보안과 기술유출에 위배되지 않는 한도에서 관련 기술들의 공유 및 기술이전, 위탁용역 활성화, 시험소의 원활한 사용협조 등 필요 기술과 시설, 인력의 지원 필요 • 미국. EU 등 국방기술 개발 프로그램의 예를 보면, 정부연구소와 대학 중심의 컨소시엄 구송을 통해 하나의 세부기술의 목표로 인프라 구축과 동시에 대형, 장기 프로그램으로 진행됨. 현재 원천기술개발위해 진행되고 있는 국내 국방특화센터, 특화연구실의 전체 지원 수준은 미국 하나의 프로그램 지원 수준 밖에 못 미침 • 방산분야 인프라는 대부분 국방과학연구소와 주변 몇몇 방산 업체로 구성. 국내에 다양한 국공립 연구소로 방산인프라 확대를 통하여 인력 확대 및 인프라 확대의 정책 필요. 특정연구소 및 방산업체만 기술 및 인프라 보유 시 해당 업체의 폐업 및 경제적 효과가 없을시 관련 분야 기술 및 인프라가 사장될 가능성 큼
법·제도 개선	• 업체 선정 시, 업체의 제안금액을 평가항목으로 설정하여, 이를 가지고 상대적인 평가를 수행하는 제도는 개선 • 국방기술은 타 기관의 수행이 어렵다. 대부분 법/제도로 막혀 있음. R&D에만 전념할 수 있도록 법과 제도 보완. 과도한 간섭, 지나친 감사, 언론 홍보용 연구, 특정 인맥에 따른 연구 등 배제. 기한 내 무조건 성공해야 되는 제도 보완 • 방위산업에 종사하는 공무원, 연구개발 기관, 방산 업체에 대한 가혹한 제도(원가정산 제도 폐지, 적정이윤 보장, 실패에 대한 인정, 연구개발사업에 대한 가혹한 지체상금, 달성이 어려운 요구사항 등) 개선 • 세계적으로 전력화 되지 않은 첨단기술의 응용연구 단계 시 경쟁개발 필수 조항 필요 • 잘못된 사업이나 기관/업체는 지적을 받고 시정하여야 하겠지만, 조금만 규정에 미달하면 방산비리나 부정당업체로 취급당하는 제도는 개선이 필요하며, 적극적으로 도전적인 목표로 핵심기술 사업에 참여할 수 있는 융통성 있는 제도가 뒷받침 되어야 함. 수출사업 활성화제도 필요

	정책제언
	• 국방기술은 과학기술 분야에서도 가장 도전적이고 선도적인 기술로 성공의 불확성실에도 기술 개발 시도를 통해 반복되는 실패 과정을 넘어 성공을 이뤄내는 기술. 국내 국방기술 R&D 제도는 실패를 허용하지 구조로 도적적 기술개발 연구가 불가능하여 이미 외국에서 검증된 기술을 추격하여 카피하는 수준에서 벗어나지 못함 • 핵심무기 분야에 대해서는 보안상의 문제로 기술 유출에 대한 철저한 제도가 필요하나 일부 감시정찰 분야에 대해서는 어느 정도 국내외 기업들과 자유로운 기술 협력추진이 가능하도록 법제도의 간소화
연구비 확대	• 정부 예산이 연구개발에 턱없이 부족하여 필요한 시제 수량 제작 및 시험비용이 많이 부족하며, 소요 시제 개발 인력에 대한 예산을 2배 이상 늘려야 최적의 연구개발이 수행될 것이며, 최고의 기술개발 시점을 앞당길 수 있음 • 원천기술개발 투자를 하지 않고 응용기술에만 집중하여 적지 않은 연구비에서도 핵심원천 소재 부품은 도입을 하는 상황으로 적지 않은 비용 발생이 지속적으로 발생. 원천 기반 기술 확보 부분에 연구비 투자의 대폭적 확대 필요 • 대부분의 방산 관련 비용은 방위사업청을 기반으로 국방과학연구소를 기반으로 개발 됨. 미국의 선진궁에서도 초창기에는 미해군 연구소나 미공군 연구소등에서 기반 기술이 발달되었으나 차츰 대기업에서 주가 되어 연구되는 모습으로 변화하였음. 현재 우리나라에서는 미국과 같은 기술을 확보할 수 있는 초 대기업의 구성이 어려움. 이에 국내 국공립 연구소를 기반으로 기업체와 협력할 수 있는 컨소시엄 기준의 사업으로 연구비를 확대하여 인프라 및 기술 확보에 투자 필요
기타 의견	• 국방기술은 처음부터 융합과제임. 국방관련 과제는 오픈한다면 "중복" 허락 필요. ADD가 하고 있는/안하고 있는 모든 일이 비밀인데, 중복 이야기를 꺼내는 것은 말도 안됨. 실패가 가능하며 ADD와 따로 떨어진 연구를 수행하는 프로그램 필요. DARPA는 좋은 예제이며, 국방기술대학원도 좋은 시도 • 위성통신 또는 장거리 통신을 통해 정밀타격 지점에서의 영상 확보 추가 필요 • 정밀타격을 위해 감시정찰 센서가 중요하므로 소형위성과 같은 센서의 개발과 타격수단의 융복합 그리고 인공지능 유도조종기법개발이 동시에 진행되어야함 • 고해상도 감시정찰 기술(레이더, 라이다, 초분광)중 핵심기술인 전자광학 기술은 최근 4차 산업 도래에 따라 다양한 스마트 산업(스마트팩토리, 스마트팜, 스마트시티, 무인이동체)에 다양한 모니터링 장치 및 주변 환경 인지 등의 핵심 센서로의 응용이 되는 기술. 국방무기체계 뿐만 아니라 다양한 스마트 산업 모니터링 시스템과 연계하여 중점적으로 추진해야할 분야 • 감시정찰 및 장거리 정밀 타격 기술이 국방과학연구소와 방위산업체의 시제제작을 통하여 주로 이루어지는데 이보다는 여러 국공립연구소로 기술개발 사업을 확장하여 기술 보유기관을 늘려 가는 정책 필요(민간 방산 업체에서는 수익성에 따라 기술이 사장될 가능성이 큼). 그 외 기술적 분야에서는 최근 민간에서 주로 사용되어 지는 Deep Learning기반의 영상처리 기술을 감시정찰분야에서도 활용할 수 있도록 기술 개발 필요

다 주요 분석 결과 요약

(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	국방	9,671	17,286	11.6%	124.2%
해당 중점과학 기술명	고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술	3,005	6,325	21.3%	105.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

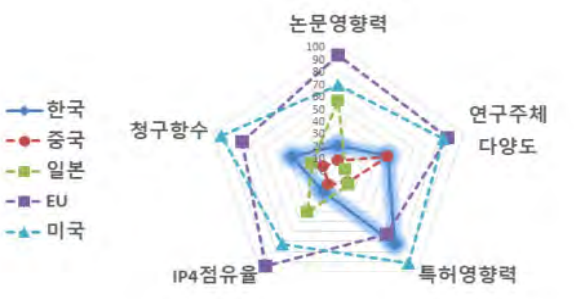
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	EU	미국
	35.8%	52.6%	11.3	6.6
한국	5위	4위	4위	2위
	2.4%	9.2%	4.9	5.5
5개국 평균[2]	-	-	7.6	5.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

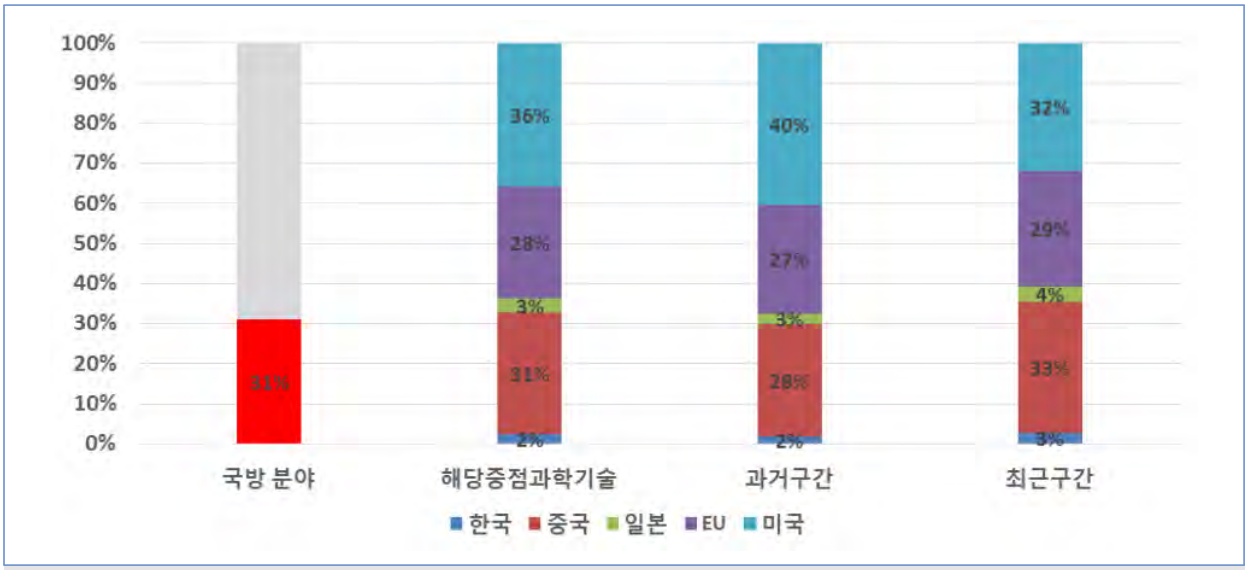
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.4%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(4.9)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(35.8%), 중국(30.5%), EU(28.0%), 일본(3.3%), 한국(2.4%) 순이며, 논문 증가율은 한국(76.9%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(11.3), 미국(8.6), 일본(7.6), 한국(4.9), 중국(3.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(9.2%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(5.5)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(52.6%), 일본(20.5%), 미국(11.1%), 한국(9.2%), EU(6.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(267.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(6.6), 한국(5.5), EU(5.0), 일본(2.9), 중국(2.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(15.2%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.4%	30.5%	3.3%	28.0%	35.8%
	논문 증가율	76.9%	41.3%	75.0%	29.4%	-4.2%
	논문 영향력	4.9	3.4	7.6	11.3	8.6
	연구주체 다양도	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0
특허 분석	특허 점유율	9.2%	52.6%	20.5%	6.7%	11.1%
	특허 증가율	82.0%	267.0%	-19.0%	30.6%	75.2%
	해외출원도	0.4	0.1	1.1	5.0	2.9
	특허 영향력	5.5	2.8	2.9	5.0	6.6
	IP4점유율	1.5%	0.1%	4.9%	15.2%	9.6%
	청구항수	5.4	2.6	3.8	8.9	11.6

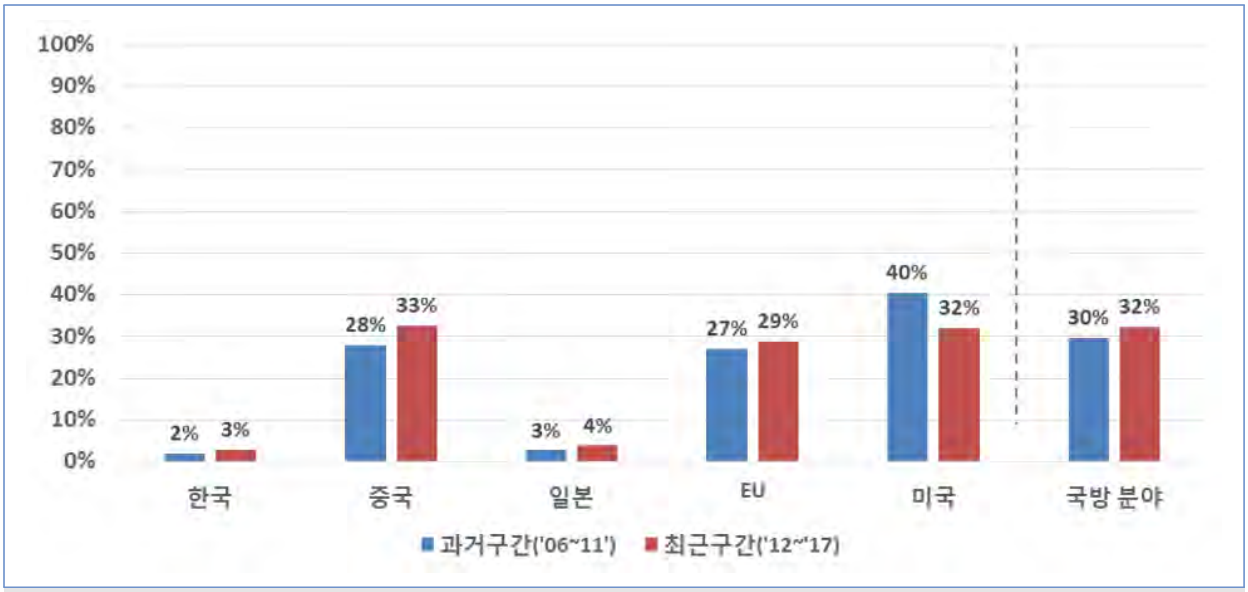
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 1075건으로 전체 논문의 36%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, EU, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술은 국방 분야의 전체 논문 중에서 31%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

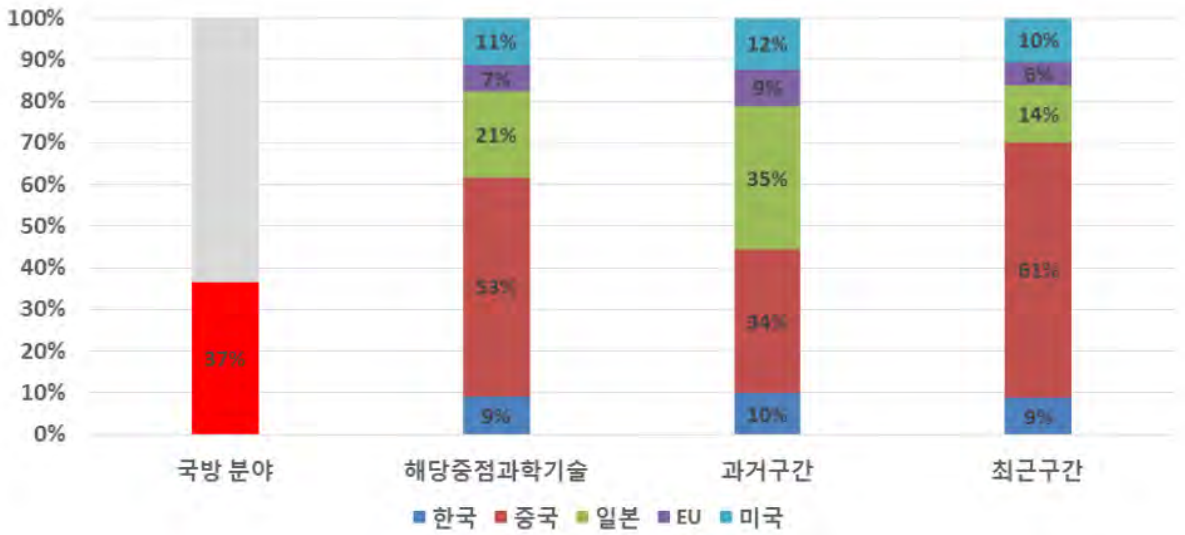


- 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 76.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	26	46	72	76.9%
중국	380	537	917	41.3%
일본	36	63	99	75.0%
EU	367	475	842	29.4%
미국	549	526	1,075	-4.2%
전체	1,358	1,647	3,005	21.3%

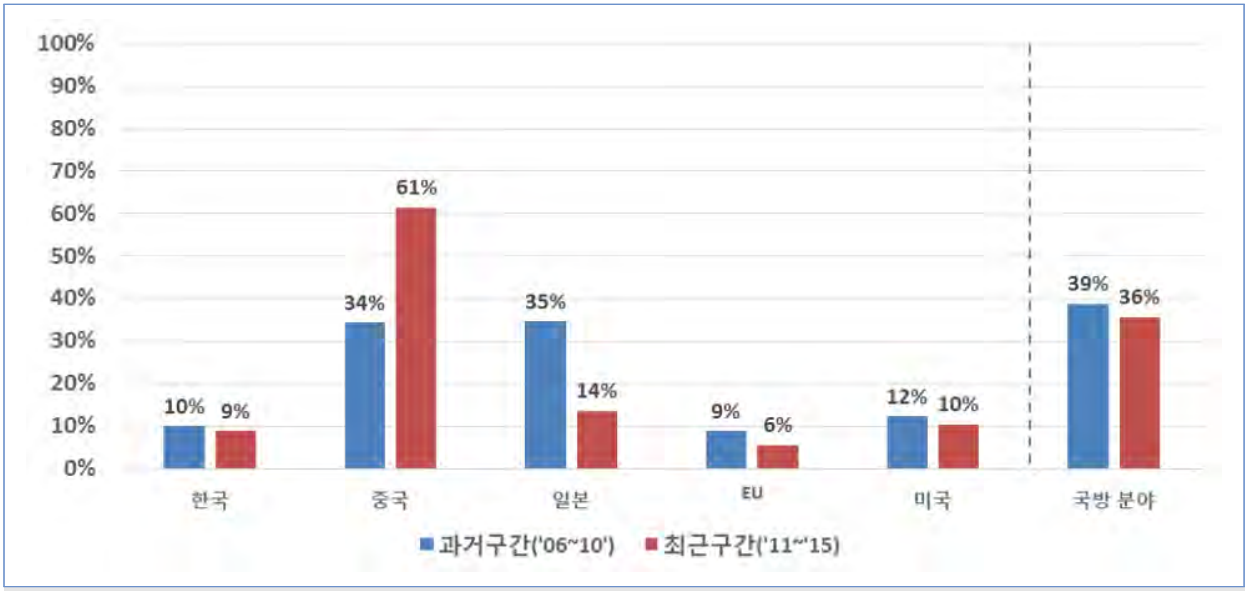
(4) 특허 점유율(전체)



- 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 3325건으로 전체 특허의 53%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 미국, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술은 국방 분야의 전체 특허 중에서 37%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



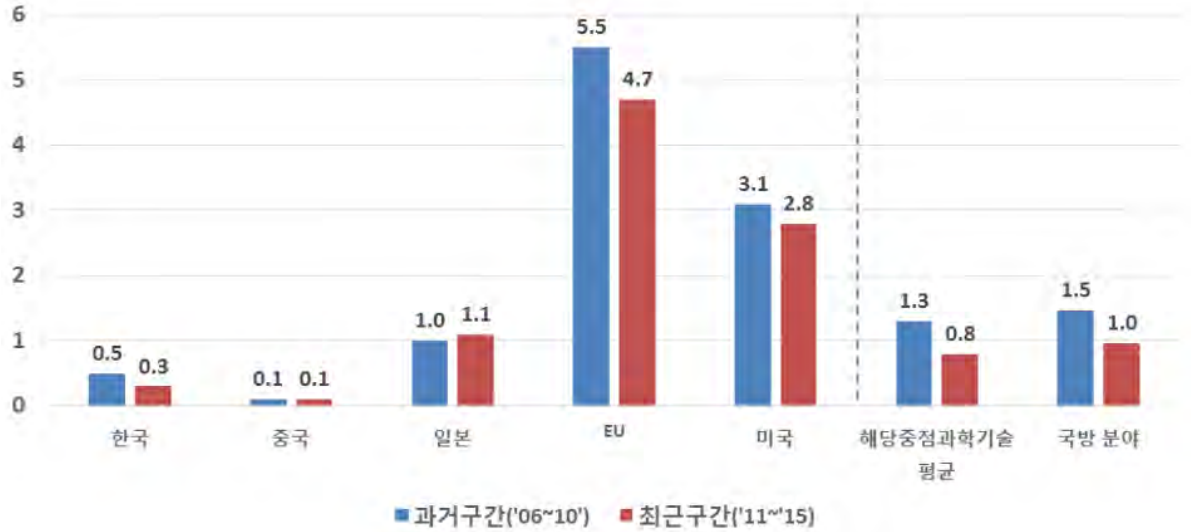
- 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 82%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	206	375	581	82.0%
중국	712	2,613	3,325	267.0%
일본	717	581	1,298	-19.0%
EU	183	239	422	30.6%
미국	254	445	699	75.2%
전체	2,072	4,253	6,325	105.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

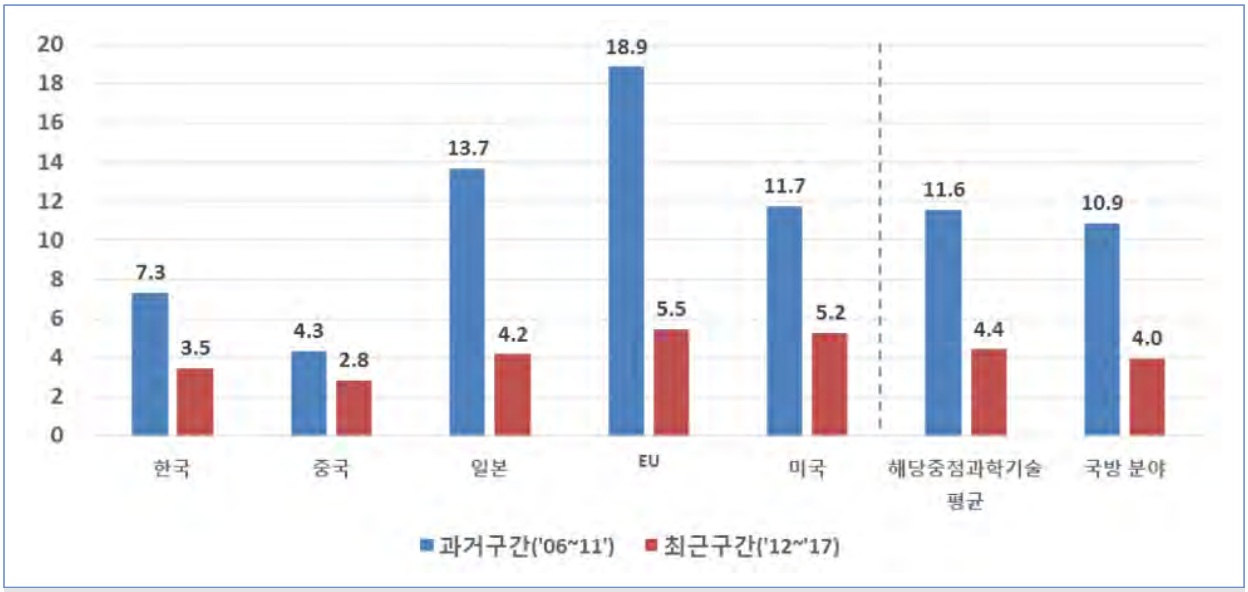


- 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

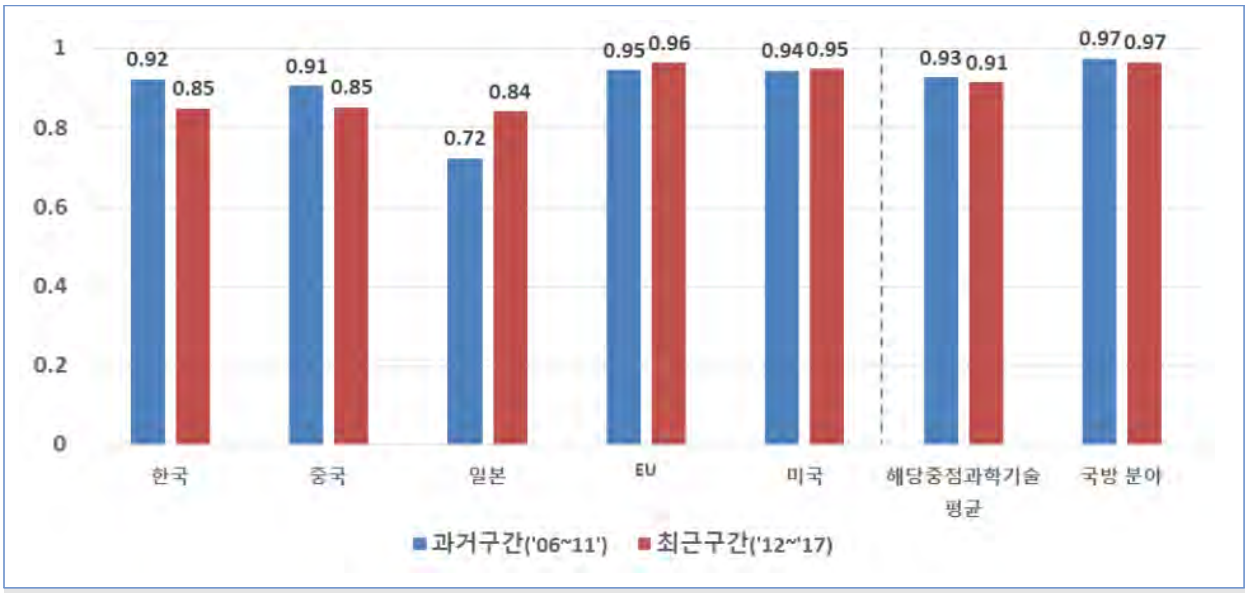
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



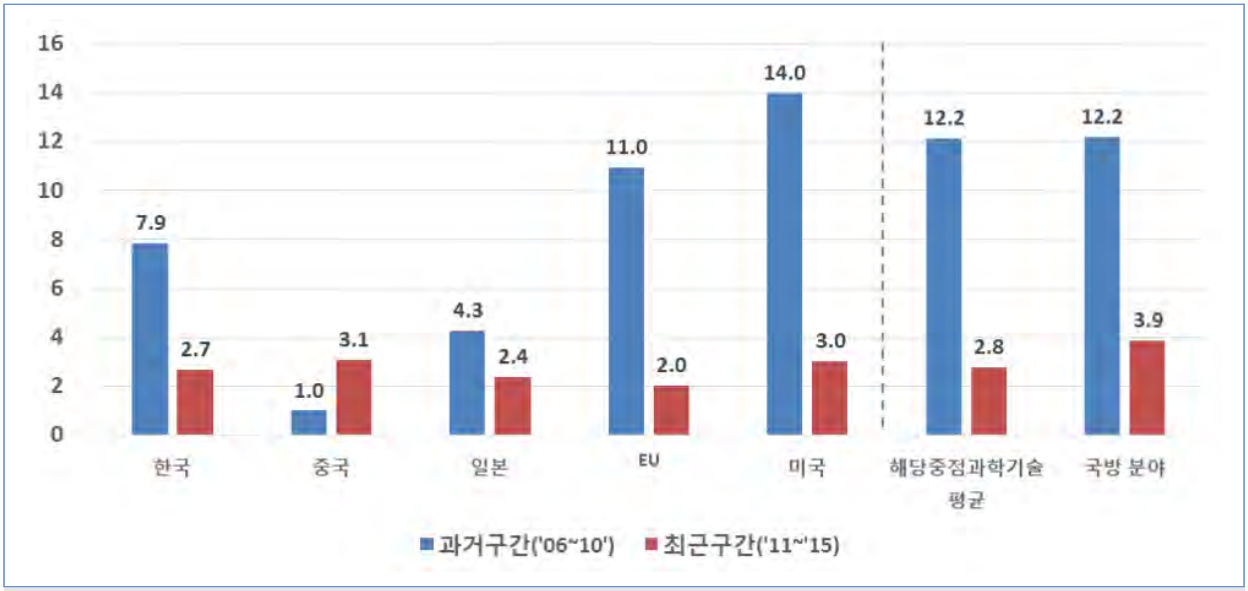
- 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



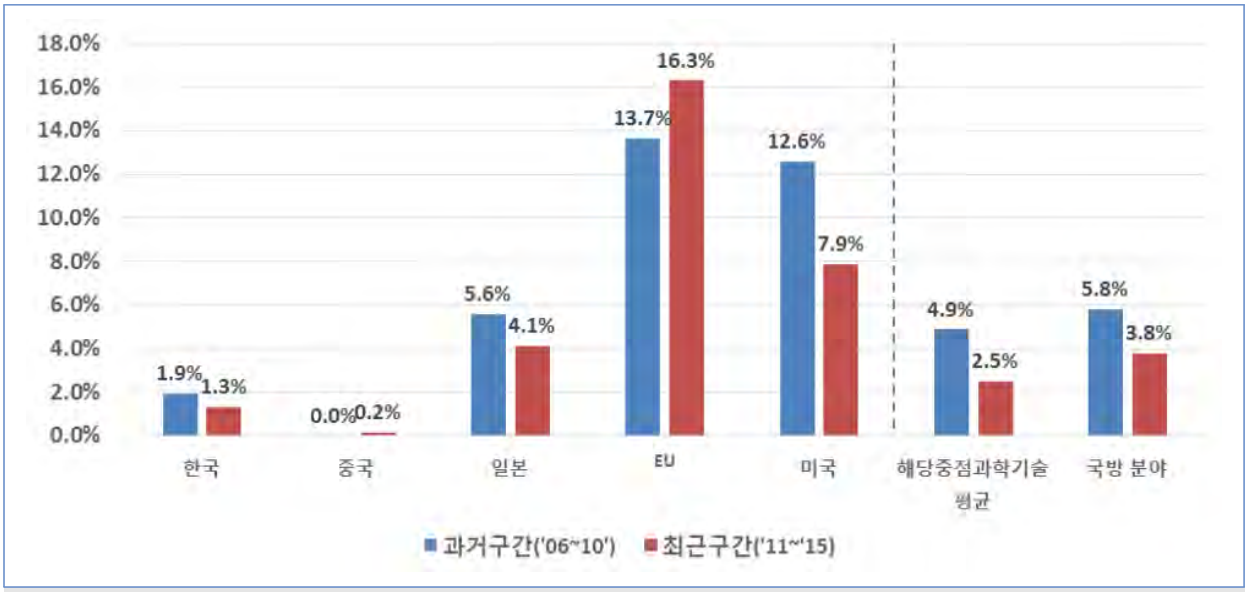
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



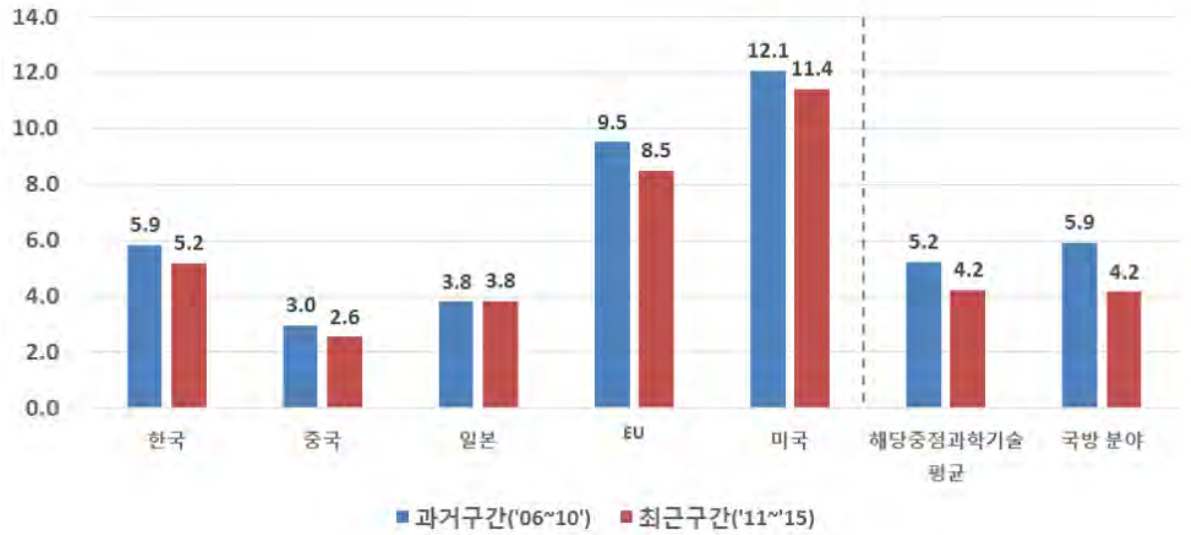
● 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 중국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

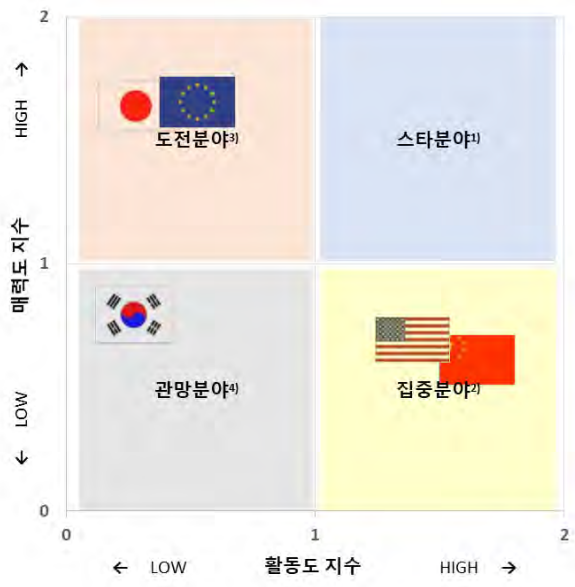
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

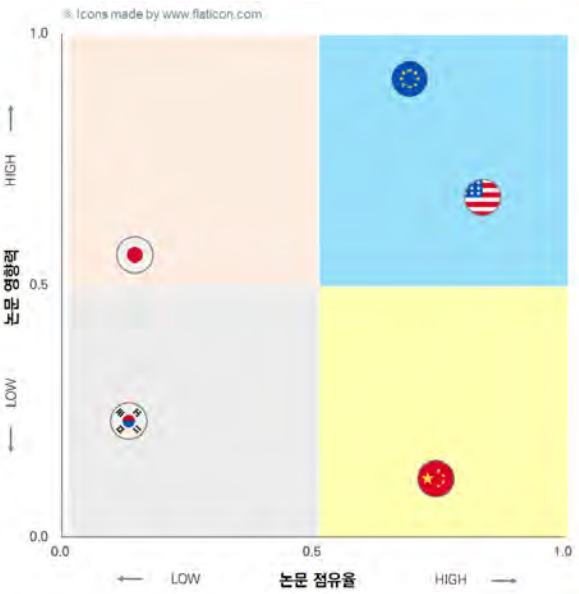
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

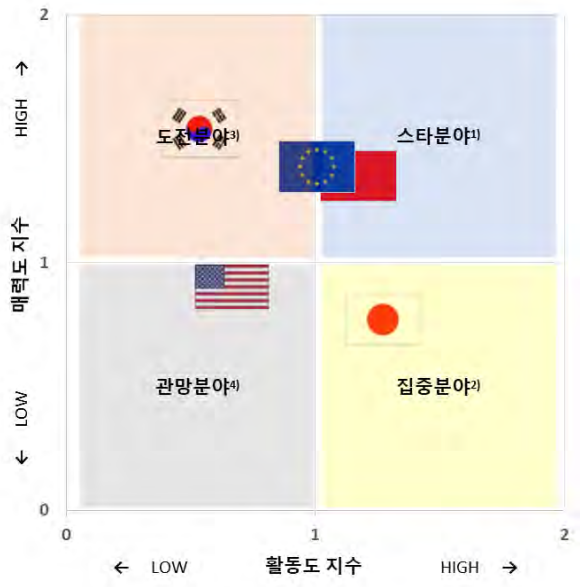


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

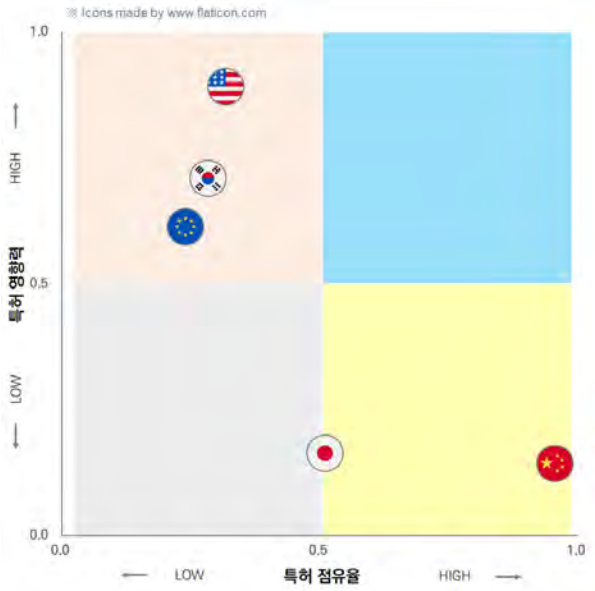
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 고해상 감시 정찰 및 장거리 정밀 타격 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 일본은 특허 활동이 활발한 것으로 분석

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY(1.33%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '영남대학교'가 5.56%(글로벌 점유율은 0.13%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	4.36%	1.33%	244.44%
2	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	중국	4.25%	1.30%	190.00%
3	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	중국	3.82%	1.16%	18.75%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.98%	1.06%	0.00%
5	XIDIAN UNIVERSITY	중국	2.94%	0.90%	45.45%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YEUNGNAM UNIVERSITY	5.56%	0.13%	300.00%
2	KOREA INSTITUTE OF OCEAN SCIENCE AND TECHNOLOGY	4.17%	0.10%	200.00%
3	KONKUK UNIVERSITY	4.17%	0.10%	-50.00%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.17%	0.10%	200.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	4.17%	0.10%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	4.36%	1.33%	244.44%
2	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	4.25%	1.30%	190.00%
3	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	3.82%	1.16%	18.75%
4	XIDIAN UNIVERSITY	2.94%	0.90%	45.45%
5	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	2.29%	0.70%	100.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	7.07%	0.23%	33.33%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	5.05%	0.17%	-75.00%
3	KAGAWA UNIVERSITY	3.03%	0.10%	200.00%
4	TOHOKU UNIVERSITY	3.03%	0.10%	-100.00%
5	NATIONAL METROLOGY INSTITUTE OF JAPAN	2.02%	0.07%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF EXTREMADURA	1.31%	0.37%	-77.78%
2	MILITARY UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.19%	0.33%	800.00%
3	UNIVERSITY OF NOTTINGHAM	1.19%	0.33%	0.00%
4	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	1.19%	0.33%	-33.33%
5	CRANFIELD UNIVERSITY	1.19%	0.33%	50.00%

6 미국

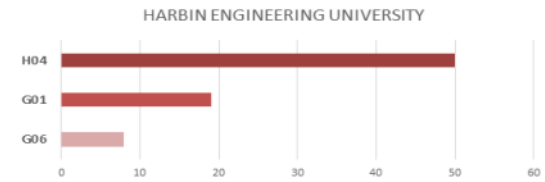
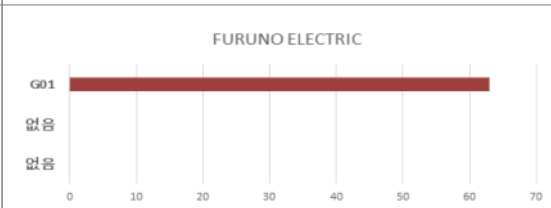
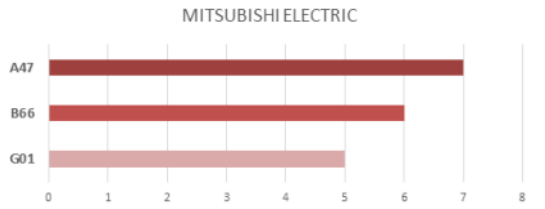
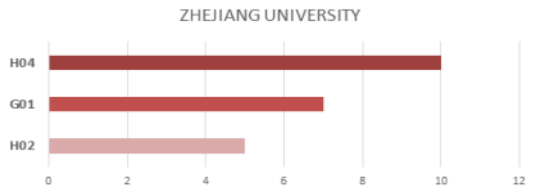
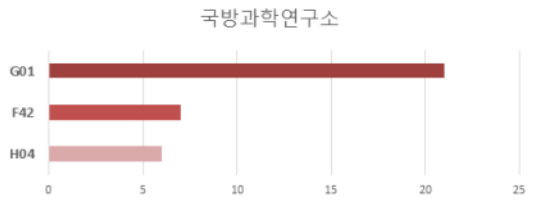
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.98%	1.06%	0.00%
2	U.S. ARMY RESEARCH LABORATORY	2.23%	0.80%	66.67%
3	PRINCETON UNIVERSITY	0.84%	0.30%	-71.43%
4	ARMY RESEARCH LABORATORY	0.84%	0.30%	-87.50%
5	NAVAL SURFACE WARFARE CENTER	0.74%	0.27%	-66.67%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY(1.39%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '국방과학연구소'가 6.88%(글로벌 점유율은 0.63%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를, '국방과학연구소'는 G01(광학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

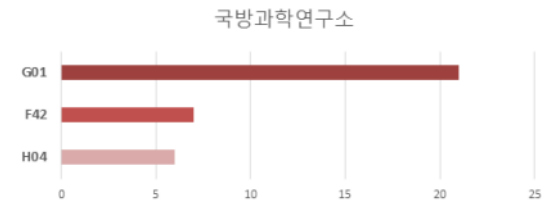
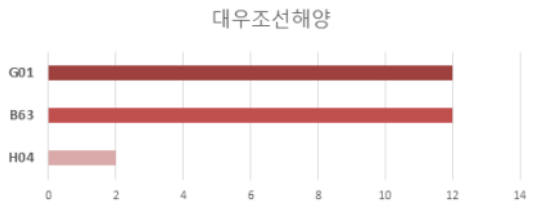
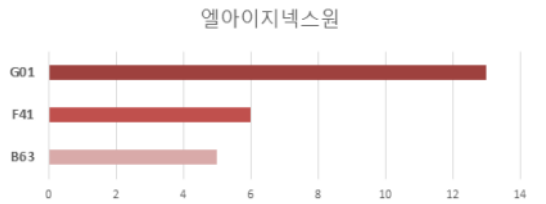
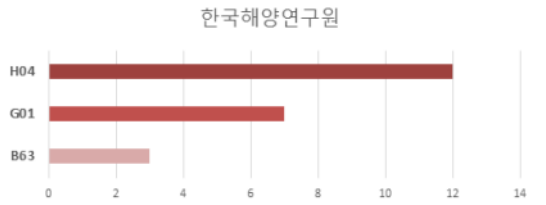
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	중국	2.65%	1.39%	219.05%
2	FURUNO ELECTRIC	일본	4.85%	1.00%	42.31%
3	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	3.24%	0.66%	-32.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.26%	0.66%	181.82%
5	국방과학연구소	한국	6.88%	0.63%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		G01	광학
4		H04	전기통신기술
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		G01	광학
		F42	탄약; 폭파
		H04	전기통신기술

2 한국

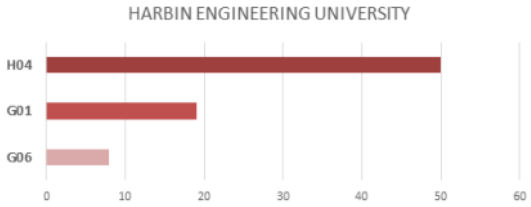
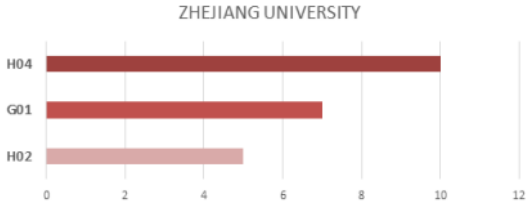
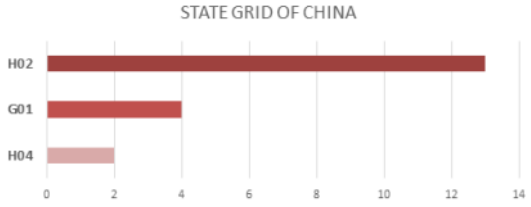
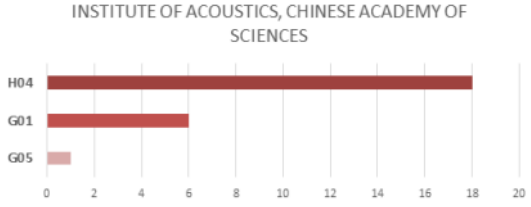
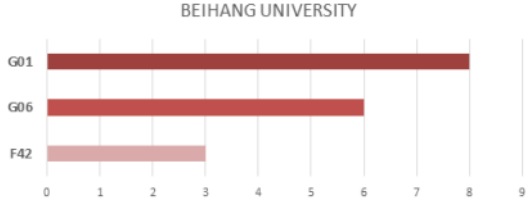
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	국방과학연구소	6.88%	0.63%	50.00%
2	대우조선해양	5.34%	0.49%	1,350.00%
3	엘아이지넥스원	4.99%	0.46%	122.22%
4	한국해양과학기술원	4.48%	0.41%	2,500.00%
5	한국해양연구원	3.79%	0.35%	-77.78%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		F42	탄약; 폭파
		H04	전기통신기술
2		G01	광학
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		H04	전기통신기술
3		G01	광학
		F41	무기
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
4		G01	광학
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		H04	전기통신기술
5		H04	전기통신기술
		G01	광학
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	2.65%	1.39%	219.05%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.26%	0.66%	181.82%
3	STATE GRID OF CHINA	1.02%	0.54%	3,200.00%
4	INSTITUTE OF ACOUSTICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	0.78%	0.41%	320.00%
5	BEIHANG UNIVERSITY	0.78%	0.41%	233.33%

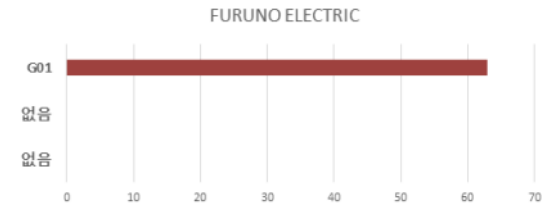
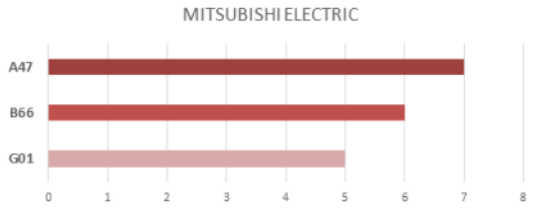
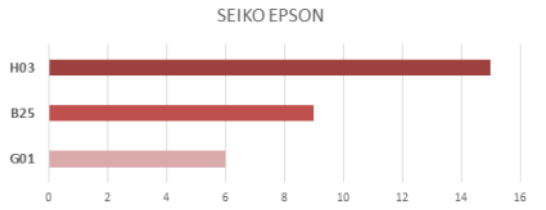
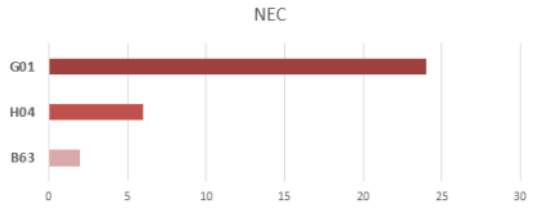
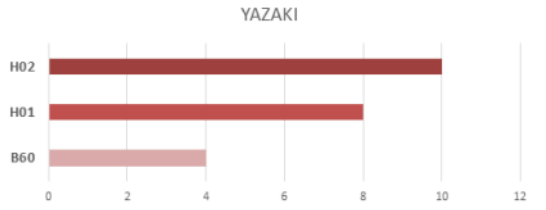
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		H04	전기통신기술
4		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G05	제어; 조정
5		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F42	탄약; 폭파

4 일본

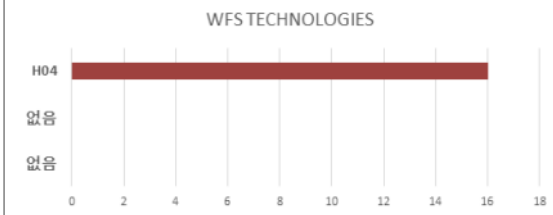
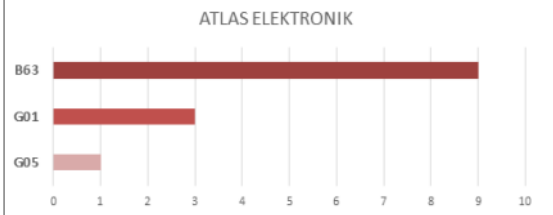
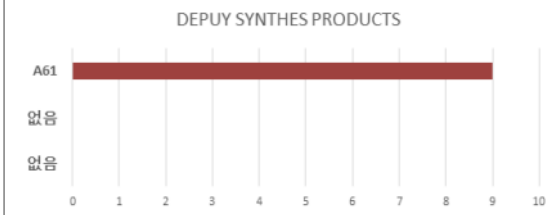
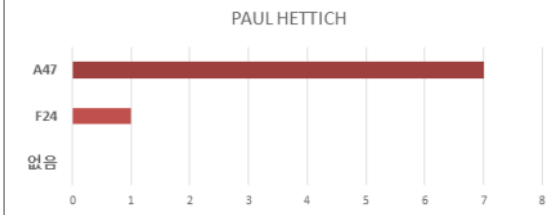
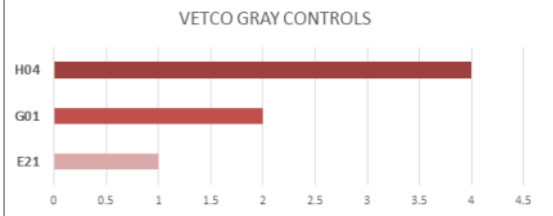
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FURUNO ELECTRIC	4.85%	1.00%	42.31%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	3.24%	0.66%	-32.00%
3	SEIKO EPSON	3.08%	0.63%	66.67%
4	NEC	2.77%	0.57%	0.00%
5	YAZAKI	1.93%	0.40%	27.27%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		–	–
		–	–
2		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		G01	광학
3		H03	기본전자회로
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G01	광학
4		G01	광학
		H04	전기통신기술
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		B60	차량일반

5 EU

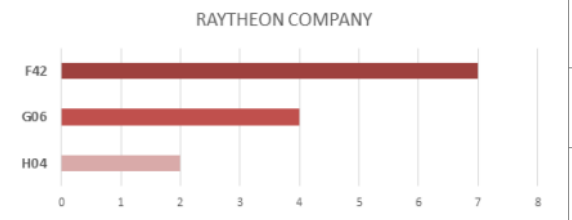
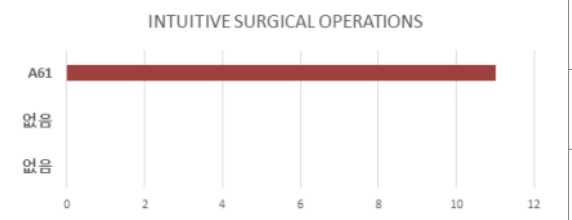
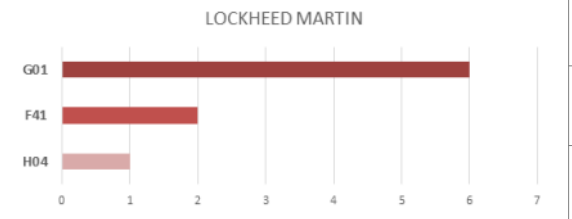
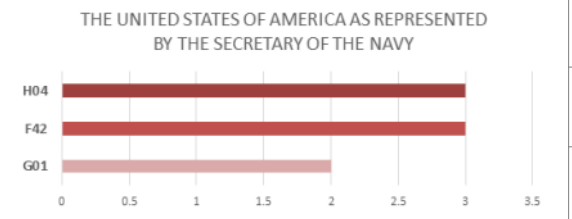
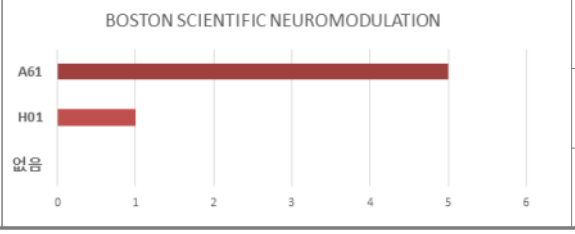
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	WFS TECHNOLOGIES	3.79%	0.25%	-22.22%
2	ATLAS ELEKTRONIK	3.32%	0.22%	150.00%
3	DEPUY SYNTHES PRODUCTS	2.13%	0.14%	250.00%
4	PAUL HETTICH	1.90%	0.13%	600.00%
5	VETCO GRAY CONTROLS	1.66%	0.11%	-83.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G01	광학
		G05	제어; 조정
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	RAYTHEON COMPANY	2.58%	0.28%	0.00%
2	INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS	1.57%	0.17%	75.00%
3	LOCKHEED MARTIN	1.43%	0.16%	300.00%
4	THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF THE NAVY	1.29%	0.14%	25.00%
5	BOSTON SCIENTIFIC NEUROMODULATION	0.86%	0.09%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F42	탄약; 폭파
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		G01	광학
		F41	무기
		H04	전기통신기술
4		H04	전기통신기술
		F42	탄약; 폭파
		G01	광학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
		-	-

25 전군 다계층 네트워크 정보 통합 및 사이버 대응 기술



25 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술

중점과학기술 개요

- NCW(Network-Centric Warfare) 기반 센서-지휘통제-슈터 간 안전한 실시간 정보 유통을 보장하는 다차원 통합망 기술
- 사이버 공격 예방·차단·방어·복구 등 대응 기술, 국방 M&S(Modeling & Simulation), SW 등 무기체계 획득 고도화 및 효율화 기반 구축 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

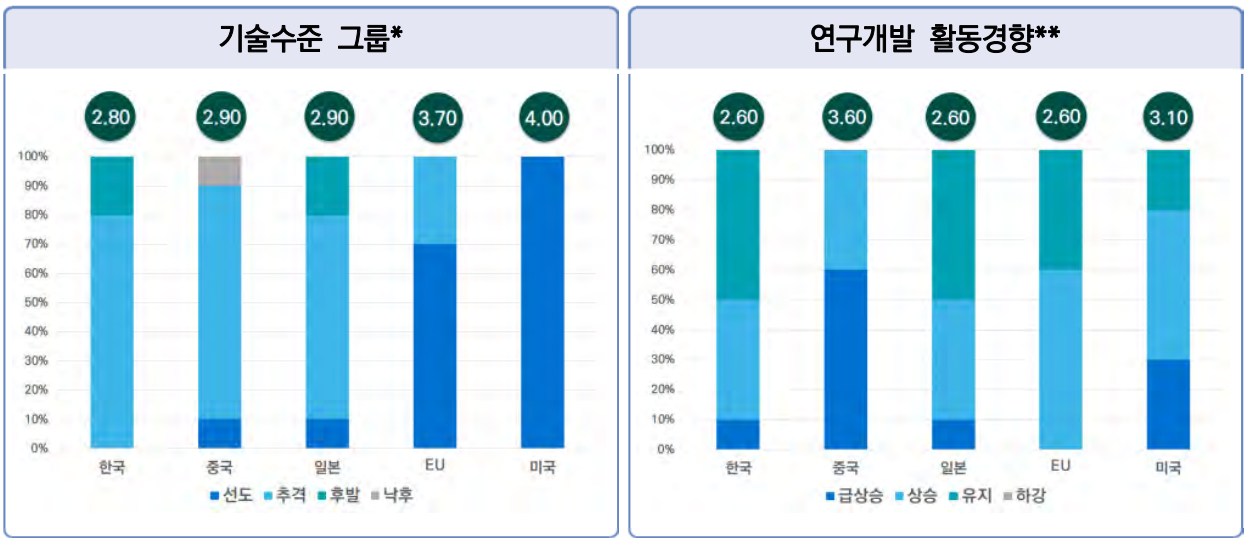
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	5.0	추격	보통	우수	상승
중국	82.0	2.8	추격	우수	우수	급상승
일본	84.0	3.8	추격	우수	우수	상승
EU	90.0	2.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	79.5	5.0	80.0	75.0	83.0	10.8	5.0	4.0	5.5	1.5
중국	82.0	2.8	82.0	80.0	90.0	6.3	2.8	2.5	5.0	2.4
일본	84.0	3.5	84.0	75.0	86.0	11.7	3.8	3.0	5.0	1.1
EU	90.0	1.8	90.0	87.0	90.0	6.9	2.0	1.5	2.5	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

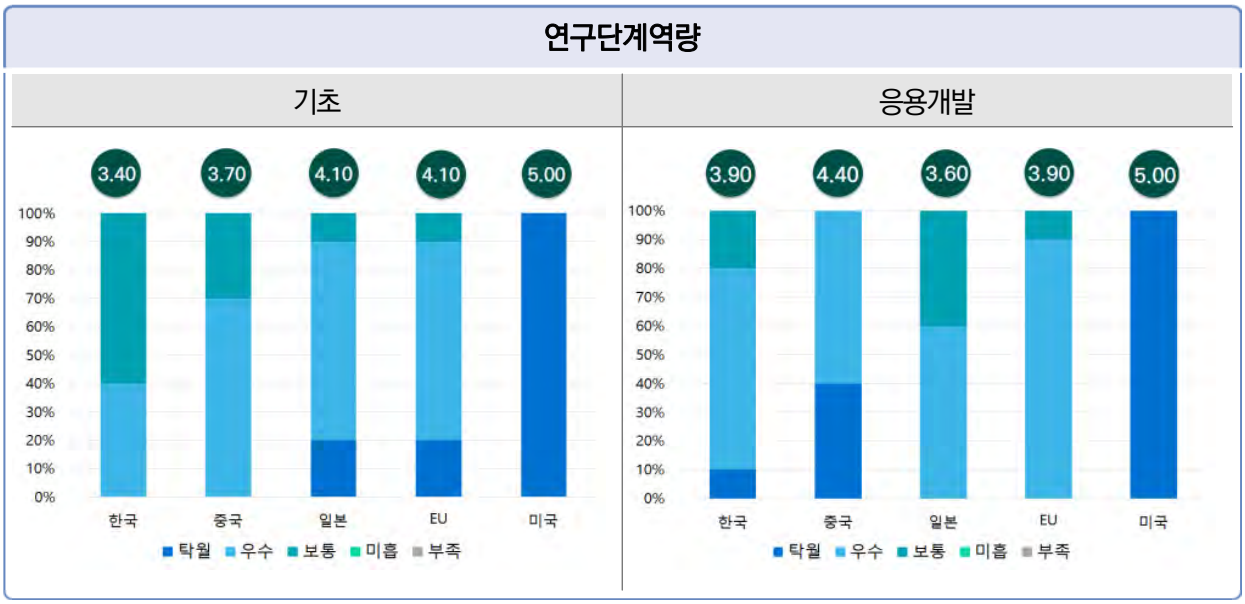
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 제도적인 발전과 정보보호 관련 학계 및 산업계의 성숙도는 높으나 외부공격 발생 시 공세적 대응 수행 경험이 부족함 • 자체 위성체계 보유 및 방공, 화력 등 전투체계 운용 중. 지휘통제 체계 개발 능력 보유 • 다 계층 통합기술은 방산기업이 주도해 추진 중에 있으나 지지부진하게 진행되고 있어 기술보다는 과감한 협조가 더 필요한 상태 • 사이버무기체계는 국방 사이버정책 부재로 수행체계가 정립되지 않아 답보 상태를 벗어나지 못하고 있음. 전략 수행조직 예산 등 모든 면에서 우선순위가 밀려 전력소요까지 난항
중국 (82.0%)	• 전략지원부대를 창설하여 대규모 사이버전 대응 능력 확보 • 화웨이 등 민간 회사의 네트워크 통신 기술을 활용해 군에 적용 중 • 대규모 투자로 기술수준 향상 • 국가가 전략적으로 첨단 국방기술에 대한 투자를 하고 있어, 첨단 국방기술의 발전이 가장 빠르게 진행되고 있는 국가 • 중국의 서방세계에 대한 사이버공격은 이미 알려진 사례가 많고, 중국의 사이버공격 실행 능력은 이미 최고 수준으로 인정받음 • 중국 독자 OS, 라우터 기술을 확보하고, 만리대포 등 사이버공격격무기를 독자개발, 운용 중 • 선진 IT 기술 등을 기반으로 지휘통제 개발을 위한 기반 확보 • 국가 차원에서 20년 전부터 NW SW 국산화에 꾸준히 투자해 지금은 완전 자립 상태로 사이버방호태세 능력 배가 예) 화웨이 사이버주권을 강조하면서 인터넷 통제 강화 예) 만리방화벽 • 2015년 전략지원사령부를 창설해 사이버활동을 총결집하고 해커부대를 통해 지구촌 해킹 예) 61398부대
일본 (84.0%)	• 사이버공격에 대해 국가가 직접 대응하는 방향으로 법률을 제정하였으며, 미국, 이스라엘 등의 사이버전 선진국과 협조 체계를 유지함 일본 자위대는 사이버공격 퇴치 및 무력화용 사이버 요격무기를 개발한 바 있고, 미국과 사이버공격 방위(The Hill) 조약 체결을 추진하였음 • 다양한 전략/전술급 지휘통제/통신 무기체계 개발 및 성능개량 중 • 외부 사이버위협을 감당할 능력이 부족하다는 견해가 지배적이어서 미일동맹(중국 대응, 아세안 원조)으로 이를 해결하고자 함. 자위대는 외부 위협 대응의 일부를 민간에 위탁할 방침. 이는 기술 변화 속도에 대응하고 전문가 영입이 어려운 현실을 반영 사이버공격 급증, 자연재해 우려 그리고 동경 올림픽을 앞두고 사이버대응에 적극적
EU (90.0%)	• 국방관련 지휘통제 분야 기술 최고 보유국과 유사한 수준 • 영국은 미국과 사이버정책 및 활동을 공동 협력하고 있고, 암호와 사이버보안을 총괄하는 정보통신본부(GCHQ)의 능력은 인정받고 있음 • 독일 프랑스의 정보기술력도 최고 수준으로 나토(NATO)의 사이버대응기술의 중심
미국 (100%)	• 우수한 민간 IT 기술을 바탕으로 세계 최고 수준의 정보통합 및 사이버 대응 기술 능력 확보 • NSA를 중심으로 중국 등 견제를 위하여 지속적인 연구개발 투자와 관심을 기울이는 중 • NCW를 주도하고 있고 드론 인공지능 등 신기술에서 월등히 앞서고 차세대 통신도 주도 전자전을 사이버전에 융합한 사이버전자전(CEW)도 선도

국가 (기술수준)	판단근거
	- 예) '발사전 파괴' 작전. 2018년 5월 사이버사령부를 통합전투사령부(10번째)로 격상하고 모든 군사작전에 사이버작전을 투사 - 예) 북한 군사옵션으로 사이버공격 준비 • 전장 환경이 세계 유일하게 전 세계를 커버하는 환경임. 이 환경이 일시적이지 않고 상시 운용되고 있어, 유무선 및 위성을 포함하여 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술이 가장 안정적으로 발전되어 있는 상태 • 미국의 지휘작전 반경은 전 세계를 대상으로 해야 하므로 광역 통신망을 구축하고 있고 사이버를 대응해야 하므로 최고 기술 보유국임. 이를 위해 WIN-T 과 같이 몇 십 년간 지속적인 정부 투자를 했던 사업들도 중단하여 미래 전쟁 동향에 맞춰 새로운 통합 다차원 통신구조와 사이버 기술을 개발/투자하고 있으며 관심을 집중시키고 있음 • 2013년부터 2023년까지 사이버보안 영역에 1조 달러를 투자할 계획 • DARPA는 Plan X, 사이버게놈, 사이버그랜드챌린지 등 다양한 R&D 프로젝트를 추진 중 • 스노든 사태로 NSA가 다양한 사이버무기를 보유 • 인공지능 기반 지능형 지휘통제 및 사이버 기술 등 관련 연구개발 선도 • 지속적인 정부의 투자와 주요 방산업체 L3.com SAIC LM 등에서 개발한 제품을 배치하고 있음 • 다양한 지휘통제/통신/사이버 무기체계 개발 운용중이며 전 세계 지휘통제/통신/사이버 기술 선도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 위성, 지상, 사이버 기술, 인프라, 인력 우수 • 민간기술이 뛰어나 군에 적절한 모델과 수행체계만 갖추면 민간기술 적시 활동 가능. 군장병들은 디지털로 무장한 세대로 사이버로의 접근이 쉬움(그러나 군의 아날로그 문화가 디지털 세대들을 디지로그로 만들고 있음). 장교들은 군복무 중 연수, 석박사 학위 취득과정 등 자기계발 기회가 많음 • 18년 한국형 3축 체계(Kill Chain, KAMD, KMPR)를 조기에 구축하여 자주국방 역량을 강화시켜 독자적 대응 능력을 확립하는 방안 구축 계획 수립 • 최근 정부가 방위산업 경쟁력 강화를 위해 임기 내에 국방 R&D 투자규모를 현 수준의 2배 이상 확대하겠다는 방침 • 전략지휘통제/전술지휘통제/통신 등 분야별 지휘통제체계 구축하여 운용 중 • 기 구축 무기체계 성능개량 및 해외 도입 무기체계	• 인공지능, 빅데이터 등 4차산업혁명 기술개발 투자를 정책적으로 추진 중이나 국방 측면의 실행은 미흡 • 상대적으로 부족한 연구예산을 효율적으로 활용하여 실질적인 응용연구 실적 배출에 노력 필요 • 공중체계 기술 • 원천기술 전무 사이버전력 핵심인 소프트웨어의 최저가 입찰 연구개발의 성공률 90% (사후 감사가 두려워 쉬운 것만 함) • 사이버임무가 불분명하고 병과 없으며 국가도 국방도 사이버안보전략 없음 • 과거 방산비리문제 등으로 인해, 현재 개발 및 양산에 대한 원가 검증이 철저히 이루어지고 있음. 이로 인해 불필요한 예산낭비를 막는 효과를 얻을 수 있으나, 기술집약적인 중소기업이 방위산업분야 진출하는데 벽으로 작용하여, 실제 최첨단 기술을 보유한 중소업체들은 방위산업에 들어가기를 꺼려하는 실정.

국가	강점분야	기타
	국산화 노력 중 • 사이버 분야 연구역량 강화 중	자금력이 충분하지 않고 인력이 부족한 기술집약적인 중소업체에 대한 일반적인 원가검증이 이루어지면 개발비도 회수 하지 못하는 경우가 발생할 수 있어, 개발실패 위험이 높은 방산사업에 도전하는 업체 감소 중 • 지능정보기술 기반으로 발전 필요 • 단위무기체계 운용에서 통합무기체계 운용으로 변화 필요 • 비대칭 분야인 사이버분야 기술 확대 필요 • 기초 기술이 부족하고 이를 제품화시키기 위한 방산 시장이 협소함
중국	• 기술, 인력, 인프라 모든 면에서 세계 최고 수준에 버금가고 있음 • 위성 및 공중체계 기술 • 세계적 정보기술기업들이 쏟아져 나오고 있음 예) 화웨이, 디제이아이(DJI) 등 아직 잠재력 있는 시장에 대한 자국 기업 보호정책 고수 양자인터넷을 위한 위성을 시험 발사했고 전 세계를 묶는 네트워크 구상을 발표하는 등 미국의 정보기술에 종속되지 않겠다는 의지 확고 • 중국 방위산업 발전의 주요인은 국방기술 연구개발에 대한 전폭적인 관심과 지원. 중국의 국방연구개발기관은 300개 이상이며 그 가운데 국유 방산기업에 속한 연구기관만 200~250개에 달함. 또한 국유 방산기업 수입의 최소 3% 정도를 연구개발비로 사용하도록 지도하고 있는 등 중국 정부의 강력한 기술개발 의지 하에 많은 자금이 투입되고 있음 • 자체 위성체계 보유 및 방공, 화력 등 전투체계 운용 중 • 운용중인 전투체계 고려 시 전략-전술 지휘통제체계 개발능력 보유 • 사이버 분야 역량/기술 강화 중 • 모방에 의한 자체 연구개발 능력 뛰어남 • 중국 정부의 대규모 투자로 자체 시장이 넓어 지속적으로 발전할 가능성 높음 • R&D 연구개발 동향을 완전히 파악하기는 곤란하나, 각종 사이버전 수행 사례를 볼 때 최고 수준의 사이버전 수행능력과 기술 보유	• 세계를 선도하기 위해서 많은 투자를 하고 있으나, 기술 수준은 추세적인 상황 • 인프라 및 인력이 낮음. 그러나 다차원구조 위한 공중체계, 지상이동통신 기술 및 사이버 분야에서 HW·SW 기술 급상승 중 • 경제성장과 함께 과도한 인터넷 통제가 걸림돌로 작용할 듯 • 현 첨단기술은 해킹으로 확보했다는 낙인 • 중국의 급격한 IT 기술 발달로 인해, 그동안 미흡했던 국방 네트워크 분야에서도 비약적인 발전이 이루어지고 있음 • 자체 개발 보다는 미국 러시아 등의 외국 정보를 활용하여 개발함

국가	강점분야	기타
일본	• 기술, 인력, 인프라 등 관련 다수 분야에서 우수한 연구 환경 구축 • 기초과학 수준에 강점이 있음 • 위성 • 보안 소프트웨어 유지보수율 적정화 사이버공격의 법적 근거를 마련하고 체계구축과 핵심기술에 과감히 투자하는 등 정책적으로는 아주 앞서가는 모습 • 우주, 사이버 사령부 창설 • 방위대강을 위한 국방비의 꾸준한 증액 • 사이버 공격 방어 차원 방위대 확대 추진 • 방위장비품의 적용 면에서 주목되는 연구기관이나 기업 등의 독창적 연구를 발굴하고 장래성 있는 기술의 연구를 육성하기 위한 펀딩제도(안전보장 기술연구추진제도)에서 2017년도부터는 대규모 투자 가치가 있는 군민양용 기초연구의 육성 실시 • 향후 진전이 빠른 민생첨단기술의 방위장비품에 대한 신속한 적용 및 방위장비품에 활용 가능한 기술력을 보유한 중소기업과 방위성 자위대와의 매칭 실시 등 관계부처와 기업 등과 연계하면서 방위장비 기술시책을 추진할 예정 • 첨단 플랫폼 보유로 플랫폼별 지휘통제 기술 수준 상당히 높음 • 자체 방공 지휘통제 보유 및 선진 IT 기술 등 지휘통제 개발 위한 기반기술 확보 • 자체 연구개발 능력이 뛰어남	• 전자 정보통신기술은 뛰어나나 보수적 접근으로 실제 적용은 더딘 편 • 미국과 협업을 통한 지능화 기술 및 클라우드 환경 구축에 집중 투자 • 최고 선진국에 비해 예산의 투자 및 이에 따른 응용연구 실적 미흡 • 미국과 사이버협력 강화를 통해 집단적 자위권 확대 적용 • 방어목적의 방위기술은 발정하였으나, 실 전장 환경에서의 네트워킹 기술은 아직 미흡 • 기술적 우위를 확보하고 최첨단 장비품을 효과적·효율적으로 제작하고 방위기술과 민간기술에 관한 각종 정책과제에 대응하기 위해 전략적으로 노력해야 할 각종 시책의 구체적 방향성을 제시한 '방위기술전략'을 2016년 8월 수립하고 이에 의거한 '중장기 기술견적'과 '연구개발 비전' 등에 입각해 각종 시책을 추진 • 방산물자를 대규모로 생산할 수 없기 때문에 응용제품 개발 능력은 상대적으로 낮음
EU	• 기술, 인력, 인프라 등 관련 다수 분야에서 우수한 연구 환경 구축 • 제도와 기초과학 수준에 강점이 있음 • 위성 기술 • 영국은 무인자율드론의 실전 배치를 앞두고 있는 등 첨단군사기술을 보유하고 사이버보안에서도 오래전 정보보호관리체계(ISMS)를 국제 표준화하는 등 선도 중 • 독일은 물리전과 사이버전이 결합한 러시아 하이브리드 위협에 맞서 억지력 증강을 위한 투자 지속(국방비 대폭 인상) 프랑스는 사이버안보와 디지털 경제의 신뢰성을 우선순위로 설정하고 정보력 강화	• 인공지능, 빅데이터 등 4차산업혁명 기술수준 향상을 위해서 대규모 예산 투입 • 최고 선진국에 비해 예산의 투자 및 이에 따른 응용연구 실적 미흡 • 가장 많은 비용을 부담했던 영국의 탈퇴로 많은 변화 예상 • 미국 추진전략과 비슷하게 신기술 개발보다는 기존 개발된 기술들에 대한 융합을 통한 성능 향상 추진 • 자국 방위산업보다는 수출을 위한 제품개발에 치중 • 인프라 및 예산 면에서 미국에 의존적임

국가	강점분야	기타
	• 영국, 독일, 프랑스는 나토의 중심국으로 첨단 기술은 민간이 주도, 러시아가 비국가 행위자를 암암리에 동원해 사이버역량을 키우고 있어 나토는 러시아의 새로운 위협에 전선을 구축함 • EU라는 특성상 생산되는 제품들의 상호운용성이 상대적으로 높음 • EU 연합작전을 위한 안정성이 뛰어난 지휘통제 체계 구축하여 운용 중 • 프랑스, 영국, 독일 등에서 뛰어난 정보통신 기반운용기술을 바탕으로 세계 지휘통제 시장 확보 • NATO 역내 국가 간 기술교류를 통해 기술과 인력은 강점 보유	
미국	• 위성 및 공중체계 기술, 사이버 기술 • 글로벌 정보기술기업 90% 이상이 미국 '플랜X'와 같은 사이버 인텔리전스 프로젝트를 2010년부터 추진 국가 연구개발에서 '게임체인지'를 표방할 정도로 기존에 없었던 창의적 기술에 투자 • 사이버인력은 록히드마틴 등 방산기업과 협력이 아니라 공생관계로 해결 • 국방비 투입 분야가 기초기술 개발부터 응용 분야까지 폭 넓게 이루어져 있고, 장기적 개발 기간을 보장하여 개발되는 기술 수준 높음 • 국방 R&D 중 핵심부품 국산화를 포함한 국방 기술 R&D에 국방 R&D 예산의 40% 이상 투자 • DARPA,신속경량자율(FLA)사업 2단계 비행 시험 완료. FLA알고리즘을 갖춘 플랫폼은 적진에서 격추된 조종사를 찾기 위해 무선 침묵 상태로 수색을 수행하는 것이 가능하여 보안성과 안전성이 뛰어남 • 미국 국방부가 금년 여름 중에 사이버 공간,사이버 보안, 인공지능에 관한 공식 전략 발표를 통해 새로운 능력과 자금 흐름이 형성될 전망 • 육군 전자통신 연구개발 엔지니어링 센터(CERDEC)는 전자전, 사이버전, 신호정보, 빅데이터 분석에 활용하기 위해 인공지능(AI) 기술 도입 • 지휘통제/통신/사이버 사업 개념 및 기술 선도 • 인공지능, 빅데이터 등 4차 산업혁명 기술수준이 급상승 중	• 신기술 개발보다는 기존 개발된 기술들에 대한 융합을 통한 성능 향상 추진

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	1위	1위	4위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 민간의 SW/IT 기업과 방산업체 간 업무협조 및 기술 교류 활성화 • 급속한 디지털의 발전에 따른 공공연구기관의 한계 인식 필요. 세계는 민간이 주도하고 있고 민관 협력이 자생적으로 이뤄질 수 있도록 틀을 마련하는 게 정책의 우선순위 • 산학연 연계된 주기적인 모임 (포럼) • 전군 다계층 네트워크는 1개의 기업이나 개인이 구축으로 되는 것이 아님. 지상과 위성, 공중, 해양, 수중, 사이버 공간에서 모두 기업이나 국가가 협력해 구축해야 하는 사업으로 국내 기관 및 업체의 상호협력 촉진 필요 • 민군 기술협력을 통해 중복투자 방지 및 군에서 쓸 수 있는 가시적인 성과의 빠른 구현 • 연구개발 관련 기관/조직 간의 경쟁보다는 상생 및 협력을 추구할 수 있는 정책 및 제도 개선 • 지휘통제의 지능화, 무인화, 자율화, 첨단화 분야 기초 기술 확대. 지휘통제체계 개발에 있어 많은 기능위주의 개발이 아닌 군운용에 필요한 중요 기능 위주 개발. 운용성이 떨어지는 기능 개발에 많은 노력 투입
국제협력 촉진	• LINK-16 등 데이터링크 분야에 대한 미군/NATO 표준 및 개발기술에 대한 국제 협력 촉진 • 미래 다차원 기반네트워크가 통합망으로의 연동을 해야 하고 국제표준을 선도하고 시장을 이끌기 위해서는 국제간 협력촉진을 통해 표준을 정립하는 국제협력 촉진 • 미국, 이스라엘 등 사이버 보안 분야의 협력국가를 지속적으로 확대 • 기술 선도 국가로 발돋움하기 위해 4차 산업혁명 기술 분야에 집중하여 국제공동연구 및 인력교류 확대 • 국방 가상현실 모의 훈련 및 효과분석 기술 발전을 위해 NATO의 Modeling & Simulation Group 등과 공동 과제 수행 등 • 외국제품 도입/구매보다 국제 기술협력을 통하여 기술 확보 후 국내 개발 전환 유도
인력양성 및 유치	• 방산업체의 국방 SW/IT 분야 연구개발 인력이 육성될 수 있도록 국가 차원에서 관리 및 지원 • 관련 전문가에 대한 사회적 경제적 대우 문제 • 방산원가 산정 시 대기업, 중소기업, 소기업을 구분하여 이익률을 차등 분배. 방산원가는 인력이 많은 업체에 유리하고 인력이 적은 기술직약적인 중소업체에서는 실제적인 개발 때 투자된 자금을 환수하기도 어려운 구조. 따라서 중소업체에 이익률을 지금보다 높여 많은 실력 있는 중소업체가 방산에 관심을 가질 수 있도록 유도가 필요하고, 기존 참여업체는 이로 인해 좀 더 유능한 인력을 충원할 수 있어 장기적으로는 방산산업의 부흥에 이바지 할 것 • 미래 다차원 기반네트워크 하에서는 모든 데이터전송수단이 All IP 구조로 기반통신 및 전산분야 및 사이버 등 보호 분야의 인력 양성 시급 • 경력 인력의 재활용보다 4차 산업혁명 기술 연구역량을 지닌 신규 인력의 국가연구개발 활용도 향상 • 가상현실 및 모의 훈련 기술 분야에 대해 다학제 프로그램 지원으로 국내 자체 인력 양성이 시작될 수 있도록 지원 • 민간분야에서도 지휘통제 및 SI 분야 사업이 지속되어야 지휘통제 분야 경험자 유지 및 타 분야 유출 방지

	정책제언
인프라 구축	• 사이버 기술 관련하여 국방차원의 테스트베드 구축 등 인프라 확보 • 국가 전략적으로 특정 분야에 대한 산학연 포함된 인력망 구성 필요하고 해외 세미나 및 전시회 참가 지원. 해외에서 습득된 기술 자료는 구성된 인력망 인원들에게 모두 공유 • 미래 NCW 기반네트워크는 지상/위성/공중/해양/수중/사이버 등의 다차원 통합 기반 네트워크 이므로 이의 인프라를 구축하는 것이 제일 시급 • 연구개발 인프라 민군 교류 • 국방 분야에 빅데이터 및 인공지능 플랫폼 등 4차 산업혁명 기술 기반의 인프라 구축 적극 추진 • 민간 지휘통제 지속 환경 구성 및 개발비 확보 • 기반 SW(미들웨어 등) 국산화 개발 및 국내 무기체계 적용 유도
법·제도 개선	• 본 분야는 민간에서 기술우위를 점하고 있으므로 민간 SW/IT 분야 신기술이 국방분야에 신속하게 적용가능하도록 민간분야 신기술에 대한 모니터링 및 국방 분야 적용 시 인센티브 적용 등에 대한 법제도 마련 • 현 법체계에서는 협력사들도 체계업체와 비슷한 수준의 품질관리, 보안, 원가등 상대적으로 간접인력을 많이 운용하여야 함. 기술 집약적이고 아직 안정기에 들어가지 않은 협력사들은 많은 간접 인력을 운용하는데 자금에 어려움을 겪고 있어, 한두 개 국방과제 참여 후, 더 이상 국방과제에는 참여하지 않는 실정. 결국 좋은 기술을 가진 업체들이 국방과제에 참여할 수 없게 되어 국가적 기술개발에 마이너스 요인이 됨. 가능한 협력사 개발 품목은 고정단가로 확정하고 이후 원가검증 등을 생략하여, 많은 기술집약적인 업체들이 적극적으로 참여할 수 있는 방안 필요 • SW 가치 인정 • 사이버보안 분야의 국가-국방 연구개발 거버넌스 효율화 지속 추진 • 규제 샌드박스 등 규제 개혁 적극 추진 • 급변하는 IT 기술을 적시에 적용가능하게 사업 소요/획득/계획 절차 간소화
연구비 확대	• 핵심SW 사업 등 국방 분야에서 관련 예산이 증액되도록 노력하고 필요시 과기정통부 등의 예산이 국방 SW/IT 기술에 반영 가능하도록 조치 • IT 기술은 이미 민간주도로 가고 있고, 정부의 연구비는 기초원천기술에 집중해야 할 것 • 현재 국방 연구비는 개발기간 내 비용을 충분히 반영하지 않는 실정. 체계업체가 많은 부분을 가져가고 적은 비용으로 협력사에 분배. 그로인해 대부분 협력사는 개발기간동안에는 많은 손실을 감내 중 • 미래 NCW 기반네트워크가 될 다차원 통합망 통신구조에서 무인로봇/드론 등 무인자율화로 인간을 대신하여 전투하려고 하는 패러다임의 변경으로 이를 연구하기 위한 연구비가 대폭 확대 되어져야 할 것 • 사이버 보안 연구 분야의 R&D 예산 지속 확대 요구 • 지능정보기반 지능형 지휘통제기술 등 미래 선도기술 연구개발에 대한 예산 확대 추진 • 분야별, 수준별 다양한 연구 프로젝트를 구성하여 연구소, 학계, 업체 등 각 참여자들에게 연구의 동기를 부여할 수 있게 하는 것 필요
기타 의견	• 빅데이터, AI, 블록체인 등 최신 기술과의 접목을 위한 정책연구 및 기술용역 추진 • 민간의 관련 정보보호 기술로드맵과 연계하여 Spin-On/Spin-Off가 주기적으로 이루어질 수 있도록 민군 거버넌스 구축 • 전장상황정보의 빅데이터화, 지능정보기술기반 정보융합 및 상황인식 등 군 지휘 의사결정지원 기술 분야에 대한 연구개발을 적극 추진 • 가상현실, 증강현실 분야의 기술을 M&S 부분에서 활용할 수 있도록 협업

다 주요 분석 결과 요약

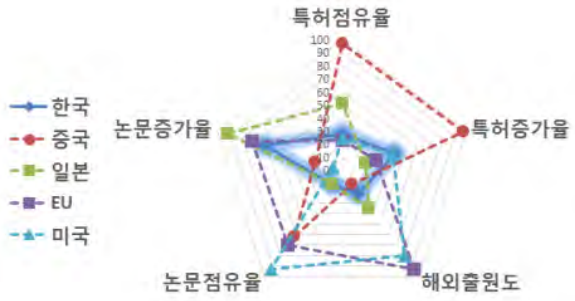
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	국방	9,671	17,286	11.6%	124.2%
해당 중점과학 기술명	전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술	3,516	2,968	15.6%	114.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

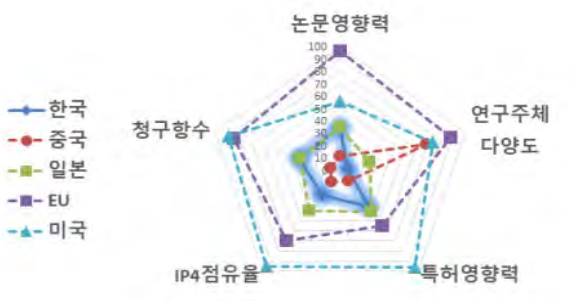
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	EU	미국
	42.3%	61.3%	15.8	13.4
한국	4위	3위	4위	4위
	2.5%	7.7%	5.8	6.3
5개국 평균[2]	-	-	8.8	10.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

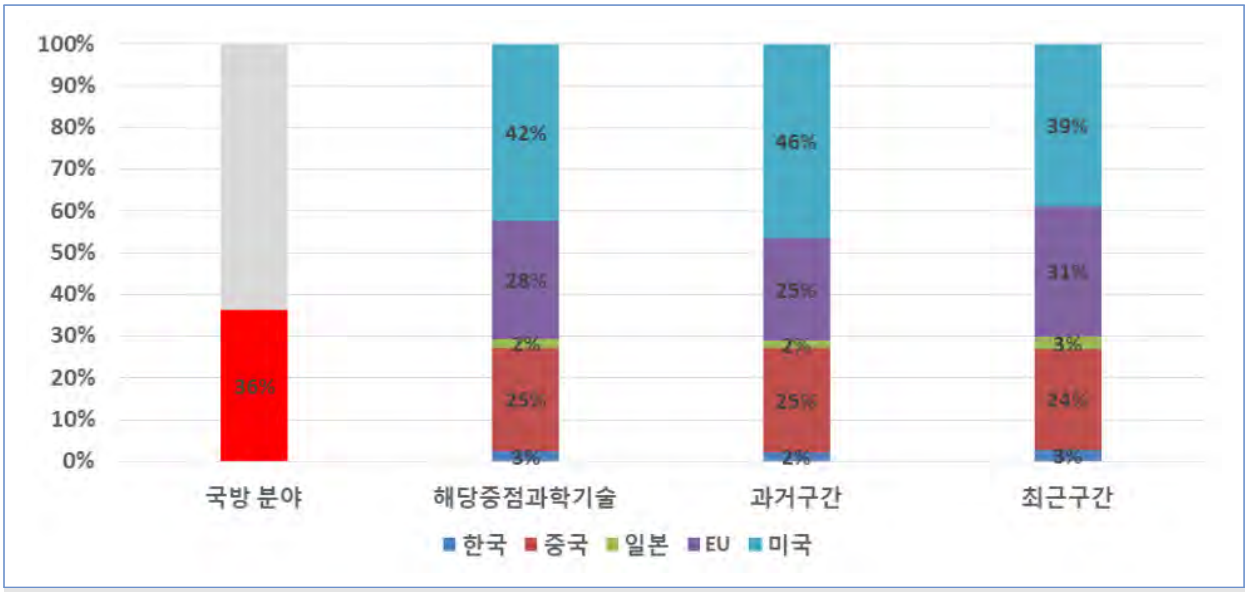
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.5%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(5.8)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(42.3%), EU(28.2%), 중국(24.6%), 한국(2.5%), 일본(2.3%) 순이며, 논문 증가율은 일본(66.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(15.8), 미국(8.3), 일본(5.8), 한국(5.8), 중국(2.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(7.7%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(6.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(61.3%), 일본(21.0%), 한국(7.7%), 미국(5.5%), EU(4.6%) 순이며, 특허 증가율은 중국(307.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(13.4), EU(7.9), 일본(6.7), 한국(6.3), 중국(3.3) 순이며, IP4 점유율은 미국(19.1%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.5%	24.6%	2.3%	28.2%	42.3%
	논문 증가율	40.5%	13.1%	66.7%	47.6%	-3.3%
	논문 영향력	5.8	2.2	5.8	15.8	8.3
	연구주체 다양도	0.81	0.94	0.86	0.98	0.95
특허 분석	특허 점유율	7.7%	61.3%	21.0%	4.6%	5.5%
	특허 증가율	53.3%	307.8%	-29.6%	6.0%	49.2%
	해외출원도	0.6	0.1	1.2	3.9	3.0
	특허 영향력	6.3	3.3	6.7	7.9	13.4
	IP4점유율	3.5%	0.3%	6.4%	11.6%	19.1%
	청구항수	5.6	2.7	5.5	10.0	10.5

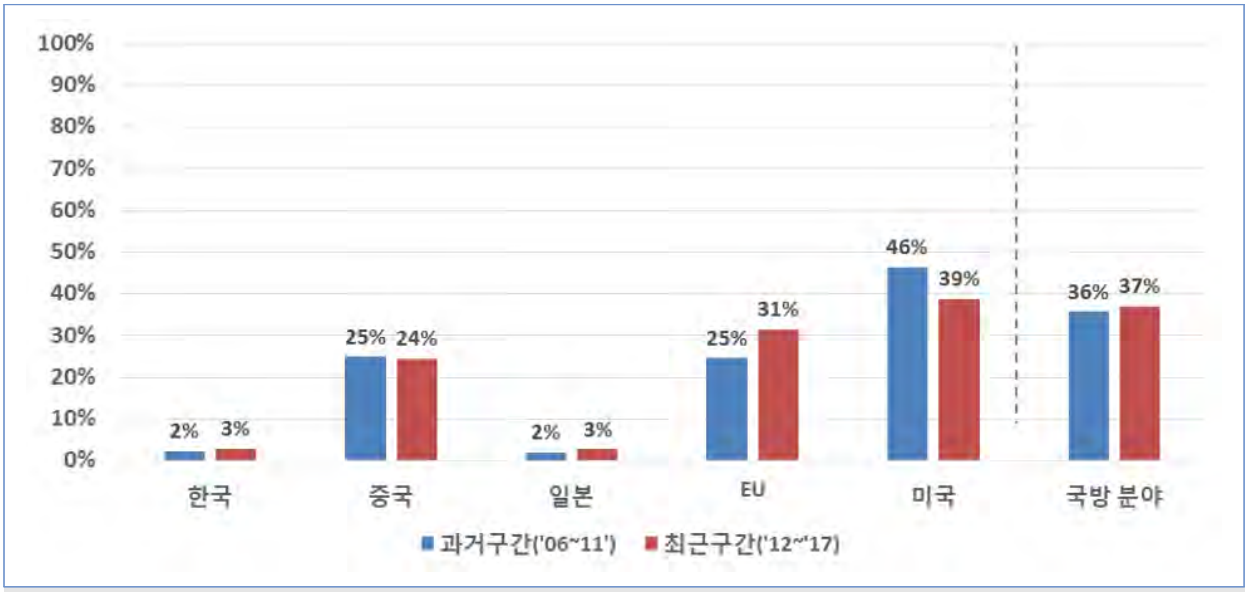
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 1489건으로 전체 논문의 42%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술은 국방 분야의 전체 논문 중에서 36%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

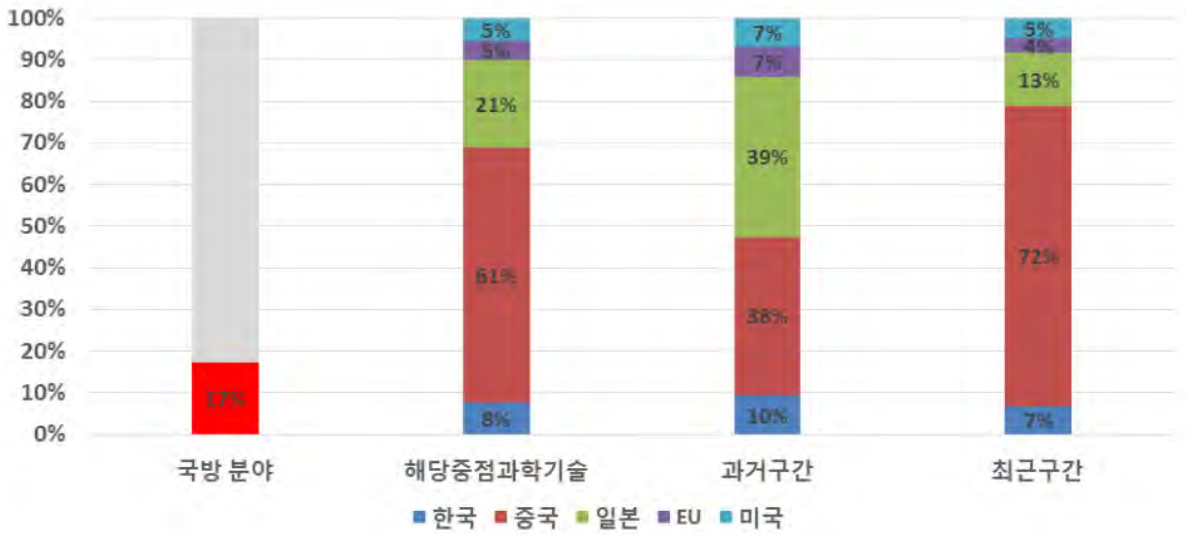


- 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 40.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	37	52	89	40.5%
중국	406	459	865	13.1%
일본	30	50	80	66.7%
EU	401	592	993	47.6%
미국	757	732	1,489	-3.3%
전체	1,631	1,885	3,516	15.6%

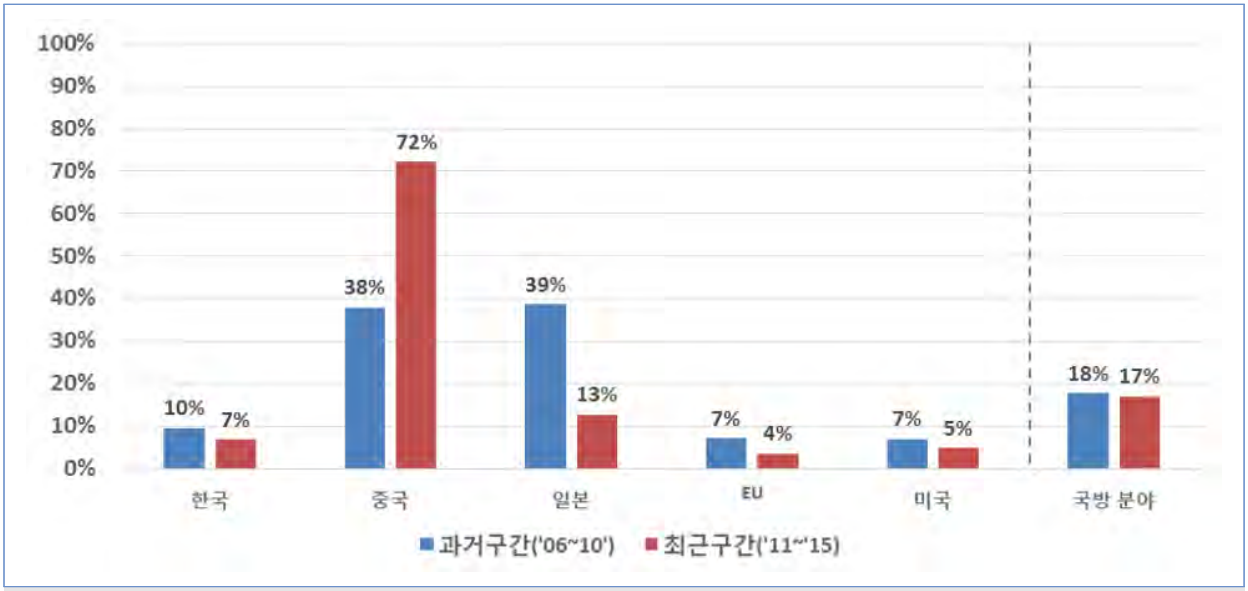
(4) 특허 점유율(전체)



● 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1818건으로 전체 특허의 61%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술은 국방 분야의 전체 특허 중에서 17%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



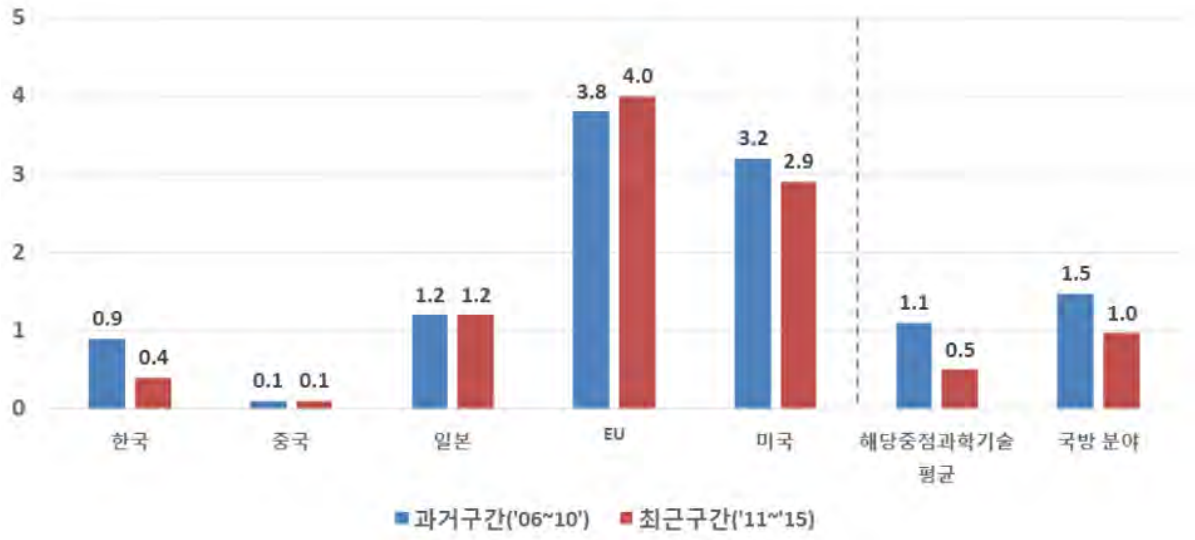
- 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 53.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	90	138	228	53.3%
중국	358	1,460	1,818	307.8%
일본	365	257	622	-29.6%
EU	67	71	138	6.0%
미국	65	97	162	49.2%
전체	945	2,023	2,968	114.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

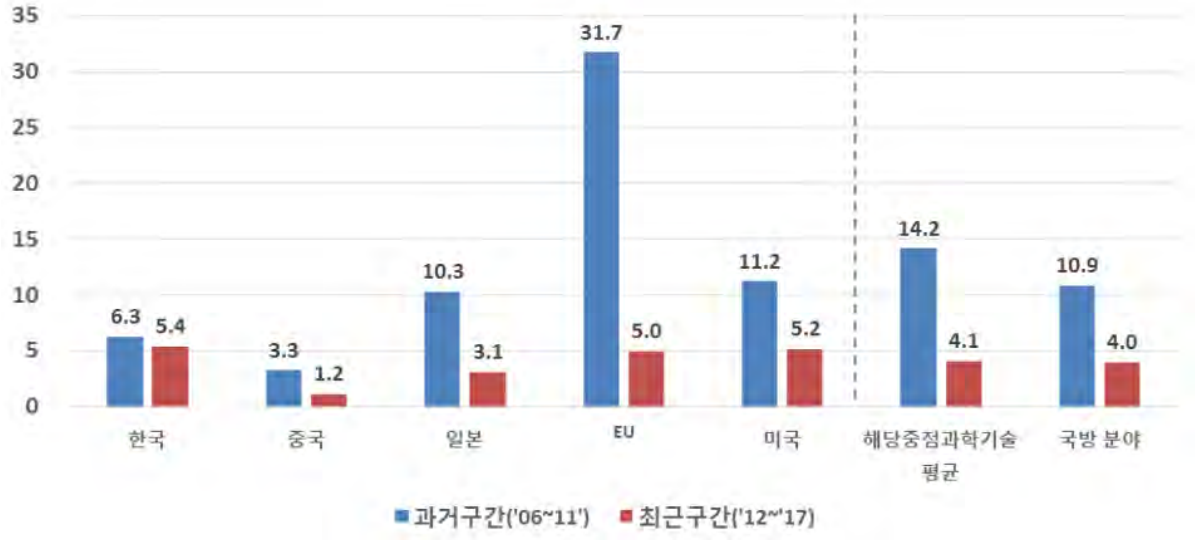


- 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장 확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

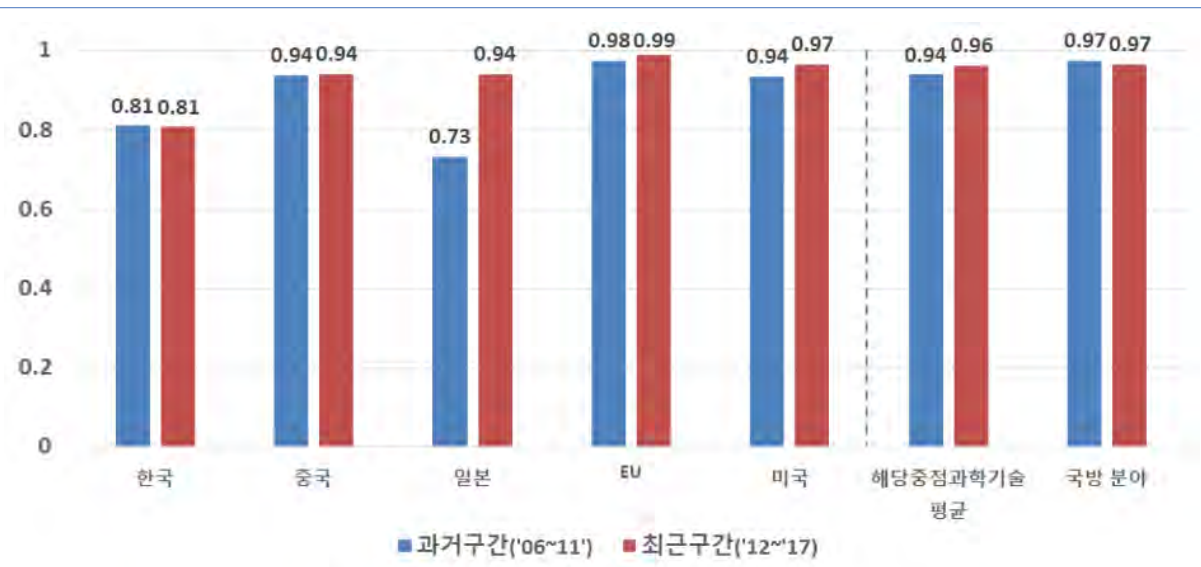
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



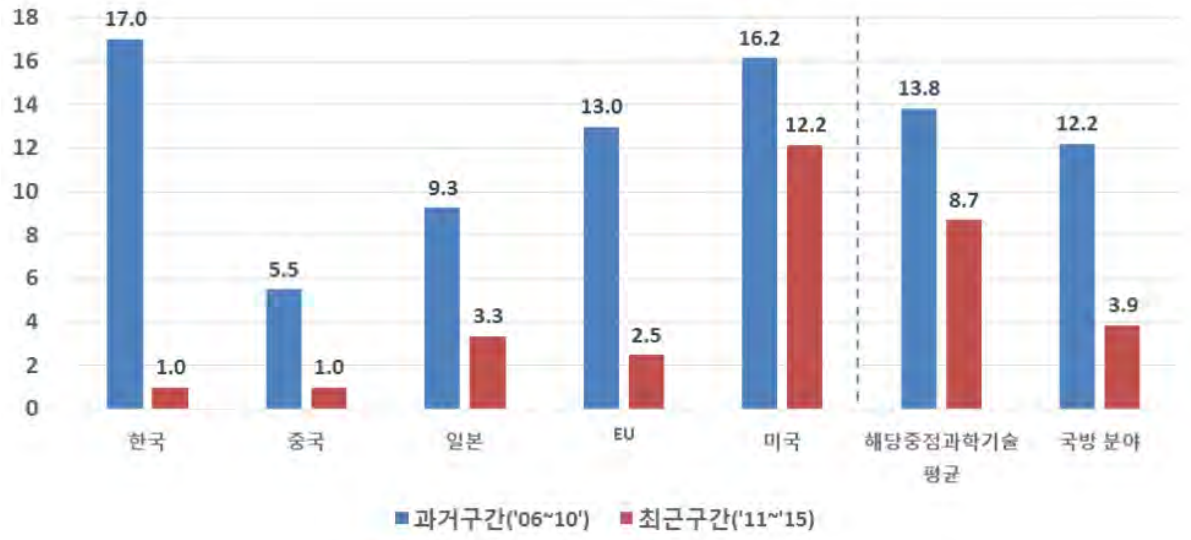
● 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 한국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



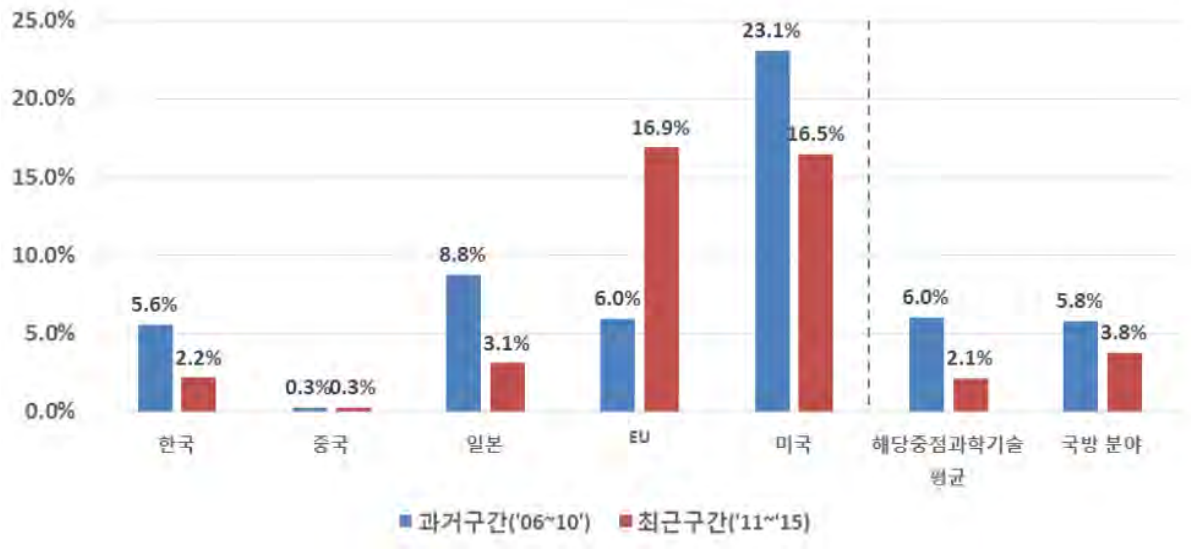
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



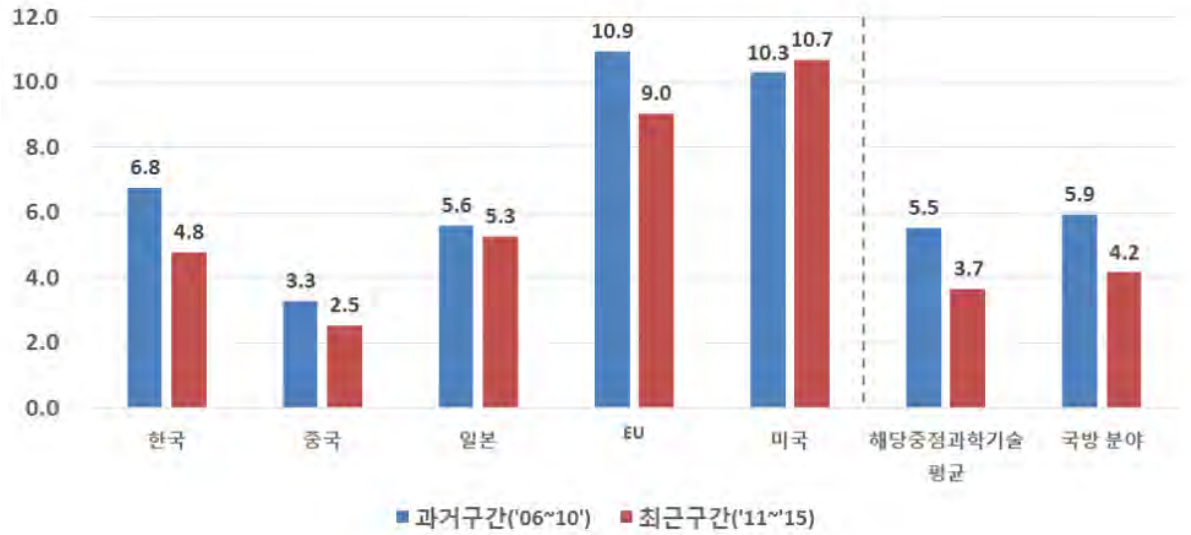
● 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

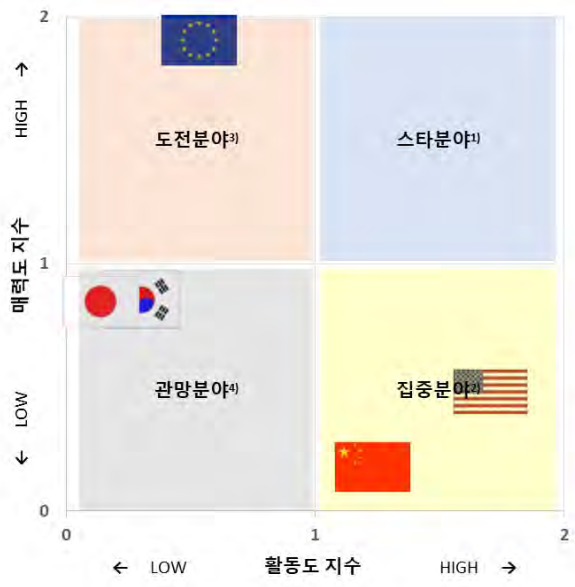
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

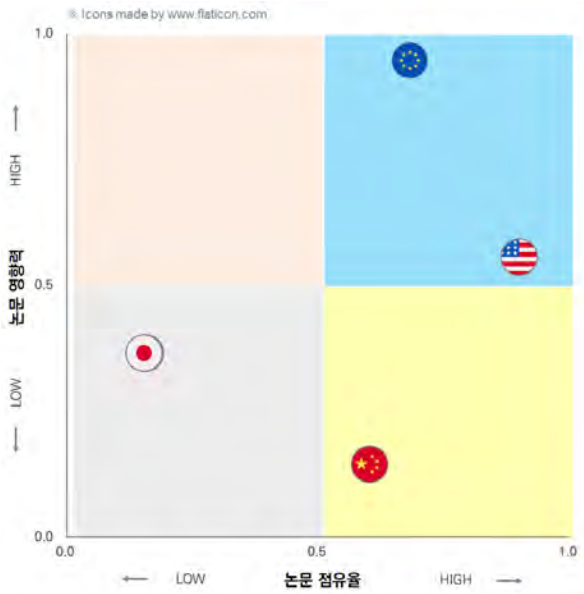
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

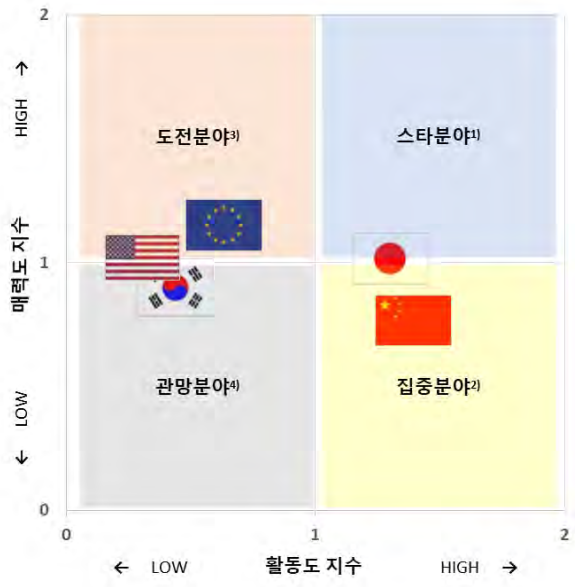


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 전군 다계층 네트워크 정보통합 및 사이버 대응 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'JOHNS HOPKINS UNIVERSITY(0.63%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 5.62%(글로벌 점유율은 0.14%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	미국	1.48%	0.63%	-30.77%
2	NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	2.20%	0.54%	11.11%
3	AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.21%	0.51%	-50.00%
4	U.S. ARMY RESEARCH LABORATORY	미국	1.14%	0.48%	12.50%
5	NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL	미국	1.14%	0.48%	-58.33%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.62%	0.14%	-33.33%
2	KOREA UNIVERSITY	5.62%	0.14%	50.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	4.49%	0.11%	50.00%
4	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	3.37%	0.09%	300.00%
5	AJOU UNIVERSITY	3.37%	0.09%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.20%	0.54%	11.11%
2	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	1.85%	0.46%	28.57%
3	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	1.39%	0.34%	-28.57%
4	WUHAN UNIVERSITY	1.27%	0.31%	-16.67%
5	BEIHANG UNIVERSITY	1.27%	0.31%	166.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA UNIVERSITY	13.75%	0.31%	-62.50%
2	UNIVERSITY OF TSUKUBA	5.00%	0.11%	200.00%
3	TOSHIBA CORPORATION	3.75%	0.09%	200.00%
4	KYOTO UNIVERSITY	3.75%	0.09%	200.00%
5	TOHOKU UNIVERSITY	2.50%	0.06%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	MILITARY UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.01%	0.28%	800.00%
2	MICROWAVES AND RADAR INSTITUTE	1.01%	0.28%	50.00%
3	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.81%	0.23%	-40.00%
4	UNIVERSITY OF DEFENCE	0.81%	0.23%	200.00%
5	GRAZ UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.70%	0.20%	500.00%

6 미국

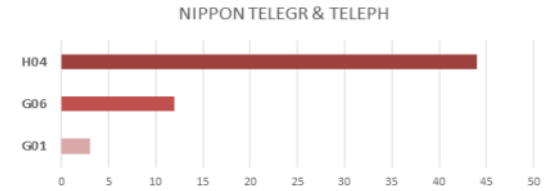
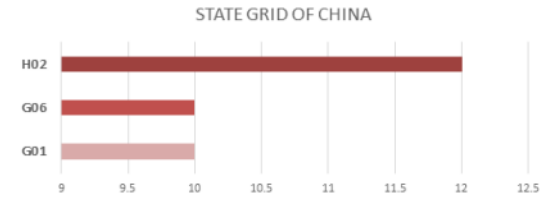
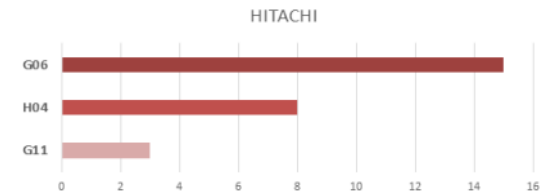
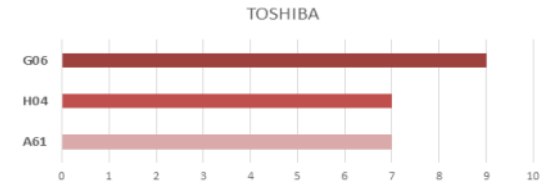
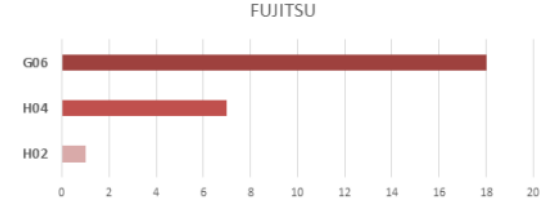
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	1.48%	0.63%	-30.77%
2	AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.21%	0.51%	-50.00%
3	U.S. ARMY RESEARCH LABORATORY	1.14%	0.48%	12.50%
4	NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL	1.14%	0.48%	-58.33%
5	IOWA STATE UNIVERSITY	1.07%	0.46%	0.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'NIPPON TELEGR & TELEPH(2.02%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국전자통신연구원'이 7.02%(글로벌 점유율은 0.54%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'NIPPON TELEGR & TELEPH'과 '한국전자통신연구원'은 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

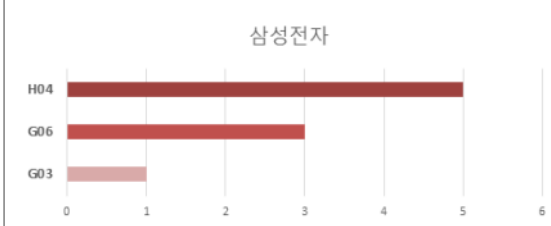
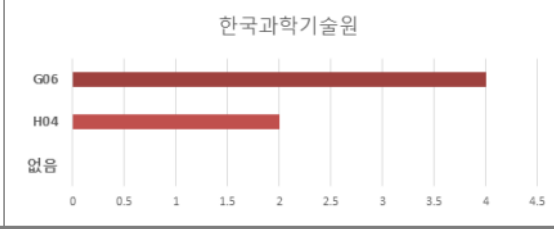
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NIPPON TELEGR & TELEPH	일본	9.65%	2.02%	-42.11%
2	STATE GRID OF CHINA	중국	2.75%	1.68%	4,900.00%
3	HITACHI	일본	4.82%	1.01%	-33.33%
4	TOSHIBA	일본	4.82%	1.01%	-33.33%
5	FUJITSU	일본	4.18%	0.88%	-47.06%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

2 한국

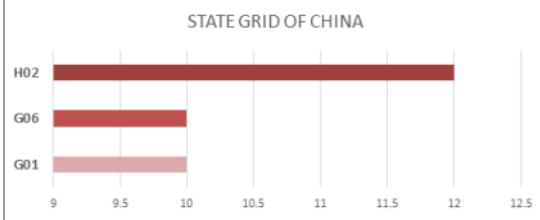
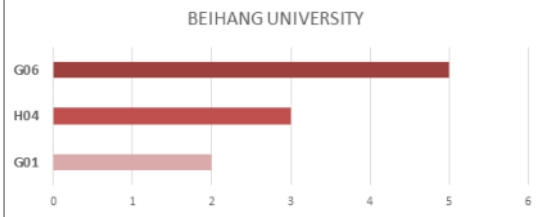
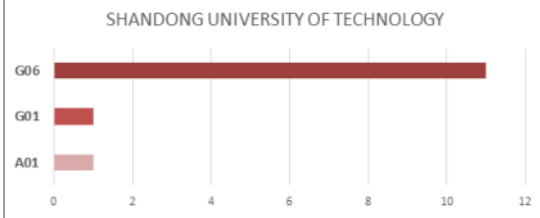
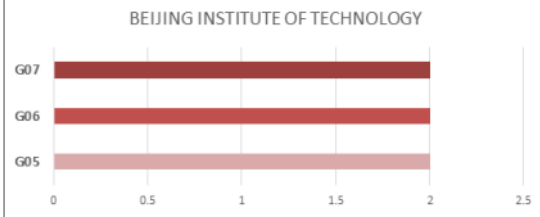
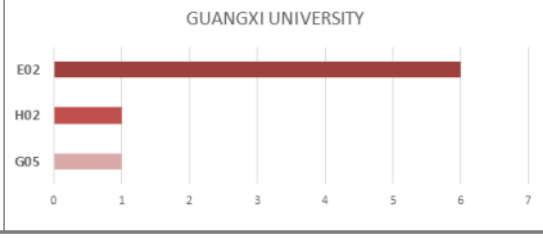
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전자통신연구원	7.02%	0.54%	-22.22%
2	국방과학연구소	5.26%	0.40%	400.00%
3	삼성전자	4.39%	0.34%	-33.33%
4	엘지디스플레이	2.63%	0.20%	400.00%
5	한국과학기술원	2.63%	0.20%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
4		H04	전기통신기술
		G02	광학
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	2.75%	1.68%	4,900.00%
2	BEIHANG UNIVERSITY	0.99%	0.61%	57.14%
3	SHANDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.72%	0.44%	1,200.00%
4	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.66%	0.40%	100.00%
5	GUANGXI UNIVERSITY	0.55%	0.34%	800.00%

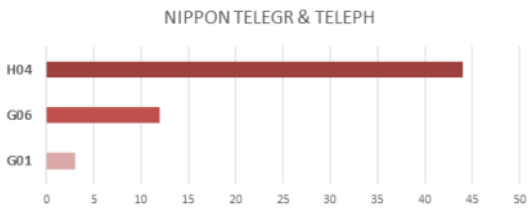
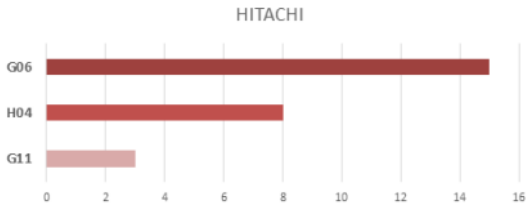
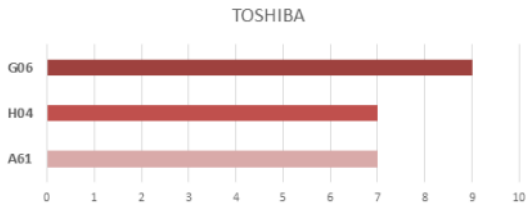
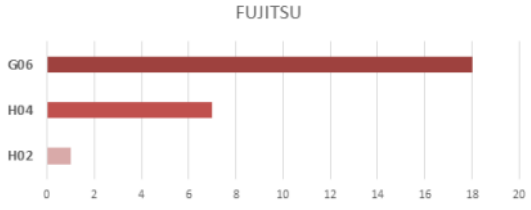
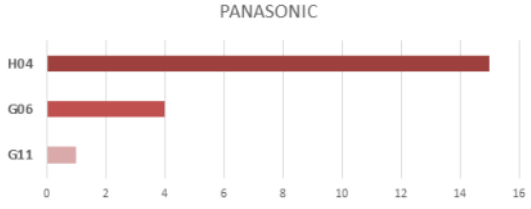
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
4		G07	검사장치
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
5		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정

4 일본

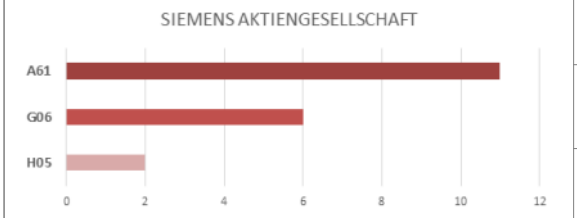
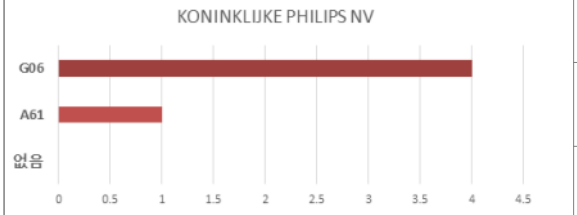
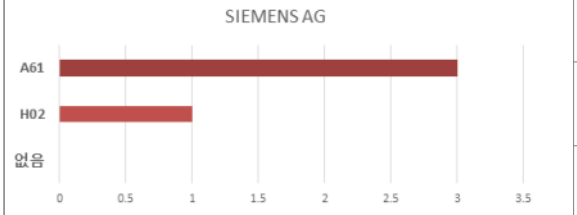
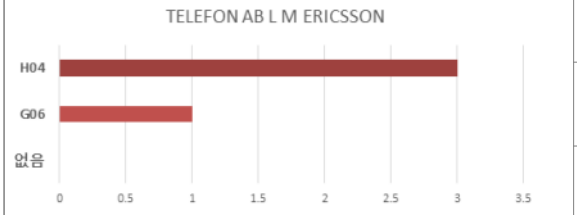
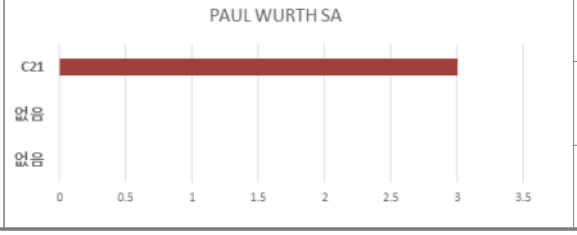
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NIPPON TELEGR & TELEPH	9.65%	2.02%	-42.11%
2	HITACHI	4.82%	1.01%	-33.33%
3	TOSHIBA	4.82%	1.01%	-33.33%
4	FUJITSU	4.18%	0.88%	-47.06%
5	PANASONIC	4.02%	0.84%	-43.75%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장

5 EU

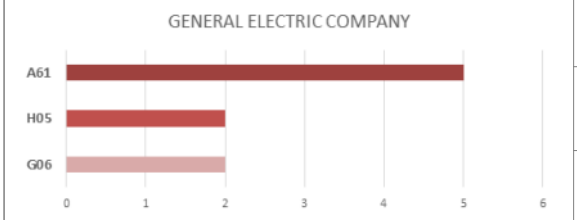
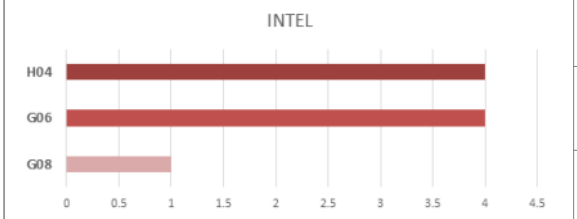
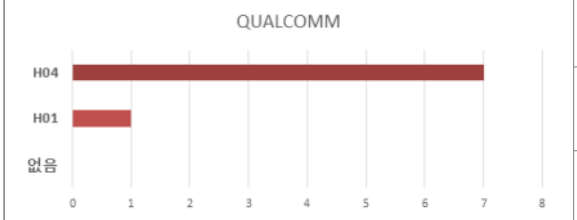
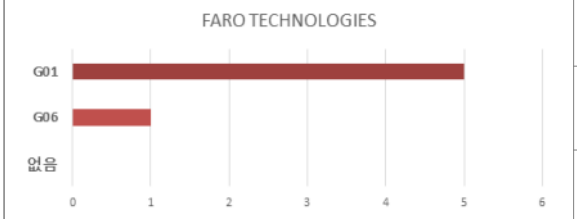
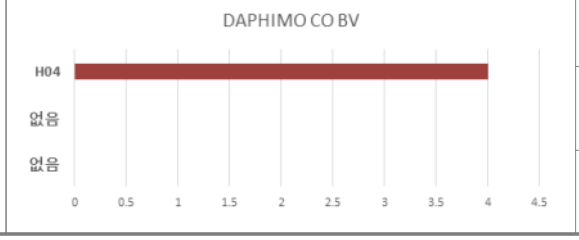
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	16.67%	0.77%	-35.71%
2	KONINKLIJKE PHILIPS NV	3.62%	0.17%	-75.00%
3	SIEMENS AG	2.90%	0.13%	300.00%
4	TELEFON AB L M ERICSSON	2.90%	0.13%	-66.67%
5	PAUL WURTH SA	2.17%	0.10%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		C21	철야금
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC COMPANY	5.56%	0.30%	700.00%
2	INTEL	5.56%	0.30%	100.00%
3	QUALCOMM	4.94%	0.27%	0.00%
4	FARO TECHNOLOGIES	3.70%	0.20%	500.00%
5	DAPHIMO CO BV	2.47%	0.13%	-66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
3		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		-	-
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 기계·제조 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

Ⅴ. 기계·제조

2018년 기술수준 평가

26. 선박 전생애주기 통합형 기반기술 ····· 1
27. 친환경·스마트 선박 기술 ····· 31
28. 해양플랜트 실용화 기술 ····· 61
29. 친환경·스마트 플랜트 기반 기술 ····· 93
30. 스마트 자동차 기술 ····· 123
31. 친환경 고효율 자동차 기술 ····· 155
32. 적응형 서비스 로봇기술 ····· 185
33. 재난구조 및 극한탐사 로봇기술 ····· 215
34. 스마트 제조로봇 기술 ····· 247
35. 스마트 팩토리 기술 ····· 279
36. 고효율·초정밀 생산시스템 기술 ····· 311
37. 3D 프린팅 장비·소재 기술 ····· 343
38. 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술 ····· 373

26 선박 전생애주기 통합형 기반기술



26 선박 전생애주기 통합형 기반기술

중점과학기술 개요

☑ 미래의 다변화되는 수요에 맞춘 비전형적인 선박의 개념 개발, 설계, 건조와 새로운 환경에서의 운용 및 스마트한 재활용까지를 고려하여, 인력과 자원을 최소화하면서 성능과 효율을 극대화할 수 있는 선박의 전생애주기에 걸쳐 연계되는 ICT 기반 통합형 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

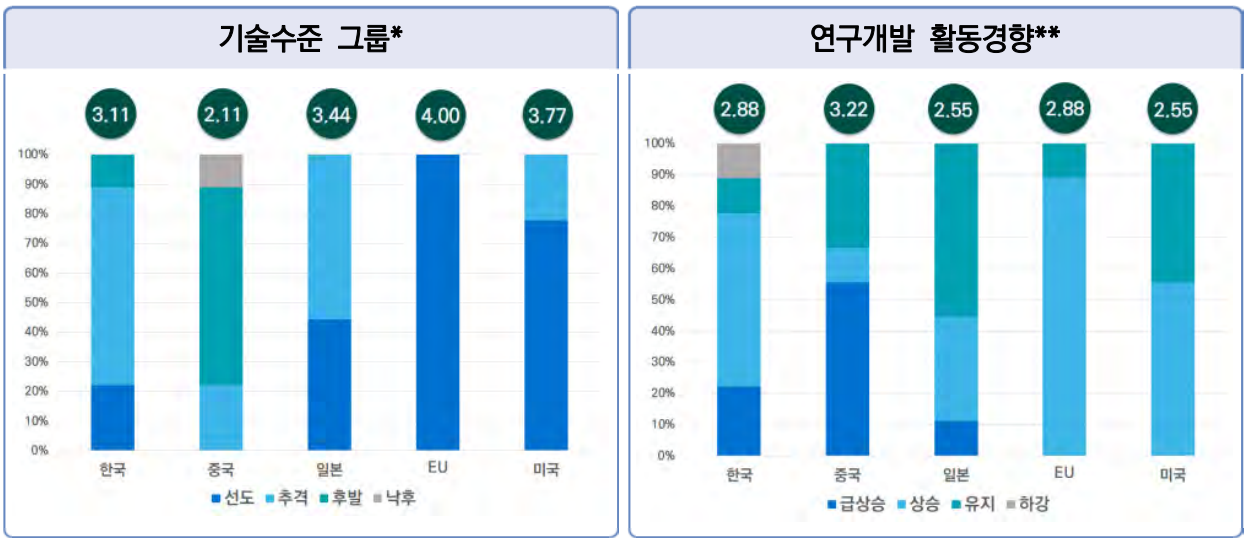
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	5.0	추격	보통	보통	상승
중국	66.0	7.0	후발	보통	보통	상승
일본	75.0	3.0	추격	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	우수	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	우수	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.0	80.0	60.0	81.0	17.8	5.0	2.0	5.0	1.5
중국	66.0	7.0	66.0	30.0	71.0	21.5	7.0	5.0	7.0	2.2
일본	75.0	5.0	75.0	68.0	85.0	12.8	3.0	3.0	5.0	2.5
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.9
미국	94.0	0.0	100.0	90.0	100.0	9.6	0.0	0.0	1.0	2.3

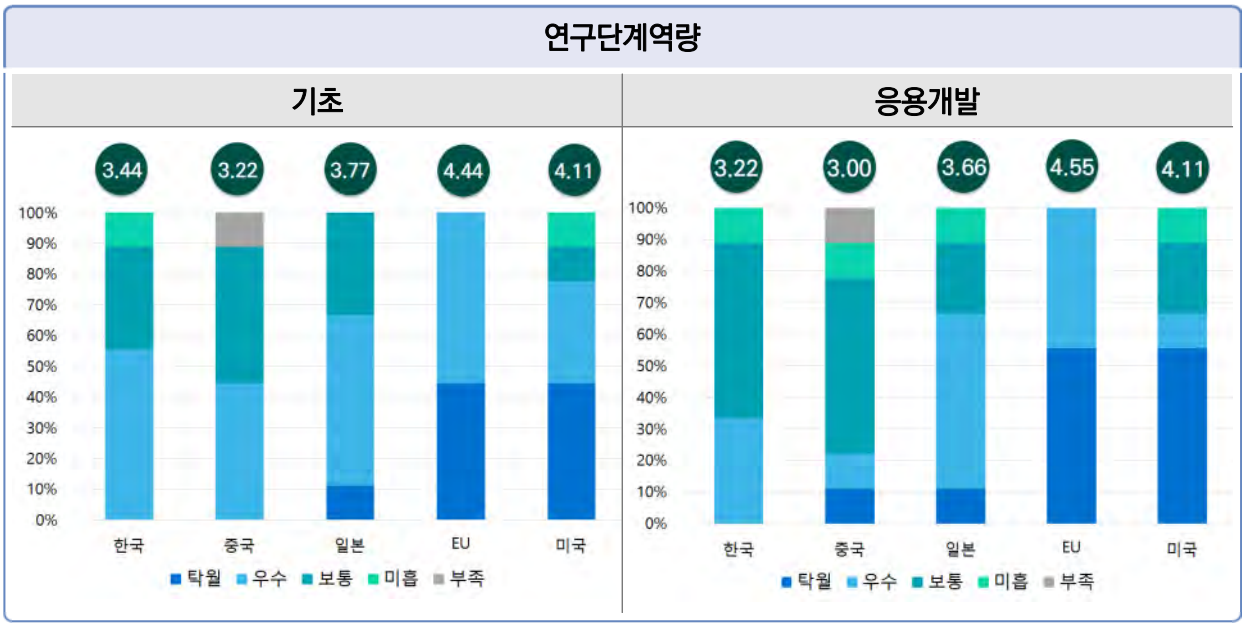
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단 근거
한국 (80.0%)	• 함정 분야를 중심으로 2003년부터 조함정보체계 개발을 추진하며 PLM, PDM 개념 접목을 위해 노력하였으나 전사적 차원의 생애주기 관리시스템 구축엔 실패 • 조선사 중심으로 개별적 기술개발과 접목이 시도되었으며 최근까지 현대중공업에서 지멘스사의 PLM을 도입, 운영하려는 노력이 진행됨 • 정부규제 및 영세성으로 시장발달이 늦어지고 선박 관련 산업 정체됨 • 신조 건조가 활발하나 건조 선박의 관리 분야는 산업 시발기 • LNG 연료사용 시스템 분야의 독보적 신기술 개발 및 자율운항 선박 연구지속 실시(대우조선해양(주))
중국 (66.0%)	• ICT 활용도 낮음 • 유럽, 한국, 일본 등에 비해 후발주자로 2차원 캐드와 통합이 어려우면서 업무 의존도가 큰 인하우스 프로그램이 적고, 선박을 설계하는 그룹이 건조 조선소에서 분리되어 상대적으로 데이터의 집적, 통합 활용이 유리해 빠른 속도로 생애주기 관리 기술을 도입, 활용 중에 있으나 최근 조선 경기의 둔화와 필수 기술 인력의 잦은 이직 등으로 어려움 있음 • 관련 기술 분야에 대한 재현, 응용에 초점을 둔 논문 게재 및 특허 출원에 적극적 • 거대한 규모의 연구비를 바탕으로 선진국이 거친 과정을 고속으로 재생산하며 추격 중. 특히 IT 분야의 과감한 투자는 세계에서 최고 수준 • 지속적인 기술 빼내기. 독자적 신기술 개발이 거의 전무하지만 국가적 차원의 지원이 독보적
일본 (75.0%)	• 벌크선 중심의 조선사가 많으며 핵심 기술 인력의 노하우로 인적자원 중심의 기술관리가 이루어지고 있으며 미국, 유럽, 한국 및 중국과 같은 형태의 선박 생애주기 통합형 기반기술 개발은 이루어지지 못하고 있음 • 기술 인력이 부족하여 상대적으로 신기술 노력 다소 미흡 • 국가적으로 체계적 지원과 사기업들의 호응으로 제조업에서 축적된 기술을 확장해 나가는 동향
EU (100%)	• 충분한 설계기간, 활발한 ICT 활용도, 수준 높은 고객 • SW 및 알고리즘에 대한 원천기술 확보 및 중장기 계획 수립/지속개정(영국 LR, 노르웨이 DNV 등 선급중심 로드맵 개발) • 연구 논문 및 특허 출원 활발. 선주 및 해운국 중심으로 신조 건조와 함께 관리에 중점 활동 • 독일, 네덜란드 등 조선기술 선진국에서는 자신들이 선도하고 있는 분야에서 선제적인 ICT 융합을 진행 중 • 기 개발된 기술의 융합에 대한 연구가 활발하며, 해사업계 전반의 통합된 기술 개발 계획 유지 • 수소연료를 사용하는 친환경 선박에 관한 미래 선박 연구 활발. 카페리 및 여객선 시범적용 성공사례 보유
미국 (100%)	• 2006년 취역한 LPD17 샌안토니오 클라스 군수 지원함 건조시점부터 PDM(Product Data Management), PLM(Product Life-cycle Management) 개념을 도입하였으며 전 세계에서 유일하게 PDM, PLM 기술을 성공적으로 함정 설계 건조에 적용한 바 있음 • 다양한 잠수함, 수상함정 설계에 있어 체계 공학기반의 기술검증을 설계 초기단계에 수행하여 수명주기 전반의 리스크를 관리하고 있으며 생애주기 기술, 비용 관리 경험과 독보적 기술을 보유 • 국방산업과 연계한 HW/SW 기술 확보 및 중장기 계획 수립 및 지속 개정 (ABS 등 선급 중심 로드맵 개발)

국가 (기술수준)	판단 근거
	• 노동집약형 선박에서 고부가가치선박으로의 전환이 국가적 차원에서 이루어지고 있고 전문 인력의 이력관리가 잘되고 있음 • 단순히 산업별 접근법을 쓰지 않고 거대한 플랫폼 개발에 주력하면서 전체적인 ICT 기반 생태계를 변화시키는 전략에 주력함 • 신기술에 대한 빠른 실증을 통하여 기술 실현에 적극적임 • 국제법의 제·개정을 통하여 기술 리더임을 자인 • 수소연료를 사용하는 친환경 선박에 관한 미래 선박 연구 활발. 카페리 및 여객선 시범적용 성공사례 보유

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 설계인력 고도화 • 융합기술 적용 품질. 성능검증 인프라 구축완료 • 중소기업의 고급 조선인력 흡수로 개발속도 가속화 • 최신 기술 도입을 위한 전문 기술인력, 기술도입 효과를 검증할 수 있는 인프라가 강함 • 조선해양 설계, 건조 기술 • ICT 기술을 접목한 선박 제조기술 연구 활발 • 친환경 선박개발 연구 활동 활발 • 스마트 조선소 건설에 기초연구 활동 활발 (정부기관/학계/산업체 공동) • 극지 운항선박 기술 독보적. • 세계 최고의 인프라 및 건조와 운용 실적을 통해 축적된 경험 • 선박 생애주기 관리를 위한 PDM, PLM 기술의 적극적인 도입 노력	• 조선경기 하강으로 인한 투자 급감 • 자본, 규제 등의 인프라 부족 • 조선사와 선주, 생애주기 관리 기술을 보유한 제3집단 간에 지향점이 다르고 추구하는 바가 다름 • 고급 기자재 개발기술 부족 • 기자재 업계 및 조선해양업계와의 기술 격차로 융합의 어려움 • 정부 차원의 제도적 지원과 전문가 양성 등 보다 현실적인 지원필요. 예)연구R&D 자금 전폭지원. 연구개발 성과 연동제 실시 인센티브 동기부여 필요 • 정부와 민간의 엇박자. 게다가 그나마도 지속적이지 못하고 당장 눈앞의 문제만 해결하자는 식의 조급성 보임 • 기존의 ERP 시스템과 인하우스 설계 프로그램, 모멘트가 큰 업무 방식에 따라 정보, 지식을 새로운 전산환경에 통합하는데 어려움을 겪었으며 조선사별로 기술 수준 편차가 큰 편 • 상선분야의 치열한 가격 경쟁력으로 인해 관련 연구 미흡
중국	• 캐드시스템부터 생산시스템까지 조선소가 가지는 기존 기술에 대한 의존도가 낮아서 새로운 기술에 대한 도입 효과가 비교적 빠르게 나타남. 국외 도입 기술에 대한 접목이 용이한 구조를 갖추고 있음	• 우수성과 창출 경험 미흡 • 기술 인력 전문성이 한국대비 떨어지나 전사적 투자를 진행하고 있어 빠른 추격이 이루어지고 있으며 새로운 선종에 대한 기술력 강화를 위한 레버리지로 생애주기 관리 기술을 받아들이고 있어 급격한 발전과 변화가 예상됨

국가	강점분야	기타
	• 언제든지 하면 할 수 있다는 자신감이 있음. 특히 IT 분야의 풍부한 인력과 정부의 지원은 언제든지 마음만 먹으면 세계 최고의 플랫폼 완성 가능	• 정부 지원이 막강함. • 타국의 기술을 인용하는 단계임 • 기술인력 인프라 구축 미비 • 산업의 수익성 하락으로 인해 관련연구 미흡
일본	• 기술, 인력, 인프라 충분하며 해운 산업 우수 • 조선 산업의 구조조정으로 주력선종의 종류가 제한적이고 핵심 기술 인력의 노령화가 진행되었지만, 조선사 별로 특화된 노하우 기반 기술관리시스템과 선주사와 연계한 기술 피드백 체계가 잘 갖추어짐 • 원천기술 중 강점 분야와 약점분야를 구분하여 명확한 선택과 집중 • 조선·해양 분야 원천기술에 강점 • 친환경 선박개발 연구 활동 활발 • 정부와 민간의 협력. 특히 민간의 수요를 국가적인 이익에 맞춰 판단하고 그에 따른 지원정책. 민간은 이렇게 만들어진 정책에 맞춰 차근차근 기술을 축적해 감 • 일부 특수목적선박에서 진보를 보임	• 핵심 기술 인력의 노령화와 주력 선종의 낮은 수익률은 새로운 기술 도입, 활용에 제약이 되고 있음 • 빠른 기술 트렌드 변화에 약함(예: 통신 분야) • 조선 시장이 침체되면서 신기술 개발 동향도 주춤한 상태 • 국내 교육의 약화로 필요한 인력의 확보 면에서 불리함
EU	• 해양플랜트에 집중화된 역량 • 법규 규정 및 EU 회원국 간 공유 • 비교적 작은 규모의 조선소에서도 대형 크루즈선에서 극지운항 선박까지 전혀 다른 성격의 선박들을 한정된 인원으로도 효과적으로 설계, 건조하고 있으며 주요 선사와 연계하여 피드백 된 데이터를 효과적으로 관리하여 후속 선박 설계에 적용. 숙련된 기술자, 생애주기 관리 기술과 선박 설계, 건조, 운용을 동시에 이해하는 풍부한 전문가 풀, 인프라를 갖춤 • 폭넓은 기자재 시장지배력을 바탕으로 한 기술 인프라 • ICT 기술 접목한 선박 제조기술 연구 활발 • 친환경 연료사용 선박개발 연구 활동을 활발히 진행 중(수소, 메탄) • 꾸준한 정부의 지원. 특히 자신들이 우수한 기술을 소유하고 있다고 생각하는 분야에는 지속적인 연구지원으로 그 지위 유지. 본 분야에 대한 기초연구는 미국에 뒤질지 몰라도 각 산업에 대한 응용능력은 매우 조직적이며 체계적 • 여객선 등 분야에서 고객의 다양한 요구가 기술발전 자극	• 한국, 중국과 같은 시리즈선의 빠른 건조와 관련한 설계, 건조 데이터 활용 체계는 갖추지 못하고 있음 • 기초기술 개발 후 한국의 조선소와 선박 발주를 통하여 기술 완성하는 양상을 항상 유지하는 모습. 한국의 노동, 기술력 활용 중 • 최근 신규 조선 인력의 공급이 미흡하고, 조선기술발전 대응에 미흡

국가	강점분야	기타
미국	• 법규 규정에 관심 크며, 설계와 엔지니어링 분야에서는 타국 활용 • 미 해군은 냉전 종식 후 관련 예산의 급격한 삭감에도 불구하고 생애주기 비용절감을 위한 PDM, PLM 기술 및 후속 기술의 개발과 함정 설계, 건조, 운용 과정 접목에 많은 투자를 하였음. 이에 따라 해당 분야 최고 수준의 기술자와 적용 경험, 설계검증 및 비용 예측을 위한 전문화된 도구 보유 • ICT 기술 접목 선박 제조기술과 친환경 선박 개발 연구 활동이 활발 • 미국은 ICT를 인간 생활 전체의 플랫폼 구축에 활용 중. 이를 따라 기초적인 연구수준이 매우 높고, 세계에서 유입되는 최고의 인력이 타의 추종을 불허함 • 친환경 선박 기술/ 자율운항체계 원천기술 개발에 유럽과 더불어 독보적	• 기초적인 제조업 분야에의 적용은 아직 크게 눈에 띄지 않음 • 상선 분야에서 그다지 활발한 성과를 내지 못하고 있음. 특수목적선박에서의 적용이 되지 않고 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	6위	3위	2위	1위	5위

	정책제언
국내협력 촉진	• 관련 공급업체의 확대 및 질적 성장을 위한 공동협력방안 절실. 대형 국책과제를 중심으로 하는 활발한 기술융합의 장 필요 • 국내 조선사간의 과도한 경쟁이 기술발전과 경쟁력 향사에 장애가 되고 있고 상호 정보 교류가 지극히 제한적이라는 점에서 국내 조선사간의 교류, 기술협력 활성화 필요 • 국내 기 구축 인프라 통합 및 운영 합리화(중복기능 통합, 활용도 제고), 세부기술보유 강소기업 발굴/지원 • IT융합을 통한 선박 기자재 등의 정보교환 • 산학연의 실질적 협력 시스템 구축. 산업계 간의 과당 경쟁을 피하기 위해 핵심 기술은 공동개발을 추진하되 응용 기술은 개별 기업체에서 개발하도록 유도 • 기자재업체, 조선소, 연구소 공동 연구를 통한 빅 데이터 구축 • 정부 관계기관 주도로 산-학 연계하여 관련분야 신기술 개발에 매진 할 수 있도록 적극 지원, 국내 대형 조선소 및 조선해양 연구기관이 협력해 국내 표준 및 규정을 만들어 실효성 검토 실시, 이를 규정으로 명문화 하는 작업을 지속하고 국제 표준으로 등재하여 한국이 주도적 역할 수행 필요. - 예) ISO/IMO 국내규정 마련 후 국제 표준화 확대 대응

	정책제언
국제협력 촉진	• 선진업체와의 교류가 반드시 국내의 관련 기술 수준 제고로 이어지는 것은 아님. 기술 종속에 대한 주의 필요 • 생애주기 기술통합의 노력은 생애주기 비용절감에 대한 노력에서 출발한 것으로 설계, 건조 분야의 기술혁신을 통한 비용절감 노력이 4차 산업 혁명과 함께 새로운 전기 마련 중. 관련 기술이 활발히 개발되고 적용 중인 유럽 등과 국제협력을 통한 개발 기술의 현장 적용, 피드백을 통한 기술 개선 등을 위해 국제협력 촉진 • 핵심기술 분석 세분화 및 개별 핵심기술별 국제 협력 촉진 (특히 기자재 분야 기술 협력 확대) • 국제 협력 시 실질적 개발성과 (유형적 성과물은 물론 knowhow와 원천 기술)이 확보될 수 있도록 추진 • 국내 대표 기관이나 활동 조직에서 산출한 표준이나 규약, 규정 내용을 가지고 ISO/IMO 등 국제 조약에 부합 하도록 조율해 나가는 협업이나 조율 활동 필요. 이를 위하여 국가적 차원의 시스템, 조직, 별도의 인프라 구축 사업 필요
인력양성 및 유치	• 대학교 교육과정에서 적극적인 관련 커리큘럼 개발. 인센티브 및 특별 연구비 등을 이용하여 관련 전문가 확대 양성 • 조선 산업의 침체로 우수 인력의 이탈과 신규 인력 양성의 어려움이 있음. 특히 몇 년간 해양플랜트 위주의 인력 양성으로 경기 침체에 대응하지 못했으며, 생애주기 통합형 기반기술과 같이 다학제적 연계되어야 하는 기술 부문에 대해서는 핵심 인력이 매우 부족 • 조선공학 인력 양성 유지를 위한 시스템 개선 – 신규인력양성 체계화 : 대학 유관학과별 특성화 정의 및 교육 커리큘럼 개발 – 경력인력유지 시스템 구축 : 사업유휴인력 관리 효율개선, 평생교육시스템 개발/운영 • 조선 전문가 이력제 및 전문가 데이터베이스 구축하여 향후 인력응용 • 관련 분야의 융·복합 인력 양성 프로그램 개설 및 장학 지원 • 관련 협회를 통해 대학에 재정적인 지원을 하기 보다는 기업에서 젊은 연구자를 채용하고 계속 고용을 할 수 있도록 매칭 펀드를 제공 • ICT, AI, 빅 데이터, 디지털 트윈 등의 인력 양성 • 명확한 목표 설정과 관련 기술 분석을 통한 융합기술 인력 양성 방안 수립. 향후 미래에 대한 비전이 제시 되어야 함 • 산-학이 연계하여 석박사급의 전문 연구 인력 양성, 노령화되어가는 한국의 산업체 전문가들의 노하우 전수 및 빅데이터화, 동 분야 산업기술의 신 지식화, 지능화 작업을 해나가는 고급 연구인력 양성 필요 • 국가 기관과 연계하여 진행되는 사업에 실질적 결과물을 도출해내는 연구를 할 수 있는 인력 선발 및 양성
인프라 구축	• 전생애주기 통합형 기반기술 적용을 위한 인프라는 세계 최대의 조선업 현장, 다양한 PDM(Product Data Management), PLM(Product Life-cycle Management) 기술 접목 시도를 통해 비교적 잘 갖추어진 상태로 기존의 기업지원시스템, 인하우스 프로그램을 생애주기 관점에서 어떻게 통합하고 활용할 것인가가 검토, 논의될 필요 있음 • 정박 시설 등의 확충 및 수리서비스를 위한 업체정보 공개 • 개발 기술의 통합 테스트 플랫폼 구축 • 데이터 분석, 저장, 활용 가능한 인프라, 통신 보안 체계 구축 • 설계 및 품질 관리 고도화 기술 ,생산 및 물류 자동화 기술, 스마트 관리 시스템 기술, 시뮬레이션 및 최적화 기술 등 시스템 및 포괄적 인프라 구축

	정책제언
	• 선박 전생애주기 통합형 기반기술 관련, 국제조약이나 규정을 기반으로 하는 실시간 연동 확인 검증 시스템 도입
법·제도 개선	• 선박의 설계, 건조, 운항 과정을 연계하기 위해서는 안전, 비용 측면에서 운항 데이터를 후속 선박의 설계, 건조에 적용할 수 있는 전기가 마련되어야 하며, 이를 위해서는 법, 제도를 활용한 계도 필요 • 타 분야 신기술 협력관련 제도 개선. 국가주도 개발 기술에 대한 중견/중소기업 이전 활성도 등 • 다양한 레저문화를 쉽게 체감할 수 있는 입출항 제한요소 정비 • 해양과 관련된 여러 분야의 산업이 각각 따로 놀고 있는 현 상황을 타개할 방안 필요. 담당 부처인 해수부의 무능력과 관련 부처인 산업부, 국토부, 과기부 등의 이기주의를 극복할 수 있는 법-제도 절실 • 한국의 차세대 신 성장 동력 발굴 사업 활성화 전문기관 신설 검토 • 동 사업 분야에 관련된 국내, 국제법 시행령을 검토하여 연구 지원 확대 법제화 • 국가 기관과 연계하여 진행되는 사업에 실질적 가치 있는 연구를 할 수 있는 인력 선발 및 양성. 교수 연구비 투입→결과물 실효성/사실관계 검증 심사 법제화
연구비 확대	• 현장과 괴리된 학술적 연구만으로는 선박 전생애주기 통합형 기반기술을 완성할 수 없음. 따라서 주요 조선사가 기술 개발과 활용을 주도하고 전문 연구기관이 조선사가 필요로 하는 요소기술을 제공하는 형태의 연구 프로그램 구성과 확산을 위한 연구비 확대가 요구됨 • 연구비의 양적 확대보다는 내실화에 방점. 결과중심의 성과평가에서 과정 중시 성과평가시스템 개선→과정 중 발생한 시행착오에 대한 교훈 활용 • 사업화가 어려운 특수 선박일지라도 국가 차원의 필요기술이면 지원 • 대학 및 연구소에 대한 연구비 확대. 최근 조선해양산업계의 어려움을 고려하여 민간 분담금 부담 비율 대폭 완화 • 산-학 연계하여 석, 박사급의 전문 연구인력 양성 절실. 미래 한국의 차세대 선도 산업으로 거듭 날 수 있도록 고급 연구인력 양성과 전폭적인 연구 활동비 지원도 필요
기타 의견	• 선박의 수명주기 관리는 조선소 설계 자료와 장비제작사 데이터가 선사에서 관리되어 피드백 될 때 완성될 수 있음. 국내 업체를 중심으로 한 데이터 연계, 협업체계 구성을 위한 이해당사자 의견수렴이 선행된다면 지원 가능한 분야의 식별이 가능할 것. 최근 유럽을 중심으로 하는 스마트선박 개발 경쟁에서 디지털트윈을 구성하여 수명주기 기술, 운용 데이터를 관리, 활용하겠다는 개념이 대두되고 있으며 관련 표준을 정비하는 작업이 진행 중. 관련하여 전자통신 분야의 IOT 기술과 조선, 장비 업체의 제조업 기술, 선사의 운용 데이터 관리 기술을 통합할 수 있는 형태의 R&D 과제가 개발된다면 조선분야의 PLM 적용 시 겪었던 시행착오와 어려움을 극복하는데 도움 될 것 • NCS 기반 빅 데이터 DB구축. 국제조약이나 시장변동 상황 반영, 규정 기반 실시간 연동 확인 검증하는 지식 시스템 구축 • 질의응답 및 의견 개진에 대한 전문가 토론, 객관성, 표준화 안건 검토 제도를 운영하는 전문가 집단 위원회 마련 검토. 예)정부주도 소 분야별 분과위원회. 예산 편성으로 활동 지원

다 주요 분석 결과 요약

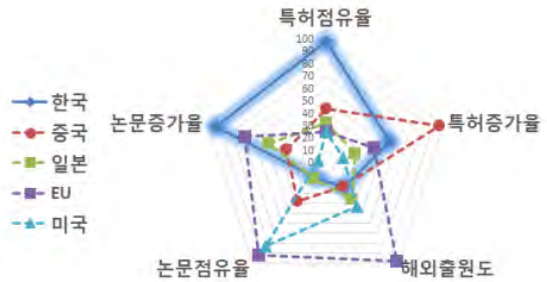
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	선박 전생애주기 통합형 기반기술	1,085	606	21.0%	115.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

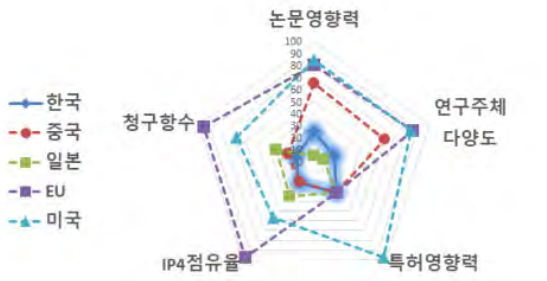
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	한국	미국	미국
	44.3%	66.7%	5.1	4.4
한국	5위	1위	4위	2위
	1.8%	66.7%	2.4	0.0
5개국 평균[2]	-	-	4.7	3.4

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

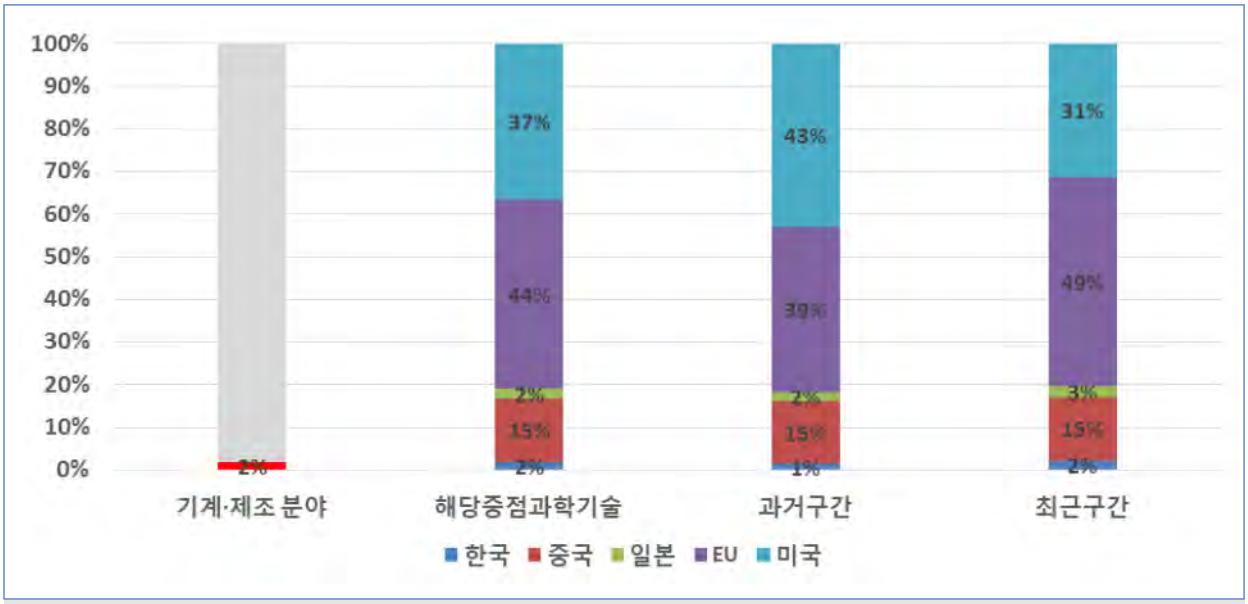
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(1.8%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(2.4)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(44.3%), 미국(36.6%), 중국(14.8%), 일본(2.4%), 한국(1.8%) 순이며, 논문 증가율은 한국(85.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(5.1), EU(4.8), 중국(4.0), 한국(2.4), 일본(0.8) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.91)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(66.7%)은 주요 5개국 중 1위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 한국(66.7%), 중국(15.8%), 일본(9.2%), 미국(4.1%), EU(4.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(333.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(4.4), EU(0.0), 일본(0.0), 중국(0.0), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(32.0%)가 가장 높고, 특허청구항수는 EU(6.0)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	1.8%	14.8%	2.4%	44.3%	36.6%
	논문 증가율	85.7%	23.6%	36.4%	53.2%	-11.8%
	논문 영향력	2.4	4.0	0.8	4.8	5.1
	연구주체 다양도	0.55	0.77	0.46	0.91	0.90
특허 분석	특허 점유율	66.7%	15.8%	9.2%	4.1%	4.1%
	특허 증가율	120.6%	333.3%	24.0%	77.8%	-21.4%
	해외출원도	0.1	0.0	1.0	7.3	1.5
	특허 영향력	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4
	IP4점유율	0.2%	0.0%	5.4%	32.0%	12.0%
	청구항수	2.2	2.5	2.9	6.0	4.2

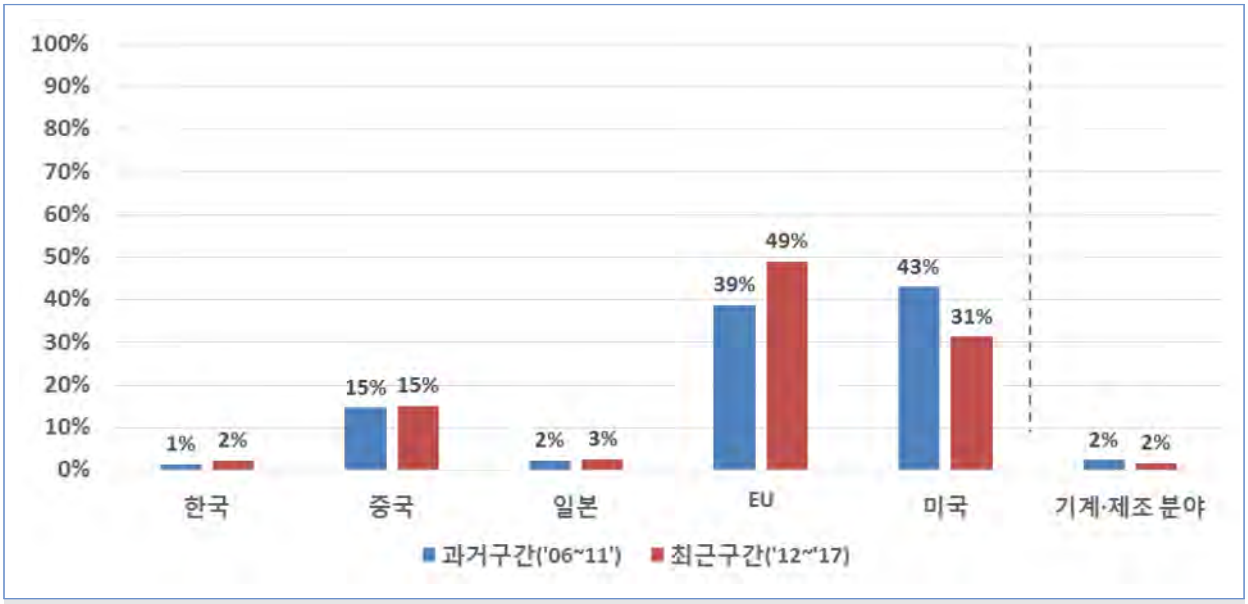
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 선박 전생애주기 통합형 기반기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 481건으로 전체 논문의 44%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 선박 전생애주기 통합형 기반기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 2%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

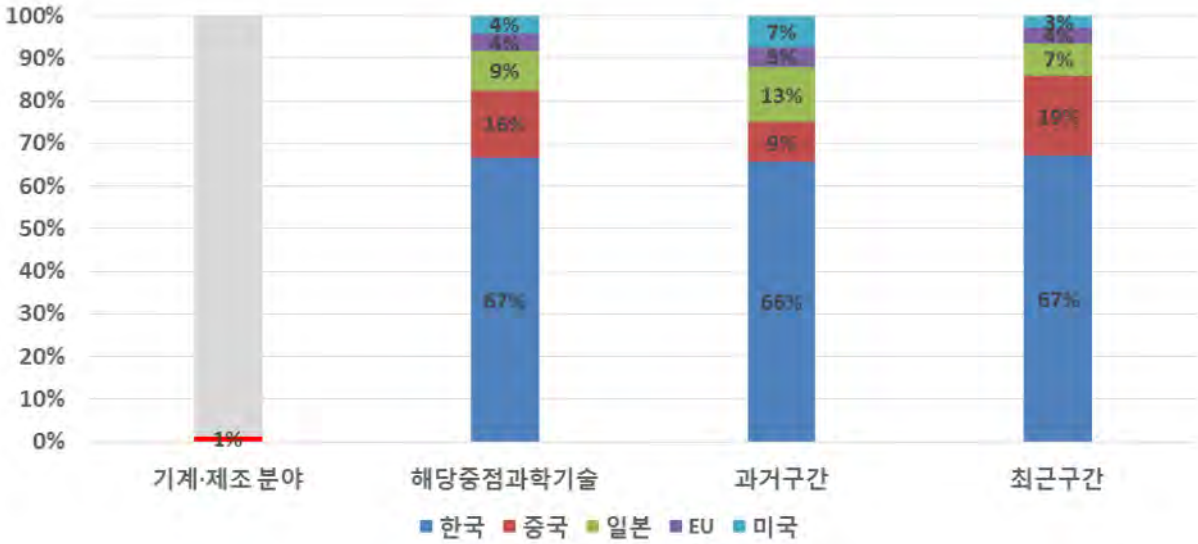


● 선박 전생애주기 통합형 기반기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 85.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	7	13	20	85.7%
중국	72	89	161	23.6%
일본	11	15	26	36.4%
EU	190	291	481	53.2%
미국	211	186	397	-11.8%
전체	491	594	1,085	21.0%

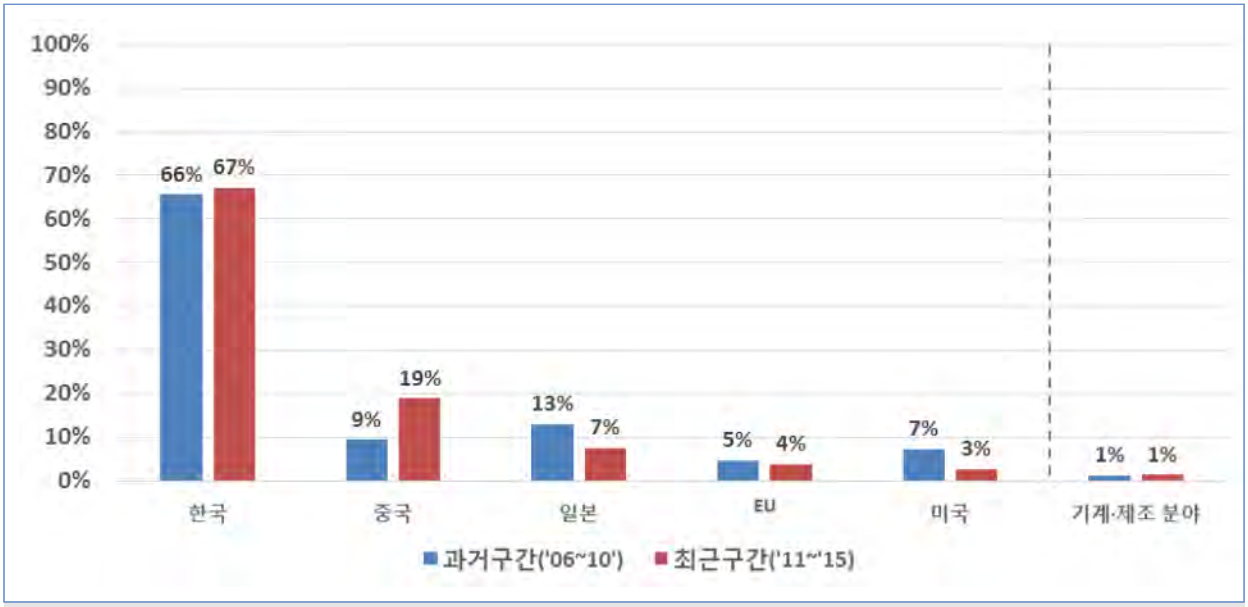
(4) 특허 점유율(전체)



- 선박 전생애주기 통합형 기반기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 한국이 404건으로 전체 특허의 67%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 선박 전생애주기 통합형 기반기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 1%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



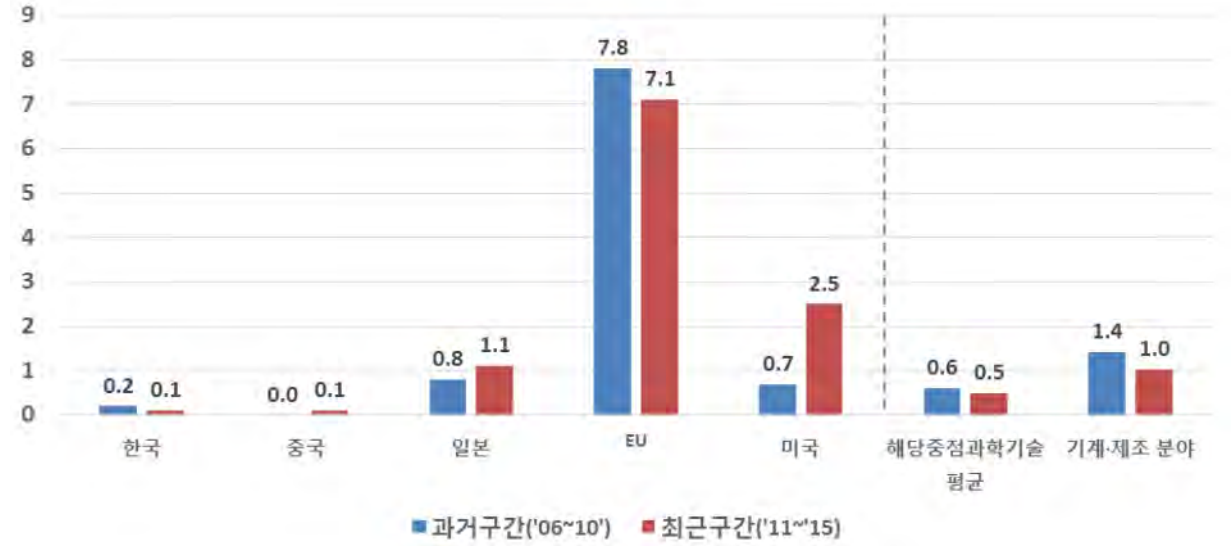
● 선박 전생애주기 통합형 기반기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 한국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 120.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 1위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	126	278	404	120.6%
중국	18	78	96	333.3%
일본	25	31	56	24.0%
EU	9	16	25	77.8%
미국	14	11	25	-21.4%
전체	192	414	606	115.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

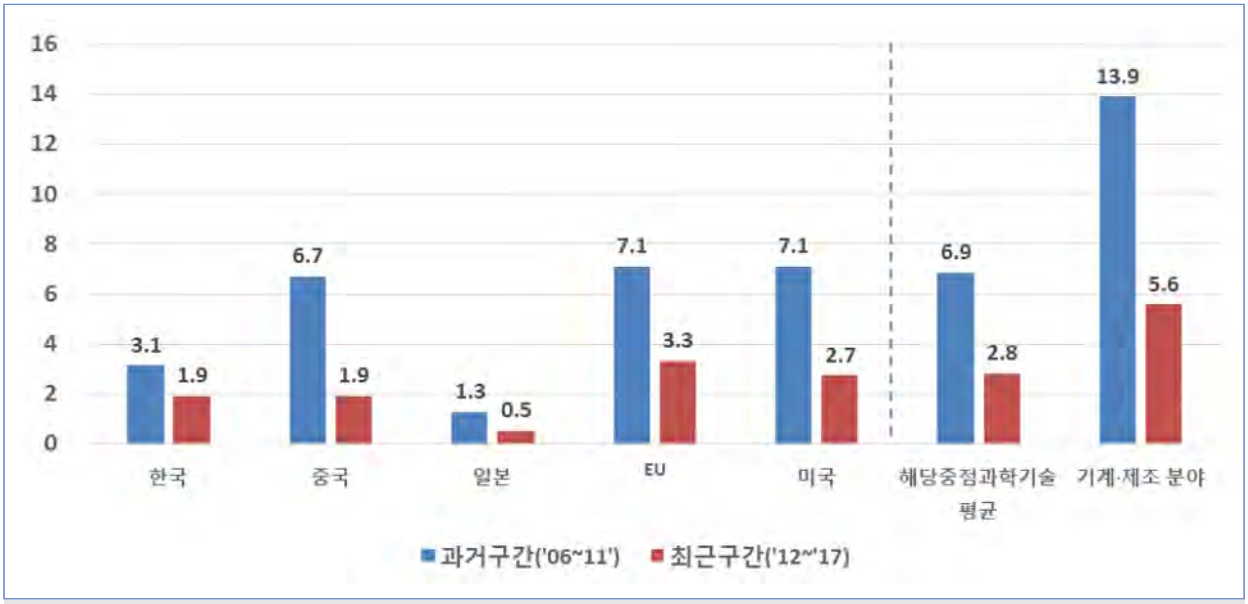


- 선박 전생애주기 통합형 기반기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

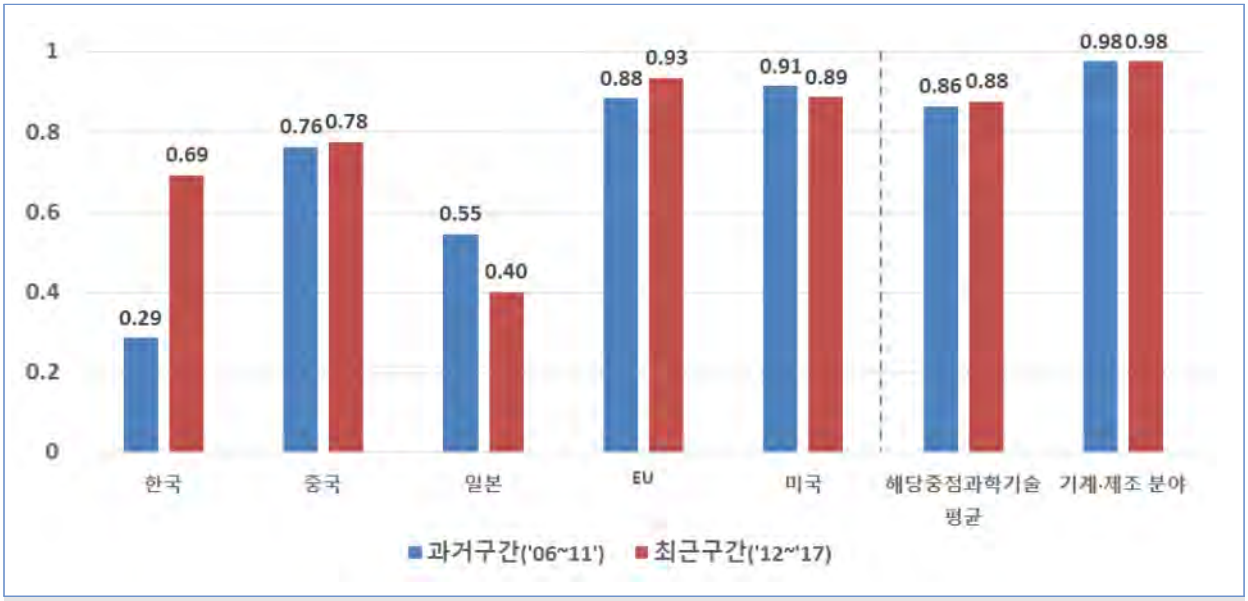
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



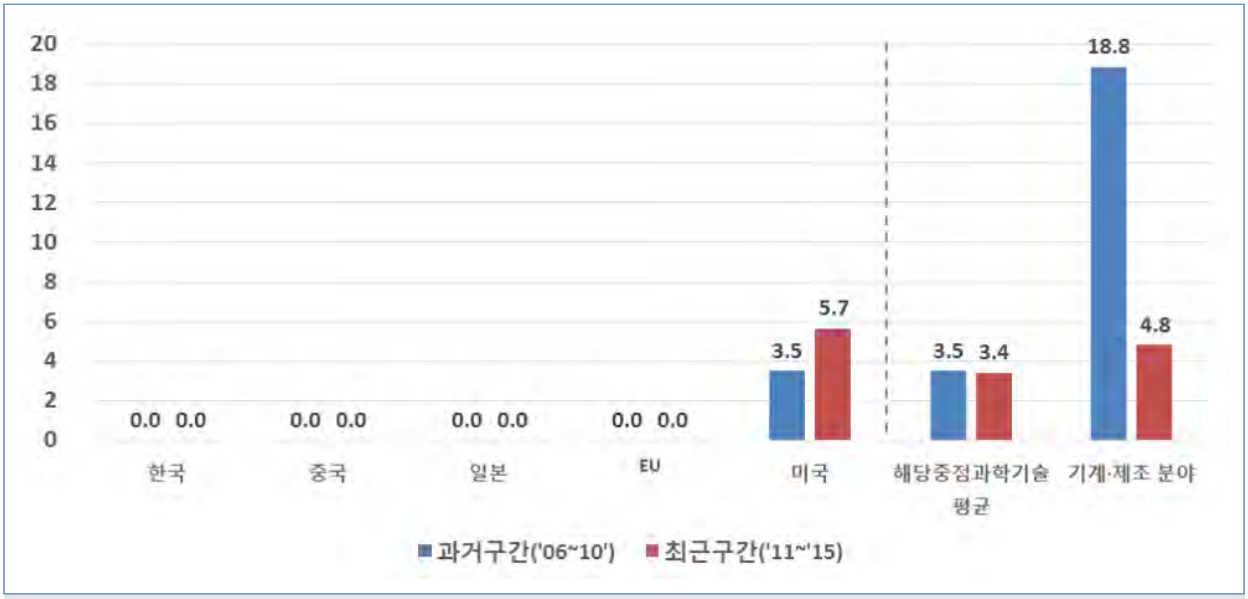
● 선박 전생애주기 통합형 기반기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



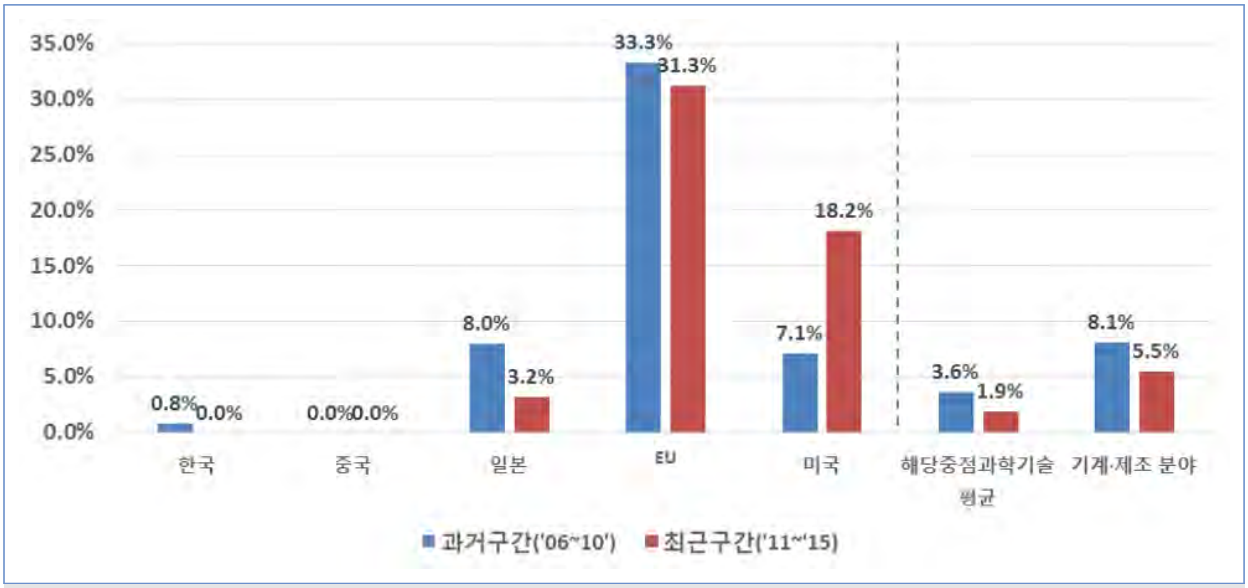
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



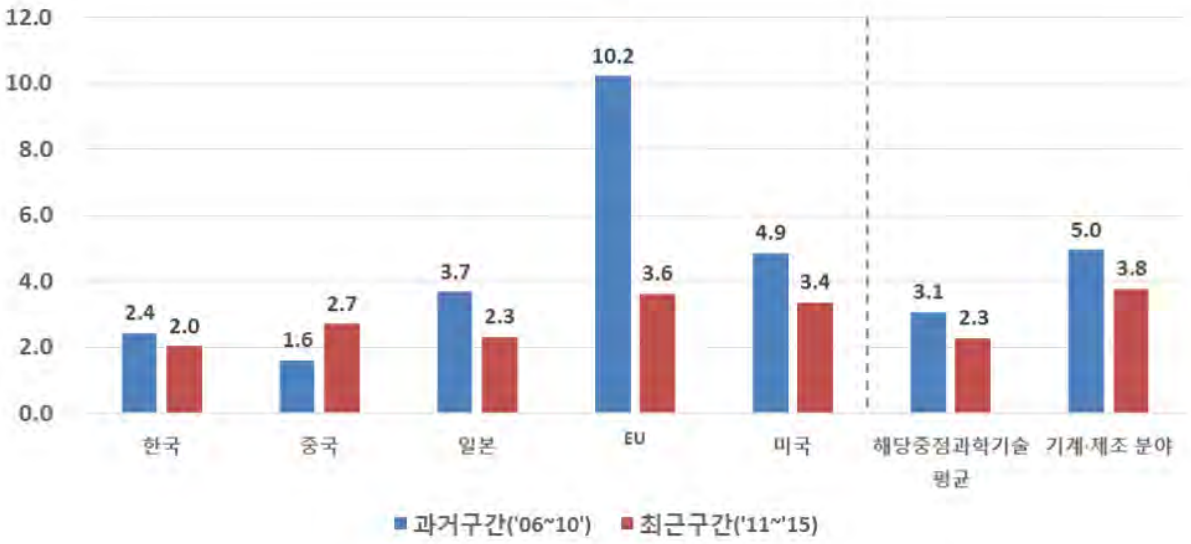
● 선박 전생애주기 통합형 기반기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 선박 전생애주기 통합형 기반기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 선박 전생애주기 통합형 기반기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

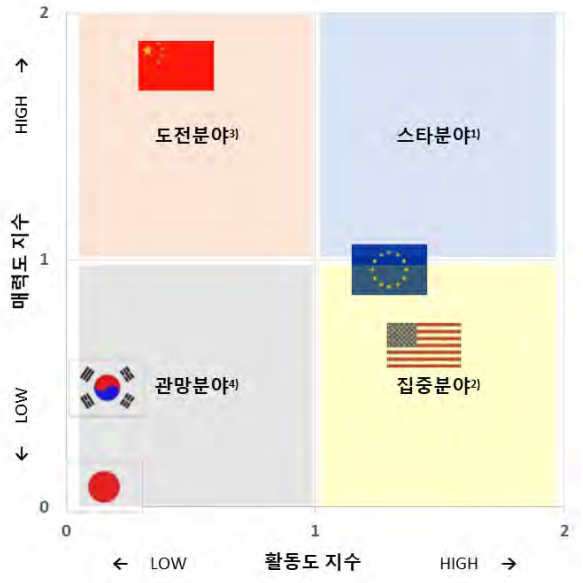
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 선박 전생애주기 통합형 기반기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

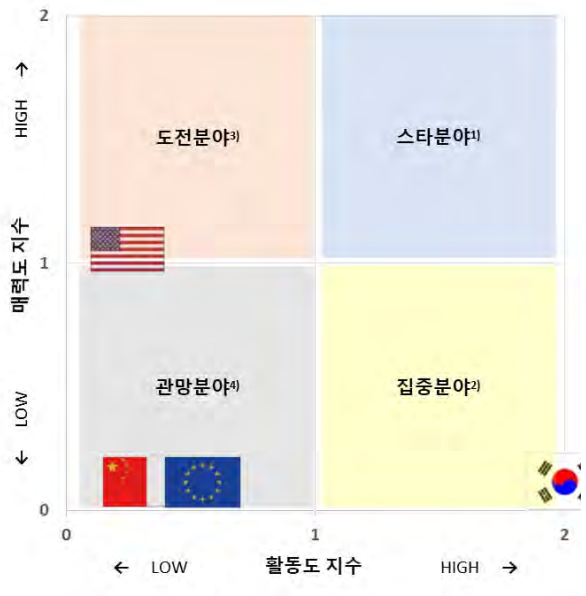


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 선박 전생애주기 통합형 기반기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하고, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON(1.47%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '목포대학교'가 10.00%(글로벌 점유율은 0.18%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON	EU	3.33%	1.47%	-22.22%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.02%	1.11%	-28.57%
3	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	EU	1.66%	0.74%	0.00%
4	COVENTRY UNIVERSITY	EU	1.66%	0.74%	-40.00%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.76%	0.65%	150.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	MOKPO NATIONAL UNIVERSITY	10.00%	0.18%	-100.00%
2	KOREA RAILROAD RESEARCH INSTITUTE	5.00%	0.09%	0.00%
3	KOREA RESEARCH INSTITUTE OF SHIPS AND OCEAN ENGINEERING	5.00%	0.09%	0.00%
4	HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO. LTD.	5.00%	0.09%	0.00%
5	HONGIK UNIVERSITY	5.00%	0.09%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	4.35%	0.65%	-60.00%
2	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	3.73%	0.55%	500.00%
3	DALIAN MARITIME UNIVERSITY	3.73%	0.55%	-80.00%
4	NAVAL UNIVERSITY OF ENGINEERING	3.73%	0.55%	400.00%
5	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	3.73%	0.55%	0.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	19.23%	0.46%	400.00%
2	KANAZAWA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	7.69%	0.18%	-100.00%
3	TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY	3.85%	0.09%	0.00%
4	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.85%	0.09%	-100.00%
5	NATIONAL MARITIME RESEARCH INSTITUTE	3.85%	0.09%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON	3.33%	1.47%	-22.22%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.66%	0.74%	0.00%
3	COVENTRY UNIVERSITY	1.66%	0.74%	-40.00%
4	UNIVERSITY OF TWENTE	1.25%	0.55%	100.00%
5	UNIVERSITY OF PLYMOUTH	1.04%	0.46%	-33.33%

6 미국

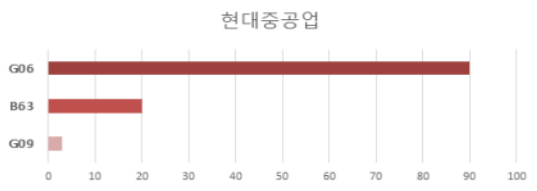
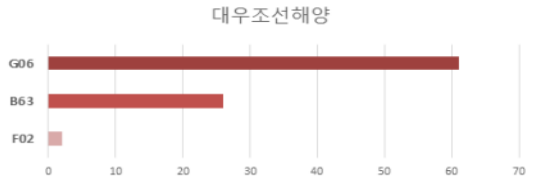
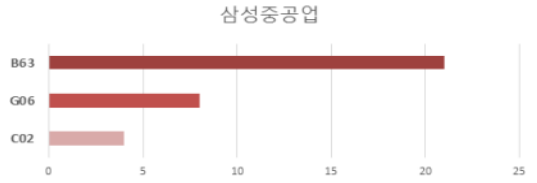
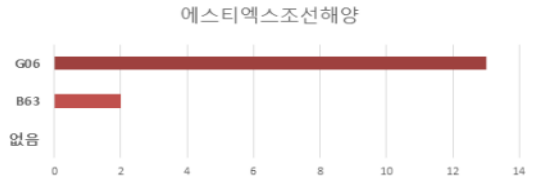
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.02%	1.11%	-28.57%
2	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.76%	0.65%	150.00%
3	ARGONNE NATIONAL LABORATORY	1.76%	0.65%	600.00%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.26%	0.46%	-75.00%
5	UNIVERSITY OF MARYLAND	1.26%	0.46%	-33.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '현대중공업(19.47%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '현대중공업'이 29.21%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '현대중공업'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

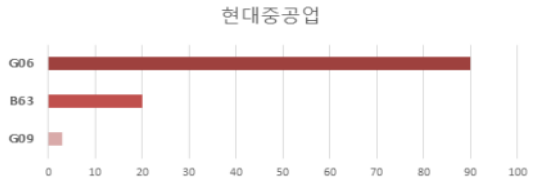
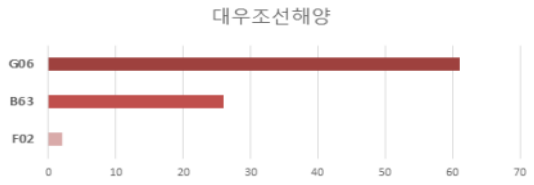
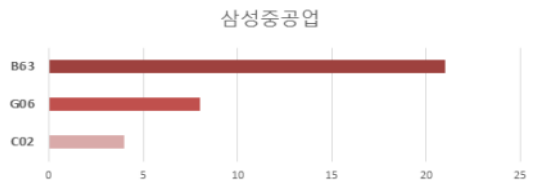
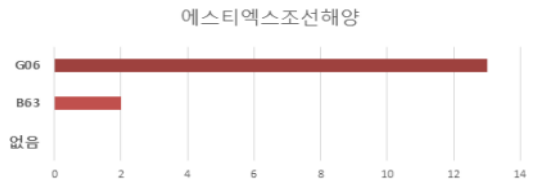
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대중공업	한국	29.21%	19.47%	206.90%
2	대우조선해양	한국	24.01%	16.01%	134.48%
3	삼성중공업	한국	9.65%	6.44%	29.41%
4	한상관	한국	6.44%	4.29%	2500.00%
5	에스티엑스조선해양	한국	3.71%	2.48%	-75.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		F02	연소기관
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
4		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–

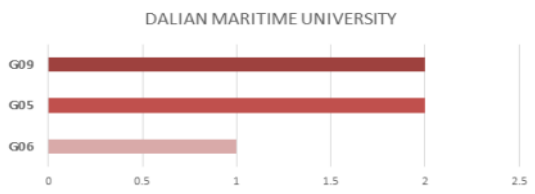
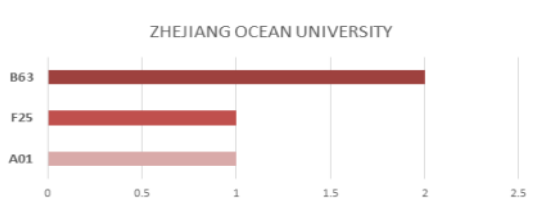
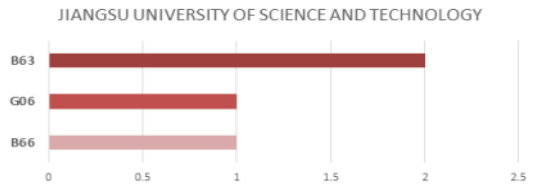
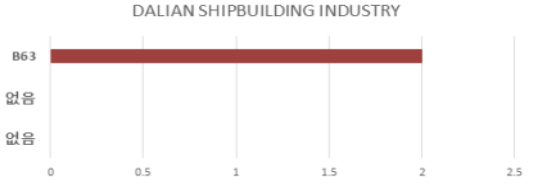
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대중공업	29.21%	19.47%	206.90%
2	대우조선해양	24.01%	16.01%	134.48%
3	삼성중공업	9.65%	6.44%	29.41%
4	한상관	6.44%	4.29%	2500.00%
5	에스티엑스조선해양	3.71%	2.48%	-75.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		F02	연소기관
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
4		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–

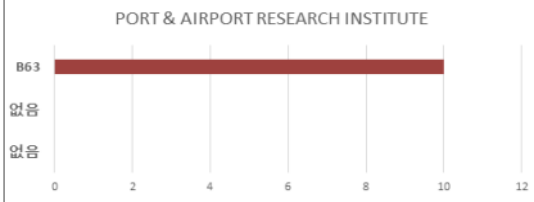
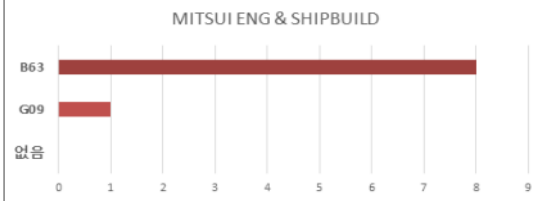
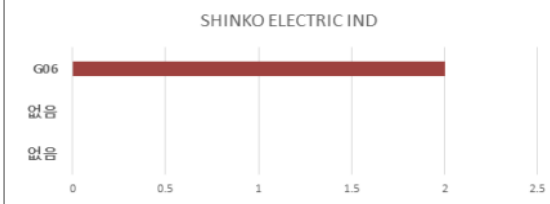
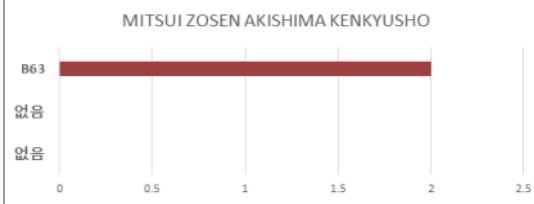
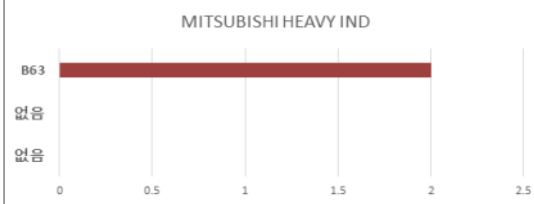
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	DALIAN MARITIME UNIVERSITY	6.25%	0.99%	100.00%
2	ZHEJIANG OCEAN UNIVERSITY	4.17%	0.66%	200.00%
3	JIANGSU UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	4.17%	0.66%	300.00%
4	CHINA NATIONAL OFFSHORE OIL	3.13%	0.50%	200.00%
5	DALIAN SHIPBUILDING INDUSTRY	2.08%	0.33%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		–	–
5		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–

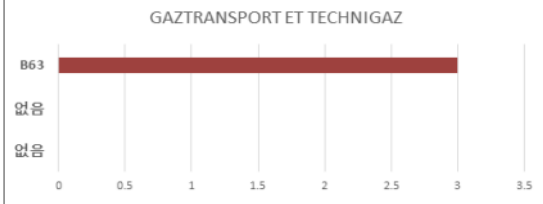
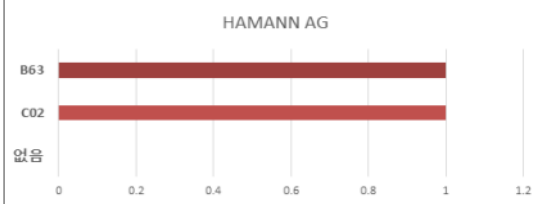
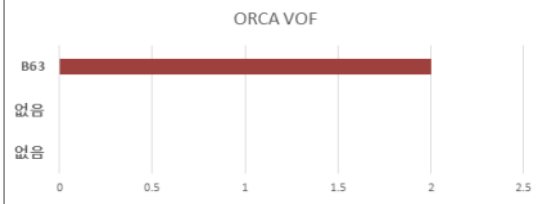
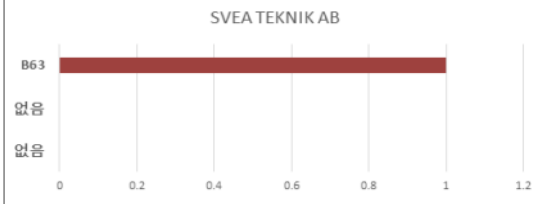
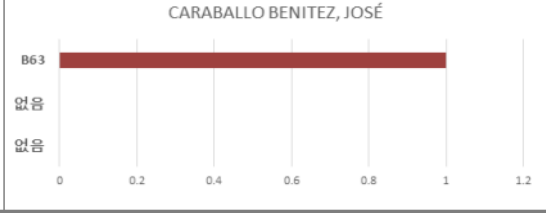
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PORT & AIRPORT RESEARCH INSTITUTE	17.86%	1.65%	133.33%
2	MITSUI ENG & SHIPBUILD	16.07%	1.49%	250.00%
3	SHINKO ELECTRIC IND	3.57%	0.33%	-100.00%
4	MITSUI ZOSEN AKISHIMA KENKYUSHO	3.57%	0.33%	-100.00%
5	MITSUBISHI HEAVY IND	3.57%	0.33%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		–	–
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–
5		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–

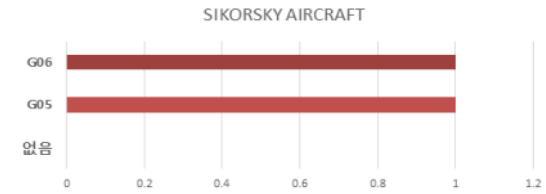
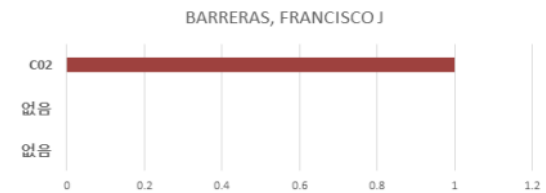
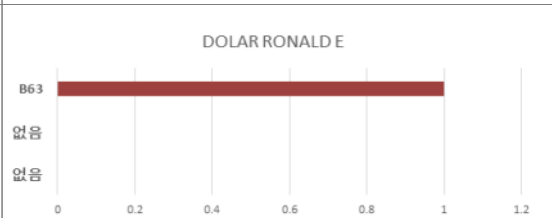
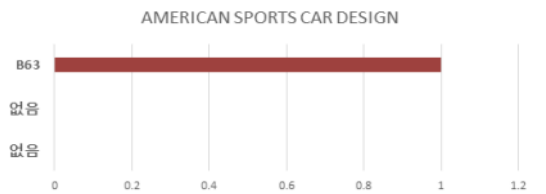
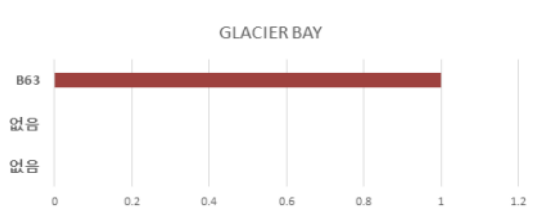
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ	12.00%	0.50%	100.00%
2	HAMANN AG	8.00%	0.33%	-100.00%
3	ORCA VOF	8.00%	0.33%	0.00%
4	SVEA TEKNIK AB	4.00%	0.17%	-100.00%
5	CARABALLO BENITEZ, JOSÉ	4.00%	0.17%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		–	–
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–
5		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIKORSKY AIRCRAFT	8.00%	0.33%	-100.00%
2	BARRERAS, FRANCISCO J	4.00%	0.17%	-100.00%
3	DOLAR RONALD E	4.00%	0.17%	-100.00%
4	JOHN GIANNASCA	4.00%	0.17%	-100.00%
5	SHIRLEY KYLE H	4.00%	0.17%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		-	-
2		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		-	-
		-	-
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		-	-
		-	-
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		-	-
		-	-
5		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		-	-
		-	-

27 친환경·스마트 선박 기술



27 친환경·스마트 선박 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 정보통신기술(ICT)을 기반으로 자율·무인 운항이 가능하고 원격진단 및 관리를 통한 최적의 에너지 효율로 안전하게 운항하는 스마트 선박 기술
- ☑ 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)의 국제환경규제에 선제적으로 대응하기 위하여 현존 선박보다 연료효율이 높고 대기 및 해양 오염을 저감하는 친환경·고효율 선박 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

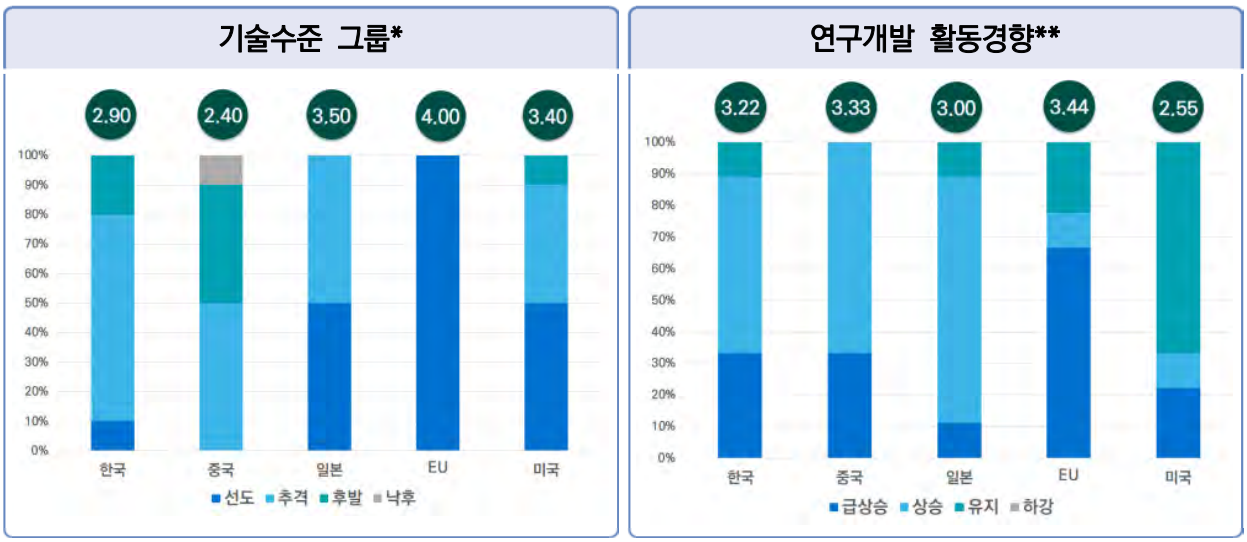
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	72.5	3.5	후발	보통	보통	상승
일본	90.0	2.0	선도	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	85.0	1.8	추격	우수	보통	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	3.0	80.0	76.0	80.0	10.8	3.0	3.0	4.5	1.3
중국	70.0	3.0	72.5	65.0	79.0	7.7	3.5	3.0	5.0	2.5
일본	90.0	1.5	90.0	85.0	90.0	4.0	2.0	1.0	2.0	0.7
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
미국	85.0	2.0	85.0	80.0	90.0	6.7	1.8	1.0	3.0	1.9

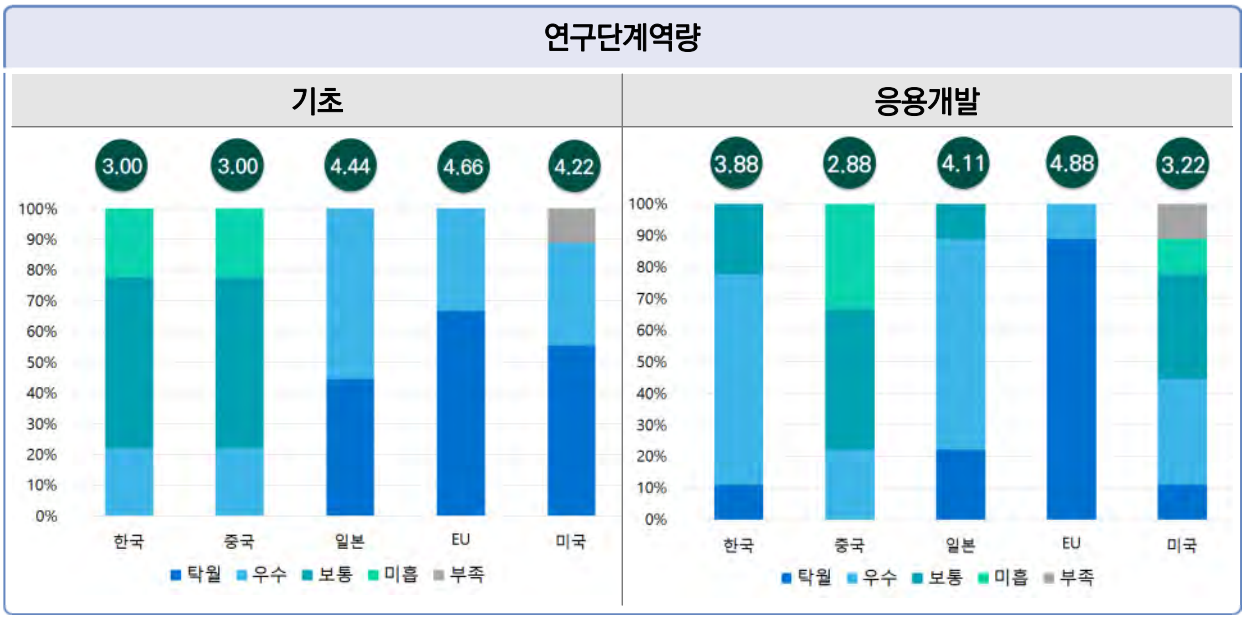
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 친환경 선박기술 개발을 진행 중이나, 산발적이고 체계적인 개발이 되지 못함. 과기부, 산자부, 해수부 등을 아우르는 체계적 관리가 미흡 • 조선 기자재 산업이 미미하고, 스마트 친환경 선박에 대한 정부 투자가 선행되지 못함 • 조선기자재 산업 발전에 필요한 주요 기자재업체들이 영세하고, 하드웨어중심의 성장으로 인해 SW 중심의 개발 인력 부족 • 전형적인 추격형 산업구조 • 친환경 선박 건조 실적 있으나 다수 스마트 선박 분야는 상대적으로 늦게 시작 • 대형조선소를 중심으로 친환경 고효율 추진 및 스마트 모니터링 기술 개발 후 적용 중
중국 (72.5%)	• 국가주도의 기술개발을 진행하고 있으나, 참여기관의 인프라가 미흡하여 실제 기술개발이 성공되기 어려움 • 정부주도 성장이 가장 활발하나, 친환경에 대한 인식 부재 • 친환경 선박 및 스마트 선박 후발 그룹이나 국가 차원의 지원으로 기술수준 및 격차 감소 • 유럽과의 기술 제휴를 통하여 스마트 친환경 선박 기술 채택 중
일본 (90.0%)	• 일본 재흥전략 2017 등을 통해 스마트/자율운항선박에 대한 전략적 지원을 강화하고 있으며, Mitsui OSK Line 등 수요자(선사) 중심의 스마트/자율운항선박 기술개발 노력 활발 • 국가지원위주의 군 기술로, 발전 속도가 매우 빠르며, 연관 산업의 기술성숙도면에서 선도그룹에 속함 • 선박 설계/건조 기술은 선도그룹이나 친환경 스마트 선박 구현 기술은 미흡 • 국립연구소인 해상기술안전연구소를 중심으로 민간연구소 및 조선소가 참여하는 국가프로젝트 수행 중 • 정부주도 하에 스마트 선박 기자재 업체등간의 협력체를 통한 기술 개발 및 표준화 주도. 최신 기술에 대한 선제적 투자를 수행하면서 국재해사기구 등에서의 표준화 주도 • 친환경 기술 분야에 실제적 기술 보유하고 있으며 스마트 선박 분야는 데이터 중심으로 접근 중 • 정부 주도의 Smart Ship Application Platform 프로젝트 1단계 완료 후 2단계 진행 중
EU (100%)	• 선박 기자재의 지능화 및 통합화, 플랫폼화가 핵심이 스마트/자율운항선박의 구현에 있어 롤스로이스, 콩스버그, 바칠라, 에릭슨 등 전통적인 산업계 강자들이 꾸준한 혁신성과를 제시하고 있음 • 스마트/자율운항선박에 대한 국가의 지원도 활발하며, 기술혁신 및 상용화를 위한 범국가적 네트워크(영국의 MASWRG, 노르웨이 NFAS, 핀란드 OneSea 등)가 효과적으로 운영 중 • 다양한 스마트/자율운항선박 개발 프로젝트가 활발히 진행되고 있으며, 테스트베드(노르웨이 트론하임 등 5개, 핀란드 야콘메리 등 1개) 구축 및 운영도 활발 • 지속적인 정부 투자, 스마트 선박 구현을 위한 실증 프로젝트 수행, 친환경/스마트 선박 관련 핵심 기자재 기술 보유 • 노르웨이를 비롯한 국가를 중심으로 친환경 자율운항 선박개발 선도 해운선사(MOL, NYK 등)와 선급 중심 실선 적용기술 개발 • 조선, 선주 및 기자재 업체들과의 협력과 기술교류 등을 통한 기술 주도 및 투자 • 자율운항 선박 시범 서비스 개시하며 현재 가장 높은 수준의 스마트 자율운항선박의 기술을 공개하고 있으며 2020년 선박의 출현을 목표로 기술개발 진행 중

국가 (기술수준)	판단근거
	• 스마트 선박에 대한 개념이 명확하게 정리되어 있으며 자율운항선박 개발에 정부/민간 투자가 활발하게 이루어지고 있음 • 친환경 스마트 선박 건조 시작 세부 요소 기술 보유하고 있으며, 관련 기자재 분야 포함 시험 선박을 통한 실증 및 검증 수행 중
미국 (85.0%)	• 상선에 대한 스마트/자율운항선박 개발 및 적용 노력은 유럽 등에 비해 저조한 편이나, 해군함정(Sea Hunter 등)의 친환경 스마트 선박화 기술개발을 선도하며 관련 기술이 매우 우수한 편 – 미 해군 무인선박을 통한 자율운항 기술 개발 및 검증 • 정부, 민간의 협조가 잘되고 있음. 관련 논문 특허 보유가 매우 방대함 • 선박 건조 TOP 1위 기술력을 기반으로 조선3사가 핵심기술 개발 • MIT 등을 중심으로 최신 스마트 선박 기술에 대한 원천기술을 확보 • 대형 상선 보다는 소형 선박 등 중심으로 한 스마트 선박 기술 개발

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 조선 3사를 비롯한 대형 조선소를 중심으로 한 설계 및 건조 능력 탁월 • 세계 최초의 스마트 선박 건조 경험 보유 • 세계적인 조선소 보유로 기술 적용능력이 뛰어남. 설계/건조 기술의 우위로 통합 기술 향상 • 국내 대기업 조선소 등 조선분야의 기술역량이 상당한 수준이며, ICT 강국인 점을 고려하면 스마트/자율운항선박의 후발주자임에도 불구하고 세계시장을 선점할 수 있는 기반 보유 • 선박의 특성상 국제해사기구(IMO)의 국제협약 및 유엔해양법협약(UNCLOS) 등의 개정이 스마트/자율운항선박의 기술표준화 및 법규 개정 등에 있어 매우 중요한데, IMO 사무총장이 한국인인 점, 우리나라가 IMO의 최상위 이사국(A그룹)을 유지하는 점 등은 법제도 및 기술외교 관점에서의 우수한 인프라에 해당 • 기술개발/연구개발 비용 급격히 증가. 정부 부처간 경쟁적으로 기술개발 사업 진행. 산학연 간 기술개발 분담이 체계적이지 않아서 겹치고 경쟁적인 분야가 있음 • 친환경 선박기술과 관련된 제조 산업인 조선업, 수요자 측면의 해운업 등 관련 산업이 발달됨 • 기술개발에 대한 습득과 활용에 대하여 민첩하게 반응할 수 있는 교육받은 인적자원이 풍부함	• 스마트 친환경 선박을 위한 전문 기술 인력 부족. 전형적인 추격형 산업구조로서 기술 주도에 어려움 • 조선 산업의 불황에 따른 연구개발 투자 감소 및 기술 인력 축소 선주와 연계한 대형 파일럿 프로젝트 추진 어려움 • 조선, 해운산업의 침체 및 기자재 분야의 역량 부족 등은 산업계 전반의 투자를 위축시키며 리스크로 작용 • 현재까지 소형 무인 수상정 등에 대한 기술개발 및 원천기술은 정부의 R&D 지원에 따라 일정부분 확보하였으나, 유럽 등에서 추진하는 스마트/자율운항선박 기술개발에 비해 상당히 부족한 편이며 정부의 구체적인 지원정책도 현재까지는 다소 부족한 편(기술개발, 테스트베드 구축 및 정책지원 등). 특히 스마트/자율운항선박의 핵심이 될 기자재 분야의 역량이 부족하며, 원격조종 및 자율운항 등의 핵심요소인 선박운항 데이터의 공유 및 분석, 활용역량이 상당히 부족한 편 • 한·중·일이 공동 참여하는 친환경 스마트 선박 개발을 진행하여 동북아 연안의 환경보전에 기여할 수 있음. 개발된 기술의 실증을 위한 실증선 건조가 필요함

국가	강점분야	기타
	• 고부가가치 선박 설계 및 건조기술, 친환경 고효율 추진시스템 기술, 스마트 모니터링 및 진단기술 보유	• 정부정책의 일관성이 부족하고, 부처 간의 이해관계가 복잡하여 협업의 어려움이 있음 • 기술개발 투자 및 글로벌 인재양성에 인색함
중국	• 조선 및 기자재 기술은 부족하나 정부 주도하에 인프라를 구축하고 시장을 통한 영향력 확대 • 자국 내 선박 발주로 파일럿 프로젝트 수행 가능 • 스마트/자율운항선박에 대한 중국 정부의 적극 지원 강화(Wuhan 지역에 테스트베드 구축 및 산학연 기술개발 활동 강화) • 중국 HNA 그룹이 중심이나 최근 유럽의 롤스로이스, DNV GL, 미국의 ABS 등 다국적 기업과 중국무인화물선개발연맹(CUCSA)을 결성하는 등 개방형 혁신을 위한 노력 가속 • 양츠강 등 내수면 운항 선박의 친환경화에 많은 투자 중 • 세계 최초 전기추진 화물선을 건조하여 내수면 운항에 투입하였음(GT 2,000톤, 길이 70m, 추진마력 2.4GW) • EU 등 선도그룹의 국가와 기술협력을 통하여 기술개발을 하고자 하는 정책 및 의지가 강함 • 풍부한 인적자원을 바탕으로 기술개발, 운항관리, 모니터링에 대한 다방면의 사업 추진 중 • 고부가가치 선박 설계 및 건조기술 보유 • 신기술 적용에 대해 개방적인 태도 국가주도로 관련 산업을 집중적으로 육성 • 국가적인 재정 및 연구 지원	• 설계/건조 등 생산과 직결되는 부분에 대한 투자 연구가 미흡 • 친환경 스마트 선박개발을 위한 인프라 부족 • 기술의 격차 존재하고, 보유인력 수준이 아직 낮음 • 기초 기술개발보다는 기술카피나 완성품에 초점을 두고 있음 선진국의 기술에 종속될 우려가 있음
일본	• 조선 기자재 중심의 핵심 기술 개발 능력을 가지고 있으며, 인프라 보유 • 자국 내 선주와 연계한 공통 연구 강함 • 일본재흥전략 2017 등을 통해 스마트/자율운항선박에 대한 국가의 재정적, 정책적 지원 강화 • Mitsui OSK Line 등 수요자(해운선사) 중심의 자율운항선박 기술개발이 진행되고 있으며, Class NK 등은 데이터 중심의 플랫폼 기술수준에서 유럽의 DNV GL과 함께 우수한 기술수준을 보임 • 국가 연구개발 체계가 잘 정립되어 국가연구기관과 민간연구소간 협업이 체계적으로 진행되며 개발된 기술을 선박에 적용하고 검증된 기술을 공유하는 체계가 잘 정립되어있음	• 자국 중심의 기술개발을 주로 함, 한국 중국을 경쟁국으로 생각하여 기술 공동개발 및 공개를 꺼려함 • 기술인력 및 인프라의 노후화 및 설계/건조 능력 하락 • 선도적인 선행 기술개발을 수용하는 데 보수적인 입장, 최근 EU 등과의 기술제휴를 위한 정책적 움직임이 있음 • 해사 빅 데이터 중심의 연구를 진행하며, 개방적 연구 진행보다는 폐쇄적임

국가	강점분야	기타
	• 기술개발, 인력, 인프라 등에서 타 추격그룹보다는 앞서있으나 기술개발 정보의 비공개 추진정책을 펴고 있음 • 주로 정부정책보다는 민간 기업체의 기술개발 추진이 활성화되어 있어 미래에 탄력적인 대응과 수요 가능성을 고려할 때 상용화 전략에 강점이 있음 • 친환경 고효율 추진시스템 기술, 스마트 모니터링 및 진단 기술, 지능형 선박 운항관리 기술, 친환경 선박 분야 건조 기술 탁월 • 기초연구부터 응용연구까지 체계적으로 진행되며, 규제 및 시장의 트렌드에 효과적으로 대응	
EU	• 국제적인 협력 네트워크를 활용한 기술 및 응용개발이 활발함 • 국가 차원의 대형 프로젝트 기획 및 실증화 선주와 연계한 파일럿 프로젝트 실시 • 롤스로이스, 바칠라, 콩스버그 마리타임 등 스마트/자율운항선박에 핵심을 차지하는 장비/기자재 기업의 역량이 우수 • 선박 운항하는 해기인력은 점차 감소하여 20205년까지 약 15만 명의 인력부족이 예상되나, 이는 지능정보기술 중심으로 선박 스마트화를 촉진하는 강한 동기 부여 • 국가 지원은 기술개발뿐만 아니라(EU의 MUNIN 프로젝트, 핀란드의 AAWA 등), 테스트베드 구축(노르웨이 5개, 핀란드 1개)도 활발하게 지원하고 있어 민간의 기술을 해상에서 검증할 수 있는 우수한 인프라 여건 보유(핀란드의 야콘메리 테스트베드는 국적에 상관없이 누구나 사용할 수 있어 유럽지역의 기업들에게 우수한 인프라 접근성을 제공) • EU 전체 국가가 참여하는 장기 프로젝트를 지원. 노르웨이 등 북유럽 국가는 대학과 연대하여 친환경 전기추진선박 개발에 특정한 기술개발 사업을 진행 중. 친환경 선박기자재 업체가 다수 포함되어 선박해양산업 생태계가 우수함 • 기술개발, 인력, 인프라 등에서 비교그룹인 추격그룹에 상당히 앞서있음. 심지어 상용화 단계를 고려하여 세계 유수의 기업들이 합병 등을 통하여 기술개발 선도 • 선박 자율운항 기술 지능형 선박 운항관리 기술 성능 검증 테스트 베드	• 스마트/자율운항선박 개발 주도하는 롤스로이스가 최근 콩스버그 마리타임에 매각 • 선박에 대한 핵심기술이 전통적인 추진, 구조설계 등에서 지능정보 기술 중심의 디지털화, 통합화, 지능화 등으로 이동하고 있으며, 사이버 보안 기술의 중요성이 대두됨에 따라, 유럽의 핵심 기술 투자는 통합설계 및 제어, 데이터 중심의 선박 유지관리, 사이버보안기술 등으로 이동하는 경향을 보임 • 대형선은 유럽에서 건조되지 않아 소형선 및 중형선 관련 기술개발에 집중 • 수요기업만 존재, 개발기업이 소수임 • 선박 수요시장과 장애요소에 대한 파악이 미흡, IT 육상업체와 해상기자재업체의 합병 및 공동 프로젝트 추진

국가	강점분야	기타
	• 친환경 선박 기자재 스마트 선박 건조 스마트 선박 기자재 기존 기술을 융합하여 선박에 선제적으로 적용하는데 있어, 혁신적이고 개방적인 환경 조성	
미국	• 연구소와 학교를 중심으로 한 원천기술 개발에 강점 보유 • 사이버 보안 및 안전 분야에 중점을 두고 기술 개발 중 • 군함건조 기술 개발 통한 원천 기술 확보 • ICT 기술의 선박 분야 적용용이 • MIT 및 스탠포드 등이 인공지능 기술을 적용한 지능성 선박운항기술에서 세계 최고수준의 연구 성과를 보이고 있음 • 스마트/자율운항선박 관점에서 상선에 대한 국가 차원 연구개발 투자 또는 전략은 아직 찾아보기 어려우나, 군함 분야에 대한 투자 및 기술적 성과는 세계 최고 수준 • 최근 MIT 등 학계를 중심으로 스마트/자율운항 선박에 대한 유럽과의 공동 기술개발 추진 및 미국 내 테스트베드 구축 검토 등이 진행되는 것으로 보아 연구개발 활동도 점진적으로 상승하는 것으로 판단 • 미 해군 함정의 친환경 스마트기술 개발에 많은 연구자금 투입 중. 함정 무기 및 기자재가 많은 전기를 사용하여 전기추진선박을 개발하고 있음 차세대 구축함을 전기추진 스마트 함정으로 개발 중 • 인력, 인프라 등에서 타 추격그룹보다 앞서 있음. 선원 및 선박의 소유자 입장에서의 운항 서비스 등에 대한 모니터링 기술 및 운항관리 기술이 발달됨 • 선박 자율운항 기술, 미 해군 무인선 개발 기술 보유 • 군 중심으로 기초 및 응용연구가 진행되어 기초 연구 분야가 탁월	• 대형 상선에 대한 기술 개발 응용이 미흡 • 일반 상선 분야 조선소 부재로 파급효과 미미 • 스마트/자율운항선박에 대한 기술개발 투자가 현재까지 주로 상선보다는 군함에 국한됨 • 제조업과 관련된 기술개발 부족

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	2위	3위	4위	5위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 각종 이해관계자(선주, 조선소, 기자재기업, 정부, 선급, 선원단체, 교육단체 등)의 협력 촉진 • 동시 다발적으로 진행되는 연구개발사업의 범부처 컨트롤 타워 구축 • 정부, 기술개발, 연계사업 생태계 조성 등 국내적으로 법제도를 기반으로 한 협력체계를 구축하여 네트워크 연구기반의 협력 • 기업 간 상세 정보 공유 및 협력체계 구축을 위한 법·제도적 기반 마련 • 과도한 국내경쟁을 지양하기 위한 정책적 지원 및 공유의 장 조성 • 각 연구소와 기업들이 개별적으로 수행되는 내용들의 중복을 피하고, 선택과 집중을 통한 초일류 상품개발에 주력 • 친환경 자율주행 스마트 선박 기술 확보를 위해 조선소뿐만 아니라 국내 IT 기업 간 협업을 통한 부가가치 창출 • 스마트 친환경 선박과 관련한 국내 포럼 조성을 통한 국내 연구진과 산업체의 (관련 학회 등을 통해) 협력체제 구축
국제협력 촉진	• 실증경험이 우수한 유럽국가 등과의 협력 네트워크 구축, IMO 등 국제규정 논의를 주도하는 선진국과의 협력 네트워크 강화 • 대부분의 동 분야 선진기술을 확보한 북유럽의 경우, 정부의 주도로 이루어지고 있으므로 정부 간의 협조체계 구축이 매우 중요 • 국제적 기술개발 추세에 발맞추어 기술개발의 방향을 설정 외국의 기술개발과 차별화될 수 있는 방향 추진 • 국제기술 및 개발 프로젝트에 참여하여 국제적인 기술 흐름을 공유하고, 요구되는 기술을 공동개발함으로써 국제적 인지도 확보 및 초기 시장 확보 노력 • 국내 기술개발이 비교열위에 해당되고 R&D를 위한 정부의 투자속도가 상당히 부족한 실정이므로 기술개발을 선도하는 세계적인 기업과 컨소시엄을 구성하여 프로젝트를 진행하고 관련 정책 수립 • 기술 표준화를 위한 선진국(EU/미국)등과 기술적 교류 활성화
인력양성 및 유치	• 스마트/자율운항선박 등 미래형 선박에 대한 육상원격조종 등 인력양성 강화방안 마련 및 교육체계 강화 • 아직 동 분야의 학문은 융·복합으로 이루어져야 함으로 단기간에 성과를 만들어내기는 어려움. 긴 호흡으로 지원을 장기적으로 지속해야 함 • 단기 가시적 성과를 위한 기술개발에만 지원이 집중되고 있어 중장기 인력양성 계획이 없음 • 국내의 하드웨어 중심의 기술에서 소프트웨어 중심의 기술 인력을 양성하고, 유지하기 위한 노력 경주 • 스마트 자율운항선박의 도입에 따른 운항능력, 제어능력 및 관련 전문가를 양성하고 관련 산업에 투입하는 정책수립이 필수적

	정책제언
인프라 구축	• 스마트/자율운항선박 등에 대한 국내 실증단지 조성 및 데이터 수집/공유/분석 및 활용을 위한 디지털 인프라 강화 • 인프라 구축에서 선택과 집중이 필요. 또한 구축뿐만 아니라 구축 후의 운영지원에도 정부의 관심 필요함 • 육·해상에서 실증을 통해 개발기술 실용화를 추진하기 위한 인프라 구축 • 오픈 플랫폼을 구축하여 정보와 기술을 공유하고, 인프라 등을 공동 활용할 수 있는 인프라 확보 • 디지털 스마트 해상물류체계의 실현을 위한 해운, 항만, 물류 등의 인프라 구축이 이루어져서 4차 산업혁명을 선도하고 있는 디지털화에 적합한 인프라 확보 필요 • 친환경 자율주행 스마트 선박의 성능을 검증할 수 있는 인프라 확보 • 스마트 선박의 경우 탑재된 다양한 시스템의 검증과 인증을 위한 스마트 선박 해상/육상 시험 테스트베드 구축
법·제도 개선	• 스마트/자율운항선박의 자율화 수준(Autonomy level) 별 안정성 평가기준 마련 • 이해관계자 융합촉진을 위한 융합네트워크 구축 및 운영 • IMO(regulation)+IEC/ISO/IHO/IALA(기술표준) 등 국제표준화 연계 대응을 위한 국내 대응체계 강화 • 전기추진선 건조 운영을 위한 제도 보완 • 친환경 스마트 선박의 선제적 적용 및 운용을 위한 법 제도 개선 • 최근 국제적인 트렌드는 R&D의 성과를 창출하기 위하여 개발된 기술을 활용한 상용화, 사업화를 추진하기 위한 법적 근거와 제도적 장치 마련은 개발성과의 활용도를 높여 R&D로 끝나는 것이 아니라 산업과 연관되어 개발된 기술을 상용화하고 사업화하기 위한 법제도 개선 및 정책수립이 융합된 형태로 R&D 가 수행되어야 성공할 수 있음 • 자율주행/자율운항 선박을 운영함에 있어 인, 허가 프로세서 확립이 필요하며, 특히 자율주행/자율운항 선박에 의한 사고 발생 시 이에 대응할 수 있는 법률적 제도가 만들어져야 함
연구비 확대	• 친환경 스마트 선박 개발을 위한 건조 중심에서 소프트웨어 중심의 연구 개발에 대한 연구비 확대 • 수요자 중심의 상용화 및 사업화와 균형을 맞추어 적합한 운항서비스를 할 수 있는 운항서비스 및 시운전 지침개발 등에 연구비 확대 필요 • 기술 추격그룹으로서 단기간에 성과를 높이기 위한 정부/민간 주도의 연구비 확대 • 산학연이 함께 참여할 수 있는 스마트 선박과 친환경 선박 개발을 위한 대형 국책과제의 기획과 장기 국책과제의 지원
기타 의견	• 스마트/자율운항선박의 기술핵심은 지능정도기술 중심의 선박장비 통합 및 육상과의 공유+제어이므로, 국내 기자재 업계와 ICT 업계의 융·복합이 절실 • 정부 부처 간의 R&D 협업 생태계를 조성하여 공동부처 융·복합 기술개발 추진 • R&D 성과물의 활용도 및 상용화와 사업화 측면에서 수요자 중심의 R&D 설계 (기술개발 연구수행으로 끝나는 R&D 지양) • 우리나라 기술수준에 대한 사전평가 및 R&D 이행능력도에 대한 면밀한 평가 (외국의 선진기술과의 국제 연합체 형태, 오픈 플랫폼 구축 허용)

다 주요 분석 결과 요약

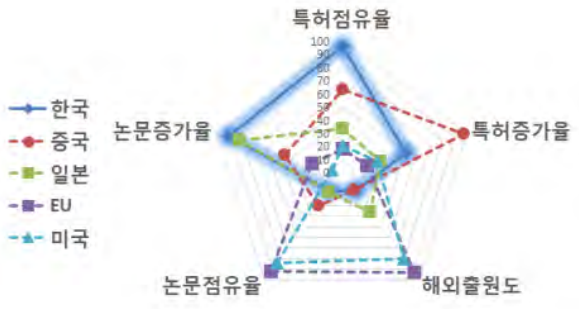
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	친환경·스마트 선박 기술	1,550	1,935	27.6%	118.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

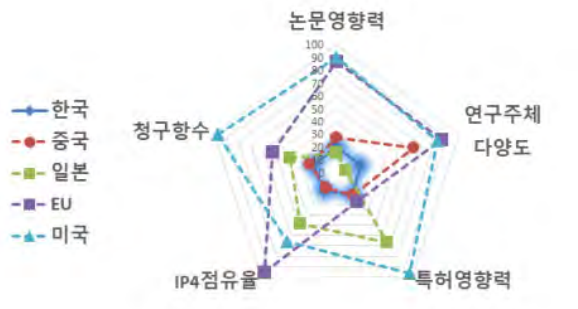
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	한국	미국	미국
	47.0%	56.3%	5.9	14.7
한국	5위	1위	4위	4위
	1.8%	56.3%	2.3	0.0
5개국 평균[2]	-	-	5.3	11.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

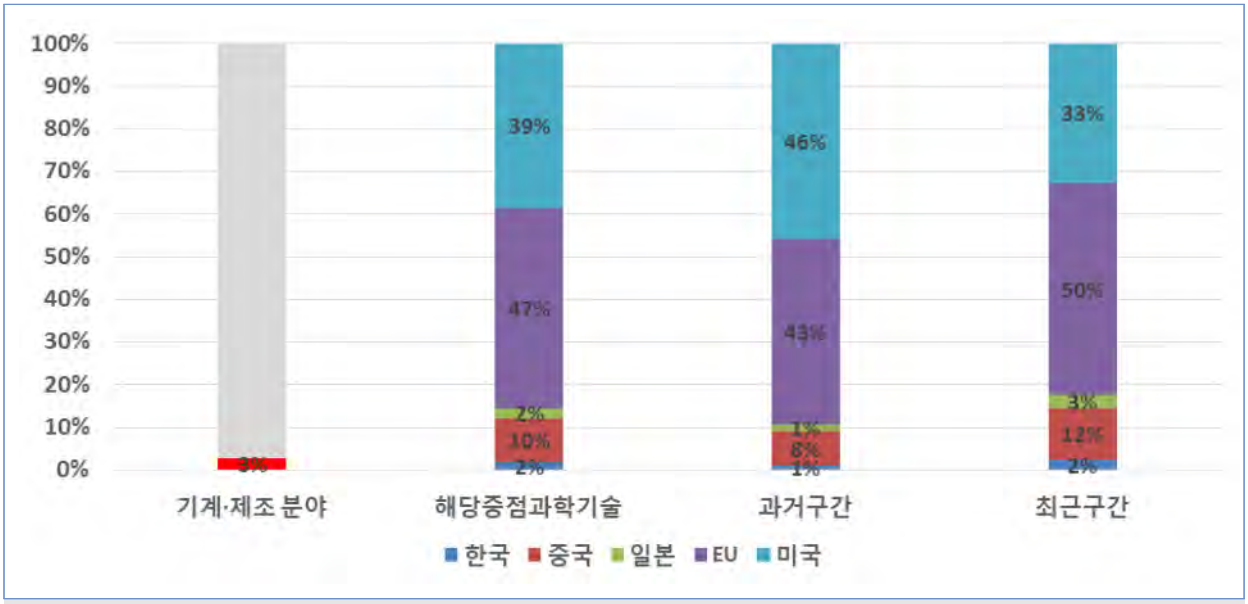
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(1.8%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(2.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(47.0%), 미국(38.5%), 중국(10.3%), 일본(2.4%), 한국(1.8%) 순이며, 논문 증가율은 한국(200.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(5.9), EU(5.6), 중국(2.7), 한국(2.3), 일본(2.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(56.3%)은 주요 5개국 중 1위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 한국(56.3%), 중국(26.7%), 일본(11.4%), 미국(3.6%), EU(2.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(394.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.1)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(14.7), 일본(7.0), EU(1.1), 중국(0.0), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(21.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.1)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	1.8%	10.3%	2.4%	47.0%	38.5%
	논문 증가율	200.0%	90.9%	170.0%	45.9%	-9.3%
	논문 영향력	2.3	2.7	2.0	5.6	5.9
	연구주체 다양도	0.57	0.81	0.46	0.95	0.92
특허 분석	특허 점유율	56.3%	26.7%	11.4%	2.0%	3.6%
	특허 증가율	100.8%	394.3%	16.7%	-34.8%	5.9%
	해외출원도	0.2	0.1	1.4	5.1	3.8
	특허 영향력	0.0	0.0	7.0	1.1	14.7
	IP4점유율	1.3%	0.4%	8.1%	21.1%	11.4%
	청구항수	2.5	2.7	4.2	5.4	11.1

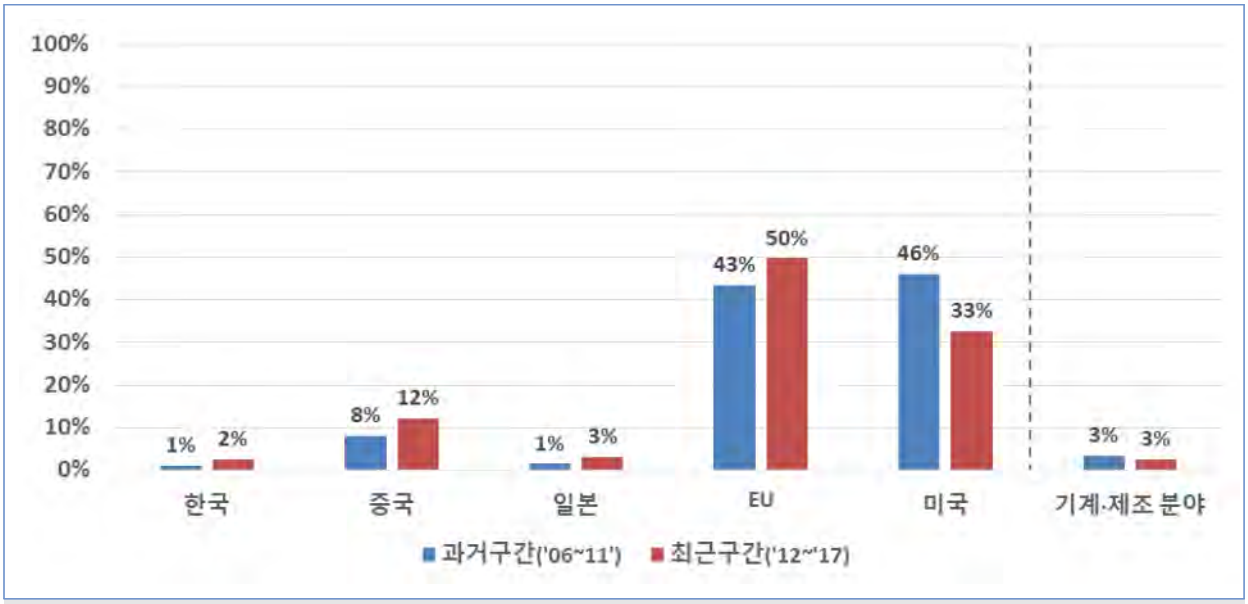
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 친환경·스마트 선박 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 728건으로 전체 논문의 47%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경·스마트 선박 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 3%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

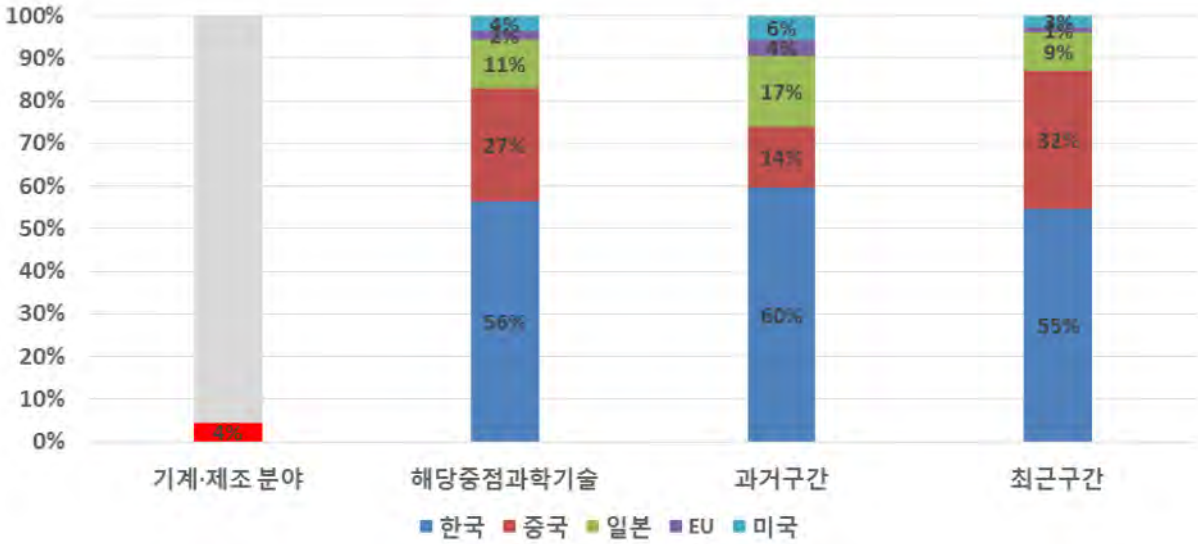


● 친환경·스마트 선박 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 200%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	7	21	28	200.0%
중국	55	105	160	90.9%
일본	10	27	37	170.0%
EU	296	432	728	45.9%
미국	313	284	597	-9.3%
전체	681	869	1,550	27.6%

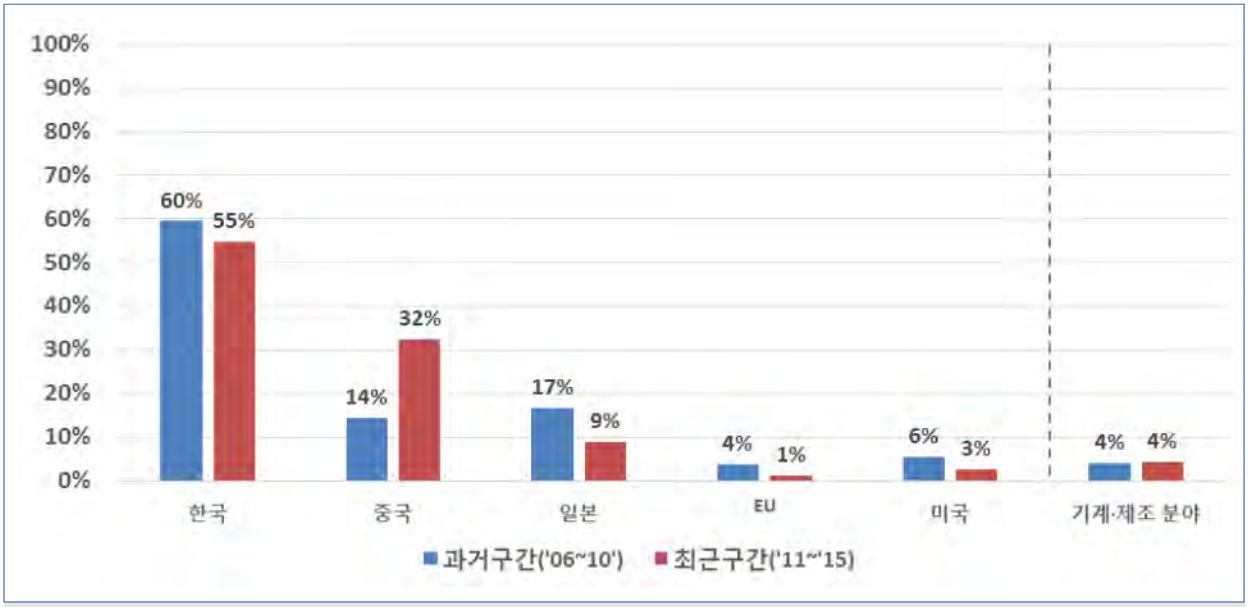
(4) 특허 점유율(전체)



● 친환경·스마트 선박 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 한국이 1089건으로 전체 특허의 56%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경·스마트 선박 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 4%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



● 친환경·스마트 선박 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 한국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 100.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 1위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	362	727	1,089	100.8%
중국	87	430	517	394.3%
일본	102	119	221	16.7%
EU	23	15	38	-34.8%
미국	34	36	70	5.9%
전체	608	1,327	1,935	118.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

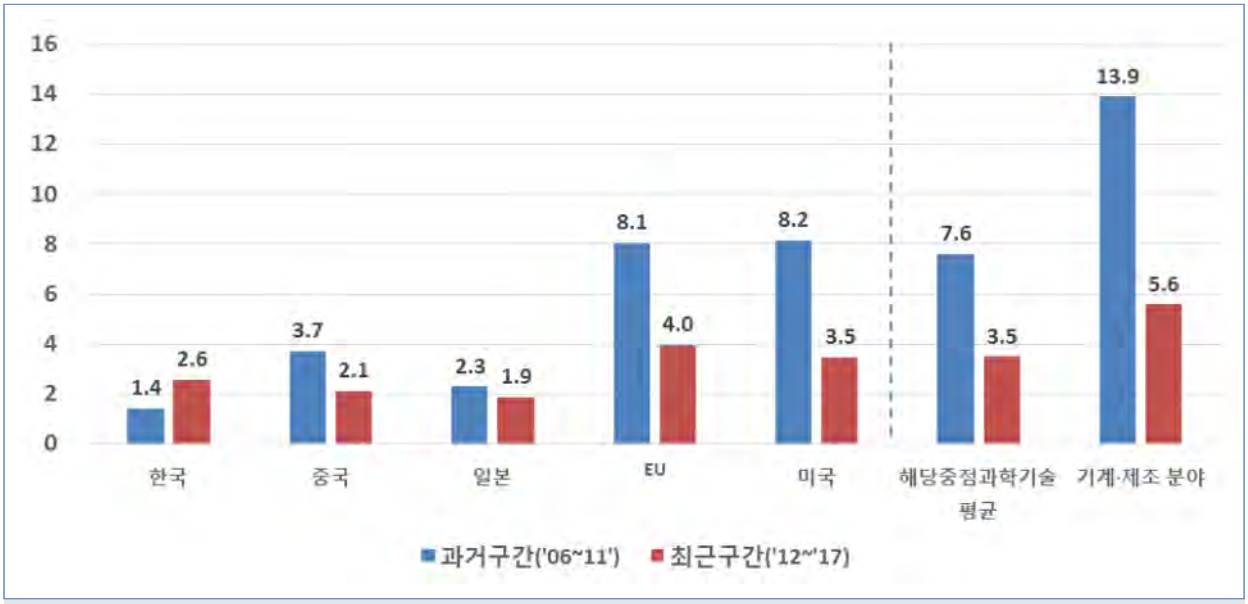


● 친환경·스마트 선박 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

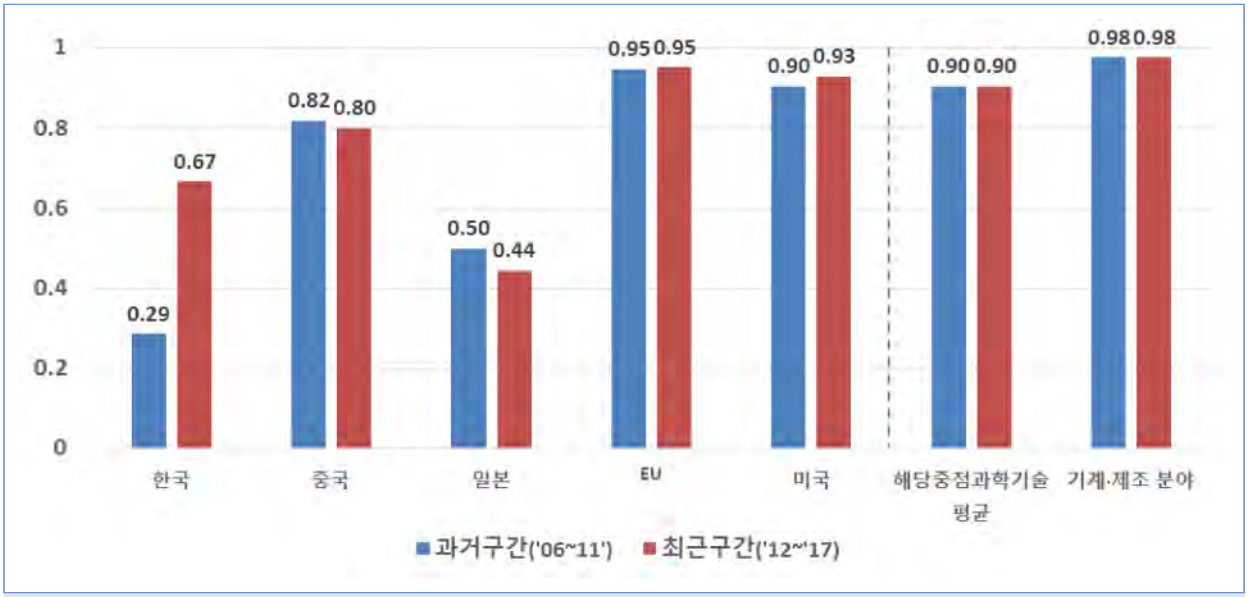
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



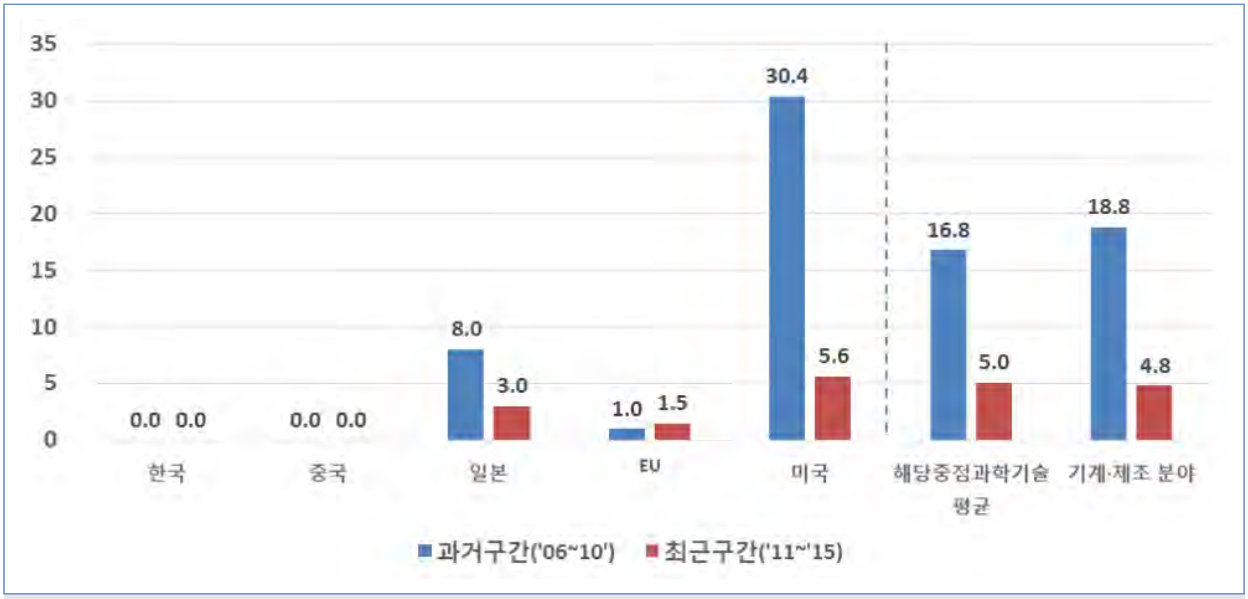
- 친환경·스마트 선박 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



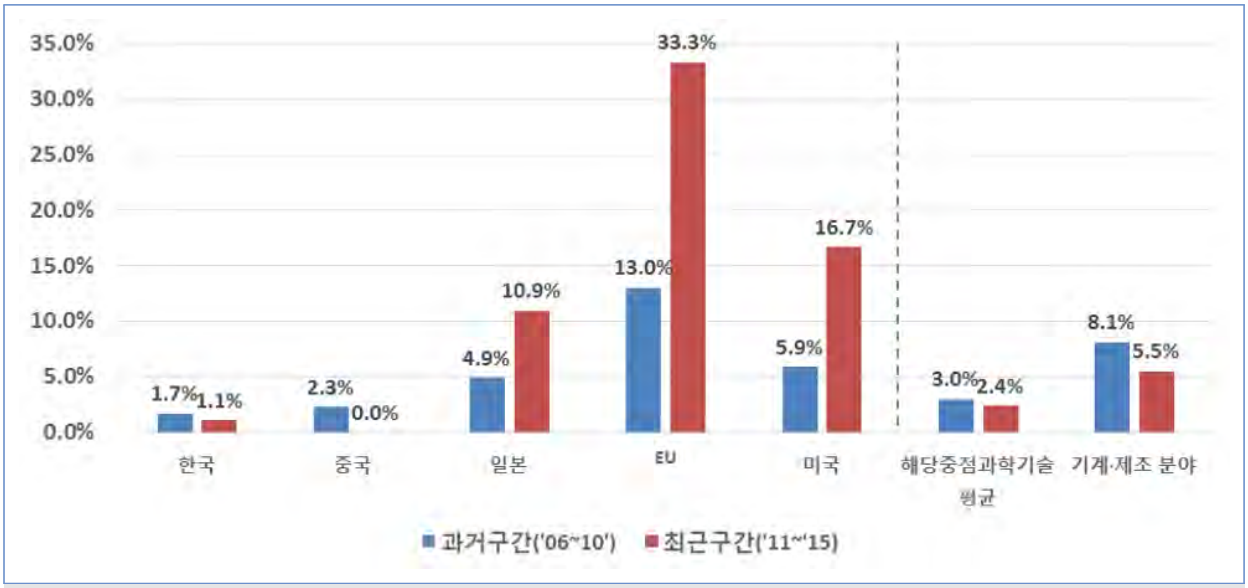
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



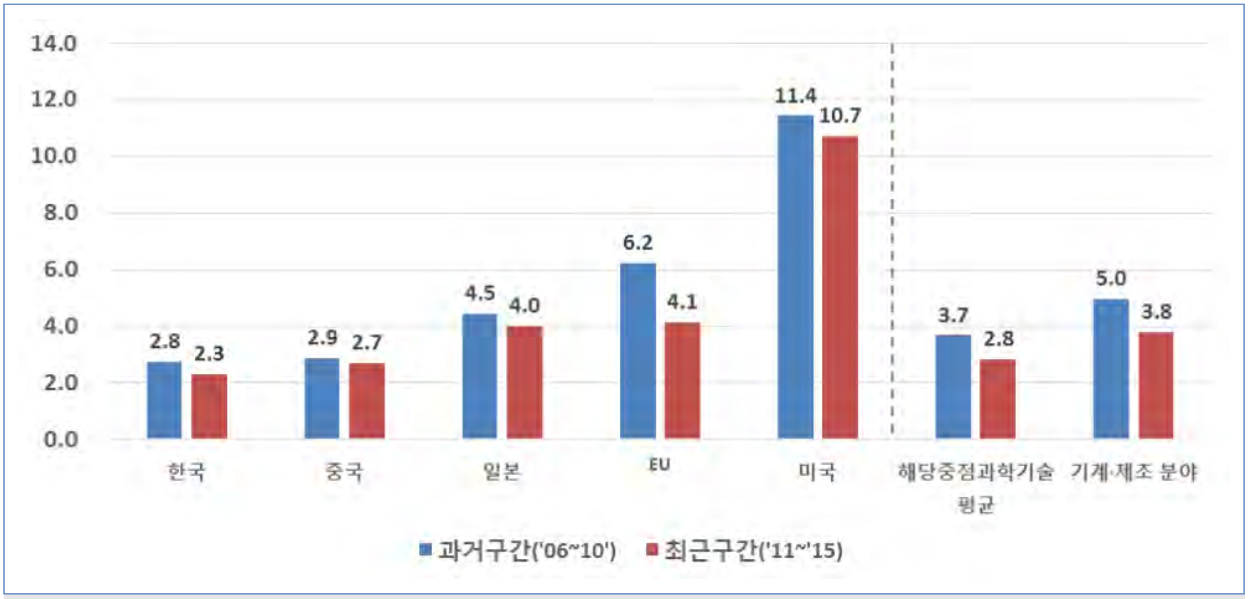
● 친환경·스마트 선박 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 친환경·스마트 선박 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 친환경·스마트 선박 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

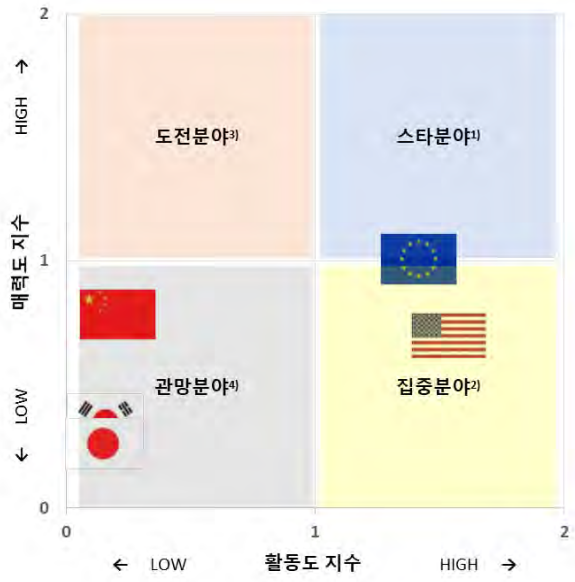
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

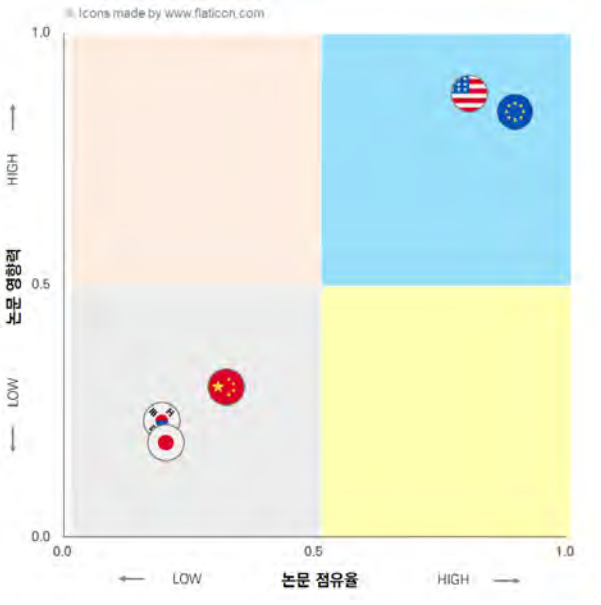
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 친환경·스마트 선박 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

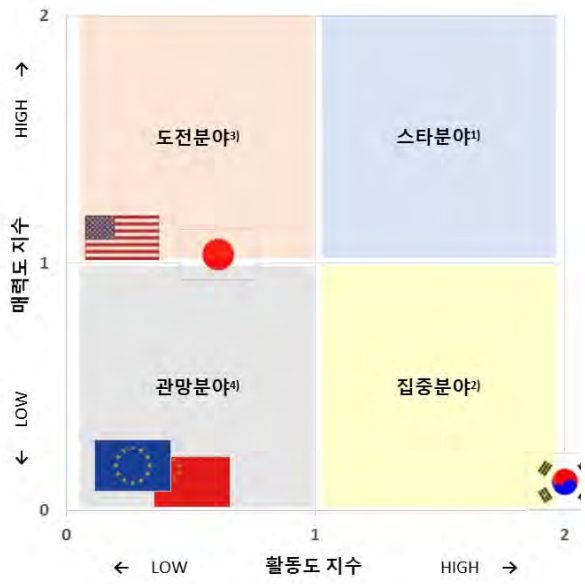


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

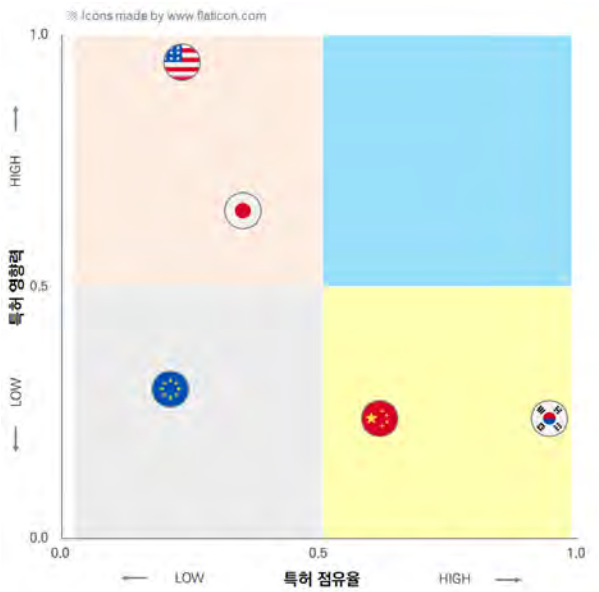
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 친환경·스마트 선박 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.97%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 10.71%(글로벌 점유율은 0.19%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.51%	0.97%	-63.64%
2	SANTA CLARA UNIVERSITY	미국	1.68%	0.65%	-57.14%
3	NAVAL SURFACE WARFARE CENTER	미국	1.51%	0.58%	-71.43%
4	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	EU	1.24%	0.58%	100.00%
5	UNIVERSITY OF IDAHO	미국	1.34%	0.52%	200.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	10.71%	0.19%	100.00%
2	KOREA UNIVERSITY	7.14%	0.13%	100.00%
3	KOREA MARITIME UNIVERSITY	7.14%	0.13%	0.00%
4	HANYANG UNIVERSITY	7.14%	0.13%	100.00%
5	CHONBUK NATIONAL UNIVERSITY	3.57%	0.06%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	5.00%	0.52%	700.00%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	3.75%	0.39%	400.00%
3	SHANGHAI MARITIME UNIVERSITY	3.13%	0.32%	-75.00%
4	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	3.13%	0.32%	300.00%
5	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.50%	0.26%	300.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA UNIVERSITY	21.62%	0.52%	600.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	13.51%	0.32%	300.00%
3	FUTURE UNIVERSITY HAKODATE	5.41%	0.13%	100.00%
4	MARITIME TECHNICAL COLLEGE JAPAN	5.41%	0.13%	-100.00%
5	TOKAI UNIVERSITY	5.41%	0.13%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.24%	0.58%	100.00%
2	UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON	1.10%	0.52%	-40.00%
3	UNIVERSITY OF GENOA	1.10%	0.52%	200.00%
4	UNIVERSITY OF ROSTOCK	0.96%	0.45%	150.00%
5	UNIVERSITY OF PORTO	0.82%	0.39%	0.00%

6 미국

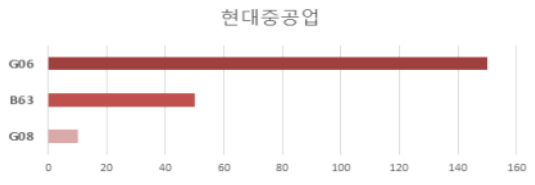
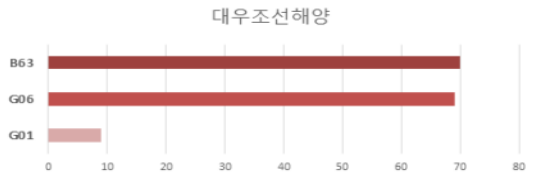
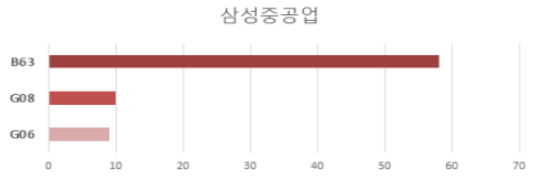
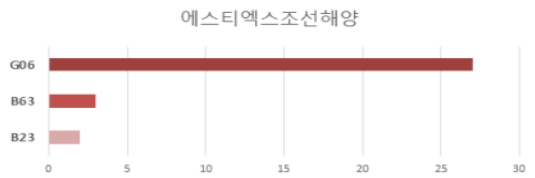
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.51%	0.97%	-63.64%
2	SANTA CLARA UNIVERSITY	1.68%	0.65%	-57.14%
3	NAVAL SURFACE WARFARE CENTER	1.51%	0.58%	-71.43%
4	UNIVERSITY OF IDAHO	1.34%	0.52%	200.00%
5	UNIVERSITY OF ARIZONA	1.01%	0.39%	-80.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '현대중공업(12.51%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '현대중공업'이 22.22%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '현대중공업'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

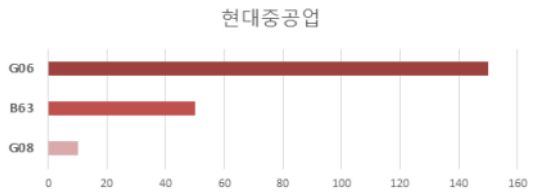
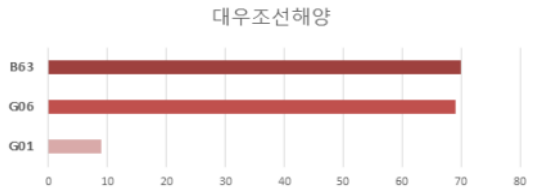
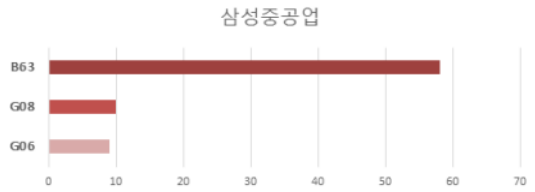
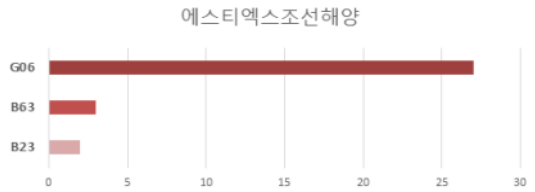
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대중공업	한국	22.22%	12.51%	118.42%
2	대우조선해양	한국	17.54%	9.87%	378.79%
3	삼성중공업	한국	9.73%	5.48%	71.79%
4	에스티엑스조선해양	한국	3.21%	1.81%	-47.83%
5	한국전자통신연구원	한국	2.48%	1.40%	70.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G08	신호
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
5		G08	신호
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

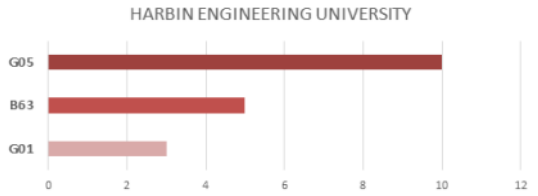
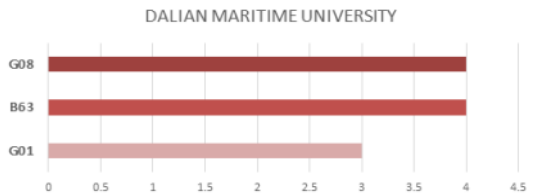
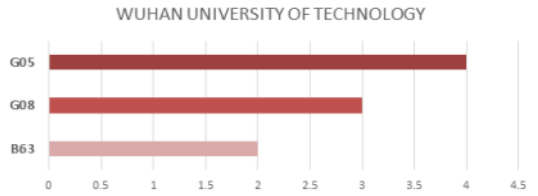
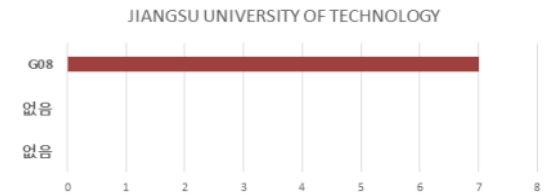
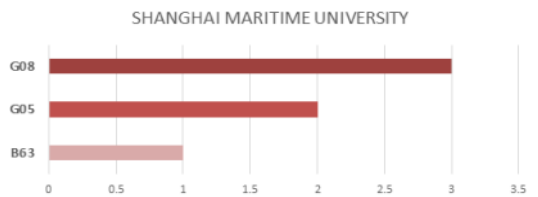
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대중공업	22.22%	12.51%	118.42%
2	대우조선해양	17.54%	9.87%	378.79%
3	삼성중공업	9.73%	5.48%	71.79%
4	에스티엑스조선해양	3.21%	1.81%	-47.83%
5	한국전자통신연구원	2.48%	1.40%	70.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G08	신호
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
5		G08	신호
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

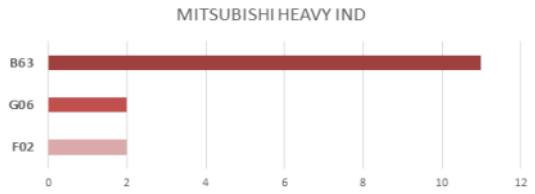
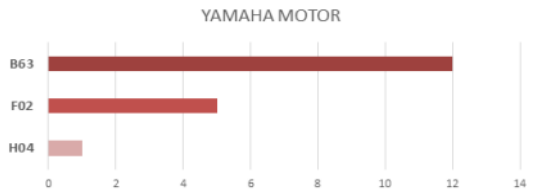
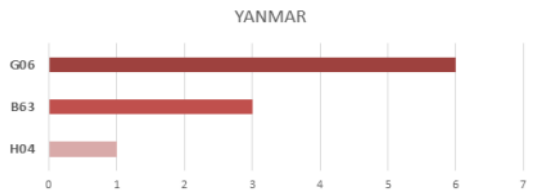
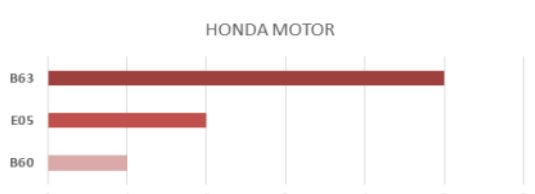
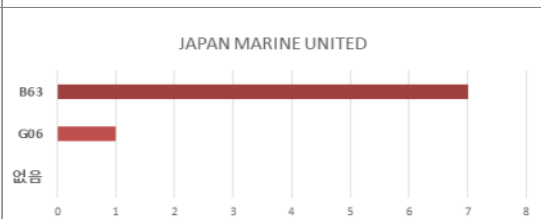
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	4.26%	1.14%	350.00%
2	DALIAN MARITIME UNIVERSITY	2.71%	0.72%	500.00%
3	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.32%	0.62%	1100.00%
4	JIANGSU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.35%	0.36%	600.00%
5	SHANGHAI MARITIME UNIVERSITY	1.16%	0.31%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G01	광학
2		G08	신호
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G01	광학
3		G05	제어; 조정
		G08	신호
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
4		G08	신호
		–	–
		–	–
5		G08	신호
		G05	제어; 조정
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품

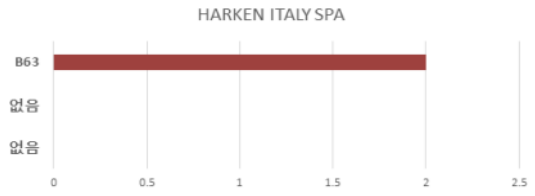
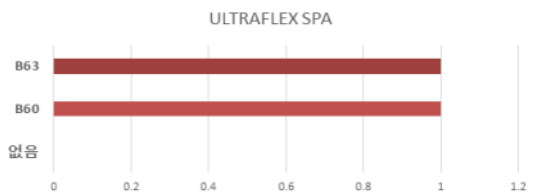
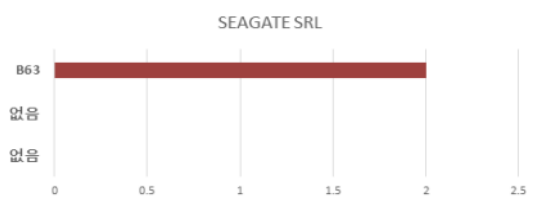
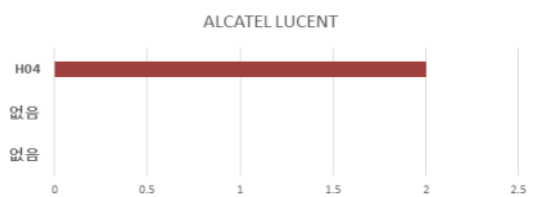
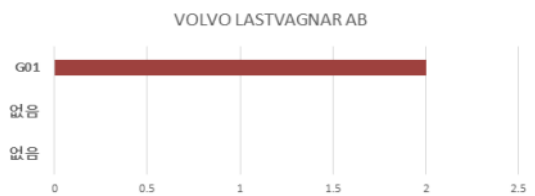
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI HEAVY IND	8.60%	0.98%	116.67%
2	YAMAHA MOTOR	8.14%	0.93%	-50.00%
3	YANMAR	4.98%	0.57%	350.00%
4	HONDA MOTOR	3.62%	0.41%	-100.00%
5	JAPAN MARINE UNITED	3.62%	0.41%	-66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F02	연소기관
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		F02	연소기관
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		H04	전기통신기술
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		E05	자물쇠; 열쇠; 창(窓) 및 문(門)의 부속품; 금고(金庫)
		B60	차량일반
5		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

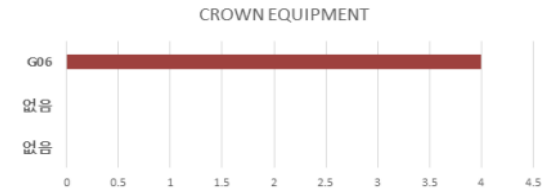
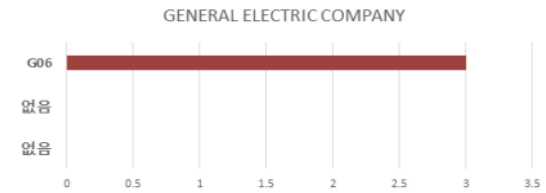
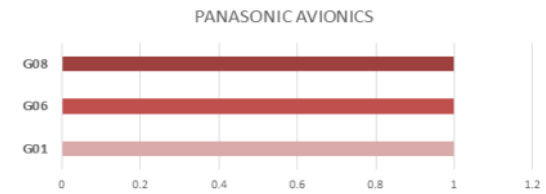
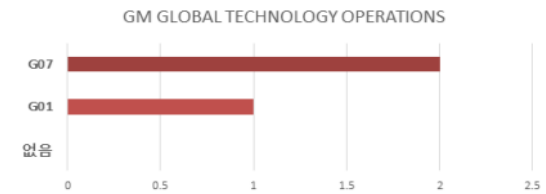
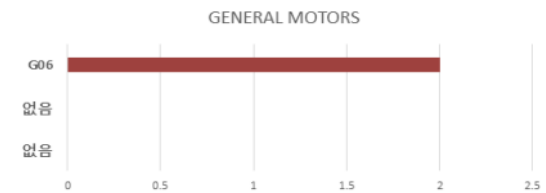
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HARKEN ITALY SPA	5.26%	0.10%	-100.00%
2	ULTRAFLEX SPA	5.26%	0.10%	-100.00%
3	SEAGATE SRL	5.26%	0.10%	100.00%
4	ALCATEL LUCENT	5.26%	0.10%	100.00%
5	VOLVO LASTVAGNAR AB	5.26%	0.10%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		B60	차량일반
		–	–
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		–	–
		–	–
4		H04	전기통신기술
		–	–
		–	–
5		G01	광학
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CROWN EQUIPMENT	5.71%	0.21%	200.00%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	4.29%	0.16%	200.00%
3	PANASONIC AVIONICS	4.29%	0.16%	-100.00%
4	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS	4.29%	0.16%	100.00%
5	GENERAL MOTORS	2.86%	0.10%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
3		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		G07	검사장치
		G01	광학
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

28 해양플랜트 실용화 기술



28 해양플랜트 실용화 기술

중점과학기술 개요

☑ 해양의 현재 및 미래자원과 해양공간 이용의 고도화를 목적으로 해상·해중·해저에 건설하는 해양플랜트의 설계·건조·운영의 핵심기술인 설계 엔지니어링 기술, 부유식 발전플랜트 기술과 신재생에너지 기반의 복합 발전 플랜트 설계·제작·설치·운용·유지·보수 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

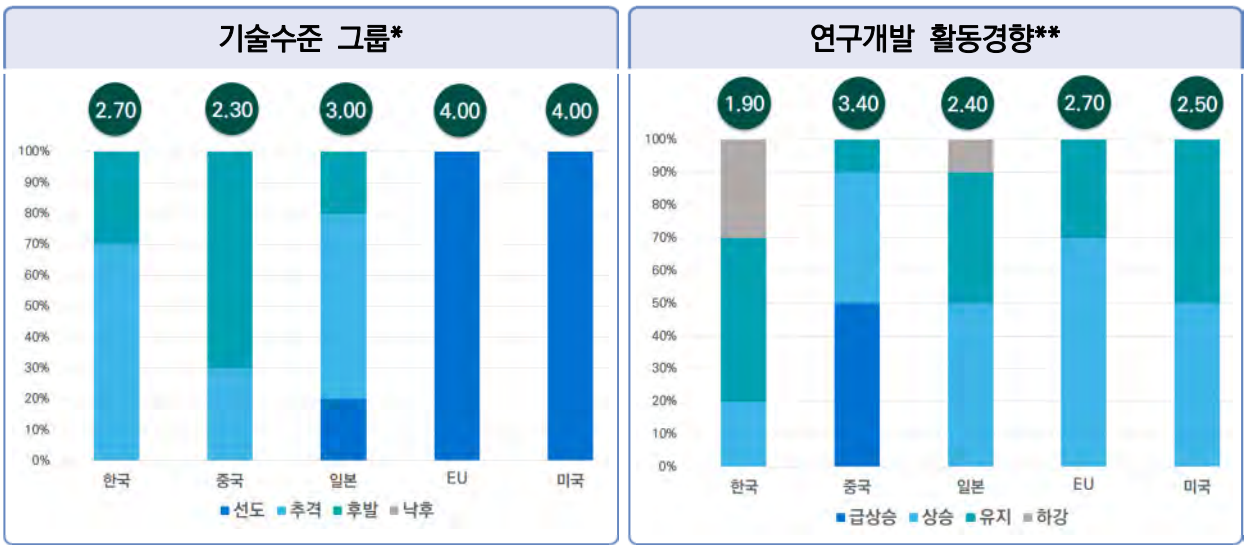
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	72.0	7.0	추격	보통	보통	유지
중국	70.0	8.0	후발	보통	보통	상승
일본	82.5	4.0	추격	우수	보통	유지
EU	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	74.5	6.0	72.0	70.0	75.0	6.3	7.0	5.0	10.0	3.4
중국	70.0	6.5	70.0	65.0	71.0	8.7	8.0	5.0	10.0	3.1
일본	80.0	3.5	82.5	70.0	90.0	14.4	4.0	3.0	5.0	3.0
EU	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	4.2	0.0	0.0	0.0	1.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2

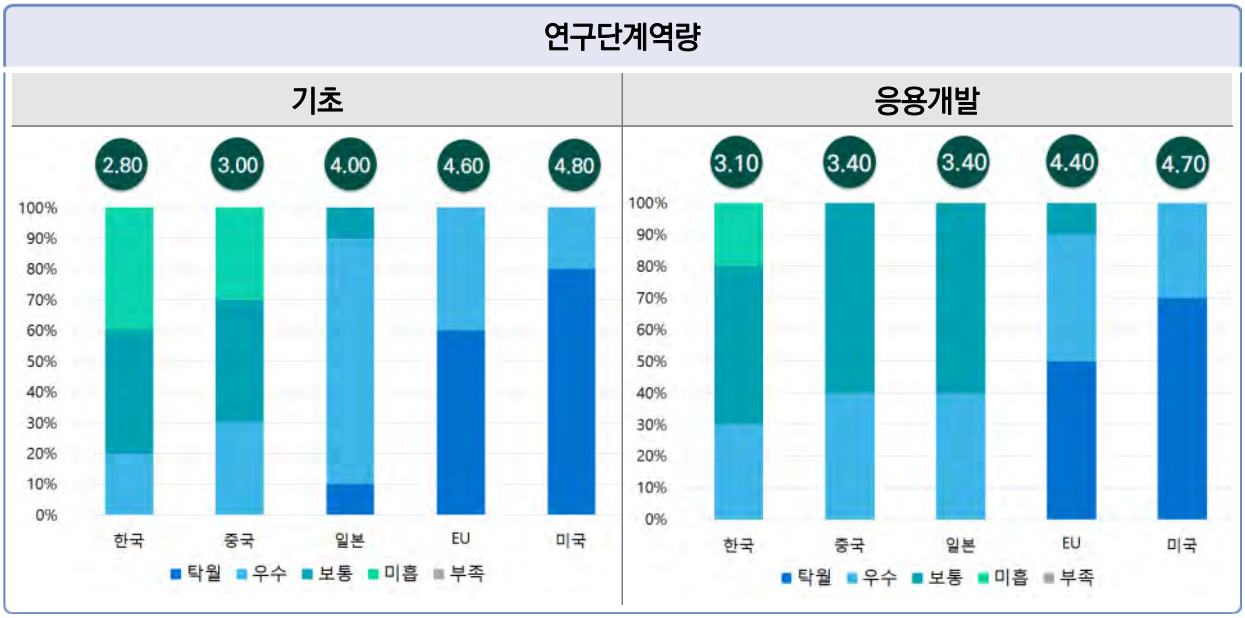
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (72.0%)	• 다수의 MEGA EPC를 수행했으나, 해양플랜트 핵심기술이라 할 수 있는 상부구조 설계를 해외ENG사에 의존하여, 상부구조 공정/배치 기술 등 핵심역량 확보가 답보 상태에 있음 • 건조/손익 관리 중심의 실행력 강화에 치중. 건조를 통한 매출을 중시하는 업계 특성 상, ENG 역량 확보를 위한 실제적인 투자가 미흡하며, 최근 조선/해양산업 침체와 맞물려 고경력 엔지니어들의 이탈이 심함. 선도그룹과 비교해도 국가적 지원이 다소 미흡. 경영에 대한 직접 지원은 많을지 모르나, 단순 경영 지원에 그쳐 실제적으로 기술 역량 확보 등 적소 지원 되고 있는지는 의문. 이런 부분에 대한 체계적인 통계/조사도 검토해 볼 필요 있음 • 전 세계 해양플랜트 시장의 악화에 따라 직접적인 영향을 받고 있으며, 산업체의 기술개발 투자 및 연구 인프라 축소에 따라 기술격차 심화 예상 • 해양 유·가스전 부재하며 건조분야에 치중됨. 엔지니어링 역량 부족 고급 기술인력 부족 등 최근 조선해양업계 침체에 따른 인력감소 및 유출 심각 • 선박 및 해양플랜트 건조 분야, 해양담수화 플랜트 건설 분야는 경쟁력을 가지고 있으나 기술 진입 장벽이 낮은 편. 관련 기술 개발 필요 • 대형 조선소를 중심으로 한 상용화 설계기술에 강점 • 기자재 및 관련 국산화가 어려움. 현재 엔지니어링에 진출하고 있으나 진입 장벽 때문에 어려운 형태. 현재 중국 및 싱가포르의 추격세가 강함
중국 (70.0%)	• 한국 조선소가 상부구조 설계역량 확보가 다소 답보 상태에 있는 동안, 해양공사 건조경험을 늘려 건조기술/관리 측면의 역량을 지속 한국과의 상대적 격차를 줄임 • 개별 조선소의 ENG 역량은 다소 답보 상태에 있으나, 정부 주도로 설계/연구에 직접 투자하여 국가적인 경쟁력은 지속 상승 중 • 자국 발주로 EPC 경험을 확보하고, 논문/특허를 다수 출원하는 등 양적인 측면에서 많은 성과 축적 • 최근 Oil major도 중국 발주를 적극 고려하는 등 건조기술의 격차가 가격격차를 상쇄하기 어려운 수준으로 좁혀지고 있는 것으로 우려됨 • 정부의 막대한 투자와 연구개발 참여인력의 증대 • 자국 내의 발주와 개발투자로 인한 기술향상 • 자국 유전을 보유하고 있어서 설치 운영 기술을 축적하고 있으며 유럽 선진사와의 기술제휴로 기술도입이 활발 • 각종 기자재 및 관련 국산화의 연구가 활발하게 진행되고 있음. 현재 한국과 유사한 기술수준을 보유하고 있으나, 몇 년 내에 한국보다 우수한 기술을 가질 것
일본 (82.5%)	• 육상 기반, 공정/배치/운영 기술 등 상부구조 설계의 핵심 역량을 확보한 MEGA ENG사들이 한국 등 하부구조 강국과의 제휴를 통해 다수의 해양플랜트 공사 수행하여 실행력 제고 • 한국과의 경험을 기반으로 중국/싱가포르 등 가격 경쟁력 있는 하부구조 건조국과의 제휴를 모색하는 등 선진 해양ENG사의 EPC 체계에 빠르게 근접함 • 세계최대 FPSO 선단을 보유하고 있는 MODEC은 해양석유가스 분야의 진정으로 토탈 솔루션 공급자가 됨. 일본에서 소비되는 석유가스의 상당량을 MODEC이 개발하여 공급하는 구조

국가 (기술수준)	판단근거
	• 상세설계 수행 능력 확보하였고, 기초 엔지니어링 기술에서 강점이 있음 • MODEC을 중심으로 한 해양플랜트 서비스산업에 강세를 가짐. 건조부분에 대해서는 한국 및 중국에 비하여 뒤쳐져 있는 상황
EU (100%)	• 논문/특허의 양과 질 모두 후발국과의 격차를 유지하며, 서아프리카, 북해, 호주 북서부의 주요 MEGA EPC의 상부구조물 공사를 다수 주도 • Technip, Arker, SBM 등 유수의 ENG사가 EPC 실행력을 고도화하여 다양한 하부구조 건조사와 제휴하며 ENG역량 강화 • 원천 기술을 바탕으로 공정/배치 최적화 단계를 높여 경쟁력을 높임 • 정부의 지속적인 투자 및 기술개발 장려, 정책 지원 • 해양에너지 발전, 심해 자원 개발 기술은 실용화 단계이며 기계, 제조, 공정 기술을 바탕으로 한 핵심부품의 설계 및 해양플랜트 설계 기술 분야를 선도 • 해양플랜트 관련 핵심 엔지니어링 기술에 대한 특허가 가장 많고, 가장 많은 필드 레코드 보유 • 대학 및 엔지니어링 기업을 중심으로 한 기초연구 및 기초엔지니어링 기술수준이 우수 • 각종 기자재 및 엔지니어링 기술이 발달됨. 대표기업이 Technip, Total, BP, StatOil사 등의 다수의 NOC/IOC들이 분포함
미국 (100%)	• 논문/특허의 양과 질 모두 후발국과의 격차를 유지하며, FLNG, Deep draft semi 등 이 분야 신개념, 고부가가치 기술을 지속 선도 • Houston을 중심으로 한 다국적 oil major 및 유수의 ENG사가 여전히 GoM, 호주 북서부 등 유수의 필드에서 설비 설계/설치/운영 등을 주도하여 그 경험을 지속적으로 지식화함 • 상부구조 공정 배치/설계 기술에 대한 배타적 지위를 공고히 하여 진입장벽 유지 • 제일 많은 엔지니어링 업체 및 엔지니어 보유했으며, 콘셉트 설계 및 기본설계 가능 • 기존 시장선점을 여전히 유지하고 있으며 이에 따른 기술개발 주도 • 최근 정부투자는 거의 전무하나, 해양석유가스 자원 보유규모와 세계적인 기업을 보유. 동시에 타국의 메이저 회사들도 미국시장을 크게 보고 대규모의 지사를 미국 내에서 운영 중에 있음. 인적기반은 전 세계로부터 수혈 받을 수 있는 구조 • 해양플랜트 설계, 핵심부품 제조, 운용, 보수유지 기술 등은 해저석유 해양플랜트의 오랜 운영 경험을 바탕으로 한 기술축적이므로 세계 최고 기술 보유 • 석유메이저를 중심으로 연구개발 및 EPCI 전 부문에 있어서 기술수준을 선도하며 기술개발의 표준을 제시 • 해양플랜트 토털 솔루션 측면에서 모든 기술 분야에서 최고 유지 • Shale Gas 및 GOM유정의 개발에 대한 기술이 발달됨

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 설치경험과 건조경험이 있으므로 정책적인 지원이 뒷받침이 된다면 충분히 개발 제작능력이 있음 • 다양한 규모/종류의 플랜트 제작 경험 다수 확보. 해외 ENG사의 경우 대체로 특정 유형의 제품에 특화된 경우가 많음 • 조선설계/건조 기술 기반으로, 하부구조의 설계/생산을 효율적으로 해내는 능력은 세계 최고 수준으로, 설계/생산 간의 시너지 및 유기적 협업 수준이 높음 • 선도그룹에 비해 상대적으로 저비용 고역량의 자국 엔지니어들을 활용 가능하며, 실제로 공사 수행 시, 자국 엔지니어 비중이 월등히 높음 • 응용개발 단계의 연구 인력풀이 광범위, 실제 프로젝트 경험 다수 보유 • 제조업을 기반으로 상세설계 수행 수준. 장시간 업무로 스케줄을 지키려고 함. 발주처 요구에 대응 잘 함 • 해양플랜트 건조 최적화 기술에 강점 가지며, 해수담수화 플랜트 기술 선도, 해수용존 산업 소재화 기술 보유	• 수주물량과 제작이익이 불투명하므로 자체 제작할 의지가 없으며 지속적인 납품 보장이 안 됨 • 상부구조 건조기술, 하부구조 설계/건조 기술 외 대부분의 기술/인력/인프라 미흡하며, 인건비/고정비가 높고, 조선생산에 최적화된 제조/원가 구조로 해양공사에 다소 불리 • 설계역량 부족. 기본설계 불가능 • 세계적인 엔지니어링 업체가 없고, 핵심 기자재를 생산 업체 없음. • 선박/해양플랜트 산업의 불황으로 연구개발 투자 감소 • 해양플랜트 설계, 운용, 보수유지 기술 미흡 • 인력 삭감 및 유출 심각 • 해양플랜트의 핵심기술은 거의 수입을 하여 진행하였기에 제작 및 엔지니어링 기술의 기초가 빈약하고 개발인력이 부족 • 건조분야의 우수한 인프라가 하강 중 • 원천 기술과 서비스 기술이 미흡하여 선진사에 대부분 의존 • 동해가스전을 제외한 유정이 존재하지 않음으로 인한 한계 직면 • 엔지니어링을 시도하고 있으나 실적부족으로 인한 발주처 승인에 어려움 • 조선 3사의 위기로 인한 전문 엔지니어의 감소 및 이로 인한 실력 저하 • 건조공법, 생산기법에서는 세계 최상위 수준이나 경쟁 제조사 대비 가격경쟁력 저하됨. 우수한 설비를 포함하고 있으나 최근 중국 및 싱가포르 조선소의 과감한 설비투자로 설비부분에서도 뒤쳐지기 시작
중국	• 정부의 적극적인 투자와 지원으로 자체제작을 시도하고 자국에서 발주 하는 해양플랜트의 기자재 개발연구 및 제작 • 해양플랜트 산업 전반에 걸쳐 정부의 참여/주도가 가장 적극적. 금융 지원, 기업 재편, 구조 조정 등 경영 활동과 설계 센터의 운영, R&D 지원 등 기술역량 강화 및 운용에도 정부의 직접적 참여가 많음	• 자체제작을 시도는 하나 품질과 기기능력, 효율 등 의 문제는 보증이 안 됨 • 정부 주도로 끌고 가다보니 조선소 자체의 내재화된 개별 역량이 우수한 지는 다소 미지수로, 대규모/지속적 투자에 비해 해양플랜트 전반에 대한 건조 품질 및 EPC 기술은 아직 미흡 • 배타적 운영에 따른 기술의 다양성 미진 • 기자재 및 인력 분야가 취약함

국가	강점분야	기타
	• 선박은 물론 고도의 설계/건조 기술을 요하는 해양플랜트에서도 자국 발주/건조를 적극적으로 시행하여, 업계에 지속적인 경험 자산을 제공 • 대형 육상 crane 설치 등 조선소/장비 대형화 등 규모 확대에 적극적이며, 후발 그룹 중 자국 인력의 인건비/고정비 경쟁력이 가장 우수함 • 선진국 기관과의 기술협력으로 기술수준이 빠르게 향상되고 있음 • 인도 다음으로 많은 엔지니어 포진 • 조선뿐만 아니라 해양플랜트 분야에도 엔지니어링 능력이 올라가고 있음 • 국가적인 지원 가능 • 향후 몇 년 간 해양 Oil & Gas 시장에 입수합병 및 자국의 유정개발로 인한 공사수행실적 보유 • 전문 엔지니어 및 엔지니어링 전문회사의 인수합병, joint venture 설립, 합작 등의 협력관계를 통하여 기술력 향상 • 엔지니어의 적극적인 육성 정책 실시 • 자국 내 유정이 존재함에 따라 각종 인프라 구축이 가능 • 해양플랜트에 대한 정부의 대규모 투자 • 선박 및 해양플랜트 건조 분야 경쟁력 확보 • 현장 인프라가 우수함 • 정부의 강력한 지원을 통해 미흡한 기술을 가경 경쟁력을 바탕으로 한 물량 확보 전략으로 돌파해나가고 있으며, 이렇게 확보된 필드레코드가 강점이 되어가고 있음	• 품질 관리 측면에서 약점이 드러나고 있어 앞으로의 동향 주시 필요
일본	• 오랜 역사의 제조기술로 인해 자체보유 제작 능력과 인프라 보유 • MODEC, Ichthys, JGC와 같은 다양한 글로벌 핵심 플레이어를 보유해 그 영향력을 지속적으로 확대. 상부구조에 대한 자체 기술 역량 위에 MEGA EPC 공사주도 경험을 더해 해양 EPC 수행 역량 고도화 • 선도그룹에 비해 상대적으로 저비용 고역량의 자국 내 엔지니어를 활용 가능하며, 동남아에 엔지니어링 센터를 보유하여 활용 중.	• 오랜 전부터 불황으로 인해 해양플랜트와 선박의 건조에 소극적이어서 기술 인력이 부족한 상태 • 선도그룹에 비해 신제품/신개념 제안과 같은 업계 주도력이 다소 미흡하고, 인건비와 표준화 의존도가 높은데 따른 해양플랜트 건조 경쟁력 약세 • 해양플랜트 및 선박 건조, 해수담수화 플랜트 건설 경쟁력 미약 • 우수한 원천 기술 개발 능력에 비하여 필드레코드는 부족한 편

국가	강점분야	기타
	특히 대규모 연구개발 투자 등 엔지니어링 역량을 떠받치는 기초가 강함 • 엔지니어링 업체가 많지는 않지만 예전 조선 설계 하던 능력이 있어서 기본설계 가능한 업체, 인력 확보 • MODEC 사를 통한 해양플랜트 서비스산업(운영 및 유지보수 등)에 강세 • 한국 대비 해양플랜트 서비스산업 인력 강세 • 초대형 해양구조물 설계 기술 강점 • 해수담수화 핵심 소재 기술, 해양공간 이용 기술, 해양플랜트 핵심부품 제조 기술 보유 • 대규모 FPSO 선단 확보	• 응용개발 연구는 부족하나 기초 연구 분야에서 이를 만회 • 제조분야에서 경쟁력이 떨어지나 MODEC 이라는 해양플랜트 운영사가 존재함에 따라 관련 기술의 확보 가능. 제조업의 관점에서는 한국보다 경쟁력은 낮지만 운영의 관점에서 보면 한국보다 선진국
EU	• 북해/영국 공사를 통해 기술역량을 축적한 전통적인 연구개발 파워를 바탕으로 조선/해양 기술 분야를 지속 선도. 특히 노르웨이에서 개발/정착된 안전 관련 각종 규정들(NORSOK, DnVGL OS 등)은 해양플랜트 분야의 산업계 표준으로 인식 • Technip 등 유수의 엔지니어링사가 인도/말레이시아 등 해외 거점의 우수한 저비용 엔지니어 활용을 극대화하고, 글로벌 오퍼레이션 센터 간 협업 효율을 높여 저비용 고품질 엔지니어링 제공 역량 강화 • 고르게 발전됐으며 대학이나 연구소 등의 기초연구 쪽에서 미국과 대등하거나 우세 • 영국, 프랑스, 노르웨이 등, 기초과학 기술이 발달했고, 이에 따른 공학 기술을 바탕으로 선진 엔지니어링 뿐만 아니라 세계적 제조업체들이 많음. 독일은 소재 분야에서도 탁월한 업체가 있고, 이탈리아, 스페인 등에도 선진 기계장비 업체가 많음 • 전통적인 에너지 산업의 강세. 기존의 많은 유정의 개발로 공사수행실적을 보유하고 있음. 특히 Subsea 및 기자재분야에서 기술적 우위 확보 • 해양 신재생에너지 분야 연구 선도, 해양 핵심 장비 제조 분야 강점	• 다수의 MEGA EPC를 수행하면서 급격한 엔지니어링 수용력 확대로 인한 엔지니어링 품질 문제 대두. 특히 자국/해외 인력 간 역량 격차 문제 • 해운/선박 산업의 불황으로 인한 연구개발 투자 감소 • 해양프로젝트 감소에 따른 인력 구조조정
미국	• 관련기술의 기초연구 분야에 탁월한 기반을 가지고 있어서 언제든 응용분야에 적용할 수 있는 능력 보유	• 해양플랜트의 기자재분야에 적극적이지 않음 • ENG는 상대적으로 고비용 구조. 유럽에 비해 인도/동남아 등 ENG 거점 다변화에 다소 미흡

국가	강점분야	기타
	• 휴스턴을 거점으로 한, 엔지니어링사와 대학, oil major 간의 기술/인력/인프라의 공유/교류가 활발히 지속됨. 유가 하락 등 에너지 산업 전반의 위축에도 불구하고, 하류 및 육지 사업 등 리스크 헤지 역량을 보유한 oil major가 여전히 업계를 주도하여, FLNG, Deep draft semi, Near shore LNG solution 등 다양한 신개념 해양 플랜트를 현실화 • 기본설계 가능한 인력이 풍부함. 휴스턴의 엔지니어링사들은 고용이 자유로와 양질의 인력을 확보할 수 있으며, 전 세계 우수한 인력들이 근무하고 싶은 사회적인 인프라 • Shale Gas/Shale Oil을 중심으로 한 에너지 산업의 강세. 기존의 많은 유정의 개발로 공사 수행실적을 보유 • Shale Gas 및 LNG에 대한 기술 보유 • 해양플랜트 설계, 운영, 보수유지, 핵심 부품 제조 분야 • 해양 석유 플랜트 중심 산업인프라 보유 • 해양플랜트 운용한 기술 노하우 보유 • 해양플랫폼 구조물 개념 개발 및 검증 • 탄탄한 우수 인력을 바탕으로 원천 기술 개발 및 응용 개발에 대한 포괄적인 인프라가 고도화 되어 있음	• 경제성이 미흡한 해양에너지 발전 분야의 상대적 약세 • 해양프로젝트 감소에 따른 인력 구조조정

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	4위	2위	1위	5위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• KOSHIPA에 대한 정부 지원을 강화하고, 기술 조정자 역할 확대. 각 조선소가 공유 가능한 기술은 과감히 오픈하여 중복 투자를 막고, 국내 특허를 공유하는 등 불필요한 경쟁 자체 해소. 특히 주요 학술대회나 협회 참여한 결과 공유 등 담합 요소 없는 기술 교류 활동 장려 • 조선업 구조조정을 보다 신속히 수행. 조선업은 사업적 측면 보다는 국가적인 고용 창출 측면의 기간산업으로 보는 것이 타당. 개별 기업이 욕심을 낸다 해서 두고 봐서는 안 되고, 국가가 어느 정도는 규모 관리 필요. 1~2개의 MEGA YARD, 2~3개의 중형 YARD 그리고 다수의 block 제작 업체 등으로 계열화하고, 사업 범위가 겹치지 않도록 관리하며, 각 업체는 자기 범위 내에서 세계 1류화, 매출/수익 증가 등에 집중 • 대형조선 3사가 해양플랜트 기술세미나 개최. 구조/배관/기장/전장설계 등, 분야별 기술발표를 통해 공통으로 보유한 기술은 보완, 독보적인 기술은 소개 및 공유 • PBS 제도가 협력을 방해 • 선진기술과 해양플랜트 기술 격차를 좁히기 위한 국내 산학연관 간 협력 • 해양플랜트 각 분야별로 본 업무를 수행한 담당자들의 의견을 수렴해 국내 기자재 전문 업체들에게 지도 교육할 내용을 전수 하는 체계 구성. 이미 퇴임한 전문기술자들의 모임을 주도 하여 진행. 이를 통해 고부가가치의 핵심기자재 중심의 성능검증 지원 인프라에 대한 투자도 진행 필요 • 국내 기자재-EPC사와의 협력 관계 구축 사업영역에서의 조선 3사의 선택과 집중 (불필요한 경쟁 방지)
국제협력 촉진	• MSC, MEPC 및 IMO 총회 등 주요 해상 위원회 참여를 정부가 주도하여 조선소 전문가들 활동 영역 확장. 정부 담당자도 전문성과 오랜 경험을 가진 사람이 선정되어 길게 활동하는 것이 바람직 • 인도/동남아 등과의 인력 교류를 원활히 할 수 있도록 정부 차원의 관심필요. 해외 우수 인력이 현지에서 국내 기업에 쉽게 접근할 수 있도록 연락소나 웹사이트를 운영하는 등을 통해 해외 인력 유치를 위한 개별 조선소의 역량 소모 최소화 • 해양플랜트 기술 관련 해외 논문발표 장려 • 국가연구개발 사업에 해외기관이 자유롭게 참여 가능하도록 체제 개편 • 국내 대기업과 대학, 연구소 등이 주축으로 국내 기자재 전문 업체와 함께 활동 하는 체계를 구성, 해외 기자재 전문 업체와 연계하여 해외 발주처 및 설계회사에 긴밀히 접촉하여 국제협력을 촉진하는 체계 구성 • 해외 해양플랜트 엔지니어링 업체와의 공동연구 수행 • 해외와의 연합체나 조인트벤처와 같은 각종 협력에 대한 지원
인력양성 및 유치	• 조선소의 경우 조선공학과 출신자의 비율이 높지 않으며, 그럴 필요도 없음. 기계/전자/화학/재료 분야 전문가의 적극적인 진출 필요. 이를 활성화 할 수 있는 정부 지원책 마련 • 조선소 휴/퇴직자에 대한 지원책 마련. 고경력 엔지니어들이 회사를 떠남은 물론, 업 자체를 떠나는 것은 큰 손실. 임금 보조를 포함하는 재취업 프로그램을 통해 유사 분야에 계속 종사하거나, 해외 단기 재취업을 지원하는 등 기술 경력을 그대로 유지할 수 있는 단기 지원책 마련

	정책제언
	• 기초과학 및 공학자에 대한 지원. 조선 3사가 보유한 해양플랜트 설계 인력의 국외 이탈방지를 위해 퇴직자 위주의 사업단 구성, 실제 혹은 가상의 프로젝트 수행. 한국석유공사 산하, 엔지니어링을 도맡아 할 수 있는 설계업체 설립. 공무원 수준의 복리후생을 제공하며 안정적인 직장생활을 보장하면 우수 인력들 유치가능 • 대학교에서 할 수 있는 인력양성이 아닌, 현장에서 필요한 연구 인력과 기술인력 양성에 초점 • 조선해양플랜트 분야에서 현업을 한 전문기술자들을 국내조선소 및 기자재업체에 파견하는 방안을 마련하여 국내 업체에는 기술전수를 하면서 인력을 양성하고 해양플랜트업무를 수행하는 동남아지역 등에 전문기술자와 수습기술자를 동시 파견 하는 형식으로 하여 인력양성 과 함께 기술을 보유 하는 형태 유지 • 전략적 동반 관계 체결을 통한 해외 엔지니어 풀 확보 • 조선 3사의 사업영역의 선택과 집중(불필요한 사업영역 반복 조정) • 공통으로 주요한 계약관련 전문가 육성 • 전문 작업자 및 엔지니어 육성
인프라 구축	• 설계 협력사, 주요 장비 업체 등에 대한 정부 차원의 지원. 다품종 소량 생산하는 업의 특성 상, 설계 협력사나 기자재 업체의 규모가 영세하고, 고경력 엔지니어에 의존할 수밖에 없는 구조. 해외 영업이나, 전산 환경 구축, 경영 내실화를 위한 정부 차원의 직접적인 투자 절실. 협력사 자체가 경쟁력을 가지고 성장할 수 있어야 함 • KRISO 등 정부지원 연구소의 설비/인력 확충하여 고급 기술이 필요한 용역 서비스(모형 시험, 안전성 분석, 규제 관리 등)를 저비용으로 제공 • 해양플랜트 관련 설계업체 양성. 대기업 위주에서 탈피, 중소형 엔지니어링사도 자체 능력으로 사업을 할 수 있도록 인프라 구축 • 실질적인 기술경쟁력 확보에 도움에 되는 인프라에 선택과 집중 • 해양플랜트 분야의 기술 검증과 표준화를 위하여 해양플랜트 소재 및 장비에 대한 연구 인프라 구축 • 국가관련 정책기관과 선박해양플랜트연구소 외 관련연구소, 그리고 각 대학의 관련학과들 특히 빅3조선소에서 현업에 활동한 전문가들을 최대한 활용하여 공동으로 대처해나갈 수 있는 실제적인 유대와 협의, 연구를 할 수 있는 인프라 구성 • 드릴링 테스트 플랫폼과 같은 해양플랜트 관련 기술 테스트 및 검증을 위한 실험 기반 시설 구축 • Sembcorp marin의 15,000톤 크레인, 2세트의 운영이 해양플랜트의 수주에 공정에 가장 영향을 주는 공법개발임 따라서 이를 보강할 수 있는 인프라 구축 절실
법·제도 개선	• 해양 플랜트의 경우, 시황에 따라 인력 운영이 자유로워야 함. 매출이나 경영활동의 굴곡이 심한 수주 산업에 적용할 수 있는 고용 관련 법령 정비 (외국인의 취업, 파견/계약직 적용 범위 확대, 휴직 활동 지원 등) • 금융/정책/보증 등 이점을 안고 공격적으로 수주에 나서는 경쟁국을 상대하기 너무 버거운 상황으로 WTO 제소 등 우리가 취할 수 있는 범위 내에서 제도적으로 저항하거나, 관계 법령 등을 손봐서 정부 지원을 늘리는 방향 검토 필요 • 대형조선 3사 중 경쟁력 없는 업체는 매각 혹은 사업을 못 하게끔 유도 • 국내 자원개발 공기업들이 해외에서 지분을 보유하고 있거나 직접 개발에 참여하는 경우, (자원을 도입하는 경우 포함해서) 국내기술과 제품을 적용하는 것으로 의무화 (적정 비율에 대한 검토) • 국내 해양플랜트 산업의 활성화를 위해 국내 법 제도의 규제를 완화하는 제도 개선 • 조선해양플랜트의 원활한 수주를 위해 환불보증을 정부에서 대행해 주는 정부보증제도 구축

	정책제언
	• 자금이 취약한 기자재 제조업체에게는 수금 전까지 기술 신용 보증 제도를 이용하거나 다른 방법을 통해 수금 전까지의 단기대출을 해줄 수 있는 제도 마련 • 국내의 로컬 콘텐츠 규정 제정
연구비 확대	• 플랜트 공정설계, Fire/Explosion 등 안전성 검증 기술, 플랜트 작동 기술 등에 대한 R&D 지원 확대. 국책연구소에서 이를 주도하여 업계 내 불필요한 경쟁을 지양하고, 완성된 기술을 산업계에 이관해 공통 기술화 • 조선소 R&D 기능의 유지 및 강화를 위하여, 연구비를 직접 지원할 수 있는 방향 검토 • 학계뿐만 아니라 기업체에 있는 우수한 연구인력 활용, 과제를 선정하도록 하고 이에 대한 연구비 지원 • 연구비가 최근 줄고 있으나 종전 기준(3년 전)의 연구만으로도 충분, 선택과 집중, 기관의 역할에 따른 차별적 예산 지원 가능 • 국내 기자재업체들은 기술력과 열정이 있지만 해외 전문기업에 비해 기술수준이 떨어져 있기 때문에 국가 해양관련 연구소와 각 대학과 연계하여 보다 나은 제품을 만들어내기 위해서는 자체연구개발이 필수적이므로 해당연구비를 대폭 지원 • 소형 단위 과제를 지양하고, 산출물 및 성과에 대한 엄격한 평가를 할 수 있는 대형 과제 위주의 기획 • 각종 엔지니어링 및 생산기술 생산성 향상을 위한 연구 실시
기타 의견	• EEDI, 이산화탄소 배출 등 친환경 규제 연관하여 주요 KPI 모니터링/검증 기술 개발 및 표준화. 예를 들어 EEDI의 경우, 자동차 연비와 같이 제조사 재량에 따라 검증 방법이 상이하여 결과 변동이 큼. 일본/중국/유럽에 비해 적용 선종, 계약 관계 등 우리 업계에 불리, 국제 표준화 필요 • IT와 융·복합 기술 연구. 무선 네트워크, 모바일 디바이스, 각종 센싱 및 디지털 영상 기술, AI 기술 등 접목하여 무인 선박 개념 실현 또는 해양플랜트 운용비용 최소화 개념 확보. 기술장벽화 방안 검토 • 3D CAD 기술 고도화. 선박 구조 관련한 상세설계-생산설계 연계 3D CAD 기술은 여전히 많이 미흡. 특히 해양플랜트의 경우 특정 CAD사의 제품이 업계 표준처럼 되어 있어 이와 호환되지 않는 시스템은 무용지물 • 현재 선박발주 물량 감소로, 유휴 조선 인력이 해외로 가서 일을 하는 등, 인재유출이 많은데 조선설계 경험이 있는 우수 인력을 활용, 기본설계 능력향상 방안을 구조/의장별로 나눠서 찾는다면 추후 제작 시 문제점까지 미리 반영 가능 • 조선해양 분야는 4차 산업혁명 및 첨단 ICT, IoT 기술과 결합하여 획기적인 도약이 가능. 이와 관련하여 최근 정부정책개발과 연구개발 지원 방향 설정에 있어 치밀한 계획 작성에 미흡한 부분이 많음. 연구개발방향을 정함에 있어 전문가집단을 최대화하여 실행 가능한 계획 구성 필요. 비전문가나 연구개발의 속성을 이해하고 있는 편견이 없는 전문가들 모으는 것이 우선 • 해양플랜트 실용화 기술은 타 기술과의 융·복합이 필요한 분야이기 때문에 해양 분야에 국한하지 말고 타 분야 기술과 융·복합할 수 있는 인프라 필요

다 주요 분석 결과 요약

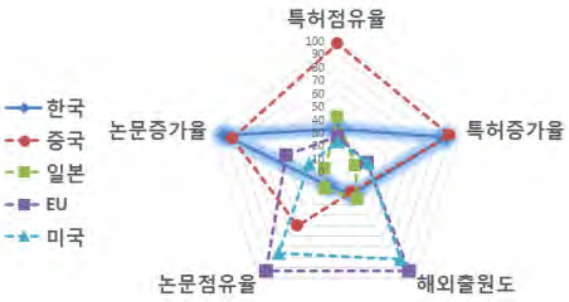
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	해양플랜트 실용화 기술	2,449	1,640	28.7%	99.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

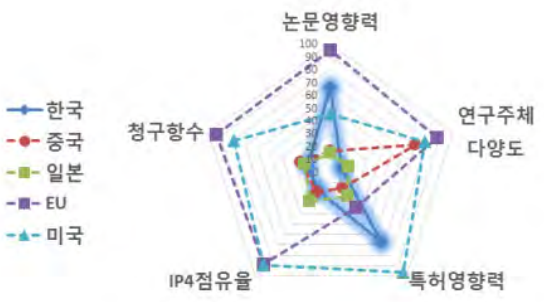
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	미국
	41.0%	62.1%	11.7	9.1
한국	5위	3위	2위	2위
	3.2%	10.5%	9.0	5.0
5개국 평균[2]	-	-	9.0	5.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

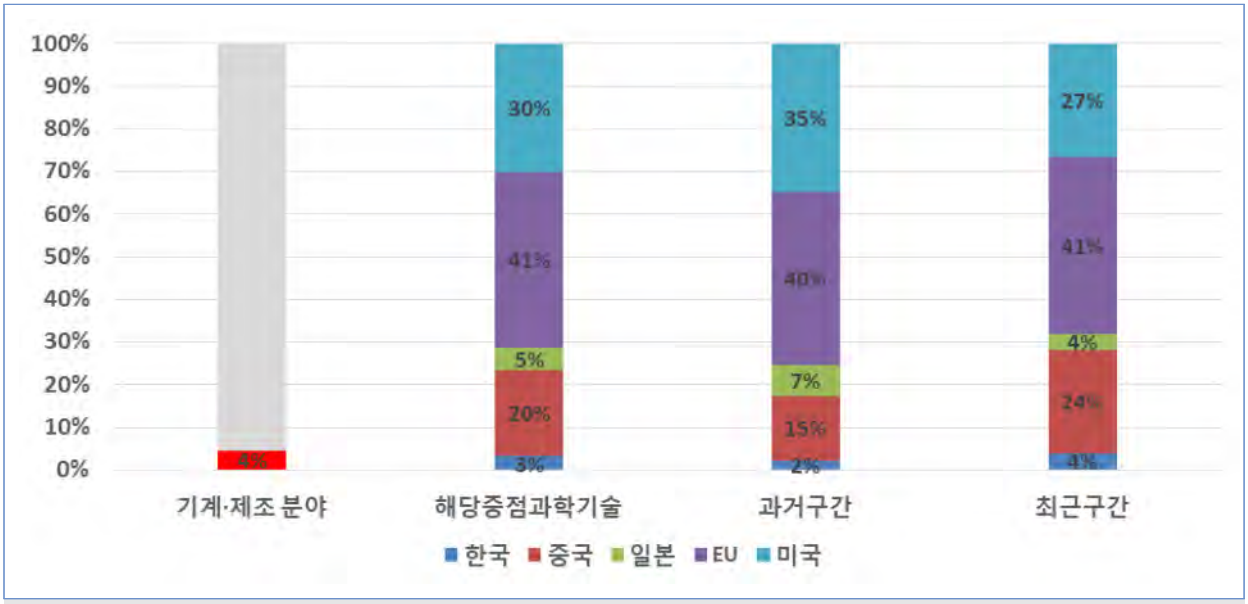
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.0)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(41.0%), 미국(30.2%), 중국(20.3%), 일본(5.3%), 한국(3.2%) 순이며, 논문 증가율은 한국(125.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(11.7), 한국(9.0), 미국(7.9), 중국(6.2), 일본(6.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(10.5%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(5.0)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(62.1%), 일본(15.5%), 한국(10.5%), EU(7.3%), 미국(4.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(246.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.1), 한국(5.0), EU(2.2), 일본(1.1), 중국(0.3) 순이며, IP4 점유율은 미국(20.3%)이 가장 높고, 특허청구항수는 EU(7.9)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.2%	20.3%	5.3%	41.0%	30.2%
	논문 증가율	125.0%	106.2%	-34.2%	31.9%	-1.6%
	논문 영향력	9.0	6.2	6.0	11.7	7.9
	연구주체 다양도	0.74	0.89	0.77	0.96	0.94
특허 분석	특허 점유율	10.5%	62.1%	15.5%	7.3%	4.5%
	특허 증가율	222.0%	246.9%	-55.1%	-11.1%	-10.3%
	해외출원도	0.3	0.1	0.8	6.5	5.0
	특허 영향력	5.0	0.3	1.1	2.2	9.1
	IP4점유율	0.0%	0.7%	3.5%	20.2%	20.3%
	청구항수	2.2	2.7	2.5	7.9	6.2

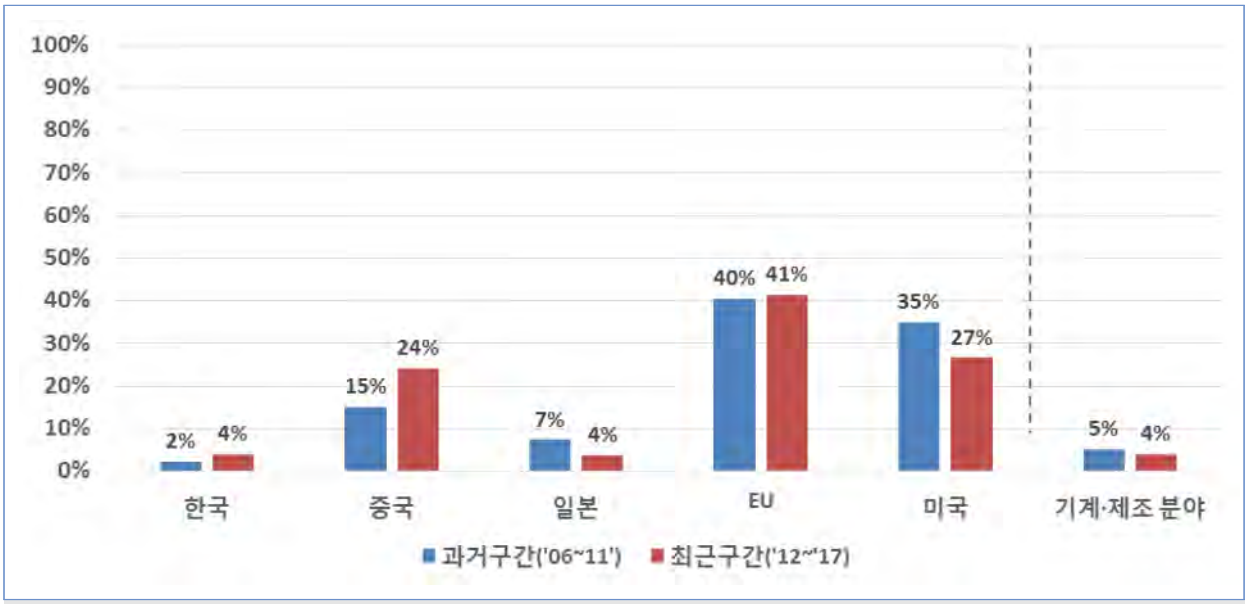
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 해양플랜트 실용화 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1004건으로 전체 논문의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 해양플랜트 실용화 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

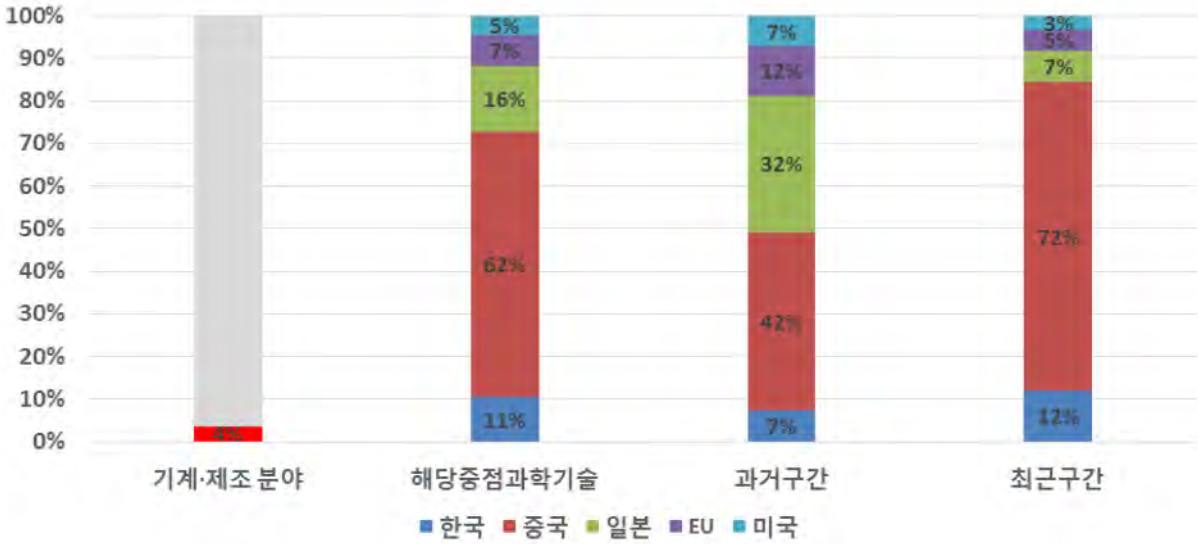


● 해양플랜트 실용화 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 125%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	24	54	78	125.0%
중국	162	334	496	106.2%
일본	79	52	131	-34.2%
EU	433	571	1,004	31.9%
미국	373	367	740	-1.6%
전체	1,071	1,378	2,449	28.7%

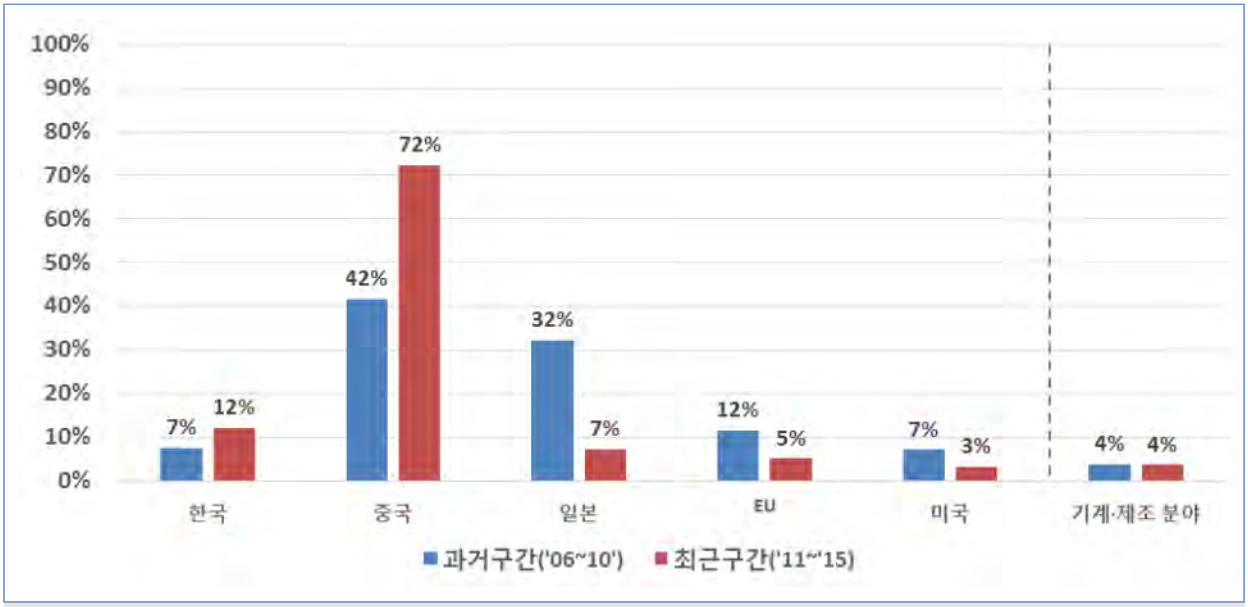
(4) 특허 점유율(전체)



● 해양플랜트 실용화 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1019건으로 전체 특허의 62%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, EU, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 해양플랜트 실용화 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 4%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



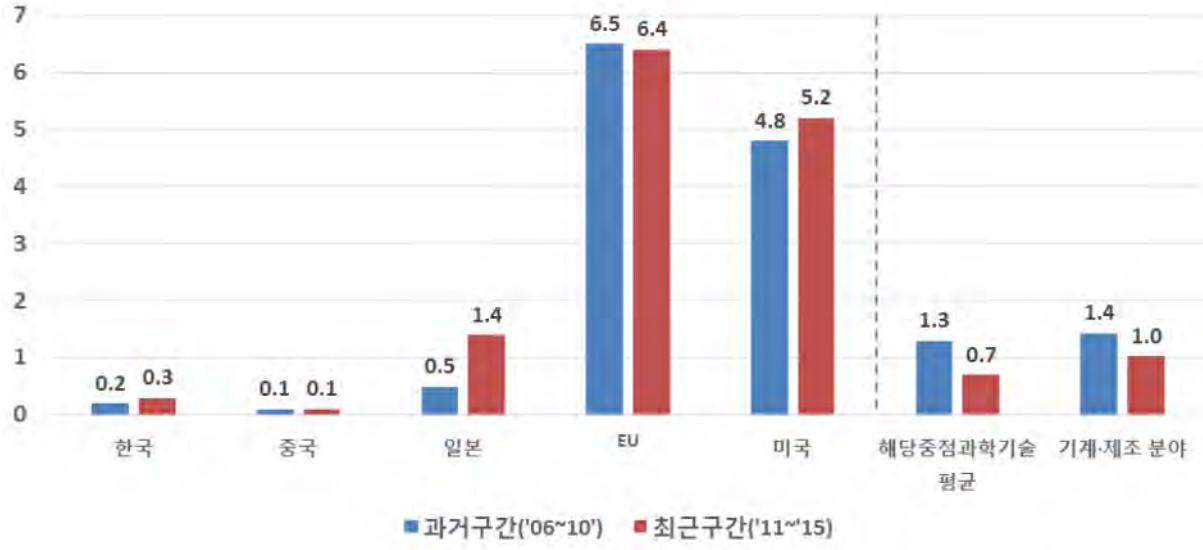
● 해양플랜트 실용화 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 222%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	41	132	173	222.0%
중국	228	791	1,019	246.9%
일본	176	79	255	-55.1%
EU	63	56	119	-11.1%
미국	39	35	74	-10.3%
전체	547	1,093	1,640	99.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

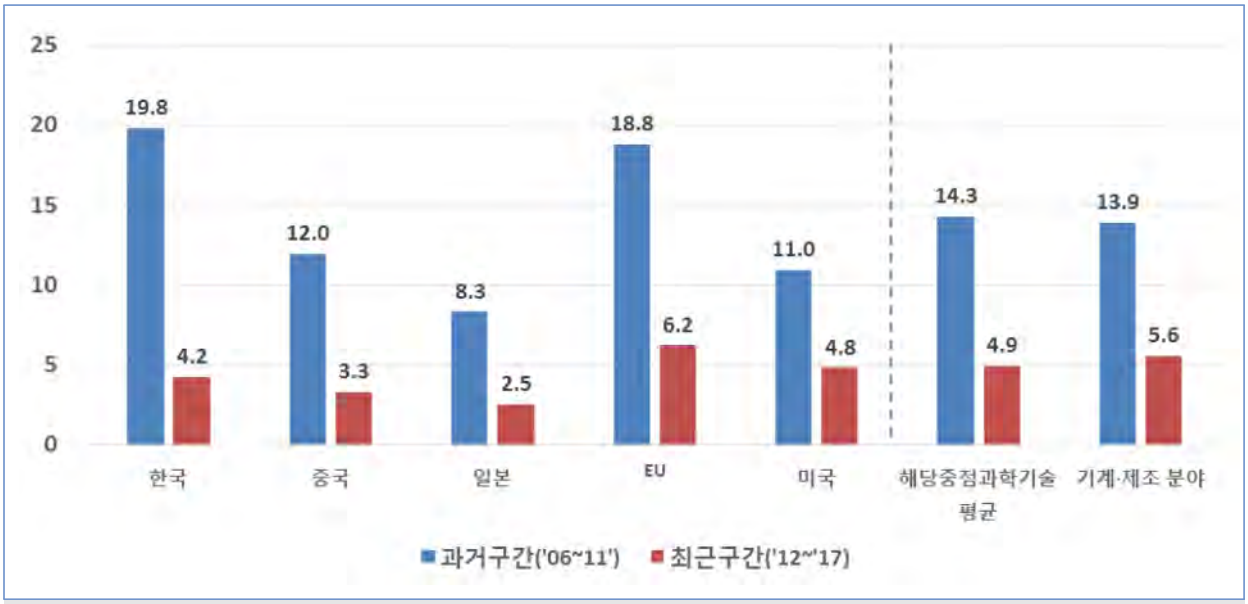


● 해양플랜트 실용화 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

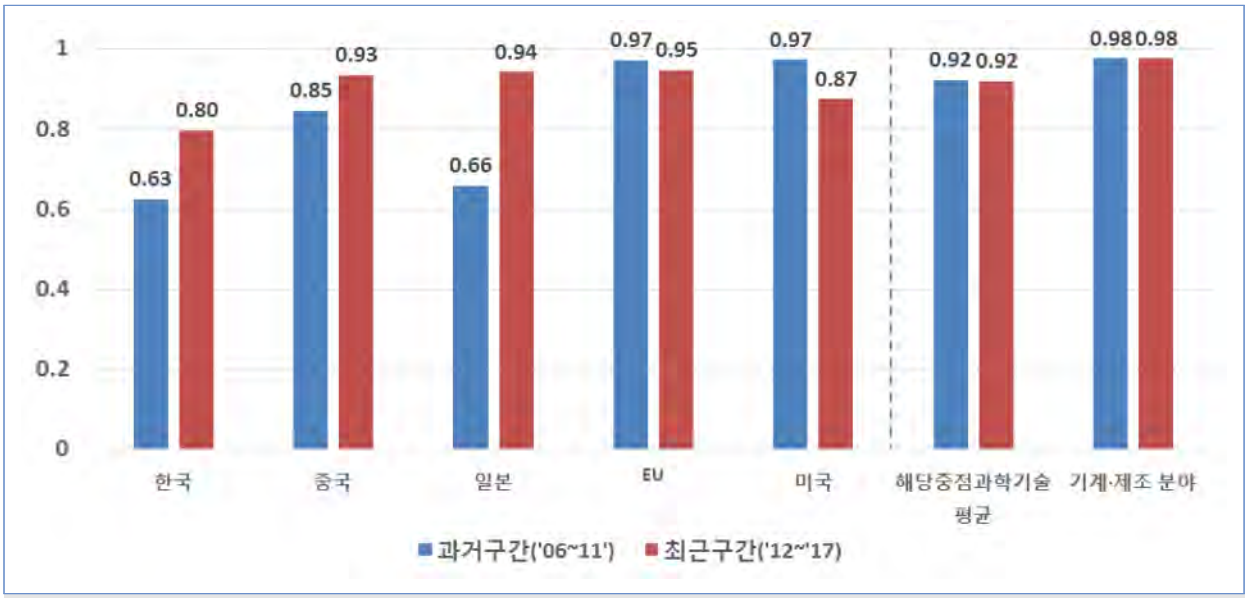
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



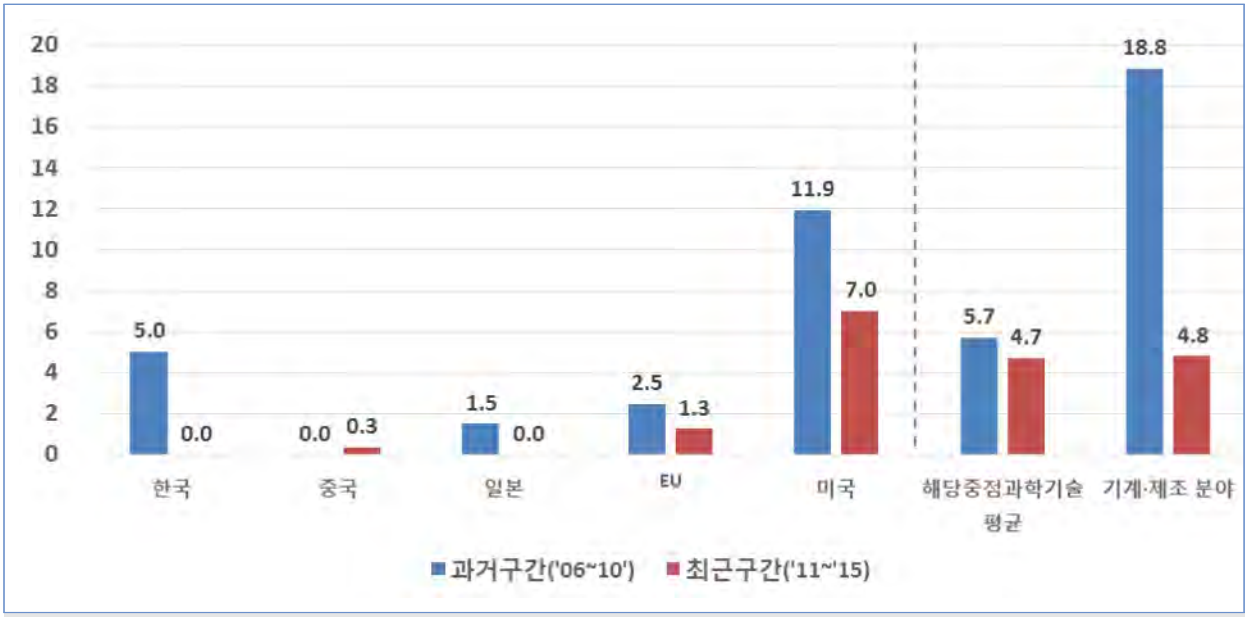
- 해양플랜트 실용화 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



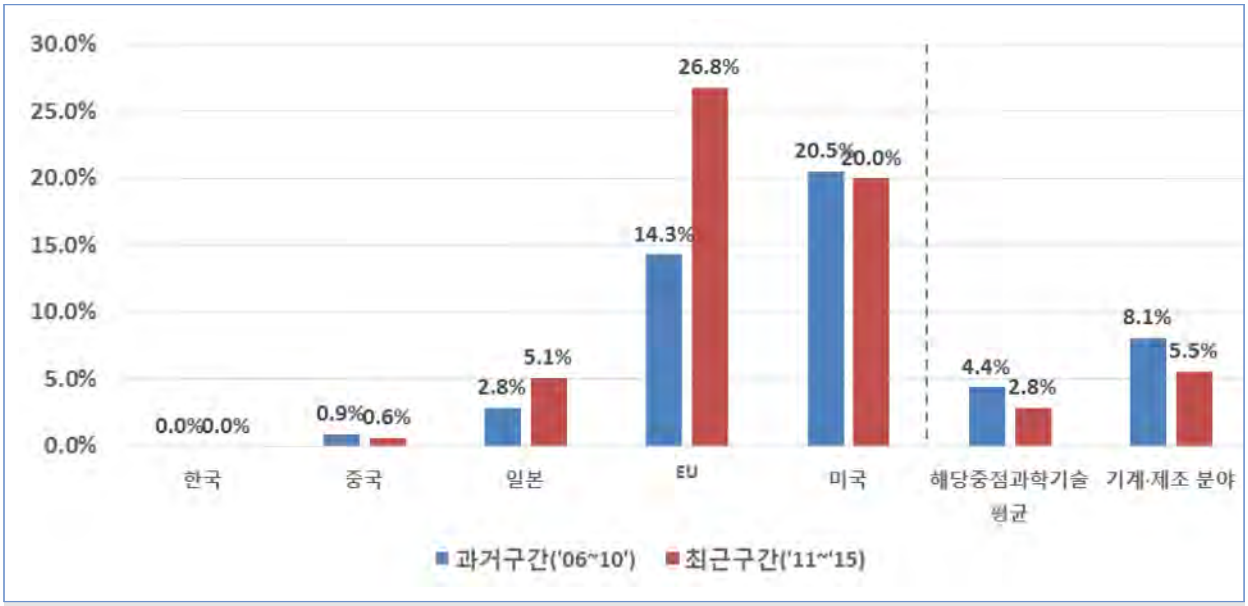
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



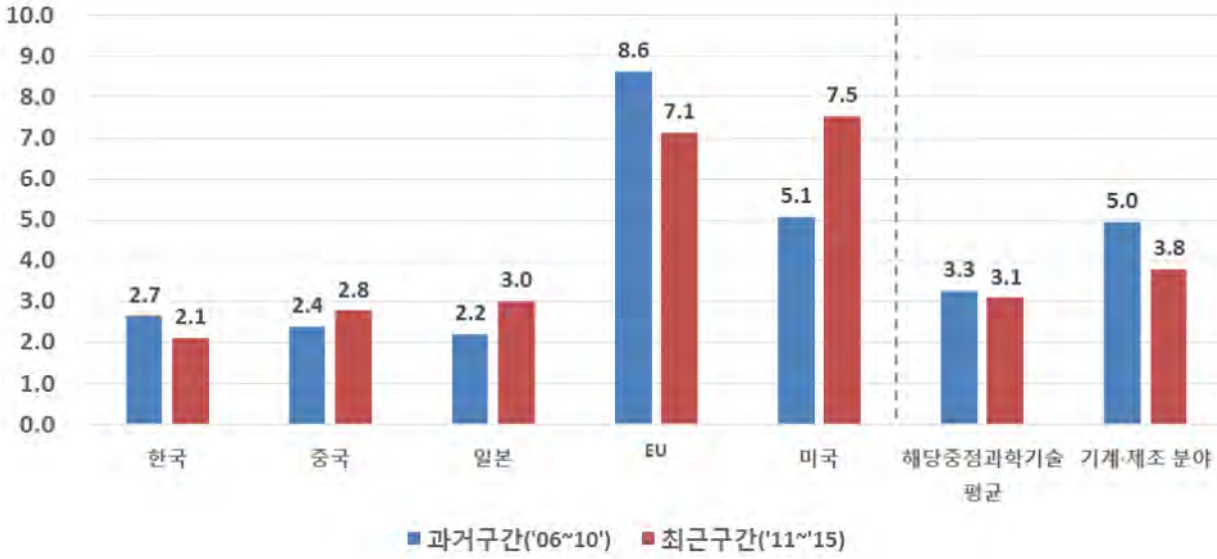
● 해양플랜트 실용화 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 해양플랜트 실용화 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 해양플랜트 실용화 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

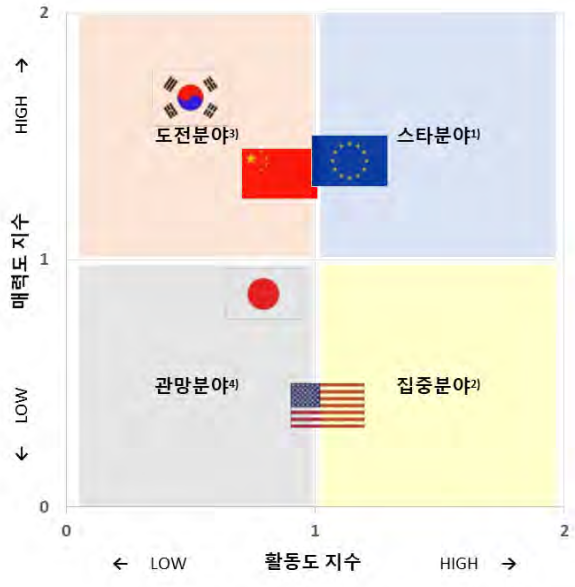
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 해양플랜트 실용화 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 질적 연구 성과는 높은 상황이며, EU의 연구 활동이 활발한 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

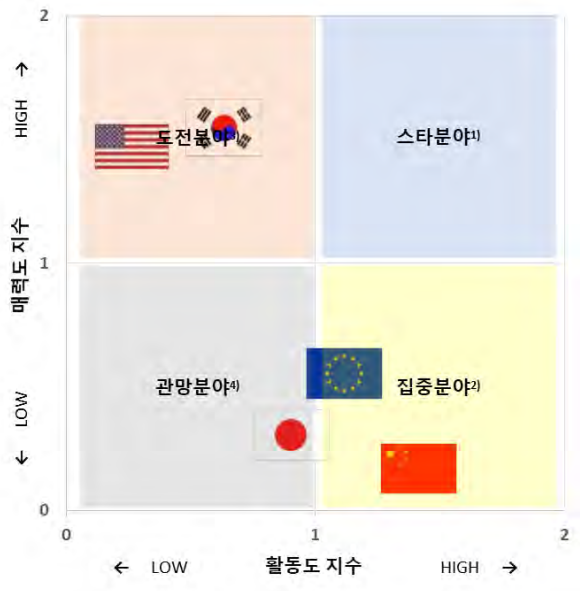


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

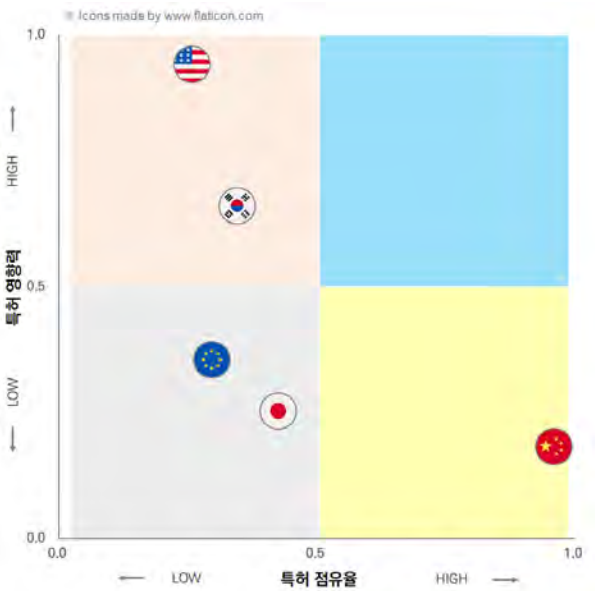
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 해양플랜트 실용화 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 중국은 특허활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TSINGHUA UNIVERSITY(0.78%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 7.69%(글로벌 점유율은 0.24%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	3.83%	0.78%	275.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.30%	0.69%	-11.11%
3	DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	3.43%	0.69%	83.33%
4	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	2.16%	0.65%	28.57%
5	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	중국	2.62%	0.53%	-75.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	7.69%	0.24%	100.00%
2	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	5.13%	0.16%	300.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	3.85%	0.12%	100.00%
4	KOREA OCEAN RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE	3.85%	0.12%	-100.00%
5	KANGWON NATIONAL UNIVERSITY	3.85%	0.12%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	3.83%	0.78%	275.00%
2	DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	3.43%	0.69%	83.33%
3	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	2.62%	0.53%	125.00%
4	XIAMEN UNIVERSITY	2.22%	0.45%	75.00%
5	CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM	2.22%	0.45%	1000.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOSHIBA CORPORATION	6.11%	0.33%	-66.67%
2	NICHIAS CORPORATION	4.58%	0.24%	100.00%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	4.58%	0.24%	-80.00%
4	OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY	3.82%	0.20%	-75.00%
5	JGC CORPORATION	3.05%	0.16%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF PADOVA	1.10%	0.45%	166.67%
2	RWTH AACHEN UNIVERSITY	0.90%	0.37%	700.00%
3	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.80%	0.33%	700.00%
4	CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.80%	0.33%	200.00%
5	UNIVERSITY OF UDINE	0.60%	0.24%	-50.00%

6 미국

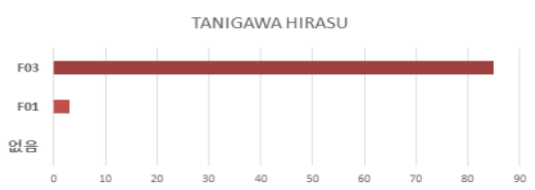
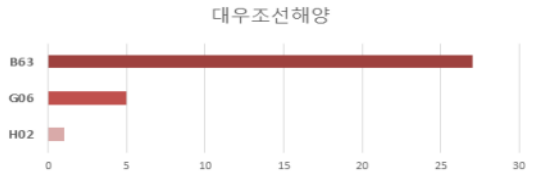
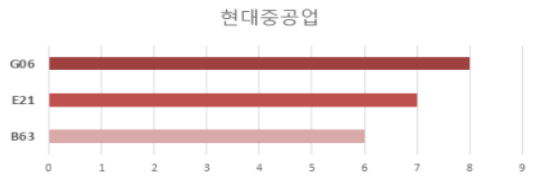
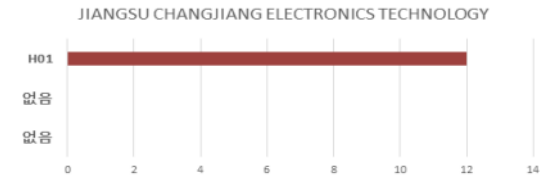
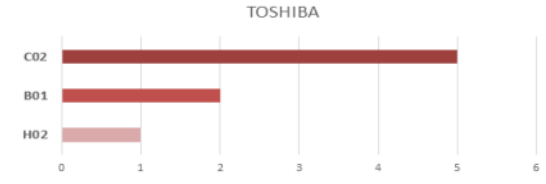
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.30%	0.69%	-11.11%
2	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.16%	0.65%	28.57%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.08%	0.33%	66.67%
4	UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN	0.95%	0.29%	-60.00%
5	WAYNE STATE UNIVERSITY	0.81%	0.24%	500.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'TANIGAWA HIRASU(5.37%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '대우조선해양'이 29.21%(글로벌 점유율은 2.50%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'TANIGAWA HIRASU'는 F03(액체용 기계 또는 기관)에 해당하는 특허를, '대우조선해양'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

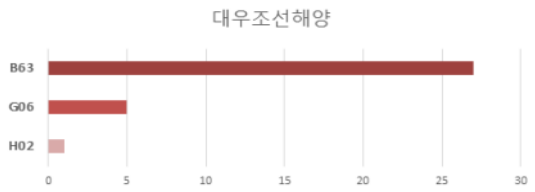
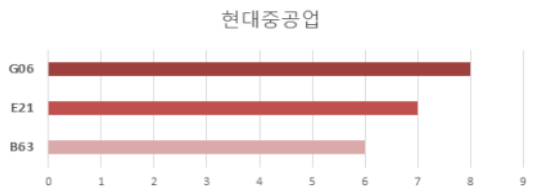
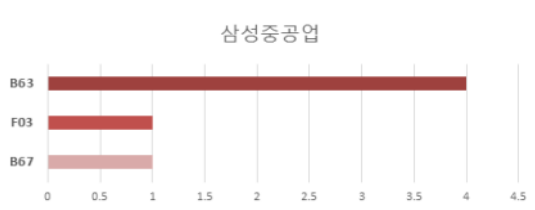
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TANIGAWA HIRASU	일본	34.51%	5.37%	-100.00%
2	대우조선해양	한국	23.70%	2.50%	1166.67%
3	현대중공업	한국	21.39%	2.26%	1650.00%
4	JIANGSU CHANGJIANG ELECTRONICS TECHNOLOGY	중국	1.18%	0.73%	1100.00%
5	TOSHIBA	일본	4.31%	0.67%	20.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		-	-
2		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
4		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
5		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

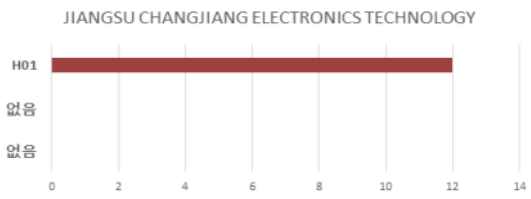
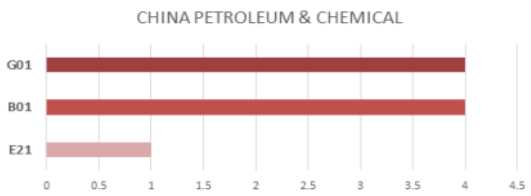
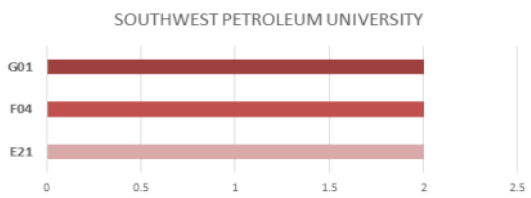
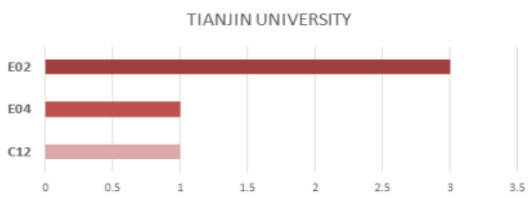
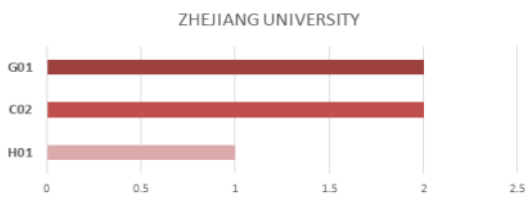
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대우조선해양	23.70%	2.50%	1166.67%
2	현대중공업	21.39%	2.26%	1650.00%
3	이우성	3.47%	0.37%	500.00%
4	삼성중공업	3.47%	0.37%	-50.00%
5	박성수	2.31%	0.24%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
3		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		F03	액체용 기계 또는 기관
		B67	병, 광구병 또는 유사한 용기의 개봉 또는 밀봉; 액체의 취급
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-

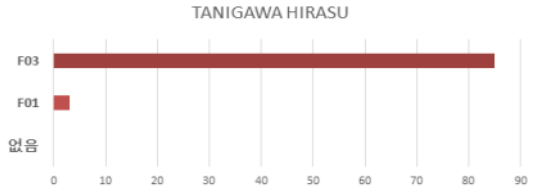
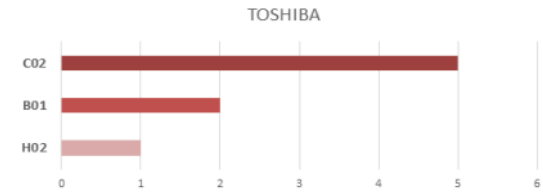
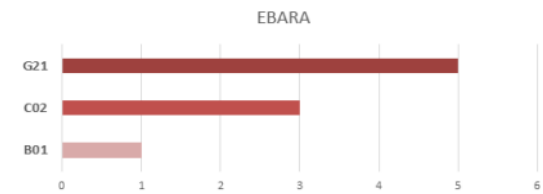
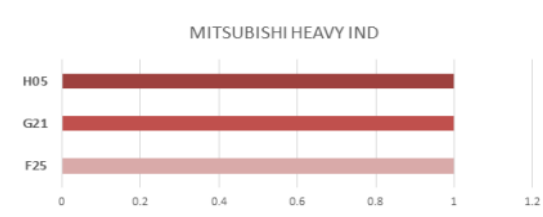
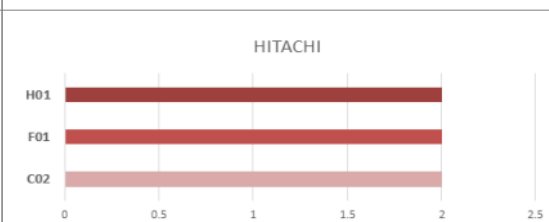
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	JIANGSU CHANGJIANG ELECTRONICS TECHNOLOGY	1.18%	0.73%	1100.00%
2	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	0.98%	0.61%	300.00%
3	SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY	0.69%	0.43%	600.00%
4	TIANJIN UNIVERSITY	0.59%	0.37%	400.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.59%	0.37%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–
2		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
3		G01	광학
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
4		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		E04	건축물
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		G01	광학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		H01	기본적 전기소자

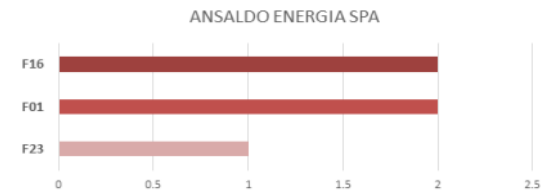
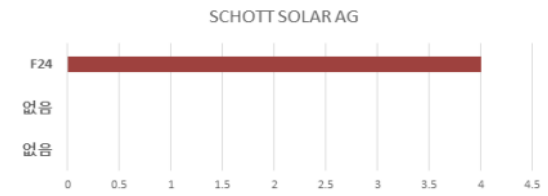
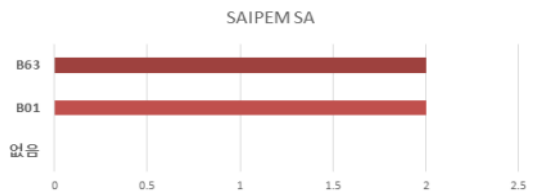
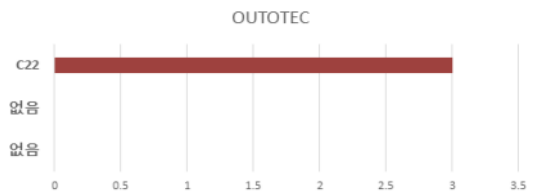
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TANIGAWA HIRASU	34.51%	5.37%	-100.00%
2	TOSHIBA	4.31%	0.67%	20.00%
3	EBARA	3.53%	0.55%	-87.50%
4	MITSUBISHI HEAVY IND	3.14%	0.49%	66.67%
5	HITACHI	3.14%	0.49%	66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		-	-
2		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G21	핵물리; 핵공학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
4		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G21	핵물리; 핵공학
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
5		H01	기본적 전기소자
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리

5 EU

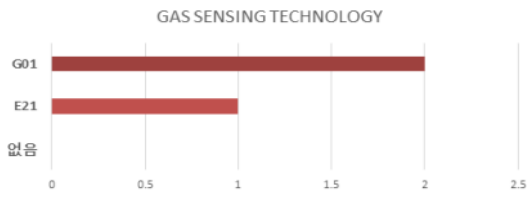
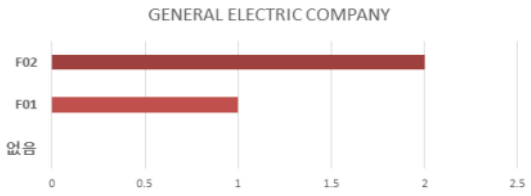
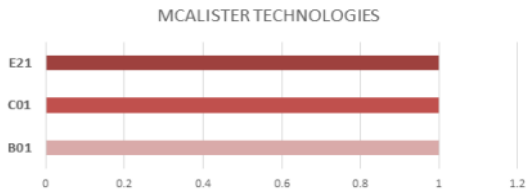
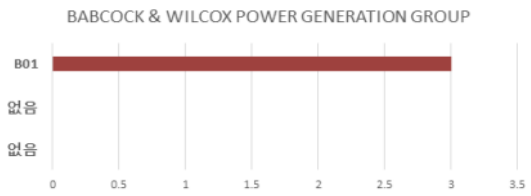
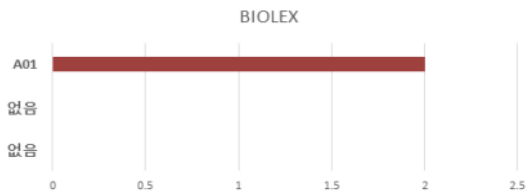
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	5.88%	0.43%	500.00%
2	ANSALDO ENERGIA SPA	5.04%	0.37%	0.00%
3	SCHOTT SOLAR AG	3.36%	0.24%	-100.00%
4	SAIPEM SA	3.36%	0.24%	300.00%
5	OUTOTEC	2.52%	0.18%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F23	연소장치; 연소방법
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
2		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F23	연소장치; 연소방법
3		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		–	–
		–	–
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		–	–
5		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GAS SENSING TECHNOLOGY	4.05%	0.18%	200.00%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	4.05%	0.18%	100.00%
3	MCALISTER TECHNOLOGIES	4.05%	0.18%	-50.00%
4	BABCOCK & WILCOX POWER GENERATION GROUP	4.05%	0.18%	-100.00%
5	BIOLEX	2.70%	0.12%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		-	-
2		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		-	-
3		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		C01	무기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
4		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-
		-	-
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-

29 친환경·스마트 플랜트 기반 기술



29 친환경·스마트 플랜트 기반 기술

중점과학기술 개요

☑ 중장기 미래 플랜트 건설시장 진출을 위한 첨단담수화, 복합플랜트, 폐기물 처리, 신재생에너지 플랜트 등 선진국 수준의 탈 추격형 신 공정 라이센스화 원천기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

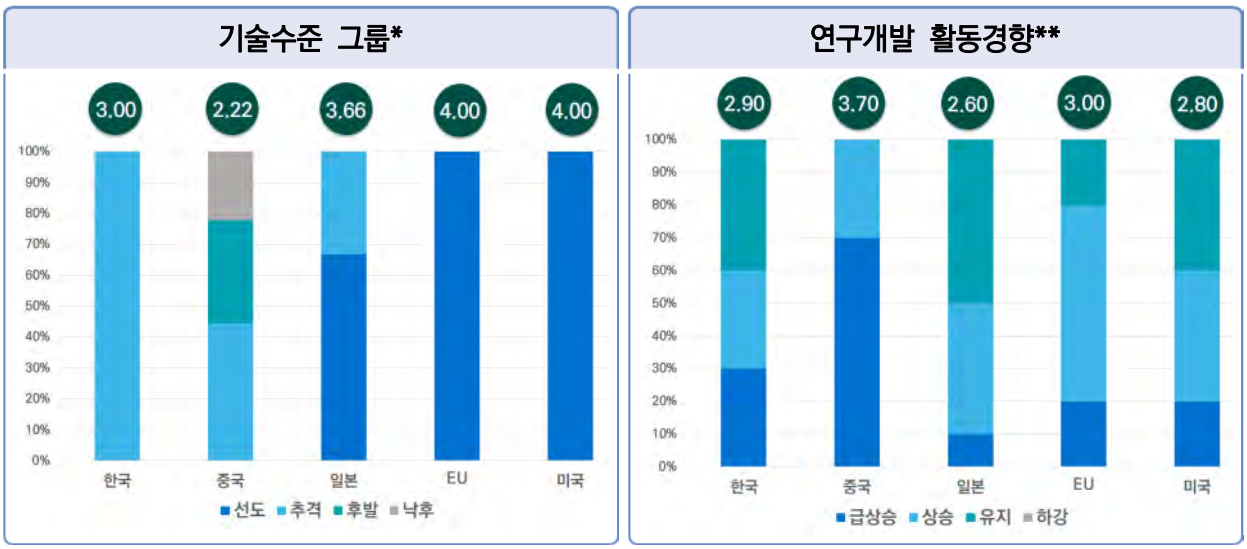
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	4.0	추격	보통	우수	상승
중국	74.0	5.0	후발	보통	보통	급상승
일본	93.0	2.0	선도	우수	우수	상승
EU	98.0	0.5	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	4.0	80.0	79.0	80.0	4.8	4.0	4.0	4.5	2.2
중국	73.5	5.0	74.0	70.0	75.0	7.2	5.0	4.5	5.0	3.5
일본	93.3	2.0	93.0	90.0	94.0	8.5	2.0	1.5	3.0	2.8
EU	98.0	0.3	98.0	98.0	100.0	1.0	0.5	0.0	0.5	0.4
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.7	0.0	0.0	0.0	1.0

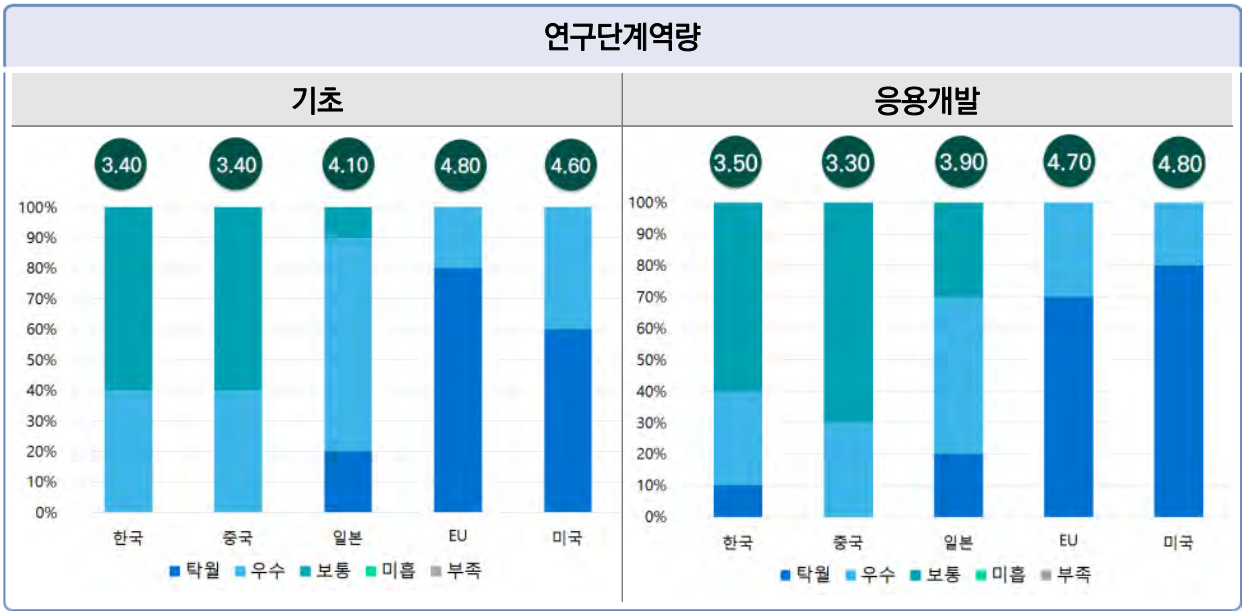
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 좁은 국토에 이웃 중국으로 부터의 공해유입으로 많은 관심을 갖고 있으며, 실재로 가능한 기회가 되는 대로 친환경 스마트 공장에 많은 관심을 갖는 다수 기업 존재 • 정부의 강한 신재생에너지 부양정책(RPS제도)으로 공공분야 중심의 대규모 프로젝트 진행. 대규모 신도시, 혁신도시 등 다양한 신재생에너지 플랜트의 대규모 수요처를 기 확보하여 프로젝트의 사업타당성 확보 유리 • 보유한 기반 기술 수가 적고, 시장 점유율이 높지 않음 • 관련 연구, 논문 및 특허 등이 일정 수준을 유지하고 있으나, 여전히 핵심 원천기술에서는 선진국에 비해 뒤쳐짐
중국 (74.0%)	• 에너지 시스템 통합 최적화 기술 개발 등을 공격적으로 수행 • 플랜트건조와 설계부분에서 선도그룹에 따라가고 있음 • 지속적인 정부투자로 논문, 특허 등 연구 활동 및 성과가 크게 진척 • 국가주도의 지역 경제 성장, 탄탄한 내부 수요를 중심으로 대규모 프로젝트를 동시 다발적으로 추진하여 시행착오 기간 단축 및 자체 선도그룹 형성하여 추격가능 • 발전 속도는 빠르나 아직은 친환경, 스마트 기술 부족
일본 (93.0%)	• 과거 세계 제1의 경제대국의 탄탄한 기술력을 바탕으로 특히 원전사고를 막기 위한 친환경 시스템기술에 치중 • YOKOGAWA 등 기업들을 중심으로 스마트 발전소 제어 시스템 상품화 진행. 지속적인 연구개발 수행 • 플랜트산업에서 선도하고 있으며, 우수한 기반기술 보유함
EU (98.0%)	• 논문건수가 크게 증가하였고 특히 최근 연구 활동 활발 • 친환경 선두그룹으로 오랜 공업국가의 기술경쟁력으로 상당한 기술력 보유 • SIEMENS 등 기업들을 중심으로 스마트 발전소 서비스 상품화 진행. 지속적인 관련 연구개발 수행 • EU 펀딩을 통한 라이브 디지털 트윈기술 개발 진행 중 • 강력한 신재생에너지 정책을 기반으로 경쟁우위를 확보한 기초 과학 분야와 접목하여 신규 프로젝트를 진행 • 선도그룹이 EU 내 타국가로 쉽게 진출하여 성장 • 우수한 기반기술 보유 및 시장 점유율 바탕으로 스마트, 친환경 기술을 제품에 접목시키고 있음 • 친환경/스마트 플랜트 기반기술에서 주도적 역할을 하고 있지만, 16년 대비 미국과의 기술차이는 거의 변동이 없음 • 친환경·스마트 플랜트 기반 기술 분야의 연구논문 동향의 정략적 배송은 발표 건수는 세계 최고 수준이나 시장적용기술은 상대적으로 미흡 • 해양플랜트 관련 핵심 엔지니어링 기술에 대한 특허가 가장 많고, 가장 많은 필드 레코드를 보유하고 있음 • 대학 및 엔지니어링 기업을 중심으로 한 기초연구 및 기초엔지니어링 기술수준이 우수 • 각종 기자재 및 엔지니어링 기술이 발달됨. 대표기업이 Technip, Total, BP, StatOil사 등의 다수의 NOC/IOC들이 분포함

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 논문작성, 특허출원 건수가 많고 원천기술, FEED 설계, 핵심기자재 등 많은 부문에서 경쟁국보다 우위 • 강력한 IT 기술 기반 보유 • GE 등 민간 기업에서 스마트 발전소 운영 시스템 등 서비스 기업으로의 탈바꿈 진행 • 관련 기술의 상업화 완료 및 지속적인 연구개발 수행 중 • 지속적인 관심으로 높은 수준의 논문 발표 유지 • 신재생에너지 프로젝트를 여러 주에서 다양하게 추진 • 투자금융 지원제도 탄탄 • 산학연계를 통한 원천기술개발과 사업화가 유리 • 최고의 기반기술 보유 및 시장 점유율 바탕으로 스마트, 친환경 기술을 제품에 접목시킴 • 지속적인 정부와 기업의 투자로 전 플랜트 분야의 원천기술, 기본설계 기술을 바탕으로, 공정설계, FEED, PMC분야와 핵심기자재 조달의 고부가가치 기술을 연구하여, 선도적인 기술 보유

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 개발도상국에서 선진국으로 도약을 기대하고 있으며 앞으로의 친환경 스마트 플랜트는 상당히 매혹적인 분야로 각 기업에서도 상당히 관심을 갖고 있음. 경제기술 연혁이 비교적 짧아 어려운 점이 있지만 충분히 승산이 있을 것 • 정보 통신(ICT)기술 및 생산 기술 • 기초연구는 초기 라이센싱 기술의 국산화 사업 등을 통해 우수한 수준까지 오름 • 꾸준한 논문 발표 • FEED 기술 개발 및 확보를 위해 정부 및 대기업 주도의 노력이 활발하게 진행 • 정부의 신재생에너지 의무화 정책(RPS 제도)을 기반으로 공공분야에서 대규모 프로젝트 진행. 기술력을 확보한 글로벌 플랜트 기업을 목표로 여러 기업이 연구개발을 추진. 신도시, 혁신도시 등 대규모 수요처를 기반으로 큰 규모의 프로젝트 추진 가능 • 적극적인 기술개발. 최근 연구개발 급상승 • 정부, 민간기업 모두 해당분야에 대한 관심과 지원 집중	• 대기업 주도의 한국 공업 분야는 중소기업의 기술력 빈약이라는 결함을 갖고 있으며, 중소기업에서 더욱 기술개발에 박차를 가해 특히나 친환경 스마트 플랜트 에 많은 관심과 노력 필요 • 높은 인건비. 선택과 집중할 수 있는 효율적인 인적 자원 활용(국책과제 등) 필요 • 과학기술 분야 인재 육성 필요 • 기초와 응용개발의 부처 간 연계 및 핵심기술 개발 인프라 부족 • 고부가가치의 상류기술 부족 • 여전히 원천기술, FEED 설계 등은 여전히 선진국과 큰 격차 존재 • 외부보다는 내부 경쟁 심화 • 기업 주도가 아닌 국가주도로 진행되는 것의 한계. 분명한 시장 및 목표가 아직 설정되지 않음 • 응용개발 연구부분은 많이 부족한 상태. 정부는 해당분야 관심과 지원에 집중하려고 하고 있지만, 민간 기업의 관심과 지원은 부족
중국	• 풍부한 인적 자원 및 영토, 가격 경쟁력 • 정부, 민간기업 모두 해당분야 관심과 지원 집중. 가장 활발하게 연구 활동 중. 기초연구는 선도	• 급격한 공업화와 제조업은 많은 결함을 갖게 되며, 가장 중요한 것이 국민들 개개인의 사고 능력과 가치기준이라는 점에서 아직은 미흡

국가	강점분야	기타
	그룹의 기술을 모방하는 수준이었으나, 최근 활발한 관심과 지원으로 연구 역량이 증가하는 추세 • 정부의 전폭적인 지원 하에 급격한 양적 성장. 특히, 친환경/스마트 플랜트 기반 기술의 확보를 위해 논문, 특허 출원 등의 활동이 가장 활발 • 성공하는 기업이 양적 팽창을 통해 글로벌 경쟁력 확보 가능	• 기반기술 및 제조 기술의 성숙도 미흡 • 고부가가치의 상류기술 부족 • 후발 주자로서 여전히 원천기술은 선진국과 대비하여 큰 격차를 보이고 있으나, 한국과의 격차는 거의 따라잡음 • 역사가 비교적 짧고 급하게 공업화에 치중하다 보니 친환경 스마트 플랜트 쪽에서는 많이 미흡
일본	• 막강한 군사력과 기술력을 기초해 나라 전체의 바닥에 깔린 기술력으로 친환경 플랜트 설비의 강력한 경쟁력 확보 • 고효율 전지 기술, 수소에너지 기술 등 첨단 분야에서 감점 보유 • 원천기술 기반의 기초연구 탁월 • 꾸준한 논문 발표 • 미국, 유럽에 비해서는 여전히 기술 격차가 다소 있지만, 정부와 기업 간의 긴밀한 협력을 통해 격차를 줄이기 위해 노력 • 한국, 중국에 비해 상당한 원천기술을 보유 • 후쿠시마 원전사태 이후 정부의 탈원전, 신재생에너지원으로의 전환정책 추진 • 높은 기초연구 수준을 기반으로 다양한 프로젝트 추진 • 글로벌 플랜트 기업(MITSUBISHI 등)이 대규모 연구개발을 통해 기술을 선도 • 통계적 기법 활용능력	• 최근의 노령화로 연구기술력 확보에 다소 문제가 있을 것으로 판단되나 그동안 축적된 기술력은 상당할 것 • ICT, IoT 등 스마트 분야 부족 • 특허 출원 활동이 부진한 것으로 보임 • 실효성 있는 응용개발연구 개발은 보통수준이며, 기초연구에 비해 응용개발연구는 부족한 추세 • 최근 정부의 지원이 증가하는 추세이나 일부 기업의 집중 관심과 지원 대비 부족
EU	• 유럽의 각각 나라보다는 유럽공동체의 연구력은 경험적으로나 최고이며 특히 플랜트분야의 강세에 최근 친환경까지 가장 탁월한 집단 • 국가별 기술협력 네트워크, 우수한 기자재 업체 보유 및 EU 내 스마트 기술 응용 및 적용 프로젝트 공동 수행 • 보유 원천기술 기반의 기초연구 탁월 • 실효성 있는 응용개발연구 개발이 탁월하며, 시장 기술 선도. 특히, 근래 들어 독일의 친환경 그린플랜트 기술개발이 급상승 • 미국과 거의 대등한 관련 원천기술을 보유하고 있으며, 친환경/스마트 플랜트 기반 기술을 주도하기 위해 노력 • 장기간 안정적인 신재생에너지 지원 정책이 추진돼 다양한 대규모 프로젝트 진행	• 이해관계가 맞아 상호연구가 활성화 될 경우 대단한 강점을 갖고 있으나 협력의 부재가 생길 경우의 문제점을 안고 있음 • 무선전력전송/충전 기술 • 관련 특허 출원 활동 부진

국가	강점분야	기타
	• 기술력을 확보한 글로벌 플랜트 기업(지멘스 등)이 EU 내의 다른 국가로 쉽게 진출 가능 • 디지털 트윈 구축 등에 있어서 최근 트렌드(오픈소스 등)을 잘 따라가고 있음	
미국	• 모든 분야에서 가장 앞선 대국답게 친환경 플랜트 분야에도 상당한 기술력 보유 • 스마트 그리드 기술 • 풍부한 원천기술 및 인적 자원 • 다수의 oil major 및 우수한 기자재 업체 보유 • 정부, 민간기업 모두 해당분야 관심과 지원 집중. 원천기술 기반의 기초연구가 탁월하게 진행, 실효성 있는 응용개발연구 개발이 탁월하며, 시장 기술 선도 • FEED, EPC 등 플랜트 엔지니어링 관련 전 분야에 대한 원천기술 보유. 특히 친환경/스마트 플랜트 기반 기술 분야에 대해 유럽, 중국 등과 함께 주도적 역할 수행 • 실리콘밸리의 수많은 기술 스타트업의 신사업 모델이 풍부한 벤처투자자금과 결합되어 성공사례로 발전. 기술과 금융이 결합되는 우수한 인프라 보유. 여러 민간 글로벌 플랜트 기업(GE 등)이 대규모 연구개발을 통해 기술 선도 • ICT 기술에 있어서 강점 • 연방제 국가로서 서로 통합 연구가 잘 이루어지며, 튼튼한 경제와 함께 해외인재 도입으로 큰 강점 보유	• 풍력발전기술, 폐자원 활용기술 • 관련 특허 활동과 응용개발력이 부족함

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	1위	2위	3위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 기술개발, 관련 산업 발전 등을 위해 국내 참여자(정부 지자체, 공기업, 대/중소기업)간 협력 • 적당한 경쟁체제는 중요하지만 지나친 경쟁으로 정보의 고립이 있을 수 있고, 적절한 방법 등을 제시하여 동종업계의 상호협력 유도하고, 융·복합연구를 위해 타 업종간의 원활한 정보교환이 가능한 인프라 구축

	정책제언
	• 국내 기술자 연구자 등 휴먼 네트워크를 구성하여 정보교환이나 연구발표 등을 통한 국내 협력촉진 • 플랜트 설계 및 운영관리(제어, 전계장 등) 분야와 시스템공학, 정보통신, 커뮤니케이션, 보안 분야의 긴밀한 융합 및 협력 • 국책과제 등 정부 주도 과제 기획 및 실행 경우, 대기업 및 기자재 업체 포함한 중소기업들이 서로 자발적으로 참여할 수 있도록 각각의 특성과 이익 고려 • 국가 공사(석유공사, 가스공사 등)이 발주하는 실제 플랜트 설계, 건조 및 실 해역 실증시험 시범사업을 통해 산/학/연/관의 국내 역량 결집
국제협력 촉진	• 미국, 유럽 등 관련 기술 선진국과 기술협력 등을 통해 선진 기술 획득 • 국가 간의 협력이므로 정보화 체제가 중요하며, 정부의 국제협력기구 등을 통해 국제협력이 활발히 이루어 질수 있도록 제도를 개편하고, 결과에 대한 인센티브 제도를 양성화 하여 실제로 업체에 이득이 돌아갈 수 있는 자유경쟁제도 도입 • 국내의 기술자 연구자와 외국의 연구자나 기술자와의 네트워크를 통한 국제협력 • 스마트 시티/플랜트 추진, 도시/기업과의 교류 및 협력 추진 • 미국, 유럽 등 핵심 기자재 및 기술 보유 기관들과의 교류·협력을 통하여 장기적으로 기술 내재화 정책 마련 • 상기 시범사업에 해외 선진 FEED 설계사를 참여시켜 국내 산/학/연 실무진과의 실질적인 협력 유도 • 중국과 인접한 관계로 중국과의 협력을 너무 우선시하고 있음. 미국이나 유럽의 선진국과의 협력 촉진 필요. 한중미세먼지 협약 등의 정부 사업 등이 있지만, 외형상의 성장만 있을 뿐, 사업 실효성이 떨어지며, 관련 기술을 정부지원금을 받으면서, 중국 경쟁업체에 제공하는 형색
인력양성 및 유치	• 고부가가치 및 원천 기술에 취약한 부분을 장기적으로 극복하기 위한 전문 인력 양성 • 인력양성은 단기간에 이루어질 수 있는 것이 아니므로 장기간의 계획을 세우고 대학에서 커리큘럼으로 교육에 전반적으로 전반적인 플랜트 기술에 대학 교육이 되도록 하며, 많은 양질의 전문 인력이 지원할 수 있는 전반적인 인력양성 프로젝트 구축 • 우수한 인재를 유치하고 양성할 수 있는 시스템 구축 • ICT, IoT 전문지식만으로는 플랜트의 스마트화가 불가능. 플랜트 지식기반의 IT 기술 접목이 요구되며, 부족한 역량을 채워줄 수 있는 심화교육 및 전문 인력 배양 요구 • 스마트 플랜트 기술 개발인력 양성 플랜트 엔지니어링 인력 양성 • 우수한 젊은 인재들이 연구기관 및 기업체에 호감을 가질 수 있도록 정부차원에서 홍보 및 인센티브 부여 • 관련 인력양성을 위해 대학 교수나 연구소 연구원보다도 실제 현장 경험이 풍부한 필드 엔지니어들이 적극적으로 참여하는 실질적인 인력양성 프로그램의 시행이 우선적으로 시행하고 이를 위해 현재 국외에서 활약하는 필드 엔지니어들에게 파격적인 인센티브를 제공하여 국내 유인 • 관련 기술 인력양성을 수행하는 대학 교육기관 수가 적음. 업종 연구 종사자들의 현장교육지원 필요
인프라 구축	• 기본 설계 부문뿐만 아니라 취약한 원천기술 등을 확보하기 위해 각종 설비, 실험설비 등 인프라 구축 • 국가적인 법제도화를 통해 정부의 예산편성에 친환경 스마트 플랜트 기술 지분을 확대해 모든 기반시설에서부터 모든 관련기술이 녹아들어가도록 함으로써 전반적인 인프라 구축이 자연스럽게 이루어지도록 추진 • 친환경 스마트 플랜트 기반 연구와 인증할 수 있는 인프라 구축

	정책제언
	• 플랜트에서 생성되는 방대한 데이터를 저장하고 원하는 방향으로 분석 및 활용하기 위한 플랫폼과 인터페이스 등의 인프라 • 민-관 협력연구 인프라 및 민-공 협력연구 인프라 구축 • 관련 핵심장비/설비의 다양한 시험평가를 위한 인프라 구축 필요. 현재 많은 인프라 구축 사업이 진행되고 있는 바, 중복 투자가 되지 않도록 조정 필요 • 일부 대기업에서 관련 시장을 독식하고 있으며, 중소기업의 참신한 아이디어나 연구물을 적용할 테스트베드 절대 부족
법·제도 개선	• 국내 시장이 제한적이기 때문에 정부의 적극적 지원이 없으면 기술발전 및 관련 산업의 성장이 더딤. 이에 따른 법 제도 개선을 통해 정부의 적극적 지원 추진 • 관련기술에 장해가 되는 규제관련 법 제도를 면밀히 관찰하여 관련 규제법을 과감히 개선하고 법적으로 관련기술이 활성화 법규를 신설 도입 • 지금까지 법제도 부분에서 앞서가야 하는데 뒤따라가는 형태를 취함으로서 서포팅이 되지 않는 부분이 있었는데 이에 대한 개선 필요 • 플랜트의 인허가, 안전관리 등은 부처별로 산재되어 있어, 안전한 친환경 스마트플랜트 구축을 위해 통합관리를 위한 법령 제/개정 • 관련부서 업무의 원스톱 처리 지원제도 • 상기 국내 협력촉진을 위한 시범사업에 대한 리스크를 국내 공사들이 떠안기에는 많은 저항이 예상되기 때문에, 이에 대한 인센티브와 편익을 제공할 수 있도록 법제도 제정
연구비 확대	• 원천기술개발, 전문 인력양성 등은 업체가 장기적으로 추진 시행하는데 한계가 있음. 국가(정부)의 연구비 확대(국책 연구과제 확대 등)등을 통해 국내 관련 산업의 장기적 경쟁력을 향상시켜야 함 • 선택과 집중을 적절히 하여 정작 필요한 곳에 집중투자가 이루어지도록하고, 필요 없는 곳에 연구비가 새어나가는 일이 없도록 감사기구를 확대하며, 눈가림의 페이퍼 워크만으로 연구비가 집행되지 않도록 전문가 그룹의 현장방문을 활성화 하여 철저한 현장지원제도를 구축 • 앞으로 우리나라가 1인당 국민소득 5만 달러를 위해 연구비를 확대를 통한 연구가 제일 활발하게 이루질 필요가 있음. 특히 국가예산에 있어서 국가연구비 증가율이 제일 높도록 책정 • 플랜트 자체의 스마트화와 플랜트의 운영 및 유지관리 고도화(스마트화)를 위해 개발되는 기자재, 소프트웨어를 실제 플랜트에 적용하여 데이터를 획득하는 연구개발 및 이에 필요한 연구비 투자 • 세부기술별 다양한 기초, 응용기술 개발을 위한 연구비 확대 • 플랜트 관련 국내 핵심기술 특히 FEED 설계기술 확보를 위해서는 상기 시범사업처럼 실제 플랜트를 설계, 건조 및 실 해역 실증·시험하는 것이 전제되지 않으면 어떤 연구도 실효성에 많은 제한이 있음. 따라서 연구비 확대보다 현재 투자되고 있는 연구들을 검토하여 이러한 시범사업 위주로 재편하고, 필요 시 연구비도 확대 필요
기타 의견	• 스마트 플랜트와 디지털선박과 함께 스마트 설계, 스마트 인력, 스마트팩토리, 스마트플랜트와 스마트 선박과의 융·복합

다 주요 분석 결과 요약

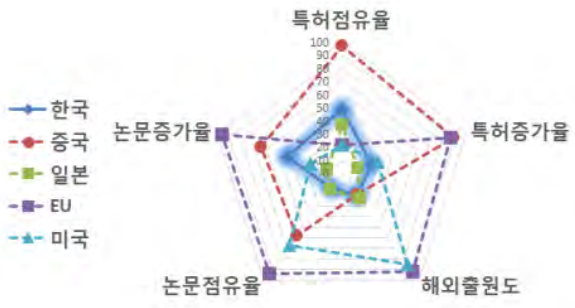
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	친환경·스마트 플랜트 기반 기술	3,081	2,044	60.9%	114.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

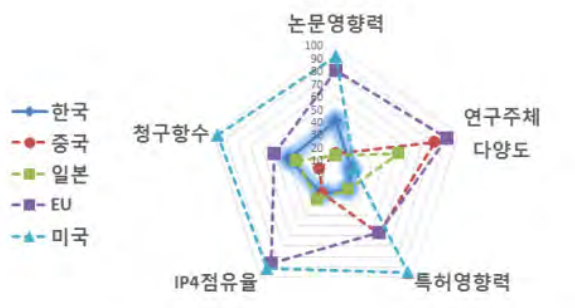
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	43.8%	64.0%	15.1	8.1
한국	5위	2위	3위	4위
	2.8%	19.3%	8.3	0.0
5개국 평균[2]	-	-	11.2	5.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

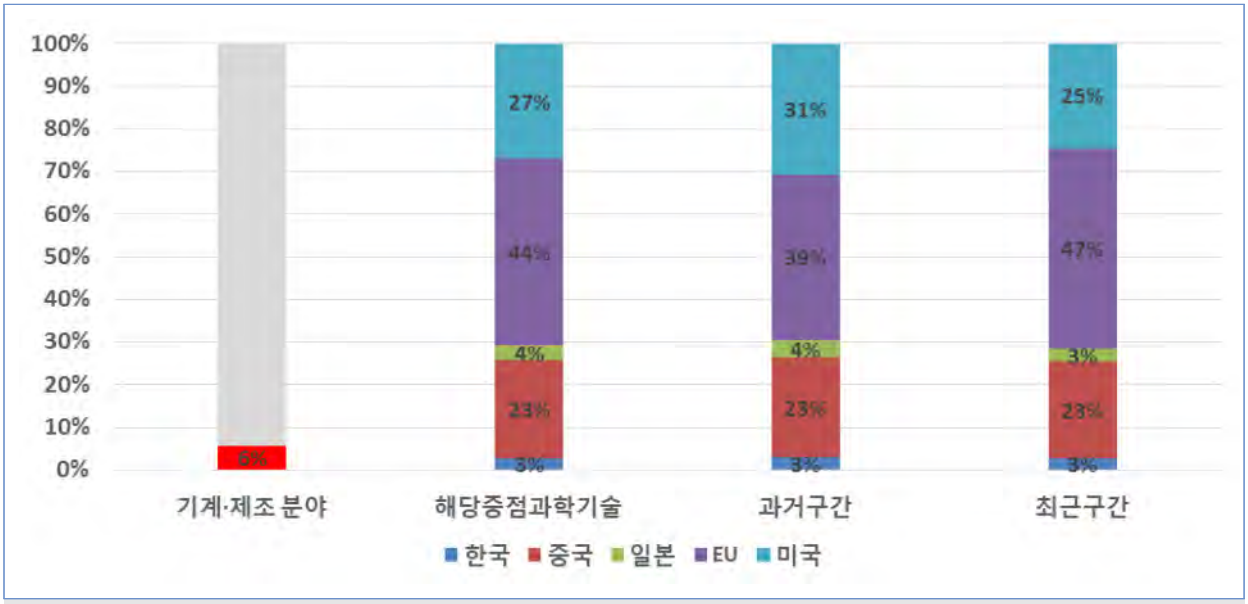
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.8%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(8.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(43.8%), 미국(26.9%), 중국(23.0%), 일본(3.5%), 한국(2.8%) 순이며, 논문 증가율은 EU(94.8%)가 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(15.1), EU(12.8), 한국(8.3), 중국(5.0), 일본(4.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(19.3%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(64.0%), 한국(19.3%), 일본(12.4%), 미국(2.3%), EU(2.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(257.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.1), 중국(3.6), EU(3.5), 일본(0.0), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(34.0%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(6.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.8%	23.0%	3.5%	43.8%	26.9%
	논문 증가율	42.9%	57.8%	13.7%	94.8%	28.7%
	논문 영향력	8.3	5.0	4.7	12.8	15.1
	연구주체 다양도	0.84	0.82	0.90	0.97	0.95
특허 분석	특허 점유율	19.3%	64.0%	12.4%	2.0%	2.3%
	특허 증가율	15.8%	257.7%	-34.6%	244.4%	35.0%
	해외출원도	0.2	0.1	0.5	6.3	5.2
	특허 영향력	0.0	3.6	0.0	3.5	8.1
	IP4점유율	0.8%	0.6%	4.0%	30.0%	34.0%
	청구항수	3.6	2.4	3.3	4.0	6.6

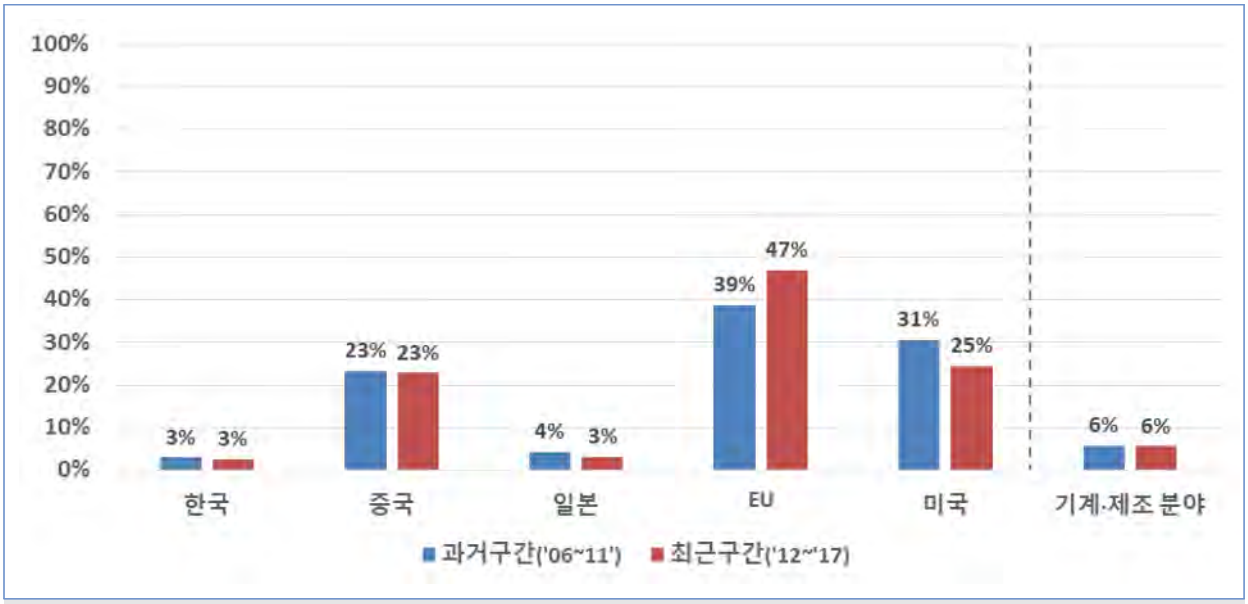
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 친환경·스마트 플랜트 기반 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1350건으로 전체 논문의 44%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경·스마트 플랜트 기반 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

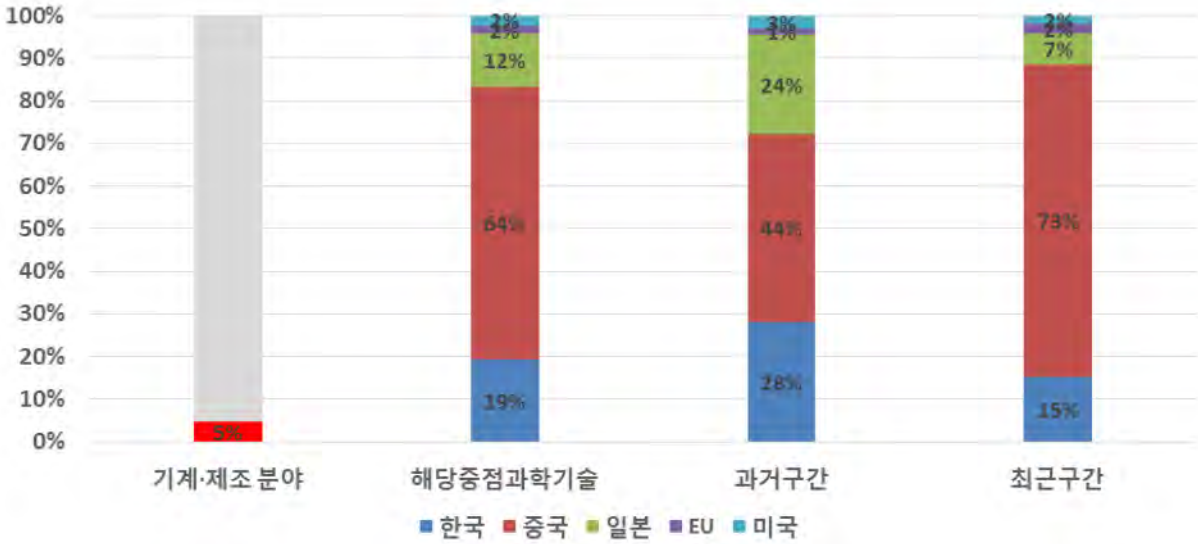


● 친환경·스마트 플랜트 기반 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 42.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	35	50	85	42.9%
중국	275	434	709	57.8%
일본	51	58	109	13.7%
EU	458	892	1,350	94.8%
미국	362	466	828	28.7%
전체	1,181	1,900	3,081	60.9%

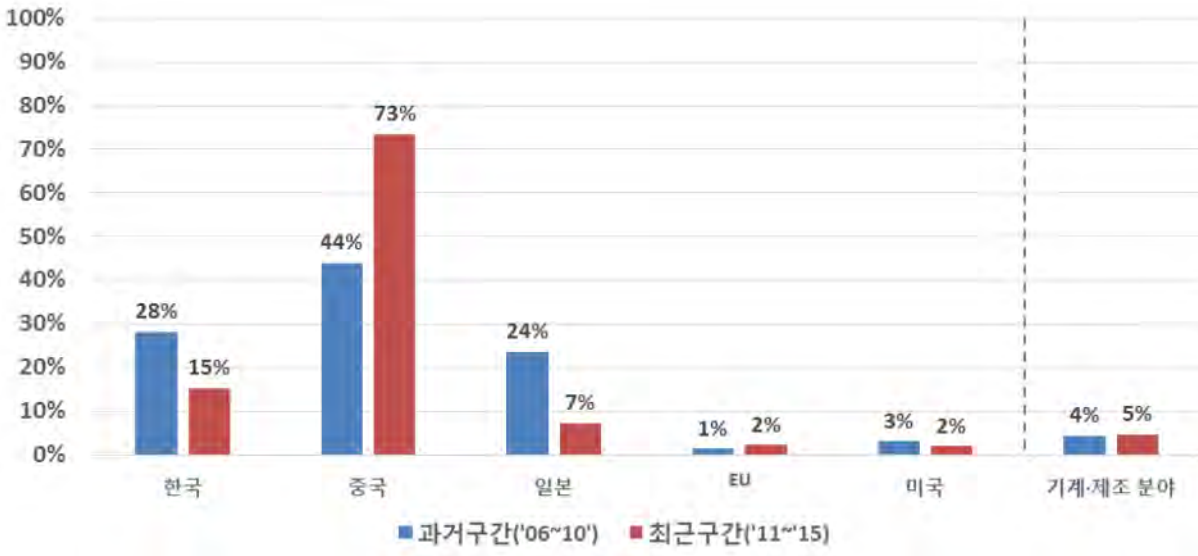
(4) 특허 점유율(전체)



- 친환경·스마트 플랜트 기반 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1309건으로 전체 특허의 64%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경·스마트 플랜트 기반 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



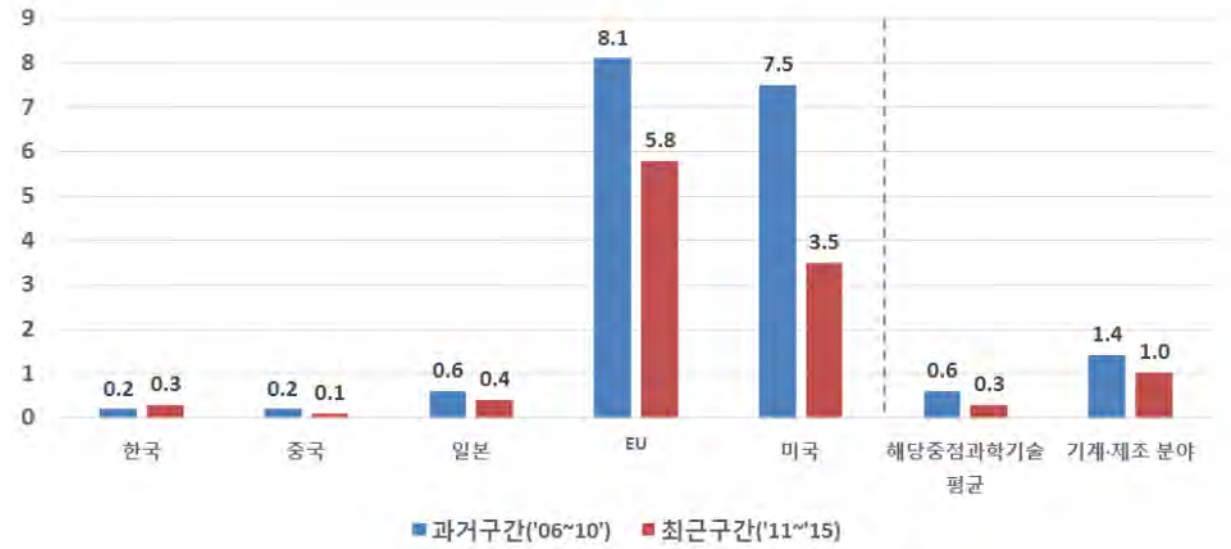
● 친환경·스마트 플랜트 기반 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 15.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	183	212	395	15.8%
중국	286	1,023	1,309	257.7%
일본	153	100	253	-34.6%
EU	9	31	40	244.4%
미국	20	27	47	35.0%
전체	651	1,393	2,044	114.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

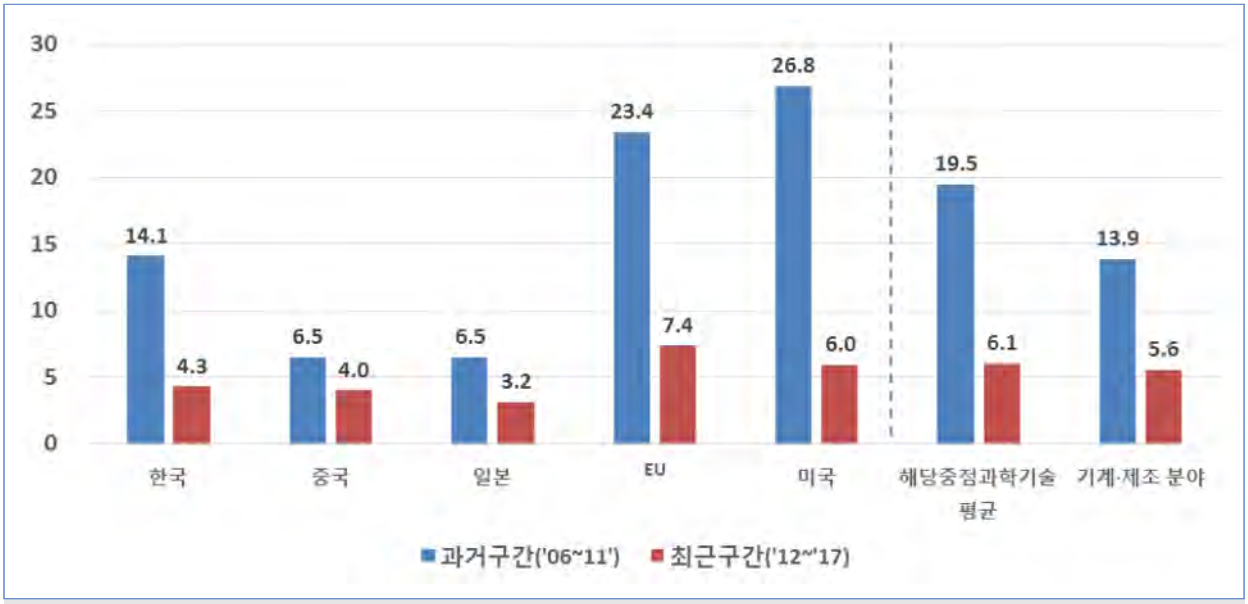


- 친환경·스마트 플랜트 기반 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

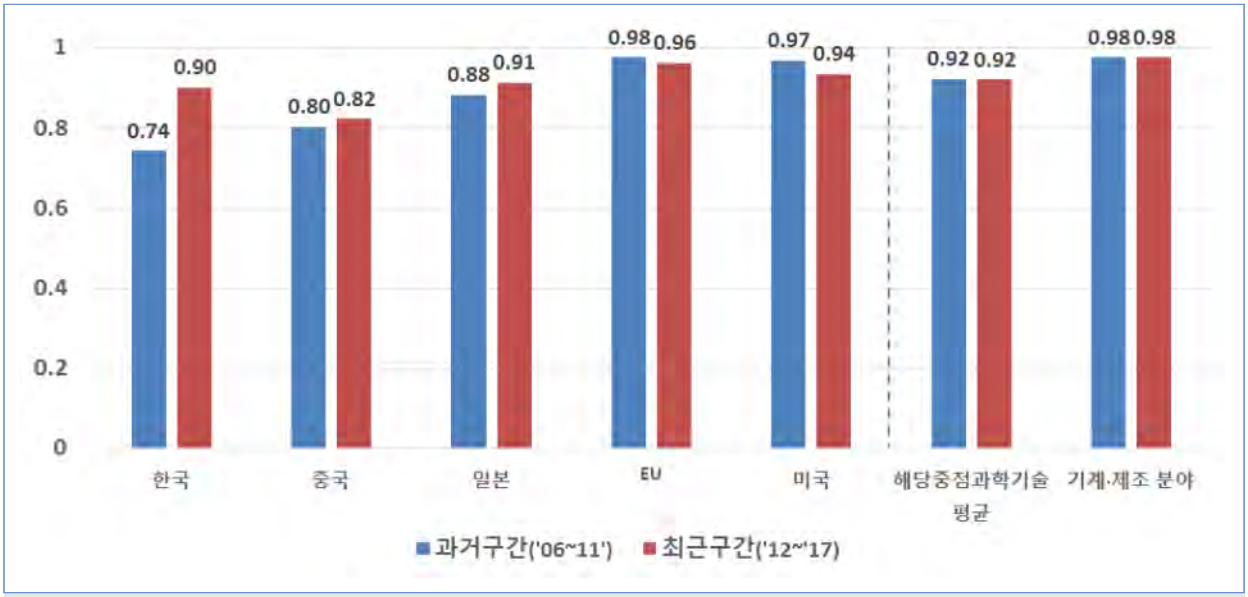
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



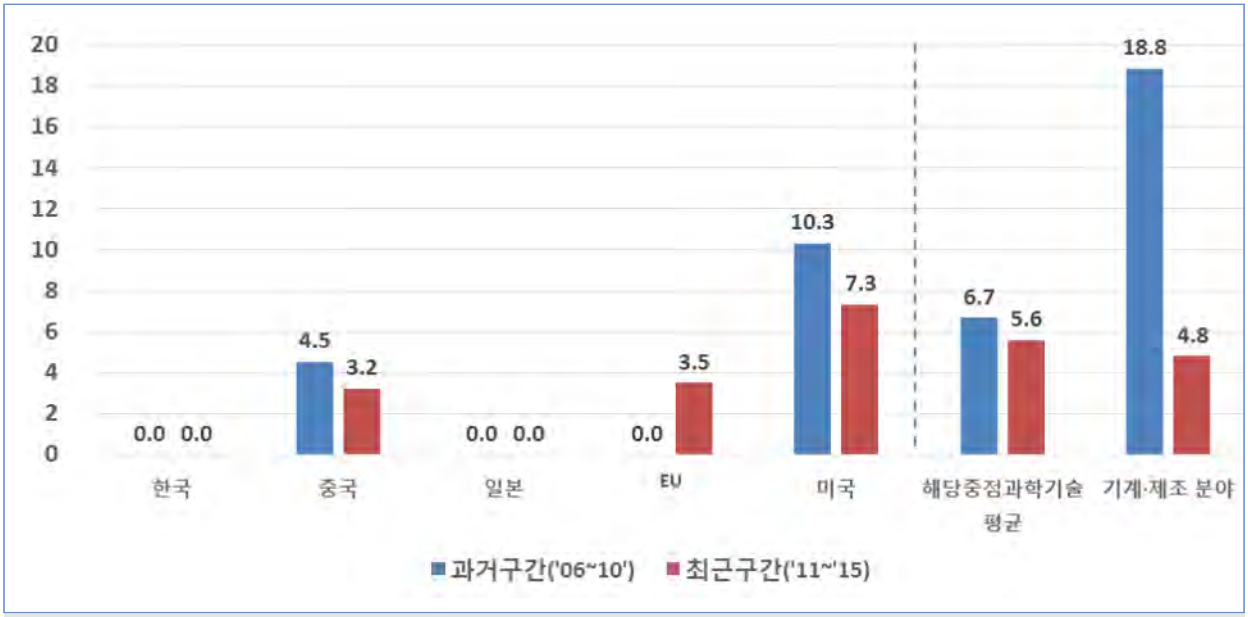
● 친환경·스마트 플랜트 기반 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



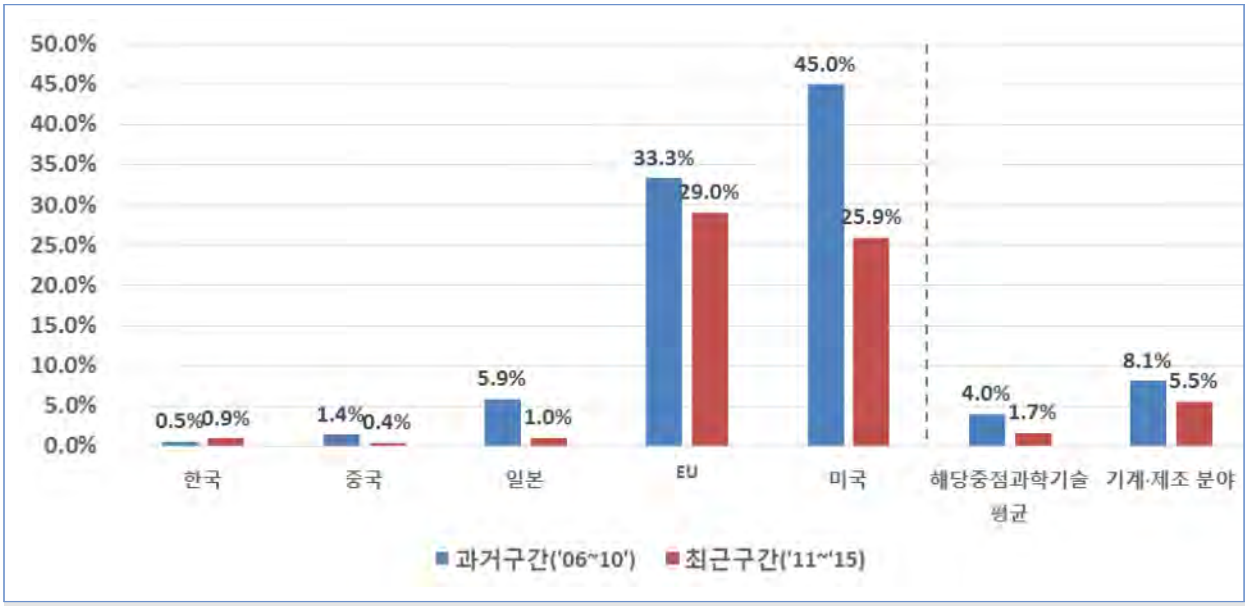
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



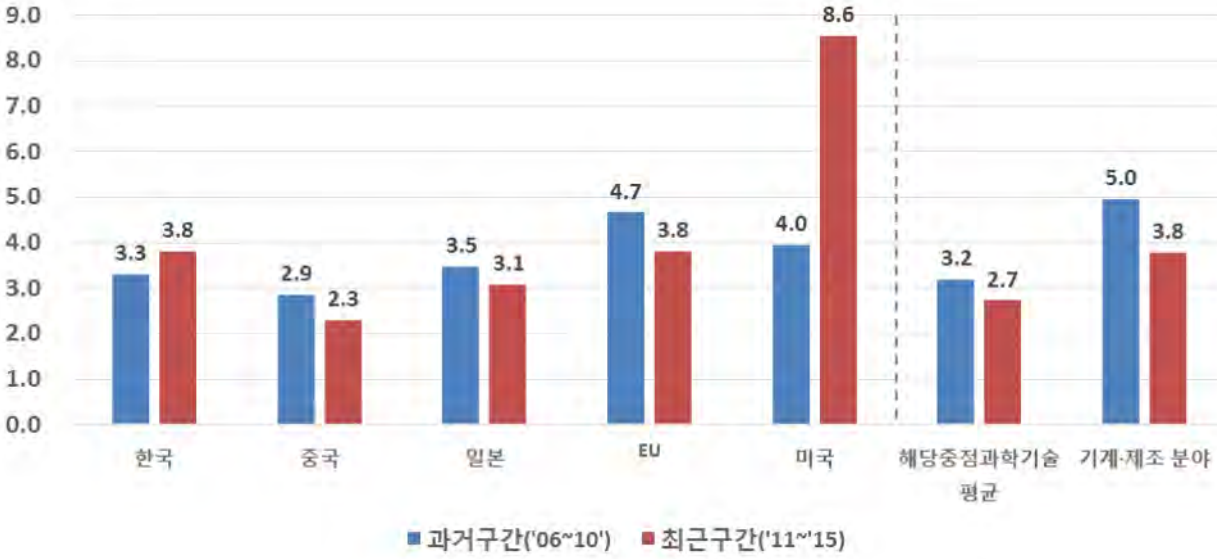
● 친환경·스마트 플랜트 기반 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 친환경·스마트 플랜트 기반 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 친환경·스마트 플랜트 기반 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

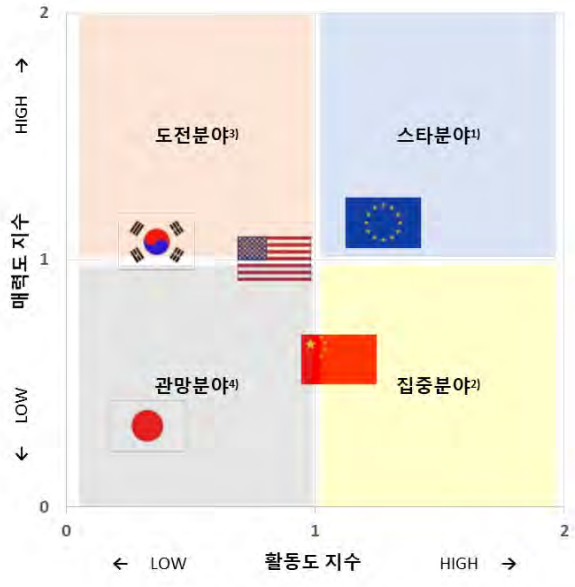
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

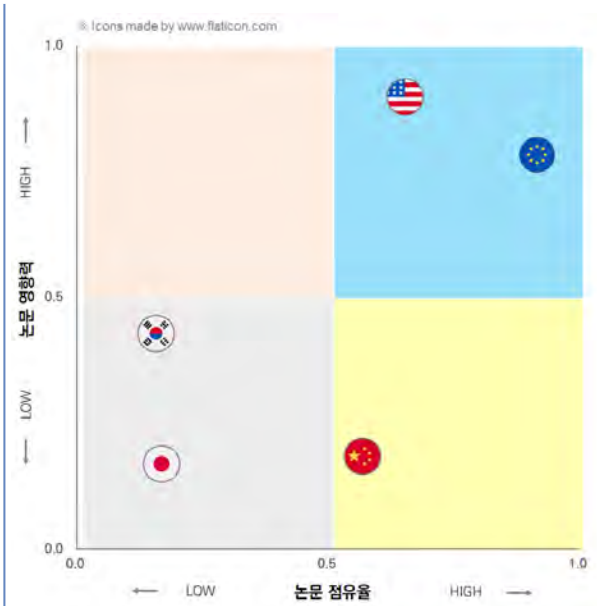
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 친환경·스마트 플랜트 기반 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

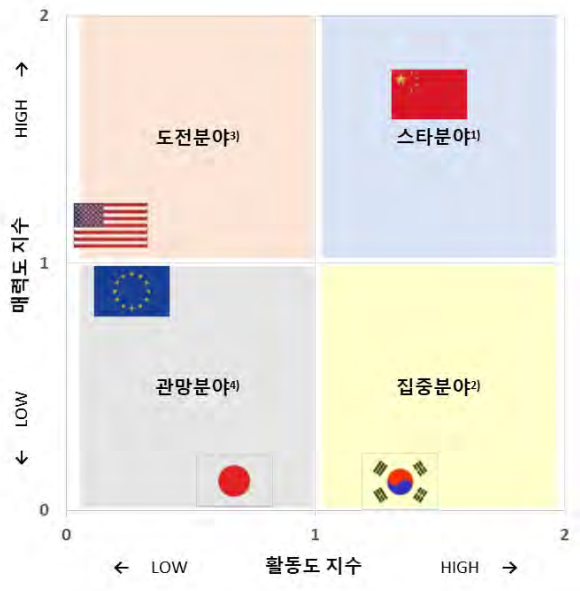


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

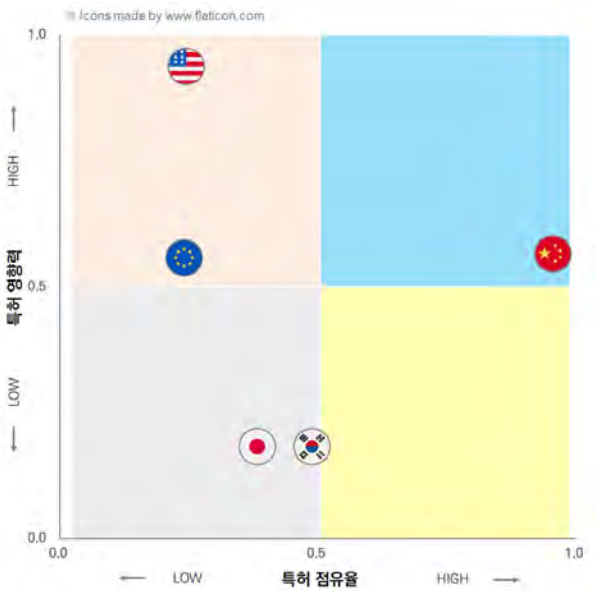
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 친환경·스마트 플랜트 기반 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 분석

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY(1.40%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '연세대학교'가 5.88%(글로벌 점유율은 0.16%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	중국	6.06%	1.40%	414.29%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	3.81%	0.88%	-7.14%
3	CHINA JILIANG UNIVERSITY	중국	2.40%	0.55%	-86.67%
4	UNIVERSITY OF L'AQUILA	EU	1.11%	0.49%	550.00%
5	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.57%	0.42%	233.33%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	5.88%	0.16%	-33.33%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.71%	0.13%	-66.67%
3	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	3.53%	0.10%	100.00%
4	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.53%	0.10%	-50.00%
5	GYEONGSANG NATIONAL UNIVERSITY	3.53%	0.10%	-100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	6.06%	1.40%	414.29%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	3.81%	0.88%	-7.14%
3	CHINA JILIANG UNIVERSITY	2.40%	0.55%	-86.67%
4	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.97%	0.45%	266.67%
5	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	1.83%	0.42%	16.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	6.42%	0.23%	-25.00%
2	TOSHIBA CORPORATION	2.75%	0.10%	-100.00%
3	KYUSHU UNIVERSITY	2.75%	0.10%	200.00%
4	UNIVERSITY OF TSUKUBA	2.75%	0.10%	100.00%
5	HIROSHIMA UNIVERSITY	2.75%	0.10%	-50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF L'AQUILA	1.11%	0.49%	550.00%
2	IEEE	0.89%	0.39%	-100.00%
3	UNIVERSITY OF PADOVA	0.89%	0.39%	1100.00%
4	UNIVERSITY OF NAPLES FEDERICO II	0.74%	0.32%	300.00%
5	CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.74%	0.32%	50.00%

6 미국

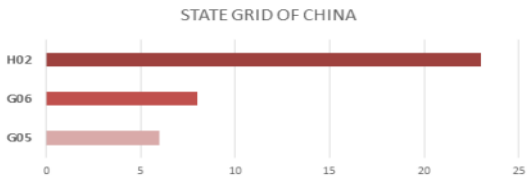
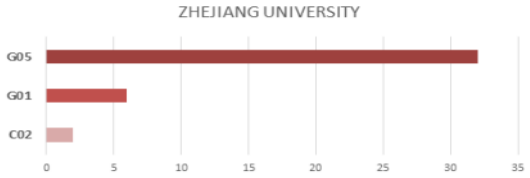
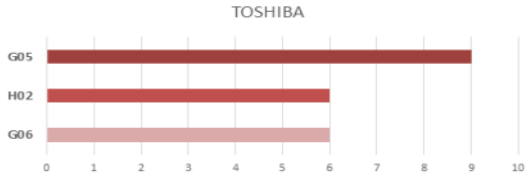
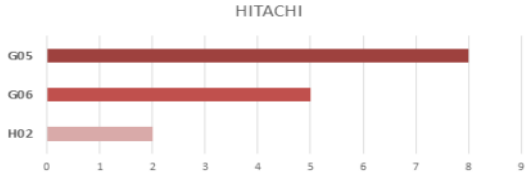
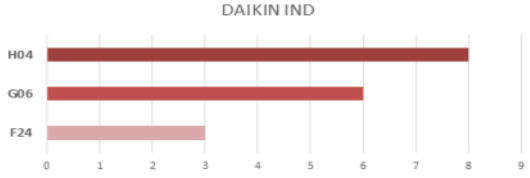
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.57%	0.42%	233.33%
2	PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY	1.09%	0.29%	-50.00%
3	PURDUE UNIVERSITY	1.09%	0.29%	250.00%
4	IDAHO NATIONAL LABORATORY	0.97%	0.26%	0.00%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.97%	0.26%	0.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'STATE GRID OF CHINA(2.01%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '포스코'가 3.29%(글로벌 점유율은 0.64%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'STATE GRID OF CHINA'는 H02(전력의 발전, 변환, 배전)에 해당하는 특허를, '포스코'는 C21(철 야금)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

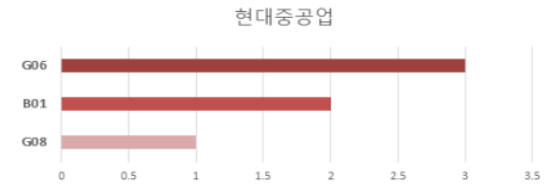
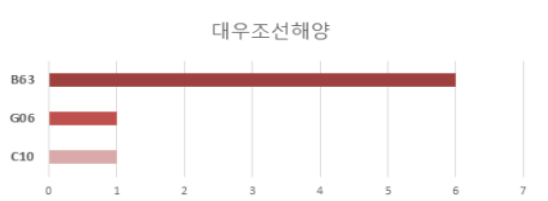
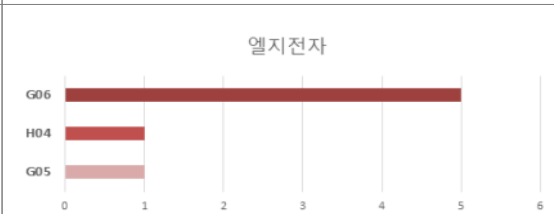
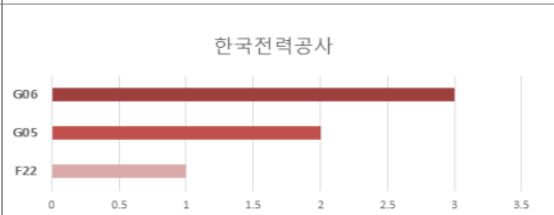
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	중국	3.13%	2.01%	4000.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	3.13%	2.01%	-21.74%
3	TOSHIBA	일본	11.86%	1.47%	-57.14%
4	HITACHI	일본	8.30%	1.03%	-38.46%
5	DAIKIN IND	일본	7.11%	0.88%	-87.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
2		G05	제어; 조정
		G01	광학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		G05	제어; 조정
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)

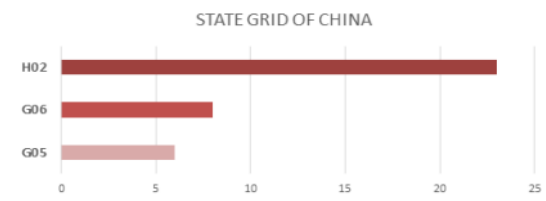
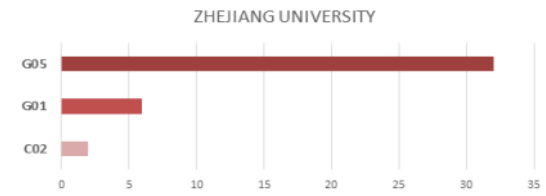
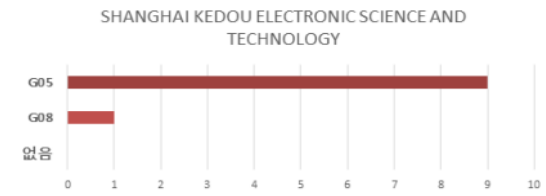
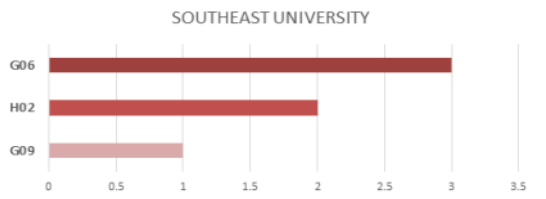
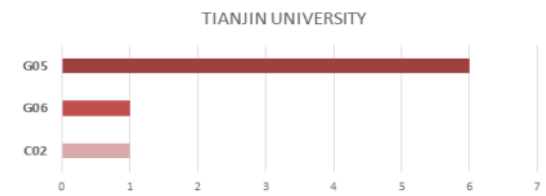
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	포스코	3.29%	0.64%	16.67%
2	현대중공업	2.28%	0.44%	-20.00%
3	대우조선해양	2.03%	0.39%	600.00%
4	엘지전자	2.03%	0.39%	600.00%
5	한국전력공사	1.77%	0.34%	-25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C21	철 야금
		G05	제어; 조정
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		G08	신호
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C10	석유, 가스 또 는코크스공업;일산화탄소를 함유하는 공업가스;연료;윤활제;이탄
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		F22	증기발생

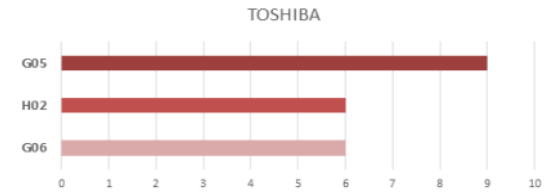
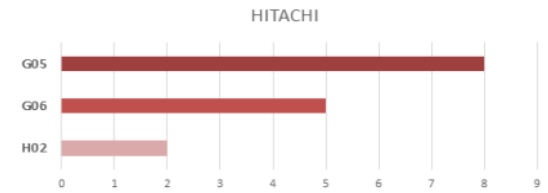
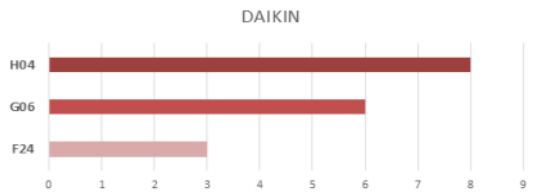
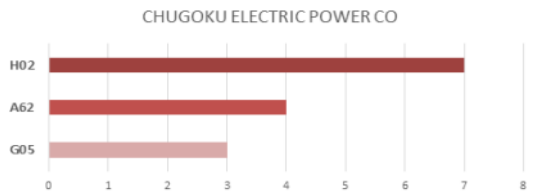
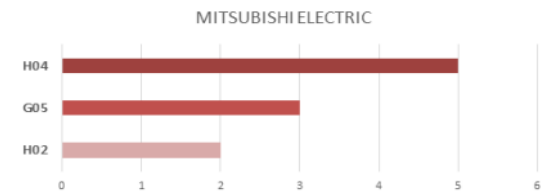
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	3.13%	2.01%	4000.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	3.13%	2.01%	-21.74%
3	SHANGHAI KEDOU ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY	0.76%	0.49%	900.00%
4	SOUTHEAST UNIVERSITY	0.76%	0.49%	800.00%
5	TIANJIN UNIVERSITY	0.69%	0.44%	700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
2		G05	제어; 조정
		G01	광학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		G05	제어; 조정
		G08	신호
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
5		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리

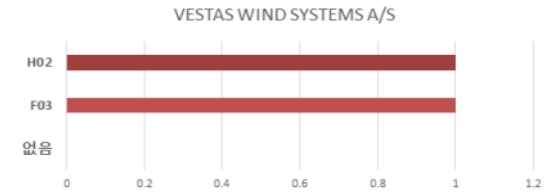
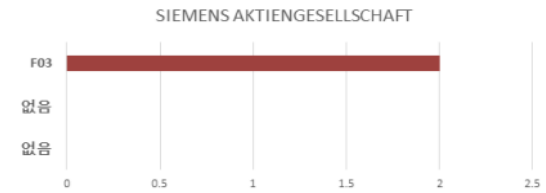
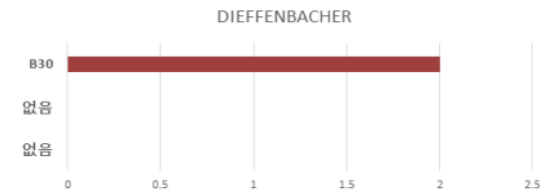
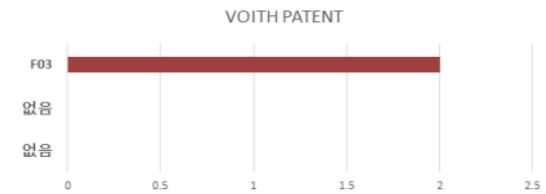
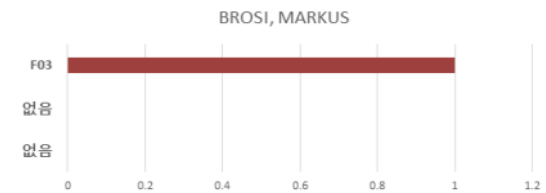
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	11.86%	1.47%	-57.14%
2	HITACHI	8.30%	1.03%	-38.46%
3	DAIKIN	7.11%	0.88%	-87.50%
4	CHUGOKU ELECTRIC POWER CO	6.32%	0.78%	-85.71%
5	MITSUBISHI ELECTRIC	4.35%	0.54%	75.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		A62	인명구조; 소방
		G05	제어; 조정
5		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

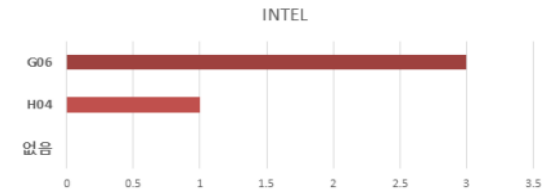
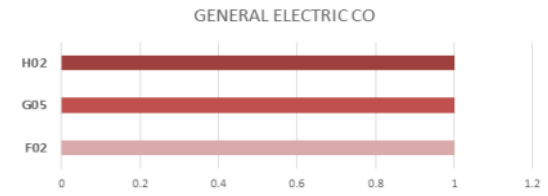
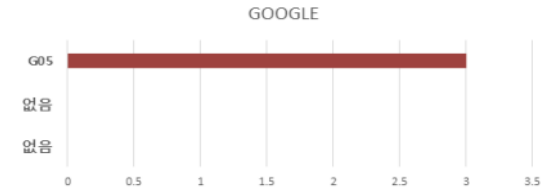
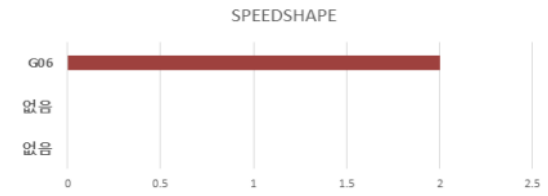
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	VESTAS WIND SYSTEMS A/S	5.00%	0.10%	100.00%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	5.00%	0.10%	100.00%
3	DIEFFENBACHER	5.00%	0.10%	100.00%
4	VOITH PATENT	5.00%	0.10%	100.00%
5	BROSI, MARKUS	2.50%	0.05%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-
3		B30	프레스
		-	-
		-	-
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTEL	8.51%	0.20%	300.00%
2	GENERAL ELECTRIC CO	6.38%	0.15%	100.00%
3	GOOGLE	6.38%	0.15%	200.00%
4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	4.26%	0.10%	100.00%
5	SPEEDSHAPE	4.26%	0.10%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
		F02	연소기관
3		G05	제어; 조정
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

30 스마트 자동차 기술



30 스마트 자동차 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 인공지능 기술과 접목된 다양한 주행상황 인식 기술 및 이를 바탕으로 하는 첨단운전자지원, 부분·완전 자율주행 자동차 기술과 자율주행이 가능한 자동차, 드론, 로봇 등이 가상의 네트워크(사이버공간) 상에서 고도로 연결되는 자율형 모빌리티 기술
- ☑ 초연결성에 기반을 둔 다양한 스마트 자동차를 위한 운전편의, 차량관리, 인포테인먼트 등 커넥티드 서비스·콘텐츠·디바이스 기술과, V2X(Vehicle to Vehicle/Infrastructure/Nomadic etc.) 무선통신 및 차세대 IVN(In Vehicle Network) 기술, 빅 데이터 연계 자동차-클라우드 기술 등
- ☑ 스마트 자동차에 필요한 SW플랫폼, 사이버보안, 기능안전 등 핵심 공통기술과 운전자 인지 및 인공지능을 갖춘 스마트 자동차와의 상호소통 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

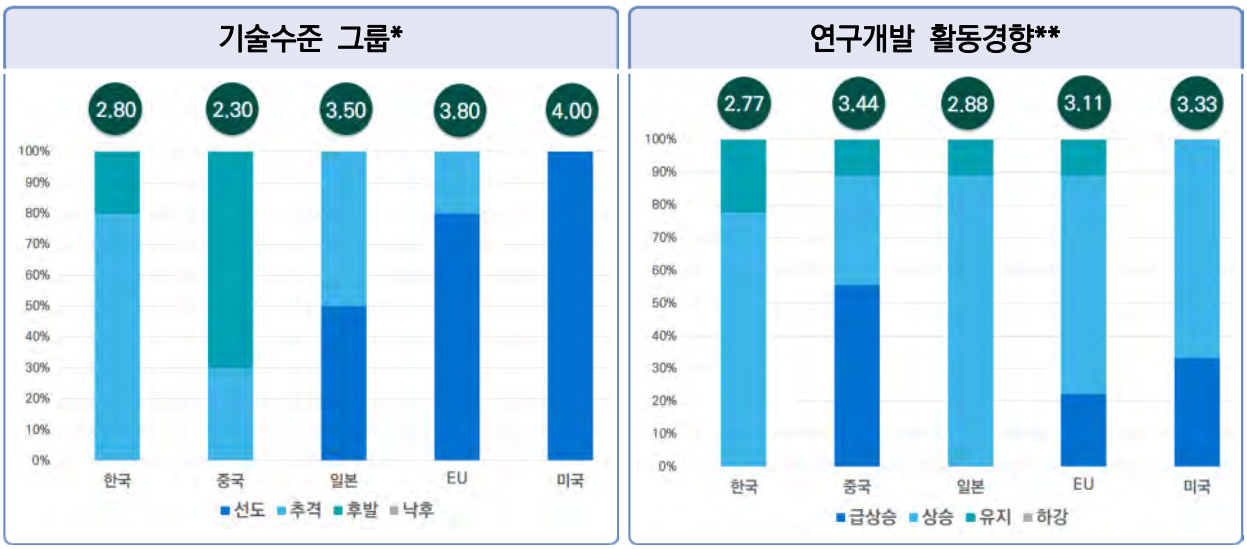
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.5	추격	보통	우수	상승
중국	70.0	4.0	후발	보통	보통	상승
일본	92.0	1.0	선도	우수	탁월	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.5	80.0	78.0	85.0	5.2	2.5	2.0	3.0	0.9
중국	70.0	4.0	70.0	65.0	80.0	10.2	4.0	3.0	4.0	1.4
일본	94.0	1.0	92.0	90.0	95.0	4.9	1.0	0.5	2.0	0.9
EU	100.0	0.0	100.0	98.0	100.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.6

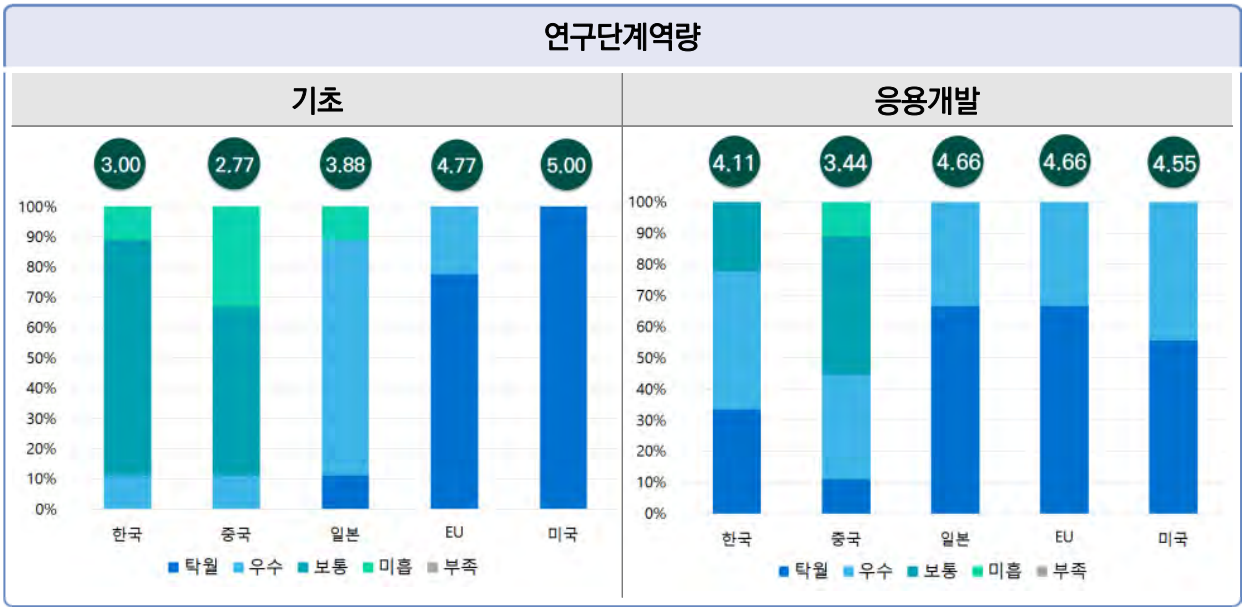
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 모듈화 및 시스템 기술 보유 • 자동차-ICT 업계 간 융합이 이루어지지 않아 각자 따로 개발하고 있어 자율주행시스템 개발 및 실증이 느리게 진행됨 • 스마트카 전반에서 경쟁력을 갖추기 위한 노력을 진행 중이나, 커넥티드카 기술은 미국에, 자동차 능동안전 및 자율차 양산 관련 기술은 전반적으로 유럽에 밀림 • 현대차의 고급 차종을 중심으로 일부 자율주행 기술 도입 • 자동차 중심의 시스템 통합기술은 선도그룹과 비슷한 수준이지만 핵심부품 기술역량과 사이버 보안 및 기능안전, SW플랫폼 기술은 선도그룹 대비 취약한 수준 • 일본과 유사한 수준의 투자 진행 중 • 자율주행 핵심 부품의 해외 의존도가 매우 높음 • 최근 자율주행 기술 개발에 대한 부처 간 협력 방안 마련 중
중국 (70.0%)	• 최근 일기차 등 많은 자동차 제조업체들이 자율주행 개발에 앞장서고 있으며, 바이두의 아폴로 프로젝트 등 ICT 업체의 기술개발이 활발하며 많은 자동차 회사와 협업하고 있어 빠른 추격 예상 • 아직까지 양산관련 기술은 선진국과 차이가 많이 나며, 중국 국내에 능동안전 솔루션 기업 성장 중, IT 기업들의 스마트카 진출 가속화 • 기초 기술은 뒤처져 있으나, 적용기술은 매우 공격적으로 발전 중이며 시범적용은 국내보다 앞서감 • 현재 ADAS 양산수준으로 자율주행은 선행개발 수준으로 아직 양산단계는 아님 • 한국보다 핵심 부품 자급도가 낮은 편이나, 최근 LTE-V2X 기술 주도 등 미래 자율주행 기술에 대한 세계적 선도를 위한 대규모 투자가 이루어지고 있어, 한국과의 역전도 가능
일본 (92.0%)	• 독립적인 부품기술 확보 • 'Auto Pilot System 추진 위원회'를 신설, 2020 동계올림픽에서 고속도로 자율주행 운행을 위한 연구개발, 실증 활발 • 독일에 이어 가장 우수한 스마트카 관련 양산 관련 부품기술 보유. 도요타와 닛산, 아이신 등이 기술을 선도 • 도요타 등을 중심으로 개발을 하고는 있으나 아직 사용화 등에 적극적이지는 않음 • 완성차 및 부품업체의 기술역량이 우수하고 최근 양산모델도 확대 중. 기능안전 등 안전설계 기술역량은 최고기술 보유국과 유사 • 미국, 유럽과의 격차는 거의 없음 • 자동차 관련 회사들이 3GPP와 연계된 5GAA 혹은 유럽의 C2C-CC 의 능동 멤버로 참가하여 미국, 유럽과 함께 국제적 선도자의 역할을 유지하기 위해 노력
EU (100%)	• 관련 자동차용 핵심부품 기술 확보 • 스마트카 센서, 제어기, 능동안전장치, 자율차, 운전자 친화형 관련 장치까지 자동차 부품산업과 양산산업 선도 • BMW, 벤츠, 보쉬 등 카메이커 중심으로 자동차 상용화에 선도적 기술개발 중이며 전체 기술 선도 • Mobileye 등 카메라 기술 선도

국가 (기술수준)	판단근거
	• 최근 양산모델을 주도하고 있으며 완성차 및 부품업체의 기술역량이 우수하며 특히 기능안전 등 안전설계 기술역량 우수 • 아우디(다임러)-HERE-NVIDIA 등의 공동협력으로 자율주행 AI 기술 성능이 웨이모(미국)과 접근 방식의 차이 뿐, 거의 동등함 • 양산 적용 및 국제 표준화/시장 선도 측면에서 가장 앞서 있음 • 자율주행관련 핵심기술(자율주행 HW 부품, AUTOSAR 플랫폼, MOST 고속 IVN 등)을 제일 많이 보유, 최근 EU 표준 단체를 중심으로 SW 플랫폼 기술에 박차를 가하고 있음
미국 (100%)	• 핵심부품 기술 및 응용기술보유, 특히 소프트웨어 기술 역량 우수 • 구글, 애플 등 ICT 업체 및 실리콘밸리 창업 기업과 기존 자동차 제조업체와의 활발한 협업 기반 자율주행차 개발 및 시험 주행, 서비스 실증 및 사업화 선도 • 구글, NVIDIA를 선두로 선도적인 자율주행 기술 개발 • LiDAR 등 자율주행차용 첨단 센서 기술 선도 • 구글의 웨이모 합병 등, ICT-인공지능, 통신 중심의 기업이 자율주행서비스 분야에서 선도그룹 유지. 기술적인 성과와 장기적인 로드맵에서 거의 대부분의 자동차 제조업, 또는 스타트업과 협업 진행 • 자율주행관련 범정부적 시범사업을 다양한 환경(대도시, 지방중소도시, 고속도로, 지방 국도 등)에서 가장 활발히 진행 • 민간차원에서 퀄컴, 포드 등 5GAA를 중심으로 초연결성 환경에서의 자율주행 기술 개발 활발 • 자율자동차 관련기술 및 상용화 사례 다수

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 자동차와 ICT 기술기반을 양측으로 확보한 복합적 산업경쟁력 • 신기술에 대한 도전적이고 과감한 대기업의 투자 문화 • 커넥티드카 및 능동안전 등 국가 전체의 정책을 정하고 실행하는 단일국가 리더쉽 • 현대차를 중심으로 부분적인 자율주행 기술 도입 적용 • ICT 기업을 중심으로 투자 확대 • 정부의 지속적인 투자 유지 • 모듈화 및 시스템 기술로서 응용분야 확대 기술 적용 개발 중 • 응용기술에 대한 우수한 연구인력 보유 • 자율주행을 위한 ICT 인프라 • 최근 ICT 기술 기반의 자율주행 기술개발 가속화	• 엔지니어의 관리직 전환이 강용되는 조직문화로 인한 기술축적 저해 요소로 작용 자동차와 ICT 산업 간의 주도권 다툼으로 인한 협업 어려움 • 센서와 관련된 기초 부품 개발 기술은 거의 전무 • 자동차와 ICT 업체 간 전략적 협력 미흡 • 핵심 부품 기술 역량 미흡, 특히 자동차용 반도체 기술 부족 • 핵심 HW 및 SW 기술 부족 • 정부의 적극적 지원 미흡 • 자동차 제조업체의 해외 업체 M&A는 좋으나 상대적으로 국내 관련 업체 대상 투자와 기회는 줄어들어 국내 기술 개발 경쟁력 하락 • 원천기술 일부 미흡 • 안전설계 미흡

국가	강점분야	기타
		• 국가 R&D 투자방향의 일관성 없는 지원으로 자동차 제조사, 통신사, 부품사, 반도체 등이 자율차 미래 먹거리를 위해 이종격투기 방식으로 자율차 활용 연구에만 관심. 장기적인 로드맵과 투자가 필요한 자율차 기초지원 분야(국내 교통문화와 혼재된 상황에서 풀어야 할 인지판단기술, 교통운영체계, 서비스 국지화)는 전무하게 가능성만 보일 뿐 실질적으로 국민이 체감하는 서비스까지 근접하지 못함
중국	• 기술 인력을 해외에서 적극 수입하고, 이를 장려하고 보조하는 국가 정책 • 산학연 공동 기술개발 체계 및 정부지원 • 정부의 장기계획과 장기정책의 유지로 인한 예측 가능한 정책 지속성 • 기초 기술은 부족하지만, 자율주행과 관련된 시범 운행은 매우 활발히 이루어짐 • 자동차 생산 소비 규모 1위 국가 • 정부의 대규모 투자와 기업 투자 확대 • 우수 인력 최대 규모 육성 • '중국 제조 2025' 계획에서 자율주행차를 핵심 기술 분야로 선정하여 많은 자동차 제조업체들과 관련 기업들이 개발 활발 • 핵심 기술 부족으로 늦어지고 있으나, 해외 유수 기관, 업체들과의 협업을 통해 금방 따라잡을 수 있을 것 • 해외 기술의 자국 산업으로 흡수 및 공동연구 활동 강화 • 가장 강력한 정부 주도 기술개발 지원 기존 자율주행HW 기술보다 LTE 기반 자율주행 기술개발에 매우 적극적 • 다임러-바이두의 전략적 공조, 전기차 기반 칭화대 등 인공지능 기술의 강점을 기반으로 다양한 자율주행차 기반 구축 투자 • '18년 스마트 네트워크 자동차 도로테스트관리 규범을 발표하여 중국 전국에서 자율주행차 시험운행에 대한 규범 마련	• 전반적으로 낮은 기술수준과 의식 낮은 국산 차량 단가로 스마트화 애로 • 품질 및 양산 기술 수준 부족 • 특허권 및 제조기술 등의 권리 보호 미흡 • 기존 자동차 산업 기술의 열세(전기차 제외) • 원천기술, 양산기술, 안전설계 미흡
일본	• 국가 주도의 업체 공동 스마트카 추진 • 체계적이고 조직적인 기술개발 체계와 생산 체계 엔지니어가 관리직뿐만 아니라 기술직으로도 지속될 수 있는 관리 체계	• 글로벌 시장변화에 대응한 과감한 투자, 인적 쇄신 • 획기적인 변화 없음 • 국제화 공동연구 보다는 기술적으로 자국 완성차와의 연대 강화

국가	강점분야	기타
	• 커넥티드카 및 능동안전 등 국가 전체의 정책을 정하고 실행하는 단일국가 리더쉽 • 사용 트럭 이용 추종기술 개발 등에 성과 • 전통적인 자동차 산업 강국 • 자율주행 선행 연구 지속 투자 • 산학연관 융합으로 자율차 기술 개발 및 서비스 실증사업 활발 • 자율주행 셔틀버스 시범운행, 2020 동계올림픽시 고속도로에서의 자율주행 허용 등 다양한 정책, 기술 융합 • 자동차 산업화 기술의 우수성 보유 • 세계시장을 위한 지역별 연합체 적극적 참여 및 기술적 구현 공헌 세계적 자율주행 부품 기술 보유 • 초 고령화, 인구소멸에 대비한 국가프로젝트에서의 로드맵과 '20동계올림픽과 연계한 자율차 실용화 추진 • 국토교통성, 경제산업성과 민간 공동으로 자동주행 비즈니스 검토회를 운영, 군집주행과 한정공간 자동운전을 주제로 자율주행기술 발전 • 원천기술, 안전설계, 연구인력, 도로인프라	• 2020~2025 자국 내에서 자율주행차가 본격 보급될 것으로 예측하고 실증실험을 통해 운행 데이터를 꾸준히 수집하는 보수적 움직임. 자동차 제조 강국의 위상을 지키기 위해 ICT 접목이 다소 보수적 • 통신 인프라 • 크게 자율주행과 관련된 핵심적인 기술 공개가 많이 이루어지지 않고 있음 • 독자적인 기술 확보로 폐쇄적인 기술 개발 추진 • 다양한 이동수단으로서의 가치뿐만 아니라, 이동을 통한 부가가치 생산의 의미에서 자율차의 기술 개발 비전을 둠
EU	• 독일을 중심으로 한 우수한 인력 • 우수한 산학과제 추진체계, 기술개발 체계와 생산 체계, 엔지니어가 관리직뿐만 아니라 기술직으로도 지속가능한 관리 체계 • 벤츠, BMW, 볼보 등 완성차 업체를 중심으로 ADAS 및 일부 자율주행 기술 적용 • Mobileye(이스라엘)를 중심으로 카메라 기술 매우 우수 • 국제 표준화 선도 • 전통적인 자동차 기술 최강국 • 실질적인 산업화 기술력 최고 • 선진 자동차 제조업체 위주의 자율차 기술 및 양산 개발 활발 • 많은 자동차 제조 및 개발 인력 존재, 스타트업 활발로 자동차-ICT 융합 인력 확보 • 각 나라별 및 전 유럽 협업으로 자율차 인프라 및 서비스 개발 활발 • 자동차 원천기술을 기반으로 확대 적용 가능 • 가장 핵심적 HW 및 SW 기술 경쟁력 다국적 연합을 위한 지능화 도로 인프라 기술 및 인프라 구축 현황 세계적 자율주행 OEM 및 부품회사 보유	• 특유의 지역적 독립성으로 인해, 커넥티드카 서비스의 일괄적 대규모 추진에 불리. 이는 자율차 및 능동안전 시스템의 의무화 또는 법제도 추진도 마찬가지 • 소프트웨어와 플랫폼 분야의 약점을 보완하기 위하여 개발 추진 • 최대 미국시장을 위한 미 산업계 기술규격 대응 필요 • 자동차 제조사 중심으로 ICT 접목이 다소 취약 • 통신 인프라

국가	강점분야	기타
	• C-ITS 및 정보보호 가이드라인을 발표하고, 유로 NCAP 2020 로드맵 등, 지속적이고 보수적인 자율주행차 투자 • 원천기술 및 안전설계 우수	
미국	• 전 세계 플랫폼 시장을 장악한 기술력 • 우수한 자동차 및 실리콘벨리의 인력 • 방대한 벤처 및 신기술 자본투자 구조 • LiDAR 등 기초 센서 기술 우수 • 자율주행 관련 법 적용면에서 매우 앞섬 • NVIDIA를 중심으로 AI 기술 개발 선도 • 테슬라 중심의 자율주행 자동차 기술 적용 • 우버 등 자율주행 서비스 확대 • 실리콘 밸리의 ICT 기술 융합 • 우수 인력의 유입 • 국가적인 법규 지원, 인프라 투자 • 글로벌 ICT 기업의 대규모 투자 • 자동차 제조업체 종사 인력의 ICT 기업체 이직 등 인한 자동차-ICT 융합 활발, 이로 인해 자율차 기술 개발 경쟁력 향상 • 활발한 M&A로 관련 기술 역량 집중, 이를 기반으로 다양한 핵심 기술 개발 활발 • 핵심 반도체 기술과 소프트웨어 기술 확보, 응용 연구 분야 확대 적용 중 • SW 및 응용 기초기술 연구 인프라 자율주행의 산업적 리더 보유 (OEM, 5G, 보안 및 SW 플랫폼 등) • 자동차산업 경쟁력 회복을 위한 정부지원 • M-City 등 테스트베드 구축 사업을 통해 기술 검증과 일반도로에서의 탑승자가 있는 자율주행서비스 시범을 통해 도로 사용자간 위화감을 종식 시키고, 트랙 레코드를 누적해 학습에 광범위하게 활용 • 웨이모 데일리카 로드맵에서 고객수요분석 통해 자율주행차량 제공 서비스 확대 • 자율자동차 원천기술 및 상용화기술 우수	• MBA 출신 CEO들의 약탈적인 단기성과 창출로 인해 장기적 기술투자 미비하고, 이에 따른 기술 인력 유동화 발생 • 테슬라가 있긴 하나 완성차 적용 기술은 독일보다 다소 뒤처짐 • 특허 등의 독점적 권리 확보 비중 증대 • 통신 인프라

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	2위	6위	3위	4위	5위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 연구비 확대를 통한 연합체 형태의 국내협력 추진 활성화 확대 • 자동차-IT업체 간 협력과 대·중소기업 간 투자, 공동기술개발 등 활성화 • 국내에서 자동차-ICT-ITS 산업계의 대기업, 중소기업을 포함한 전반적인 협력적 산업생태계의 구축이 자율주행 산업 육성에 매우 중요. 이를 위해 정부 부처 간에도 산업부, 과기부, 국토부, 경찰청 간의 협업을 위한 총괄 사령탑 구축 및 운영 • 산학연 연합을 통한 공동기술 개발 및 투자 (산학연 역할 분담 제시) • 차량-ICT-첨단도로 기술융합을 위한 산업융합 생태계 조성 • 대기업은 양산기술에 집중, 국가 R&D는 중소기업과 학연 중심의 기반기술, 자율주행의 국내 교통 환경에 적합한 핵심기술을 위해 중복적이고 협력적인 다양한 기반기술에 대한 연구정책 • 가장 많은 산업분야의 융합기술로 산학연의 고리를 잘 만들고, 각 분야의 국제 기술 표준을 담당하고 있는 기관 및 연구 인력과 협력 • 산학연 협력체계 구축을 위한 일환으로 전문 연구기능을 갖는 센터 구축
국제협력 촉진	• 국제협력을 위한 국내 사업비의 부분적 공동사용 • 국내 대기업의 해외 선진기술 보유기업 M&A뿐만 아니라 국내의 경쟁력 있는 중소기업 제품의 수출 증대를 위한 협업 지원 • 자율주행은 자동차-ICT-ITS 융합기술이므로 표준이 매우 중요. 또한 자율주행 서비스 산업은 글로벌 비즈니스와 공통 플랫폼으로 진행될 전망이므로 표준화 투자와 국제공동 비즈니스 모델/서비스 플랫폼의 개발 등 국제협력 필요 • 국제표준화 공동 대응 및 국제표준화 전문가 육성 • 유럽과 미국은 대기업 자동차사가 다양하여 상호 양산뿐만 아니라, 향후 미래의 기술개발에 투자가 활발하여 국내 주력산업의 경쟁력 향상을 위해 도입이 필요한 부분은 해외기술 배척보다는 협업 필요 • 대학 간 해외 협력 지원 (국가별로 협력 강점분야 발굴 가능) • 핵심 기술별 협력 체계 구축이 시간 절약과 기술 파악에 효과적 • 선진국과의 국제공동연구 활성화를 위한 연구펀드 조성
인력양성 및 유치	• 자동차 구동 원리 등등에 대한 이해도 향상과 IT 분야 지식과의 융합을 통해 자율주행차 전장시스템 전문 설계 인력 양성 • 미래자동차 분야 기계+전자+IT+SW 기술이 융합된 융합형 인재 양성 • 스마트자동차 산업역량 강화를 위한 미래 우수인력 확보와 전문 산업인력 육성 • 현재 4차 산업의 일환으로 연구 중인 R&D 인력에 대한 집중투자는 자연적으로 장기적인 인력양성계획이 성공적일 것. 인력양성은 긴 호흡이 필요하며, 필요에 따라 자연적으로 생성되는 부분으로 현재의 R&D 연구자 중심으로 독립적이고 차별적인 권한을 주는 것이 중요. 기존의 R&D 성과 및 경제성 원칙에 따른 R&D 평가정책에는 한계 존재

	정책제언
	• 스마트 카 경쟁력 확보를 위한 전문 기술 인력 육성(석/박사과정 육성, 해외 대학 파견 등) • 우수한 해외 대학과 교환학생 프로그램 지원 • 융합기술의 기술적 우위는 구성 핵심 기술의 수준에 달려 있으므로, 기존 인력양성 프로그램을 본 분야 적용 기술 연구를 좀 더 강화하고, 이를 흡수한 융합기술에 중점을 두어 실험적 연구 분야 및 인력양성 필요 • 첨단 자동차관련 석·박사 전문 인력양성 프로그램 추진 • 선진국과의 자연스런 공동연구를 위하여 국제 공동 인력양성사업 추진 • 기존 산업체 인력에 대한 ICT기반 연구능력 부여가 가능한 인력양성
인프라 구축	• 주행시험장과 장비구축을 넘어서, 수백 대의 실증이 가능한 대규모 실증단지의 구축과 운영 • 스마트 자동차 기술이 성숙되기 위한 관련 인프라 시설 구축 및 확충 • 스마트자동차 관련 도로인프라 및 통신 인프라 구축 • 인프라 구축은 최소한의 실증서비스가 평가된 이후에 도시 설계와 연계된 부분. 기존의 도로 인프라에 설비가 추가되는 것은 운영유지 비용이 크게 소요되고, 또한 실증테스트베드를 추가하는 것은 자율주행기술 발전의 속도에 비해 더 느릴 수가 있어, 현재까지 손에 잡히는 국내 교통인프라 적합의 기술 및 서비스 개발이 완료된 이후 진행되어야 함 • 자율차 안전성 평가센터 및 성능 시험장 구축하여 일반 중소기업들도 공동으로 활용할 수 있도록 지원 • 자율주행 도로 인프라, 자율주행 DB 및 정밀 지도 공유 • 기존에 구축하였거나, 구축 중인 자율주행 시험시설이 많이 있으나 이에 대한 접근이 매우 불편하고, 제한된 범위의 실험만 가능하여 만족고가 매우 낮음. 따라서 기존 시설의 활용 방법을 개선하고 범용적 자율주행 테스트가 가능한 사이트의 개수 확대 필요 • 국제적인 기술 표준 선도를 위한 기술 표준 지원
법·제도 개선	• 시장을 고려한 법제도 개선, 시장 우선에 따른 개선 • 자율주행차 서비스를 위한 운수사업법 등 개선 • 국무조정실이 구축한 자율주행 미래규제 로드맵의 범부처 준수 및 일정별 추진 • 스마트 카 관련 기술적, 운영 측면의 책임 소재, 차량 시험 및 시뮬레이션 평가를 수행할 수 있는 연구 환경 구축 • 스마트자동차 관련 BM 발굴과 사업화에 걸림돌이 되는 법제도를 패키지로 개선하기는 우리나라 환경으로는 곤란한 부분이 있으므로, 규제 샌드박스(규제프리존)를 정해 일괄적으로 지원 • 규제프리존의 확대, 4차 산업과 관련된 기술개발의 경우에는 R&D 기획, 수행, 평가제도의 기존 정책에서 벗어날 수 있도록 해야 함. 기술개발 기획보다, 부수적인 기획이 더 많은 기획 지양. 연차별 예산 집행 및 연차별 평가로 인한 정량적 성과항목 집중의 수행, 부처의 감사와 R&D 성실 실패형 평가로 인한 100% 성공의 목표를 수립하는 제도 지양. 등의 자율주행, 드론, 등의 무인 이동체 관련 기술개발 R&D 정책 변경 시급 • 연구 개발 단계에 부합하는 법 제도 보완 및 개선 추진 • 초기 자율주행을 위한 최소한의 법제도 개정이 이루어지고 있으나 좀 더 적극적 활성화를 위한 방향으로 노력하고, 중장기적인 관점을 가지고 분야 간 이해충돌 해결 및 소비자 수용성을 고려하며 항목 발굴 및 시의적 제정 필요 • 자율차에 대한 실증연구가 가능하도록 실제 도로 주행에 대한 과감한 개방 • 자율차 차량에 대한 세제 및 보험금 지원

	정책제언
연구비 확대	• 개별 부처별 연구비 확대를 추진 요망. 시급성 및 특수성 고려 가능 • 바이두의 아폴로 프로젝트 등의 사례를 볼 때 선택과 집중을 통해 성과를 창출할 수 있도록 R&D 예산 집중 지원 및 확대 필요 • 자율주행 시스템과 부품, 서비스 관련 연구를 지원하여, 자율주행 산업의 육성과 일자리 창출이 같이 이루어질 수 있도록 추진 • 연구 인력 확대를 위한 학계 중심의 소규모 연구비 투자 및 산업체를 중심으로 한 대규모 연구비 투자 쌍방향 접근 • 차량-ICT-첨단도로 융합신기술&융합서비스 개발, 공용 산업플랫폼 구축 관련 연구비 확대 • 시범적 연구에는 연구비가 부족하지 않음. 작지만 긴 호흡으로 다양한 시도 필요. 연구비가 현재 예산 규모에서 더 상향 조정될 경우, 연구의 질이 저하될 가능성 있음 • 자율주행 4단계 기술 확보를 위한 원천 기술 개발 과제 • 일반 기존 연구 분야의 연구비 지원과는 달리 국내 협력 촉진에 해당하는 연구비 책정 필요. 다자간 협력 연구 및 결과의 시연 결과의 분석, 피드백, 수정 등의 과정을 거쳐 다단계의 연구가 이루어져야 효과 있음. 또한 기존 ICT, 재료, 기계 등 관련 핵심 기술의 범용적인 연구 과제의 내용을 본 분야 적용에 대해 강화시키는 방법과 새로운 연구단체의 핵심 융합기술 연구에 대한 연구비 신규 지원 필요 • 일반적인 기술개발 지원과 더불어 전용 펀드구축을 위한 연구비 확대 전략 추진
기타 의견	• 국내에서 자동차-ICT-ITS 산업계의 대기업, 중소기업을 포함한 전반적인 협력적 산업생태계의 구축이 자율주행 산업 육성에 매우 중요. 이를 위해 정부 부처도 산업부, 과기부, 국토부, 경찰청 간의 협업을 위한 총괄 사령탑의 구축과 운영 필요 • AICBM 인력양성분야 함께 추진 필요. 인력양성을 위해 현재 AICBM 인력에 대한 혜택을 늘려, AICBM 관련 연관 학제에 인재풀이 확장될 수 있도록 지원하는 정책. AICBM 인재역량 집중을 위해 관련자 인센티브제도 시행 필요 • 5G LTE 기술의 자율주행 적용 • 자율주행차량 기술 분야, C-ITS분야, ICT 기술 분야의 융합이 필수적이며, 각 분야의 핵심기술과 SW/HW 적 결합에 분야의 이기주의적 사고를 배제하고 협력하는 분위기 조성 필요

다 주요 분석 결과 요약

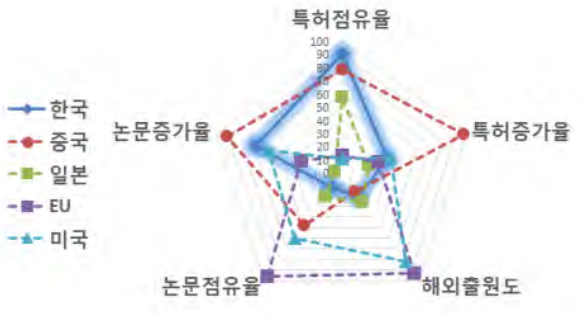
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	스마트 자동차 기술	4,104	3,303	68.1%	68.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

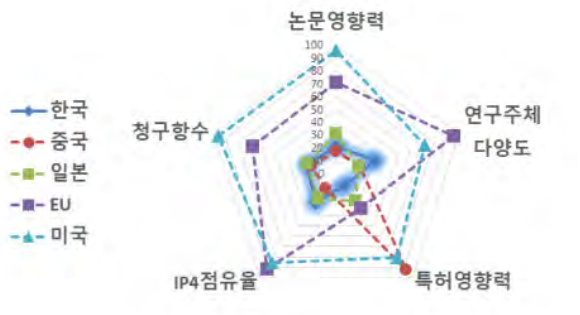
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	한국	미국	중국
	39.7%	35.7%	12.6	11.5
한국	5위	1위	4위	5위
	7.0%	35.7%	4.0	2.5
5개국 평균[2]	-	-	7.8	6.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

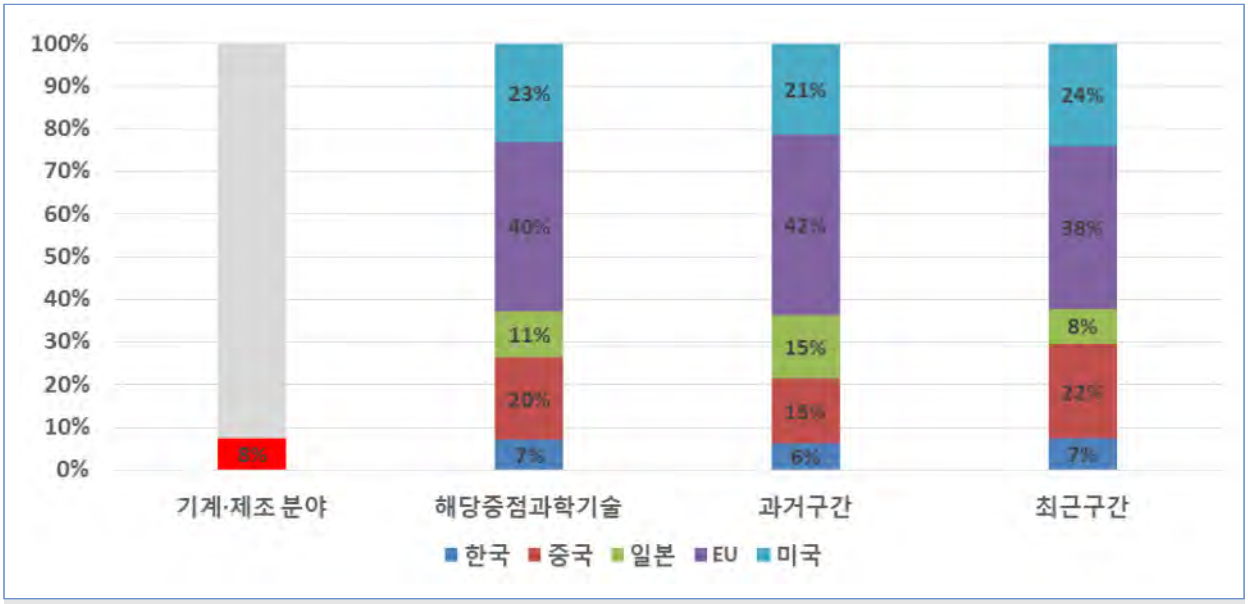
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(7.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(4.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(39.7%), 미국(23.0%), 중국(19.5%), 일본(10.8%), 한국(7.0%) 순이며, 논문 증가율은 중국(146.8%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(12.6), EU(8.6), 일본(5.0), 한국(4.0), 중국(3.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(35.7%)은 주요 5개국 중 1위이며 특허 영향력(2.5)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 한국(35.7%), 중국(29.4%), 일본(22.5%), EU(6.9%), 미국(5.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(327.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 중국(11.5), 미국(9.5), EU(5.1), 일본(4.4), 한국(2.5) 순이며, IP4 점유율은 EU(20.6%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	7.0%	19.5%	10.8%	39.7%	23.0%
	논문 증가율	101.1%	146.8%	-7.0%	52.2%	86.9%
	논문 영향력	4.0	3.5	5.0	8.6	12.6
	연구주체 다양도	0.85	0.83	0.82	0.97	0.91
특허 분석	특허 점유율	35.7%	29.4%	22.5%	6.9%	5.5%
	특허 증가율	44.6%	327.7%	-9.7%	21.4%	54.2%
	해외출원도	0.5	0.2	0.8	4.5	3.5
	특허 영향력	2.5	11.5	4.4	5.1	9.5
	IP4점유율	4.8%	0.7%	3.8%	20.6%	18.0%
	청구항수	3.3	2.9	3.4	7.4	11.6

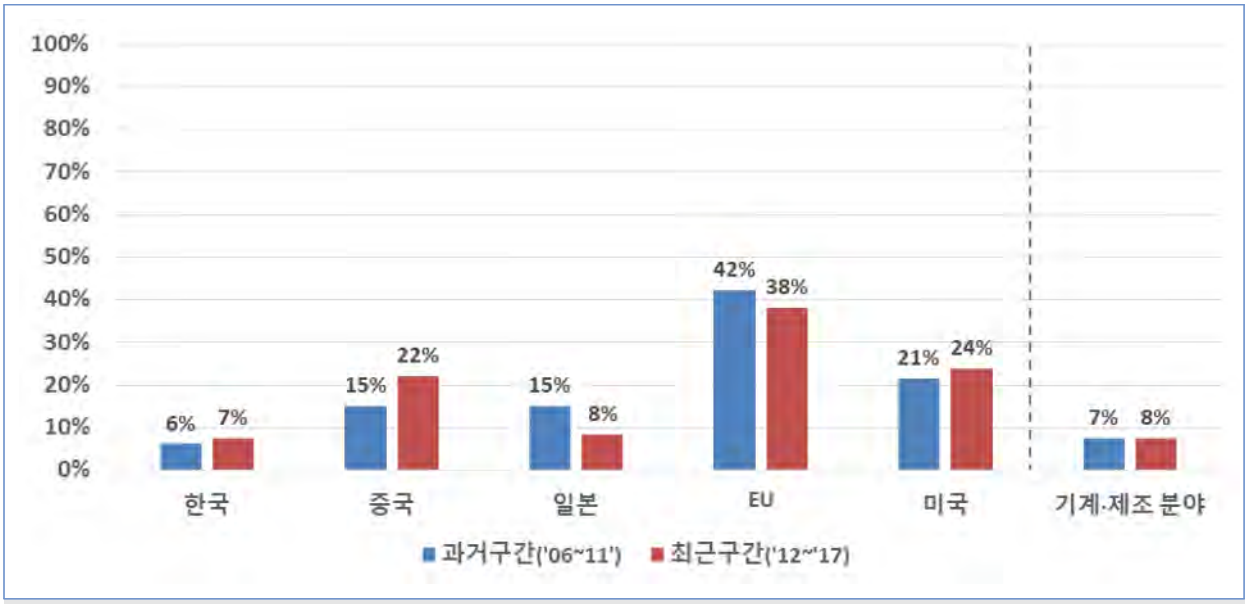
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 스마트 자동차 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1629건으로 전체 논문의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 자동차 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

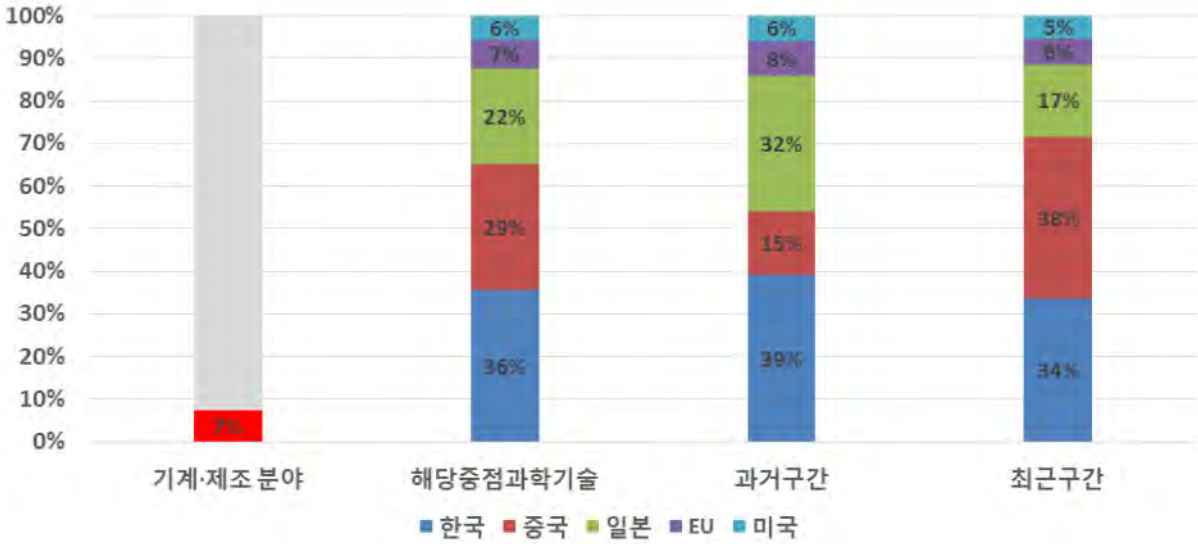


● 스마트 자동차 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 101.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	95	191	286	101.1%
중국	231	570	801	146.8%
일본	230	214	444	-7.0%
EU	646	983	1,629	52.2%
미국	329	615	944	86.9%
전체	1,531	2,573	4,104	68.1%

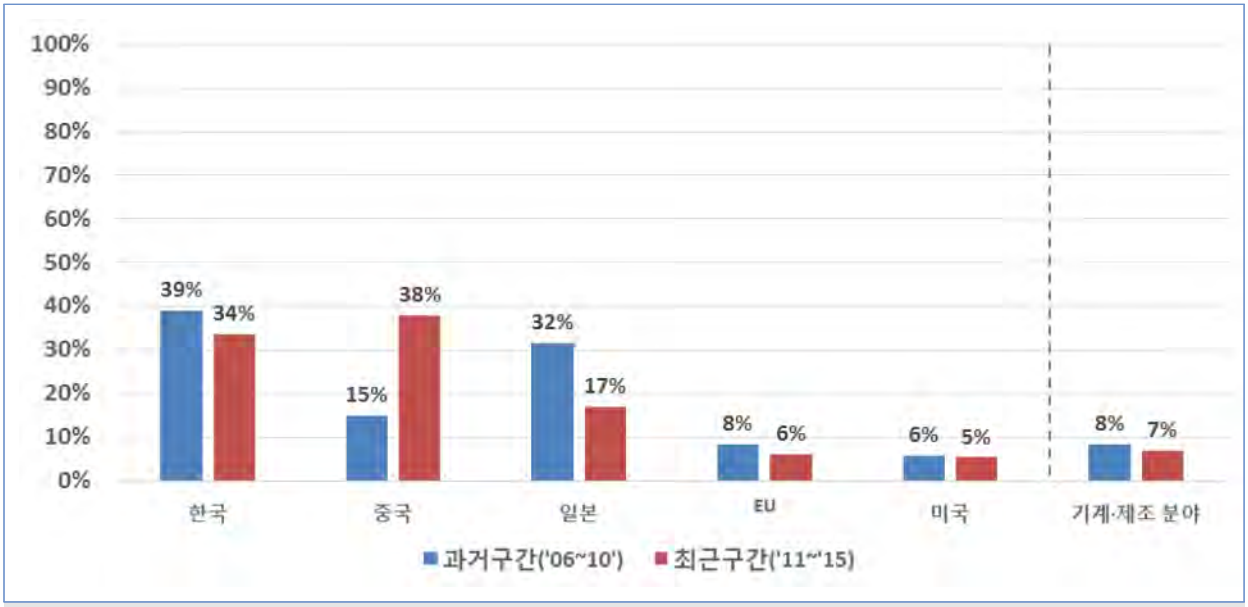
(4) 특허 점유율(전체)



- 스마트 자동차 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 한국이 1179건으로 전체 특허의 36%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 일본, EU, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 자동차 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 7%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



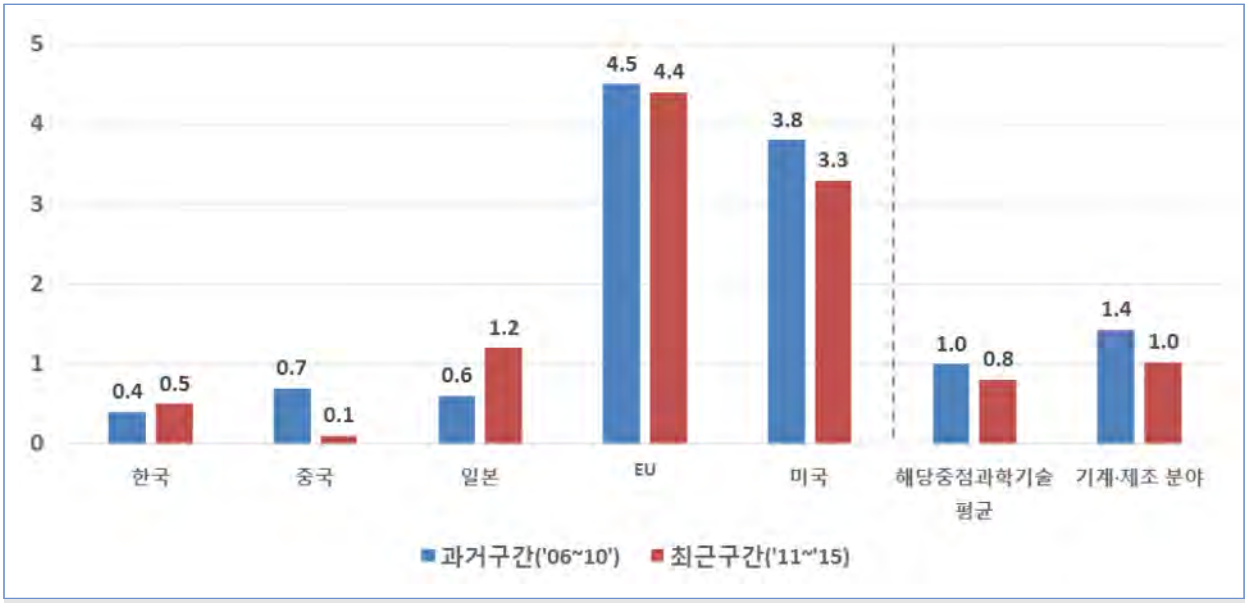
● 스마트 자동차 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 44.6%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	482	697	1,179	44.6%
중국	184	787	971	327.7%
일본	390	352	742	-9.7%
EU	103	125	228	21.4%
미국	72	111	183	54.2%
전체	1,231	2,072	3,303	68.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

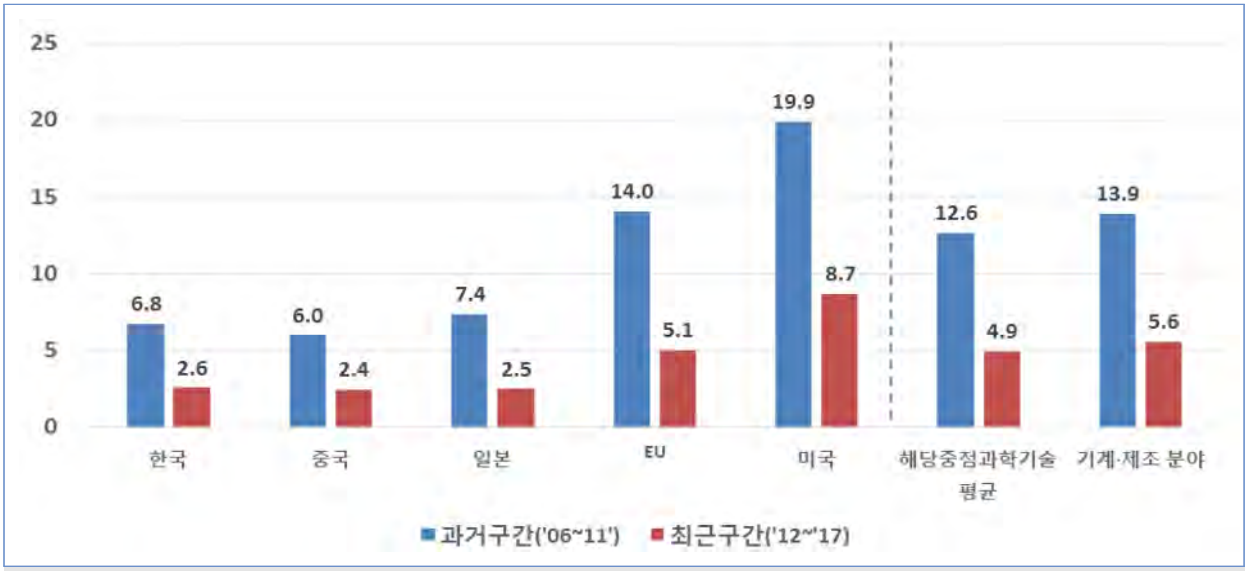


● 스마트 자동차 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

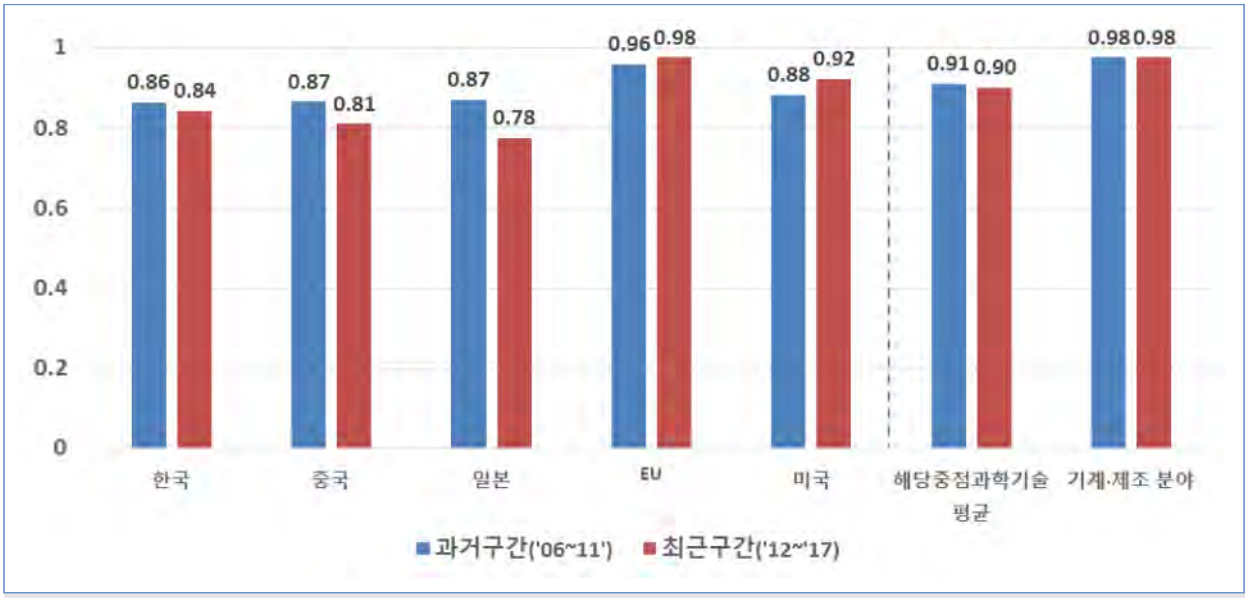
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



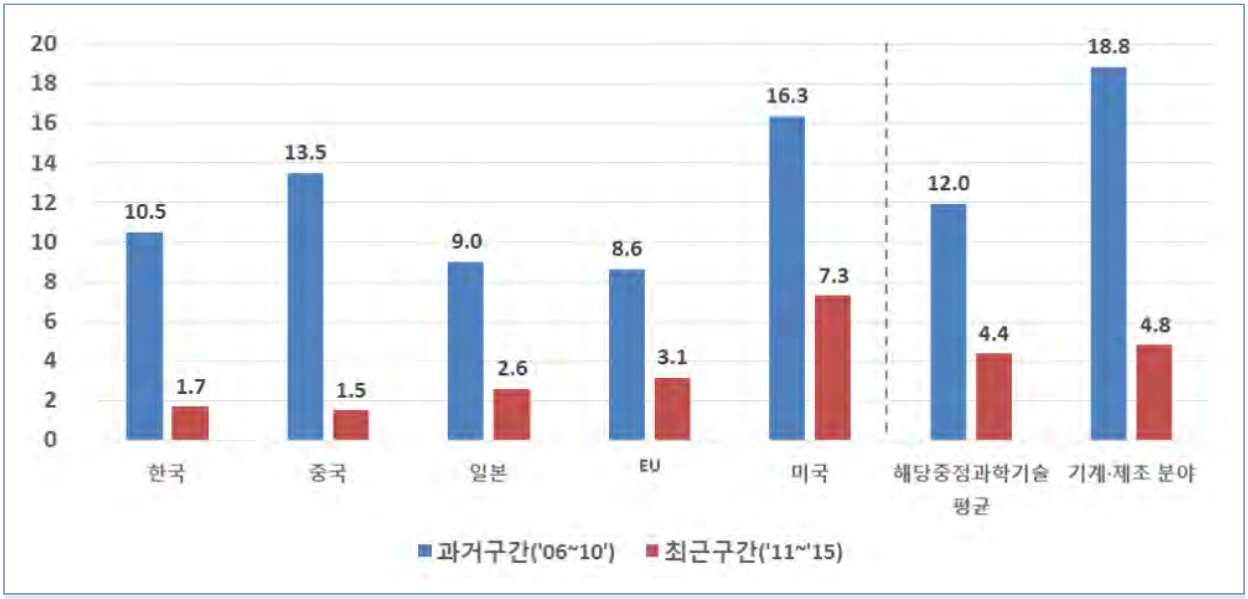
● 스마트 자동차 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



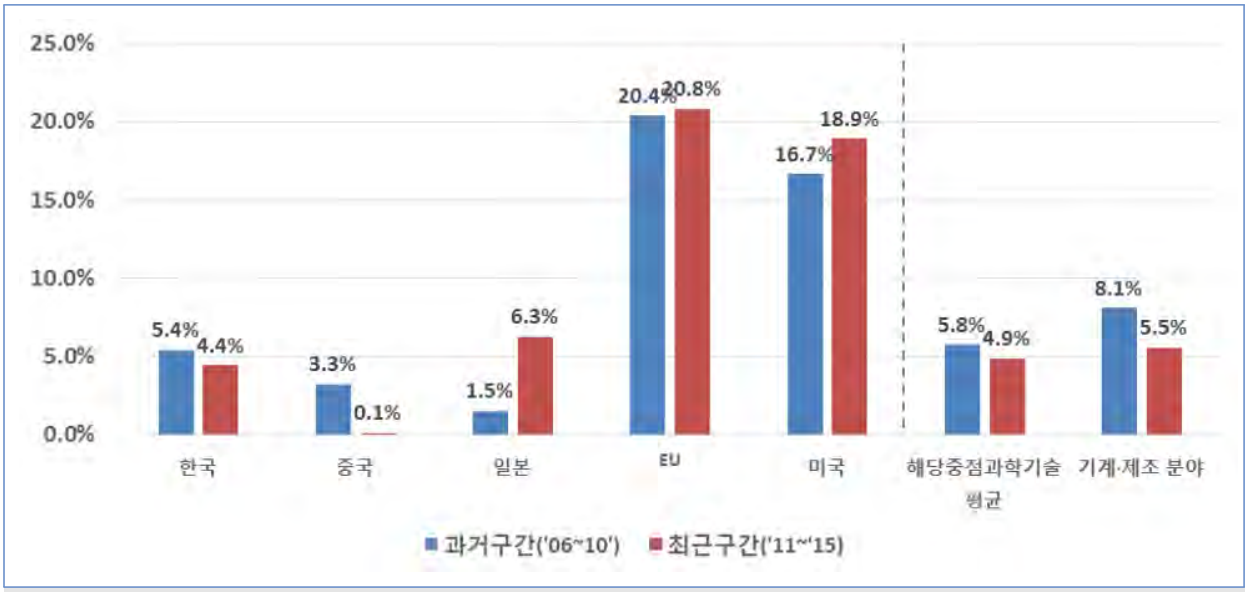
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



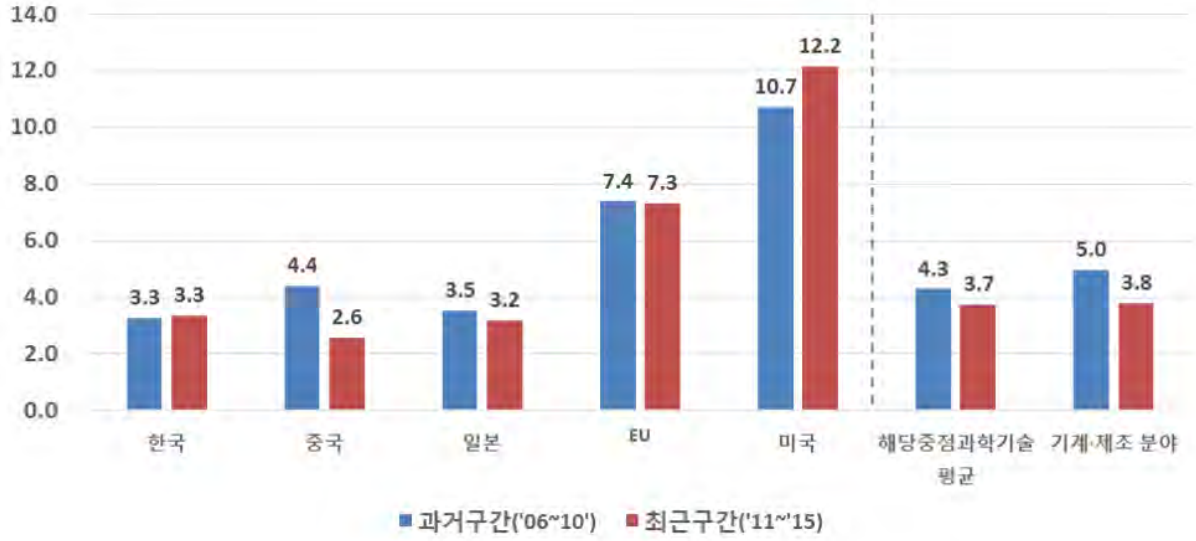
- 스마트 자동차 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 스마트 자동차 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 스마트 자동차 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

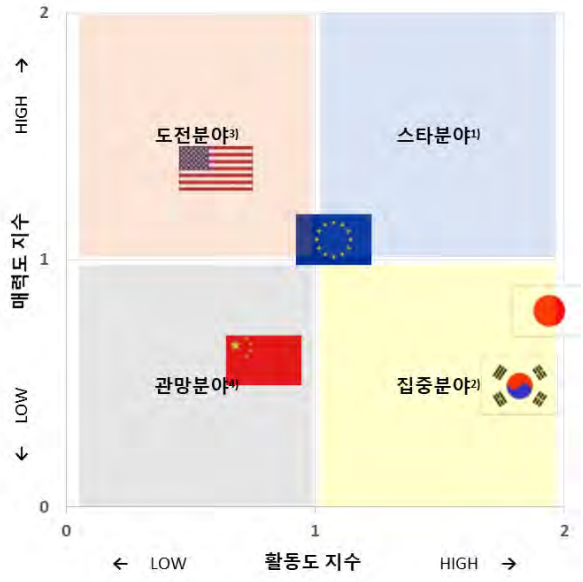
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

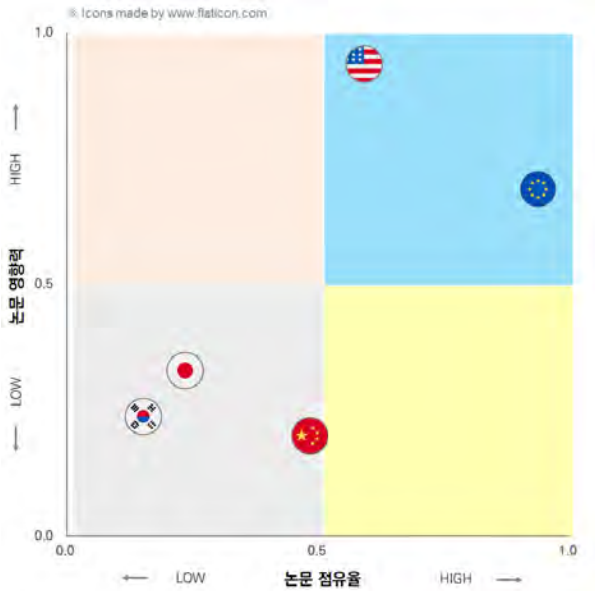
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트 자동차 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

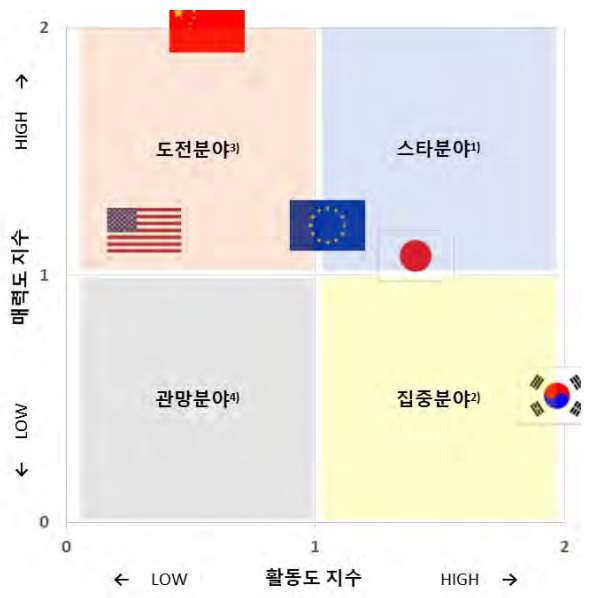


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

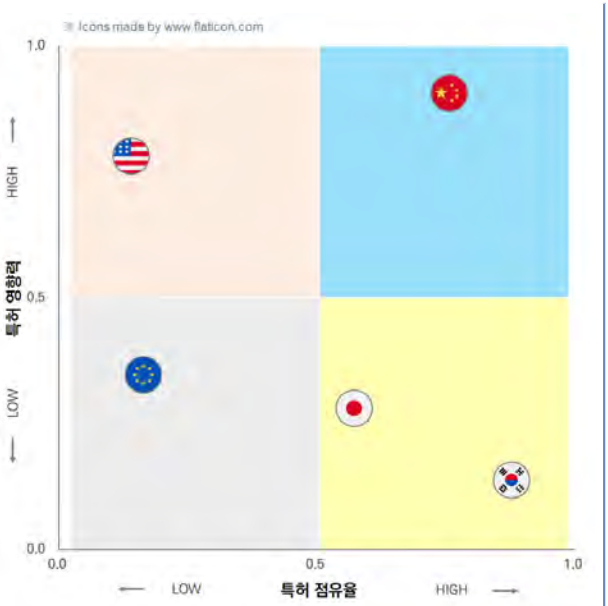
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트 자동차 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TSINGHUA UNIVERSITY(1.36%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 8.04%(글로벌 점유율은 0.56%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	6.99%	1.36%	230.77%
2	JILIN UNIVERSITY	중국	4.74%	0.93%	560.00%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.71%	0.85%	50.00%
4	TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND TECHNOLOGY	일본	6.53%	0.71%	-38.89%
5	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	한국	8.04%	0.56%	128.57%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	8.04%	0.56%	128.57%
2	HANYANG UNIVERSITY	4.55%	0.32%	60.00%
3	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	3.50%	0.24%	800.00%
4	YONSEI UNIVERSITY	3.50%	0.24%	0.00%
5	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.80%	0.19%	-40.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	6.99%	1.36%	230.77%
2	JILIN UNIVERSITY	4.74%	0.93%	560.00%
3	SOUTHEAST UNIVERSITY	2.87%	0.56%	260.00%
4	TONGJI UNIVERSITY	2.75%	0.54%	75.00%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	2.62%	0.51%	33.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND TECHNOLOGY	6.53%	0.71%	-38.89%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	4.28%	0.46%	116.67%
3	NAGOYA UNIVERSITY	4.05%	0.44%	-20.00%
4	TOYOTA MOTOR CORPORATION	4.05%	0.44%	0.00%
5	KEIO UNIVERSITY	3.15%	0.34%	-72.73%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	LOUGHBOROUGH UNIVERSITY	0.92%	0.37%	14.29%
2	CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.92%	0.37%	175.00%
3	TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT	0.86%	0.34%	-44.44%
4	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	0.80%	0.32%	-37.50%
5	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.80%	0.32%	-14.29%

6 미국

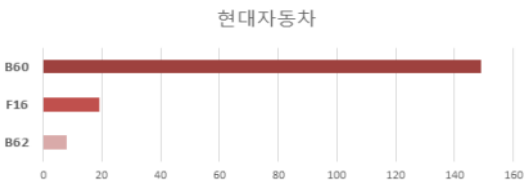
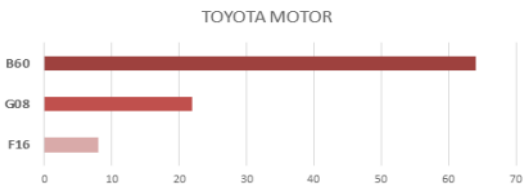
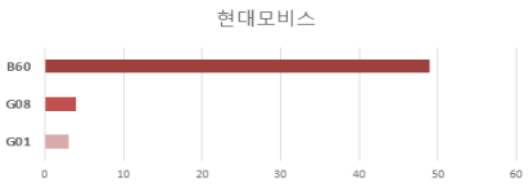
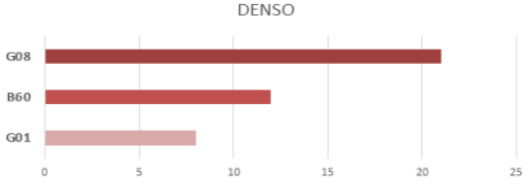
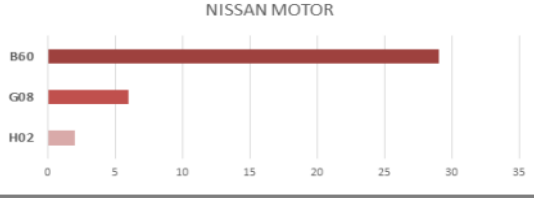
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.71%	0.85%	50.00%
2	UNIVERSITY OF TEXAS AT DALLAS	2.12%	0.49%	85.71%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.38%	0.32%	-37.50%
4	UNIVERSITY OF IOWA	1.27%	0.29%	-80.00%
5	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.06%	0.24%	-33.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '현대자동차(6.02%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '현대자동차'가 16.88%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '현대자동차'는 B60(차량일반)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

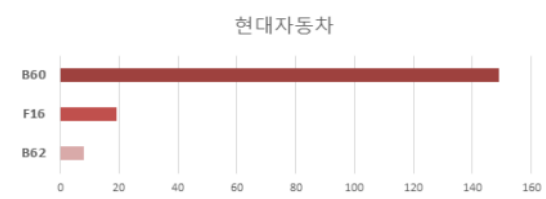
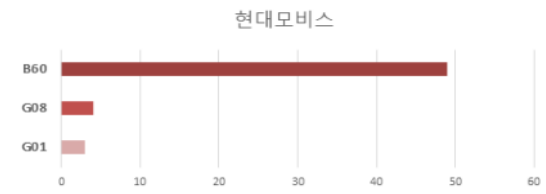
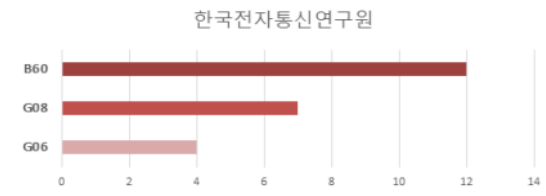
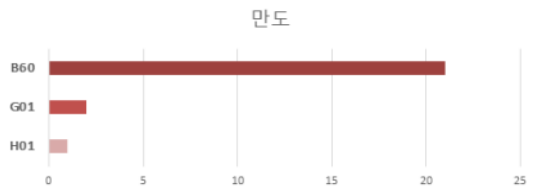
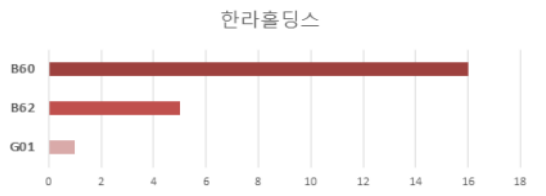
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대자동차	한국	16.88%	6.02%	45.68%
2	TOYOTA MOTOR	일본	15.09%	3.39%	-19.35%
3	현대모비스	한국	5.17%	1.85%	354.55%
4	DENSO	일본	7.28%	1.63%	-31.25%
5	NISSAN MOTOR	일본	5.53%	1.24%	73.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
2		B60	차량일반
		G08	신호
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
3		B60	차량일반
		G08	신호
		G01	광학
4		G08	신호
		B60	차량일반
		G01	광학
5		B60	차량일반
		G08	신호
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

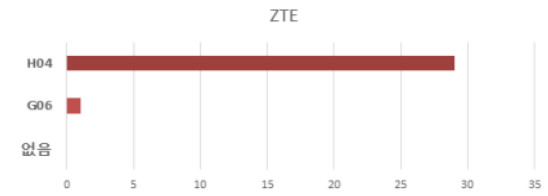
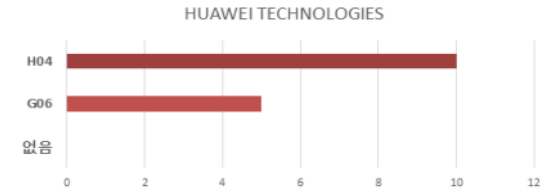
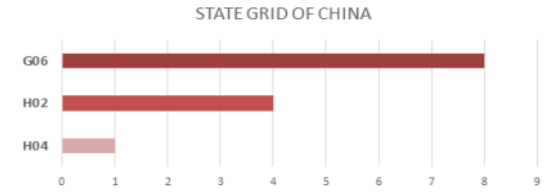
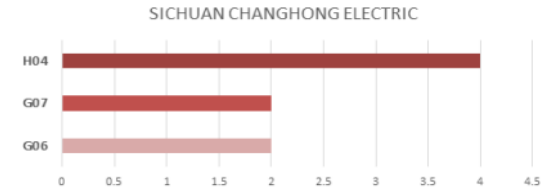
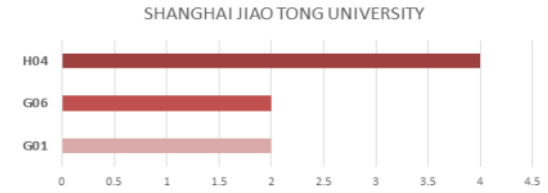
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대자동차	16.88%	6.02%	45.68%
2	현대모비스	5.17%	1.85%	354.55%
3	한국전자통신연구원	2.63%	0.94%	38.46%
4	만도	2.21%	0.79%	2500.00%
5	한라홀딩스	1.87%	0.67%	-62.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
2		B60	차량일반
		G08	신호
		G01	광학
3		B60	차량일반
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		B60	차량일반
		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
5		B60	차량일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
		G01	광학

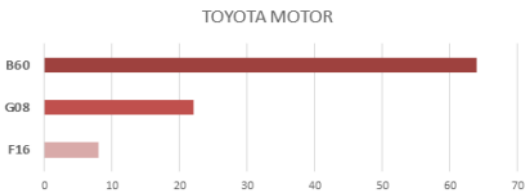
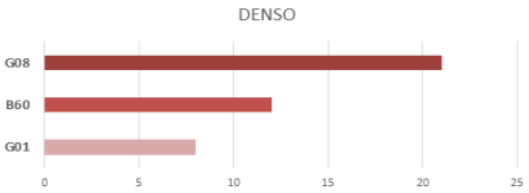
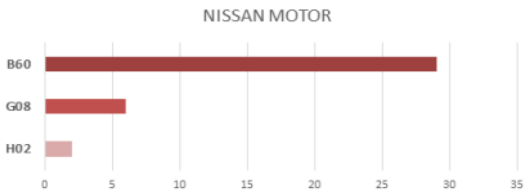
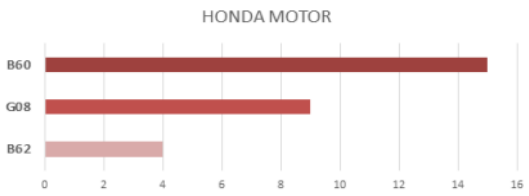
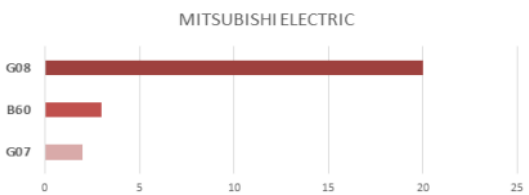
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	3.09%	0.91%	-69.57%
2	HUAWEI TECHNOLOGIES	1.54%	0.45%	550.00%
3	STATE GRID OF CHINA	1.44%	0.42%	1300.00%
4	SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC	1.03%	0.30%	900.00%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.03%	0.30%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
4		H04	전기통신기술
		G07	검사장치
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

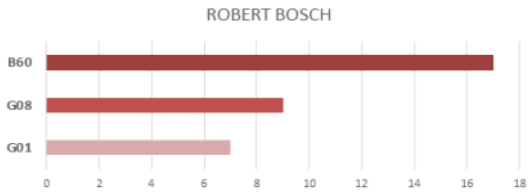
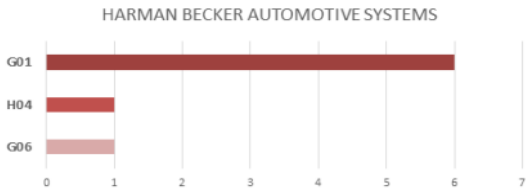
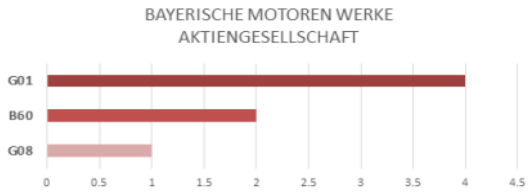
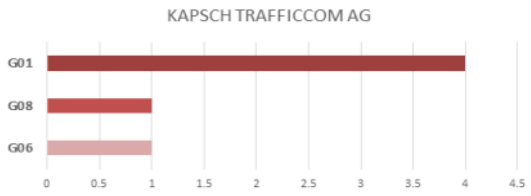
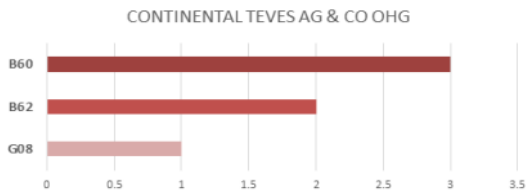
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOYOTA MOTOR	15.09%	3.39%	-19.35%
2	DENSO	7.28%	1.63%	-31.25%
3	NISSAN MOTOR	5.53%	1.24%	73.33%
4	HONDA MOTOR	4.58%	1.03%	26.67%
5	MITSUBISHI ELECTRIC	4.31%	0.97%	13.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		G08	신호
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
2		G08	신호
		B60	차량일반
		G01	광학
3		B60	차량일반
		G08	신호
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		B60	차량일반
		G08	신호
		B62	철도 이외의 노면 차량
5		G08	신호
		B60	차량일반
		G07	검사장치

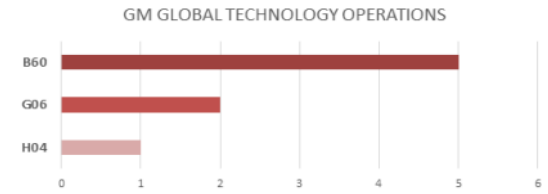
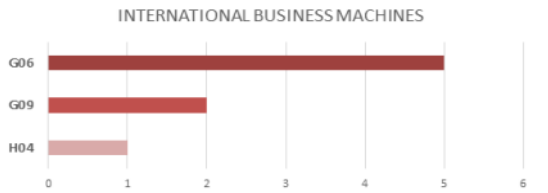
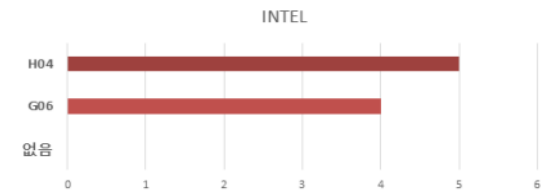
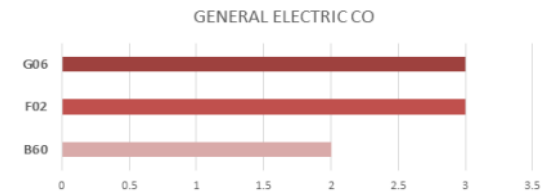
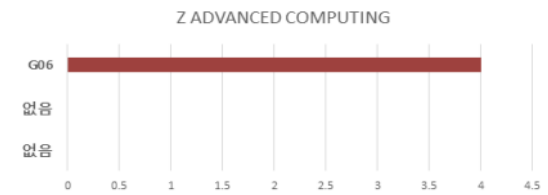
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ROBERT BOSCH	17.11%	1.18%	-22.73%
2	HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYSTEMS	3.95%	0.27%	700.00%
3	BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT	3.51%	0.24%	66.67%
4	KAPSCH TRAFFICCOM AG	2.63%	0.18%	500.00%
5	CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG	2.63%	0.18%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		G08	신호
		G01	광학
2		G01	광학
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G01	광학
		B60	차량일반
		G08	신호
4		G01	광학
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		B60	차량일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
		G08	신호

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS	6.01%	0.33%	75.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	4.92%	0.27%	800.00%
3	INTEL	4.92%	0.27%	250.00%
4	GENERAL ELECTRIC CO	4.92%	0.27%	100.00%
5	Z ADVANCED COMPUTING	2.19%	0.12%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B60	차량일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		H04	전기통신기술
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F02	연소기관
		B60	차량일반
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–

31 친환경 고효율 자동차 기술



31 친환경 고효율 자동차 기술

중점과학기술 개요

- 배출가스 및 온실가스 규제 등 환경규제 강화에 효과적으로 대응하기 위해 새로운 형태의 에너지를 사용하는 무공해 또는 저공해 전력기반 자동차 기술
- 화석연료를 사용하는 엔진기반 자동차의 에너지 이용효율을 획기적으로 개선하는 저공해 고효율화 기술
- 신에너지 자동차의 운행에 필요한 에너지를 효과적으로 공급하기 위한 충전시스템과 소비자 수용성 제고를 위한 충전 인프라 구축 및 운용 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

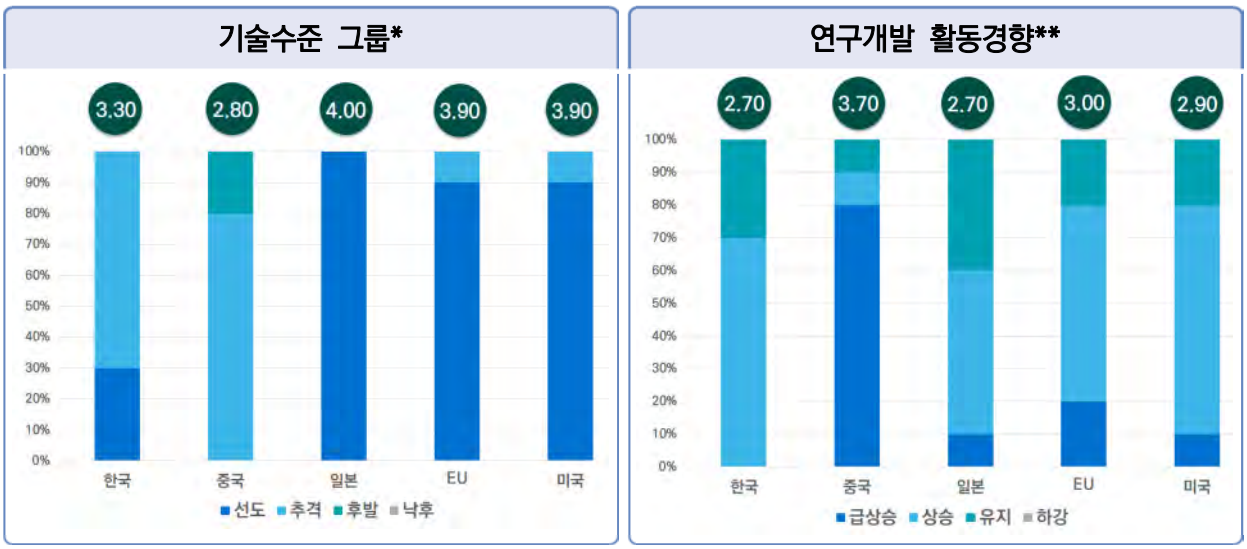
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	90.0	1.8	추격	우수	우수	상승
중국	82.5	3.0	추격	보통	우수	급상승
일본	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승
미국	95.0	1.0	선도	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	90.0	2.0	90.0	89.0	93.0	5.3	1.8	1.0	2.0	0.8
중국	82.5	3.0	82.5	75.0	85.0	7.1	3.0	2.0	5.0	1.4
일본	100.0	0.0	100.0	98.0	100.0	2.1	0.0	0.0	0.5	0.4
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.8
미국	95.0	1.0	95.0	95.0	100.0	4.8	1.0	0.0	1.0	0.6

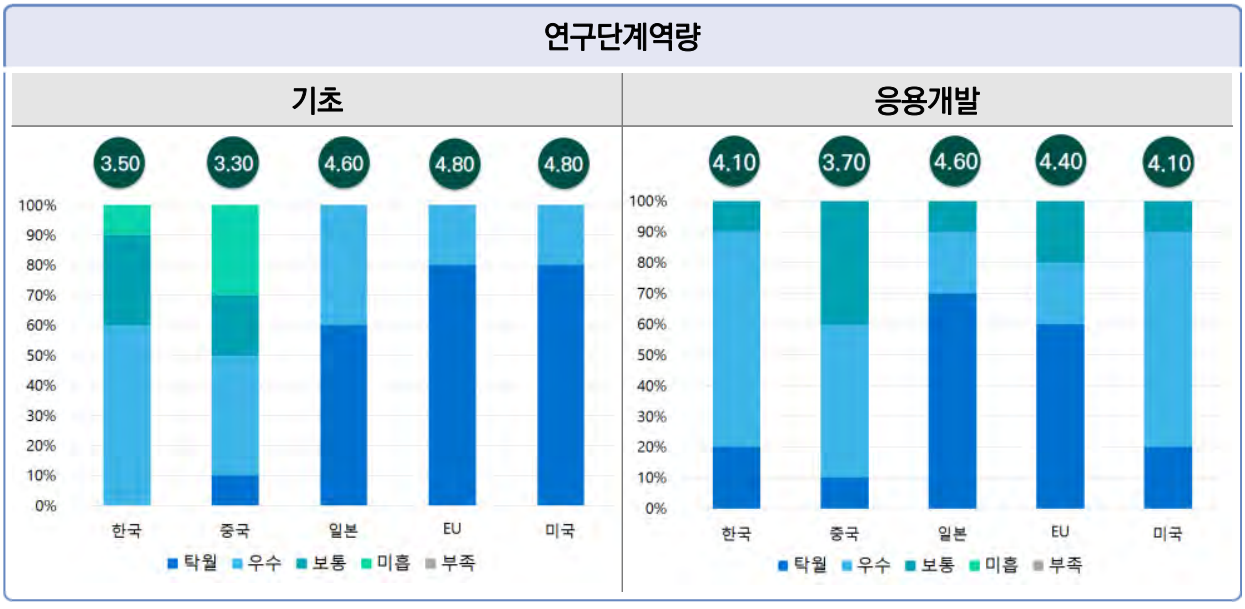
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (90.0%)	• 선도적으로 48V 전동화 엔진 개발 진행 중이고 내연기관 탑재 차량 연비는 세계적 수준 • 시장 규모가 작아 특정 분야를 제외하고는 추격그룹 • 선도 기술의 디테일에 있어서 최선도 그룹에 완성도의 차이 있음 • 산업체의 고군분투와 작은 규모지만 고급 인력 보유 • 정부의 일관성 없는 지원으로 엔진 효율 개선 혁신 기술 개발 지연 • 국내 전기차, 수소전기차 등 차량기술은 해외 선진국 대비 동등, 그리고 배터리, 연료전지기술은 동등 또는 우위에 있으나 전동화 부품인 모터, 인버터, 컨버터 등은 아직 기술력 차이 • 국내에서도 친환경자동차 기술개발 및 보급정책을 지속적으로 지원하고 있고, 국내 기술력도 선진국 수준에 거의 도달
중국 (82.5%)	• 국가적으로 하이브리드관련 산업 육성 중이고 PE 부품 가성비는 세계적 수준이나 내연 기관 개발은 상대적으로 열세 • 내수를 바탕으로 급격한 속도로 추격 중 • 빠른 속도로 자체적인 기술 개발력을 갖추어가고 있으나, 현 단계에서는 선도 기술에 있어서는 차이가 있음 • 큰 규모의 산업과 많은 고급 인력, 정부의 집중 투자로 급성장 중 • 중국의 친환경자동차 정책과 기술 장려로 인하여 기술개발지원이 발 빠르게 추격
일본 (100%)	• 지속적인 시장진출 및 신 모델 개발 • 연료전지자동차는 세계 최초로 양산 개발했고 내연기관 탑재 차량의 연비는 세계적 수준 • 관련 기술 분야의 상용화율 1위 • 판단대상 기술의 거의 전 영역에서 최고수준의 기술 보유 • 차세대 배터리에 대한 연구 및 선도적 양산 계획 우위 • 넓고 깊은 산업 스케일과 수준이 뒷받침되고 꾸준히 연구 개발 • 하이브리드와 연료전지로 특화 • 하이브리드차 기술을 바탕으로 전기차 세계최초 양산, 수소전기차 최대 생산국 등 기술 선도 • 하이브리드, 연료전지, 내연기관 등에서 월등한 기술은 보유 완전 전기차 분야에서는 약간 뒤처짐
EU (100%)	• 친환경자동차의 모든 분야에서 지속적 성과 발표 • 자동차를 제작하는 완성차와 시대에 적극적으로 기술개발에 대응하는 전문부품업체간 긴밀 협조 • 하이브리드 차량의 손익분기점을 넘긴 유일한 국가이고 가솔린 엔진 탑재 차량 연비 수준 또한 세계적 수준 (하이브리드용 가솔린 엔진의 열효율은 세계 최고 수준) • 부품산업 기술이 세계 1위 • 최고수준의 기술의 수의 측면에서는 가장 많을 것으로 추정 • 미국과 함께 장기적 관점의 연구 진행 중 탄탄한 생산성 기반이 우위 • 큰 산업체, 부품 산업, 기본 기술, 우수 인력이 존재하며 정부의 투자가 일관되고 지속적. 내연기관 최고 기술로 수익성이 높아 재투자가 용이하며 산업기반이 강하여 종목 전환도 신속히 이루어짐 • 디젤 차량을 대체하기 위한 친환경자동차 기술 개발 투자에 적극적. 특히 PHEV 등에 주력

국가 (기술수준)	판단근거
	• 친환경 차량 분야에서 약간 뒤쳐짐. 그러나 내연기관 기술과 내연기관 효율화 기술에서는 자타가 공인하는 선도 국가(독일)
미국 (95.0%)	• 전기차 및 자율주행차량 기술 • 대부분 1위 국가와 동등이나 상용화 시기가 일부 늦음 • 전반적으로 선도 그룹에 속하나 일부 선행 연구들에 있어서는 최선도 그룹에 약간 뒤떨어져 있는 것으로 보임 • 산업체의 지속적인 혁신 노력과 정부의 꾸준한 지원 • 전기차, 수소전기차, 하이브리드차 등의 전동화 부품 선도 기술 보유 • 지속적인 정부 투자뿐 아니라, 테슬라 등의 전기자동차 선도 업체 등에서 활발하게 시장 장악 • 최근까지 테슬라 차량을 앞세워 전기차 분야에서 앞서 나갔으나, 후속 혁신의 부족으로 기술 선두 그룹에서 약간 뒤처짐

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 정부의 적극적 지원체계 구축 • 완성차 기준 특허기술 증가 • 내연기관 기술뿐 아니라 전기차, 연료전지 차량에 이르기까지 최고 수준의 자체 기술 보유 • 뛰어난 엔지니어들이 대거 분포 • 단일 기업의 독점적 연구개발에 의한 성과가 많은 편 • 세계 최고 수준의 이차·연료 전지 기술 • 전기에너지 저장시스템 기술 • 연료전지시스템 양산화 기술 • 다양한 응용제품의 개발능력 탁월 • 단기적인 연구 기획에 강점, 신속에 시장의 변화에 대응하는 능력 탁월 • 기초 과학 및 기반 기술에 대한 노력 더욱 활성화 가능 • 전기차의 배터리, 수소전기차의 연료전지 시스템 기술 선도 • 제조기반, 제품화 기반의 인력 우수	• 단일 기업의 시장 독점으로 분야별 균형 있는 기술 투자 실패 • 전문중소기업 육성 필요 • 선행기술 개발의 투자 상대적으로 부진 • 전기/수소 충전시설, 인프라 등은 미국, 독일, 일본 등에 뒤처짐 • 연구 인력의 대부분이 내연기관 분야에 집중되어 있어 중장기적으로 친환경차 연구 인력 육성 필요 • 기초연구는 미흡하나 응용개발 및 양산 속도로 기술수준을 유지하고 있어 기초연구 비중 향상 필요 • 기초 기술 연구 논문 영향력 미흡 • 특허권 확보 미흡 • 재료비 절감 기술 • 차세대 전력 반도체 적용 기술 • 장기적인 방향 설정 및 지속적 지원 미흡 • 기업 중심의 인력은 양성되고 있으나 미래 기술의 기초연구 인력양성은 선도그룹 중 가장 뒤쳐진 상태이며 인프라에 대한 투자가 낮음
중국	• 넓은 시장 잠재력 • 기초과학분야의 우수한 연구인력 • 정부 정책강화와 내수	• 전반적 기술 통합부족 • 자체 연구기획력 등의 부진 • 기초 기술 연구 논문 영향력 미흡

국가	강점분야	기타
	• 국가차원의 인프라 구축 및 각종 지원제도에 힘입어 빠른 속도로 기술개발 중. 최근 고연봉을 제시하며 전 세계 친환경차 개발인력을 흡수 • PE 부품 기술 경쟁력 강화 중 (성능 및 재료비 측면) • 기초 기술 연구 강화 중 • 시장의 규모와 함께 다양한 계층의 시장이 형성되어 있어 새로운 도전과 함께 성장할 수 있는 기회를 다양하게 제공 • 기반 기술 부분은 미흡하나, 도전 정신과 함께 정부의 미래 지향적 투자 및 지원활동이 매우 활발 • 원천기술은 낮지만 응용기술에서는 전 세계 가장 우수한 기술력을 보임. 특히, 해외에서 개발된 원천기술을 습득하는 속도가 가장 빠름	• 특허권 확보 미흡 • 내연기관 열효율 개선 기술 미흡 • 천연자원 활용으로 대량 부품 개발 및 가격 경쟁력을 우선하고 있음 • 기반 기술에 대한 투자 시점에 대한 고민과 노력이 미흡 • 응용기술은 우수하나 원천기술에 필요한 인프라 확보는 느린 편이여서 친환경차 외형은 증가시킬 수 있으나 부품 하나하나의 성능확대는 어려운 상황
일본	• 균형 있는 기술개발을 통하여 지속적 신기술 개발 및 시장 지배력 강화 • 연구논문과 특허인용 동반 발전 • 정부의 지원과 자동차 회사 간의 연구개발 네트워크에 의해 기초기술과 응용기술이 일부 공유됨. 이와 같은 네트워크는 국가 산업 전반에 긍정적 영향을 미침 • 세계 최고 수준의 하이브리드 기술 및 수익성 확보 최초 국가 • 대기업 및 중소기업의 강건한 기술 인프라 • 고효율 구동시스템 기술 연료전지시스템 양산화 기술 전기에너지 저장시스템 기술 • 섬세한 기초과학 강점 최근 차세대 배터리에 대한 적극 개발과 양산 투자 발표 등으로 선도 혁신 진행 • 실험기반 원천기술이 탁월하여 최근 국제표준 선도 • 기초연구 인력 우수 • 기초연구에 필요한 배터리, 연료전지, 고압부품 등의 인프라 우수	• 일본 내 자본력의 한계 • 응용개발 및 양산 속도는 상대적으로 느림 • 전기차 기술 인프라 미흡 • 차세대 전력반도체 적용 기술 • 올림픽 겨냥 지원 확대 • 보수적인 산업 구조가 최근 급격한 변화에 대한 대처능력에 대한 저항 요인으로 작용 • 천연가스 및 내연기관에 대한 기술발전이 다소 느림
EU	• 다양한 연구그룹과 효율적인 산학연 연구개발 추진 • 연구논문과 특허인용 동반 발전 • 독일 기업의 디젤 게이트 이후 유럽 자동차 산업 전체가 친환경차에 몰입하는 수준으로 정부의 친환경차량 지원이 막대함	• 상대적으로 느린 현업 대응력 • 친환경 기초기술이 대단한데 반해 아직은 내연기관의 비중이 높음 • 전기차 기술 인프라 미흡 • 융합기술 필요 • 민간기업간의 상호협력 확대

국가	강점분야	기타
	• 신규 기술 인력이 대거 친환경차량으로 전환 중이며 인프라 확장 속도도 매우 빠름 • 현재까지는 전기차, 수소차 대비 내연기관이 주류였으나 향후 급속한 속도로 친환경 차량 비중이 늘어날 것으로 전망됨 • 48V 기반 e-PT 기술 선도 중 • 대기업 및 중소기업의 강건한 기술 인프라 • 세계 최고 수준의 내연기관 (승용디젤) 기술 • 기능성 경량소재 적용기술 천연가스 엔진 고도화 기술 내연기관 효율 개선 기술 충전 편의성 적용 기술 • 민간 인프라, 인력공급 시스템 • 기반 기술 교육 여건 인프라 • 중장기 연구 기획 능력 탁월 • 전 세계 시장에서의 시장 기반 확보 • 생산기술의 우수성을 바탕으로 채산성이 높은 제품 생산 기술 확보와 함께 연구 개발 재투자 활발 • 내연기관의 원천기술은 있어 PHEV에 대한 기술 선도 • 내연기관 인력은 탁월 • 전기차, 수소전기차에 대한 인프라 확대	• 최근 디젤 문제등과 함께 신뢰성 부분에서 다소 하락 • 내연기관 중심의 PHEV가 증가할 것으로 전망하여 기술을 확보하였으나 세계시장 및 기술이 순수 전기차, 수소전기차로 전환 중이여서 기술 확보가 다소 미흡
미국	• 넓은 시장과 고급인력의 확보 • 높은 기술투자 유치 가능성 • 연구논문과 특허인용 동반 발전 • 최고 수준의 기초 기반 기술과 연구 인프라 • 특허 점유율 최상 • 차세대 전력반도체 적용 기술, 충전 편의성 적용 기술, 부품 전동화 및 복합 에너지 활용 기술 보유 • 장기적 관점의 연구방향 제시 능력 탁월 • 시장 규모를 바탕으로 한 기업의 성공 가능성 매우 우수 • 전 세계의 인력을 흡수하는 환경 • 해석기반의 친환경차 원천기술 탁월 • 해석기반 인력을 계속 확대하고 있으며 특히 전기차, 수소 전기차에 대한 인력양성 확대 중	• 전반적인 연구투자의 부진 • 차량 파워트레인 기술보다는 자율주행, 전장화 등에 보다 많은 투자 진행 • 기초 기술 연구 논문 영향력 미흡 • 에너지 저장 시스템 기술 등은 아시아권 기술에 의존 • 기존 자동차 산업 외의 신규업종의 투자 확대 • 시장 변동 느림 • 급격한 시대 변화에 대응하는 기술 등은 다소 미흡 • 응용개발 기술에 있어 다소 늦어지는 것으로 보임 • 전기차량을 한때 주도했으나 최근 주춤하고 있고 기술격차는 거의 없는 수준

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	1위	4위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 자동차부품관련 중소기업 육성을 위한 산학연 협력 강화 • 국내전문기관 주도 요소기술개발 및 표준화 • 정부의 연구개발 지원 시 유사 기관간의 경쟁 R&D 보다는 협업 유도 • 통신 프로토콜 표준화를 통해서 교환 가능한 모듈화 필수 • 정부가 주관하여 산학연이 참가하는 기술 및 시장 시나리오 작성과 모든 분야의 균형 잡힌 연구개발 사업 확대 • 기존 자동차 부품업체가 전기차, 수소전기차 부품업체로 전환하는데 투자 • 요소기술 그룹별 기술 개발 지원 • 시스템 중심의 기술 개발 유도 • 연료전지 차량 및 전기차량의 동력이 되는 연료전지와 배터리의 원천기술을 보유한 단체/업체와 완성차 업계가 분리 됨. 따라서 원천기술을 보유한 대학/업체와 완성차 업계 협력 추진 시 세계 시장 선도 기반 형성
국제협력 촉진	• 국제교류 촉진을 위한 국제협력과제의 내실화 • 전문 외국기업과 기술협력 인프라 구축 • 원천기술 분야의 국제협력 유도 및 협력기회 확대 • 선진국과의 시나리오 공유 작업 및 연구개발 협력 • 전기차의 차세대 배터리, 수소 전기차의 대량생산 및 보급에 협력 • 국제 공동 기술 개발 지원 • 국제 표준화 기술 활성화 • 우리나라는 연구 인력과 자원이 풍부하지 않으므로 모든 면에서 뛰어나지 않음. 응용기술은 뛰어난 편이지만, 소재 및 뿌리 기술은 취약. 우리가 취약한 부분은 국제 협력을 통해 보완 가능. 취약한 부분을 우선 파악하고 미진한 부분은 외국과의 기술 협업을 통해 빠르게 추격
인력양성 및 유치	• 우수인력의 해외 유출 방지 • 인공지능형 센서 및 통신 분야 인력양성 • 친환경자동차 수요증가에 따른 해당분야의 특화된 전문 인력 양성 • 자동차 공학의 기초위에 전기공학 개념을 갖춘 엔지니어가 많이 필요. 기본적인 전기 개념의 교육과 인재 양성 필요 • 모든 분야의 인력 양성을 기본 연구비 지원 • 고급인력 양성이 배터리, 연료전지로 편중됨. 자동차의 효율향상은 전기차, 수소 전기차의 전력변환장치, 모터 및 수소 전기차의 운전 장치, 수소저장장치 등이 좌우하는 경향도 있기에 이에 대한 고급인력 확충 필요 • 전문 인력양성 프로그램 개발

	정책제언
	• 현장 경험 위주의 교육 프로그램 개발 • 해당 전공에 해당하는 학생들의 석·박사 학위과정 유도 • 장학금 장려 등을 통해 인력 양성 지속 • 기술을 제품화하는 업체 및 기술 연구기관에 대한 제도적 지원 • 기 확보 인프라를 충분히 활용하기 위한 전문 인력 공급
인프라 구축	• 개별국가별 수준에 준하는 테스트 인프라 구축 및 운영 • 새로운 환경기준에 맞는 검증 인프라 구축 • 사회적 인프라의 확대 없이는 친환경자동차의 보급에 따른 정책효과를 기대하는 것은 거의 불가능. 인프라 확충을 위한 정책적 노력 필요 • 사용자 편의성 중심으로 인프라를 구축하고, 인프라 구축의 중심은 적절한 수익을 낼 수 있는 사업모델로 진행되도록 정책적 지원 • 장기적으로 모든 기술 분야의 인프라 개선 및 구축 • 고속도로, 일반도로, 공공시설 등에 전기차의 급속충전기, 수소전기차의 수소충전소 등 운행하는 친환경 차량의 수량에 맞는 인프라 구축 및 확대
법·제도 개선	• 수소, 전기 등 다양한 연료를 용이하게 공급할 수 있는 제도적 지원 • 수소 및 전기 등의 활용을 위해서는 인프라 구축이 매우 중요하나 이 인프라 구축을 위해서는 법적 제도적인 개선이 없는 상태에서는 그 노력이 결실을 보기 힘듦 • 사업자의 수익 창출 및 사업 내용에 대해 소비자가 행복한 방향으로 법제도 개선 • 자동차기술의 종류가 아닌 출력 기준으로 제도 개선. 공해배출 기준을 차량 종류 (가솔린, 디젤, 대체 연료차, 배터리 전기차, 수소전기차 등)로 하지 않고 배출 규모 및 수준으로 결정 예: 총 cycle의 CO2 혹은 온실가스 배출량, PM, PN, NOX, HC, CO 등 • 충전설비의 안전기술을 지원하여 완화가능한 제도 확립. 보조금보다는 소비자 인센티브를 강화하는 전략 수립 • 친환경자동차 분류 기준 재정립 • 친환경자동차 세제 혜택 제도 정립 • 친환경 차량이 폭넓게 운행될 수 있도록 혜택 제공. 일방적인 보조금을 의미하는 것은 아니며, 운전자가 기쁜 마음으로 친환경 차량을 운전하도록 하는 제도 필요
연구비 확대	• 분야별 균형 있는 연구비 투자를 통한 장단기 목표 달성 전략 • 수직적 자동차산업 구조에서 벗어나 중점분야 강점보유 강소기업, 대기업, 학계 협력 연구비 확충 • 4차 산업혁명과 연관 지어 해당 예산이 "친환경 고효율 자동차" 기술개발에도 활용될 수 있도록 노력 • 응용 부분은 기업이 주도하므로 요소기술 부분에 대한 연구 방향에 집중 • 산업 규모에 걸맞게 단, 중기의 가솔린/디젤 연구 확대 장기적인 전기차 (배터리, 수소) 기본 연구 진행 • 해외기술과의 격차 해소 및 지속적인 원천기술 개발 지원 • 친환경자동차 적용 요소부품 기술 개발 및 시스템 양산화 기술 개발

	정책제언
	• 차세대 전력반도체, 고출력 충전인프라, 핵심부품 효율 향상 기술 • 필요 배경과 얻어야 할 결과물이 명확한 부분에 한해서 연구 확대 필요
기타 의견	• 포스트 전략기술개발 대비 프리 친환경 전략기술(한국형 균등화발전단가, 리사이클 등) • 친환경 고효율을 구현하기 위한 제어수단으로서의 전자산업과의 융·복합은 필수적 • 충전 편의성 기술은 하드웨어 뿐 아니라, 잘 준비된 ICT 기술이 융합되어야 안전하고 편리한 충전과 결제 절차, 그리고 전력망과의 전력 수급 조절을 이우러 나갈 수 있으므로, 항상 중요한 융·복합 추진 기술 분야임 • 전기차 보급 활성화를 위하여 고출력(400kW급) 급속충전기 개발 및 인프라 구축 • 전기차 및 인프라 서비스 산업 연계로 상용화 및 양산화 기술 촉진정책 • 전기 자율주행차 기술 개발 추진 • '친환경 고효율 자동차' 기술 분야는 자율주행기술 및 차량 공유 기술과 매우 밀접. 따라서 단지 친환경자동차 기술에만 매진할 것이 아니라 자율주행 기술이 구현되었을 경우의 친환경 차량 기술방향성, 차량 공유기술이 활발해 졌을 때의 친환경자동차 기술 방향성을 복합적으로 고려 필요. 친환경 차량 정책 입안 시에는 연관 기술과의 밀접한 연계가 필요하며 가장 중요한 분야는 자율주행 및 차량공유 서비스. 세부 기술 측면에서는, 친환경 고효율 자동차가 구현되었을 때 차체 구조를 어떻게 개발할지, (자율주행으로 운전필요가 없어진) 차실의 공간은 어떻게 구성하여 승객이 편안함을 느낄지(인간공학), 소리가 나지 않는 전기차를 보행자에게 어떻게 인식시킬지, 충전 효율 및 시간을 어떻게 향상할지, (현재 여러 종인) 배터리 충전방식을 국가에서 어떻게 관리할지, 등등 수많은 연관 기술 고려 필요

다 주요 분석 결과 요약

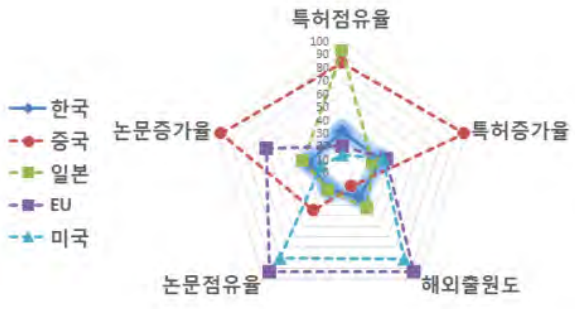
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	친환경 고효율 자동차 기술	4,483	6,842	69.9%	62.9%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

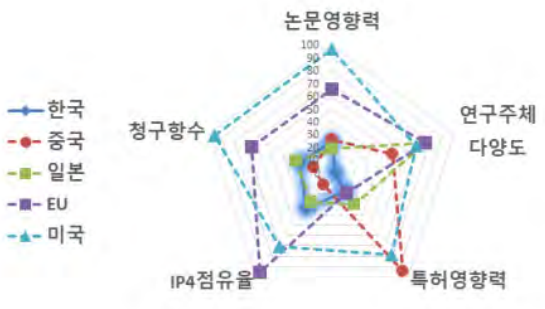
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	일본	미국	중국
	42.6%	36.9%	18.8	23.2
한국	5위	3위	4위	5위
	4.7%	14.1%	7.0	4.5
5개국 평균[2]	-	-	13.1	11.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

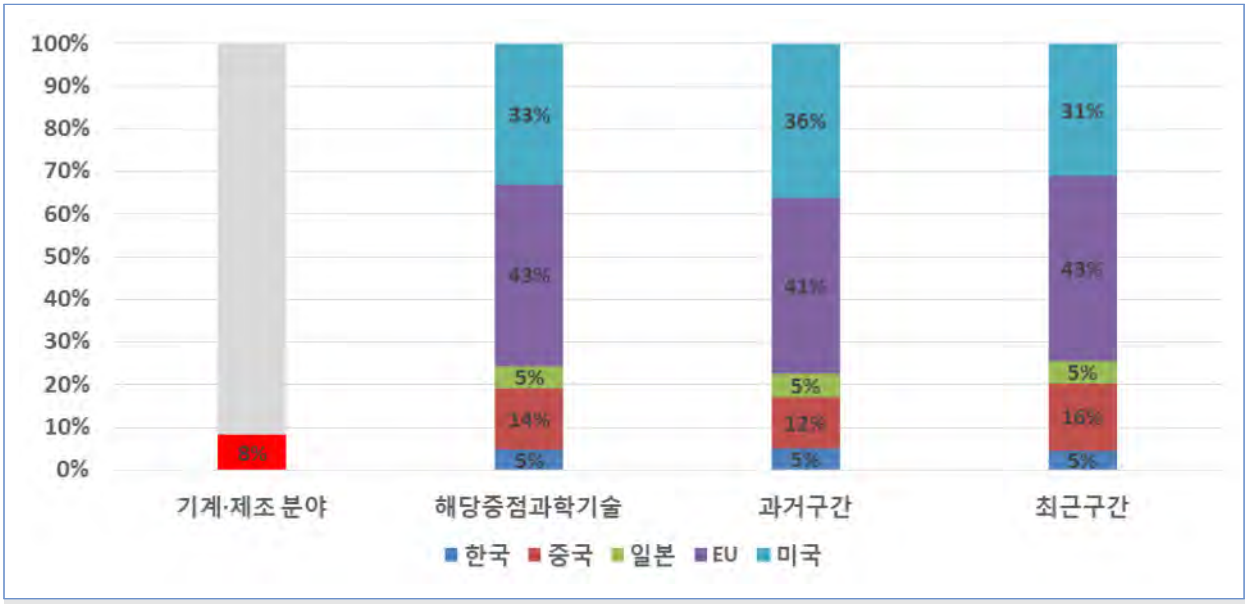
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.7%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(7.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(42.6%), 미국(32.9%), 중국(14.5%), 일본(5.2%), 한국(4.7%) 순이며, 논문 증가율은 중국(120.8%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(18.8), EU(12.2), 중국(7.2), 한국(7.0), 일본(6.1) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 일본(0.97)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.1%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(4.5)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 일본(36.9%), 중국(32.0%), 한국(14.1%), EU(10.0%), 미국(6.9%) 순이며, 특허 증가율은 중국(332.1%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 중국(23.2), 미국(17.4), 일본(7.6), EU(4.8), 한국(4.5) 순이며, IP4 점유율은 EU(31.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.7%	14.5%	5.2%	42.6%	32.9%
	논문 증가율	55.4%	120.8%	58.2%	79.0%	46.2%
	논문 영향력	7.0	7.2	6.1	12.2	18.8
	연구주체 다양도	0.56	0.85	0.97	0.96	0.93
특허 분석	특허 점유율	14.1%	32.0%	36.9%	10.0%	6.9%
	특허 증가율	24.6%	332.1%	-0.9%	39.5%	31.2%
	해외출원도	0.9	0.2	1.5	5.0	3.9
	특허 영향력	4.5	23.2	7.6	4.8	17.4
	IP4점유율	9.1%	0.6%	7.2%	31.1%	19.0%
	청구항수	3.6	2.6	3.9	6.2	9.7

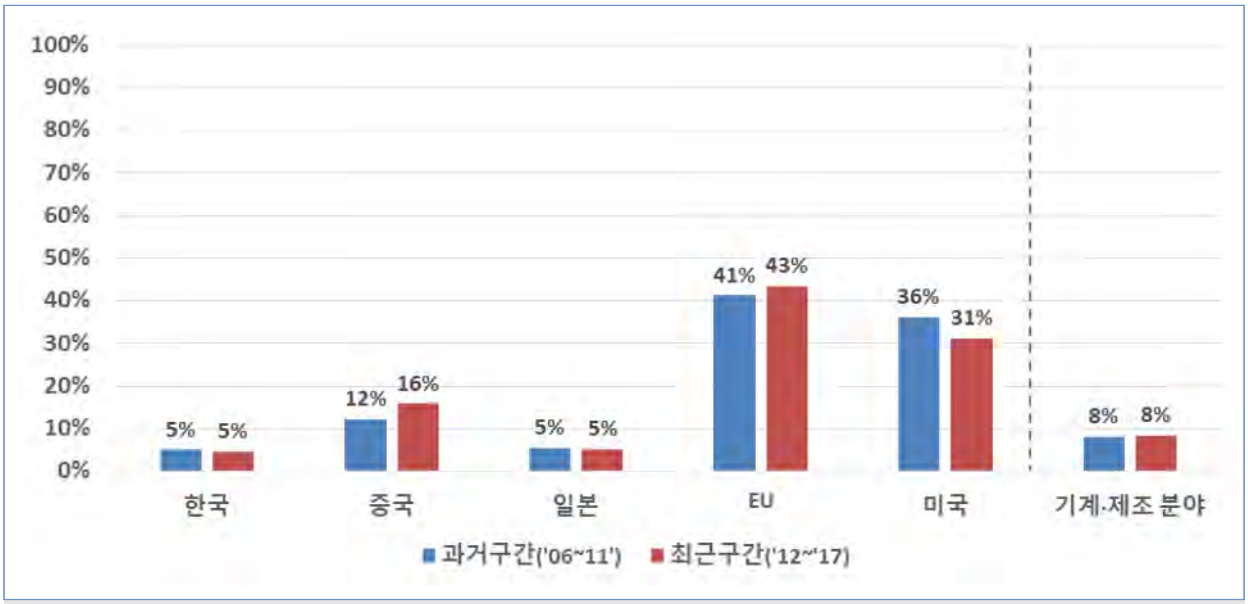
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 친환경 고효율 자동차 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1911건으로 전체 논문의 43%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 고효율 자동차 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

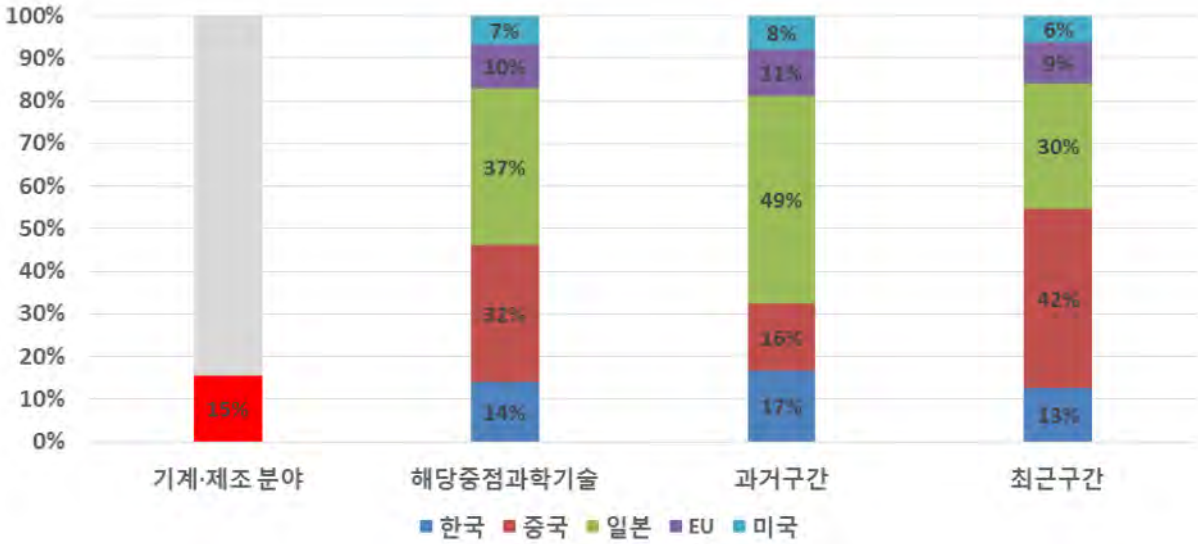


- 친환경 고효율 자동차 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 55.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	83	129	212	55.4%
중국	202	446	648	120.8%
일본	91	144	235	58.2%
EU	685	1,226	1,911	79.0%
미국	600	877	1,477	46.2%
전체	1,661	2,822	4,483	69.9%

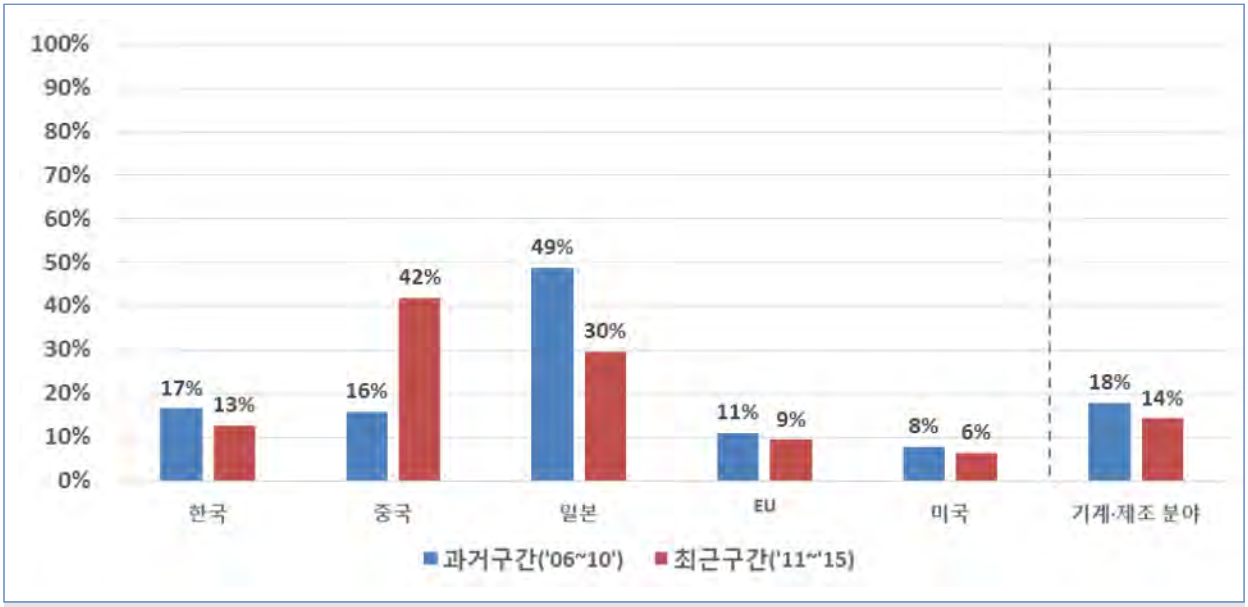
(4) 특허 점유율(전체)



- 친환경 고효율 자동차 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 일본이 2528건으로 전체 특허의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 한국, EU, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 고효율 자동차 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 15%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 친환경 고효율 자동차 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 24.6%이고, 한국은 과거구간에 2위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	431	537	968	24.6%
중국	411	1,776	2,187	332.1%
일본	1,270	1,258	2,528	-0.9%
EU	286	399	685	39.5%
미국	205	269	474	31.2%
전체	2,603	4,239	6,842	62.9%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

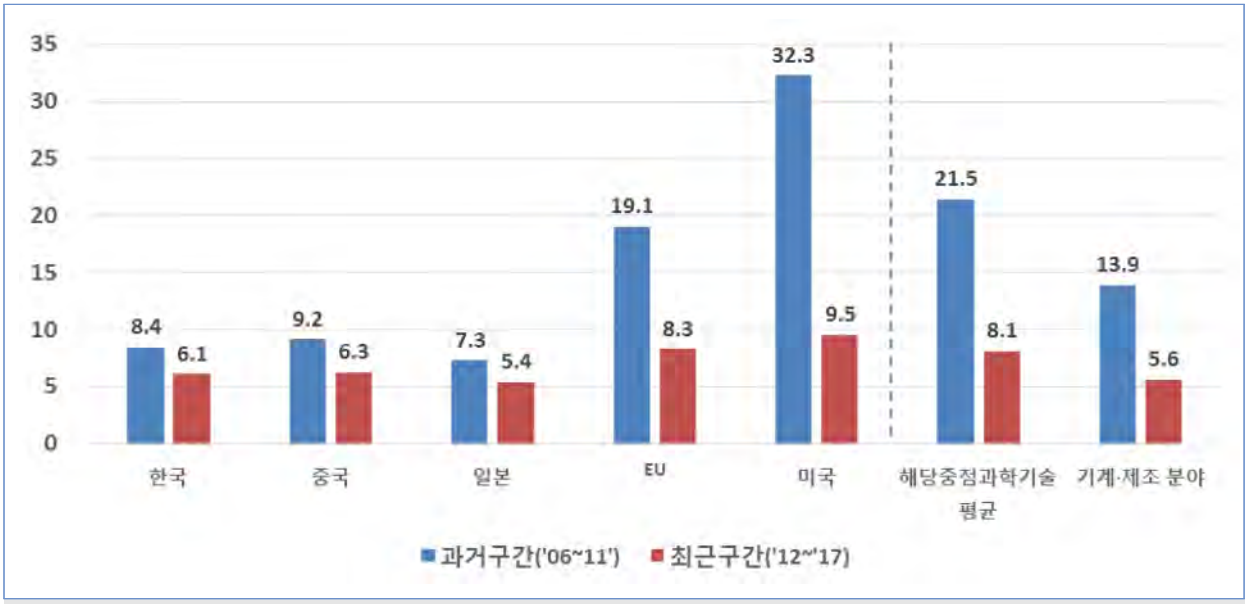


● 친환경 고효율 자동차 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

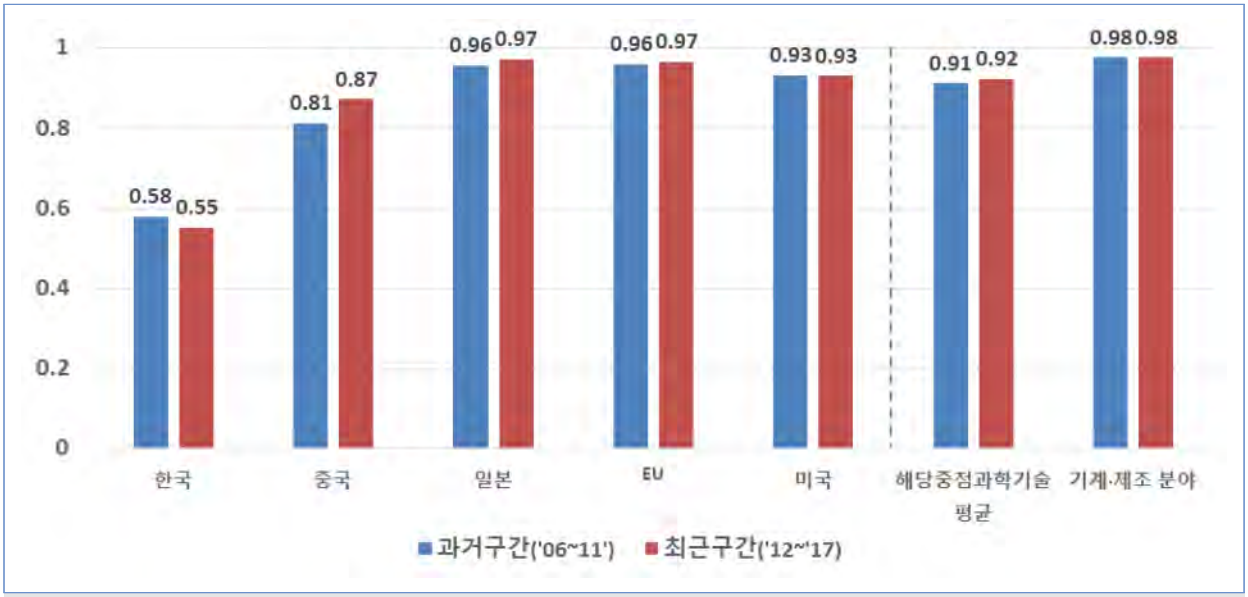
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



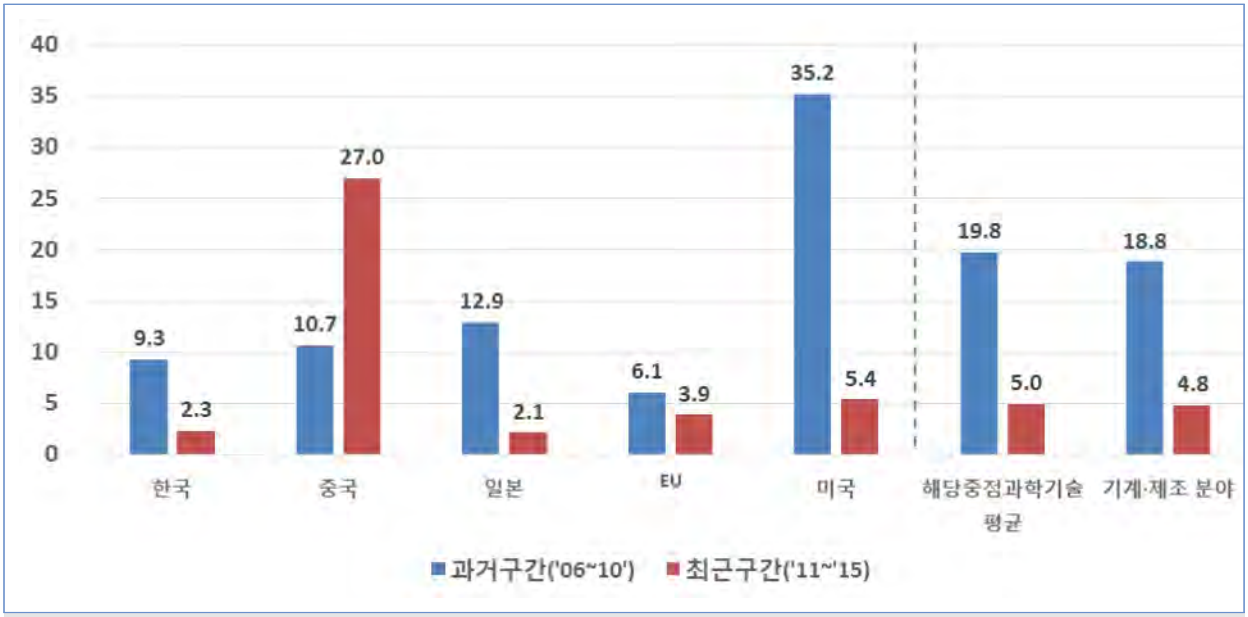
- 친환경 고효율 자동차 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



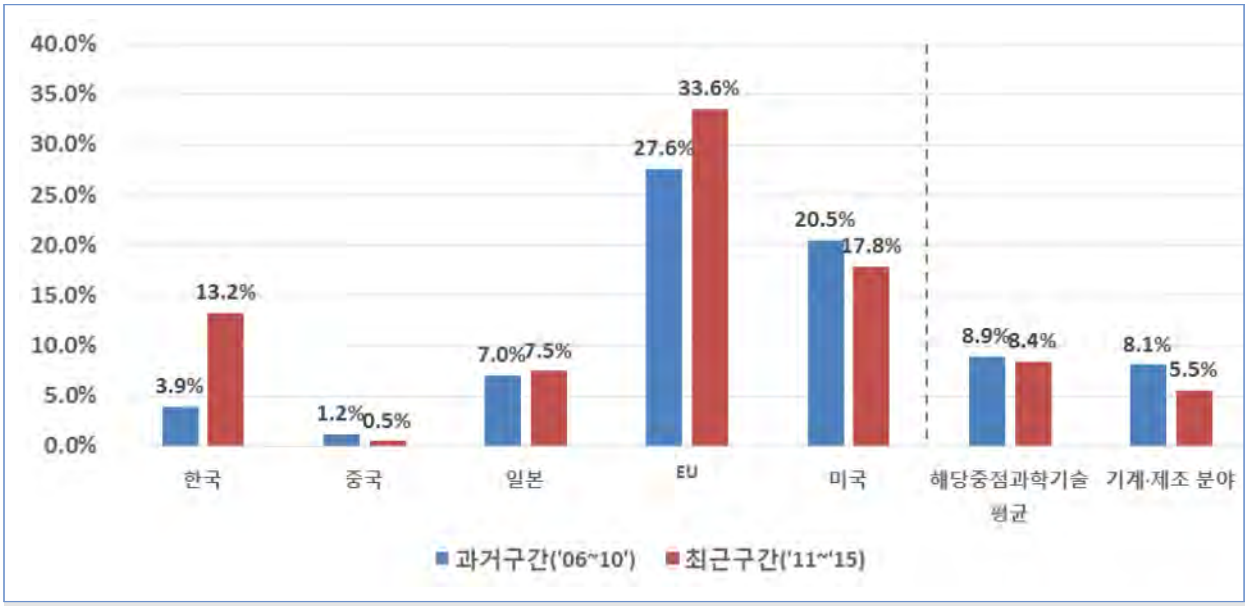
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



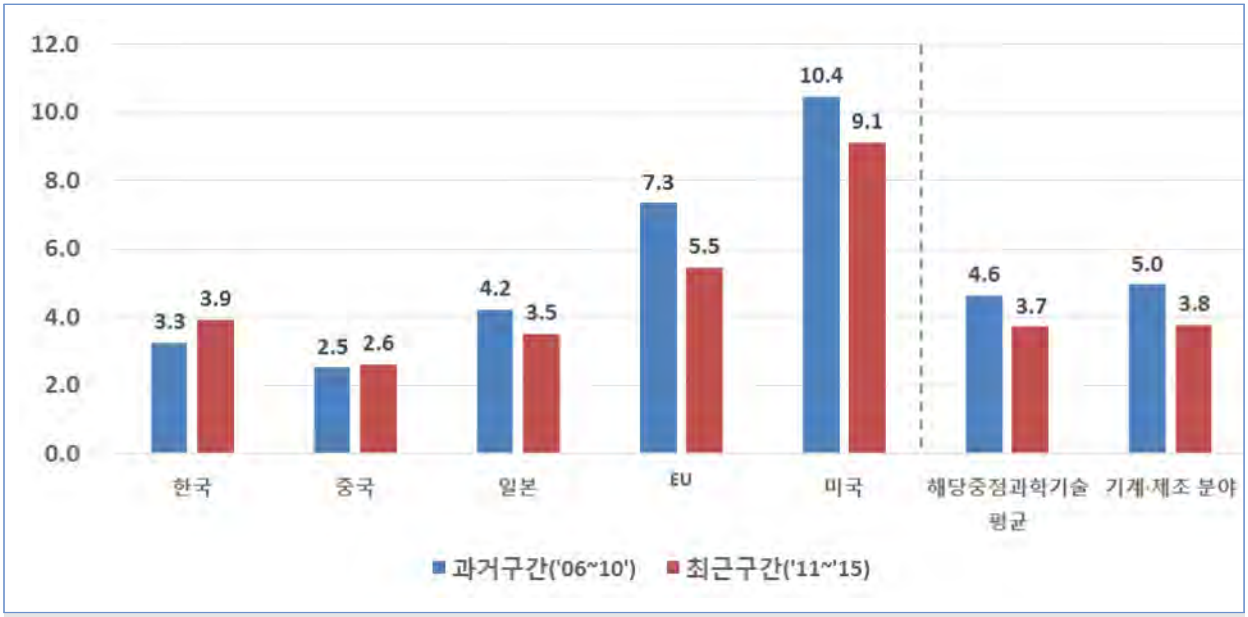
● 친환경 고효율 자동차 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 중국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 친환경 고효율 자동차 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 친환경 고효율 자동차 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

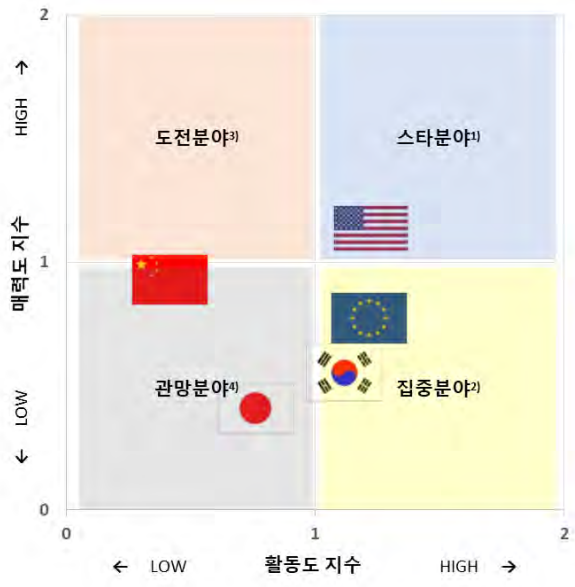
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

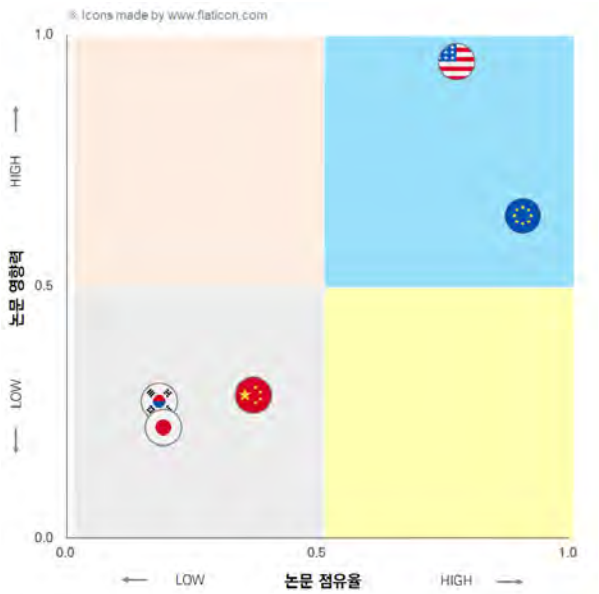
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 친환경 고효율 자동차 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

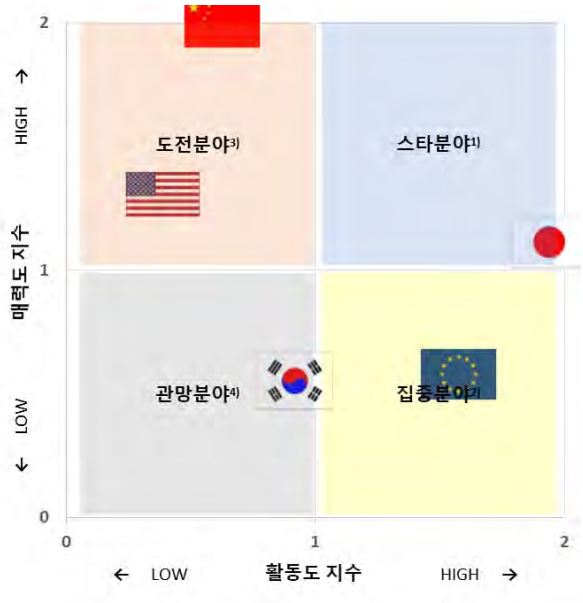


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

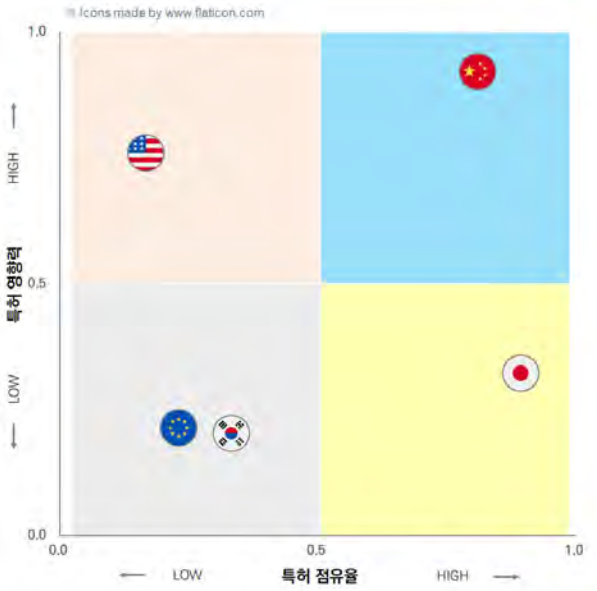
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 친환경 고효율 자동차 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TSINGHUA UNIVERSITY(1.07%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '성균관대학교'가 5.66%(글로벌 점유율은 0.27%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	7.41%	1.07%	18.18%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.64%	0.87%	154.55%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	미국	1.69%	0.56%	-21.43%
4	JILIN UNIVERSITY	중국	3.70%	0.54%	280.00%
5	RWTH AACHEN UNIVERSITY	EU	1.15%	0.49%	166.67%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	5.66%	0.27%	100.00%
2	HANYANG UNIVERSITY	4.25%	0.20%	100.00%
3	MARINE RESEARCH INSTITUTE	2.83%	0.13%	-50.00%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	2.83%	0.13%	400.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	2.36%	0.11%	-75.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	7.41%	1.07%	18.18%
2	JILIN UNIVERSITY	3.70%	0.54%	280.00%
3	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.62%	0.38%	140.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.47%	0.36%	28.57%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	2.31%	0.33%	14.29%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHIMANE UNIVERSITY	6.38%	0.33%	300.00%
2	TOYOTA MOTOR CORPORATION	3.40%	0.18%	200.00%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	2.98%	0.16%	33.33%
4	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.13%	0.11%	-33.33%
5	UNIVERSITY OF TOKYO	2.13%	0.11%	300.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	RWTH AACHEN UNIVERSITY	1.15%	0.49%	166.67%
2	NEWCASTLE UNIVERSITY	0.89%	0.38%	366.67%
3	CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.84%	0.36%	0.00%
4	UNIVERSITY OF LEEDS	0.63%	0.27%	200.00%
5	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.63%	0.27%	1000.00%

6 미국

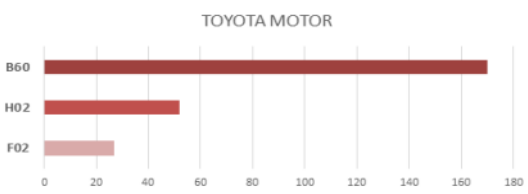
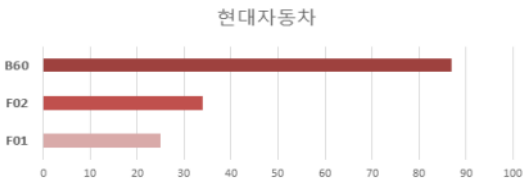
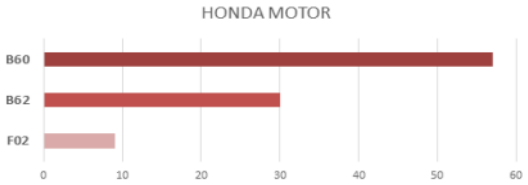
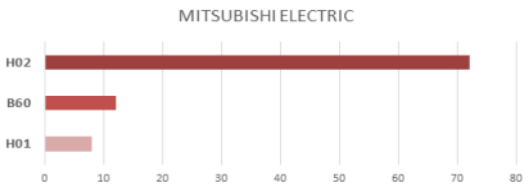
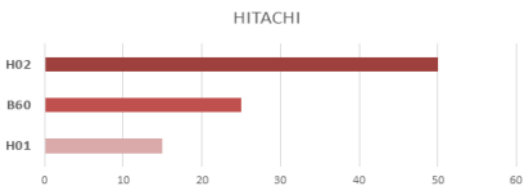
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.64%	0.87%	154.55%
2	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.69%	0.56%	-21.43%
3	ARGONNE NATIONAL LABORATORY	1.29%	0.42%	-10.00%
4	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	0.95%	0.31%	500.00%
5	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	0.81%	0.27%	400.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'TOYOTA MOTOR(4.52%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '현대자동차'가 21.07%(글로벌 점유율은 2.98%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'TOYOTA MOTOR'와 '현대자동차'는 B60(차량일반)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

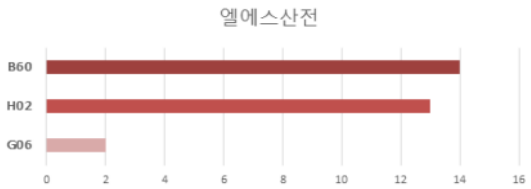
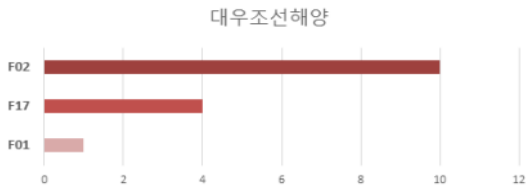
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOYOTA MOTOR	일본	12.22%	4.52%	-26.40%
2	현대자동차	한국	21.07%	2.98%	6.06%
3	HONDA MOTOR	일본	5.30%	1.96%	-8.57%
4	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	4.67%	1.72%	7.02%
5	HITACHI	일본	4.55%	1.68%	-25.76%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F02	연소기관
2		B60	차량일반
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
3		B60	차량일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
		F02	연소기관
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자

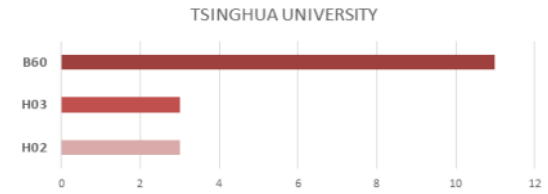
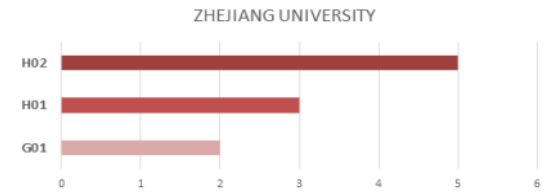
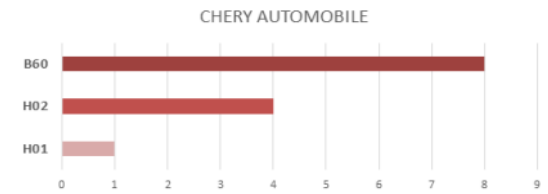
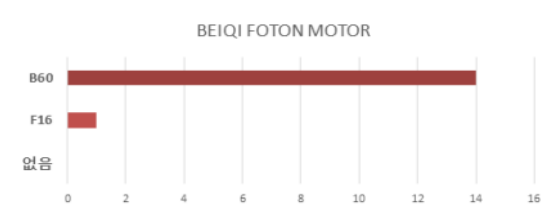
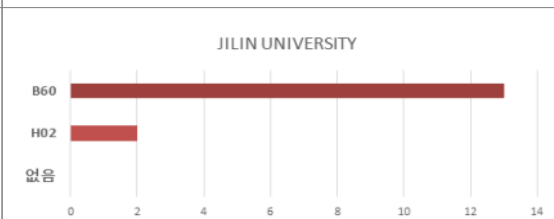
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대자동차	21.07%	2.98%	6.06%
2	엘에스산전	3.10%	0.44%	550.00%
3	대우조선해양	2.27%	0.32%	75.00%
4	현대모비스	1.65%	0.23%	600.00%
5	한국철도기술연구원	1.65%	0.23%	28.57%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
2		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		F02	연소기관
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
4		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
5		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B61	철도

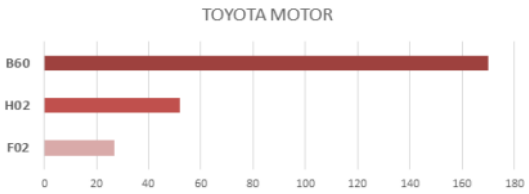
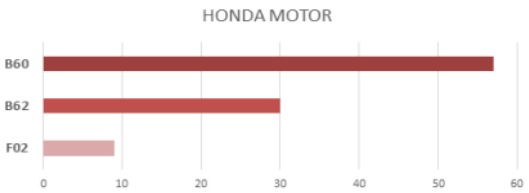
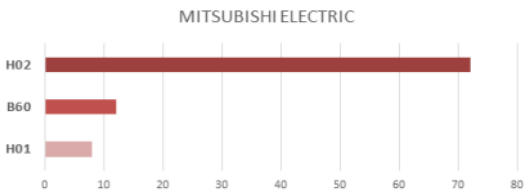
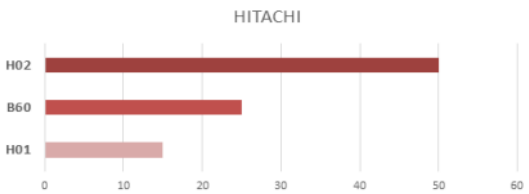
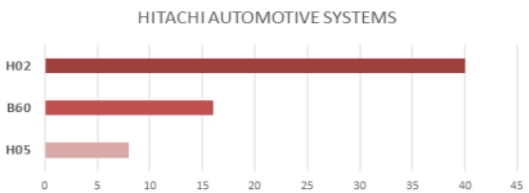
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	1.05%	0.34%	55.56%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.82%	0.26%	57.14%
3	CHERY AUTOMOBILE	0.73%	0.23%	66.67%
4	BEIQI FOTON MOTOR	0.69%	0.22%	550.00%
5	JILIN UNIVERSITY	0.59%	0.19%	60.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		H03	기본전자회로
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
3		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
4		B60	차량일반
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		–	–
5		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–

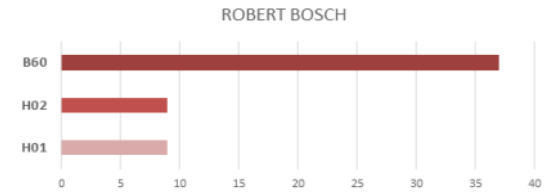
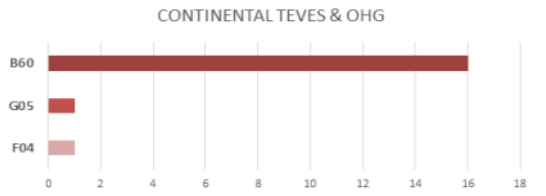
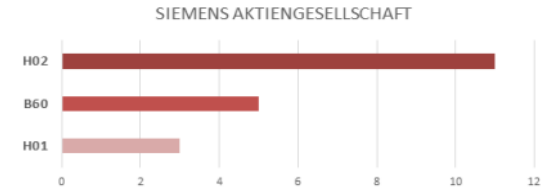
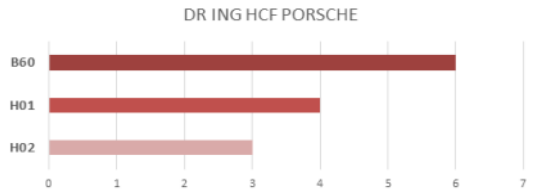
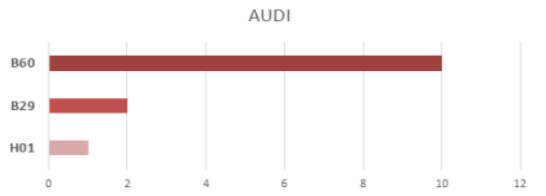
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOYOTA MOTOR	12.22%	4.52%	-26.40%
2	HONDA MOTOR	5.30%	1.96%	-8.57%
3	MITSUBISHI ELECTRIC	4.67%	1.72%	7.02%
4	HITACHI	4.55%	1.68%	-25.76%
5	HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS	3.20%	1.18%	61.29%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F02	연소기관
2		B60	차량일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
		F02	연소기관
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술

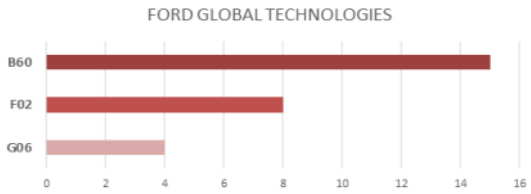
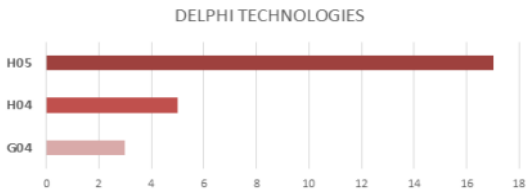
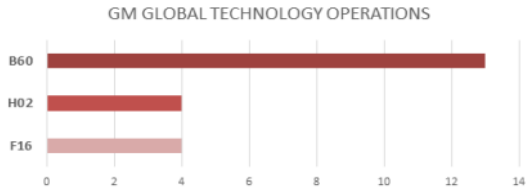
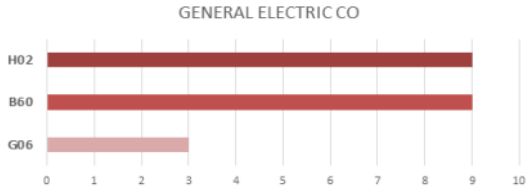
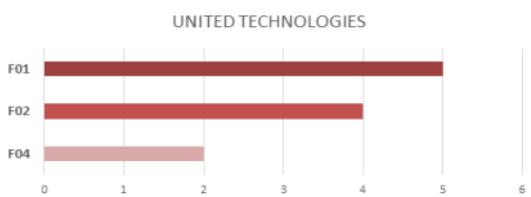
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ROBERT BOSCH	9.64%	0.96%	350.00%
2	CONTINENTAL TEVES & OHG	2.77%	0.28%	-100.00%
3	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	2.77%	0.28%	-41.67%
4	DR ING HCF PORSCHE	2.04%	0.20%	80.00%
5	AUDI	1.90%	0.19%	1200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
2		B60	차량일반
		G05	제어; 조정
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자
4		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		B60	차량일반
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H01	기본적 전기소자

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FORD GLOBAL TECHNOLOGIES	7.81%	0.54%	108.33%
2	DELPHI TECHNOLOGIES	6.54%	0.45%	-17.65%
3	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS	6.12%	0.42%	7.14%
4	GENERAL ELECTRIC CO	4.64%	0.32%	114.29%
5	UNITED TECHNOLOGIES	2.53%	0.18%	1100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		F02	연소기관
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H04	전기통신기술
		G04	시계 제작
3		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F02	연소기관
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프

32 적응형 서비스 로봇기술



32 적응형 서비스 로봇기술

중점과학기술 개요

- 인간과 상호작용을 통하여 인간의 명령과 감정을 이해하고 반응하며 IT 기술을 바탕으로 인간에게 다양한 서비스를 제공하는 로봇 기술로, 인간을 알아보고 먼저 서비스 할 수 있는 인간과 공간, 로봇이 공생하는 지능융합 기술
- 일반사용자 환경에서 로봇서비스의 사용을 위한 기술과 사용자 적응형 서비스(사용자 데이터의 수집 및 분석을 통한 결과를 서비스에 실시간으로 반영함으로써 사용자의 생활행태와 변화에 실시간으로 적응된 서비스를 일컬음) 설계 기술을 기반으로 하며, 실버케어로봇, 각종 소셜로봇, 교육용 로봇 등이 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

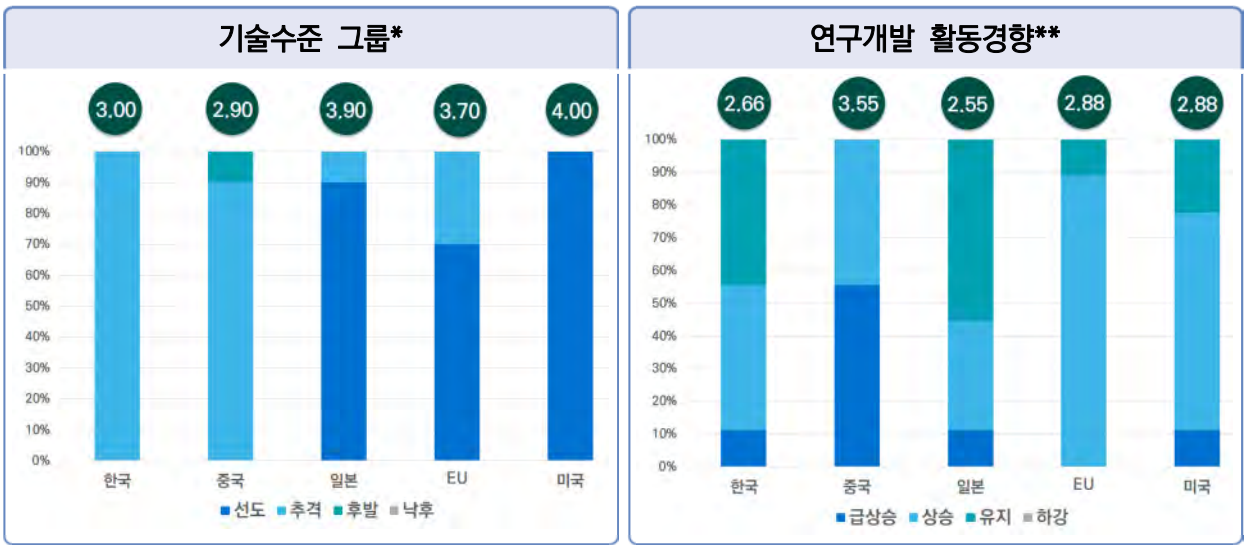
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.5	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	79.0	3.0	추격	보통	우수	급상승
일본	96.5	0.8	선도	우수	우수	상승
EU	95.5	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	3.0	80.5	78.0	82.0	5.4	3.0	2.5	5.0	1.2
중국	79.0	3.0	79.0	65.0	82.0	9.2	3.0	2.5	6.0	1.7
일본	96.0	1.0	96.5	95.0	100.0	3.4	0.8	0.0	1.0	0.7
EU	96.0	1.0	95.5	90.0	97.0	5.5	1.0	0.5	2.0	1.0
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.3

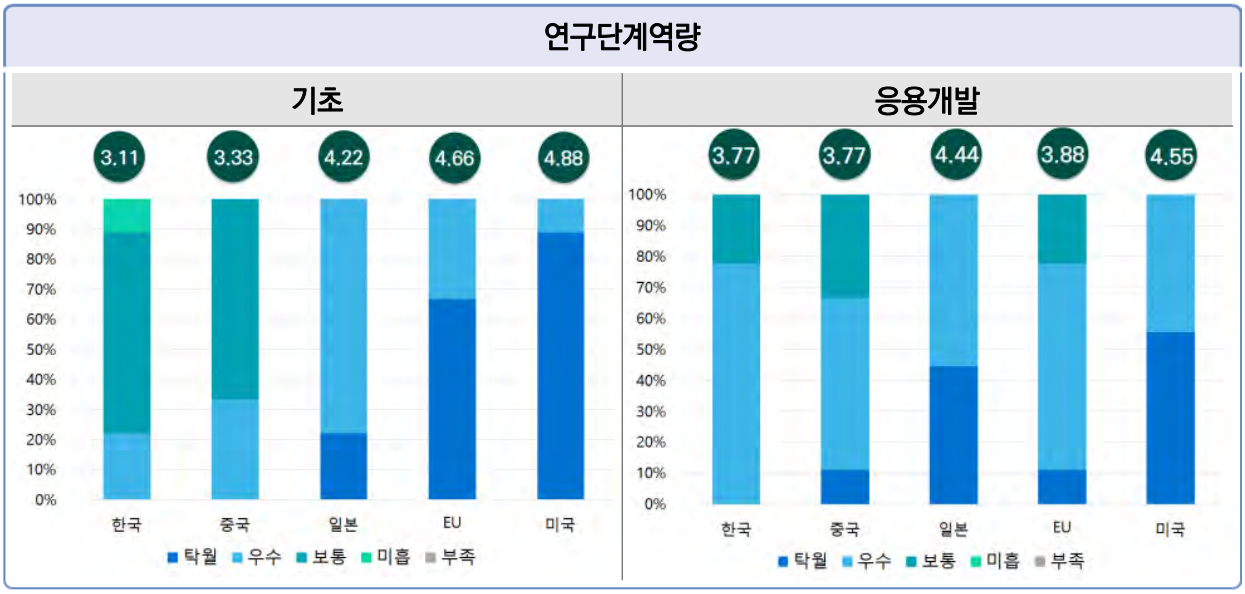
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.5%)	• 로봇 지능 기술에서 선도 그룹에 뒤처지나 일부 로봇 응용 및 서비스 기술은 높은 수준 보유 • 선도그룹의 국가들과 달리 상대적으로 국내시장이 빈약해 국가주도형 로봇분야 연구개발 투자가 이루어지고 있음 • 선도그룹의 선투자 기술의 확산/성공 여부를 모니터링하면서 시장형성에 유리한 분야위주로 투자가 이루어지는 시스템이라 근본적으로 선도그룹 국가에 들어가기는 어려우나 탄탄한 ICT 기술 및 제조기술을 활용한 서비스 로봇 분야에서 기술발전이 꾸준히 이루어지고 있음. 다만, 아직 우선순위를 정하지 못하고 있어, 경쟁우위나 차별화 기술 확보에 어려움을 겪음 • 실내위치측위 관련 기술이 활발히 연구 중이며, 일부 시범서비스 중 • 로봇의 핵심 부품기술 의존도가 높음 • 인공지능 관련 연구가 활성화되어 있으나 대부분의 인공지능 컴퓨팅 플랫폼, 엔진 등은 선진국 의존도가 높음
중국 (79.0%)	• 로봇 지능 기술에서 선도 그룹에 뒤지나 AI 기술을 통해 추격 중 • 최근 급격히 기술역량이 성장 중 • 선도그룹과 대등한 수준의 시장규모와 투자여력 및 잠재기술을 보유하고 있으나, 아직 체계적이고 잘 정비된 전략을 가지고 있지는 않음. 현재 선도그룹에 속한 로봇기술보유 기업이나 전문가를 인수/합병/스카우트를 통해 단기에 추격하려는 전략으로 선도그룹에 합류하려고 하며, 10년 이내에 선도그룹 진입 예상 • 한국과 대등한 수준으로 파악. 산업적 경쟁력 약화가 발전 속도 저하 • 로봇 관련 연구 성과 및 제품 등이 국가 차원의 지원으로 급성장하고 있어 현재 우리나라의 수준에 거의 도달하였고, 수년 내 추월 가능 • 원천기술의 전반적인 수준은 낮으나 인공지능 분야의 수준이 급격히 향상되고 있으며 로봇기업의 창업이 활발하여 다양한 분야의 서비스 로봇이 출시되고 있어 성장 잠재력이 매우 큼
일본 (96.5%)	• 로봇 부품, 기구, 로봇 응용/서비스 등에서 앞서 있으나 로봇지능 기술에서 미국, EU에 비해 다소 뒤짐 • 민간 주도로 다양한 형태의 기술이 지속적으로 개발 중 • 2000년대 초반부터 많은 지능기술을 탑재한 서비스로봇을 가장 많이 상용화하였고, 현재는 특화된 의료/복지/재활/요양 서비스용 로봇에 가장 선두 • 시스템 설계 능력과 부품 소재분야의 저변이 강함 • 철도역사 안내로봇 등에 대한 개발 결과물들 발표 • 로봇관련 핵심 부품 산업의 경도 최고 수준 • 서비스 로봇의 상품화 측면에서는 대기업 등의 참여도 비교적 적극 이루어지고 있으나, 최고기술보유국 대비 상품화 성공사례가 적음 • 대기업 중심(소프트뱅크, 도요타, 소니 등) 로봇 플랫폼 출시 부품 및 액추에이터 관련 세계 최고 수준 기업 존재
EU (95.5%)	• 로봇 구동/제어 부품, 기구 등에서 가장 앞서고 있음 • 최고기술보유국에 근접한 수준의 연구역량 보유하고 있으며, 서비스로봇분야에 상용화된 로봇제품군이 다수 있음 • 로봇 시스템 분야는 일본과 대등한 수준으로 판단되나, 소재 및 부품분야에서 약간 미흡

국가 (기술수준)	판단근거
	• 축산업 및 해저 작업용 등의 특수 목적 서비스 로봇 분야에서 독점적으로 선도 중이며 점진적으로 서비스 대상 영역 확대 중 • IIT(이탈리아), EPFL(스위스), 프라운호퍼(독일) 등 원천기술 연구 활발 로봇 매니퓰레이터 관련 기업 강세
미국 (100%)	• 원천 기술(대학중심)과 상용화 기술(전문 중소기업 중심)에서 선두 자리 유지. 로봇 지능 기술의 기반이 되는 인공지능 핵심 기술 보유 • 다수의 스타트업 기업이 시장에 진출 중 • 관련논문/특허 등 연구 활동 주도 및 피인용건수가 월등 • 민간 주도로 다양한 형태의 기술이 지속적으로 개발되고 있음 • 논문 및 학회, 전시회, 산업화 수준이 높음 • 일본에 비해 상대적으로 서비스 로봇 상용화에 활발하지 않으나, 서비스 로봇에 꼭 필요한 핵심기술, 특히 지능화 원천기술 분야 투자는 독보적으로 최고수준이며, 거대기업(구글, 아마존, MS 등)의 투자규모도 세계최고 수준 • 주요 기업 및 대학에서 AI기반의 인간-로봇 상호작용기술에 대한 개발결과물들이 서비스되기 시작 • AI 컴퓨팅 플랫폼 및 추론 엔진 등에서 독보적 우위 • IT대기업 중심 로봇 적용 가능한 인공지능분야의 높은 기술수준 (구글, 애플, MS, 페이스북 등) • CMU, MIT, USC 등 로봇관련 유수의 대학에서 연구 실적 (논문/특허) 다수 발표

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 인공지능 기반의 다양한 서비스에 대한 일반 대중들의 수용의지 및 욕구가 강함 • 일부 IT기업을 중심으로 실내위치측위 기술, 영상·음성 센서 융합 기반의 환경 및 공간인지 기술, 인지·판단 기반의 인간로봇 상호작용 기술에 대한 연구 활발 • 정부의 투자로 다양한 로봇 분야에 대한 기술/제품 개발 경험 • 선도그룹에 속한 국가들의 각각의 장점을 분석하여, 좋은 점만 받아 들여, 정부주도로 서비스 로봇 기술투자가 이루어지고 있으며, 관련 법안 및 정책까지 마련하여 기술투자나 기술개발 인프라 시스템 훌륭함 • 서비스 로봇과의 상승효과가 뛰어난 ICT 기술과 제조기술이 우수하여, 향후 서비스 로봇 시장에서 중요한 역할을 할 수 있는 잠재력 충분 • 응용기술은 우수한 편	• 로봇분야 산업 업계가 크지 않으며, 일부 중소기업 위치로 산업계가 형성됨 • 기술력 상승 속도 둔화(느리게 상승) • 상당 기간 동안 응용 기술(중소기업지원) 위주 투자로 기초가 튼튼하지 않음 • 최근 원천기술의 중요성을 인식 • 정부주도형으로 투자가 진행돼 해외의 우수 기관과의 협업을 위한 펀딩이 어렵고, 작은 국내 시장규모로 인해 선택과 집중이라는 철학으로 기술투자가 이루어지지만, 현재까지 우선순위가 정립되지 못함 • 시스템설계, 부품소재의 해외의존도 높음 • 핵심부품, 플랫폼 등에서 약점이 존재하며 관련 투자가 부족해 단기 극복은 어려움 • 국가 차원의 로봇관련 R&D 예산이 위축되고 있어 응용연구에만 치중되어 기초 핵심 연구에서 선도그룹 추격에 한계

국가	강점분야	기타
	• 국가 선도과제로 기술개발 추진 • 독보적인 IT 인프라 기반의 로봇 서비스 모델 발굴에 강점 • LG에서 서비스 로봇을 개발하여 공표하고 있어 국내 로봇 시장의 활성화 및 국내 서비스 로봇의 해외 진출에 촉매제 역할 • 대기업의 협동로봇, 홈로봇 등 진출 증가	• 로봇 연구 인력이 선진국에 비해 절대적으로 부족 • 인공지능, 음성인식 등 독자적인 원천기술 부족 • 국내시장이 너무 작고, 세계시장에 어필할 만큼의 차별성, 성과 등이 아직은 미흡
중국	• 정부의 육성 의지 및 투입 규모 • 새로운 로봇이나 서비스를 저비용으로 개발 및 사회에 적용할 수 있는 생태계 • 창업 생태계 우수, 투자 받기 용이함 • 세계에서 가장 큰 내수 시장 보유 • AI 기술력 급상승 중으로 로봇 분야에 활용하기 좋은 장점 • 단기간에 선도그룹 진입을 위해 세계를 대상으로 핵심기술 보유 기업을 인수/합병하고, 전문가를 스카우트하고 우수인력양성 교육기관에 교수로 초빙하는 등 현재 가장 공격으로 (서비스) 로봇 분야에 투자 • 산업전반의 기초기술수준이 향상하고 있으며, 특히 다수의 스타트업을 통해 응용개발도 증가 추세 • 국가 주도의 산업지원 가능 • 현재 국가차원의 전폭적인 재정 지원이 이루어지고 있어 로봇 분야에서 가장 빠르게 상승 중. 특허, 논문, 다양한 관련 학회 구성 등에서 독보적인 수준으로 성장 • 전기자전거, 전기차, 전기 스쿠터 등의 산업이 급성장하며 관련 모터, 제어기, 배터리 등의 산업이 성장하여 저가의 로봇 생산을 위하 기반 확충됨 • 최근 인공지능 분야는 미국에 이어 2대 강국으로 부상	• 기술 없이 외국 제품과 유사한 제품을 출시하는 기업도 다수 • 중국은 공산국가 시스템 상 한국과 비슷한 국가 주도형 기술투자 시스템이기 때문에, 자생적 기술개발 및 투자라기보다는 인위적인 시장형성 방식이라 기술개발에 필요한 창의성과 다양성에는 많은 한계가 있을 것으로 예상되며, 이로 인해 선도적 기술 확보는 어려울 것 • 시스템 설계 능력 미흡 • 국내와 마찬가지로 응용연구에 전반적인 투자가 이루어지고 있어 고정밀 핵심 부품이나 정밀 제어 위한 SW 원천 기술 부족 • 로봇 부품 및 알고리즘 등 기초 원천기술 부족
일본	• 철도안내로봇 등 다양한 분야에 서비스가 적용되고 있고, 일반대중들의 수용성 높음 • 제조, 재활 로봇 분야 및 부품 기술 우수 • 고령화 대응 위한 국가 차원의 지원 • 2000년대 초반부터 다양한 상용화 경험 및 표준화, 투자 인프라 구축, 인증절차 시스템의 확보 • 부품소재, 로봇시스템 설계 능력 우수	• 기술개발을 선도할 기업 및 학계의 의지가 다른 나라에 비해 다소 부족 • 미국, EU 등에 비해 R&D 인력은 상대적으로 풍부하지 않음 • 타 기술과의 융합 노력이 부족하고, 고전적인 로봇기술로만 서비스 구현을 하려다 보니, 로봇을 이용한 서비스 품질이 기대에 미치지 못하는 한계를 극복하지 못함

국가	강점분야	기타
	• 로봇 관련 모터, 감속기 등에서 탄탄한 기반 기술 보유 • 대기업에서도 서비스로봇 시장 창출을 위한 노력을 하고 있어 관련 시장 창출 위한 성장 동력 확보 가능 • 로봇개발 전문 연구소, 학교 등의 인력 인프라 풍부 • 전통적인 로봇 매니퓰레이터 기업 및 부품 기업의 기술 세계최고 수준 유지 • 소프트 뱅크, 도요타, 소니 등 대기업에서 서비스 로봇 출시를 통하여 노하우 축적 및 기술 선도	• 소비자의 기대수준에 미치지 못하는 기술 만족도로 인해, 시장창출과 규모 확대에는 성공하지 못함. 현재는 의료서비스(간호, 약 조제, 간병, 요양 등)에 특화된 로봇기술에 집중 투자 중
EU	• 유럽 내 많은 학계 및 산업계에서 협력을 통해 관련된 기술개발을 하는 등 기술개발 인프라 우수 • 기초가 튼튼하며 상용화까지 시간이 오래 걸리지만 제품 신뢰성 높음 • 서비스 로봇에 탑재되는 대부분의 로봇용 센서의 핵심기술은 EU(독일)가 확보한 부품기술이며, 현재 세계적으로 가장 많이 보급된 서비스 로봇인 일본 소프트뱅크의 로봇 페퍼 역시 프랑스 회사가 개발한 로봇 플랫폼 • 로봇시스템 설계 • 특수 환경(심해, 농축산 등)에 특화된 로봇 기술에서 독점적인 우위를 점하고 있어 타국가의 시장진입이 어려움 • EU 차원에서 다양한 연구기관이 연계하여 공동연구를 하는 협력체계 우수 • AI 관련한 민관 투자가 원활하게 이루어지고 있어 선도적인 성장이 기대됨 • 유수 연구소에서 원천기술 확보 노력 • 독일 스위스 등 부품 및 매니퓰레이터 업체의 세계 최고 기술수준 유지 • 서비스로봇 분야 창업 기업 증가	• 인간을 대체하는 AI보다는 인간을 도와주는 AI관련 기술들에 대한 요구 증가 • 우수한 인재가 미국에서 창업하는 경향(창업 생태계가 미국에 비해서는 부족) • 원천기술 확보와 잠재력은 뛰어나지만, 상대적으로 취약한 ICT 기술과 지나치게 안정성 지향적인 시장구조가 오히려 새로운 시장창출에 방해가 되고 있으며, 이러한 것들이 서비스 로봇기술 투자에도 부정적 영향을 줌 • 부품소재 해외의존도 높음 • 기존 대기업의 로봇분야 진출 사례 적음
미국	• 풍부한 인력(우수 인력이 미국으로 모인다는 점). 학문을 사업으로 연결시킬 수 있는 생태계 우수(창업 생태계 우수, 엔젤 투자 활성화) • 서비스 로봇에 필수적인 지능화 기술(인공지능, 기계학습, 강화학습, 추론엔진 등)에 있어서는 독보적 기술 보유. 그 밖에도 다른 나라에서는 따라가기 힘든, 극한환경 (우주, 항공 등)과 군사용 로봇기술(감시, 탐지, 의료, 운반 등) 분야에서 인간을 대신하여 다양 서비스가 가능한 로봇기술에 막대한 투자가 이루어짐	• 일반인들이 흔하게 접할 수 있는 서비스 로봇보다는 특수목적이나 군사목적, 우주개발 등에 투자가 몰리는 경향이 있으며, 민수용 시장에서 미국이 서비스 로봇을 주도할 것으로는 예상하기 어려움 • 일부 부품소재 산업 미흡 • 구글 등에서 AI 기반 기술을 압도적으로 선도하고 있어 이를 기반한 인간/환경 적응형 서비스에서 보다 강점을 보일 것 예상 • 지속적으로 선두 유지

국가	강점분야	기타
	• 로봇시스템 설계, 글로벌 마케팅 • 컴퓨터 사이언스 측면에서 기초가 매우 탄탄함 • 구글, 인텔, NVIDIA 등 거대 그룹에서도 로봇, 지능 자동차 관련 분야에 연구 투자를 진행하고 다양한 관련 제품군(센서, 컴퓨팅 플랫폼, 추론 엔진 등)을 선보임 • 서비스의 최종 완성을 위해 필요한 AI플랫폼 및 추론 엔진 등의 측면에서 독보적 • CMU, MIT, USC 등 로봇 원천기술을 확보한 대학에서 지속적 연구 활발 • 구글, 아마존 등 IT 대기업에서 대화엔진 및 인공지능기술 개발 경쟁에 따라 로봇에 적용 가능한 인프라 확보	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	2위	3위	5위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 학연 연구역량은 세계최고에 근접한 수준이나 선도국가와 비교하면 산업계와의 협력이 부족. 산학연간 협력, 기업 간 협력 촉진 필요 • 로봇 제조사와 핵심 요소 부품 생산 업체들 간의 협력체계 구축하여 국내기술로 부품공급을 자급할 수 있는 체계 구축 • 산학연관 협력강화 및 성과확대를 위한 상호평가제 도입 • 기술 분야별 융합을 위한 협력이 아직 활발하다고 보기 어려움. 예를 들면 전통적인 로봇(기계)분야에서 말하는 지능기술과 컴퓨터 분야에서 말하는 지능 기술 간의 방법론의 차이가 있으며, 상호간에 약간 배척하는 분위기도 존재. 즉 알파고의 지능이 컴퓨터 안에만 존재할 뿐, 로봇 머릿속에 들어가지 못하는 한계 존재. 편향된 학문적 성향의 벽을 허물고, 협력할 수 있는 과제 발굴 및 투자 필요 • 연구사업의 대형화, 로봇 신시장 창출을 위한 산학연 역할분담 및 협력 추진 • 서비스 로봇 관련 유사기술을 다양한 기관에서 동시에 수행하고 있어 국가차원에서 연구의 효율이 저조해 지고 상호 경쟁 관계에 있어 기술적 교류/공유가 원만하지 않음
국제협력 촉진	• 국내 역량을 바탕으로 국제협력 필요. 국내 역량 없이 국제협력은 일방적인 기술종속으로 변질될 것 • 해외 선도 기관에 국내 전문 인력들이 진출할 수 있는 교두보 마련할 수 있는 프로그램 운영 • 세계적 선도그룹과의 도전과제 공동 발굴 및 공동연구 협력체제 강화

	정책제언
	• 로봇기술을 선진기술 보유국이 기술이전과 기술공유를 꺼리는 기술 분야임. 그럼에도 불구하고 해외에서 해당분야를 연구하고 있는 한국인 연구자를 중심으로 투자와 국내 연구기관 혹은 대학과의 공동연구과제 발굴을 지속하여, 국내기술향상에 자극이 될 수 있도록 촉진책 필요 • 해외 과학자 유치 및 과감한 해외 공동연구 추진 • 실질적인 기술 교류가 가능한 실리 위주의 국제 협력 위한 노력 • 소프트 로봇 등 로봇 원천기술에 대하여 국제협력 및 인력교류
인력양성 및 유치	• 로봇분야 기술적 난제를 풀 수 있는 인공지능 기술 전문 인력 양성(AI-로봇 융합 전문 인력) • 적응형 서비스로봇기술은 지능기술이 매우 중요한 분야이며, 해당분야의 전문 인력이 매우 부족함. 특히 세계적인 선도 기업들은 전문 인력 확보를 통해 기술 선도 • 로봇 인력을 육성할 수 있는 교육 인프라/시설에 대한 지원. 또한 육성된 인력들이 안정적으로 역량을 발휘할 수 있도록 관련 인력을 채용하는 기관에 대해 지원 • 인공지능 분야 저변확대를 위한 비 학위 전문프로그램 개발 • 해외 우수인력을 유치하는 것에는 대단히 보수적이고, 아직도 수용할 여력과 역량 부족. 해외의 우수인력이 한국으로 오고 싶게 만들 수 있는 인력지원체계 필요 • 석·박사 과정에 대한 장학금 및 연구 인센티브 확대 • 인력 양성 및 유치를 위해 해당 분야 연구비를 확대하여 인력양성을 위한 지원을 강화하고, 해당 분야 인력에 대한 처우를 계선하여 해외 유출 또한 방지 • 기업에서 필요로 하는 고급 로봇 개발인력의 확충
인프라 구축	• 산업 확대에 따라 점진적으로 관련 시험평가, 테스트베드 등 인프라 구축 • 관련 기관들이 수혜 받을 수 있는 인증, 안전 관련 평가 장비/기관 구축 • 연구소, 기업 상호 연구원제 파견촉진을 위한 협력연구 인프라 구축 • 대단히 작은 경제규모와 정부가 주도하는 동력이 없으면 신규시장이 잘 만들어지지 않는 한계가 있음. 이러한 한계 극복을 위해 초기 투자금이 많이 없어도, 쉽게 로봇기술을 접하고, 연구개발할 수 있는 기본적인 인프라 구축 필요 • 연구소 및 학교에 실험실 구축 정부 지원 • 적응형 서비스 로봇의 국제표준화 진행 및 이에 부합되는 실증 인프라 등을 구축하고 연구기관 및 기업체에서 원활하게 활용할 수 있는 운영 시스템을 갖춰서 이와 관련된 중복 투자를 국가 차원에서 방지 • 배송/배달 로봇, 가사로봇, 돌봄 로봇 등 가까운 미래에 신규 시장 창출 가능 분야의 제품 출시 전 테스트 및 성능개선 가능한 테스트 베드 구축
법·제도 개선	• 서비스 로봇은 기존에 없던 서비스를 제공하기 위한 부분이 많아 법제도적 장치와의 충돌 발생. 해당 문제에 대해 적절한 대처 필요 • 인증, 안전 관련 법/제도 체계 구축 • 빅 데이터 수집 등 제도적 규제철폐를 위한 연구과제 도출 • 법제도의 문제로 기술개발이 촉진되지 못하는 분야 다수 존재. 예를 들어, 자율비행을 하는 무인비행체는 인허가 절차 및 현장시험을 위해 국내 대부분의 지역이 민간비행금지 구역에 속함. 이러한 규제개선 뿐만 아니라, 여기저기 산제된 로봇기술 투자보다는 제일 잘하는 기관을 통합하여, 국비투자가 이루어지는 등의 개선 필요 • 창업 촉진 법적 지원

	정책제언
	• 서비스 로봇과 관련된 신규 상품은 기존의 가전제품/산업용 로봇과 같은 룰을 적용하는데 한계가 있으므로 이러한 한계를 극복하기 위해 새로운 로봇 제품의 상업화보다 한발 앞서 법적인 검토 및 제도화를 진행하고 이를 위한 전담 TF를 정부 차원에서 운영 필요 • 서비스 로봇의 보급 확대에 대비하여 데이터 보안, 원격진료 등 관련 법 제도의 완화 • 연구소 및 학교의 지원과 기업의 지원 방업에 확연한 차별성 필요
연구비 확대	• 로봇분야 기술적 난제를 풀 수 있는 인공지능 기술에 대한 연구비 확대 • 인력양성 및 국내 산학연의 연구역량을 향상하기 위한 연구비 지원 • 인증, 안전, 평가 관련 연구비 확대 • 경쟁형 과제 도전적과제에 대한 철저한 평가 통해 과제수행 효율화 제고 • 미래 먹거리로 유망한 기술 분야는 더욱 연구비 확대투자가 이루어져야 함. 특히, 로봇분야는 자동차 분야와 유사한 시장 확대와 확산이 이루어질 가능성이 높음. 연구비 규모에 따라 로봇기술 분야에서의 역할과 권한이 만들어질 것 • 대형 국가 R&D 추진을 통한 연구비 확대 • 연구의 효율성 및 지속성을 위해 상용화가 목적인 단기 프로젝트와 원천기술 확보를 위한 장기 프로젝트를 적절한 비율로 운영, 현재는 상용화 과제의 비중이 편향적으로 높은 편이며, 향후 10~20년을 준비하기 위한 원천기술형 과제에 대한 연구비 확대 필요, 연구비의 효율적인 운용을 위해 연구기관, 기업 간 상호 경쟁만을 부추기는 연구비 운용보다 국내기관, 기업 간 협업과 지속적인 상호 발전이 가능한 연구비 운용 방안 검토 • 글로벌 경쟁력 확보가 가능한 유망 로봇기술 분야에 대하여 집중적인 연구비 투입
기타 의견	• 적응형 서비스 로봇 분야는 로봇과 인간의 상호작용, 로봇의 이동 및 조작 등을 위한 인공지능 기술이 중요하므로 로봇을 위한 인공지능 기술 개발 중점 추진 필요, 음성인식, 자연어처리 등 음성/언어 분야의 결과물을 로봇 분야에 잘 활용할 수 있어야 함 • 다양한 기술이 융합되는 대표적 융합기술로 인공지능, 빅데이터, IoT 기술 등 첨단 기술과 함께 산업분야별 응용기술(물류, 국방, 건설, 농업, 의료 등)과의 융합이 중요 • 서비스 로봇의 기술개발은 대부분 현재 사람이 하고 있는 업무를 로봇이 대신하는 것을 목표로 기술개발이 되고 있으나, 유럽 일부 국가의 경우 개발되는 로봇이 사람을 대체하는 것이 아닌 사람의 업무를 편하고 안전하게 도와주는 관점에서 개발. 우리나라의 서비스 로봇의 개발도 단지 사람의 업무를 뺏거나 대신하는 관점이 아닌 사람들과 공존할 수 있는 관점에서 로봇 기술개발 필요. 예를 들어 스마트하이패스 기술의 적용이 고속도로 요금 징수원의 일자리를 빼앗는다는 주장에 따라 확대적용이 보류되었듯이, 단순히 사람이 수행하는 업무를 대체하는 것이 아닌 사람과 로봇이 서로 협업을 통한 편리하고 지능화된 서비스 로봇(CoBoT)의 개발이 될 수 있도록 R&D 및 법제도 개선 필요

다 주요 분석 결과 요약

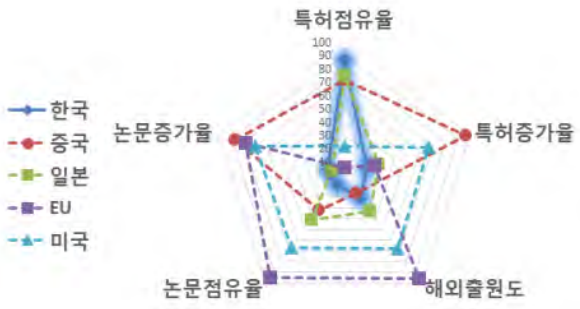
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	적응형 서비스 로봇기술	4,405	1,815	28.2%	54.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

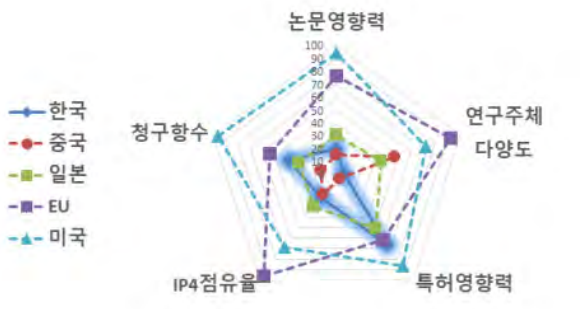
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	한국	미국	미국
	34.5%	30.3%	9.9	17.9
한국	5위	1위	4위	2위
	7.7%	30.3%	4.2	13.9
5개국 평균[2]	-	-	6.9	15.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

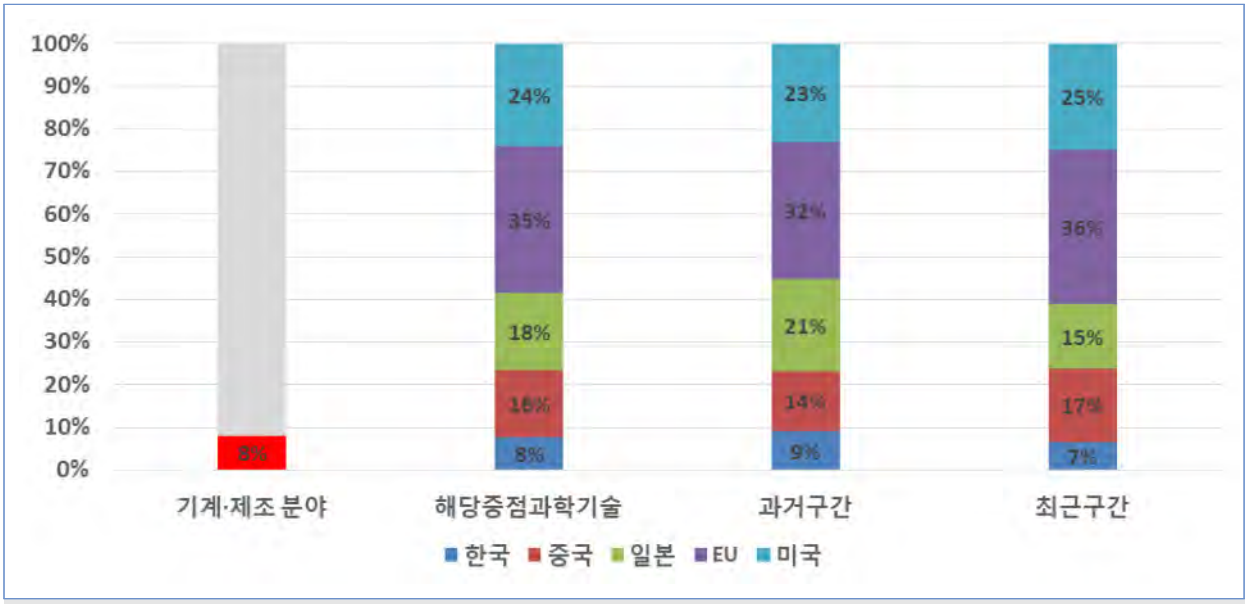
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(7.7%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(4.2)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(34.5%), 미국(24.0%), 일본(18.0%), 중국(15.8%), 한국(7.7%) 순이며, 논문 증가율은 중국(53.1%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(9.9), EU(7.9), 일본(5.0), 한국(4.2), 중국(3.8) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(30.3%)은 주요 5개국 중 1위이며 특허 영향력(13.9)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 한국(30.3%), 일본(26.1%), 중국(25.3%), 미국(12.7%), EU(5.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(310.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(17.9), 한국(13.9), EU(13.0), 일본(11.4), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(38.8%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.8)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	7.7%	15.8%	18.0%	34.5%	24.0%
	논문 증가율	-5.2%	53.1%	-8.7%	44.0%	38.3%
	논문 영향력	4.2	3.8	5.0	7.9	9.9
	연구주체 다양도	0.76	0.85	0.83	0.95	0.89
특허 분석	특허 점유율	30.3%	25.3%	26.1%	5.7%	12.7%
	특허 증가율	-13.6%	310.0%	22.1%	10.2%	148.5%
	해외출원도	0.6	0.2	1.3	5.6	3.1
	특허 영향력	13.9	0.0	11.4	13.0	17.9
	IP4점유율	3.1%	1.5%	6.8%	38.8%	21.3%
	청구항수	5.5	2.5	4.7	6.8	12.8

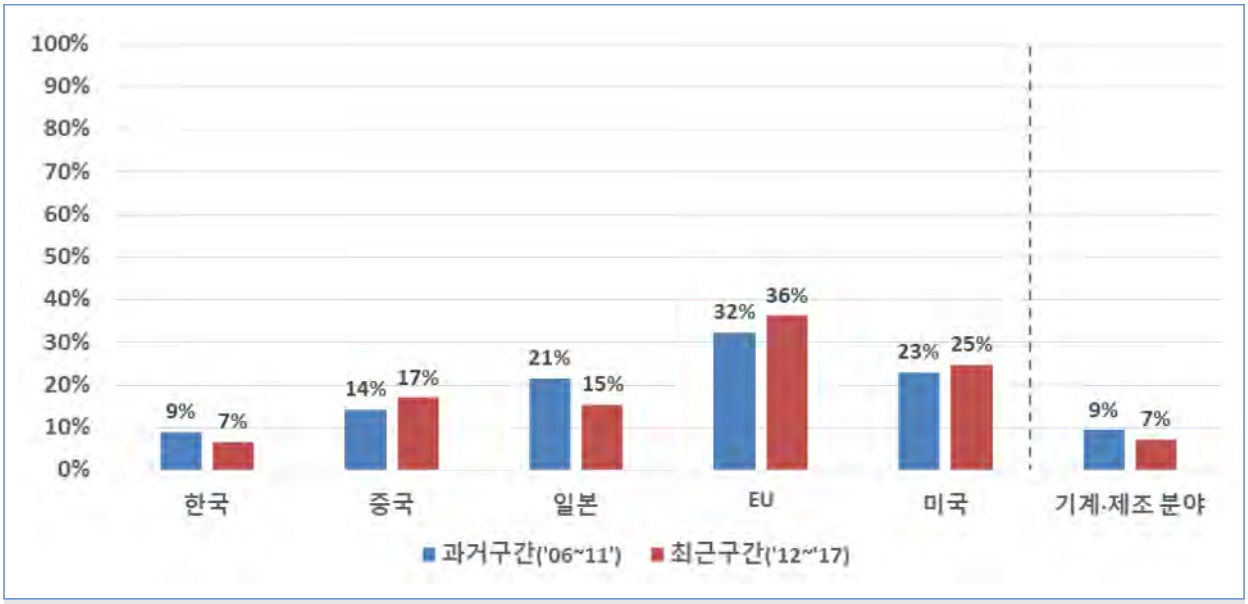
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 적응형 서비스 로봇기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1520건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, 중국, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 적응형 서비스 로봇기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

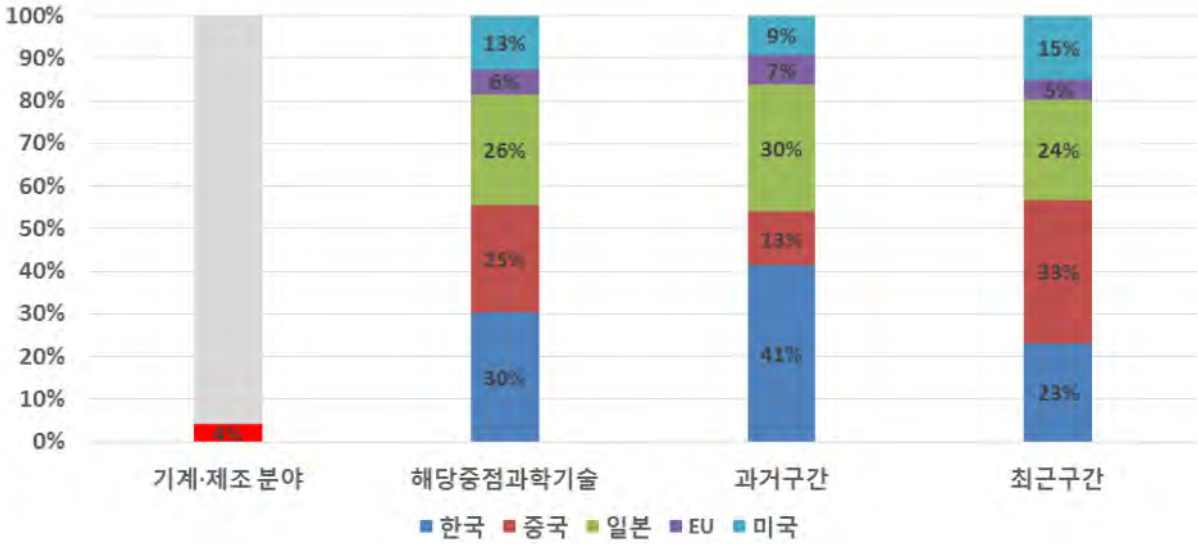


- 적응형 서비스 로봇기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 -5.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	174	165	339	-5.2%
중국	275	421	696	53.1%
일본	414	378	792	-8.7%
EU	623	897	1,520	44.0%
미국	444	614	1,058	38.3%
전체	1,930	2,475	4,405	28.2%

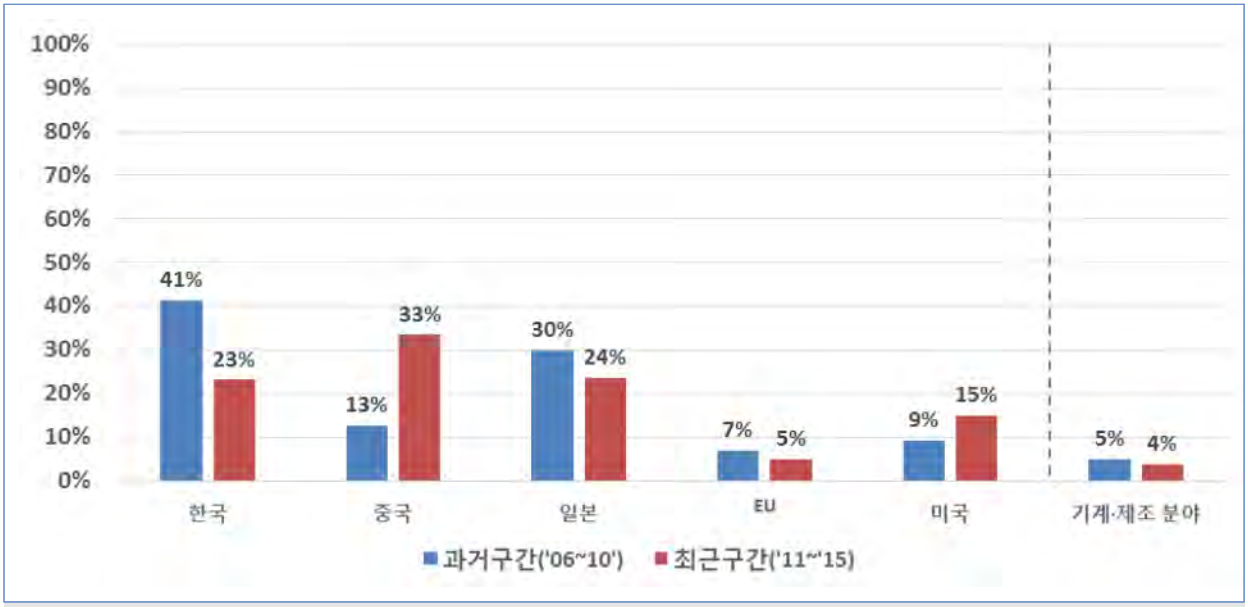
(4) 특허 점유율(전체)



● 적응형 서비스 로봇기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 한국이 550건으로 전체 특허의 30%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 중국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 적응형 서비스 로봇기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 4%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



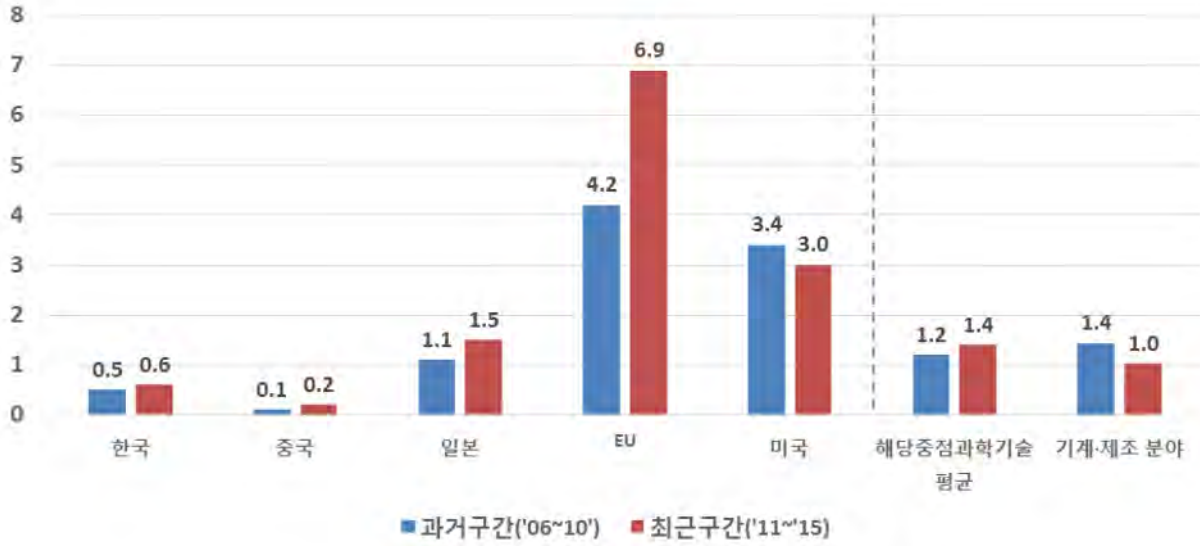
- 적응형 서비스 로봇기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -13.6%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	295	255	550	-13.6%
중국	90	369	459	310.0%
일본	213	260	473	22.1%
EU	49	54	103	10.2%
미국	66	164	230	148.5%
전체	713	1,102	1,815	54.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

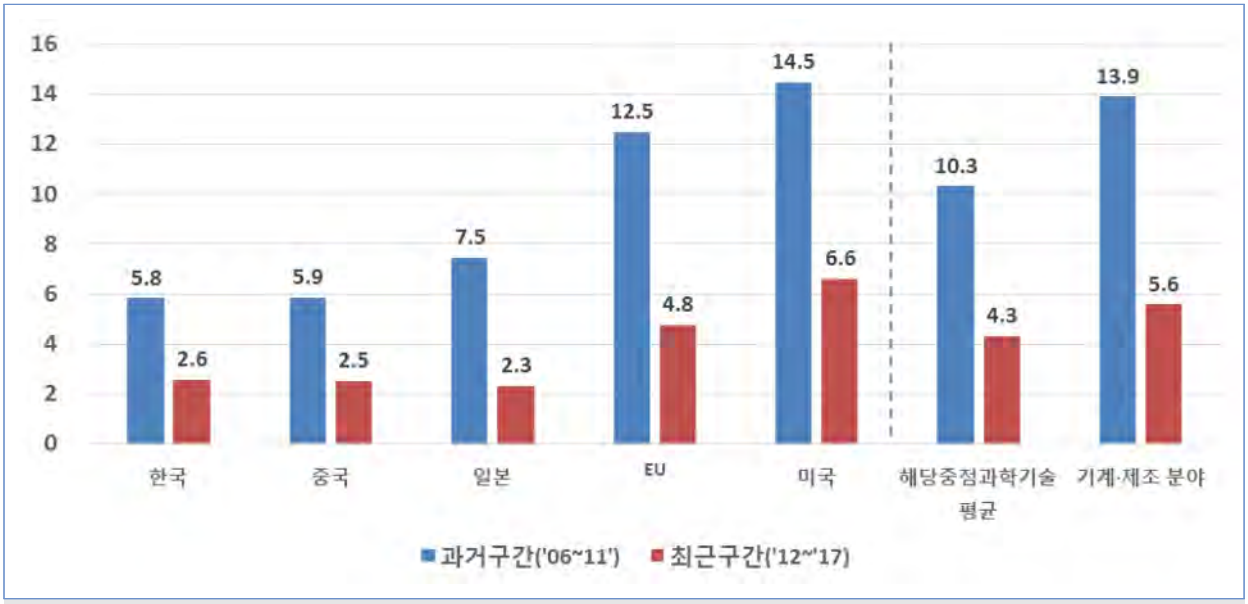


● 적응형 서비스 로봇기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

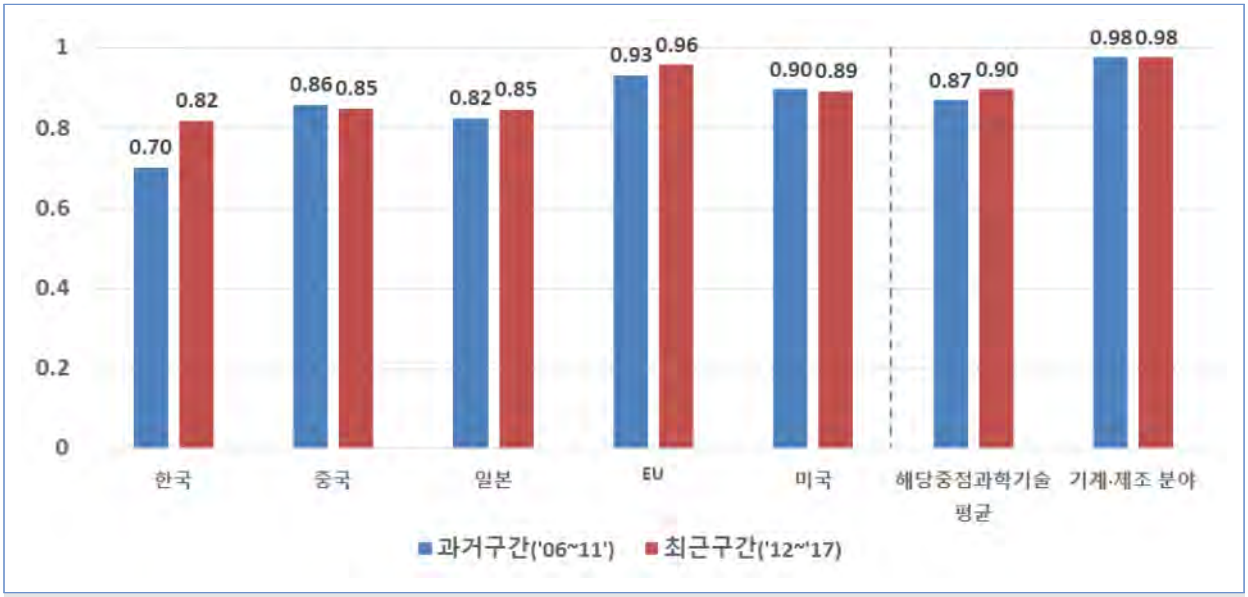
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



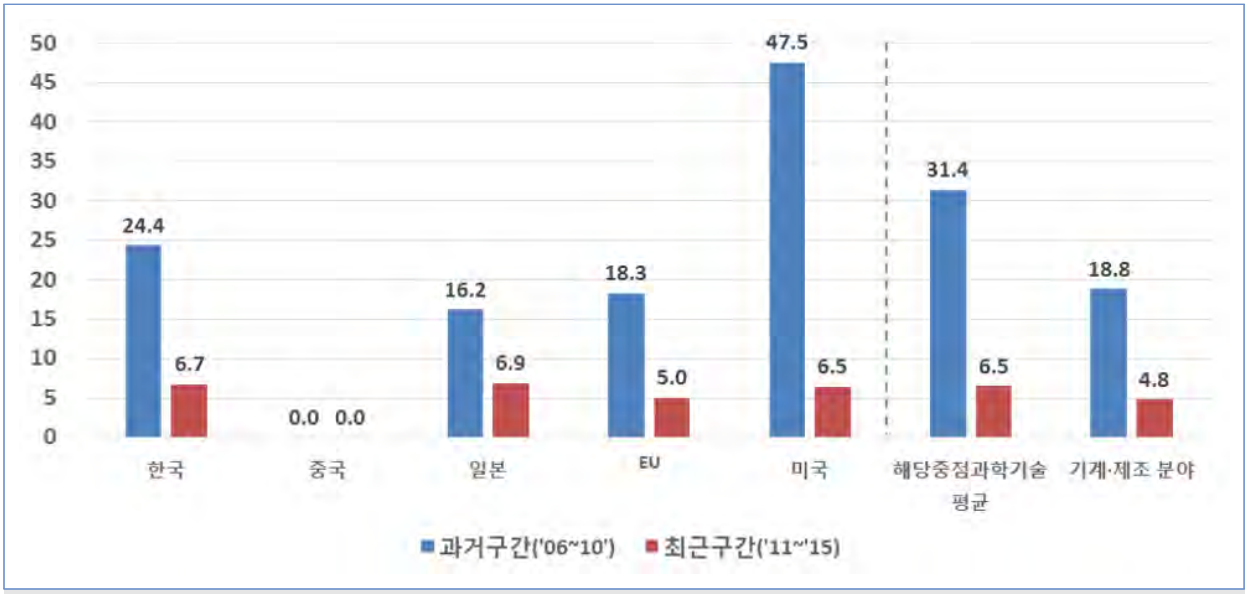
● 적응형 서비스 로봇기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



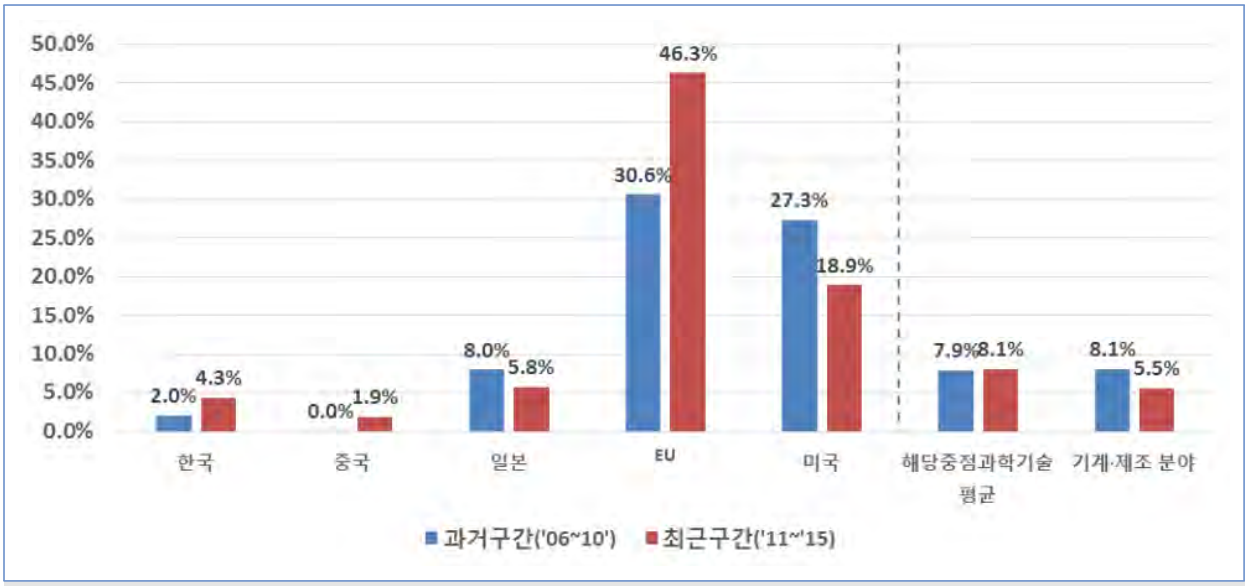
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



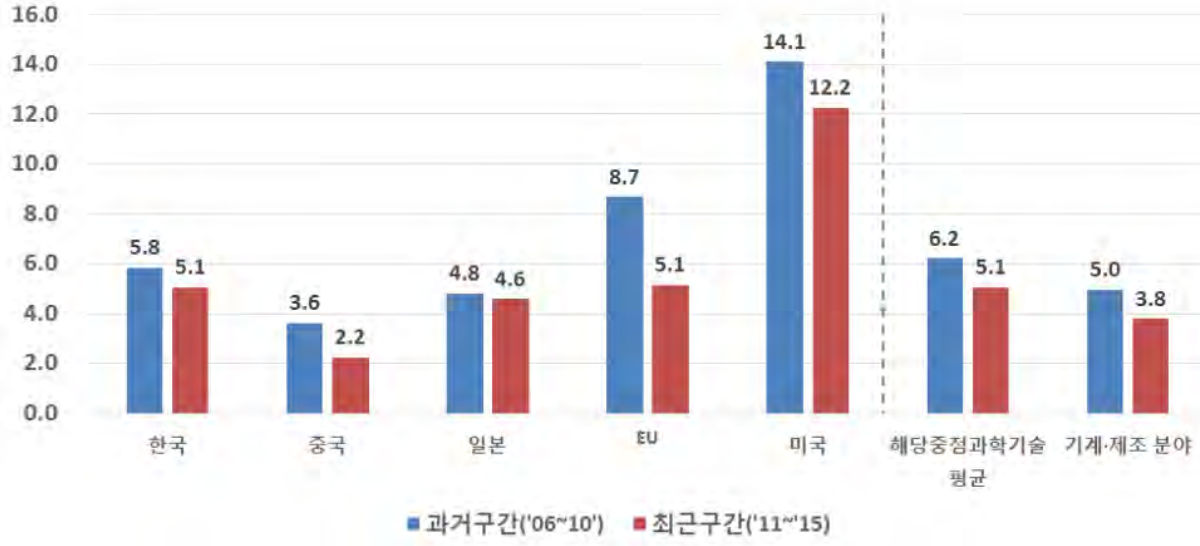
● 적응형 서비스 로봇기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 적응형 서비스 로봇기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 적응형 서비스 로봇기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

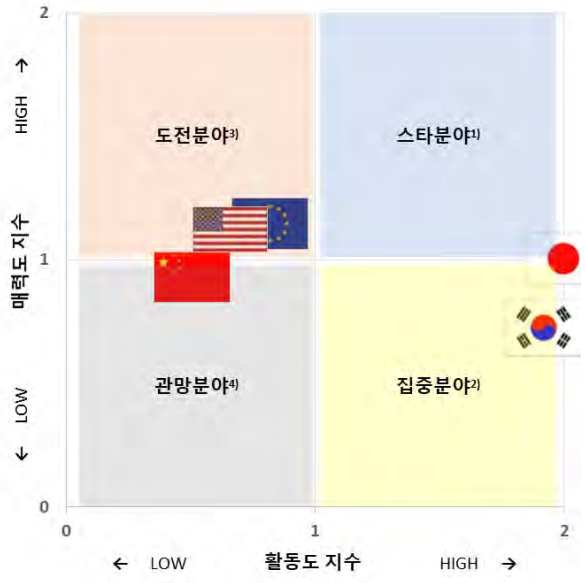
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

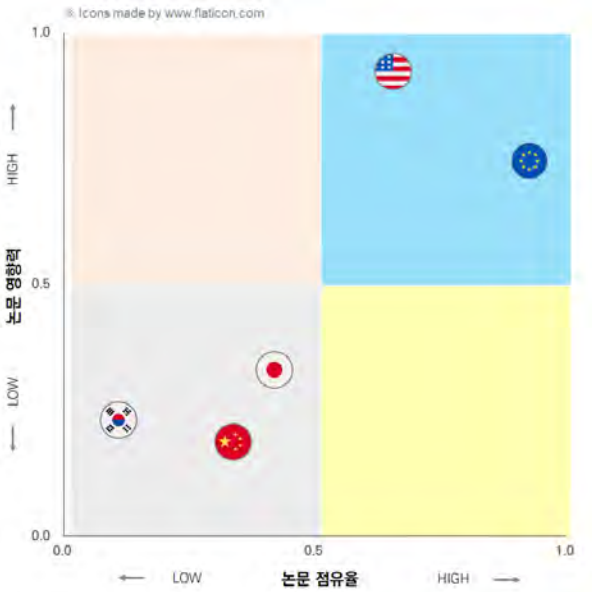
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 적응형 서비스 로봇기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

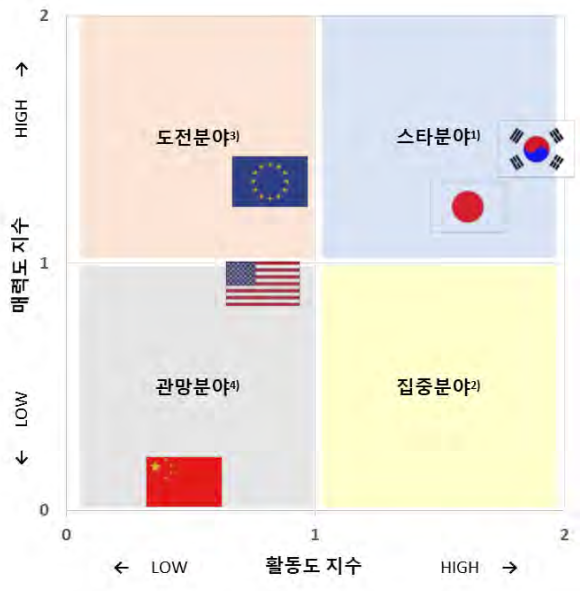


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

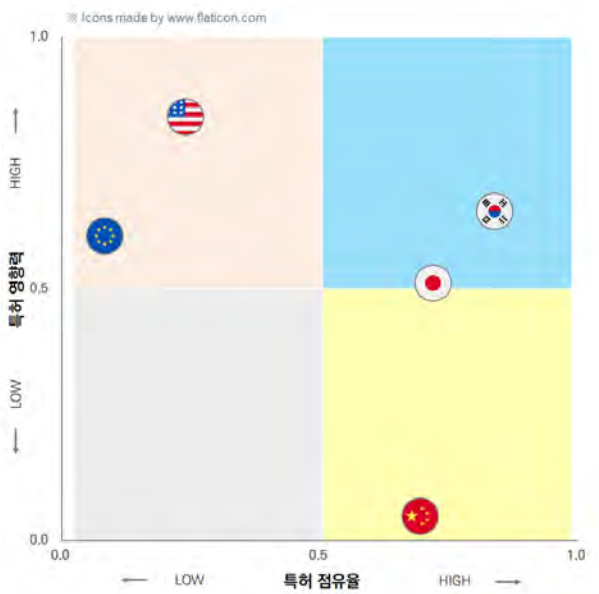
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 적응형 서비스 로봇기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 특허의 질적 성과도 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 일본의 'TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY(0.95%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 8.55%(글로벌 점유율은 0.66%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY	일본	5.30%	0.95%	100.00%
2	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	미국	3.50%	0.84%	108.33%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	일본	4.67%	0.84%	-57.69%
4	OSAKA UNIVERSITY	일본	4.29%	0.77%	12.50%
5	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	EU	2.17%	0.75%	-62.50%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	8.55%	0.66%	-38.89%
2	IEEE	5.01%	0.39%	-100.00%
3	HANYANG UNIVERSITY	4.72%	0.36%	66.67%
4	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	4.72%	0.36%	28.57%
5	KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.83%	0.30%	-55.56%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	3.88%	0.61%	185.71%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.74%	0.59%	0.00%
3	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	3.74%	0.59%	125.00%
4	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	2.59%	0.41%	160.00%
5	NORTHEASTERN UNIVERSITY	2.16%	0.34%	-33.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY	5.30%	0.95%	100.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	4.67%	0.84%	-57.69%
3	OSAKA UNIVERSITY	4.29%	0.77%	12.50%
4	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.41%	0.61%	-20.00%
5	KEIO UNIVERSITY	3.03%	0.54%	-50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	2.17%	0.75%	-62.50%
2	BIELEFELD UNIVERSITY	1.25%	0.43%	-41.67%
3	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.86%	0.30%	450.00%
4	INSTITUTE OF ROBOTICS AND MECHATRONICS	0.86%	0.30%	125.00%
5	UNIVERSITY OF HERTFORDSHIRE	0.79%	0.27%	-28.57%

6 미국

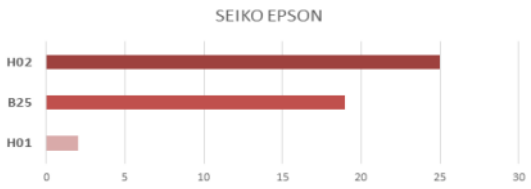
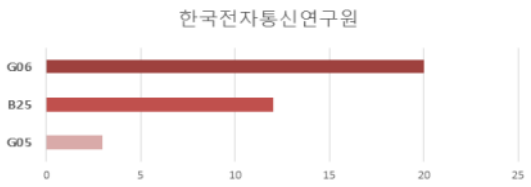
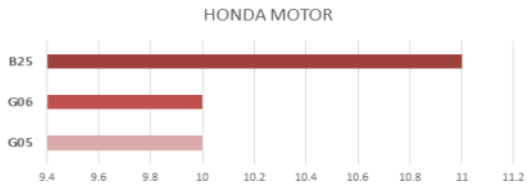
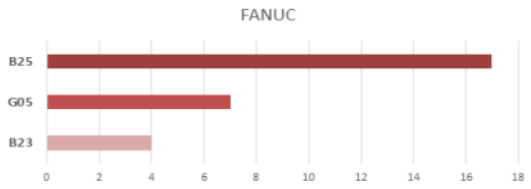
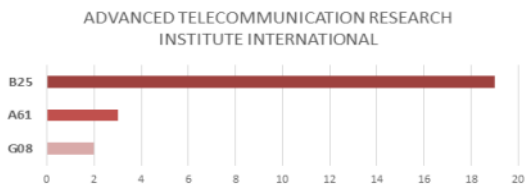
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	3.50%	0.84%	108.33%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.46%	0.59%	36.36%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.27%	0.54%	0.00%
4	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	2.17%	0.52%	9.09%
5	UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA	1.61%	0.39%	366.67%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'SEIKO EPSON(2.81%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국전자통신연구원'이 6.91%(글로벌 점유율은 2.09%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SEIKO EPSON'은 H02(전력의 발전, 변환, 배전)에 해당하는 특허를, '한국전자통신연구원'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

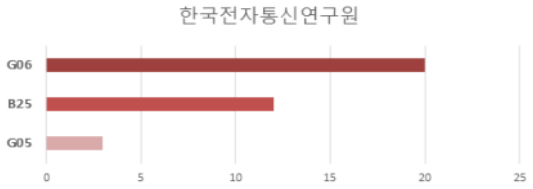
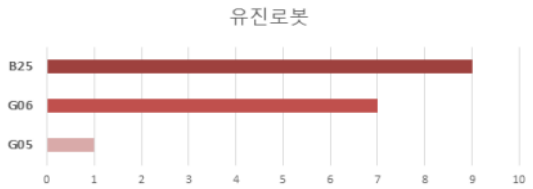
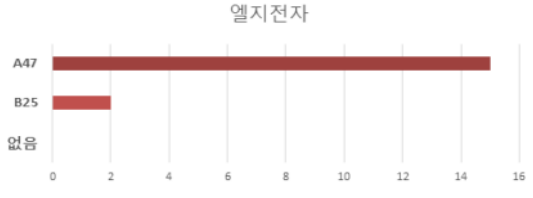
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SEIKO EPSON	일본	10.78%	2.81%	1075.00%
2	한국전자통신연구원	한국	6.91%	2.09%	-41.67%
3	HONDA MOTOR	일본	7.19%	1.87%	-82.76%
4	FANUC	일본	6.55%	1.71%	316.67%
5	ADVANCED TELECOMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE INTERNATIONAL	일본	6.13%	1.60%	-47.37%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H01	기본적 전기소자
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G08	신호

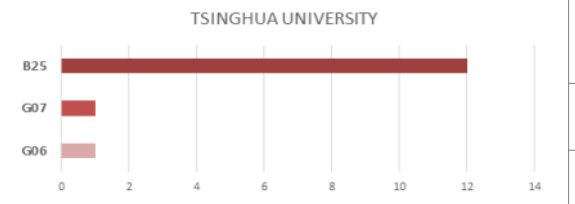
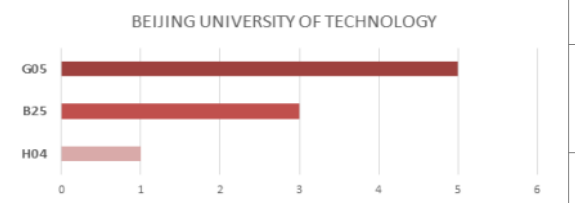
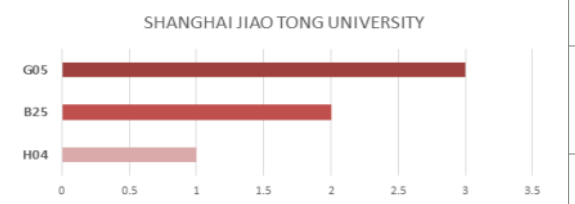
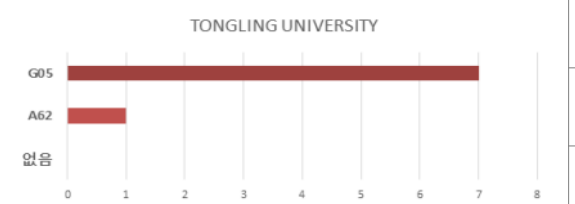
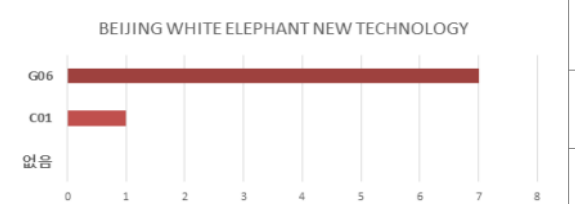
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전자통신연구원	6.91%	2.09%	-41.67%
2	삼성전자	4.91%	1.49%	-31.25%
3	유진로봇	3.64%	1.10%	-88.89%
4	한국생산기술연구원	3.09%	0.94%	-58.33%
5	엘지전자	3.09%	0.94%	225.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B64	항공기; 비행; 우주공학
5		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		-	-

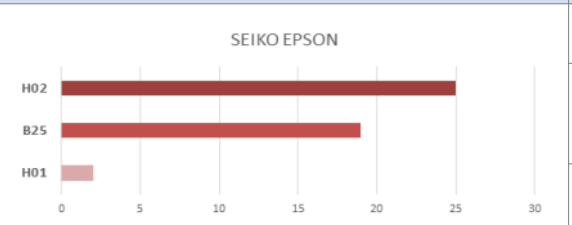
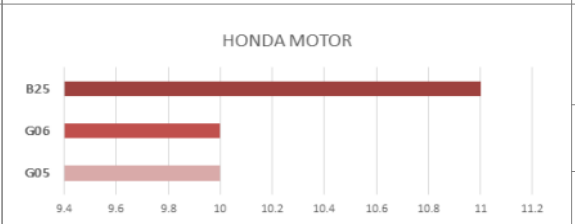
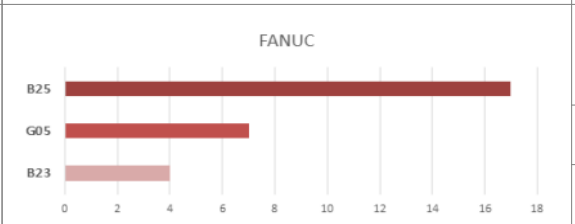
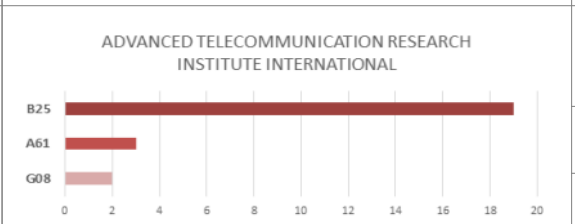
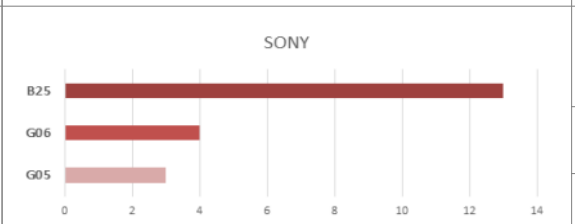
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	3.27%	0.83%	-75.00%
2	BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.40%	0.61%	900.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.96%	0.50%	100.00%
4	TONGLING UNIVERSITY	1.74%	0.44%	700.00%
5	BEIJING WHITE ELEPHANT NEW TECHNOLOGY	1.74%	0.44%	700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G07	검사장치
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H04	전기통신기술
3		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H04	전기통신기술
4		G05	제어; 조정
		A62	인명구조; 소방
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C01	무기화학
		-	-

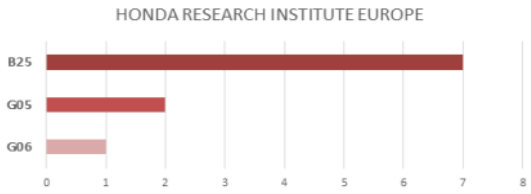
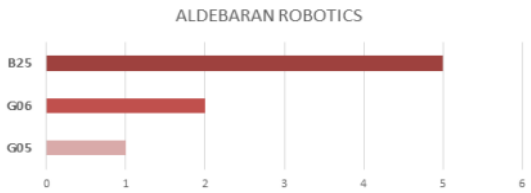
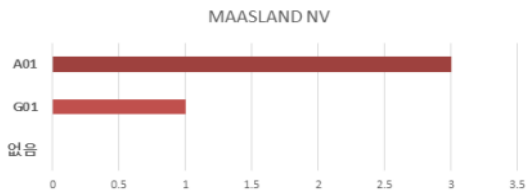
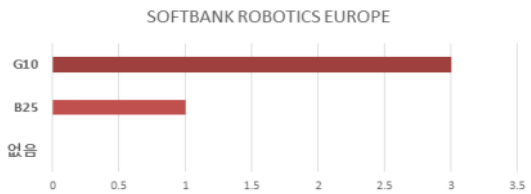
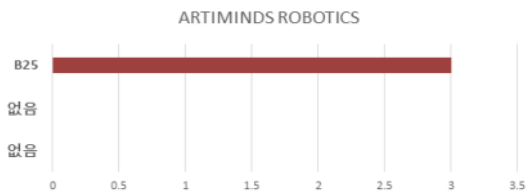
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SEIKO EPSON	10.78%	2.81%	1075.00%
2	HONDA MOTOR	7.19%	1.87%	-82.76%
3	FANUC	6.55%	1.71%	316.67%
4	ADVANCED TELECOMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE INTERNATIONAL	6.13%	1.60%	-47.37%
5	SONY	4.44%	1.16%	-9.09%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H01	기본적 전기소자
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G08	신호
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정

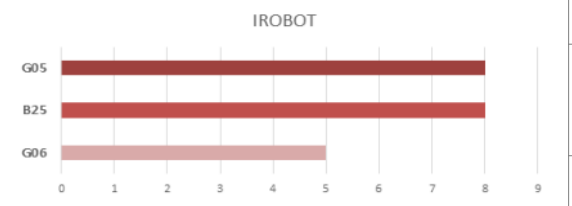
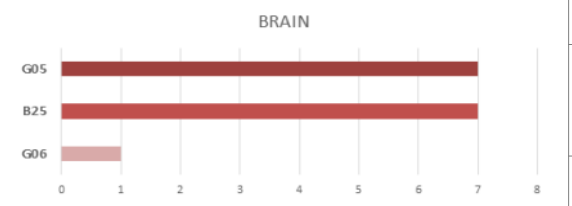
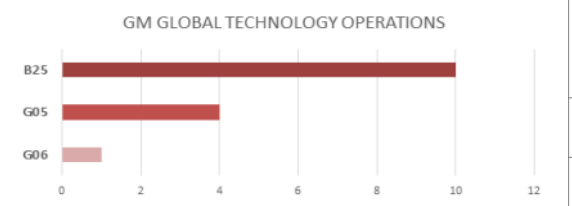
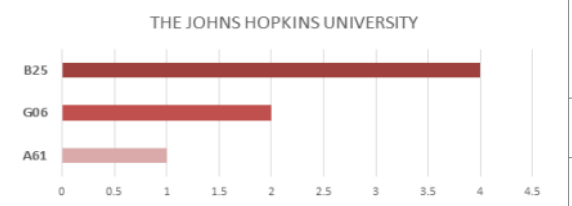
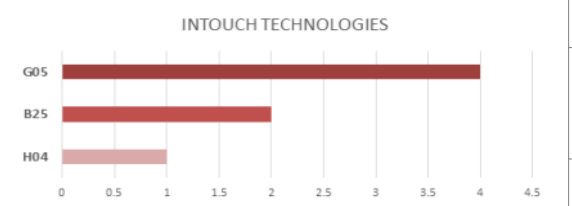
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HONDA RESEARCH INSTITUTE EUROPE	9.71%	0.55%	-88.89%
2	ALDEBARAN ROBOTICS	7.77%	0.44%	66.67%
3	MAASLAND NV	3.88%	0.22%	-66.67%
4	SOFTBANK ROBOTICS EUROPE	3.88%	0.22%	300.00%
5	ARTIMINDS ROBOTICS	2.91%	0.17%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
		–	–
4		G10	악기; 음향
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		–	–
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	IROBOT	10.87%	1.38%	425.00%
2	BRAIN	6.52%	0.83%	1400.00%
3	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS	6.52%	0.83%	-12.50%
4	THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	3.48%	0.44%	200.00%
5	INTOUCH TECHNOLOGIES	3.48%	0.44%	66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H04	전기통신기술

33 재난구조 및 극한탐사 로봇기술



33 재난구조 및 극한탐사 로봇기술

중점과학기술 개요

- ☑ 비정형화된 재난현장의 극한 조건에서도 신속한 이동, 현장 정보 수집, 인명 탐색 및 구조, 재난확대 위험요소 제거 등의 재난진압 및 피해 확산 방지 작업을 위한 로봇 또는 재난현장 투입요원을 대신할 재난현장 활용 구조로봇 기술
- ☑ 극지방, 심해·해양, 고온의 지역, 우주 공간 및 타행성 등의 극한 환경에서 인간을 대신하거나 인간과의 협업을 통해 탐사활동을 가능하게 하는 로봇 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

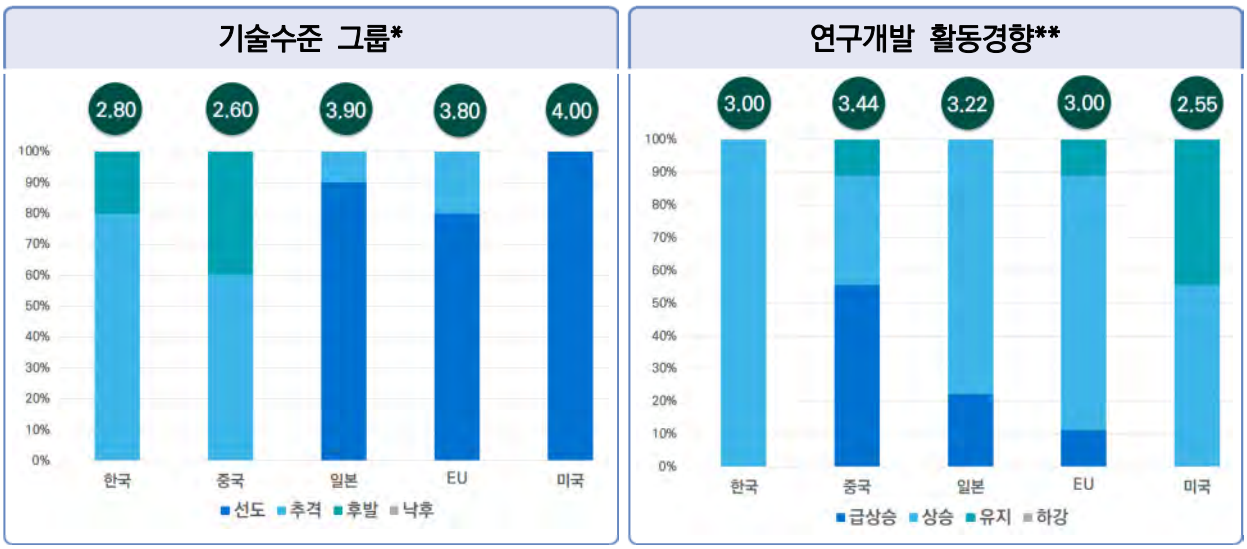
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	77.5	4.0	추격	보통	우수	상승
중국	70.0	5.5	추격	보통	보통	상승
일본	95.0	0.8	선도	탁월	탁월	상승
EU	90.0	2.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	75.0	4.0	77.5	70.0	80.0	10.3	4.0	3.0	5.0	1.2
중국	70.0	5.0	70.0	60.0	70.0	8.8	5.5	4.0	6.0	1.6
일본	95.0	0.5	95.0	90.0	100.0	6.6	0.8	0.0	2.0	1.1
EU	90.0	2.0	90.0	84.0	90.0	5.4	2.0	1.0	3.0	0.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.3

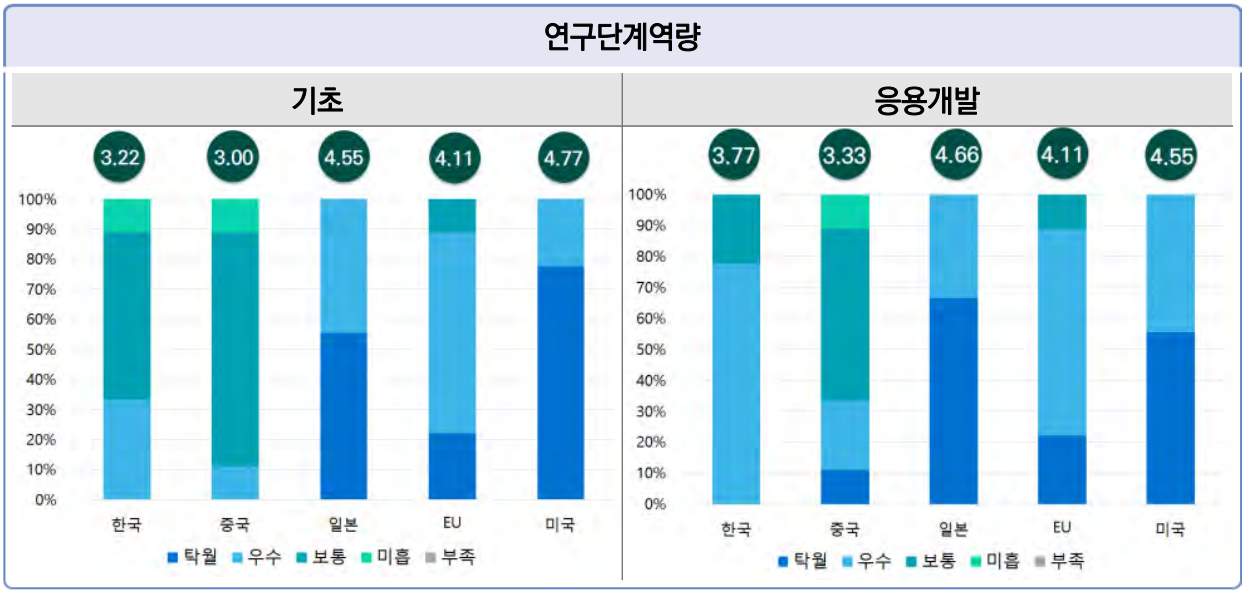
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (77.5%)	• 일본의 사례, 포항 지진 등의 사례를 통해 재난로봇연구단을 설립하여 적극 지원하며 선도그룹 추격 중 • 재난 및 극한 분야에 대한 기술지원이 최근까지 국방 및 해양(과학탐사) 형태로 미흡하게 진행되었으나 최근 들어 정부차원의 국가 안전 확보에 대한 정책적 지원 중심으로 전략적으로 추진 중 • 기존에 확보된 다양한 로봇기술 중심으로 빠르게 상용화 적용기술의 격차를 줄여가고 있음. 특히, 정부부처에서 추진 중인 다양한 안전 분야 기술개발 지원에 의해 빠른 미래에 최고기술 보유국과의 기술격차가 거의 없어질 것으로 판단되며, 특히 현장적용 관련한 상용화기술에 있어서는 세계 최고수준으로 성장 예상됨 • 재난 대응을 위한 국민안전로봇 실증센터 구축 중. 주로 소방 안전 로봇을 개발하였으며 화점탐지, 인명탐지 기술 및 인명 구조 기술을 개발 중 • 소규모 프로젝트 운영 중 • 단기적이고 단편적인 재난 재해 관련 연구가 진행되어 왔으며, 세월호 이후 장기적 대규모 투자가 조금씩 진행 중 • 재난 재해 및 극한 로봇에 대한 지나친 경제성 위주의 분석 혹은 단기성과 위주 평가로 장기적이며 다양한 접근이 어려움 • 국책과제를 통해 개발된 유사 플랫폼의 상용화 및 군용 플랫폼의 전력화가 시작되려는 시점. 향후 임무투입을 통한 검증과 보완을 통하여 한 단계 나아가려는 과도기적 단계 • 각 세부 연구 분야별 최고기술보유 편차 심함
중국 (70.0%)	• 정부의 집중 지원으로 빠르게 성장 • 재난 로봇에 대한 요구가 정부 주도로 진행되고 있으나, 기반 시설, 기술이 부족하며 아직까지 인력 동원을 최우선 가치로 판단. 하지만, 연구비 및 범국가적 지원 아래 빠르게 추적할 수 있는 원동력 보유 • 중국은 “人工知能”에서 원격 방수 로봇을 개발하여 2018년에 출시함. 상하이 교통대, 하얼빈 공대, 심양자동화 연구소 등에서 소방 로봇 시작품을 개발. 중국 국무원(총리실에 해당) 안전생산위원회에서 선진안전기술 및 장비를 확대 응용할 것에 대한 결의 채택 • 연구 초기진입단계 • 재난 재해 관련 연구는 최근 시작하는 단계이나, 경제력과 다양성을 기반으로 활발히 추진 중 • 최근 로봇산업 전 분야에 걸친 투자확대를 통하여 구조/구난 로봇의 개발이 활달하며, AI 등 SW관련기술도 함께 역량을 집중해 나아가고 있어 선진그룹과의 격차는 곧 사라질 예정 • 주요 소프트웨어 분야에서 취약점 드러냄
일본 (95.0%)	• 후쿠시마 원전 사고 이후 재난 로봇 분야의 지원이 크게 늘었으며, 연구자들의 관심도 매우 높음 • 지리적, 사회적 환경 영향으로 인해 재난 환경에 대한 분석이 정교하며 동시에 높은 로봇 기술력 보유. 대학의 연구 수준에서 끝나는 것이 아닌 다양한 민간 기업에서 이를 상용화하고 관련 연구 지속 • 미국과는 기술격차를 거의 나지 않으며 국가적 환경을 고려한 정부 주도의 지속적 지원 추진 중. 다만, 핵심기술 분야에 대한 원천기술 수준에서 미국에 다소 부족하지만 하드웨어 기반의 플랫폼 및 운영기술에 대한 역량은 거의 차이가 없음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 후쿠시마 원전사고 후 동경소방서 중심으로 재난 대응에 대한 다양한 로봇을 개발 중. 최근 재난 대응 로봇Cup 행사도 주관하고 있으며 연구 활동도 활발함. 특히 도쿄국제소방방재전이라는 전시회를 꾸준히 개최하고 있으며 도호쿠 대학의 SATOSHI 교수는 국제소방방재로봇의 권위자임 • 다양한 연구결과 (논문, 시제품) 발표 및 현장적용 노력 • 지진 등 특화된 연구에서는 세계 최고 수준이며 미국과 공동 연구 등 지속적 교류 진행 • 장기적 투자와 연구 진행 • 로봇관련 부품/체계의 인프라 면에서 뛰어난 선두그룹이나, 연구개발에 치우쳐 상용화/실용화 측면에서 재난구조용 로봇기술에서 경험 부족. 다만, 후쿠시마 사태 이후 현장실증 중심으로 기술 개선 중 • 원전 및 국가 재난 상황에 대비한 재난환경, 극한환경 작업용 로봇에 대한 연구개발에 집중하며, 수년전부터 원전 내부 탐사, 원전 해체 작업을 위한 로봇과 휴머노이드 유형의 다기능 작업 로봇 등 개발 중 • 전통적 로봇강국으로서 최근 수중로봇분야 연구 활발
EU (90.0%)	• 프랑스, 독일 및 스위스를 중심으로 재난 로봇에 대한 연구 활발. 프랑스는 상대적으로 원자력 발전소가 많아 사고를 대비하는 차원에서의 연구가 많이 진행되며 유럽 국가의 사회적 분위기가 재난재해 등을 예방하는 노력이 높아 이를 로봇 기술로 극복하려는 움직임이 큼 • EU 자체는 재난 대응 로봇 대회를 개최하지는 않으나 미국 국방성의 DARPA Robotics Challenge에 참가하는 방식으로 재난 대응 로봇 개발 및 검증. 일본의 재난 대응용 로봇은 실제 현장 대응 작업 중심이라면 EU의 로봇은 범용 핵심 기술 개발 진행 • 다양한 대규모 프로젝트 운영 • 기초 기술에 대한 선진국과의 격차는 거의 없으며, 재난 관련 전문 연구가 조금 부족함 • 최근 복합 군집 로봇 등 다양한 최신 연구를 재난 분야에 적용하고자 하는 시도가 많아지고 있음 • 독일을 중심으로 재난구조용 로봇기술이 골고루 발달해있으며, 일부 제품의 상용화후, 국내외 판매실적도 우수함 • 각국 정부의 지속적인 정부투자 및 상호협조체재구축 강화
미국 (100%)	• DARPA를 중심으로 재난 극복을 위한 로봇 프로젝트를 지속적으로 수행하고 있으며, 보스톤 다이나믹스 등의 회사의 역량이 뛰어남 • 지속적인 정부 투자와 함께 논문 및 특허 등의 연구 활동에 있어서도 지속적으로 추진 중. 특히 정부주도(예: DARPA Sub Challenge)의 국제적 프로젝트 추진 운영해 최고 기술에 대한 실제적 국가 주도적 역할 수행 • 다양한 연구결과 및 유사 관련 단체 운영 • 지속적인 투자와 현장 적용을 위한 정부 기구와 연계 활발 • 재난 재해, 군사, 우주 탐험 등 관련 연구를 유기적이고 장기적인 투자로 진행 • DARPA 주도 개발 후, 이라크전, 아프가니스탄전 등 실전 투입을 통하여 플랫폼의 기능/성능(내환경/내구), 유지보수성 등에 대한 검증/개선/보완이 이루어져 높은 수준 유지 • DARPA를 중심으로 국가적으로 재난 구조, 국방 등 위험 작업용 필드 로봇 분야를 집중 육성해 왔으며, 최근에는 대학 및 연구소를 중심으로 인식, 판단 등 재난환경의 비정형 환경 작업을 위한 지능 기술에 대한 연구도 활발 • 엄청난 인적 물적 자원을 바탕으로 한 풍부한 실전 경험 • 군사무기관련 연구 분야 최고 선두 그룹

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 개발된 기술과 인력은 풍부한 편 • 지하상가 및 지하철 등의 실내 환경에서 화재를 탐지/진압할 수 있는 실내 화재 진압로봇, 유류 가스 저장시설 등 화재 및 폭발 위험이 큰 시설에서 화재진압을 할 수 있는 실외진압 로봇 등 개발 • 국민안전프로젝트를 2016년~2022년까지 6년간 개발 중 • 농연가시화 센서, 인명탐지 센서, 드론 및 정찰로봇, 소방대원 지원 및 인명 구조 로봇 및 통합제어 시스템으로 구성. • 국민안전프로젝트에서 미국 Disaster City를 모방한 안전로봇 실증단지 구축 • 재난대응기술에 대한 관심도 증가 • 지속적인 연구인력 및 인프라 확보 노력 • 핵심기술 개발 및 성과확보 • 정부차원의 국민안전 확보 등을 위한 전략적 기술개발 추진 등으로 상용화 중심의 기술개발 및 인프라 확대 등에 세계적 수준의 기술개발 진행 • 최근 설립된 재난로봇사업단을 통해 역량을 집중해서 추격 • 미국, 일본, 유럽 등 선진 기술 벤치마킹으로 기술 격차 감소 • 개발 로봇의 실적용 테스트를 위한 실증 사업 등의 연구개발 인프라 구축을 지원 • 응용 연구는 지속적으로 이루어지고 있음 • 꾸준한 투자, 대형 재난 사고 경험	• 완만한 기술 수준 상승을 보이나, 선도그룹 추격 위해 정부의 전폭적 지원 필요 • 관련기술의 지속적 발전을 위한 기초연구 및 핵심부품 기술개발에 다소 미흡 • 필요성을 인지하고 있으나, 아직까지 인력 부족으로 연구 동력이 다소 미흡 • 대규모 과제에 너무 치우침 • 응용 기술, 적용 전 원천 기술에 대한 연구 부족 • 단기적, 경제적 측면만 부각 • 단일 만능 로봇에 대한 환상 • 재난 환경에 대한 분석 데이터가 부족하여 재난 환경에 적합한 로봇 개발 한계 • 인프라에 대한 투자가 부족하여 일선 소방대원들의 처우 및 개인 장비의 지원이 우선적으로 필요. 따라서 재난 로봇 개발의 중요성 쇠퇴 • 비효율적 출연연 중심의 연구. 집중보다 분산을 선호하는 데에 따른 대학 연구의 하향평준화 • 인프라 구축 등 선도그룹 대비 다소 미흡 • 재난 로봇에 대한 원천 기술에 대한 연구는 미비
중국	• 기초기술 및 원천기술은 다소 떨어지나, 응용기술은 최근 가파르게 상승. 중국 정부차원에서 기술 확보 및 인력 배양 노력 중 • 재난대응기술에 대한 관심도 증가 • 다수의 연구인력 보유 및 인프라 확보 노력 • 핵심기술 개발 및 성과확보 • 정부주도의 국가안전 분야에 대한 지원이 전략적으로 추진되고 있음에 따라 빠른 속도로 증가하는 관련기술 분야 지원이 장점. 특히 전문인력 및 인프라 확대를 위한 정부차원의 전략적 추진도 함께 이루어짐	• 추격그룹으로 수행할 내용이 아직 많음 • 핵심 기초연구 기술 및 상용화 진행을 위한 기업체 참여가 미흡 • 기초 기술과 응용 기술 모두 아직까지는 추격하고 있는 단계이기 때문에 다소 연구의 수준이 낮음 • 미국, 일본, 유럽 등 선진 기술의 벤치마킹 단계 • 다양한 연구 시도가 진행 중이나 지속성에 대한 의문 있음 • 재난 상황에서 자국민의 보호에 대한 개념이 상대적으로 낙후됨 • 연구 그룹들 간에 질적 편차가 큼

국가	강점분야	기타
	• 극한작업로봇, 재난구조로봇, 자율작업을 위한 인공지능 분야 등 국가주도의 중점 개발 가능한 인프라 보유 • 규모의 경제 및 대규모 인원이 동시 다발적 연구 진행 • 정부의 지원 방향에 따라 풍부한 연구비 투입 가능	• 향후 10년 이내에 선두그룹으로 성장할 가능성이 매우 높음 • 국가적인 지원으로 가파른 상승세를 보이나 아직 선도그룹을 추격할 정도는 아님
일본	• 전용 재난 대응용 로봇 개발에 필요한 인프라를 갖추고 있음 • 동경소방서를 위주로 지속적인 현장 중심의 연구 개발 중. • 도쿄대, 도호쿠대 등 학교들이 장기적으로 플랫폼 개발 수행. • 세계 TOP 수준의 재난 대응 기술 보유 • 재난환경에 대한 실질적 대응 경험 다수 • 체계적인 기술 확보 및 고도화 • 응용연구 추진 등에 있어 현장적용 중심의 상용화 기술개발에 역점을 두고 있으며, 자국 내 세계적 대기업 등과의 기술개발 추진을 통한 기술상용화 및 현장적용 추진 • 전문 인력 및 인프라 시설 확대 등을 통하여 세계 최고 수준으로 성장하기 위한 지속적 투자 • 로봇에 대한 축적된 기술을 재난 분야에 접목하기 위한 노력을 많이 기울여 급격히 성장 중 • 재난 환경용 로봇 필요성에 대한 사회적 공감대 형성, 휴머노이드 분야의 전통적인 강점 기술 바탕으로 최근 인공지능 분야 기술 개발과 함께 높은 기술 수준 유지 • 장기적, 지속적 연구 가능 • 오랫동안 정교하게 개선된 사회 인프라 및 이에 따른 원천 및 응용 기술력 확보 • 전통적인 로봇 강국, 실제 대형 재난 사고 대응 경험	• 한국과의 교류가 정치적 이유로 지지부진 • 특별한 연구 성과, 발전이 없음 • 기초연구 분야에서 다소 기술적 지원이 부족해 보임 • 기초 기술보다는 응용기술이 앞서고 있어서 기초 기술 분야에서 다소 약점이 있음 • 재난환경, 극한 환경 로봇의 실적용 및 운영이 요구되는 단계 (실적용 단계에서의 기술 미흡) • 지진에 초점이 맞춰진 연구로 다른 재난 분야에 대한 응용성 및 다양성이 약간 부족 • 국제화 부족
EU	• 프랑스, 독일 등 EU 내부의 협력체재 기반 하에서 다양한 연구 활동 진행 • 벨기에, 그리스 등에서 HORIZON2020 과제 수행 • ICARUS라는 프로젝트를 통하여 대테러, 소방 및 해양 구조관련 기술 및 인력 확보 • 노르웨이 등에서 뱀형 로봇(스네이크 로봇) 개발 • 재난대응기술에 대한 관심도 증가 • 관련 연구인력 및 인프라 기 확보	• 독일을 제외한 다른 EU 국가의 (상업용의) 기술은 미미한 수준 • 학연 중심의 연구추진으로 기업참여를 통한 응용 및 상용 하 기술개발 추진은 다소 미흡 • 국가 간 관심 사례가 조금씩 달라서 집중되지 못하는 경우가 있음 • 재난환경, 극한환경 로봇의 실적용 및 운영이 요구되는 단계 (실적용 단계에서의 기술 미흡) • 실적용 사례가 많지 않음

국가	강점분야	기타
	• 체계적인 기술 확보 및 고도화 • EU 중심으로 국가 간 공동협력체계를 통한 관련분야 연구개발, 전문 인력양성, 인프라 확대 등에서 주도적 역량 강화 • 유럽 내 국가들의 협력 사업을 통해 기술을 빠르게 축적 중 • 로봇 고정밀 조작 기술, 인간 협업형 로봇 기술 등에 대한 강점 • 독일을 필두로 전통적인 기계 산업 강점을 기반을 두어 EU 차원에서 로봇 플랫폼 및 로봇 지능 기술에 대한 투자 지속 • 복합 군집 로봇 연구 등 최신 연구 적용에 적극적 • EU 기반 대규모 장기 연구 진행 가능 • 사회 인식에 따른 인프라 구축이 뛰어남 • 재난 로봇 관련 기초 연구도 뛰어나지만, 응용 기술이 많이 발달함 • EU 국가 간의 성숙된 협력연구 분위기	• 재원 부족 • 인적요소, 기술력, 인프라 풍부하나 수중로봇 분야 등에서는 제한적 발전
미국	• 군사무기 활용 분야에서 타의 추종을 불허함 • DARPA 로봇 챌린지 및 Disaster City 등 재난 대응 로봇 개발에 필요한 인프라 보유 • NIST를 중심으로 재난 및 대테러 로봇에 대한 표준 제정 중 • 재난 대응 로봇 관련 우수 인력 (MIT, 카네기 멜론대, 텍사스 A&M 등) 및 기술 보유 • 지속적인 외부 기술 유입 • 체계적인 기술 확보 및 고도화 • 우수 IP를 보유하고 있으며, 연구 집단의 실력도 매우 뛰어남 • 인공지능 기술, 자율주행 기술 등 SW기술에 대한 강점 확보 • 극한환경용 로봇, 재난환경 로봇, 군사용 로봇, 우주/해저용 로봇 등의 필요성에 대한 사회적 공감대 형성 • 다양한 분야의 융합 연구 지원 • 재난 재해 로봇 관련 연구 개발, 인증, 활용 등 기관과 시설 • 재난 재해, 군사, 우주 기술 등 관련 연구 연계 • 장기적, 지속적 연구 가능 • 군사, 의료 등의 로봇 개발에 높은 기초, 기반 기술을 보유해 빠른 시간 내에 재난 로봇을 상용화 할 수 있는 원동력 갖춤 • 정교한 재난 환경 분석과 활용도를 측적하기 위해 이를 표준화 하는 작업 수행 중	• 민간차원에서의 연구는 기초연구에 그침 • 특별한 연구 성과 발전이 없음 • 국방 중심의 최고 기술 수준을 지향하지만 현장 활용 중심의 상용화 추진 다소 미흡 • 아직까지 사업화가 본격적으로 추진된 사례는 없음 • 실적용 사례는 제한적 • 군사, 우주 등 일반 연구자 접근이 어려운 분야에 상대적으로 치우침 • 로봇 기술에 대해 기초 연구는 튼튼하나, 응용 연구는 국방 및 의료 분야로 한정됨

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	6위	2위	5위	4위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 학술대회에서 공개 워크숍 지원 등을 통한 연구 소개 및 유사 연구 분야 연구자들의 네트워크 구성 • 다부처간의 공동협력 및 기반시설 공동 활용 등을 통한 협력체계 개선 • 연구개발 수행 및 활용 부처 공동 기술개발 및 인프라 시설 공동 활용 • 극한환경 기술개발 추진을 위한 장기적/전략적 산학연 운영조직 구성 • 보다 활발한 연구 협력이 가능하도록 연합체 구성 시 산학연 연합체 구성을 장려하고 기업 단독 주관 지양 • 현재 관련 연구기관 및 지원기관이 산재되어 개별연구에 집중. 유사 연구 협의체를 통한 상호 협력체계 마련 필요 • 재난 등 특수 환경에서의 로봇 기술은 연구 개발 기관, 활용 기관 등의 요구 사항과 상호간의 이해에 대한 현격한 차이 발생. 연구 개발 기관 간의 협력뿐 아니라, 연구 개발과 현장에 대한 차이를 좁힐 방안 필요 • 재난 현장의 조건과 재난 현장에서의 임무에 따라 요구되는 로봇의 주행 기술, 조작 기술, 인식 기술, 지능 기술, 현장 응용 기술 등이 구체적으로 정의되어야 하고, 각 연구 테마 별로 강점을 가지는 연구기관 간의 기술 협력 체계 마련해야 함 • 국내 기관 간 경쟁보다 협력체제로 바뀔 수 있는 플랫폼 마련
국제협력 촉진	• 해외에서 연구하고 있는 재미 연구자들과의 협력 연구 네트워크 지원 • 일본이 재난 로봇 분야 선도 중. 재난 로봇은 민간 주도가 아니라 정부 주도의 사업이기 때문에 정부 차원에서 협력 및 도입에 관한 정책 구상 • 기술 선진국들과의 공동 기술개발 및 국제표준 수립 관련 공동대응 진행 • 세계 공동협력과제(예: DARPA 프로젝트, USA) 공동참여 등을 위한 아시아 허브 기관 운영 • 일본, 유럽, 미국 등의 재난 안전 분야 및 극한 로봇 분야의 전문가들과의 네트워크 구축 및 과제 공동 수행을 통한 기술력 향상. 예를 들어 최근 유럽 HORIZON2020에서는 소방로봇 개발 시 한국 혹은 일본의 파트너를 필수로 연합체 내에 참여시키도록 하고 있음 • 국내기술이 후발기술임을 고려해 선진기술 도입 위한 국제협력체계 마련 • 포항 로봇 연구소 등에서 이미 미국/일본 등과 협력을 위한 노력을 진행 중이나, 국내 연구 결과 혹은 새로운 기술 활용이 미비하기에 협력이 어려움. 실질적으로 도움 되는 협력을 위해서는 국내 연구 개발 지원과 활용 결과 분석 자료 등 구체적 결과가 선행되어야 함 • 조작 기술, 지능 기술, 인식 기술 등에서 일부 국내 연구개발이 미흡한 분야를 우선 도출하고, 이에 대한 선도 연구기관간의 국제 협력 추진 • 일본, 유럽의 기관과 공동연구과제 발굴, 해외기술 및 동향파악

	정책제언
인력양성 및 유치	• 국외 유사 연구기관들과의 협력체계 구축을 통한 국제공동연구 수행관련 상호 인력교류 및 기술협력 추진 • 관련 산학연 인력을 양성할 수 있는 프로그램 개발 및 지원. 학연 연계 학위 과정 개설 등 • 재난 관련 연구/개발을 위한 독자적 인력 양성에는 한계가 있음. 다만 연구 개발과 전문 구조 요원과 결합된 융합 과제 혹은 융합 기관을 통한 공동 인력 양성을 위한 방법 고려 필요 • 재난로봇 연구개발 과제를 통한 대학, 연구기관의 교육 및 인력양성 • 정부출연구소, 민간기업 등 인력양성을 위한 연구비 지원
인프라 구축	• 포항에 건립 중인 재난 로봇 실증 센터 기반으로 지속적인 지원 • 극한환경 모의실험 등 국제표준 실험시설 및 장비 연계 통한 인프라 구축 • 국제표준 대응 가능한 필드 테스트 시설 구축 및 다부처간 장비 수요자들의 운영기술 습득 등의 인프라 활용 • 실제 환경에서 사용할 때 신뢰성 확보를 위해, 실증단지를 구축하여 2~3년 동안 필드 테스트를 거쳐 사용에 투입 필요 • 기존 인프라와 현재 진행 중인 인프라 구축 사업 등을 연계하여 활용성을 높이고, 실 재난 환경을 모사할 수 있는 지속적 지원. 재난 로봇 개발을 위한 인프라 개수 증가보다 기존 인프라의 거점화를 통한 규모와 활용도를 높이는 방향 필요 • 원천 기술 개발과는 별도로 현장의 수요에 입각한 응용기술 개발이 필수적. 이를 위해 재난 로봇이 적용될 현장의 명확한 수요 발굴과 재난 로봇 기술의 능력과 한계를 명확히 파악하여, 이에 따른 현장에 대한 인프라 구축 대책 필요 • 실증시험 테스트 베드 확보 및 지자체 협조
법·제도 개선	• 1차적으로 지방 공무원인 소방대원이 재난 로봇을 활용하게 되는데 지방 예산의 한계로 인하여 재난 로봇의 도입을 기피하므로 중앙 정부 차원에서 재난 로봇의 활성화를 위한 지원 필요 • 사회 안전 및 극한환경 관련한 초기연구 및 장기기술 개발 투자를 위한 전략적 법/제도 개선 • 국가의 공익성/공공성 확보에 필요한 전략적 기술개발 추진관련 연구개발 투자에 대한 제도 개선 • 개발하는 소방 로봇을 적용하기 위한 관련 법 제도 개선 • 특정 연구구역 지정을 통한 다양한 실험의 허용이 되도록 개선 • 새로운 기술과 장비가 개발될 경우, 이를 실 재난 환경에 투입하고 검증할 수 있는 제도적 뒷받침 마련. 개발 기술과 장비는 모든 재난 환경에 적용될 수 없기 때문에, 기본적 테스트와 검증 이후에, 전문 구조 요원(소방관 등) 기술/장비 습득 및 활용 단계를 거쳐, 실 재난에 적용할 수 있는 제도 필요. 개발 과정에서 모든 구조요원의 요구사항 및 현재 법적 요구 사항을 만족 시킬 수 없음 • 개발자들이 지속적으로 기술개발을 할 수 있는, 사업적 환경을 함께 구축. 즉, 법/제도 개선을 통하여, 중장기적 구매처(주로 중앙/지방 정부기관)의 구매/활용 계획이 함께 수립 • 재난 로봇의 경우, 원천 기술 개발과는 별도로 현장의 수요에 입각한 적용이 필수적. 연구팀과 수요기관의 협력하여 개발 중인 로봇의 현장 적용에 필요한 법적, 제도적 미비사항 도출이 우선 • 인프라 구축 및 성능시험을 자유롭게 할 수 있는 법 제도 개선

	정책제언
연구비 확대	• 안정적인 연구 환경 확보를 위한 장기 과제를 통한 연구비 지원 • 재난 로봇에 대한 정부의 인식 변화가 필요하며, 재난 로봇은 사업성 보다는 국민 복지에 대한 개념으로 접근 필요. 따라서 연구비 지원에 대해 사업성 보다는 국민의 안전을 위한 당위성에 초점이 모여야 하며, 이를 근간으로 적은 연구비라도 지속적인 연구비 지원이 중요 • 경제성 및 사업성 중심의 연구개발 형태와 다른 국가 공익성/공공성 기술 확보 추진을 위한 전략적/장기적 연구지원 방안 마련 • 계속적인 연구를 통하여 기술을 축적할 필요가 있는 분야로서 점진적인 연구비 확대로 관련 연구팀이 중단 없는 연구 수행 필요, 일본의 재난 대응 및 극한 로봇 관련 R&D 지원 정책에 대한 벤치마킹 • 특수 환경에 대한 로봇 기술은 적용 범위가 제한적이나, 개발 과정의 비용이 많이 들고, 결과를 위한 시간이 필요하므로 경제성 기준으로는 장기적 연구가 불가능. 이를 상쇄하기 위해서는 다양한 아이디어를 실현하기 위한 중소 규모의 연구와 대규모 장기 연구의 적절한 배분 필요 • 개발자들이 장기적으로 연구 활동을 이어갈 수 있는 장기적 연구개발 플랜(장기적 연구비 확대)을 제시하여 참여 산학연의 관심이 지속적인 개발로, 사업화로 이어질 수 있도록 추진 • 실적용을 위해서는 개발 로봇의 현장 적용을 위한 시범 사업 등에 대한 타당성 검토 및 이를 위한 연구비 확대 • 석, 박사급 연구비 지원
기타 의견	• 무인항공(드론) 및 AI(인공지능) 등의 기술 분야와 연계한 차세대 극한로봇 기술개발 추진 등을 통한 공익성/공공성 확보 등의 방향 제시(예: 미국 DARPA Robot Challenge와 같은 미래기술 방향 제시) • 타 기술과의 융·복합 실현을 위한 기반 마련

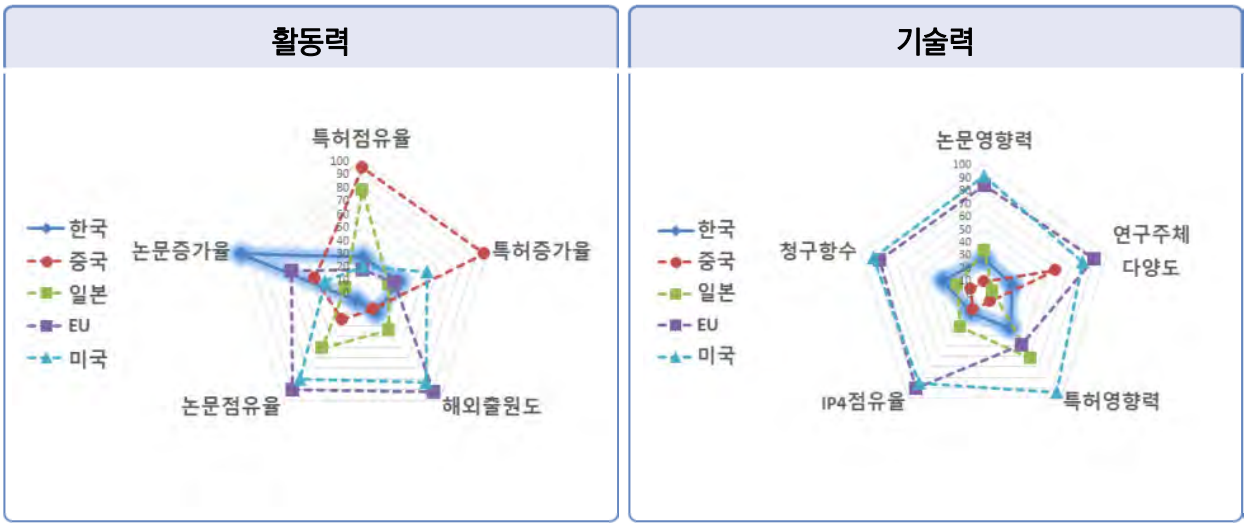
다 주요 분석 결과 요약

(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	재난구조 및 극한탐사 로봇기술	2,108	1,286	45.7%	91.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	31.5%	38.3%	7.5	8.5
한국	5위	3위	4위	4위
	6.7%	13.2%	3.8	2.8
5개국 평균[2]	-	-	5.6	5.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

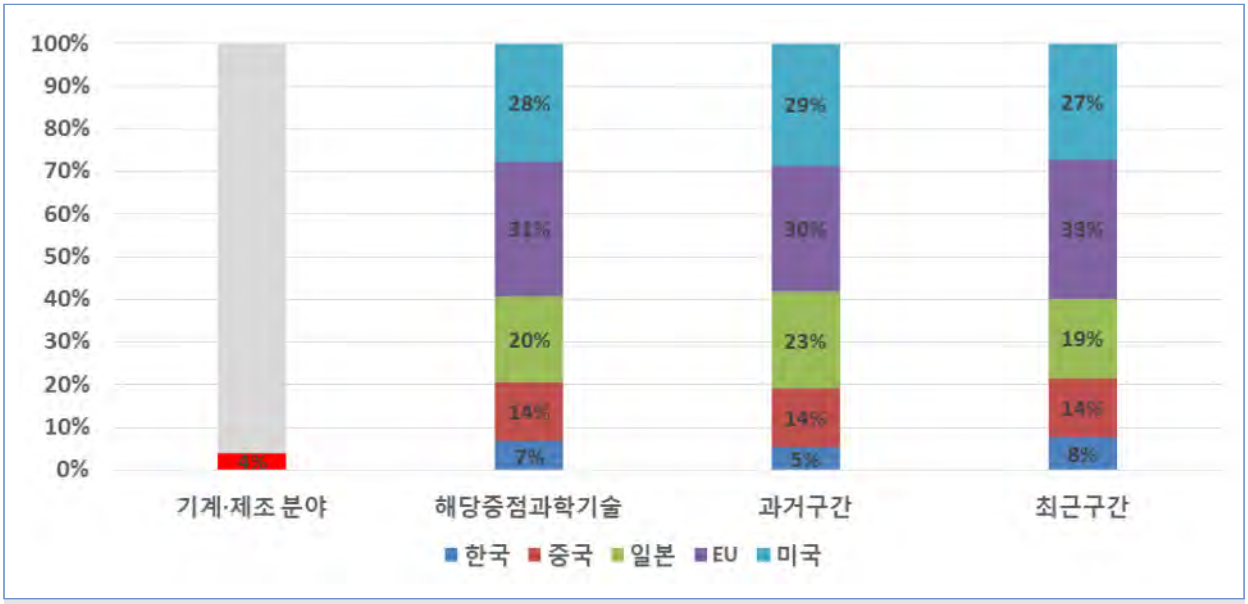
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.7%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(3.8)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(31.5%), 미국(27.7%), 일본(20.3%), 중국(13.9%), 한국(6.7%) 순이며, 논문 증가율은 한국(113.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(7.5), EU(6.8), 일본(4.1), 한국(3.8), 중국(2.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.92)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(13.2%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.8)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(38.3%), 일본(28.7%), 한국(13.2%), 미국(10.4%), EU(9.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(324.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.5), 일본(4.8), EU(3.9), 한국(2.8), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(25.8%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.7%	13.9%	20.3%	31.5%	27.7%
	논문 증가율	113.3%	45.4%	20.1%	60.4%	38.4%
	논문 영향력	3.8	2.5	4.1	6.8	7.5
	연구주체 다양도	0.79	0.85	0.74	0.92	0.89
특허 분석	특허 점유율	13.2%	38.3%	28.7%	9.3%	10.4%
	특허 증가율	36.1%	324.5%	7.3%	22.2%	104.5%
	해외출원도	0.5	0.1	1.5	5.3	4.3
	특허 영향력	2.8	0.0	4.8	3.9	8.5
	IP4점유율	1.8%	0.2%	6.5%	25.8%	23.1%
	청구항수	4.7	2.9	3.9	8.0	8.6

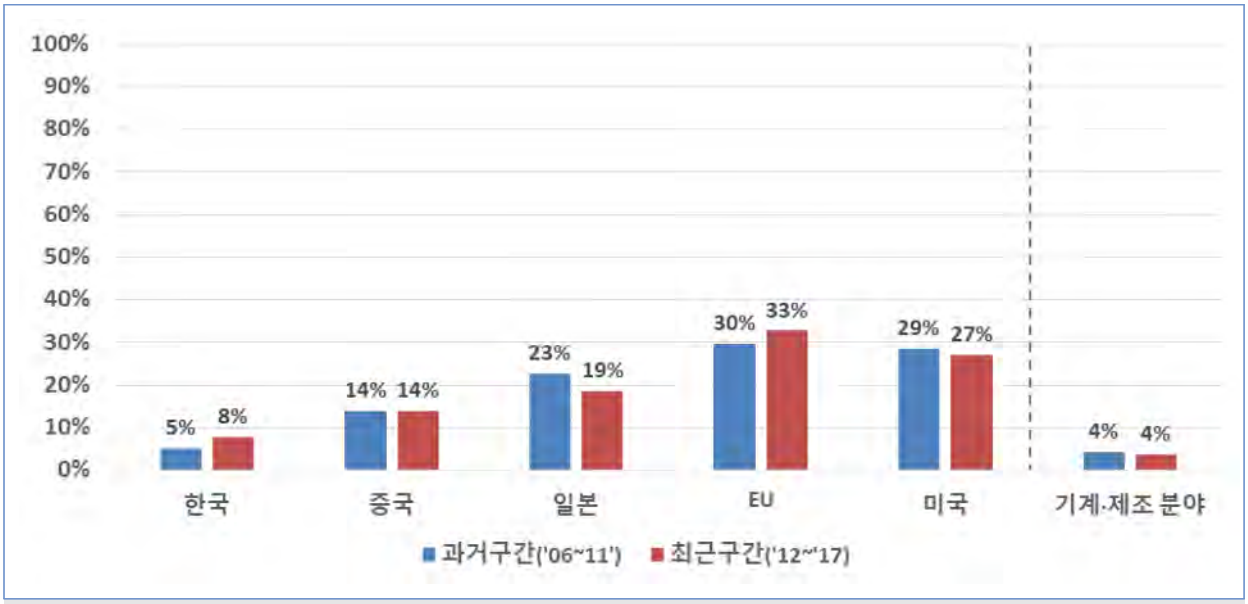
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 재난구조 및 극한탐사 로봇기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 664건으로 전체 논문의 31%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, 중국, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 재난구조 및 극한탐사 로봇기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

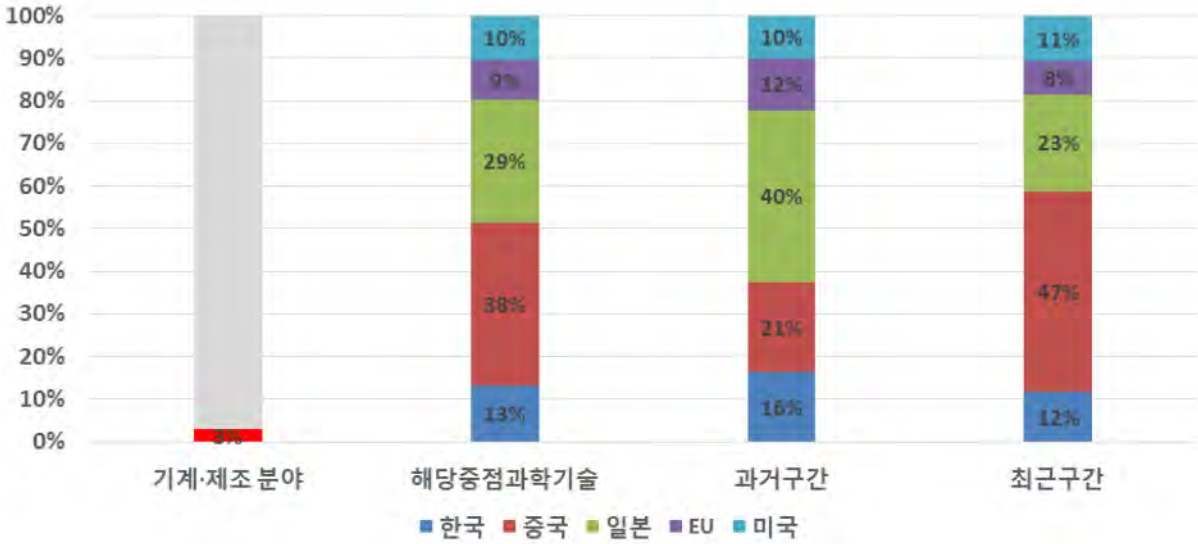


● 재난구조 및 극한탐사 로봇기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 113.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	45	96	141	113.3%
중국	119	173	292	45.4%
일본	194	233	427	20.1%
EU	255	409	664	60.4%
미국	245	339	584	38.4%
전체	858	1,250	2,108	45.7%

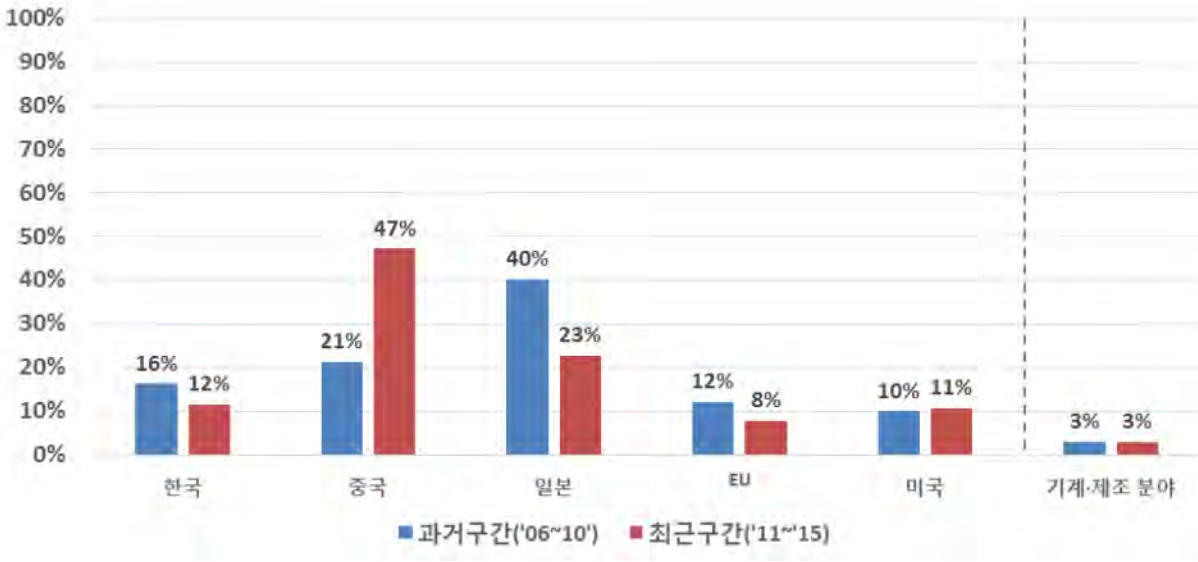
(4) 특허 점유율(전체)



● 재난구조 및 극한탐사 로봇기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 493건으로 전체 특허의 38%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 재난구조 및 극한탐사 로봇기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



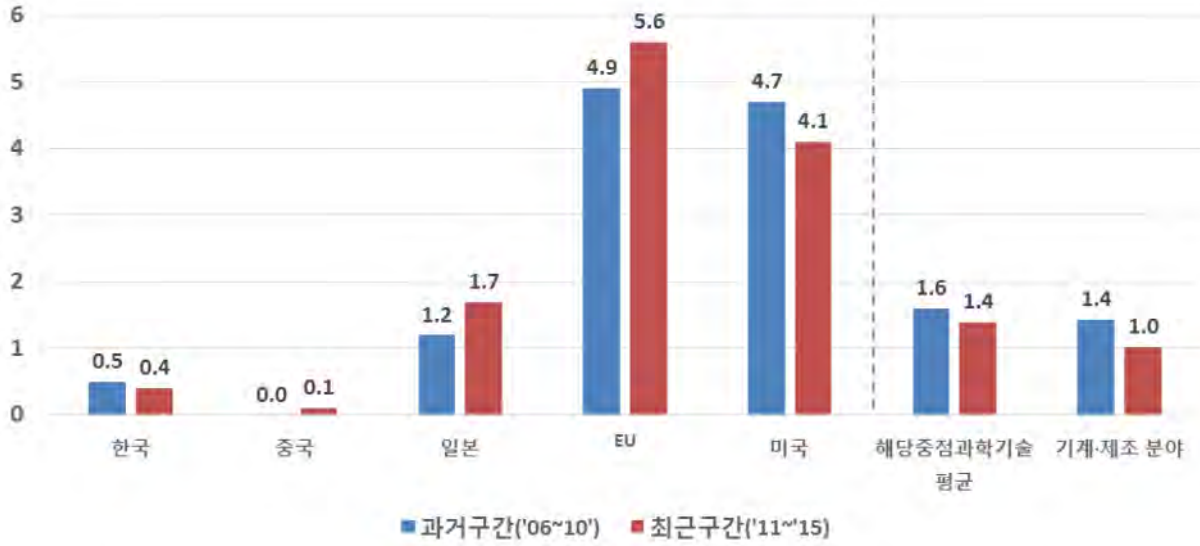
● 재난구조 및 극한탐사 로봇기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 36.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	72	98	170	36.1%
중국	94	399	493	324.5%
일본	178	191	369	7.3%
EU	54	66	120	22.2%
미국	44	90	134	104.5%
전체	442	844	1,286	91.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

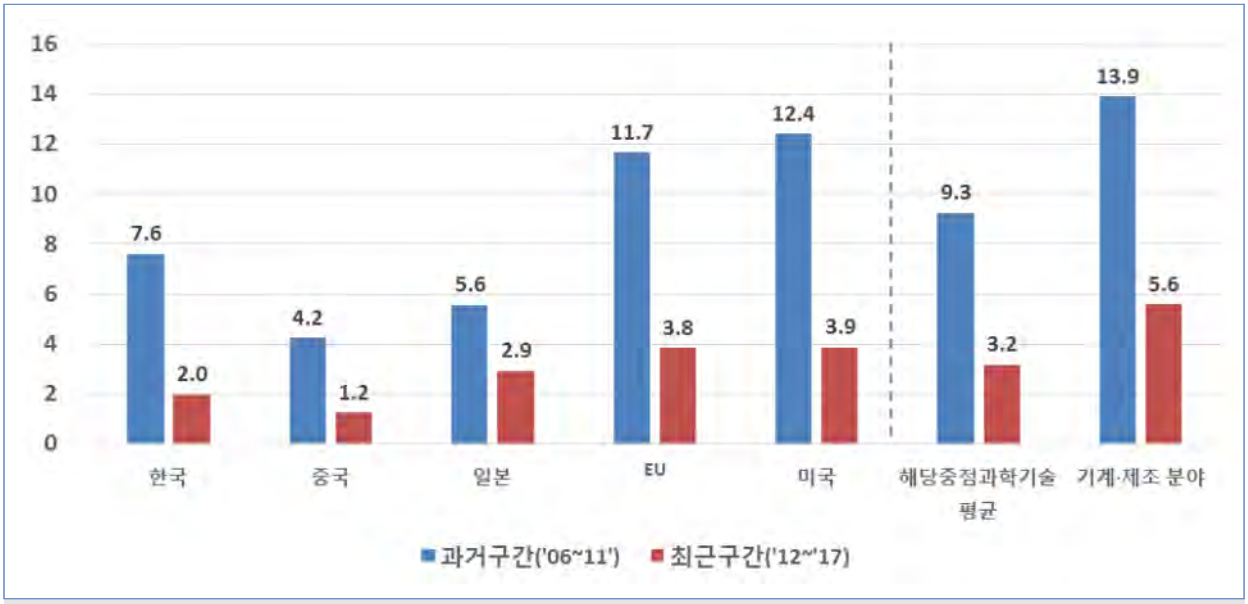


- 재난구조 및 극한탐사 로봇기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

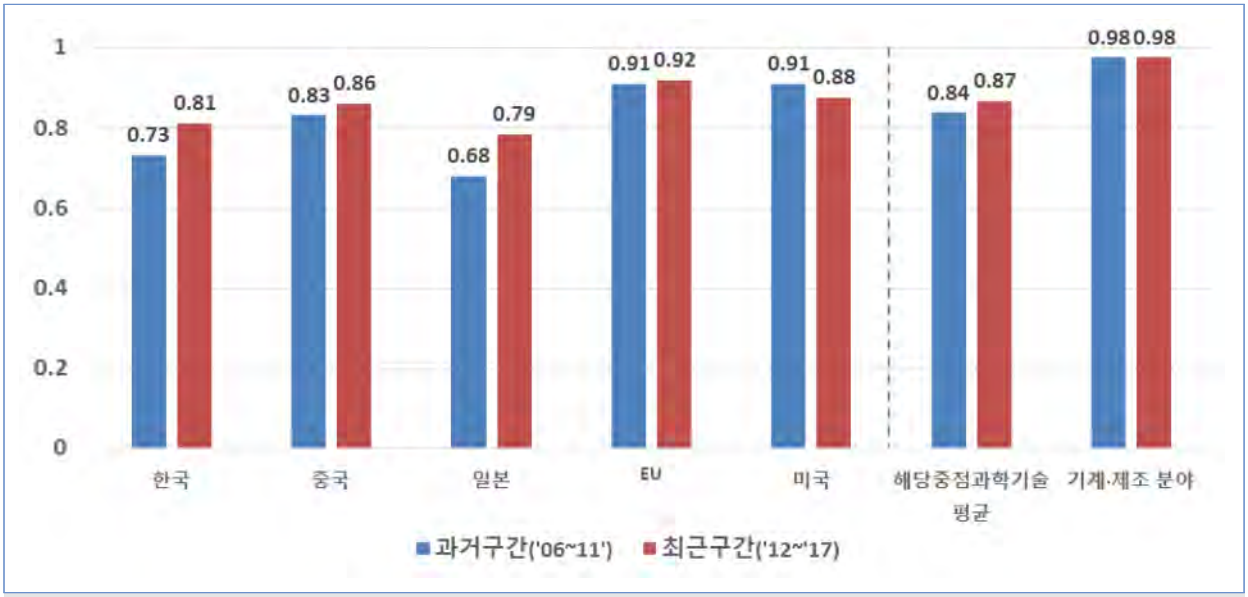
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



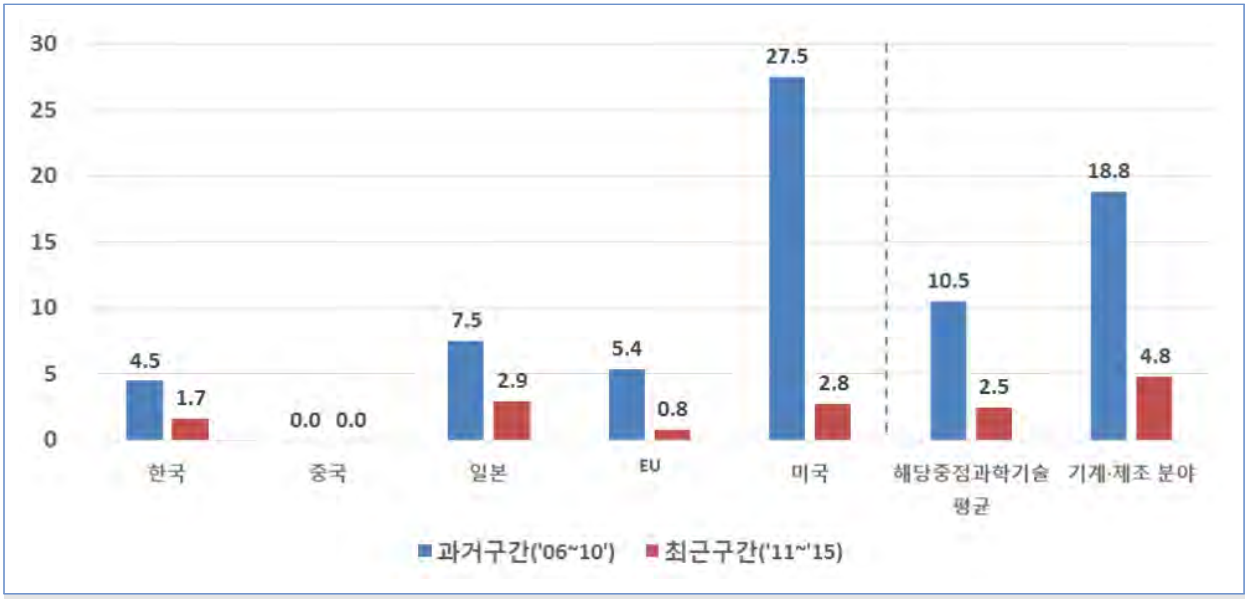
- 재난구조 및 극한탐사 로봇기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



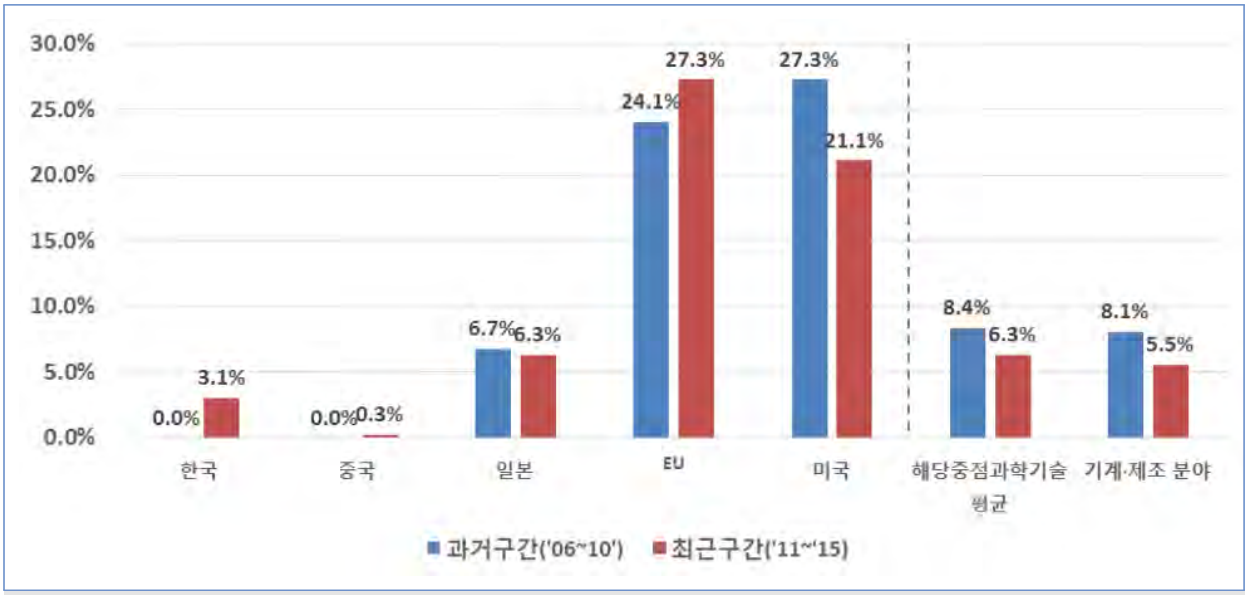
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



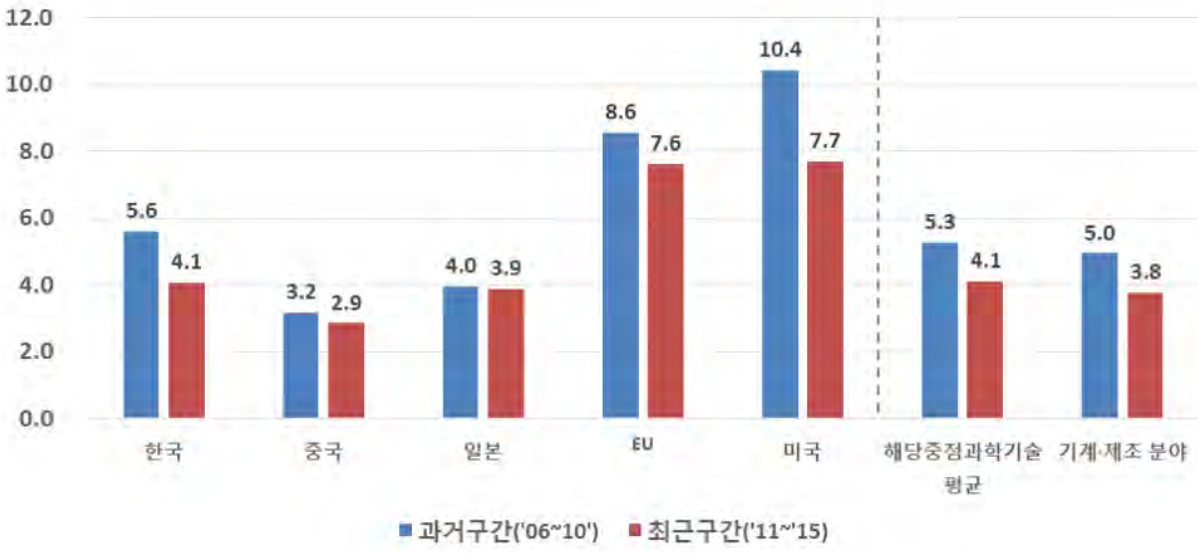
● 재난구조 및 극한탐사 로봇기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 재난구조 및 극한탐사 로봇기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 재난구조 및 극한탐사 로봇기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

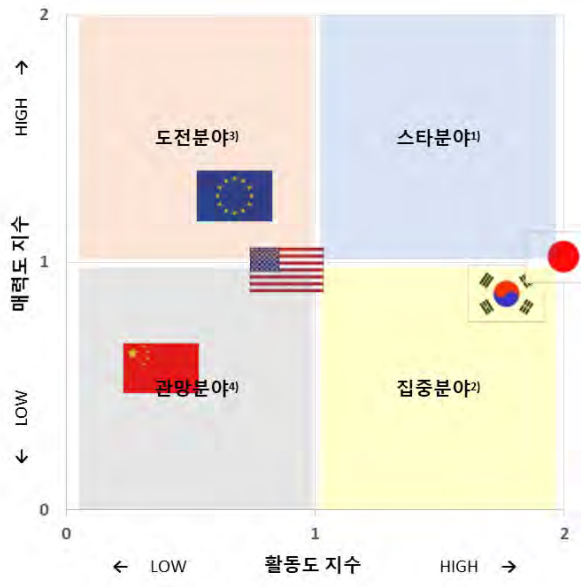
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

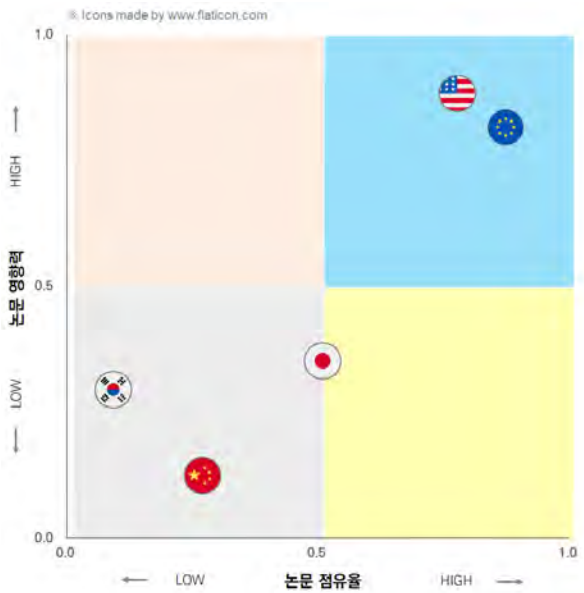
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 재난구조 및 극한탐사 로봇기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

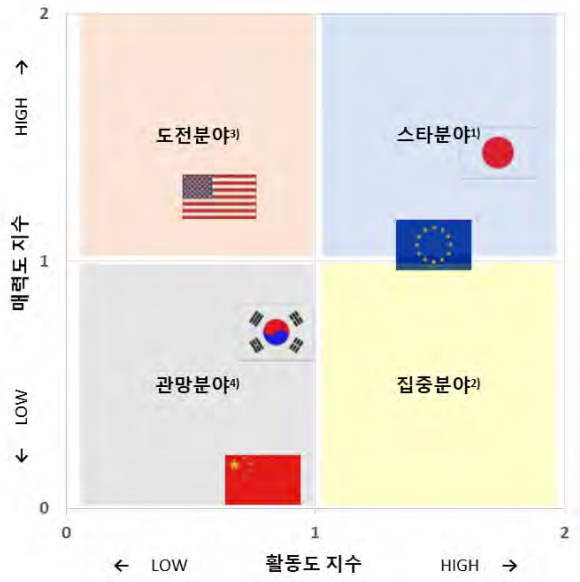


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

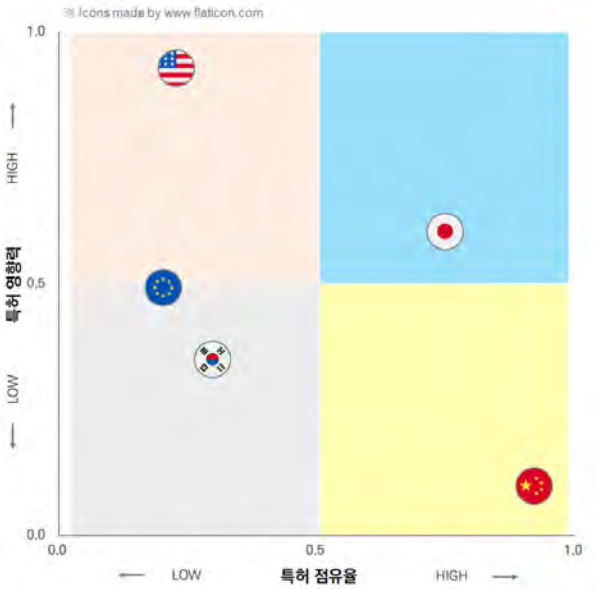
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 재난구조 및 극한탐사 로봇기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 일본의 'TOHOKU UNIVERSITY(1.71%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한양대학교'가 5.67%(글로벌 점유율은 0.38%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	일본	8.43%	1.71%	-66.67%
2	WASEDA UNIVERSITY	일본	5.62%	1.14%	40.00%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	일본	4.92%	1.00%	500.00%
4	TOKAI UNIVERSITY	일본	4.45%	0.90%	-81.25%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	2.74%	0.76%	200.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HANYANG UNIVERSITY	5.67%	0.38%	200.00%
2	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	4.26%	0.28%	0.00%
3	KOREA UNIVERSITY	4.26%	0.28%	0.00%
4	MOKWON UNIVERSITY	4.26%	0.28%	0.00%
5	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.55%	0.24%	300.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF HONG KONG	4.11%	0.57%	-90.91%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.42%	0.47%	-75.00%
3	HEBEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	3.42%	0.47%	-88.89%
4	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY (BEIJING)	2.40%	0.33%	-100.00%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	2.40%	0.33%	500.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	8.43%	1.71%	-66.67%
2	WASEDA UNIVERSITY	5.62%	1.14%	40.00%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	4.92%	1.00%	500.00%
4	TOKAI UNIVERSITY	4.45%	0.90%	-81.25%
5	TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY	3.51%	0.71%	50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF KAISERSLAUTERN	2.11%	0.66%	150.00%
2	UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON	1.51%	0.47%	800.00%
3	ROYAL MILITARY ACADEMY	1.20%	0.38%	-66.67%
4	FRAUNHOFER INSTITUTE FOR COMMUNICATION	1.20%	0.38%	700.00%
5	UNIVERSITY OF BREMEN	1.05%	0.33%	-25.00%

6 미국

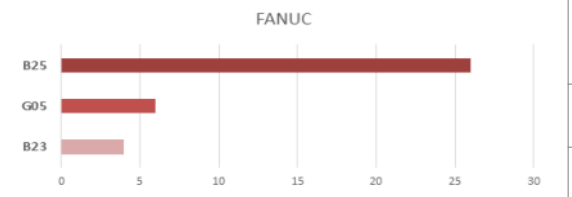
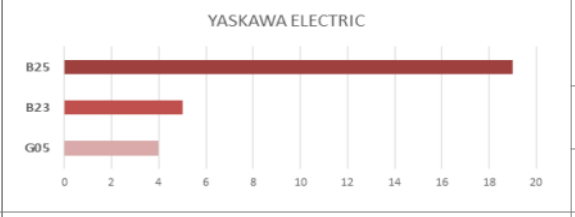
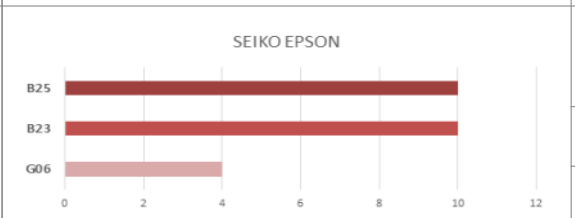
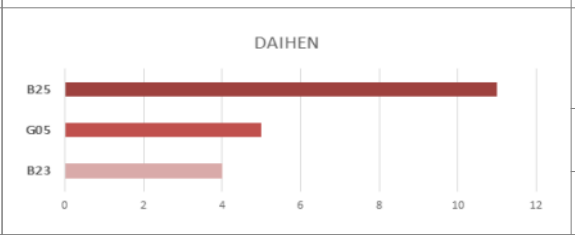
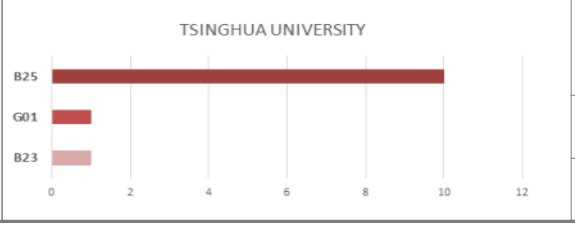
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.74%	0.76%	200.00%
2	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	2.57%	0.71%	100.00%
3	STEVENS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.05%	0.57%	40.00%
4	TEXAS A AND M UNIVERSITY	2.05%	0.57%	40.00%
5	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	1.54%	0.43%	250.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'FANUC(2.88%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국전자통신연구원'이 6.47%(글로벌 점유율은 0.86%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'FANUC'는 B25(수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터)에 해당하는 특허를, '한국전자통신연구원'은 G06(산술논리 연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

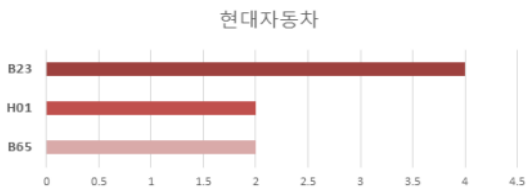
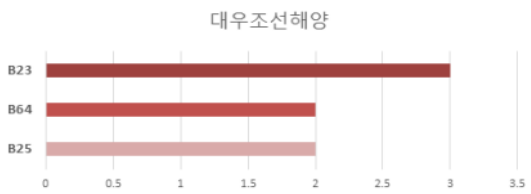
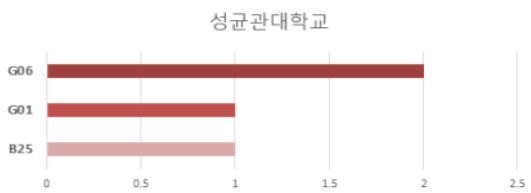
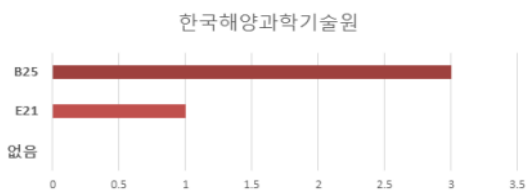
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FANUC	일본	10.03%	2.88%	-5.26%
2	YASKAWA ELECTRIC	일본	8.94%	2.57%	-5.88%
3	SEIKO EPSON	일본	6.78%	1.94%	112.50%
4	DAIHEN	일본	5.69%	1.63%	-9.09%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.64%	1.01%	16.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G05	제어; 조정
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G01	광학
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공

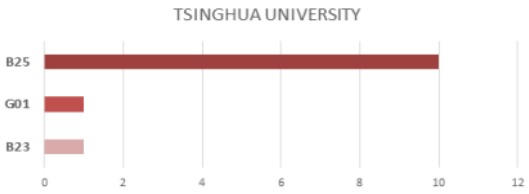
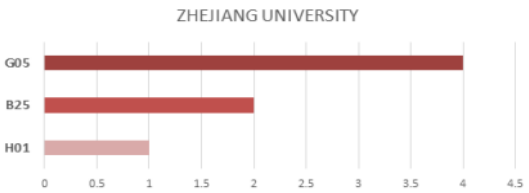
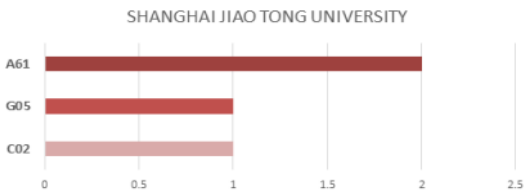
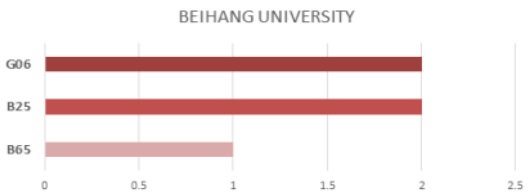
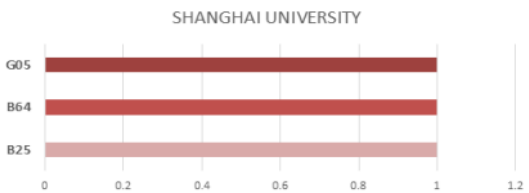
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전자통신연구원	6.47%	0.86%	75.00%
2	현대자동차	5.88%	0.78%	300.00%
3	대우조선해양	5.29%	0.70%	100.00%
4	성균관대학교	2.94%	0.39%	-75.00%
5	한국해양과학기술원	2.35%	0.31%	300%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		H01	기본적 전기소자
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
3		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		-	-

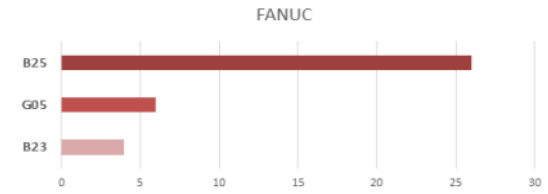
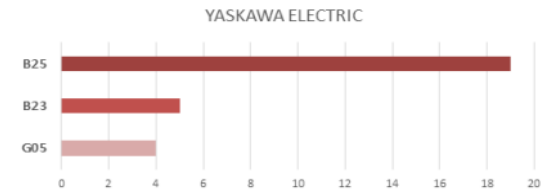
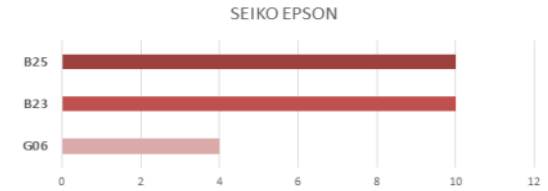
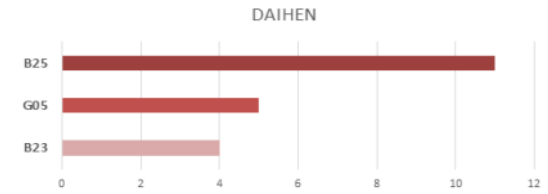
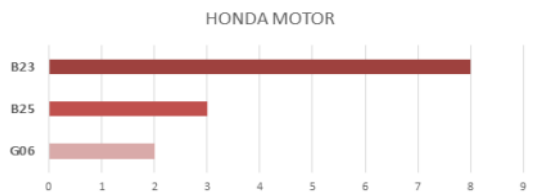
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.64%	1.01%	16.67%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.83%	0.70%	250.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.42%	0.54%	500.00%
4	BEIHANG UNIVERSITY	1.42%	0.54%	150.00%
5	SHANGHAI UNIVERSITY	1.22%	0.47%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G01	광학
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
2		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H01	기본적 전기소자
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G05	제어; 조정
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
5		G05	제어; 조정
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터

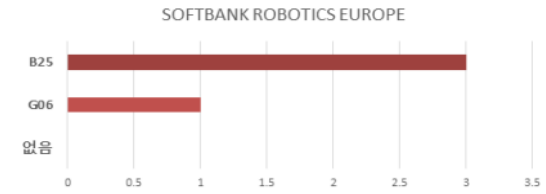
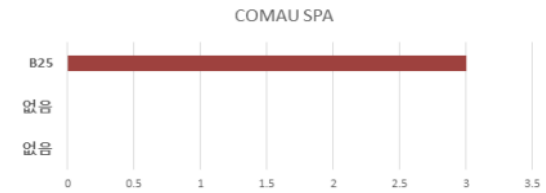
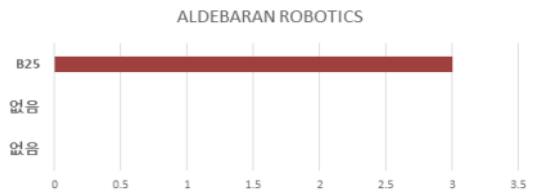
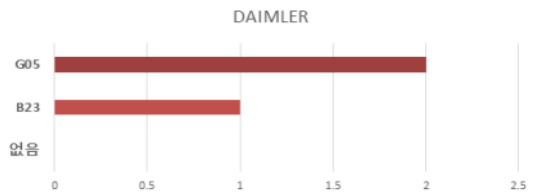
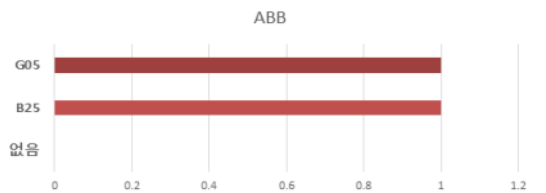
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FANUC	10.03%	2.88%	-5.26%
2	YASKAWA ELECTRIC	8.94%	2.57%	-5.88%
3	SEIKO EPSON	6.78%	1.94%	112.50%
4	DAIHEN	5.69%	1.63%	-9.09%
5	HONDA MOTOR	4.34%	1.24%	-40.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G05	제어; 조정
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
5		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

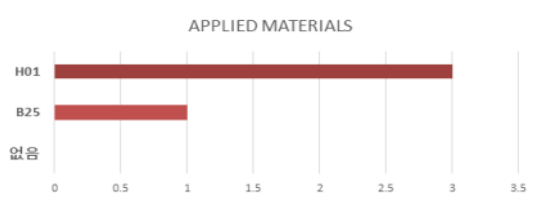
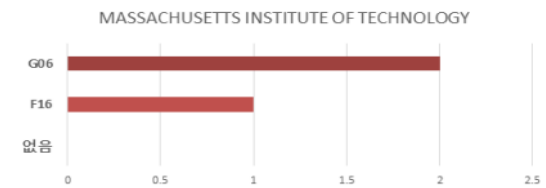
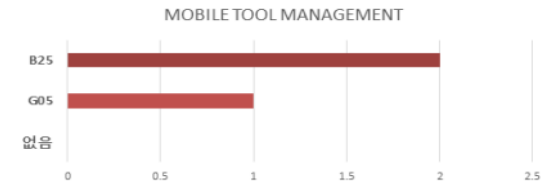
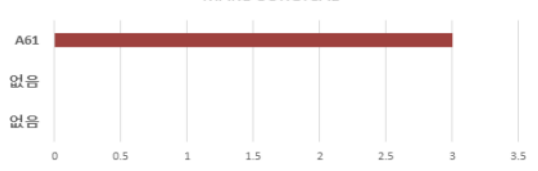
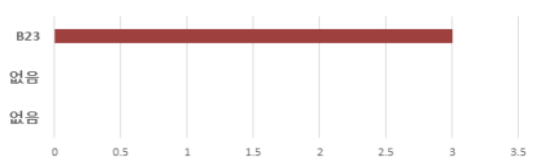
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOFTBANK ROBOTICS EUROPE	3.33%	0.31%	300.00%
2	COMAU SPA	2.50%	0.23%	200.00%
3	ALDEBARAN ROBOTICS	2.50%	0.23%	200.00%
4	DAIMLER	2.50%	0.23%	200.00%
5	ABB	1.67%	0.16%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		–	–
		–	–
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		–	–
		–	–
4		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		–	–
5		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	APPLIED MATERIALS	2.99%	0.31%	-66.67%
2	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.24%	0.23%	100.00%
3	MOBILE TOOL MANAGEMENT	2.24%	0.23%	200.00%
4	MAKO SURGICAL	2.24%	0.23%	-100.00%
5	ILLINOIS TOOL WORKS	2.24%	0.23%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		–	–
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		–	–
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
5		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		–	–
		–	–

34 스마트 제조로봇 기술



34 스마트 제조로봇 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 인구의 감소, 노령화, 극한작업 및 위험회피 등의 환경변화에 대응하기 위한 대체 노동력 제공과 자동화가 가능한 스마트 로봇 시스템 및 제어 기술
- ☑ 인공지능을 기반으로 작업환경 인지와 자가 학습으로 작업의 효율 증대 및 인간협업이 가능한 로봇기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

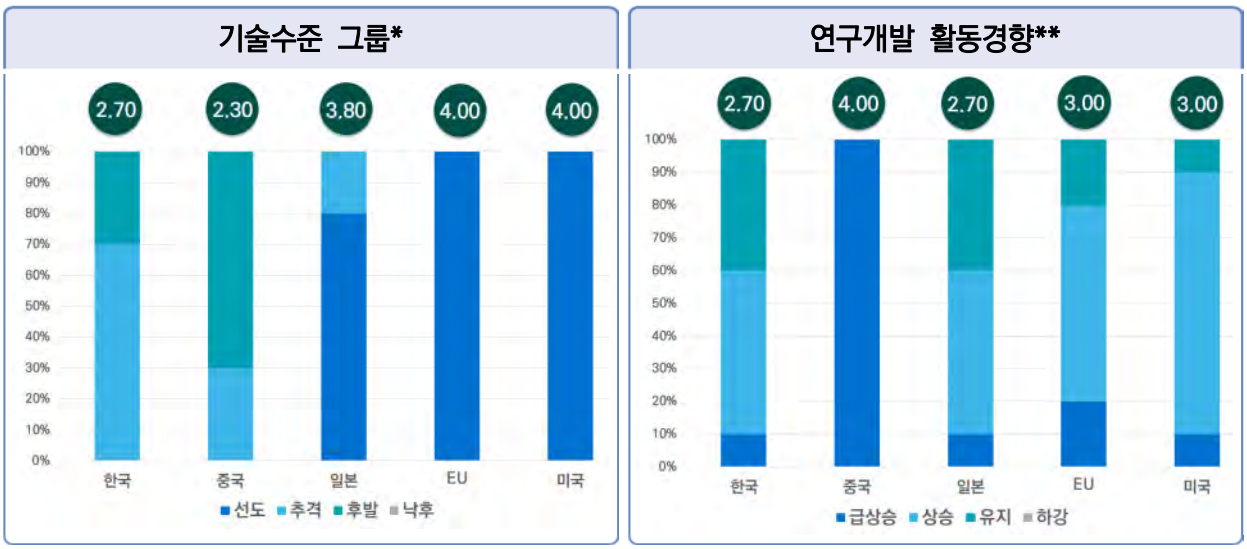
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	3.3	추격	보통	우수	상승
중국	70.5	3.8	후발	보통	우수	급상승
일본	91.5	1.0	선도	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	90.0	0.3	선도	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준 (%)	Q1	Q3	표준 편차	격차 (년)	Q1	Q3	표준 편차
한국	80.0	3.3	80.0	75.0	80.0	15.6	3.3	3.0	5.0	2.6
중국	70.0	4.0	70.5	70.0	75.0	4.7	3.8	3.0	5.0	1.3
일본	91.5	1.0	91.5	90.0	95.0	14.6	1.0	0.0	2.0	1.7
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
미국	95.0	0.5	90.0	90.0	100.0	4.9	0.3	0.0	1.0	0.5

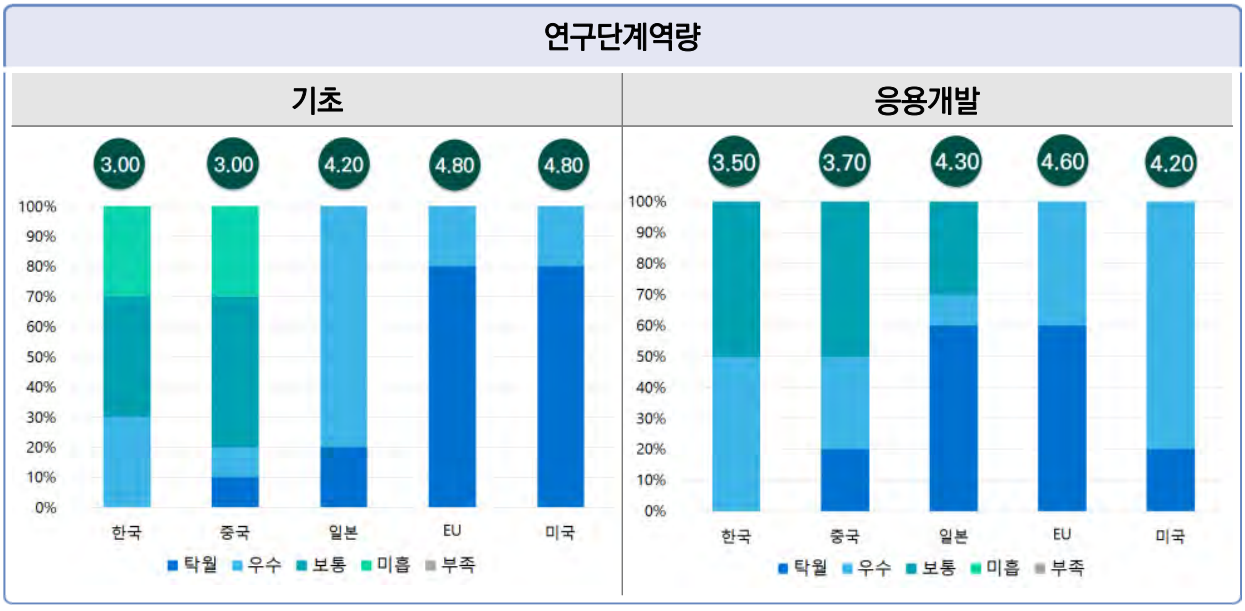
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 20여 년간 로봇을 위한 다양한 기술 개발이 국가주도로 추진되고 일정부분 세계수준에 도달. 그러나 로봇은 기술의 통합이 이루어져야하기에 몇 가지 부족한 기술 존재. • 부가가치가 낮은 업종의 비중이 높아 적극적인 기술 도입에 애로 • 핵심부품 및 AI 적용 기술의 약점 • 경기 침체에 따른 후발주차로서의 추격의식 부족 • 정부 주도의 연구개발 투자는 많았으나 개발자 위주의 개발 결과 상업적 플랫폼 및 신뢰성 미흡 • 양팔로봇과 물류로봇 관련한 상업용 플랫폼 기술 미흡 • 제조용 로봇 기술개발 투자가 미흡하고 서비스용 로봇 개발 투자가 많아서 로봇 실무기술 개발 부진하여 로봇 사업화 지체 • 최근 학계 및 산업계에서 연구 성과와 특허 등록 및 피인용이 급격하게 이루어지고 있으나 최고기술 보유국의 연구를 추격하는 연구를 진행하며, 산업계에서 Industry 4.0을 실제 적용을 하지 못함. 핵심부품과 핵심 알고리즘 개발에 있어 선도그룹에 비해 많이 뒤쳐져 있고 개발환경 조성 되지 않음 • 제조기술을 바탕으로 인프라 구축되어 있으나 핵심 부품 및 시스템 통합 기술이 부족 • 두산, 한화 등이 협동로봇에 뛰어들고 있으나 아직 초기 단계 • 가장 부가가치가 높은 수직다관절 로봇 분야에서 현대로보틱스를 제외하고는 주목할 만한 회사가 없음 • 최근 많은 대기업과 중소기업에서 협동로봇 분야에 뛰어들어서 생산체계 구축
중국 (70.5%)	• 급속한 경제성장 여파로 인건비가 상승하며 제조업용 로봇에 관심 급상승. 특허/논문 등을 볼 때, 집중분야가 인력대체를 위한 자동화에서 스마트 제조업분야로 전환 중. 그러나 요소부품이나 기반 기술이 부족 • 지속적인 기업과 정부 투자로 로봇 기구설계와 제조기술 확보 • 독일 KUKA Robot 인수 및 중국 내 선진 외국 기업을 유치하여 로봇기술 확보에 전념한 결과 로봇 기술이 진일보 중 • 정부주도의 과감한 투자로 인하여 핵심기술을 보유하고 있는 선도그룹의 기업들을 적극 인수하여 핵심기술 확보에 적극적 • 양적인 측면에서 기술 주도국인 미국의 논문 수 추월했으나 상대적으로 저렴한 인건비 및 풍부한 인력으로 인하여 자동화 공정 도입의지가 크지 않음 • 대학을 중심으로 학문적 기술수준 격차를 줄이고 있지만 기업의 광범위한 투자 시도는 아직 무리 • 표면상 드러나지 않는 정부차원의 우회적 자금 지원 등을 통하여 기술력이 뛰어난 해외 업체의 M&A등을 통하여 실용 기술 흡수 및 성장 가속화 예상 • 아직 보유기술 수준은 낮으나 정부의 막대한 지원으로 기술 내재화 속도가 빠름 • 중국제조2015에 따라 중국정부가 로봇 제조사와 로봇 사용자 모두에게 방대한 자금 지원. 자국 로봇의 성능이 다소 낮더라도 자국산을 채택하는 사용자가 많고, 이러한 피드백에 의해서 기술 발전이 가속화되는 선순환 생태계 구성

국가 (기술수준)	판단근거
일본 (91.5%)	• 기술력은 보유하고 있으나, 운용기술이 아직 부족. 하드웨어 기술이 오랫동안 개발됨 • 기본 기술을 확보한 상태에서 기술개발 활발하게 진행 중 • 전통 제조업 로봇의 강국이며 로봇부품 등의 선진화가 이미 끝났지만 AI적용 등 빅데이터와 딥러닝에서의 기술 격차가 다소 존재 • 외부 변화에 능동적이거나 민감하게 반응하지 않은 성향 • FANUC과 YASKAWA 같은 선도하는 기업을 보유하고 있으며 그동안 서비스 로봇 쪽에 많은 투자와 관심을 가지고 있음. 특히 고령화 사회에 접어들어 정부 주도로 다양한 정책과 기술 개발 진행 중 • 대학 연구 성과 중심의 창업으로 기업화 성공 • 전통적 산업용 로봇의 협동로봇화 활발히 진행 중
EU (100%)	• 자동차 기업 중심으로 스마트제조업에 대한 투자가 집중되고 있으며, 이전부터 내재된 기술력이 진가를 발휘하기 시작 • 4차 산업혁명 관련 Industry 4.0 수행하기 위해 수많은 시행착오 및 경험을 바탕으로 스마트 제조환경의 인프라 확보. 또한, Industry 4.0의 고도화 및 생산성 극대화를 위한 연구 활동 활발 • 독일 중심으로 한 EU의 기술력은 선도 미국과 우열을 가릴 수 없음 • 지속적인 기업과 정부 투자로 생산성 30% 이상 향상된 기구설계와 제어기술 확보 • AI와 IoT기술을 접목한 양팔로봇 및 주행로봇기술, 상업용 플랫폼 확보 • Industry 4.0 적용 제조 공장 운영하며 적극적으로 기술개발 추진 • 스마트팩토리에서 핵심요소 기술 중 하나인 산업용 통신망 주도 • 전자제어기술 주도 (자동차, 로봇) • Industry 4.0 발표 후 범국가적 차원에서 정책적, 예산 지원 활발 • 스마트 팩토리 구축을 위한 각종 표준화 작업을 수년전부터 진행 • 노동집약 산업이었던 신발 제조업 분야에서 최초로 90% 이상 무인화 공정 구축 (아디다스) • 업체 중심의 오래된 생산 개발 사업 경험 가짐 • KUKA, ABB 등 세계적인 제조로봇 업체가 있으며, EU 전체가 하나의 국가처럼 산학연의 협력이 매우 우수 • 협동로봇 분야에서 Universal Robots 필두로 ABB, KUKA 등이 선전
미국 (90.0%)	• 하드웨어보다는 소프트웨어 기술이 우수. 인간협업 로봇에 대한 기술개발이 오래전부터 추진됨 • 제조업의 열세로 인한 경험 및 기술축적 기회 부족 • 고노동력에 따른 비용 절감 및 기업 생산성 및 효율성 극대화에 따른 자동화 연구개발 활동 활발 • 무인 매장 및 AI를 이용한 기존 제조환경의 자동화 기술에 대하여 스스로 판단하여 제조 및 공정변화를 기할 수 있는 연구 활동 • 산업 전반에 걸친 경쟁력 우수, 그에 따른 로봇기술의 적용성과 AI 관련기술의 선도 • 논문 및 특허의 질과 양의 우수성 • 지속적인 기업 투자로 전문서비스 분야 로봇 기구설계와 제어기술 확보 • AI 기술을 접목한 주행로봇기술 및 상업용 자율주행 플랫폼 확보 • 관련 기초연구와 응용연구 분야에서 선도적인 연구 결과물들과 피인용 지수에서도 최고의 건수를 보유한 대학들이 상위에 랭크됨

국가 (기술수준)	판단근거
	• 스마트 제조 기술의 기초가 되는 IT기술 개발 주도 국가 • 센서, 인공지능 등 기술 개발의 근간이 되고 있는 군사, 과학기술 분야 압도적 예산 (2017년 R&D 예산 178조원) • 높은 인건비와 인력에 문제가 생길시 회사에 막대한 손해배상 부담으로 기업들의 장비 및 시설 투자 의지 높음 • AMP(Advanced Manufacturing Partnership)과 같은 프로그램을 이미 수년전부터 가동시켜 산학협력 및 정책적인 지원 등 정부 주도 제조업 고도화 프로그램 지원 • 산학 연계 탄탄한 기술 보유 • Rethink Robotics 등 시장점유율은 낮으나 신기술을 총한 기술 선도 • 몇 년 전에 인수한 Universal Robot 외에는 제조로봇을 생산하는 회사는 없지만, 세계 최고의 시장인 만큼 글로벌 제조로봇 회사들이 진출하여 활발한 시장 형성 • Reshoring 정책에 따라서 로봇을 이용한 공장 자동화에 많은 노력. 소프트웨어 분야의 앞선 기술, 국방 및 의료 로봇 분야의 강세가 스마트 제조로봇에 긍정적 효과

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 각국의 전략을 분석하고 빠르게 흡수하려는 의지로, 정부, 산업계, 연구계가 협력하여 제조 혁신을 이루고자 노력 • 로봇분야에 꾸준히 투자가 이루어졌으며, 세계적인 수준으로 로봇기술이 발달됨 • IT기술은 세계적 인프라를 구축해 이를 활용한 스마트제조기술 개발 유리 • 제조환경에서의 핵심 기술은 미 보유하고 있으나, SI 측면에서 기술개발 활발 • 제조 환경에서 사용되는 핵심 부품 기술개발을 위한 정부차원에서의 지속적 지원 • 서비스용 로봇 투자 통해 선진국 대비 강점 • 로봇 연구개발 통해 대학 내 꾸준한 인력 양성 • 반도체 및 LCD 분야 로봇 개발 활발 • 제조업 강함 • 로봇밀도가 세계 1위일 정도로 산업용 로봇을 많이 사용. 중국이나 EU 등에 비해서 절대적 시장 규모가 작기는 하지만, 국내의 로봇 수요도 상당 • 정부 지원 통한 기반 기술 및 인력 확보 • 자동차, 반도체, 디스플레이 양산을 통해 축적된 제조 기술	• 원천, 요소부품에 대한 기술력 부족. 투자주기가 짧아 충분한 연구개발이 이루어지지 않고, 실적 위주로 진행 • 전체기술을 통합하여 응용분야에 적용하는 시스템통합기술이 보다 추진되어야 함 • 사이버보안에 대해서 다소 미흡 • 스마트 제조 환경의 정의 및 분류에 따른 인력 양성 계획이 미흡 • 제조환경 고도화에 따른 예산이 집중됨 • 제조업용 로봇 투자가 부진하여 선진국 대비 상업용 로봇 기술 수준 하락 • 최근에 로봇 분야 투자 미흡 • 로봇 기업들의 성장이 더딤 • 경기침체의 장기화 우려, 차세대 성장 동력의 부재, 산업 투자의지 부족 • 시장 점유율이 매우 높은 기업들이 없음 • 기초연구분야의 최고급 인재부족과 인프라, 정부 지원 부족 • 조급한 사회적 문화 • 대기업에 집중된 인력 및 인프라로 중소기업 기술 개발 어려움 • 핵심 부품 및 시스템 통합 기술 부족.

국가	강점분야	기타
		• 선도할 정도의 강점을 가지고 있지 못함 • 연구소/기업 간의 효과적 협력 부족
중국	• 다양한 활용분야를 가지고 있으며, 최근 인건비 상승으로 자동화에 대한 요구가 증대되고 국가 차원 투자 추진 • 전 세계 유학생 네트워크를 구성하고 있어 기술 유입이 매우 빠름 • 다양한 산업에 적용할 수 있는 내수 시장 • 글로벌 기업과 합작을 통한 원천 기술 확보 및 응용기술 개발을 위한 노력 중 • 정부 투자에 힘입어서 다수의 제조업용 로봇 기업이 투자 확대 • 로봇 인력 및 인프라가 확보되어 향후의 성장 잠재력 큼 • 정부 차원에서 방대한 자금을 투자하고 있으며, 특히 로봇 사용자에 대한 지원도 있어서 중국 자체에서 생산한 로봇이 성능은 다소 떨어지더라도 많은 판매가 이루어짐. 이러한 생태계를 통해서 로봇 기술 및 산업 자체가 급속히 발전 • 최고기술보유국을 추격하기 위해 많은 인력과 정부의 대대적인 투자 진행 • 대학 중심 기술 개발	• 현재 인건비 상승으로 인해 발생되는 제조 자동화 분야에 집중하고 있어 새로운 응용분야 개척에 대해서 다소 미흡 • 가격 경쟁력을 모토로 추진되어 기술력의 한계 • 제조환경에 사용되는 로봇 원척기술 확보의 범위가 제한 됨 • KUKA 인수 통해 로봇 기초기술 확보 • 방대한 자금을 투자하고 있으나, 자금 투입의 비효율성이 크고, 투자 금액 대비 성과는 낮은 편 • 국가 내 산업구조의 이해관계 복잡, 산업핵심의 급격한 부상 • 원천 기술 부족 • 집중된 기술 지원으로 낮은 경쟁력
일본	• 과거 일본은 미국이 노동자보호 명목으로 자동화장비에 대한 기술을 집약적으로 개발함. 독일에 준하는 산업용 로봇 기술을 보유하고 있으며, 부품 기술 또한 세계적. 독일의 인더스트리4.0을 견제하기 위한 다양한 노력 중. 특히, 로봇에 대한 국민적 관심이 매우 높음 • 산업용 제조 환경에서 수십 년 동안의 경험 및 노하우 보유(정밀도 및 내구성 등) • 핵심 부품(감속기, 모터)에 대하여 절대적인 기술 우위에 따른 지속적 성능 개량 • 로봇 부품, 본체 및 시스템 기술 우수 • 전통적인 제조로봇의 강국으로서 우수한 기술과 인력 유지 • 핵심부품의 자국경쟁력 • 기업의 기술 경쟁력이 매우 우수, 시장에서 1,2위 기업들이 모여 있음 • 정부주도 지속적 R&D 투자 (탁월한 결과가 나오지 않아도 꾸준히 투자)	• 모노즈쿠리라는 전통제조기술 강국으로, 새로운 제조기술개발에 대해 다소 취약 • 사이버보안에 대해서 다소 미흡 • 스마트 제조 로봇에 대한 기술이 산업용 로봇에 한정(IT 및 소프트웨어적인 측면에서의 연구활동이 적음) • 로봇 제조기술은 우수하나, 로봇의 원천기술에 대한 연구개발은 다소 미흡 • AI 등 최신트렌드 수용둔감, 경제의 급격한 변화 없이 꾸준함 • 재래식 제조로봇위주로 사업 제품군 형성 • IoT, 인공지능 등 신기술 개발 속도 더딤

국가	강점분야	기타
EU	• Industry 4.0 우수한 요소부품 기술을 바탕으로 IT기술을 접목하기 위한 방법론 제시·추진 • 국제표준화기구 IEC, ISO등을 활용하여 유리한 국제표준화를 추진하고자 하여 경쟁우위 선점에서 유리 • 스마트 제조 환경의 기초가 되고 있는 부품 시장 선점 • 다양한 제조환경에 자동화(스마트 제조 기술)에 대한 방대한 데이터 및 경험 보유 • 우수한 인력 및 정부차원의 지속적 투자 • 로봇 핵심기술 및 시스템 기술 탁월 • 산학의 협력체계가 유기적으로 연계됨 • 로봇공학의 이론과 응용개발 모두에서 매우 우수한 인력과 인프라 보유 • 독일을 중심으로 한 스마트 공장과의 결합, 다양한 인종과 인력 • 기업의 기술 경쟁력이 특히 우수 • 전자제어기술, 통신 주도국 기업의 기술도입 의지 높음 • 산학협력을 중심으로 지속적인 기술력 축적을 통한 완성도가 높은 제품 개발	• 자동차분야, 항공분야 등 기존 제조업분야의 업그레이드 수준으로 새로운 패러다임 제공에는 다소 미흡 • 공정 간의 제조 공정 효율성 향상에서 End User 입장에서의 제조 공정 자동화에 따른 변화 추진 중 • 독일 KUKA사가 중국에 매각 • 유럽 내 국가 간 기술격차 상존 • IoT, 인공지능 등 신기술 개발 속도 더딤
미국	• IoT, 빅데이터, 클라우드, 인공지능 등에 대한 원천기술 다수 확보, 우주항공/국방기술을 활용하면 차세대 스마트 제조 기술 선도 가능 • 산업인터넷을 바탕으로 다양한 분야의 스마트 제조 기술 출시, 표준화 작업 및 지적재산권을 활용해 기술 경쟁력 확보 예상 • IT 및 RT 등에 대한 지속적인 투자 및 연구를 할 수 있는 환경으로 관련 연구자의 원천 기술력이 매우 높음 • 대규모 자금을 통한 테스트베드를 통한 실증검증을 통하여 기술의 고도화 및 개선을 할 수 있는 환경이 준비됨 • 확보한 로봇 핵심기술을 바탕으로 특히 전문서비스용 로봇 분야에서 기술 및 인력, 인프라 우수 • 우수한 소프트웨어 인력 보유 • 수술로봇, 국방로봇, 자율주행 차량 등 서비스 로봇 분야에서 독보적인 기술력 확보 • 고급기술, 산업전반 인프라 우수 • 기업 기술 경쟁력 매우 우수 • 군사 분야 R&D 예산 10% 증액	• 대부분의 제조를 해외 공장에서 추진 • 자동화 및 로봇으로 인한 일자리 상실에 대해서 민감한 사회구조 • 핵심 부품의 수입 • 제조 분야 외 물류 분야 기술에 특화됨 • 제조업용 로봇 분야 투자는 미흡 • 제조로봇을 생산하는 자국 기업이 없으므로, 로봇 기반 자동화의 수혜를 외국 기업이 가져가게 됨 • 시장 점유율이 매우 높은 기업 없음 • 제조업 기반이 약해 제조 인력 및 인프라 부족

국가	강점분야	기타
	• 기술개발 및 실적용 기회 많음 • 기업의 기술도입 의지 높음 • 대학 중심의 기술력을 바탕으로 벤처기업 주도로 신제품 성공률 높음	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	1위	5위	2위	4위	6위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 현재 국내 개발 기업 및 연구진이 주로 가격경쟁위주로 진행되고 있어, 향후 기술력 확보 측면에서 우려 됨. 관련기업, 연구소, 기업이 토의를 통하여 경쟁력을 가질 수 있는 기술 분야를 선택하고, 협력을 통하여 선점 필요. 특히, 주요 부품을 담당하는 중소제조업에 대한 지원 필요 • 현장과 연구가 분리되어 있음. 현장의 문제에 도움을 받을 수 있는 연구기관과의 연결을 해주는 기술복덕방 필요 • 본 기술은 중소 또는 중견 기업을 대상으로 기술 개발 초점을 두어야 하며, 글로벌 경쟁력 확보하기 위해 반드시 시장 목표로 해외 시장을 염두하고 정책 수립 필요. 또한, 제조환경 협업 로봇에 대한 국제 기준 및 환경을 조성하는 인프라 사업과, 관련 부품 시장에 대한 원천 기술 확보를 위한 장기적인 정책을 수반 되어야 함(여기서 기 기술개발 사례에 따른 어느 정도의 중복 투자는 필요) • 산학연의 긴밀한 협조와 전문가들의 조언을 통해 신뢰성 있는 제품 개발 • 스마트 제조로봇 기술 향상과 Industry 4.0에 대비하기 위해 로봇, 전자, ICT 등 관련 기업들에 대한 연합체 구성과 기업지원이 가능한 연구소 및 학계를 연계할 수 있는 핵심기관 마련 • 국내에서 각 기관, 회사, 정부의 협력은 아주 잘 이뤄짐. 기술 개발 과정과 사용한 돈에 대한 기계적인 감사보다는 기술 개발 결과물의 검증, 1차적으로 개발된 결과물의 상용화를 위한 신뢰성 향상 기술 개발과정에 대한 중요성 인식, 추가적인 투자 공감 형성 절실 • 산학연 협동 특히 과제 완료 이후 출연연 연구원의 중소기업 파견 등 통해 연구개발에서부터 제품화까지 협력할 수 있는 방안 • 기업의 미래에 필요한 기술은 현실적으로 출연연구소에서 공급 필요. 따라서 중소기업과 출연연구소의 밀접한 협력 절실 • 협동로봇 자체에 대해서는 각 기업 간의 경쟁이 필요하지만, 이들 협동로봇을 실제 현장에 투입하여 적극 활용하고, 이를 통해서 새로운 로봇 제작업체에 피드백 되는 생태계의 구성에는 모든 로봇 업체들이 공동의 노력이 바람직
국제협력 촉진	• 핵심선두 기술에 대한 해외 기술 도입 및 유치 • 기 선행된 선행 기술에 대한 노하우 운영 및 기술 확보를 위하여 공동 협력 기술개발 범위에 대하여 인프라 조성에 초점을 두어 인프라 구축과정에서의 노하우와 협력 기술(인간-로봇-환경의 상호 협력 및 센싱 등), 핵심 원천 기술 확보 추진

	정책제언
	• 독일 및 미국 현지와 국제 협력을 위한 연구비 및 연구 환경 조성 • 선진국과의 협력을 통한 기술 교류 및 선진 기술 습득 • 물리, 화학, 생명공학과 같은 기초연구 위주의 국제 협력을 확대하여 Industry 4.0에 대비하는 응용연구와 개발연구에 대한 국제 협력 확대 • 공동 연구하는 외국인 연구자가 체류할 수 있는 비용이나 여건 조성 통해 협력의 효과 증대 • 미국, 유럽, 이스라엘 등 기술 중심의 벤처기업과의 협력을 통해 선진 기술 도입을 추진하고, 중국 시장 진출 위해 기술 난이도가 낮은 로봇 기구 및 부품을 도입하여 국내에서 가격경쟁력이 높은 완제품을 수출하는 구도 필요
인력양성 및 유치	• 현재 있는 기술을 조합해 당장 활용 가능한 플랫폼 위주로 엔지니어링 기술에 집중할 경우 글로벌 경제시대에 경쟁력을 잃을 것으로 예상되며, 특히 기초, 원천에 해당되는 기술을 연구할 수 있는 인력에 대한 지원 필요 • 인력 양성 분야는 각 세부기술에 대한 전문적인 학문이 없으며, 학과 과정의 다양한 지식 습득을 통한 기술 확보가 이루어지고 있으나, 기술에 대한 응용성, 확장성 부분은 논문에 의존 중. 이러한 선행 기술을 확보한 인력에 대해서는 일정 기간 현업에서 실 기술에 대한 사용, 적용 부분의 기술을 습득할 수 있는 프로그램 정책 필요 • 전문 기술자, 운영 기술자, 유지보수 기술자 등 세부적인 기술교육 프로그램에 대한 정책 수립 • 기술 개발을 위한 인력 양성 및 선진국의 전문가 초청 혹은 유치 • ICT, 사물인터넷, 로봇공학, 클라우드 컴퓨팅, AI, 빅데이터, 임베디드 시스템 및 센서기술 등 Industry 4.0에 대비 ICT와 제조업을 융합 가능한 연구 수행 위한 인력양성, 및 이를 위한 대학 및 중/고등과정에서 기초과정 생성, 국제 협력 촉진을 통해 해외 유수 연구인력 유치 • 개발된 기술의 적용을 위해서는 SI(System Integration) 전문가의 양성 필요. 현재는 한명이 SI 과정에서 커버할 수 있는 기술 범위가 너무 좁아 시스템 전체를 볼 수 있는 시스템 아키텍처를 할 수 있는 최고급 인재가 발현하기 힘듦. 이는 SI 시장의 인식 및 근로여건이 열악하여 뛰어난 두뇌를 가진 고급 인력이 유입되지 않는 현상이 원인. 연구 및 개발을 하는 인력과 현장에서 필요한 기술들에 대한 연결은 반드시 필요한데 그를 위한 연결다리를 SI전문가가 수행 가능. 한명이 커버해내는 기술의 범위를 넓히더라도 그를 소화할 수 있고 경험과 지식을 통해 나아가 기술의 제안까지도 가능한 SI분야 전문가를 국가주도로 전문 육성 필요 • 관련 분야의 인력을 적극 양성하되 대기업이나 출연연으로 한정된 진로를 중소기업으로 유도할 수 있는 방안 마련 • 장기적인 관점의 인력양성이 필요하므로, 학교는 대학원생을 중심으로 원천연구, 연구소는 실용적이고 기업친화적인 연구에 집중 • 협동로봇을 포함한 수직다관절 로봇의 설계 및 제어 인력이 매우 부족. 이러한 설계 및 제어 인력을 교육할 수 있는 인력양성 프로그램 필요
인프라 구축	• 전체 테스트 및 신뢰성 평가를 진행할 수 있는 인프라 구축 • 현장의 문제와 연구기관의 기술을 연결해주는 기술 복덕방 체계 구축 • 세부기술 항목에는 단위 모듈 형태의 기술이 매우 다양하게 존재 하고 있으며, 이러한 단위 기술에 대한 통합 검증, 응용에 대한 인프라가 국내에 매우 부족. 세부기술에 대한 검증, 응용을 할 수 있는 인프라에 대한 데모 사이트 구축 정책 필요 • 공공기관 및 로봇산업진흥원 등 인프라 적극 활용 및 연계 • 산학연의 긴밀한 협조 체계와 시험장비 및 기술개발 등의 인프라 확보

	정책제언
	• 스마트 제조로봇 개발하는 연구기관 및 기업을 위해 필요한 장비 및 소프트웨어 지원과 기술개발 후 검증 및 시험을 할 수 있는 시험장 구축, 기술을 인증할 수 있는 공인인증 기관 설립 • 국내의 연구개발 환경을 변화시키기 위해 연구 결과물의 평가 및 관리를 위한 인적 인프라 정비. 정부에서 연구개발 평가 시 외부 전문가들의 도움을 받지 않고 자체적으로 평가할만한 역량의 인적자원 유지 필요. 해당자들이 다양한 기술을 평가 해나가며 쌓은 경험이 국가 연구개발 정책의 방향을 정하는데 귀중한 기반 자료로 쓰일 수 있도록 연구 결과물의 평가 및 관리에 대한 인적 인프라 구축 • 초기 개발 결과물의 시험적 설치 및 사용을 통해 성능 향상 및 신뢰성 증대를 가능케 하는 일정 규모 이상의 시장 창출 과제 또는 구매 조건 과제 참여 등의 실질적 효용성을 높여야 함 • 산업현장을 몇 개의 그룹으로 나누어서 각 현장마다 필요한 센서나 운용 프로그램 등 로봇의 시스템 융합에 필요한 기술을 국책연구소나 국가기관에서 개발하여, 국내의 협동로봇 제작업체들이 이러한 정보를 제품에 탑재하여 판매할 수 있도록 하는 인프라 구축
법·제도 개선	• 스마트 제조업의 차기목표가 인간-로봇 협동 작업이므로 안전 및 작업 방법에 관계된 법과 제도를 지금부터 협의해 나가는 것이 필요하며, 이를 위해 테스트 환경 구축 필요. 또한 중소제조기업이 단순 하청에서 벗어나 주요 부품에 대한 경쟁력을 가질 수 있도록 수요기업인 대기업과 정부에서 지원 및 유도 • 자율 로봇의 정의는 매우 다양하나, 작업자와 로봇이 같은 공간에서의 작업 또는 지령을 하는 경우 현재 관련 법 및 제도 이슈가 있으며, 이러한 사례를 바탕으로 세부 기술에 대한 법, 제도 개선의 필요성에 대한 조사 분석, 제도화에 대한 정책 수립 • 협동로봇 작업 환경 및 인간-로봇-환경에서의 다양한 선제적 조치 규제는 개선되는 방향으로 현장 중심형 실효성 타진 • 로봇기술이 상용화되도록 상용화기술 개발을 위한 법, 제도 개선 • 스마트 제조로봇 기술 활성화를 위해 시범사업장이나 특구, 테스트베드를 구축하고 완화된 법/제도를 적용하여 시범사업장에 기술혁신이 이루어질 수 있는 기반을 조성해야하며, 국제표준화에 대응하여 제조혁신을 위한 노동시장의 이해 교육과 홍보 지속 실시 • 연구비 선정 및 집행 제도 개선 시급. 1년 단위의 계획서에 기반을 둔 정산 시스템을 최소 3년 주기로 바꿔야 하며 이런 부분에 대해서는 미국의 연구개발 제도에 대해 벤치마킹 및 국내도입 해야 함. 또한 정부과제 RFP는 종합적인 기술이 집약된 결과물을 요구하는데, 결과물만 가지고 명확하게 평가할 수 있는 단위로 연구 주제를 분리하여 추진하는 국가 연구정책 필요 • 중소기업 인력유치를 가능케 하는 중소기업 연구소 취업 지원 정책 필요. 정부과제 기획 및 평가 기준에서 기술의 중복보다 제품의 중복 회피에 비중을 두어 경쟁력 있는 신제품이 다수 창출될 수 있도록 개선 필요 • 협동로봇이 안전펜스의 설치 없이도 사용될 수 있도록 법 개정
연구비 확대	• 당장 필요기술 위주로 연구투자가 이루어지고 있는데, 향후 경쟁력을 확보하기 위한 원천기술개발에 대해서도 연구비를 지원하여 다양한 방법으로 시도할 수 있어야 독창적이고, 경쟁력 있는 기술 확보 가능 • 현장 문제와 해당 연구기관이 연결되어 도출된 과제에 대해 일정 기준의 심의를 통해 정부 연구자금 지원 • 연구비 항목은 기술개발 난이도, 범위에 따라 현실적으로 타당한 수준에서 연구비 지급 • 4차 산업 연계 로봇 전 분야의 신규 연구비 확대

	정책제언
	• 첨단기술 개발을 위한 연구비 확대, 특히 기업체에 대한 제품개발 연구비 확대 및 실증사업비 확대 필요 • 현재 국내 로봇관련 생산 기업의 기술 부족과 핵심부품을 생산하는 기업의 부족으로 스마트 제조로봇 기술과 Industry 4.0에 대비가 어려움. 이에 따라 핵심 부품을 연구하는 기업 육성을 위해 정부의 연구비 투자확대가 필요하며 연구소와 학계의 연구가 기초연구에서부터 상용화를 목표로 지속적인 연구투자가 이루어져야 함. 또한 국제적 이슈에 의한 연구비 지원의 편중을 지양해야하며 기본이 되는 핵심기술과 부품연구에 대한 지원은 지속적으로 연구비 지원 필요 • 적어도 1개의 프로젝트에 집중해서 제대로 된 결과물을 내도록 우수한 연구자에게 좀 더 연구비를 투입하고, 연구 결과물이 나오지 않는 좀비 연구자들은 확실하게 국가 R&D체계에서 배제 • 경쟁력이 높고 유망한 분야에는 장기적으로 전폭적인 지원을 투입하여 유능한 인재들이 마음껏 연구 개발할 수 있게 충분히 재정 지원 • 실질적으로 매출이 일어나는 제조로봇 분야와 공공 목적이 강한 의료, 국방 연구 분야에 연구비를 집중 투자해야 가시적인 결과 확보 가능 • 최근 협동로봇에 대한 연구 및 개발비가 점차 감소. 아직은 국내 기술수준이 선진국 대비 열세이므로, 이를 보완할 수 있는 과제의 발굴 필요
기타 의견	• 글로벌 시대에 기술의 장벽이 무너지고, 점점 가격경쟁력, 기술 경쟁력 등 시장논리로 해외기술에 의존. 이에 따라 국내 기술 개발 및 보호를 위한 조치가 필요. 정부와 대기업에서 이를 고려하여 정책 마련 요망 • 타 기술과의 융·복합은 기술전체를 파악하는 전담전문가 선정/육성 필요(기술별 전문가의 시각은 해당분야에 국한되며, 제조 현장의 문제점과 애로사항을 제대로 조사/분석할 필요가 있기 때문) • 기술 융복합의 경우 교육, 문학, 정책, 교류 등에 대한 협의체 구성을 통하여 핵심 기술과 상용화 기술 교류를 통한 국제사회의 시장 흐름에 맞는 적절한 기술개발 • 스마트팩토리에 있어서 핵심이 로봇이므로 스마트팩토리 분야와 협업 및 융합 • 제조업과 서비스 분야에 양팔 로봇의 수요가 급증하고 있으므로 양팔 로봇 상용화 기술 개발 필요 • 전반적으로 국내 로봇 분야에 있어서 상용화 제품이 미흡하므로, 로봇 상용화 기술 개발을 위한 별도의 기술개발 사업 필요

다 주요 분석 결과 요약

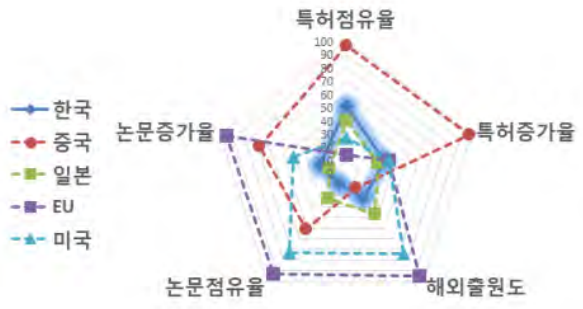
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	스마트 제조로봇 기술	3,339	3,141	52.2%	138.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

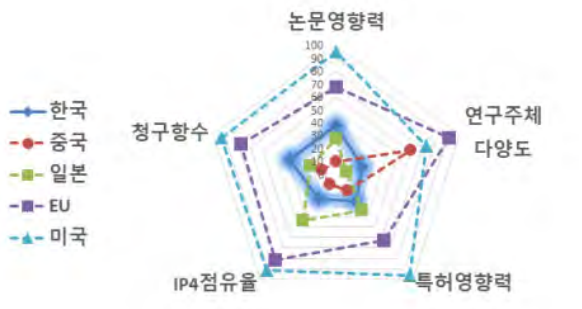
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	33.1%	45.7%	9.4	21.3
한국	5위	2위	3위	4위
	8.0%	20.5%	4.8	5.3
5개국 평균[2]	-	-	6.0	14.4

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

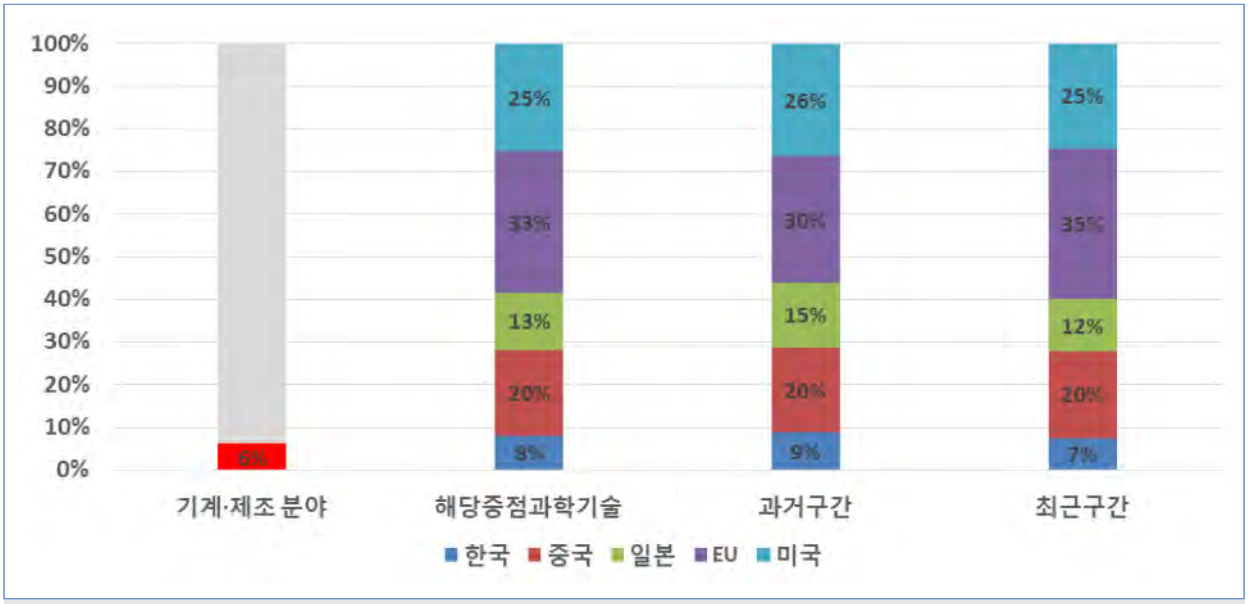
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(8.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(4.8)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(33.1%), 미국(25.3%), 중국(20.2%), 일본(13.4%), 한국(8.0%) 순이며, 논문 증가율은 EU(82.4%)가 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(9.4), EU(6.5), 한국(4.8), 일본(4.1), 중국(2.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(20.5%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(5.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(45.7%), 한국(20.5%), 일본(16.5%), 미국(11.7%), EU(5.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(434.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(21.3), EU(11.7), 일본(7.1), 한국(5.3), 중국(3.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(23.1%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.1)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	8.0%	20.2%	13.4%	33.1%	25.3%
	논문 증가율	28.2%	56.7%	21.2%	82.4%	41.1%
	논문 영향력	4.8	2.6	4.1	6.5	9.4
	연구주체 다양도	0.78	0.86	0.73	0.94	0.89
특허 분석	특허 점유율	20.5%	45.7%	16.5%	5.7%	11.7%
	특허 증가율	45.8%	434.5%	22.8%	61.8%	61.0%
	해외출원도	0.8	0.1	1.6	5.0	3.3
	특허 영향력	5.3	3.0	7.1	11.7	21.3
	IP4점유율	5.4%	0.3%	10.3%	19.1%	23.1%
	청구항수	5.6	2.9	4.1	8.8	11.1

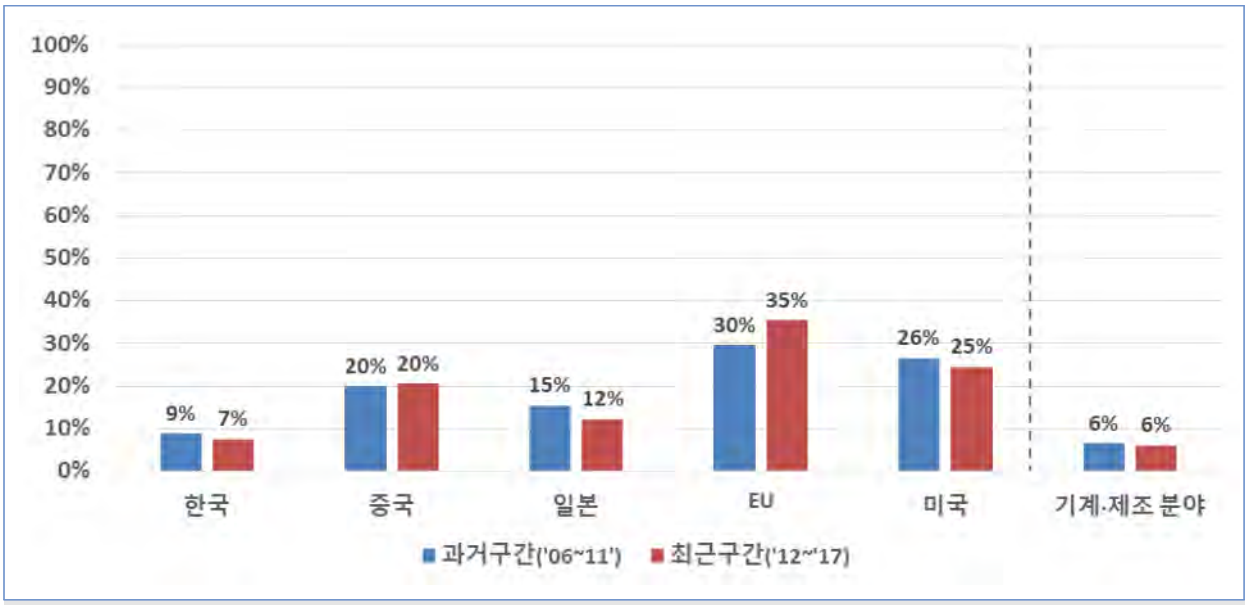
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 스마트 제조로봇 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1104건으로 전체 논문의 33%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 제조로봇 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

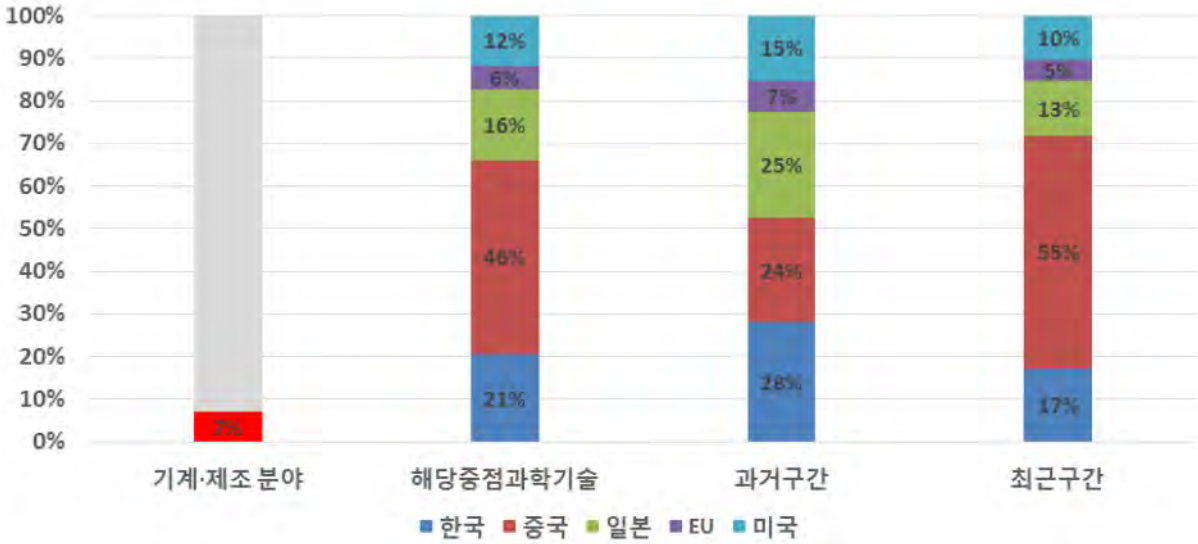


- 스마트 제조로봇 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 28.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	117	150	267	28.2%
중국	263	412	675	56.7%
일본	203	246	449	21.2%
EU	391	713	1,104	82.4%
미국	350	494	844	41.1%
전체	1,324	2,015	3,339	52.2%

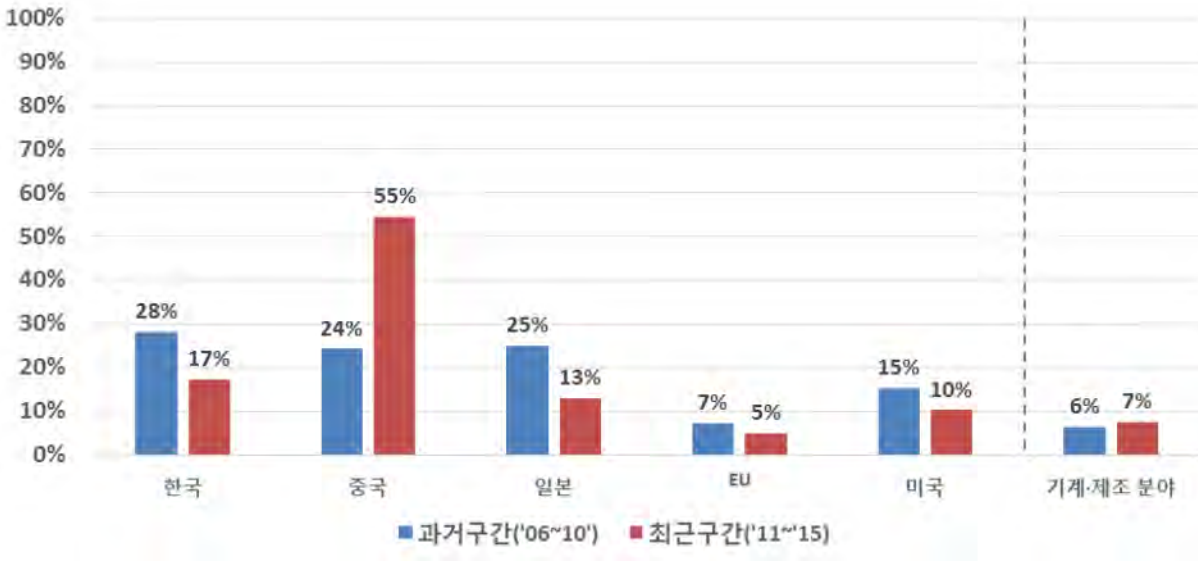
(4) 특허 점유율(전체)



● 스마트 제조로봇 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1434건으로 전체 특허의 46%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 제조로봇 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 7%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 스마트 제조로봇 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 45.8%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	262	382	644	45.8%
중국	226	1,208	1,434	434.5%
일본	232	285	517	22.8%
EU	68	110	178	61.8%
미국	141	227	368	61.0%
전체	929	2,212	3,141	138.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

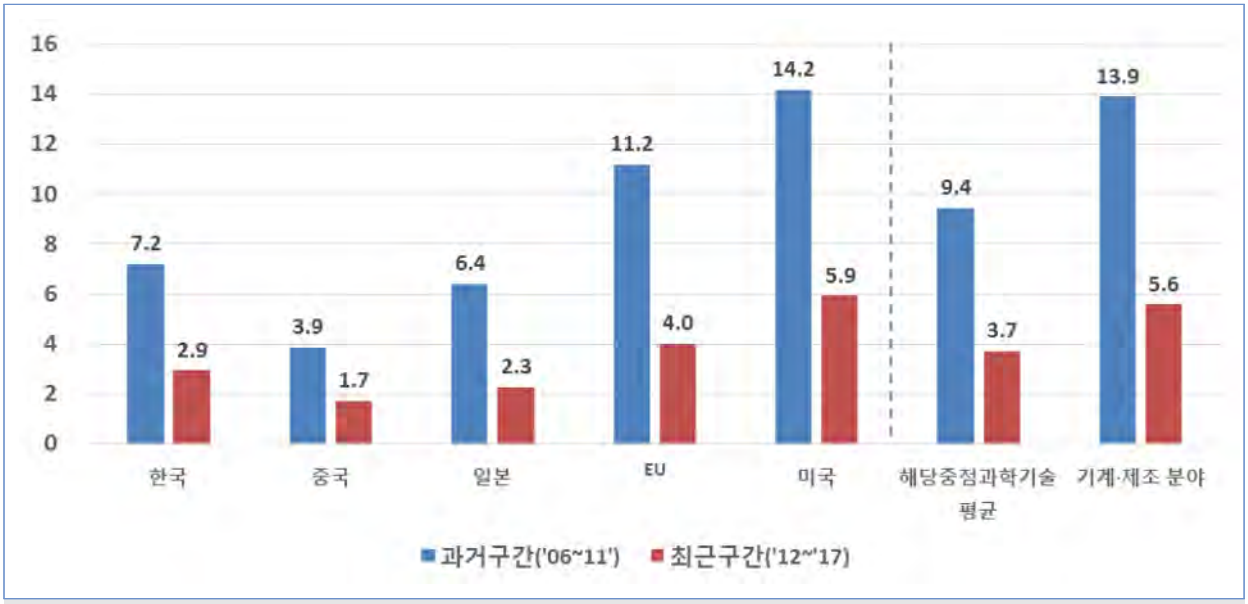


● 스마트 제조로봇 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

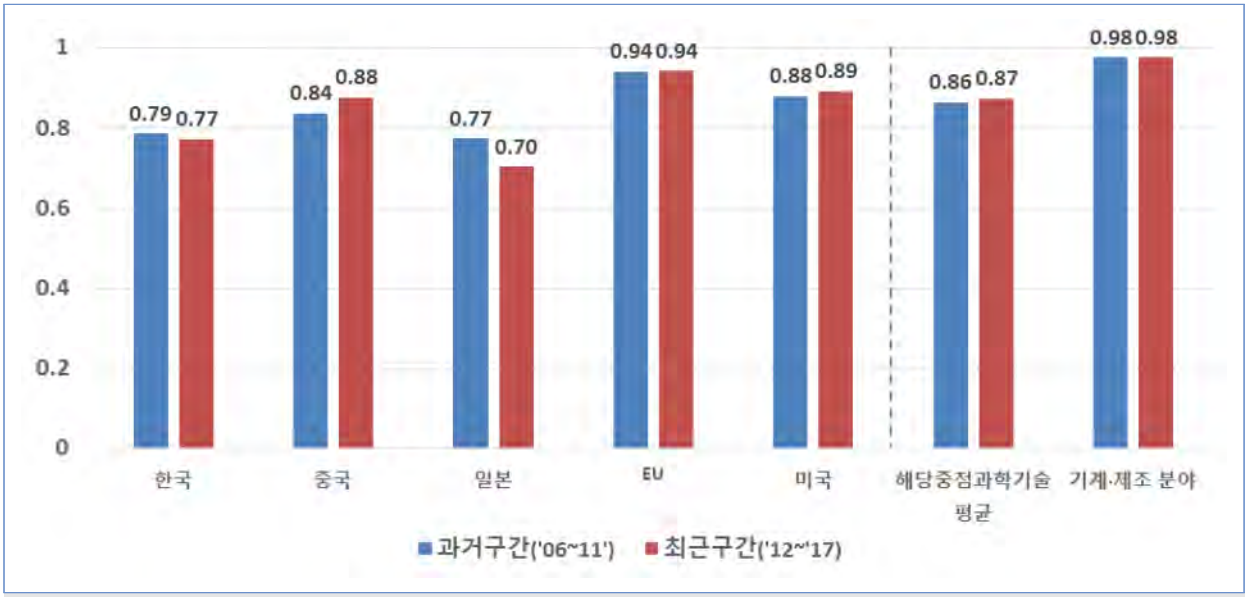
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



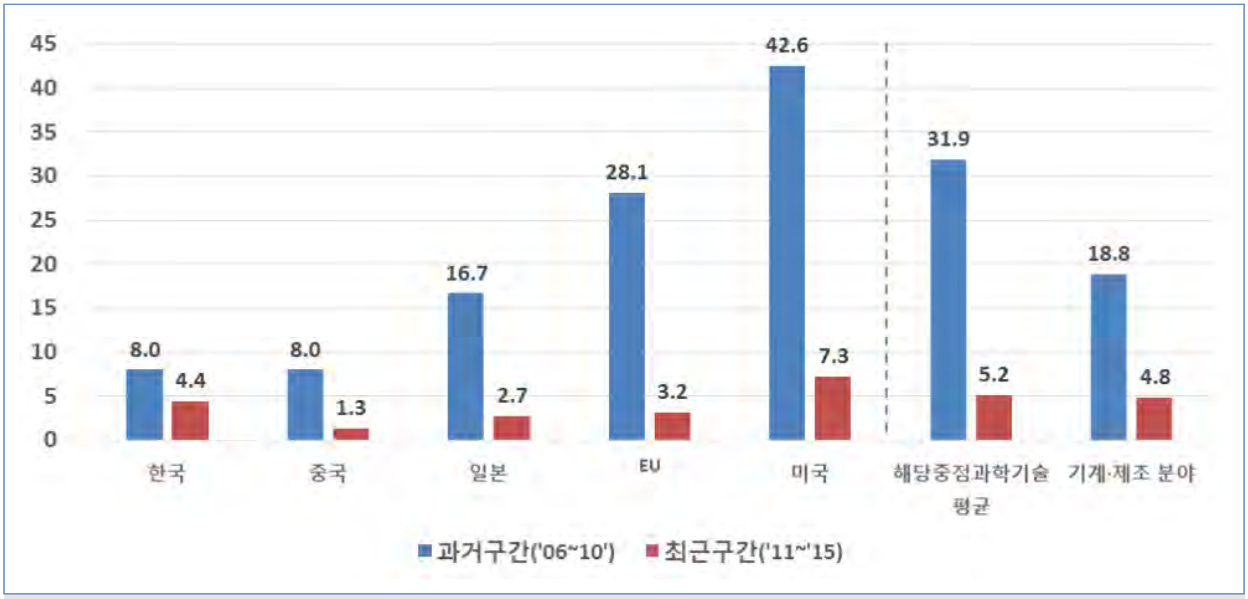
● 스마트 제조로봇 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



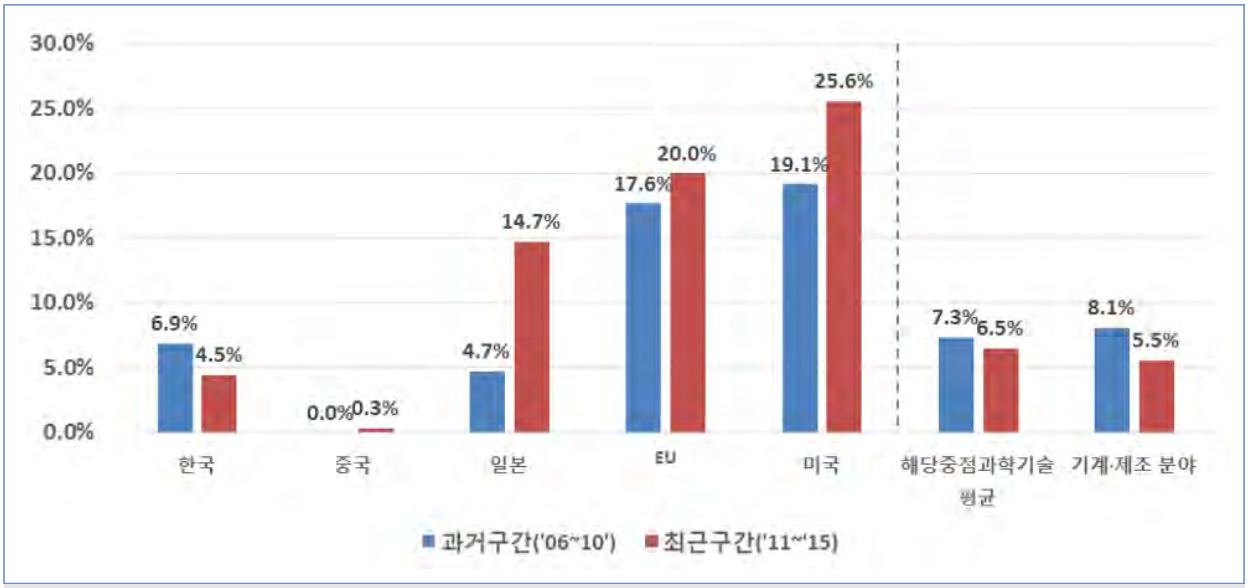
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



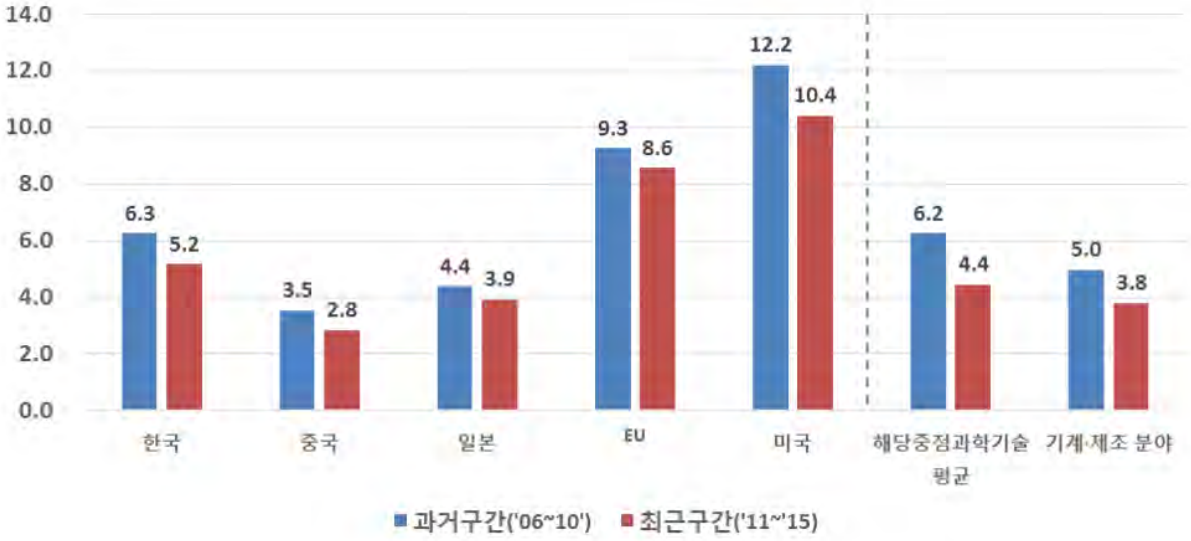
● 스마트 제조로봇 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 스마트 제조로봇 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 스마트 제조로봇 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

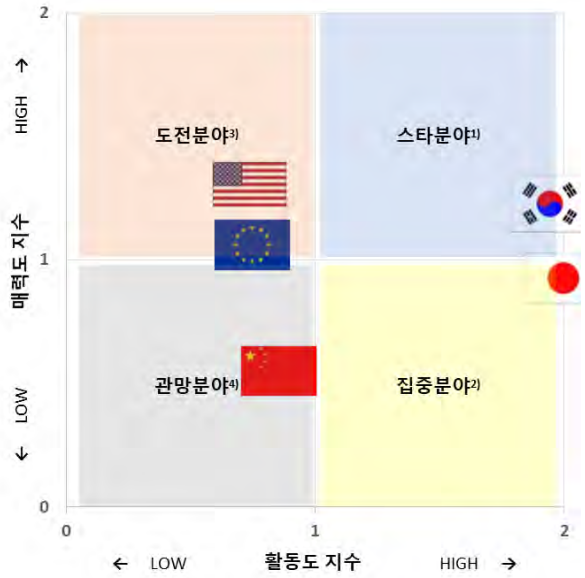
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

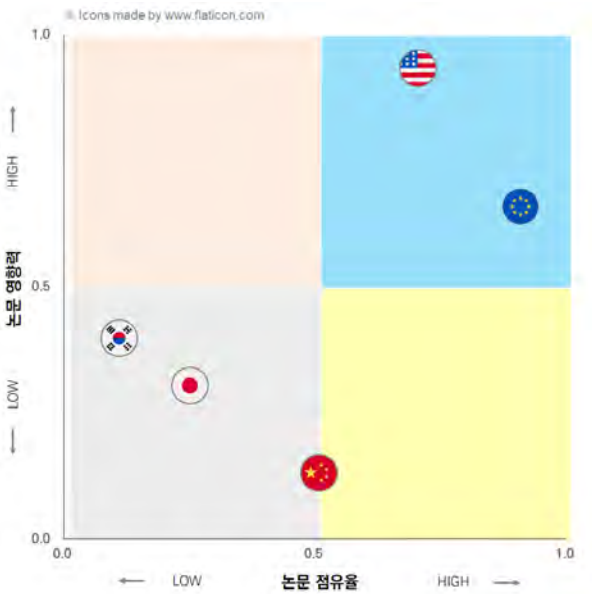
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트 제조로봇 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

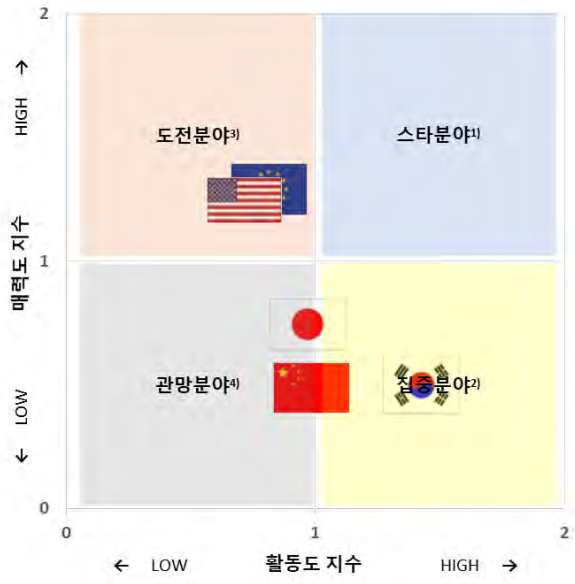


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트 제조로봇 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY(1.17%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 7.49%(글로벌 점유율은 0.60%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	5.78%	1.17%	-22.73%
2	KEIO UNIVERSITY	일본	8.02%	1.08%	-28.57%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	3.79%	0.96%	46.15%
4	UNIVERSITY OF TSUKUBA	일본	7.13%	0.96%	333.33%
5	NAGOYA UNIVERSITY	일본	6.68%	0.90%	228.57%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	7.49%	0.60%	200.00%
2	HANYANG UNIVERSITY	5.99%	0.48%	28.57%
3	UNIVERSITY OF ULSAN	5.62%	0.45%	-63.64%
4	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	4.49%	0.36%	-28.57%
5	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	4.12%	0.33%	-16.67%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	5.78%	1.17%	-22.73%
2	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.67%	0.54%	100.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	2.22%	0.45%	100.00%
4	SOUTHEAST UNIVERSITY	2.22%	0.45%	300.00%
5	INSTITUTE OF AUTOMATION	2.07%	0.42%	-44.44%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KEIO UNIVERSITY	8.02%	1.08%	-28.57%
2	UNIVERSITY OF TSUKUBA	7.13%	0.96%	333.33%
3	NAGOYA UNIVERSITY	6.68%	0.90%	228.57%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	4.01%	0.54%	-20.00%
5	WASEDA UNIVERSITY	3.56%	0.48%	28.57%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	RWTH AACHEN UNIVERSITY	1.54%	0.51%	225.00%
2	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	1.18%	0.39%	60.00%
3	EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.09%	0.36%	0.00%
4	IEEE	1.09%	0.36%	-100.00%
5	SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.09%	0.36%	1000.00%

6 미국

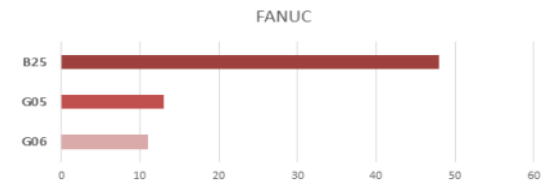
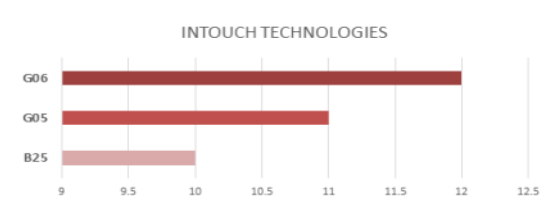
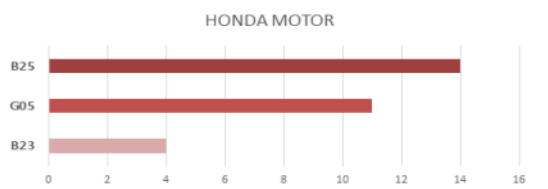
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.79%	0.96%	46.15%
2	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	2.13%	0.54%	100.00%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.78%	0.45%	100.00%
4	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.78%	0.45%	-75.00%
5	HARVARD UNIVERSITY	1.78%	0.45%	550.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'FANUC(2.58%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 6.52%(글로벌 점유율은 1.34%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'FANUC'과 '삼성전자'는 B25(수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

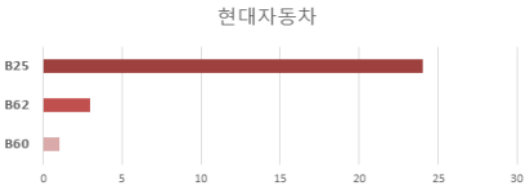
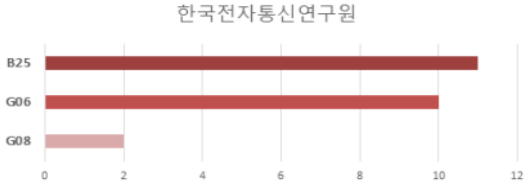
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FANUC	일본	15.67%	2.58%	53.13%
2	삼성전자	한국	6.52%	1.34%	62.50%
3	INTOUCH TECHNOLOGIES	미국	10.87%	1.27%	-33.33%
4	YASKAWA DENKI	일본	7.35%	1.21%	560.00%
5	HONDA MOTOR	일본	6.00%	0.99%	-45.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공

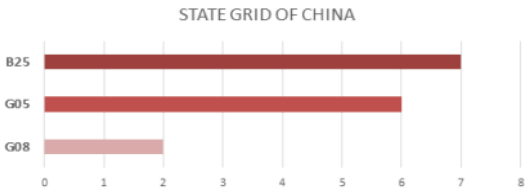
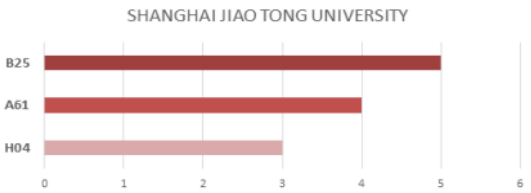
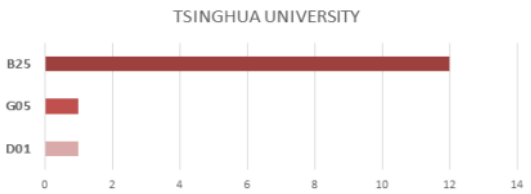
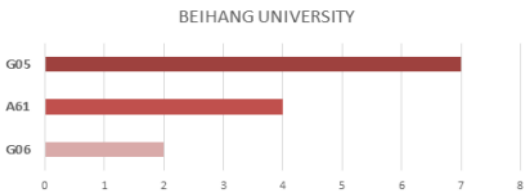
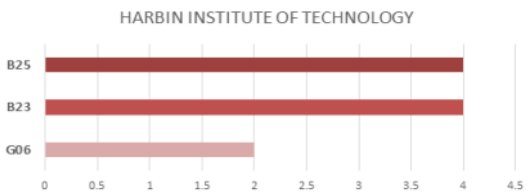
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	6.52%	1.34%	62.50%
2	현대자동차	4.50%	0.92%	766.67%
3	대우조선해양	4.35%	0.89%	733.33%
4	한국전자통신연구원	4.04%	0.83%	-37.50%
5	엘지전자	3.42%	0.70%	240.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B62	철도 이외의 노면 차량
		B60	차량일반
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		B64	항공기; 비행; 우주공학
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
5		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

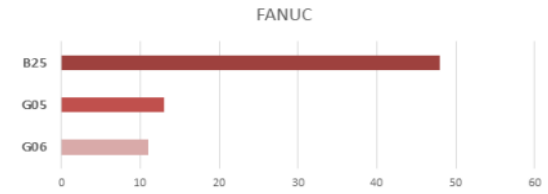
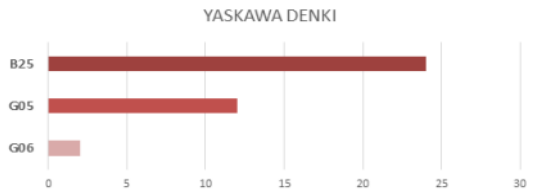
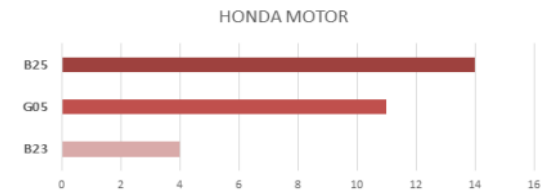
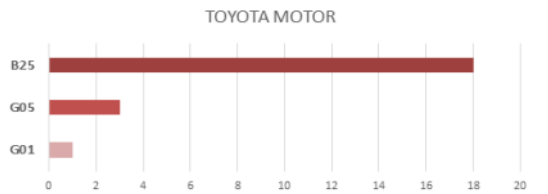
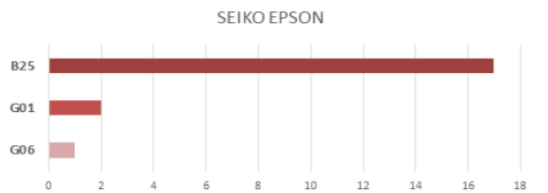
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	1.88%	0.86%	2600.00%
2	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.32%	0.60%	433.33%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	1.26%	0.57%	0.00%
4	BEIHANG UNIVERSITY	1.26%	0.57%	250.00%
5	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.05%	0.48%	14.29%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G08	신호
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적
4		G05	제어; 조정
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

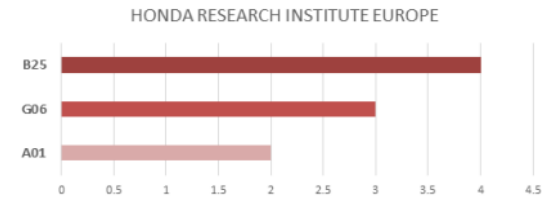
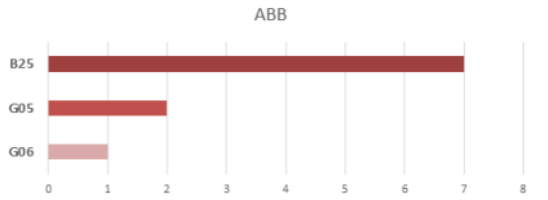
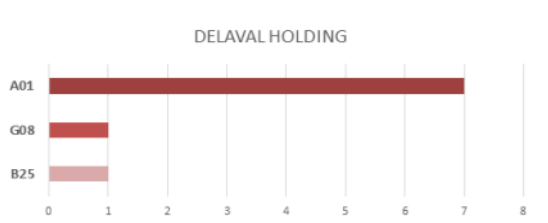
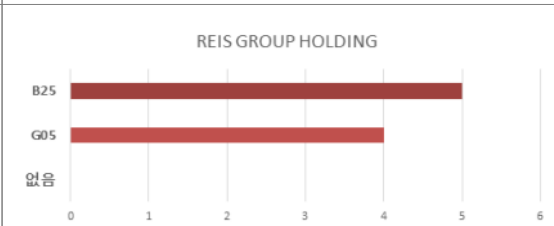
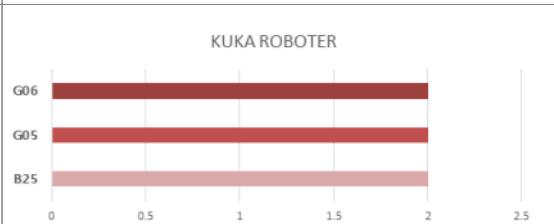
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FANUC	15.67%	2.58%	53.13%
2	YASKAWA DENKI	7.35%	1.21%	560.00%
3	HONDA MOTOR	6.00%	0.99%	-45.00%
4	TOYOTA MOTOR	4.45%	0.73%	-46.67%
5	SEIKO EPSON	4.06%	0.67%	220.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G01	광학
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

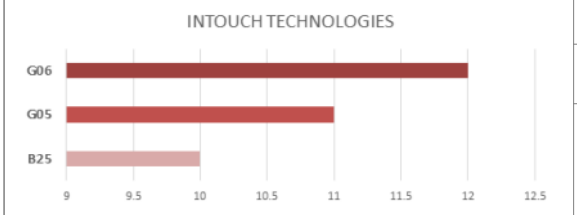
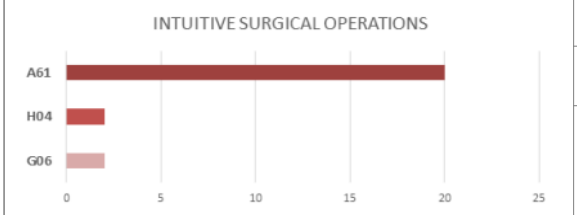
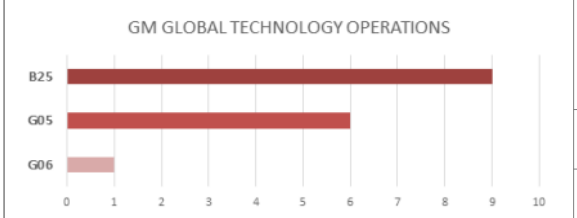
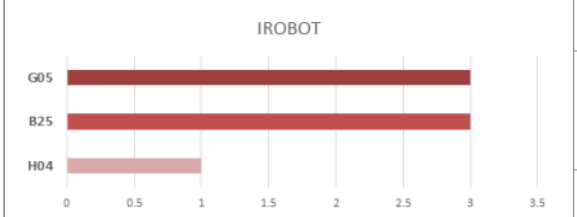
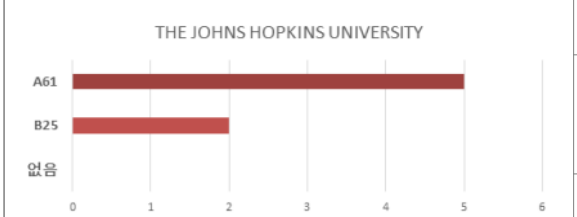
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HONDA RESEARCH INSTITUTE EUROPE	6.18%	0.35%	-77.78%
2	ABB	5.62%	0.32%	-88.89%
3	DELAVAL HOLDING	5.06%	0.29%	250.00%
4	REIS GROUP HOLDING	5.06%	0.29%	800.00%
5	KUKA ROBOTER	4.49%	0.25%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G08	신호
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTOUCH TECHNOLOGIES	10.87%	1.27%	-33.33%
2	INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS	6.79%	0.80%	77.78%
3	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS	4.35%	0.51%	-22.22%
4	IROBOT	2.72%	0.32%	900.00%
5	THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	1.90%	0.22%	600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G05	제어; 조정
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H04	전기통신기술
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		–	–

35 스마트 팩토리 기술



35 스마트 팩토리 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 국내 제조 경쟁력 강화를 위해 사물인터넷(IoT), 무선통신, 빅데이터, 클라우드, 인공지능 등 첨단 ICT 기술을 전통 제조업에 접목하는 기술로, 생산, 공정 통제, 작업장 운영 등을 공장 스스로 수행함으로서 전체 생산 공정을 최적화·효율화하는 기술
- ☑ 물리 공간상의 제조 환경(설비, 자원, 에너지 등)을 가상공간 상에 모델링하고 모든 정보를 사물인터넷을 기반으로 실시간 동기화 하여, 시뮬레이션 및 인공지능 기술을 적용함으로써 제조 셀의 실시간 상황에 최적으로 대응하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

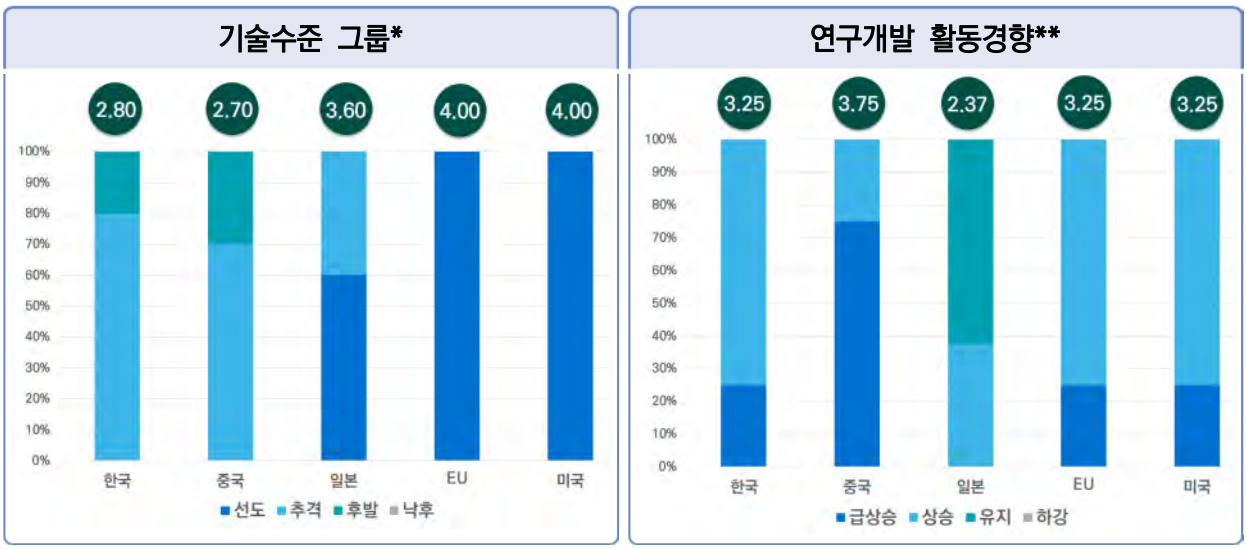
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	67.5	3.5	추격	보통	우수	상승
중국	69.0	3.5	추격	보통	우수	급상승
일본	87.5	1.3	선도	우수	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.5	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	65.0	4.0	67.5	60.0	80.0	14.1	3.5	3.0	4.3	1.0
중국	68.0	3.0	69.0	65.0	70.0	13.1	3.5	2.8	4.5	1.6
일본	85.0	1.0	87.5	80.0	90.0	14.1	1.3	1.0	1.8	0.8
EU	100.0	0.0	100.0	97.0	100.0	6.3	0.0	0.0	0.3	0.4
미국	96.5	0.3	100.0	90.0	100.0	4.9	0.5	0.0	0.5	1.0

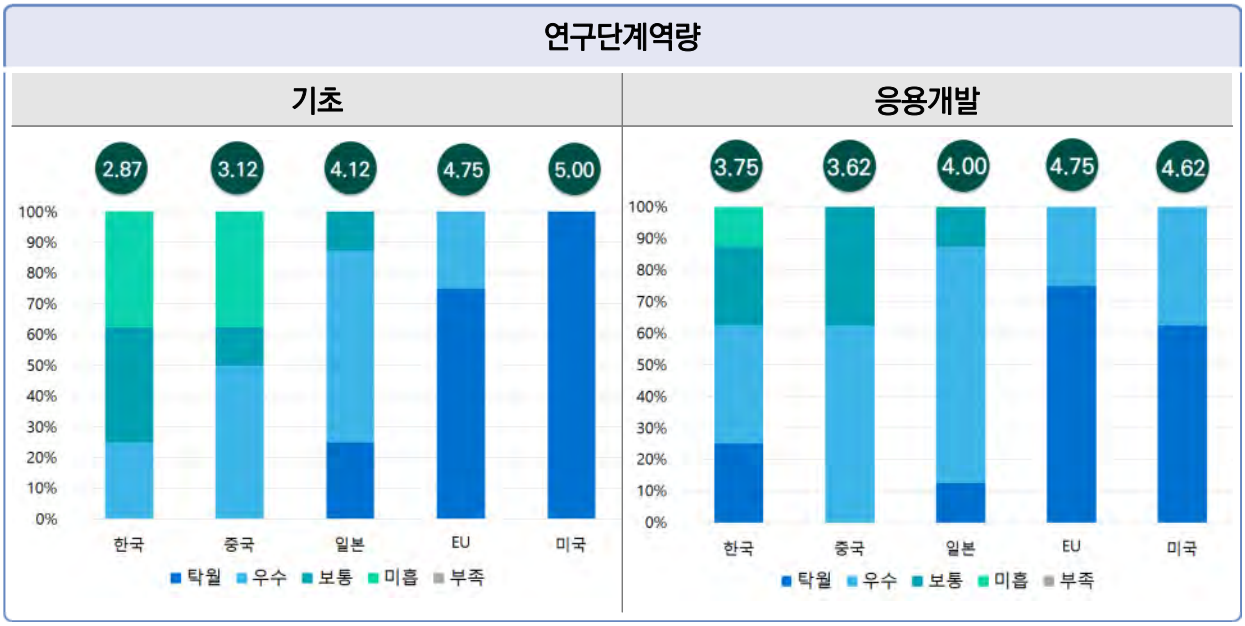
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (67.5%)	• 원천기술에 대한 장기적인 투자가 미흡하고 대기업은 투자 의욕 상실, 또한 연구기관이나 학계에서도 근본기술에 대한 역량이 없음 • 최근 정부가 스마트공장 정책에 공을 많이 들이고, 꾸준히 투자 중 • 대기업과 중소기업의 기술 수준차이가 크고, 특히 생산 패러다임 변화에 대한 대응기술 부족 • ICT산업(반도체, 디스플레이)이 세계를 선도하고 있지만 제한된 파급력, 즉 메모리 중심이며, AP(비메모리) 기술을 추격하는 단계. 또한 제조업 주도의 기술개발이 아닌 ICT 솔루션 기업 주도의 기술개발이 이뤄지며 원천기술력이 부족 • 센서나 장비 기술은 추적 중이나 주요 가치 창출 분야인 데이터 분석 분야 미진 • 기초적 수준의 스마트공장 보급 사업에만 집중하고 해외에서 언급하고 있는 스마트제조와 관련된 기술개발은 미흡. 한국을 대표하는 반도체, 디스플레이 분야는 전 세계적으로도 우수한 공장이나 대부분 외산 기술 및 제품으로 구성되어 국산 기술과 제품 적용 방안 필요
중국 (69.0%)	• 중국제조 2025 등 강력한 정부지원 하에 일사불란하게 전 분야에 걸쳐서 진행 중이나 다소 시행착오를 겪고 기술개발 인지가 아직 미약 • AI분야는 사회주의 정부의 요청과 맞물려 보안기술 및 인식기술, IT기술 전반에 선두주자로 나서고 있으며 로봇 등 제조분야에 접목하고자 노력 • 제조기술 숙련도가 많이 올라와 일부 기술은 한국을 뛰어넘기도 함 • 논문 게재, 특허 출원/등록 등의 추세가 매우 큰 증가세 • 과거 저가 제품 생산 위주였으나, 정부 주도의 막대한 투자와 시장이 뒷받침되면서 한국과의 격차가 좁혀지고 있음 • 첨단기술 응용제품 시장성이 현재는 미약함 • 스마트공장 관련 EU 보유 기술 및 인공지능 관련 알고리즘 상용화 기술에 있어 최근 급격한 발전을 보이고 있으며 추격 가속화 예상
일본 (87.5%)	• 기존 제조업 강점을 기준으로 상품화 및 국가적인 지원에 기반을 두어 자체적인 강점을 가진 전문기업들이 유럽 및 미국과 동맹을 맺어 진행 중 • 자국 강점인 생산기술, 로봇, 생산설비 분야에 산업용 네트워크 기술을 접목하는 기술이 매우 우수 • SW 기술력이 미국, 독일 보다 낮은 편이지만 제조기술에 대한 경쟁력이 높고, MITSUBISHI, YASKAWA 등 일본기업이 EU와 거의 동일한 수준의 최고기술을 보유하고 시장을 선도 중 • 독일과 함께 전통적 제조 강국이나, 4차 산업혁명 등의 혁신 측면에서의 약간의 뒤처짐 • 범부처 전략적 혁신진흥사업(SIP, Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)을 통해 10대 과제를 선정하고, 혁신적인 과학기술 창출을 위한 고위험-고영향(high risk, high impact)의 도전적 R&D 프로그램으로 ImPACT 사업 추진
EU (100%)	• 특허보다는 제품화하여 상용품으로 시장에 출시. 기존 자국의 기술을 가지고 국제기술표준화를 시도하여 전 분야에 걸친 시장장악을 목표로 함 • Siemens, Dassault System 등 제조업을 선도하는 다수의 기업이 존재하고 있으며, 특히 제조업에서 사용되는 SW 솔루션(PLM, ERP, CPS 등)의 기술경쟁력이 뛰어남 • 미국에 비하면 AI, 클라우드 분야에서 기술력이 낮은 수준이나, 최근 지멘스 마인드스피어, SAP 레오나르도 등 클라우드 기반의 SW 솔루션을 시장에 출시

국가 (기술수준)	판단근거
	• PLC, 산업용 Sensor, 산업 네트워크 분야에서는 이미 국제표준을 선점하고 있으며 기술경쟁력이 매우 우수 • 인간 중심의 스마트공장 구현을 위한 AR/VR 등을 활용한 제품을 타국에 비해 먼저 제품화 • 독일은 독일 인더스트리 4.0과 같이 정부 주도의 혁신 정책이 글로벌 경쟁력을 갖는 강소기업 육성에 시너지가 되고 있음 • 산업용 제어기, 로봇, 통신, 커넥터, 정밀 유공압 제어기, ERP, MES 등 글로벌 최고 기업 및 연구기관 보유 • 스마트공장 기술의 선두격인 EU 독일은 관련 기술에 있어 적극적인 산학연 협력을 통해 여전히 타 국가 대비 우위 선점 • 독일은 4차 산업혁명과 스마트공장을 최초로 주창. 제조 기반 기술과 자동화 기술, 센서 및 임베디드 SW 기술 등 강점이 많음. 여타 유럽국가들 예를 들어 스웨덴, 영국 등 국가도 미래 일자리 관련하여 큰 관심을 가지고 국가적 프로그램을 진행하고 있으며 EU전체적으로도 제조업 수준 향상을 위해 많은 노력 중 • 독일은 플랫폼 인더스트리 4.0으로 대표되는 기술 혁신 지원을 위해 '하이테크 전략 2020'을 내놓고 제조업 스마트화 독려
미국 (100%)	• EU와 기술표준에서 경쟁. 구글이나 Microsoft 등 S/W기반의 IT기술에 강점을 있으나 제조업 분야, OT 분야의 기본기를 가진 부분이 약점 • 스마트공장 구축에 필요한 AI, 클라우드, 네트워킹 등 ICT 분야의 높은 기술력을 갖추고 있으며, 시장선점을 위해 타국보다 빠른 제품화. 또한 특허 피인용 순위에서 상위권을 대다수 소유. 2011년 미국의 첨단 제조 파트너십(AMP)이 발표된 이후로 정부의 꾸준한 투자가 진행 • AI, IoT 등 세계 최고의 ICT기술과 플랫폼 기술 보유하고 있으며, 민간 주도의 글로벌 기업들이 주도적으로 산업간 융합과 기술혁신 선도 • ICT 기반의 서비스산업은 활성화를 기반으로 제조 산업의 부흥을 위해 제조혁신 프로그램 착수 및 관련 부품, 에너지 효율화 기술 등 선도 중이고, SW강국으로서의 장점 보유 • 데이터 분석과 소프트웨어 기술이 매우 앞섬 • EU, 특히 독일과 비교하여 스마트공장 핵심기술력이 유사함. 특히 IoT, AI 등 데이터기반 ICT 기술은 세계 최고수준으로 스마트제조 기술혁신을 주도 중. 다만 이를 상용화한 사례를 보면 약간의 기술격차가 있음 • 민간 자율 연구 및 미국 내 중소 중견 제조 기업을 위한 NIST의 MEP 프로그램 활용. 경제적 타당성 문제로 센서, 임베디드 기술 등에서 세계 시장에서 두각을 나타내고 있지는 않지만 여전히 빠른 혁신이 가능. 구글, 마이크로소프트, 애플, 아마존, 세일즈포스닷컴 등 클라우드 및 플랫폼 사업에서 유럽을 앞서나가고 있는 부분도 있음 • 정부는 NIST를 주축으로 정책을 수립하고 있으나 주로 민간 주도로 플랫폼, IoT, AI, 유무선 통신 기술이 강점

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 다양한 제조환경(업종)을 보유하고 있기 때문에 여러 분야의 제조 노하우가 높음 • MES, ERP 등 고객별 최적화가 필요한 SW 분야는 높은 기술경쟁력 보유 • 정부의 스마트공장 보급 확산 정책 • ICT 전반의 기술력, 인프라, 인력 우수 • 일부 제조분야(반도체 등)에서는 세계 최고의 기술수준 보유 • 제한된 자원에서 주요 분야에 집중 • 첨단 ICT기술의 기반인 반도체(메모리), 디스플레이 등 제조공정(노하우 등) 기술 확보했고, 다양한 응용처, 산업 확보 • 공장 운영 기술 (MES) • 후발국이었지만 단 기간 내에 독일과의 활발한 교류를 통해 국산 기기와 글로벌 업체 기기 간 호환성을 상당 수준으로 향상시킴. 외국 글로벌 기업이 장악하고 있는 fieldbus 기술을 우회하여 WiFi나 기타 무선 통신의 활용면에서 가격, 기술력 등에서 발군의 실력을 보여주고 있음	• R&D, 기반구축 등 기술력 발전을 위한 예산 증액 시급 • 우수한 ICT 인력이 제조분야를 꺼려함 • 연구 및 인력양성 관련하여 정부투자가 효과적으로 이루어지지 않고 있음 • 제한된 신규 개발 인력과 시장규모의 최저규모 미비로 해외에 의존적. 중국과 다른 국가대비 대기업의 모험적이고 장기적인 개발을 유인할 수 있는 정부의 정책이 체계적이지 않고 전문성 부족 • 첨단제조 원천기술인 부품, 소재, 장비기술력이 상대적으로 미약함 • 데이터 상호운영, 데이터 분석 • 제조경쟁력의 지속적 하락 우려됨 • 기술개발 투자에 있어서 장기적 접근보다는 단 시간 내에 성과를 낼 수 있는 단기, 응용기술 중심으로 진행 • 대다수를 차지하고 있는 중소기업은 영세하고 역량 부족하며, 스마트팩토리 정책이 지나치게 보급 및 확산에 치우침
중국	• 정부의 강력한 지원 정책(중국제조 2025, 인터넷 플러스 전략 등) • 최근 발전하는 인공지능 기술을 접목시켜 로봇 분야에서는 급성장 중 • 최근 뿌리기술 분야에서 높은 기술 발전 • 정부지원, 인력 우수. 급격한 기술력 향상 • 전 분야에 인력을 투입하여 기술 개발 • 첨단기술 확보를 위해 범국가 차원에서 전략적으로 대응하고, 막강한 제조시장을 확보하고 있으며 인력수급에 강점 보유 • 드론, 산업용 소프트웨어 기술 • 정부주도 탑다운 산업정책의 가시적 성과 • 민간기업의 인공지능이나 첨단 벤처에 대한 투자	• 기술력과 상용화 간의 큰 간극이 존재 • 다소 많은 시행착오와 대외적인 견제로 인한 어려움이 있음 • 선진국형 제조 산업 구축 및 원천기술 확보에 노력하고 있지만 아직은 선진국 추격형 기술개발에 제한됨 • 제조 스타트업이 눈에 띄게 성장 • 제조업 경영관리 기술에 아직 약점이 보임
일본	• 생산기술(JIT, Cell 생산방식 등) 우수 • 기존 생산기술에 신기술을 접목하는 형태로 제조업 발전(예: 미쓰비시 로봇셀 방식은 기존 셀생산 방식에 로봇을 접목시켜 불량률 감소, 생산성 향상 등 달성) • 기존 강점을 가졌던 산업 네트워크 기술을 바탕	• 제조기술 분야에서는 높은 강점을 가지나 ICT 분야에서는 상대적으로 낮은 기술력 • 국가차원의 스마트공장에 관한 투자가 타 선진국 대비 낮음 • 기본적인 기술을 선도하기보다는 시류에 빨리 편승하려 하고 있음

국가	강점분야	기타
	으로 데이터를 수집하고 클라우드와 연결하는 방식으로 발전(엣지 크로스 컨소시엄) • 로봇신전략, 스마트제조응원단의 중소기업 지원 등 정부의 지원책 • 기술력, 인프라, 인력 모두 우수 • 유럽과 미국의 동맹을 통해 각자 기업들이 제조업을 강점으로 시장에 제품화 • 모노쯔구리 기반산업화에 근거하여 설비투자 촉진, 제조업 부흥을 위해 범부처 차원에서 인프라 기술개발에 집중. 최근 자동차 산업의 전략적 재건, 부품/소재 산업 첨단화 등을 통해 에너지 효율화, 첨단장비 개발 등에 집중 • 하드웨어 기반기술, 로봇 • 초정밀 가공, 센서류, 공장관리 솔루션, 정밀 유공압 제어기, 가격경쟁력 • 전통적 제조 강국으로 앞선 로봇 기술, 장비 기술력 보유	• 일본 OS기반의 SW개발에 집중된 관계로 범용적이고, 오픈된 SW개발기술이 미흡 • 연구 방향에 대해 의구심
EU	• Simens, Dassault system, SAP 등 제조분야를 선도하는 기업이 매우 많음 • SW, HW, Networking 등 분야 선도 • 독일의 미텔슈탄트 4.0의 지역 지원센터 정책을 통해 지역 기업에 기술지원, 컨설팅 등을 수행하는 등 정부의 정책적, 예산 지원도 매우 큼 • 기술, 인력, 인프라가 전 분야에서 기존 OT분야에서 가진 노하우를 바탕으로 IT기술을 접목하여 CPS시장을 잡아 산업혁명을 이끌어내어 기술적 제국을 구성하는 역량을 보임. 이미 시장에 선도적 제품을 제공하여 전 분야에 석권을 꾀하고 있고 산업계와 연구소 대학 등이 공조하여 끊임없이 신기술 리딩 • 전통적인 기계기술, 메카트로닉스 기술 강국으로 첨단 제조혁신 툴이라고 할 수 있는 CPS, 센서(IoT, 메카트로닉스 등), 산업의 전주기(공정, 조달, 서비스 등)를 고려한 기술전략 하에서의 토탈 솔루션 개발 및 응용기술 확보와 시장 개척에 강점 • 산업용 제어기, 로봇, 통신, 커넥터, 정밀 유공압 제어기, 측정기술, ERP, MES 등 글로벌 최고 기업 및 연구기관 보유 • 독일은 플랫폼화, 디지털화, 표준화를 통해 중소기업 육성에 중점	• 향후 고도화된 스마트공장 구축에 필요한 AI, 클라우드 분야 등 소프트웨어 기술력이 미국보다 낮음 • 발전 속도가 갈수록 더뎌지는 양상 • 미국과의 경쟁이 심화되고 있으며 중국 및 다른 국가에 의해 급격히 추격당하고 있음. IT분야는 전통적으로 미국에 강점이 있기에 생태환경에 약간의 변화가 있을 수 있음 • 마이스터 기술의 디지털화에 대한 저항 및 약점 보유

국가	강점분야	기타
	• 차세대 노동환경에 대한 연구 병행하고, 노동자의 정보 보호 및 노동 환경 개선 지원 • 독일은 강력한 제조업 역사와 실력보유	
미국	• 클라우드, AI 등 ICT 분야 높은 기술력 • SMLC(Smart Manufacturing Leadership Coalition), IIC(Industrial Internet Consortium) 등과 같이 민간 중심으로 기술을 발전시키고 세계시장 선점을 위해 타국에 비해 빠른 제품화 추진 • 기술력, 인프라, 연구인력 모두 우수 • 전 분야에서 기본적 가능성을 가지고 있음 • 클라우드 시장 부분에서 지배적인 영향력 가짐 • 서비스산업 중심에서 제조업 재건을 위한 노력의 일환으로 기 확보한 첨단 ICT기술로 정보, SW, 네트워킹 기술 등과 스마트 자동화, 센싱 원천기술을 확보하였고 미국의 강점산업인 에너지, 소재산업을 첨단화하는데 주력 • 소프트웨어, 데이터 분석에 강함 • 유연생산시스템 설계 및 운영기술 오랜 기간 국제 표준 선도 • 글로벌 기업들은 세계 최고수준의 IT/SW 기술을 바탕으로 플랫폼 기술을 통해 세계 시장 점유율 확보 중 • 정부에서는 대학의 기초연구 강화 및 기업 연구개발 투자 장려 정책 내놓음 • 제조업 부활에 대한 강력한 지원	• 스마트공장에 필요한 원천기술 측면에서는 높은 기술력을 가지고 있으나, 제조업 비중이 제조 선진국 대비 작음 • 인간-기계 협업과 관련한 연구 및 상용화 의지 미비 • 제조업 기반이 특정한 부분은 수입에 의존하기에 첨단기술과 연계가 쉽지 않음 • 제조 산업의 기반이 미약하여 시장성, 응용할 영역 확보 필요 • 현장 적용 미진 • 제조업이 많이 다운되어 있었음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	6위	3위	1위	5위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 기관과 국책연구소는 장기적인 관점에서 필수적인 원천기술 분야에 10년 이상 소요되는 경우에 산학연 공동으로 해야 하는 부분에 집중해 일시적인 유행이 되지 않도록 하고, 중간조정자로서 학교와 업체를 조율하는 것이 바람직. 정부의 정책에 일희일비하기 보다는 독립적인 기술 분야의 전문성을 바탕으로 기술정책의 관리 필요 • 국내 스마트팩토리 관련 산학연관 협의체를 구성하여 공동 연구개발, 정책개발, 법제도화, 규제개선 등 추진 • 대기업 생산라인을 테스트베드로 제공해서 산학연(중소기업)이 기술 개발한 결과물을 시험검증하고 적용할 수 있는 R&D 프로그램 마련. 중소기업에게는 대기업 생산 라인 적용실적이 좋은 트랙레코드가 될 수 있음 • 기업들이 자발적으로 경쟁력 확보, 생산성 향상의 필요성을 인지하고 독자적인 참조모델(생존모델)을 구축할 수 있는 수요기업 주도의 학연+솔루션 기업 협력체계 및 독자데이터 확보하는 제도, 지원 마련 • 원청, 하청의 수직구조 하에서 스마트팩토리 솔루션은 글로벌 대기업 제품만을 활용하게 되는 맹점이 있어, 상대적으로 위험이 많은 국내 중소 강건 기업 제품을 사용해 볼 수 있는 기회 제공 • 스마트팩토리 솔루션 강국이 되기 위해서는 국내 공급기업 간 Win-Win 전략을 통해 분야별 세계적인 기술 확보가 중요 • 정부 부처간 협력이 가장 시급하고 연구소별로 추진하고 있는 스마트공장 관련 연구 사업을 통폐합하여 진행하며 IIoT, CPPS, 스마트공장 클라우드 서비스, 제조 빅데이터 수집 등 핵심기술의 경우 집중 투자 요망 • 신기술 도입, 생산성 향상을 위한 국내 경영진 그리고 노조 지도자의 평화 선언 필요. 대중소기업 협력도 더욱 강화되어야 함. 실질적인 협업이 진행되고 있는지 품질관리 하는 분야에 국가예산 투입 필요 • 관련 산학연관 정기적인 협의를 통하여 상호 협력을 할 수 있는 방안 논의 필요. 특히 공급기업과 제조기업의 균형적 발전 필요: 국내 공급기업 기술에 대한 신뢰성 및 안정성에 대한 실증기회 부족으로 시장 진입/창출이 어려우며, 특히 레퍼런스 부족이 시장진출의 주요 장애물
국제협력 촉진	• 국제 표준과 국가표준을 통해 또 다른 기술 장벽으로 시장을 보호하는 경향이 있으므로 국제표준의 동향과 기술의 트렌드를 알기위한 꾸준한 회의 및 기관간의 모임에 참여할 수 있는 기회를 가질 수 있도록 참여인원에 대한 배려 필요. 너무 비용이나 또 다른 비리로 보는 시각보다 일단 참여해서 시각을 가지고 배울 수 있고 자극을 받도록 국제협력을 할 수 있는 기회 제공 • 국내 솔루션 공급기업의 해외진출, 국내 연구자들의 해외 시찰 및 연수 등을 위해 국제 협력을 위한 단일 채널 마련 • KITA, KOTRA, 중진공 등 넓게 퍼진 채널을 스마트팩토리 분야에 특화된 정식 기관 또는 기관 선정을 통해 하나로 취합 • 우리 현황 분석에 근거한 선진사례에 대한 벤치마킹 및 정보제공

	정책제언
	• 미래의 스마트 팩토리 기술은 하드웨어와 동시에 소프트웨어에 의해 좌우 될 것. 스마트폰 OS처럼 해외 기업에 종속되지 않기 위해서는 소프트웨어 기술의 발전을 위해 국제협력 절실 • 국내 결과를 활용하여 경쟁국은 어떻게 하고 있는지 벤치마킹해야 눈에 보이고 상호 정보 교류가 가능 • OPC-UA 등 국제 표준 추세를 따라가며 보급 확산에 주력하면 한국의 경제 규모에서도 인프라로 충분히 스마트공장 시대에 앞서 나갈 여력 있음 • 독일의 플랫폼 인더스트리 4.0, 일본의 NIST, 한중일 3국 협력 관계 등을 통하여 선진국의 기술과 제품 경쟁력 정보 공유 • 미국, 독일, 일본 등 선진 제조국가는 사람, 기계설비, 공장 등을 네트워크로 연결하는 초연결 통신 기반의 글로벌 표준을 선점하여 제조업 혁신을 선도 중인데 개별 기업 차원에서 각자 도생하는 방식으로는 4차 산업혁명의 핵심인 스마트공장의 성공이 어려움
인력양성 및 유치	• 실제적으로 관련분야의 유입이 자발적으로 이루어지는 선순환은 산업발전 및 인력에 대한 처우에 달려 있으므로 이공계통에 대한 처우개선에 국가적인 시야에서 접근 필요 • 우리나라의 부처별 인력양성 사업의 형태를 보면 학부는 교육부, 대학원은 산업부, 중기부, 과기정통부, 재직자는 고용노동부와 중기부가 담당. 대학부터 대학원, 재직자까지 4차 산업혁명 대응 및 스마트팩토리 분야의 활성화를 위해 통일된 인력양성 체계가 시급. 국내에서는 한양대 에리카 캠퍼스 외에는 스마트팩토리 기술 실습 시설이 없거나 미흡. 이론과 실습 능력을 갖춘 인력양성을 위해서는 제조 분야의 특화된 대학을 선정하고 학생 교육을 위한 인프라 구축 및 운영에 많은 투자 필요 • 제조현장을 우선적으로 파악하고, 대안 등을 고민할 수 있는 현실적인 교육프로그램 마련 • 스마트 팩토리의 성공 여부는 공정기술, 제품기술, 설계기술 등의 제조 기반기술에 능한 스마트 인력의 보유 여부임 • 클라우드, 빅데이터 등이 제조분야에 서비스되기 위해 현장경험이 있는 IT전문가 필요. 현장에서도 유용한 정보를 수집하고 정리할 수 있는 전문가 양성 필요 • 국내 스마트공장 인력양성을 위한 다양한 교육과정 및 학위과정이 산자부 혹은 고용노동부 등 다양한 부처에서 진행 중이나 대부분 일부기술에 대한 교육에 한정됨 • 국내 여건에 필요한 인재는 스마트공장을 구축하기 위한 요소기술에 대한 전문가 양성 및 스마트공장의 핵심인 통합적인 시각을 가진 전문 인력을 양성하기 위한 과정 절실 • 중견 중소기업에 스마트 공장 관련된 인력 양성 시급. 중소 중견기업의 현장에서의 인력양성이 제대로 안되어 왔기 때문에 국가 시책으로 인력수준을 높이는 노력을 배가해야 함 • 대학연계 맞춤형 교육, 공급 기업을 위한 스마트제조 융·복합 기술인력 양성, 수요 중소기업 현장 운영인력 양성 등 각 부처별로 독자적으로 운영되는 교육 및 인력양성 프로그램 체계화
인프라 구축	• 우수한 인력 유입이 산업계까지 이루어지도록 병역특례 및 학업에 필요한 장학금지원, 연구시설에 대한 꾸준한 유지보수/업그레이드가 필요하고 주기적인 소프트웨어나 하드웨어 장치에 대한 정책적 투자지원 절실 • 독일은 미텔슈탄트 4.0 정책과 같이 스마트팩토리 관련하여 중소기업을 지원하는 전문기관을 신설하고 이를 통해 전국적으로 지원 필요. 이를 위해 스마트팩토리 기술을 테스트하고 전파하는 테스트베드와 인력양성을 위한 인프라 구축이 매우 시급하나, 스마트 제조혁신센터(안산 데모공장) 외에는 별다른 인프라가 없음. 또한, 스마트팩토리 분야를 더욱 고도화시키기 위해서는 제조 분야에 특화된 데이터 기반의 AI 적용을 위한 인프라 구축 필요 • 스마트 공장 구축에 필요한 핵심 부품, 모듈, 장비, 솔루션 산업의 활성화 및 산업원천 기술개발 • 교육 프로그램 지원을 위한 기자재 지원 연구 목적 테스트 베드 등은 기존 구축된 시설을 적극 활용

	정책제언
	• 클라우드 서비스를 스마트공장 분야에 본격적으로 적용하기 위해 필요한 기술구조, 서비스 플랫폼, 인력지원체계, 표준체계 등이 필요 • 민관 협동 스마트 공장 추진단의 활동에 더욱 힘을 실어주어 기존의 확산사업이 제대로 결실을 맺을 수 있도록 정부차원에서의 적극적인 지원 필요. 현재 주로 수요기업 위주의 정책이 대부분이었으나 향후 공급기술을 보유하고 있는 공급기업 양성을 위한 정책 필요 • 센서 기술, 자동화 관련 요소 기술의 개발, 보급, 확산에 정부가 마중물을 부어주면 좋을 것. 로봇 산업의 경우 우수한 제품군을 가지고 있는 기업도 일부 새로 시장에 진입하고 있지만 역사가 오래 되었다는 유명회사의 경우도 겉껍질을 뜯고 보면 하모닉 드라이브 등 요소기술은 외국산에 의존. 그런 기업들이 그 동안 지원받은 연구비는 제어기 개발에 주로 사용되어 센서나 구동장치 등 요소 기술이 취약 • 향후 개발되는 스마트공장 핵심 솔루션과 표준화 기술 등을 이미 보급된 스마트공장에 접목시켜 업그레이드하는 것이 중요하므로 스마트공장 관련 기술의 테스트베드 확대 및 중소·중견기업의 교육·행정 지원을 위한 인프라 확대
법·제도 개선	• 장기적으로 주무부처의 인사이동이나 조직변경과 무관하게 10년, 20년 계획을 잡아서 진행 • 스마트팩토리 관련하여 법제도가 없는 상황으로 단순 제도 개선이 아니라 스마트팩토리 분야의 산업 육성을 위한 법 제정 시급 • 중기부와 산업부간 협력 및 정책 추진을 위하여 스마트팩토리 산업 관련 진흥법 신설을 통해 스마트팩토리 공급 산업을 육성하고 제조기업의 스마트팩토리 구현 수준 고도화 • 스마트 핵심기술에 대한 세제지원 제도 확대, 정보망(보안) 규제 검토, 차세대 산업엔진(기술)에 대한 보호제도 마련 등 • 협동 로봇 등이 실 제조현장에서 투입가능 하도록 산업안전법 개정 • 스마트공장의 핵심기술을 개발하고 현장 적용하여 노하우를 축적하고 재정립하고 전파할 수 있는 실행 조직 구조 필요, 결과물을 체계화하여 국가경력을 키울 수 있는 장치나 접적조직 필요 • 로봇 분야에서 사람 옆에서 바로 작업해도 충격이 있을 경우 바로 멈추는 협업 로봇이 세계적 추세이며 이는 안전설비에 대한 투자를 안 해도 되기 때문에 매우 경제적. 그러나 우리나라에서는 안전장치에 대한 투자가 법제화되어 있어 기술도입에 저해요소가 있음 • 스마트공장과 관련한 정부 업무 분산 개선 필요: 스마트공장 전담 조직 구성 및 운영을 통하여 여러 부처에 산재해 있는 핵심역량을 결집하고, 추진전략 및 정책 공조. 중소벤처기업부는 스마트공장 보급·확산 업무, 산업통상자원부는 스마트공장 관련 기술개발과 기반 구축, 과기정통부는 스마트공장 원천기술 개발 등 국내 스마트공장 구축 지원 정책 활성화 및 공급 산업 육성을 위한 관련 법·제도 마련에 정부가 적극적으로 대응
연구비 확대	• 제한된 자원으로 어려움은 모두가 가지나 사실적으로 국가가 모든 것을 책임지기도 어려움이 있으니 중점 분야 선택 필요. 모든 분야를 다하기에 국가적인 관리역량과 자원이 부족하니 선택과 집중을 할 수 밖에 없고, 투명하게 정책을 밝히고 참여인원들이 미련을 가지지 않도록 하는 것도 방법. 기업이 할 수 있는 부분은 기업에게 시키고 정부가 해야 하는 부분에 연구비를 지원 • 보급 확산 사업과 비교 시 스마트팩토리 분야의 연구비는 턱없이 부족. 또한 R&D 로드맵 없이 부처별, 부처 내 부서별 R&D가 별도 진행 중. R&D 로드맵에 따른 기술개발의 장기적인 목표를 수립하고, 이에 대응하는 대규모 예산 집행 필요 • 새로운 제조패러다임 변화 대비 제조 ICT 융합 기술개발에 연구비 확대 • 현재 보급 확산 중심의 연구비 투입형태에서 산업원천 기술개발과 병행시키는 연구비 배분체계 조정, 보완

	정책제언
	• 스마트 팩토리라는 주제가 중복성 평가에 부딪쳐 계속 진행의 어려움. 유사 주제이지만 성능 향상 목적 과제를 도출하여, 지속적인 기술 추격 및 추월 지향 • 운용기술과 정보기술의 융합에 더 많은 투자 • 스마트공장 보급 확산 추진 규모에 비해 연구비가 절대적으로 부족. 모든 것이 현재 운영 중인 현장을 중심으로 연구해야 하므로 좀 더 거시적이고 중장기적인 계획과 실행이 가능한 규모의 연구비 필요 • 스마트공장 확대를 위해 독일과 같은 산학연의 협력이 절실히 필요한 상황이나, 국내 연구비 지급은 상용화를 위한 기술 혹은 실제 업체와의 협업을 통한 가시적인 성과를 내기 위한 기술에 대한 연구 선정에 인색하여 진정한 산학연 협력이 이루어지는데 장애가 되고 있음. 무엇보다도 기술적용을 원하는 중소기업들은 많으나 비용문제로 인해 기술개발에 어려움을 겪고 있는 기업들에 대한 적극적인 연구지원 필요 • 요소 기술 및 데모 공장, 데모 기술 보급 등에 연구비를 대폭 확대 지원 • 기존 R&D 투자비용은 매우 적어 국내 스마트공장 기술의 고도화를 위한 R&D 확대 시급 • 스마트제조 핵심기술 구조도 중심의 융합 R&D 과제 발굴 및 지원, 업종별 융합 특성이 반영된 R&D 과제 발굴 및 지원 • 국내 솔루션의 국제 표준 대응은 국내 공급기업의 해외진출과도 직접적인 연관성이 있기 때문에 국가적 정책 마련
기타 의견	• 센서 및 edge 기술, 그리고 클라우드 기반의 플랫폼은 국가전체적인 컨트롤 타워가 필요하고 국내 수요 및 시장이 작은 분야지만 국가적인 기초기술 확보 필요. 인적자원과 시간, 그리고 자금이 필요한 부분은 정책적인 추진이 필수. 센서의 경우 미세 분해 능력과 노이즈에 강한 것과 DAQ 시스템을 통한 ADC 분야, 그리고 SBC(single board computer)에서 맞춤화가 가능한 임베디드 S/W를 바탕으로 ROS 및 time-series DB 처리기술은 최첨단 기술 인력이 필요하고, 분산컴퓨팅기술 또한 AI 기능을 구현하기 위한 빅데이터 처리의 기반으로 필요. 기술적으로 기초가 되는 여러 가지 형태의 IT 기술은 중소기업이 진행하기에는 많은 자원 필요 • 스마트팩토리 산업을 부흥(스마트공장 기술개발 로드맵, 인력양성, 기반구축, 공급기업 육성 등) 시킬 범부처 컨트롤타워 역할을 수행하는 진흥원 설립 • 인공지능, 인간공학 등 다양한 분야와 스마트공장 R&D를 융합한 연구 활성화 (예: 제조중심의 지능형 스마트팩토리 솔루션 구현, 인간 중심의 제조환경 구현 등) • 국내 공급기업 육성을 위해 단순 R&D 외 솔루션 연결 표준화, 패키지 솔루션 개발 등 을 위한 공급기업 얼라이언스 설립 및 국가 지원 • 웨어러블 로봇, 인간공학 분야와의 융복합 연구를 통한, 작업자 효율 향상 및 안전을 목적으로 하는 인간중심 스마트팩토리 사업 적극 추진 • 보안 기술, 공장 내 물류를 위한 드론 기술, 품질검사를 위한 비전 기술, 설비 고장 진단 및 보수를 위한 VR/AR • 스마트공장에 있어 가장 기초적인 분야는 모니터링 할 수 있는 스마트 센서와 IoT 기술이라 볼 수 있음. 스마트공장을 위한 해당 기술 연구, 개발을 위한 R&D 예산이 필요하고 집중 육성할 필요가 있으나 선도적 연구가 아니라는 이유로 R&D를 할 수 없는 여건에 대해 적극적으로 지원 • 스마트공장 사업(보급 확산 사업 포함)은 미래부나 중기부 등 하나의 정부 부처가 취급할 주제가 아니라 산업자원부, 등 포함 여러 부서가 미래 신기술, 기술 표준, 대중소기업 협업, 중소기업 육성 등을 위해 힘을 합해 추진해야 할 사업 분야로 각 사업을 나누어 쪼개면 장기 관점에서 성공하기 어려움, 부처 간 협력 추진 필요

다 주요 분석 결과 요약

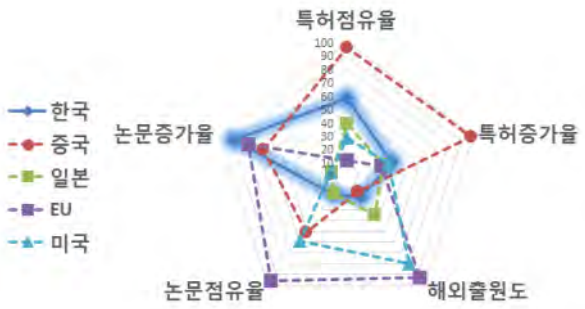
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	스마트 팩토리 기술	6,712	5,238	66.1%	70.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

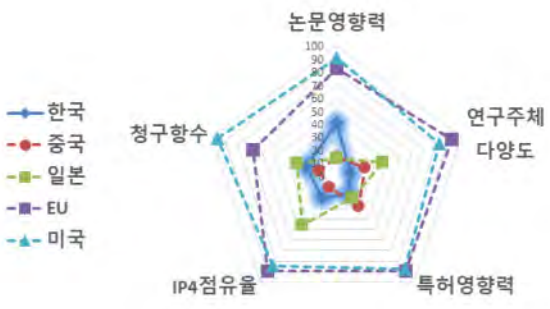
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	EU
	48.2%	41.1%	9.0	15.4
한국	4위	2위	3위	5위
	3.9%	22.6%	5.9	2.4
5개국 평균[2]	-	-	7.4	12.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

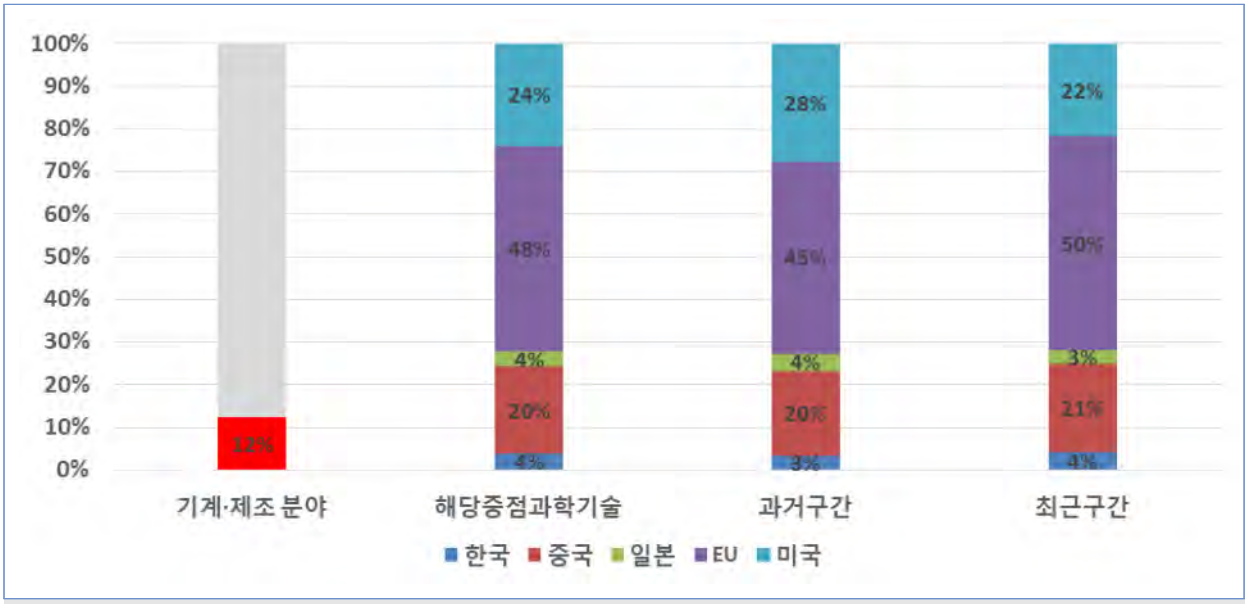
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.9%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(5.9)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(48.2%), 미국(23.9%), 중국(20.3%), 한국(3.9%), 일본(3.7%) 순이며, 논문 증가율은 한국(98.9%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(9.0), EU(8.3), 한국(5.9), 중국(4.2), 일본(4.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(22.6%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(2.4)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(41.1%), 한국(22.6%), 일본(16.7%), 미국(13.5%), EU(6.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(251.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 EU(15.4), 미국(14.8), 중국(4.8), 일본(3.4), 한국(2.4) 순이며, IP4 점유율은 EU(17.6%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.9%	20.3%	3.7%	48.2%	23.9%
	논문 증가율	98.9%	75.0%	29.6%	85.4%	30.1%
	논문 영향력	5.9	4.2	4.2	8.3	9.0
	연구주체 다양도	0.85	0.87	0.88	0.96	0.93
특허 분석	특허 점유율	22.6%	41.1%	16.7%	6.1%	13.5%
	특허 증가율	20.5%	251.8%	2.5%	-3.1%	13.6%
	해외출원도	0.6	0.3	1.4	4.3	3.3
	특허 영향력	2.4	4.8	3.4	15.4	14.8
	IP4점유율	4.1%	1.3%	8.9%	17.6%	15.9%
	청구항수	3.5	2.7	4.0	6.1	9.0

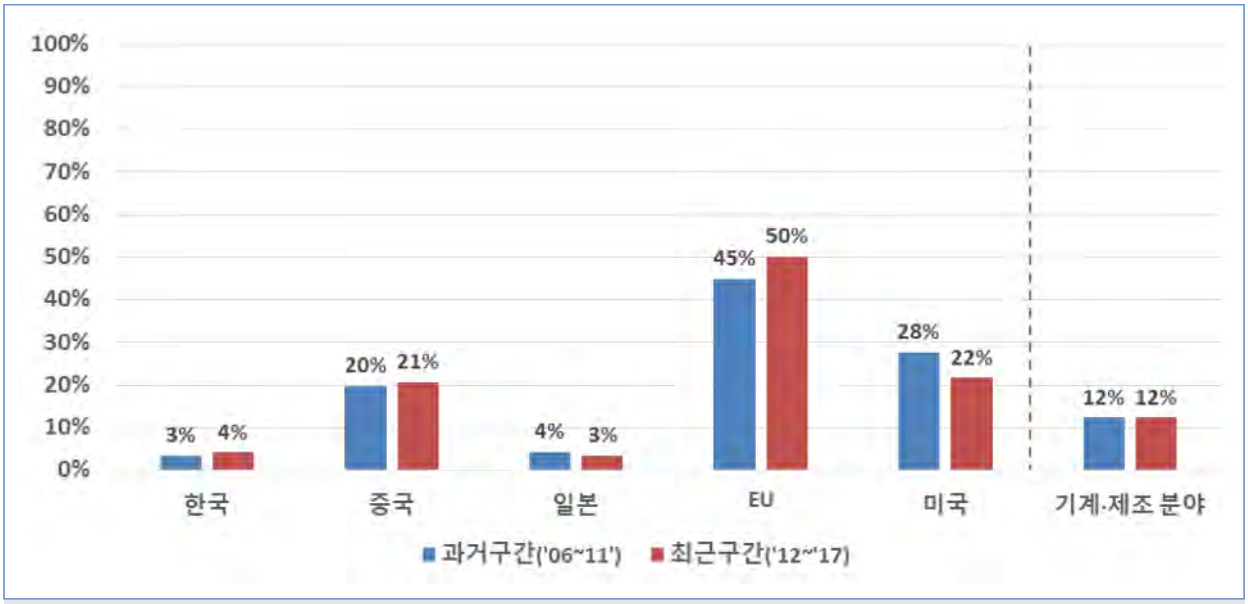
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 스마트 팩토리 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3234건으로 전체 논문의 48%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 팩토리 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 12%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

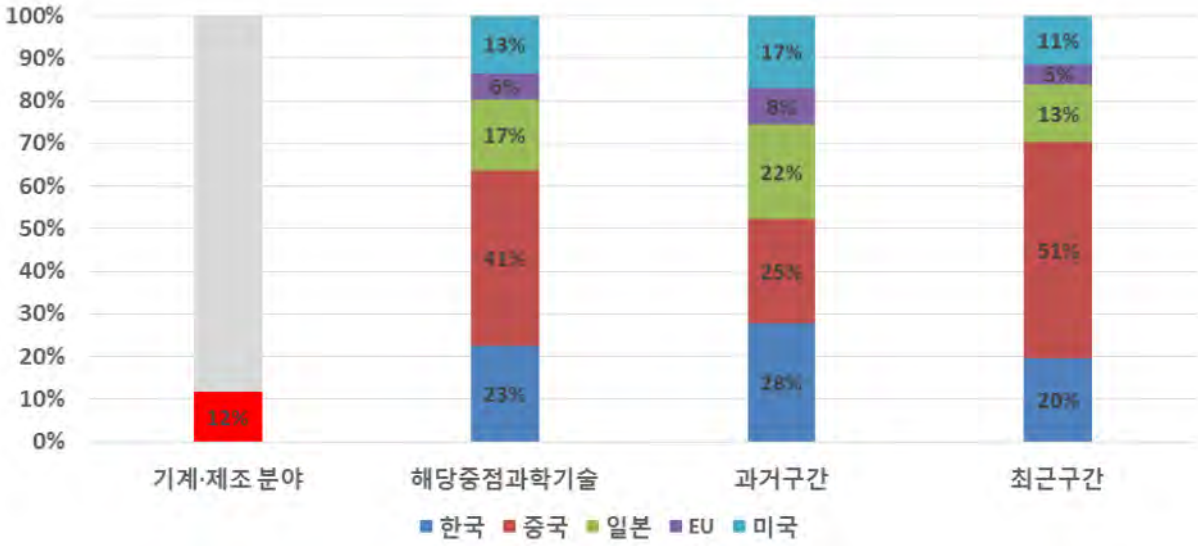


● 스마트 팩토리 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 98.9%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	87	173	260	98.9%
중국	496	868	1,364	75.0%
일본	108	140	248	29.6%
EU	1,133	2,101	3,234	85.4%
미국	698	908	1,606	30.1%
전체	2,522	4,190	6,712	66.1%

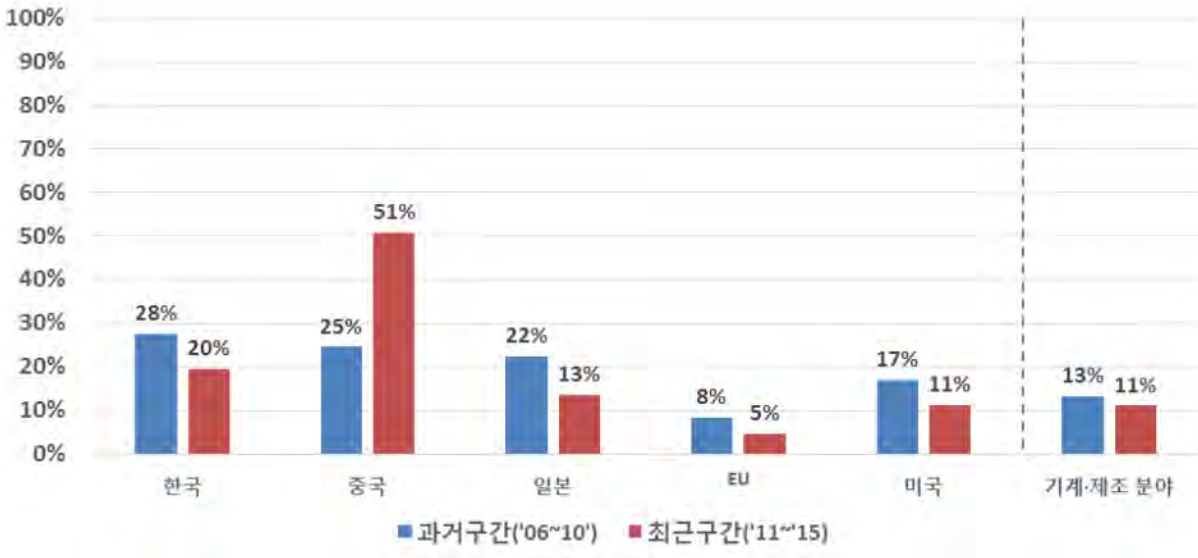
(4) 특허 점유율(전체)



- 스마트 팩토리 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2155건으로 전체 특허의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 팩토리 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 12%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 스마트 팩토리 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 20.5%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	536	646	1,182	20.5%
중국	477	1,678	2,155	251.8%
일본	433	444	877	2.5%
EU	162	157	319	-3.1%
미국	330	375	705	13.6%
전체	1,938	3,300	5,238	70.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

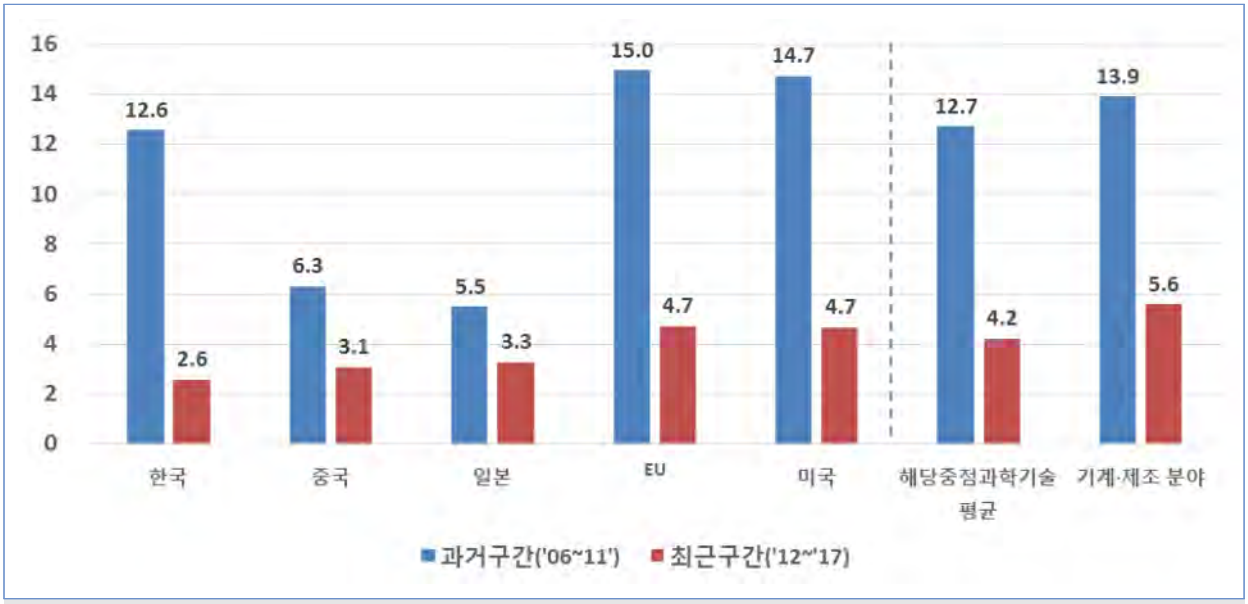


● 스마트 팩토리 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

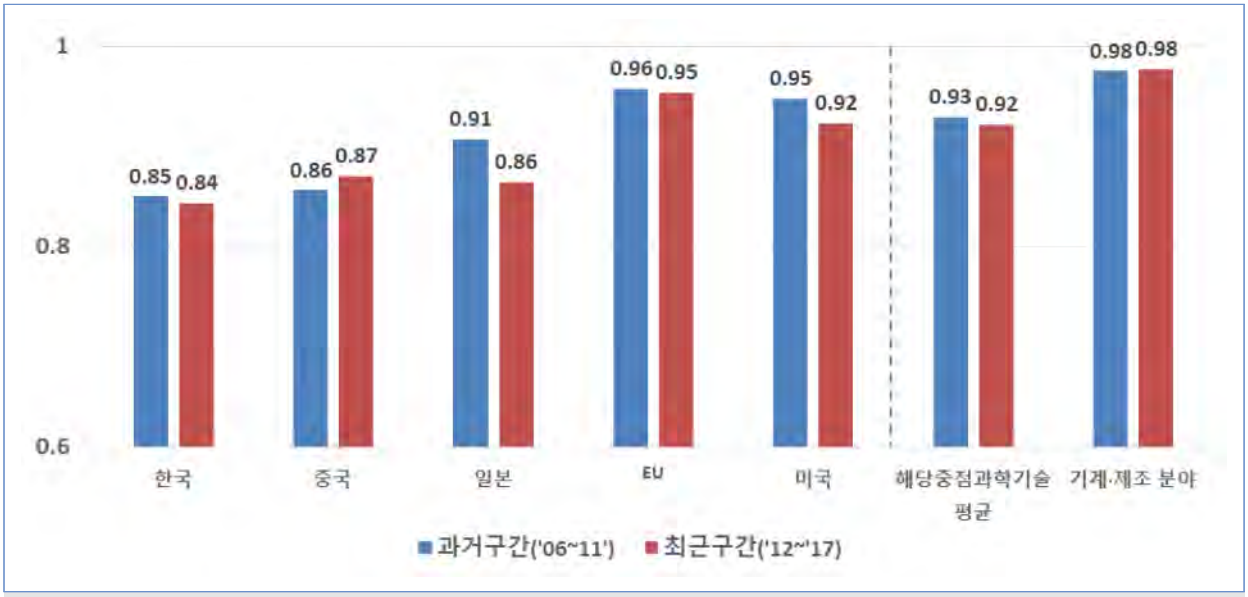
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



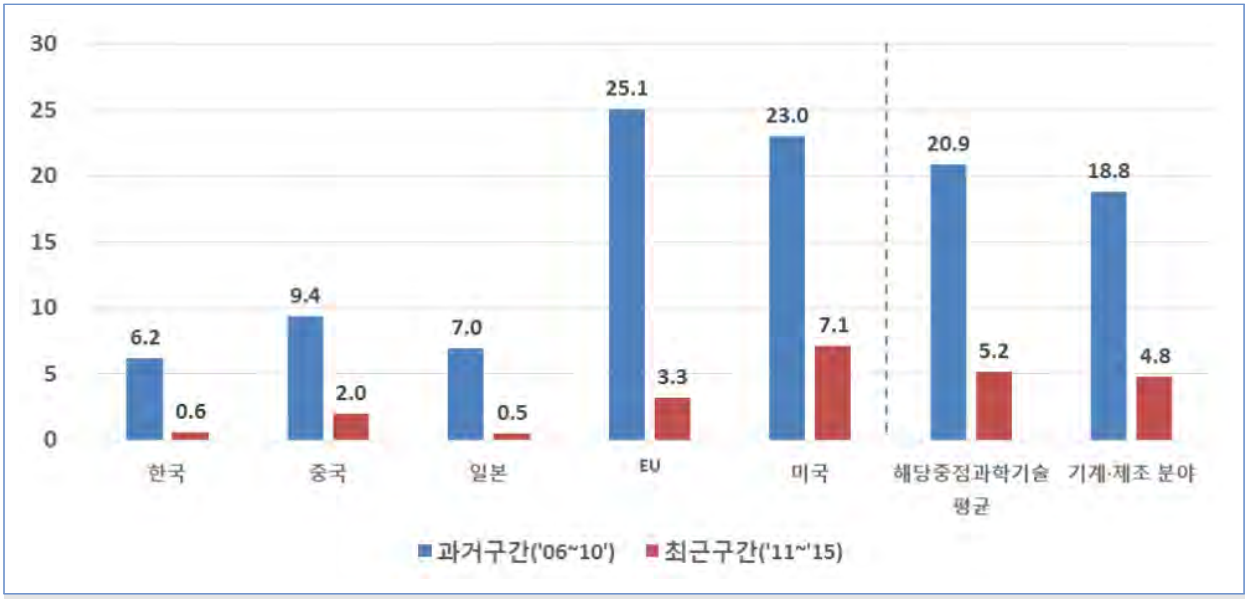
● 스마트 팩토리 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



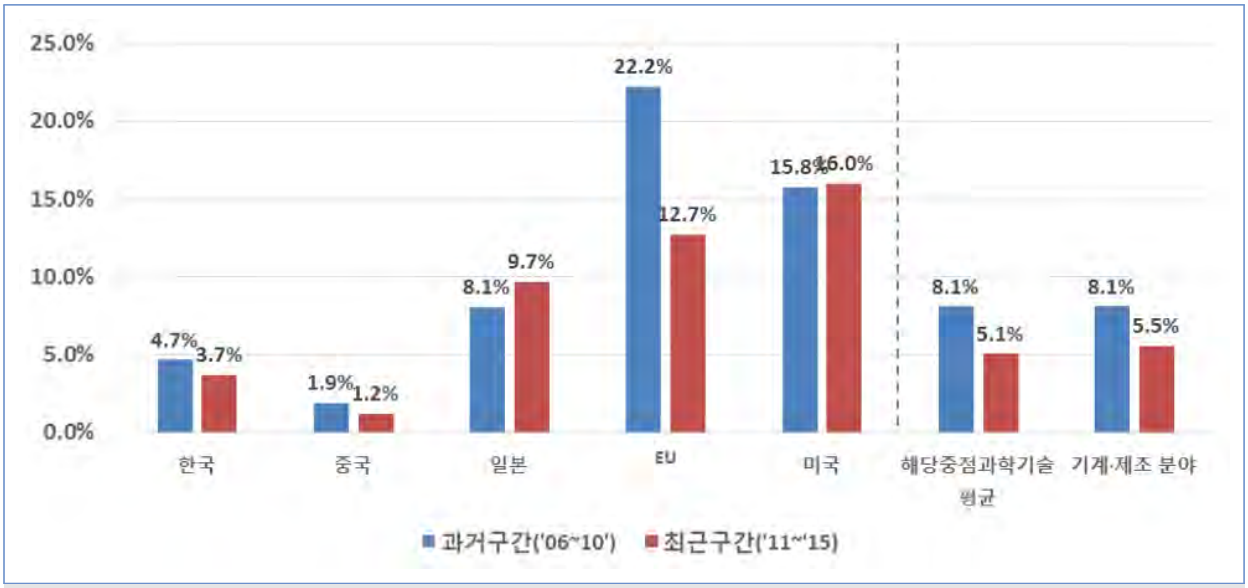
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



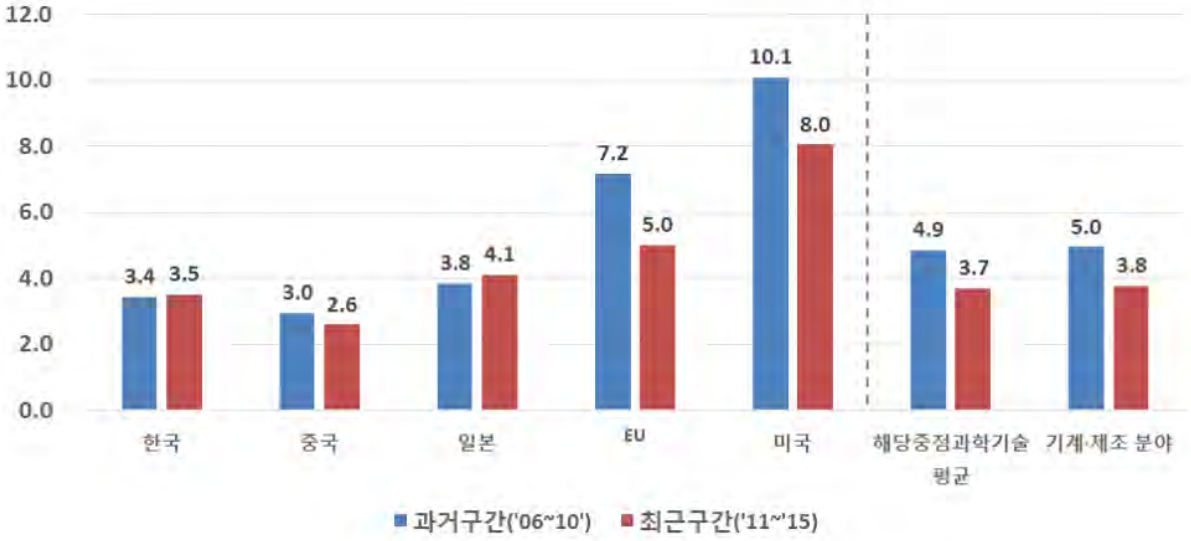
● 스마트 팩토리 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 스마트 팩토리 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 스마트 팩토리 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

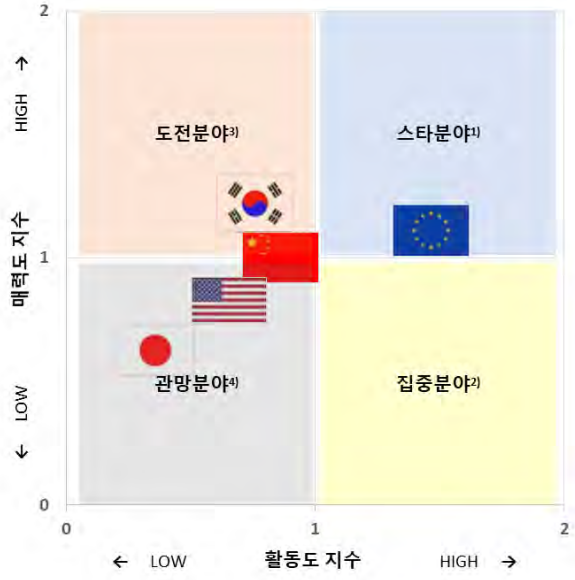
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

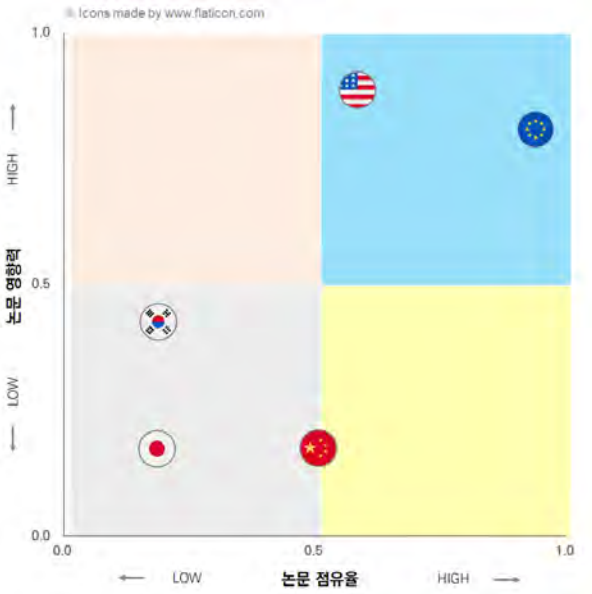
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트 팩토리 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 질적 연구 성과는 높은 상황이며, EU의 연구 활동이 활발한 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

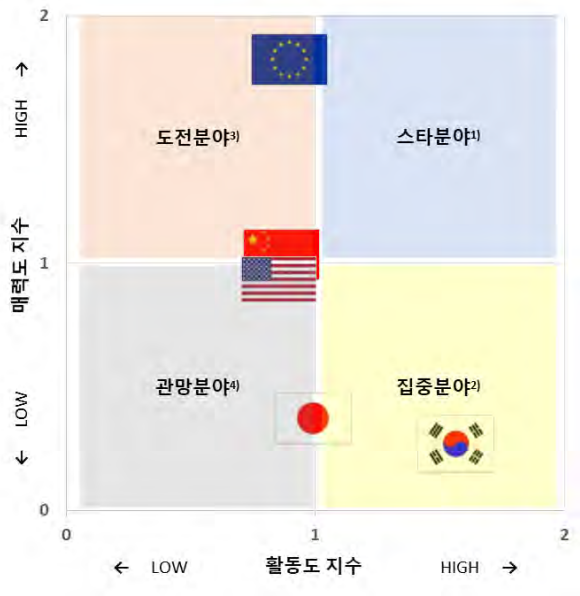


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트 팩토리 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY(0.69%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 8.46%(글로벌 점유율은 0.33%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	중국	3.37%	0.69%	260.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	3.08%	0.63%	10.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	중국	2.71%	0.55%	540.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.64%	0.54%	40.00%
5	UNIVERSITY OF MICHIGAN	미국	2.12%	0.51%	26.67%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	8.46%	0.33%	166.67%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	6.92%	0.27%	57.14%
3	HANYANG UNIVERSITY	5.00%	0.19%	60.00%
4	AJOU UNIVERSITY	3.85%	0.15%	-33.33%
5	KOREA INSTITUTE OF MACHINERY AND MATERIALS	3.08%	0.12%	600.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	3.37%	0.69%	260.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	3.08%	0.63%	10.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	2.71%	0.55%	540.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	2.64%	0.54%	40.00%
5	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.35%	0.48%	120.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOBE UNIVERSITY	4.44%	0.16%	166.67%
2	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	4.03%	0.15%	-88.89%
3	OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY	3.63%	0.13%	-50.00%
4	HIROSHIMA UNIVERSITY	3.63%	0.13%	100.00%
5	GIFU UNIVERSITY	2.42%	0.09%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	LOUGHBOROUGH UNIVERSITY	1.05%	0.51%	61.54%
2	UNIVERSITY OF PATRAS	0.99%	0.48%	600.00%
3	TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.96%	0.46%	58.33%
4	RWTH AACHEN UNIVERSITY	0.93%	0.45%	300.00%
5	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	0.83%	0.40%	7.69%

6 미국

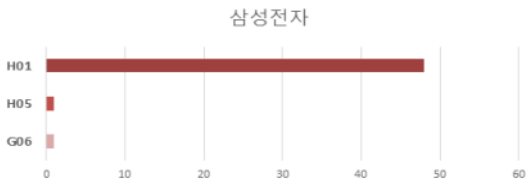
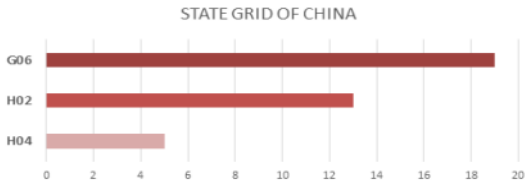
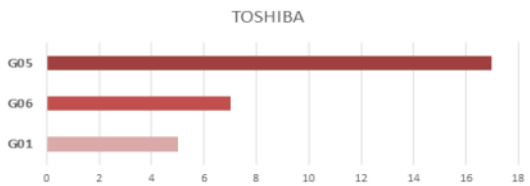
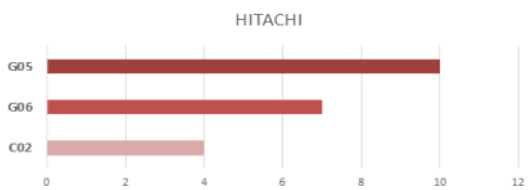
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF MICHIGAN	2.12%	0.51%	26.67%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.81%	0.43%	23.08%
3	NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY	1.56%	0.37%	157.14%
4	PURDUE UNIVERSITY	1.18%	0.28%	433.33%
5	IEEE	1.06%	0.25%	-100.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '삼성전자(0.99%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '삼성전자'가 4.40%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '삼성전자'는 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

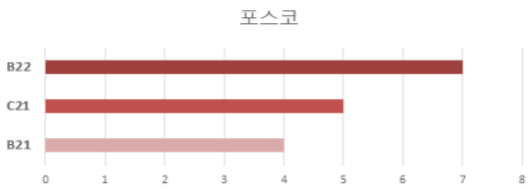
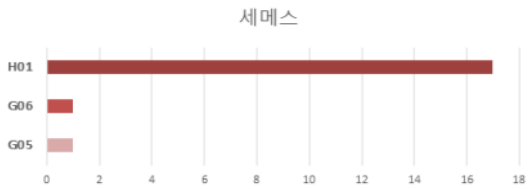
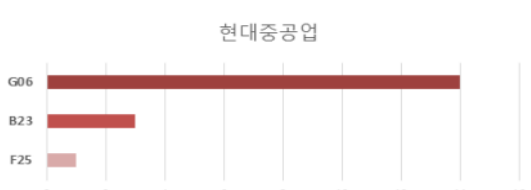
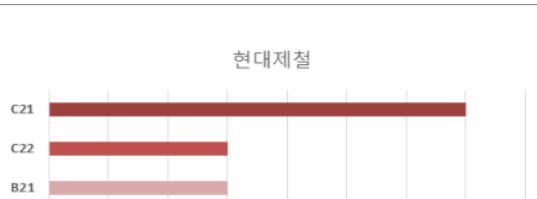
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	한국	4.40%	0.99%	-93.88%
2	STATE GRID OF CHINA	중국	2.41%	0.99%	5100.00%
3	TOSHIBA	일본	4.68%	0.78%	-13.64%
4	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	EU	12.23%	0.74%	60.00%
5	HITACHI	일본	4.22%	0.71%	170.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
3		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
5		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리

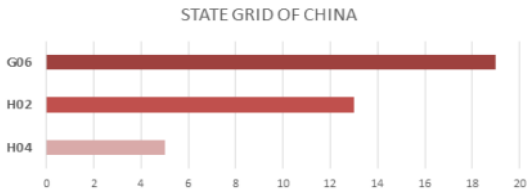
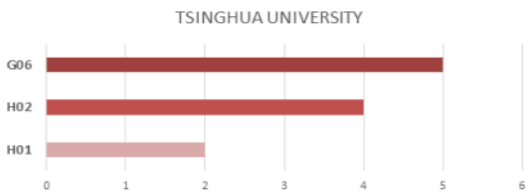
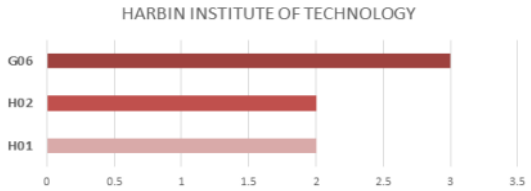
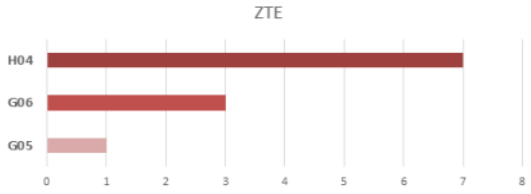
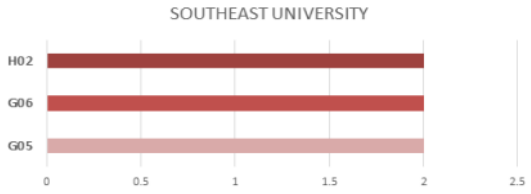
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	4.40%	0.99%	-93.88%
2	포스코	2.96%	0.67%	-15.79%
3	세메스	1.78%	0.40%	-89.47%
4	현대중공업	1.69%	0.38%	466.67%
5	현대제철	1.52%	0.34%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		B22	주조; 분말야금
		C21	철 야금
		B21	본질적으로 재료의 제거가 없는 기계적 금속 가공; 금속의 타발(punching)
3		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
5		C21	철 야금
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B21	본질적으로 재료의 제거가 없는 기계적 금속 가공; 금속의 타발(punching)

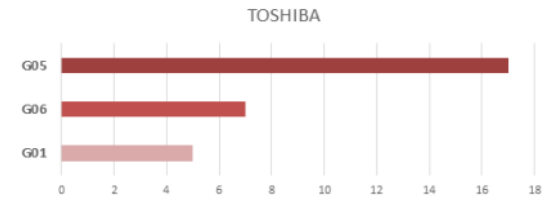
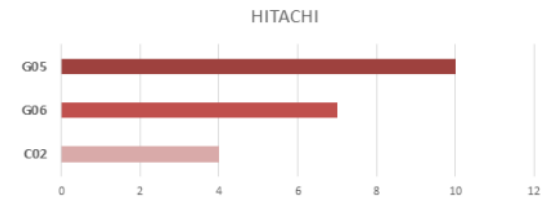
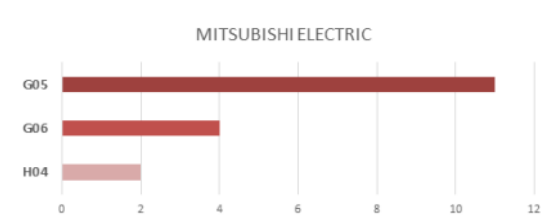
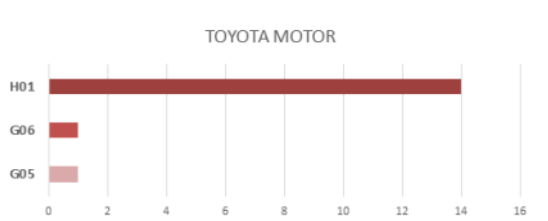
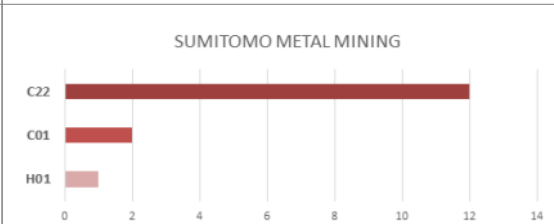
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	2.41%	0.99%	5100.00%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	0.74%	0.31%	200.00%
3	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.56%	0.23%	400.00%
4	ZTE	0.51%	0.21%	-62.50%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	0.46%	0.19%	900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정

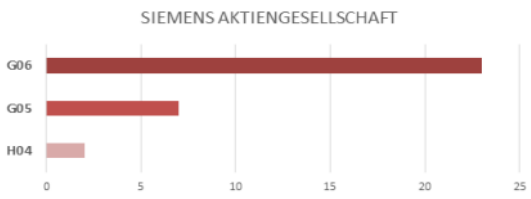
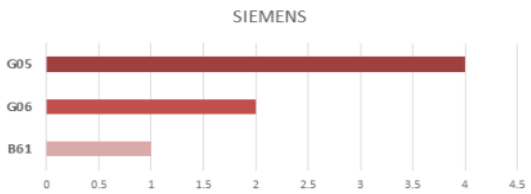
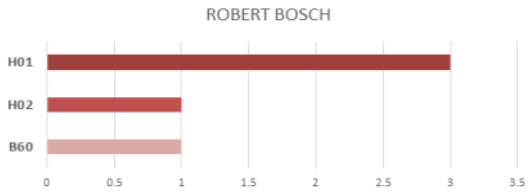
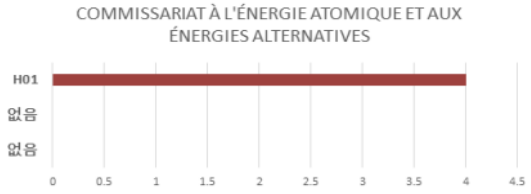
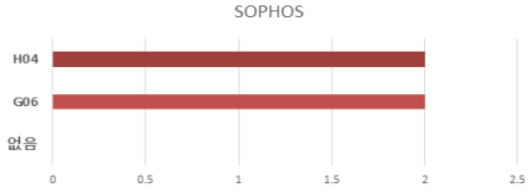
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	4.68%	0.78%	-13.64%
2	HITACHI	4.22%	0.71%	170.00%
3	MITSUBISHI ELECTRIC	2.96%	0.50%	60.00%
4	TOYOTA MOTOR	2.05%	0.34%	160.00%
5	SUMITOMO METAL MINING	1.94%	0.32%	12.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
4		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
5		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C01	무기화학
		H01	기본적 전기소자

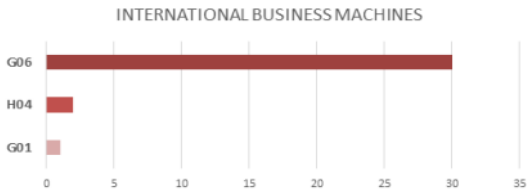
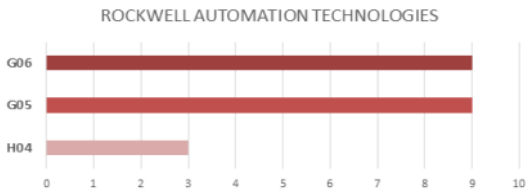
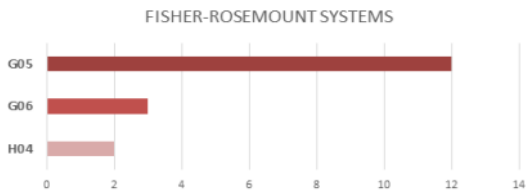
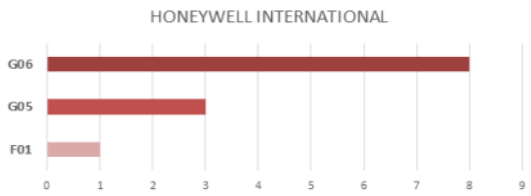
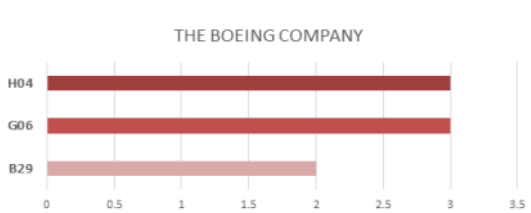
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	12.23%	0.74%	60.00%
2	SIEMENS	2.51%	0.15%	200.00%
3	ROBERT BOSCH	1.57%	0.10%	400.00%
4	COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES	1.25%	0.08%	0.00%
5	SOPHOS	1.25%	0.08%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
2		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B61	철도
3		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
4		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	4.68%	0.63%	-68.00%
2	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES	3.12%	0.42%	240.00%
3	FISHER-ROSEMOUNT SYSTEMS	2.41%	0.32%	83.33%
4	HONEYWELL INTERNATIONAL	1.84%	0.25%	60.00%
5	THE BOEING COMPANY	1.70%	0.23%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
3		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반

36 고효율·초정밀 생산시스템 기술



36 고효율·초정밀 생산시스템 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 고효율·초정밀 생산시스템을 적용하여 기존 제조공정의 정밀도의 한계를 극복할 수 있는 제조기술
- ☑ 로봇, 빅데이터 등의 첨단기술을 활용하여 기존 생산시스템의 효율화 및 초정밀화를 추구할 수 있는 제조기술
- ☑ 대량생산(mass production)의 시장요구와 개개인의 요구 (customization)를 충족할 수 있도록 시장 변화(mass customization)에 따라 유연하게 대응 가능한 차세대 생산시스템 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

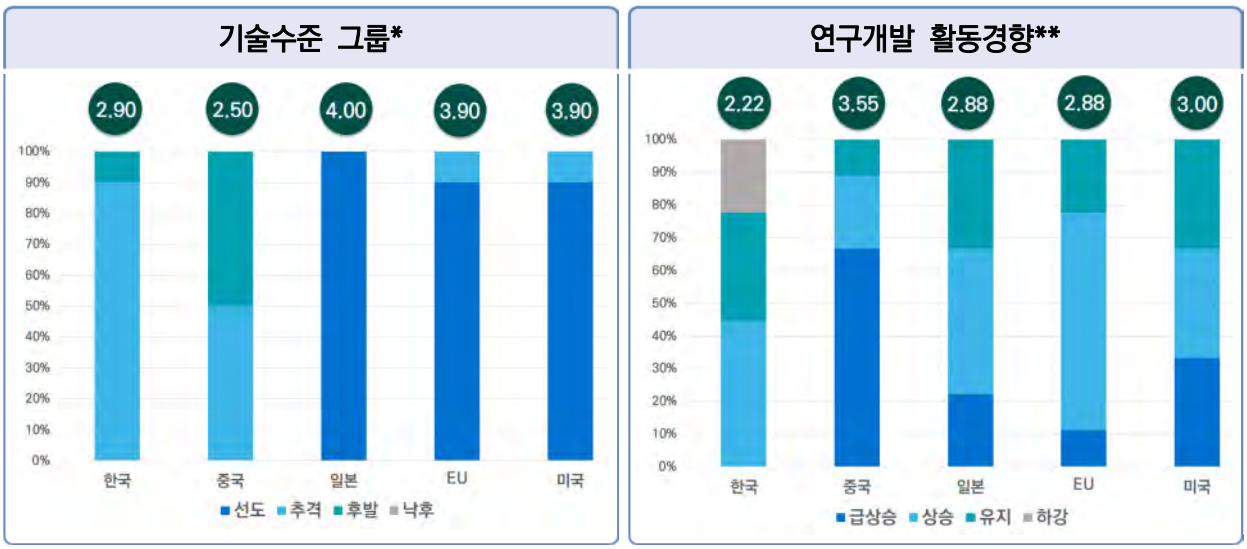
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	81.6	4.8	추격	보통	우수	유지
중국	71.4	6.3	추격	보통	보통	급상승
일본	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
EU	99.5	0.3	선도	탁월	탁월	상승
미국	94.4	1.5	선도	우수	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준 (%)	Q1	Q3	표준 편차	격차 (년)	Q1	Q3	표준 편차
한국	80.0	5.0	81.6	76.5	81.6	5.3	4.8	3.8	4.8	0.7
중국	70.0	7.0	71.4	71.4	81.6	8.3	6.3	5.8	6.8	2.1
일본	100.0	0.0	100.0	96.9	102.0	2.9	0.0	-0.3	1.3	0.9
EU	100.0	0.0	99.5	93.9	102.0	4.5	0.3	-0.3	1.8	1.1
미국	90.0	2.0	94.4	91.8	102.0	5.8	1.5	-0.3	1.8	1.1

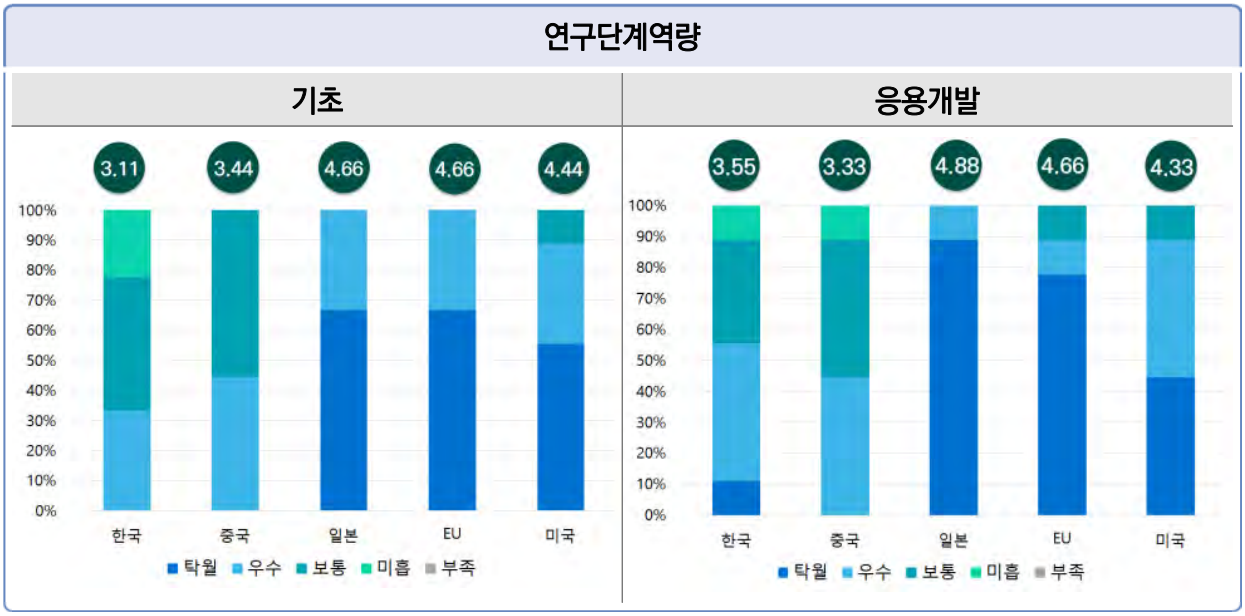
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (81.6%)	• 가공, 조립 기반의 영업 방식으로 기초적인 기술 수준 떨어짐 • 초정밀가공기 분야는 아직 연구개발이 필요한 상황이고, 고효율 가공시스템 시장에 진입하기 위해서 다양한 연구개발을 하고 있으나, 제어기, 센서 및 운용시스템의 국산화가 늦어지고 있음 • 대부분의 초정밀 가공을 위한 공작기계를 일본, EU 기기 및 그 관련 기술에 의존 • 상용화 장비의 성능에 있어서는 세계 최고수준에 근접한 기술을 보유하고 있으나, 많은 첨단 요소기술의 국산화가 이루어지지 않았으며 원천기술의 연구에 있어 추격연구가 주를 이루고 있음 • 장기간의 고효율·초정밀 생산시스템에 대한 국가지원과 관련기업의 R&D로 상당히 추격하였으나 상대적으로 원천핵심기술의 개발 지연 • 고효율, 고정밀화 주제에 대한 맞춤 연구 활발
중국 (71.4%)	• 방대한 국내시장과 구매력을 무기로 해외로부터 첨단기술을 직접도입하며 발전 중. 또한 중국정부의 적극적인 지원 하에 업체의 성장세가 괄목할만함. 그러나 고급부품을 만들기 위한 특수소재는 아직 해외 의존도가 높은 편 • 적극적인 투자를 하고 있으며, 초정밀, 고효율 가공시스템에서 제어기를 국산화하기 위한 대대적인 투자 • 한국처럼 대부분의 초정밀 가공 기술을 일본, EU에 의존하고 있으나 최근에는 자체 기술 보유로 정부 정책이 변화하여 추세 전환 • 매우 빠른 속도로 선진국의 기술을 추격하고 있으며, 해외 기업의 인수 합병 및 자체 기술에 대한 집중적이 투자가 기술의 추격 가속화 • 활발한 연구 및 기술개발로 논문과 특허 등록이 급격히 증가 • 정부의 투자와 관심은 높으며, 정량적 연구 활동은 높으나 기술적 수준이 아직은 뒤쳐짐
일본 (100%)	• 주로 소량 다품종보다는 대량생산에 맞는 분야에서 특유의 많은 개량/개선실적으로 신뢰성 높은 장비 개발 공급. 일본시장의 특징으로서 소재산업의 발달로 인해 원활한 소재공급에 기반한 가공에 있어서 매우 유리 • 과거 기초연구를 바탕으로 최근에는 산업체 위주의 생산 시스템에 초점이 맞추어져 있고 기초 인프라가 튼튼하여 활용에 대한 폭 확대 • 관련 분야에서 오랜 영업의 결과로 신뢰성 및 충실한 유저 확보 • 정밀제어기 기반 초정밀가공기와 고효율가공기의 개발과 상품화 추진 및 제어기의 UI를 사용자 중심으로 개발하여 통합 모니터링과 제어시스템을 통한 고효율 가공시스템 구현 • 기업 주도형으로 상업성과 기술력을 동시에 확보하는 전략으로 핵심 가공 기술의 질적, 양적 가장 우수한 기술을 보여주고 있음. • 마이크로 가공 장비부터 대형 항공기 부품 가공기까지 전 산업섹터에 대응 가능 • 하이브리드 가공 장비까지 개발 되고 있음 • 대형 부품 제조 등에 있어 세계 최고수준의 장비기술 확보, 정밀기계요소 및 제어기술에 있어 세계최고수준에 거의 동등한 기술 보유 • 초정밀 생산기술에 대한 원천기술 확보 및 이를 기반으로 기술을 고도화. 특히, FANUC 등의 메이저회사는 고효율의 생산시스템에 기술을 보유하고 지속적으로 개발 • 4차 산업혁명에 대한 대응이 빠르고 적극적이며, 다양한 솔루션 확보에 노력

국가 (기술수준)	판단근거
EU (99.5%)	• 국가별 치열한 경쟁과 탄탄한 기초기반기술의 지원 하에 제조분야에서는 탄탄한 기술을 갖추고 있으나 상대적으로 미국 및 일본 등에 비교해 IT와의 융합이 약해 이 분야에의 많은 투자 중 • 기술 인프라가 잘 갖추어져 있고 우수한 인력을 확보, 관련 제품의 성능 면에서 우수 • 고강성, 초정밀 가공기를 생산하고, 고효율 가공기 시장에 진입하기 위하여 개방형 제어기와 상위 관리시스템과의 연동 운영 시스템 개발 • 장비에 필요한 핵심 요소 기술 확보 • 고생산성 장비에 독보적인 기술력 보유 • 레이저 등 높은 융·복합 가공 기술 보유 • 하이브리드 가공 공정의 상용화에 필요한 거의 모든 요소 및 공정기술을 보유하고 있으며, 세계 최고수준의 정밀 모션 제어기술 보유 • Industry 4.0을 기반으로 타 국가에 비해 국가 기술을 격차를 더 높이고 있으며, 기존 R&D결과로 세계의 기술 선도 • 스마트 생산 프로세스와의 결합을 통한 비즈니스 모델 변화를 선도
미국 (94.4%)	• 군사기술, 반도체장비, 의료장비, 과학장비 등의 첨단 장비산업에서 가장 큰 시장과 연구인력 등을 보유하고 있으며 폭넓은 기초과학연구의 지원 하에 항상 혁신적인 분야에서 최고 실적을 내고 있음 • 기초 분야의 연구가 활성화 되어 있고 이를 기반으로 산업체와의 연계만 잘 갖출 수 있다면 최상위 선도 그룹으로의 도약 가능. 특히 많은 인력풀과 자본에 대한 강점을 지니고 있고 최근 트럼프 정부의 적극적인 지원에 따라 향후 미국의 이 분야에서 선도가 확실시 됨 • 독일, 일본에 비해 관련 제품의 성능 및 가격 측면에서 다소 뒤짐 • 항공우주 산업을 기반으로 우주망원경 등 대형 정밀부품 가공기와 가공기술 확보. 항공산업 발전에 따른 티타늄, 인코넬 등 난삭소재 부품 가공을 위한 고품질 가공기 생산 • 세계 최고 수준의 제품을 양산하고 있으며 대부분의 부품이 선진국에서 생산됨. 다른 국가에서도 미국 기술을 따라잡기 위해 노력 • 항공 군수 산업에 특화됨 • 생산시스템의 상용화 기술에 있어서는 세계 최고수준에 못 미치나, 3D 프린팅, 레이저 등 하이브리드 가공 원천기술, 제어원천기술, 소프트웨어 기반기술에 있어서는 세계 최고기술 보유 • R&D 결과인 논문 및 특허의 피인용수가 가장 많음 • 정밀기계분야 항공부품산업 등 중심으로 최고기술보유국에 근접한 결과 도출

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 5축 가공 등 다축 복합 가공기 개발 활발. 가공 편의성 향상을 위한 소프트웨어 기술 개발로 후발국과 차별화 • 정부는 과거 10여 년 동안 GDP의 4% 넘게 R&D에 투자해온 바 2012년부터 2017년까지의 가시적인 성과는 긍정적 • 공작기계 업체 및 부품업체의 역량 • 초정밀 생산시스템, 로봇, ICT 기술(개방형 네트워크, 빅데이터, 사이버물리시스템 등)을 융합한 지능형 생산 시스템에 강점 • 중소기업이 주도하는 초정밀 생산 기술로서 뿌리기술에 대한 체계 확립 • 타 국가의 인구대비 한국의 연구 인력의 수 및 능력이 우수 • 수요자 요구에 대응한 응용 제품 제공이 가능하며, 가격대비 성능 우수 • 응용기술에서 선진국을 많이 추격하고 있으며 하드웨어적인 부분은 기술성이 높음 • 고효율 생산시스템에 대한 기초기술에 많은 연구 수행	• 자동차 산업의 위축에 의한 수요 감소 • 2012년부터 2017년까지의 질적 성과 미흡. 기술뿐만 아니라 개발된 기술이 산업계로의 연계성이 미흡하고 인력에 대한 양성 또한 부정적. 이는 이 분야에서의 정부 지원부서와 산업을 이끄는 부서와의 거리감으로 이 분야의 기술 수준이 선도 그룹으로의 접근에 발목이 됨 • 대기업 위주의 연구 및 인력 편중과 한계가 있어 새로운 모멘텀 필요 • 인력풀에 대한 고급화 양성을 통하여 추격에서 선도 그룹으로의 목적 프로그램이 될 수 있는 중견 기업의 양성 필요 • 인더스트리 4.0을 선도할만한 기초 연구 부족 • 노하우를 가진 기술자들이 중소기업을 선호하지 않는데다 청년 근로자들도 회피하는 뿌리기술 구인난 심각 • 가공기 핵심요소 부품과 제어기의 해외 의존도가 높아 향후 가격경쟁력 한계 예상 • 고효율성 에너지빔 가공 기술은 기초수준에 불과해 이 부분에 많은 기초연구 필요
중국	• 간이 NC 장비를 중심으로 전 세계에서 가장 큰 시장 보유 • 최근 2012년과 2017년 사이의 중국의 기술 수준을 세계 최고 수준의 성장률 기록. 이는 기초과학의 R&D 투자를 바탕으로 많은 질 높은 논문과 특허를 유도하는 정책으로의 전환이 긍정적. 향후 국가의 정책 의지와 뿐만 아니라 거대한 자본으로 외국 기술의 단기간 흡수로 선도 그룹으로의 자리매김 예상 • 풍부한 연구개발 인력 및 인재의 우수성 • 중국제조 2025 등 정부의 집중 지원 정책 • 기술 개발 홍보 및 특허 전략 확보에 대한 활동이 매우 급진적 • 연구 인력의 질적, 양적 규모가 급증하고 있으며, 인프라 지원 또한 최근 급상승 중 • 선진기업과의 M&A와 기술 이전 등 대대적인 투자를 통하여 제품개발 추진 • 기술수준이 매우 빠르게 성장을 하고 있으며 논문 수준도 매우 높음	• CNC 개발과 확산에 노력 중 • 기초 기술과 산업계의 응용 기술에 대한 급격한 성장으로 그 피로감이 나타날 수 있음 • 정부차원의 규제 강화 • 신 성장사업 투자 대비 기초연구에 대한 지속적인 투자 정책 부족 • IoT 관련 스마트 생산 프로세스 모델 개발 연계 부족 • 초정밀 기술 개발 관련 노하우 구축은 최근에야 시작됨. 상대적으로 경험이 짧음 • 기술의 신뢰성 확보 • 특허권 보호 • 초정밀, 고효율 가공시스템을 개발하기 위한 기초기술이 아직 약함 • 원천기술 부분은 다소 낮은 수준

국가	강점분야	기타
	• 응용기술과 생산기술에 관련된 개발 추진력 매우 빠름 • 인력양성에 많은 투자를 하고 있으며 이로 인해 많은 고급 연구 인력이 배출됨	
일본	• 다수의 세계 Top 수준 장비 메이커 보유 • 범용성이 강한 표준적인 장비 개발로 해외 시장 선도 • 뿌리 산업으로의 기초 산업에 대한 확보 • 부동한 입지를 바탕으로 응용과의 연계 • 시스템보다는 모듈 산업으로의 강점 보유. 특히 기계 전기 융합형 정밀 모터를 기반으로 제어 시스템에 대한 강점인 로봇은 세계적으로 이 분야에서의 선도 그룹을 계속 유지해갈 전망이며, 특히 뿌리 산업 가운데 하나인 재료와의 접목으로 금속 3D 프린팅(Metal 3D Printing)은 상기의 정밀 제어 시스템과 연계해 새로운 산업 창출 • 공작기계 제조업체, 부품기업, 소재기업의 경쟁력 • 정부의 투자와 관심이 높으며, 4차 산업혁명에 대한 대응이 빠름 • 3D 프린팅 등 다양한 솔루션 제시, 확보 노력 • 하이브리드 가공시스템의 기술 선도 • 기술, 인력, 인프라 거의 모든 측면에서 탁월한 배경을 바탕으로 엄청난 수준의 마이크로 가공 기술 보유 • 원천기술 및 응용기술 개발에 대한 인력 및 인프라가 뛰어남 • 제어기 기술과 베어링, 볼스크류 등 요소기술을 기반으로 전문성을 확보하고 있으며, 시장에서 검증된 다양한 데이터를 확보하여 이를 시스템에 반영 중 • 생산시스템에 대한 기초기술은 우수 • 장비 운용 컨트롤러 및 가공, 제작 기술은 세계 최고 수준 • 하이브리드 가공 장비 개발 활발	• 뿌리 산업으로서의 기초 산업에 대한 확고부동함과 산업계의 응용과의 기술적 괴리로 이를 잘 매칭 하느냐가 관건이고 인력에 대한 풀이 상대적으로 취약 • 기술 개발 홍보 및 특허 전략 확보에 대한 활동이 답보 상태 • 매우 폐쇄적인 기술 교류 정책 고집 • 기기 간 통신 등에 기술 노출을 우려하여 프로토콜 비공개 • 5축 가공기는 일본 제어기가 EU 제어기에 기술적으로 밀리고 있음 • 미국과 유럽의 원천기술 및 기초연구에 기반을 둔 ICT 분야에 다소 미흡
EU	• 산학연 네트워크에 의한 협동 연구 활발 • 고생산성 장비 공급에 독보적인 위치 • EU의 여러 국가 가운데 기계 재료 등의 전통적인 독일과 스위스 스웨덴의 정밀 제어 그리고 이스라엘 등 첨단 제어 기술 등의 각국의 기술 수준은 세계 최고 수준	• 고성능 절삭 가공 기술 연구에 중점 • EU에서의 자국의 이익에 대한 한계로 기술 융합에 따른 부정적인 측면이 있음 • 전문 인력풀에 대한 한계 • 기술 개발 홍보 및 특허 전략 확보에 대한 활동이 답보 상태

국가	강점분야	기타
	• 주로 모듈의 접근이 유리하여 왔으나 EU에서의 접근은 융합을 바탕으로 차세대 기술 창출 예상. 독일의 인더스트리 4.0과 같은 전토 기술과 IoT, IT, ICT의 연계는 충분한 기술 경쟁력이 있음 • 공작기계 제조업체, 부품기업, 소재기업의 경쟁력 및 생태계 대학 및 연구소의 우수한 연구인력 • 인더스트리 4.0의 최첨단 리딩 그룹, 스마트 생산 프로세스와의 결합을 통한 비즈니스 모델 변화를 선도 • 제조업의 가치사슬 구축에 대한 기술, 인프라, 인력 모두 우수함 • 시장 기술을 선도하는 그룹으로서 기기의 효율성, 공장 자동화 등 생산성관련 많은 기능 부여하고자 함 • 원천기술 및 응용기술 개발에 대한 인력 및 인프라가 뛰어남 • 고강성 가공시스템 기술을 기반으로 제어기와 상위 관리시스템 기술 확보로 향후 시장 확대 가능 • 에너지 빔을 활용한 생산기술은 독일이 최고 수준을 보유하고 있으며 관련 생산 분야 선도. 또한 생산 장비의 경우 안정화 및 응용개발을 위한 복합장비의 신뢰성 확보가 매우 높음. 인력 양성 및 확보에 대한 정책이 매우 잘 갖추어져 있고 지속적으로 인력 양성 중	• 초정밀 기술 본연에 대한 투자보다 자동화 등에 최근 더 큰 투자 진행 • 내구성은 좋으나, 수요자의 의견을 반영하는 가공기 개발이 늦음
미국	• 항공 산업 등 군수산업에 특화된 공작기계 기술 보유 • 2011년까지 기초 연구에 대한 국가적 지원이 꾸준하고, 2012년부터 2017년까지의 R&D 및 산업과의 연계는 충분한 인력 풀과 자본으로 선도 • 향후 트럼프 행정부의 전폭적인 자국 산업 지원과 4차 산업 연계형 생산 시스템의 전환으로 향후 선도 그룹으로서의 기술 격차가 더 커지리라 예상 • 공정 및 제어분야의 원천기술 연구역량 소프트웨어 및 산업표준에서의 지배력 • 기존 생산시스템의 정밀도 및 효율성이 고도화됨에 따라 전통적인 강세 산업인 항공, 자동차, 모바일 등의 고효율 생산 선도	• 고성능 절삭 가공 기술 연구에 중점 • EU에서의 자국의 이익에 대한 한계로 기술 융합에 따른 부정적인 측면이 있어 한계가 있고 전문 인력풀에 대한 한계 • 기술 개발 홍보 및 특허 전략 확보에 대한 활동이 답보 상태 • 초정밀 기술 본연에 대한 투자보다 자동화 등에 최근 더 큰 투자 중 • 내구성은 좋으나, 수요자의 의견을 반영한 가공기 개발이 늦음 • 장비 기술보다는 가공 기술에 강점

국가	강점분야	기타
	• 과거 일본, EU와 동등한 위치의 기술 개발 활동을 바탕으로 초정밀 생산에 대한 확고한 업계 노하우 보유 • 첨단산업(우주, 항공 등)을 기반으로 초정밀가공기와 고효율가공기의 개발과 운용기술 확보 • 세계 최고 수준의 위치제어 기술 및 소프트웨어 운용 기술을 보유하며 생산시스템에서 중요한 변수인 주변 환경에 맞게 장비 운용 기술이 높음. 관련 기술에 대한 논문도 높은 수준의 내용을 발표 • 우수한 인력이 지속적으로 유입이 되고 신규 교육 및 재교육이 이루어질 수 있는 환경 우수	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	5위	1위	4위	6위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 기관과 국책연구소는 장기적인 관점에서 필수적 원천기술 개발에 10년 이상이 소요되는 경우 산학연 공동으로 일시적인 유행이 아닌 향후 미래를 위한 업무에 집중하고, 중간조정자로서 학교와 업체를 조율하는 것이 바람직. 정부의 정책에 일희일비하기 보다는 독립적인 기술 분야의 전문성을 바탕으로 기술정책 관리 필요 • 국내 스마트팩토리 관련 산학연관 협의체를 구성하여 공동 연구개발, 정책개발, 법제도화, 규제 개선 등 추진 • 대기업 생산라인을 테스트베드로 제공해서 산학연(중소기업)이 기술 개발한 결과물을 시험검증하고 적용할 수 있는 R&D 프로그램 마련. 중소기업에게는 대기업 생산 라인 적용실적이 좋은 트랙레코드가 될 수 있음 • 기업들이 자발적으로 경쟁력 확보, 생산성 향상의 필요성을 인지하고 독자적인 참조모델(생존모델)을 구축할 수 있는 수요기업 주도 의학연+솔루션 기업 협력체계 및 독자데이터 확보하는 제도, 지원 마련 • 원청, 하청의 수직구조 하에서 스마트팩토리 솔루션은 글로벌 대기업 제품만을 활용하게 되는 맹점이 있어, 상대적으로 위험이 많은 국내 중소 강건 기업 제품을 사용해 볼 수 있는 기회 제공 • 스마트팩토리 솔루션 강국이 되기 위해서는 국내 공급기업 간 Win-Win 전략을 통해 분야 별 세계적인 기술 확보가 중요

	정책제언
	• 정부 부처 간 협력이 가장 시급하고 연구소별로 추진하고 있는 스마트공장 관련 연구 사업을 통폐합하여 진행하며 IIoT, CPPS, 스마트공장 클라우드 서비스, 제조 빅데이터 수집 등 핵심기술의 경우 집중 투자 요망 • 신기술 도입, 생산성 향상을 위한 국내 경영진 그리고 노조 지도자의 평화 선언 필요. 대중소기업 협력도 더욱 강화되어야 함. 실질적인 협업이 진행되고 있는지 품질관리 하는 분야에 국가예산 투입 필요 • 관련 산학연관 정기적인 협의를 통하여 상호 협력을 할 수 있는 방안 논의 필요. 특히 공급기업과 제조기업의 균형적 발전 필요: 국내 공급기업 기술에 대한 신뢰성 및 안정성에 대한 실증기회 부족으로 시장 진입/창출이 어려우며, 특히 레퍼런스 부족이 시장진출의 주요 장애물
국제협력 촉진	• 전형적인 아날로그 산업으로서 기술 축적이 필요한 분야이므로 해외 선진 기술이 있는 부분은 과감히 국제협력을 통해 기술도입 추진 • 우리가 보유하고 있는 기술을 객관적으로 검증하거나, 국내에서 제품화 시 개발이 어려운 일부 기술을 협력 개발하여 제품 가치를 높이는 방향으로 추진. 특히, 항공부품산업에서는 모기업(보잉, 에어버스 등)에서 인증 받은 장비에서 개발된 공정기술을 인증 받아야하기 때문에 이러한 항공산업 분야에서 국내 기술을 인증 받기 위한 국제협력 연구 추진 필요 • 해외 우수 연구 인력과 기관에 대한 정보 제공 서비스 및 빅데이터 등을 활용한 기술매칭을 통해 협업 및 애로기술 해결 • 한정적인 자원 때문에 동일한 산업에 종사하는 기업들이 비슷한 형태의 제품과 기술을 가지고 경합할 경우 원가 싸움이 되므로 해외 시장 개척을 통해 기업의 경영 건전성 확보 필요 • 항공, 의료 등 국내 산업이 취약한 분야에 대한 장비 개발 협력 • 채터, 열 변위, 신소재 등 핵심 기술 분야 협력 • 플랫폼화 되는 생산시스템 생태계에서의 경쟁력 확보, 국제 산업 표준에의 참여 등을 위해서는 국제 협력이 필수적 • 선진국 대비 다소 뒤처진 기술 확보를 위한 국제 기술 교류/공동연구 등 • 보수, 폐쇄적으로 변해가는 국제 연구 분위기를 고려했을 때 성급한 국제 협력은 오히려 원천기술 확보에 어려움이 있을 수 있음. 대형 부품 제조에 있어 활발한 고효율 연구가 이루어지고 있지만 일본에 의존적인 원천기술 연구에 있어 획기적인 연구 개발 투자 필요
인력양성 및 유치	• 단순한 가공기술뿐 아니라 기존 인력에 전기, 전자, IT 교육 등 재교육에도 많은 관심을 기울였으면 하며 외국의 은퇴기술자의 확보 및 투입도 매우 유용할 것으로 예상됨 • 기초 과학에 비하여 상대적으로 인력 양성에 대한 부분은 연구비 및 기타 지원과 역으로 진행됨. 보다 많은 양질의 인력 양성을 위해서는 연구비뿐만 아니라 인력의 양성 및 유치에 사회적 대우 및 실질적인 지원 필요 • 기초 기술 분야에서 글로벌 시장 경쟁력을 확보하기 위해서는 요소기술, 공정기술, 시스템기술 등에서 전문적인 인력 양성 필요 • 국내에서 초정밀 시스템 개발에 대한 인식 제고가 필요하고 초고난도 기술 개발을 위해서 인력양성과 해외 우수 인력을 유치할 수 있도록 매칭서비스 및 재정 지원 확대 요망 • 국내는 경제가 흔들릴 때마다 중소기업 특히 뿌리기업 기피현상이 있어 인력 피라미드 구조의 하층부터 흔들림. 인력 수급의 문제는 단순한 고용의 문제가 아니라 노하우가 승계되지 못하고 단절되는 기업 경쟁력 하락으로 이어지고 있어 뿌리기술에 대한 이미지 제고가 절실

	정책제언
	• 산학연 국책과제를 통한 대학교, 연구소 인원 참여 확대 • 생산시스템 기술 등 산업핵심기술 분야에 공과대학이 더 많은 역량을 집중할 수 있는 분위기의 조성 및 이를 위한 대학원 지원을 통해 우수한 후속세대 양성 • 장기간의 정부 주도 및 관련 기업 R&D 결과로 응용 분야에 있어 상당히 추격하였으나 원천 핵심 기술 개발에 미흡하므로 이를 확보하기 위해서는 우수 인력 양성 및 유치, 인력의 질적, 양적 확보, 시장 확대 등의 노력 필요
인프라 구축	• 국내에 없는 특수 설비로서 국가적으로 필요한 설비의 경우 민관 합동으로 공동이용 시설을 갖춰 수익성을 제고하면서 관련분야의 성장을 견인하여야 함(예 :항공기용 고압 AI 단조시설을 가동할 경우, 원활한 국산소재의 공급을 통해 국산 항공기 부품을 국산화하면서 해외의 항공기부품 산업에 참여할 수 있는 길이 열림) • 핵심부품이 국산화 되었다고 해도 신뢰성을 확보하는 것이 중요, 국내 개발품의 신뢰성을 테스트할 수 있는 종합적인 인프라 및 관련 인력 보충 • 부가가치가 높은 산업의 생산시스템은 공정기술과 제품의 가공특성을 객관적으로 데이터 확보를 하여 제품과 같이 제공해야 함. 선진국은 기존 시장을 선점하여 다양한 데이터 확보를 하였으나, 국내 기업들은 객관적인 데이터 확보가 어려워 고부가가치 시장에 진입이 힘듦. 국가적인 차원에서 이를 지원해 주는 시스템 필요 • 초정밀 시스템 분야별로 전문가 인력풀에 등록을 할 수 있게끔 유도하고 보유기술 정보를 열람할 수 있도록 함으로써 애로기술 및 신기술 개발을 달성할 수 있도록 인프라 구축 • 인프라의 개념은 기업 간 협업을 위한 체계가 유동적이냐 단절적이냐로 귀결됨. 예를 들어 지방으로 이전하는 기업은 기존에 기반을 두고 있는 인프라를 그대로 두고 이전을 해야 하는 위험을 두고 있으므로 이를 위한 산업단지 구축에 대한 마스터 플랜이 적절히 수립 공개되어야 기업들이 안심하고 활동 할 수 있을 것임 • 대학교나 연구소를 중심으로 한 연구 센터 신설 • 산학연 국책과제를 통한 연합체 개발 체계 구축 • 신뢰성 검증, 실증 시험 등 국내의 중소기업의 연구 개발을 지원할 수 있는 인프라의 구축, 생산시스템 분야의 연구를 수행할 수 있는 핵심연구센터 등의 설치 및 지원 • 산학연 공동연구/기술개발 위한 통합 테스트 장비, 시설 등 인프라 구축 • 전통적인 생산기계 분야와 우리나라가 선도적인 전자, 정보, 통신 분야의 융합을 통한 4차 산업 선도를 위해 관련 전문가들의 협력이 가능한 인프라 구축 및 연구비 확대를 통한 원천 핵심 기술 개발
법·제도 개선	• 기계공업은 분업/전문화가 이루어져야하는데 이에 필요한 하도급 업체, 하청 업체와의 계약상에서 부당한 계약이행이 이루어질 경우 기술축척이 어려우므로 안정적인 상거래를 이루고 감독/관리할 수 있는 시스템 필요 • 인력양성 및 유치를 위해 과학자나 엔지니어를 우대하는 법제도 개선 • 선진국은 국방 또는 부가가치가 높은 산업의 핵심기술(탄소섬유복합재 부품 생산 기술 등)은 해외 유출을 하지 못하게 보호하고 있으므로, 국내 산업 육성을 위하여 이러한 핵심 기술을 지원할 수 있는 제도 필요. 이러한 기술은 10년 이상을 보고 개발해야 하므로, 현재 제도에서는 경제성이 떨어지고, 참여기관의 매칭 펀드 부담 등으로 추진이 어려움. 국가적인 차원에서 집중 투자를 할 수 있는 법, 제도 개선 필요

	정책제언
	• 신기술 개발 및 애로기술 극복을 위해서 기업과 연구기관들에 대한 연구에 필요한 편의성과 자유로운 기술개발을 위한 환경 기반 구축 • 체계가 좋은 방향으로 변경되고 가는 것은 좋은 일이나 기준은 있어야 되고 공유되어야 함 • 고효율·초정밀 생산시스템 기술 연구 및 개발에 필요한 장비, 시설 등 인프라 구축의 신속대응을 위한 제도 개선 • 원천 기술 확보에 대한 연구를 확대하고, SCI 논문, 기술료와 같은 단기적인 연구 실적 확보를 위한 평가 시스템이 아닌 장기적인 연구를 조력할 수 있는 평가 시스템 도입
연구비 확대	• 단순한 연구비의 증액보다는 반드시 그 분야의 상하좌우 관련성과 발전가능성을 고려하고 실용화 및 사업화를 이루는 것이 정부 연구비증액의 최종 목표가 되어야 함 • 양적 연구비 및 인프라 증대도 중요하지만 이를 실행하는 주체인 인력에 대한 질적 향상이 우선 시 되어야 함 • 핵심부품 분야는 단기간의 연구비 지원으로 효과를 보기 어렵다고 판단되며, 장기적이고 폭넓은 지원 필요 • 현재 지원과제는 당장 시장에 진입할 수 있는 과제 중심으로 추진. 미래시장을 대비하여 시장이 커질 때 시장을 선점할 수 있는 미래시장 대응형 연구가 필요. 국내 산업을 선진국을 따라가서 시장 진입하는 것이 아니라, 미래시장을 예측하여 시장이 형성될 때 선점하여 부가가치를 높일 수 있는 산업으로 전환하기 위해 미래시장을 대비하는 연구개발비에 투자 • 보다 많은 중소중견기업과 영세 기업들에게 연구기회 제공과 연구비 확대가 필요하고 제안한 기술을 개발하기 위해서는 기업의 의지도 중요하기 때문에 기업평가를 통해서 성공기술료 납부 확대를 통해서 재원을 마련하고 영세기업들에게 보다 더 많은 혜택이 돌아갈 수 있도록 튼튼한 대기업, 중견, 중소기업의 재정 기여가 될 수 있도록 유도하여 연구비가 선순환 구조로 연구비가 확대될 수 있도록 노력 • 현재 생산, 판매되고 있는 장비일지라도 성능 측면에서 차별화 될 경우 정부 지원 필요 • 생산시스템 분야의 핵심 원천기술의 연구 지원을 위한 연구비의 확대 • 생산시스템 기술의 선도 분야(고도화기술, 초정밀 동작제어 기술, 생산시스템 최적화 기술 등)에서 선도그룹과 기술격차 감소 위한 연구비 확대 • 일본에 의존적인 원천기술 연구에 있어 획기적인 연구 개발 투자
기타 의견	• 스마트 공장과 연계되어 자율 운전 제어, 로봇 자동화, CNC 개발 등을 중요 연구 테마로 기획 • 인더스트리 4.0을 선도하기 위해서는 원천적인 가공기술과 산업적 노하우, 전통적인 기계관련 기술, S/W 및 UI 기술, 모니터링과 센싱 기술 그리고 대한민국이 선도 중인 전자, 정보, 통신 분야와의 융합이 필요하며, 응용기술 면도 중요하지만 이제는 원천기술에 대한 연구가 바탕이 되어야 선도 그룹과의 격차가 줄어들 것

다 주요 분석 결과 요약

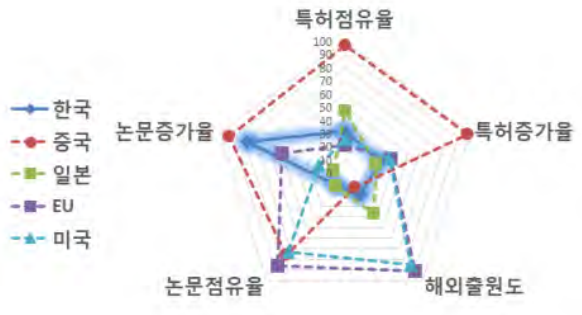
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	고효율·초정밀 생산시스템 기술	5,205	6,020	52.8%	95.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

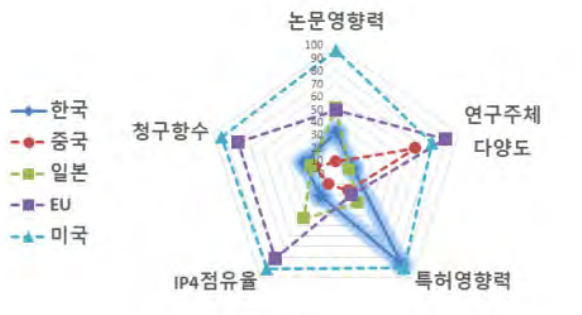
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	34.1%	54.3%	16.6	15.3
한국	5위	3위	4위	2위
	3.9%	11.8%	9.7	14.7
5개국 평균[2]	-	-	11.4	10.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

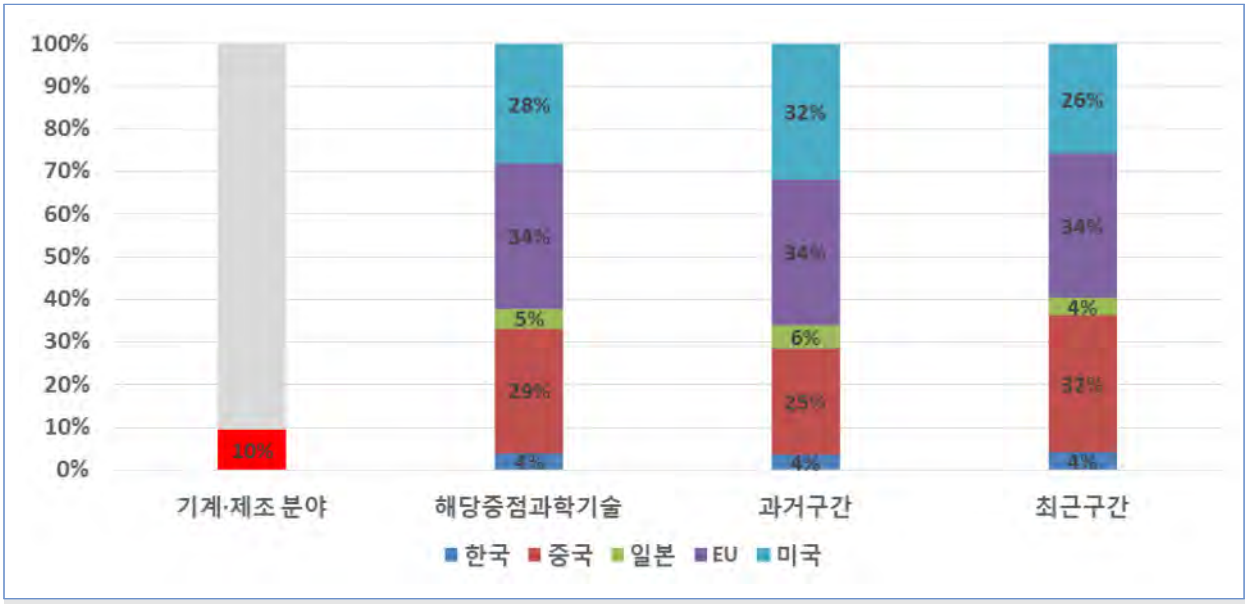
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.9%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.7)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(34.1%), 중국(29.3%), 미국(28.1%), 일본(4.6%), 한국(3.9%) 순이며, 논문 증가율은 중국(98.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.6), 일본(11.1), EU(11.0), 한국(9.7), 중국(7.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(11.8%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(14.7)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(54.3%), 일본(18.9%), 한국(11.8%), 미국(8.7%), EU(6.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(307.1%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(15.3), 한국(14.7), 일본(6.2), EU(5.0), 중국(4.3) 순이며, IP4 점유율은 미국(22.5%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.9%	29.3%	4.6%	34.1%	28.1%
	논문 증가율	77.0%	98.6%	6.0%	51.8%	23.7%
	논문 영향력	9.7	7.0	11.1	11.0	16.6
	연구주체 다양도	0.77	0.89	0.76	0.96	0.92
특허 분석	특허 점유율	11.8%	54.3%	18.9%	6.3%	8.7%
	특허 증가율	-4.1%	307.1%	-18.2%	23.5%	21.5%
	해외출원도	0.7	0.2	1.6	4.4	3.9
	특허 영향력	14.7	4.3	6.2	5.0	15.3
	IP4점유율	4.3%	0.5%	9.6%	18.4%	22.5%
	청구항수	4.3	3.4	3.8	8.5	10.5

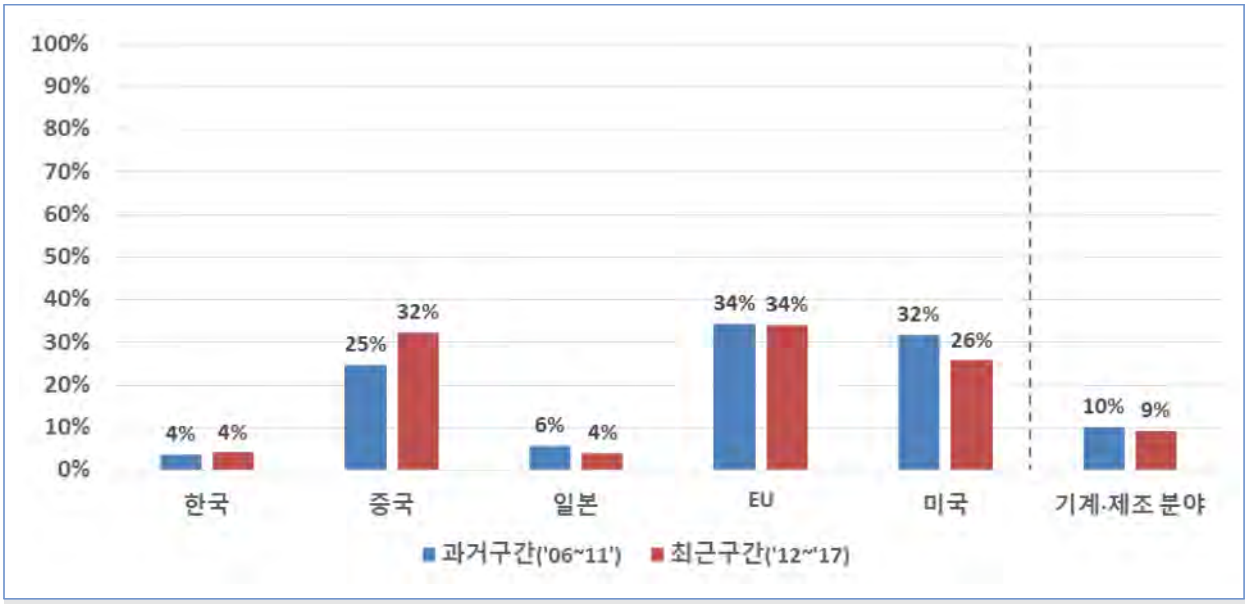
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 고효율·초정밀 생산시스템 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1775건으로 전체 논문의 34%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율·초정밀 생산시스템 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 10%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

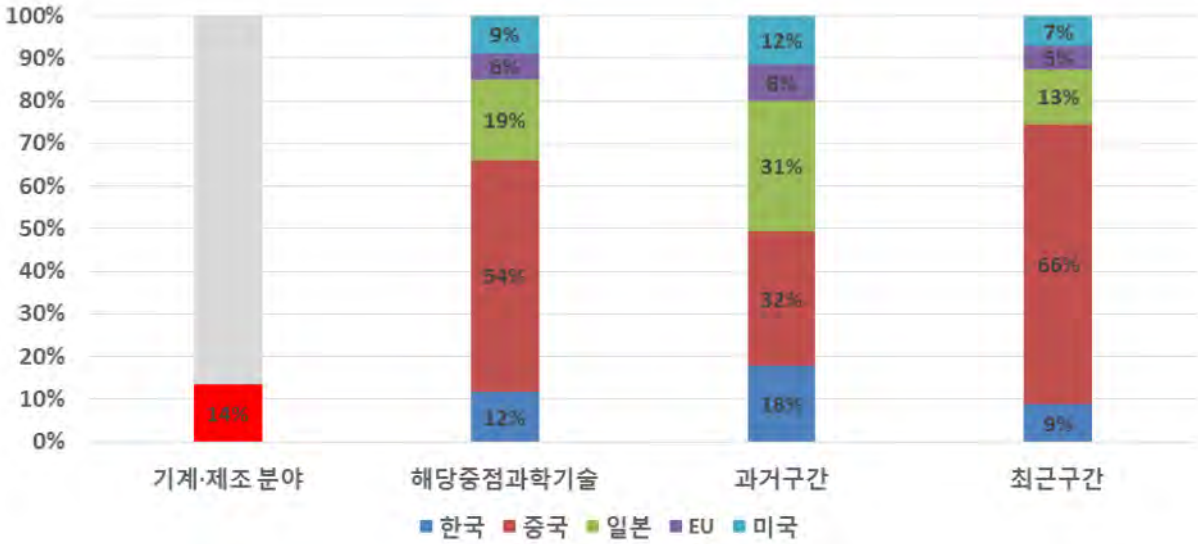


● 고효율·초정밀 생산시스템 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 77%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	74	131	205	77.0%
중국	510	1,013	1,523	98.6%
일본	116	123	239	6.0%
EU	705	1,070	1,775	51.8%
미국	654	809	1,463	23.7%
전체	2,059	3,146	5,205	52.8%

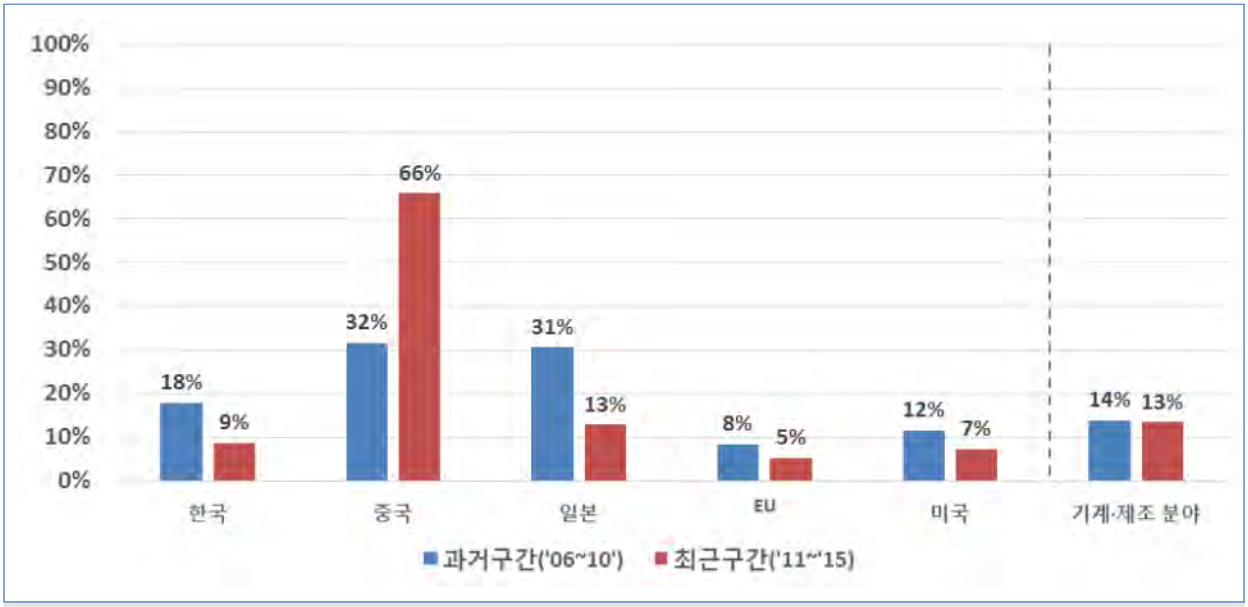
(4) 특허 점유율(전체)



- 고효율·초정밀 생산시스템 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 3266건으로 전체 특허의 54%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율·초정밀 생산시스템 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 14%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



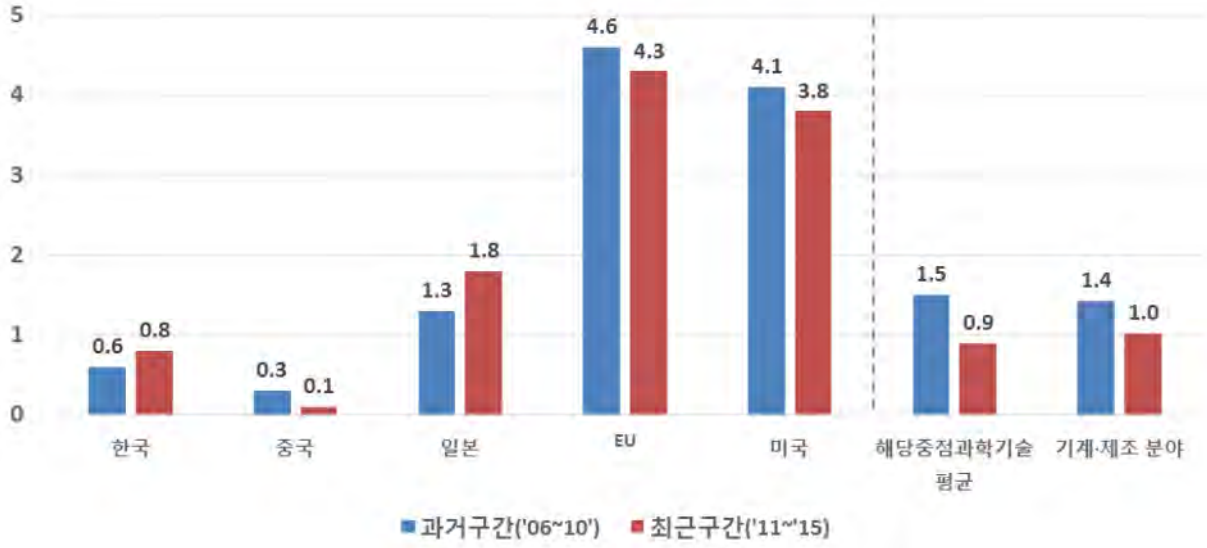
● 고효율·초정밀 생산시스템 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -4.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	364	349	713	-4.1%
중국	644	2,622	3,266	307.1%
일본	625	511	1,136	-18.2%
EU	170	210	380	23.5%
미국	237	288	525	21.5%
전체	2,040	3,980	6,020	95.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

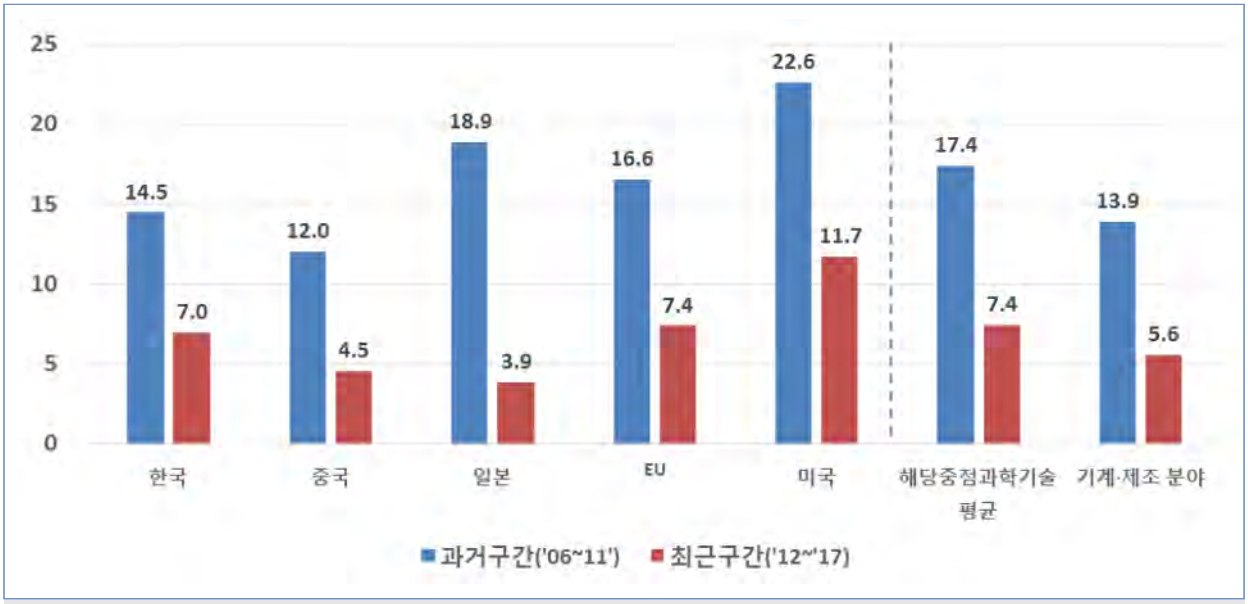


- 고효율·초정밀 생산시스템 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

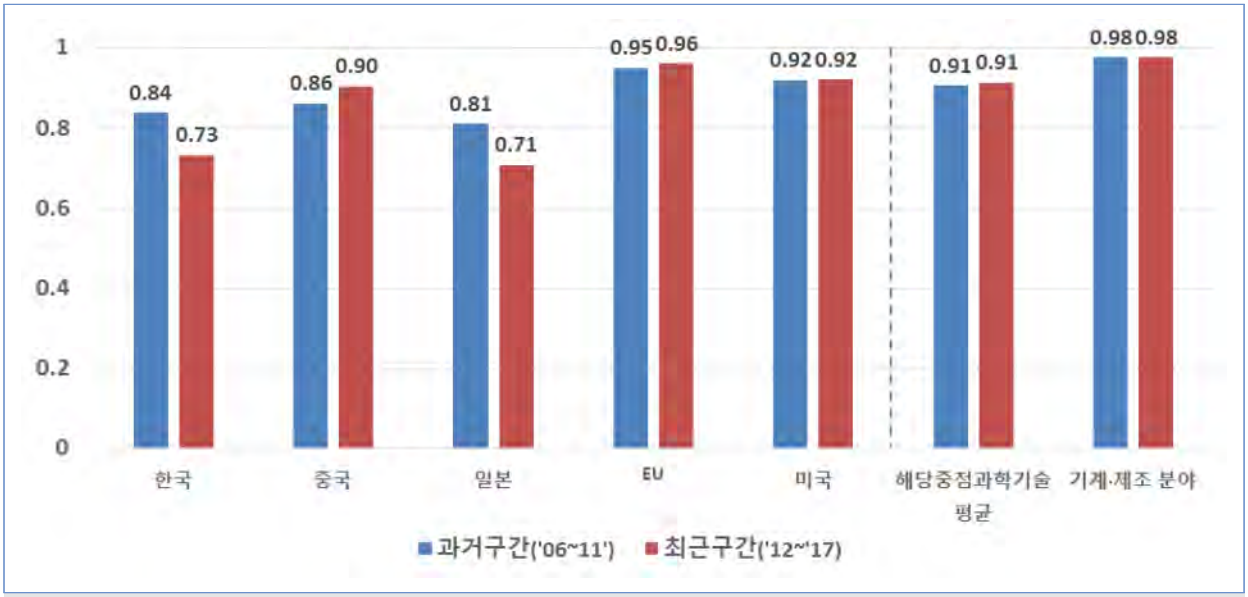
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



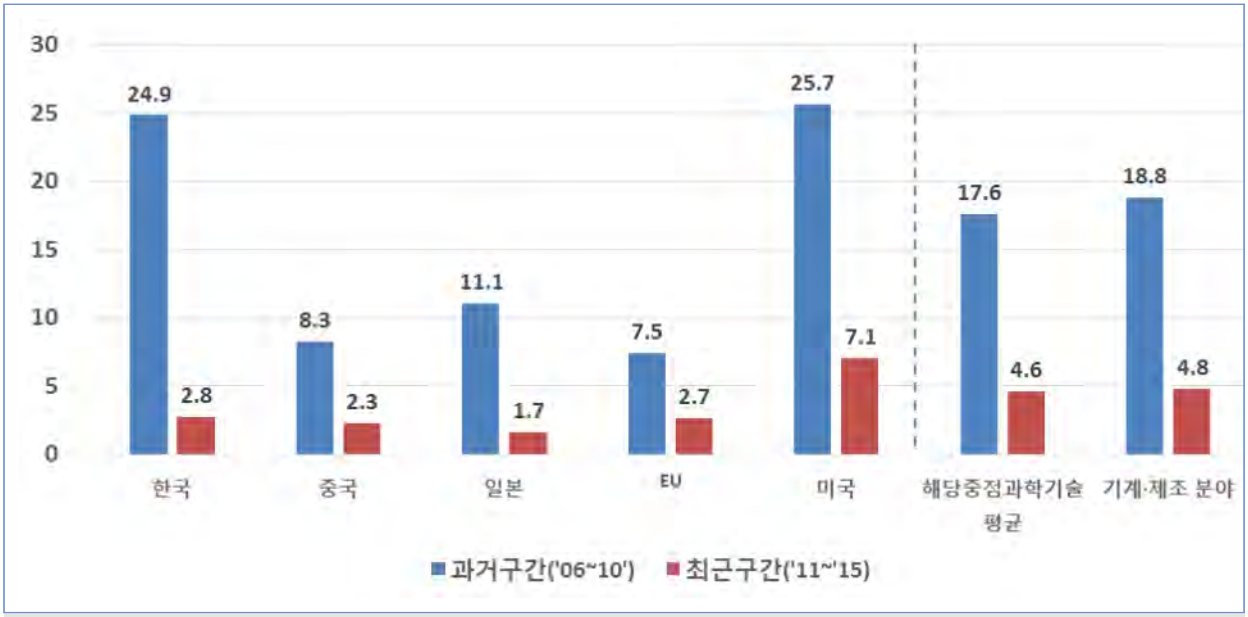
● 고효율·초정밀 생산시스템 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



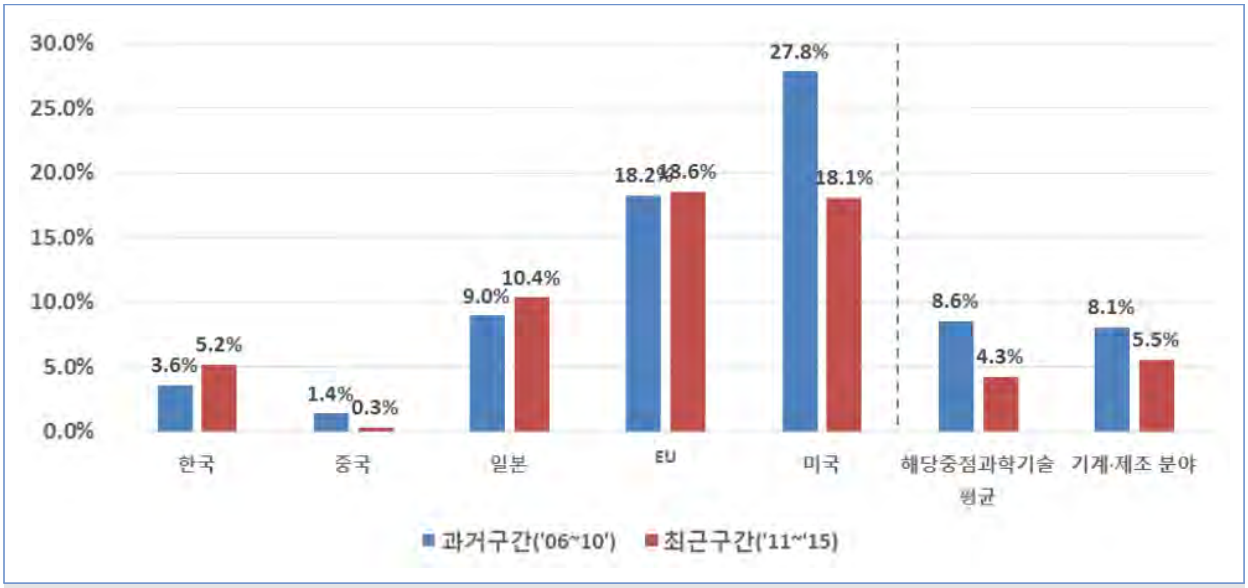
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



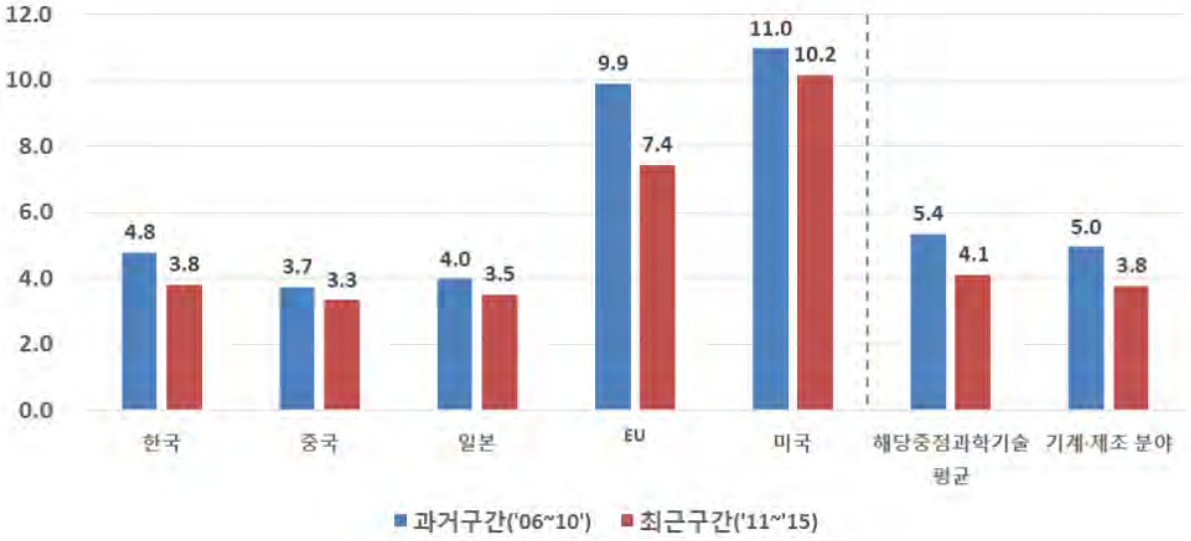
● 고효율·초정밀 생산시스템 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 고효율·초정밀 생산시스템 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 고효율·초정밀 생산시스템 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

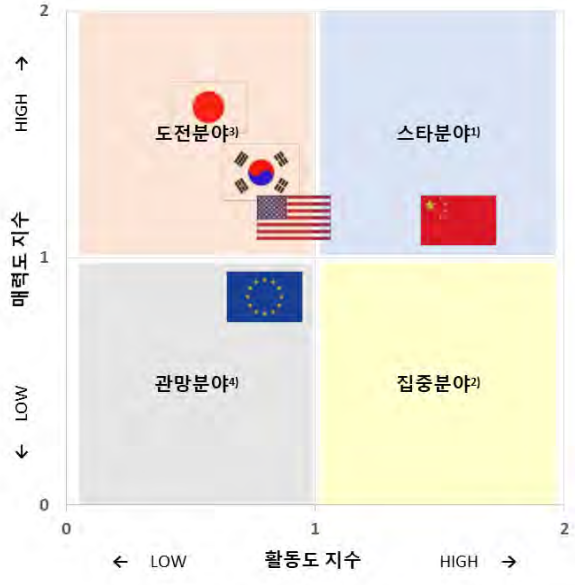
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 고효율·초정밀 생산시스템 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

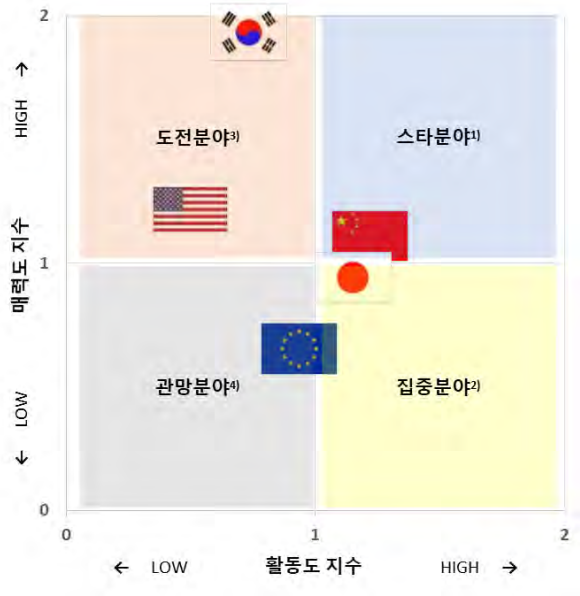


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

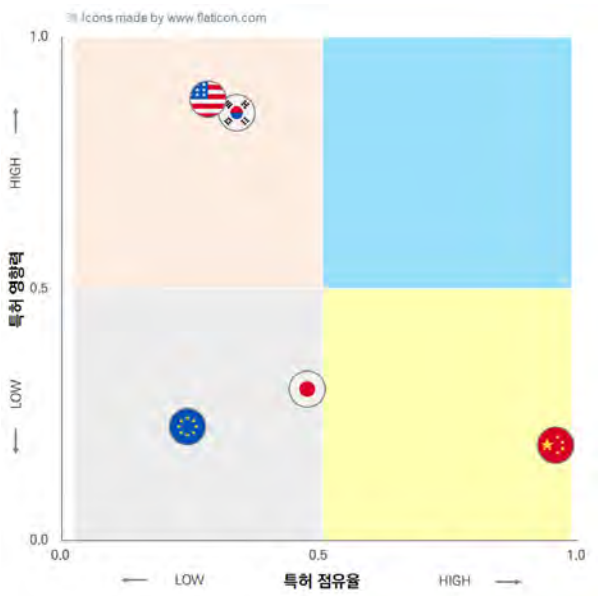
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 고효율·초정밀 생산시스템 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 중국은 특허 활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TSINGHUA UNIVERSITY(1.00%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 7.80%(글로벌 점유율은 0.31%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	3.41%	1.00%	8.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.08%	0.86%	-4.35%
3	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	2.23%	0.65%	140.00%
4	BEIHANG UNIVERSITY	중국	1.97%	0.58%	400.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.84%	0.54%	0.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	7.80%	0.31%	120.00%
2	YONSEI UNIVERSITY	5.37%	0.21%	350.00%
3	KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY	3.41%	0.13%	-60.00%
4	CHUNGBUK NATIONAL UNIVERSITY	3.41%	0.13%	150.00%
5	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.93%	0.12%	500.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	3.41%	1.00%	8.00%
2	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.23%	0.65%	140.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	1.97%	0.58%	400.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.84%	0.54%	0.00%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.71%	0.50%	233.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WASEDA UNIVERSITY	7.53%	0.35%	25.00%
2	TOHOKU UNIVERSITY	4.18%	0.19%	133.33%
3	KYOTO UNIVERSITY	3.77%	0.17%	25.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	3.35%	0.15%	0.00%
5	OSAKA UNIVERSITY	2.51%	0.12%	-50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	RWTH AACHEN UNIVERSITY	1.41%	0.48%	77.78%
2	LOUGHBOROUGH UNIVERSITY	1.01%	0.35%	-36.36%
3	UNIVERSITY OF NOTTINGHAM	0.79%	0.27%	150.00%
4	UNIVERSITY OF MANCHESTER	0.73%	0.25%	60.00%
5	BRUNEL UNIVERSITY	0.68%	0.23%	-80.00%

6 미국

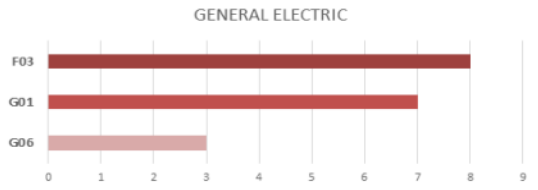
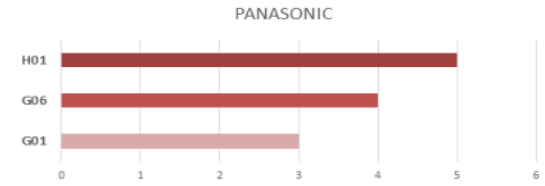
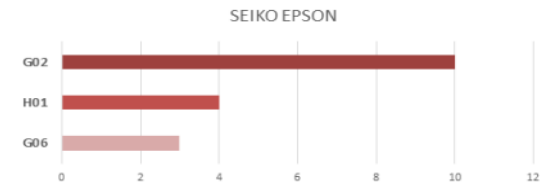
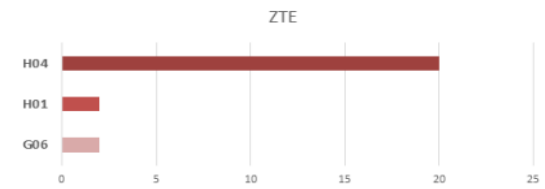
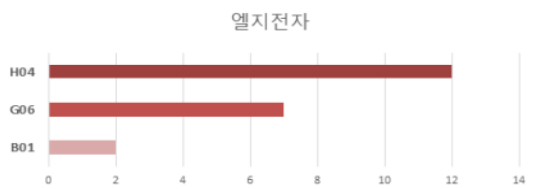
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.08%	0.86%	-4.35%
2	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.85%	0.52%	-31.25%
3	PURDUE UNIVERSITY	1.64%	0.46%	142.86%
4	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.30%	0.37%	180.00%
5	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	1.09%	0.31%	120.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'GENERAL ELECTRIC(0.50%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '엘지전자'가 3.23%(글로벌 점유율은 0.38%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'GENERAL ELECTRIC'는 F03(액체용 기계 또는 기관)에 해당하는 특허를, '엘지전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

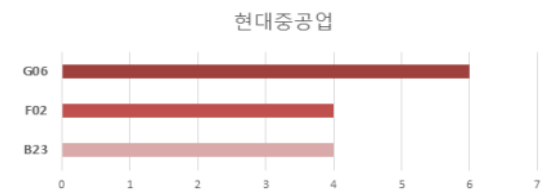
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC	미국	5.71%	0.50%	100.00%
2	PANASONIC	일본	2.55%	0.48%	-84.00%
3	SEIKO EPSON	일본	2.55%	0.48%	-55.00%
4	ZTE	중국	0.73%	0.40%	-66.67%
5	엘지전자	한국	3.23%	0.38%	-23.08%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		G02	광학
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

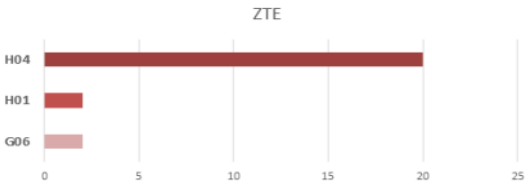
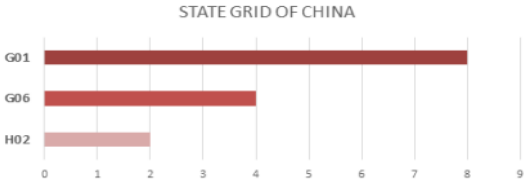
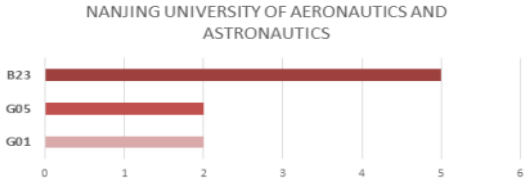
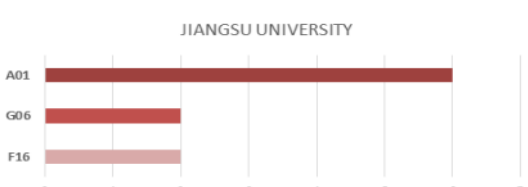
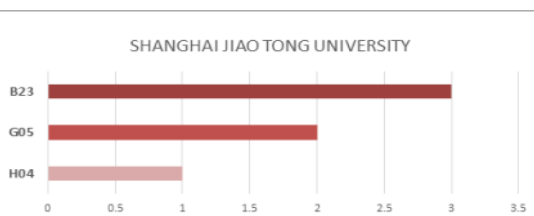
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	엘지전자	3.23%	0.38%	-23.08%
2	포스코	3.09%	0.37%	-70.59%
3	삼성전자	2.95%	0.35%	-9.09%
4	현대자동차	2.81%	0.33%	-33.33%
5	현대중공업	2.66%	0.32%	-10.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
2		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		B21	본질적으로 재료의 제거가 없는 기계적 금속 가공; 금속의 타발(punching)
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장
4		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철 야금
		B21	본질적으로 재료의 제거가 없는 기계적 금속 가공; 금속의 타발(punching)
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F02	연소기관
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공

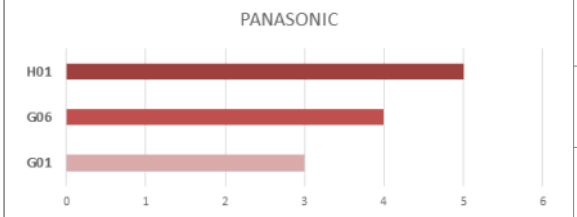
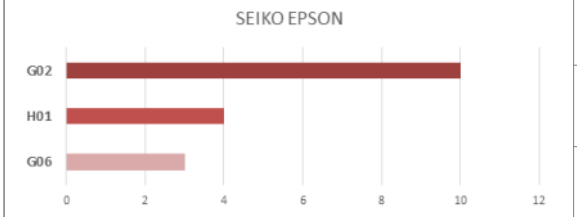
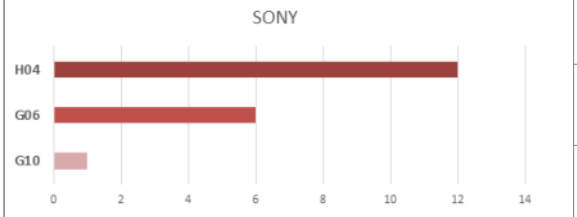
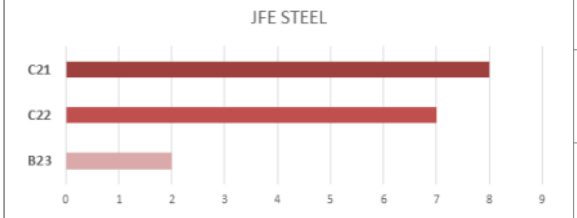
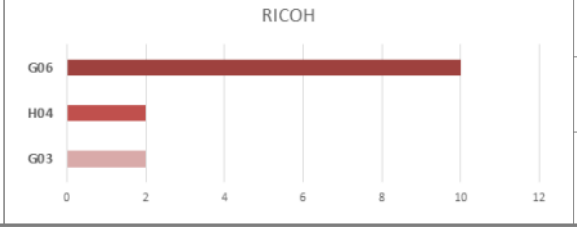
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	0.73%	0.40%	-66.67%
2	STATE GRID OF CHINA	0.67%	0.37%	2100.00%
3	NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	0.58%	0.32%	750.00%
4	JIANGSU UNIVERSITY	0.55%	0.30%	1600.00%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	0.52%	0.28%	12.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G05	제어; 조정
		G01	광학
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
5		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술

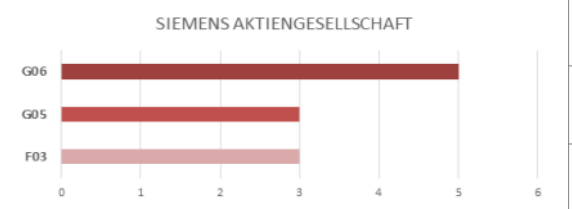
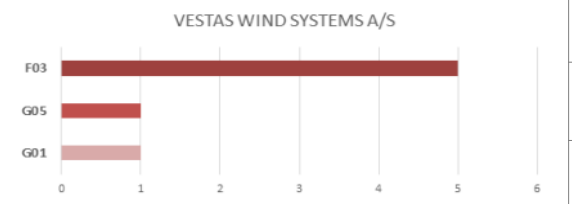
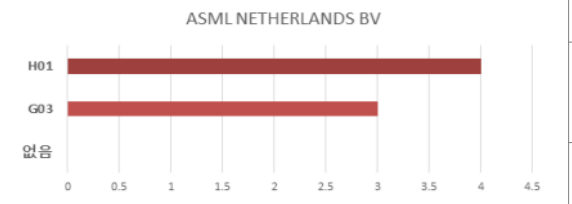
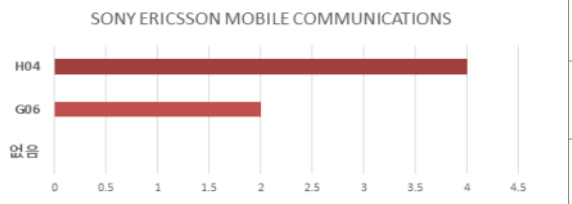
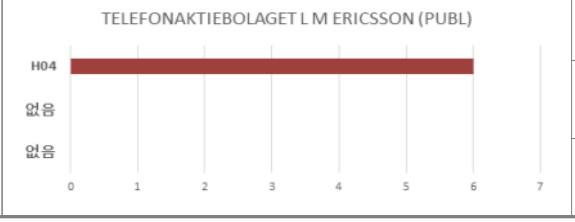
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PANASONIC	2.55%	0.48%	-84.00%
2	SEIKO EPSON	2.55%	0.48%	-55.00%
3	SONY	1.94%	0.37%	114.29%
4	JFE STEEL	1.94%	0.37%	0.00%
5	RICOH	1.85%	0.35%	-9.09%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G02	광학
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향
4		C21	철 야금
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)

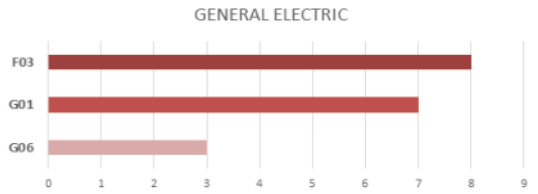
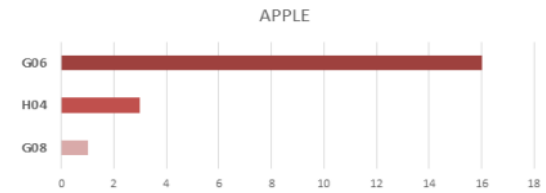
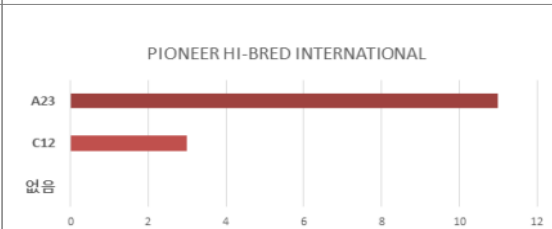
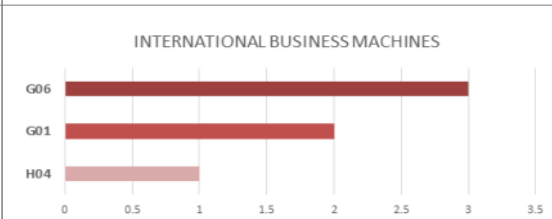
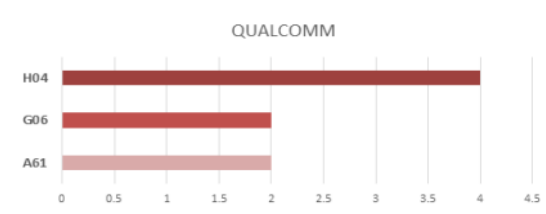
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	4.74%	0.30%	160.00%
2	VESTAS WIND SYSTEMS A/S	1.84%	0.12%	33.33%
3	ASML NETHERLANDS BV	1.84%	0.12%	33.33%
4	SONY ERICSSON MOBILE COMMUNICATIONS	1.58%	0.10%	-100.00%
5	TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)	1.58%	0.10%	-50.00%

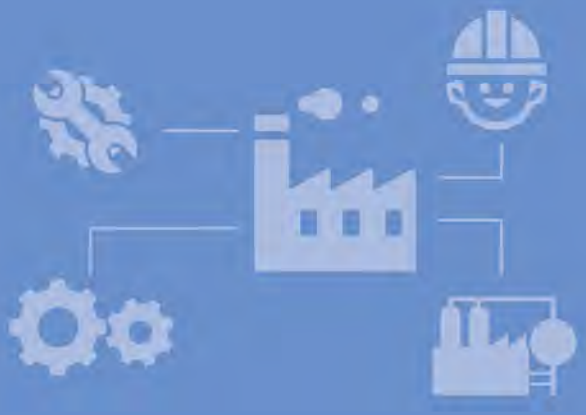
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		F03	액체용 기계 또는 기관
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		G05	제어; 조정
		G01	광학
3		H01	기본적 전기소자
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		–	–
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
5		H04	전기통신기술
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC	5.71%	0.50%	100.00%
2	APPLE	4.00%	0.35%	-25.00%
3	PIONEER HI-BRED INTERNATIONAL	2.86%	0.25%	-84.62%
4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	1.71%	0.15%	250.00%
5	QUALCOMM	1.71%	0.15%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학

37 3D 프린팅 장비·소재 기술



37 3D 프린팅 장비·소재 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 광중합형, 재료압출형, 접착제분사형, 재료분사형, 분말용융형, 고에너지 직접조사형, 융복합 3D프린터 장비기술 및 공정기술
- ☑ 고분자, 세라믹, 금속, 융복합 소재, 바이오·의료용, 생체적합성 소재, 초미세 정밀 전자소재를 이용한 3D 프린팅용 소재 및 가공기술
- ☑ 기존의 소재로는 구현되지 않는 다양한 기능을 부여한 3D 프린팅용 스마트 창의소재 및 가공기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

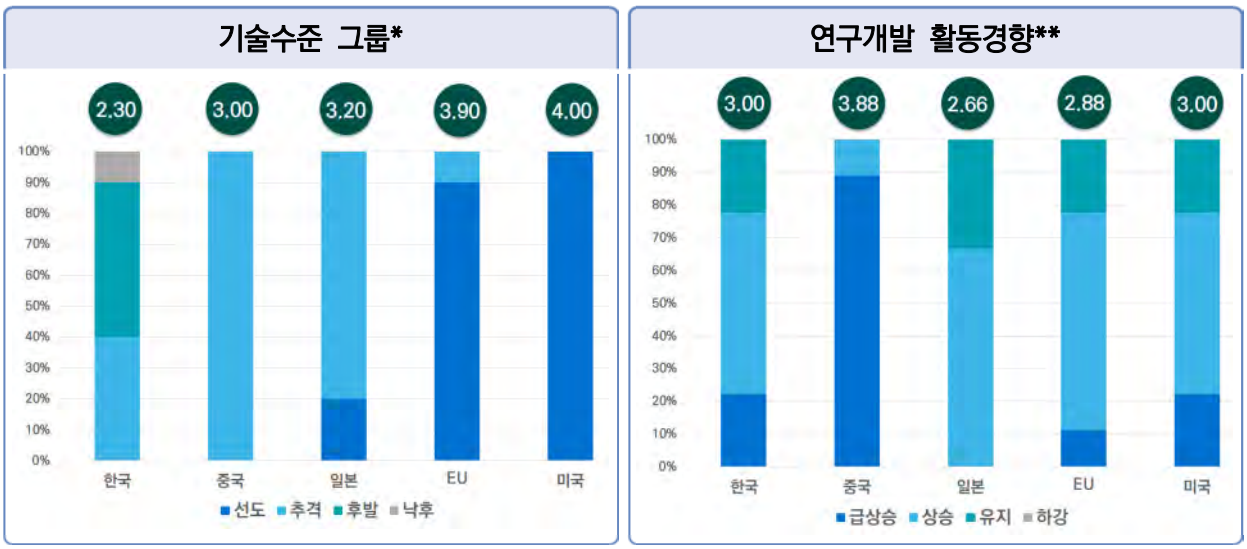
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	55.5	4.0	후발	보통	보통	상승
중국	75.0	3.0	추격	보통	우수	급상승
일본	79.0	2.0	추격	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	51.0	4.0	55.5	50.0	70.0	19.2	4.0	3.0	5.8	1.9
중국	75.0	3.0	75.0	50.0	80.0	15.5	3.0	2.0	4.0	1.2
일본	79.0	2.5	79.0	70.0	85.0	14.5	2.0	2.0	2.8	1.5
EU	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	6.6	0.0	0.0	0.8	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	2.6	0.0	0.0	0.3	0.4

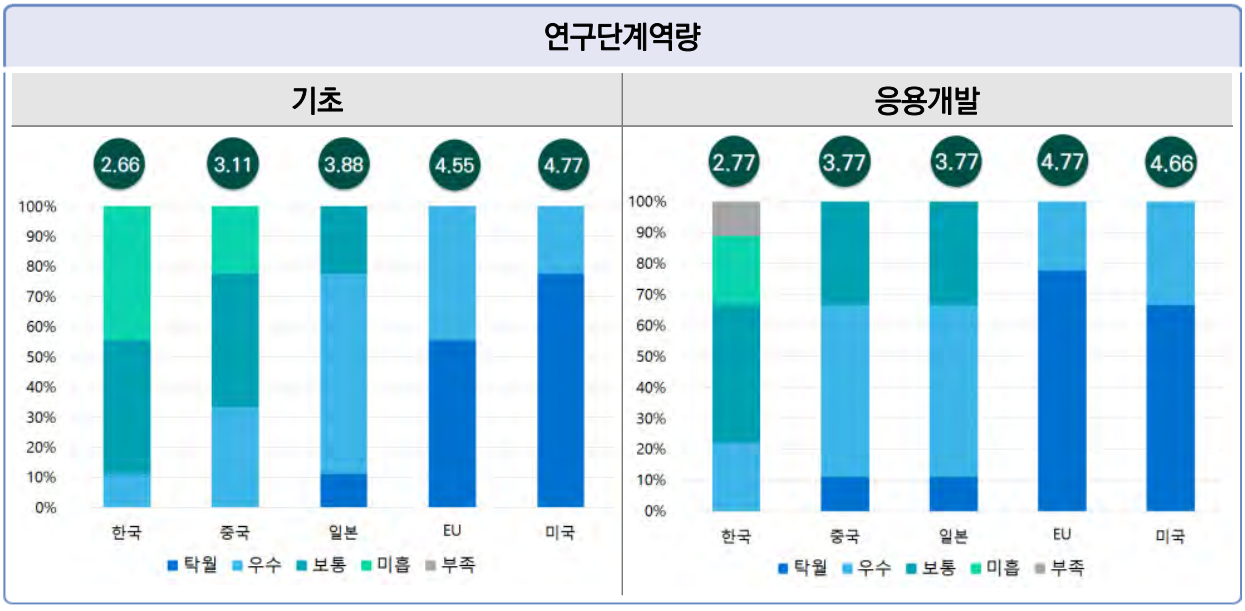
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (55.5%)	• 메이저 기술선도국가들을 모방하는 정도이고, 원천/세부특허가 매우 부족한 상황. 특히 금속 분야는 기술의 격차가 매우 큼 • 소재분야에서 강점을 키울 필요 있음 • 추격중인 부분도 많고 실적으로 다수 있으나 개발 역사가 너무 짧음 • 장비 중심의 개발이 이루어지고 있으나, 세계적인 장비 업체 대비 수준이 낮으며, 특히 적층 부품에 대한 수요처의 보수적인 시각으로 인하여, 실제 적용 사례가 흔하지 않아, 관련 산업 발전이 더딤 • 정밀가공 관련 공정, 기기 기술이 탁월하며, 적층생산 공정과의 연계를 통하여 산업 활용 확장이 빠르게 이루어지고 있음
중국 (75.0%)	• 금속 분야에 집중되고 있으며, 주로 메탈소재로 티타늄합금과 초내열합금 등과 같은 고부가가치 소재로 프린터장비 개발은 물론 국제 인터넷 출력사업에 전력 • 상당히 많은 분야에서 3D 프린팅 기술 개발 및 실용화 • 큰 내수시장과 정부의 투자에 힘입어 급속도로 선두 그룹 추격 • 전폭적인 정부 지원 하에 공격적으로 개발 • 급속한 기술추격과 대규모 투자로 기술수준 급상승. 성능과 가격측면에서 큰 파괴력 보유 • 3D프린팅 관련 업체 수는 많으나, 첨단기술 및 초정밀 공작 기계 산업과 같은 3D프린팅의 기반이 약하여, 부가가치가 낮은 분야를 중심으로 발전 • 정부주도의 원천기술개발, 응용기술개발이 활발히 이루어지고 있으며, 산업 활용 확대가 기대됨. 특히 내수시장을 표적으로 민간에서도 기술개발 활발
일본 (79.0%)	• 플라스틱 부분은 미국 기술을 거의 따라잡았으나 금속 부분은 EU 기술 대비 취약 • 특수 3D 프린터와 가공기 결합한 제품 등에서 기존부터 세계 최고 수준의 기술을 보유 • 기존 가공기술에서 진보적임 • 장비와 소재에 대해 독자적 역량 충분히 축적함. 특히 산업 응용측면에서 뛰어남 • 정밀 공작기계 기술을 기반으로 장비 관련 분야에서 두각을 나타냄
EU (100%)	• 핵심원천기술을 주도 중이며, 고부가가치 장비, 소재, 활용분야 기술력 우수 • 현재 대부분의 금속 부분 장악. 이와 관련된 연구 논문이 가장 많이 나오는 그룹 • 독일, 벨기에 등 국가는 금속, 공정계획기술 등에서 세계 최고 수준에 있으나 기타 분야는 미국에 비해 부족 • 장비에서부터 활용에 이르기까지 폭넓게 이용됨 • 장비와 소재 부문에서 오랜 개발 역사 보유, 사업적으로는 미국이 종주국이나 기술적으로 유럽이 종주국 • 핵심 기술 지속 개발 • 세계적인 공작기계 업체 및 레이저 관련 유수의 연구기관의 상호 협업을 통해 장비 및 공정 기술 분야에서 새롭고 다양한 기술 및 제품 출시 활발
미국 (100%)	• 현재 대부분의 플라스틱 분야 장악. 연구 논문이 가장 많이 나옴 • 세계적인 메이커가 다수 있음은 물론 연구, 교육 등 사회적 확산 측면에서도 영향력 큼 • 세계적인 3D 프린터 회사 보유

국가 (기술수준)	판단근거
	• 활발한 M&A로 인한 경쟁력 제고, HP, GE, Autodesk 같은 글로벌 탑 기업들 대거 주도 • 소재 및 중대형 프린팅 기술과 관련 논문 발행 활발 • EU(특히 독일)대비 장비 기술 수준은 비슷하나, 다양한 연구기관 및 기업을 기반으로 공정 기술 분야의 연구 성과를 바탕으로 항공기 및 의료 분야의 부품 상용화 사례 다수 • Stratasys, 3D systems 등 시장점유율 큰 기업을 중심으로 원천기술을 보유하고 있으며, 기술력을 바탕으로 타 기업을 인수하여 기술수준을 높이고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 주력산업 발전과는 괴리가 있지만, 최근 4차 산업 혁명과 관련하여 신 제조 기술로서 동반적 노력을 정부에서 기울임. 우수 연구기관, 연구 인력들이 응용기술연구를 활발히 진행 • 정부 주도의 장비, 소재 기술에 대한 투자 개발 의지를 지속적으로 보이고 있으며, 전자, 기계, 조선 등의 제조 산업의 강점을 활용해 수요 기업의 성장 잠재력과 3D프린팅 기술의 연계적 발전 방안 모색. 최근 3D프린팅 기술 활용을 위한 국방산업과 발전 산업과의 협력의 기대감 증가 • 정부에서 상당한 예산을 투자 하고 있으며 많은 개발 및 장비가 성공적으로 개발하고 국내 관련 기술도 많이 축적되어 매우 긍정적 • 소재 분야 활발 • DLP 분야 강함 시스템 통합 분야 강함	• 제조 산업으로의 확산 미흡 및 적용분야 선정 부족 • 국내 작은 시장에 과밀 되어있음 (수출 부족) • 아직 기초기술과 응용기술의 부족한 단계임을 감안할 때, 수요 부품 제작 신뢰성 확보에 필요한 기술 개발 노력을 중소기업이 대부분인 장비개발업체에 의존하는 실정. 3D프린팅 장비를 활용한 부품 제작공정 기술 개발을 다수의 연구기관과 대학에서 주도적으로 수행 필요 • 가격은 중국, 기술은 미국/유럽에 뒤처짐 • 정부 지원 의존 • 소재를 제외한 다른 분야는 전반적으로 부족 • 대기업 참여 및 수요 발굴 부족 • 1990년대 말과 2000년대 초에 많은 기술개발이 이루어진 후, 최근 다시 시작을 하고 있으나 원천/세부 특허 및 차별화된 공정/장비가 출시되지 못하고 있어 투자 대비 시장형성 미흡 • 국내외 시장 환경 영향으로 전체적인 3D 프린터 시장은 당초 예상에 많이 못 미치고 있으며 업체들이 어려워지고 있음 • 기초 기술의 연구가 시작됨. 연구나 활용 가능한 인력이 매우 부족하며, 일부 산업적인 응용을 검토
중국	• 프린터개발, 소재, 전문 인력 • 중국은 각 성단위로 3D 프린팅을 집중 육성하고 있으며, 집중 투자 중. 1990년대 말부터 꾸준하게 3D 프린팅을 연구하여 플라스틱 부분은 거의 기술 선진국 수준에 접근하였으며, 금속 부분은 집중적으로 연구를 수행하는 단계	• 프린터 출력물 신뢰성 및 품질 • 원천/세부특허가 많이 없으나 국내시장의 수요만으로도 충분한 마켓 형성 가능 • 투자 규모 및 외형적 성장에 비해 제조 산업의 성장기반이 아직은 토대가 약해 실질적 성장까지는 다소 시간이 필요한 상황. 특허와 논문의 양에 비해 핵심적 기술 확보는 매우 더딤

국가	강점분야	기타
	• 원천기술을 모방하여 내수시장에 대응하는 형태로 민간기업의 기술적 인프라 및 우수인력이 상대적으로 잘 확보됨 • 정부 주도 투자를 통한 연구 개발이 3D프린팅 산업 전체의 급성장세를 이끌고 있음. 장비, 소재 개발 업체뿐만 아니라 많은 대학교와 연구기관에서의 기초기술 개발에 많은 투자가 이루어지고 있는 상황 • 다양한 프린터 개발에 정부가 예산을 투입하고 있으며 기술력을 확보. 아직 응용 단계라기보다 장비를 만드는 수준이고 아직 산업계에 적용이 시작되는 단계 • 보급형 시장은 물론 산업용 장비까지 다수 생산. 기술력을 쌓아 기술 수준의 격차 감소 중. 다양한 분야의 응용 시도 • 가격대 성능비 아주 강함 • 규제 철폐 혹은 완화로 인해 기술 응용력이 아주 강함	• 해외 보다는 내수 시장을 중심으로 성장 • 메이커의 신뢰도가 아직은 낮음
일본	• 전문 인력 우수 • 중소기업주도 개발 및 투자 • 1990년대 말과 2000년대 초에 독보적인 기술을 보유한 후, 주춤하다가 최근 동경대학교 등에서 집중적으로 연구하여 여러 대의 상용화 장비를 출시 • 소재기술, 정밀가공 기술, 핵심 부품 기술 등 원천기술이 탄탄히 확보됨 • 2016년까지의 추세에 비해 단기적으로 다소 둔화되기는 했으나 여전히 정밀 제조 산업으로서의 강한 잠재력과 응용기술의 강점 보유. 마작, 소딕, 마츠우라와 같이 하이브리드형 금속 3D 분야에서 강한 면모를 보이고 있으며, 제조 산업에서의 기술과 수요분야의 잠재력이 큼 • 특수 틈새 프린터 시장에서 강세를 보이고 있으며 세계적으로도 인지도가 높음 • 기술도 우수하고 틈새시장을 잘 공략 • 소재, 공정 분야 지속 개발 • 광범위한 공정에 대한 기초 기술 및 산업 활용성이 높은 하이브리드 기술 보유 • 장비와 응용력 아주 강함	• 적용분야 및 사용처 개발 미흡 • 새로운 기술의 시도가 많음 • 도시바, 소니를 비롯한 전자산업의 약세와 더불어 3D프린팅 분야에서 활동이 최근 많이 둔화된 상태 • 특정 프리터 분야에서만 우위를 보이고 있으나 판로가 있음

국가	강점분야	기타
EU	• 특히 금속 3D 프린팅 분야에 집중된 기술/인력/인프라 구조 우수 • 대학 및 연구소, 기업의 원천기술연구가 활발히 이루어지고 있고, 산업적 활용을 위한 인력양성, 인프라 활용이 체계적 • 최근 3D프린팅 산업에서 강세를 보이는 금속 분야에서 독일과 영국을 중심으로 장비, 부품, 소재에 대한 기술력과 산업 모두 EU가 급상승 추세를 보임. 특히 대형 산업용 부품을 제작할 수 있는 장비와 소재 상용화 기술 선도. 특히 3D프린팅 기술이 고도화됨에 따라 그동안 독일 산업을 이끌었던 정밀 공작기계 장비기술의 장점이 더욱 부각됨 • 기초연구보다는 산업계에 적용하는 금속프린터를 강점으로 보이면서 연구개발은 유지 수준에서 지속적으로 수행. 응용개발은 항공기 의료 및 금속 및 초경량 부품이나 금형 산업에 적용 • 장비, 공정, 응용 및 모든 면에서 선도 • 오랜 역사로 인한 기술적 우세 • 글로벌 주도 역량 강함 • 금속 프린팅 및 소재 강함	• 양산화 적용 테스터 결과 및 신뢰성 • 플라스틱 3D 프린팅 분야의 경우 미국보다 다소 약세 • 장비 기술력에 비해 응용과 응용 산업을 뒷받침할 수요기술 산업의 크기가 미국에 비해 다소 부족한 관계로 계속적인 성장에 한계를 가질 것으로 보임 • 특정 프린터에만 국한됨 • 글로벌 탑 기업 참여 (지멘스 외)
미국	• 대학 내에서의 바이오 기술 등 원천기술연구가 활발히 이루어지고 있고, 정부주도의 체계적 인프라 구축과 민간 주도의 시장지배력이 강세 • 전통적으로 넓고 강한 학계와 연구계의 기술 수준을 바탕으로 3D프린팅을 비롯한 차세대 핵심기술들을 선점하고 산업을 선도 • GE와 같은 대기업에서 항공 산업용 부품 제작을 위해 3D프린팅 기술을 활용한 응용기술 확보에 투자와 운용력을 대폭 강화함으로써 전 세계 관련 산업 분야에 지각 변동을 일으킴 • NASA와 같은 우주산업 분야에서 응용할 수 있는 부품 제작을 위해서도 UTEP과 같은 연구기관을 활용함으로써 여전히 현재 수준과 미래 성장 잠재력 양 분야에 세계 최고 자랑 • 오랜 기술력과 인프라와 다양한 관련기술 전문가가 있으며 기초연구에서부터 응용연구까지 연구단계별 역량이 우수함 • 기초기술 지속 개발, 응용분야 확장 • 공정 및 응용 면에서 세계 최고 • 사업적 강점 뚜렷함 • 대기업 참여 의지 및 글로벌 주도 역량 강함	• 양산화 적용 테스터 결과 및 신뢰성 • 미국의 경우 플라스틱 기술이 많이 개발되었으며, 금속 부분은 몇 개의 기업을 제외하고는 EU보다 다소 약한 상황 • 생산제조 혁신을 일으킬 수 있는 장비 산업의 상용화는 독일에 비해 다소 약한 면모. 예를 들어 금속 3D프린팅 기술 중 PBF방식 기술은 세계 선도적 위치에 있으나, DED방식 기술에서는 세계 최고 기술을 가진 Optomec과 RPM회사의 장비판매 실적은 독일의 DMG mori에 비해 다소 저조한 실적 • 정부지원 감소

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	1위	3위	5위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산학연관 공동체 구성 한 방향으로 정책과 실무 추진 • 3D 프린팅을 이용한 시제품 제작 등을 창업한 기업이 어느 정도 되었지만 대다수가 사업을 전환하였으며 이는 정부에 의해 구축된 인프라에서 저가에 시제품 제조 서비스를 공급하기 때문. 정부가 구축한 인프라에서는 일반 시제품 서비스는 민간에 다시 위탁하는 형태로 협력함이 바람직 • 인프라 구축, 인력양성 및 연구개발 과제 등의 지속적 지원을 통한 확대 • 폐쇄적인 문화를 깨고 서로의 개발 경험과 사례 연구 공유 필요. 공유되지 못하는 지식은 경쟁력이 없음 • 국내 3D 프린팅 소재 업체간, 프린터 개발 업체 간 협력 촉진을 위한 정부 주도 위원회 • 3D프린팅 관련 업계 협력은 업체마다 기술 유출에 대한 우려로 쉽게 확산되기 어려우나, 3D프린팅 산업의 결과물을 실제 적용할 수 있는 국내 공급처와 수요처 매칭 관련 지원은 매우 효과적. 선진 해외사보다 낮은 기술 수준의 국내 3D프린팅 업체가 안정적 국내 실적에 기반을 둔 기술 개선 및 발전을 통하여 세계시장에서 보다 높은 경쟁력 확보 가능 • 민간과 연구소, 학교 간 연계가 활발히 이루어져서 3D프린팅 기술에서의 핵심 요소기술 및 산업 응용기술이 활발히 창출되고 민간으로의 파급이 이루어질 수 있는 다각도의 프로그램 마련
국제협력 촉진	• 해외 우수 연구기관, 각국 협회, 대학, 기업과 교류회 및 포럼 공동 개최 • 이미 우리 기술이 기술 선진국과 차이가 크므로 해외 우수 기술 적극 수용 필요 • 선진국의 성공사례를 사례연구로 배우고, 비즈니스 모델 발굴을 위하여 협력 및 컨설팅 필요 • 3D프린팅 기술은 미국과 유럽이 앞서고 있으며, 이는 해당 지역에 3D프린팅 관련 우수한 연구기관 및 부품 기업이 큰 역할을 하고 있기 때문. 해당 지역에 대한 공동 기술 개발을 위한 정부 지원이 필요하며, 이를 통한 효과적인 공급망 구축 및 안정적 영업망 확보의 효과도 기대 가능 • 싱가포르 난양공대, 독일 프라운호퍼 등 해외 유수 연구소와의 교류 프로그램 및 국제 협력과제 추진
인력양성 및 유치	• 3D프린팅 전문 인력, 소재, 콘텐츠 양성교육 기관 활용 및 운영 • 3D 프린팅을 알아야 산업에 적용할 수 있고, 연구/개발이 가능 • 적극적 프로그램 개발과 홍보 • 4차 산업혁명에서 3D프린팅과 로봇은 주요한 물리적 구현수단이 될 것. 현재의 교육방식과 제도로는 융합형 3D프린팅에 대한 인력이 양성되기 힘드니 융합형, 실습형 인력양성에 예산 확대 필요 • 대학, 연구소 내에 3D 프린팅 인력 양성 프로그램 확산

	정책제언
	• 3D프린팅 산업이 태동된 기간이 짧기 때문에 전문가를 양성하기 위해 가르칠 능력이 있는 전문가가 수가 매우 부족하고, 단순 출력물 제작 기반의 현행 전문 교육기관에서의 교육으로는 실제적인 인력양성에는 한계를 가짐. 3D프린팅 업체의 인력난을 감안할 때, 3D프린팅 관련 업체에 관련 특정 업무에 한정하는 인력 양성 프로그램 개발 필요 • 민간에서의 3D프린팅 기술의 활용성 인식 저조. 기술의 현 수준을 알 수 있는 프로그램 마련
인프라 구축	• 전국의 3D 프린팅 제조 혁신 센터 및 각 대학 3D프린팅 테크숍 활용 • 단순 시제품 제작에서 탈피하여 통합 엔지니어링 서비스를 제공해야 국내 산업 발전에 기여 가능 • 각 지역별 접근 가능한 곳에 다수의 인프라 필요. 기존의 중앙장비 위원회에서 중복성 부분에 대한 완화 필요 • 정책 논리가 아닌 정치논리로 과도한 인프라가 특정 지역에 과도하게 도입된 느낌이 있어 효율성에 대해서는 많은 논란이 존재 • 기존 3D 프린팅 인프라의 적극적인 활용 모색 및 추가 구축 • 3D 프린팅 소재 개발 중심의 소재 클러스터 구축 국산 프린팅 소재 및 장치 중심의 인프라 구축 • 현재의 3D프린팅 관련 기관에서 행해지는 인프라 구축은 장비 구축 및 시제품 제작을 통한 관련 업계 지원이 중심이었으나, 실제적인 기술 향상을 위해 해외 유명 연구기관, 메이저 업체, 국내 현업 전문가 등에 의한 내실 있는 세미나, 교육을 기반으로, 관련 분야 전문가들의 네트워크를 구축하는 방향으로 인적 인프라 구축에 관한 고민 필요 • 인프라가 양적으로는 국내에 비교적 많이 갖춰져 있는 편이나, 산업용 인프라의 경우 운영비용이 많이 필요하므로 활용도를 유지할 수 있는 후속프로그램의 매칭 필요
법·제도 개선	• 전문가 공청회 및 세미나 개최로 현행 문제점 도출에 대한 법 개선 • 국제적 흐름에 맞추어 제도 개선을 지속적으로 추진 • 3D 프린터의 경우 활용성을 높이기 위하여 근거리에 좋은 장비가 구축되어야 함에도 중앙장비 위원회에서 다수의 장비를 지역적으로 구축하지 못하고 있어 산업부 중앙장비 위원회에서의 중복 부분에 대한 완화 시급 • 3D 프린팅 소재 및 제품의 시험 적용을 위한 제품의 표준 완화 • 고부가가치 부품 수요처(예: 발전)에서는 3D프린팅으로 제작된 부품에 대한 신뢰성에 대한 의구심으로 인하여, 고가의 기존 가공 부품을 사용하는 경우가 많으므로, 일정 분야, 시점, 수량에 대하여 3D프린팅 부품의 적용을 강제화하는 제도 필요 • 아직까지 산업 활용도가 크지 않으나 향후 기술 표준화 및 디지털 파일 보안 제도 등에 지속적인 논의 필요. 기술적 속성상 응용 분야가 광범위하므로 다양한 분야의 전문가 간 논의 필요
연구비 확대	• 신규 확대보다는 기존에 지원한 기관, 대학, 업체들에 대한 실질적 운영에 의한 예산 보충 및 연구비 확대로 결과 및 성과 위주 연구비 지원 • 기존 기업의 신규 사업이나 새로운 창업기업을 만들어 내기 위해 신기술이 필수적. 연구비의 확대는 산업계, 학계, 연구소 모두가 3D 프린팅에 관한 기술을 지속적으로 개발할 수 있도록 하는 유일한 방법 • 지속적인 연구비 지원에 대한 중·장기적 대책

	정책제언
	• 수익성 있는 비즈니스 모델을 발굴하고 그 비즈니스 모델의 실현에 연구비 할당 • 3D 프린팅 소재 및 프린터 개발을 위한 국산화/상용화 중심의 연구비 확대 • 장비 및 공정 개발에는 많은 비용이 투자되지 않으면 가시적인 성과가 나지 않음. 장비 분야: 장비의 성능은 개별 부품 및 모듈의 정밀도, 내구성에 크게 좌우되나, 대부분의 핵심 부품의 가격 수준이 매우 높아, 중/저가 부품을 사용한 장비 개발이 이루어지며, 이로 인한 파급력 있는 장비의 출시가 지연되고 있음. 공정 개발 분야: 다양한 시험이 필요한 분야이지만, 인력의 한계로 인하여, 충분한 개발이 이루어지지 않고 있음 • 4차 산업혁명의 필수적 요소기술이며, 당장의 효과를 기대할 수 있는 큰 규모의 지원은 아니더라도 하나의 제조기술 도구로서의 지속적 연구비 지원은 필수적
기타 의견	• 3D 프린팅은 4차 산업혁명기술의 하나로 스마트제조 기술로서 융·복합이 바람직하며, 조각/의상 등 문화 콘텐츠와의 융·복합도 바람직함. 중점 추진 기술 분야로서는 3D 프린팅 된 부품을 실제 제품으로 활용하는 적용기술 지원을 통해 산업화를 촉진할 때 이를 중심으로 산업 생태계 조성 가능 • 로봇이나 인공지능, 자동차항공분야와는 일부 협력해야하는 부분이 존재 • 한국만의 비즈니스 모델 발굴, 한국만의 프린팅 방식 발굴 등 우리만의 지적재산권을 만들어내기 위한 일에 중점 추진 • 금속 3D프린팅의 경우 기존 생산제조 방식을 완전 대체하는 것이 아니라 새로운 방식이 추가되었다는 다양성 측면에서 기여도가 있음. 따라서 기존 타 생산제조방식과의 융합이 필수적인데 특히 뿌리산업과의 기술 연계가 중요한 이슈. 비교적 효과가 큰 적용 분야가 항공, 발전, 조선 등인데, 대형 부품 제작을 위해선 3D프린팅뿐만 아니라 가공기술, 특히 5축 가공기술이 뒷받침되어야 함. 적층과 가공의 융합기술 개발 추진 필요

다 주요 분석 결과 요약

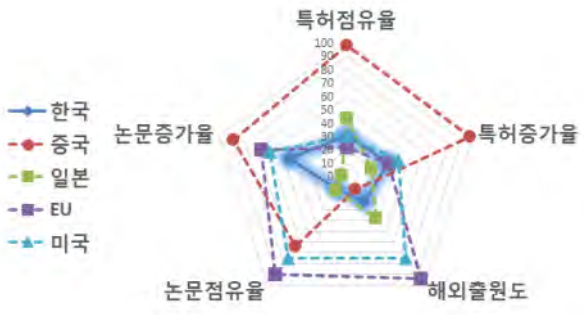
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	3D 프린팅 장비·소재 기술	5,806	4,326	131.8%	308.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

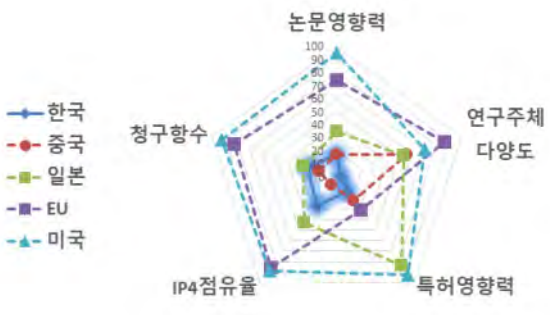
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	35.4%	55.7%	12.7	5.3
한국	5위	3위	5위	5위
	5.6%	10.7%	5.0	1.8
5개국 평균[2]	-	-	9.0	4.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

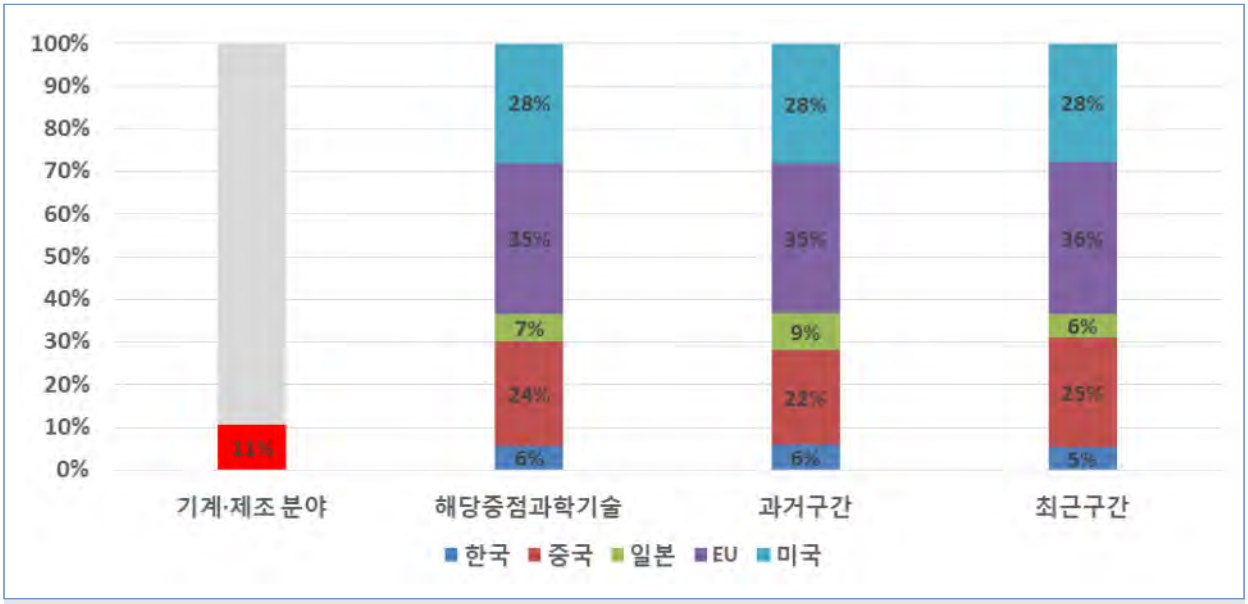
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(35.4%), 미국(27.9%), 중국(24.4%), 일본(6.6%), 한국(5.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(167.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(12.7), EU(9.9), 일본(6.8), 중국(5.1), 한국(5.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(10.7%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(1.8)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(55.7%), 일본(16.8%), 미국(10.7%), 한국(10.7%), EU(6.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(1022.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(5.3), 일본(4.7), EU(2.6), 중국(2.2), 한국(1.8) 순이며, IP4 점유율은 미국(25.6%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.6%	24.4%	6.6%	35.4%	27.9%
	논문 증가율	113.5%	167.6%	47.4%	135.7%	129.0%
	논문 영향력	5.0	5.1	6.8	9.9	12.7
	연구주체 다양도	0.74	0.88	0.87	0.94	0.90
특허 분석	특허 점유율	10.7%	55.7%	16.8%	6.0%	10.7%
	특허 증가율	163.3%	1022.3%	11.0%	156.2%	230.6%
	해외출원도	1.0	0.2	1.8	5.2	3.6
	특허 영향력	1.8	2.2	4.7	2.6	5.3
	IP4점유율	8.2%	0.1%	12.4%	24.6%	25.6%
	청구항수	3.7	3.1	3.9	6.4	7.3

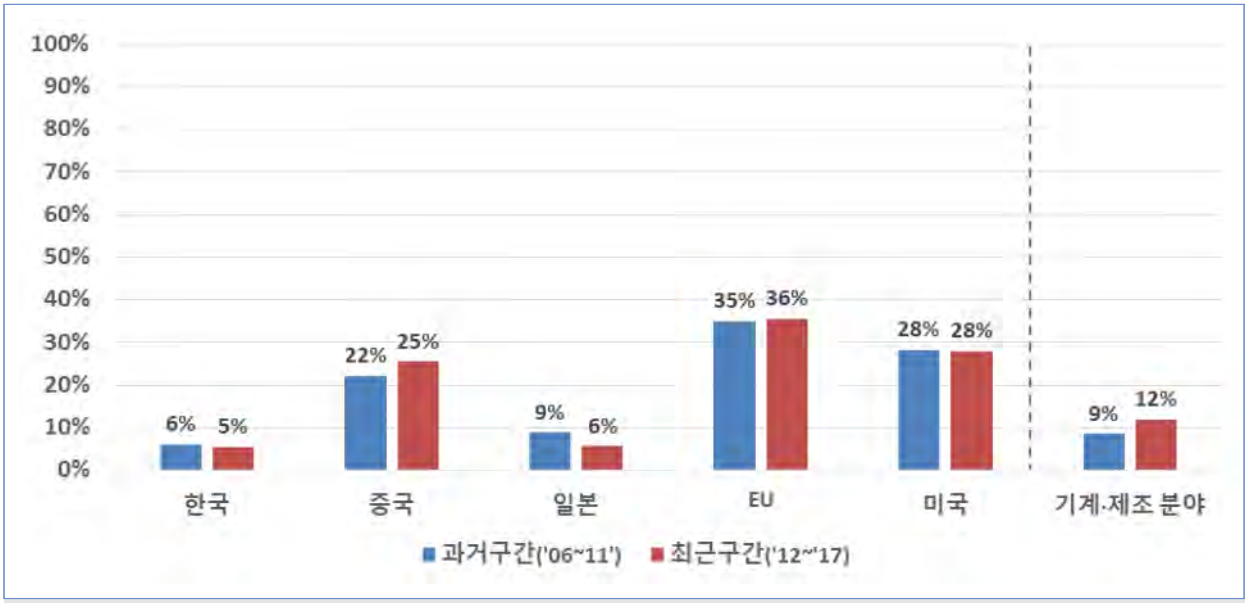
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 3D 프린팅 장비·소재 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2058건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 3D 프린팅 장비·소재 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 11%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

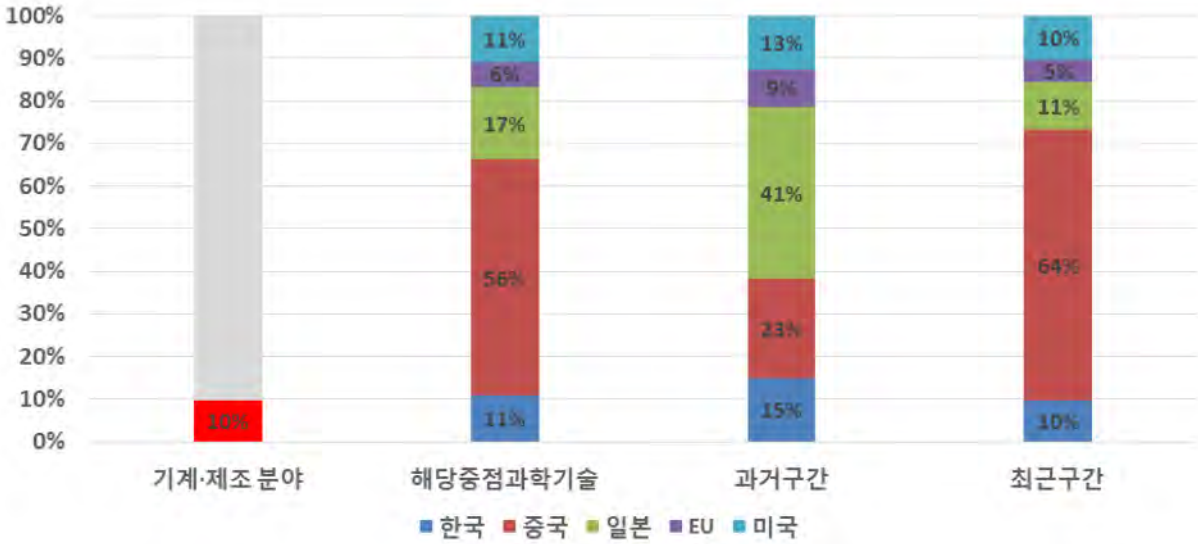


● 3D 프린팅 장비·소재 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 113.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	104	222	326	113.5%
중국	386	1,033	1,419	167.6%
일본	154	227	381	47.4%
EU	613	1,445	2,058	135.7%
미국	493	1,129	1,622	129.0%
전체	1,750	4,056	5,806	131.8%

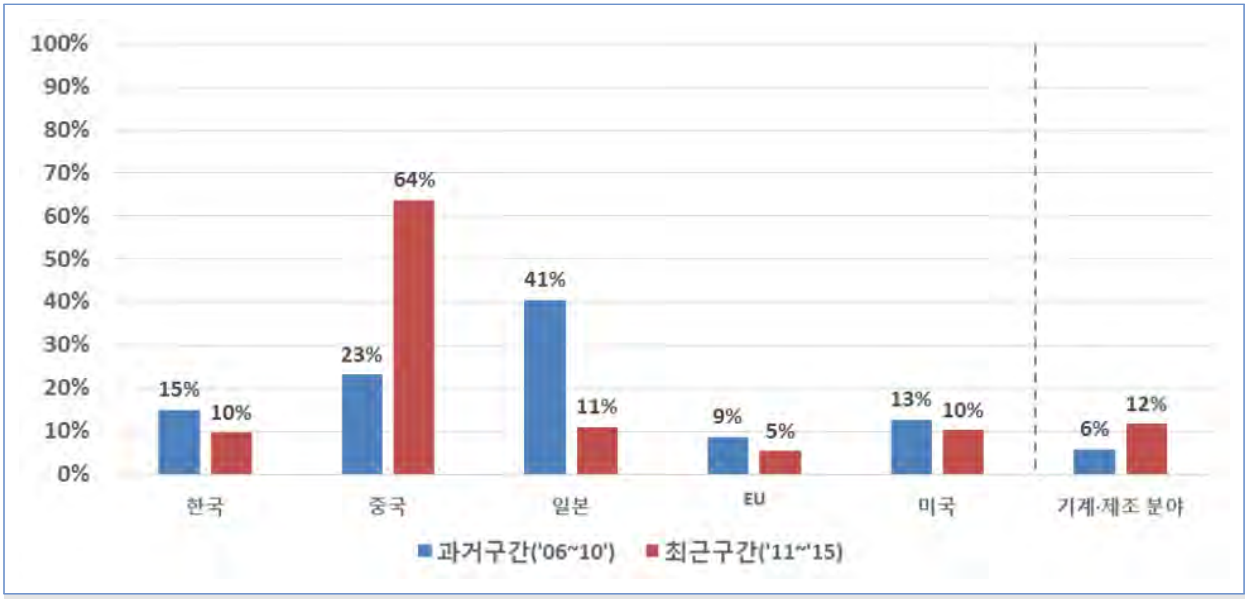
(4) 특허 점유율(전체)



- 3D 프린팅 장비·소재 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2408건으로 전체 특허의 56%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 3D 프린팅 장비·소재 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 10%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 3D 프린팅 장비·소재 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 163.3%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	128	337	465	163.3%
중국	197	2,211	2,408	1022.3%
일본	345	383	728	11.0%
EU	73	187	260	156.2%
미국	108	357	465	230.6%
전체	851	3,475	4,326	308.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

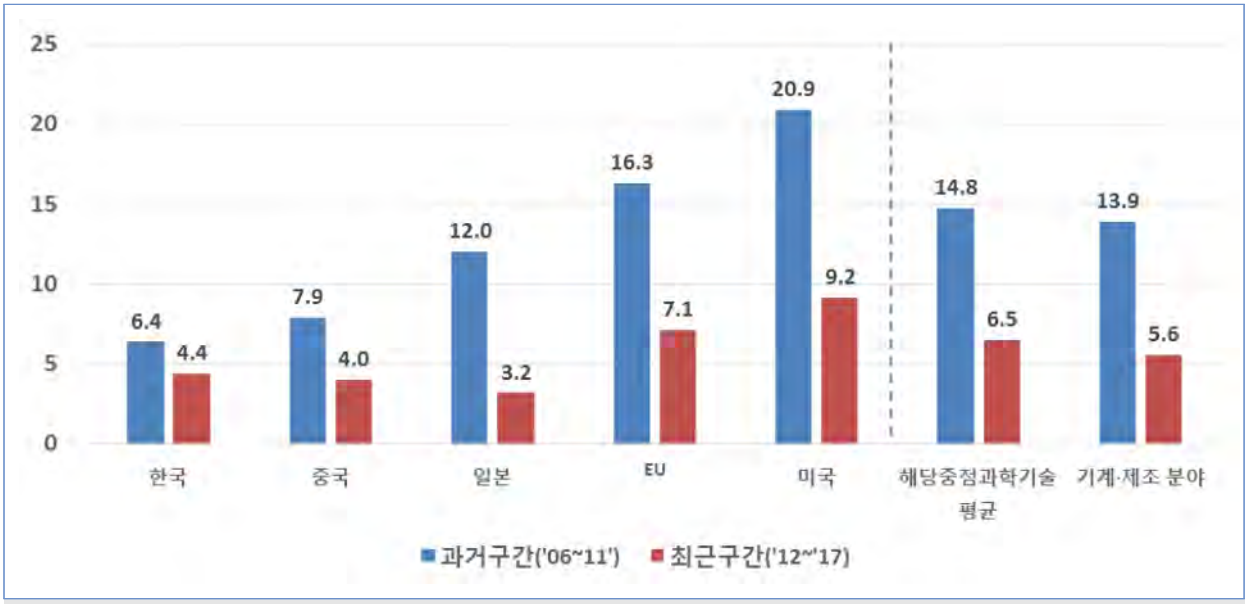


● 3D 프린팅 장비·소재 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

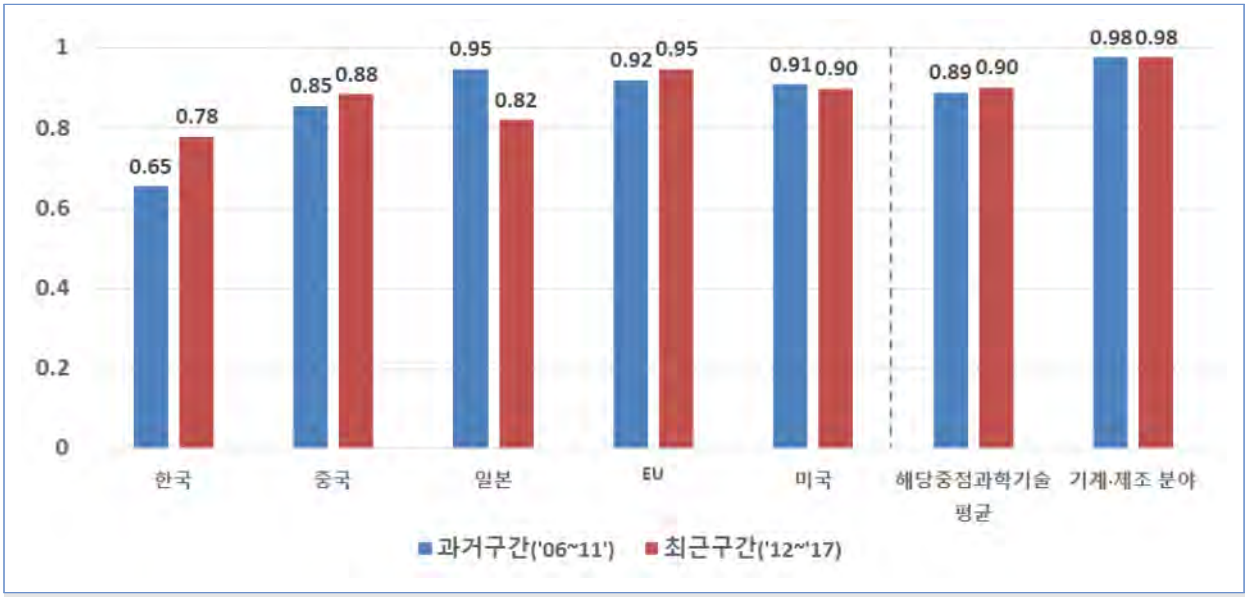
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



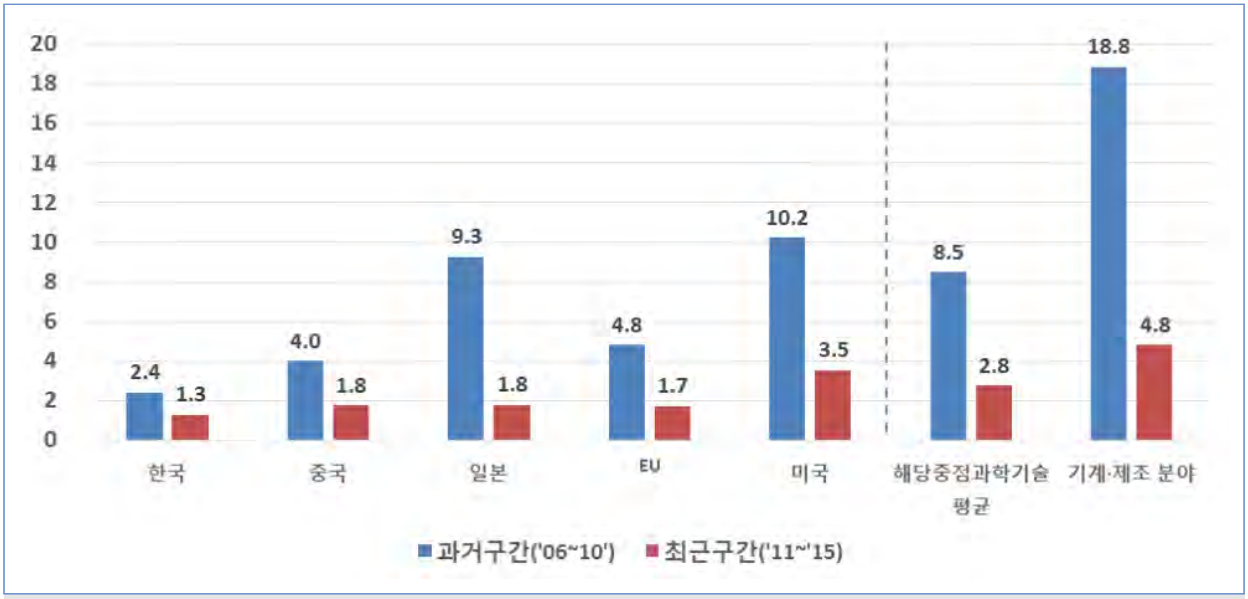
● 3D 프린팅 장비·소재 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



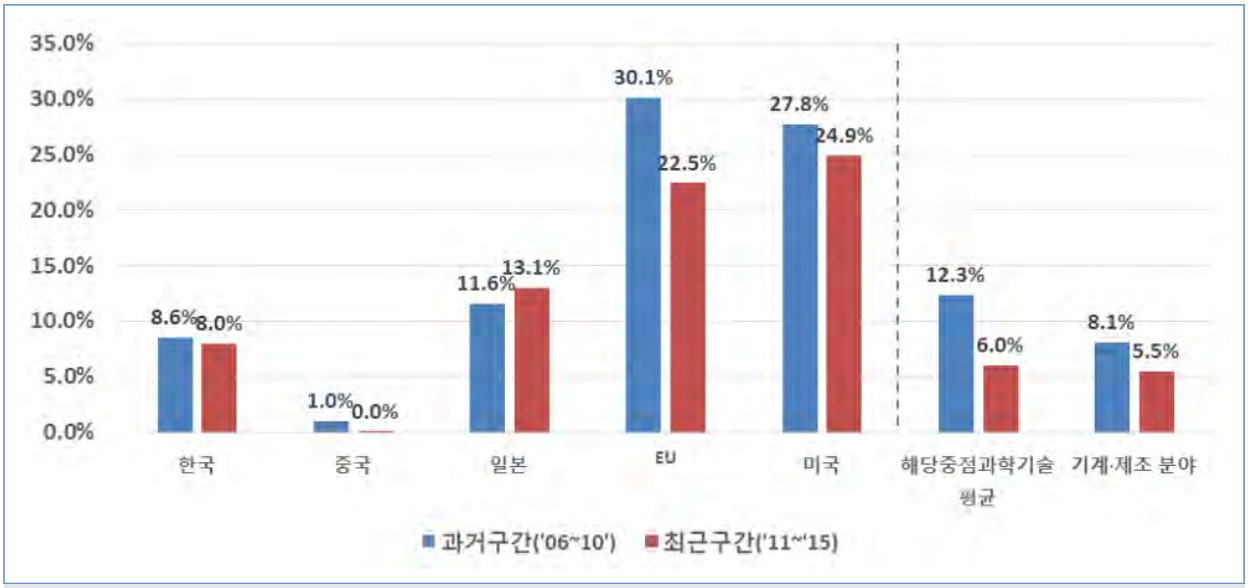
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



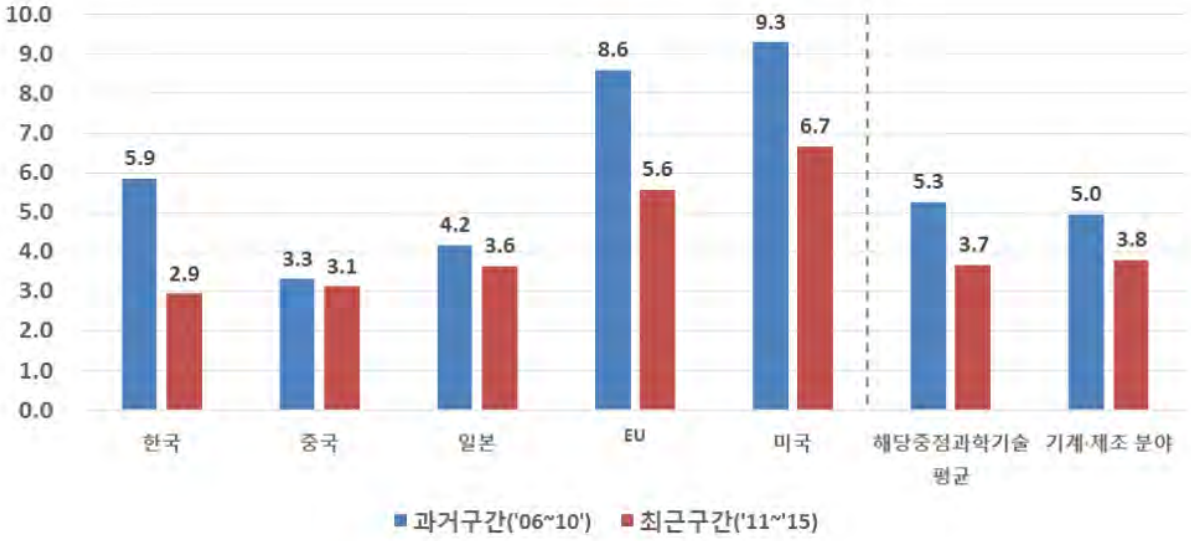
● 3D 프린팅 장비·소재 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 3D 프린팅 장비·소재 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 3D 프린팅 장비·소재 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

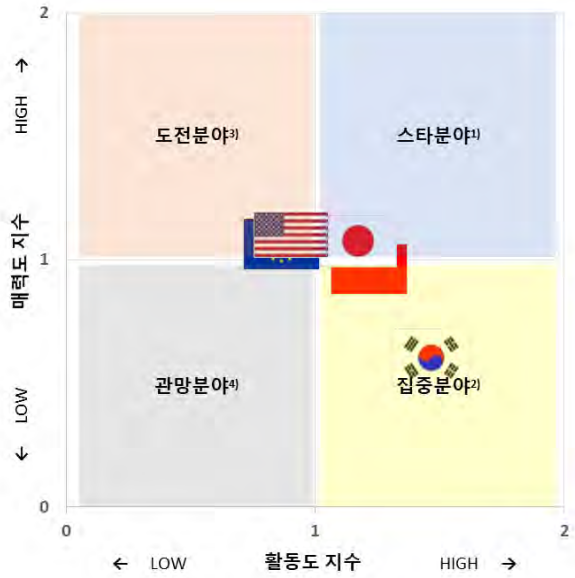
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

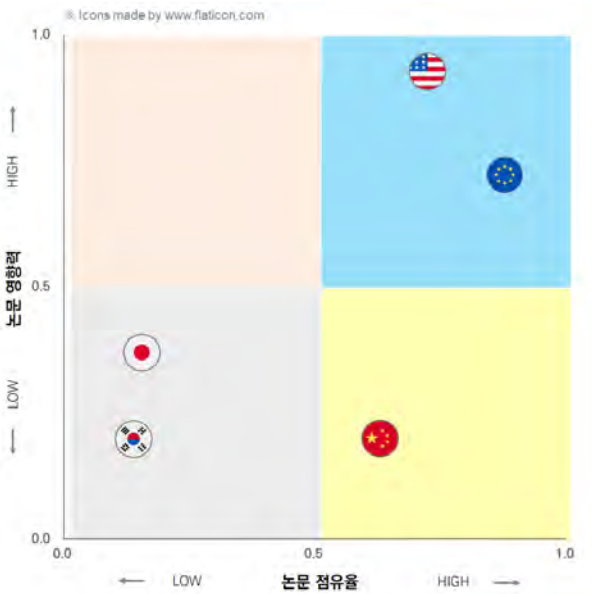
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 3D 프린팅 장비·소재 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

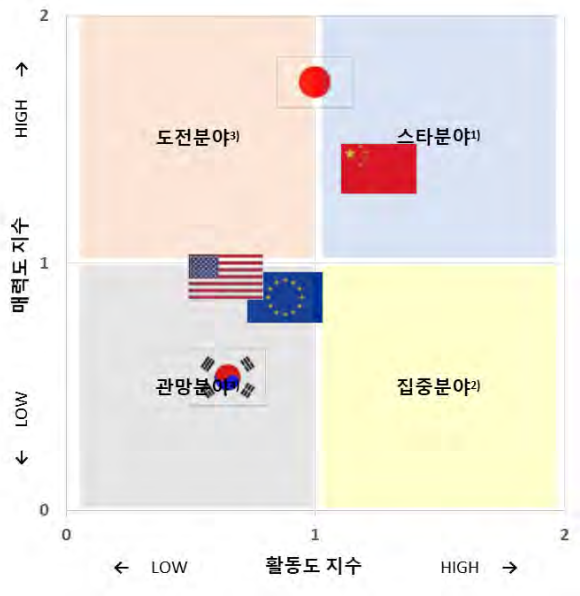


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

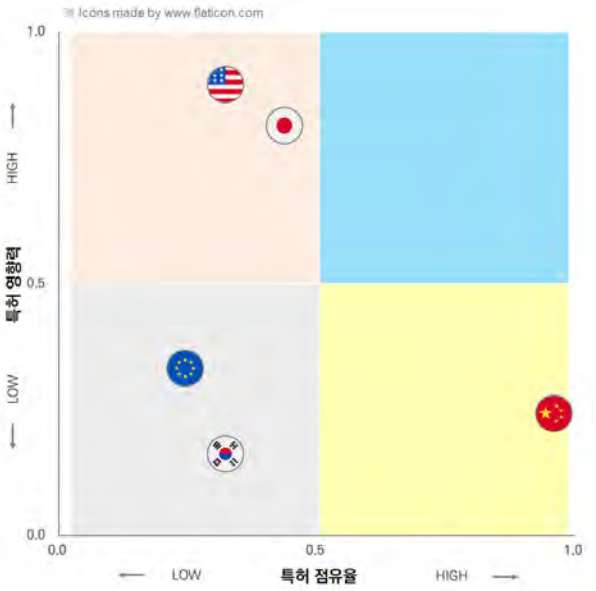
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 3D 프린팅 장비·소재 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY(0.76%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국세라믹기술원'이 7.67%(글로벌 점유율은 0.43%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	중국	3.74%	0.91%	388.89%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.71%	0.76%	200.00%
3	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	중국	2.96%	0.72%	100.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.47%	0.60%	18.75%
5	TIANJIN UNIVERSITY	중국	2.40%	0.59%	140.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA INSTITUTE OF CERAMIC ENGINEERING AND TECHNOLOGY	7.67%	0.43%	-68.42%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.52%	0.31%	250.00%
3	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	4.29%	0.24%	1200.00%
4	HANYANG UNIVERSITY	3.99%	0.22%	-14.29%
5	INHA UNIVERSITY	3.07%	0.17%	800.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	3.74%	0.91%	388.89%
2	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	2.96%	0.72%	100.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	2.47%	0.60%	18.75%
4	TIANJIN UNIVERSITY	2.40%	0.59%	140.00%
5	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.26%	0.55%	200.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	4.72%	0.31%	700.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	3.94%	0.26%	100.00%
3	YAMAGATA UNIVERSITY	3.94%	0.26%	1400.00%
4	TOHOKU UNIVERSITY	3.67%	0.24%	-25.00%
5	OSAKA UNIVERSITY	3.15%	0.21%	400.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	RWTH AACHEN UNIVERSITY	1.36%	0.48%	80.00%
2	UNIVERSITY OF THE WEST OF ENGLAND	1.21%	0.43%	112.50%
3	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	1.12%	0.40%	183.33%
4	UNIVERSITY OF MANCHESTER	1.02%	0.36%	-60.00%
5	SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.02%	0.36%	-38.46%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.71%	0.76%	200.00%
2	PURDUE UNIVERSITY	1.73%	0.48%	33.33%
3	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.48%	0.41%	0.00%
4	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	1.42%	0.40%	183.33%
5	UNIVERSITY OF TEXAS AT EL PASO	1.29%	0.36%	500.00%

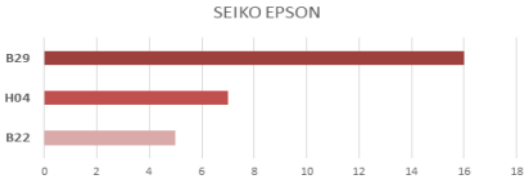
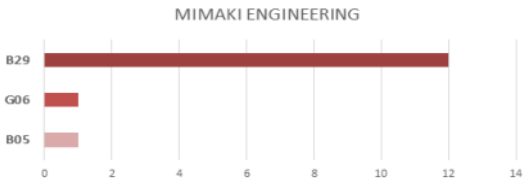
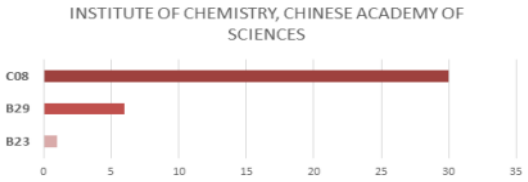
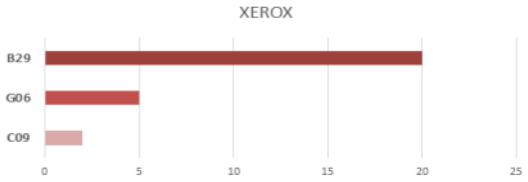
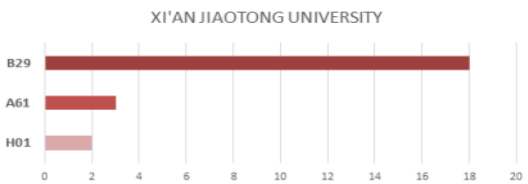
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'SEIKO EPSON(1.06%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 4.52%(글로벌 점유율은 0.49%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SEIKO EPSON'는 B29(플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반)에 해당하는 특허를, '삼성전자'는 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

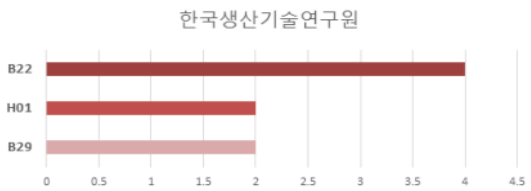
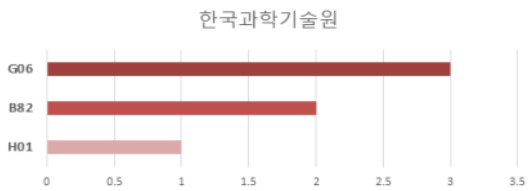
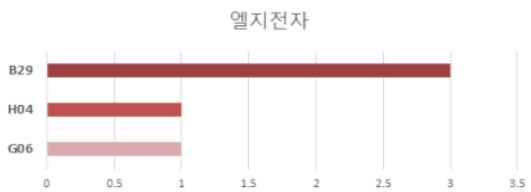
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SEIKO EPSON	일본	6.32%	1.06%	-29.63%
2	MIMAKI ENGINEERING	일본	5.08%	0.86%	211.11%
3	INSTITUTE OF CHEMISTRY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	중국	1.54%	0.86%	3600.00%
4	XEROX	미국	7.53%	0.81%	383.33%
5	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	중국	1.45%	0.81%	3400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H04	전기통신기술
		B22	주조; 분말야금
2		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
3		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
4		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
5		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자

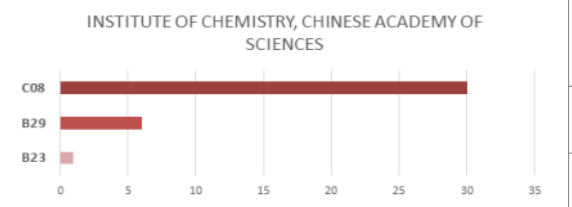
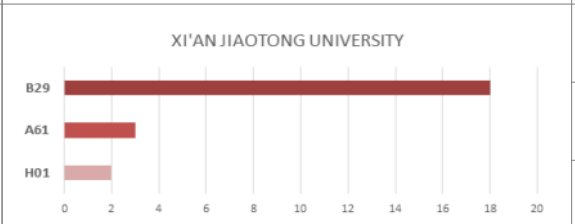
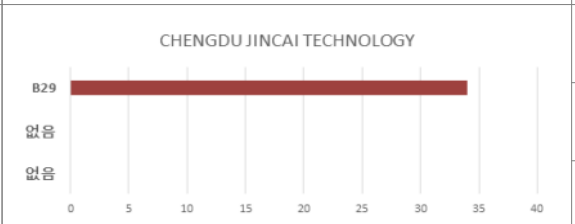
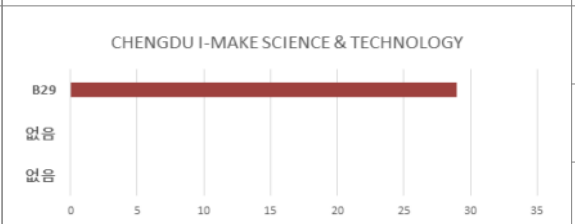
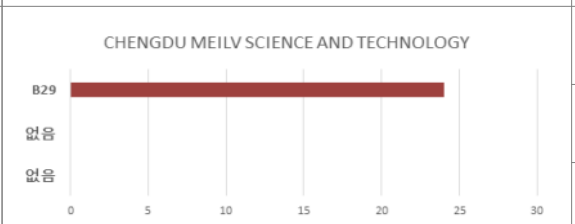
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	4.52%	0.49%	-25.00%
2	한국생산기술연구원	2.37%	0.25%	1000.00%
3	한국과학기술원	1.72%	0.18%	-66.67%
4	엘지전자	1.72%	0.18%	66.67%
5	삼성에스디에스	1.51%	0.16%	600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C09	염료;페인트;광택제;천연수지;접착제;기타 조성물;재료의기타응용
2		B22	주조; 분말야금
		H01	기본적 전기소자
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B82	나노기술
		H01	기본적 전기소자
4		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		-	-

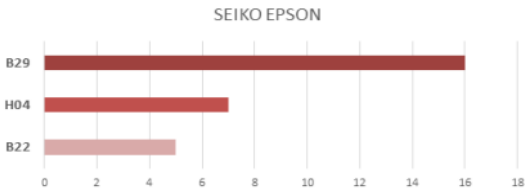
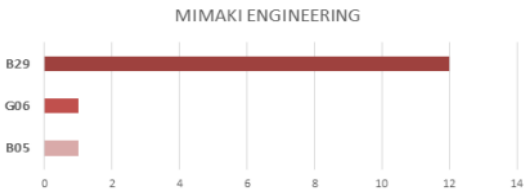
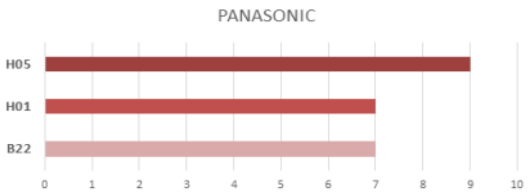
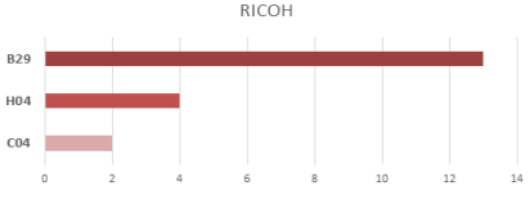
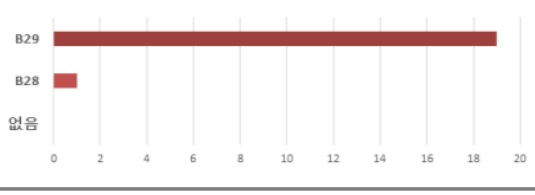
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INSTITUTE OF CHEMISTRY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.54%	0.86%	3600.00%
2	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	1.45%	0.81%	3400.00%
3	CHENGDU JINCAI TECHNOLOGY	1.41%	0.79%	3300.00%
4	CHENGDU I-MAKE SCIENCE & TECHNOLOGY	1.20%	0.67%	2800.00%
5	CHENGDU MEILV SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.00%	0.55%	2300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
2		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
3		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		–	–
		–	–
4		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		–	–
		–	–
5		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		–	–
		–	–

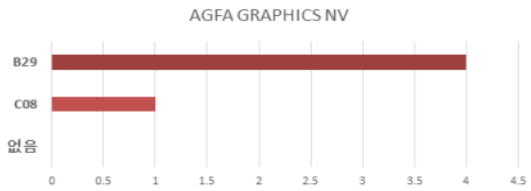
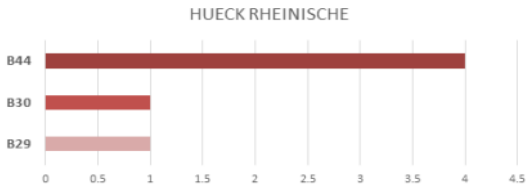
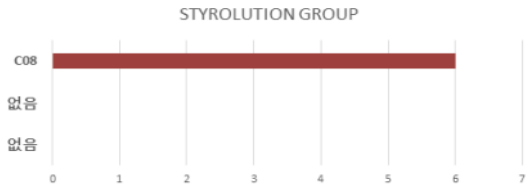
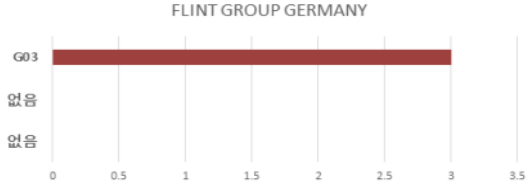
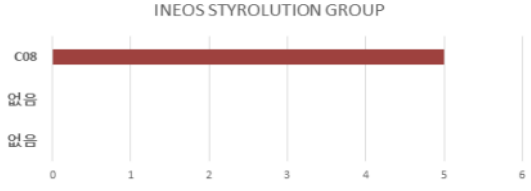
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SEIKO EPSON	6.32%	1.06%	-29.63%
2	MIMAKI ENGINEERING	5.08%	0.86%	211.11%
3	PANASONIC	3.98%	0.67%	-68.18%
4	RICOH	3.30%	0.55%	200.00%
5	ROLAND DG	3.16%	0.53%	566.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H04	전기통신기술
		B22	주조; 분말야금
2		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
3		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
		B22	주조; 분말야금
4		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H04	전기통신기술
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
5		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
		–	–

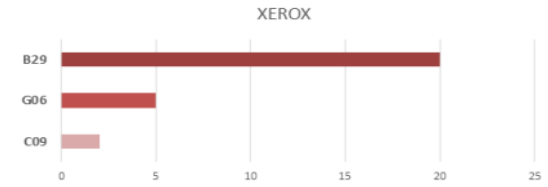
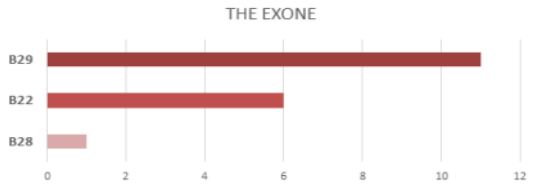
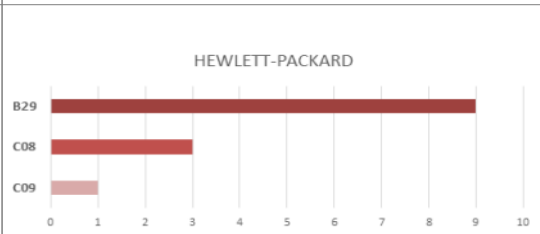
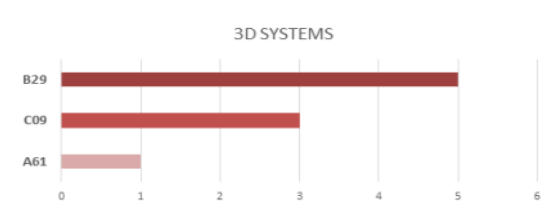
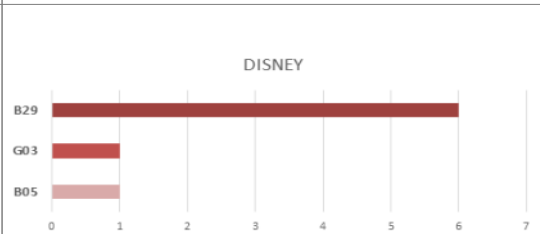
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	AGFA GRAPHICS NV	3.08%	0.18%	-66.67%
2	HUECK RHEINISCHE	2.31%	0.14%	400.00%
3	STYROLUTION GROUP	2.31%	0.14%	500.00%
4	FLINT GROUP GERMANY	1.92%	0.12%	-75.00%
5	INEOS STYROLUTION GROUP	1.92%	0.12%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
2		B44	장식 기술
		B30	프레스
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
3		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
		-	-
4		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		-	-
		-	-
5		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	XEROX	7.53%	0.81%	383.33%
2	THE EXONE	3.87%	0.42%	1700.00%
3	HEWLETT-PACKARD	2.80%	0.30%	1200.00%
4	3D SYSTEMS	1.94%	0.21%	-20.00%
5	DISNEY	1.72%	0.18%	700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
2		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B22	주조; 분말야금
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
3		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
4		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반

38 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술



38 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 3D 프린팅 특화 3D 측정, 콘텐츠, 보안 강화기술, 전문 소프트웨어 기술, 3D설계도 유통 플랫폼 개발 등의 3D 프린팅 관련 소프트웨어 기술
- ☑ 3D 프린팅을 활용하여 기존 제조공정과 차별화된 제품 제조기술로 스마트 기기·부품, 웨어러블 디바이스, 구조부품 경량화, 맞춤형 개인용품, 푸드 프린팅, 4D 프린팅 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

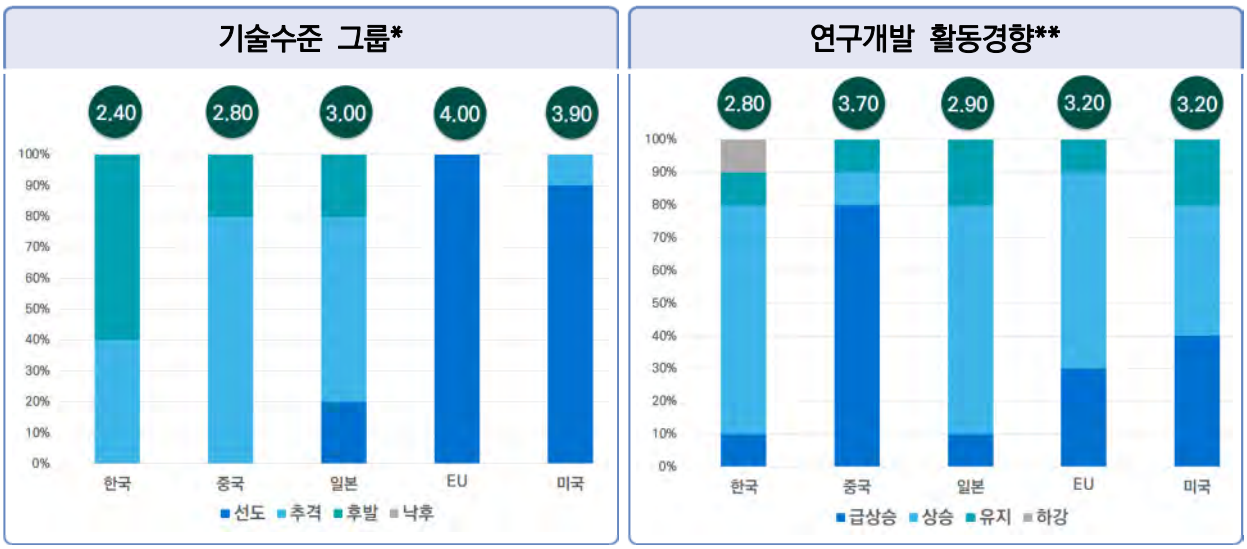
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.0	3.0	후발	보통	보통	상승
중국	75.0	2.8	추격	보통	우수	급상승
일본	82.5	2.0	추격	우수	우수	상승
EU	99.0	0.3	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	72.5	3.0	75.0	55.0	78.0	12.2	3.0	2.5	6.0	2.4
중국	75.0	2.8	75.0	60.0	80.0	13.4	2.8	2.5	4.0	1.1
일본	82.5	2.0	82.5	70.0	85.0	10.9	2.0	1.5	4.0	1.7
EU	98.0	0.3	99.0	95.0	100.0	3.4	0.3	0.0	0.5	0.4
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.6

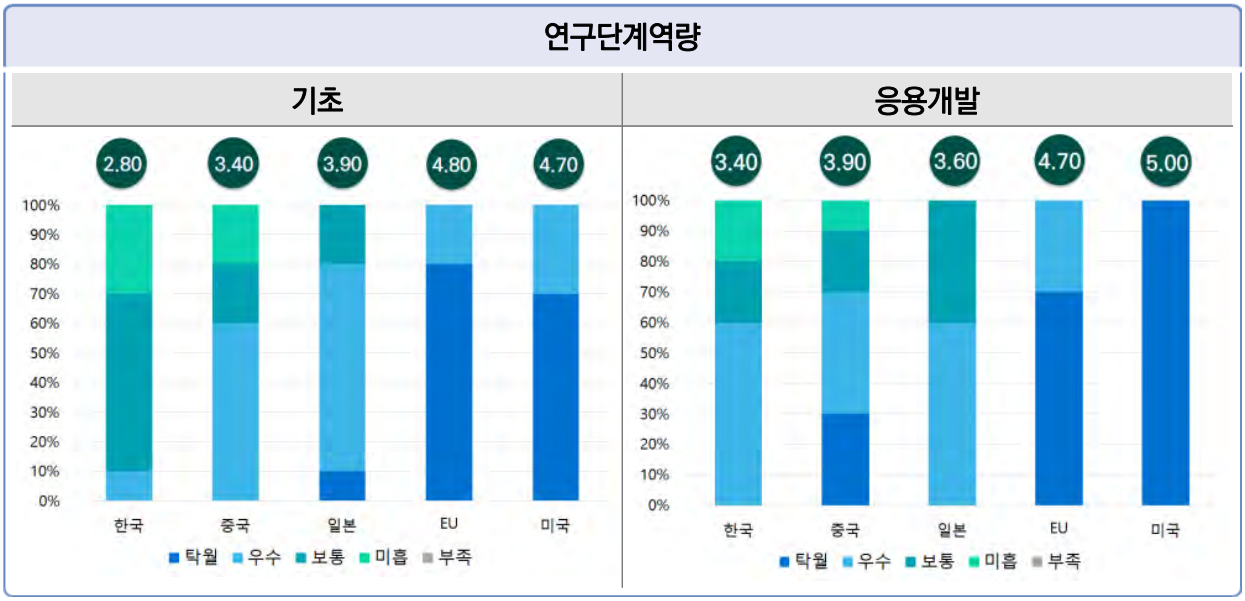
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.0%)	• 소프트웨어 기술적인 부분은 이미 많은 시도가 되어있으나, 레퍼런스가 부족하여 상용화 하는데 응용분야별로 실용화 과정 필요 • 주요 중소기업이 업계를 주도하고 있으며 기술력은 일정 수준 도달되어 있으나 산업적 경쟁력이 비교 열위 • 미국/유럽의 고가 모델과 중국의 저가 모델에 둘러싸여 고전을 겪고 있으나 꾸준한 제품과 응용개발 진행 • 금속 3D프린터 5개 사 이내, 산업용 프린터 10개사 이내 • 기존 CAD/CAM 시장에서 국산 SW 점유율이 거의 없었고 3D프린팅 시장에서도 현재 SW 개발 진전이 크지 않았음. 장비, 소재, SW가 융합 개발되어야 하는 3D프린팅 기술 시장에서 부처가 나뉘어 있는 상황도 기술 지체 요인 • 본격적인 연구와 응용이 시작 단계
중국 (75.0%)	• 최근 학계를 중심으로 실용화에 근접한 산업원천 연구가 활발하게 이루어지고 있는 국가로서 3D프린팅 분야 원천기술 수준이 급격히 성장하고 있는 추세 • 미국의 기술을 많이 모방 • 저가 모델을 시작으로 기술을 확보하고 이를 바탕으로 제품의 확대와 기술의 응용에 노력 • 저가형 3D 프린터를 시장에 많이 선보임 • S/W를 기반으로 한 해석 기술보다는 현장에 빠르게 적용하는 방법으로 상용화에 중점
일본 (82.5%)	• 금속 3D프린팅 분야에서의 원천기술력을 기반으로 제반되는 전/후방 관련기술 개발에 대한 추세가 가속화 • 다른 선진국에 비해 3D 프린팅 분야에서 뚜렷한 성과가 없음 • 오랜 기술개발 활동을 바탕으로 꾸준한 기술의 확보노력이 진행되고 있으나 한계가 보여짐 • 일부 복합형 3D프린터에서 기술력이 우수하나, 전반적 경쟁력 취약 • 소재 부분에 집중 • 정부 중심으로 H/W와 S/W 개발을 병행하여 개발 추진, 레이저 기반기술이 확고해 빠르게 추격
EU (99.9%)	• 3D프린팅 관련 소프트웨어 기업들의 공격적인 연구개발 투자확대와 시장선점 (치과분야 S/W: 3Shape, 3D프린팅분야 S/W: Materialise) • 3D프린팅분야 원천 기술 및 특허를 가장 많이 보유하고 있고, 장비, 응용제조기술 분야에서도 선도 • EU 국가들의 3D 프린팅 기술은 미국을 많이 추격 중 • 주요 자동차 그룹과 연구소 그룹이 주도 • 다수의 기업에서 제품과 기술개발을 수행하고 있으며 일부 EU 과제를 통해서 기술력 향상을 위해 노력 • 금속 장비와 의료 응용에서 우수 • 현재 3D프린팅 계 MS와 같은 위상인 Materialise 사가 산업용 3D프린팅 SW를 독점 • 항공/우주 등의 극한기술 분야에 응용 시작 • 벨기에 Materialise사는 시작부터 H/W 보다는 S/W의 중요성을 인식하고 10년 이상 PBF 방식의 프린터 제조사의 공정 플랫폼 공동개발

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 3D프린팅 관련 우수한 S/W강소기업들에 대한 인수합병 활발 및 연구개발투자확대 3D시스템 조사, 오토데스크 등 • 대부분의 3D 프린팅 관련 기술은 미국이 원천기술을 보유하고 있으며, 관련 소프트웨어 역시 매우 높은 기술수준 • SW 플랫폼을 장악하여 막강한 경쟁우위 • 기업의 제품과 기술 확보 활동이 우수하고 정부에서도 다양한 선도 기술개발 지원활동에 참여. 항공기 부품 등에 활용하고 있으며, 특히 SW분야에 강점 보유 • 소재, 소프트웨어, 장비 등 전 분야에서 혁신적인 성과를 계속 창출 • 종래 절삭가공에 활용되는 CAD/CAM 분야 우수한 SW를 보유하고 있을 뿐만 아니라 최근 M&A를 통해 적층제조 SW 확보에 적극적 • 항공/우주 등의 극한기술 분야에 응용 시작

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 손기술이 탁월하여 응용 기술을 빠르게 습득 • 세계 1위 반도체 기술을 바탕으로 강점 사항을 3D프린팅 접목 가능 • 제조 강국으로 3D프린팅 기반 제조 기술로 전파 가능(인력 및 인프라 등) • 해외의 중요 소프트웨어를 운영하고 있어 우수한 인적 인프라를 보유. 관련 모듈의 개발 등이 일부 이루어지고 있음 • 식약처의 가이드라인 발표나 3차원프린팅산업법 등을 통해 응용분야의 확대적용에 긍정적 신호와 함께 다수의 소프트웨어 사업자 개발참여 • 정부차원의 R&D가 3D프린팅에 집중되어 지속적인 연구개발 환경이 조성됨 • 의료분야와 국방 분야의 잠재시장 노출로 성장 동력 마련됨. 특히 정형용 임플란트와 치과보철 분야에서는 소프트웨어에서도 선도그룹으로 리드할 수 있는 잠재력이 매우 높음 • 의료분야 임상 적용에서는 세계적인 수준에 도달해 있고, 인프라도 나쁘지 않음 • PBF 방식은 기술격차가 있는 것으로 보이나 임플란트 분야는 의료 분야의 데이터가 독립성이 있으므로 시장 유지 가능 • DED 방식은 금형, 국방시장에서 기술 및 시장 우위를 확보해 독자적 생존 가능	• SW(과기부), 장비, 소재(산업부) 등 소관부처가 달라 기술 융합 어려움 • 중국에 비해 높은 규제로 중국에도 밀리는 양상 • 산업생태계는 다소 미흡 • 오픈소스나 해외 기술에 관련 기술 의존 • 중국산 저가 프린터의 확산과 고가의 해외 제품의 중간에 끼여 어려움을 겪고 있고 신규 특허나 기술 확보도 다소 미흡 • 3D프린팅 관련 소프트웨어 연구 인력이 매우 취약 (대부분 VR, 게임분야로 진출) • 산업계 캐드파일과 3D프린팅용 파일의 통합추진 절실 • 금속 3D프린팅의 모니터링 소프트웨어와 구조해석 소프트웨어의 필요성이 매우 시급하나 수요기업 간 매칭부족 • 원천 기술이 없고, 민간 투자 취약 • 항공, 발전 분야에 독자적 시장 형성이 어려움 • 상위 및 후발그룹 대비 소재, 장비 및 설계분야의 원천기술수준 격차가 매우 큼 • 프린팅 장비를 거의 수입에 의존함에 따라 관심분야가 응용분야에 치우침 • SW 경쟁력은 거의 없음 응용기술력과 인력수준은 우수하나 인프라가 너무 미약하여 국내 SW 개발업체 전무

국가	강점분야	기타
	• 응용 산업군(의료, 일반기계 등)의 높은 기술수준으로 인해 3D프린팅 기술의 응용 시 상대적 접근이 용이함 • 최근 상용화 장비 출시 추세가 가속화됨에 따라 3D프린팅 관련 S/W 및 원천기술 수준향상에 대한 관심도 대폭 증대	• 몇 기업에서 응용 SW 개발과 제품개발에 앞서나 응용 기술의 확산에 어려움
중국	• 풍부한 재원으로 해외 공동 R&D 적극 추진 • 자체 3D프린팅 장비 개발, 적용, 테스트를 통한 공정 노하우 축적 강점, SW로 기술 축적 가능성 큼 • 3D프린팅으로 제조된 제품 적용에 대한 규제가 현저히 적어 적극적 활용, 테스트 • 선진기술을 모방한 공정장비 및 운영 소프트웨어가 공격적으로 개발됨 • 저가 제품의 확산을 바탕으로 시장을 확대하였고 이를 기반을 둔 기초연구와 응용 제품에 활발한 활동 • 정부주도의 자금투자로 연구개발 가속화와 다양한 분야에 대해 고른 연구개발 진행 • 우주/항공분야에 3D프린팅 연구개발 강화 • 국방수요의 연구개발 지원확대 • 건축분야의 빠른 상용화 추진경향 • 의료분야 규제수준에 따라 폭넓은 레퍼런스 축적 중 • 인프라는 정부 주도로 재편할 의지가 강함, 따라서 SW 업체의 육성 및 인프라 개선은 급상승할 예상 • 정부 및 민간의 투자가 활발하고, 해외이전 및 자체 성장 인력이 우수 • 정부차원에서 막대한 자금력과 기술지원이 이루어지고 있으며 무엇보다 커다란 내수시장이 있어 성장의 잠재력이 높음 • 장비 및 소재 분야의 양적 성장을 바탕으로 설계 및 활용가능 S/W의 기반이 되는 원천연구, 특허출원 추세가 급가속화 • 실용화 사례 접목의 용이성 확보	• 주도 세력 형성 전으로 아직 혼전 양상, 중복 투자 많음 • 많은 기술들이 선진 기술을 보유한 국가들의 지적재산권을 침해할 소지 있음 • 기술적 신뢰성이 아직 부족 • 기초 기술이 부족하나 막대한 시장으로 성장이 예상됨 • 실제 실용화와 연계되는 연구개발 내용이 상대적으로 적음 • 중국 내부경쟁 심화로 인한 기술 공동화 현상 발생 우려 높음 • 기술력 및 인력 수준은 보통이하(미흡)이나 현재 빠른 성장세를 보임
일본	• 기존 CAM 시장 확보 • CAM 기반 Hybrid 장비 응용 • FANUC사 같은 로봇 컨트롤러 SW 강한 기업 존재 • 한 우물만 파는 기업 문화에 따른 노하우 축적	• 기존 강점인 절삭가공 측면에 주력 양상 (이 때문에 Hybrid 장비에 주력함) • 뚜렷한 적용분야를 보이고 있지 않음 • 소형 3D 프린팅 및 소프트웨어 분야는 해외 대비 취약하여 대부분 외산제품이 강세

국가	강점분야	기타
	• 정밀가공, 미세공정 등 기초연구 기술 • 하드웨어 구동을 위한 제어기술 및 관련 소프트웨어 기술 우수 • 뿌리산업에 집중되어 있음 • 주물사 3D프린팅에 대한 정부지원 강화 • 최근 금속3D프린팅의 기술개발 상승세 • 프린팅제조 서비스의 인프라가 잘 구축되어 나가도록 정부지원 • 자국의 SW경쟁력을 강화하기 위해 자체 개발한 SW 활용을 위주로 성장 • 소재분야에 집중 • 기존 가공기 분야 기업을 중심으로 인력 및 기술력 확보 • 금속재료 분야의 원천기술 보유국으로 이를 기반으로 한 금속 3D프린팅 분야에서의 기술수준 향상이 지속 • 기존 가공/적층 공정을 겸한 장비 및 S/W기술 수준은 독보적	• 금속 복합형 3D프린터 외 경쟁력 취약으로 생태계가 약함 • 확실한 시장이 보이질 않아 추진력 부족 • 기존 제조기술에 대한 신뢰도가 높음에 따라 신적층 기술에 대한 관심도가 상대적으로 낮음 • 인프라는 우수하지 못함 • 초기 기술선도를 유지하지 못하고 있으나 지속적인 투자와 개발 중 • 정부 주도로 연구 진행 중, 기초 기술이 우수하여 발전에 잠재력은 있으나 확고한 개발 로드맵은 보이지 않음
EU	• 금속 3D프린팅 세계 3대 기업 보유 • 3D프린팅 고급 소재 기업 보유 • 스마트팩토리 주도국으로 3D프린팅 설비 적극적 도입 • 독일 등 전통제조 강국으로 우수한 인력과 인프라 보유 • 장비, 소재, SW 개발 기업이 모두 EU 내에 있어 능동적 협업, 개발 강점 • Powder Bed Fusion 공정기술과 관련한 원천기술 및 이에 따른 소프트웨어에 높은 기술력 보유 • CAD 관련기술 다수 보유 • 미국과 마찬가지로 항공분야를 비롯하여 의료분야에서 특히 정형용 임플란트 연구부분의 선행기술이 광범위하게 연구 • 벨기에 Materialise와 덴마크 3Shape과 같은 전통적인 소프트웨어 기업의 독주가 시장을 리딩, 소재기술을 선점하기 위한 인수합병 다수 • 자동차, 정밀기계부품 등에 특화하여 SW 경쟁력 강화 • 독일, 벨기에, 프랑스, 스페인 등을 중심으로 민간 기업이 우수한 기술력 보유	• Materialise 사 등이 현 수준에 안주하는 양상으로 상황 대처 유연성 떨어짐 • 금속 이외의 재료에 대한 공정기술 및 관련 소프트웨어는 선도 기술을 많이 보유하고 있지 않음 • 최근 대규모 투자 감소 추세 • 현장적용을 위한 시장이 작음 • 기존 상승세 대비 연구개발(논문, 특허) 상승세 다소 하락 • 최근 응용시장군의 특정화, 편협화 추세가 일부 진행됨(발전, 항공등) • 다수의 제품과 SW의 개발이 이루어지고 있으며 관련 EU 프로젝트가 진행되고 있으나 일부 국가를 제외하고는 관련기술에 다소 뒤쳐짐

국가	강점분야	기타
	• PBF 방식은 유럽 특히 독일을 중심으로 여러 프린터 회사들이 있었고 그중 아켐사는 전자빔을 사용하여 진공환경에서 사용가능한 장비를 개발하여 의료분야에 많이 사용되며 산소와 반응을 잘하는 티타늄을 효과적으로 프린팅 중 • Materialise사는 특이하게 프린터를 직접 개발하지 않지만 S/W를 기반으로 많은 장비회사와 연합체를 구축하여 공정 플랫폼을 구축 • 소재, 장비, 특화설계 등의 모든 분야에서 원천 및 실용화 기술 보유 • 우수한 원천기술 보유 기반을 토대로 신규 응용 사례를 확충 • 3D프린팅 분야 S/W 시장을 독과점 형태로 점유	
미국	• SW 기술자 인정받는 문화와 인력 확보 • Autodesk 같은 적극적 기술 인수 기업 • GE 대기업 주도성 강한 저변 및 인프라 • CAE(시뮬레이션) 기초기술 강국 • 3D시스템즈 사 같은 장비, SW를 함께 개발하는 우수 기업 보유 • 메이커스 운동 국가 전반 확산 강점에 젊은 계층 제조 친숙도 강점 • 현재 대부분의 관련 원천기술을 보유 • 정부주도의 관련 기술개발 활발 • 혁신적인 아이디어의 도입이 자유로움 • 기업들의 지속적인 투자를 통해 신규 제품과 기술을 확보하고 있으며, 다양한 응용 제품을 선보여 선도국으로서의 입지를 보임. 특히 SW, 스마트 부품의 프린팅, 건축 등에서 선도적인 기술 확보 • 미국기반의 3D프린터 선도 기업들이 용용분야와 연구개발 환경조성에 큰 역할 • 항공산업과 의료산업에서 규제에서 명확한 가이드라인이 있어 성장인프라가 충분 혁신적인 R&D풍토로 인해 신공정기술 등에 대한 원천기술연구 다수 • 인프라 최상, 기술 및 인력 최상 등 이미 SW 플랫폼 생태계를 장악하여 관련 산업 장악 • 우주항공, 자동차 등 전 분야에서 우수한 연구 역량을 보유하고 있고, 민간 기업 중심으로 기술력 및 인프라 확보 우수	• 제조 강국 유지 가능성 큼 • 기존 공정이 아닌 새로운 공정기술의 개발 및 관련 소프트웨어에 대한 연구 중 • 중국에 비해 장비의 가격 경쟁력 취약 • 현재는 기술 격차가 다소 있으나 양산에 대한 노하우 축적으로 기술 선도 예상 • 원천기술 수준 성장세는 다소 하락하고 있는 추세 • 고품질/저가 장비 및 소재기술을 보유하고 있는 중국의 추격 가속화

국가	강점분야	기타
	• GE가 콘셉트레이저와 아켐을 인수하고 자사의 항공분야 부품을 생산하면서 노하우를 축적하여 고가의 부품 생산서비스를 부분적으로 시도. 이러한 다양한 생산 경험을 바탕으로 공정에 대한 노하우를 축적 • EU 다음 수준으로 장비, 소재 분야의 원천 및 실용화 기술 보유 • 다양한 응용제조기술을 보유하고 이를 시장에 적용하는 체계가 가장 우수함 • 제조기술 분야의 원천연구 기반을 바탕으로 3D 프린팅 분야에 대한 연구개발 접목이 가장 용이함	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	4위	2위	4위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 3D프린팅은 융합기술이므로 소재, 장비, 소프트웨어를 보유하고 있는 정부출연 연구기관과 기업과의 기술수요매칭을 위한 노력 절실. 정부과제도 도움이 되겠지만 현재의 방식으로는 수요매칭의 최적화가 어려움 • 소재/장비/공정 등의 주요 연구기관, 기업들 간의 협업구조, 공식 교류회 마련 및 실용화 추진 가속화를 위한 산업 생태계 조성 (규제개선과 연계) • 국내 하드웨어 개발업체와 소프트웨어 개발업체의 지속적인 협력관계 • 깃허브 등 오픈 3D프린팅 SW의 플랫폼에 국내 인력이 활발히 활동하고 저변확대를 적극적으로 할 수 있도록 관련 사용자 커뮤니티를 육성하는 사업 추진 • 개발 제품에 대한 교류회나 장비/소재/SW 기업이나 기관의 협업을 위한 기회 제공, 특히 여러 응용에 같이 협업 가능한 정부지원 프로그램 개발 • 3D프린팅 인프라를 보유한 기관 간 정보 공유 • 지원기관이 전문기관 중심으로 3D프린팅 산업 육성 전략 추진 • 장비·소재·SW 등 요소 기술뿐만 아니라 공정·후처리 등 실용 기술까지 복합적으로 융합이 필요하나 기술별 산업 영역이 다른 관계로 융합이 되지 않음. 따라서 이종 산업간 융합할 수 있는 정책적 유인책 필요 • 현재 3D 프린팅 상용화가 가능한 부분, 금형, 임플란트 분야에 사용자 협의회 활성화
국제협력 촉진	• 해외의 기술수준이 높은 강소기업들이 빠르게 인수합병을 통해 기술 장벽 형성. 빠른 시간 내에 정부차원에서의 해외 전문기업이나 연구기관들과의 협력의 장 마련 필요 • 기술 선도 그룹과의 정책적 교류체계 마련 • 해외 기술 도입 및 활용에 대한 시스템 마련

	정책제언
	• EU R&D 프로젝트의 공동 참여 기회를 지속적으로 확보하도록 사업기획 지원 • 기존 제조 산업과 같이 외산 설비 일색으로 전락할 우려가 있어 국내 기술 축적과 협력 촉진을 통해 구심점을 갖춘 상황 후 국제 협력을 통해 시너지 도모 • 항공, 우주 분야는 특수 분야에 속함에 따라 3D 부품 제작 시 공정개발을 프린터 제작업체와 공동으로 수행할 필요성이 높음. 산학연이 함께 제품 공정개발 및 국제협력에 공동으로 대처 필요 • 상대적으로 협력이 용이한 유럽 및 중국과의 협력을 추진하되 특히 시장을 보유한 중국과 적극적인 협력사업 추진
인력양성 및 유치	• 인력이 취업하거나 참여할 인프라 구축을 우선적으로 추진 • 대학 및 연구기관 연계한 인력 양성 체계 마련 • 주요 기술 분야별 인력양성 • 3D 프린팅 HW에 대한 높은 이해도를 가진 소프트웨어 인력 매우 부족 • 신규 인력양성을 위해 정부 주도의 인력양성 사업을 하지 말고 SW 창업 지원을 늘리는 정책 추진 • 전반적으로 장비 개발에 비해 SW개발 인력이 부족하고 관련 인력을 우대하는 정책 필요. ITRC나 기타 노동부/산업부/교육부 인력양성에 관련 프로그램 확충 필요 • 설계 인력, 프린팅 운용 인력 양성 • 3D프린팅, 즉 적층제조는 이전 제조기술(절삭가공, 주조 등)과 다른 새로운 특징 존재. 반면 이러한 기술적 특징을 이해하고 실행할 수 있는 인력은 부족. 기존 제조 산업 인력마저 3D 기피로 인해 노화, 축소되는 상황으로 인력난은 더욱 심화됨. 향후 3D프린팅 제조 기술이 주요기술로 자리 잡았을 때 제조 산업을 이끌고 나갈 인력양성 필요 • 단순히 3D 프린팅 사용법을 교육이 아니라 DfAM을 기반으로 획기적인 제품 성능 향상을 위한 교육 실시
인프라 구축	• 연구를 위해서 추가적으로 여기저기에 중복투자가 이뤄지는 부분은 해외기업들의 마케팅에 도움만 줄 뿐 국내 산업을 취약하게 하는 부분. 현 상태에서 인프라는 이미 이렇게 구축된 인프라를 어떻게 잘 활용할 수 있도록 시스템을 만드느냐가 중요 • 기존 인프라 현황에 대한 관리 단일화 • 신규 구축 장비에 대한 성능 사양 상향 • 국내 개발 소프트웨어를 촉진하고 이를 적극적으로 활용할 수 있도록 유도 • 신규 인프라 구축은 지양하는 것이 좋으나 국내 개발제품에 대한 사용자 평가나 사용자가 같이 참여하여 제품을 공동으로 개발하는 방식의 오픈형태의 연구실 구축사업을 기존 프로그램에 추가 가능 • 정보 공유 시스템 등의 추진 및 국내 장비 BMT 인프라 구축 • 3D프린팅은 융합 기술이면서 '설계 재현성'이라는 기술적 난제에 직면. 기술적 융합과 난제를 해결하기 위해 각 분야 전문가들이 모여 함께 작업할 공간이 필요. 향후 인프라 구축은 기자재 확보보다는 협업과 기술 축적을 초점으로 진행 • 3D 프린팅 인프라 구축을 확대 실시하고 일반인도 함께 사용하는 환경을 만들어 교류 촉진
법·제도 개선	• 의료분야에서는 생각보다 빠르게 식약처의 가이드라인도 정비되고 있고 국제표준 ISO에서도 한국 비중과 역할이 크므로 현 상태 유지해야함 • 3D프린팅 관련 제반 사안들의 실제 산업현장에 진입을 위한 규제 개선 • 3D프린팅 기반 제조품들의 주요 응용산업분야별 사용 규제 개선

	정책제언
	• 국산 소프트웨어의 개발 및 사용을 촉진하기 위한 제도적 장치 • 대기업 주도의 새로운 국산 SW 개발 지원과 함께 구매조건부 지원 사업을 병행하고 이를 오픈소스 커뮤니티에서 활성화 시도, 해당 정부 사업에서 컴퓨터 구매에 대한 제약조건 완화 • 고가의 외산 장비와 저가의 중국산 장비로 인한 국내 시장이 혼탁한 상태이므로 정부지원 교육용 보급 사업이나 시제품 제작용 기반구축 사업 등에 국산 제품의 활용 장려 • 의료·항공·국방 등 기존 산업에서 인증이 까다로운 산업들은 새로운 기술 적용에 보수적. 이는 실무자보다는 법·제도에 강한 규제에 기인한 측면이 큼. 경쟁국 중국은 3D프린팅 제조기술 적용과 평가를 보다 자유롭게 수행하여 빠른 기술 축적 중. 안전이 보장된 선에서 규제 축소를 통해 신규 기술 도입에 적극적인 분위기 조성 필요 • 임플란트 분야에 규제완화
연구비 확대	• 3D프린팅은 이제 새로운 기술을 만들어가는 불확실성이 큰 고위험 고수익형 기술로 역량 있는 기업이 3D기술에 정진할 수 있도록 지속적인 연구비 지원 필요 • 3D프린팅 분야 원천기술 R&D 연구비 배정 확대 • 원천기술 R&D 종료 후 실용화 개발 연계 등 단계적 연구비 지원 체계 • 관련 석박사급 인력의 양성 및 연구개발을 위해서는 연구비 확대가 절실 • 중소 전문 기업의 SW 개발 지원 사업 지양. 대기업과 연계 가능한 대형 사업으로 신규 사업 기획 필요 • 사용자 편의성, 활용성 증대를 위한 사용자 참여형 연구개발 사업 확대 • 응용(실증) 분야 대규모 연구비 투입 • 현재 3D프린팅 기술은 '설계 재현성'이라는 기술적 이슈를 두고 전 세계적으로 경쟁 중. 반면 국내는 3D프린팅 기술이 완숙되었다는 판단에 연구비 축소. 우리나라의 제조 강국 위상을 유지하려면 적극적인 연구개발 필요. 연구비 확대를 통해 설계 재현성 관련 핵심 기술을 우선적으로 확보하는 정책 필요 • 우주발사체 부품 경우에 3D 프린팅 제품은 자체 인증만으로 적용이 가능. 이 분야가 의외로 초기 진입장벽이 높지는 않으므로 연구비만 충분히 주어지면 좋은 성과를 낼 수 있는 분야이며, 실제로 외국에서도 적용사례가 많아지고 있음 • 중복을 용인해서라도 3D 프린팅 활용 가능성 분야에 연구비 지원
기타 의견	• 3D프린팅을 적용할 응용분야를 찾는 것도 체계적으로 준비 필요. 이미 나올만한 응용분야는 다 조사되었기 때문에 더 넓게 보다는 깊이 있게 연구하는 수직형 비즈니스 모델 개발이 정책적으로 필요. 여러 연구에서 해결하지 못하는 난제들을 기관들이 통합해서 3D프린터를 기반으로 한 솔루션을 찾는다면 산업에 큰 보탬이 되고 독자적인 기술을 확보 가능. 이러한 연구모임 등을 조직하여 사례연구 및 연구아이템을 찾는 일에 체계적인 접근 필요 • 개발되는 기술에 대한 교류회나 성과 발표회 등의 확산을 위한 노력. 기존 다수의 전시회와 강연 등이 있기는 하지만 정부의 전략과 육성계획 발표를 포함한 기술/성과 발표회도 산업체와 관련 연구자의 참여와 관심도를 높일 것 • 데이터 축적이 중요하므로 실증 사업 추진 필요 • 프린팅 자체가 다른 기술과 연계되어야 완제품이 되므로 융합형 인력양성(예; 3D프린팅+IoT) 필요 • 프린터보다 중요한 것은 설계 능력이므로 설계 능력을 확보한 지원 기관 운영

다 주요 분석 결과 요약

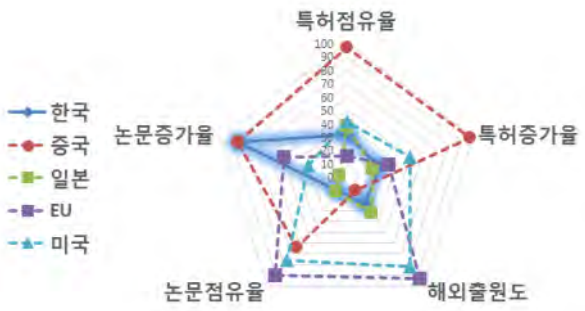
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	기계·제조	54,560	44,321	65.7%	102.7%
해당 중점과학 기술명	3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술	10,233	6,125	94.2%	123.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

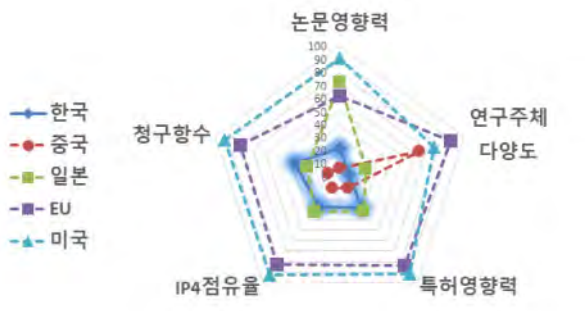
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	37.2%	44.2%	12.4	9.6
한국	5위	4위	4위	4위
	4.2%	14.3%	6.2	4.7
5개국 평균[2]	-	-	8.9	8.4

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

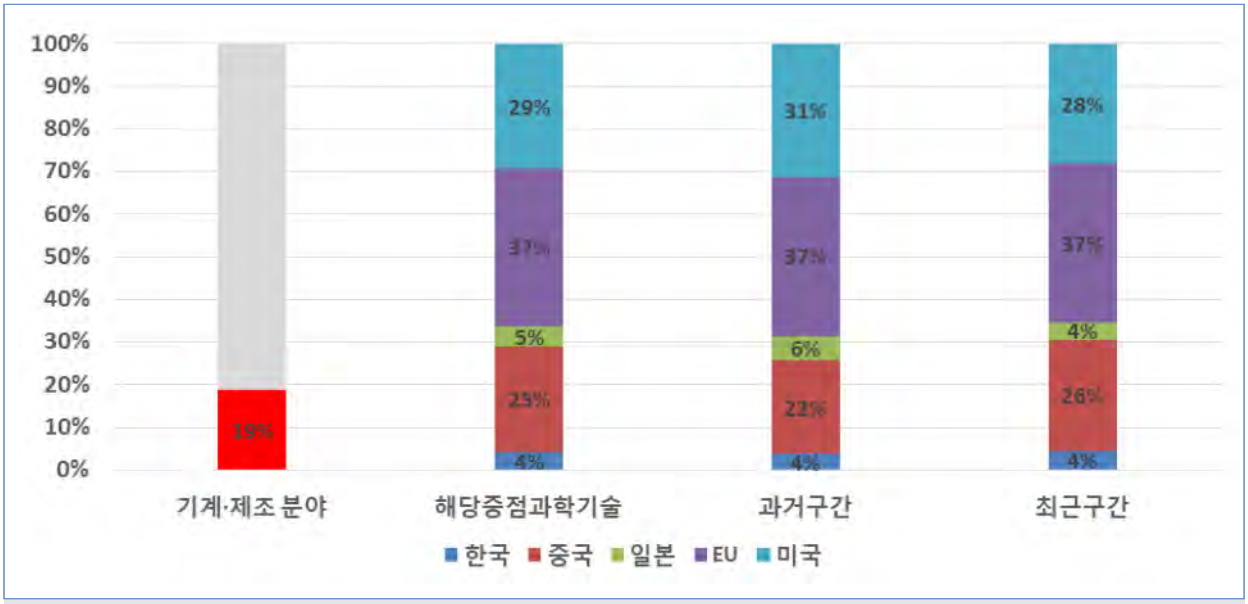
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(6.2)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(37.2%), 미국(29.2%), 중국(24.6%), 일본(4.7%), 한국(4.2%) 순이며, 논문 증가율은 한국(131.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(12.4), 일본(10.2), EU(9.4), 한국(6.2), 중국(4.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.3%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(4.7)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(44.2%), 미국(17.4%), 일본(16.5%), 한국(14.3%), EU(7.6%) 순이며, 특허 증가율은 중국(545.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.6), EU(8.7), 일본(4.9), 한국(4.7), 중국(2.9) 순이며, IP4 점유율은 미국(22.1%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.2%	24.6%	4.7%	37.2%	29.2%
	논문 증가율	131.3%	130.8%	38.1%	93.3%	75.6%
	논문 영향력	6.2	4.2	10.2	9.4	12.4
	연구주체 다양도	0.77	0.91	0.82	0.98	0.93
특허 분석	특허 점유율	14.3%	44.2%	16.5%	7.6%	17.4%
	특허 증가율	5.6%	545.7%	-34.0%	48.9%	143.4%
	해외출원도	1.0	0.2	1.4	4.5	3.6
	특허 영향력	4.7	2.9	4.9	8.7	9.6
	IP4점유율	6.3%	0.8%	7.4%	18.4%	22.1%
	청구항수	4.7	2.7	4.1	7.2	8.4

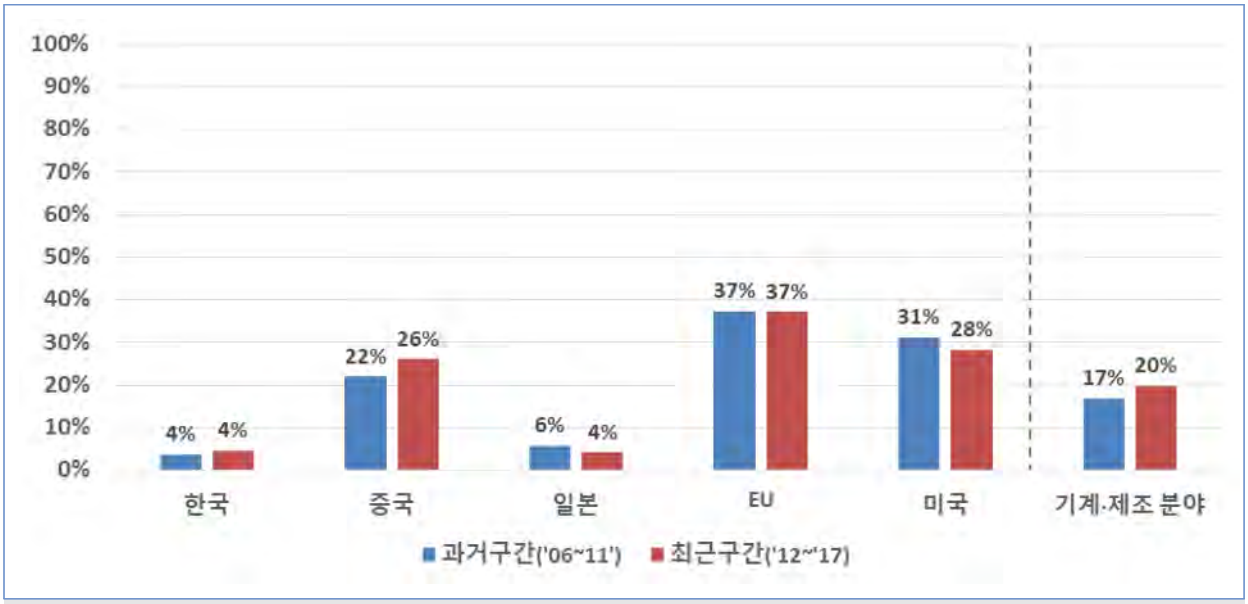
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3807건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술은 기계·제조 분야의 전체 논문 중에서 19%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

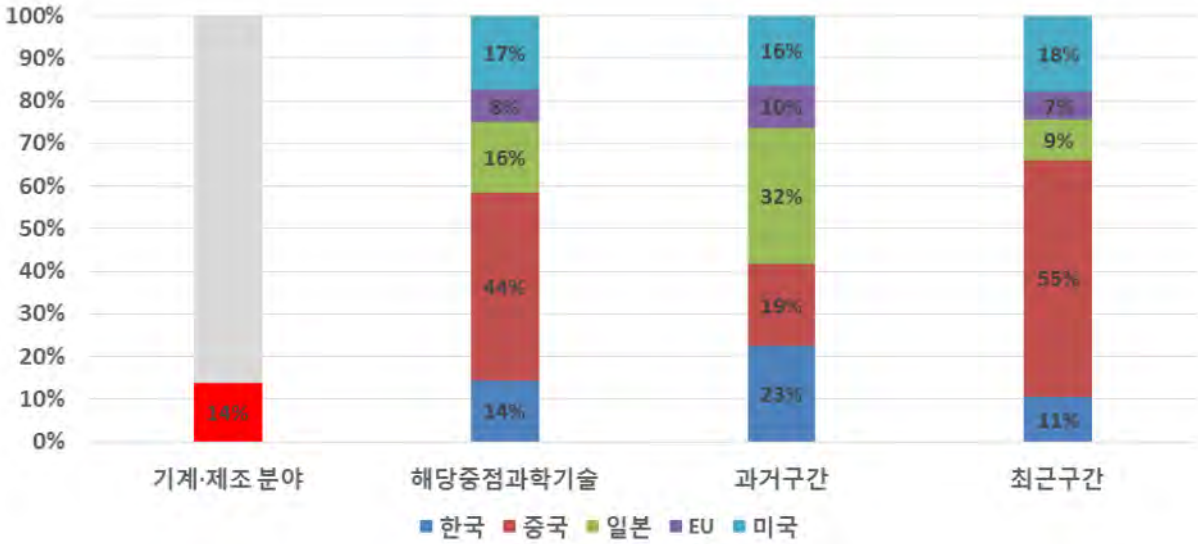


● 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 131.3%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	131	303	434	131.3%
중국	762	1,759	2,521	130.8%
일본	202	279	481	38.1%
EU	1,298	2,509	3,807	93.3%
미국	1,085	1,905	2,990	75.6%
전체	3,478	6,755	10,233	94.2%

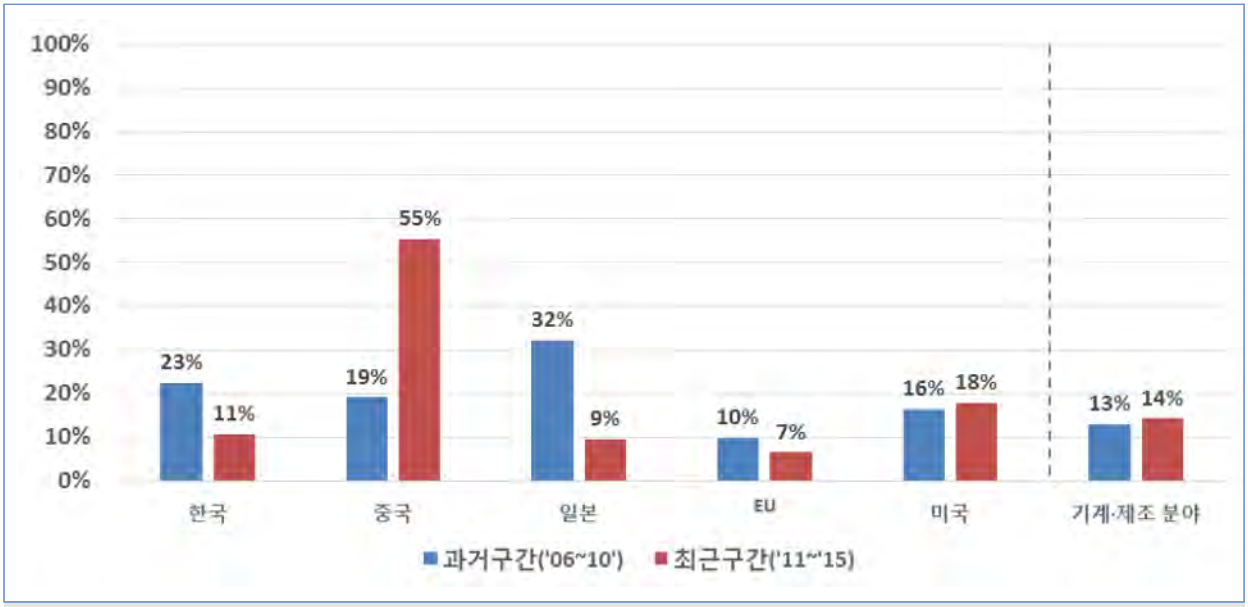
(4) 특허 점유율(전체)



- 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2707건으로 전체 특허의 44%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술은 기계·제조 분야의 전체 특허 중에서 14%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



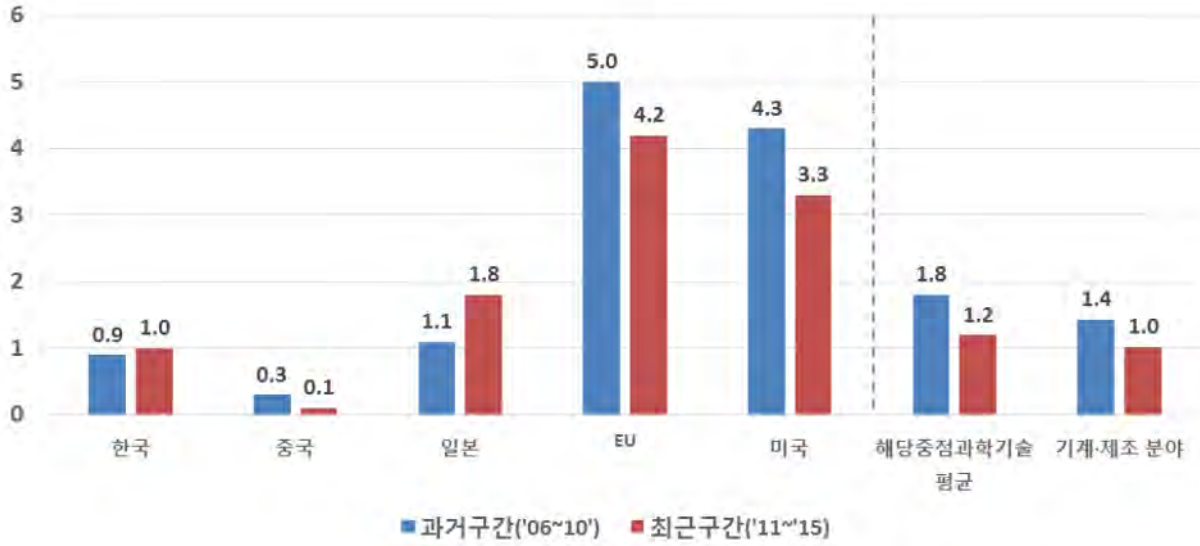
- 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 5.6%이고, 한국은 과거구간에 2위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	427	451	878	5.6%
중국	363	2,344	2,707	545.7%
일본	608	401	1,009	-34.0%
EU	186	277	463	48.9%
미국	311	757	1,068	143.4%
전체	1,895	4,230	6,125	123.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

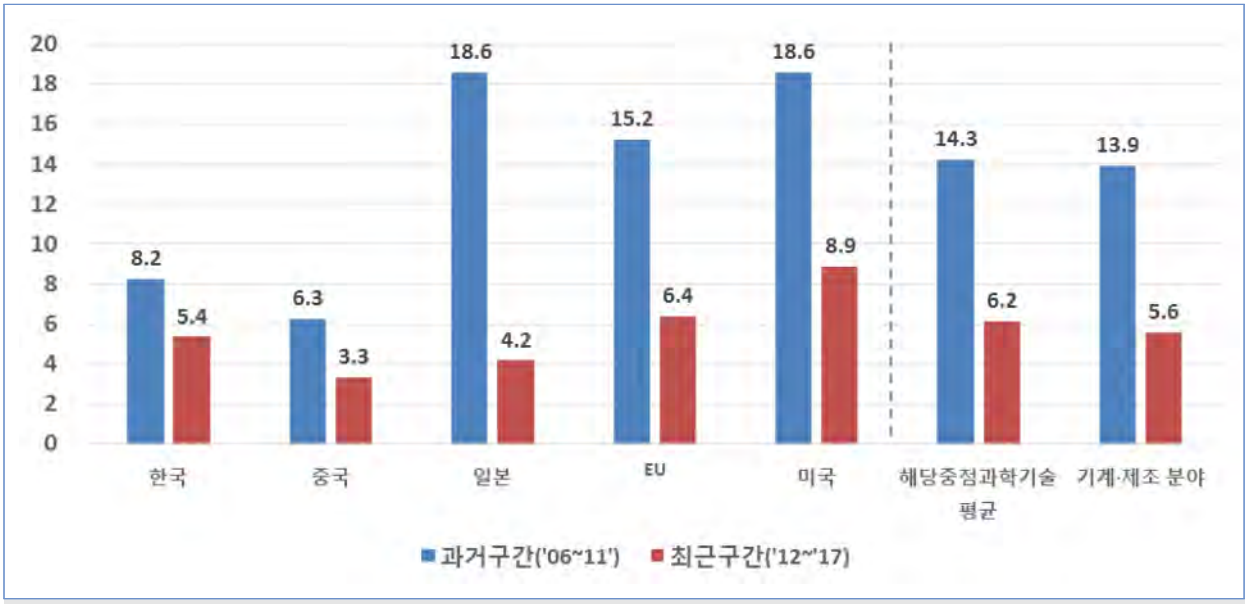


- 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

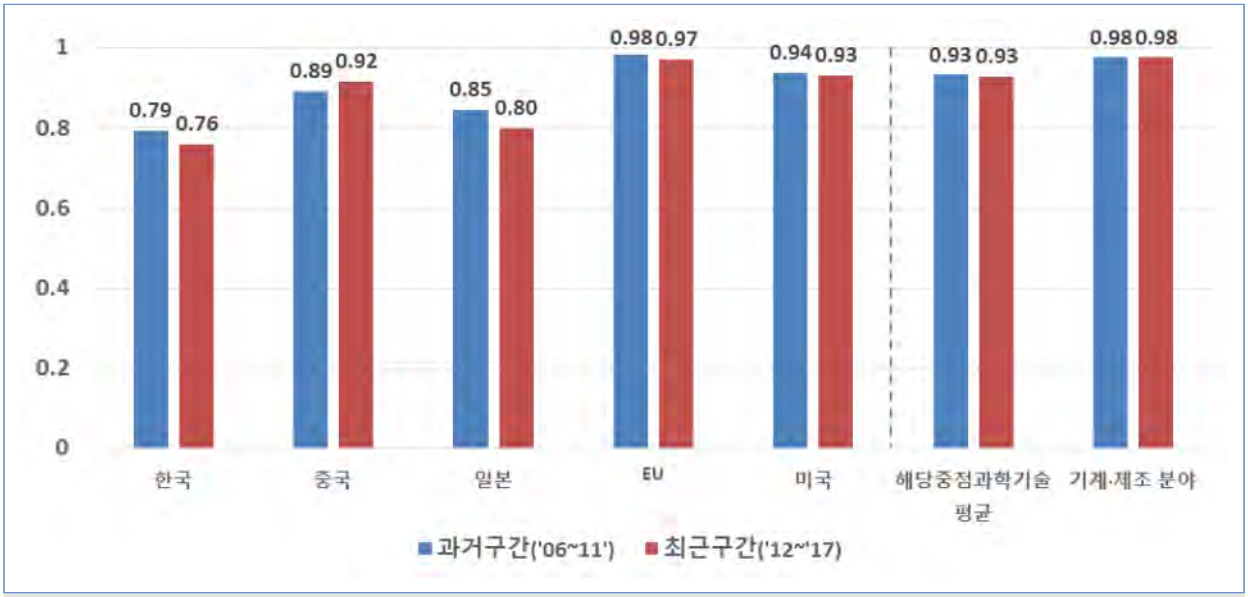
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



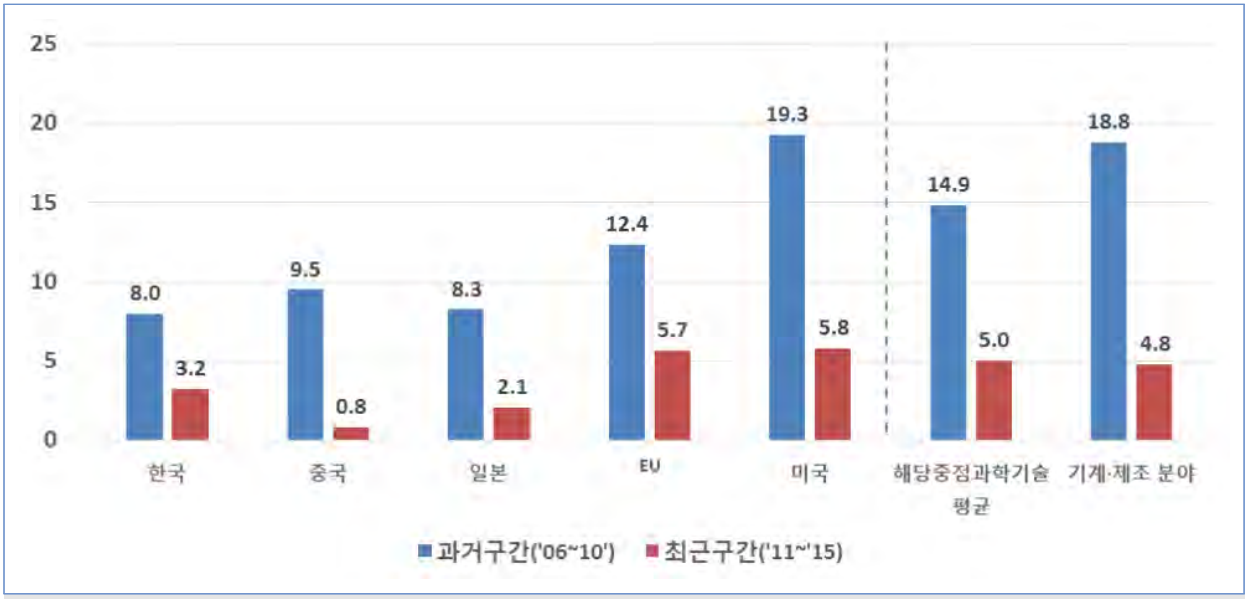
● 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



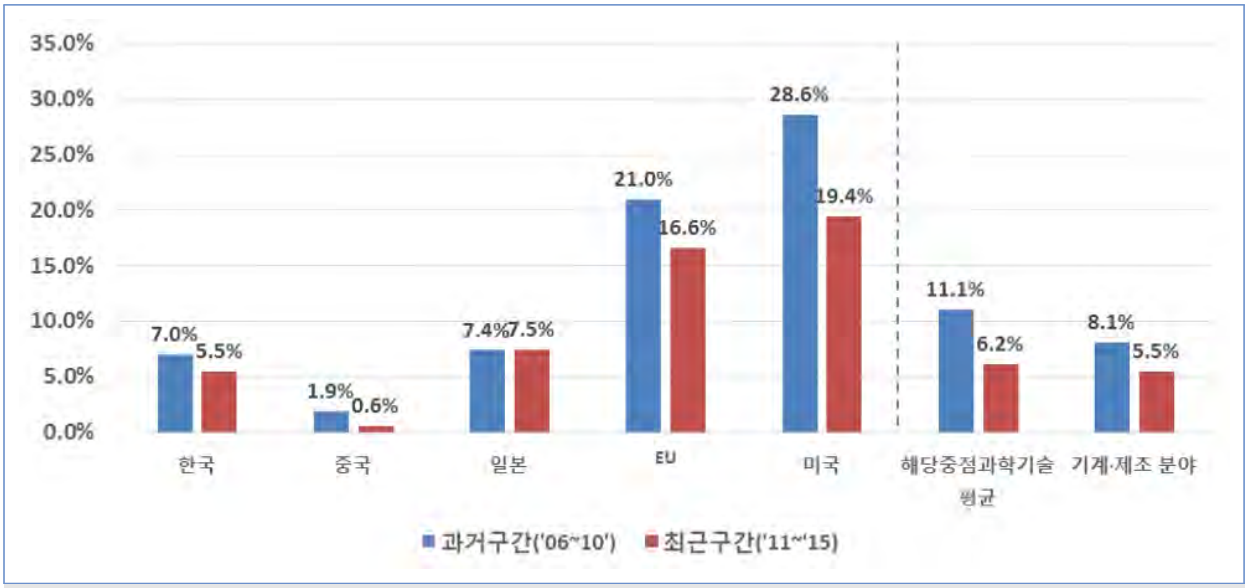
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



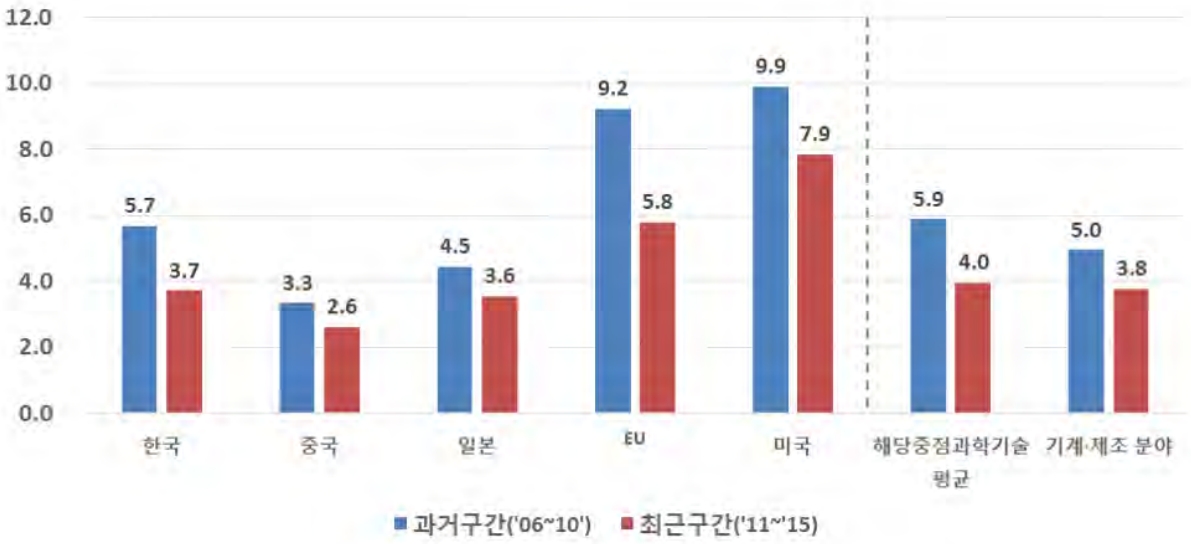
- 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

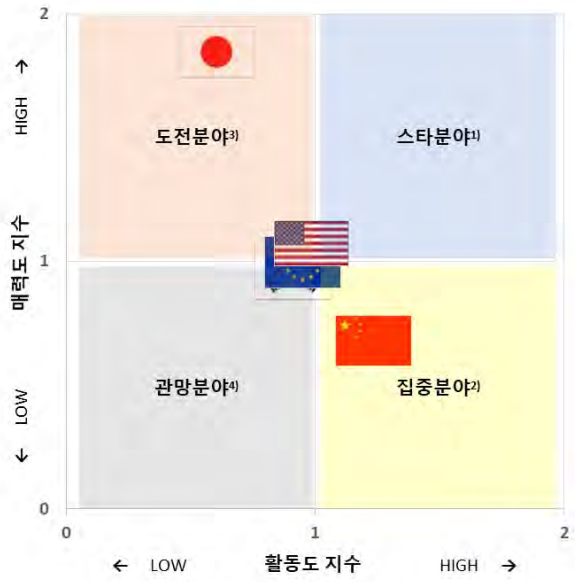
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

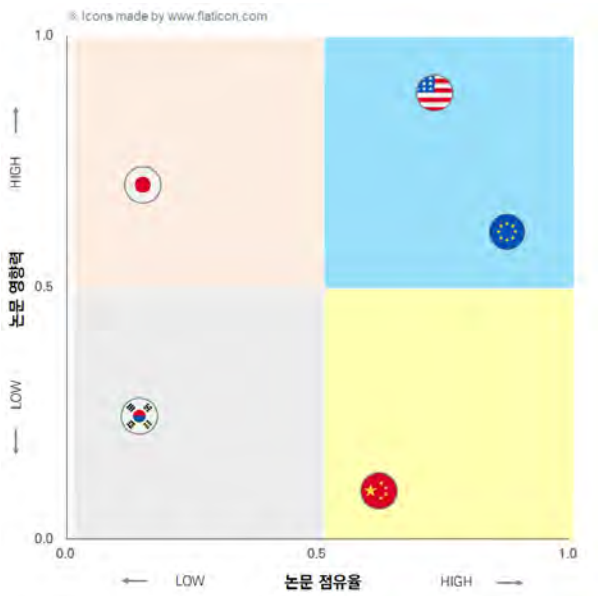
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

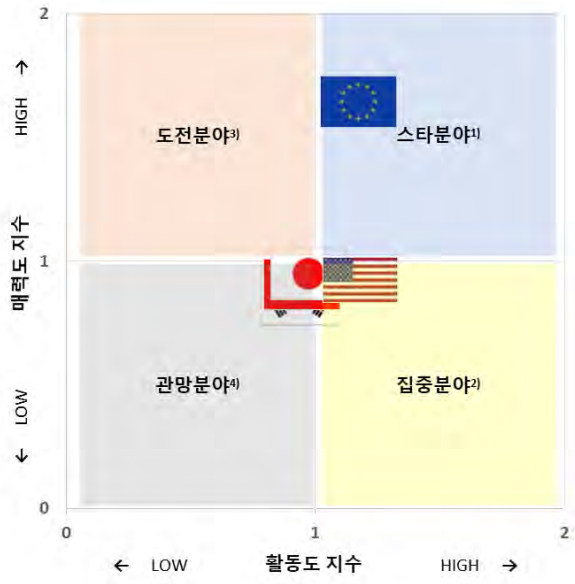


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

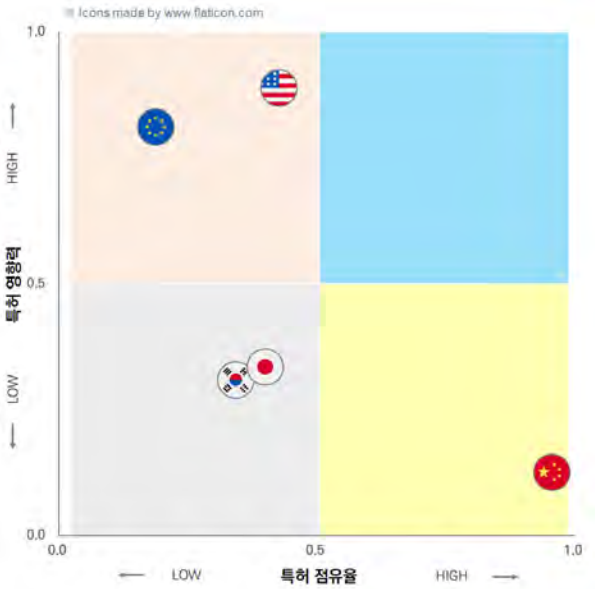
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 3D 프린팅 소프트웨어·활용 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TSINGHUA UNIVERSITY(0.71%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 '6.68%(글로벌 점유율은 0.28%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.90%	0.71%	14.71%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.34%	0.68%	118.18%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	2.22%	0.55%	129.41%
4	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	중국	1.98%	0.49%	157.14%
5	BEIHANG UNIVERSITY	중국	1.90%	0.47%	142.86%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.68%	0.28%	122.22%
2	POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (POSTECH)	3.92%	0.17%	1600.00%
3	HANYANG UNIVERSITY	3.69%	0.16%	120.00%
4	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.46%	0.15%	14.29%
5	INHA UNIVERSITY	2.53%	0.11%	350.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.90%	0.71%	14.71%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.22%	0.55%	129.41%
3	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	1.98%	0.49%	157.14%
4	BEIHANG UNIVERSITY	1.90%	0.47%	142.86%
5	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	1.86%	0.46%	93.75%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	6.44%	0.30%	-6.25%
2	KEIO UNIVERSITY	3.95%	0.19%	71.43%
3	YAMAGATA UNIVERSITY	3.53%	0.17%	1500.00%
4	OSAKA UNIVERSITY	3.53%	0.17%	12.50%
5	KYUSHU UNIVERSITY	3.12%	0.15%	550.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.92%	0.34%	18.75%
2	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.84%	0.31%	1400.00%
3	RWTH AACHEN UNIVERSITY	0.79%	0.29%	100.00%
4	LOUGHBOROUGH UNIVERSITY	0.66%	0.24%	216.67%
5	EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.66%	0.24%	157.14%

6 미국

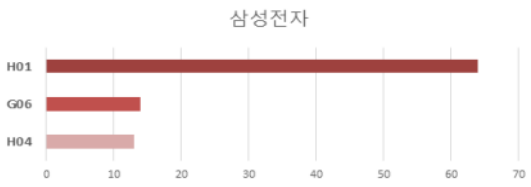
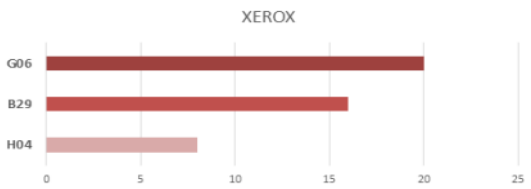
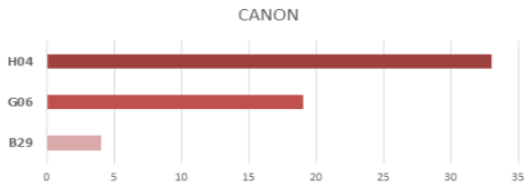
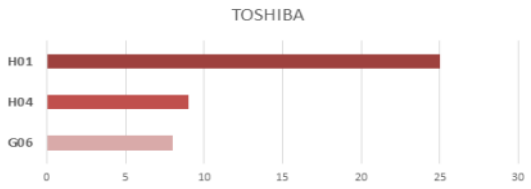
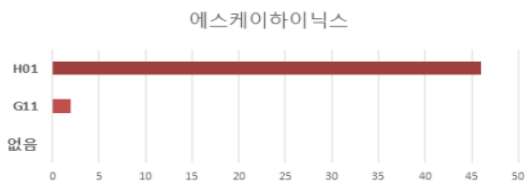
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.34%	0.68%	118.18%
2	PURDUE UNIVERSITY	1.34%	0.39%	244.44%
3	STANFORD UNIVERSITY	1.34%	0.39%	66.67%
4	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.24%	0.36%	211.11%
5	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.14%	0.33%	140.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '삼성전자(1.55%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '삼성전자'가 10.82%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '삼성전자'는 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

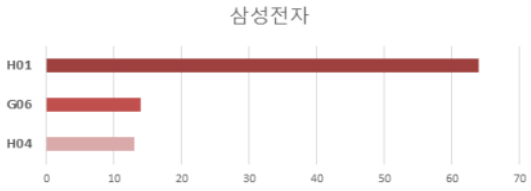
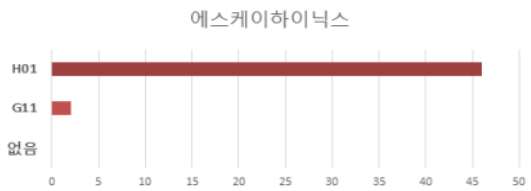
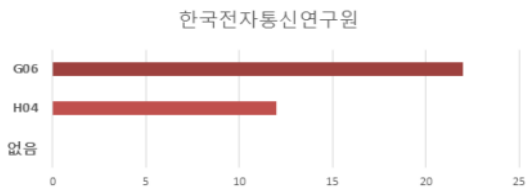
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	한국	10.82%	1.55%	-20.75%
2	XEROX	미국	6.93%	1.21%	152.38%
3	CANON	일본	6.94%	1.14%	-67.92%
4	TOSHIBA	일본	5.75%	0.95%	-88.46%
5	에스케이하이닉스	한국	5.47%	0.78%	66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H04	전기통신기술
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
4		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		-	-

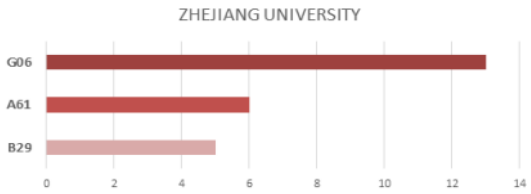
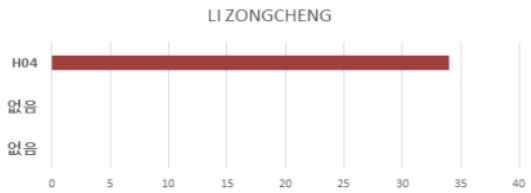
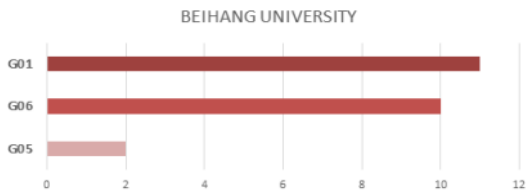
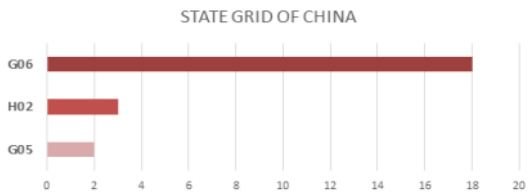
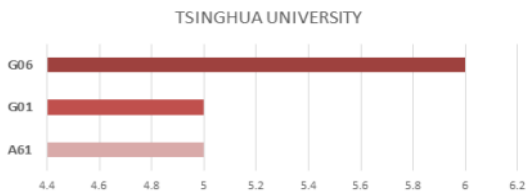
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	10.82%	1.55%	-20.75%
2	에스케이하이닉스	5.47%	0.78%	66.67%
3	한국전자통신연구원	3.87%	0.56%	-69.23%
4	케이티	2.05%	0.29%	-71.43%
5	에스케이플래닛	2.05%	0.29%	-61.54%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

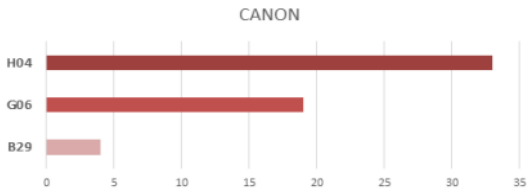
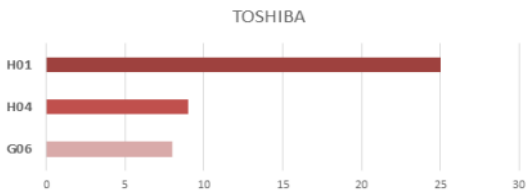
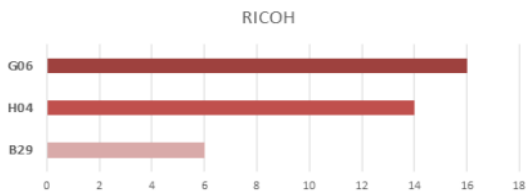
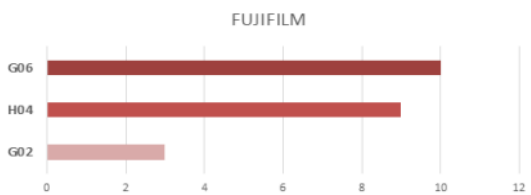
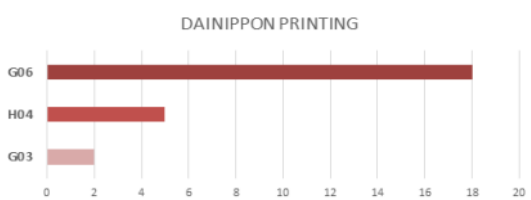
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.44%	0.64%	580.00%
2	LI ZONGCHENG	1.26%	0.56%	3300.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	1.26%	0.56%	177.78%
4	STATE GRID OF CHINA	1.07%	0.47%	2800.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	1.00%	0.44%	185.71%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
2		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
3		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학

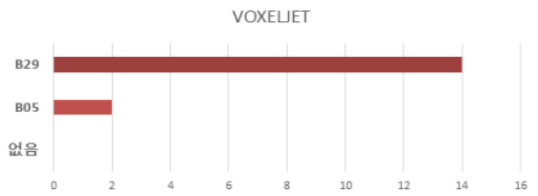
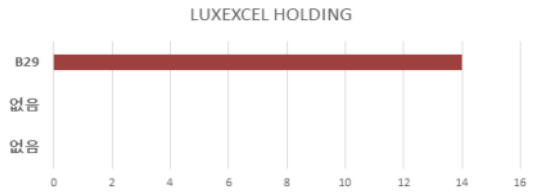
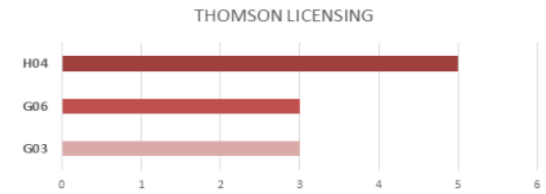
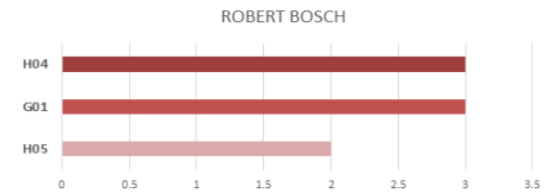
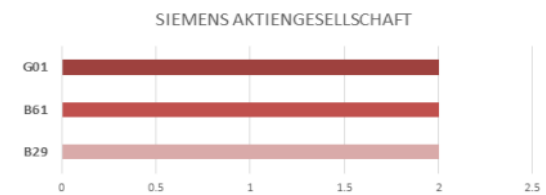
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CANON	6.94%	1.14%	-67.92%
2	TOSHIBA	5.75%	0.95%	-88.46%
3	RICOH	4.16%	0.69%	-38.46%
4	FUJIFILM	3.27%	0.54%	-26.32%
5	DAINIPPON PRINTING	3.27%	0.54%	-42.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
2		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G02	광학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)

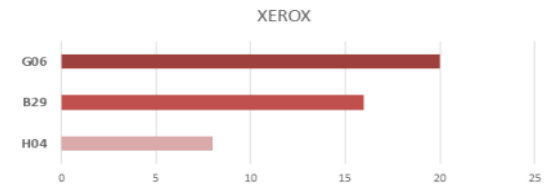
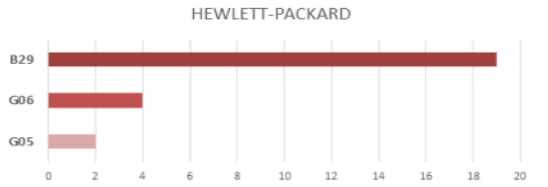
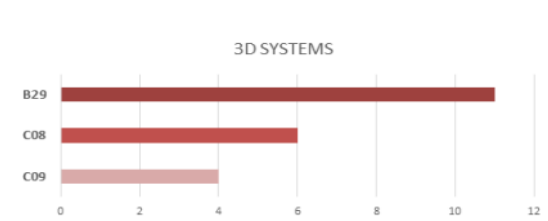
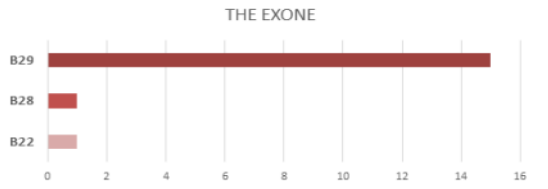
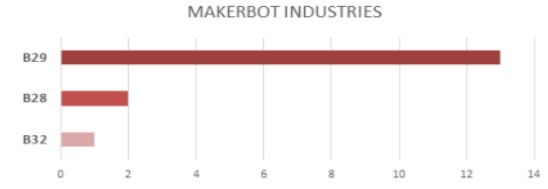
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	VOXELJET	3.46%	0.26%	600.00%
2	LUXEXCEL HOLDING	3.02%	0.23%	1300.00%
3	THOMSON LICENSING	2.81%	0.21%	-37.50%
4	ROBERT BOSCH	2.16%	0.16%	-33.33%
5	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	1.51%	0.11%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
		–	–
2		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		–	–
		–	–
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
4		H04	전기통신기술
		G01	광학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
5		G01	광학
		B61	철도
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	XEROX	6.93%	1.21%	152.38%
2	HEWLETT-PACKARD	2.72%	0.47%	2700.00%
3	3D SYSTEMS	2.25%	0.39%	400.00%
4	THE EXONE	1.59%	0.28%	1600.00%
5	MAKERBOT INDUSTRIES	1.50%	0.26%	1500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H04	전기통신기술
2		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
3		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
4		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
		B22	주조; 분말야금
5		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
		B32	적층체

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 소재·나노 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

Ⅵ. 소재·나노



2018년 기술수준 평가

39. 기능성 유기소재 기술 ····· 1
40. 친환경 바이오소재 기술 ····· 29
41. 고성능 금속소재 기술 ····· 59
42. 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술 ····· 89
43. 다기능 융·복합소재 기술 ····· 119

39 기능성 유기소재 기술



39 기능성 유기소재 기술

중점과학기술 개요

☑ 저분자 화합물 및 고분자 유기화합물의 물리·화학적 구조제어를 통해 성능을 혁신적으로 개선하거나 기존 소재로 구현하지 못한 신기능을 가진 유기소재를 개발하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

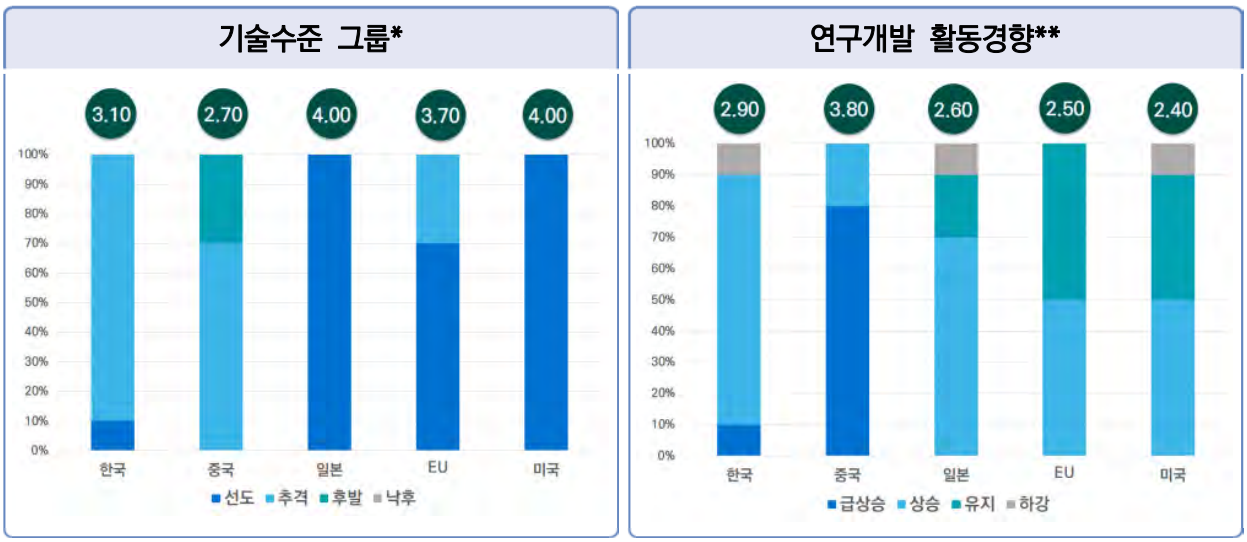
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.0	추격	우수	우수	상승
중국	72.5	3.0	추격	우수	우수	급상승
일본	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
EU	87.5	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.0	80.0	66.0	85.0	12.6	2.0	1.5	3.0	1.7
중국	72.5	2.8	72.5	64.0	80.0	13.6	3.0	2.5	3.5	1.3
일본	100.0	0.0	100.0	98.0	100.0	3.3	0.0	0.0	0.5	0.3
EU	87.5	1.3	87.5	80.0	90.0	7.7	1.0	1.0	2.0	0.5
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.5

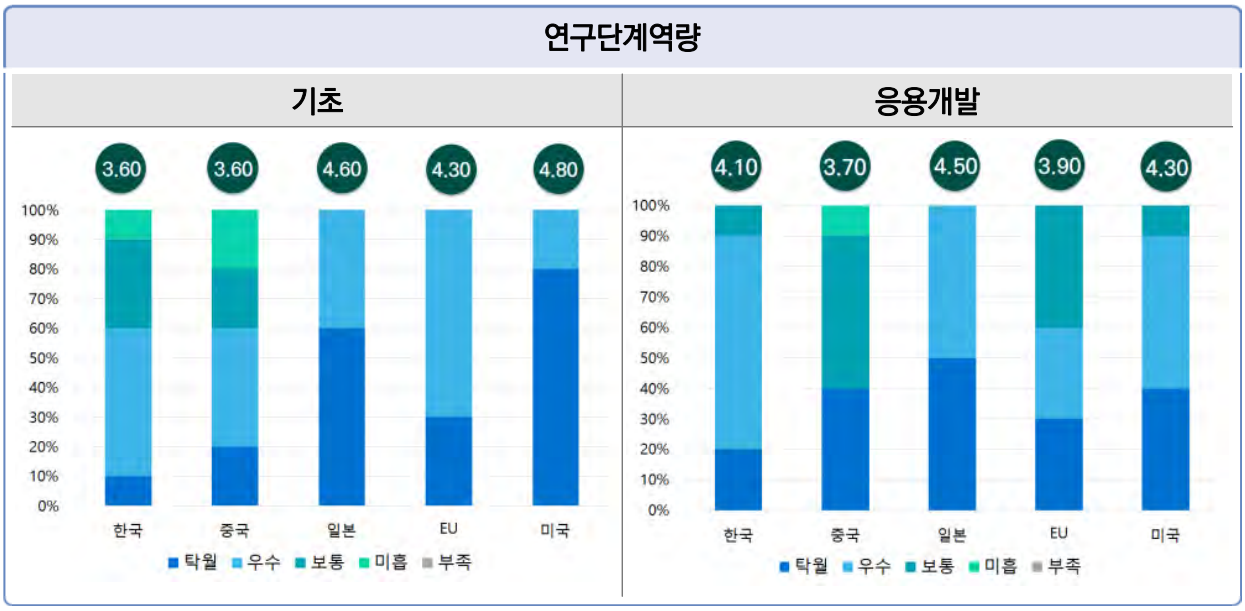
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 새로운 시도가 거의 없고 추격형 연구로 돌파구를 여는 경우 드묾 • 신규 결과를 도출하나 지속적, 기반적 투자를 통한 기술 확보 부족 • 유기소재에 관한 관심이 증가하여 진행되는 연구양이 증가하였으나 실적의 발현이 늦은 기초연구의 특성상 수준을 높이는데 더 시간이 필요할 것 • 최근 들어 급격한 성장세를 보이나, 기술력의 검증이 다소 부족함 • 디스플레이 정밀 화학소재 개발이 활발함 • 제품화 기술은 우수하나 제품 제조에 필요한 첨단소재를 대부분 일본이나 독일에 의존하고 있으나 첨단 소재를 제외하고는 대부분 국내 개발 및 생산
중국 (72.5%)	• 새로운 시도가 거의 없고 추격형 연구로 돌파구를 여는 경우 드묾 • 현재 기술력은 뒤져 있으나, 투자 및 지적재산권 확보에 매우 적극적이어서 강력한 추격그룹을 형성하고 있음 • 많은 투자를 기반으로 연구를 진행하여 앞의 그룹 추격 • 다양한 기능성 유기소재기술 개발을 추격 • 제품화 기술은 추격에서 선도그룹으로 이동하고 있으나 제품 개발에 필요한 첨단 및 고부가 소재는 대부분 해외에 의존 • 기능성 유기소재, 특히 에너지 소재의 경우 관련 논문 동향을 살펴보면 세계적인 흐름을 주도 • 태양전지 재료 분야에서는 최근 연구 결과들은 오히려 중국이 앞섬
일본 (100%)	• 특허 출원 및 등록이 압도적으로 향후 기술선도를 위한 기반 구축에 적극적 • 소재분야의 지속적인 투자 및 일관성 있는 연구투자 • 유기소재의 합성 기술이 우수하며, 세계적으로 가장 높은 성능을 보이고 있는 소재를 많이 보유 • 학연 중심의 핵심 기술 보유 • 해당 분야에서 지속적인 신소재를 개발하고 있으며, 관련 첨단 제품의 상용화를 위해 필요한 소재들 공급 • 유기발광 소재, 디스플레이 소재 분야에서 세계적인 기술 주도 • 기능성 유기 소재와 관련하여 산업계뿐만 아니라 학계 모두 첨단 기술 및 지식을 보유하며, 이와 관련된 논문 및 특허 발표 활발 • OLED 소재 시장 선점
EU (87.5%)	• 새로운 시도는 다소 적으나 새로운 시도를 하는 1위국과 거의 비슷한 발전 속도 • 원천기술력을 바탕으로 현재는 선도그룹을 형성하고 있고, 투자 및 미래 기술 확보 측면에서 활력이 낮아지고 있으나, 학술적 성과는 활발 • EU 전체적으로는 우수하나, 각국별로는 중상위권의 기술력 보유 • 기능성 정밀 화학 소재 및 기능성 유기 전자 소재 기술 개발 및 응용기술개발 활발
미국 (100%)	• 경쟁적인 연구 분위기로 새로운 시도의 결과물이 지속적으로 발표됨 • 소재분야의 지속적인 투자 및 일관성 있는 연구투자 • 연구 분야의 논문 성과 및 기술성과 발표 • 대부분의 연구에서 현재도 미국이 주도하고 있는 상황 지속 • 특허실적을 볼 때 기업 주도형 핵심기술 보유 • 전자기능성 유기소재 및 이를 활용한 유연소자 등 기술이 매우 활발하게 개발됨 • 해당 분야에서 지속적인 신소재를 개발하고 있으며, 관련 첨단 제품의 상용화를 위해 필요 소재 공급

국가 (기술수준)	판단근거
	• 기능성 유기 소재와 관련하여 산업계뿐만 아니라 학계 모두 첨단 기술 및 지식을 보유하고 있으며, 이와 관련된 논문 및 특허 발표 활발 • OLED 소재 시장을 선점

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 다양한 유기소재를 활용하여 제품화 할 수 있는 제조기반이 매우 강하여 응용개발 연구 우수 • 나노 유기 소재에 대한 높은 관심으로 최근 연구를 주도하고 큰 기술 성장을 보임 • 산업적 인프라가 있어 추격형 연구에는 매우 강함 • 현재 다양한 접근 시도 중 • 디스플레이 소재, 광전변환소재 다 성분 고분자 복합수지 • 반도체, 전자, IT 산업의 기술 및 인프라 구축이 세계를 선도하여 연구개발 성과를 실용화하는 데 매우 강력한 우위 보유 • 기능성 유기소재 관련 기술 개발 분야의 연구개발 역량 상승 • 연구기술에 대한 아이디어 충분	• 소재의 기초연구가 단순 논문용으로 머무는 경우가 많아 기초 연구의 결과물이 응용 단계로 이어지지 않은 경우가 대부분 • 전통적 유기소재 합성에서는 기초원천기술의 부족으로 아직 격차를 따라잡는데 시간이 필요함 • 새로운 시도 자체가 산업화까지 가는 경우가 매우 적음 • 재정적 한계로 특정 산업 분야에 집중 투자를 할 때 많은 리스크를 안을 수 있음 • 기초 연구개발 인력이 선진국 대비 열세 • 기초 R&D 관련 인프라 및 제도가 미흡 • 장시간이 소요되고 고위험이 따르는 기초연구는 그 역량이 보통. 특히 자체 개발 소재에 대한 응용연구 및 사업화의 경험이 많이 부족하나 중국 사드보복 환경에서도 소재의 수출은 유지되고 되레 증가하였으므로, 소재의 중요성이 인식되는 중
중국	• 매우 다양한 대학, 연구소등에서 유기소재에 대한 연구를 집중적으로 수행하고 있어 연구개발 정도가 급상승 중 • 우주항공 등에 사용되는 첨단소재도 자체 개발하여 사용할 정도로 연구수준이 높음 • 중국판 MGI (Materials Genome Initiative) 등 소재 분야에서의 경쟁력 확보를 위한 투자를 국가적으로 진행 • 해외에 진출했던 인력을 바탕으로 많은 자본을 투자하여 빠른 성장세 • 응용기술, 연구인력, 인프라 빠른 발전단계 • 창의적 시도, 신산업창출 연구 등 다양한 방법론을 매우 과감하게 지원하고 도전 • 디스플레이 박형화, 유연화 유기소재기술 • 정부의 전략적 집중투자로 특정산업을 세계 선도로 이끌려는 의지가 매우 확고한 장점을 지니고 있어, 최근 관련분야 지적 재산권 확보의 급증과 함께 강력한 추격 그룹 형성 중	• 자체 소재개발을 통한 제품화보다는 수입에 의존한 제품화에 집중. 그러나 향후에는 후방 산업인 소재 분야에서의 연구개발에 상당한 관심 및 투자가 이루어질 예상 • 산업 인프라는 다소 약함 • 기반 기술 및 원천기술이 부족하여 투자대비 효과는 낮음 • 체계적인 기초 연구는 다소 미흡 • 기초 R&D 관련 인력 수준이 선도 그룹 및 기타 추격 그룹 대비 떨어짐 • 첨단기술이 상용화되는 응용개발 기술 취약

국가	강점분야	기타
	• 유기소재의 성능 향상 기술 개발 관련 인력과 소재 합성 기술이 탁월하며 최근 연구개발 역량 급상승 • 기초 R&D 관련 인프라 및 제도에 많은 투자 하고자하는 국가 차원의 아젠다 계획 • 인력, 자금, 기반시설에 대한 과감한 투자	
일본	• 유기소재에 관한 기초연구에 긴 역사를 보유하고 있으며, 이를 기반으로 전통적 유기소재 관련 업체들 존재 • 산업적 인프라를 활용하는 연구에는 매우 강하고 빠른 추격이 가능한 환경 보유 • 기업중심의 탄탄한 핵심기술 보유 • 소재개발 • 기초 R&D와 응용 개발 연구와의 유기적인 연계성이 매우 뛰어남	• 기술개발 변화를 주도하지 못하고 따라 가는 면은 있음 • 논문의 투고가 적어지는 것으로 볼 때 연구에 대한 축소 경향 • 새로운 시도에 대한 연구 집중 다소 약함 • 여전히 원천 핵심 특허 보유 • 성장의 한계 및 시장 변화에 발 빠른 대응이 다소 늦음 • 소재 개발 분야에서 중국의 기술 급상승에 다소 주춤
EU	• 4차 산업혁명의 이슈를 주도하는 독일은 유기소재 분야에서의 역량 매우 우수 • 응용개발연구는 주로 신재생에너지를 중심으로 연구가 이루어지고 있으나 그 외 소재의 경우, 글로벌 공급기지 역할 수행 • 유기소재 분야의 글로벌 기업이 있으며 산학연 역할이 분명하고, 유기적인 연계 • 유기소재에 대한 전통적인 강세 기업이 존재하며, 이를 바탕으로 연구 진행 • 산업적 인프라를 활용하는 연구에는 매우 강하고 빠른 추격이 가능한 환경 보유 • 디스플레이 및 광학소재 • 기초 원천 기술 및 탄탄한 시장을 보유하고 있어 현 선도그룹 유지 예상	• 제조 분야의 강점은 있으나 첨단 제조 분야(예: 디스플레이 등)의 기반은 약한 편 • 유럽의 발전 속도 저하로 인한 연구 펀드 감소 • 새로운 시도에 대한 연구 집중 다소 약함 • 성장의 한계 및 시장 변화에 발빠른 대응이 다소 늦음 • 소재 개발 분야에서 중국의 기술 급상승에 다소 주춤 • 선도 그룹 대비 인력 수준이 낮음
미국	• 유기소재 분야에서의 기초 연구 및 역량은 매우 우수 • 기본적으로 세계의 연구를 주도하는 인력과 기술을 보유 • 경쟁적인 연구 분위기와 새로운 시도에 대한 집중 지원 • 학연 중심의 핵심기술을 보유 소재 개발 • 기초 원천 기술 및 탄탄한 시장을 보유하고 있어 현 선도그룹을 지속적으로 유지예상. 관련 산업의 다양한 성장 기회 보유 • 기초연구와 응용 연구 기술이 매우 우수 • 기초 R&D와 응용 개발 연구와의 유기적인 연계성이 매우 뛰어남 • 기술 확보를 위한 연구지원금 및 지원	• 트럼프 정부에서의 R&D 예산이 감소되는 추세 • 일부 해외연구자들에 대한 지원이 축소 중 • 다소 지나치게 다양한 시도를 모두 지원해주고 있음 • 성장의 한계 및 시장 변화에 발 빠른 대응이 다소 늦음 • 소재 개발 분야에서 중국의 기술 급상승에 다소 주춤 • 유기소재 분야의 기초연구를 활용하여 제품화 할 수 있는 제조 기반이 다소 부족

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	2위	4위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 소재특성상 소재 기술독점성은 매우 강하여, 이를 확보하기 않으면 응용제품기술의 종속성이 큼. 그러나 소재자체의 시장규모는 작을 수가 있어 경제성 문제로 개발이 안 되고 수입하는 경향이 있음. 소재와 응용제품군사이에 수평 및 수직적으로 긴밀한 협력 하에 연구개발 필요 • 응용적 성과보다도 기반 기술 분야의 확보 측면에서 지속적 지원 • 국내 관련 기업의 기술력 부분공개 및 정부주도형 산학연 협력연구 촉진 • 소재 개발을 위해 학문간 융합이 필요하므로 학문간 융합을 통한 소재 개발 프로그램 운영 • 기능성 유기소재 개발 산학연 그룹과 이를 활용하여 실제소자로 적용 개발할 수 있는 국내 그룹을 발굴 상호 협력할 수 있는 네트워크 구축을 통하여 기능성 유기소재 국내 개발 기술을 한층 발전시키고 실제 응용 기술로 적용할 수 있도록 국내 네트워크 시스템 구축 • 국내 우수 결과들을 기업체들과 연계하여 기술의 타당성 부족한 부분들이 평가되면 더 확장성이 있을 것
국제협력 촉진	• 세계적 연구그룹과의 공동연구 촉진 • 국제 선두 기업, 연구소, 대학 등과 지속적이고 면밀한 국제 연구교류가 기술 격차를 줄이는데 크게 도움이 될 것 • 국제협력을 위한 방문연구자 지원정책 및 공동연구 수행을 위한 연구 프로그램 운영 • 에너지 (유기태양전지 등) 관련 기능성 유기 소재의 경우 아직 연구개발 단계이나 현재 중국의 독주가 예상됨. 연구개발 단계부터 중국의 선두 그룹과 공동 협력을 통한 기술 개발 필요
인력양성 및 유치	• 기능성 유기소재분야는 학술적 연구에 머물러서는 안 되며, 이의 활용하는 분야 즉, 소재자체와 이를 응용한 제품군과 연계하는 등 시장성을 고려한 인력양성 필요 • 이공계 연구 활동 및 장래에 대한 신규인력에 대한 동기부여 • 단지 연구 성과만을 볼 것이 아니라, 해당 연구 인력의 석·박사 학위 배출 등도 중요한 지표 • 고기능 유기, 무기, 고분자, 2D, 하이브리드 소재 등과 관련된 국내외 유수 인력양성 및 유치 • 소재 분야 산관 장학금 및 유치 펀드 (소재 기업 펀딩: 기업 취업과 연계하지 않고, 국가적인 소재 R&D 인력양성을 위한 펀드제로 출연) 운영 • 연구개발 인력의 졸업 후 취업 및 처우를 획기적으로 개선. 연구개발 과학자 및 엔지니어 직업이 자부심을 가지고 학생들이 가장 선호하는 직업군이 될 수 있도록 사회적 분위기 및 시스템 구축
인프라 구축	• 소재기술개발은 때로는 많은 시간이 소요되어, 응용제품기술과 수직적 연계가 되지 않을 수 있으므로 이를 위한 연구 인프라 구축 필요 • 기초, 원천기술을 포함하여, 경쟁력 있는 기술 수준까지 포함할 수 있는 포괄적 연구그룹의 구성하여, 경쟁보다는 상보적 인프라 구축 필요 • 핵심소재는 과거와 마찬가지로 대부분 수입에 의존하고 있어, 고기능 감성 기능성소재 개발과 관련된 인프라 확충이 필수적 • 첨단 소재 개발을 위한 인프라 (H/W, S/W) 구축 및 관련 기술 개발

	정책제언
	• 해당 기능성 유기소재 개발관련 활발하게 연구개발을 진행 중인 가능성 있는 학/연 연구그룹을 발굴하고 이들이 장기간에 걸쳐 꾸준하고 체계적인 접근을 시도할 수 있도록 인프라 및 연구비를 안정적으로 지원 • 실험 결과를 측정하고 분석할 수 있는 기관의 수가 많지 않고 분석료 등 비용이 상당히 높은 편. 추가 인프라 구축 및 적절한 분산을 유도하고, 적정 분석료 도입을 통해 분석 활용도를 높일 수 있는 방안 필요
법·제도 개선	• 단기적 연구 성과를 요구하는 제도는 반드시 지양하여야 하며, 연구자의 고도 전문성과 창의성을 유도할 수 있도록 제도적 개선 필요 • 큰 규모의 연구단 구성을 추구하는 것도 중요하지만, 개별적인 연구그룹의 중요성을 강조할 필요성도 있음. 무엇보다도 지속적이고 중장기적인 연구 활동 보장 필요 • 소재 R&D 촉진 및 산업 발전을 위한 법 및 제도 제정 • 연구개발 관련 행정적인 절차를 최소화 (제출 서류, 횟수, 실적조사 항목/횟수 등)하고 연구자들이 연구에 집중할 수 있는 법제도 개선
연구비 확대	• 특정 소재분야에 선택과 집중으로 연구비 투여 및 확대보다 다양한 전문 연구자들의 전문성과 창의성을 추출하는 방향으로 연구비 투여 • 정부주도형 대형 연구단의 활동지원에 집중보다는, 3~4 그룹으로 된 연구팀별 연구비의 확대가 효율적 • 향후 국민의 삶의 질이 향상됨에 따라 고기능성 감성 및 센싱 소재에 대한 개발이 급격히 늘어날 것이고, 이에 관련된 감성 센싱 소재, 정밀 화학 소재, 웨어러블 및 플렉서블 전자소자 등에 대한 연구비 확대 필요 • 소재 발견 및 산업화를 위한 각각의 R&D 연구비 운영, TRL 간 연계를 위한 연구비 확대 • 해당 기능성 유기소재 개발관련 활발하게 연구개발을 진행 중인 가능성 있는 학/연 연구그룹을 발굴하고 이들이 장기간에 걸쳐 꾸준하고 체계적인 접근을 시도할 수 있도록 연구비를 안정적으로 지원 필요. 매년 연구비 확보를 위해 새로운 제안서를 준비하고 또는 연구비가 몰리는 분야로의 연구방향 전환 등 기존 연구가 중단되는 것을 막기 위해 연 1회 연구 실적 및 진행경과를 평가하고 타당한 연구 실적 그리고 경쟁력 있는 결과를 달성한 경우 새로운 제안서 제출 등의 절차 없이 계속해서 연구비가 지원되는 시스템 필요 • 과제 연구비 확대를 통해 산학연 중 학연이 폭넓고 깊은 연구를 할 수 있는 기회를 제공(일례로 전체 연구비 중 학,연 비중이 매우 낮게 책정되어 있어 기초 및 응용 연구를 할 수 있는 상황이 여의치 않은 과제 형태가 많음)
기타 의견	• 세계적으로 환경 보존 및 환경오염 방지에 관한 규제가 증가되는 추세인 만큼, 폐자원의 리사이클링 효율을 높일 수 있는 요소 기술 개발을 위한 집중적인 지원과 요소 기술의 융복합을 통한 폐자원 재활용의 시너지 효과를 향상시킬 수 있는 법, 제도, 인프라 등의 구축 필요

다 주요 분석 결과 요약

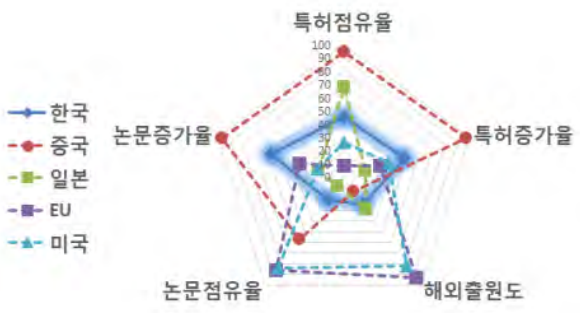
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	소재·나노	19,375	20,688	83.3%	84.6%
해당 중점과학 기술명	기능성 유기소재 기술	3,661	4,276	62.8%	68.9%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

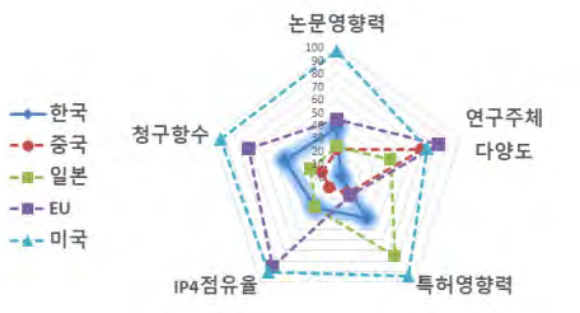
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	30.5%	37.2%	32.3	9.7
한국	4위	3위	3위	3위
	12.0%	18.8%	23.3	4.9
5개국 평균[2]	-	-	25.7	7.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

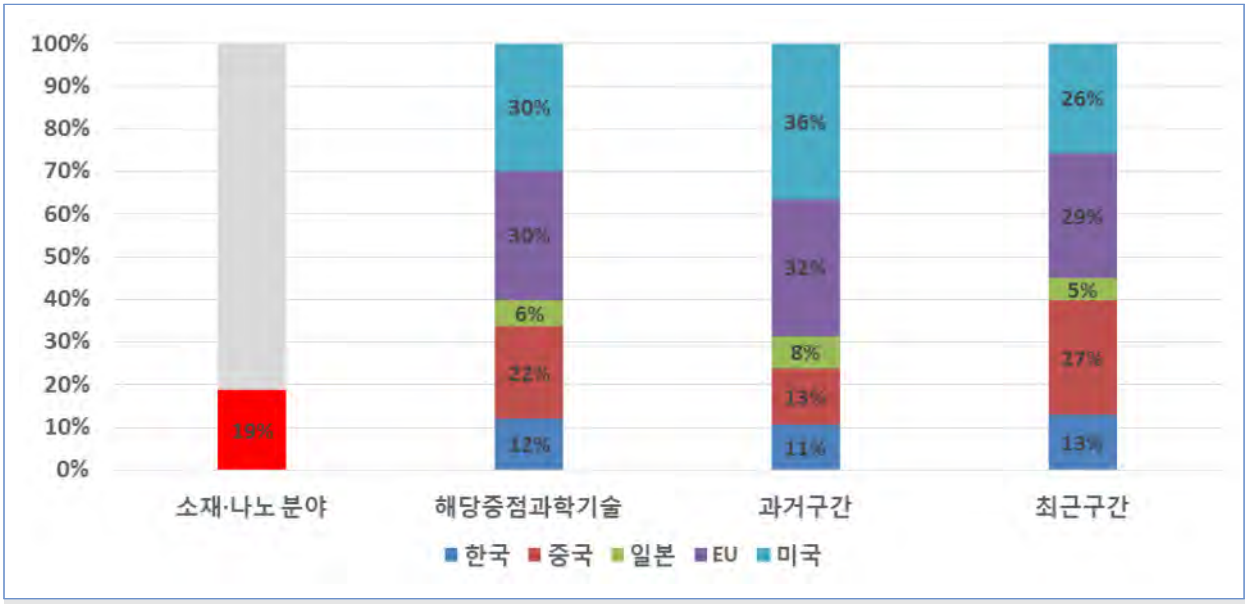
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(12.0%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(23.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(30.5%), 미국(29.7%), 중국(21.7%), 한국(12.0%), 일본(6.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(232.1%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(32.3), EU(24.0), 한국(23.3), 일본(21.6), 중국(21.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(18.8%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(4.9)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(37.2%), 일본(25.2%), 한국(18.8%), 미국(13.2%), EU(5.6%) 순이며, 특허 증가율은 중국(263.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.7), 일본(7.4), 한국(4.9), EU(3.1), 중국(2.9) 순이며, IP4 점유율은 미국(29.6%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.8)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	12.0%	21.7%	6.1%	30.5%	29.7%
	논문 증가율	97.3%	232.1%	11.4%	48.6%	14.6%
	논문 영향력	23.3	21.3	21.6	24.0	32.3
	연구주체 다양도	0.60	0.89	0.81	0.94	0.91
특허 분석	특허 점유율	18.8%	37.2%	25.2%	5.6%	13.2%
	특허 증가율	68.7%	263.6%	-20.3%	18.3%	37.0%
	해외출원도	1.1	0.2	1.4	5.6	4.4
	특허 영향력	4.9	2.9	7.4	3.1	9.7
	IP4점유율	8.9%	1.0%	8.8%	26.9%	29.6%
	청구항수	5.3	2.9	3.8	7.3	9.8

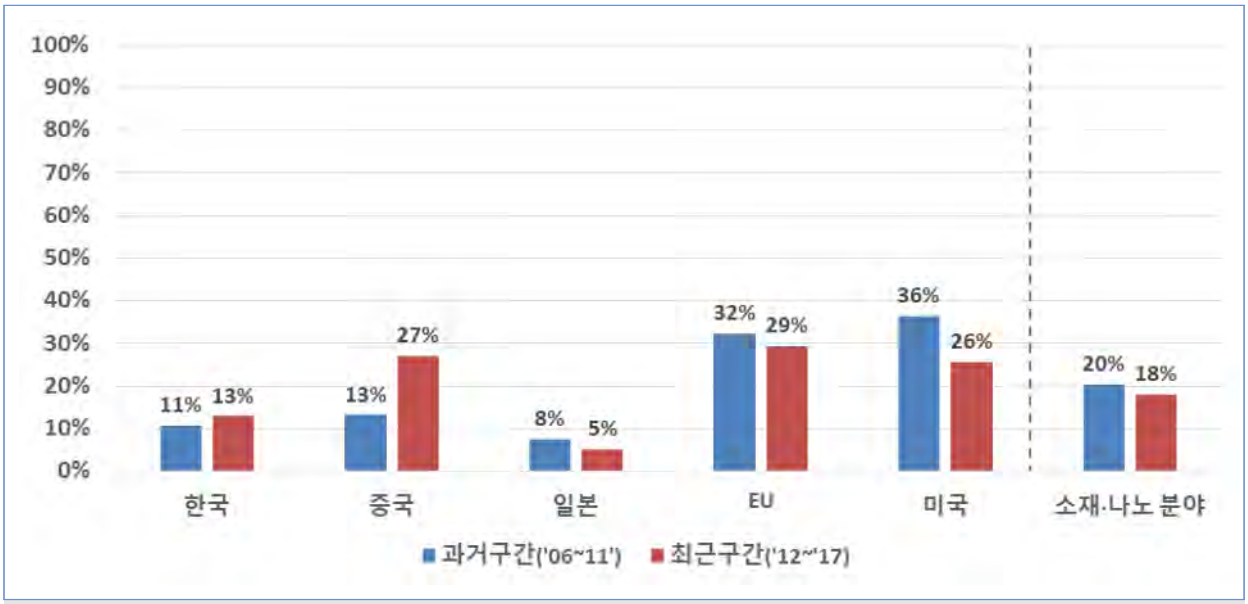
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 기능성 유기소재 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1116건으로 전체 논문의 30%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 기능성 유기소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 논문 중에서 19%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

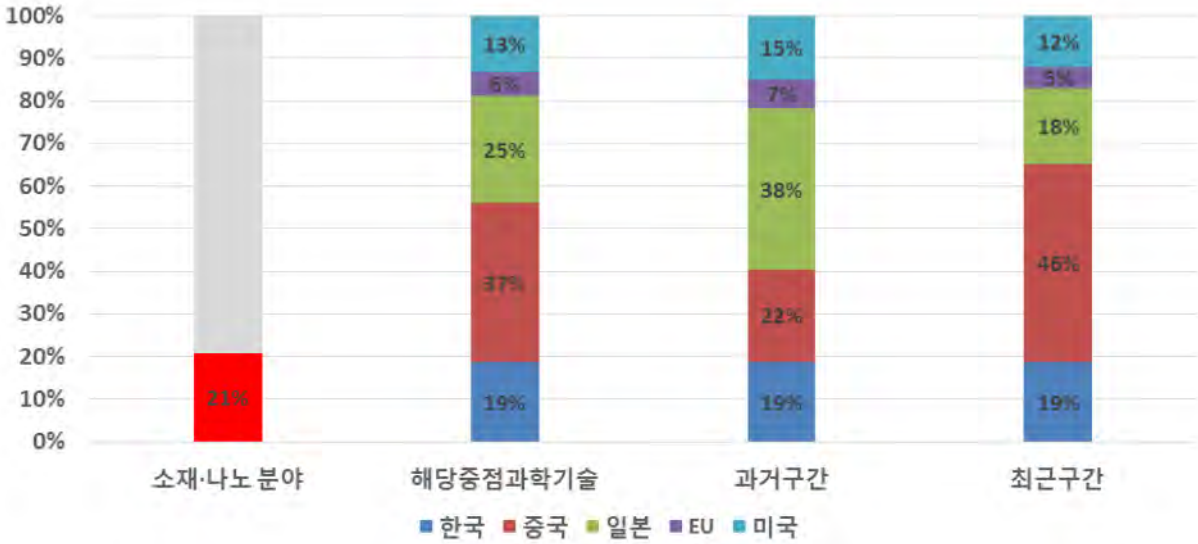


● 기능성 유기소재 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 97.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	148	292	440	97.3%
중국	184	611	795	232.1%
일본	105	117	222	11.4%
EU	449	667	1,116	48.6%
미국	507	581	1,088	14.6%
전체	1,393	2,268	3,661	62.8%

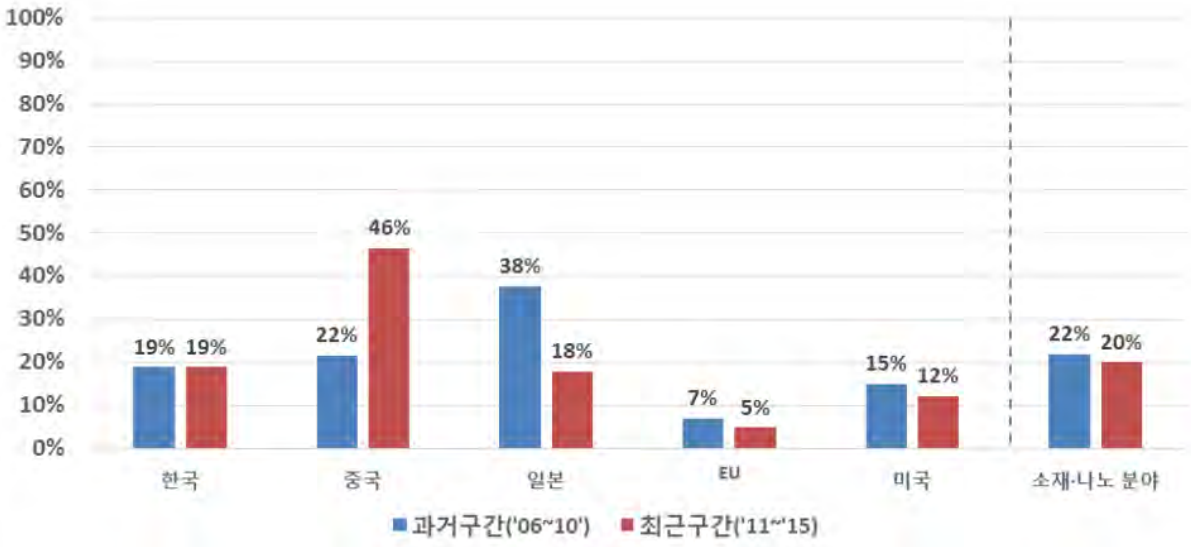
(4) 특허 점유율(전체)



● 기능성 유기소재 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1590건으로 전체 특허의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 기능성 유기소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 특허 중에서 21%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



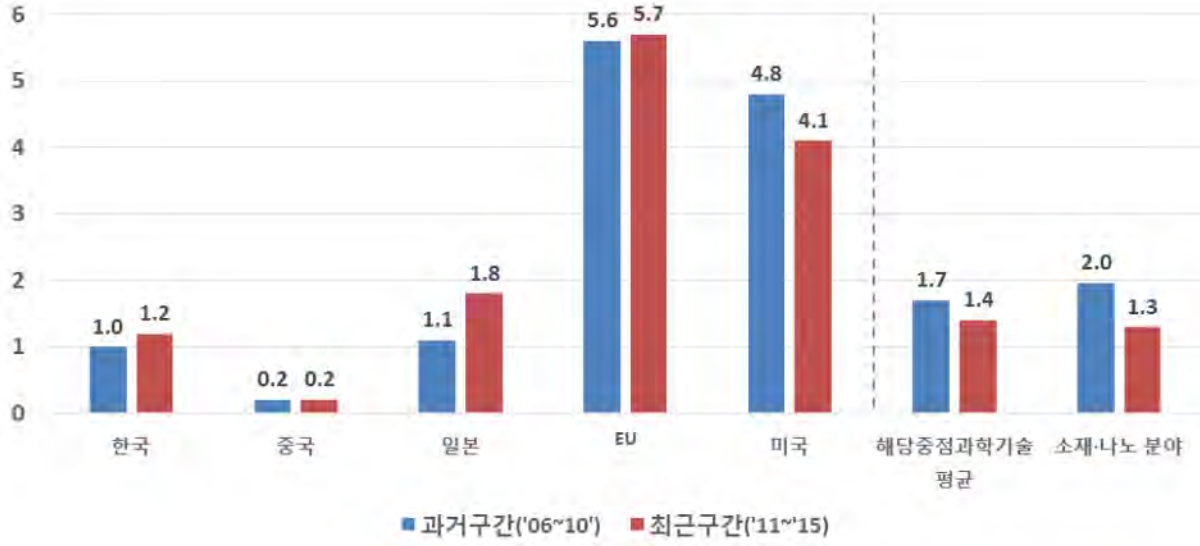
- 기능성 유기소재 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 68.7%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	300	506	806	68.7%
중국	343	1,247	1,590	263.6%
일본	600	478	1,078	-20.3%
EU	109	129	238	18.3%
미국	238	326	564	37.0%
전체	1,590	2,686	4,276	68.9%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

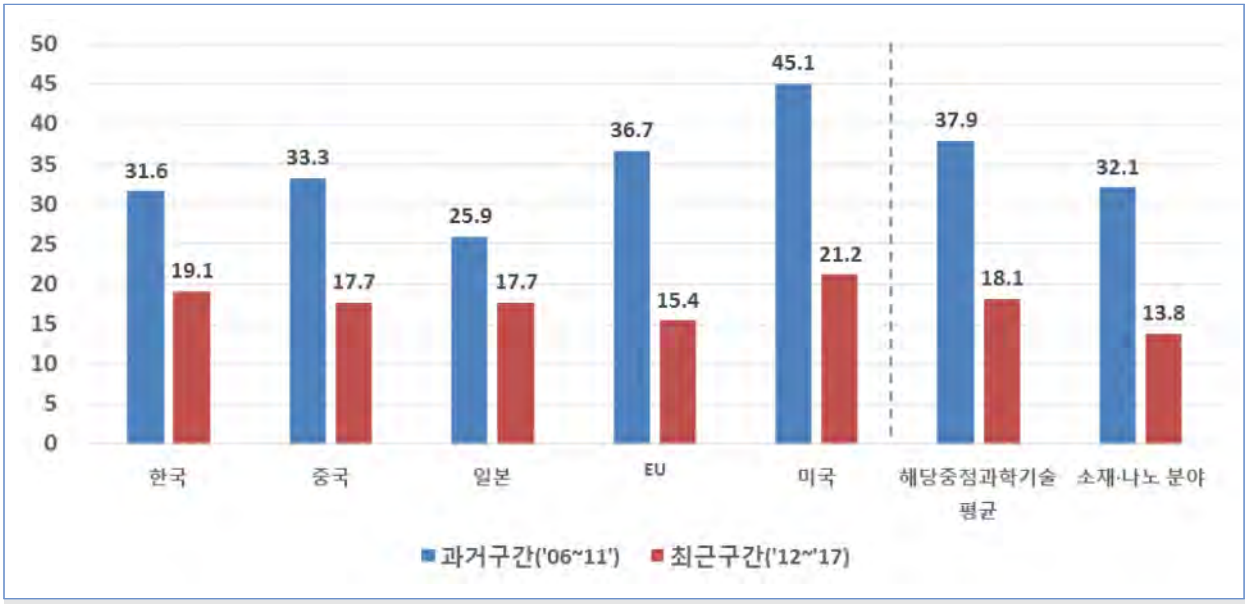


● 기능성 유기소재 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

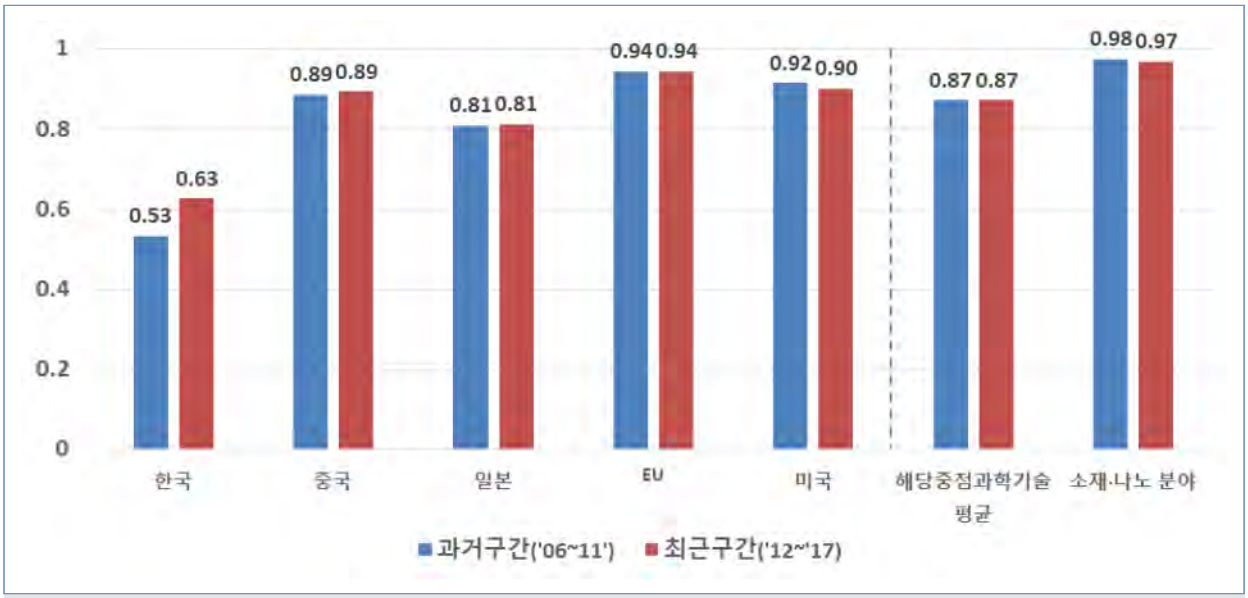
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



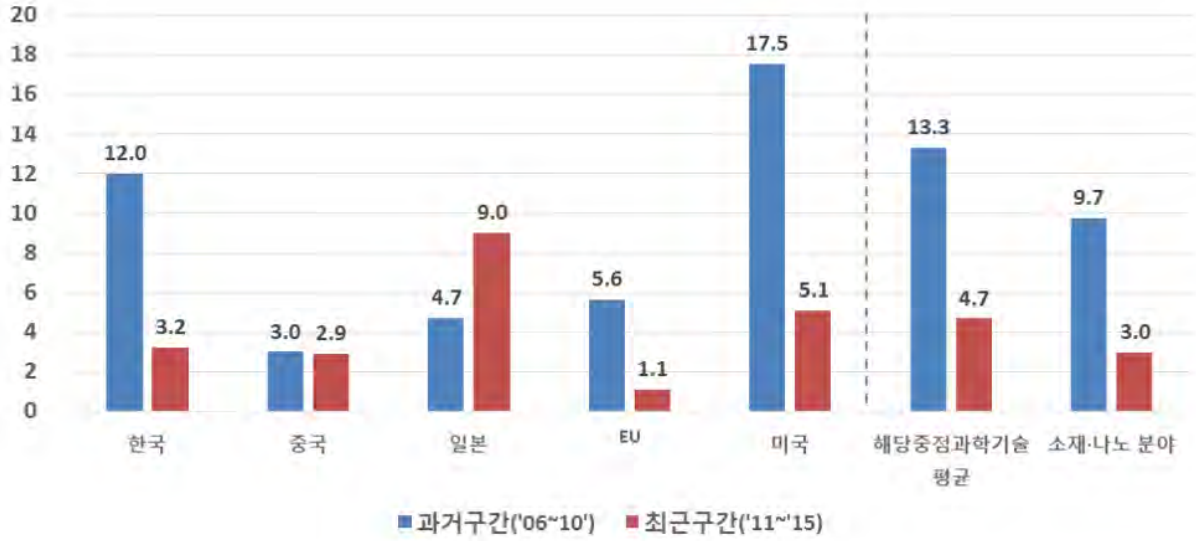
● 기능성 유기소재 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



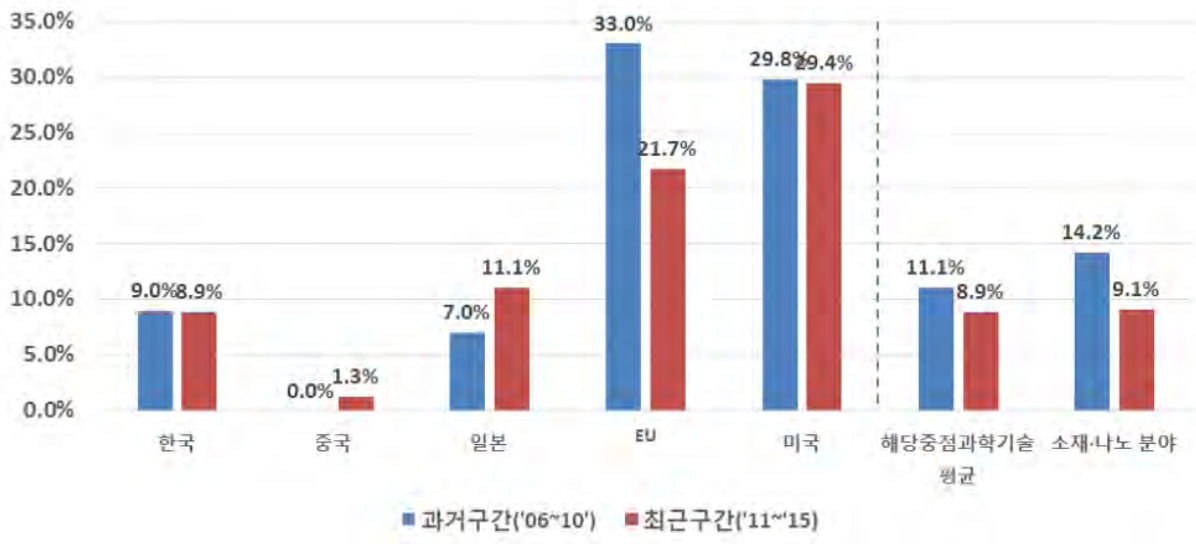
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



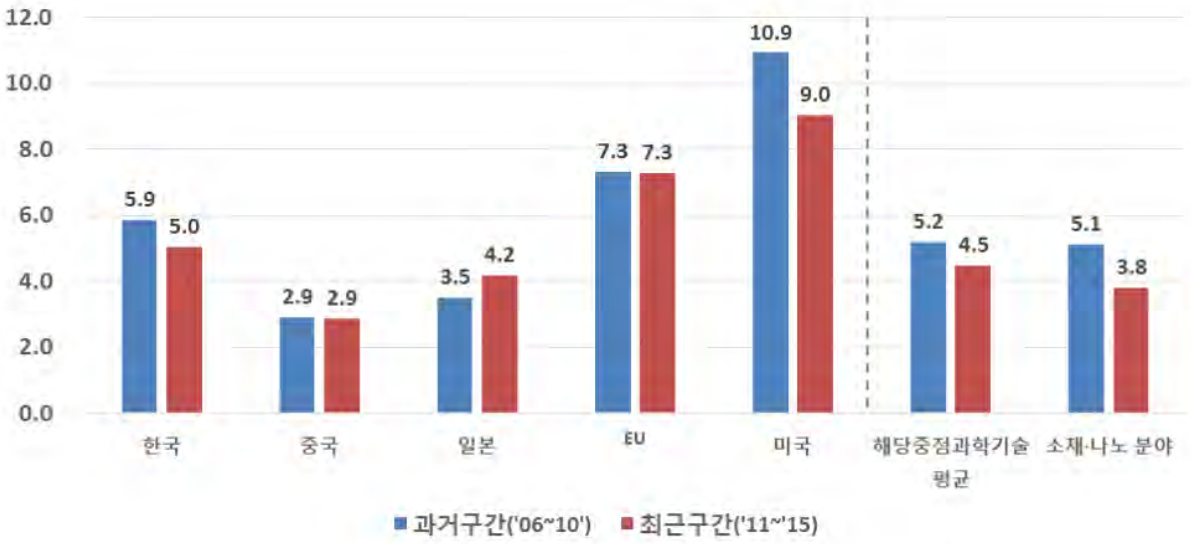
● 기능성 유기소재 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 기능성 유기소재 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 기능성 유기소재 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

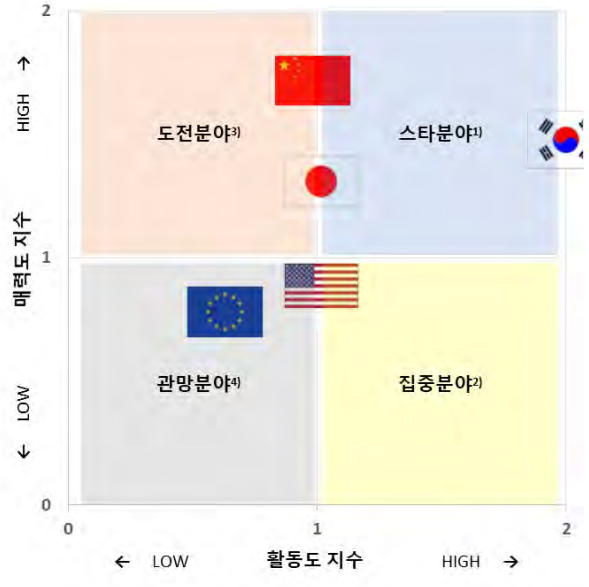
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

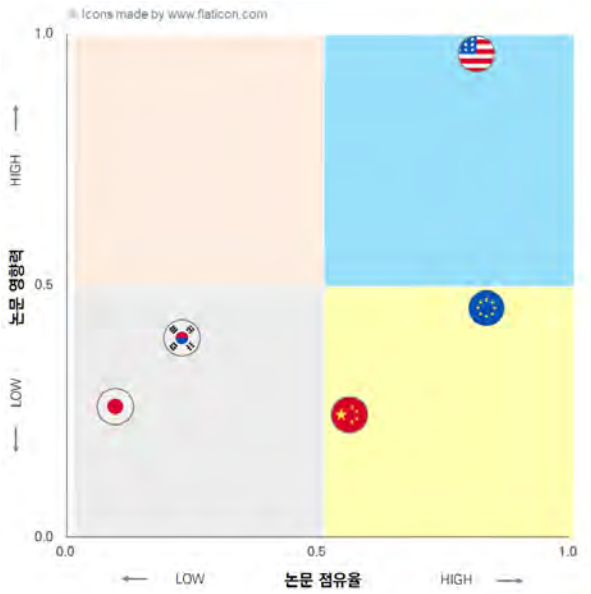
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 기능성 유기소재 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교

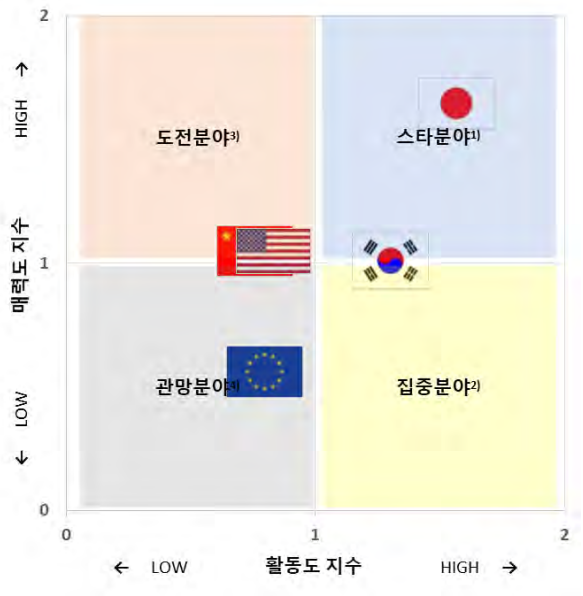


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

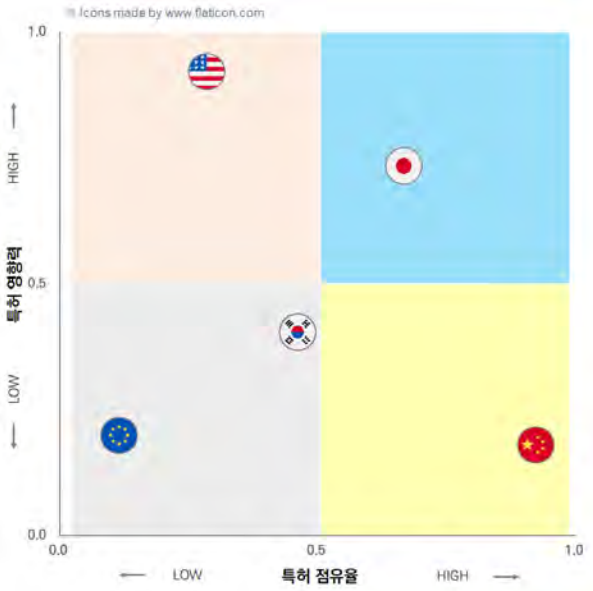
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 기능성 유기소재 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 한국의 '단국대학교(1.72%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율도 '단국대학교'가 14.32%로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DANKOOK UNIVERSITY	한국	14.32%	1.72%	52.00%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	한국	10.00%	1.20%	240.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	한국	10.00%	1.20%	9.52%
4	JILIN UNIVERSITY	중국	4.40%	0.96%	383.33%
5	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.03%	0.90%	53.85%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DANKOOK UNIVERSITY	14.32%	1.72%	52.00%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	10.00%	1.20%	240.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	10.00%	1.20%	9.52%
4	HONGIK UNIVERSITY	5.91%	0.71%	0.00%
5	KOREA UNIVERSITY	5.00%	0.60%	75.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	JILIN UNIVERSITY	4.40%	0.96%	383.33%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	3.27%	0.71%	233.33%
3	WUHAN UNIVERSITY	3.02%	0.66%	66.67%
4	CHANGCHUN INSTITUTE OF APPLIED CHEMISTRY	2.89%	0.63%	566.67%
5	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.52%	0.55%	300.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUSHU UNIVERSITY	4.95%	0.30%	350.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	4.50%	0.27%	-33.33%
3	OSAKA UNIVERSITY	4.05%	0.25%	250.00%
4	KYOTO UNIVERSITY	4.05%	0.25%	-20.00%
5	WASEDA UNIVERSITY	3.60%	0.22%	-40.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF MANCHESTER	1.25%	0.38%	-83.33%
2	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	1.16%	0.36%	-14.29%
3	IMPERIAL COLLEGE LONDON	1.08%	0.33%	40.00%
4	TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.99%	0.30%	20.00%
5	VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU WIEN)	0.72%	0.22%	-100.00%

6 미국

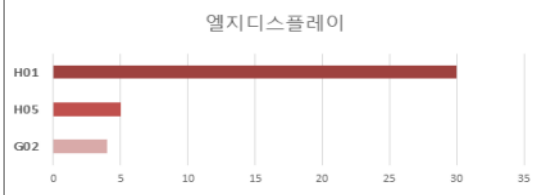
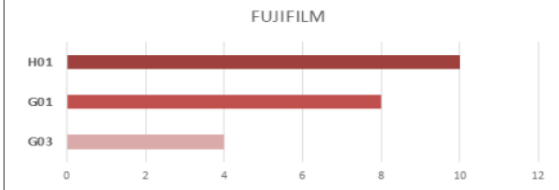
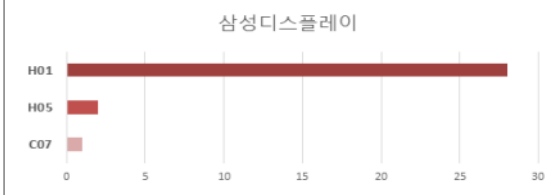
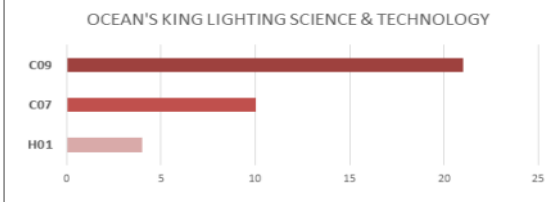
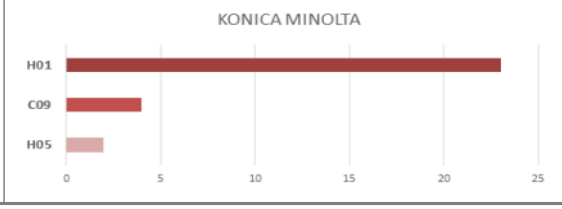
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.03%	0.90%	53.85%
2	STANFORD UNIVERSITY	2.76%	0.82%	133.33%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.65%	0.49%	-50.00%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.38%	0.41%	14.29%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.38%	0.41%	-33.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '엘지디스플레이(1.36%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '엘지디스플레이'가 7.20%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '엘지디스플레이'는 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

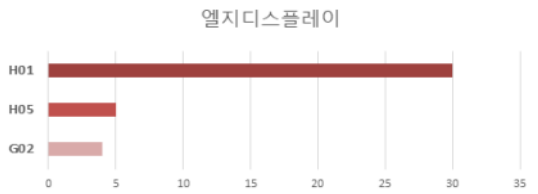
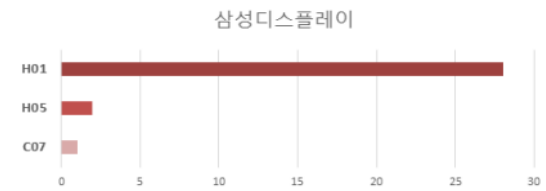
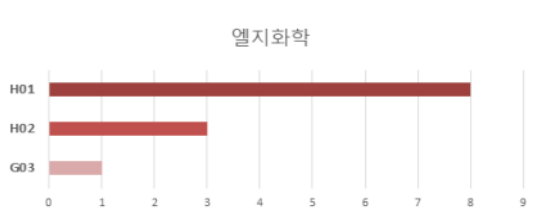
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	엘지디스플레이	한국	7.20%	1.36%	1733.33%
2	FUJIFILM	일본	3.43%	0.87%	-23.81%
3	삼성디스플레이	한국	4.47%	0.84%	1600.00%
4	OCEAN'S KING LIGHTING SCIENCE & TECHNOLOGY	중국	2.20%	0.82%	3400.00%
5	KONICA MINOLTA	일본	3.15%	0.80%	-21.05%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G02	광학
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
3		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
4		C09	염료;페인트;광택제;천연수지;접착제;기타 조성물;재료의기타응용
		C07	유기화학
		H01	기본적 전기소자
5		H01	기본적 전기소자
		C09	염료;페인트;광택제;천연수지;접착제;기타 조성물;재료의기타응용
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술

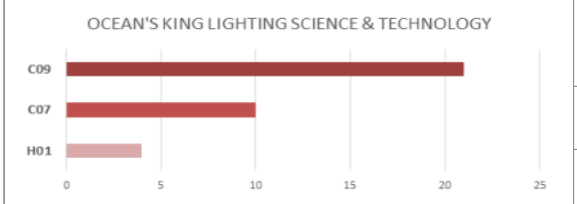
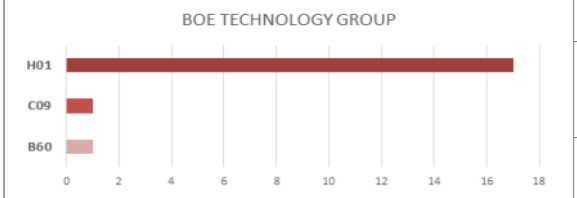
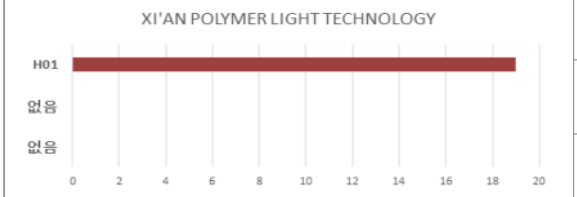
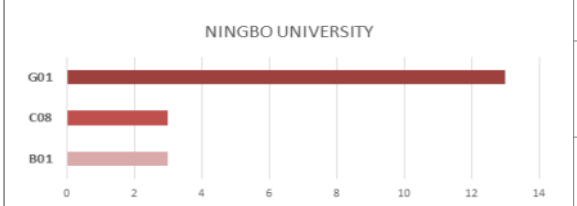
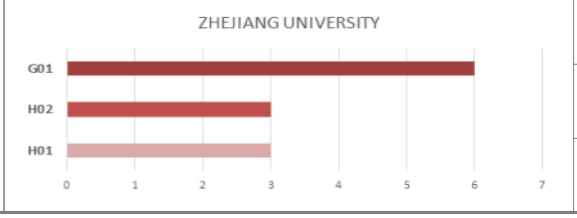
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	엘지디스플레이	7.20%	1.36%	1733.33%
2	삼성디스플레이	4.47%	0.84%	1600.00%
3	현대자동차	2.98%	0.56%	142.86%
4	삼성전자	2.85%	0.54%	30.00%
5	엘지화학	1.61%	0.30%	16.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G02	광학
2		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		C07	유기화학
3		F02	연소기관
		B60	차량일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G01	광학
5		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)

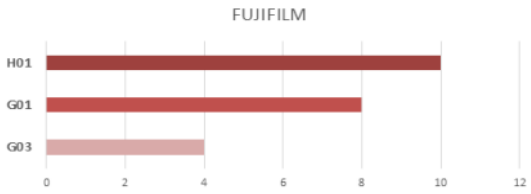
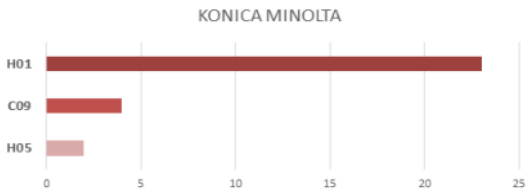
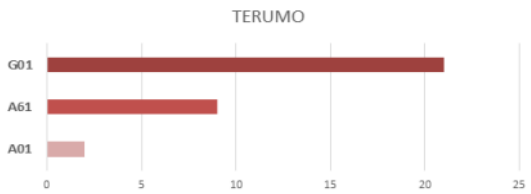
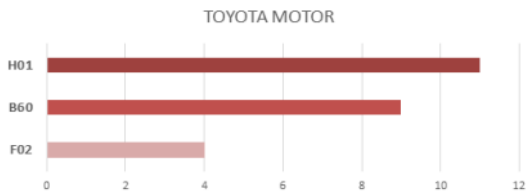
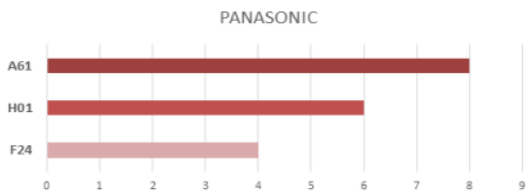
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	OCEAN'S KING LIGHTING SCIENCE & TECHNOLOGY	2.20%	0.82%	3400.00%
2	BOE TECHNOLOGY GROUP	1.26%	0.47%	1900.00%
3	XI'AN POLYMER LIGHT TECHNOLOGY	1.19%	0.44%	1800.00%
4	NINGBO UNIVERSITY	1.19%	0.44%	1800.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.07%	0.40%	140.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		C07	유기화학
		H01	기본적 전기소자
2		H01	기본적 전기소자
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		B60	차량일반
3		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
4		G01	광학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
5		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자

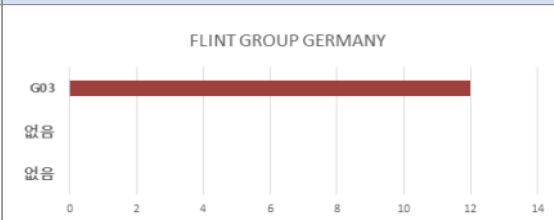
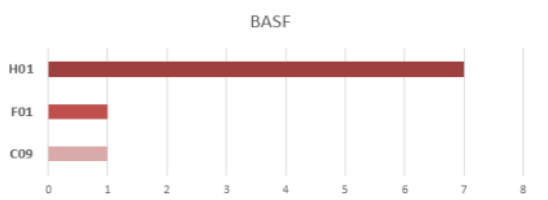
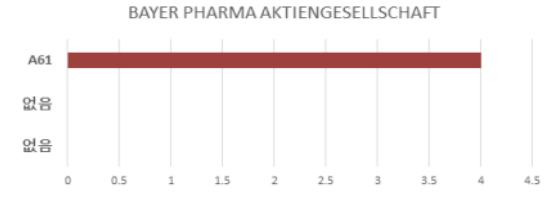
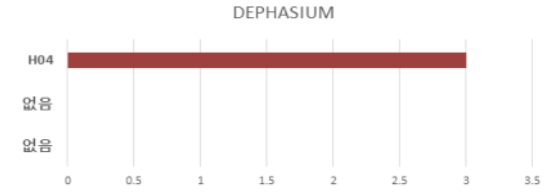
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUJIFILM	3.43%	0.87%	-23.81%
2	KONICA MINOLTA	3.15%	0.80%	-21.05%
3	TERUMO	3.06%	0.77%	-56.52%
4	TOYOTA MOTOR	2.97%	0.75%	-66.67%
5	PANASONIC	2.88%	0.72%	-65.22%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
2		H01	기본적 전기소자
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
3		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
4		H01	기본적 전기소자
		B60	차량일반
		F02	연소기관
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)

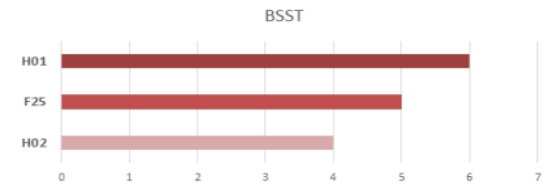
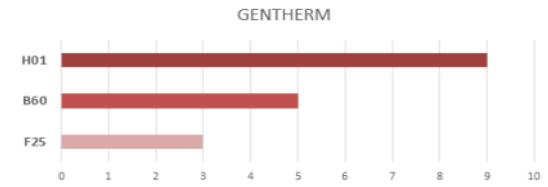
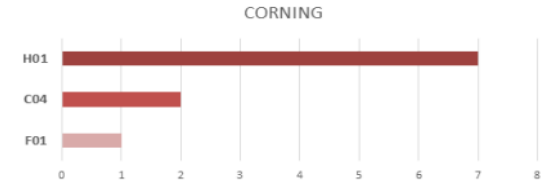
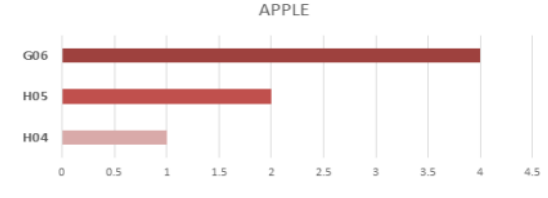
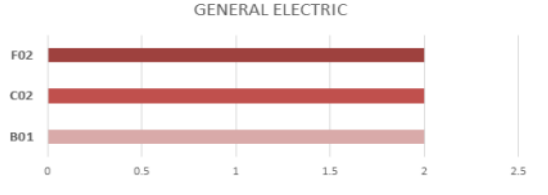
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FLINT GROUP GERMANY	5.88%	0.33%	1300.00%
2	BASF	3.78%	0.21%	100.00%
3	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	2.52%	0.14%	500.00%
4	BAYER PHARMA AKTIENGESELLSCHAFT	1.68%	0.09%	300.00%
5	DEPHASIUM	1.26%	0.07%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		–	–
		–	–
2		H01	기본적 전기소자
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
3		H01	기본적 전기소자
		F02	연소기관
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
5		H04	전기통신기술
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BSST	3.19%	0.42%	-87.50%
2	GENTHERM	3.19%	0.42%	700.00%
3	CORNING	1.95%	0.26%	-16.67%
4	APPLE	1.77%	0.23%	800.00%
5	GENERAL ELECTRIC	1.77%	0.23%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		H01	기본적 전기소자
		B60	차량일반
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
3		H01	기본적 전기소자
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H04	전기통신기술
5		F02	연소기관
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

40 친환경 바이오소재 기술



40 친환경 바이오소재 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 자연 동·식물로부터 얻어지는 재료를 직접적으로 이용(석유자원 대체)하거나 응용·모방하여 고성능 친환경 소재를 개발하는 기술
- ☑ 산업적으로 필요한 다양한 소재(화학원료물질, 정밀 화학 소재, 플라스틱)를 석유자원이 아닌 재생 가능한 자원인 바이오매스를 이용하여 생산하는 기술
- ☑ 생 촉매를 이용하여 환경오염 유발적인 기존 화학공정을 친환경적인 생물 전환 공정으로 대체하는 기술
- ☑ 가습기, 살균제 등 생물화학제품에 불안한 케미포비아(chemiphobia)를 대응하여, 안전한 사회구현을 위해 필요한 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

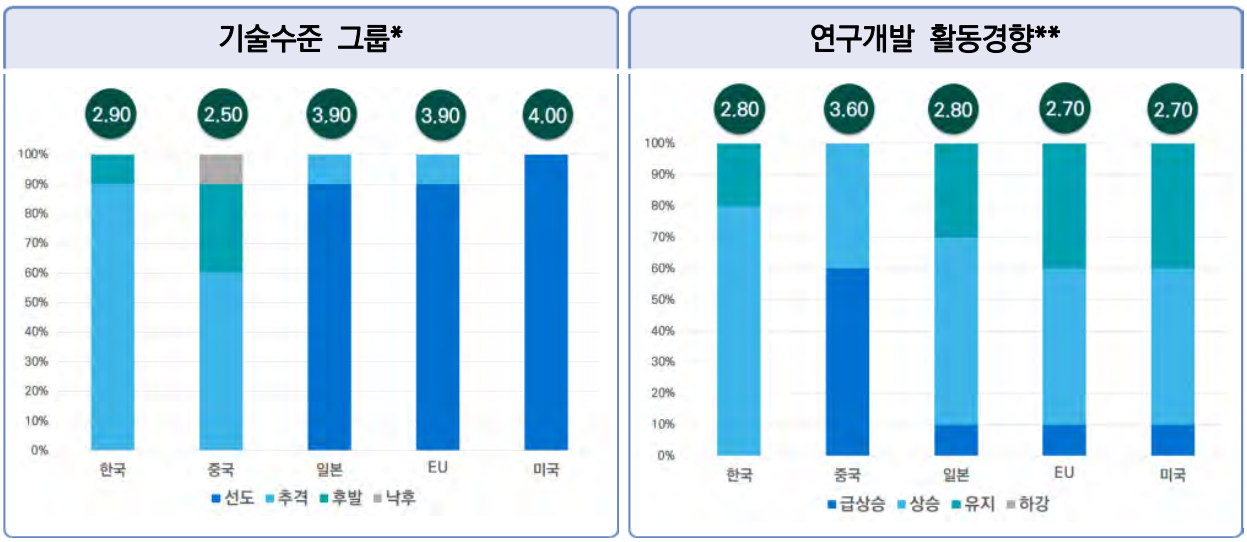
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	3.5	추격	우수	우수	상승
중국	80.0	4.3	추격	우수	보통	급상승
일본	92.0	1.3	선도	탁월	우수	상승
EU	95.5	1.0	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	3.5	80.0	80.0	85.0	4.1	3.5	3.0	5.0	1.0
중국	81.3	3.8	80.0	70.0	84.0	7.8	4.3	3.5	5.0	2.3
일본	94.5	1.3	92.0	89.0	95.0	4.3	1.3	1.0	2.0	1.1
EU	95.5	1.0	95.5	90.0	100.0	5.5	1.0	0.0	2.0	1.2
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

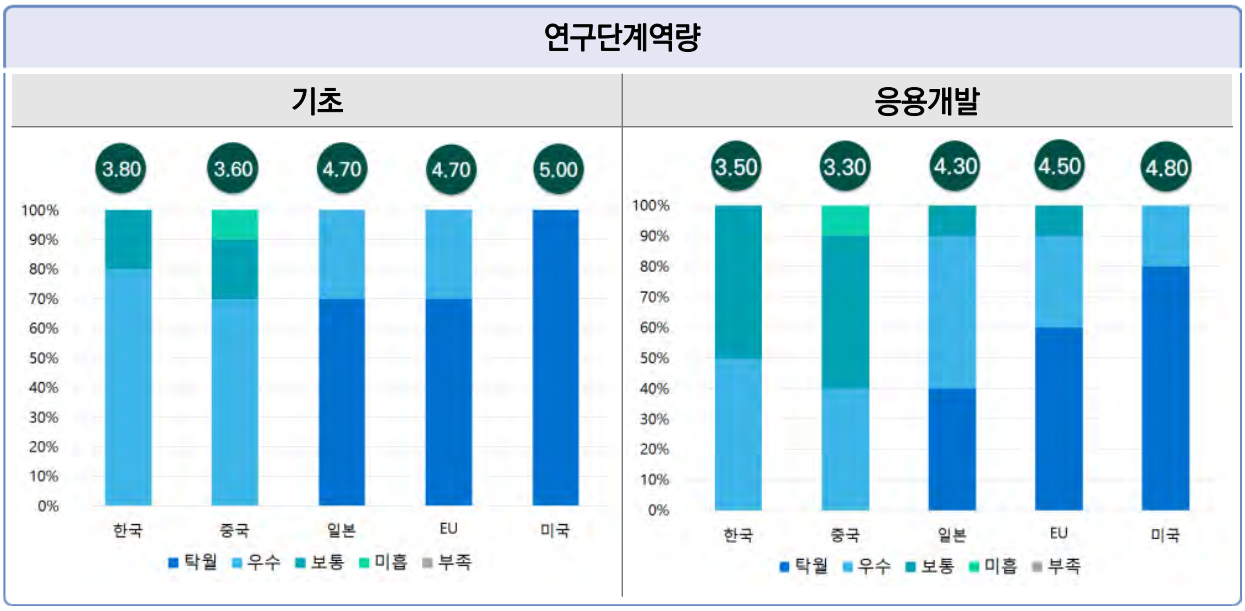
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 바이오매스 기반 신규 기능성 바이오소재 개발 기술 확보 중 • 정부의 정책적 지원은 있으나 재정적 지원이 약함 • 선진외국과 같은 공인인증센터를 통한 제품 인증에 대한 인식 부족으로 제품 시장경쟁력 향상이 어려움 • 후발주자임에 불구하고 바이오소재 및 생체재료 연구 성과가 지속적으로 진행되고 있으며, 특허 출원도 증가 중 • 일부는 세계적인 수준의 성과가 있으나, 전반적으로 관련 정부 및 기업 투자 미흡 • 친환경 바이오소재 생산을 위한 합성생물학, 대사공학, 효소공학 원천기술은 세계 수준에 근접 • 아미노산 등 일부 산업을 제외하면 친환경 바이오소재에 대한 생태계가 제대로 구축되지 않아 선도그룹 대비 아직 많은 기술격차 존재 • 다양한 바이오 소재 기술 개발 활발
중국 (80.0%)	• 친환경 바이오소재 개발 기술 확보를 위한 인프라 지속적으로 확대 • 기초기술의 부족으로 기술개발속도가 느림 • 정부의 지속적 지원을 통하여 현재 매우 빠른 발전 속도를 보임 • 논문 및 특허 동향에서 증가 추세, 다른 국가들보다 증가율이 높음 • 임팩트 있는 성과 크지 않으나 바이오화학 소재에 다양한 투자 진행 • 중국정부의 투자와 기업 활성화로 발 빠르게 원천기술 및 상용화가 추진 중 • 세계 최고 수준의 논문을 발표하고 있으며 아미노산, 바이오플라스틱 시장이 빠르게 성장하고 있어 향후 한국 추월 가능
일본 (92.0%)	• 정부의 정책적 재정적 지원과 기업의 왕성한 의욕을 통하여 다양한 종류의 바이오플라스틱 기술 및 제품을 개발 상용화 함 • 바이오화학소재 및 제품을 인증할 수 있는 공인인증센터 운영을 통하여 제품의 시장 경쟁력 도모 • 생체고분자 및 하이드로젤 연구 관련 분야에서 최고 기술 보유국 수준으로 개발 하고 있으며, 생체소재 특허 출원 동향은 최고기술 보유국과 같은 수준 • EU와 유사한 수준의 원천기술력을 보유하고 있으나 상용화 수준이 상대적으로 낮음 • 친환경 바이오소재(리그닌, 나노 셀룰로오즈 등)에 대한 꾸준한 연구를 통해 상당한 원천기술력 확보 • 생물 공학 소재 기반 기술 및 산업화 활발 • 고부가 가치의 바이오 소재 기술 연구 활발
EU (95.5%)	• 바이오플라스틱 관련 기술 개발 선도 중 • 정부의 정책적 재정적 지원과 기업의 왕성한 의욕을 통하여 다양한 종류의 바이오플라스틱 기술 및 제품을 개발 상용화 함 • 바이오화학소재 및 제품을 인증할 수 있는 공인인증센터 운영을 통하여 제품의 시장 경쟁력 도모 • 최고기술보유국의 연구 성과와 비슷한 수준이지만, 지원 규모 및 시장과 연구 인력의 크기에서 격차가 있어 최고기술 선도에 미치지 못함

국가 (기술수준)	판단근거
	• 지구온난화 방지를 위한 규제를 통해서도 산업을 성장시키고 있으며, 많은 기업이 바이오화학소재의 개발에 뛰어들고 있음 • 상업화 수준기술 확보 • EU Horizon 2020을 중심으로 원천기술 및 소재상용화에 꾸준한 투자 • 미국과 유사한 수준의 원천기술을 보유하고 있으며 지속적으로 친환경 바이오 신소재 개발 • 영국, 스위스 중심으로 바이오 소재 기술 및 산업화 진행
미국 (100%)	• 지속적인 투자 및 개별 벤처기업의 등장과 논문에서 매우 선도적 • 천연소재를 이용한 기존 보다 향상된 생물공학소재를 개발 • 상업화 진입 가능성이 높은 연구개발 성과가 지속적으로 발표됨 • 정부의 정책적 재정적 지원과 기업의 왕성한 의욕을 통하여 다양한 종류의 바이오플라스틱 기술 및 제품을 개발 상용화 함 • 바이오화학소재 및 제품을 인증할 수 있는 공인인증센터 운영을 통하여 제품의 시장 경쟁력 도모 • 생명공학기술은 70년대부터 많은 투자와 연구자 양산을 통해 지속적으로 발전. 특히 유전자 재조합 단백질과 합성생물학의 눈부신 발전을 선도했고 다양한 바이오소재 기술을 선점 • 학문적 성과와 산업적 성과가 균형 있게 지속적으로 도출됨 • 현재 세계에서 가장 뛰어난 친환경 바이오소재 기술 보유 • 바이오소재 연구 선도, 정부의 지속적인 지원으로 관련 산업 및 연구 성과 선도 • 상업성 있는 다양한 연구들을 진행하고 있으며, 의미 있는 결과들이 보고됨. 연구의 수준도 상당히 높음 • 친환경 바이오 신소재 관련 원천기술의 지속적 개발 및 세계 최고 수준의 논문 발표 • 첨단 기술 기반의 다양한 소재 개발 리딩

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 원천기술 수준이 지속적으로 향상 • 바이오화학의 강국이 되기 위한 다양한 노력 중, 의미 있는 연구 결과들이 나타남 • 기술, 인력, 인프라 등 모든 부분에서 일본, EU 추격 • 몇몇의 뛰어난 연구자 중심의 기술개발 형태이나 미국, 일본과 차별성 있는 기술군 형성 • 생체재료 분야에서 90년대 초반부터 지원과 연구가 지속됨 • 기초 기술 역량 꾸준히 증가 • 발효, 고분자 중합 등 바이오화학 기술 개발에 필요한 기초기술 우수	• 특정분야(합성생물학, 대사공학 등)에 집중 • 산업생태계가 성숙하지 않아 소수 대기업 중심으로 상용화 기술 추진 • 산학연 협력을 통해 원천기술개발에서 상용화까지 전 방위 연구개발 필요 • 기업 측면에서 볼 때 투자가 미흡하며, 특허에 관한 관심 필요 • 사회의 수요와 관심은 많으나 연구지원 및 인프라 미흡 • 기초 연구 및 이를 기반한 산업화는 아직 미흡 • 바이오기술과 화학기술을 접목하여 생길 수 있는 바이오화학기술이 취약 • 바이오화학 인력이 부족 • 연구인력 확충 필요

국가	강점분야	기타
중국	• 정부와 기업투자로 인해 원천기술 및 상용화 공정 개발이 빠르게 진행 • 친환경에 관심이 높아지면서 다양한 연구들 진행, 특히 바이오화학 소재에 관해서는 연구의 깊이도 깊어지고 그 영역 확대 • 기술, 인력, 인프라 등에서 일본, EU, 한국 추격 • 유럽과 미국에서 중국 출신 과학자의 복귀로 인한 연구 인프라 성장 • 기술선도국에 비해 후발주자이지만 인력, 투자 확대를 통해 급속도로 연구개발 성과가 진행됨 • 자본 기반 기초 기술 역량 및 정부의 산업화 지원 활발 • 바이오 소재 등에 집중	• 빠른 추격자 형태의 연구로 원천기술의 깊이가 낮음 • 모방형 기술개발이 주력 • 기술적인 수준에서 미흡 • 아직 열악한 연구 환경과 산업구조 보유 • 바이오화학 응용기술 부족 • 인프라 부족 • 우수인력 부족 • 기초연구 투자 미흡
일본	• 원천분야에 대한 지속투자로 기술 및 인력 확보 • 바이오소재 분야에서 다양한 응용연구 중 • 지분투자 등을 통해 일본의 영향력을 확대 중 • 연구 인력의 숫자는 적으나 기술 자체의 수준은 매우 높음 • 상당한 특허 출원이 누적 되었으며, 바이오/생체소재 분야의 많은 기술 누적 중 • 기초 기술 매우 우수하며, 이를 기반으로 하는 산업화 역량 또한 우수함 • 제품 생산 기술 우수 • 제품인증을 위한 분석 및 인증 기술 우수	• 아직 직접적인 바이오화학소재 개발은 뚜렷하지 않음 • 국가적 지원형태가 몇 개의 연구 분야에 쏠려 있기에 균형적인 바이오소재 기술 개발이 어려움 • 특허 출원인의 감소로 기술시장 성장단계에서 성숙/쇠퇴 단계
EU	• 기술, 인력, 인프라 구축 및 산업생태계 구축을 위한 EU 정부의 꾸준한 투자 • 지구온난화에 많은 관심을 가지고 다양한 기업에서 깊이 있는 연구 진행. 특히 규제를 통해서라도 친환경 소재의 확대 추진 • 오랜 기간의 기술을 축척 보유하고 있으며 뛰어난 석학 연구자를 보유 • 기초학문/연구개발 바탕으로 논문 성과와 지속적인 특허 출원으로 선두그룹 유지 • 기초 기술 및 기초 기술의 산업화 우수 • 제품 생산 기술 우수 • 제품인증을 위한 분석 및 인증 기술 우수	• 기술 변화 대응 속도가 느림
미국	• 기술, 인력, 인프라, 산업생태계 구축 법제도를 통한 친환경 바이오소재 산업 육성 • 강력한 특허를 바탕으로 바이오화학 소재에서도 선도 • 지속적인 투자, 인력구축, 기술개발로 연구개발 활동 유지	• 트럼프 정부의 정책으로 인해 부정적인 이미지 상승 • 산업 수요에 대응하는 기술개발보다는 기초학문 지원에 현재까지 많이 치중됨

국가	강점분야	기타
	• 기초기술 지원 및 연구 활발 • 기초기술 기반으로 한 산업화 매우 우수 • 제품 생산 기술 우수 • 제품인증을 위한 분석 및 인증 기술 우수	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	3위	4위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산/학/연의 협력 및 대기업-중소기업 간의 협력을 통한 기술 개발 • 소규모의 기초 및 기반기술 개발을 위한 연구지원정책의 확충 • 바이오화학 산업의 최종제품은 화학제품의 형태를 취하기 때문에 미국의 경우처럼 국내화학 대기업이 국내 바이오화학(대기업, 중소기업 포함)과 조인트 벤처 형태로 서로 협력할 수 있는 시스템 필요. 조인트 벤처에 세제 및 기타 혜택을 줄 수 있는 정부 차원의 방안 마련 • 현재 산업체와 연구기관의 교류가 필수적. 고령화와 인구절벽, 산업구조 변화(전자산업 → 바이오, AI)에서 외국 기술에 의존하지 않고 빨리 성장하기 위해 산학연 바이오소재 기술 허브 구축 필요 • 생체소재 관련 국내협력 연구 및 기술개발은 비교적 활발하지만, 다른 분야 연구자들의 협력(예: 이공계 연구자와 의사간의 협력) 촉진 필요 • 다양한 연구그룹을 아우르는 연구회를 통해 진행되는 내용과 방향에 관한 의견 수렴 • 과기부 개인과제로 상당히 많은 원천기술들이 산발적으로 개발되어 있으나 산업화와 관련된 통합 플랫폼 기술 개발은 미미함. 정부 지원을 통해 산학연 공동연구체계를 구축하고 상용화에 필요한 원천기술 개발 필요 • 국내 연구자들의 DB확보와 네트워킹 지원
국제협력 촉진	• 미국 및 일본/EU와의 연구개발 국제협력 강화 • 장기 국제공동연구에 대한 지원 방안 마련 • 바이오화학소재 공인인증과 관련하여 국제협력이 필요하며, 이를 위해 국내 바이오화학소재 공인인증센터를 빠른 시간 내 육성 발전시킬 정부 차원의 정책과 노력 필요 • 바이오소재 기술은 외국과의 기술격차가 큰 편이므로 국제 협력 필요. 특히 건강식품, 의약외품, 신약 군의 바이오소재 기술 개발은 미국과 유럽과의 긴밀한 협력은 짧은 기간 안에 인력양성 및 인프라 구축에 도움 • 국제협력을 촉진 시킬 수 있는 연구비 및 과제 확대 필요 • 해외 선도 기관(대학, 정부연구소)와의 공동연구를 위해 R&D 연구비 지원 및 교환프로그램을 통한 인력 양성 • 기술 선진국의 과학 공학자들과 꾸준한 대외기술협력 시스템 구축
인력양성 및 유치	• 바이오 산업기술 인력 양성 및 일자리 창출 • BK21+와 같은 우수 연구인력 양성을 위한 이공계 대학원생 지원정책 지속 및 확대

	정책제언
	• 국내 산업이 아직 충분히 발전하지 못하여 양성된 인력을 제대로 활용하지 못하는 상황이므로, 산업의 육성이 인력양성의 원동력이 될 것 • 바이오소재 기술은 고도의 전문성이 요구되고 합성생물학, 화학, 화학생물학 등의 최첨단 학문과의 융합에서 미래 바이오소재가 개발될 수 있다는 점이 간과되므로 새롭게 설계하고 준비해야 하는 국가정책과 지원 절실 • 연구 환경 및 교육 수준 (인프라 구축과 연구비 확대)이 촉진되면 인력양성 발전 및 유치가 향상될 것. 인력양성 (대학원학생 양성)에 있어서 근로계약 제도보다는 장학금 촉진 필요 • 친환경 바이오소재 관련 인력이 대사공학, 분자생물학 분야 등에 치우침. 전통 생물공학 분야인 효소공학, 발효공학, 공정 공학 분야 인력 양성 필요. 또한 생물공학, 화학공학, 화학(유기화학) 등의 다양한 학문분야를 전공한 인력이 양성 필요 • 청년공학도를 위한 장학금 제도 및 우수 인력을 위한 일자리 지원
인프라 구축	• 생산/허가/판매에 이르는 바이오 인프라 구축 • 바이오화학소재 공인인증센터 구축을 제외하고는 이제 국내에도 어느 정도 인프라를 구축하고 있는 것으로 판단되며, 바이오2.0 예타를 통한 바이오화학 산업화 촉진 사업에서 어느 정도 인프라 구축 중. 산업을 활성화 하는데 필요한 기반성격의 바이오화학소재 공인인증센터 구축 위한 정책적 배려 필요 • 연구자 측면에서 바이오소재 기술의 공정 및 양상 기술 적용과 기술개발이 용이하지 않음. 경기도에서도 특정 몇 군데의 생물공정 시설을 제외하고는 거의 접근이 불가능하거나 사용이 힘듦. 바이오산업의 현재 특성상 수도권 주변 중심의 생물공정 양산 기술을 적용할 인프라 필요 • 연구비 확대 정책을 계획하면서 인프라 구축 필요. 신소재 개발에 필요한 첨단 연구 장비 및 학생들과 연구원들을 위한 사무시설 향상 필요 • 친환경 바이오소재는 중소, 중견기업 중심으로 산업이 구성되어 있어, 상용화를 위한 테스트베드 인프라 부족. 따라서 정부에서 산학연 공동연구 및 상용화 기술 개발을 위해 인프라를 적극 구축할 필요가 있고 출연(연)이 보유하고 있는 기존 인프라를 확대 및 고도화 필요 • 기술 인프라 촉진
법·제도 개선	• 바이오산업의 빠른 진보에 따른 법 제도 개선 • 생명공학 관련 법규의 국제적 기준에 준한 법규 정비 • 현재 국내 법령은 바이오와 관련된 포괄적인 법령이므로 미국과 같은 구체적 법령을 제정하여 바이오화학 산업 육성을 위해 산업과 인증 부분을 포함한 체계적 지원 필요 • 현재의 법제도 안에서는 연구적으로 안전성이 확보된 바이오소재를 개발한다고 해도 임상과 인증의 과정이 까다롭고 어려움. 규제 완화가 필요하며 바이오의 거대시장에서 소재기술이 답보상태로 있어 국가적으로 친환경 바이오소재의 GMO 기준도 정확하지 않음 • 바이오화학 소재를 사용하도록 유도하는 법적인 지원 • 환경규제강화로 인해 산업전반에 친환경 바이오소재에 대한 수요 증가를 대비하여 정책적 중소·중견기업의 지원 필요 • LMO법의 규제 완화 및 홍보 강화, LMO법에 대응하기 어려운 중소기업을 위한 정부지원 • 친환경 바이오소재에 대한 세제 혜택, 우선구매 등 다양한 정책적 지원
연구비 확대	• 바이오산업은 첨단 산업기술로 특허 및 물질 등의 기술의 선점이 중요. 이를 위한 연구비 확충 필요 • 중장기 연구기간이 필요한 기초 및 기반기술 개발을 위한 개인연구과제에 대한 연구비 확대

	정책제언
	• 신산업의 육성을 위해서는 연구비 확대가 매우 필요하지만 이제는 산업성이 없는 영향력 지수 높은 논문 제조를 위한 연구비는 최소화하고 실증 및 상용화 기술 개발에 연구비의 비중을 높여 지속적으로 지원 필요. 산업바이오의 특성인 화학과 바이오 기술의 융합을 이해하지 못하고, 바이오화학 산업 제품이 화학제품의 형태로 생산된다는 것을 이해하지 못해 순수 바이오기술 개발, 특히 발효기술의 수율을 높이는 연구에 집중적 투자로 인해 투자 대비 상용화 및 산업화가 늦음. 제품을 시장에 출시할 수 있는 연구개발에 집중적 연구비 투자 필요 • 친환경 바이오소재 기술 분야의 연구비가 특정 연구 부분에 치우치지 않도록 균형 있는 분배가 필요하며 단백질, DNA 신소재 등의 바이오코스메슈트컬 등에 중요한 소재기술부터 합성생물공정과 같은 파일럿 기술까지 전략적 지원 필요. 셀트리온과 같은 생물공정 기술을 가진 형태의 기술전략화를 위한 연구지원도 필요하며 자연모사 생체플라스틱과 유연소재 등 다양한 형태의 소재 군을 발굴하는 연구과제 시급 • 기초연구와 신진연구자를 지원하는 연구비 확대 정책. 실적위주가 아닌 기초연구를 촉진시킬 수 있는 지속적, 장기적 연구비 지원 • 산업바이오 소재의 발굴, 특허 확보와 양산 검증에 연구비 지원 • EU Horizon 2020 Bio-Based Industries Joint Undertaking과 같이 바이오소재의 상용화에 필요한 원천기술, 공정기술, 마케팅, 정책 등 전방위 R&D 지원이 필요하며 이를 위해 산학연이 소재기술 개발을 할 수 있게 연구비 확대 필요 • 과제 중복성으로 인해 과거 10년 전 기술로는 극복할 수 없었던 소재개발이 현재 또는 미래의 기술로 극복 가능하므로 핵심 바이오소재 개발에 있어 과제 중복성을 완화 필요 • 연구비의 폭발적 증대해서 산업화 기여도도 함께 측정
기타 의견	• 친환경 바이오소재 기술은 신약 의학의 임상적 적용 관점, 소재 생산 및 안전성 검증 관점, 기초소재 발굴 및 디자인 기술 개발 관점까지 단일 연구팀이나 연구그룹에 의해 진행되기 어려움. 기초 소재부터 산업적 응용, 미래 산업 전망까지의 연속성을 가진 지원 방식 필요. 고령화, 대기환경의 악화, 유해화학물질의 규제 등과 같은 큰 이슈에 대한 기술적 해결방안을 가진 기술 군이므로 국가적 지원 역량의 필요성 충분 • 기존 기술개발 정책과 같이 인력양성, 인프라 구축, 기술 개발 등의 연구개발 지원 방식이 큰 변화와 성과를 유도하기 힘듦. 선진국에서 진행하고 있는 현재 기술과 차별성 있고 시장 전망이 명확한 기술 분류 및 구분을 통해 주요 개발 기술을 선정하고 그 기술 개발 주제에 맞는 지원 방식을 각각 도입 필요. 현재 미래소재디스커버리와 같은 대형 사업단에서 진행하는 소재 개발에서 바이오소재 기술은 크게 주목받고 지원받지 못하고 있으며 소재개발(전자, 화학 등)을 일률적인 방식으로 진행하고 있기에 국가적 산업을 유도할 만한 소개개발이 실현되지 힘듦. 친환경 바이오소재에 산업적 수요가 충분하고 국가적 역량 지원 필요성만 확보된다면 생물공정에 필요한 파일럿 건설, 단백질 등 친환경 바이오소재 양산기술, 정제 및 분리 기술, 기능성 원천 소재 발굴 등의 좀 더 독창적인 융합기술 개발 지원 시스템 구축 필요 • 산업바이오와 석유화학 분야 공동 연구로 Deop in & Drop by 제품 구체화 가능 • 친환경 바이오소재 기술은 기능성 소재의 탐색, 소재 신생합성 경로 검증, 생촉매(효소 및 미생물)의 개발, 소재 안정성 검증, 경제성 있는 분리정제 공정 개발 등 다분야 기술 필요. 효소공학, 대사공학, 발효공학 등 정통 생물공학기술과 유기합성, 분리정제, 공정 공학 등 화학공학 뿐만 아니라 독성학, LCA 등 다 학제 학문이 융합되어야 함. 특정 소재 개발뿐만 아니라 바이오소재 개발 및 상용화에 필요한 전방위 R&D 시스템 구축 필요 • 타 기술과의 융복합. 가령, 생산한 친환경 바이오 소재들의 바이오 기전 검증 같은 공신력 확보 등

다 주요 분석 결과 요약

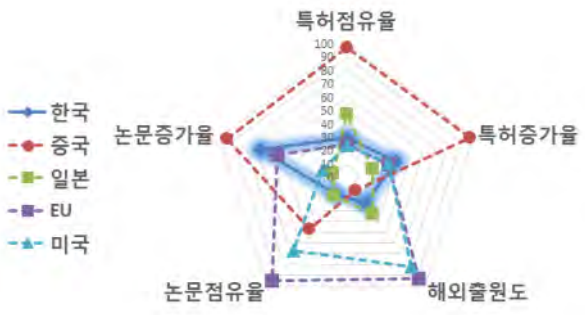
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	소재·나노	19,375	20,688	83.3%	84.6%
해당 중점과학 기술명	친환경 바이오소재 기술	2,807	3,262	55.2%	56.4%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

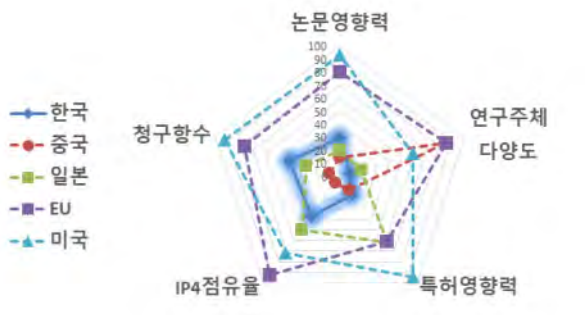
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	42.2%	52.3%	27.1	7.4
한국	5위	3위	3위	4위
	5.8%	11.3%	17.1	2.1
5개국 평균[2]	-	-	22.0	5.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

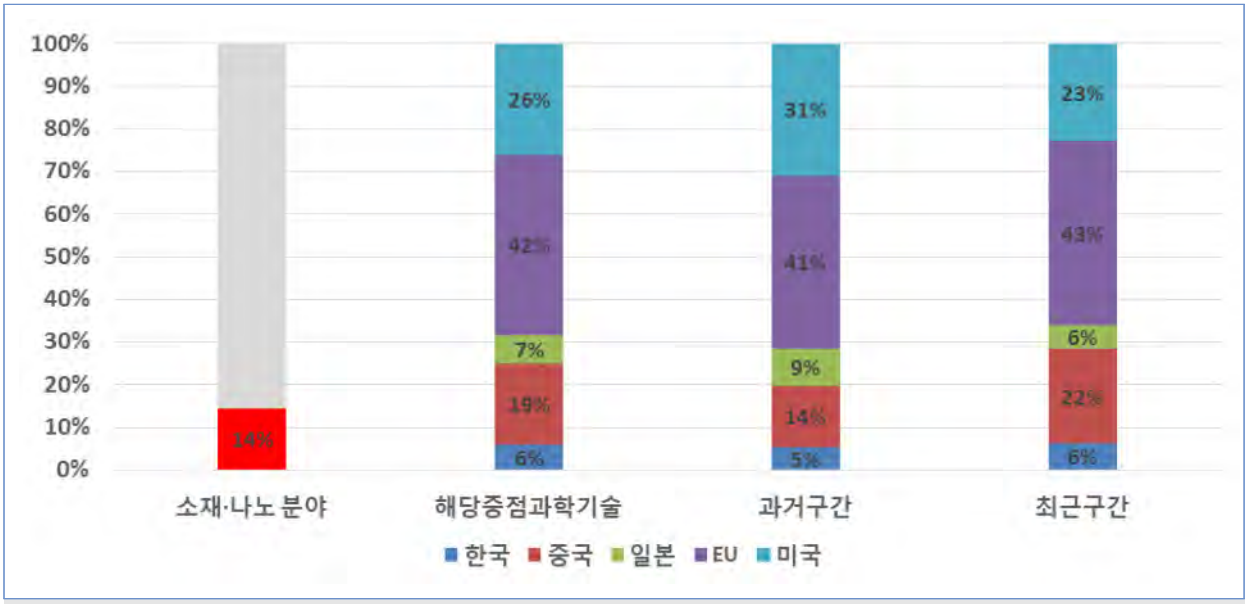
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.8%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(17.1)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(42.2%), 미국(26.0%), 중국(19.1%), 일본(6.8%), 한국(5.8%) 순이며, 논문 증가율은 중국(139.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(27.1), EU(23.9), 한국(17.1), 일본(15.7), 중국(14.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(11.3%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.1)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(52.3%), 일본(18.9%), 한국(11.3%), EU(9.0%), 미국(8.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(180.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(7.4), 일본(4.7), EU(4.7), 한국(2.1), 중국(1.7) 순이며, IP4 점유율은 EU(32.0%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.1)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.8%	19.1%	6.8%	42.2%	26.0%
	논문 증가율	82.8%	139.2%	-4.1%	65.7%	14.7%
	논문 영향력	17.1	14.7	15.7	23.9	27.1
	연구주체 다양도	0.79	0.96	0.82	0.97	0.91
특허 분석	특허 점유율	11.3%	52.3%	18.9%	9.0%	8.5%
	특허 증가율	10.2%	180.6%	-29.6%	-1.4%	0.0%
	해외출원도	1.3	0.1	2.1	7.2	5.8
	특허 영향력	2.1	1.7	4.7	4.7	7.4
	IP4점유율	13.8%	0.1%	17.2%	32.0%	23.2%
	청구항수	5.2	2.7	4.4	7.4	9.1

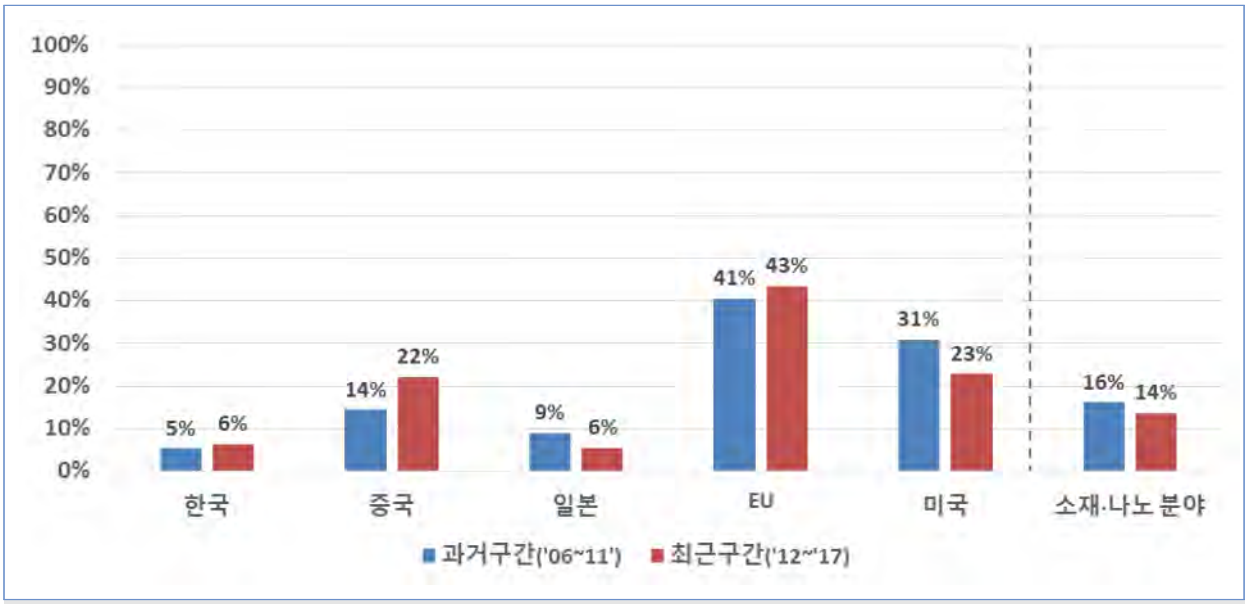
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 친환경 바이오소재 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1185건으로 전체 논문의 42%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 바이오소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 논문 중에서 14%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

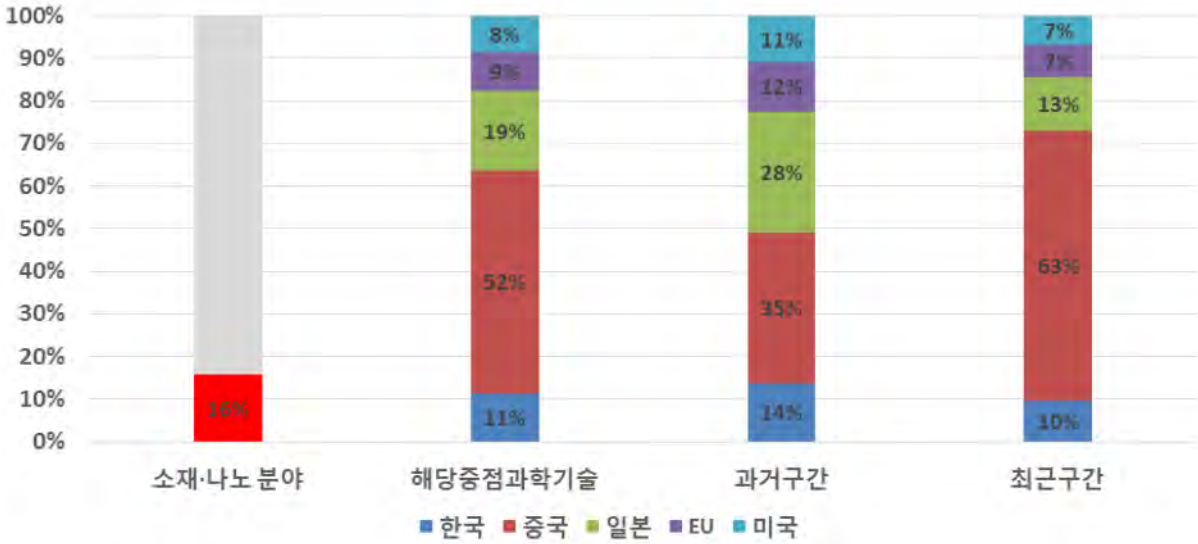


- 친환경 바이오소재 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 82.8%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	58	106	164	82.8%
중국	158	378	536	139.2%
일본	98	94	192	-4.1%
EU	446	739	1,185	65.7%
미국	340	390	730	14.7%
전체	1,100	1,707	2,807	55.2%

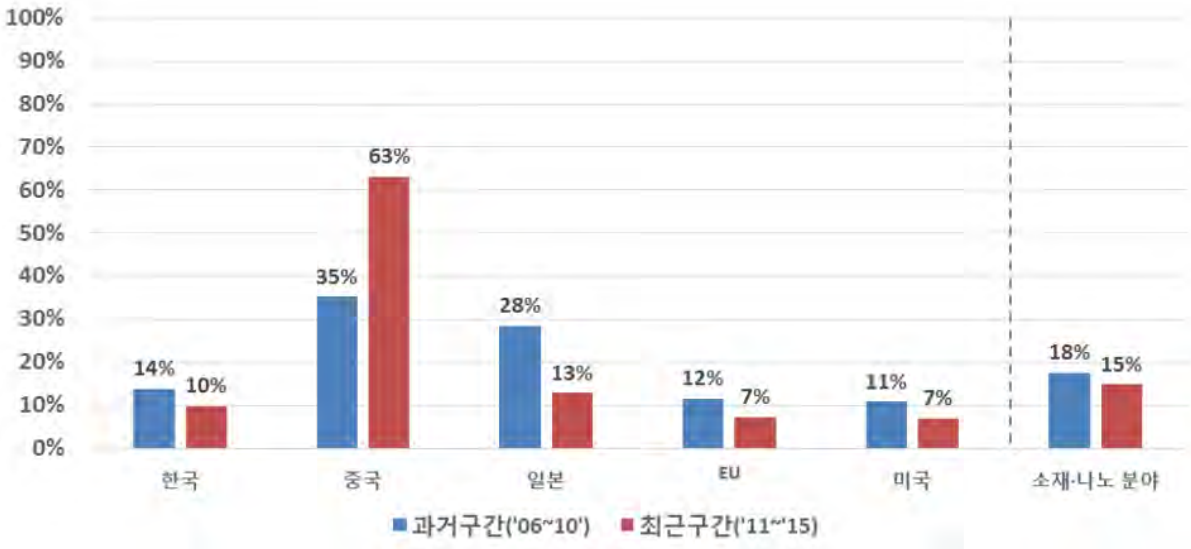
(4) 특허 점유율(전체)



● 친환경 바이오소재 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1705건으로 전체 특허의 52%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, EU, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 바이오소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 특허 중에서 16%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 친환경 바이오소재 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 10.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	176	194	370	10.2%
중국	448	1,257	1,705	180.6%
일본	362	255	617	-29.6%
EU	148	146	294	-1.4%
미국	138	138	276	0.0%
전체	1,272	1,990	3,262	56.4%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

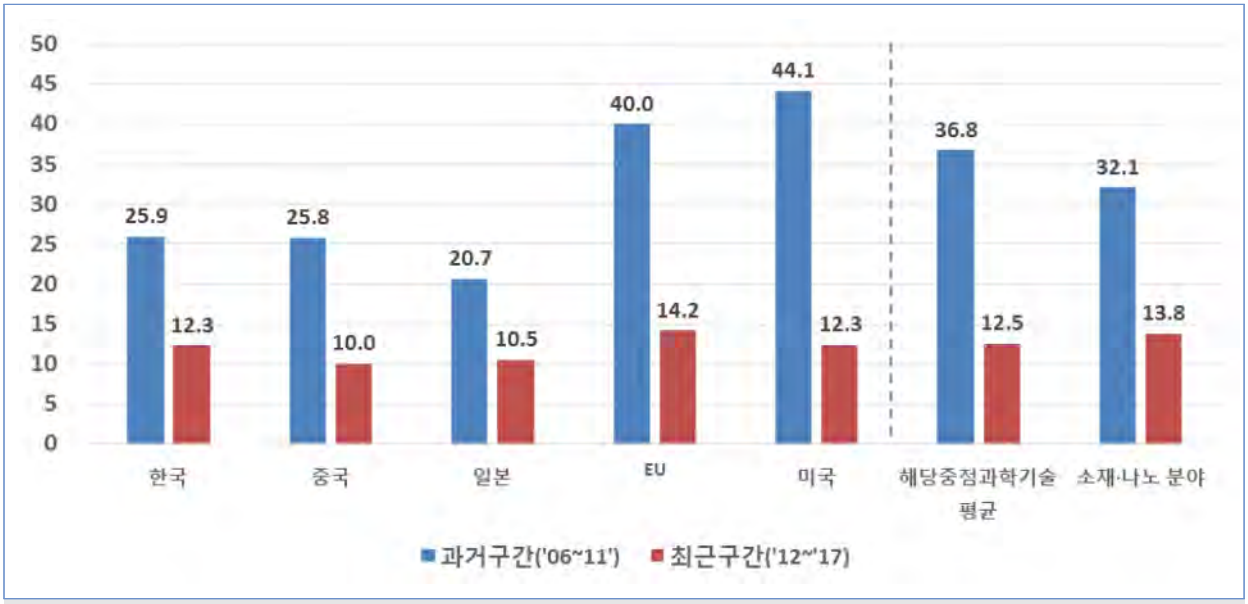


- 친환경 바이오소재 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

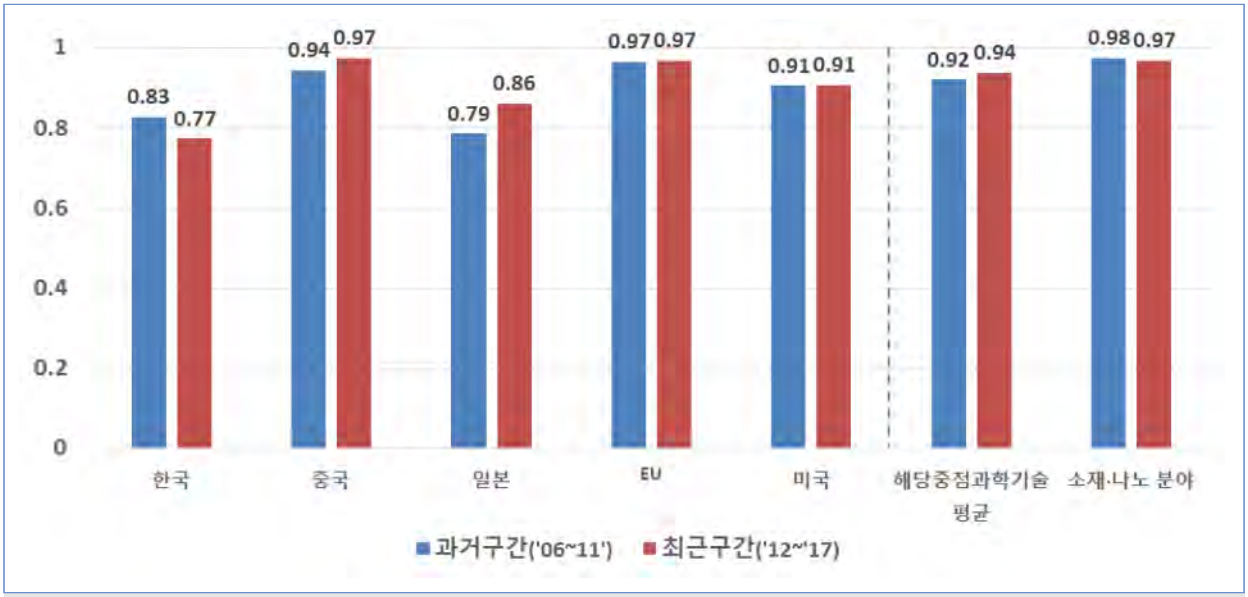
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



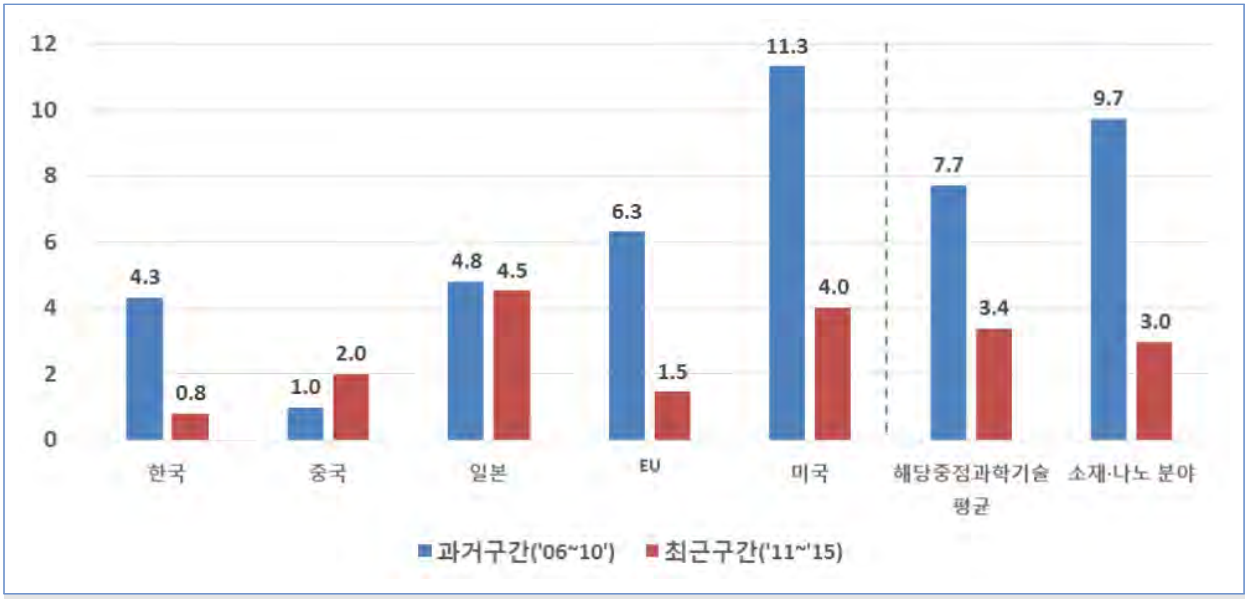
● 친환경 바이오소재 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



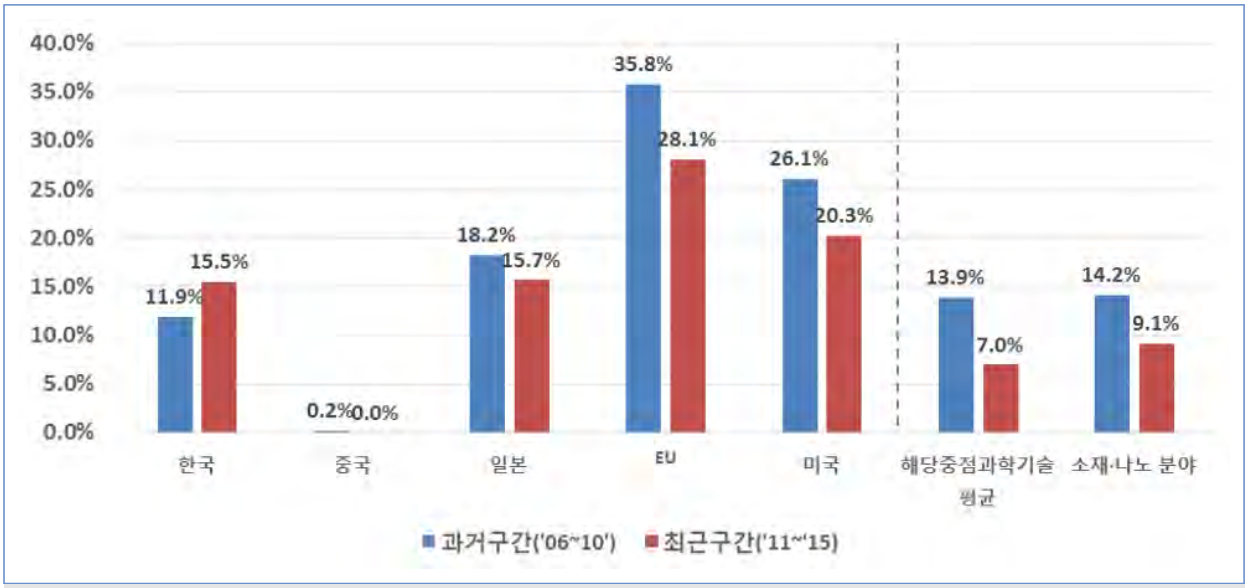
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



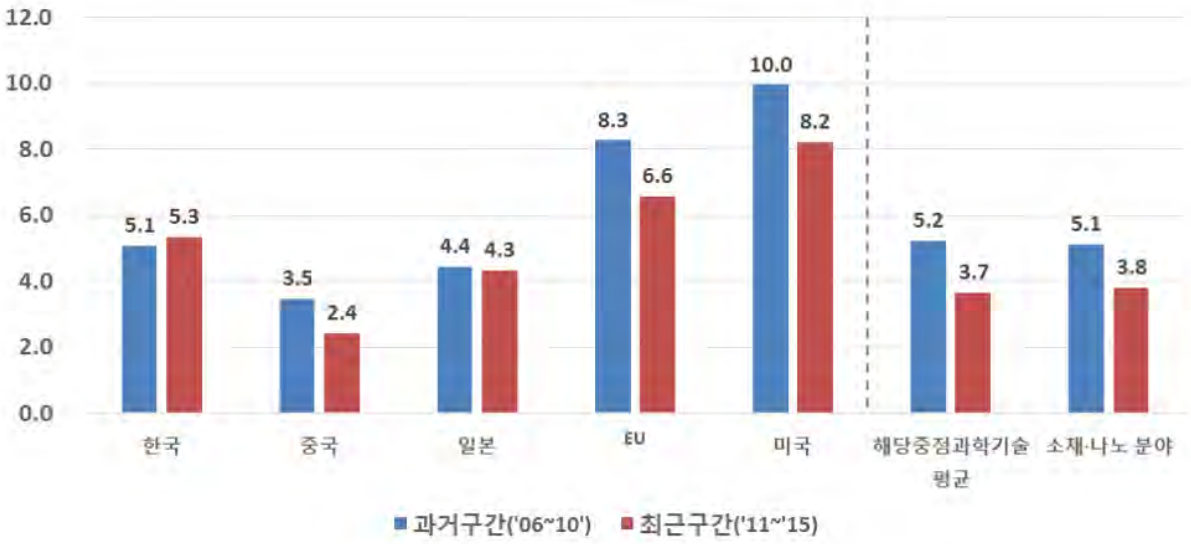
- 친환경 바이오소재 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 친환경 바이오소재 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 친환경 바이오소재 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

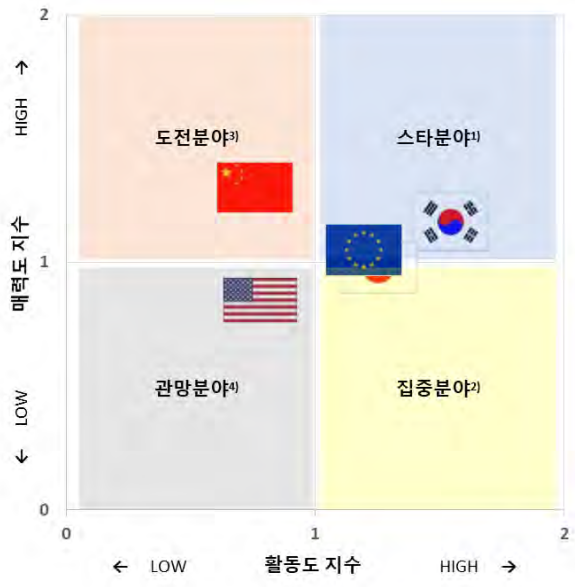
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

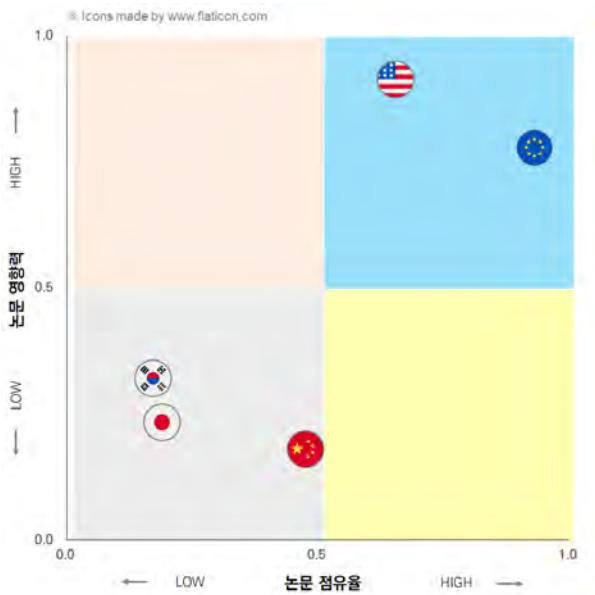
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 친환경 바이오소재 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

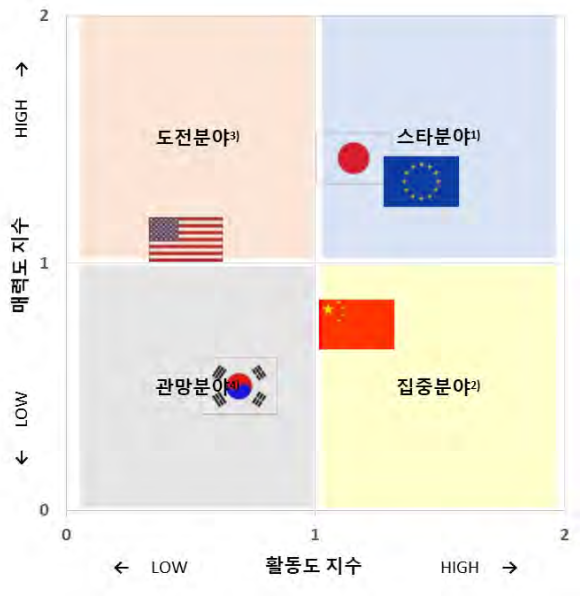


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

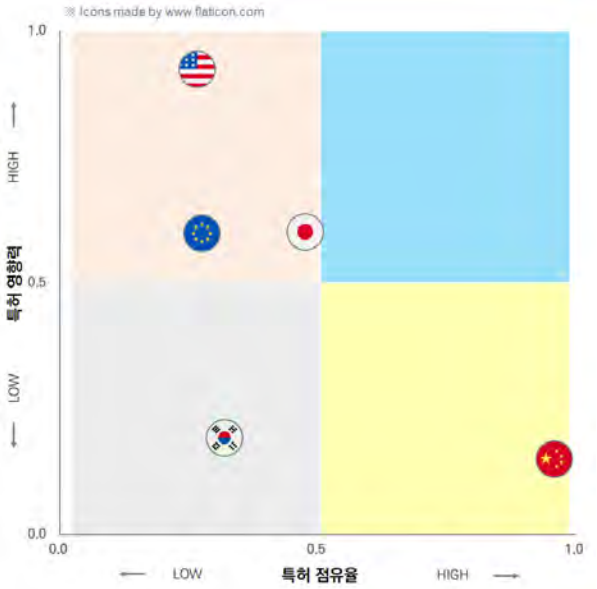
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 친환경 바이오소재 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.68%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 6.71%(글로벌 점유율은 0.39%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.60%	0.68%	11.11%
2	SHANDONG UNIVERSITY	중국	3.17%	0.61%	12.50%
3	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	EU	1.35%	0.57%	66.67%
4	IOWA STATE UNIVERSITY	미국	1.92%	0.50%	150.00%
5	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	미국	1.78%	0.46%	-37.50%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	6.71%	0.39%	350.00%
2	KONKUK UNIVERSITY	4.27%	0.25%	600.00%
3	CHOSUN UNIVERSITY	3.66%	0.21%	100.00%
4	SOONGSIL UNIVERSITY	3.66%	0.21%	0.00%
5	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.05%	0.18%	-33.33%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHANDONG UNIVERSITY	3.17%	0.61%	12.50%
2	BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY	2.43%	0.46%	233.33%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.87%	0.36%	0.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.87%	0.36%	50.00%
5	TIANJIN UNIVERSITY	1.87%	0.36%	0.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	6.25%	0.43%	40.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	5.21%	0.36%	-57.14%
3	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)	4.69%	0.32%	100.00%
4	KOBE UNIVERSITY	4.17%	0.29%	-40.00%
5	MIE UNIVERSITY	3.65%	0.25%	150.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	1.35%	0.57%	66.67%
2	LUND UNIVERSITY	0.93%	0.39%	-77.78%
3	UTRECHT UNIVERSITY	0.76%	0.32%	250.00%
4	UNIVERSITY OF BOLOGNA	0.76%	0.32%	25.00%
5	UNIVERSITY OF MANCHESTER	0.59%	0.25%	-25.00%

6 미국

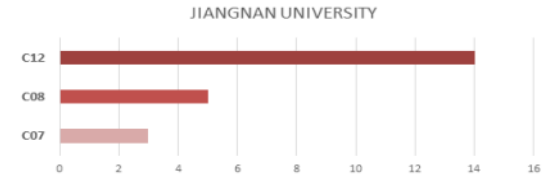
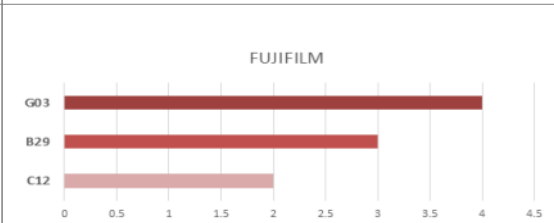
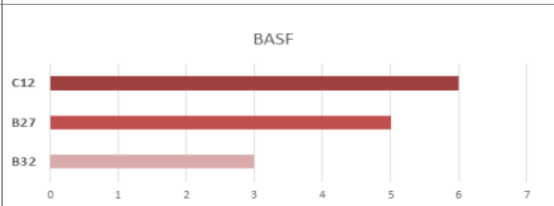
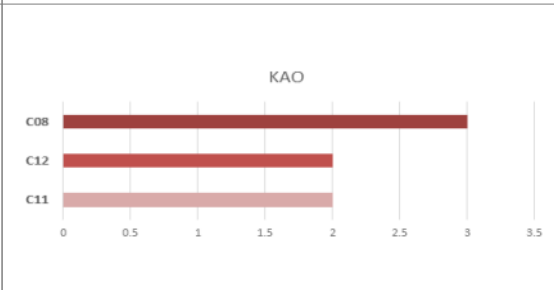
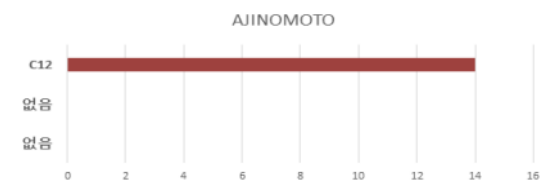
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.60%	0.68%	11.11%
2	IOWA STATE UNIVERSITY	1.92%	0.50%	150.00%
3	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	1.78%	0.46%	-37.50%
4	CORNELL UNIVERSITY	1.64%	0.43%	100.00%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.51%	0.39%	20.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'JIANGNAN UNIVERSITY(0.80%)' 가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '에스케이케미칼' 가 2.70%(글로벌 점유율은 0.31%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'JIANGNAN UNIVERSITY'는 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를, '에스케이케미칼'는 C08(유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

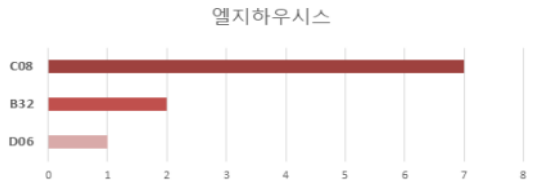
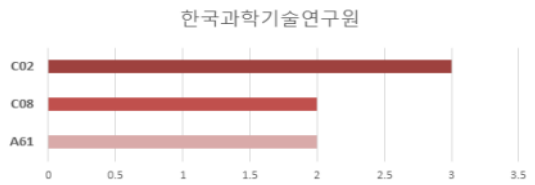
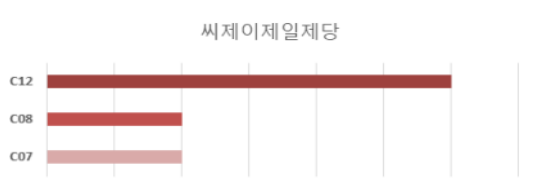
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	JIANGNAN UNIVERSITY	중국	1.52%	0.80%	233.33%
2	FUJIFILM	일본	2.76%	0.52%	-93.75%
3	BASF	EU	5.78%	0.52%	-11.11%
4	KAO	일본	2.59%	0.49%	0.00%
5	AJINOMOTO	일본	2.27%	0.43%	-72.73%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C07	유기화학
2		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		B27	목재 또는 유사 재료의 가공 또는 보존; 못박기 기계 또는 스테이플 기계 일반
		B32	적층체
4		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C11	동물성 또는 식물성유, 지방, 지방성 물질 또는 납; 그것에 유래하는 지방산; 세정제; 양초
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–

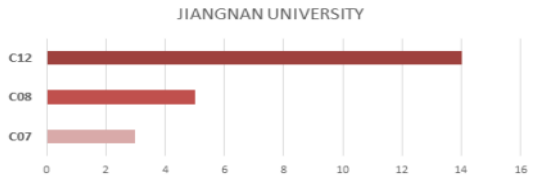
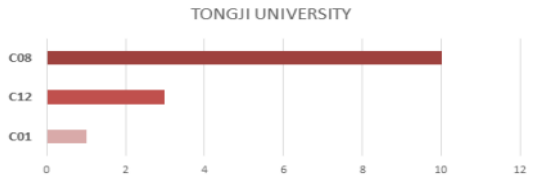
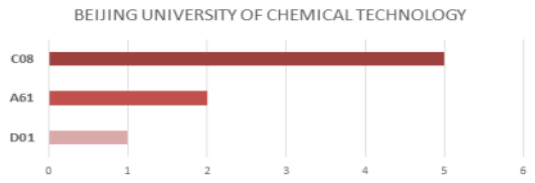
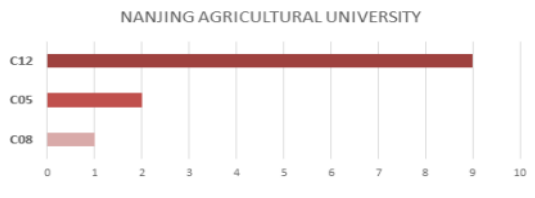
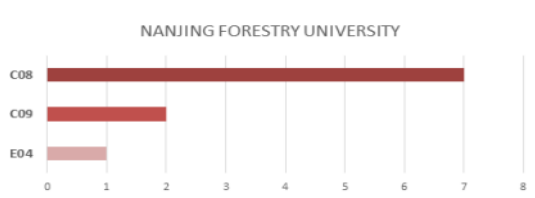
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	에스케이케미칼	2.70%	0.31%	900.00%
2	엘지하우시스	2.70%	0.31%	900.00%
3	한국과학기술연구원	2.70%	0.31%	0.00%
4	엘지화학	1.89%	0.21%	150.00%
5	씨제이제일제당	1.35%	0.15%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		–	–
		–	–
2		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B32	적층체
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
3		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		H01	기본적 전기소자
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C07	유기화학

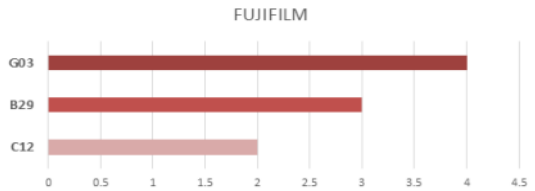
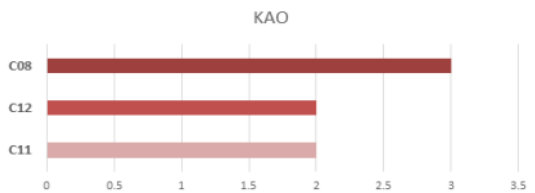
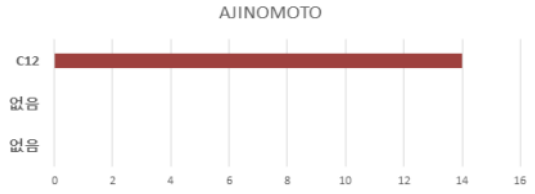
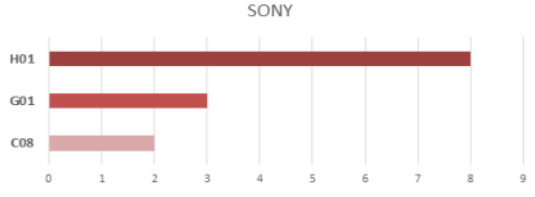
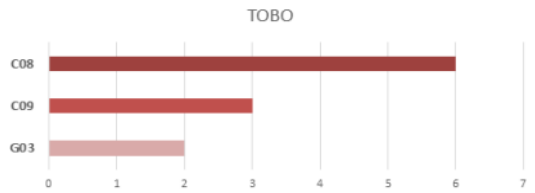
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	JIANGNAN UNIVERSITY	1.52%	0.80%	233.33%
2	TONGJI UNIVERSITY	0.82%	0.43%	-72.73%
3	BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY	0.70%	0.37%	100.00%
4	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.70%	0.37%	-66.67%
5	NANJING FORESTRY UNIVERSITY	0.70%	0.37%	1100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C07	유기화학
2		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C01	무기화학
3		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C05	비료; 그 제조
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
5		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		E04	건축물

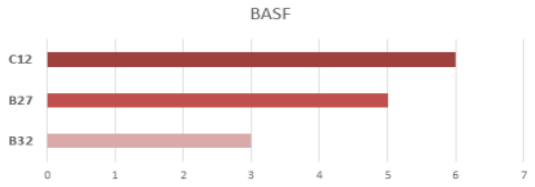
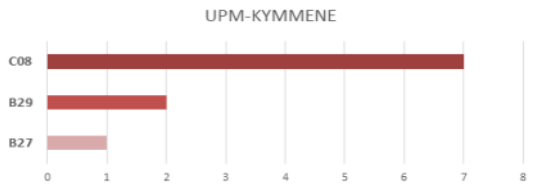
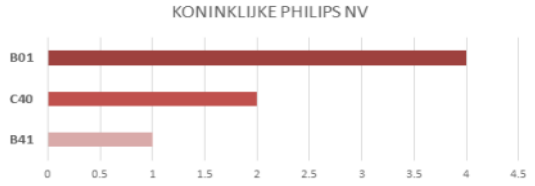
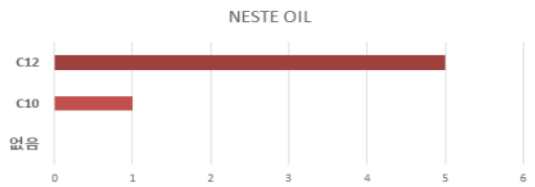
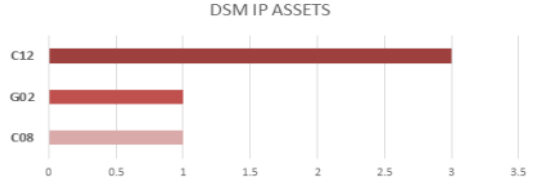
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUJIFILM	2.76%	0.52%	-93.75%
2	KAO	2.59%	0.49%	0.00%
3	AJINOMOTO	2.27%	0.43%	-72.73%
4	SONY	2.11%	0.40%	-81.82%
5	TOBO	1.78%	0.34%	350.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C11	동물성 또는 식물성유, 지방, 지방성 물질 또는 납; 그것에 유래하는 지방산; 세정제; 양초
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
5		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)

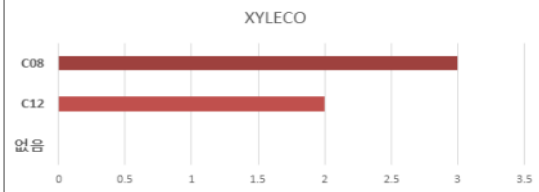
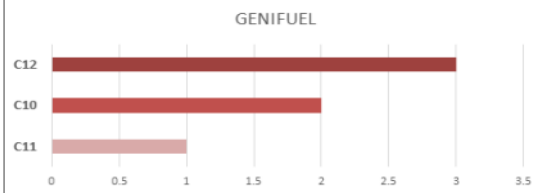
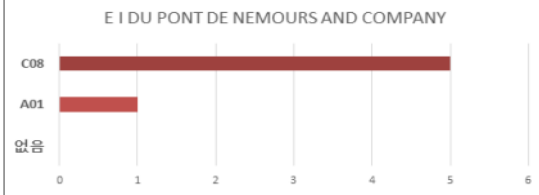
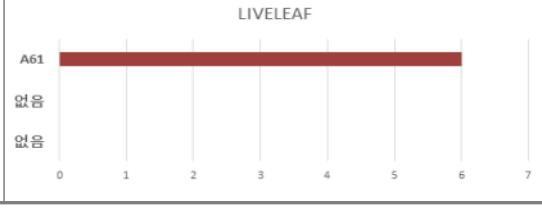
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BASF	5.78%	0.52%	-11.11%
2	UPM-KYMMENE	3.40%	0.31%	900.00%
3	KONINKLIJKE PHILIPS NV	2.38%	0.21%	-100.00%
4	NESTE OIL	2.04%	0.18%	400.00%
5	DSM IP ASSETS	1.70%	0.15%	-75.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		B27	목재 또는 유사 재료의 가공 또는 보존; 못박기 기계 또는 스테이플 기계 일반
		B32	적층체
2		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B27	목재 또는 유사 재료의 가공 또는 보존; 못박기 기계 또는 스테이플 기계 일반
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C40	조합된 기술
		B41	스탬프; 타이프라이터; 복사기; 인쇄
4		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		C10	석유,가스또는코크스공업;일산화탄소를함유하는공업가스;연료;윤활제;이탄
		-	-
5		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		G02	광학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	XYLECO	2.54%	0.21%	-60.00%
2	GENIFUEL	2.17%	0.18%	0.00%
3	E I DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY	2.17%	0.18%	400.00%
4	NOVOZYMES	2.17%	0.18%	-80.00%
5	LIVELEAF	2.17%	0.18%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C11	동물성 또는 식물성유, 지방, 지방성 물질 또는 납; 그것에 유래하는 지방산; 세정제; 양초
3		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
4		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

41 고성능 금속소재 기술



41 고성능 금속소재 기술

중점과학기술 개요

- 금속 소재의 조성 및 구조를 다양한 스케일로 제어하여 극한특성을 구현하거나 금속-금속의 복합화를 통해 고성능·다기능·친환경적 소재를 개발하는 기술
- 지진·화재 등 재난에도 견디는 안전한 금속소재 개발 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

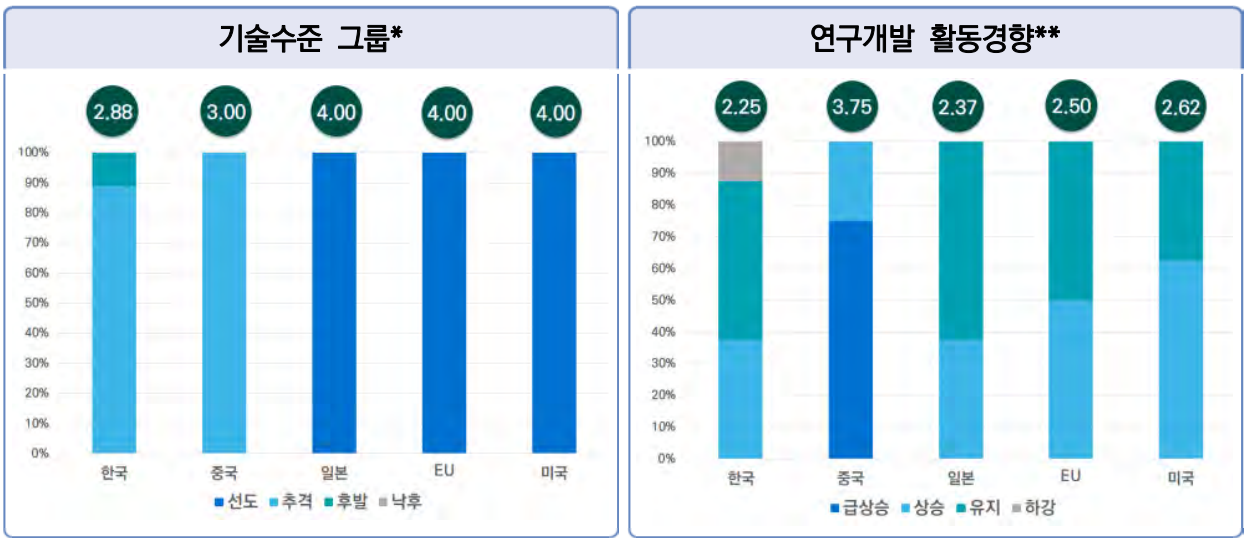
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	78.0	3.5	추격	보통	우수	유지
중국	78.0	4.0	추격	보통	우수	급상승
일본	98.0	0.5	선도	우수	우수	유지
EU	96.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	78.8	3.5	78.0	75.0	80.0	3.1	3.5	3.5	4.0	1.5
중국	78.0	4.0	78.0	76.0	80.0	4.3	4.0	4.0	5.0	1.5
일본	98.5	0.5	98.0	97.0	100.0	2.4	0.5	0.0	1.0	0.5
EU	96.0	0.8	96.0	95.0	97.0	2.2	1.0	0.0	1.0	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.7

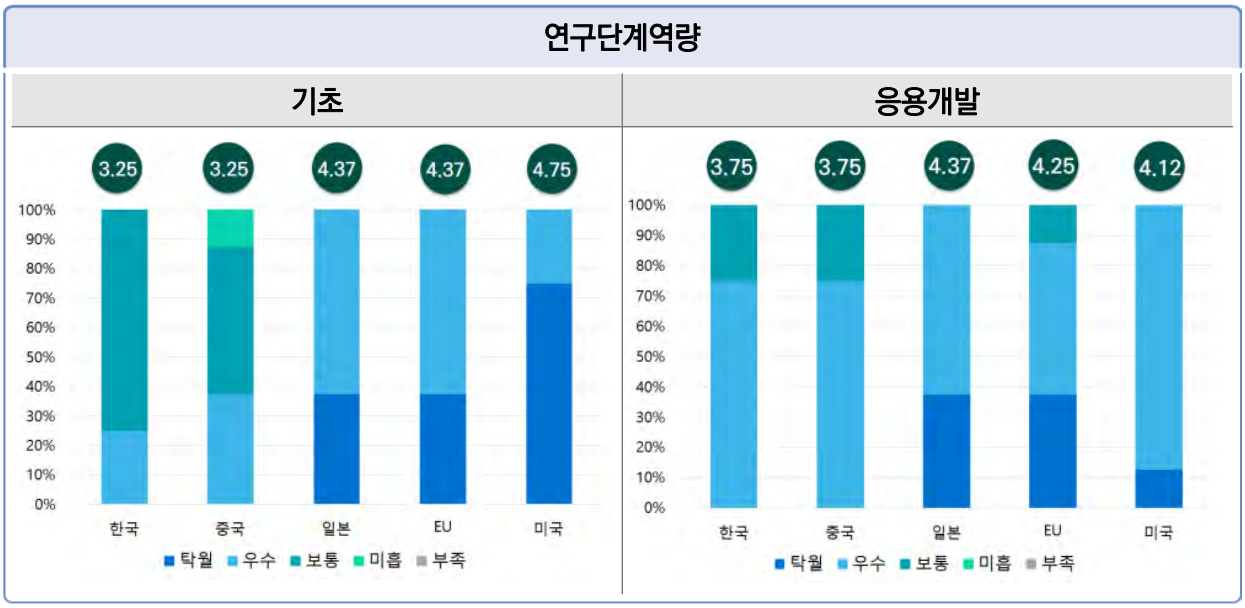
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (78.0%)	• 많은 대학에서 연구진행 • 철강 소재는 선도그룹에 버금가는 기술 수준을 보유하고 있으나 항공/우주용 Ti/Al 소재 및 자성소재/내열소재 분야의 관련 산업인프라가 취약하고 연구인력 및 지원규모 부족 • 수송기기 및 에너지 분야에 적용되는 고성능 금속소재 분야에 대한 지속적 투자로 선도그룹과 대등한 수준의 기술력 확보한 분야 등장 • 데이터 기반 연구 도입 추진으로 새로운 연구개발 패러다임에 동참 • 고부가가치 금속소재 분야에서 기술적 낙후 발생 • 시장의 수요가 작고, 체계적인 지원과 육성이 부족하여 개별 단위별로 자체 경쟁력 확보에 노력 • 정부지원 및 인프라 상대적으로 저조/실용화 어려운 현실 • 오스테나이트계 고Mn강의 상용화를 실현하였고, 최근 일본의 Kumadai에 버금가는 내열Mg합금과 저비용의 Ti합금 제조기술 개발
중국 (78.0%)	• 범용 금속소재 분야에서는 이미 충분한 시장을 점유하고 있으며 국가 차원의 체계적인 연구비 지원을 통해 연구 인력의 전문성이 향상되어 고성능 소재기술 연구에 주력 • 풍부한 자원을 바탕으로 원소재 분야에서 비약적인 발전 • 원소재 분야의 시장 점유율 바탕으로 응용 분야로의 기술 개발 확대 • 인적/물적 투자에 따른 국내 기술과 기술 난이도 격차 감소 • 풍부한 원료 공급을 바탕으로 금속소재에 대한 부품 개발 및 적용을 하고 있으나, 고기능성 금속소재에 대한 연구 미진 • 논문발표 및 특허출원은 상위권이나 그 기술수준은 낮은 편
일본 (98.0%)	• 타이타늄 및 신합금, 신공정 개발 • 경량/내화/내진/내열 철강소재 분야의 정부/민간 연구비 투자 활성화 및 체계적인 연구 환경 유지 • 전통적인 고강도 특수 강재의 생산과 활용 분야에서 선도적인 기술력 확보 • 미국과 거의 동등한 수준의 기술 보유 • 고기능성 철강소재뿐만 아니라 금속소재 전반에 관련한 특허 주도 • 난연성이 향상된 고강도 초경량의 Mg합금을 개발하고, 터빈입구온도 1,700C급의 극한환경용 초내열 소재 개발
EU (96.0%)	• 인더스트리 4.0 정책에 기반 한 연구개발 과정의 스마트화 추진 • 수송기기 경량화 관련 고기능금속소재 적용 분야 증가 • 첨단 신기술 확보보다는 지속가능한 기술 결과를 제시 • 금속 3D프린팅을 이용한 부품 및 응용에 관한 연구 활동 활발 • 자동차의 차체 경량화가 대폭 향상된 고강도 고성능의 Al합금 기술을 개발하고, 터빈입구온도가 향상된 극한환경용 초내열 소재 개발
미국 (100%)	• 에너지, 환경 분야에 기존 백금 촉매를 대체하기 위한 다양한 나노구조를 갖는 비 귀금속 촉매에 대한 연구 진행

국가 (기술수준)	판단근거
	• 항공/우주, 국방 분야 기술에 적용 가능한 첨단 고부가가치 소재 기술 개발에 집중 • 제조업 부흥 정책에 따라 고성능 금속소재 분야에 대한 투자가 지속적으로 증가 중 • 인공지능을 활용한 신 합금 및 신 공정 개발로 연구개발 및 실용화 효율성 제고 • 지속적인 투자와 개발 이니셔티브 확보가 가능한 다양한 산업 보유, 전산 및 인공지능 기반 합금 및 공정 기술 선도 • 고성능금속소개 전반에 걸쳐 우월한 기술력을 확보하고 있으며, 체계적인 국가 지원시스템 확보 • 관련 논문을 최고 수준으로 발표 • 지속적인 연구개발로 터빈의 에너지 효율이 대폭 향상된 극한환경용 초내열 소재 개발 및 상용화

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 일부 대기업과 연구소를 통한 기술개발 • 정부의 지속적인 투자로 기술수준이 꾸준히 향상되고 있음 • 기초연구 및 응용연구를 위한 인프라 확충 지속 • 인력 및 기술력 확보 중 • 선도 그룹에 못지않은 연구 인력의 전문성과 열정적인 인재 구성 • 전통적인 철강 제품의 대량 생산에 따른 경험 축적 • 고강도 및 고성형성 철강재료, 자동차용 경량 소재, 극한환경용 초내열 소재에 대한 관심과 지원 증가 • 세계 선도그룹의 자동차, 조선, 전지산업, IT 산업기반 보유 • 경량소재 마그네슘의 경우 다른 금속소재와 달리 선도그룹 형성 • 철강 소재, 촉매소재	• 산학연의 확대 및 각 대학, 연구소, 기업의 연구 주제의 공유 • 최종 수요자인 대기업의 도전적 연구 시도가 미흡하여 기술시장 선도 어려움 • 철강 위주 산업구조에서 다분야 확장 필요 • 연구 깊이와 수준 미흡 • 소재의 설계, 제조, 평가에 이르기까지의 일관된 인프라 미흡 • 광물자원 부족에 따른 높은 해외 의존도도 • 일본 등 선진국 대비 부품 및 소재 원천 기술 격차가 큼
중국	• 대학 및 연구소의 물량공세적인 연구 진행 • 풍부한 자원 및 타 국가와 비교가 안 되는 다수 인력 확보 자원 • 무기화를 추진하는 정부의 적극적인 투자로 인해 응용기술 뿐만 아니라 기초기술 분야에서도 빠른 속도로 성장	• 연구 성과 관련 과다 경쟁으로 성과의 진실성, 신뢰성 미흡(연구윤리 위반 사례 많음) • 자원무기화에 따른 타 국가의 견제 심화 • 투자대비 성과 문제 우려 • 아직까지는 기술격차가 있으나 활발한 연구를 통해 추격 중

국가	강점분야	기타
	• 논문발표수와 내용면에서 압도적인 발전을 이루고 있으며, Ti, Mg, Ni 합금 등의 분야에서 기술력 축적 • 고성능 금속소재를 비롯한 금속소재 전반에 대한 국가의 관심과 지원 및 연구활동 활발하며 논문발표와 특허출원 급상승 • 많은 인력 및 자원을 바탕으로 경량소재, 철강소재, 희유금속 등에 대한 산업전반에 응용을 활발히 진행 • 자성소재 기술 인력 확보 • 정부의 적극적인 지원, 특히 인프라에 투자 확대로 인프라에서는 미국 수준	
일본	• 산학연 컨소시엄 구성 및 주로 상용화를 목적으로 실용적인 연구진행 • 데이터의 수집, 축적, 활용 등에 있어 체계적인 시스템 구축 • 미국, EU 등과 대등한 수준의 인프라를 구축하고 있으며 관련 기술시장을 선도하는 기업들과의 공조 체계 우수 • 기술 및 인력 분야 강점 • 기초에 아주 강한 전통적인 강점 • 금속소재의 고기능화를 위한 합금설계, 구조제어 및 물성발현기구 규명을 위한 평가기술이 우수 • 환경규제 대응을 위한 고강도 경량의 난연성 Mg소재 및 전기자동차의 성능향상을 위한 고효율 모터용 자성소재 개발에 지원과 연구활발 • 친환경 부품 산업에 대한 연구를 중점적으로 진행하고 있으며, 고기능성 철강소재, 자성소재, 경량금속 등 금속소재 전반에 높은 기술력 • 철강 소재(경량, 내화, 내진, 내열) • 자동차 소재 • 응용기술이 특히 우수함 • 다양한 산학연간 연계가 가장 잘 이루어짐	• 우수한 인력 자원이 상대적으로 부족 • 시스템에 의존한 연구로 파괴적인 창의성을 기대하기 어려움
EU	• 오랜 전통의 대학 및 연구소의 개발진행 • 응용분야를 고려한 타겟형 기초연구 분야에서 기술, 인력, 인프라 우수	• 국가 간 이익 대립 시 의사결정 지연으로 연구개발 지연 • 신기술 개발 동력 약화

국가	강점분야	기타
	• 국가 간 공동연구 프로그램 운영으로 강점기술의 공유를 통한 시너지 창출 탁월 • 다양한 소재 산업이 발전하고 있고, 그에 따른 연구개발의 지속성 유지 • 극한환경용 초내열합금의 설계, 제조, 평가 및 상용화에 대한 연구 활발 • 환경규제 대응을 위한 고강도 경량소재의 연구개발 활발 • 에너지 절감 및 CO2 배출가스 규제를 정부차원에서 관리하여, 자동차 부품에 경량화를 위해 경량금속에 대한 적용 활발 • 3D프린팅 기술을 접목해 고기능성 금속부품 제조에 대한 응용기술 활발히 진행 • 기계 소재(금형, 공구, 특수강)	
미국	• 세계 최고의 우수 인력이 공동 연구 수행 • 제조기술 및 신합금 개발 관련 특화센터 설립 및 운영으로 기술 차별화 추진 • 기술, 인력, 인프라 등 모든 분야에 강점 • 연구개발을 위한 체계적인 시스템 확보 • 극한환경용 초내열합금의 설계, 제조, 평가 및 상용화에 이르기까지의 전반적인 기술에 대한 연구 활발 • 정부 주도로 금속소재산업의 경쟁력 제고를 위해 연구 진행. 특히 철강 산업의 경우 산학연관 간에 협력관계 구축 • 항공/우주 소재, 국방 소재	• 실제 제품이 생산되는 곳이 적음 • 특수 분야에서 독보적인 기술력을 확보하고 있으나 범용 소재 분야의 실용화 미흡 • 타 연구 분야 대비 개발 동력 약화 • 철강 산업은 경제성장이 둔화되고 제조기반이 약해지면서 성숙기를 거쳐 쇠퇴기에 진입 중. 고기능성 금속소재 개발 및 응용기술개발 필요

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	1위	2위	6위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내의 유수의 기업의 연구소와 대학, 산업현장의 기술 인력의 기술교류. 예) 제강사에서 개발한 강재를 산업현장에서 쓸 수 있도록 현장의 목소리가 반영된 기술개발과 후속 사항에 대한 상호 협력 필요 • 국내 산업의 특성상 최종 수요자의 적용 의지가 실용화 및 지속적인 연구개발 수행의 주된 동력원이 되므로 최종 수요자와 공급자가 공통 참여하는 컨소시엄 형태의 연구회 또는 사업단 운영 필요 • 소재업체간 건강한 경쟁체제 구축 • 소재-부품-수요기업 간의 생태계 확립을 위한 협업 환경 마련 • 사업화를 위한 산학연 협력을 목표로 기술 개발 협력이 필요하며 기업의 개발 의지가 강하면서 수요자 중심의 협력추진체계를 구성하여 산업이 주도하는 형태의 협력 필요 • 기술 개발 시 국내 소재 기업, 학계 및 상용화 기업이 공동 참여하여 실용화 가능한 기술 개발 필요
국제협력 촉진	• 세계적인 흐름에 따른 기초소재의 방향을 이해하고 국내 현장에서의 적용을 이해하기 위한 정부차원의 국제협력 촉진 • 각 개인별로 참여하는 국제세미나의 정부차원의 지원 • 방문연구 등의 실질적 교류가 이루어질 수 있도록 공동연구사업의 규모를 확대하며 연구책임자의 해외 파견 근무와 관련하여 3개월 이상 파견 시 연구책임자 변경 조항 등 조정 • 해외 선도 연구기관과의 공동연구 추진 • 선진 기술을 보유한 산학연 기관을 적극적으로 활용하여 개발이외 상용 공정에 요구되는 기술 습득 방안 모색
인력양성 및 유치	• 장기적인 관점에서의 기초소재의 기술역량 향상을 위한 대학과 정부의 협력체계 구성. 예) 각 대학별로 기업과 연계된 특성화 기술개발 플랜 마련: A 대학교 + A 기업 → 내지진, B 대학교 + B 기업 → 극저온 • 4차 산업혁명 등과 맞물려 전통적인 금속재료보다는 기능성 소재 분야로 연구 및 교육이 집중됨. 현재 국내 대학에 고성능 금속소재 관련한 교수가 급속도로 감소하고 있으며 대체 인력도 쉽게 구하기 어려움. 출연연이 운영하는 과학기술연합대학원대학교를 활용하여 관련 인력 양성을 꾸준히 지속하지 않으면 도태될 가능성 높음 • 해당 분야의 지속적인 연구개발 환경 마련으로 고급인력 수급문제 예방 • 전문 인력이 국내 산업에 기여할 수 있도록 정책적 지원 • 인구 감소와 공과대학 인력의 감축 및 등록금 동결 등의 인력양성 및 유치를 위한 여건이 갈수록 악화되고 있으며 이를 해결하기 위한 해외 인력의 비율을 일부 늘리고 지속적 연구가 가능한 정책적 및 과제 지원이 요구됨

	정책제언
인프라 구축	• 정부차원의 각종 연구기관 및 대학과 기업인 연계된 마스터 플랜에 따른 기초소재 개발 역량 플랫폼 구축 • 소재정보학을 활용한 연구개발이 가능하도록 전문 데이터 센터 운영이 요구되며 공정 개발을 선행하여 기업에 빠른 기술이전을 행할 수 있는 테스트 베드의 확대 운영 필요 • 정부주도의 직접적인 인프라 구축보다는 산업계 자체의 설비투자/개선 유도를 위한 다양한 인센티브 제공 • 해당분야의 기술개선을 위해 지원행정이 요구되나 국내는 연구공간의 부족 및 행정 인프라가 제대로 구축되어 있지 않아 연구의 수월성 부족. 또한 과도하게 세세한 연구비 항목을 제출하는 것을 요구하면서 이에 수반되는 행정업무가 과도함
법·제도 개선	• 장기적인 투자와 연구가 가능한 법 적용 • 금속소재의 특성상 획기적인 특성의 개선이나 공정 혁신이 어려우며 지속적인 개선이 진행되어 새로운 소재가 개발되나 중복성 문제로 기존 소재의 개선을 위한 연구 사업은 진행되지 못하여 고부가가치 창출 어려움. 과제명의 중복성이 아니라 내용상 기술적 진보가 인정되는 연구 사업은 중복을 고려하지 않고 지속적인 지원 필요 • 경쟁력 확보를 위한 자구책 마련 기업에 대한 투자 지원 • 일관된 정부정책 집행으로 지속가능한 연구 및 기술 개발 분위기가 조성. 차세대 먹거리 개발은 중장기적인 관점에서 연구개발에서 상용화까지의 일관된 정책이 이루어져야 성공 가능
연구비 확대	• 기존의 할당된 예산을 마스터 플랜에 따른 기초소재역량의 향상 • 단기성과 창출 위주의 연구개발정책으로 장시간의 연구개발이 필요한 고성능 금속소재 기술에 대한 연구비가 지속적으로 감소하고 있어 대외 경쟁력 유지 및 향상 곤란 • 일정규모 이상의 연구비를 안정적으로 지원해야 기반이 튼튼해짐 • 해당 분야의 지속적 연구개발 사업 유지 • 일몰사업의 경우 단위사업/과제 수준에서 관리하되 소재부품관련 사업은 큰 틀에서 지속적으로 진행되도록 함 • 연차별 연구비 일괄 삭감 지양 • 원천기술에서 제품화까지의 부처별 예산에 연계성을 가져야 하며 이에 대한 협업을 고려한 행정 필요. 예를 들어 원천기술에 대한 연구비 지원을 과기부에서 진행하면서 관련 시제품과 상용화를 위한 연구비 지원을 산업부 및 타 부처와 연계될 수 있도록 정부 기관 간 협력 증진 필요
기타 의견	• 세라믹, 고분자 등 타 소재기술과 함께 시스템 기술(자동차, 조선, 항공, 건축 등)과의 융복합 추진 • 미래 수송기기 경량화를 위한 복합적인 소재/부품 개발 • 부처 간의 협력 증진. TRL3 단계까지의 연구내용은 교과부에 해당되는 과제로 진행하고 상용화 가능 기술에 대해서는 산업부와 중소기업벤처부로 확실하게 구분

다 주요 분석 결과 요약

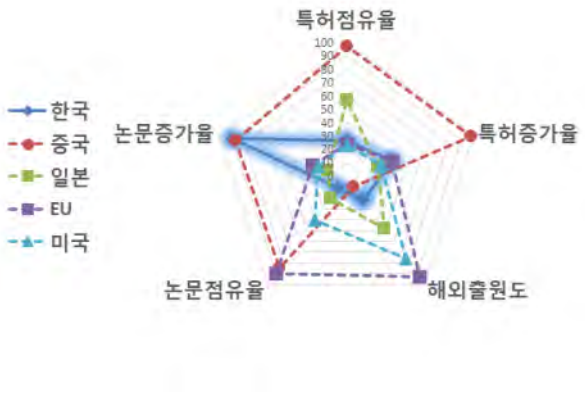
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	소재·나노	19,375	20,688	83.3%	84.6%
해당 중점과학 기술명	고성능 금속소재 기술	4,703	6,534	70.0%	101.5%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

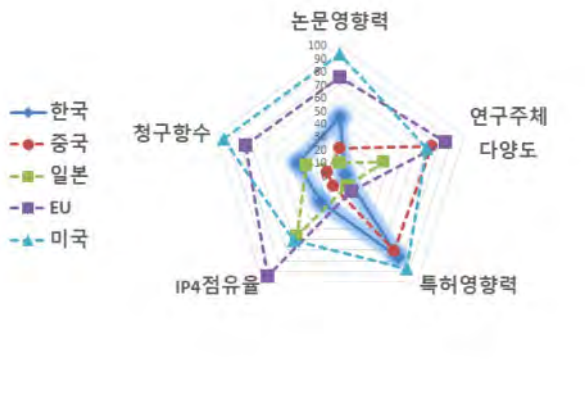
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	35.9%	59.3%	16.4	4.8
한국	5위	3위	3위	2위
	4.6%	6.7%	12.3	4.4
5개국 평균[2]	-	-	12.8	3.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

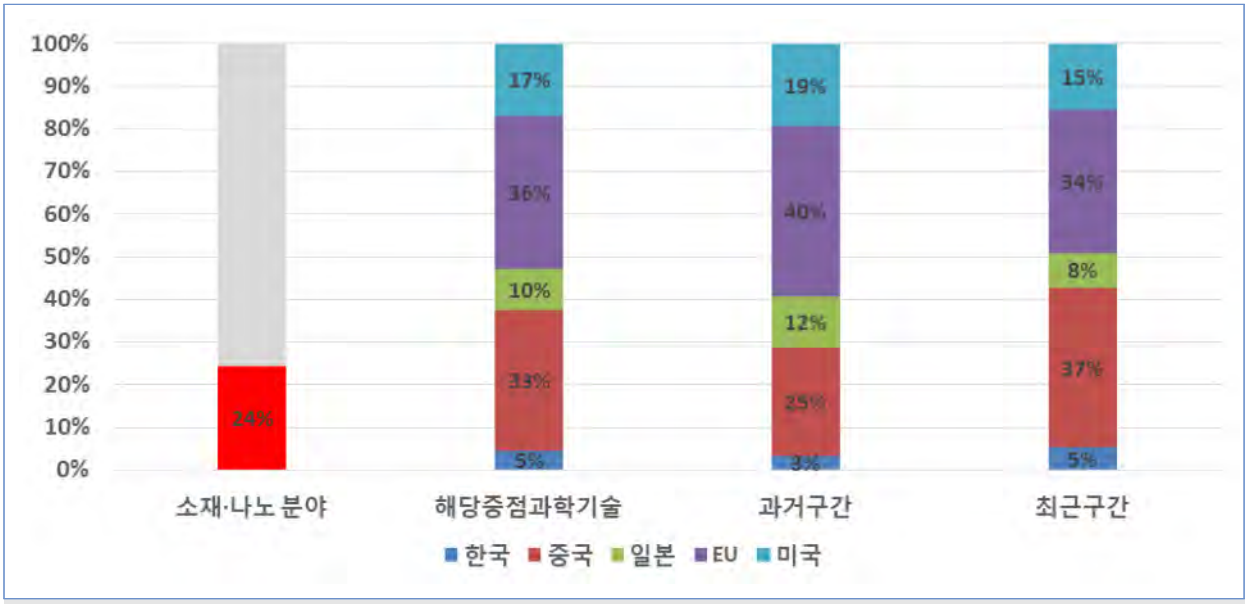
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(12.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(35.9%), 중국(32.9%), 미국(16.9%), 일본(9.6%), 한국(4.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(161.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.4), EU(14.4), 한국(12.3), 중국(10.5), 일본(9.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(6.7%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(4.4)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(59.3%), 일본(23.7%), 한국(6.7%), EU(5.3%), 미국(5.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(235.1%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.8)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(4.8), 한국(4.4), 중국(4.2), EU(2.6), 일본(2.3) 순이며, IP4 점유율은 EU(56.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.2)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.6%	32.9%	9.6%	35.9%	16.9%
	논문 증가율	161.7%	152.0%	16.8%	42.8%	35.5%
	논문 영향력	12.3	10.5	9.2	14.4	16.4
	연구주체 다양도	0.61	0.90	0.78	0.95	0.89
특허 분석	특허 점유율	6.7%	59.3%	23.7%	5.3%	5.0%
	특허 증가율	29.7%	235.1%	0.0%	27.6%	5.7%
	해외출원도	1.4	0.1	3.2	6.8	5.0
	특허 영향력	4.4	4.2	2.3	2.6	4.8
	IP4점유율	13.2%	0.8%	29.2%	56.1%	31.1%
	청구항수	4.6	2.7	4.2	7.3	9.2

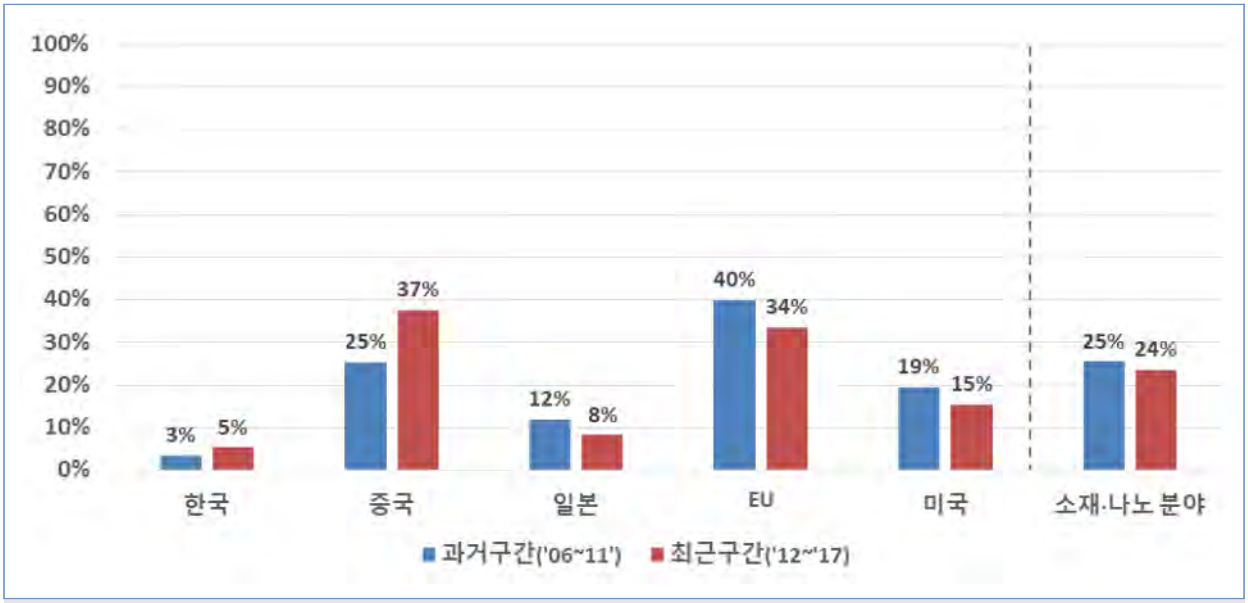
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 고성능 금속소재 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1690건으로 전체 논문의 36%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 고성능 금속소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 논문 중에서 24%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

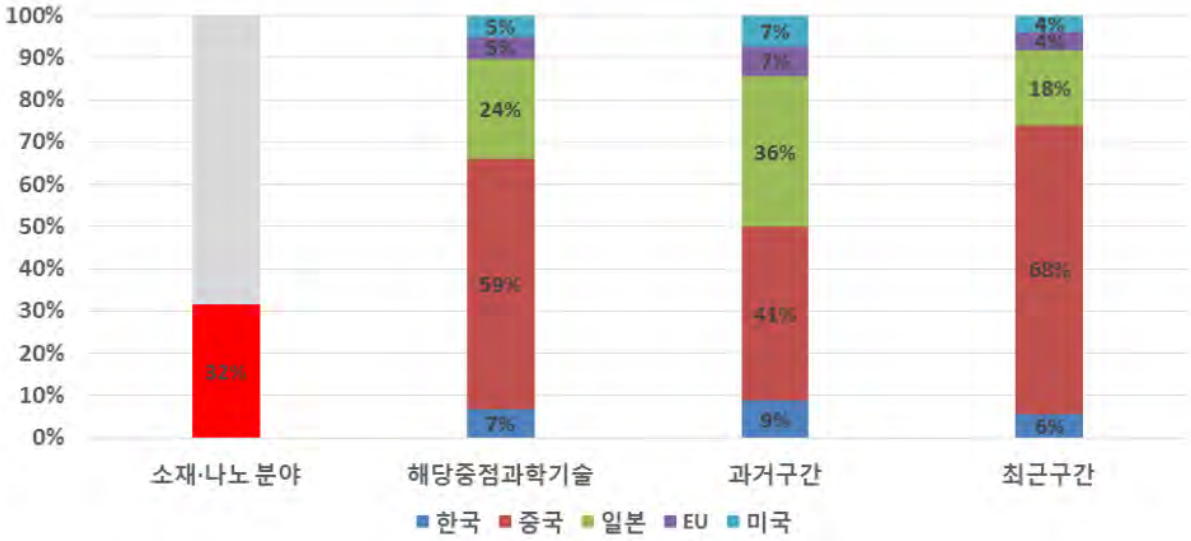


● 고성능 금속소재 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 EU의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 161.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	60	157	217	161.7%
중국	440	1,109	1,549	152.0%
일본	208	243	451	16.8%
EU	696	994	1,690	42.8%
미국	338	458	796	35.5%
전체	1,742	2,961	4,703	70.0%

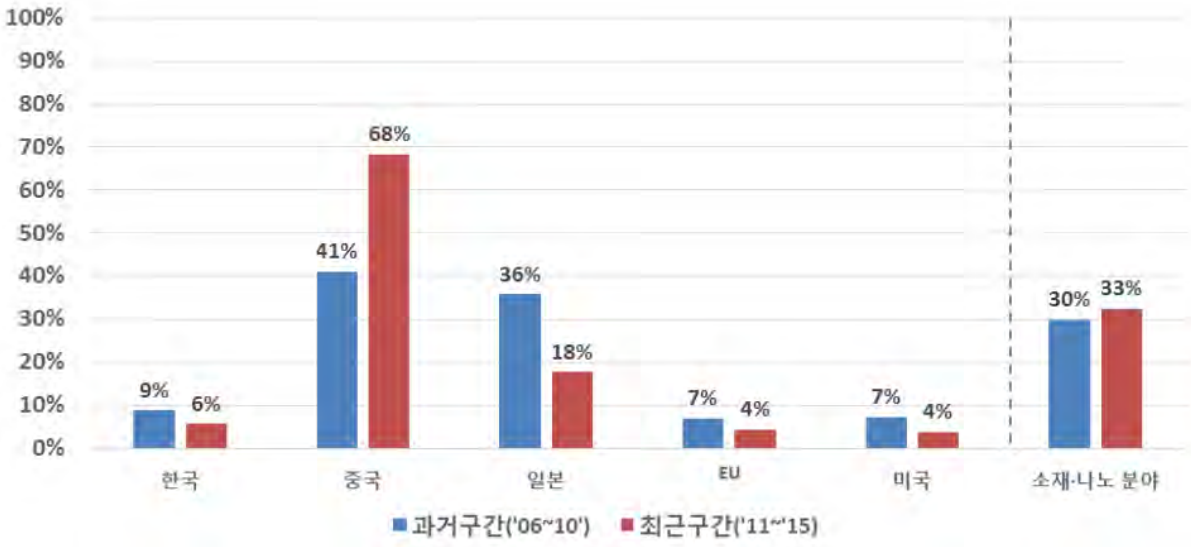
(4) 특허 점유율(전체)



- 고성능 금속소재 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 3872건으로 전체 특허의 59%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, EU, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 고성능 금속소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 특허 중에서 32%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 고성능 금속소재 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 29.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	192	249	441	29.7%
중국	890	2,982	3,872	235.1%
일본	775	775	1,550	0.0%
EU	152	194	346	27.6%
미국	158	167	325	5.7%
전체	2,167	4,367	6,534	101.5%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

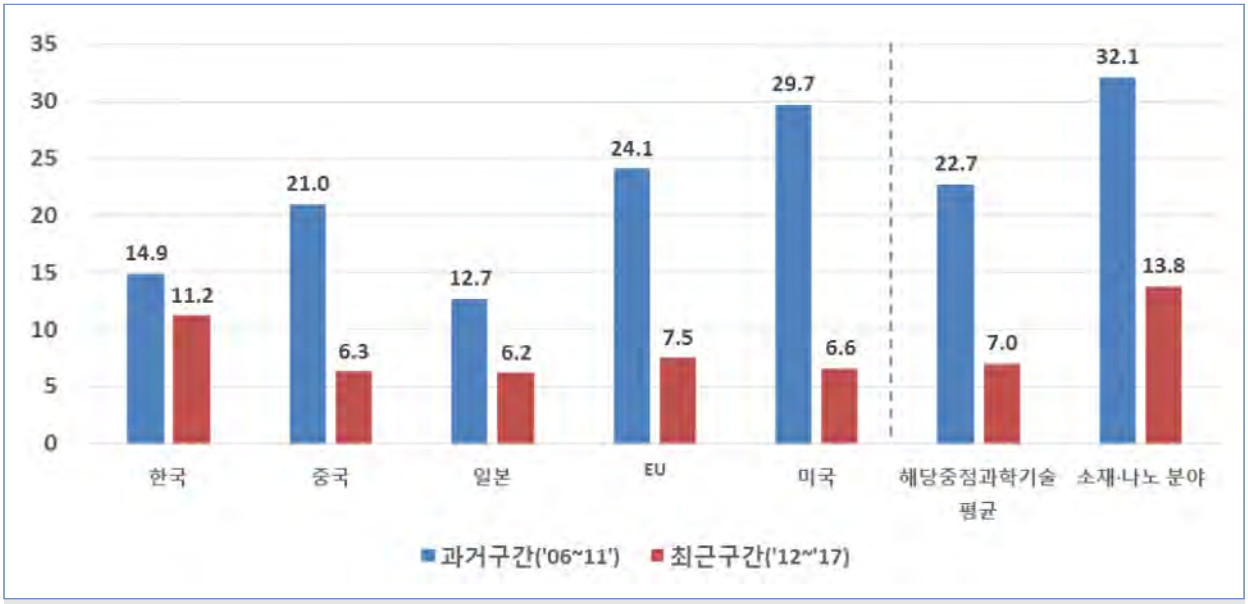


● 고성능 금속소재 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

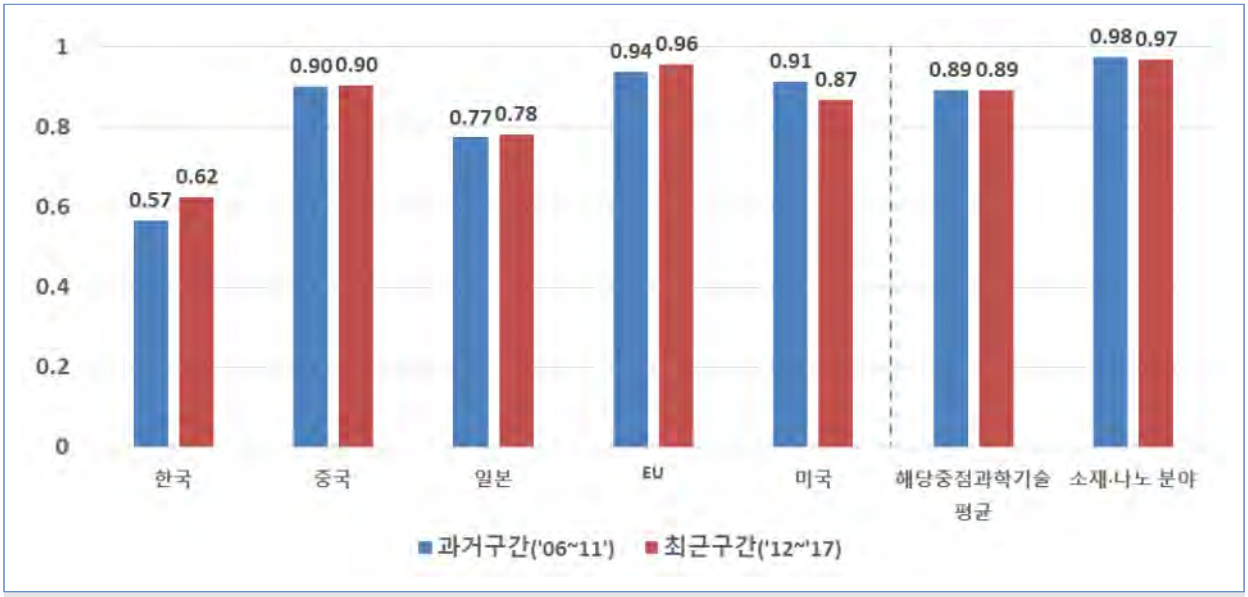
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



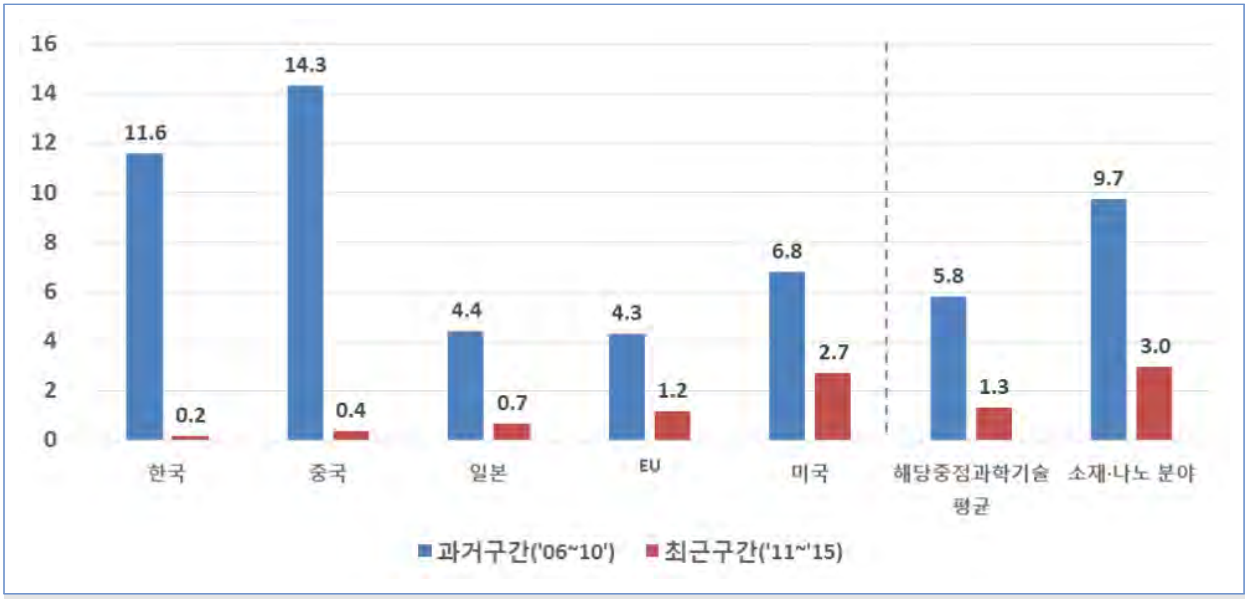
● 고성능 금속소재 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



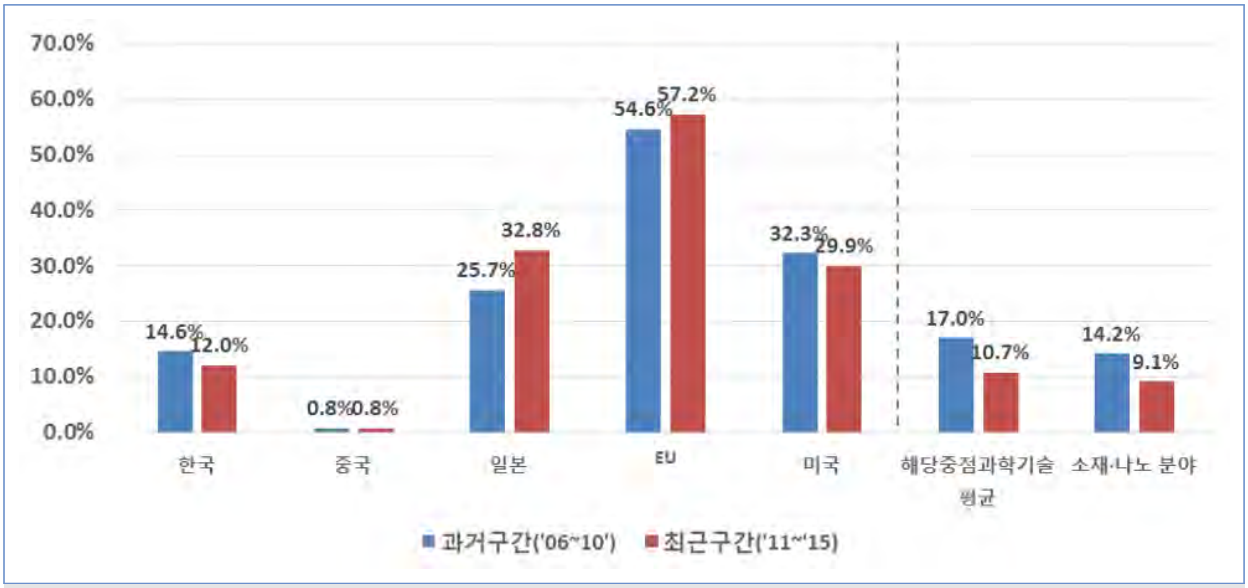
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



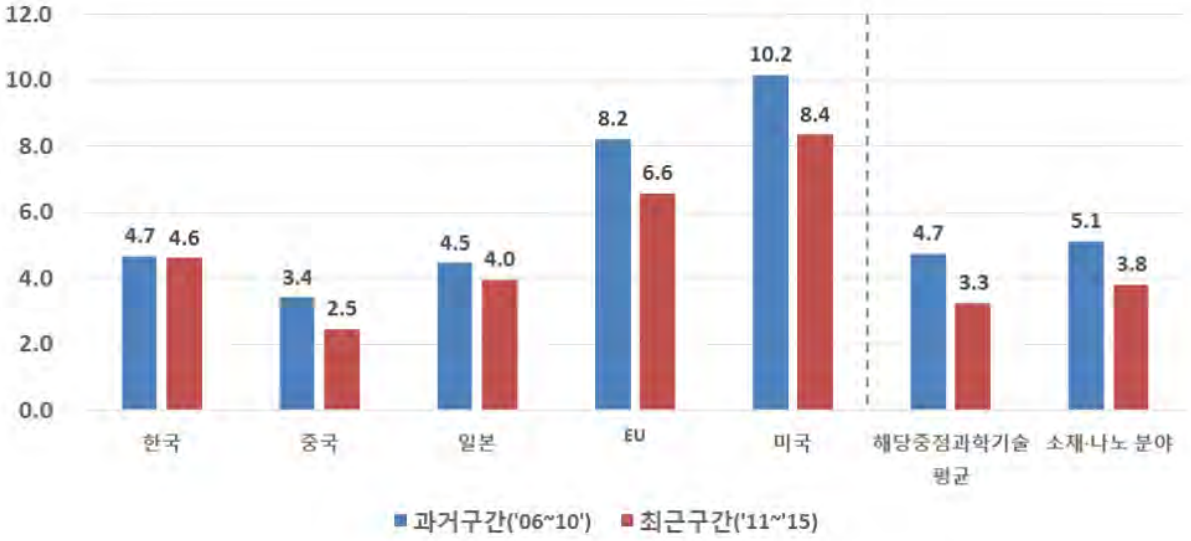
● 고성능 금속소재 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 중국, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 고성능 금속소재 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 고성능 금속소재 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

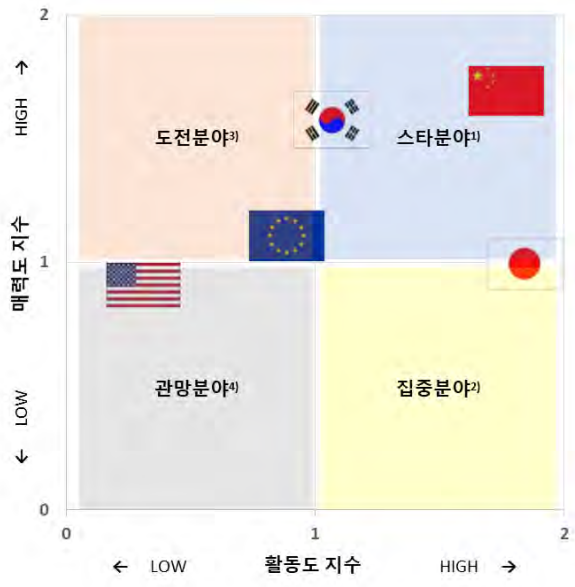
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

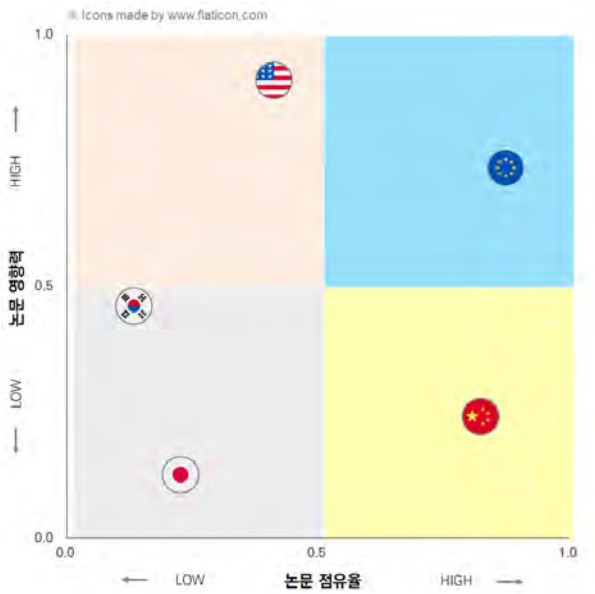
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 고성능 금속소재 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

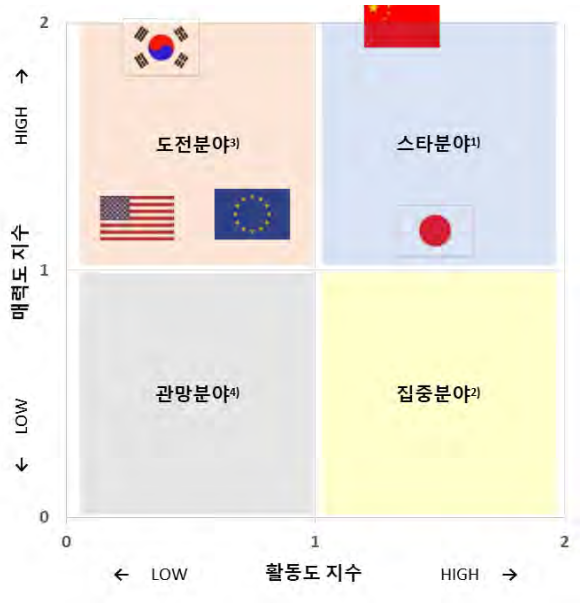


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

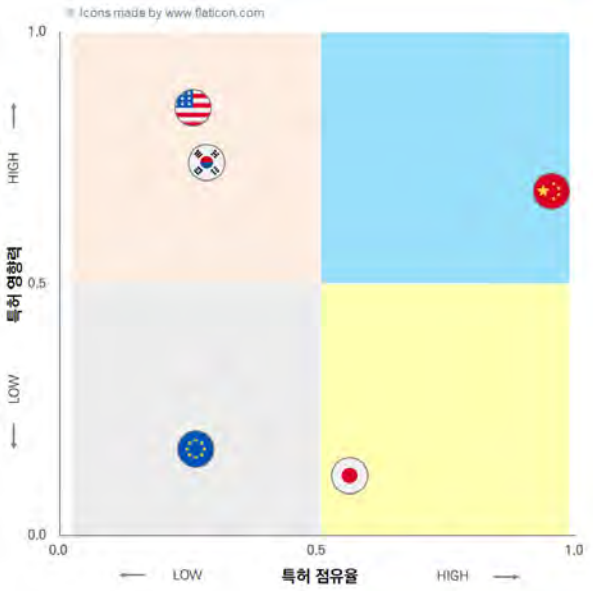
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 고성능 금속소재 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING(1.25%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '포항공과대학교'가 6.91%(글로벌 점유율은 0.32%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING	중국	3.81%	1.25%	390.00%
2	INSTITUTE OF METAL RESEARCH	중국	3.36%	1.11%	8.00%
3	NORTHEASTERN UNIVERSITY	미국	6.28%	1.06%	300.00%
4	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	중국	2.71%	0.89%	150.00%
5	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	중국	2.52%	0.83%	125.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	6.91%	0.32%	300.00%
2	CHONBUK NATIONAL UNIVERSITY	5.07%	0.23%	1000.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.61%	0.21%	900.00%
4	KOREA INSTITUTE OF MATERIALS SCIENCE	3.69%	0.17%	200.00%
5	HANYANG UNIVERSITY	3.69%	0.17%	600.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING	3.81%	1.25%	390.00%
2	INSTITUTE OF METAL RESEARCH	3.36%	1.11%	8.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	2.71%	0.89%	150.00%
4	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	2.52%	0.83%	125.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	2.52%	0.83%	60.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA UNIVERSITY	7.76%	0.74%	-33.33%
2	TOHOKU UNIVERSITY	6.65%	0.64%	50.00%
3	KYUSHU UNIVERSITY	3.55%	0.34%	28.57%
4	NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE	3.10%	0.30%	500.00%
5	NAGOYA UNIVERSITY	2.66%	0.26%	40.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF MANCHESTER	1.30%	0.47%	-30.77%
2	SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.24%	0.45%	220.00%
3	WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.12%	0.40%	116.67%
4	RWTH AACHEN UNIVERSITY	1.07%	0.38%	400.00%
5	UNIVERSITY OF OULU	0.83%	0.30%	-25.00%

6 미국

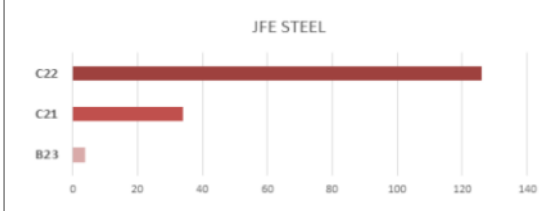
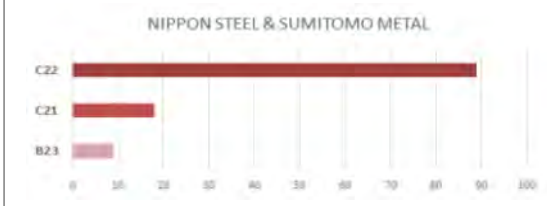
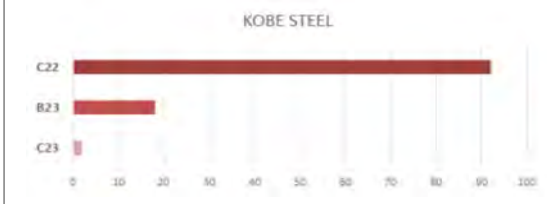
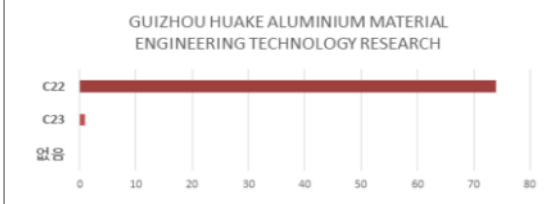
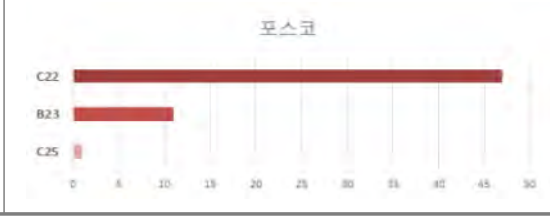
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTHEASTERN UNIVERSITY	6.28%	1.06%	300.00%
2	UNIVERSITY OF MICHIGAN	2.01%	0.34%	28.57%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.88%	0.32%	300.00%
4	OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY	1.51%	0.26%	1000.00%
5	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	1.51%	0.26%	-28.57%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'JFE STEEL(2.71%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '포스코'가 14.29%(글로벌 점유율은 0.96%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'JFE STEEL'과 '포스코'는 C22(합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

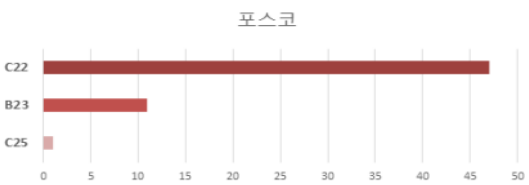
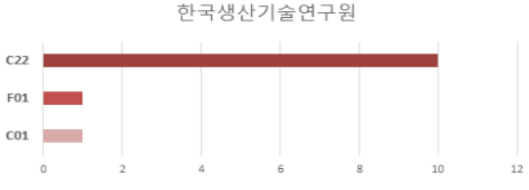
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	JFE STEEL	일본	11.42%	2.71%	121.80%
2	NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL	일본	8.58%	2.04%	109.30%
3	KOBE STEEL	일본	7.35%	1.74%	-32.35%
4	GUIZHOU HUAKE ALUMINIUM MATERIAL ENGINEERING TECHNOLOGY RESEARCH	중국	1.94%	1.15%	-98.65%
5	포스코	한국	14.29%	0.96%	150.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철 야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
2		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철 야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
3		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
4		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		-	-
5		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치

2 한국

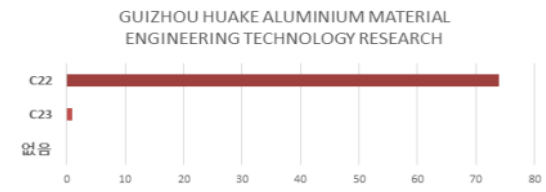
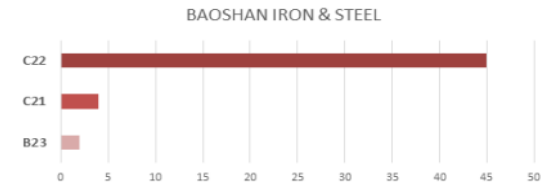
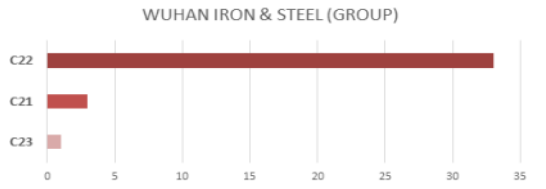
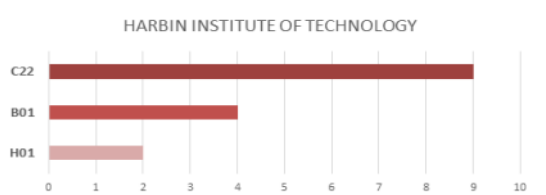
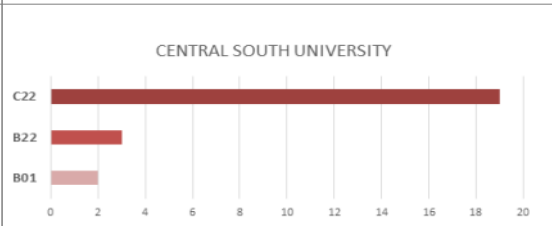
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	포스코	14.29%	0.96%	150.00%
2	현대제철	3.85%	0.26%	-45.45%
3	한국기계연구원	3.85%	0.26%	225.00%
4	현대자동차	3.63%	0.24%	-22.22%
5	한국생산기술연구원	2.72%	0.18%	-80.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
2		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철 야금
		B21	본질적으로 재료의 제거가 없는 기계적 금속 가공; 금속의 타발(punching)
3		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
4		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
5		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		C01	무기화학

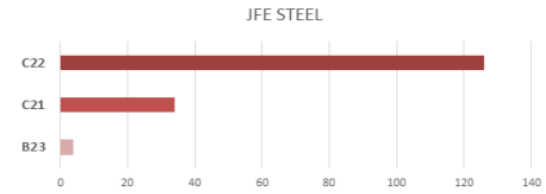
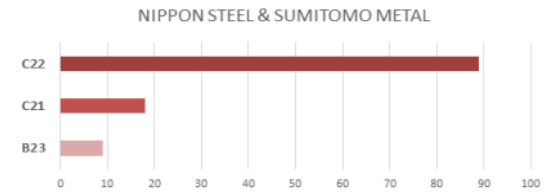
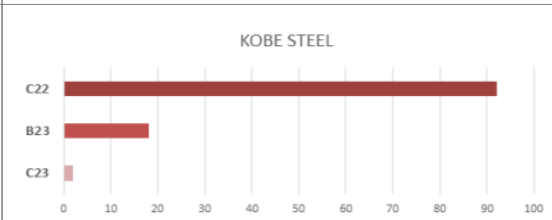
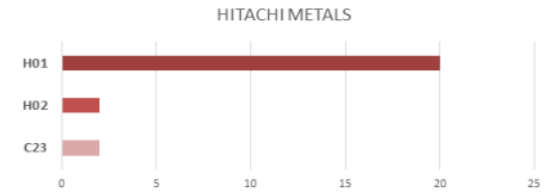
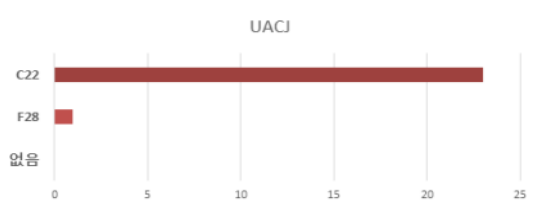
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GUIZHOU HUAKE ALUMINIUM MATERIAL ENGINEERING TECHNOLOGY RESEARCH	1.94%	1.15%	-98.65%
2	BAOSHAN IRON & STEEL	1.39%	0.83%	290.91%
3	WUHAN IRON & STEEL (GROUP)	1.03%	0.61%	244.44%
4	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.67%	0.40%	125.00%
5	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	0.67%	0.40%	60.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		–	–
2		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
3		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철야금
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
4		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H01	기본적 전기소자
5		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B22	주조; 분말야금
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

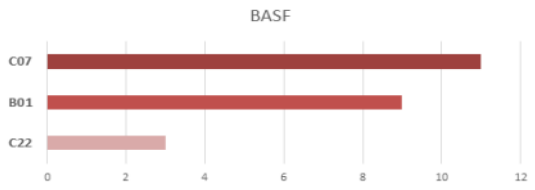
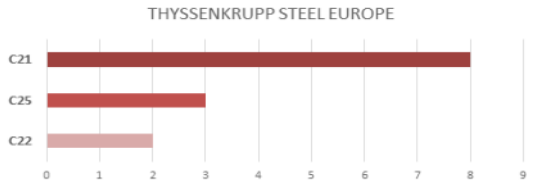
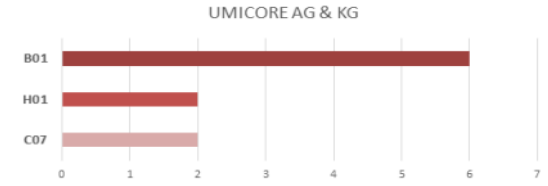
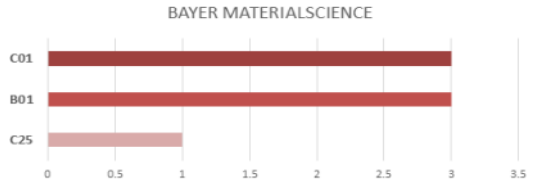
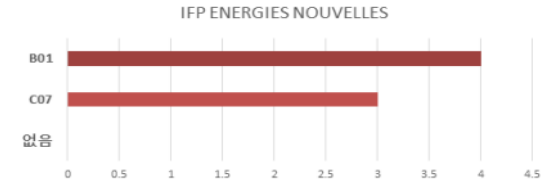
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	JFE STEEL	11.42%	2.71%	121.82%
2	NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL	8.58%	2.04%	109.30%
3	KOBE STEEL	7.35%	1.74%	-32.35%
4	HITACHI METALS	2.19%	0.52%	61.54%
5	UACJ	1.55%	0.37%	18.18%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철 야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
2		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철 야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
3		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
4		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
5		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		F28	열교환 일반

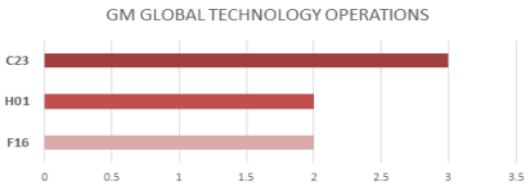
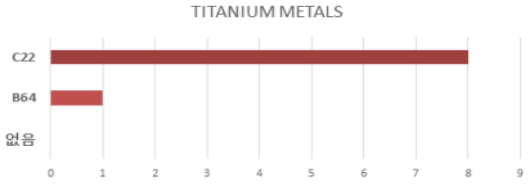
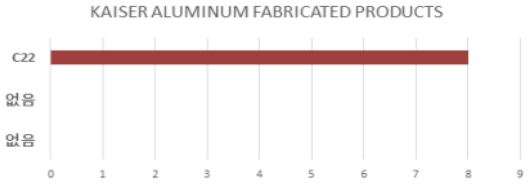
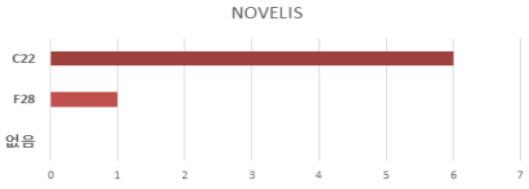
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BASF	8.09%	0.43%	-35.29%
2	THYSSENKRUPP STEEL EUROPE	4.34%	0.23%	14.29%
3	UMICORE AG & KG	2.89%	0.15%	50.00%
4	BAYER MATERIALSCIENCE AG	2.02%	0.11%	-83.33%
5	IFP ENERGIES NOUVELLES	2.02%	0.11%	-60.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C07	유기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
2		C21	철 야금
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H01	기본적 전기소자
		C07	유기화학
4		C01	무기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
5		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C07	유기화학
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS	6.46%	0.32%	-9.09%
2	ATI PROPERTIES	3.38%	0.17%	-16.67%
3	TITANIUM METALS	2.77%	0.14%	-87.50%
4	KAISER ALUMINUM FABRICATED PRODUCTS	2.46%	0.12%	200.00%
5	NOVELIS	2.15%	0.11%	600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		H01	기본적 전기소자
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
2		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		-	-
3		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
4		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		-	-
		-	-
5		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		F28	열교환 일반
		-	-

42 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술



42 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술

중점과학기술 개요

- 기존 탄소계 나노소재 또는 세라믹 소재를 기반으로 하여 소재의 구조·결함·조성 등을 제어함으로써 소재의 고성능화, 다기능화 및 환경친화성을 부여하는 소재 기술
- 탄소나노튜브 및 그래핀 등과 같은 나노탄소 소재 및 센서·에너지변환저장·열관리 등의 목적에 맞는 기능성 세라믹 소재의 합성·제조·응용 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

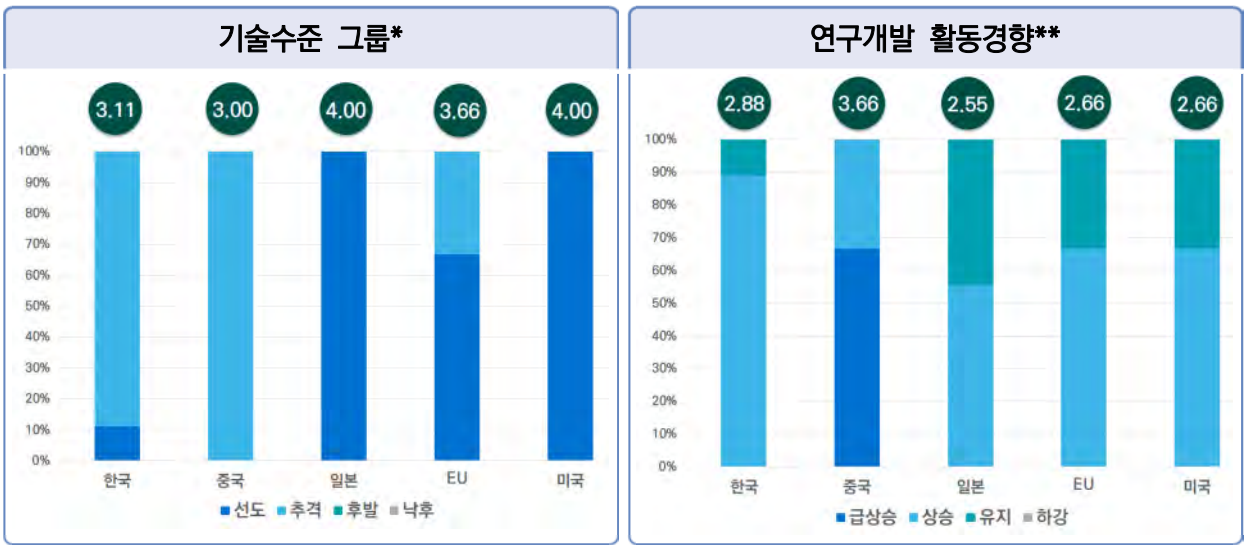
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.0	3.5	추격	보통	우수	급상승
일본	100.0	0.0	최고	우수	탁월	상승
EU	90.0	1.5	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	3.0	80.0	80.0	84.0	10.9	3.0	3.0	4.0	2.6
중국	75.0	4.0	75.0	70.0	80.0	10.2	3.5	3.0	5.0	2.4
일본	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	4.3	0.0	0.0	0.5	0.5
EU	85.0	2.0	90.0	80.0	93.0	7.3	1.5	1.0	2.0	0.9
미국	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	3.6	0.0	0.0	0.5	1.0

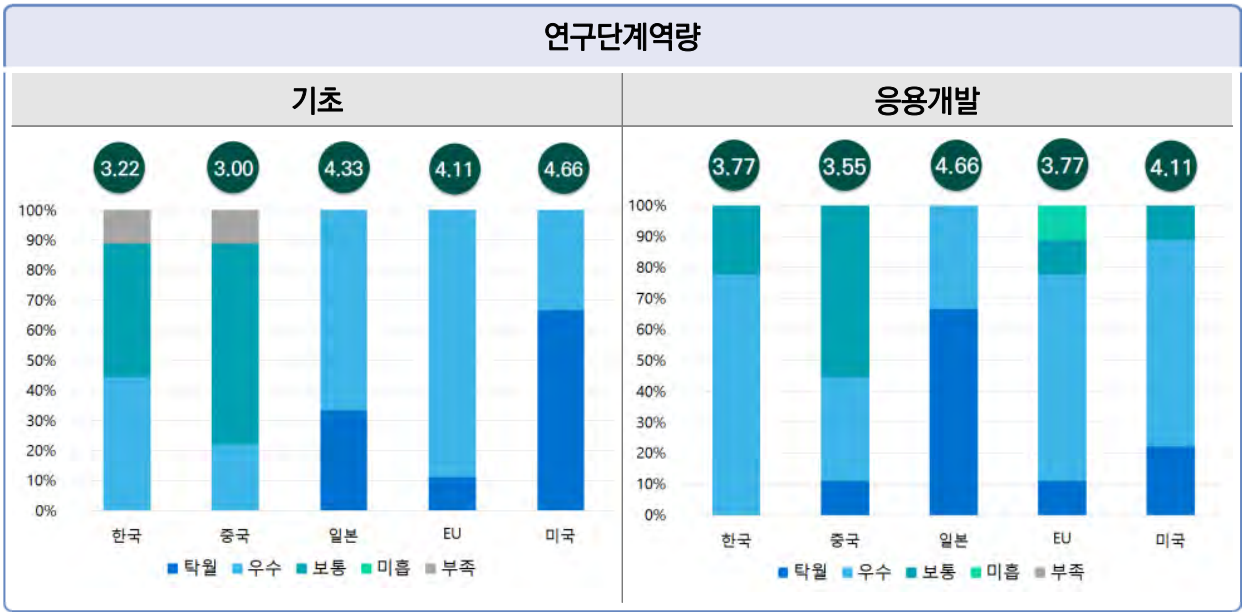
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 전반적으로 기술개발 역량 취약하고 연구 집단 또한 소규모. • 일본, 미국, EU에 비해 기술수준이 떨어지지만, 응용개발 연구 수준은 비교적 격차가 적음 • 정부투자 기반 가시적 성과창출 • 단기간에 2차원 소재 응용기술 분야 세계적 기술력 확보 • 중소기업의 우수 기술개발 인력 부족 • 중소기업 연계 상용화 기술개발의 효율성 필요
중국 (75.0%)	• 과학 지식 면이나 산업적으로 무섭게 추격하고 있으나 아직 깊이 면에서는 상위 국가와는 차이가 있음 • 국방관련 분야 중심으로 독자적 기술개발역량이 높음 • 탄소나노튜브 생산량은 전 세계 최고이나 기술 수준은 다소 미흡 • 논문 특허 부분에서는 선도적이나 논문의 질적 수준은 아직 낮음 • 정부 차원의 연구비 투자를 통해 선도 그룹과의 기술 격차 감소 중 • 연구비/연구자 급증, 성장속도 가속화 • 미래 우수인력 다수 확보로 향후 기술우위 국가가 예상됨
일본 (100.0%)	• 탄소 섬유나 다양한 기능성 세라믹 소재에 있어서 기술적으로 가장 선두. 특히, 학계보다 산업계에서 파급효과가 큰 기술 다수 보유 및 관련하여 뛰어난 기술력을 보유한 회사를 다수 보유. • 탄소나노튜브 분야 역시 세계 최고수준 • 기초연구 및 응용개발 연구 활동이 가장 활발 • 폭넓은 연구진, 풍부한 연구투자 • 기반 산업 중심, 우수인력의 중소기업 연계를 통한 산학 연계기술개발 시스템 확보 • 다년간의 기술 노하우 축적 및 다수의 우수 원천기술 확보
EU (90.0%)	• 독일 중심으로 학계의 과학 지식과 산업계의 경험 지식을 균형적으로 보유. 다만, 과학 지식은 미국에, 산업 기술은 일본에 뒤처짐 • 여러 분야에서 미국과 대등한 연구결과를 내고 있으나 일부 뒤처짐 • 연구 역사는 길지만 창의적 연구 다소 부족 • 탄소소재 관련 기업이 많지 않음 • 탄소나노튜브 생산량 및 기술 수준은 일본 대비 다소 미흡 • 탄소나노튜브 섬유 개발은 일본보다 우위에 있으나 탄소섬유 부분의 개발은 아직 부족 • 자동차 복합소재 부분에서 선두주자 • 독일을 중심으로 글로벌 네트워크 연구가 가장 활발 • 유럽연합 구성 연구투자, 다국가/다학제 연구 활발 • 역사적으로 연구자 중심의 효율적인 기술개발 시스템 구축 • 글로벌화를 통한 경쟁력 확보 • EU 프로그램을 통한 대규모 연구 네트워크 확보 및 기술개발 효율화
미국 (100%)	• 기술적으로는 일본에 뒤지지만, 학계 중심의 과학적 지식 축적 면에서는 일본에 뒤지지 않음. 다만 탄소 소재나 세라믹 소재의 경우 과학적 지식뿐 아니라 경험적 지식도 매우 중요하기 때문에, 일본에 뒤처짐 • 매우 우수한 과학 인력을 보유하고 있는 것이 가장 큰 장점

국가 (기술수준)	판단근거
	• 광범위한 분야에서 새로운 아이디어와 혁신적 기법이 선보이며 산업화 선도 • 관련 선도적인 논문 다수 발표 및 넓은 전문가 층 확보 • CNT 및 2차원소재의 선두그룹 다수 • 탄소섬유 부분에서는 일본 대비 약간 미흡하나 탄소나노튜브 연구개발 수준이나 상업화는 우수 • 기초연구 및 응용개발 연구가 세계 최고 수준 • 다수 원천특허 보유, 폭넓은 연구진, 국가단위 중점연구 추진 • 새로운 기술을 최초로 구현 할 수 있는 연구그룹을 다수 확보하고 있으며, 새로운 응용기술로 상용화까지 구현

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 응용 연구 분야 탁월 • 기초연구분야 투자 증대 및 정부 주도의 응용개발 연구 활발 • 국가나노기술 발전계획 기반 꾸준한 정부지원 • 기업의 응용기술이 강하며, CNT 소재 및 응용제품 사업화 우수 • 최근 2차원 소재 관련 우수한 논문 성과 다수 발표 • 규모 대비 투자 규모 우수 • 인프라 및 연구 인력 수준 향상 • 반도체, 디스플레이, 2차 전지 등 거대 생산기지와 연계한 소재 개발이 강점	• 특정 그룹에 투자가 집중된 경향으로 연구그룹 다변화 필요 • 주도 연구 그룹의 과장된 성과 및 오판 (탄소나노튜브 및 그래핀 분야) • 취약한 기초연구 • 학계, 연구소, 산업의 연계성 부족 • 원천 소재 기술 부재 • 선도그룹과의 격차를 좁히지 못한 체 후발주자와의 격차가 좁혀짐 • 연구규모가 상대적으로 적으며 분야별 연구역량의 편차가 큼
중국	• 응용연구 강화 • 풍부한 연구 인적자원 • 앞서가는 국가적 지원 • 다수의 논문을 출판해 과학계에서의 영향력 상승 • 정부 및 민간에서 막대한 투자로 나노소재 관련 개발 활성화	• 상승 경향이 당분간 지속될 것으로 보여 최고의 위협국이 되고 있음 • 취약한 기초 연구 • 과학 기술의 깊이 부족. • 미국과의 무역 갈등 • 원천 기술 부재
일본	• 기초연구뿐 아니라 응용개발연구 분야에서 독보적인 우위 • 탄소 분야의 강력한 경쟁력으로 응용관련 기술의 수준이 상대적으로 높음 • 꾸준한 정부지원 • 세계최고 장비인프라 • 전통적인 소재강국으로 탄소섬유 관련 기업인 토레이는 탄소섬유계의 최강자	• EU 그룹에 최근 기술격차가 크게 줄어듦 • 응용 기술이나 경험적 지식에 비해 기초 과학적 접근은 그에 미치지 못함 • 디스플레이 및 반도체 분야의 응용 부족 • 최고 그룹에 대한 추격이 최근 다소 주춤 • 최근 많이 연구되는 2D 소재나 창의성 높은 연구는 탁월성이 높다고 보기 어려움

국가	강점분야	기타
	• 산업계를 중심으로 응용 기술, 경험적 지식 및 인력이 매우 우수 • 소재전문기업, 연구소, 학교 등에서 연구 활발 • 상용화 기술 측면에서 강점 보유	
EU	• 기초연구 활성화 및 응용 연구 강화 • 일본과의 기술격차를 좁혀 동등한 수준에 이름. 장기적으로 국제 공동 협업 등에 힘입어 일본 추월 예상 • 독일 중심으로 EU간 글로벌 네트워크를 통한 연구 개발 활발 • 장기적 로드맵으로 국가연구소와 대학의 연구 분담이 잘 이루어짐 • 자동차 산업의 발달로 응용 연계성 높음 • 학계, 연구소, 산업의 연계성이 매우 우수 • 유럽연합을 통한 다 국가 연구협업 체제 • 유럽은 전통적으로 과학에 강하고 최근 그래핀 관련 노벨상 수상과 관련 대규모 연구 프로젝트를 진행 • 나노소재 분야에 대한 원천 기술 및 응용기술 개발 활발	• 관련 연구개발 활동이 전년대비 증가함 • 과학지식 면에서는 미국, 산업기술면에서는 일본에 뒤처짐 • 산업적 응용이 다소 늦어짐 • 기업화 성과가 약하고 연구의 속도 늦음
미국	• 우수한 인재와 인프라를 강점으로 기초연구와 응용개발연구에서 세계 최고 수준 • 광범위한 분야, 특히 에너지효율, 탄소나노튜브 등에서 강점 • 다양한 분야의 인재가 동 분야에 유입됨 • 풍부한 정부지원 • NASA, 공군 등에서 소재에 많이 투자하여 CNT, 극한물성 세라믹소재 등에서 강하며, CNT 섬유 등이 최근 부각됨. 최근은 에너지 분야로 많은 투자 중 • 학계를 중심으로 한 기초 과학 인프라 및 인력이 매우 우수 • 원천 소재 및 생산기술 개발에 대한 강점이 있고, 신기술 분야에 대한 투자가 활발	• 과거와 같이 급격한 투자보다 최고 수준을 지속적으로 유지하고 정책 운영 • 인재 들이 과학 기술보다는 의료나 법, 경영 분야로 몰리는 경향 • 응용 기술이나 제조 기술 등이 일본 대비 부족 • 중국 및 기타 국가와의 무역 갈등 등이 장애 요소

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	1위	3위	5위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내에 흩어진 그룹들 간의 협업을 강화함으로써 기술개발 시너지를 극대화하는 제도적 장치 마련 • 국내연구진간의 협력이 제한된 자원의 효율적 사용을 위하여 중요함으로 이를 위한 정보공개와 협력체계를 구축하는데 노력 • 원천기술을 기반으로 한 협력 촉진 • 산학연 전문가를 중심으로 하는 여러 가지 활동들, 특히 학회의 세션 확대, 컨소시엄 단위의 정부과제 기획, 과제규모의 확대 • 이종 산업 간의 공동 및 협력연구과제 도출을 통한 소재기술 수준 제고 • 세계 기술과의 경쟁을 위한 국내 연구그룹의 협력 촉진 • 장기적 투자를 통한 우수 연구그룹 기반 확보
국제협력 촉진	• 정부에서 앞장서기 보다는 연구자의 필요에 따라 진행하는 것이 바람직 • 원천기술을 확보한 분야/연구기관에 대한 선별적 협력촉진 지원 • 국제협력과제 도출 및 연구비 규모 확대가 필요함. 해외기관은 관리가 쉽지 않으므로 명목상의 협력이 되기 쉬움. 실제적인 연구협력과 결과가 나오는 룰이 명확한 과제 도출 필요 • 국외 협력을 위한 연구재단 및 산업부의 지원 프로그램 • 과제 수행 시 해외 유명 기관의 이름만 빌리는 형식의 협력 연구 지양 • 세계기술과의 경쟁을 위한 전략적 국제협력 • 한국을 중심으로 한 기술개발 동북아 허브구축 (예. 국가 기술개발 인프라의 글로벌화 활용)
인력양성 및 유치	• 소재 기술 분야는 전문 지식과 함께 경험적인 요소가 굉장히 중요한 분야로 인력 양성에 있어 필요한 체계를 갖추는 것이 중요. 박사 과정까지의 교육을 담당하는 대학과 박사 후 과정 등으로 경험을 쌓을 수 있는 출연 연구소의 확실한 역할 분담 필요. 그 이후에 전문 지식과 연구 경험을 보유한 우수 인력이 다시 대학, 출연연구소, 기업 등에서 자신의 역량을 펼칠 수 있는 선순환의 고리 형성 중요 • 관련 연구를 국가연구소의 핵심연구와 대학의 인력양성과 연계된 연구로 나누어 체계적으로 산업전체의 경쟁력을 키우도록 연구과제 추진 • 기초가 튼튼한 인력양성에 주안점. 예)화공/전자분야 전공자들도 재료과학과 같은 기초 학문관련 교과 강화 등 • 대학은 이론 교육에 치우지기 쉽고, 산업체는 기술유출 등의 위험이 있으므로 인력 양성에 한계. 연구소가 다리역할을 하는 시스템 도입 고려 필요. 대학에서 수업을 듣고 연구소에서 실습하고 연구를 수행하는 학연과정을 확대하면 좋을 것 • 고급연구인력 양성을 위한 지원프로그램 및 이와는 별도로 산업체 인력 양성을 위한 지원프로그램의 병행

	정책제언
	• 세라믹 공정의 기본인 소결기술에 정통한 신임임용교수들이 거의 부재한 상황이므로, 현장경험이 풍부한 정부출연연 주도하에 현장에 실질적인 도움이 되는 인력양성 프로그램 도출 필요 • 학생/박사 후 연구원 유치 요건 완화 및 인건비 지원 • 소수 정예의 우수 개발인력 양성 필요. 제3세계 우수인력과 한국 중심의 기술개발 및 국산 장비 기업과의 연계를 통한 한국 주도의 해외 우수인력 유치 방법 적용 (기술개발 분야 한류 형성) • 중요분야 우수박사인력 배출에 대한 체계 구축
인프라 구축	• 관련 예산의 조정을 통해 시급분야에 투자 확대 • 기 구축된 연구 인프라를 잘 활용하고 운용할 수 있는 방안 도출. 향후에는 연구 장비 등의 인프라를 구축하는 문제 뿐 아니라, 어떻게 잘 운용이 되는 가에 관심을 가져야 함. 연구자가 기 설치된 연구 장비를 활용하여 깊이 있는 연구를 진행할 수 있는 방안 필요 • 국내 원천기술을 확보한 분야에 대한 선별적 지원 • 대학과 연구소 중심으로 특성화된 장비 구축. 장비는 노후하면 수리와 관리가 필요하므로 구입 후 관리할 수 있는 프로그램 필요. 수리 등의 관리비와 전문가 인건비가 지속적으로 확보돼야 인프라 사업이 의미 있음 • 특정 거대 연구 집단에서 대형 연구 장비 구매 지양. 대형 연구 장비는 공동 활용을 원칙으로 해야 함 • R&D뿐 아니라 기술사업화를 가능하게 하는 대형 세라믹 장비 인프라 구축 • 최근 중대형 장비구입 규제의 완화 필요 • 국가 인프라의 기술력을 세계수준으로 높혀, 기술개발 국제 경쟁력 확보 • 경쟁력이 우수한 국가 인프라의 “기술개발 역사·전통·가치” 향상을 위한 국가 프로그램
법·제도 개선	• 대학 또는 출연연에 있는 연구자가 한 분야를 꾸준히 연구할 수 있도록 하는 법제도 (특히 평가제도)의 변경 필요. 특히, 소재 기술 분야는 한 분야를 꾸준히 연구를 해야 단순한 논문 성과가 아닌 산업화로의 성과 창출 가능하나 이를 뒷받침할 법, 제도 개선이 없이 현장의 연구자에게만 단기성과도 도출하고 장기성과도 도출하도록 요구하는 방식으로는 절대 성공할 수 없음 • 실패평가 현실화(연구과제의 8,90%가 실패일 것이나, 이 정도가 성공으로 평가될 것) • 연구자에게 자율을 주되, 실패하였을 경우 실패 원인을 분석하고 (연구자/평가자의 의견을) 기록으로 남기는 등의 방법으로 (연구자에게 일정의 책임을 지우는 방향으로) 평가제도의 개선 • 연구자들의 양심에 근거하여 자율성을 증대 시키는 연구 관리. 특히 신용도가 높은 연구자나 기관은 자율성을 보장해주고 그렇지 않은 기관은 관리를 강화하는 제도 • 연구자들의 연구 환경을 저해하는 법제도 개선. 불필요한 행정업무는 최소화하고 실패를 인정하는 적극적이고 도전적인 연구 환경 강화 • 연구자 우대정책 및 연구자 중심의 기술개발 제도 개선 • 다양한 대학, 출연연, 산업체의 협력이 가능하도록 법제도 개선
연구비 확대	• 연구자가 필요하다고 판단 시, 적절한 평가를 거쳐 연구 과제의 기간을 연장할 수 있는 방안 마련

	정책제언
	• 나노탄소재료분야의 현재 연구비는 과잉수준. (연구 성과를 과장하며) 일부 연구자들이 독식. 현재 나노탄소재료(CNT, graphene)분야의 경우 과장된 연구 성과에 대한 리뷰 필요. 특히, 그래핀 분야는 연구 등에 사용되는 그래핀 소재는 그래핀이 아니라 두께 ~100 nm 이하인 얇은 흑연이고, 이를 그래핀이라 칭하는 경우가 대부분. 그래핀은 XRD, Raman 또는 TEM으로 간단히 검증할 수 있음에도, 연구자들은 이를 외면하는 등 연구윤리문제가 있어 이에 대한 평가원/국가차원의 조사/검증이 필요(그래핀 검증법: 그래핀 검증관련 E-MRS 2017 초청강연 자료) • 다양한 주제에 대한 지원 보다는 선택과 집중에 의한 투자 필요. 각 기술의 발전 가능성을 정확히 판단하는 것이 어려우나 발전성을 기준으로 집중 필요 • 연구비는 지속적으로 기초 원천 부분의 지원이 필요하며 산업체 기술이전을 위한 응용 지원 역시 필요함. 특정 연구자 그룹(예 IBS)에 전폭적인 연구비 지원보다는 다수의 연구자에 대한 지원 후 단계적 평가에 의한 연구자 모집단을 축소해 가면서 우수 연구자 집단을 양성하는 제도 • 현재 산업통상자원부 과제 대부분 주관기관이 기업이어야 하며, 이 경우 TRL 후단에 있는 기술의 사업화에는 매우 유리하지만, 기초원천기술이나 중간단계 기술 개발에는 매우 취약. 기술사업화 이전의 징검다리 역할을 할 수 있는 영역 기술에 대한 연구비 확대 필요 • 중장기 연구과제 개발 및 연구비 확대 • 단계적 연구비·연구 성과 투자·검증 시스템 • 소수. 정예 인력 확보를 위한 연구비/학생 인건비 분리 (박사 인력 양성을 위한 기본 인건비용 및 기간. 확보 교수에게만 박사 배출 지도 기회 부여를 통하여 연구능력 확보된 소수정예 박사 양성) • 석·박사 학생은 현재의 국가기술개발 연구원이 아닌 미래의 기술개발 인력으로 제대로 된 연구능력을 갖추도록 교육, 투자 필요 • 국가 기술로드맵을 중심으로 기술개발
기타 의견	• 중점 추진 기술 분야는 기술의 시급성 및 현재 기술 수준을 판단하여 우선순위 결정. 센서용 세라믹 소재 기술, 세라믹 기반 에너지 변환 저장 기술 분야가 우선순위가 높음 • 타 기술과의 융복합의 경우, 국내, 국제 협력의 경우와 마찬가지로 융복합이 목적이 되어서는 안 되고, 연구가 진행되는 과정에서 연구자가 타 분야 기술과의 융합이 필요하다고 판단 시 그런 부분을 지원할 수 있는 방향으로 R&D 정책 입안 • 중점 추진 기술 분야: 고출력 반도체 분야 • 타 기술과 융복합: 세라믹-탄소재료 하이브리드구조화를 통한 (고출력)전자소자분야 한계기술 돌파 (예: GaN-Diamond) • 0/1/2 차원 소재들의 차원 융합 복합소재 및 비산화물-산화물-금속-유기물 등 구조제어 복합소재

다 주요 분석 결과 요약

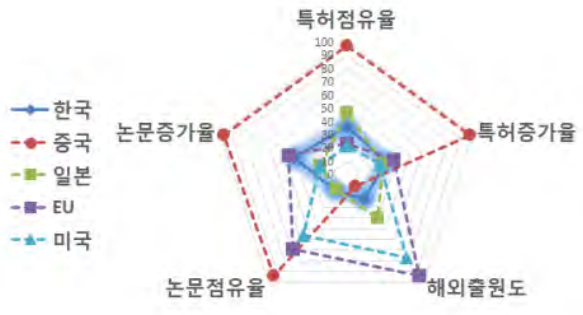
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	소재·나노	19,375	20,688	83.3%	84.6%
해당 중점과학 기술명	나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술	2,703	3,649	76.9%	102.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

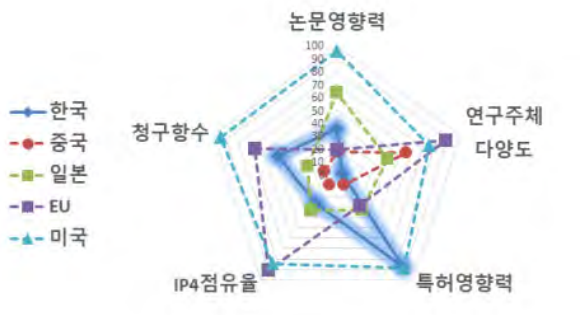
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	미국	미국
	39.7%	49.8%	29.0	9.0
한국	4위	3위	3위	2위
	6.3%	14.5%	19.2	8.8
5개국 평균[2]	-	-	20.0	5.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

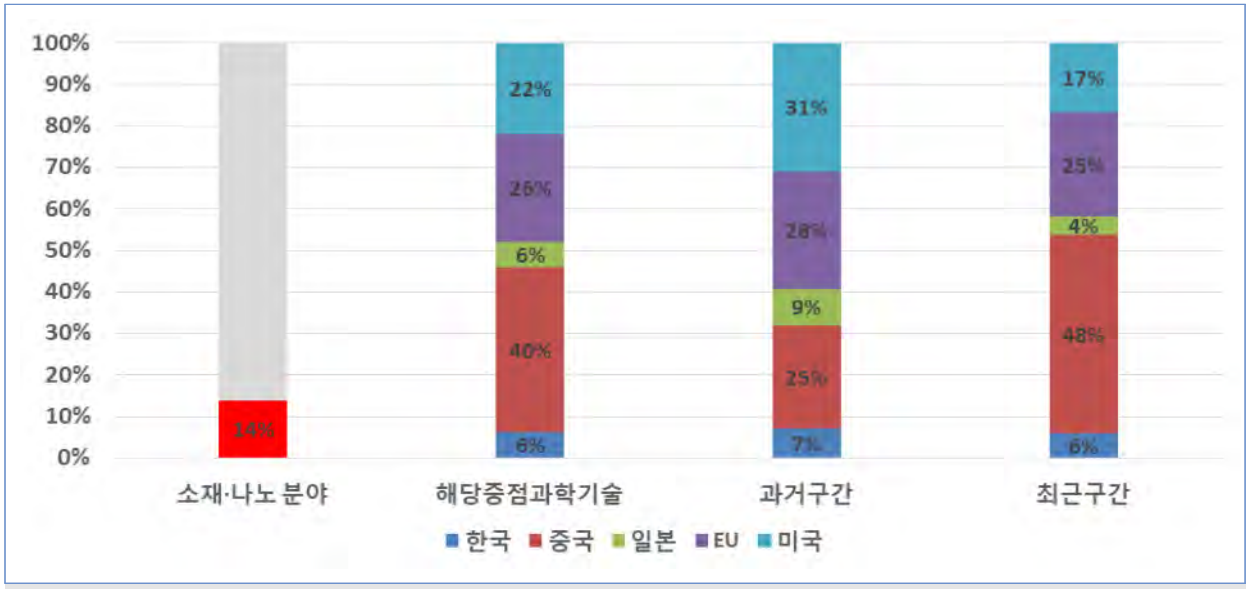
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.3%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(19.2)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 중국(39.7%), EU(26.2%), 미국(21.8%), 한국(6.3%), 일본(6.0%) 순이며, 논문 증가율은 중국(239.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(29.0), 일본(22.5), 한국(19.2), EU(17.0), 중국(16.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.5%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(8.8)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(49.8%), 일본(18.7%), 한국(14.5%), EU(8.8%), 미국(8.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(299.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.0), 한국(8.8), 일본(3.3), EU(3.0), 중국(0.3) 순이며, IP4 점유율은 EU(36.3%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.2)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.3%	39.7%	6.0%	26.2%	21.8%
	논문 증가율	46.4%	239.3%	-9.4%	56.9%	-4.6%
	논문 영향력	19.2	16.7	22.5	17.0	29.0
	연구주체 다양도	0.71	0.86	0.83	0.95	0.91
특허 분석	특허 점유율	14.5%	49.8%	18.7%	8.8%	8.2%
	특허 증가율	20.0%	299.5%	13.4%	38.5%	4.1%
	해외출원도	1.0	0.1	2.0	5.4	3.9
	특허 영향력	8.8	0.3	3.3	3.0	9.0
	IP4점유율	9.8%	0.3%	12.6%	36.3%	32.2%
	청구항수	6.0	2.9	4.3	7.2	10.2

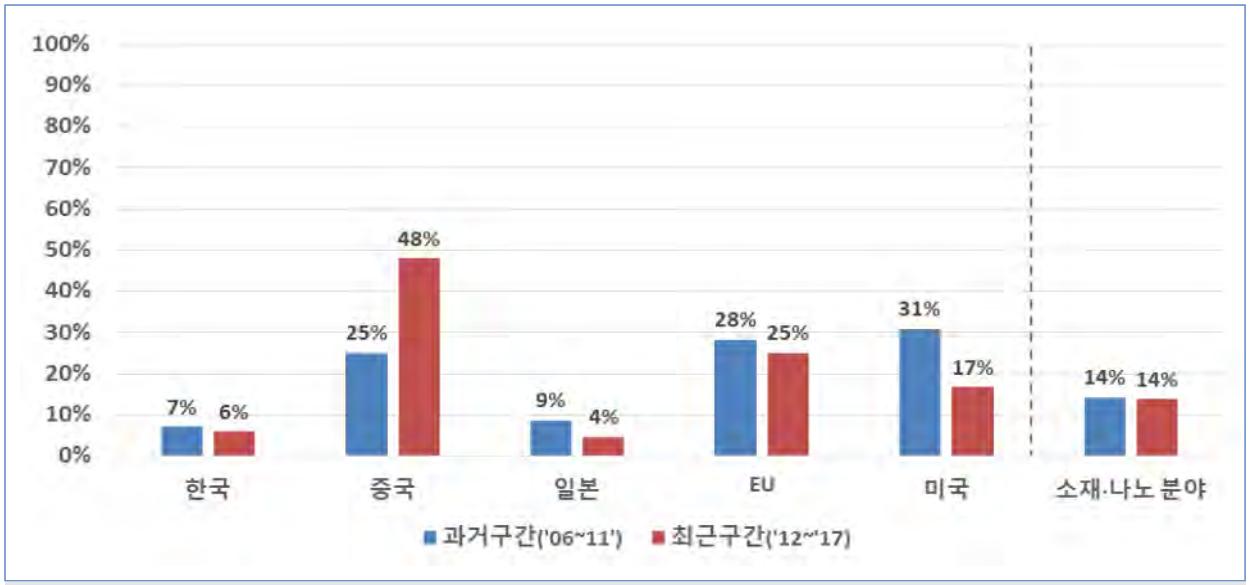
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 1072건으로 전체 논문의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 미국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 논문 중에서 14%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

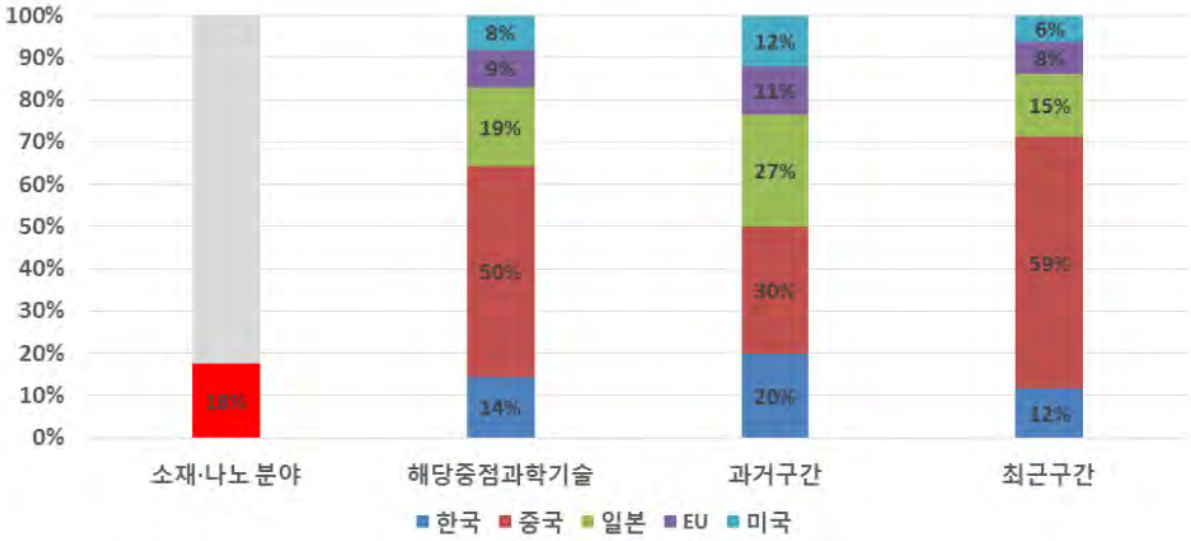


● 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 46.4%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	69	101	170	46.4%
중국	244	828	1,072	239.3%
일본	85	77	162	-9.4%
EU	276	433	709	56.9%
미국	302	288	590	-4.6%
전체	976	1,727	2,703	76.9%

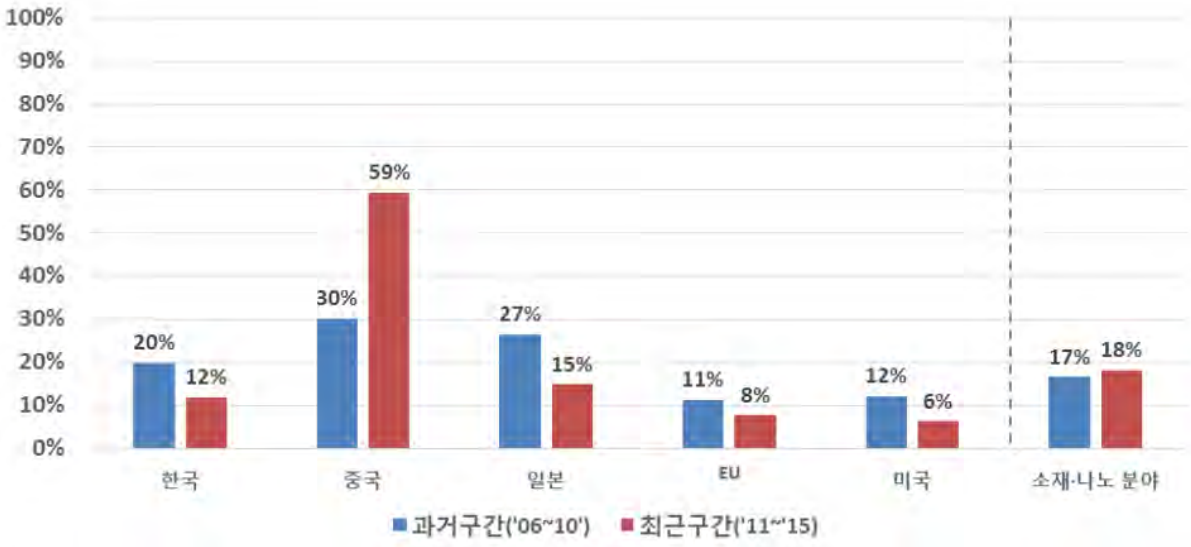
(4) 특허 점유율(전체)



- 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1818건으로 전체 특허의 50%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, EU, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 특허 중에서 18%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



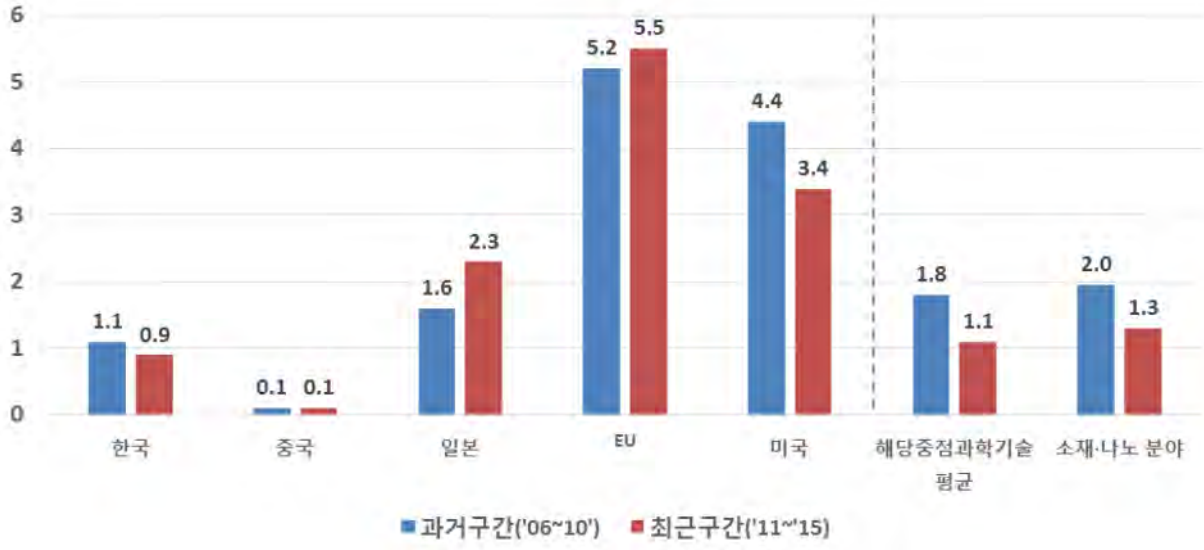
- 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 20%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	240	288	528	20.0%
중국	364	1,454	1,818	299.5%
일본	320	363	683	13.4%
EU	135	187	322	38.5%
미국	146	152	298	4.1%
전체	1,205	2,444	3,649	102.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

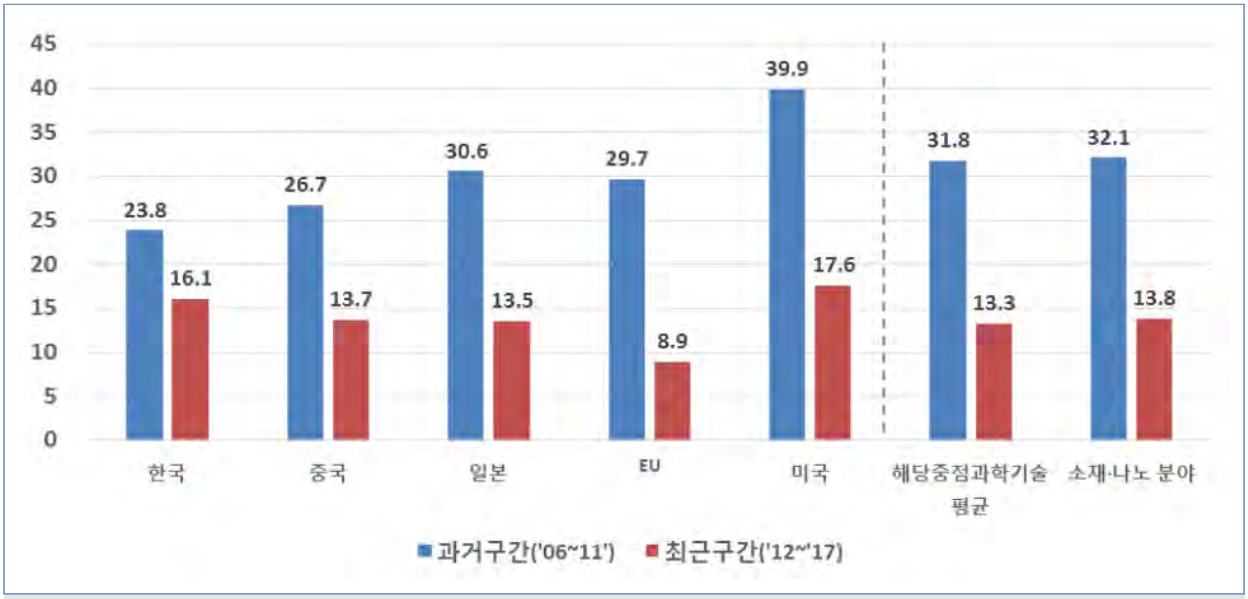


- 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

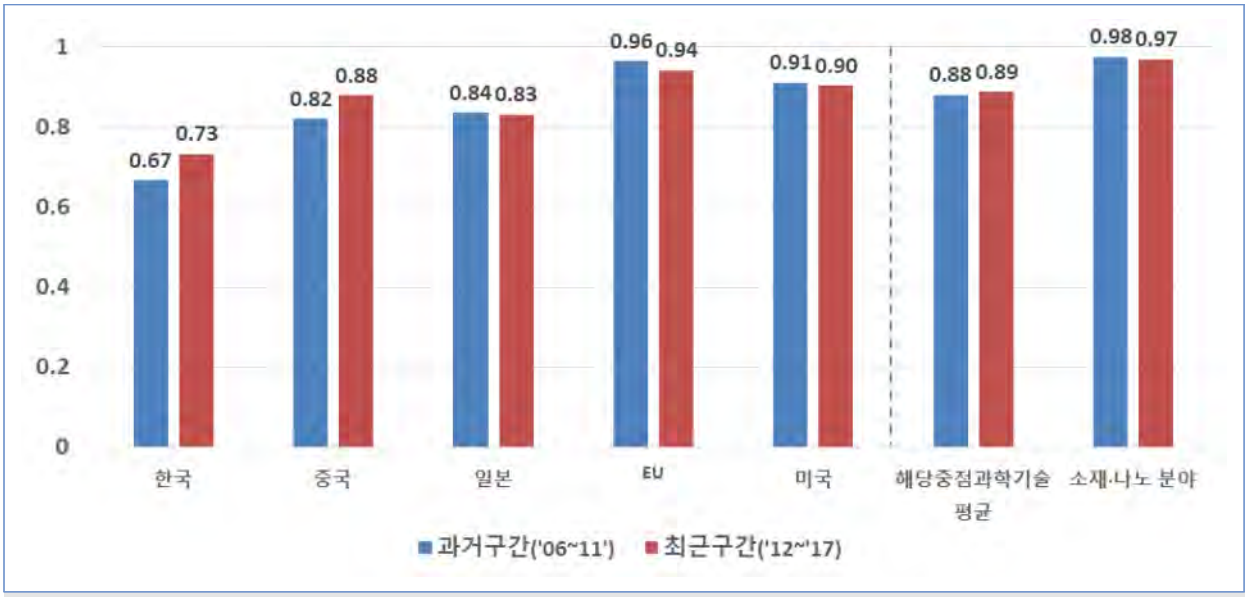
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



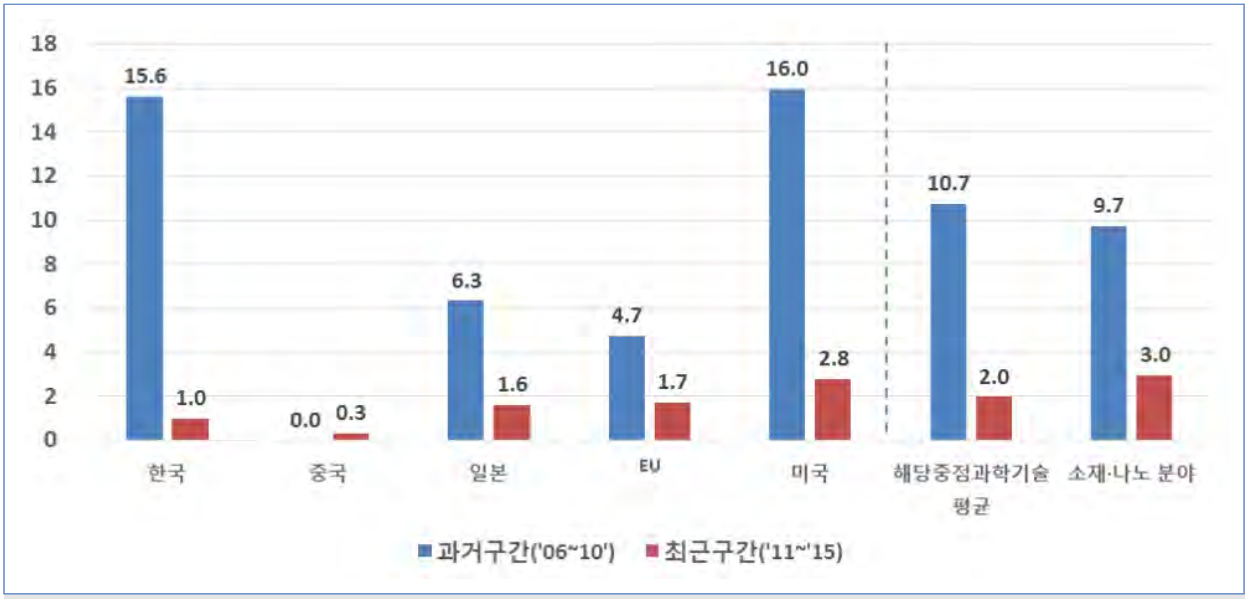
● 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



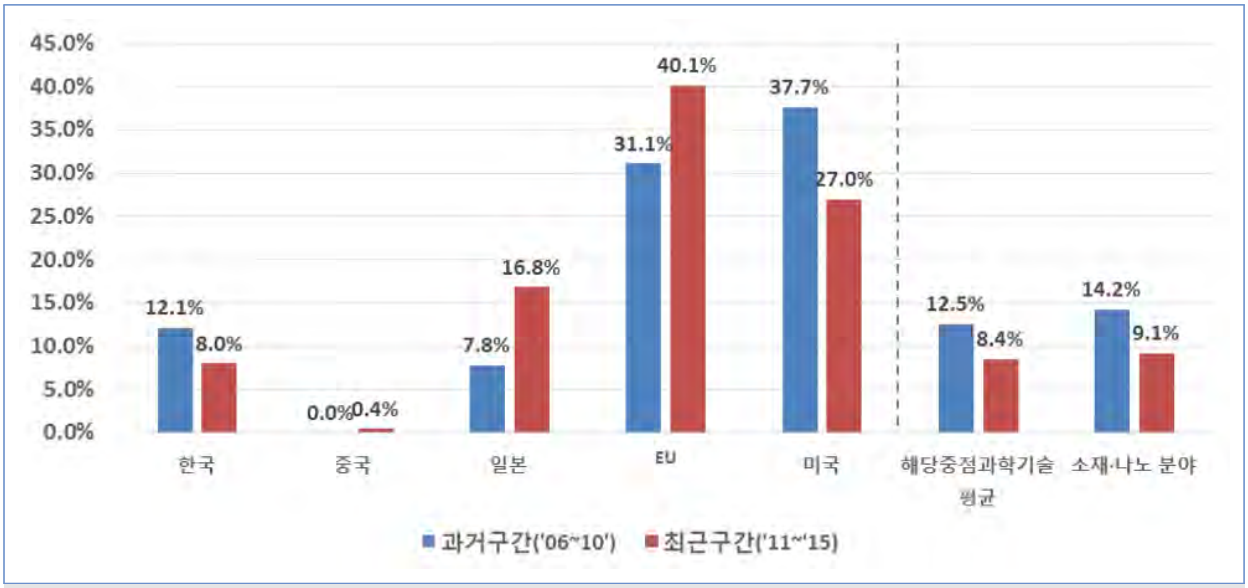
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



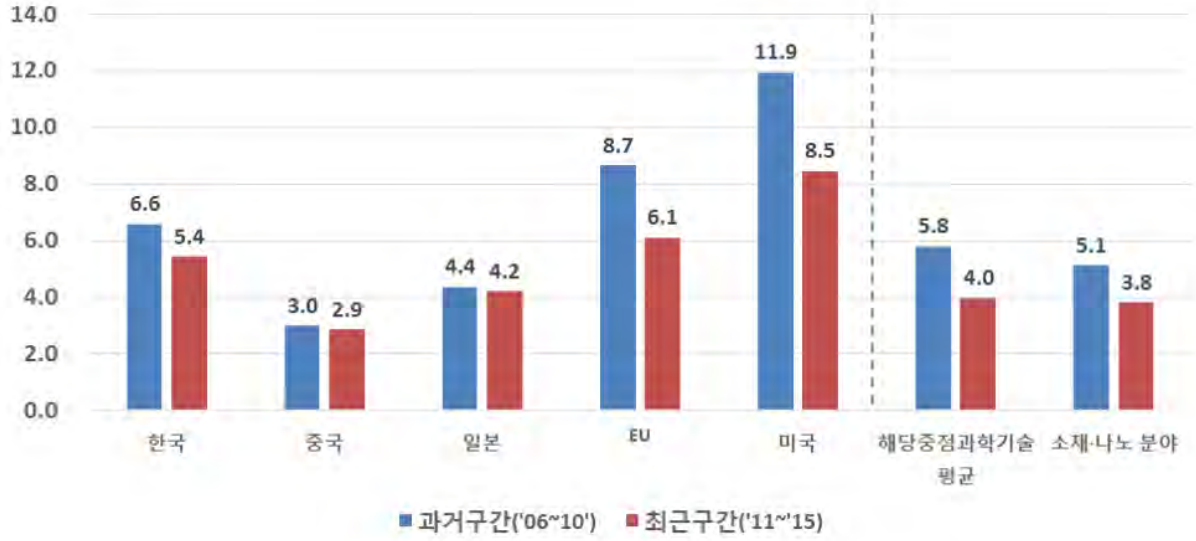
● 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

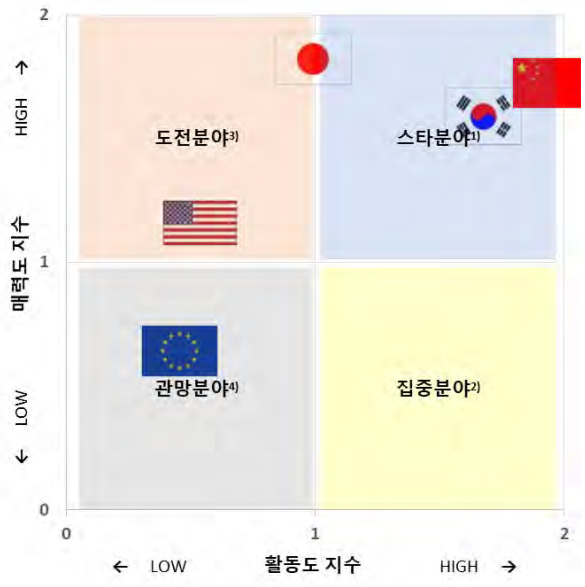
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

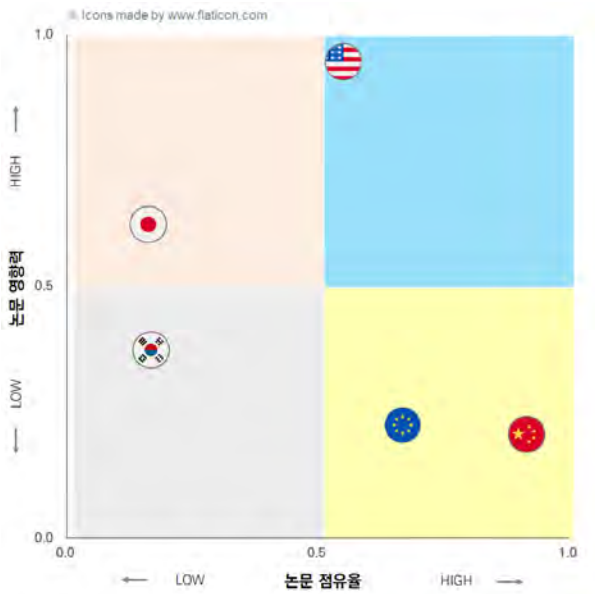
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

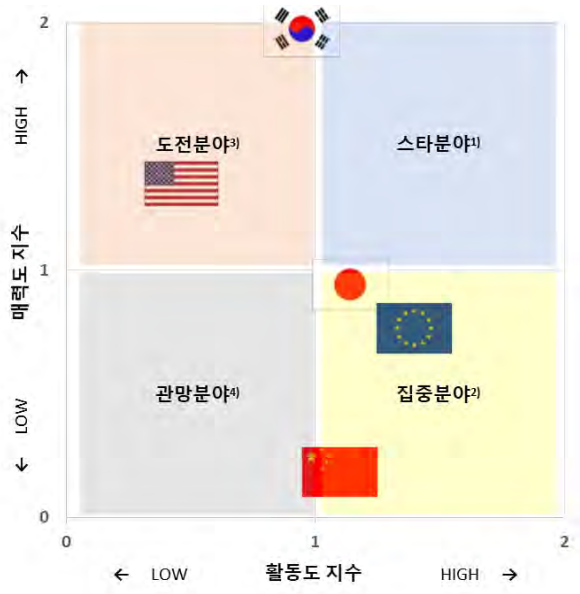


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 나노구조제어 세라믹·탄소 소재 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, EU는 특허활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TSINGHUA UNIVERSITY(2.03%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '성균관대학교'가 11.18%(글로벌 점유율은 0.70%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	5.13%	2.03%	192.86%
2	TONGJI UNIVERSITY	중국	3.73%	1.48%	1800.00%
3	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	3.54%	1.41%	750.00%
4	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	중국	2.80%	1.11%	175.00%
5	SICHUAN UNIVERSITY	중국	2.33%	0.92%	216.67%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	11.18%	0.70%	-27.27%
2	KOREA UNIVERSITY	7.65%	0.48%	125.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	5.29%	0.33%	25.00%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.29%	0.33%	25.00%
5	INHA UNIVERSITY	2.35%	0.15%	-66.67%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	5.13%	2.03%	192.86%
2	TONGJI UNIVERSITY	3.73%	1.48%	1800.00%
3	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	3.54%	1.41%	750.00%
4	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	2.80%	1.11%	175.00%
5	SICHUAN UNIVERSITY	2.33%	0.92%	216.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	7.41%	0.44%	0.00%
2	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)	4.32%	0.26%	-25.00%
3	NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE (NIMS)	3.70%	0.22%	-50.00%
4	KYUSHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.70%	0.22%	-50.00%
5	KYUSHU UNIVERSITY	3.09%	0.18%	-75.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.97%	0.52%	1200.00%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.69%	0.44%	40.00%
3	UNIVERSITY OF AVEIRO	1.27%	0.33%	-20.00%
4	UNIVERSITY OF BAYREUTH	1.13%	0.30%	0.00%
5	UNIVERSITY OF MANCHESTER	0.99%	0.26%	150.00%

6 미국

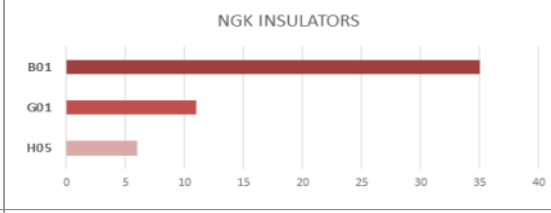
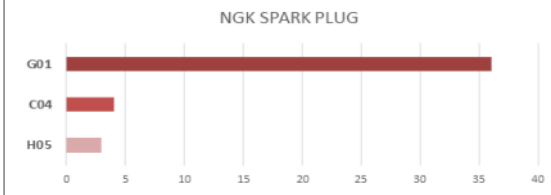
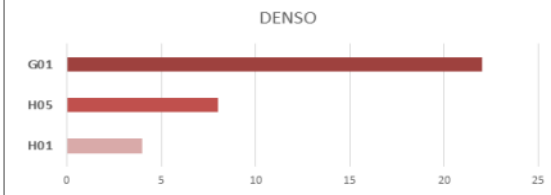
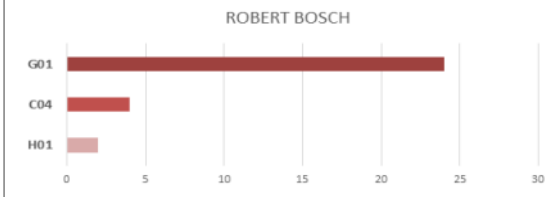
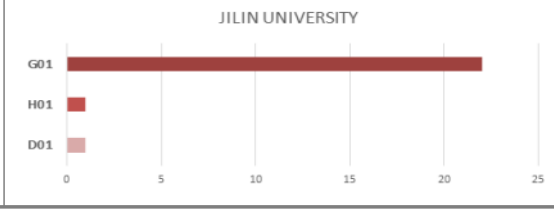
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA	2.37%	0.52%	33.33%
2	STANFORD UNIVERSITY	2.20%	0.48%	-37.50%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.69%	0.37%	-33.33%
4	TUSKEGEE UNIVERSITY	1.69%	0.37%	300.00%
5	AUBURN UNIVERSITY	1.53%	0.33%	-71.43%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'NGK INSULATORS(1.51%)' 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 4.55%(글로벌 점유율은 0.66%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'NGK INSULATORS'는 B01(물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27))에 해당하는 특허를, '삼성전자'는 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

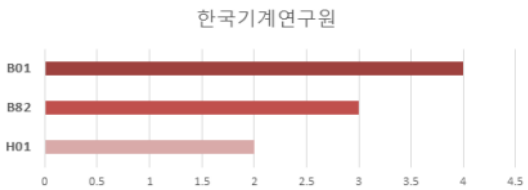
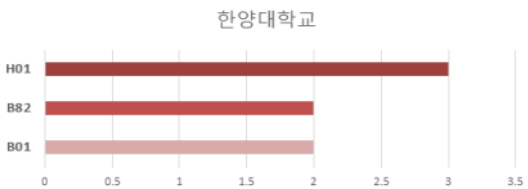
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NGK INSULATORS	일본	8.05%	1.51%	39.13%
2	NGK SPARK PLUG	일본	7.03%	1.32%	18.18%
3	DENSO	일본	5.12%	0.96%	91.67%
4	ROBERT BOSCH	EU	10.56%	0.93%	0.00%
5	JILIN UNIVERSITY	중국	1.49%	0.74%	475.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		G01	광학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		G01	광학
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
3		G01	광학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
4		G01	광학
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		H01	기본적 전기소자
5		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적

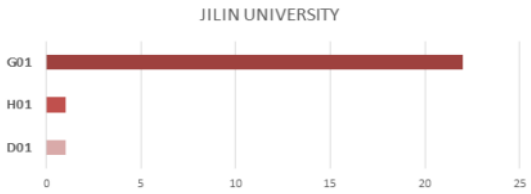
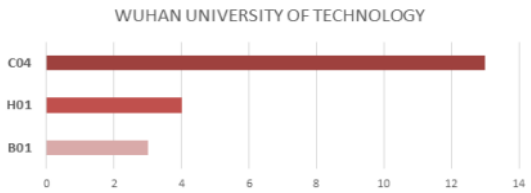
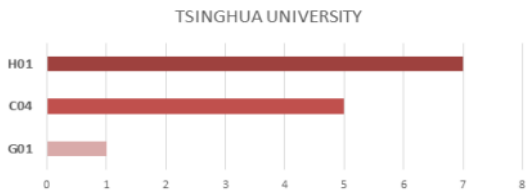
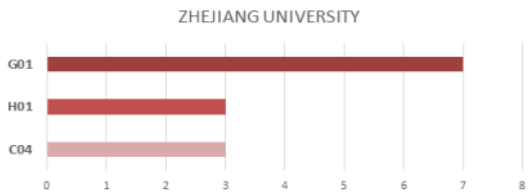
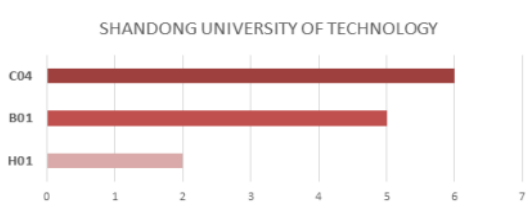
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	4.55%	0.66%	-15.38%
2	한국과학기술원	2.84%	0.41%	100.00%
3	한국전기연구원	2.46%	0.36%	233.33%
4	한국기계연구원	2.08%	0.30%	-16.67%
5	한양대학교	1.70%	0.25%	-71.43%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		B82	나노기술
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H01	기본적 전기소자
		H03	기본전자회로
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		B82	나노기술
		H01	기본적 전기소자
5		H01	기본적 전기소자
		B82	나노기술
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

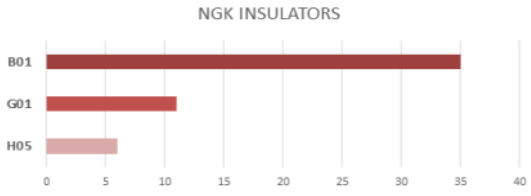
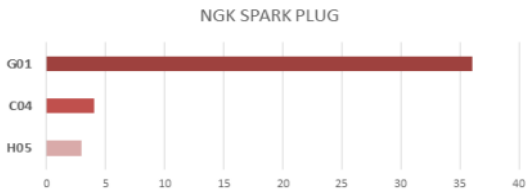
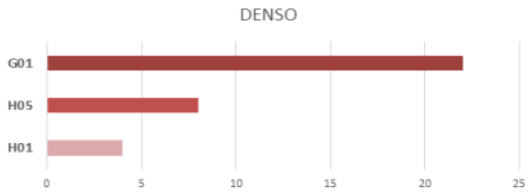
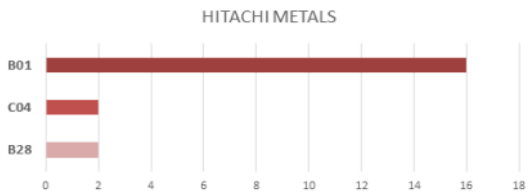
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	JILIN UNIVERSITY	1.49%	0.74%	475.00%
2	WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.38%	0.69%	633.33%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	0.88%	0.44%	66.67%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.88%	0.44%	120.00%
5	SHANDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.77%	0.38%	-44.44%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적
2		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		H01	기본적 전기소자
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
3		H01	기본적 전기소자
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		G01	광학
4		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
5		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H01	기본적 전기소자

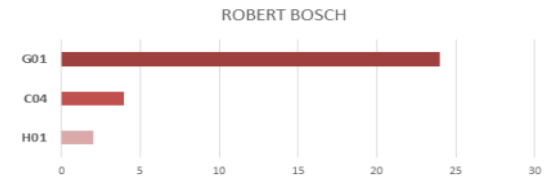
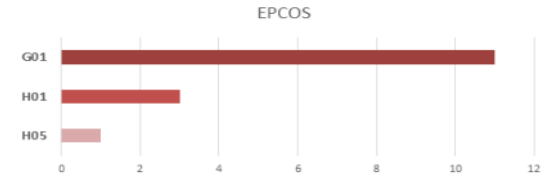
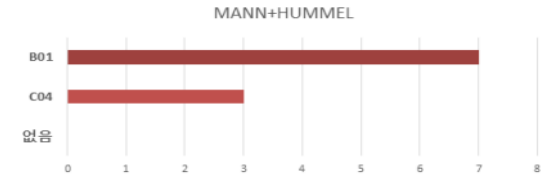
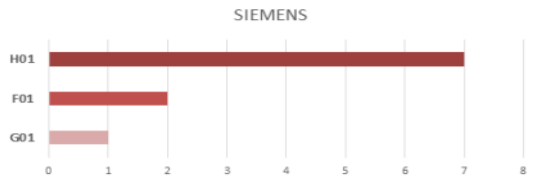
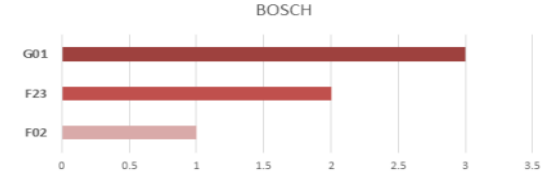
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NGK INSULATORS	8.05%	1.51%	39.13%
2	NGK SPARK PLUG	7.03%	1.32%	18.18%
3	DENSO	5.12%	0.96%	91.67%
4	HITACHI METALS	3.22%	0.60%	-42.86%
5	KYOCERA	3.22%	0.60%	-42.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		G01	광학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		G01	광학
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
3		G01	광학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
4		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
5		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

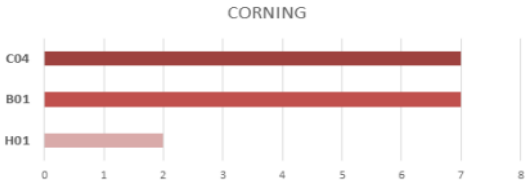
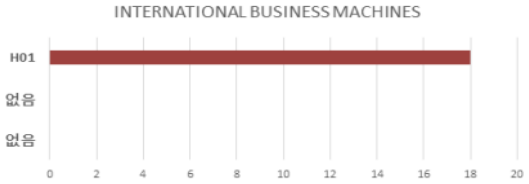
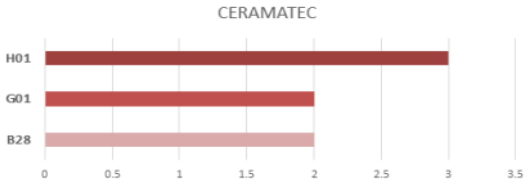
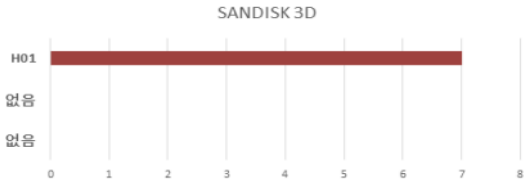
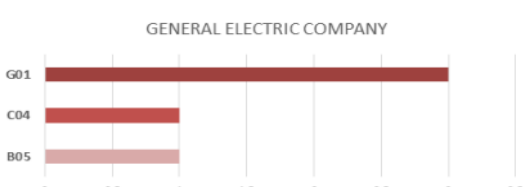
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ROBERT BOSCH	10.56%	0.93%	0.00%
2	EPCOS	4.97%	0.44%	600.00%
3	MANN+HUMMEL	3.11%	0.27%	300.00%
4	SIEMENS	3.11%	0.27%	800.00%
5	BOSCH	2.17%	0.19%	-25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		H01	기본적 전기소자
2		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		G01	광학
5		G01	광학
		F23	연소장치; 연소방법
		F02	연소기관

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CORNING	8.05%	0.66%	-29.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	6.04%	0.49%	100.00%
3	CERAMATEC	2.68%	0.22%	-66.67%
4	SANDISK 3D	2.35%	0.19%	-100.00%
5	GENERAL ELECTRIC COMPANY	2.01%	0.16%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H01	기본적 전기소자
2		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
3		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		B28	시멘트, 점토 또는 석재의 가공
4		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
5		G01	광학
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반

43 다기능 융·복합소재 기술



43 다기능 융·복합소재 기술

중점과학기술 개요

- 탄소소재, 고분자, 세라믹, 금속 등 다종소재를 융·복합하여 초고성능, 다기능을 구현한 소재로 수송기기(자동차, 항공우주, 철도), 에너지산업, 방산 등을 위한 기반 기술
- 전기차·드론용 초경량 탄소소재, 미사일·우주용 초고온 소재 등이 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

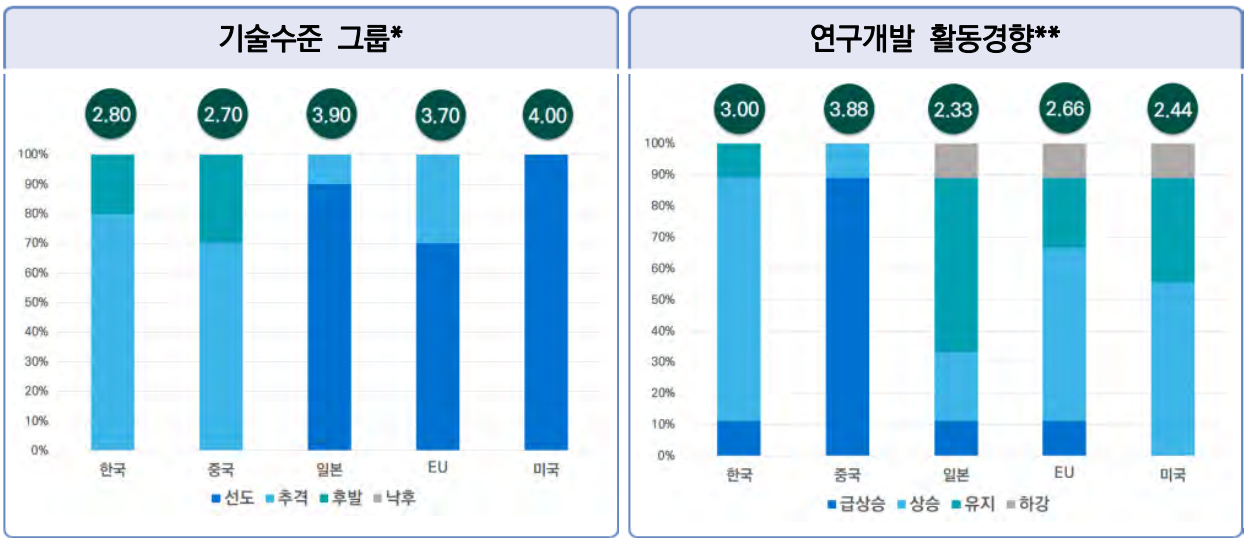
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	73.5	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.5	3.5	추격	보통	우수	급상승
일본	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지
EU	89.5	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	77.0	3.0	73.5	60.0	85.0	14.4	3.0	3.0	5.0	2.7
중국	81.0	3.0	75.5	70.0	85.0	12.5	3.5	2.5	4.0	1.2
일본	100.0	0.0	100.0	90.0	100.0	6.7	0.0	0.0	1.0	1.0
EU	90.0	1.0	89.5	80.0	95.0	9.7	1.0	0.5	2.0	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.2

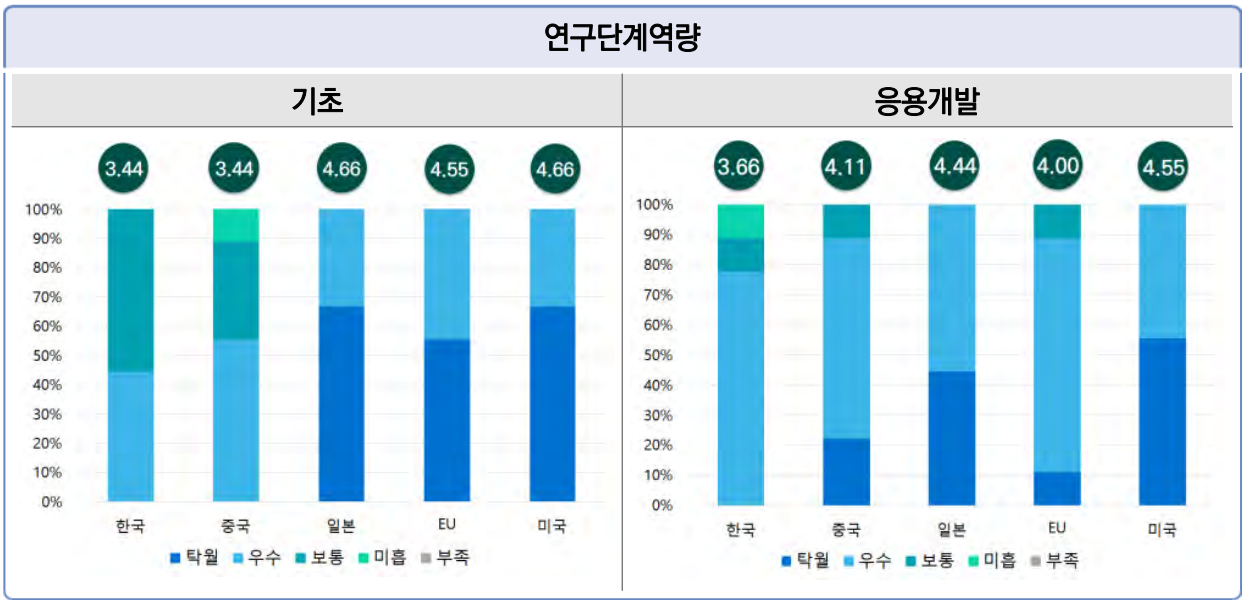
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (73.5%)	• 구조재 특성을 갖는 복합재 관련해서 아직 시장이 활성화 되지 않아 선도그룹을 추격하고 있는 실정이지만, 에너지 변환 및 저장 관련해서는 선도그룹과 동등한 수준의 기술력 보유 • 탄소섬유의 부분적 양산이 시작되고 있으나 전반적인 분야에서 산업화가 타 국가 대비 많이 낙후되어 있고 대학 및 연구소의 연구결과의 질과 양도 선진국, 특히 중국 대비 많이 부족 • 기초 및 원천 기술 부족으로 응용 기술은 일본에 근접하나 우주와 항공, 나노 소재 등에서 전반적인 국가 수준 미흡 • 최근 관련 연구가 활발히 진행되고 있으나 장기적인 로드맵 및 정부정책 기조 부재에 따른 단기적 성과 달성에 치우친 연구로 선도그룹과의 격차를 좁히지 못하고 있음 • 복합재료 관련 관심도가 나날이 증가 중 • 탄소섬유 등 원소재에 대한 연구개발 인력이 부족한 상황이고 최근 일부 기업에서 상용화에 성공하였으나 품질경쟁력 및 가격경쟁력 면에서 선진국과의 격차 존재 • 탄소나노튜브, 그래핀 등 나노소재 관련 정부의 대규모 지원을 바탕으로 학술적 발전이 이루어지고 있으며 일부 분야는 세계를 선도하고 있는 수준이지만, 기업의 투자의지가 약해 상용화의 수준이 낮음 • 에너지 저장/변환용 복합소재 관련 대기업을 중심으로 세계시장을 주도하고 있으나 중국의 추격으로 시장점유율에 위협을 받고 있는 상황이고 소재에 대한 원천기술 확보 미흡
중국 (75.5%)	• 풍부한 인적자원을 바탕으로 논문 및 지식재산권 확보를 공격적으로 진행하고 있고, 실제로 보유하고 있는 기술은 많지만 아직까지 실용화가 가능한 핵심 기술은 적고, 선도 그룹을 추격하는 수준 • 세라믹 및 탄소 섬유와 탄소/탄소 소재 등 일부 분야에서 독자적인 기술을 확보하고 있으나 세라믹 복합재료 및 극한환경용 소재에 대한 연구는 상대적으로 미흡 • 빠르게 발전하고 있으나 국가 주도로 추진하여 성장 동력 약화 가능 • 경량소재 및 에너지 저장 소재의 시장 수요에 따른 연구개발 활발 • 복합재료 관련 활동 활발 • 우주, 국방 분야 시스템을 실제로 운용함에 따라 최고기술국 추격 • 최근 정부의 지원과 기업의 적극적인 투자를 바탕으로 탄소섬유와 같은 원소재와 관련 복합소재 기술이 급속도로 발전 • 리튬이온전지 등 에너지 저장/변환 관련 소재기술 개발 및 사업화 활발 • 다기능 융복합소재 관련 우수한 연구 인력을 양성하여 논문/특허 등 연구 실적이 질적/양적으로 세계적인 수준
일본 (100%)	• 탄소 관련 국가 주도의 기술 개발 지원 • 논문 및 특허에 대한 발표와 연구 활동이 매우 활발 • 막대한 자본과 기술력을 바탕으로 우주항공 및 신재생에너지 분야에 대한 과감한 투자와 연구를 진행하고 있으며, 분야에 따라 미국보다 앞서 기술 보유 • 기초과학을 기반으로 최근 우주, 산업용 소재의 응용 기술에서 EU보다 미흡 • 소재 분야의 탄탄한 학문적, 산업적 토양을 바탕으로 기능성 복합재료 개발에 큰 성과를 거둠 • 지속적인 기초 연구에 대한 투자를 바탕으로 극한 환경용 복합재 분야에서 최고 수준의 결과 발표

국가 (기술수준)	판단근거
	• 초고온 세라믹 복합재, 초고내열 탄소복합재 부품 개발이 최고수준 • 최근 연구 동향은 두드러지지 않지만 그동안 축적된 항공, 우주 분야의 기술이 아직도 우위 유지
EU (89.5%)	• 유럽 자동차회사를 중심으로 환경규제 대응을 위한 소재에 대한 연구개발 및 융복합 소재 응용 분야 발굴이 활발 • 미국이나 일본에 비해 기술 개발 속도는 느리지만 꾸준하게 항공 및 방산 부분에 대한 연구를 진행. 특히 항공용 복합재 및 자동차용 복합재 관련 연구 부분에 기술적 선도 • 미국이 상용화에 성공한 분야의 상용화를 위한 연구를 진행 중이며 미국이 상용화하지 못한 극초음속 소재 분야에서는 미국보다 선도적인 연구 진행 • 우주 일부를 제외하고 산업용 소재는 미국의 수준에 근접하거나 추월 • 미국의 다기능성 복합재료에 대한 논문이나 성과 발표 활동 활발 • 항공 및 자동차산업을 중심으로 초경량 고강도 탄소섬유복합소재 제조 기술 관련 축적된 기술수준이 매우 높음 • 탄소섬유복합소재의 새로운 성형공정기술을 바탕으로 자동차 외장재 등의 상용화에 성공하였으며 그 적용 비율을 높여가고 있는 상황 • 탄소섬유복합소재 관련 다양한 공정장비 기술은 세계 최고 수준 • 다양한 기업 및 산학연 컨소시엄을 중심으로 나노탄소소재 및 복합소재 분야 선도 중
미국 (100%)	• 논문 및 특허에 대한 발표와 연구 활동이 매우 활발 • GE등 글로벌 회사 대기업과 정부의 지속적인 투자와 관심을 바탕으로 극한환경 및 신재생 에너지 분야에 대한 연구를 매우 활발히 진행 • 고온용 세라믹 복합재료의 세계 최초 양산화 및 항공기 엔진 적용 등 해당 분야에 대해 질적, 양적으로 선도 • 우주 등 모든 분야에 최고의 수준을 유지하고 있어 시너지 효과 예상 • 일본에 생산되고 있는 탄소섬유의 성능이 우수함 • 우주, 국방 등 분야의 실제 시스템을 운용함에 따라 초고온용/극저온용 복합재, 중성자 차폐, 전자파 흡수/차폐 및 극한환경용 다기능 복합소재에서 최고 수준의 기술 보유 • 최근 열경화성 기지 탄소 복합재를 재활용할 수 있는 소재를 개발하여 기술 선도 • 최근 연구 동향은 두드러지게 나타나고 있지 않지만 그동안 축적된 다양한 첨단 분야 기술이 아직도 우위 유지 • 항공/우주/국방 분야를 중심으로 초고강도/초고온 내열/초경량, 극한 환경용 복합소재의 축적된 기술수준이 매우 높음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 기술개량에 상당히 강한 강점 • 특정 기술 인프라는 최고수준 (반도체, 디스플레이 등) • 기초연구는 매우 활발 • 트렌드에 매우 민감하여 빠르게 선진기술을 어느 정도 수준까지 따라잡는데 용이 • 양산기술 우수 • 최근 소재 응용 기술이 발전함 • 일부에서 반도체 연계 기술 등이 진보	• 모험에 따른 보상 체계는 상당히 부족한 반면, 실패에 대한 과도한 비난/책임으로 인해 복제성 연구개발 위주 • 국내 산업의 경우 소재 적용이 다소 미흡하며, 향후 관련 산업에서 소재에 대한 적극적인 활용 시 기술수준 향상이 기대 • 전반적으로 기초와 원천 기술 부족으로 상업용 응용기술에 치우쳐 있음 • 트렌드에 매우 민감하고 국가 정책에 따라 연구 방향이 수시로 변화되는 경향이 있어 장기적인 연구가 어렵고 특정 테마에만 연구비가 편중되는 경향 • 우주, 국방 등 국가를 위해 반드시 필요하나 수출 및 산업화 효과가 적은 분야의 발전은 상대적으로 미흡 • 지난 10년간 정부의 꾸준한 투자로 기술력이 해외 대비 많이 발전하였으나 인구 및 자본의 한계로 수출 및 산업화가 가능한 분야 위주로 발전이 집중됨
중국	• 국가 주도의 강력한 지원 • 해외에서 배출된 탁월한 인력 흡수 • 타 산업과 더불어 중국 첨단기술 발전 전략에 따라 풍부한 자원과 인력 보유. 일부 응용 기술에서 진전이 급속히 이루어짐 • 수많은 우수한 연구원들을 보유하고 있고 다수의 최고급 인재들이 미국 및 EU 등 선진국으로부터 귀환하여 자국의 급격한 과학적 발전을 선도	• 중기 산업발전단계를 지나가고 있기에, 국가 주도의 산업 개발을 하고 있고 이에 따라 강력한 follower 기술 개발 전략 구사 • 단기간에 기초와 원천, 응용기술의 급진전은 어려우나 향후 10년 이내 큰 발전이 이루어질 것 • 국가 정책에 대한 의존성이 크기 때문에 정부의 효율성이 떨어질 경우 큰 영향을 받을 수 있음
일본	• 기초 분야에 대한 지원 유지. 효율성을 고려하는 개발 분위기 • 장인정신이 느껴지는 인력의 집요함 • 아이디어의 구현을 위한 기반이 강함 • 관련 산업이 잘 구성됨 • 산업 및 상업용 소재 기술의 발전. 기초과학기술 투자와 성과에서 유럽 수준 추월 • 기업에서 탄소 및 세라믹 섬유와 C/C 등 90년대~2000년대에 확보한 일부 독점적 기술 보유	• 상대적으로 유럽과 미국 등을 동시에 추월할 항공 우주 기술은 최근에야 발전 궤도에 오름 • 인구 감소 및 노령화에 의한 혁신 연구 역량의 지속적인 감소로 경쟁력은 계속 하락할 것으로 예상 • 90년대-2000년대까지 소재분야의 혁신을 선도한 대학, 연구소 및 기업들을 다수 보유하였으나 최근 인구 감소 및 노령화로 인하여 혁신연구역량은 감소 추세.

국가	강점분야	기타
EU	• 모험과 그에 따른 보상이 강한 분위기 탁월한 기초연구를 통해 강소기술 강화 • 과학의 역사적 전통에 기반하여 강력한 인프라 구축 • 다양한 환경 규제에 대한 해결 방안으로 융복합 소재에 대한 기술 개발과 이를 활용한 응용제품화 연구가 매우 활발 • EU 통합 이후 각 분야 수월성 과학기술의 지원과 개발이 활성화 됨. 특히 항공과 산업용 소재 기술의 기초 응용 기술 급상승 • 영국, 프랑스, 독일, 이태리 등 단위 국가마다 특화된 장점 분야들을 보유하고 있으며 EU라는 틀 안에서 이들 국가들 간의 활발한 교류로 기술 발전 주도	• 유럽 전체적인 재정적인 어려움으로 인해 많이 위축 • 상대적으로 우주 분야와 군사용 기술의 상업화 부족 • 정통 복합재료와 같이 실용성이 높은 기술에 대한 수준은 높으나 트렌드에 민감한 소재 개발 연구에는 다소 느리게 반응 • 복지를 강조하는 생활 스타일에 따라 연구의 진척 속도는 타 국가 대비 늦음
미국	• 모험과 그에 따른 보상이 강한 분위기 하에서 상업성을 중시하는 기술 개발 • 유입된 해외의 인력들이 주축 • 확실히 분업화된 체계의 인프라를 구축하여, 아이디어와 proto의 구현이 강함 • 나노기술 기반한 융복합 소재에 대한 개발과 이를 활용한 창업이 매우 활발 • 기초와 원천 기술의 과학, 기술과 인력, 인프라가 잘 갖춰져 있으나 일반 상업용 보다는 군사용도에서 탁월한 기술 보유 • 오랜 기간 숙련된 고급 연구 인력들이 전 세계로부터 지속적으로 공급 • 확고한 연구 인프라와 풍부한 연구자금 등 연구를 위한 가장 우수한 체계를 갖춤. 세라믹 섬유 복합재료 양산 등 신소재 개발 및 상용화 모두 선도	• 상업화 관련 집요함이 상대적으로 부족 • 일반 상업 및 산업용 소재 응용 기술의 활성화가 다소 부족 • 미국 과학계를 지탱하던 중국계 연구원들이 대거 중국으로 돌아가면서 과거보다 연구역량의 감소가 나타남

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	2위	3위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 관련 연구자들의 연구회 구성을 활성화하고 출연연 및 정부연구소를 중심으로 협력방안 모색 • 국내 시장이 한정적이지만 복합재료 기술은 국방, 항공 및 우주 산업의 매우 핵심적인 기술이기 때문에 정부차원에서 산학연 간 공동연구를 수행할 수 있는 환경 제공 • 융합 사업 등의 활성화로 국내 전문 인력 간 융합연구 활성화 • 그래핀 등 나노신소재의 경우 기초학문과 응용기술이 매우 밀접하게 연관되어있어 학계와 기업체들의 유기적인 협력이 상용화를 위해 중요. 대기업의 경우는 기초연구를 수행할 수 있으나 중소기업이나 벤처의 경우 학계와 연계할 수 있는 기회 제공 필요
국제협력 촉진	• 국외 한인 연구자 그룹과의 협력 연구 추진과 더불어 관련분야의 리딩 그룹과 협력할 수 있는 방안 및 프로그램 마련 • 선진국에 비해 기술 개발 및 도입이 느린 편이기 때문에 국가 간 협정을 통해 정책으로 정기적으로 기술 교류할 수 있는 자리 마련 • 국내 사업 기획에 외국 기관의 참여 활성화에 의한 선진 연구 기술 습득 • 최근 신소재분야는 중국에서 매우 공격적으로 투자하고 있어 현재까지 유지하고 있는 우리의 기술우위를 위협받고 있음. 탄소소재나 기타 우리 기술이 비교우위를 아직까지 유지하고 있는 기반소재 기술 분야를 잘 선정하여 전략적으로 지원 필요 • 중국 등과의 상생협력이 가능한 모델을 지속적으로 추진
인력양성 및 유치	• 해외의 선도적 연구자를 유치해서 초기 추격 가속화 • 국내 대학 내 관련 학과에 대한 지원 • 대학원 기반 연구 활동 인력에 대한 비정규직 노동력 규정은 해당 대학원생들의 위치에 대한 위축을 불러일으키고 있어 연구 현장의 발전을 크게 저해하므로 이에 대한 포괄적인 고민과 법적 개선 절실 • 융합소재분야는 기초가 탄탄하면서도 오픈 마인드 자세를 가진 연구자를 필요로 하므로 이에 적합한 인재양성 프로그램 모색
인프라 구축	• 극한 소재 평가는 매우 취약하며, 고가의 장비가 요구됨. 국제적인 경쟁력을 위한 인프라 구축 시급 • 신소재분야의 특화된 연구센터 필요. 특히 중소기업들이 학계와 유기적으로 공동연구를 수행할 수 있는 인프라를 갖춘 연구센터 시급. 소재분야는 기초기술과 응용기술이 구분이 모호하여 중소기업들이 연구개발에 고초가 많으므로 이와 같은 연구센터 구축이 중요

	정책제언
법·제도 개선	• 소재분야 발전방안에 대한 법규 마련 • 기존 1~8 단계의 과정을 거쳐야 기술이 활용되는 구조의 과제 기획이 아닌, 부족할 수는 있지만 각각의 단계에서 활용할 수 있을 정도의 완성된 성과를 낼 수 있는 기획이 되도록 제도 개선 • 대학원 기반 연구 활동 인력에 대한 비정규직 노동력 규정은 해당 대학원생들의 위치에 대한 위축을 불러일으키고 있어 연구 현장의 발전을 크게 저해하므로 이에 대한 포괄적인 고민과 법적 개선 절실 • 제도에 맞추기 위한 지원체계보다는 각 과학기술별 특성을 살릴 수 있는 유연하고 좀 더 자유로운 연구관련 법 제도 개선 시급
연구비 확대	• 독창적인 연구에 대해 지원하고 격려하는 분위기 조성 위해 연구비 확대 • 소액과제를 줄이고 중대형 과제 중심으로 개편 • 현재 주로 실용화 기술 적용에 연구비가 집중되어 있지만, 핵심 기술 개발을 위해서는 기초연구에 대한 과감한 투자 시급 • 해당 분야의 과제 수 부족으로 인한 연구비 부족이 심각함. 빠른 연구비 확대가 절실 • 연구비의 집중 유망분야를 잘 선별하여 관련 산업이 발전할 수 있는 전략적 투자
기타 의견	• 다기능 융복합 소재의 경우 타 기술 분야와 다양하게 연계됨. 국내 산업의 경우 기술적 융복합이 해외에 비해 부족하기에 공정에 대한 융복합 기술 추가 필요 • 그래핀 및 신소재분야의 학계와 산업계를 연결할 수 있는 연구센터 시급. 영국의 맨체스터 대학이나 캠브리지 대학의 그래핀 센터가 좋은 모델

다 주요 분석 결과 요약

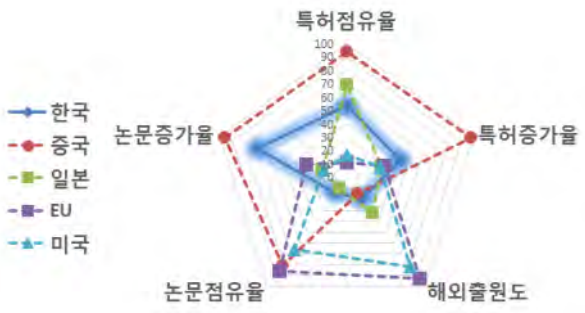
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	소재·나노	19,375	20,688	83.3%	84.6%
해당 중점과학 기술명	다기능 융·복합소재 기술	5,501	2,967	137.7%	86.9%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

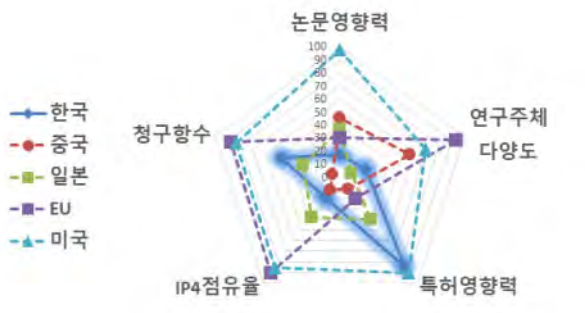
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	33.2%	36.9%	29.5	9.3
한국	4위	3위	5위	2위
	6.8%	21.0%	17.6	8.4
5개국 평균[2]	-	-	22.3	7.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

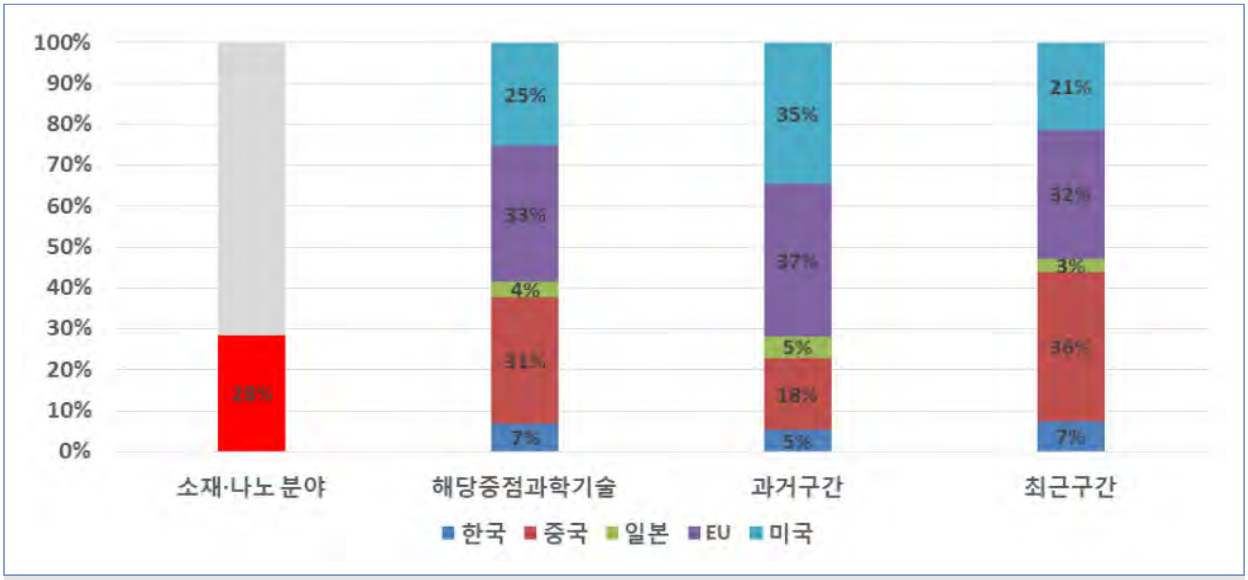
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.8%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(17.6)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(33.2%), 중국(30.9%), 미국(25.2%), 한국(6.8%), 일본(3.9%) 순이며, 논문 증가율은 중국(391.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(29.5), 중국(21.0), 일본(20.0), EU(19.4), 한국(17.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(21.0%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(8.4)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(36.9%), 일본(25.4%), 한국(21.0%), 미국(9.8%), EU(7.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(373.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.3), 한국(8.4), 일본(4.3), EU(2.4), 중국(1.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(39.6%)가 가장 높고, 특허청구항수는 EU(6.7)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.8%	30.9%	3.9%	33.2%	25.2%
	논문 증가율	234.9%	391.6%	48.3%	101.7%	46.0%
	논문 영향력	17.6	21.0	20.0	19.4	29.5
	연구주체 다양도	0.83	0.89	0.79	0.98	0.91
특허 분석	특허 점유율	21.0%	36.9%	25.4%	7.0%	9.8%
	특허 증가율	63.6%	373.3%	4.6%	17.9%	1.4%
	해외출원도	0.6	0.1	1.6	6.3	4.9
	특허 영향력	8.4	1.0	4.3	2.4	9.3
	IP4점유율	5.3%	0.9%	14.1%	39.6%	35.5%
	청구항수	5.0	3.0	4.4	6.7	6.4

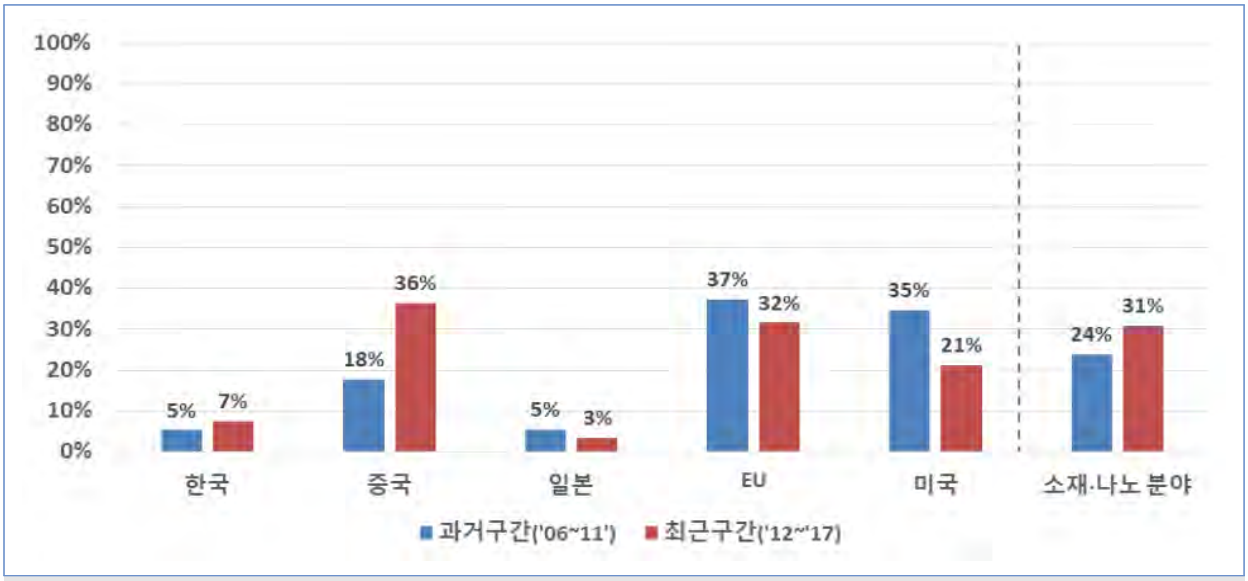
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 다기능 융·복합소재 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1828건으로 전체 논문의 33%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 다기능 융·복합소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 논문 중에서 28%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

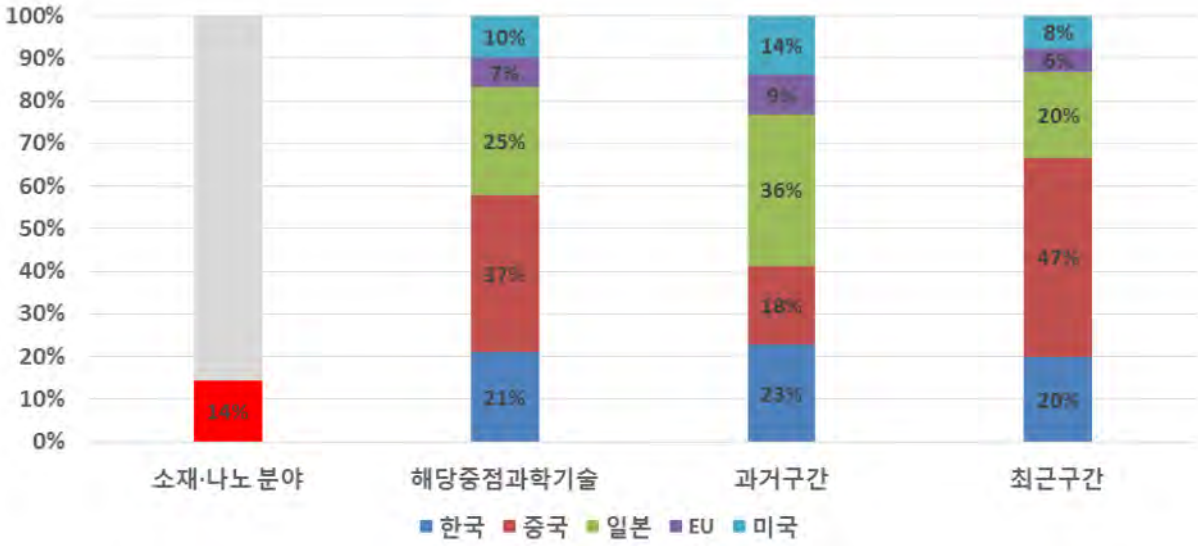


● 다기능 융·복합소재 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 EU의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 234.9%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	86	288	374	234.9%
중국	287	1,411	1,698	391.6%
일본	87	129	216	48.3%
EU	606	1,222	1,828	101.7%
미국	563	822	1,385	46.0%
전체	1,629	3,872	5,501	137.7%

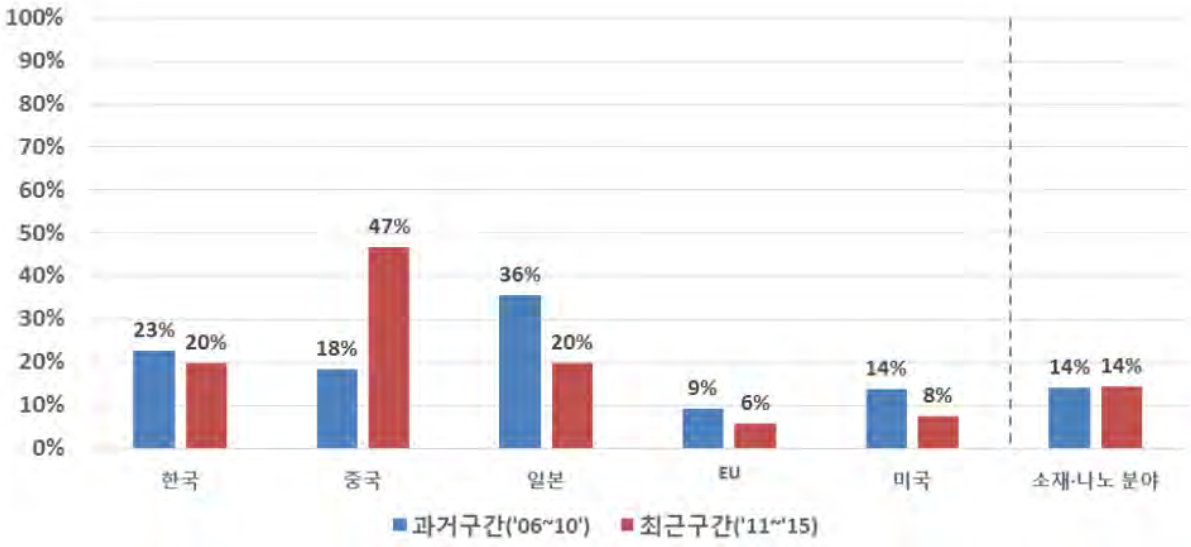
(4) 특허 점유율(전체)



● 다기능 융·복합소재 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1095건으로 전체 특허의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 다기능 융·복합소재 기술은 소재·나노 분야의 전체 특허 중에서 14%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 다기능 융·복합소재 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 63.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	236	386	622	63.6%
중국	191	904	1,095	373.3%
일본	368	385	753	4.6%
EU	95	112	207	17.9%
미국	144	146	290	1.4%
전체	1,034	1,933	2,967	86.9%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

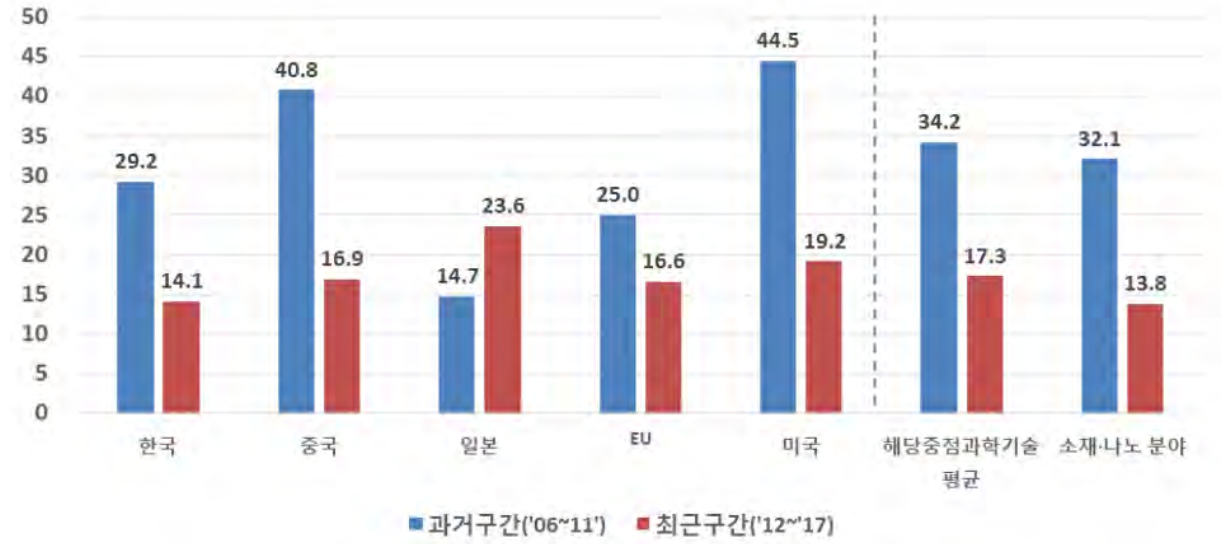


- 다기능 융·복합소재 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

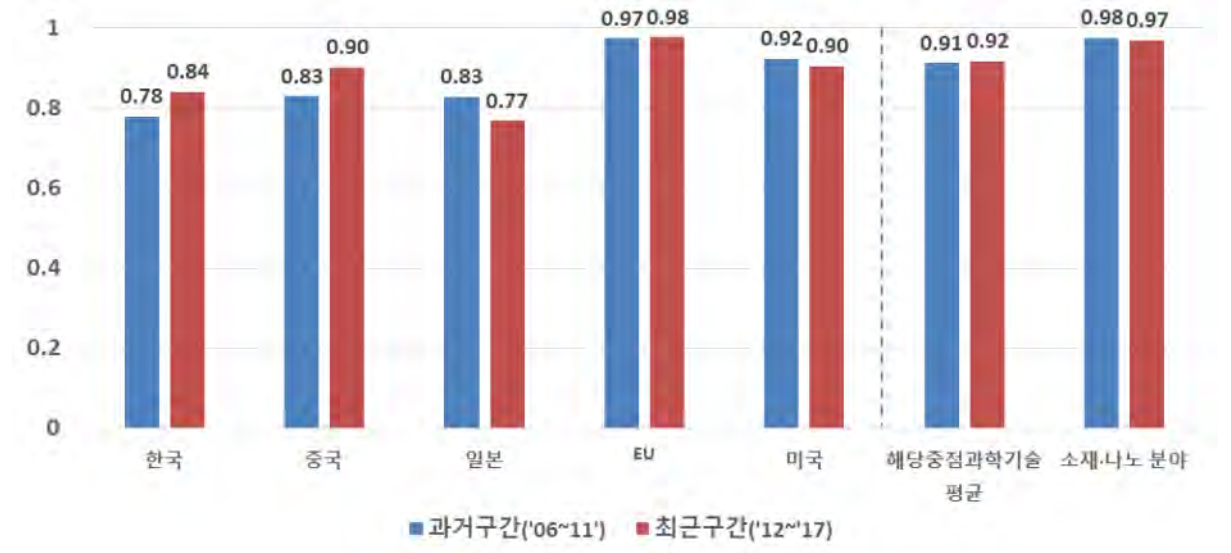
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



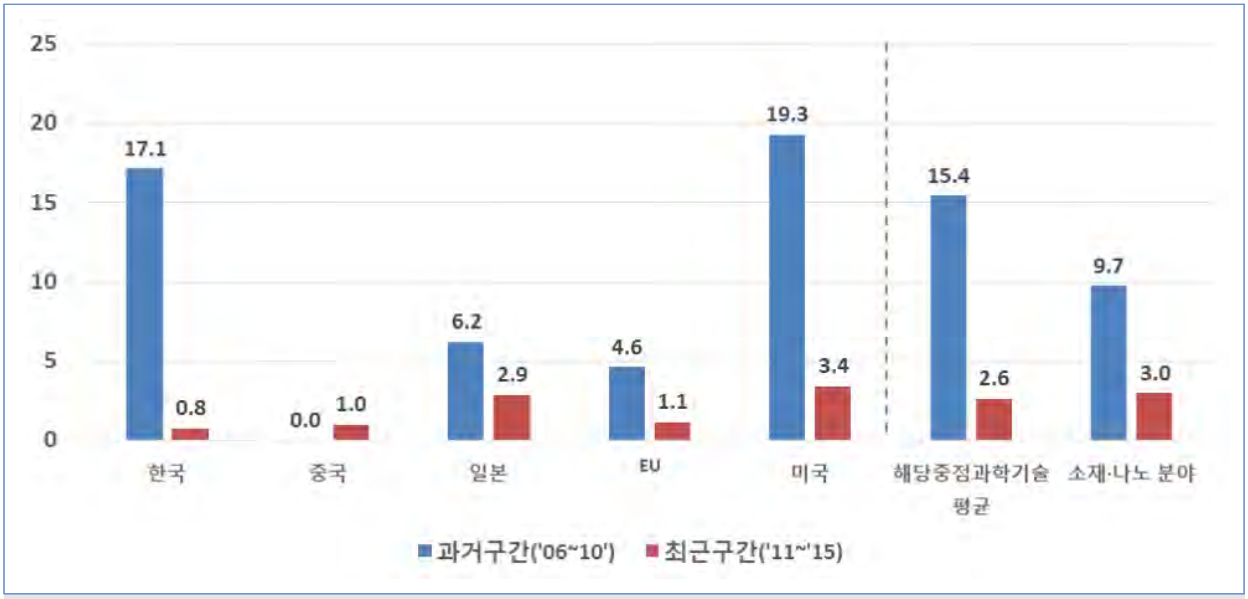
● 다기능 융·복합소재 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



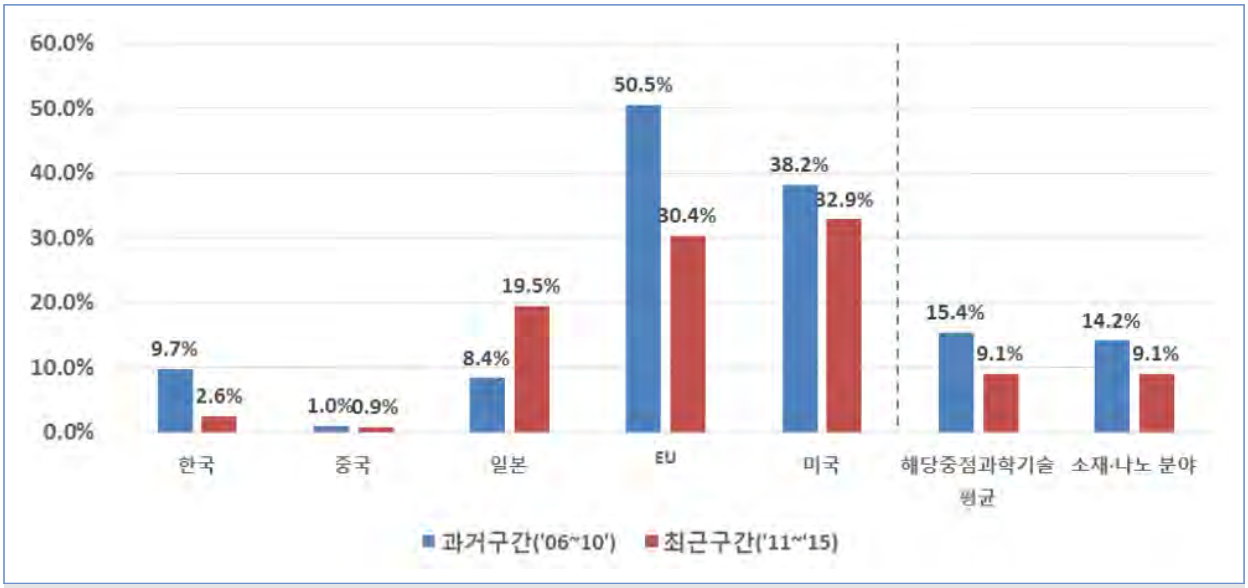
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



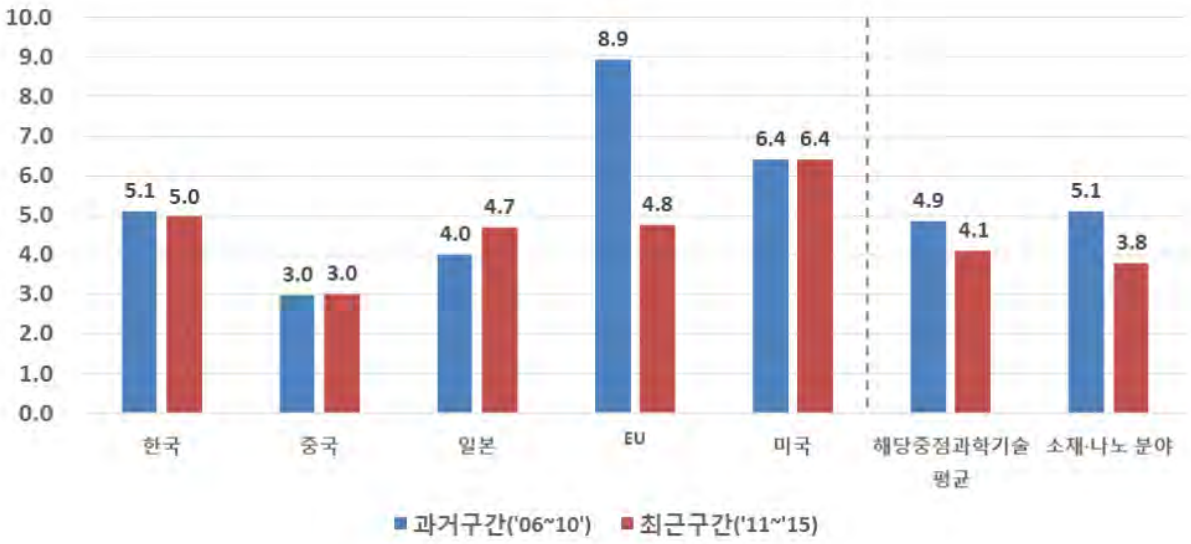
● 다기능 융·복합소재 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 다기능 융·복합소재 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 다기능 융·복합소재 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

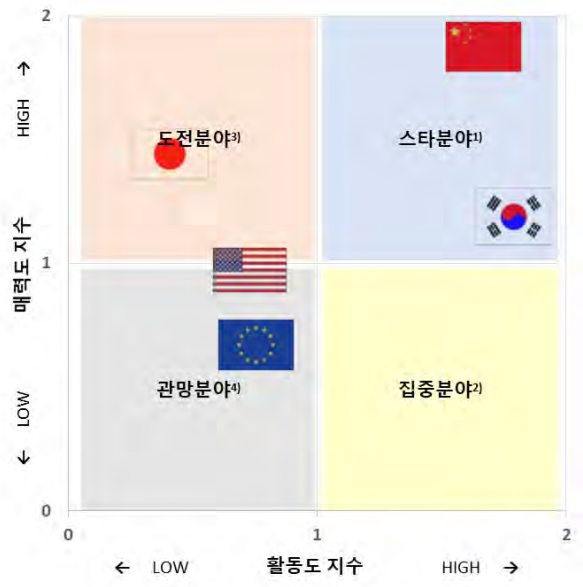
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 다기능 융·복합소재 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

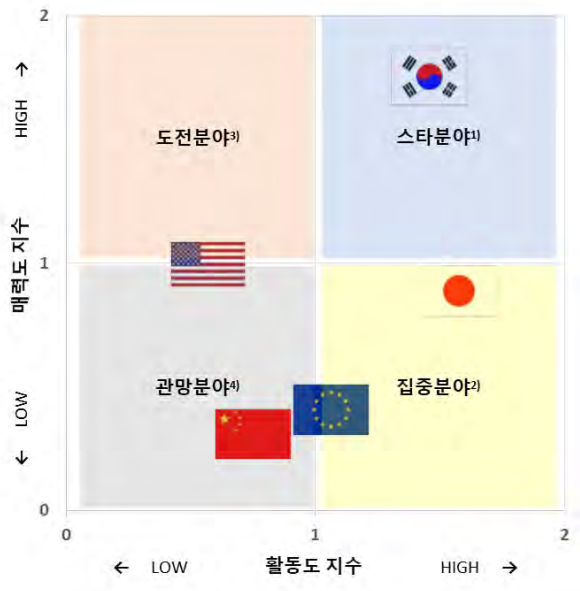


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

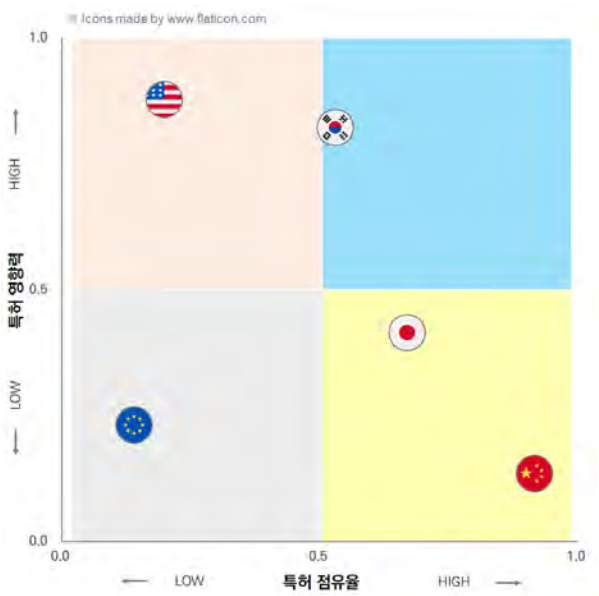
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 다기능 융·복합소재 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 일본은 특허활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 중국의 'TSINGHUA UNIVERSITY(0.89%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 5.88%(글로벌 점유율은 0.40%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.89%	0.89%	150.00%
2	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	중국	2.65%	0.82%	442.86%
3	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	중국	2.41%	0.75%	210.00%
4	BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY	중국	2.30%	0.71%	580.00%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	2.67%	0.67%	46.67%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.88%	0.40%	114.29%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.48%	0.24%	450.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	3.21%	0.22%	400.00%
4	KOREA UNIVERSITY	3.21%	0.22%	40.00%
5	UNIVERSITY OF ULSAN	2.94%	0.20%	900.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.89%	0.89%	150.00%
2	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	2.65%	0.82%	442.86%
3	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	2.41%	0.75%	210.00%
4	BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY	2.30%	0.71%	580.00%
5	JILIN UNIVERSITY	2.18%	0.67%	262.50%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	9.72%	0.38%	10.00%
2	OSAKA UNIVERSITY	4.17%	0.16%	100.00%
3	KUMAMOTO UNIVERSITY	3.24%	0.13%	600.00%
4	NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE	3.24%	0.13%	500.00%
5	TOKYO MEDICAL AND DENTAL UNIVERSITY	3.24%	0.13%	-60.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	IMPERIAL COLLEGE LONDON	1.09%	0.36%	-75.00%
2	UNIVERSITY OF NOVI SAD	1.09%	0.36%	200.00%
3	TECHNISCHE UNIVERSITÄT ILMENAU	1.04%	0.35%	116.67%
4	VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.98%	0.33%	25.00%
5	RWTH AACHEN UNIVERSITY	0.77%	0.25%	0.00%

6 미국

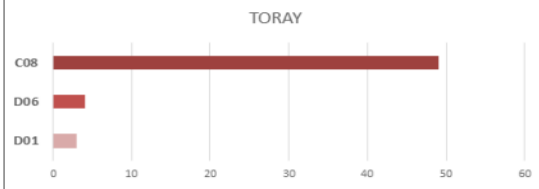
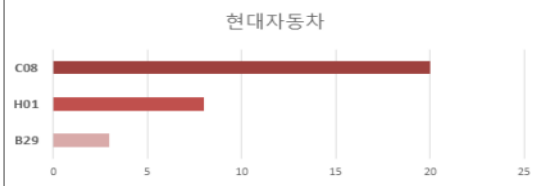
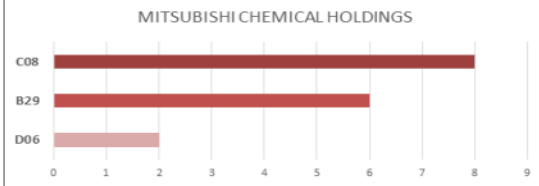
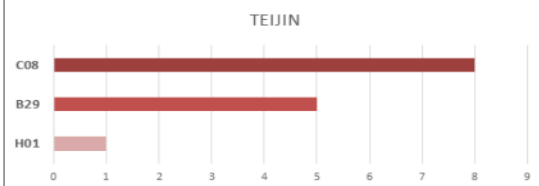
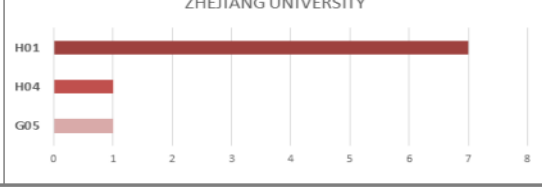
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.67%	0.67%	46.67%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.31%	0.58%	200.00%
3	UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA	1.88%	0.47%	-47.06%
4	SANDIA NATIONAL LABORATORIES	1.59%	0.40%	-70.59%
5	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.52%	0.38%	325.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'TORAY IND(2.19%)' 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '현대자동차'가 6.43%(글로벌 점유율은 1.35%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'TORAY IND'와 '삼성전자'는 C08(유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

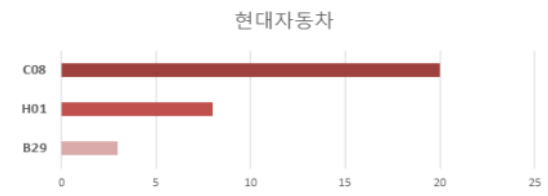
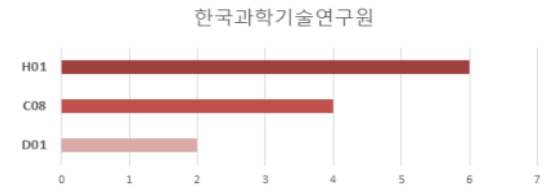
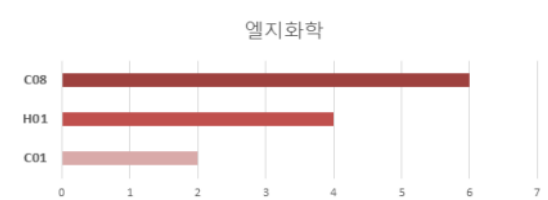
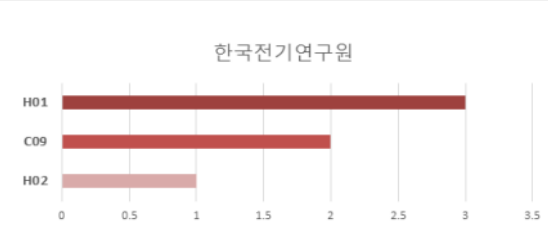
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TORAY	일본	8.63%	2.19%	40.74%
2	현대자동차	한국	6.43%	1.35%	133.33%
3	MITSUBISHI CHEMICAL HOLDINGS	일본	2.79%	0.71%	150.00%
4	TEIJIN	일본	2.39%	0.61%	57.14%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.55%	0.57%	42.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적
2		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		H01	기본적 전기소자
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
3		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
4		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H01	기본적 전기소자
5		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정

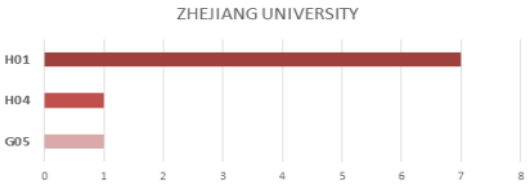
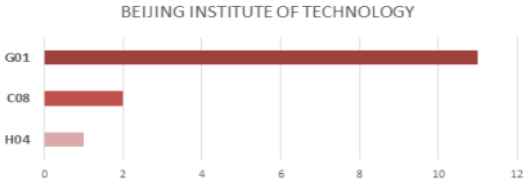
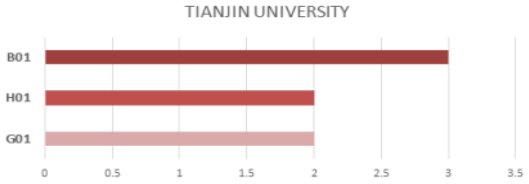
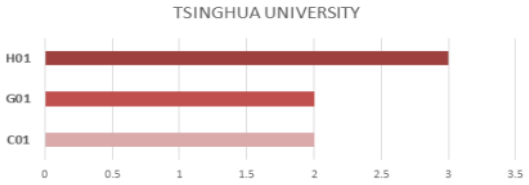
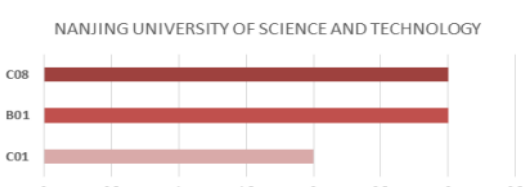
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대자동차	6.43%	1.35%	133.33%
2	한국과학기술연구원	2.57%	0.54%	-22.22%
3	한국과학기술원	2.41%	0.51%	300.00%
4	엘지화학	1.93%	0.40%	1000.00%
5	한국전기연구원	1.77%	0.37%	20.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		H01	기본적 전기소자
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
2		H01	기본적 전기소자
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적
3		C01	무기화학
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
4		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
5		H01	기본적 전기소자
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

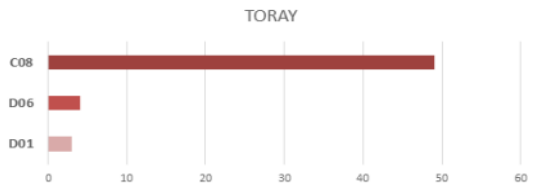
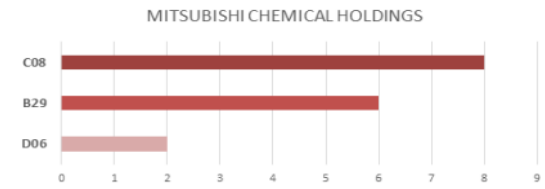
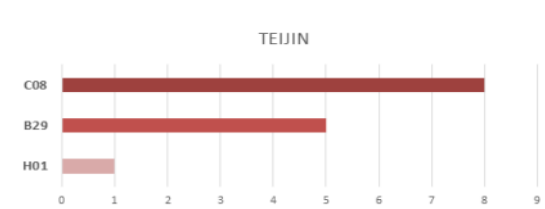
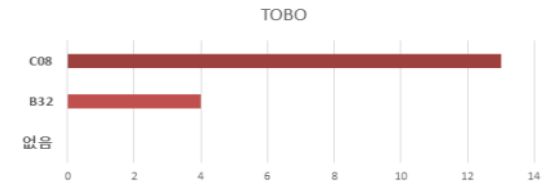
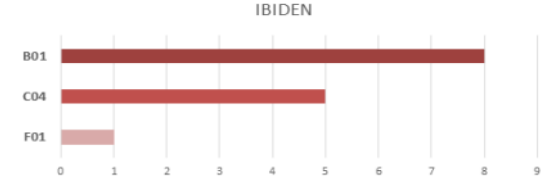
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.55%	0.57%	42.86%
2	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.37%	0.51%	550.00%
3	TIANJIN UNIVERSITY	1.00%	0.37%	900.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	1.00%	0.37%	75.00%
5	NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.00%	0.37%	1000.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
2		G01	광학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		H04	전기통신기술
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
4		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		C01	무기화학
5		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C01	무기화학

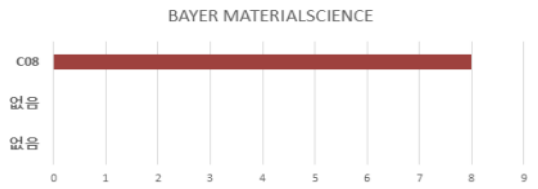
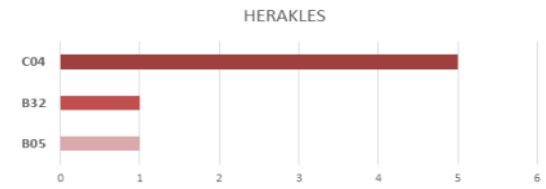
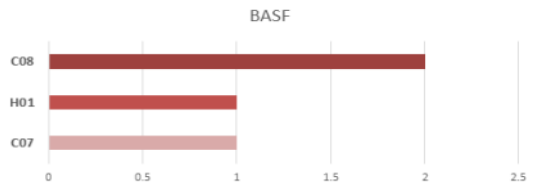
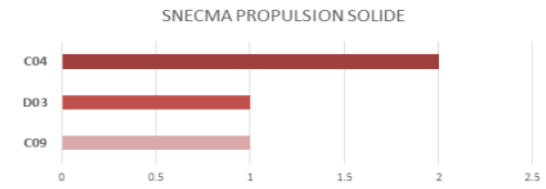
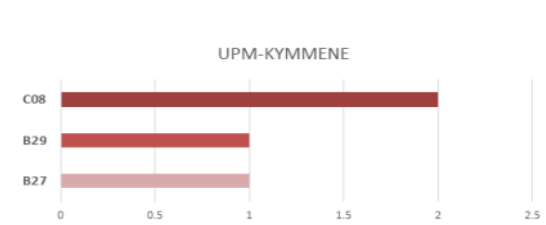
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TORAY	8.63%	2.19%	40.74%
2	MITSUBISHI CHEMICAL HOLDINGS	2.79%	0.71%	150.00%
3	TEIJIN	2.39%	0.61%	57.14%
4	TOBO	2.26%	0.57%	-45.45%
5	IBIDEN	2.12%	0.54%	-54.55%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적
2		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
3		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H01	기본적 전기소자
4		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B32	적층체
		–	–
5		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관

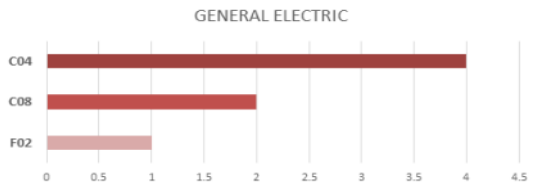
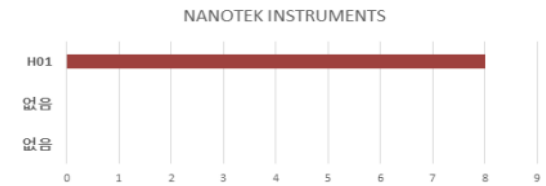
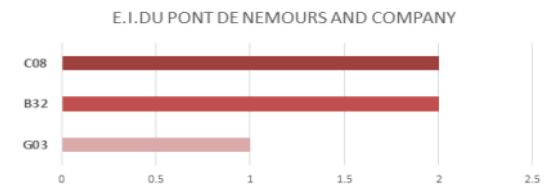
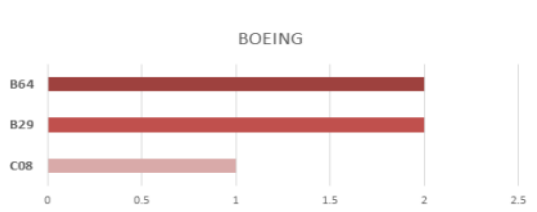
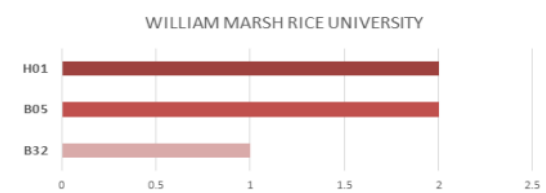
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BAYER MATERIALSCIENCE	3.86%	0.27%	-66.67%
2	HERAKLES	3.38%	0.24%	-83.33%
3	BASF	2.42%	0.17%	300.00%
4	SNECMA PROPULSION SOLIDE	1.93%	0.13%	-100.00%
5	UPM-KYMMENE	1.93%	0.13%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
		-	-
2		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		B32	적층체
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
3		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		H01	기본적 전기소자
		C07	유기화학
4		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		D03	제직
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
5		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B27	목재 또는 유사 재료의 가공 또는 보존; 못박기 기계 또는 스테이플 기계 일반

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC	3.45%	0.34%	-57.14%
2	NANOTEK INSTRUMENTS	2.76%	0.27%	200.00%
3	E.I.DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY	2.41%	0.24%	-83.33%
4	BOEING	2.07%	0.20%	100.00%
5	WILLIAM MARSH RICE UNIVERSITY	1.72%	0.17%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		F02	연소기관
2		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
3		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B32	적층체
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
4		B64	항공기; 비행; 우주공학
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
5		H01	기본적 전기소자
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
		B32	적층체

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 농림수산·식품 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

Ⅶ. 농림수산·식품



2018년 기술수준 평가

44. 저항성 및 고기능성 품종개발 기술 ····· 1
45. 친환경 맞춤형 신재배기술 ····· 31
46. 스마트팜 기술 ····· 59
47. 유용유전자 및 유전자원 개발 기술 ····· 91
48. 친환경 사양기술 ····· 119
49. 동물 질병 통제 기술 ····· 149
50. ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술 ····· 177
51. 식품안전성 평가·향상 기술 ····· 211
52. 식품가치창출기술 ····· 243

44 저항성 및 고기능성 품종개발 기술



44 저항성 및 고기능성 품종개발 기술

중점과학기술 개요

- 인류 공동의 당면과제인 식량위기를 극복하기 위한 고 수량성 먹거리를 개발 및 인류의 건강 증진을 위한 기능성 고품질 작물개발에 필요한 기술
- 기후변화에 따른 재해(가뭄, 침수, 고온, 저온, 내염 등), 병재해(바이러스, 세균, 곰팡이, 선충 등), 및 해충재해에 저항성·내성이 있는 품종을 개발하여 이들에 의한 피해를 최소화할 수 있는 기술
- 먹거리 안전성이 신뢰되고 국제경쟁력 우위 작물개발을 위한 첨단 신육성기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

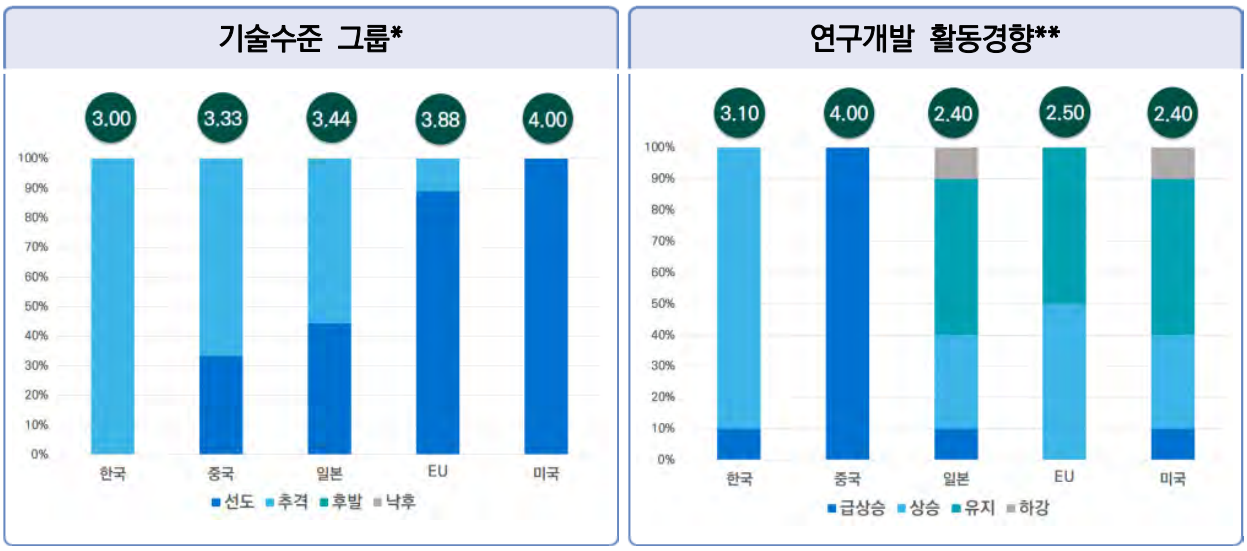
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	81.0	5.0	추격	우수	보통	상승
중국	85.0	4.0	추격	우수	우수	급상승
일본	85.0	3.0	추격	우수	우수	유지
EU	90.0	1.5	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	81.0	4.8	81.0	75.0	83.0	14.0	5.0	4.0	7.0	1.8
중국	86.5	3.0	85.0	81.0	90.0	10.9	4.0	3.0	4.0	2.7
일본	85.0	3.0	85.0	82.0	90.0	5.4	3.0	2.0	4.0	1.5
EU	90.0	1.5	90.0	90.0	94.0	3.9	1.5	1.0	2.0	1.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

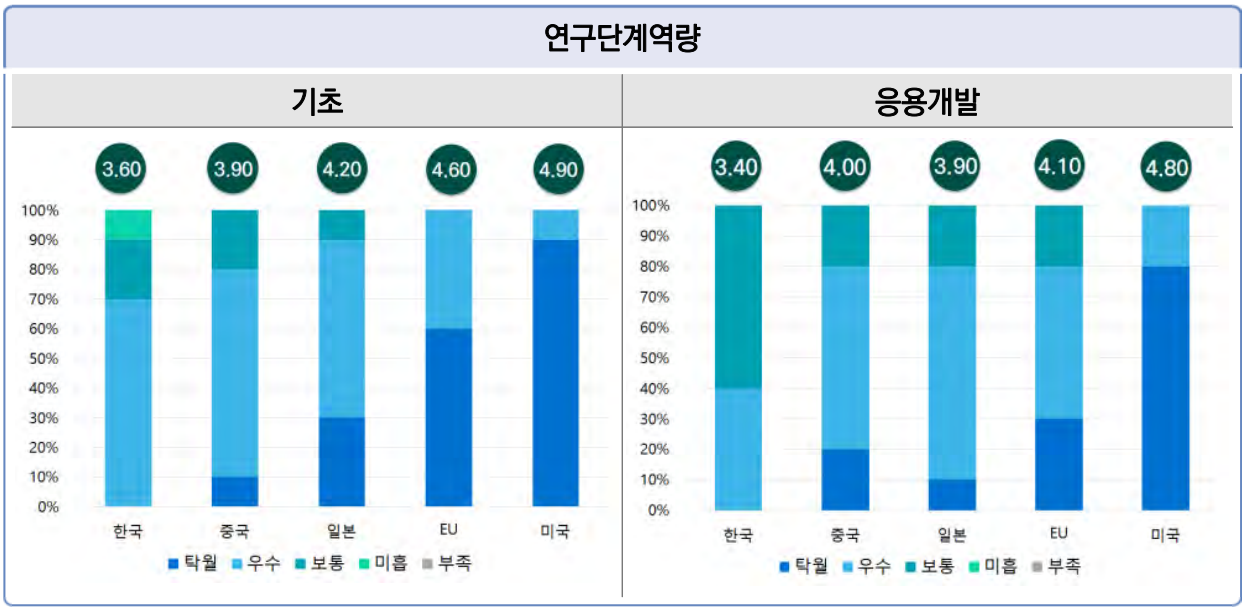
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (81.0%)	• 정부 주도로 지속적인 투자가 이루어지고 있으나 민간은 거의 없음 • 우리나라의 투자액수는 최근 정체 내지 감소하는 추세로 전환되고 있음 • 기초연구와 실용연구 간의 분리로 인해서 투자의 효용성이 분산될 가능성이 확장되고 있음 • 기초 인프라의 향상된 수준으로 인하여 예전대비 기술격차는 많이 감소하였으나 GMO 개발 관련 규제는 연구 활성을 저해 • 더불어 GMO기술을 극복할 수 있다고 제안되는 신 육종기술은 최근 들어 연구들이 이루어지고 있어 당분간은 이 분야의 격차가 생길 것으로 봄 • GMO산업화, NBT(신작물육종기술)의 활용 등에서 차이가 있으나 기술적으로 인프라가 적절히 구성되어 있음 • R&D 집중투자 및 기술의 국내 적용이 활성화 되면 5-6년의 기간 단축 가능
중국 (85.0%)	• 국가적 종자 및 GMO 개발에 대한 집중 투자 확대 • 다국적 종자기업(신젠타) 인수 • 연구개발 기관 및 인력 다수 • 최근의 엄청난 논문 발표 수로 보아 연구 인력과 연구비 투자가 되고 있다고 판단되며, 특히 GMO와 신 육종기술은 덜 까다로운 규제 등으로 인해 조만간 추격그룹을 넘어설 것으로 봄 • 최고기술 보유국에 비하여 신 육종기술, 상용화 등은 뒤지는 것으로 평가 • 선도 그룹의 연구에 대한 모방 차원의 연구를 넘어서 논문의 수준이 향상되고 있으며, 원천 기술도 확보하고 있음
일본 (85.0%)	• 최근 연구의 발표 건수와 투자가 많이 축소되어 있음 • 일본의 생명공학 및 유전체학 기술에 의한 투자는 세계 트렌드와 유사하나 전체적인 투자 규모는 선도그룹과 비교해서 저조 • 기초연구, 특히 다수확 작물 개발과 기후재해 등에 있어서는 선도그룹으로 분류될 수 있으나 GMO 개발과 환경평가기술 및 최신 신 육종기술에 있어서는 선도그룹을 추격하는 상황 • 최고기술국과 비교하여 격차가 있지만 학문적, 기술적, 산업적으로는 전통과 역사가 있어서 큰 차이가 없음 • GMO 경우 규제로 산업화를 시키지 못하고 일본은 주로 수입을 많이 하고 있음 • 기초, 원천 기술에 대한 연구로 원천 특허와 품종 개발의 소재가 되는 자원 확보
EU (90.0%)	• 일부 선도 그룹은 중국, 미국과 차이가 거의 없음 • 국가적 연구개발 투자 및 산학연 협력 활성화 • 오랜 동안의 종자 개발 역사 보유 및 종자기업 활성화 • 관련된 연구의 내용이나 수준이 선도그룹과의 격차는 거의 없거나 앞서는 분야도 있다고 판단되나 이를 제품으로 만드는 데 있어 여러 규제 등으로 인해 연구 경쟁력이 선도그룹에 비해 떨어지는 것으로 봄 • 지속적인 정부 투자와 관심 • EU는 여러 국가를 포함하고 있어 미국과 비슷한 기술수준을 가진 나라도 있지만 그렇지 못한 나라도 있어 평균적으로는 미국보다 조금 낮은 수준으로 평가 • 최고기술 보유국의 연구수준(논문 등)은 비슷한 수준으로 평가되나 상용화 등에서는 뒤지는 것으로 평가 • 기초, 원천 기술에 대한 연구로 원천 특허와 품종 개발의 소재가 되는 자원 확보

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 인간유전체 및 맞춤의료 부분에서는 투자가 확대되고 있으나 농업분야에서의 투자는 감소추세임 • 몬산토, 파이어니어 등 다국적 기업들 중심으로 연구개발 활성화 • USDA, NSF 등의 연구개발 투자 확대 • 잘 갖추어진 연구 인프라를 바탕으로 관행육종법에 의한 품종 육성은 물론이거니와 GMO연구, 최근의 신 육종기술(NBT)의 활발한 연구 활동이 제품으로 완성화 되는 단계 • 지속적인 투자와 관심을 바탕으로 일반 기업연구소, 대학 등의 연구기관이 신기술을 지속적으로 개발 중 • 산업적으로 모든 인프라와 시장이 형성되어 있어서 최고의 기술적용이 미국에서 부터 시작한다고 해도 과언이 아님 • GMO의 상업화, 유전자교정기술 등의 규제완화 등 기술의 적용력이 쉬운 국가임 • 기초, 원천 기술에 대한 연구로 원천 특허와 품종 개발의 소재가 되는 자원 확보

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 관행적 산업화, 실용화에 대한 기술, 인력, 인프라는 구비되어 있으나 새로운 기술의 적용에 대한 활성화 수준이 저조 • 최신 신 육종기술과 관련된 새로운 예산사업의 발굴 등의 효과가 나타날 것으로 예상함 • 정부 주도의 연구 추진으로 안정적인 연구비 확보 • 국가전체의 R&D 비용 증가가 최근 5년 내에 이루어지고 있으며, 그에 따른 기술력 향상, 연구인력 증가 등이 이루어짐 • 생명자원, 정보 등의 인프라 구축이 강화됨 • 기초연구 분야에서 상위 저널 발표 등의 성과가 증가되고 있음 • 기본적으로 기초연구분야, 응용 개발 연구분야에서 연구역량이 우수함 • 최근 기후변화 대응 분야와 신 육종기술 분야 연구 과제 개발 및 투자 확대로 연구개발 활동은 전년도 대비 다소 상승한 것으로 판단 • 적극적 지원이 동반되면 현 기술기반을 토대로 인프라가 크게 활성화될 것으로 기대 • 연구의 수준이 향상되어 우수한 논문을 출판하고 있음	• GMO, 유전자교정에 대한 사회적 이슈가 너무 강해 국가연구비 창출도 어렵고 산업화가 실현되기 매우 어려운 실정 • GDP 대비 연구투자비율은 높은 편이나, 개별 국가별 총 투자액은 경쟁국에 비해 낮음 • 기초연구와 응용연구의 괴리로 인한 투자의 전체 효율성이 낮아질 가능성이 높음 • 민간 투자가 거의 없음 • 바이오 전체 분야 중에서도 지원 규모가 매우 작은 실정 • 산업화 및 제품으로 이어지기 위한 산업(체) 현실이 열악함 • 농산업기반이 열악함 • 기초 원천 기술에 대한 인프라가 빈약함 • 응용 개발 분야의 연구력은 취약함 • 국내 시장이 크지 않음 • 신 육종기술 등의 첨단 육종 기술 인력 부족

국가	강점분야	기타
중국	• 현재 미국처럼 GMO를 상업화하고 있으며 GMO와 유전자교정에 대한 국가의 지원이 풍부하여 향후 세계 종자산업의 리더로서의 인프라를 형성하고 있음 • 막대한 연구비의 투입을 배경으로 하는 해외 중국 출신 연구자의 직·간접적 과제 참여로 기초연구에 성과가 많이 발생되고 있음 • 기술적 수준은 세계적 평준화 추세 • 유전체학의 BGI 등이 세계를 리드하는 연구 인프라를 제공 중 • 과학굴기 선포에 따라 GMO 신품종 육성, 종자산업의 자주혁신 프로젝트를 수행 • 현재의 중국의 강점은 인력과 연구규모라고 보이며 이러한 추세라면 머지않은 미래에 우수한 인프라 구축이 가능하다고 봄 • 기본적으로 기초연구분야, 응용 개발 연구 분야에서 연구역량이 우수 • 최근 저항성 품종개발 연구 분야에서 논문·특허 등 급격한 성장을 보이고 있음. • 엄청난 투자로 논문 특허 등에서 가시적인 결과를 도출하고 있으며 선도 연구그룹의 경우 논문의 수준이 매우 높음	• 기술 간의 격차가 심하고 각 기술이 영세기업들에게 전달이 되지 않고 있는 실정 • 기초연구의 주요 논문들은 발생되고 있으나, 이들 결과의 실용화를 위한 노력이 부족 • 미국, EU등 선도그룹이 오랜 기초연구를 바탕으로 응용제품개발이 이루어지는 것과 달리 추격그룹의 경우 기초연구를 선도그룹에 의존하면서 제품을 개발해야하는 한계가 있음 • 중국 국내 시장에 중점 두고 있음 • 일반 생명공학기술의 적용에 대해선 아직 한국보다 떨어지는 수준
일본	• 기술, 인프라, 인력은 미국, 유럽에 비해 결코 떨어지지 않는 수준 • 일본이 기초과학 부분에서는 상당히 우수하나, 타 경쟁국의 연구비 투입 및 인력 지원 등에서 경쟁성이 현저히 낮아지는 경향을 보임 • 기초과학에 대한 지속적인 투자(연구비, 인력 등), 연구의 연속성이 강점 • 대학 연구실에 경상연구비를 지급하여 관심 연구를 평생 할 수 있게 하는 제도 우수 • 정부 주도 연구와 민간 연구의 조화 • 정부예산의 효율적인 사용을 위하여 기초연구에서 실용화까지 이어지는 연구를 주로 수행 • 2017년 기준 과학기술 예산은 소폭 증가했고, 부처별 바이오 예산도 증가 • 특히 식물공장관련 기술이 뛰어나 분자농업과 도시농업 등에 있어 강점이 있으며, 이로 인해 정부에서 활성화 추진	• GMO 재배 및 상업화에 대한 규제 때문에 산업 성장에 한계 • 규제를 자체적 해결보다는 EU나 미국의 추이를 쫓아가는 수준 • NGS 기술의 도입기에 뒤처진 일본의 경우, 신 육종기술에 대한 연구투자 및 그 결과의 도출에 현저히 낮아지고 있어서, 새로운 육종기술에서 장애요인으로 작용할 것임. • 최근 저항성 품종개발 연구 분야 연구개발 활동은 전년도 수준을 유지하는 것으로 판단됨

국가	강점분야	기타
	• 기본적으로 기초연구분야, 응용 개발 연구 분야에서 연구역량이 우수함 • 융합적 연구 활성	
EU	• 기술, 인프라, 인력은 미국과 비교하여 전체적으로 비슷한 수준. • EU내의 주요국들(영국, 프랑스, 독일 등)의 기존 기술의 우위는 지속될 것으로 예상됨 • 기초연구에서 발생된 결과물의 응용화 연구에 기업과 연계된 연구전략 및 새로운 비즈니스 창출 능력이 타 경쟁국보다 높은 것으로 판단 • 품종 육성의 오랜 역사적 전통 • 특정 선도 그룹 위주 정예화 대학, 연구소 등의 네트워크 강점 • EU의 바이오 정책은 Horizon2020으로 통합 지원되고 있어 연구비와 인력운영이 안정적 • 본 기술의 경우 과학의 수월성과 사회적 도전 과제 지원을 통하여 기술 향상을 꾀하고 있음 • 대표적으로 독일의 기초연구 분야는 막스플랑크 연구소, 산업연계 분야는 프라운호퍼연구소 등이 강하게 주도한다고 볼 수 있음	• EU 전체에 대한 연구비 투입에 대한 결정권보다는 각국의 연구비 정책적 결정권이 커서, 경쟁되는 거대국가 (중국, 미국)보다 규모의 투입 효과는 낮을 것으로 판단 • 유럽은 GMO 안정성 강화 규제 등으로 인하여 우수한 기초연구에도 불구하고 품종 개발 등이 원활하지 않음 • 규제정도가 세계에 미치는 영향이 매우 큼 • 최근 신 육종기술 역시 규제 부분에 대한 답을 제시하지 않고 있어 보수적인 정책을 취하는 우리나라의 규제 방향에 영향을 미칠 것으로 봄 • 주 작물에 집중 투자하는 경향 (예, 프랑스: 밀) • 최근 저항성 품종개발 연구 분야는 신 육종기술 분야 기술개발을 제외한 분야에서 전년도 수준을 유지하는 것으로 판단됨
미국	• 모든 분야에서 최고의 기술력, 활용력 보유 • 연구 인력이 국외로 유출(트럼프 정부 정책에 기인함)되고 외국 우수 인력의 유입이 저하되고 있으나, 전체적으로 우수한 연구 인력이 가장 풍부 • 기초연구실 및 장비 등이 탁월하고 민간 투자 활발 • 우수한 기초 연구 결과를 최신의 연구 동향에 접목시키는 연구를 수행. 그 결과를 특허를 선점함으로서 추격그룹의 진입을 차단	• 그간에 기술적 우위 확보에 관여했던 연구인력 확보에 장애가 발생될 것으로 예상됨 • 연구비 투자의 방향이 미래지향적이고 전 인류를 위한 가치보다 자국의 당면한 인프라 위주의 투자임 • 미국 경제 전반의 침체로 연구비 투자가 줄어들고 있음 • 미국의 R&D 비용 투자는 2016년 이후 약간씩 감소함. 연구재단, 농무부의 예산 역시 감소. 연구비 감소로 인한 외국 인력의 활용 또한 감소

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	1위	3위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 작물별 국내 연구기관 간 통합 육종 시스템 구축 필요 • 우리나라는 경쟁국과 대비해서 전체 R&D 규모와 연구수행 인력이 상대국에 비해서 매우 부족하기 때문에 국내 연구진간의 협력을 촉진할 수 있는 다양한 협력유도 방안을 마련하여야 함. 예를 들면, 그간의 연구과제에 의한 협력연구 촉진 방식에서 디지털 데이터를 공유하여 상호간의 협력연구가 가능토록 하는 방안 등에 대해서도 촉진방안이 있어야 함 • 농촌진흥청 연구사는 특정학문분야를 중심으로 연구를 수행하게 되는데 연구사 채용기준은 시험으로만 공채하게 되기 때문에 연구수행 아이디어 및 깊이가 부족함. 따라서 연구사의 경우 관련 분야 "석사" 이상을 경력채용으로 선발할 수 있도록 해야 할 것임 • 실질적인 산학연 공동연구 지원이 필요함. 특히 응용연구 분야는 연구의 목적에 맞게 주관과 협동연구기관의 역할분담을 명확히 해야 함. 지속적 연구가 유지될 수 있도록 장기적 프로젝트 확대 필요 • 연구사업 내 산업체 참여를 반드시 할 수 있는 의무적 조건을 내세우되 참여하는 기업들에게는 인센티브를 부여하도록 함. 즉 예로서 연구과제비용으로 인건비 및 영세 기업 내 특정분야 비용처리를 허락할 필요가 있음 • 다학제 간 시너지가 이루어질 수 있도록 기초와 응용분야의 협력이 필요 • 국내 협력 그룹 조성을 위한 과제 지원
국제협력 촉진	• 주요 식량 작물에 대한 미래 재해 대응 NBT(신 육종기술) 기술 관련 국제 협력 추진 • 우리나라가 상대적인 열위 영역인 기능성 소재 생산을 위한 분자농업 기술. 즉, 시스템 합성생물학에 대한 국제협력 촉진이 지속적으로 필요 • 각 세부분야별 국외 최우수 연구기관과의 협력 네트워크를 구축 및 유지할 수 있는 지원이 지속되어야 함 • 자원 또는 재료, 기술이 앞서 있는 연구실들과 협력연구를 하거나 연수를 통하여 기술 습득하는 것이 필요. 농업계 분야 선진국 대학과의 직접적 교류를 통해 한국학생들의 유학 장려 • 해외 기업과 연구기관들과 open innovation 전략이 절대적으로 필요함. 이를 도와주기 위한 전문가집단 또는 시스템이 있어야 함 • 벤치마킹이 가능하도록 선도그룹과의 협력 연구 확대
인력양성 및 유치	• 대학에서 생명공학관련뿐만 아니라 필드 육종에 관한 인력 양성 필요 • 대학 및 대학원에서 우수인력이 양성될 수 있도록 장학 사업을 확대하고, 신진과학자 연구비 지원제도를 확충하는 것이 바람직함. • 국내 연구 환경이 다른 외국연구기관에서의 연구 환경보다 우수하게 인건비 등의 확대지원 • 농업계 분야 선진국으로 유학가기 위한 지원 확대 • 향후 5년 내지 10년 이내에는 유전체 등의 빅데이터를 이용한 육종기술의 급격한 발전이 예상되는 바, 이에 대한 인력양성 계획이 있어야 하며, 디지털 데이터를 공유하여 외국의 우수한 생물 정보 학자를 유치하는 방안 등에 대해서도 고민하여야 함.

	정책제언
	• ARC같은 전문 인력양성 프로그램을 확대 • UC Davis에서 운영하는 plant breeding academy 프로그램을 벤치마킹하는 정책 필요함 • 양성 인력이 산업현장으로 투입될 수 있는 취업 연계가 이루어지도록 해야 함
인프라 구축	• 민간 육종 활성화를 위한 다양한 수요 및 지역별 육종 인프라 구축. 현재 김제를 중심의 민간육종기관 집중 지원으로 다양한 지역별 작물별 지원 인프라가 미흡함 • 빅데이터를 활용한 분석처리에 있어서 고성능 컴퓨터는 필수적이나, 이러한 하드웨어에 대한 지원이 없음. 농업분야에서도 슈퍼컴퓨터를 도입 및 공유하는 노력 등 필요 • 유전체 데이터의 급증이후, 표현형에 대한 정밀 분석수요가 급증할 것이기에, 표현체 연구를 위한 실내, 실외 페놈(Phenome) 연구시실에 대한 국가적 인프라 구축이 매우 시급함. 현재는 포장 페놈 시설이 국내에는 전무함 • 기후 변화에 대응한 한발, 고온, 침관수 피해에 대한 연구시설에 대한 투자 확대 필요 • 첨단 연구기자재를 공동으로 활용할 수 있도록 제도적으로 지원하며, 연구에 필요한 기자재는 중복여부를 떠나 연구진에서 구입할 수 있도록 조치 필요 • 인프라 구축의 중요성 강조로 현재의 우리나라 연구 인프라 구축은 상당한 수준이라고 보여짐. 예를 들어, 생명(연구, 실물 등)자원, 생명정보자원, 식물추출물자원 등의 확보, 유지, 관리는 우수하다고 봄. 이제는 이러한 자원들의 활용을 위한 가치 창출의 R&D가 요구. 더불어, 고도의 기술과 노하우를 요하는 방법론적이거나 실험과정에서 반드시 거쳐야 하는 부분을 검토하여 국가적인 인프라로 지원하는 것이 효율적인 연구를 위해 중요하다고 봄 • 각 지역거점 농과대학의 부속 및 실습 농장의 확대 및 인프라 구축을 통해 열악한 연구인력 상황을 해결 • 국내연구 지원인력 확충 및 지원 연구에 필요한 필수장비 운용인력 양성과 지원 • 국가지원 연구 사업단의 패턴과 운영방식이 지난 약 20년간 별로 차이가 없음. 사업을 관장하면서 실용화할 수 있도록 사업단장 외에도 비지니스 디벨로퍼, 사업 코디네이터, 사업 매니저 등 특정 전문가들이 사업단내 채용 또는 참여하여 이들이 사업의 중요 결과나 기술을 이용하여 실용화가 될 수 있도록 함 • 기초 연구를 위한 고가장비의 구매 지원 및 공동 기기센터의 활성화 지원 기초 데이터를 많은 연구자들이 활용할 수 있도록 데이터베이스 구축
법·제도 개선	• NBT(유전자 편집 등)에 대한 소비자 및 생산자, 개발자 의견 수렴 확대 및 상업화 로드맵 작성 및 제도 개선 • 신 육종기술에 있어서 Crisper/cas9 기술을 현장의 육종프로그램에서 적용하기 위해서는 법과 제도적인 측면에서 위해성 평가를 면제할 수 있는 규제조정이 매우 시급함 • 연구 성과 관리법에서 관리대상으로 포함하고 있는 논문, 특허 등에서 연구데이터까지도 국가 R&D에서 나온 성과로 관리할 수 있는 법적/제도적 관리 방안이 필요함 즉, 오픈사이언스를 통해서 우리나라 과학기술의 경쟁력을 높이도록 법적인 부분의 조정이 필요함 • 연구 성과 관리가 범부처간 획일적으로 하는 것보다 부처의 성격에 맞도록 자율권을 부여하는 것이 성과 고양에 타당하다고 생각됨 • 연구 성과의 등록 시 공동연구는 서로 인정받을 수 있도록 기여율을 입력할 수 있어야 함 • 장기 연구의 경우에는 매년 중간보고의 형태로 평가를 수행하여, 연구원들에게 불필요한 행정적 업무를 덜어줄 필요가 있음 • 연구비 관리를 보다 융통성 있게 시행함으로써 불필요한 행정력 낭비를 지양해야 함 • 연구용 종자의 국내외 반입 시 검역절차 간소화

	정책제언
	• 생명공학연구 기술개발을 지원하는 제도 개선 • NBT의 여러 육종기술들이 GMO와 동급으로 규제되지 않도록 적절하게 과학적 지식 하에서 판단되면서 규정을 만들도록 함. 특히 genome editing 규제는 EU보다는 미국 USDA와 같은 정도로 설정되는 것이 바람직 • 연구자들의 연구 결과가 산업 현장에서 활용될 수 있는 제도를 정비하고 규제를 완화할 필요가 있음 • 전문가 의견을 반영할 수 있는 전문가 의견 반영 창구 마련
연구비 확대	• 육종 소재 및 육종 프로그램 개발에 대한 연구비 확대 필요 • 관련 세부 연구 분야 중에서 신 육종기술 및 기능성 소재생산을 위한 분자농업 기술에 대한 투자확대가 필요하며, 분자육종 및 고기능성 축적 기술에 대한 투자 역시 확대가 되어야 하며, 기후변화와 관련된 재해 및 병저항성 육종분야에 대한 투자 역시 확대가 되어야 함. 다만, 재해 및 병저항성 육종분야는 대상작물이 광범위하기에 다양한 작물에 대한 투자가 지속되어야 함 • 창의적이고 혁신적인 연구는 대부분 장기간 연구에서 도출되므로 연구비는 적더라도 10년 이상의 연구 또는 평생연구를 장려하는 방향으로 연구비 비중을 늘리는 것이 백년대계를 위해 바람직함 (일본 대학에서는 연구실별로 경상 연구비가 있음) • 연구의 중복성을 지나치게 따지면 경쟁적인 연구풍토에 지장을 초래하게 되므로 완전히 동일한 연구가 아니면 중복 조건을 완화할 필요가 있음 • 유전자가위라는 혁신적인 기술의 대두로 인하여 국내 많은 연구자들이 이 분야에 집중하려는 추세라고 판단됨. 그러나 유전자재조합기술을 이용한 형질전환식물개발에 인력과 연구비가 대부분 투입되어 관행(전통)육종 분야가 도태되었던 지난 경험을 거울삼아 전통육종, 형질전환식물개발, 신 육종기술에 대한 균형 있는 추진이 필요하다고 봄 • 식물을 이용한 그린바이오 분야의 신산업 창출에 있어 안전성과 우수성을 고려할 때 분자농업 분야에 대한 투자 역시 시의적절하다고 판단됨. 특히, 식물-유래 백신이나 의료용 단백질 생산 분야는 현재의 가치보다는 미래가치가 뛰어나 전 세계적으로 주목받고 있음. 우리나라도 연구개발 수준은 선진국에 견줄 정도로 갖추어졌다고 보며 보다 과감한 투자와 연구 확대로 산업으로 연계해야 할 시점이라고 봄 • 성과위주의 연구비 집행이 아닌 새로운 작물에 대한 연구나 성과가 나오지 못할 수 도 있는 새로운 아이디어의 실행분야에 대한 연구비 확대 • 국제적으로 선도적인 기초연구실 지원 국내적으로 산학연 공동연구지원 확대 • 풀뿌리 연구를 확대하고 장기적인 기초 연구를 규모와 숫자를 늘려서 지원할 필요가 있음
기타 의견	• 공학 분야에서 많은 연구가 진행되고 있는 SNP genotyping의 기술적 진보와 관련된, 나노연구 영역에서 연구되는 초저비용의 SNP genotyping 연구와 협력 필요. • 전자, 인공지능 등 타 기술과의 융·복합지원 • 농진청, 농축식품부 사업 간의 협력 사업이 요구됨

다 주요 분석 결과 요약

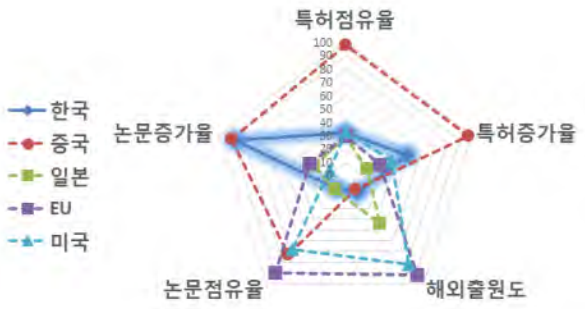
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	농림수산·식품	47,447	19,745	76.9%	144.0%
해당 중점과학 기술명	저항성 및 고기능성 품종개발 기술	5,985	3,136	103.3%	132.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

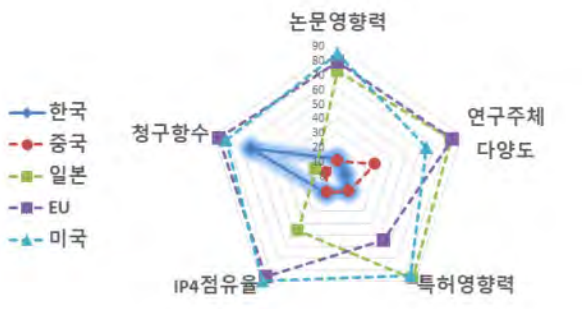
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	일본
	37.2%	84.4%	24.1	4.0
한국	5위	3위	4위	4위
	3.8%	4.8%	14.2	0.0
5개국 평균[2]	-	-	20.4	3.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

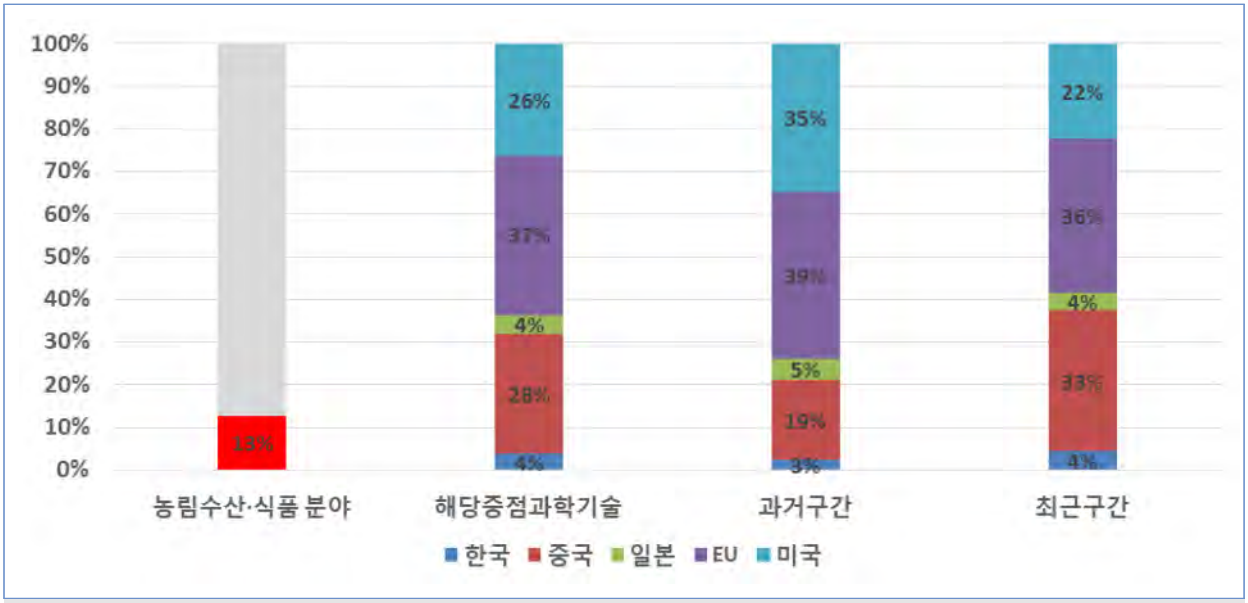
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.8%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(14.2)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(37.2%), 중국(28.2%), 미국(26.3%), 일본(4.4%), 한국(3.8%) 순이며, 논문 증가율은 중국(261.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(24.1), EU(23.1), 일본(22.2), 한국(14.2), 중국(13.8) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(4.8%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(84.4%), 미국(6.0%), 한국(4.8%), EU(3.0%), 일본(1.8%) 순이며, 특허 증가율은 중국(194.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(8.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 일본(4.0), 미국(3.8), EU(2.2), 중국(0.0), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(27.8%)이 가장 높고, 특허청구항수는 EU(7.0)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.8%	28.2%	4.4%	37.2%	26.3%
	논문 증가율	250.0%	261.7%	76.0%	87.1%	30.2%
	논문 영향력	14.2	13.8	22.2	23.1	24.1
	연구주체 다양도	0.71	0.80	0.93	0.94	0.88
특허 분석	특허 점유율	4.8%	84.4%	1.8%	3.0%	6.0%
	특허 증가율	15.7%	194.6%	-70.5%	-39.7%	-14.9%
	해외출원도	0.4	0.0	3.3	8.4	6.8
	특허 영향력	0.0	0.0	4.0	2.2	3.8
	IP4점유율	0.7%	0.0%	12.3%	25.8%	27.8%
	청구항수	5.4	1.9	2.7	7.0	6.5

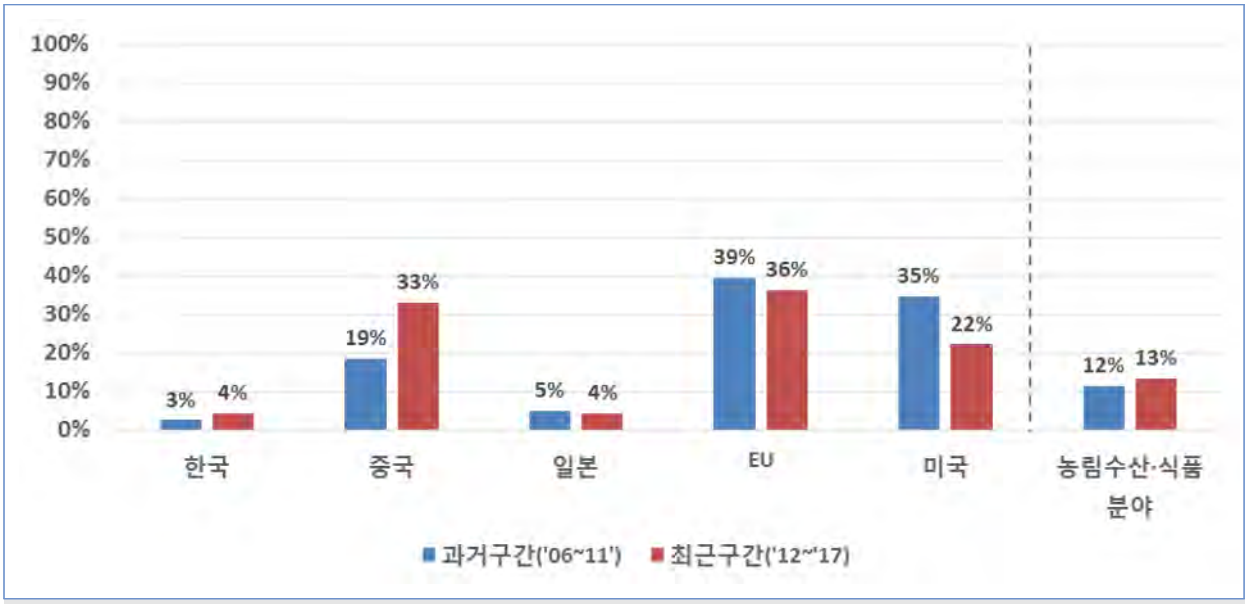
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 저항성 및 고기능성 품종개발 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2228건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 저항성 및 고기능성 품종개발 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 논문 중에서 13%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

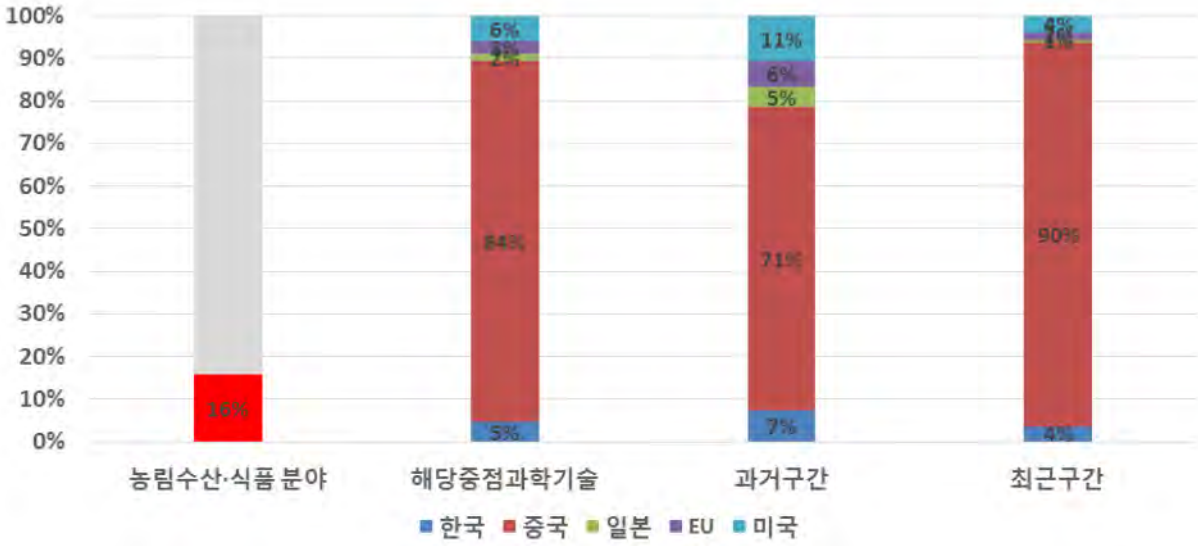


● 저항성 및 고기능성 품종개발 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 250%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	50	175	225	250.0%
중국	366	1,324	1,690	261.7%
일본	96	169	265	76.0%
EU	776	1,452	2,228	87.1%
미국	685	892	1,577	30.2%
전체	1,973	4,012	5,985	103.3%

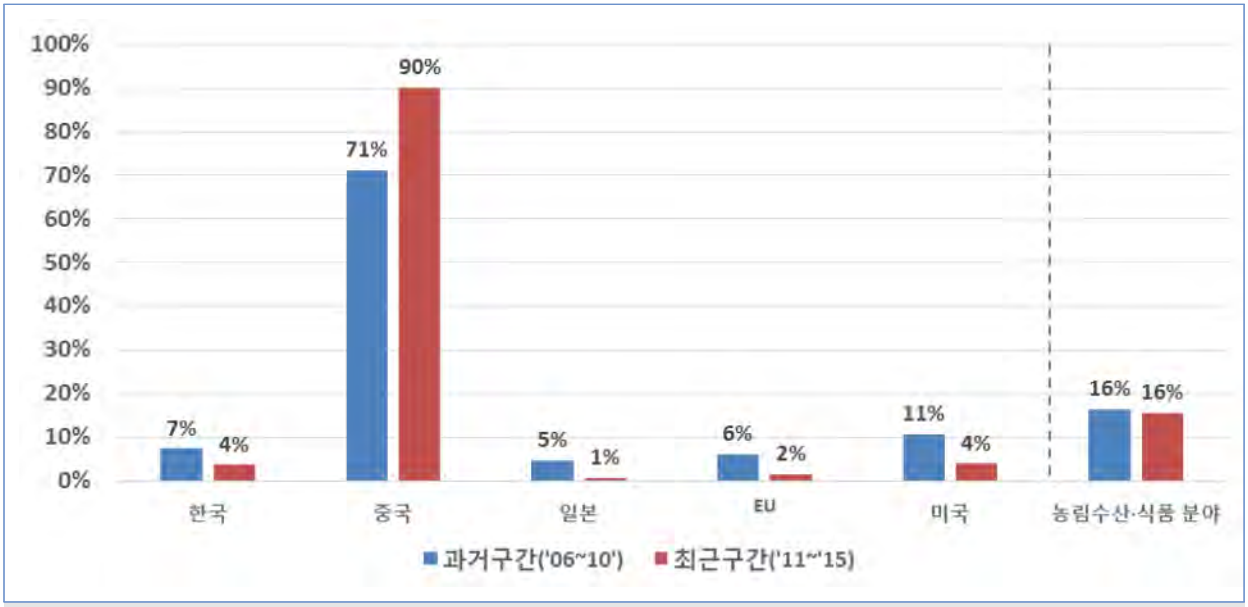
(4) 특허 점유율(전체)



- 저항성 및 고기능성 품종개발 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2648건으로 전체 특허의 84%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 저항성 및 고기능성 품종개발 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 특허 중에서 16%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



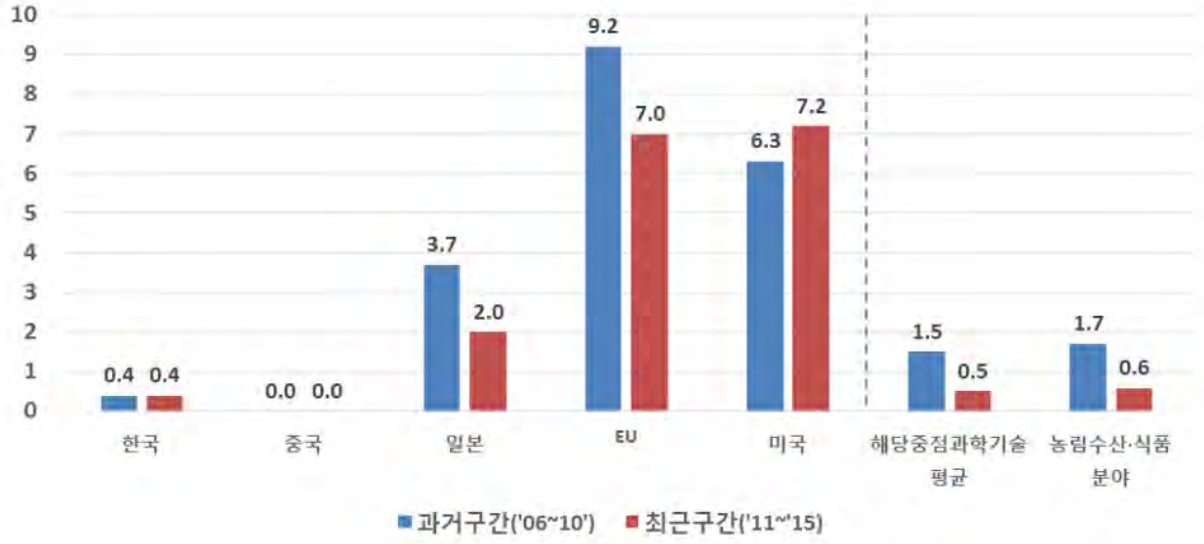
● 저항성 및 고기능성 품종개발 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 15.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	70	81	151	15.7%
중국	671	1,977	2,648	194.6%
일본	44	13	57	-70.5%
EU	58	35	93	-39.7%
미국	101	86	187	-14.9%
전체	944	2,192	3,136	132.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

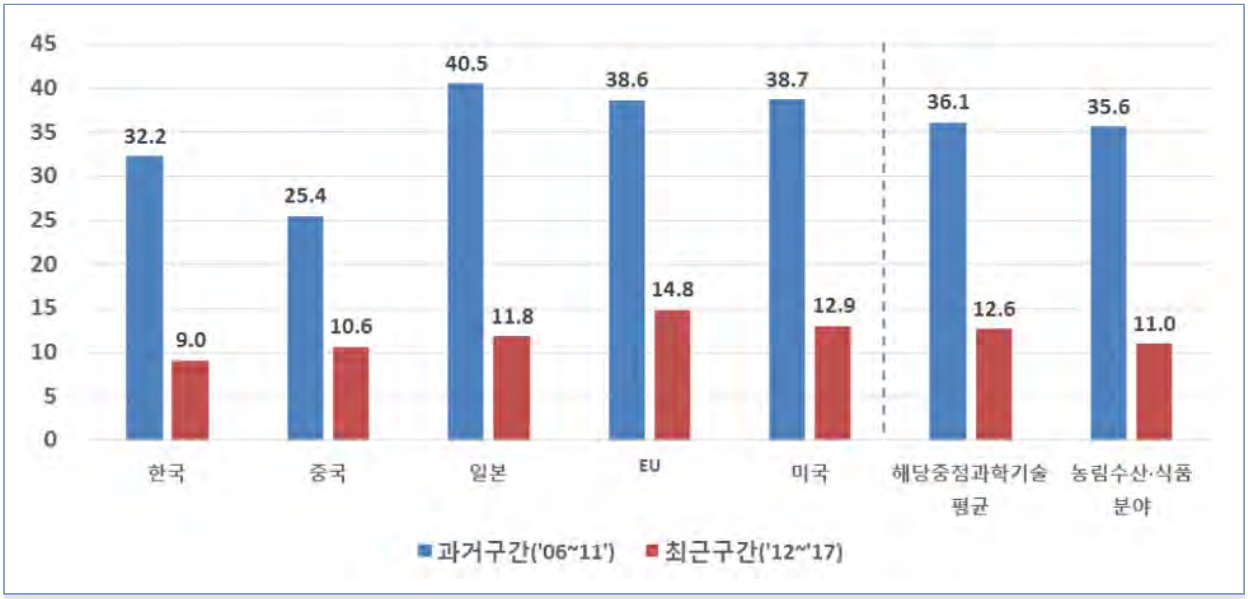


- 저항성 및 고기능성 품종개발 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 EU의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

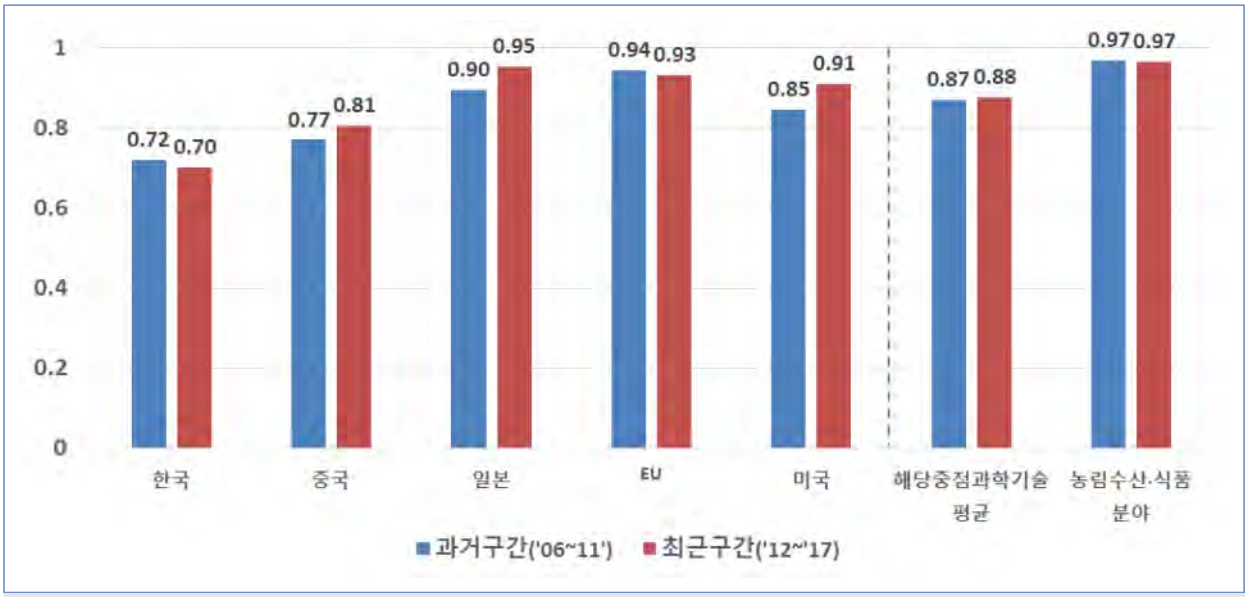
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



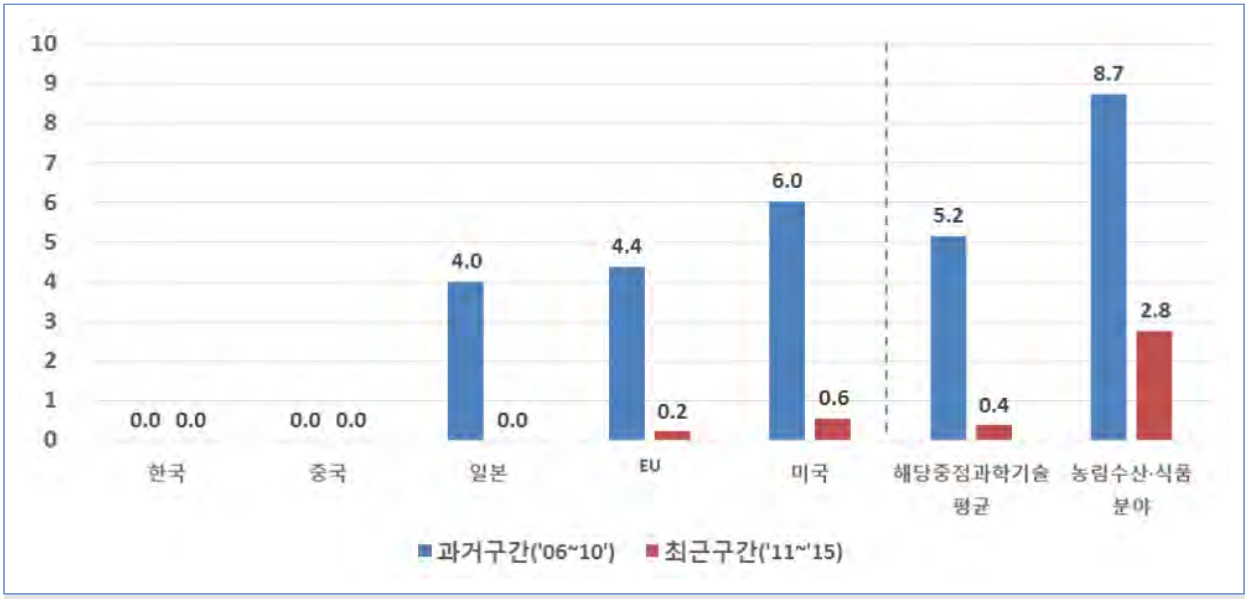
● 저항성 및 고기능성 품종개발 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



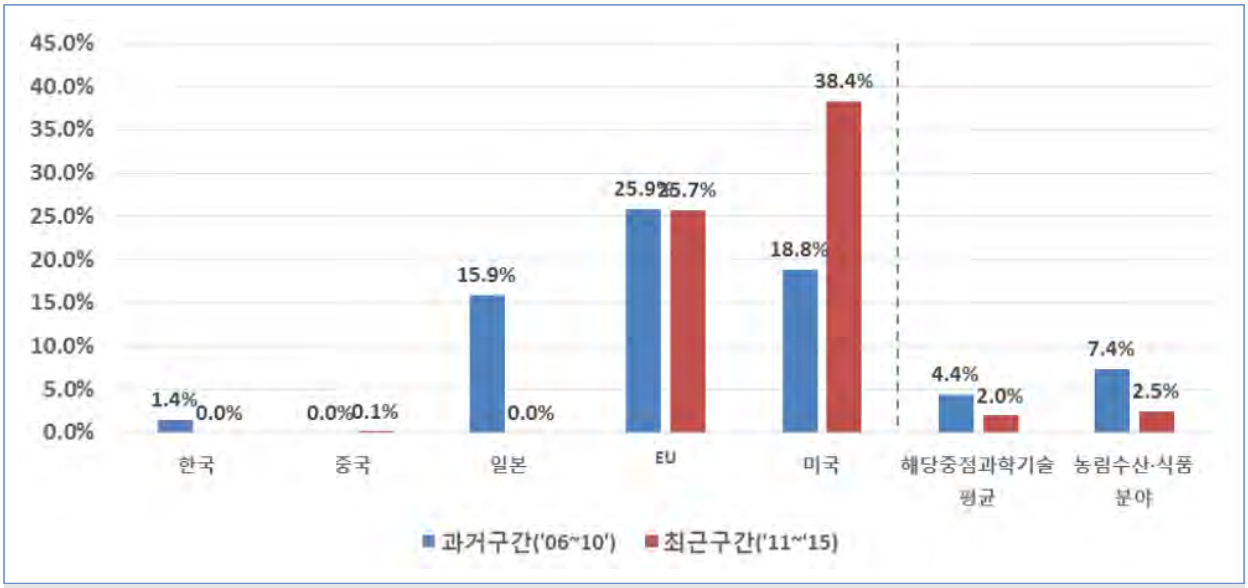
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



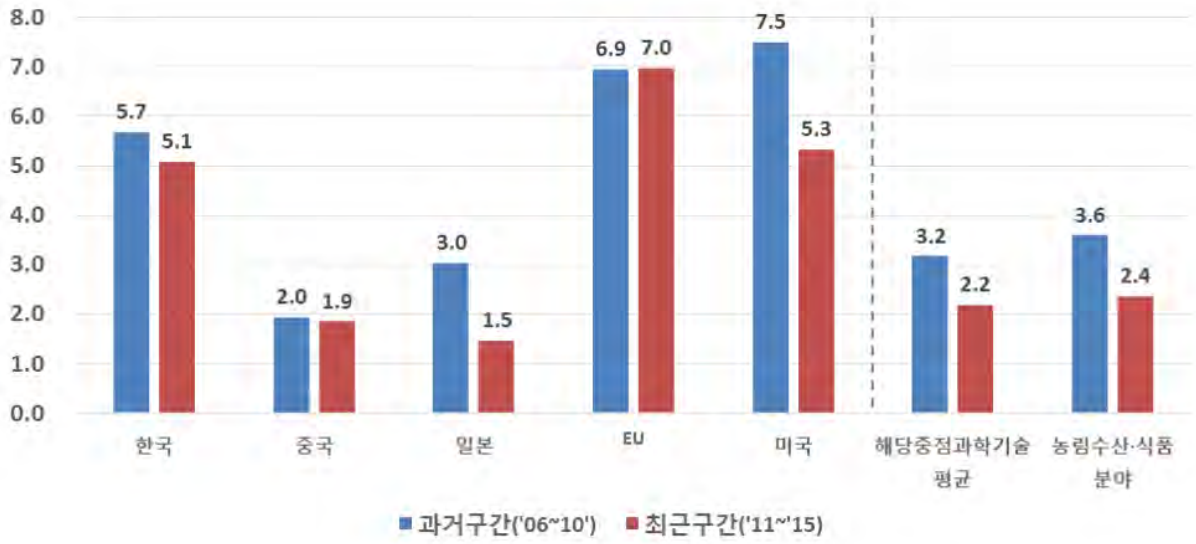
● 저항성 및 고기능성 품종개발 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 저항성 및 고기능성 품종개발 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 저항성 및 고기능성 품종개발 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

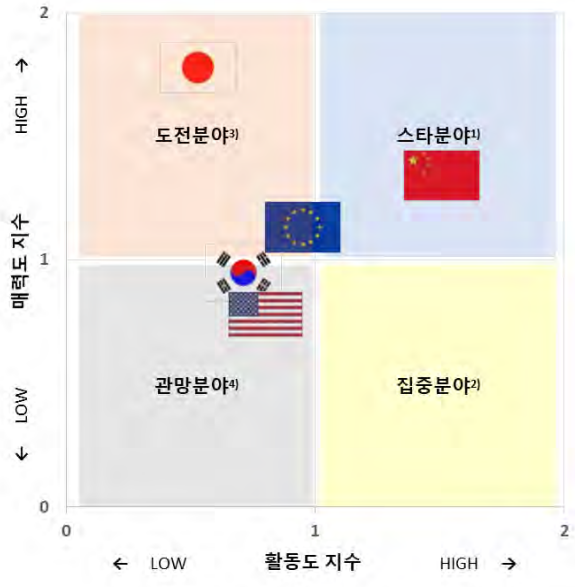
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

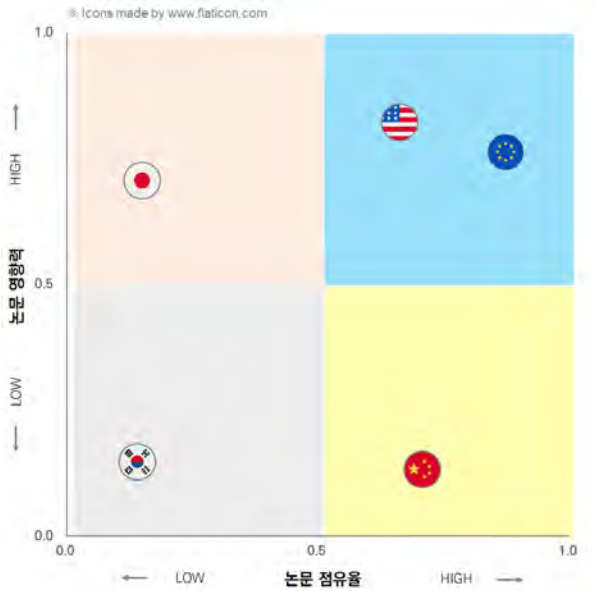
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 저항성 및 고기능성 품종개발 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

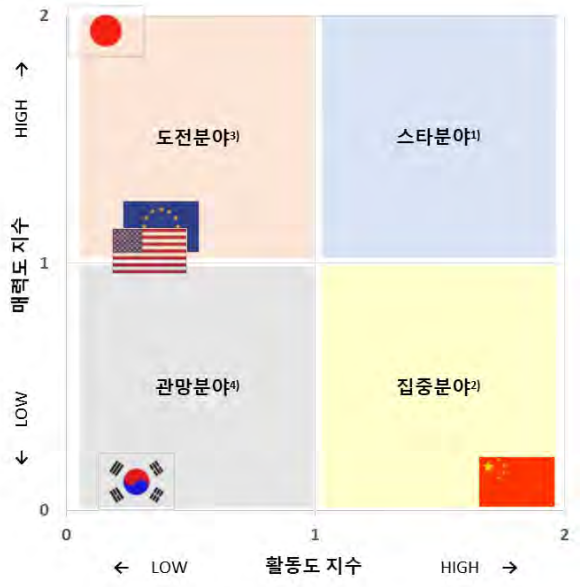


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

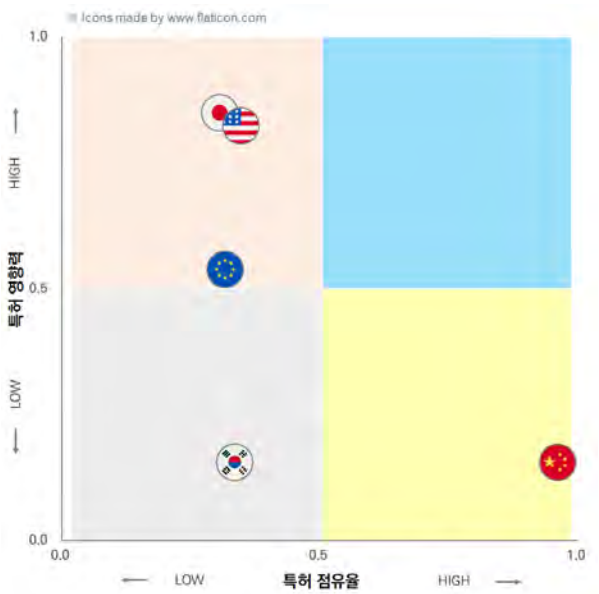
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 저항성 및 고기능성 품종개발 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY(1.62%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 12.44%(글로벌 점유율은 0.47%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	5.74%	1.62%	188.00%
2	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	5.62%	1.59%	327.78%
3	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	5.56%	1.57%	176.00%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.76%	1.25%	-2.63%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	3.25%	0.92%	143.75%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	12.44%	0.47%	54.55%
2	SUNCHON NATIONAL UNIVERSITY	6.22%	0.23%	1300.00%
3	KOREA UNIVERSITY	5.78%	0.22%	233.33%
4	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	5.78%	0.22%	450.00%
5	NATIONAL ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCE	4.44%	0.17%	800.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	5.74%	1.62%	188.00%
2	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	5.62%	1.59%	327.78%
3	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	5.56%	1.57%	176.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	3.25%	0.92%	143.75%
5	NORTHWEST A AND F UNIVERSITY	2.37%	0.67%	800.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TSUKUBA	8.68%	0.38%	-23.08%
2	NATIONAL INSTITUTE OF AGROBIOLOGICAL SCIENCES	6.79%	0.30%	-20.00%
3	HOKKAIDO UNIVERSITY	4.15%	0.18%	166.67%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	2.64%	0.12%	33.33%
5	CHIBA UNIVERSITY	2.26%	0.10%	400.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WAGENINGEN UNIVERSITY	2.24%	0.84%	112.50%
2	ROTHAMSTED RESEARCH	1.75%	0.65%	190.00%
3	SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES	1.17%	0.43%	171.43%
4	UNIVERSITY OF COPENHAGEN	1.08%	0.40%	142.86%
5	GHENT UNIVERSITY	1.08%	0.40%	142.86%

6 미국

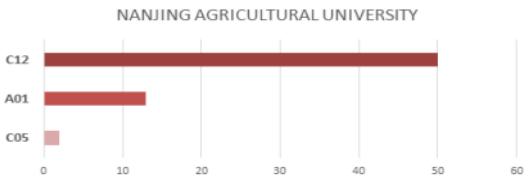
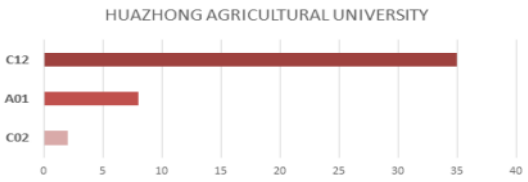
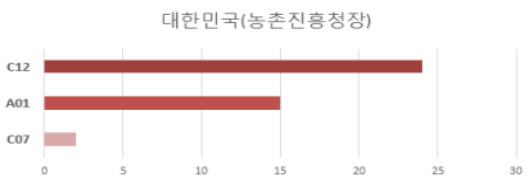
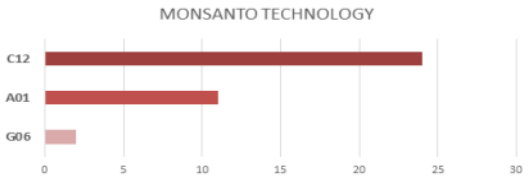
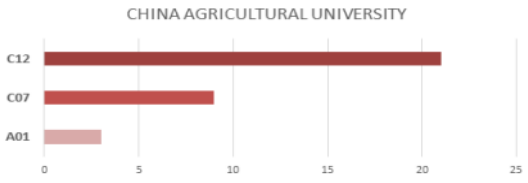
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.76%	1.25%	-2.63%
2	CORNELL UNIVERSITY	3.42%	0.90%	-41.18%
3	UNIVERSITY OF FLORIDA	2.66%	0.70%	21.05%
4	IOWA STATE UNIVERSITY	1.90%	0.50%	14.29%
5	UNIVERSITY OF ILLINOIS	1.84%	0.48%	23.08%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY(2.14%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '대한민국(농촌진흥청장)'이 27.81%(글로벌 점유율은 1.34%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY'와 '대한민국(농촌진흥청장)'은 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

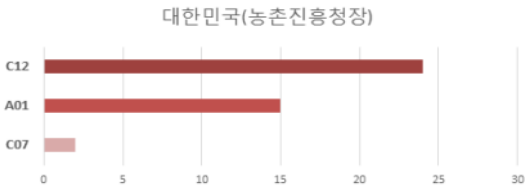
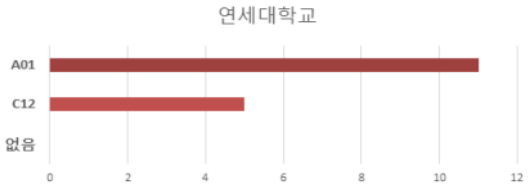
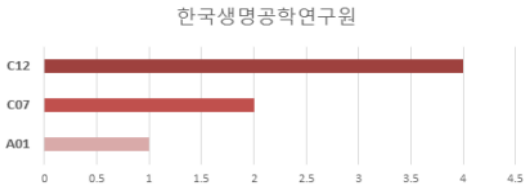
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	2.53%	2.14%	79.17%
2	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	1.74%	1.47%	128.57%
3	대한민국(농촌진흥청장)	한국	27.81%	1.34%	33.33%
4	MONSANTO TECHNOLOGY	미국	20.86%	1.24%	-44.00%
5	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	1.40%	1.18%	211.11%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C05	비료; 그 제조
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C07	유기화학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업

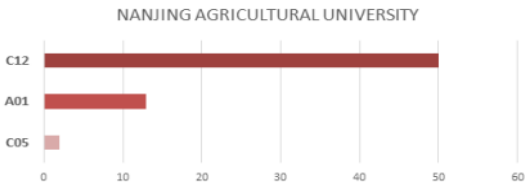
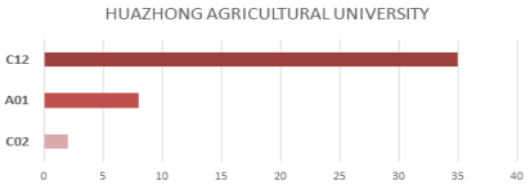
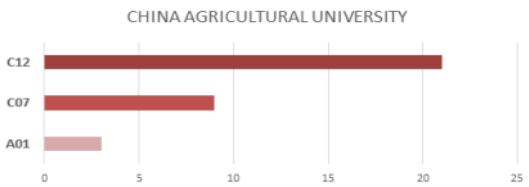
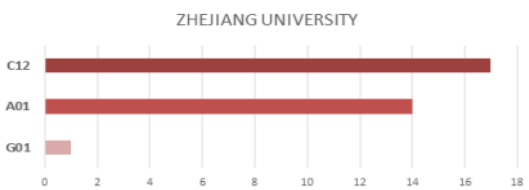
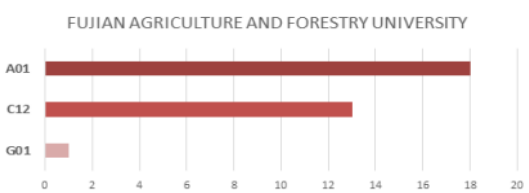
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대한민국(농촌진흥청장)	27.81%	1.34%	33.33%
2	연세대학교	10.60%	0.51%	120.00%
3	한국생명공학연구원	4.64%	0.22%	33.33%
4	이화여자대학교	3.97%	0.19%	-100.00%
5	서울대학교	3.97%	0.19%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C07	유기화학
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		–	–

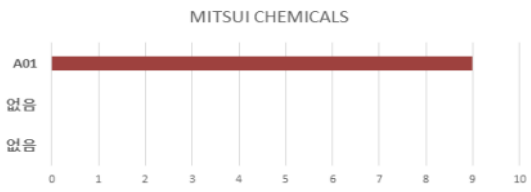
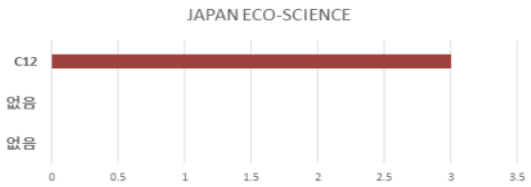
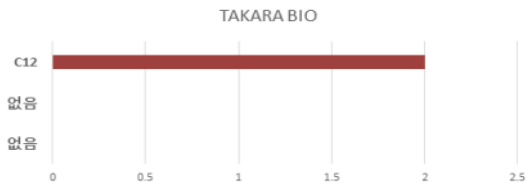
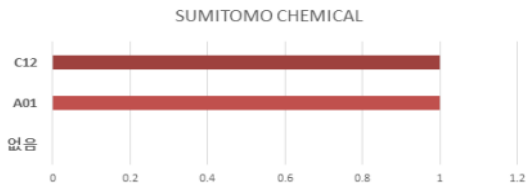
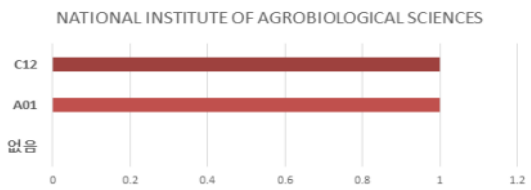
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	2.53%	2.14%	79.17%
2	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.74%	1.47%	128.57%
3	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.40%	1.18%	211.11%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.28%	1.08%	26.67%
5	FUJIAN AGRICULTURE AND FORESTRY UNIVERSITY	1.21%	1.02%	333.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C05	비료; 그 제조
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학

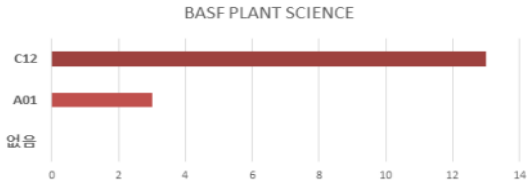
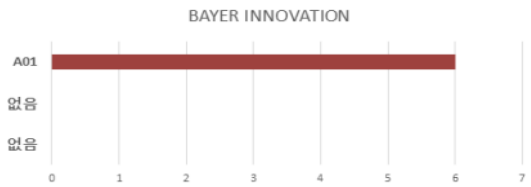
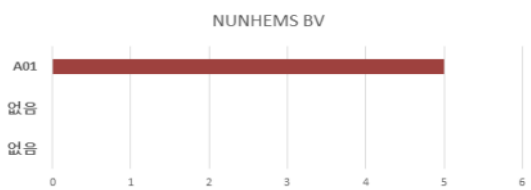
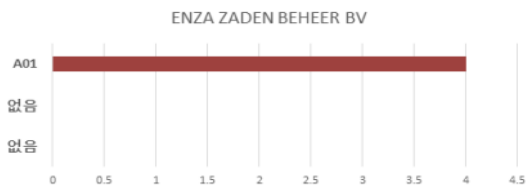
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUI CHEMICALS	15.79%	0.29%	-100.00%
2	JAPAN ECO-SCIENCE	5.26%	0.10%	200.00%
3	TAKARA BIO	3.51%	0.06%	-100.00%
4	SUMITOMO CHEMICAL	3.51%	0.06%	-100.00%
5	NATIONAL INSTITUTE OF AGROBIOLOGICAL SCIENCES	3.51%	0.06%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–

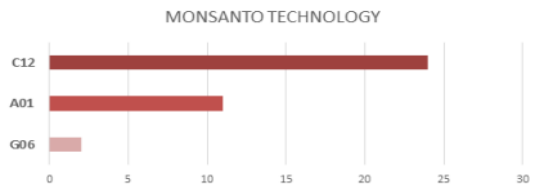
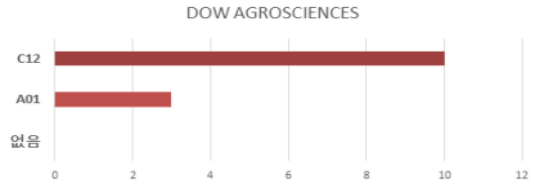
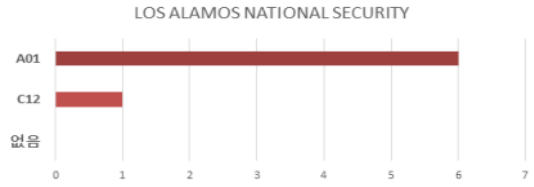
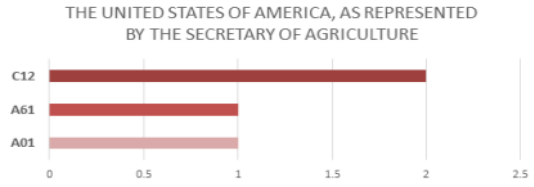
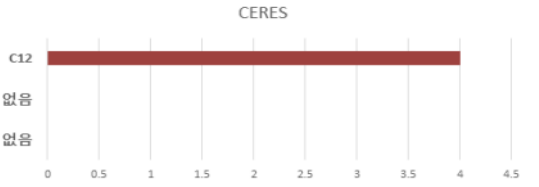
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BASF PLANT SCIENCE	17.20%	0.51%	-100.00%
2	BAYER INNOVATION	6.45%	0.19%	0.00%
3	MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER WISSENSCHAFTEN EV	5.38%	0.16%	400.00%
4	NUNHEMS BV	5.38%	0.16%	400.00%
5	ENZA ZADEN BEHEER BV	4.30%	0.13%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MONSANTO TECHNOLOGY	20.86%	1.24%	-44.00%
2	DOW AGROSCIENCES	6.95%	0.41%	450.00%
3	LOS ALAMOS NATIONAL SECURITY	3.74%	0.22%	-60.00%
4	THE UNITED STATES OF AMERICA, AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF AGRICULTURE	2.14%	0.13%	-66.67%
5	CERES	2.14%	0.13%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–

45 친환경 맞춤형 신재배기술



45 친환경 맞춤형 신재배기술

중점과학기술 개요

- 작물재배과정 중 온실가스(이산화탄소, 메탄 및 아산화질소) 배출량이 적은 친환경적 저탄소 농산물을 생산할 수 있는 작물재배기술
- 친환경농산물에 대한 수요를 충족하기 위한 유기농산물의 안정적 생산기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

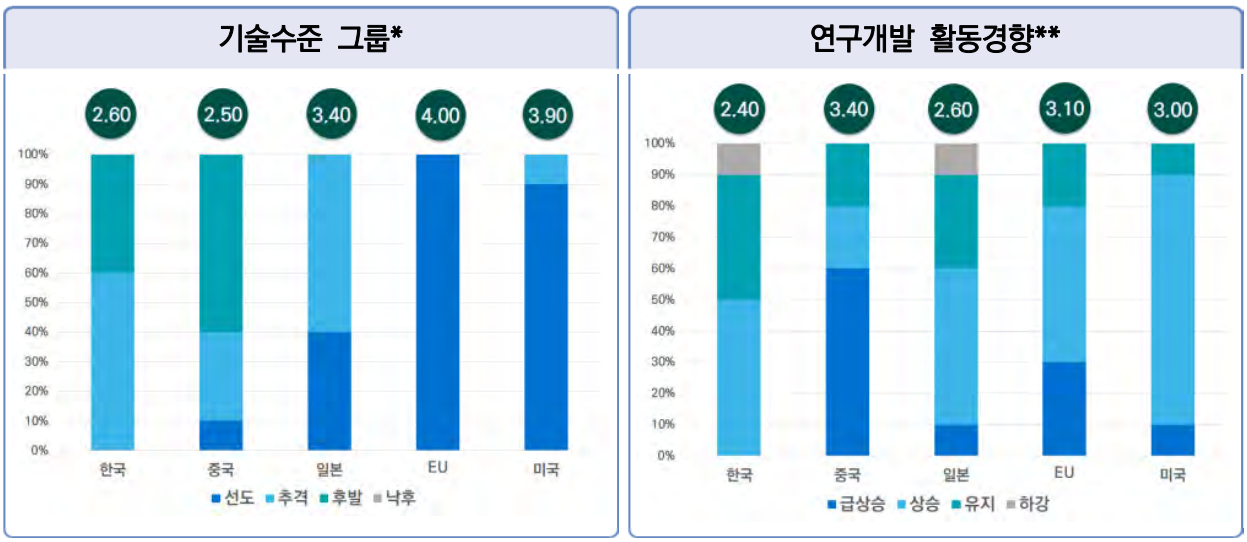
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	77.5	3.0	추격	보통	우수	유지
중국	75.0	4.0	추격	보통	보통	상승
일본	85.5	1.5	추격	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	95.0	0.5	선도	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	77.5	3.3	77.5	70.0	80.0	11.6	3.0	2.0	7.0	3.1
중국	76.5	2.8	75.0	60.0	78.0	19.0	4.0	3.0	6.0	5.7
일본	82.5	1.8	85.5	80.0	90.0	15.4	1.5	1.0	2.0	1.8
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.2
미국	97.5	0.3	95.0	90.0	100.0	7.1	0.5	0.0	2.5	1.4

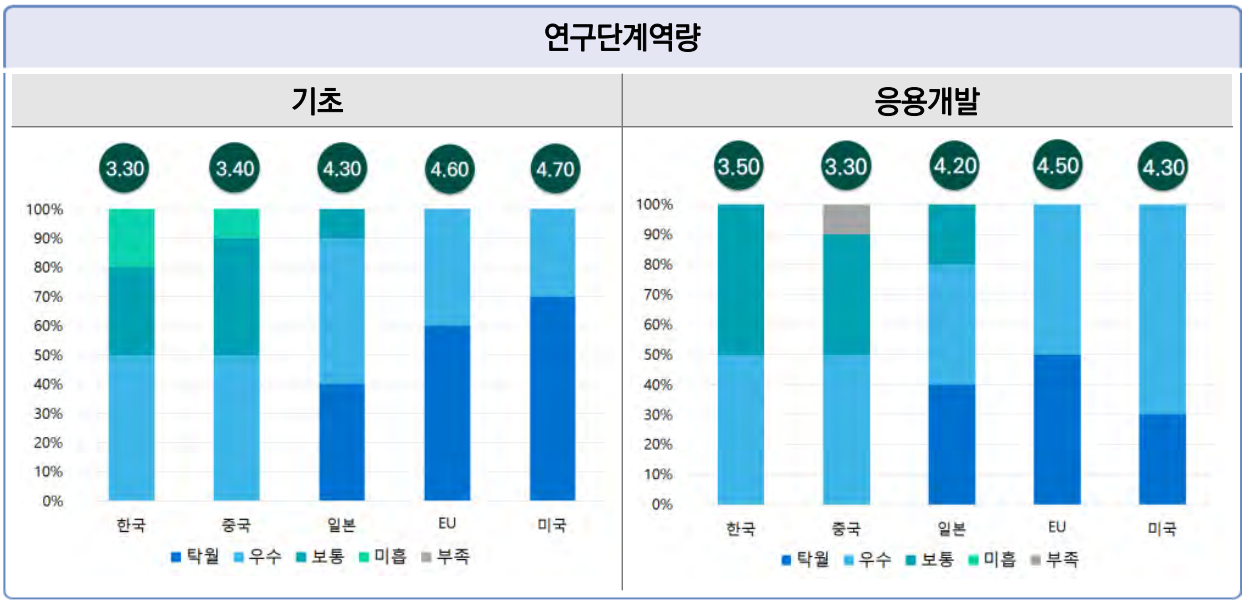
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (77.5%)	• 미국이나 유럽에 비해 친환경 농산물 연구에 지원이 부족하나 다른 국가에 비해서는 높은 편이며, 발표되는 논문의 수준은 상당히 높은 편 • 최근 친환경 맞춤형 신재배기술 관련된 논문의 등재 건수와 특허 건수가 급격히 증가를 하였고, 국가의 지속적인 투자와 관심을 바탕으로 다양한 연구가 진행 중 • 한국은 최근 유기종자 개발 등 연구에 박차를 가하고 있음 • 외국의 선진사례를 중심으로 기술연구의 활성화가 진행 중
중국 (75.0%)	• 풍부한 연구 인력과 강력한 정부의 의지를 통해 최근 다수의 논문과 특허가 발표되나 수준은 미국이나 유럽에 비해 낮은 편 • 최근 친환경 연구 실적이 급증하여 급속도로 발전 가능성 있음 • 미국, EU, 중국, 일본에 비해 논문 발표, 논문등제, 특허 수준 저조 • 기술개발 노력을 다하고 있으나 기반기술의 현장 실용화가 미흡. 농촌진흥청을 중심으로 다양한 연구가 진행에 있으나, 개발된 기술의 활용이 여러 요인들에 의해 어려움을 겪고 있음
일본 (85.5%)	• 논문 등 특허출원 건수가 중국에 비해 절대량은 적으나 기술수준은 높음 • 기술은 보유하고 있으나 기술수요가 증가하지 못함 • 장기적인 연구개발이 진행되었으며 최근 발표논문은 적으나 현장연구가 지속적으로 진행됨 • 환경특성을 고려한 기술개발 및 적용 • 일부 대학이나 연구기관을 중심으로 미생물이나 천연물 소재를 이용한 친환경 농자재 개발연구에 다수의 결과를 발표하고 있음 • 친환경 맞춤형 신 재배기술을 선도하고 있음
EU (100%)	• 오래전부터 정부의 연구투자를 통하여 친환경단지를 육성하여 재배, 보급해왔음 • 수십 년 전부터 독일, 네덜란드 등 유기농업협회를 결성하여 친환경농산물 생산 • 친환경농업에 대한 노하우를 보유하고 있으며 지속적으로 연구 개발 중 • 독일에서 친환경유기농업이 태동하였음 • 친환경농산물의 수요가 꾸준히 유지되고 있음 • 오랫동안 지속적인 연구로 기초기반이 단단하며 최근 논문 발표현황도 매우 우수
미국 (95%)	• 친환경 및 유기농업에 대한 실질적인 보급 • 친환경 맞춤형 새로운 재배기술에 대한 주도적 역할을 수행 • 기후변화대응 무경운 재배는 오래전부터 연구가 진행 • 연구 초기부터 친환경 농산물에 대한 필요성을 인식하여 지금까지 국가, 기업의 지원과 다양한 연구가 이루어지고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 환경에 대한 관심 급증 했으며, 건강, 기능성 농산물 수요증가 • 관련 산업 정부 지원 및 4차 산업 연계 농산물 생산 • 응용 개발연구 분야에 강세 • 최근 20여 년 동안 정부의 지원을 통하여 친환경에 대한 다양한 연구 및 산업관련 인프라는 계속하여 구축 및 확대 되고 있음. 특히 가습기 살균제 사건을 계기로 친환경 물질에 대한 보다 엄격한 적용이 이루어지고 있으며, 연구 또한 보다 안전한 물질을 찾고 엄격하게 검증하는 방향으로 이루어지고 있음 • 유기자재 개발 및 유기농산물 생산 기술에 관련된 연구가 활발하게 이루어지고 있음 • 작물생체정보를 이용한 친환경적 정밀 온실 환경관리 및 작물재배연구가 이루어지고 있음	• 청년농 유입 부족 • 제도적 및 국가적인 지원 부족 • 기초연구에 대한 정부의 인식이 부족한 편임 • 유기농산물생산기술 연구에 비과학적인 부분이 문제가 되고 있으며, 소비자의 불신을 초래하기도 함
중국	• 소득 증가에 따른 식품 안전과 환경보호에 대한 국민적 관심이 높아졌고, 이에 따라 최근 몇 년간 가장 왕성한 연구 활동과 다양한 연구 결과물이 생산 되고 있음. • 친환경 농산물 수요층 증가 및 풍부한 노동력을 바탕으로 한 농산물 생산 • 국가의 전폭적인 지원과 우수한 인력 풍부한 연구 인력과 강력한 정부의 정책으로 친환경 분야에 빠른 속도로 발전하고 있음	• 사회기반 인프라가 미흡 • 기초기술과 응용기술의 연계성이 미흡. 기초연구보다는 특허를 목적으로 한 응용개발 연구에 집중하여 결과물의 질이 선진국에 비해 떨어짐 • 기술수준이 지역에 따라 차이가 매우 큼 • 외국에서 연구했던 연구자들의 국내유입으로 인한 연구의 활성화 • 친환경 농산물 생산에 필요한 자재 및 재료의 제조 공정과정이 지역별로 차등이 심함
일본	• 친환경 농산물 수요 증가 및 연관 산업 활성화 • 기초기술에 대한 국가의 지원 및 다양한 인프라 • 기초연구 분야와 응용기술 분야가 적절한 조화를 이루며 다양한 연구가 이루어지고 있음 • 친환경에 대한 정부의 의지와 국민의 관심은 여전히 높으며, 미국과 마찬가지로 연구의 결과가 산업체로 빠르게 전달되어 제품화되는 인프라가 잘 구축되어 있음	• 농촌 인구 고령화 • 연구 인력이 다른 선진국에 비해 부족한 편임. 젊은 연구자가 많지 않다는 점과 관리 인력의 부족 등 • 오래전부터 친환경 무토양 수경재배가 이루어지고 있으나 최근 다소 주춤한 상태임
EU	• 친환경 농산물 생산기술 개발 및 맞춤형 적용 • 기초연구 및 응용개발 연구에서 강점 • 기술개발을 위한 응용연구는 예전에 비해 떨어지나, 기초기술 분야는 선도해 나가고 있음 • 친환경에 대한 정부의 인식과 관심이 높으며, 다양한 정책과 지원이 이루어지고 있음	• 인력의 부족과 비용의 과다가 문제로 지적됨 • 일부 해수농업을 위한 기반기술 진보가 이루어지고 있으나 미흡

국가	강점분야	기타
	• 유기자재 개발 및 유기농산물 생산기술이 우수하며, 스페인 알메리아 지역(sea of Plastic)의 시설원예단지(약 30,0000ha)의 천적을 이용한 친환경 적인 해충방제는 아주 탁월함	
미국	• 빅데이터, 농업로봇 등 신규연구기법의 적용 및 응용 • 연구 인프라 확충 • 탄탄한 기초 기반 연구를 바탕으로 최신의 공학 기술을 접목하여, 융·복합 기술을 활용한 친환경 분야를 선도해 나가고 있음 • 친환경연구에 대한 정부의 많은 지원으로 다양한 기술개발이 이루어지고 있음 • 산학연의 협조체제에 의해, 최신 개발기술이 산업화로 이루어지고, 개발이익이 연구 분야로 이어지는 선순환체제가 구축되어져 있음 • 기후변화에 대응하여 농산물을 안정적으로 생산하기 위한 정밀농업분야가 탁월함	• 외국의 인력에 의존하는 경향이 있음 • 유기자재 개발 분야가 다소 미흡

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	1위	4위	2위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 일본처럼 대단위 조직을 운영하고 포럼 및 세미나를 개최하여 정보나 기술을 공유해 나가는 방향이 필요함 • 농촌진흥청, 농림식품기술기획평가원 등의 정부관련 기관이 유기농업학회 및 협회, 대학, 관련 민간기관등을 지원해야함. 또한 이들 기관과의 협의체 구성이 필요함. 협의체를 통하여 공동연구, 세미나 등의 활동을 통하여 우리나라 친환경유기농업 발전에 함께할 수 있도록 플랫폼 마련이 필요함 • 대학, 기업체, 연구기관 간 정보 공유 및 공동연구 활성화 • 농림축산식품부에서도 기술을 바탕으로 정책을 발굴하고 상호유기협조적인 체제를 구축해야함. 6차 산업 융·복합 체제를 구축하는 방향과 연계하여 추진 • 지역별 토양 및 작물 특성 맞춤 신재배기술 도출에 농민과 함께하는 연구 활동을 지원 • 부처 간, 지자체 간 협력체계가 요구됨 • 생산된 상품들의 판로나 신뢰도를 높일 수 있는 제도개선이 요구됨 • 국내 전문가들이 하나의 과제로 다양하게 연구할 수 있는 사업단 규모의 과제 필요 • 국내 실정에 맞는 연구 주제를 기반으로 다양한 분야의 연구자들이 함께 협력하여 연구 할 수 있는 분위기 조성이 필요함

	정책제언
국제협력 촉진	• 선진 친환경농업 국가들과의 교류, 협력을 위한 지원 및 교류 활성화에 정부의 노력이 필요 • 원천/기반기술 보유 연구기관/연구팀 간의 국제협력을 통한 기술도입 및 개발 • 완효성 비료 제조기술, 풋거름 활용을 통한 화학비료대체기술, 천연물 농약(미생물 농약) 기술개발, 작부체계기술, 천적기술 활용 등 다각적인 국제협력이 필요함 • 각 국가 간 혹은 지역(유럽연합 등)간에 국가에서 교류될 수 있는 제도 개선이 요구 됨 • 미국, 유럽의 새로운 기술을 경험하고 습득할 수 있는 6~12개월 기간의 연수 프로그램 필요
인력양성 및 유치	• 고령화로 인하여 노동집약적인 친환경 및 유기농산물 보급 확대가 어려워지는 농어촌에 미래지향적인 젊은 세대를 발굴 육성할 필요가 있음 • 중장기 계획을 수립하여 국내연수교육, 선진농업 연수교육, 실질적 체험연수 등을 적극 추진 • 정부지원으로 각 농과대학, 농업관련기관(농진청, 도 기술원, 기술센터 등)에 친환경농업육성 프로그램을 만들어 전문가 인력을 양성하는 것이 필요. 현재 친환경 유기농업 재배면적이 증가하지 못하고 있는데, 친환경농업 전문가 또는 기술자가 부족한 것이 그 원인이기도 함 • 신규 농업인들에게 농산업의 경제적 가치뿐 아니라 사회문화적 가치를 교육할 수 있는 교육 시스템 구축이 필요 • 친환경 전문가 배출 시스템 구축 및 연구 실습 시설 지원 • 토양학, 재배학 전문 인력 활용시스템 구축 • 대학 또는 교육전문기관을 통한 인력양성 및 일자리 창출, 마이스터, 최고농업경영자 과정 등, 자격을 강화해서 철저한 관리가 요망됨 • 연구를 위한 대학원 진학보다는 안정적인 공무원을 선호하는 대학 분위기에서 앞으로의 인력양성 및 유치는 매우 중요할 것으로 판단 됨
인프라 구축	• 유기농산물의 안정적 공급이 가능하도록 인프라 구축이 필요. 현재 유기농산물은 생산단가가 높고 생산출하시기의 조절이 불가능하여 저가로 판매되는 경우가 많음 • 소비자 교육센터 등을 개설하여 친환경농업의 중요성에 대한 국민홍보 필요. 현재는 국민의 친환경농업의 공익적 기능에 대한 이해가 부족함 • 친환경농업 정부기관에 친환경농업, 저탄소농업기술, 유기자재개발 등 관련부서를 확대하여 친환경농업의 재배매뉴얼·병충해방제기술·친환경자재의 개발 등에 매진할 수 있도록 함 • 신규농업인들을 농산업에 정착시키기 위한 교육시설 및 시스템의 보완 및 집중화 할 수 있는 교육시설구축이 필요함 • 지자체별 특성화된 지역특화 작목 개발이 필요 • 사회전반 식품안전성 대국민 인식개선, 농업생태계 보전 및 지속적 유지를 위한 캠페인, 지역별 특성을 반영한 차별화된 프로그램 운영 및 확산 • 철저한 관리시스템에 의한 인프라 구축이 요구됨. 퇴비의 개념부족, 자연에서 오는 독성 등의 차단, 또는 가축이나 고양이, 들쥐 등에 의한 위생관리의 철저히 요구됨 • 산업화 촉진 과제, 산학연 협의체등을 통해 학연의 연구 결과가 산업체로 쉽게 이전 및 상품화 될 수 있는 구조가 필요 • 스마트팜 밸리 등 혁신인프라 구축
법·제도 개선	• 국가에서 유기질비료 공급, 신개발 친환경 및 유기농자재의 보급 확대가 어려운 실정 • 중국 등 외국의 저렴한 토양개량제 및 병해충 방제제가 다량으로 유입되어 제도 개선이 필요한 상황

	정책제언
	• 현재 친환경육성법 등은 선진외국의 유기농업 법, 규정 대비 수준이 낮은 단계의 법 규정임. 유기농업의 경우 선진국은 유기종자 사용을 원칙으로 하고 있으나, 우리나라는 이에 대한 법 규정이 전무함. 따라서 각 작물의 유기종자가 미흡하며 유기농가도 유기종자를 사용해야할 의무도 없음. 국제수준에 맞는 유기농산물 생산을 위해서는 유기종자에 법 규정이 시급하게 마련되어야 함 • 농산업의 환경개선가치지표를 설정하고 이를 제도화할 필요가 있음 • 친환경 농자재 개발이 용이하게 농자재관련 규정 보완 필요 • 친환경 농산물 인증 시스템의 국가 관리기관 및 법규 신설 필요 • 지속적인 사업수행을 위한 관계부처 간 협의를 통한 법령, 제도개선 및 통합, 폐지 • 법을 만드는 것도 중요하지만 시행하는 것도 중요하고, 지키지 않을 때 제재방안 마련 또한 필요한 사항임 • 새로운 기술이나 제품이 저비용으로 신속히 등록 될 수 있는 제도 마련 • '친환경 관리사'와 같은 전문 직업 창출을 위한 제도 마련 • 제제의 강화보다는 다양한 시도가 가능할 수 있도록 완화하는 쪽이 바람직
연구비 확대	• 타 연구 분야에 비해 친환경, 유기농업의 연구비가 상대적으로 작고, 이 분야에 대한 인식도 미흡한 실정임. 첨단과학기술인 분자생물학, 생화학 등을 이용한 연구 분야보다 연구비가 적음 편임. 최근 5년간 관련 분야의 연구비 수준이 정체되어 있음. 다양한 친환경 소재를 활용할 수 있는 연구 항목을 늘릴 필요가 있음 • 농산업의 환경개선 가치를 수치화 할 수 있는 연구개발이 필요함 • 친환경 농자재 및 재배기술에 관한 현장 관련 연구비 확대 필요 • 친환경관련 연구 개발 컨트롤타워구축에 필요한 연구비 필요 • 연구비 집행의 합목적성. 성과창출이 어려운 나눠주기 식 예산집행을 지양하고, 프로젝트의 대형화를 통한 성과도출과 4차 산업과 연계한 신규소요분야 예산편성 및 집행이 필요 • 생산자도 함께 동참시켜 연구를 수행이 필요
기타 의견	• 제 4차 산업혁명 관련 스마트 팜 기술을 중심으로 하는 기술이 필요 - 시설 : 시설농업 관련 기술 - 스마트팜 2세대 : 생체계측, 빅데이터, 인공지능 분석처방 - 노지농업 : 자동화 무인화를 위한 드론활용무인방제, 과수원무인방제, 토양영양분 및 병해충, 작물의 생육상황 등을 센싱 및 처방하는 정밀농업이 시도 • 기술의 활용도증진을 위해, ICT 기술구현을 위한 환경 측정 센서 관련 기술과의 융·복합 연구가 필요함 • 인공지능과 빅데이터를 이용한 기술개발이 필요 - 미기상 센싱 및 이미지 자료 수집, 분석 • 병해충 관련 예찰정보가 공유되고 친환경자재의 공급체계 등, 재배측면에서 각 생장단계(환경이나, 영양수준 등)별 생리작용(분화와 발육, 성숙, 수확시기의 적정 적산온도 등)에 관한 기술공유가(교육 등)이뤄지는 것이 바람직

다 주요 분석 결과 요약

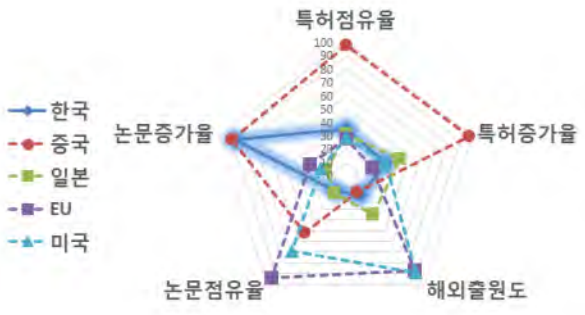
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	농림수산·식품	47,447	19,745	76.9%	144.0%
해당 중점과학 기술명	친환경 맞춤형 신재배기술	2,365	1,133	90.2%	305.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

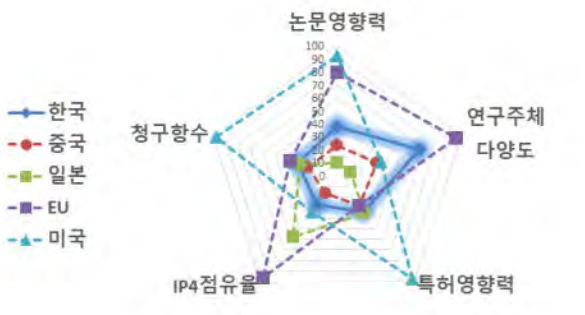
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	45.5%	85.7%	22.5	15.4
한국	5위	2위	3위	3위
	2.2%	7.4%	11.6	1.0
5개국 평균[2]	-	-	17.2	8.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

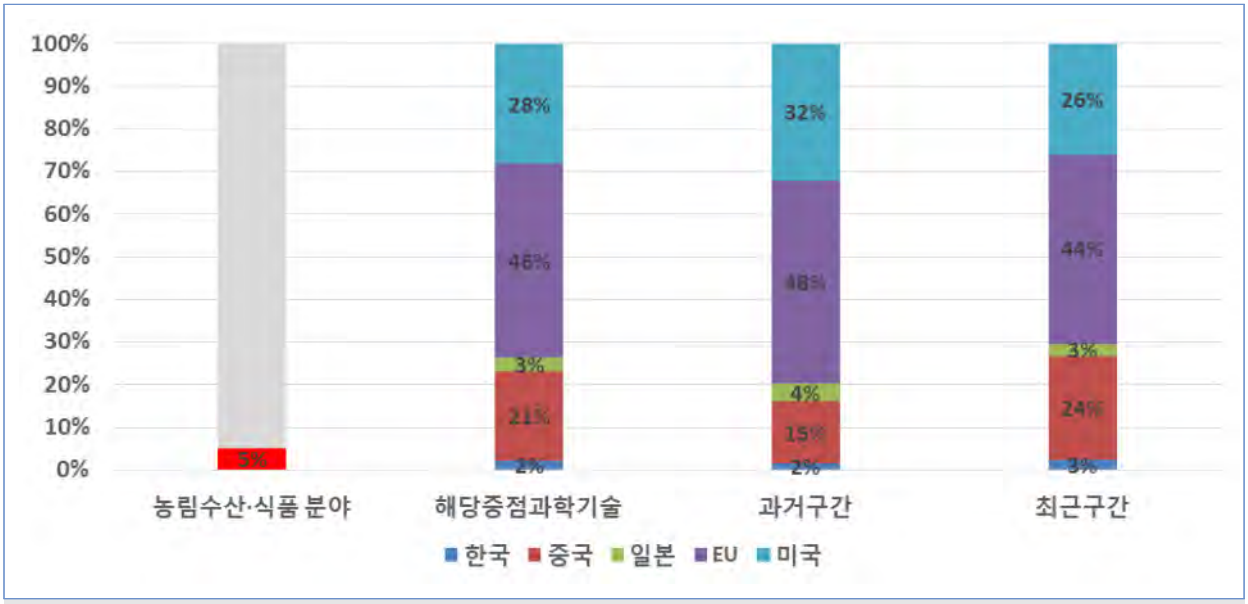
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(11.6)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(45.5%), 미국(28.1%), 중국(20.8%), 일본(3.3%), 한국(2.2%) 순이며, 논문 증가율은 중국(214.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(22.5), EU(18.8), 한국(11.6), 중국(9.0), 일본(5.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(7.4%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(1.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(85.7%), 한국(7.4%), 일본(4.1%), 미국(1.7%), EU(1.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(451.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 미국(6.8)이 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(15.4), 일본(1.2), 한국(1.0), EU(0.0), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(25.0%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(17.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.2%	20.8%	3.3%	45.5%	28.1%
	논문 증가율	207.7%	214.3%	43.8%	76.2%	54.4%
	논문 영향력	11.6	9.0	5.4	18.8	22.5
	연구주체 다양도	0.89	0.85	0.82	0.94	0.86
특허 분석	특허 점유율	7.4%	85.7%	4.1%	1.1%	1.7%
	특허 증가율	10.0%	451.7%	61.1%	-50.0%	11.1%
	해외출원도	0.4	0.0	2.0	6.5	6.8
	특허 영향력	1.0	0.0	1.2	0.0	15.4
	IP4점유율	3.6%	0.2%	10.6%	25.0%	5.3%
	청구항수	2.9	1.5	2.7	3.9	17.4

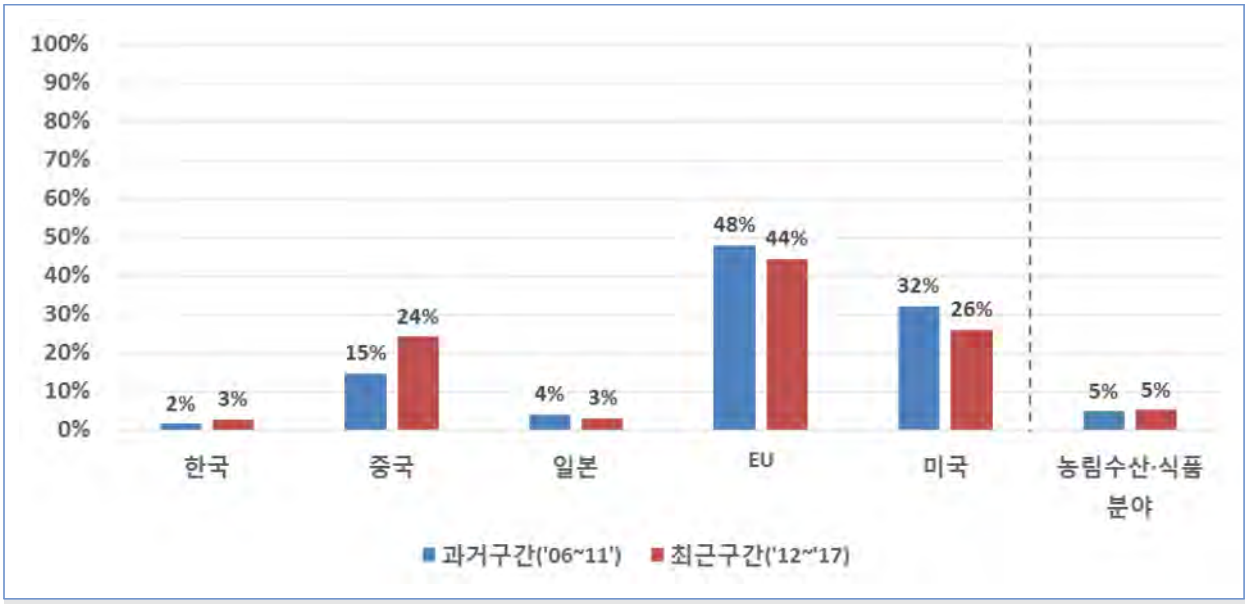
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 친환경 맞춤형 신재배기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1077건으로 전체 논문의 46%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 맞춤형 신재배기술은 농림수산·식품 분야의 전체 논문 중에서 5%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

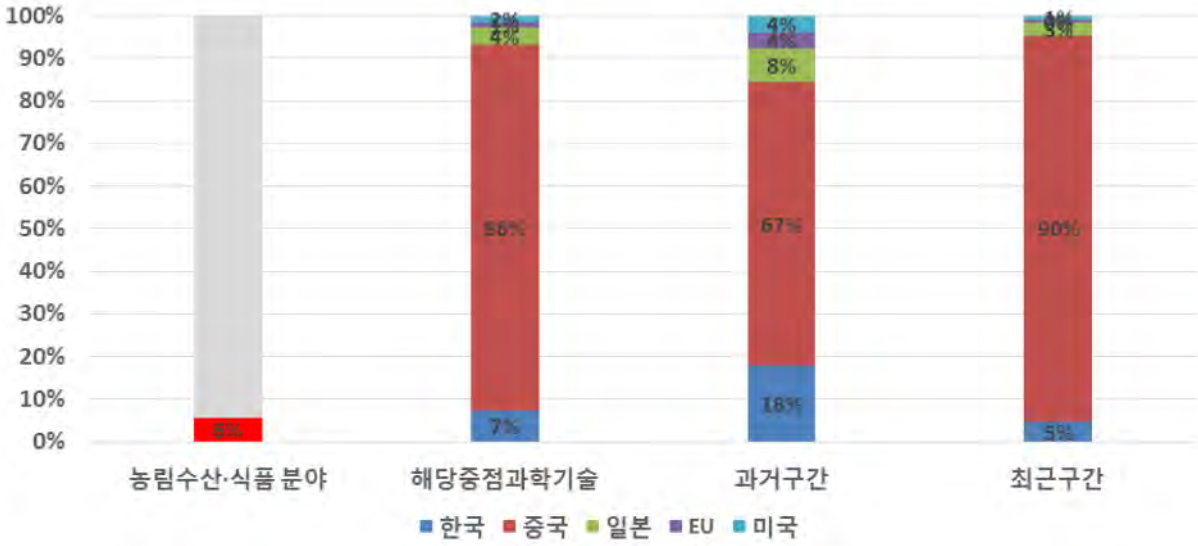


- 친환경 맞춤형 신재배기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 207.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	13	40	53	207.7%
중국	119	374	493	214.3%
일본	32	46	78	43.8%
EU	390	687	1,077	76.2%
미국	261	403	664	54.4%
전체	815	1,550	2,365	90.2%

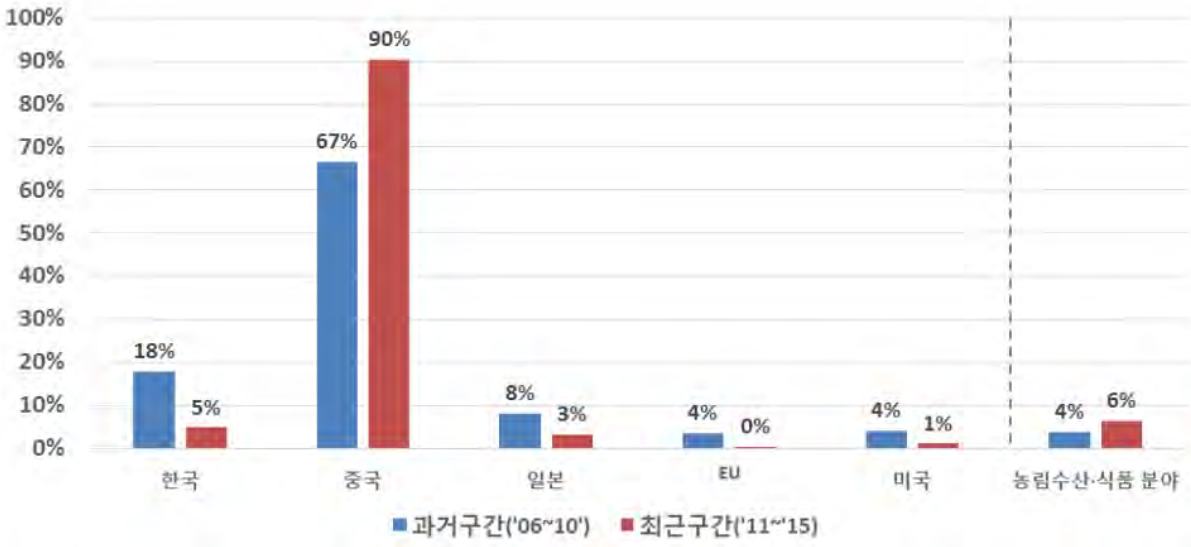
(4) 특허 점유율(전체)



- 친환경 맞춤형 신재배기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 971건으로 전체 특허의 86%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 맞춤형 신재배기술은 농림수산·식품 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



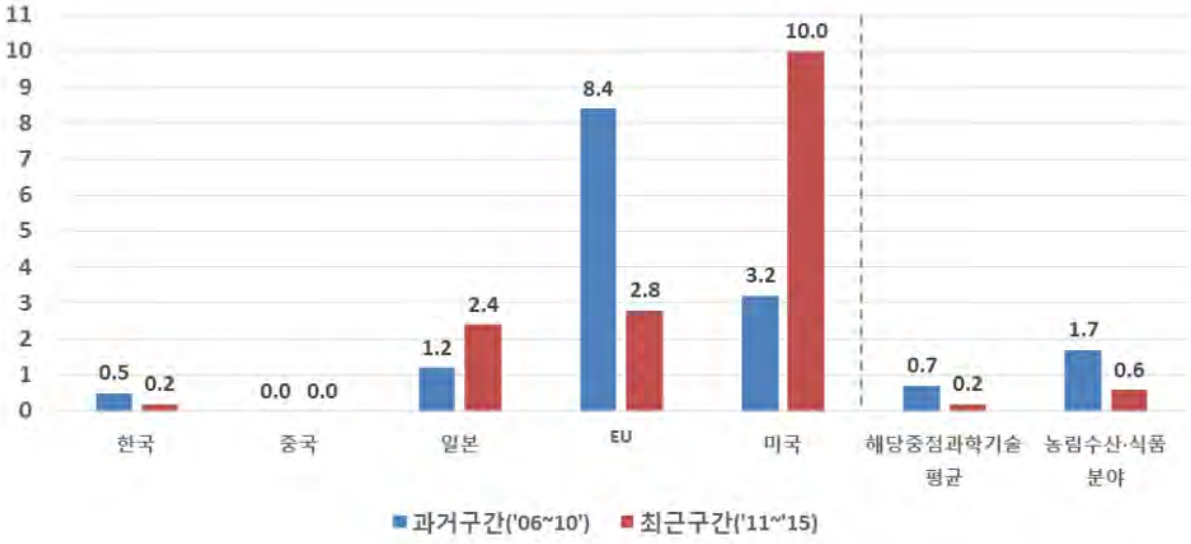
● 친환경 맞춤형 신재배기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 10%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	40	44	84	10.0%
중국	149	822	971	451.7%
일본	18	29	47	61.1%
EU	8	4	12	-50.0%
미국	9	10	19	11.1%
전체	224	909	1,133	305.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

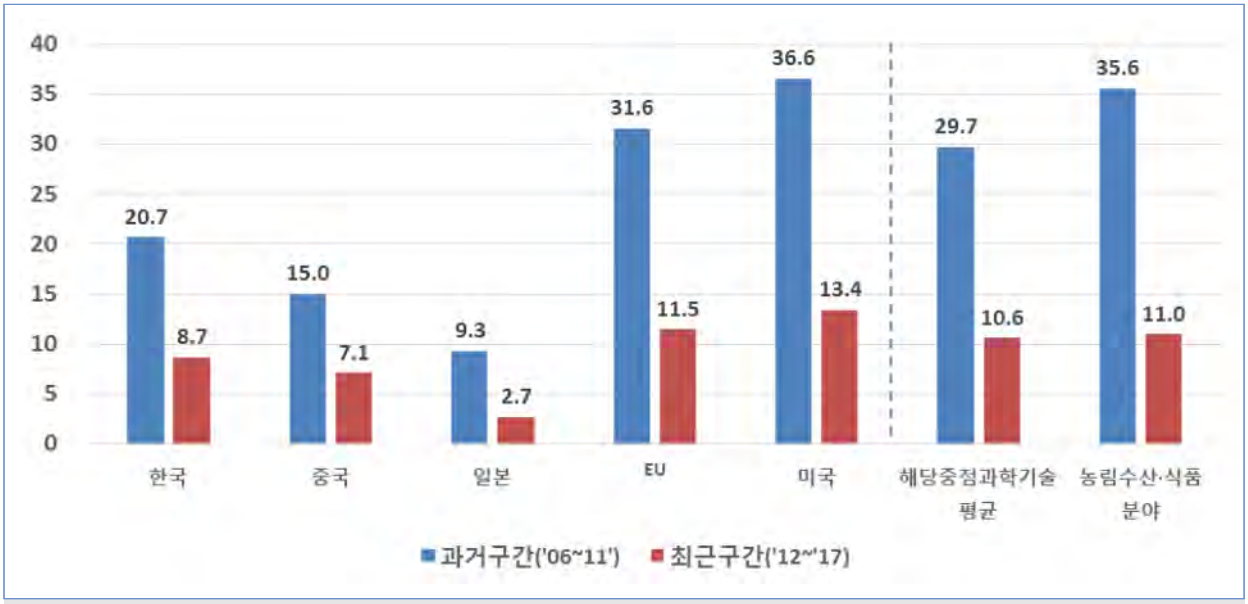


- 친환경 맞춤형 신재배기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 EU의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

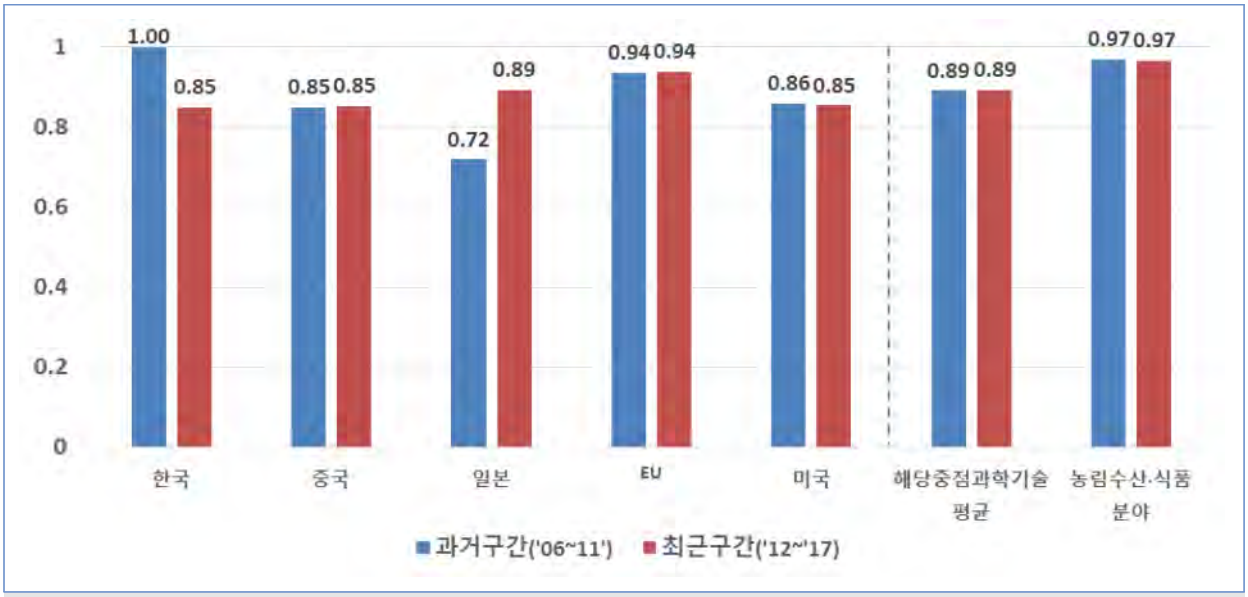
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



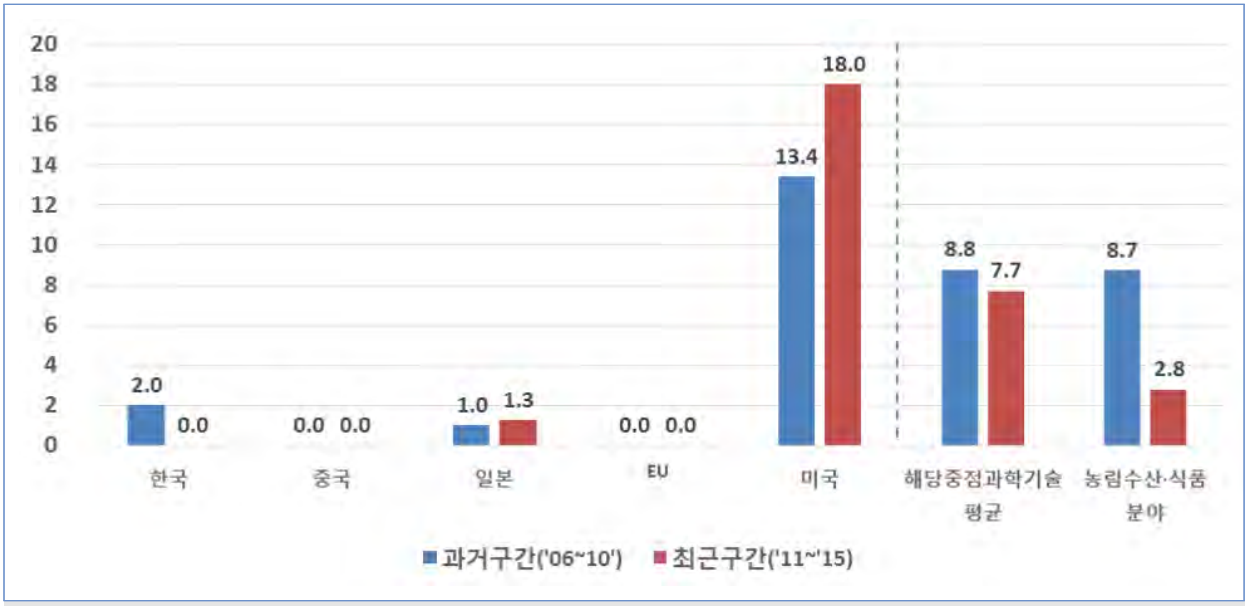
● 친환경 맞춤형 신재배기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



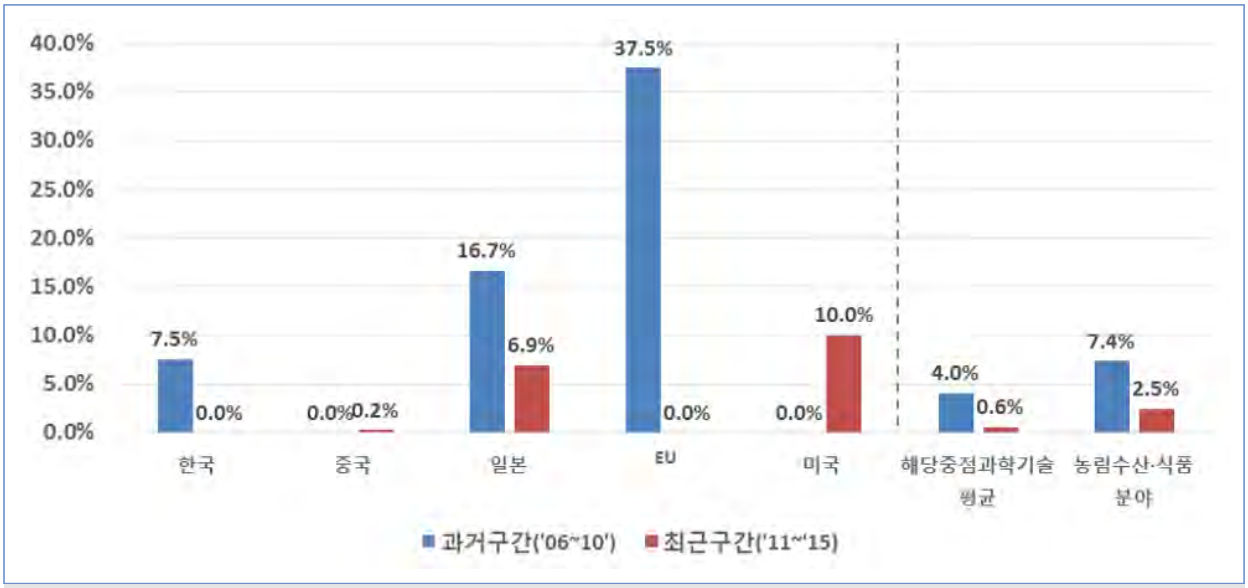
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



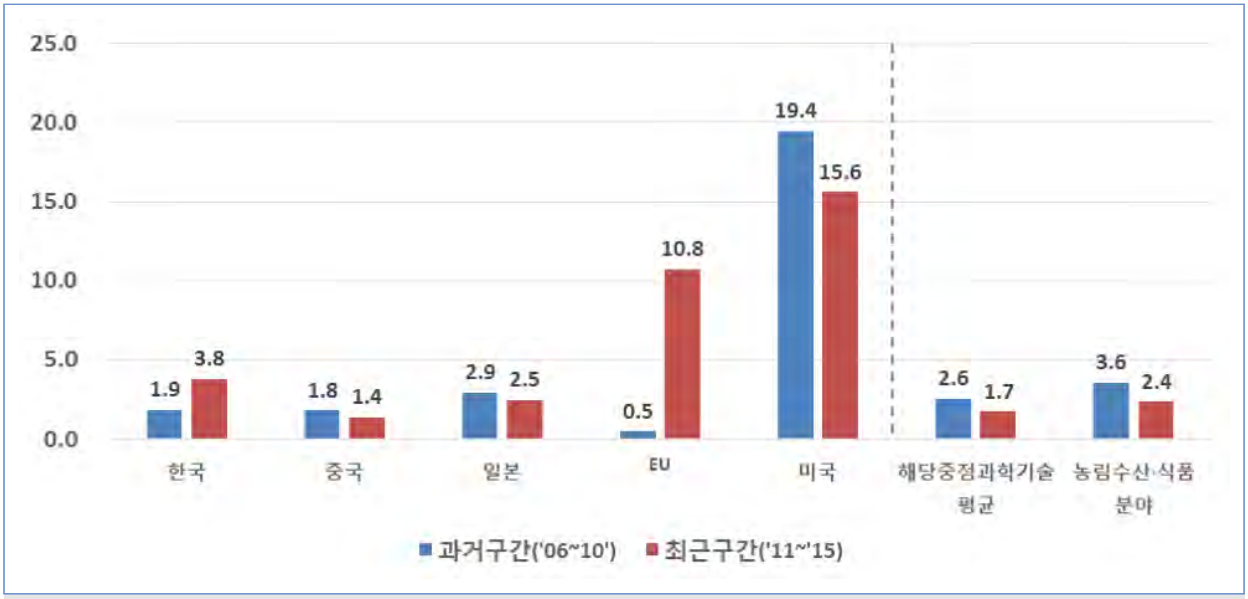
● 친환경 맞춤형 신재배기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 친환경 맞춤형 신재배기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 친환경 맞춤형 신재배기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

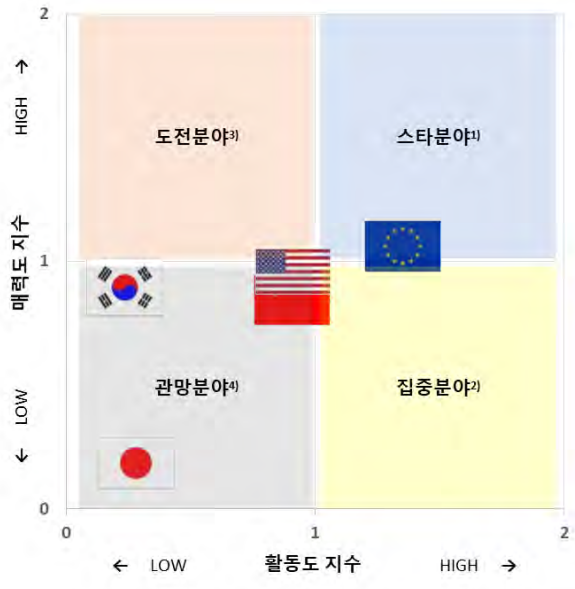
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

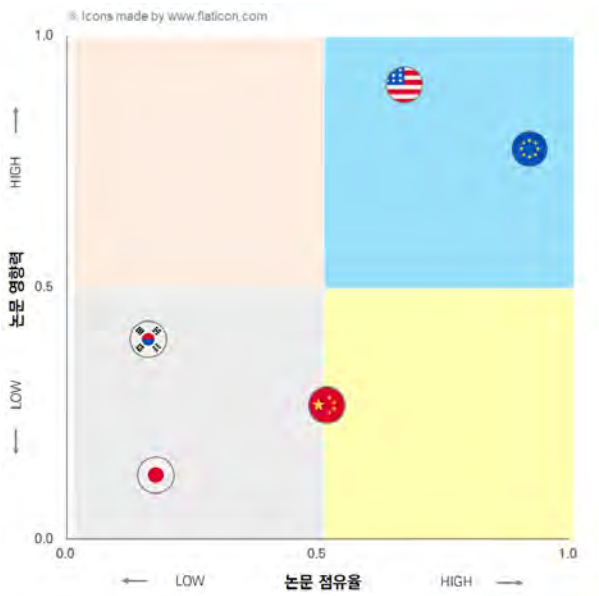
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 친환경 맞춤형 신재배기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

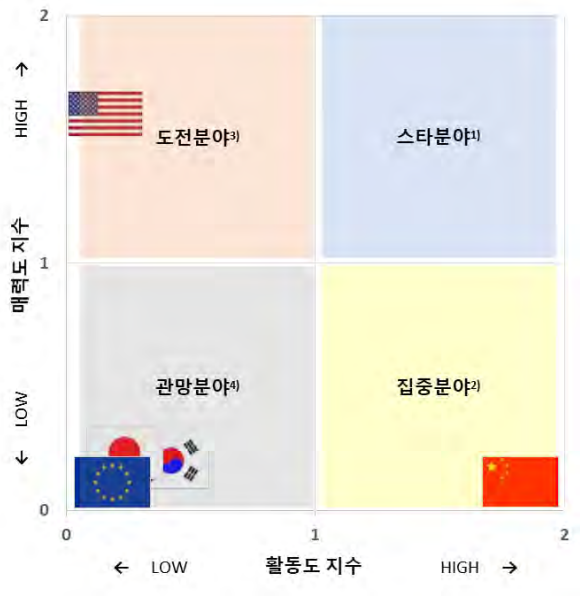


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

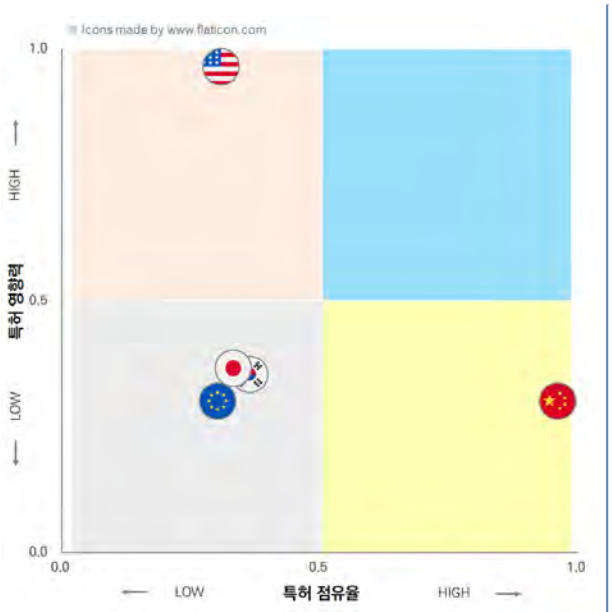
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 친환경 맞춤형 신재배기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.61%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 7.55%(글로벌 점유율은 0.17%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	5.72%	1.61%	116.67%
2	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	5.48%	1.14%	700.00%
3	IOWA STATE UNIVERSITY	미국	3.01%	0.85%	-18.18%
4	WAGENINGEN UNIVERSITY	EU	1.67%	0.76%	100.00%
5	CORNELL UNIVERSITY	미국	2.56%	0.72%	12.50%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	7.55%	0.17%	200.00%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	5.66%	0.13%	200.00%
3	CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY	5.66%	0.13%	200.00%
4	KOREA UNIVERSITY	5.66%	0.13%	200.00%
5	CHUNGBUK NATIONAL UNIVERSITY	3.77%	0.08%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	5.48%	1.14%	700.00%
2	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	3.25%	0.68%	333.33%
3	INSTITUTE OF PLANT PROTECTION	3.25%	0.68%	66.67%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.43%	0.51%	40.00%
5	INSTITUTE OF GEOGRAPHIC SCIENCES AND NATURAL RESOURCES RESEARCH	2.23%	0.47%	166.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUSHU UNIVERSITY	5.13%	0.17%	-66.67%
2	CHIBA UNIVERSITY	5.13%	0.17%	0.00%
3	UNIVERSITY OF THE RYUKYUS	5.13%	0.17%	200.00%
4	HOKKAIDO UNIVERSITY	3.85%	0.13%	100.00%
5	KYOTO UNIVERSITY	3.85%	0.13%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WAGENINGEN UNIVERSITY	1.67%	0.76%	100.00%
2	AARHUS UNIVERSITY	1.39%	0.63%	550.00%
3	ROTHAMSTED RESEARCH	1.30%	0.59%	-25.00%
4	UNIVERSITY OF COPENHAGEN	1.11%	0.51%	40.00%
5	SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES	1.02%	0.47%	-16.67%

6 미국

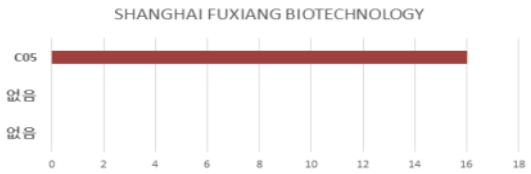
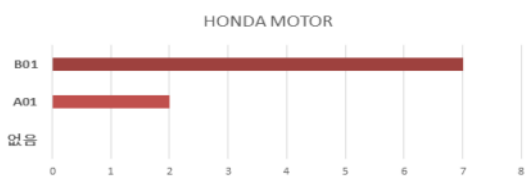
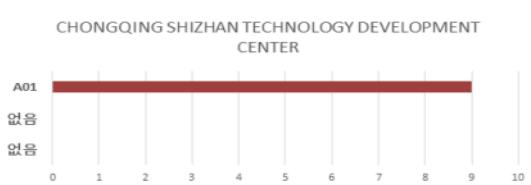
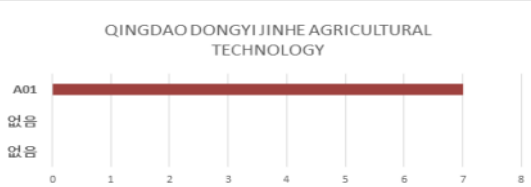
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	5.72%	1.61%	116.67%
2	IOWA STATE UNIVERSITY	3.01%	0.85%	-18.18%
3	CORNELL UNIVERSITY	2.56%	0.72%	12.50%
4	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	2.26%	0.63%	1400.00%
5	UNIVERSITY OF FLORIDA	2.26%	0.63%	50.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'SHANGHAI FUXIANG BIOTECHNOLOGY(1.41%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '서희동'이 7.14%(글로벌 점유율은 0.53%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SHANGHAI FUXIANG BIOTECHNOLOGY'는 C05(비료; 그 제조)에 해당하는 특허를, '서희동'은 C02(물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

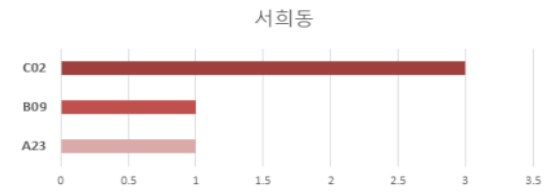
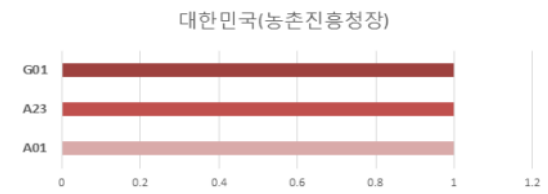
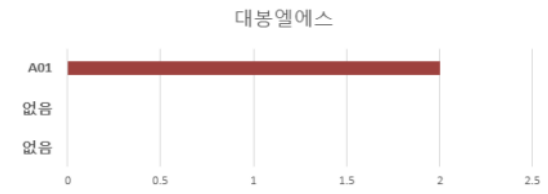
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SHANGHAI FUXIANG BIOTECHNOLOGY	중국	1.65%	1.41%	1500.00%
2	LUO JIE	중국	1.44%	1.24%	1300.00%
3	HONDA MOTOR	일본	19.15%	0.79%	800.00%
4	CHONGQING SHIZHAN TECHNOLOGY DEVELOPMENT CENTER	중국	0.93%	0.79%	800.00%
5	QINGDAO DONGYI JINHE AGRICULTURAL TECHNOLOGY	중국	0.72%	0.62%	600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C05	비료; 그 제조
		–	–
		–	–
2		C05	비료; 그 제조
		–	–
		–	–
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–

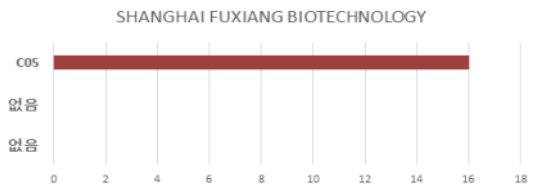
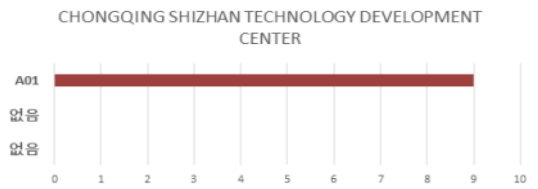
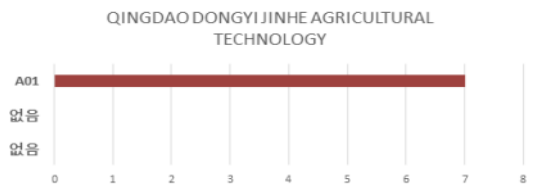
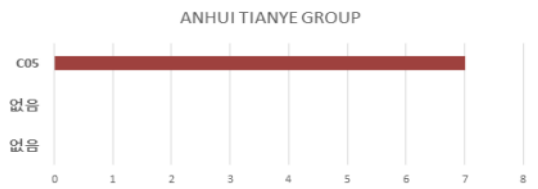
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	서희동	7.14%	0.53%	-80.00%
2	대한민국(농촌진흥청장)	3.57%	0.26%	-100.00%
3	대봉엘에스	2.38%	0.18%	100.00%
4	코프	2.38%	0.18%	-100.00%
5	송화용	2.38%	0.18%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
2		G01	광학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
5		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-

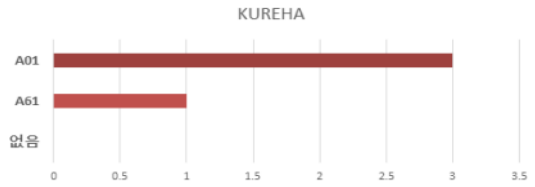
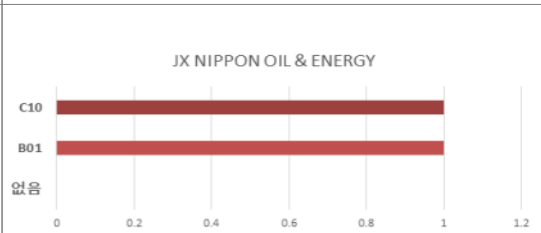
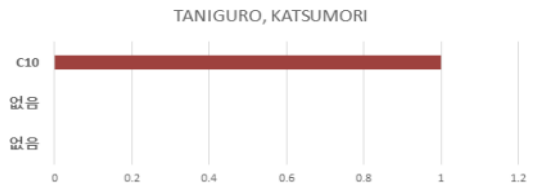
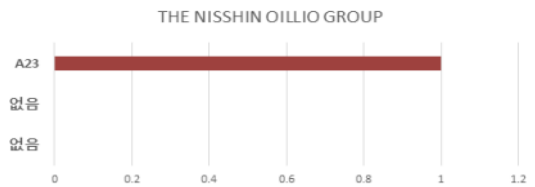
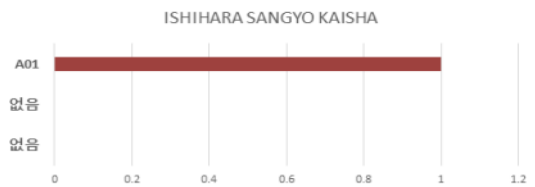
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SHANGHAI FUXIANG BIOTECHNOLOGY	1.65%	1.41%	1500.00%
2	LUO JIE	1.44%	1.24%	1300.00%
3	CHONGQING SHIZHAN TECHNOLOGY DEVELOPMENT CENTER	0.93%	0.79%	800.00%
4	QINGDAO DONGYI JINHE AGRICULTURAL TECHNOLOGY	0.72%	0.62%	600.00%
5	ANHUI TIANYE GROUP	0.72%	0.62%	600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C05	비료; 그 제조
		–	–
		–	–
2		C05	비료; 그 제조
		–	–
		–	–
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–
5		C05	비료; 그 제조
		–	–
		–	–

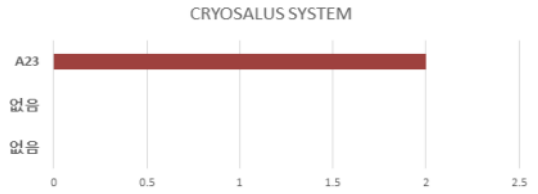
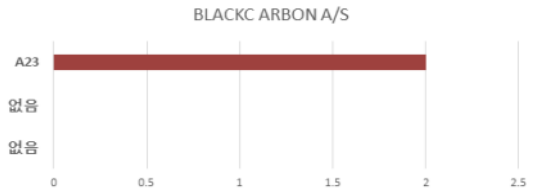
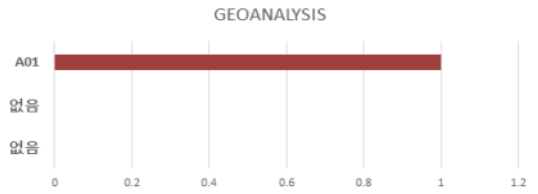
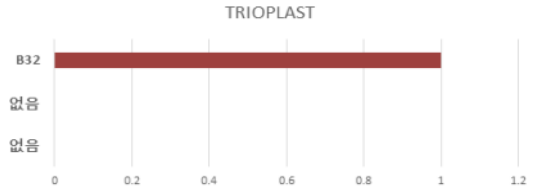
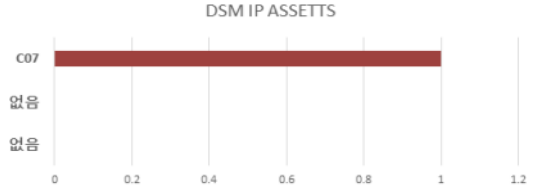
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KUREHA	8.51%	0.35%	300.00%
2	JX NIPPON OIL & ENERGY	4.26%	0.18%	-100.00%
3	TANIGURO, KATSUMORI	2.13%	0.09%	-100.00%
4	THE NISSHIN OILLIO GROUP	2.13%	0.09%	0.00%
5	ISHIHARA SANGYO KAISHA	2.13%	0.09%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
2		C10	석유,가스또는코크스공업;일산화탄소를함유하는공업가스;연료;윤활제;이탄
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-
3		C10	석유,가스또는코크스공업;일산화탄소를함유하는공업가스;연료;윤활제;이탄
		-	-
		-	-
4		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-

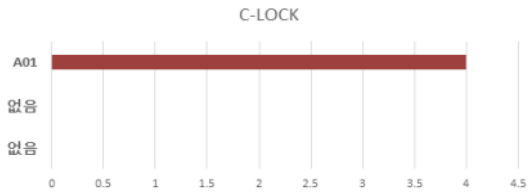
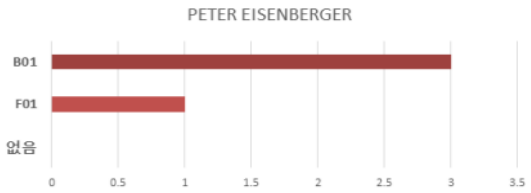
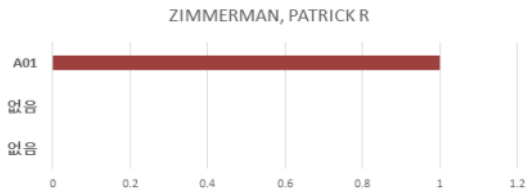
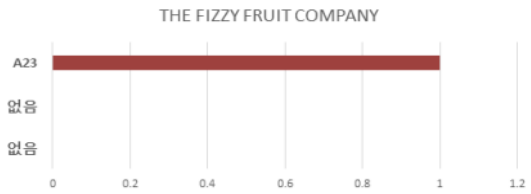
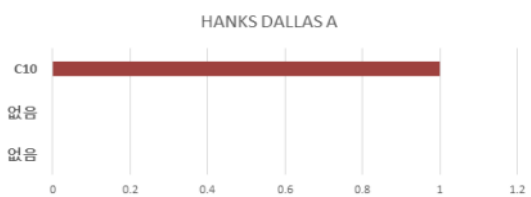
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CRYOSALUS SYSTEM	16.67%	0.18%	-100.00%
2	BLACK CARBON A/S	16.67%	0.18%	-100.00%
3	GEOANALYSIS	8.33%	0.09%	0.00%
4	TRIOPLAST	8.33%	0.09%	0.00%
5	DSM IP ASSETTS	8.33%	0.09%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
4		B32	적층체
		-	-
		-	-
5		C07	유기화학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	C-LOCK	21.05%	0.35%	200.00%
2	PETER EISENBERGER	21.05%	0.35%	300.00%
3	ZIMMERMAN, PATRICK R	5.26%	0.09%	-100.00%
4	THE FIZZY FRUIT COMPANY	5.26%	0.09%	-100.00%
5	HANKS DALLAS A	5.26%	0.09%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
2		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		-	-
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
4		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
5		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		-	-
		-	-

46 스마트팜 기술



46 스마트팜 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 환경 친화적이고 스마트한 농식품 생산 기반 조성 및 지능형 농업생산에 필요한 시스템 개발과 효율성을 높이는 기술
- ☑ 농산물의 기능성을 발굴하고 선발 기능의 극대화를 통해 고품격 식의약품 소재로 활용성을 높일 수 있는 맞춤형 농산물 생산기술 및 농산물의 품질과 생산성을 고도화할 수 있는 자동화 작물생산시스템 개발
- ☑ 지구온난화와 이상기상 상시화로 다양한 유형의 농업환경 변동요인 해석 및 기상정보 활용을 통한 농산물 안전생산기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

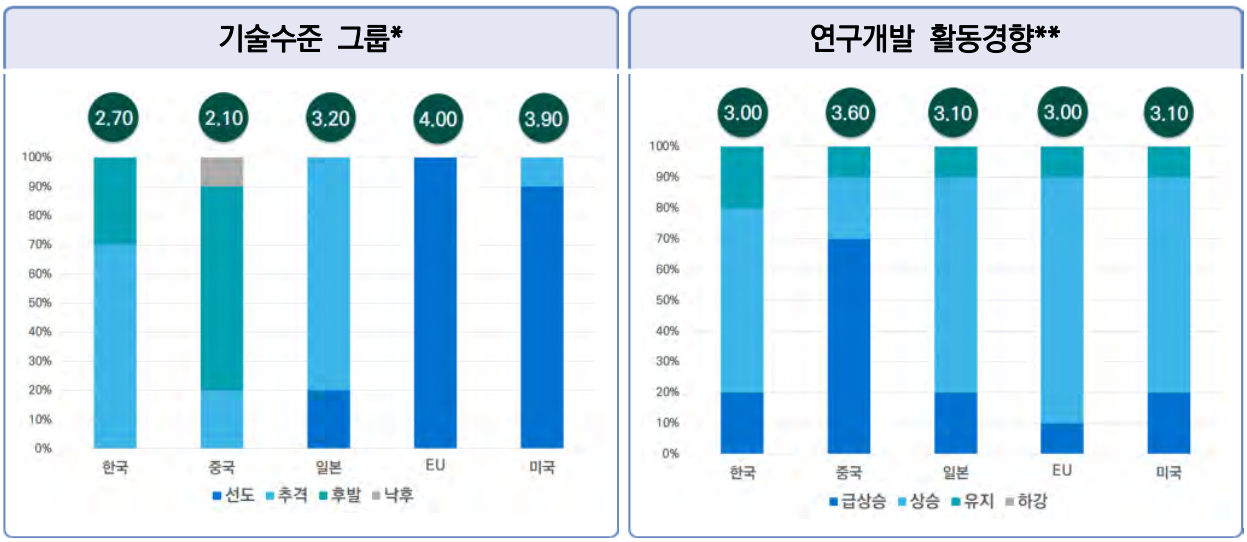
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.5	4.8	추격	보통	보통	상승
중국	67.5	6.0	후발	보통	보통	급상승
일본	82.5	3.0	추격	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	90.0	1.0	선도	우수	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	73.0	4.5	75.5	70.0	80.0	15.2	4.8	3.5	7.0	3.2
중국	65.0	6.0	67.5	60.0	72.0	12.6	6.0	3.0	7.0	3.6
일본	82.5	3.0	82.5	80.0	85.0	13.8	3.0	3.0	5.0	2.3
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
미국	90.0	1.0	90.0	85.0	95.0	7.9	1.0	0.0	2.0	1.2

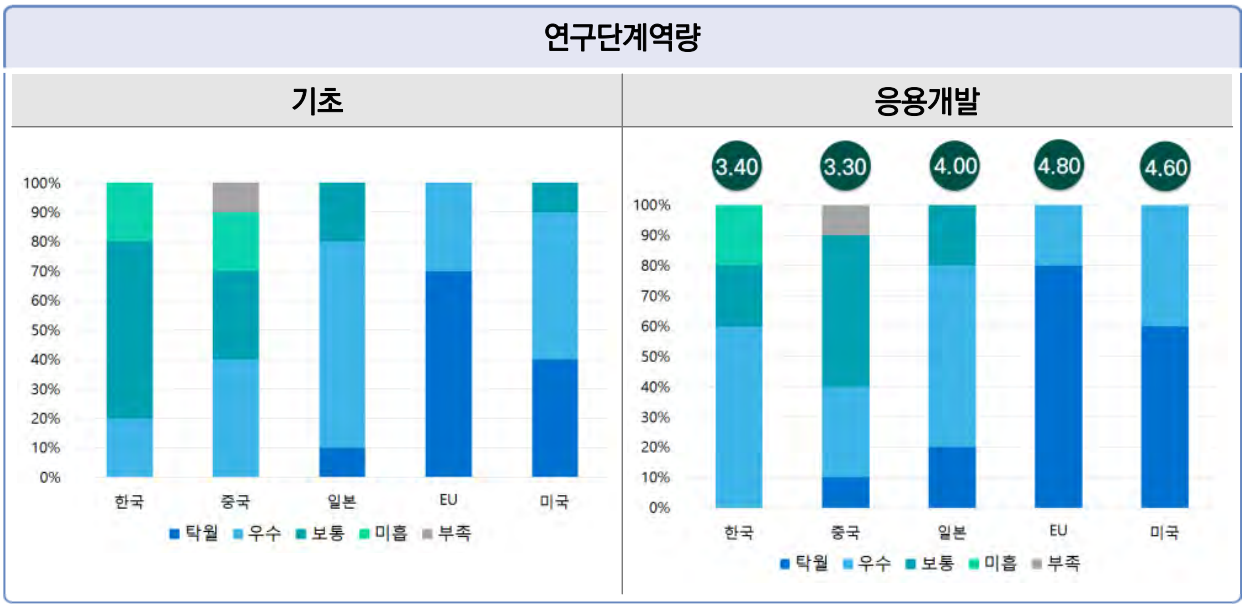
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.5%)	• 현안 해결형 현장 보급기술에 대한 기술개발투자로 선도 및 타 추격그룹에 대한 기술경쟁력이 떨어짐 • 최고기술 보유국이 확보하고 있는 기술을 모방 또는 기능 재현 수준 • 농식품부는 "스마트팜 5개년 R&D 계획"을 수립하여 추진 중이며 과기정통부 역시 KIST, ETRI 등 정부출연연구소를 중심으로 "스마트팜 상용화 기술 개발"을 주도적으로 추진 중 • 독립적 기술로 필름온실 구축기술 높음 • 복합 환경 제어 기술의 보급화 늦은 편임
중국 (67.5%)	• 최근 정부에서 스마트 농기계육성 정책을 발표하고 기술개발을 집중추진 중임 • 스마트팜 도입 및 확산이 최근 벌어지고 있어 관련 기반 기술의 노하우 획득에 시간이 걸릴 것으로 판단됨 • 자본과 투자가 집중될 경우 선도그룹으로 조기 진입이 가능할 것으로 판단됨 • 신선농산물 및 가공식품의 최대 수출국으로 유럽시장에 기준에 적합한 농산물 생산기술의 확보 및 스마트팜 관련 자재 분야에서 급성장함. • 대규모 생산단지의 구축 및 관리 시스템 도입 • 최근 중국의 지속적인 정부투자가 스마트팜 기술개발에 이루어지고 있어 다수의 논문, 특허를 보유하고 있음 • 노지와 온실의 스마트팜 기술에 대한 연구는 활발히 진행되고 있지만 상용화 기술과 기업체의 기술 수준이 다소 낮음
일본 (82.5%)	• 정밀 제어기술을 보유하고 있고 인구절벽에 의한 농업분야에 스마트 기술을 융·복합하여 지속적인 기술개발을 축적하고 있음 • 현장에 투입되는 기술 적용범위가 지속적으로 확대되고 있음 • 스마트팜에 ICT기술 접목 노력과 식물공장 등 차세대 생산기술에 대한 투자 중임 • 최고기술 보유국이 3~4년 전에 개발한 연구성과(생육모델개발)와 비슷한 결과를 최근에 발표하고 있으며, 상용화된 제품이 출시되고 있음 • 식물공장 관련분야에서 최고기술 보유국의 기술수준과 거의 동일함 • 농업을 ICT 융합 기반의 신산업으로 육성하기 위한 6대 중점 분야의 하나로 선정하여 추진 중 • 일부 기술의 데이터화·정보화 서비스 농민제공 및 클라우드 시스템 체계화
EU (100%)	• 자동제어 기술과 빅데이터를 기반으로 스마트팜 기술의 고도화를 이루고 있음 • 시장 점유율 및 고객 만족도가 매우 높음 • 평준화된 생산시설(벤로형 유리온실)을 기반으로 작물생육모델링 기법을 통한 생산성 향상 기술 상용화 • 최근 반 밀폐형 온실시스템(semi-closed system) 개발로 기존 온실 대비 에너지 절감을 20~30%를 달성함과 동시에 정밀생육환경 조절이 가능하게 되었음 • 스마트 농작업 기계화(정밀농업, 자율주행, 군집자율주행 농작업기 등)와 관련된 연구 활동이 활발히 이루어지고 있음 • 축산 강국으로 축사 사양관리 기술 접목이 높음 • 네덜란드, 프랑스는 시설원예 분야 스마트팜 기술의 선도그룹이며 글로벌 선도기업을 다수 보유하고 있음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 체계적인 정책의 방향성 정립과 중복성 없는 기술개발 사업 진행 • 시설원예 최고 기술의 농가보급 완료 • 데이터 기반의 정보화 환경 및 가공화 급속화 • 첨단 온실의 자동화 기술 분야에서 세계 최고의 기술을 보유
미국 (90.0%)	• ICT 정보통신, 전자제어 기술 등을 보유하고 있고 정부주도가 아닌 민간주도의 스마트팜 기술을 보유하고 있음 • 스마트팜에 대한 특화 기술은 네덜란드 대비 열위이나 인공지능, 로봇 등 ICT기술에 대한 기반 및 산업영역에 대한 기반이 우월함 • 최근 빌딩형 식물공장을 상용화함 • 노지농업에서의 스마트 농작업 기계화 기술, 토양 및 양분 종합관리기술 분야는 최고수준 • 사회적 여건(넓은 국토)으로 인해 기술개발이 늦어지는 상태이며, 기술적 완성도는 있으나, 실제 온실시공 및 운영은 네덜란드 업체나 기술을 도입 • John Deere, Agco 등 농업기계 업체 등을 중심으로 connected farm 기술을 상용화하여 판매하고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 정부주도의 연구개발로 지속적인 동력 확보 • 관심도가 지속적으로 증가하고 있음 • 다양한 시설형태를 대상으로 한 관련 연구수행으로 기술의 다양성 확보 가능 • 스마트팜에 대한 연구개발을 지원하고 있고 인프라 구축, 인력양성 등을 정책적으로 지속 추진하고 있음 • 기술 보급 시스템을 확보함 • 농식품부 중심의 스마트팜 R&D 계획을 수립하고 농진청은 ICT-생명공학을 통해 스마트팜 기술 고도화를 추진하고 있음 • KIST, ETRI 등 정부출연연구소를 중심으로 한국형 스마트팜 개발을 위한 핵심기술들을 개발하여 상용화 추진 중 • IT 등이 발달되어 장소에 구애받지 않고 운영이 가능하며 전파 속도도 빠름	• 정부에서 스마트팜 혁신밸리 사업과 농업생산의 자동화기술 확보를 위해 연구개발투자를 진행하나 원천기술 개발의 투자보다 영세업체의 제품생산 등을 지원하고 있어 실효성이 낮음 • 기술의 현장 적용 시 농가 보급률이 낮음 • 체계적인 연구 방향성 정립 부재 및 중복 연구에 따른 연구 수준 저하 • 스마트팜 관련 기술개발과 현장적용의 확장을 위해서는 관련 제도 및 법 정비가 필요 • 연구개발 등이 분산되어 체계적인 수행 어려움 • 시장의 협소화로 해외시장 개척이 필수적임 • 연구개발에 대한 지속적인 투자와 실증을 위한 정책지원 필요함 • 핵심 원천 기술이 매우 미흡 • 민간 기업의 기술 수준 향상 노력이 필요함 • 산업 생태계 취약 • 네덜란드, 미국, 중국, 일본의 기술을 도입하고 재개발 하는데 치중되어 있음 • 부처 간 역할분담을 통한 시너지 창출 필요

국가	강점분야	기타
중국	• 대규모 실용화 연구 가능 • 정부주도의 농업 및 농업과학기술 육성 정책 수행 • 농업 산업기술시스템 건설 지원 • 농업 전 과정의 정보화 및 기계화 • 선진 농업 적용기술 보급 응용과 농민 대상의 기술훈련 강화 등 농업과 ICT를 결합하기 위한 기술혁신과제 선정 및 시행 • 기술 테스트 베드 활용을 위하여 아프리카 등 개발도상국과 협력 • 중국정부는 농업 현대화를 위한 선진기술도입 차원에서 네덜란드, 이스라엘 등 농업선진국과의 파트너쉽 체결 • 연구개발에 대한 정부의 집중투자로 기술개발 인프라와 인력, 연구개발이 급진전 하고 있음 • 최근 로봇, 드론, 인공지능 기술이 중국내에서 급 발전하면서 농업분야에도 투자 증가 • 많은 연구 인력이 확보되어 있고 시장성이 매우 높음 • 최신 유럽의 기술을 도입, 자국화화 한 시스템 발표 • 데이터 모니터링, 환경관리, 센싱 기술 등이 최근 발달함 • 정부 주도의 스마트팜 ICT 융·복합 R&D 진흥 정책에 민간참여가 활발함 • 알리바바와 같은 중국 최대의 전자상거래 기업도 어그테크에 많은 투자를 하고 있음 • EU 및 주변 국가의 식품안전기준에 수렴하여 재배 기술 우수함 • EU 및 미국의 대규모 농업에 적합한 기계화, 각종 장비의 스마트화로 급격히 성장하고 있음 • 고품질의 신선채소의 유럽시장 수출 및 물류에 대한 체계적인 시스템의 도입	• 정부는 선진 농업 ICT기술 보급 및 개발을 위한 해외 정부와의 협력 강화를 위해 선진 기술도입 수단으로 해외 정부와의 파트너십 전략을 적극적으로 활용. 네덜란드와는 농업, 식품, 에너지, 물류, 첨단산업, 금융서비스 등 협력 강화. EU와는 농업 ICT기술 개발 공동 R&D 진행. 이스라엘과는 농업관련 스타트업 양성 • 아직 핵심 원천 기술 확보가 미흡함
일본	• 생육모델링 기법에 의한 스마트팜 시스템 개발이 활발히 이루어지고 있음 • 대기업 중심의 연구주도로 연구개발과 상용화 • 대기업 농업 참여가 법제화 되어있음 • 2013년 11월 농림수산성은 자체적인 스마트 농업 추진과 스마트 농업 실현을 위한 연구회 출범으로 체계적이고 일관된 정책, 연구 등을 수행	• 미국, 유럽 대비 시장규모가 작아 상용화 측면에서 다소 뒤처짐 • 현장 적용 농가 보급률은 낮은 수준

국가	강점분야	기타
	• 미국과 같이 정밀농업에 지속적인 연구개발을 투자하고 있어, 기초연구가 탄탄하며 이를 근간으로 응용연구에도 집중하고 있음 • 전반적으로 첨단전자, 로봇기술을 기반으로 기술, 인력 등에서 우수함 • 대기업의 농업 투자 활성. 기술개발 및 적용 확대 데이터 기반의 인프라 구축 완료 • 기술, 인프라의 현장적용 뿐만 아니라 해외 신기술의 도입, 연구에도 매우 높은 관심을 가지고 추진함 • 일본 정부차원의 적극적인 농업 ICT 융합 기술 R&D 지원이 이루어지고 있음 • 주로 식물 공장형 스마트팜 기술이 더 발달하였음 기술이 발달함 • 농가 간 연계시킬 수 있는 스마트플랫폼의 형태의 기술 개발 및 개발된 시스템의 상용화를 통해 자국 및 해외 시장을 공략	
EU	• 온실 환경제어 알고리즘 기술, 작물생육 모델링 기술 등에서 강점을 보임 • ICT-AGRI를 통하여 EU차원의 농업분야 ICT 국제공동연구프로젝트 수행 • 산학연 협력체계가 잘 갖추어져 있어, 연구결과가 산업화되어 현장에 적용되는 비율이 높으며 기간 또한 비교적 짧음 • 인력양성을 위한 인프라가 매우 잘 구축이 되어 있음 • 재배환경에 적합한 기술을 개발하고 적용함으로써 스마트팜에 대한 이해도가 높음 • 자동화기술을 넘어서 농업전반에 스마트기술을 적용하기 위한 연구를 수행 • WUR(와게닝겐 대학연구센터) 중심으로 한 산학협력을 통해 농업기술의 연구개발이 활발하여 세계적인 선도 기술 개발이 이루어짐 • 금융권의 시설농가 경영판단을 근거로 융자제공하고, 달성하지 못할 경우 파산 절차가 명확 • 세계 최고의 스마트팜 솔루션 기업인 프리바(Priva) 보유(네덜란드) • ICT 기반의 스마트팜 환경을 복합 제어하는 ICT 융·복합 전문기업을 보유 • 농가 간 플랫폼을 구성하여 생산과정 및 생산요소, 소비량, 생산결과를 비교 및 예측가능	• 새로운 환경제어시스템으로 변화 속도가 늦음 • 에너지사용량 절감을 위한 관련 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 천연가스를 이용한 열병합발전에서 신재생에너지(폐열, 지열 등) 사용 비율을 높이는 쪽으로 변화되고 있음 • 노지 스마트팜 기술 개발은 미흡함

국가	강점분야	기타
	• 생산 인력의 노동부하 및 인력관리 시스템을 1990년대부터 도입. 농업생산현장의 기계화를 통한 노동 부하의 최소화, 노동생산성 향상, 인건비 상승에 대한 대안으로 2000년대부터 확대 도입됨	
미국	• 최고 농업생산량을 보유한 국가로, 관련 시장 규모가 매우 커 관련 전후방산업이 잘 발달됨 • USDA가 오픈데이터 정책 추진으로 각종 농업 관련 서비스 개발 촉진 • 관련 스타트업 발달. 미국의 실리콘밸리 스타트업을 중심으로 클라우드 기반의 농업/농장관리 소프트웨어 개발 및 각종 스마트팜 관련 정보를 제공하는 기업들에 대한 투자가 활발 • 기후변화에 빠른 대응을 위한 기초연구와 기술개발을 지속적으로 추진하고 있고 정밀농업을 지속적으로 수행하고 있어 기술력과 전문인력을 갖추고 있음 • 노지 스마트팜 분야에 있어서는 기술, 인력, 인프라 등 모든 분야에서 강점 보유 • 농업 데이터기반의 정밀농업 기술 분야의 선두주자라 할 수 있음(스마트팜 분야 접목 가능) • 대규모 농업현장에서 사용되는 기계장비 종류에 스마트기술을 도입하여 농업생산지역 위치기반 기술과 작물의 생육정보를 저장/비교 가능 • 위치별 생산량의 감소 요인 분석기술 도입에 의한 생산량 증대 • 생산요소의 활용의 최적화 기술 도입 대규모 농지의 관리 • 생산과정의 모니터링 및 DB구축 및 자료 분석 결과 응용	• 스마트팜-식물공장 연구 진입이 늦은 편 • 온실 스마트팜 분야에서는 기술개발이 다소 미흡 • 스마트농업은 생산에서 현재 유통과 소비 분야로 확대됨

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	2위	1위	5위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 기술개발을 위한 연구자(기업, 대학, 연구소)간 협력 및 농산업체, 산업체 등의 정보교류협력 • 관련 기술, 제품, 연구결과 등을 확인할 수 있는 사이트 구성 • 미래농업을 위한 국내 스마트팜 기술 관련 전문위원회 구성 및 운영 • 체계적이고 지속적인 활동을 위한 단체 정비. 관련협의회, 협회, 포럼 등 분산되어 있는 단체 정비를 통한 창구 일원화 • 관련 스타트업 발굴과 양성을 위한 대기업과의 협력 관계 구축 • 스마트팜 관련 업체가 공유할 수 있는 표준화를 위한 단체 추진 • 산업체간 협력을 통해 독자적인 개발을 지양하고 중요 요소기술의 조합 • 공공연구소, 민간기업 등과 함께 각 기관이 보유한 기술 개발 역량을 바탕으로 오픈 이노베이션의 형태로 협업체제를 만들어 추진. 현재 스마트팜 분야는 농식품부/농진청 주도로 R&D 개발계획을 세워 추진 중에 있으나 기존의 탑다운 방식의 사업 수행을 반복하고 있어 실제로 농산업계로의 기술 확산이 매우 미흡함 • 개별 기업의 기술 강점을 융합하여 제품화 할 수 있도록, 기술융합 지원제도 개발. • IT 분야에서의 글로벌 선두 기업들과 농업관련 공공기관, 기업체 등과 협력하여 기술과 제품을 개발할 수 있도록 독려
국제협력 촉진	• 선진기술(네덜란드 등)의 국내 적용을 위한 전문 인력 장기 파견 등을 통한 협력 필요함 • WUR(와게닝겐 대학연구센터)등과의 국제 협력 연구를 통한 글로벌 기술 개발 • 국제협력을 통해, 기술개발->특허->표준화에 이르는 전 단계에서 스마트팜 기술이 향상될 수 있는 프로그램 개발이 필요함 • 네덜란드, 스페인 및 중국, 동남아, 카자흐스탄 등 스마트팜의 확산 가능성 및 선도 기술보유 여부를 고려하여 국내 스마트팜의 기술발전 및 산업진출을 위한 국제협력사업 추진 필요 • 우리나라 스마트팜 보급율이 여전히 20% 수준에 머물고 있으므로 국내 내수시장에 의존하기보다 우리나라보다 스마트팜 기술력 및 농업생산성이 낮고 기후환경이 좋지 않은 러시아, 몽골, 중동 지역 등을 타겟으로 시장 확장 필요 • 중앙아시아, 동남아 시장 개척을 위한 중앙아시아(또는 동남아) 국가와의 국제협력을 통한 현지 적응력이 우수한 스마트팜 관련 기술(시스템) 공동개발 및 시장 개척 • 공동시장 개척을 위한 스마트팜 표준화 활동 필요. 국제적으로 사용하고 있는 스마트팜의 규격 및 방향 등에 대해 의견을 교환하고 청취할 수 있는 학술대회 등을 추진 • 기술 선진국에서 개발된 기술조사를 통해 필요기술 리스트를 정비하고 필요기술에 대한 국제 공동연구 제안 및 수행
인력양성 및 유치	• 스마트팜 농업인의 양성뿐만 아니라 스마트팜 전후방 산업에서 역량을 발휘할 수 있는 융·복합 인력양성 필요

	정책제언
	• 특수대학원 또는 유사한 대학원(석박사 과정) 과정 개설을 통하여 전문 인력양성 • 대학 및 학위 이외에도 기존 스마트팜 산업분야 기업의 전문 인력교육 등 기업 지원성격의 프로그램도 필요함 • 스마트팜 전문 인력 양성시스템 구축. 스마트팜 관련 인력양성은 대부분 대학이나 지자체의 농업기술원 등에서 담당하지만 여전히 전문가 인력 양성하는 프로그램 등이 부족한 실정 • 청년 창농/창업과 귀농귀촌 인구가 스마트팜 관련 산업생태계에 쉽게 접근할 수 있도록 지원 필요 • 스마트팜 인력 양성을 위한 표준교육과정 개발 및 교육(이론 및 실습)기관 지정 • 농업 전반적인 과정과 요소 기술을 습득할 수 있는 현장 중심적인 인력양성 • 스마트팜 혁신밸리 사업의 중점 사업인 인력양성 사업의 꾸준한 지원 및 양성. 양성된 인력에 대한 선도농가 멘토/멘티 지원 시스템. 멘토/멘티 수행 후, 직접 재배경험을 쌓을 수 있는 임대온실 지원 • 국내 관련 전문가 풀 운영 방안 모색 • 인력양성을 2개의 분야로 지원 필요. 젊은 기업농에게 현장에서 기술을 습득할 수 있도록 지원. 대학·연구소의 연구 인력에게 핵심 원천기술을 개발할 수 있도록 지속적으로 지원
인프라 구축	• 스마트팜 추진 조직의 일원화 필요 • 스마트팜 전후방 산업 기업의 상용 기술들이 실증 테스트될 수 있는 인프라의 구축 필요 • 국내 보급-확산 위주의 인프라에 더해 차세대 스마트팜 등 미래 대응 선도 기술의 테스트베드 구축 및 활용이 필요 • 시설 원예 관련 중소기업 지원센터 구축 • 시설 원예 관련 자재 표준화 및 자재 검인증 시험 수행 • 스마트팜 플랜트의 선진화 및 첨단화를 위한 구조개선 작업 필요 • 관련 기술 검인증을 위한 지원체계 현실화 • 스마트팜 기술 관련 정보, 연구결과, 관련 법 등 종합정보제공 사이트 운영 • 연구 및 산업화 기술 개발 가능한 산학연 실증단지 구축 및 포럼 등을 추진 • 농업 기반(저수지, 규모화, 시스템이 들어갈 수 있는 규격화된 토지), 농업생산면적의 규모화 및 단지화 시급 • 현재 농림수산식품부가 추진 중인 스마트팜 혁신밸리 사업 등을 통한 스마트팜 인프라 확충은 국가적인 차원에서 바람직한 방향이라고 보여짐. 농민단체의 반발 등 어려움이 있지만 서로 상생할 수 있는 방안을 국가가 정책적으로 제시하여 해결해야 함 • 관련 전문가에 의해 잘 계획된 스마트팜 플랫폼을 구축하고, 농업기술원/기술센터에서 플랫폼에 접속하여 현지 농가를 지원하는 시스템 구축 • 정부에서 관련 기반시설을 구비하고 임대형식으로 지원해 주거나 공통적으로 요구되는 통신시설, 전기충전시스템, 관배수 시스템 등의 인프라를 구축해 줄 필요가 있음. 국내 여건에서 초기 투자비용이 많이 소요되는 스마트팜 시설을 구비하여 수익성을 맞추기는 쉽지 않을 것으로 판단
법·제도 개선	• 환경, 에너지 분야 지속가능성 확보를 위한 선제적 법-제도 개선이 필요. 수경재배 발생 배출 양액의 처리문제, 지속가능성 확보를 위한 농업 에너지 활용 법규 지원 등

	정책제언
	• 글로벌 환경을 고려한 국내 원예시설구조설계기준 제정 및 환경설계가이드 제시 • 스마트팜 촉진을 위한 농지법 개선 등을 포함한 관련 산업체 활성화 및 (가칭)스마트농업(시설원예) 활성화를 위한 촉진법 제정 • 첨단화된 플라스틱 온실의 등기(재산권 확보)를 위한 농지법, 건축법 개정 포함 • 기술 추진 과정에서 발생하는 시책이나 제도에 대한 건의할 수 있는 기관을 설정 • 신선농산물의 물류체계 및 도매시장, 유통회사의 물류 시스템의 제도화와 신선농산물의 신선도 유지 및 식품유통 관련법 준수 모니터링 시스템 도입 필요 • 스마트 농약안정관리체계 구축. 농약생산업, 유통, 농약사, 사용자의 등록제 등 • 보조금사업을 수행할 경우, 충분한 교육을 통해서 수행 사업의 효율성을 증가시킬 수 있도록, 사후 관리제도 마련 • 노지와 실내 농업에 사용되는 로봇, 드론 등의 법 등을 개선하여 좀 더 활발히 첨단 기술이 농업에 활용될 수 있도록 지원
연구비 확대	• 스마트팜 관련 표준화 예산이 매우 적게 확보되어 있어, 기술에 대한 연구비 및 표준화를 위한 예산 확보가 필요함 • 스마트팜 기술은 ICT, BT, ET 등 이종 기술의 융합이 필요한 바, 기존 작물재배 중심의 R&D 지원에서 융·복합 분야 R&D의 비중을 높일 필요가 있음 • 스마트팜 분야 기술로드맵 작성을 통해 스마트팜을 구성하는 기술체계의 분류 및 현재 수준을 분석하고 공백 분야에 대한 융·복합 R&D의 추진이 필요함 • 글로벌 공동시장 개척을 위한 국제협력연구를 위한 연구비 확대 • 고도화, 미래대응 기술 발굴을 통한 10년, 20년 후를 준비할 수 있는 미래 농업 대응 기술 대응 팀 운영을 통하여 대응기술별 체계적 연구수행을 위한 연구비 증액 필요 • 스마트팜의 기술이 접목하기 위한 기초자료 제공 등이 선결요건이므로 기초자료 연구에 대한 연구비 확대가 필요함 • 단순 기술의 개발이 아닌 최종 결과에 대한 수혜자 참여 연구를 지향하고 연구실적에 중심을 둔 연구보다 개발된 제품의 실용화 가능성 여부 판단 후 연구 진행 필요 • IT 강국인 우리나라가 지금부터라도 Data Farming 분야에 연구비 확대를 한다면 기술수준이 빠르게 향상될 것으로 전망. 현재 스마트팜 기술의 선도국인 유럽과 미국도 데이터기반의 Agtech 분야에 많은 투자를 하고 있음
기타 의견	• 에너지(냉난방, 인공광원, CO2시비, 습도 조절 등) 관련 분야와의 적극적인 기술융합 필요 • 농업 분야는 반드시 공학 분야와의 결합에 의하여 추진되어야 하므로 향후 기술 개발 및 연구 과제 등은 반드시 공동 연구자에 의하여 추진되어야 함 • 경험/지식 기반의 식물재배 체계를 공학적, 알고리즘 체계화로 발전시킬 수 있도록 식물과학(농학) 분야와 computer science와의 기술융합에 대한 투자가 필요함 • 학생, 귀농희망자, 농민 등의 교육을 위한 훈련용 복합 환경 제어시스템 시뮬레이터 개발(온실, 축사 등) • AI 기술과 식물생육 모델링 기술과의 융·복합 필요 • 핵심원천기술개발을 위해 농업, 바이오, 화학, 재료 등의 기초기술과 공학기술의 융합 필요

다 주요 분석 결과 요약

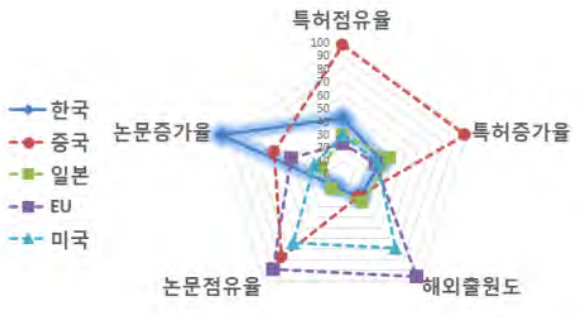
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	농림수산·식품	47,447	19,745	76.9%	144.0%
해당 중점과학 기술명	스마트팜 기술	5,410	1,501	90.9%	285.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

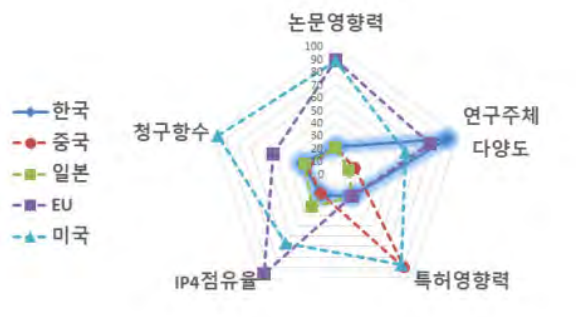
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	중국
	37.4%	70.1%	15.2	13.0
한국	5위	2위	3위	3위
	2.5%	15.2%	5.6	0.0
5개국 평균[2]	-	-	11.5	10.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

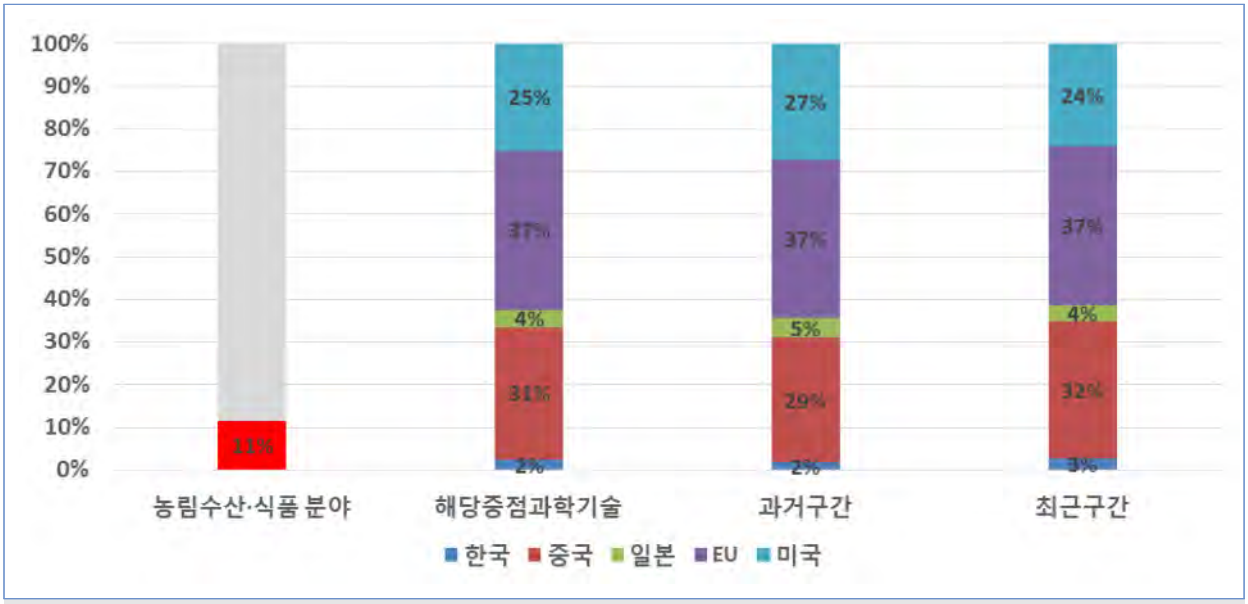
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.5%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.6)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(37.4%), 중국(31.0%), 미국(25.1%), 일본(4.1%), 한국(2.5%) 순이며, 논문 증가율은 한국(194.1%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(15.2), 미국(15.1), 한국(5.6), 일본(5.6), 중국(5.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 한국(0.98)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(15.2%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(70.1%), 한국(15.2%), 일본(6.5%), 미국(6.4%), EU(1.8%) 순이며, 특허 증가율은 중국(530.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 중국(13.0), 미국(11.8), EU(0.0), 일본(0.0), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(18.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(13.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.5%	31.0%	4.1%	37.4%	25.1%
	논문 증가율	194.1%	109.2%	57.0%	92.5%	67.9%
	논문 영향력	5.6	5.5	5.6	15.2	15.1
	연구주체 다양도	0.98	0.84	0.82	0.94	0.91
특허 분석	특허 점유율	15.2%	70.1%	6.5%	1.8%	6.4%
	특허 증가율	71.4%	530.6%	106.3%	45.5%	52.6%
	해외출원도	0.2	0.1	0.5	5.2	2.7
	특허 영향력	0.0	13.0	0.0	0.0	11.8
	IP4점유율	0.4%	0.2%	3.1%	18.5%	9.4%
	청구항수	2.6	2.0	2.2	5.1	13.0

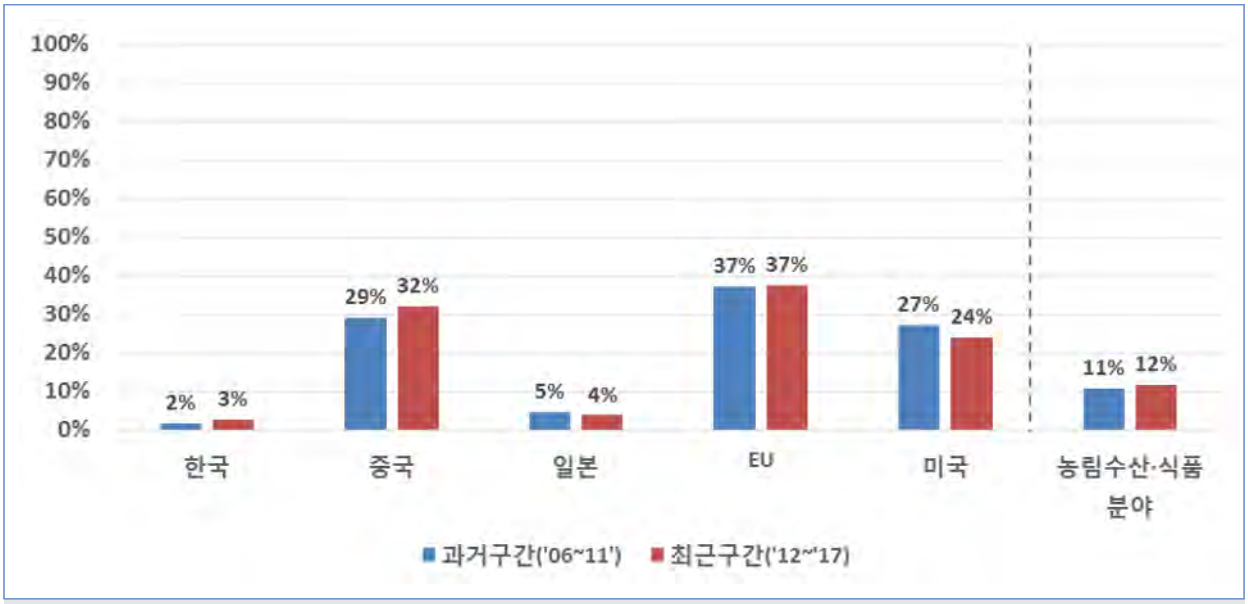
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 스마트팜 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2021건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트팜 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 논문 중에서 11%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

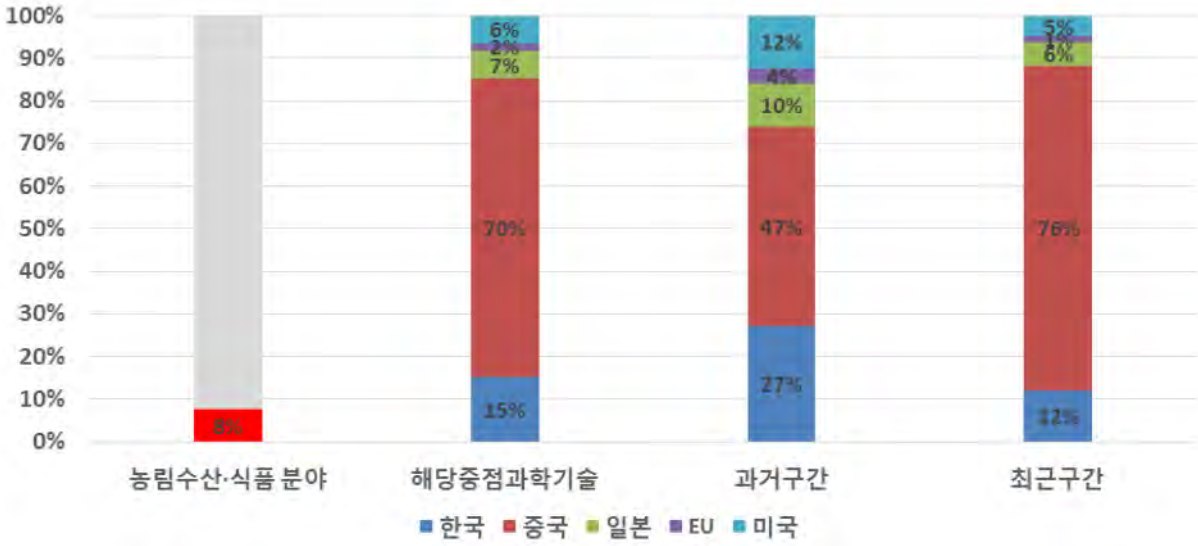


● 스마트팜 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 194.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	34	100	134	194.1%
중국	542	1,134	1,676	109.2%
일본	86	135	221	57.0%
EU	691	1,330	2,021	92.5%
미국	507	851	1,358	67.9%
전체	1,860	3,550	5,410	90.9%

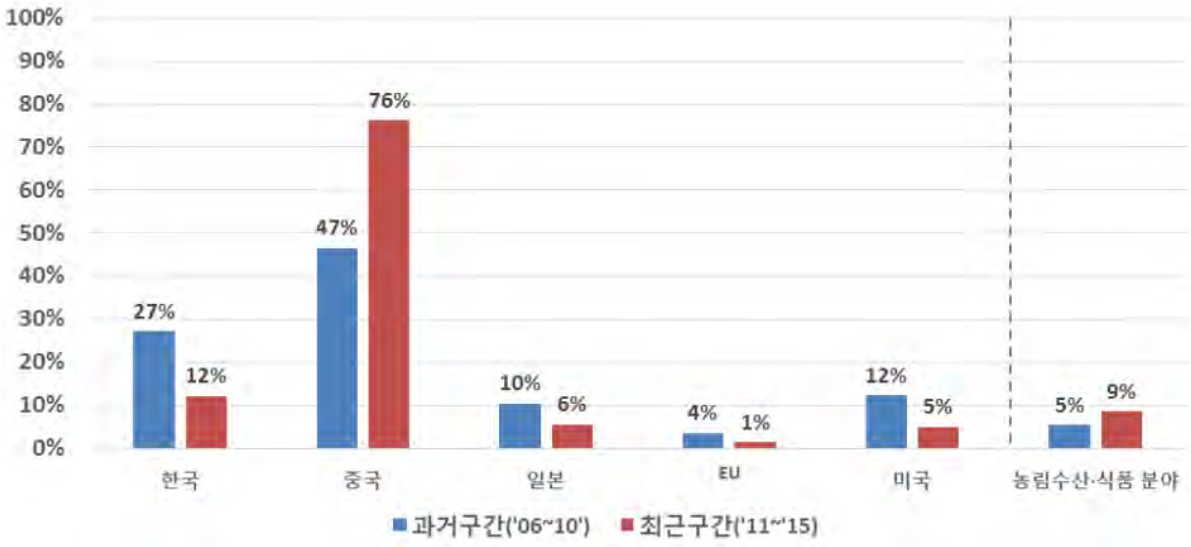
(4) 특허 점유율(전체)



- 스마트팜 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1052건으로 전체 특허의 70%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트팜 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 특허 중에서 8%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



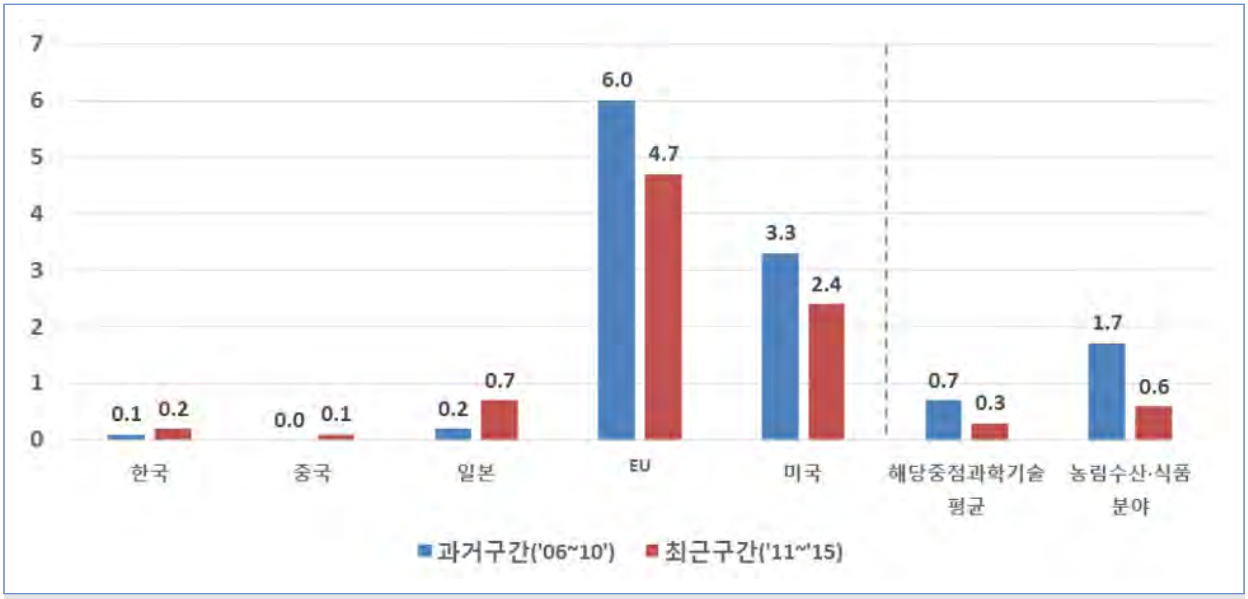
- 스마트팜 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 71.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	84	144	228	71.4%
중국	144	908	1,052	530.6%
일본	32	66	98	106.3%
EU	11	16	27	45.5%
미국	38	58	96	52.6%
전체	309	1,192	1,501	285.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

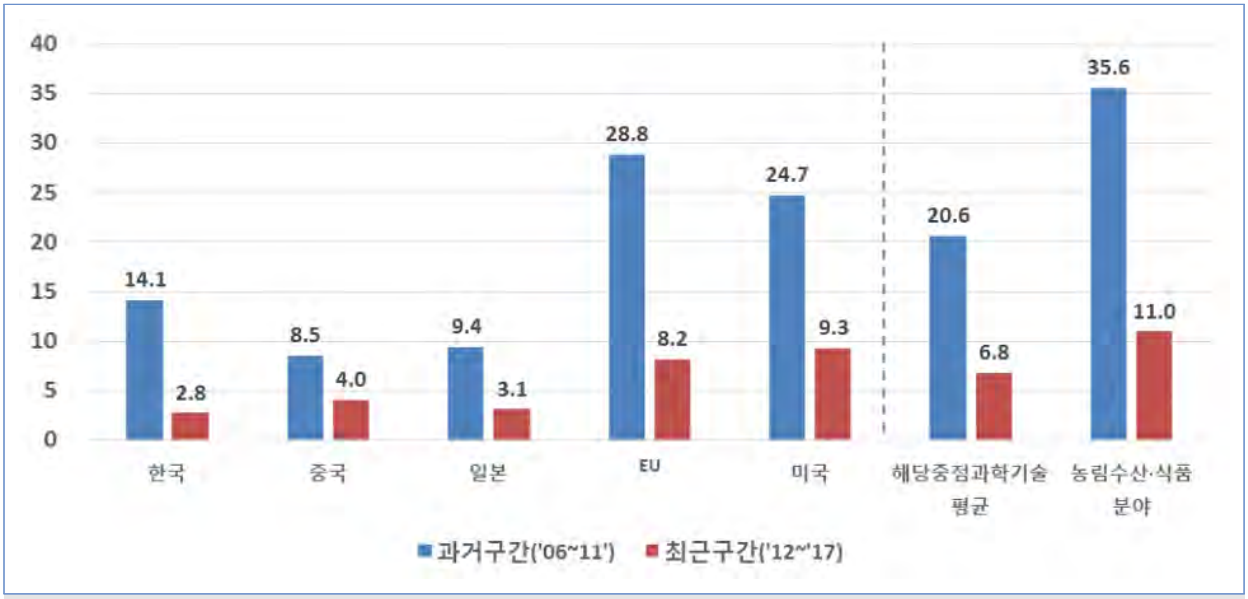


- 스마트팜 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

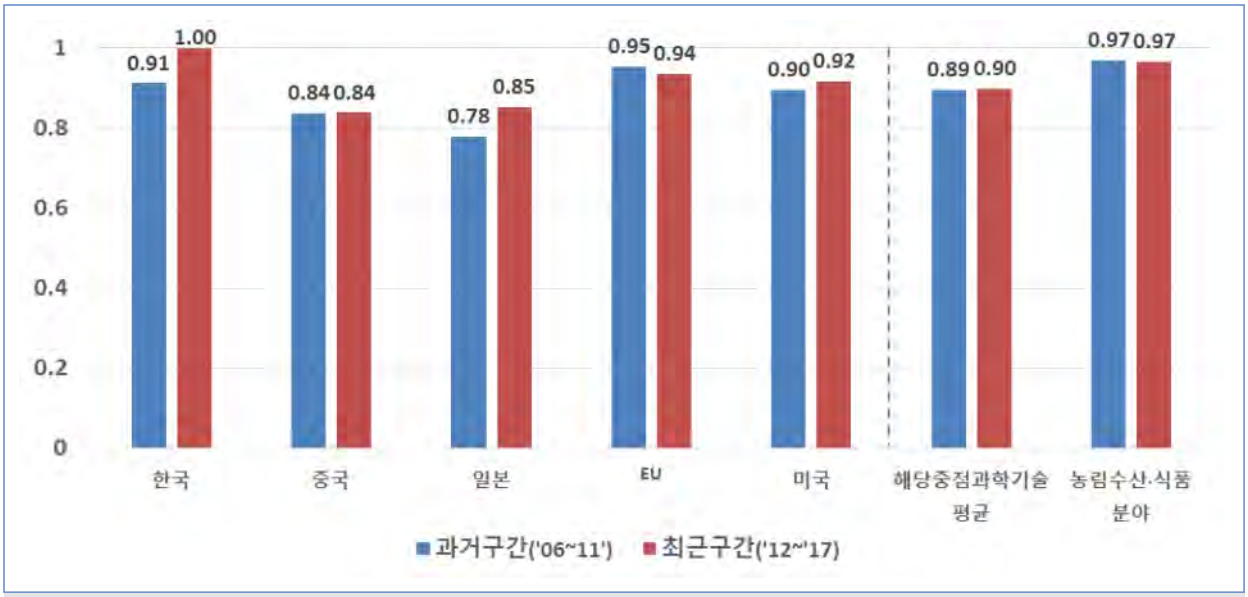
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



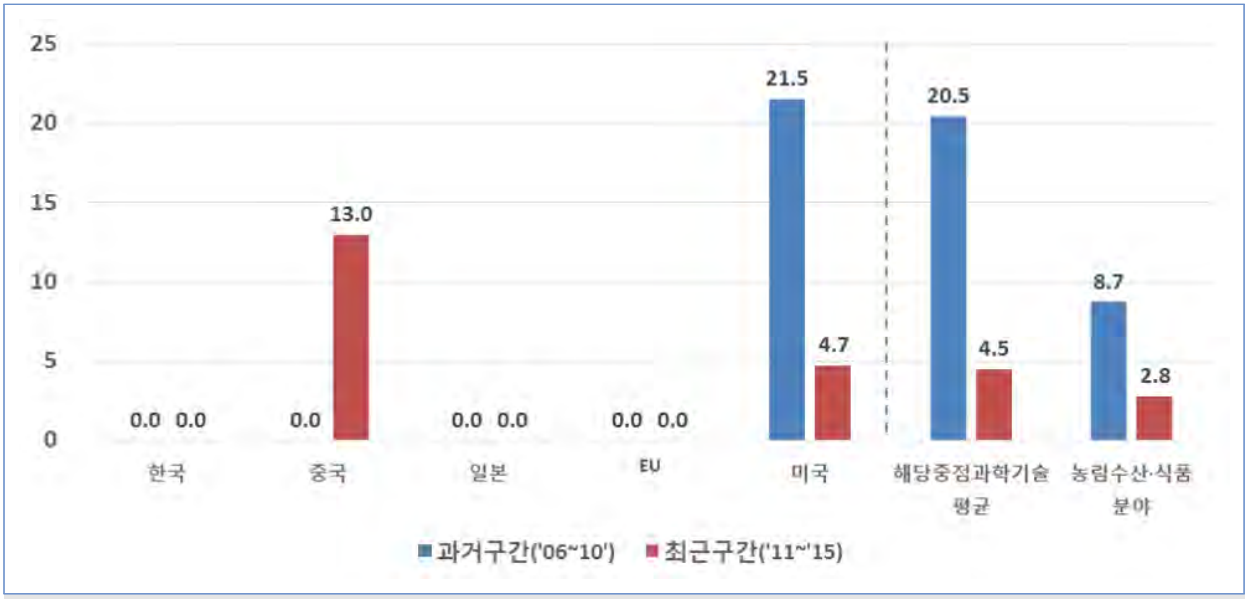
● 스마트팜 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



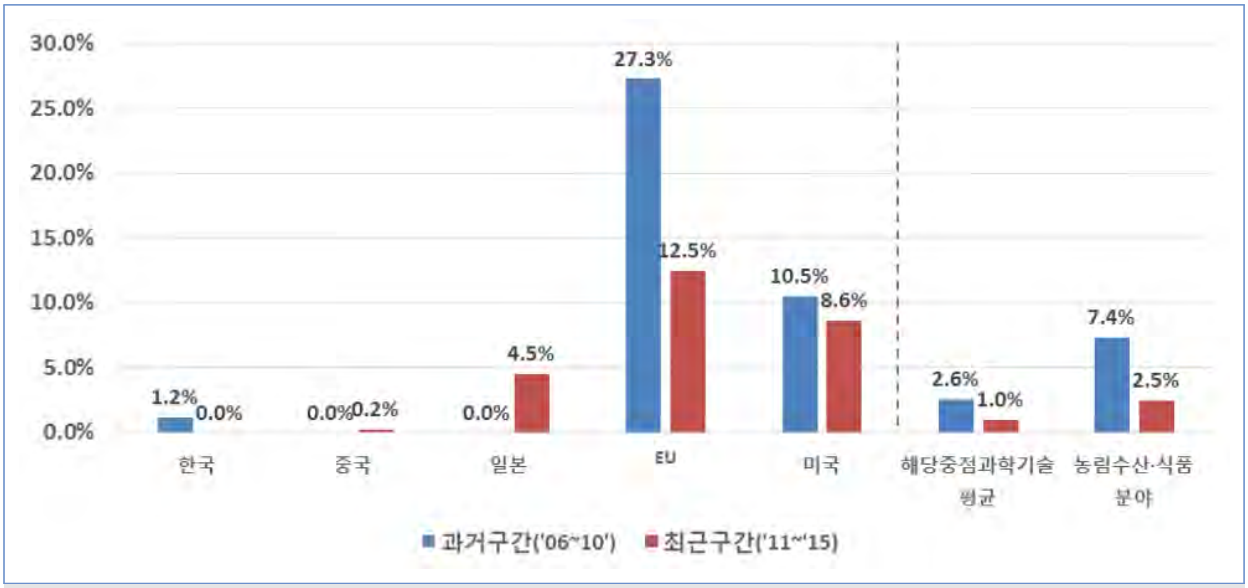
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 한국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



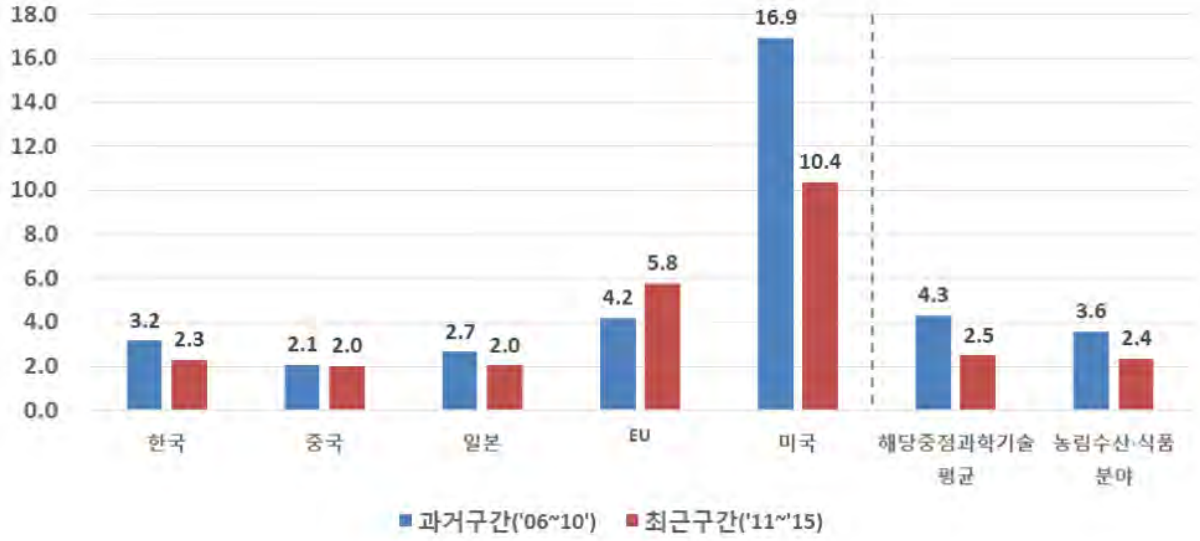
● 스마트팜 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 중국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 스마트팜 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 스마트팜 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

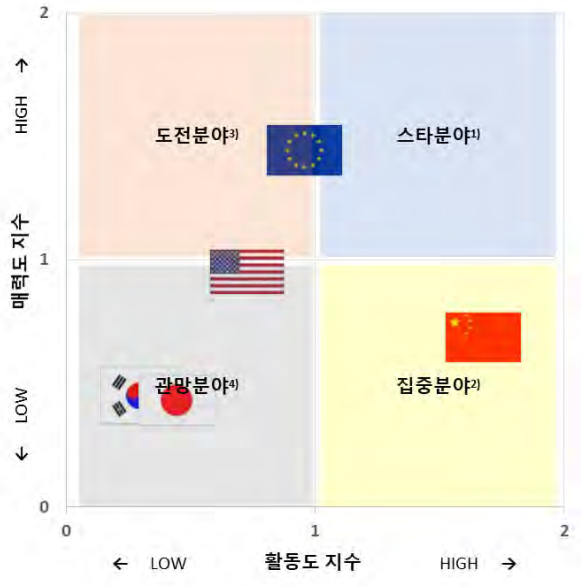
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

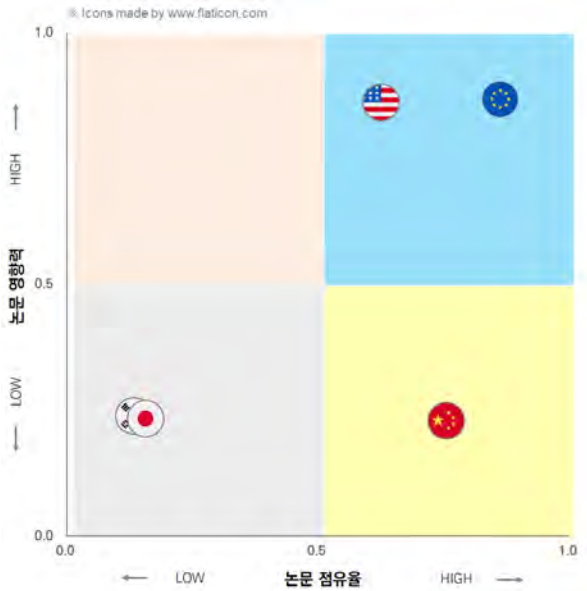
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트팜 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

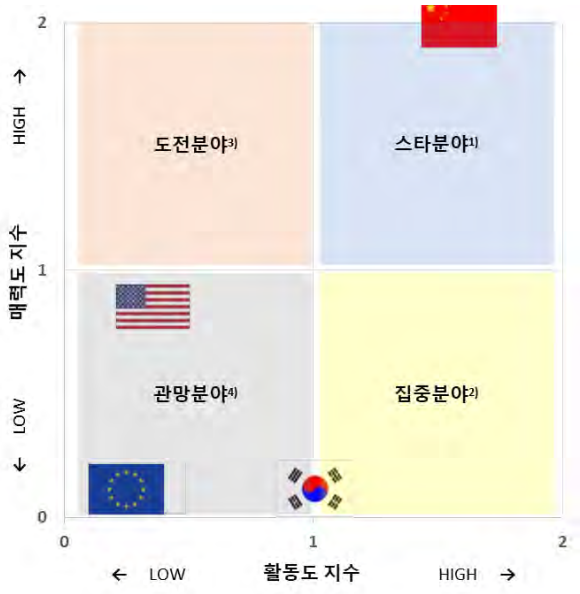


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

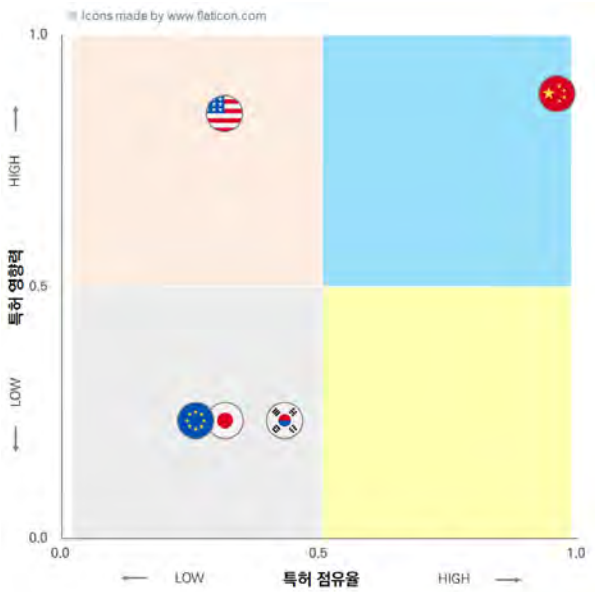
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트팜 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY(2.75%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '순천대학교'가 14.93%(글로벌 점유율은 0.37%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	8.89%	2.75%	172.50%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	3.46%	1.07%	-24.24%
3	WAGENINGEN UNIVERSITY	EU	2.23%	0.83%	64.71%
4	SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	2.27%	0.70%	92.31%
5	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	중국	2.27%	0.70%	71.43%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SUNCHON NATIONAL UNIVERSITY	14.93%	0.37%	85.71%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	9.70%	0.24%	125.00%
3	KONGJU NATIONAL UNIVERSITY	5.22%	0.13%	600.00%
4	YONSEI UNIVERSITY	2.99%	0.07%	300.00%
5	CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY	2.99%	0.07%	-66.67%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	8.89%	2.75%	172.50%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	3.46%	1.07%	-24.24%
3	SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	2.27%	0.70%	92.31%
4	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	2.27%	0.70%	71.43%
5	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.97%	0.61%	6.25%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	10.86%	0.44%	40.00%
2	EHIME UNIVERSITY	5.88%	0.24%	233.33%
3	HOKKAIDO UNIVERSITY	5.43%	0.22%	-66.67%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	4.52%	0.18%	133.33%
5	UNIVERSITY OF TSUKUBA	3.17%	0.13%	33.33%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WAGENINGEN UNIVERSITY	2.23%	0.83%	64.71%
2	UNIVERSITY OF TEHRAN	1.48%	0.55%	400.00%
3	ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI	1.19%	0.44%	66.67%
4	AARHUS UNIVERSITY	1.14%	0.43%	260.00%
5	UNIVERSITY OF BONN	0.99%	0.37%	85.71%

6 미국

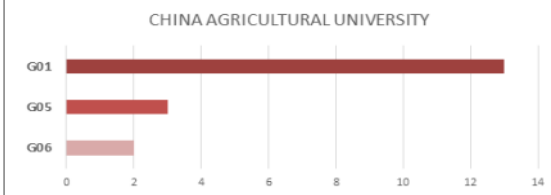
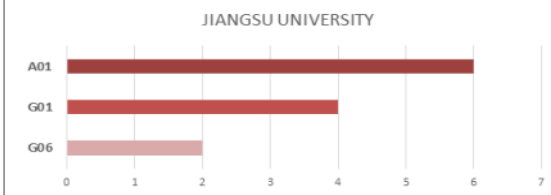
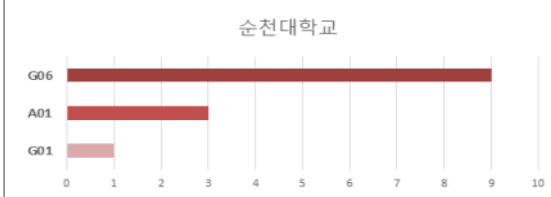
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF FLORIDA	2.50%	0.63%	225.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.43%	0.61%	-26.32%
3	IOWA STATE UNIVERSITY	2.06%	0.52%	54.55%
4	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	1.55%	0.39%	62.50%
5	WASHINGTON STATE UNIVERSITY	1.55%	0.39%	150.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '대한민국(농촌진흥청장)(1.53%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '대한민국(농촌진흥청장)'이 10.09%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '대한민국(농촌진흥청장)'는 G01(광학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

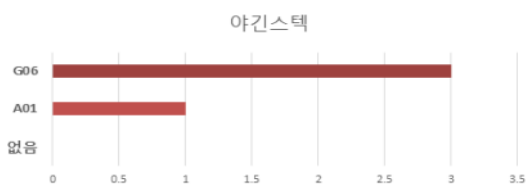
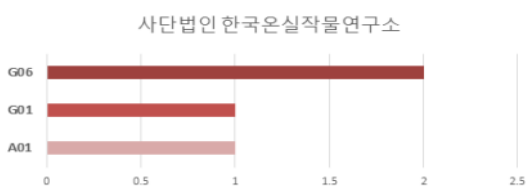
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대한민국(농촌진흥청장)	한국	10.09%	1.53%	-35.71%
2	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	2.00%	1.40%	500.00%
3	JIANGSU UNIVERSITY	중국	1.43%	1.00%	50.00%
4	순천대학교	한국	5.70%	0.87%	-37.50%
5	한국전자통신연구원	한국	4.39%	0.67%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
2		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학

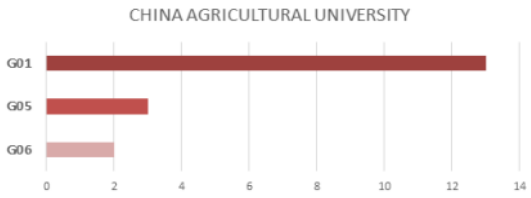
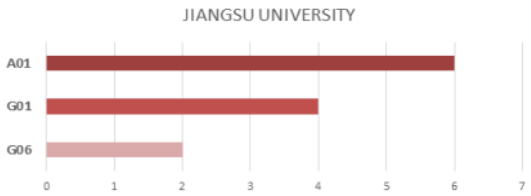
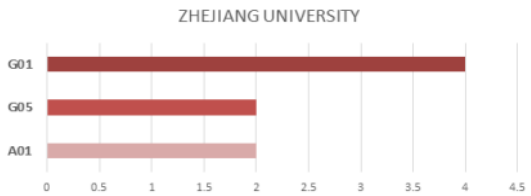
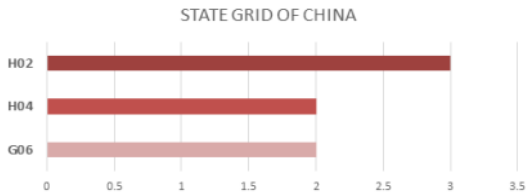
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대한민국(농촌진흥청장)	10.09%	1.53%	-35.71%
2	순천대학교	5.70%	0.87%	-37.50%
3	한국전자통신연구원	4.39%	0.67%	300.00%
4	야긴스텍	1.75%	0.27%	0.00%
5	사단법인 한국온실작물연구소	1.75%	0.27%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업

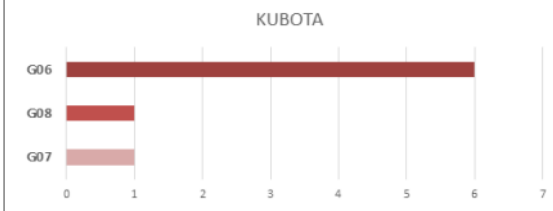
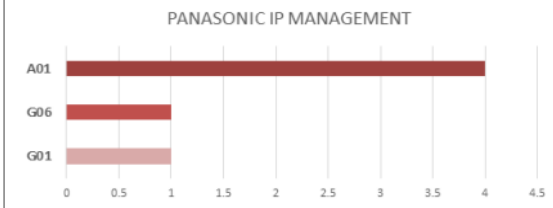
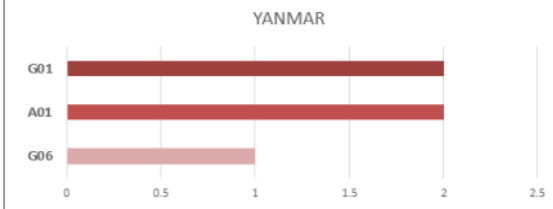
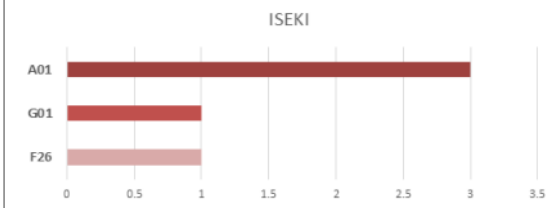
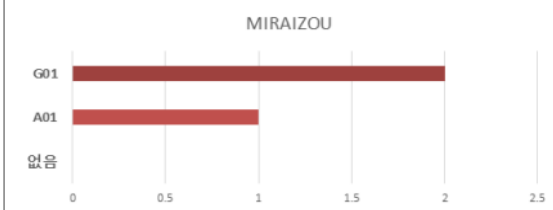
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	2.00%	1.40%	500.00%
2	JIANGSU UNIVERSITY	1.43%	1.00%	50.00%
3	YU XIANMEI	0.95%	0.67%	900.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.95%	0.67%	800.00%
5	STATE GRID OF CHINA	0.95%	0.67%	900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–
4		G01	광학
		G05	제어; 조정
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

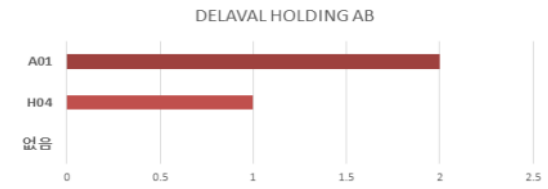
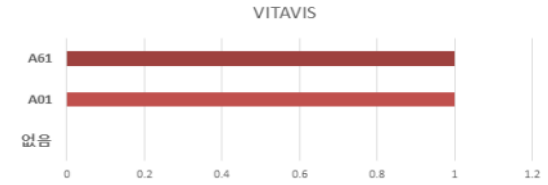
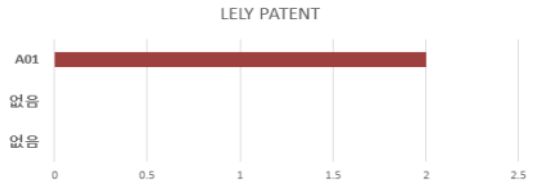
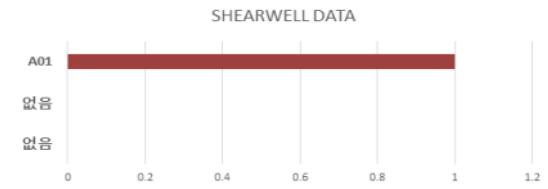
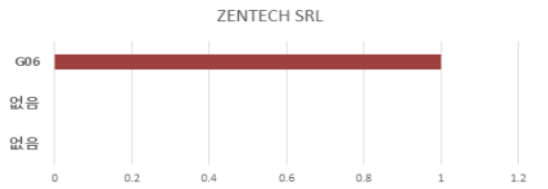
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KUBOTA	8.16%	0.53%	700.00%
2	PANASONIC IP MANAGEMENT	6.12%	0.40%	500.00%
3	YANMAR	6.12%	0.40%	100.00%
4	ISEKI	5.10%	0.33%	-75.00%
5	MIRAIZOU	3.06%	0.20%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		G07	검사장치
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
		F26	건조
5		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-

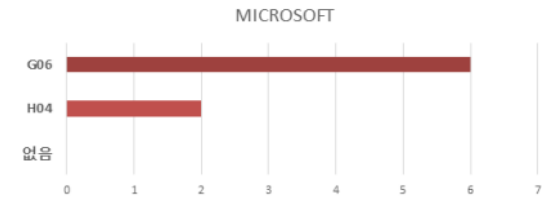
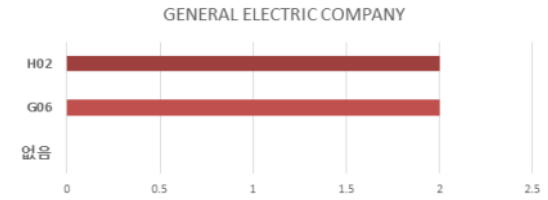
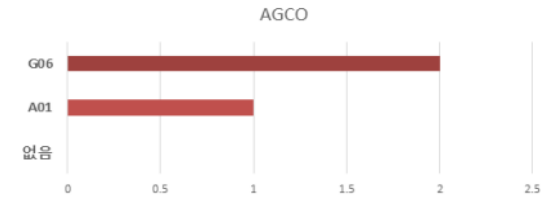
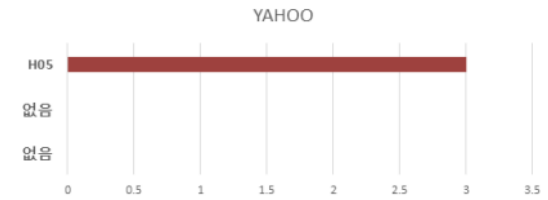
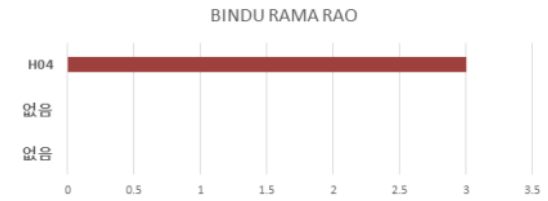
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	DELAVAL HOLDING AB	11.11%	0.20%	200.00%
2	VITAVIS	7.41%	0.13%	-100.00%
3	LELY PATENT	7.41%	0.13%	100.00%
4	SHEARWELL DATA	3.70%	0.07%	-100.00%
5	ZENTECH SRL	3.70%	0.07%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		H04	전기통신기술
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MICROSOFT	8.33%	0.53%	66.67%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	4.17%	0.27%	-100.00%
3	AGCO	3.13%	0.20%	200.00%
4	YAHOO	3.13%	0.20%	-50.00%
5	BINDU RAMA RAO	3.13%	0.20%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
4		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
		-	-
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

47 유용유전자 및 유전자원 개발 기술



47 유용유전자 및 유전자원 개발 기술

중점과학기술 개요

- 생물체의 유전체 염기서열을 분석하는 생물정보학 등을 이용해 동물, 식물, 미생물이 갖는 유용 유전자들을 대량 발굴하고 그 기능을 규명하여 산업화, 실용화에 적용하는 기술
- 다양한 돌연변이체를 유기하고 관행 및 생명공학 기술 육종방법을 통해 새로운 육성재료를 발굴하여 한국고유의 품종육성 재료를 확보하는 기술
- 국내 원산 유전자원에 대한 식별가능 기술을 확보하고 보존자원에 대한 활용제고를 위한 기술
- 주요 생물자원의 복원을 통하여 생물종 감소를 막고 생물자원의 지속가능한 이용을 위해 개체 내 유용물질을 발굴하고 분석하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

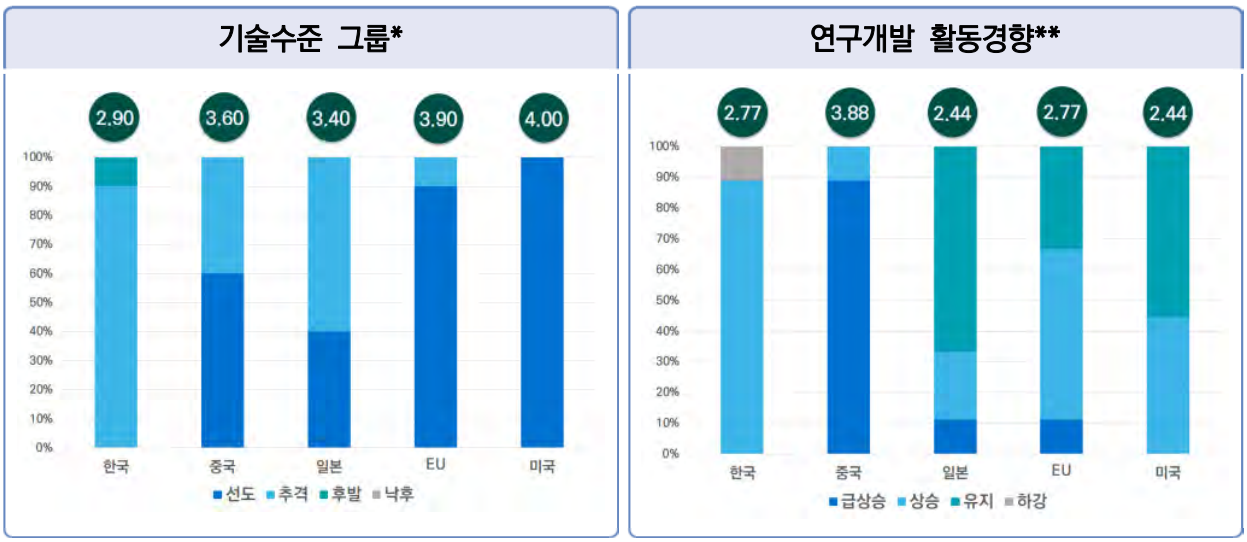
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.0	4.0	추격	우수	보통	상승
중국	92.0	2.0	선도	우수	우수	급상승
일본	90.0	2.0	추격	우수	우수	유지
EU	93.5	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	75.0	4.0	75.0	70.0	80.0	7.8	4.0	3.5	4.0	0.9
중국	93.0	2.0	92.0	90.0	100.0	9.6	2.0	0.5	2.0	1.3
일본	90.0	2.0	90.0	89.0	92.0	7.4	2.0	2.0	2.5	0.8
EU	94.0	1.0	93.5	90.0	95.0	2.9	1.0	1.0	1.0	0.3
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

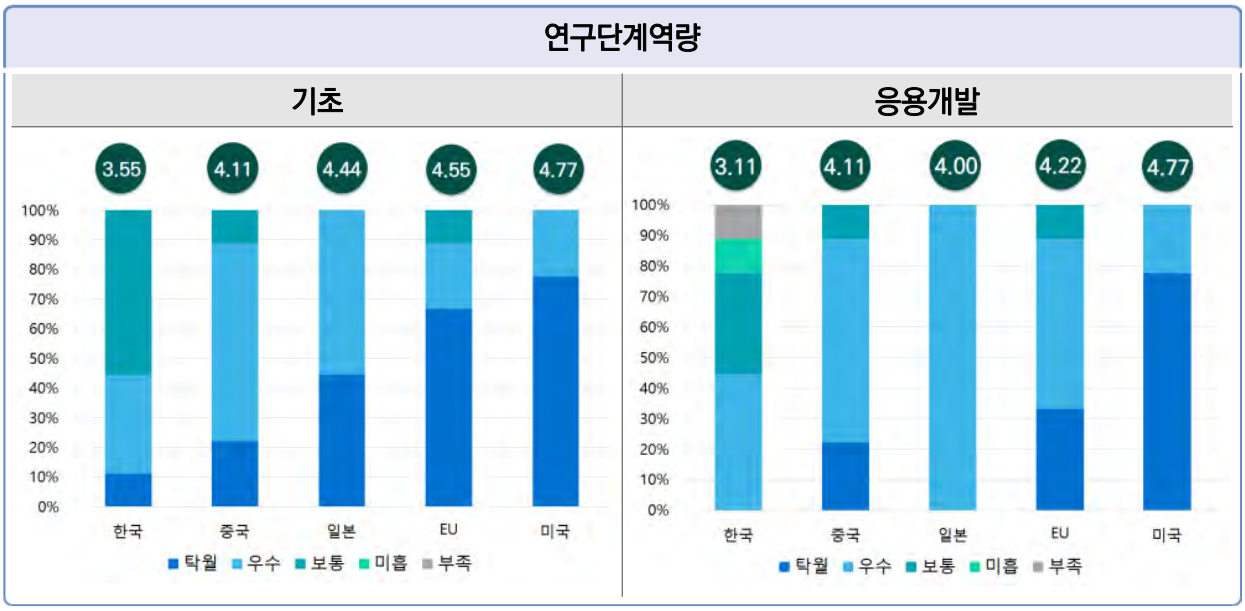
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.0%)	• 적은 인력과 연구비로 인해 어려움이 있고, 기업 참여도가 낮으나, 유전체 기술 접목에 있어 다방면에 공격적으로 연구를 수행하고 있음 • 정부, 대학, 연구소에서 유전자원의 개발과 확보 및 시스템 구축에 많은 노력을 기울이고 있음 • 연구 층이 얇고 산업적 활용이나 투자가 소규모임 • 최고기술 보유국을 추격하고 있으나 창의성 결여 및 기초분야에 대한 정부의 관심과 투자 미흡 • 유전자원보유 점수는 상당히 높은 편이나 시장성 있는 유용유전자 또는 유전자원의 개발이 미흡하고, 이용 가치와 연관된 자원의 정보와 공유정도가 낮은 편임
중국 (92.0%)	• 국가 주도로 대규모 투자와 더불어 다양한 시도 및 기술개발의 질적 향상을 유도하고 있음 • 최근 과감하고 지속적인 정부 투자로 최고 수준의 시설 지원과 최대 인원의 참여 지원으로 세계 최고 수준의 연구 인프라를 구축함. 집중적인 투자와 인적 역량 그리고 최근의 놀라운 성장속도를 감안하면 조만간 선도그룹에 진입할 것으로 예상됨 • 선진기술을 받아들이는데 집중하여 유용유전자 발굴 및 활용을 최근에는 선도하고 있음 • 체계적인 유전자원의 축적 관리와 기술의 발전, 세계 종자시장의 주도권 또한 높은 편임
일본 (90.0%)	• 국가적으로 통합운영관리를 잘하고 있으며 식물·미생물·동물로 나누어 유전자원관리를 운영함 • 기술력이 풍부하지만 폐쇄적인 연구문화로 인해 공격적인 선도 연구그룹에 뒤쳐지고 있음 • 여전히 선도그룹 진입이 가능한 기술수준에 머물러 있지만 최근 그 간격을 줄이지 못하고 있음 • 벼를 포함한 주요 작물에 꾸준한 투자와 연구가 지속됨 • 다른 나라에 비해 좀 더 엄격한 규제로 인해 발전 속도가 다소 늦춰진 상황
EU (93.5%)	• EU는 공동 연구개발을 통해 미국과 차별되는 친환경기술 개발에 집중하고 있으며, 데이터 공유체계 및 기업 후원 체계가 잘 발달해 있음 • 최고기술 보유국과 비교하여 기초/기반기술의 차이는 크지 않으나 산업화 역량에서 다소 미흡함 • 유전자원 개발에 대한 규제들이 있어서 연구에 제한이 있음 • 넓은 연구 층, 지속적인 산물의 축적, 국제적인 협력체계 유지 발전 • 정부주도의 대형 투자를 중심으로 성장 중
미국 (100%)	• 미국에서 선도적으로 진행하며 NIH 및 FDA에서 진행하는 기술 방향등에 대해 다른 국가들이 따라가고 있는 상황 • 유전자 조절기술은 지니고 있으나 기술수준의 문제가 아닌 사회적 움직임으로 인해 유용유전자 발굴 및 유용유전자원 확보 등의 기술연구가 진행되지 못하고 있음 • 정부와 산업계가 공동 혹은 독립적으로 선도적으로 첨단 기술을 적용하여 산업화에 노력 • 기존 최고기술 보유국으로 누적된 성과를 바탕으로 지속적 선두그룹 유지 • 풍부한 인적자원과 연구지원 및 연구교류로 지속적인 연구결과와 활용이 진행되고 있음 • 기초과학에서부터 응용과학까지 넓은 분야의 기술개발 및 연구 활동이 이루어짐 • 지속적인 정부의 투자, 세계를 선도하는 연구그룹의 신규연구 선도 및 기업의 적극적 참여

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 정부의 육성정책으로 인한 고급인력 축적 • 선진국과의 교류를 통해 기술 격차를 극복하고자하는 의지가 매우 강함 • 최근 융·복합 연구개발 문화가 조성중임 • 식물 조직배양기술, 자원 주권확보 분석기술 등에서 강점을 보임 • 개별 연구 수준은 전반적으로 매우 높은 편임	• 기술수준 향상을 위한 제도적 장치 등의 완화가 필요. 규제로 인해 새로운 산업적 시도가 어려움 • 성과위주의 연구평가와 학제, 융·복합 연구개발 문화가 여전히 부족함 • 생물정보와 같은 선두 영역 인력 부족 • 산업, 연구 규모가 작음
중국	• 정부의 강력한 육성 정책, 풍부한 연구인력, 공격적인 연구개발 투자. 기초, 응용, 기술개발 모든 분야의 적극적인 정부 지원 및 대규모 연구단지 시설 확충 • 선택과 집중으로 우수연구자에게 연구비를 대폭 지원해 주는 과감한 정책을 따르고 있음 • 국가의 정책으로 M&A 등을 통해 산업 군을 발전시키고 있음 • 인적 인프라를 확보하여 다른 선도 연구진의 연구방향 및 전략을 모방하는 방식으로 진행 • 미국 및 EU 등 선진국에서 수학한 과학자들의 대거 참여로 인해 유전자 개발 분야가 급속히 성장 중 • BGI와 같은 세계적 유전체 기업 및 유전체 분석 기술의 독자적 개발	• 급성장에 따른 부작용으로 연구진실성 및 질적 수준의 문제가 우려됨 • 세계적인 신뢰수준이 비교적 낮음 • 국가주도 연구개발로 인해 성과위주의 평가로 한국과 같은 어려움에 부딪힐 위험이 있음 • 창의성 결여 • 선택적 지원으로 인해 연구자 및 연구 그룹 간 연구수준 및 지원 정도에 편차가 심하여 국가 전반적인 과학수준을 높이기엔 어려움
일본	• 역사적으로 인프라 및 연구자본이 뛰어남 • 오랜 기간 기초, 응용연구 분야를 모두 활발히 진행함 • 핵심기술에 대한 집중적인 연구투자와 일본 특유의 산업화 경험으로 다른 경쟁국가보다 산업화를 선도할 가능성이 큼 • 정부의 지속적인 지원 • 새로운 농업에 대한 꾸준하고 지속적인 투자와 연구가 이루어지고 있음 • 전문 인력의 연계성 및 기초연구와 응용연구의 연계성이 높음	• 인력이 과거에 비해 줄어드는 경향을 보임 • 폐쇄적인 연구개발로 인해 융·복합이 필요한 미래 기술에 적응하기 어려운 연구 환경 • 관련분야의 세대교체가 원활하게 이루어지지 않고 있음 • 대규모 사업성 지원이 부족함
EU	• 미국 및 강점을 지니고 있는 국가들과 공동연구 및 EU자체 연구를 통해 추격 중 • 의료, 농식품 부분에서 OUR FOOD in 2030과 같은 EU 공동체 대규모 연구를 미국과 함께 추진 • 공동연구를 통해 미래 기술을 선도적으로 개발하여 산업화하는 플랫폼이 잘 갖추어져 있음	• 미국과의 공동추진으로 연구개발이 투명하게 진행되고 있어 경쟁국에 기술노출이 취약함 • 기술개발 속도 더딤 • 대규모 사업성 지원이 부족함

국가	강점분야	기타
	• 기초과학을 적극 지원하며, 기초연구과 응용연구 연계성이 높음 • 실용적 연구가 강하고 산업적 활용이 항상 연결되어 있어 산업적 효과를 이루어냄	
미국	• 핵심원천기술의 축적, 풍부한 고급인력, 우수한 연구 인프라 및 지속적인 연구개발 투자 • 의료, 농업 등 다양한 분야에서 유전체 신기술을 지속적으로 개발할 수 있는 기술력과 인프라를 충분히 갖추고 있음 - 핵심강점: 기업 주도의 연구개발을 통해 첨단 기술의 산업화가 가장 잘 이루어짐 • 새로운 기술의 개발이 활발함 • 산업적인 면에서의 규모가 커서 선순환구조를 확보하고 있음. • 연구자원 개발 및 활용을 위한 시스템이 잘 갖추어져 있고 연구교류가 활발함 • 오랫동안 누적된 우수한 연구기반을 바탕으로 지속적인 선도그룹을 유지하고 있음	• 인력의 외국인의 의존도가 높다. • 기술개발의 양극화 심화 • 최근 생물, 생명과학분야 연구비가 삭감

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	4위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 동일/타 대학 및 연구소의 연구자간 협력촉진을 위한 네트워킹조성 프로그램 개발 및 지원 • 자생식물 및 특용약성 식물의 연구 수행을 위해서 국내 연구진들의 협력이 반드시 필요 • 연구 분야별 전문 담당관을 지정, 지정된 담당관들의 전문적인 연구 관리를 하는 체계 마련 • 연구과제 대형화 및 융·복합 연구 지원을 통해 다양한 연구주체 및 연구 분야 간의 협업을 유도하여 원천기반 기술이 축적될 수 있도록 지원이 필요함 • 관련 산업 활성화를 통한 연구 결과물의 활용 • 협력 연구에 대한 성과는 가산점 부여 • 유전체 정보의 보존 및 확산을 담당할 수 있는 국가 유전체 정보 데이터베이스 구축. 기존 보고된 연구과제의 최종보고서 내용을 연구 분야별 취합 및 데이터베이스화하여 연구자, 국내 기업 등에 공개 운영
국제협력 촉진	• 기존의 국제공동연구에 성과가 있는 경우 실제 연구프로젝트를 수행할 수 있는 연구비 지원프로그램 개설. 현재의 국제협력은 travel fund처럼 네트워킹 조성을 위한 최소한의 프로그램만 가능한 상태 • 상호 데이터를 공유할 수 있는 분야에 대해 국제협력이 필요

	정책제언
	• 글로벌 선도 연구 집단과의 협업을 통해 최고 수준의 기술을 개발 • 기후변화 대응, 식량문제 해결, 생물다양성 보전 등과 같은 전 지구적 문제의 해결에 기여할 수 있도록 유도 • 인력교류, 기술교류, 자원교류가 용이하도록 교류의 창구가 필요함 • 국제협력 기여도 평가 체계 구축 • 명확한 목표를 수립하여 3년 이상의 기간으로 연구비와 함께 선진기관에 파견하는 프로그램을 개설. 상대적으로 소득이 적은 단기 훈련은 지양
인력양성 및 유치	• 국제공동연구의 인력양성차원에서 대학원생/연구원의 교차방문연구 프로그램 및 지원 필요 • 해외 유수 기관에서 연수할 수 있거나 공동 연구를 진행할 수 있는 프로젝트를 수행하는 방식으로 국내 전문 인력을 양성 • 빅데이터 분야 생물정보 분야에 대한 체계적인 인력양성을 위한 제도 마련 필요 • 양성된 인력에게 고급 일자리가 부여될 수 있도록 산업계의 활발한 참여가 필요. 역량 있는 인력양성을 위해서는 연구자의 전반적 소득 수준을 높이는 것이 필요 • 유용유전자 및 유전자원 개발 기술은 바이오산업 육성을 위한 근간으로, 이 분야의 기술수준 향상을 위해서는 유전체 빅데이터를 이용한 생물 정보 분석과 같은 새로운 기술 분야의 전문인력 양성 및 유치가 매우 시급함 • 인력은 가장 근간을 이루는 요소로 절대 단절되지 않으며 미래가능성을 심어주어 우수인재 유입을 적극 유도해야함 • 인재인력이 외국으로 빠져 나가는 것을 막기 위해 이공계 석박사 대학원들의 지원이 대기업 수준으로 상향되어야 함 • 논문발표와 같은 학문위주의 인력양성에서 기술위주의 인력 양성도 필요
인프라 구축	• 국제공동연구로 형성된 인프라를 국내시스템에 도입 할 수 있도록 심포지움 등 활성화 • 인적 인프라 외에 연구 환경에 있어서 사용되는 기계 및 장비 등의 인프라 확대가 필요 • 유용 유전자 및 유전자원 개발 기술에도 인프라 구축을 위한 연구비의 지원이 필요 • 개별과제보다는 사업단 혹은 연구단 수준에서 추진 • 생물정보 빅데이터 운용 및 활용을 위한 서버 접근성에 대한 대중화가 필요 • 지속적인 인프라 구축 투자와 더불어 기존에 확보된 연구시설장비의 활용도를 높이기 위한 시스템 개발 및 운영 활성화 방안이 필요 • 지역별/분야별로 운영시스템을 만들고, 연구 개발자들이 one-stop으로 모든 수요를 해결할 수 있도록 지원체계를 구축하는 것이 필요 • 수동적인 설문조사/빈칸 채우기로 하는 인프라 구축가 아닌 능동적인 인프라 구축이 필요 • 유용 유전자 및 유전자원 개발에 필요한 핵심기술 공공 기관 등을 활용하여 국가 거점화. 식물 재분화 거점, 국가 주요 생물의 표준유전체 구축 거점 등 • 사용할 수 없는 수준의 수집된 수많은 유전자원의 특성을 평가하고 활용 가능한 형태로 만들어 수집된 유전자원의 국가 인프라화 • 유용유전자 발굴을 위한 전체 유전자세트 넉아웃 라이브러리 구축 및 국가적 자원화. 현재 국내에서 활용하고 있는 외국의 유전자원센터 구축을 벤치마킹
법·제도 개선	• 교환학생 및 복수학위(Dual Degree)제를 작게는 연구실, 학과 및 학부단위로도 협약할 수 있도록 정부지원필요(영국, 일본의 경우 가능) • 생물자원의 복원 및 농축산업 유용 유전자원 확보 기술에 있어서 다양한 보조생식기술의 활용 및 다양한 동, 식물 종에 영역 확장

	정책제언
	• 동물 분야의 기술 확장 등을 위해서는 동물보호법 내에서 연구자들이 사회적인 관념에 위배되지 않는 이상 자유로운 연구를 활발히 진행할 수 있도록 법적, 제도적 개선을 하는 것이 필요 • 연구비 사용의 제도 개선이 필요 – 연구과제의 수행에 있어서 해당 과제의 특이성을 감안하여 주말사용에 대한 허용 – 연구비 사용에 대한 관리는 엄격하게 준수해야하나 융통성 있는 관리가 필요 • 데이터 공유 및 관리 체계에 대해 법적 지정 및 제도 마련 필요 – 국가 연구비로 생성된 데이터 일체에 대해 국가 관리 및 활용체계 마련을 위한 관리기관 지정 • 생명공학 연구의 마지막 성과인 GM(genetically modification) 기술에 대한 근거 없는 국민 불안과 거부감을 국가 정책 차원에서 불식시키는 노력의 필요성이 가장 큼 • 바이오산업 활성화를 가로막는 많은 규제가 많은 바이오벤처기업들이 이를 기술개발을 가로막는 가장 큰 제약요인으로 받아들임 • 연구개발 결과가 새로운 산업을 형성할 수 있는 지원체계로 바뀌어야 함 – 이를 통해 성공모델이 만들어지고, 젊은 인재와 투자 자본의 진입을 유도하는 선순환체계를 구축할 수 있음 • 법과 제도에 대해 신속한 판단이 필요함 – 유전자 교정 등의 신기술은 빠른 속도로 발전하면서 새로운 경쟁력을 만들기 위한 노력이 진행되고 있으나 해외에 비해 인허가 혹은 법적 검토가 늦어짐에 따라 경쟁력을 상실하는 상황 • 연구자의 자율성과 결과 위주의 평가제도 개선 필요 • 유용유전자 기능 연구 및 활용 등에 있어 중요한 기술인 유전자교정체의 규제 완화
연구비 확대	• 산발적인 소규모 연구보다는 주요 핵심 협력 과제에 대한 연구비 확대가 필요 • 연구비 확대는 인력양성과 인프라 구축의 직접적 근간이 됨 • 연구과제의 대형화 장기화 및 성실 실패의 인정 등을 통해 연구자들이 창의적이고 도전적인 과제에 집중할 수 있도록 유도해야함 • 미래 가치 창출의 근간이 될 수 있는 연구를 더욱 도전하게 할뿐 아니라 향후 젊은 세대가 도전하고 가능성을 발견하는 분야가 되도록 생태계를 확장해야함 • 전체 R&D 예산에 대한 기초 연구와 응용 연구에 대한 연구비 비율을 고정해서 기초연구가 지속적으로 지원될 수 있어야 함 • 논문, 특허 성과와 상관없는 유전자원을 활용 할 수 있는 상태로 만드는 내용의 연구비 조성 필요(예: 유용자원의 고정, 형질평가, 유전집단 창성)
기타 의견	• 유전체 분석 첨단 장비 개발, 관련 시약 개발의 연구에 대한 기획과 투자가 국가 연구기반에 중요한 사항으로 여겨짐. 중국의 경우 자체 개발된 유전체 분석 장비를 출시하며 장비와 시약시장을 장악해나가고 있는 실정. 반면에 국내 실정은 국내산 장비도 없고 시약도 없는 상황이어서 유전체 분석비용의 최소 50% 이상의 비용이 장비, 시약 값으로 그대로 외국에 나가고 있는 상황. 즉, 연구비의 반 정도에 해당되는 비용이 외국기업에 그대로 흘러가는 상황임. 여기에 유전체 정보 생산관련해서 기술이 부족하여 서비스 비용 또한 외국기업에 유출되고 있는 상황 • 농축산업 유용유전자원 확보, 유용형질 평가 및 대량평가 기술. 유전자원 확보와 유용형질 평가 관련해서는 기존처럼 동시에 여러 종들에 대한 평가보다는 국가적 전략품목을 대상으로 사용가능한 데이터가 나올 수 있도록 체계적이고 대량적인 평가가 필요하며, 이런 부분은 국가기관 또는 공공기관에서 수행하여 도출된 결과는 국가적 인프라로 사용하는 것이 타당해 보임. 현재와 같은 식의 형질평가 관련된 연구비는 유용데이터 도출과는 관계가 없어 보임. 또한 농축산분야 관련된 유전자원보다는 국가적 주권 확립이 덜된 해양 분야 유전자원의 확립 및 유용형질 평가 부분은 국내 연구 및 산업분야의 발전에 기반이 될 수 있는 포텐셜이 더 높아 보임

다 주요 분석 결과 요약

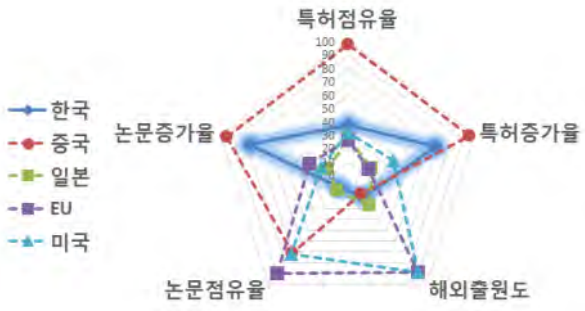
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	농림수산·식품	47,447	19,745	76.9%	144.0%
해당 중점과학기술명	유용유전자 및 유전자원 개발 기술	6,122	2,517	92.9%	130.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

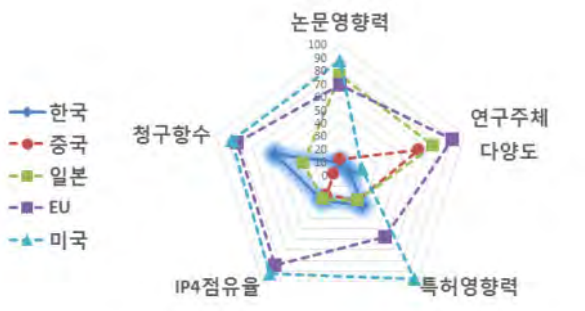
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	36.4%	76.6%	27.0	8.8
한국	5위	2위	5위	3위
	3.5%	11.0%	14.2	0.5
5개국 평균[2]	-	-	21.8	6.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

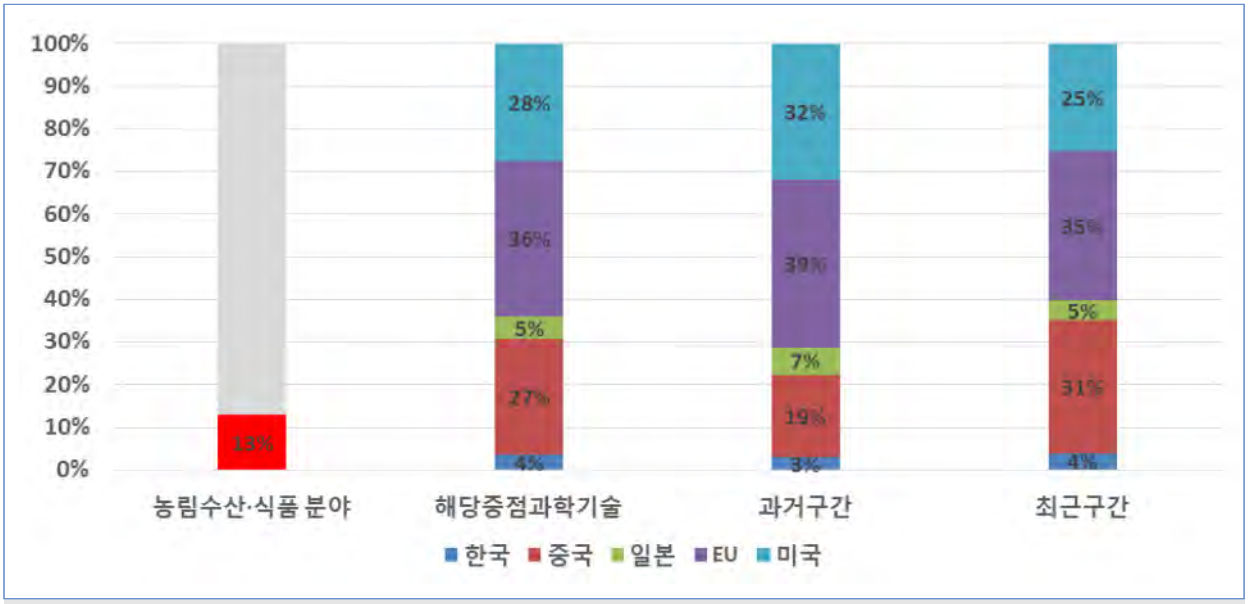
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.5%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(14.2)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(36.4%), 미국(27.5%), 중국(27.2%), 일본(5.4%), 한국(3.5%) 순이며, 논문 증가율은 중국(210.9%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(27.0), 일본(24.7), EU(23.5), 중국(14.8), 한국(14.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(11.0%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(0.5)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(76.6%), 한국(11.0%), 미국(6.6%), 일본(3.5%), EU(2.4%) 순이며, 특허 증가율은 중국(183.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 미국(7.5)이 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.8), EU(3.2), 한국(0.5), 일본(0.0), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(33.7%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.8)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.5%	27.2%	5.4%	36.4%	27.5%
	논문 증가율	154.1%	210.9%	40.1%	71.7%	52.6%
	논문 영향력	14.2	14.8	24.7	23.5	27.0
	연구주체 다양도	0.75	0.78	0.90	0.95	0.88
특허 분석	특허 점유율	11.0%	76.6%	3.5%	2.4%	6.6%
	특허 증가율	87.5%	183.9%	-26.0%	-35.1%	15.6%
	해외출원도	0.4	0.1	1.3	7.4	7.5
	특허 영향력	0.5	0.0	0.0	3.2	8.8
	IP4점유율	2.9%	0.2%	2.3%	27.9%	33.7%
	청구항수	5.5	1.9	4.2	7.4	7.8

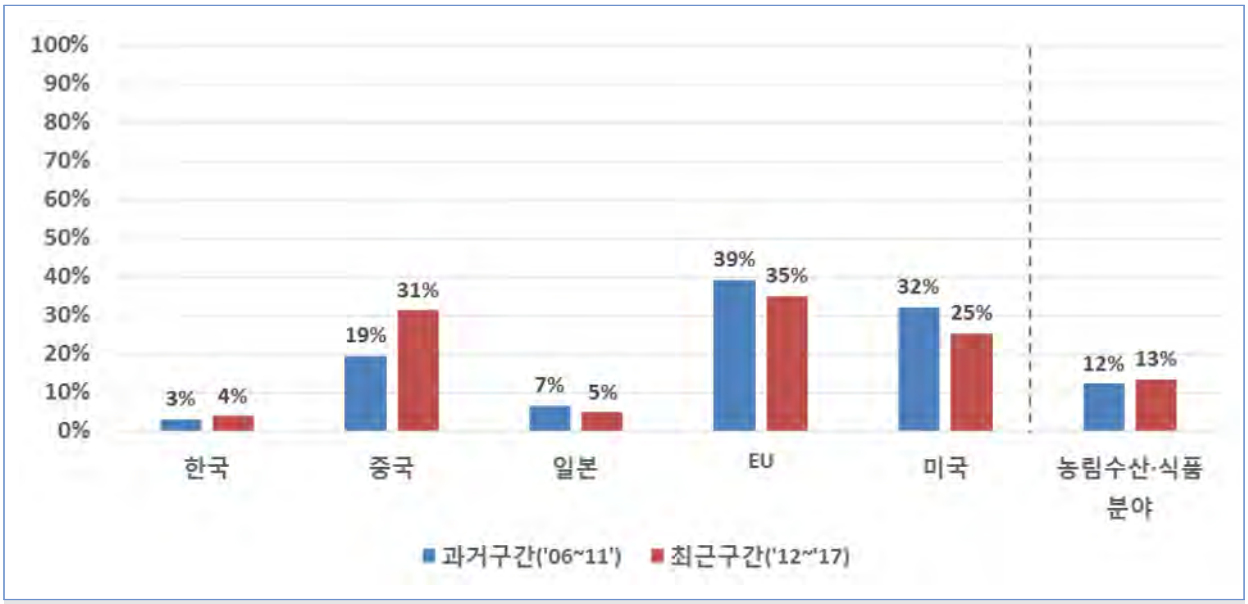
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 유용유전자 및 유전자원 개발 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2228건으로 전체 논문의 36%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 유용유전자 및 유전자원 개발 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 논문 중에서 13%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

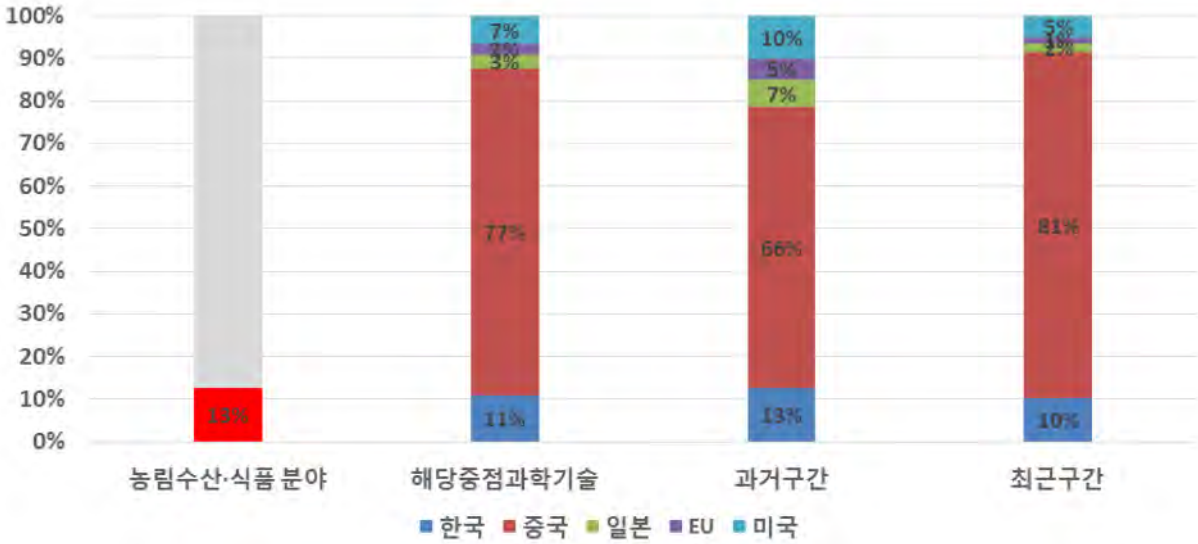


● 유용유전자 및 유전자원 개발 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 154.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	61	155	216	154.1%
중국	405	1,259	1,664	210.9%
일본	137	192	329	40.1%
EU	820	1,408	2,228	71.7%
미국	667	1,018	1,685	52.6%
전체	2,090	4,032	6,122	92.9%

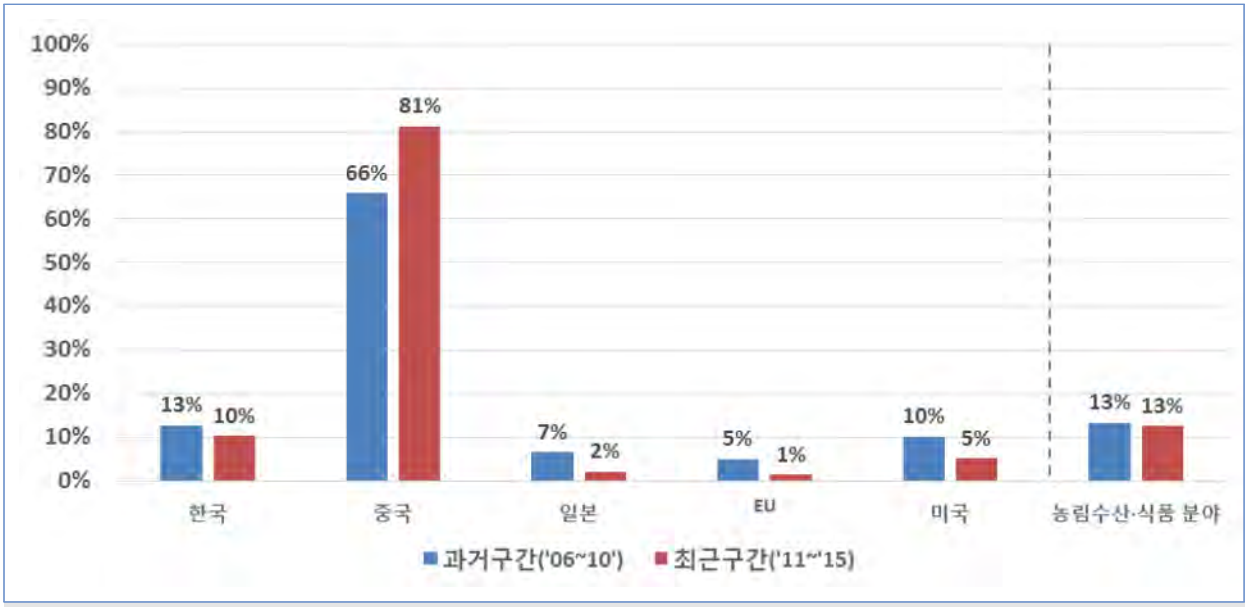
(4) 특허 점유율(전체)



- 유용유전자 및 유전자원 개발 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1927건으로 전체 특허의 77%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 유용유전자 및 유전자원 개발 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 특허 중에서 13%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



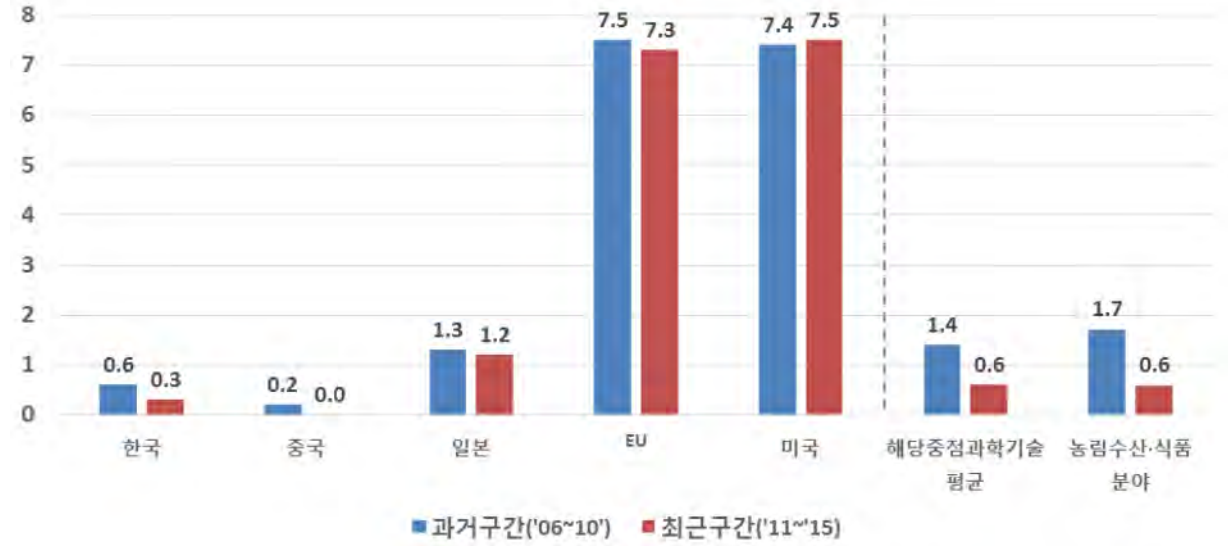
● 유용유전자 및 유전자원 개발 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 87.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	96	180	276	87.5%
중국	502	1,425	1,927	183.9%
일본	50	37	87	-26.0%
EU	37	24	61	-35.1%
미국	77	89	166	15.6%
전체	762	1,755	2,517	130.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

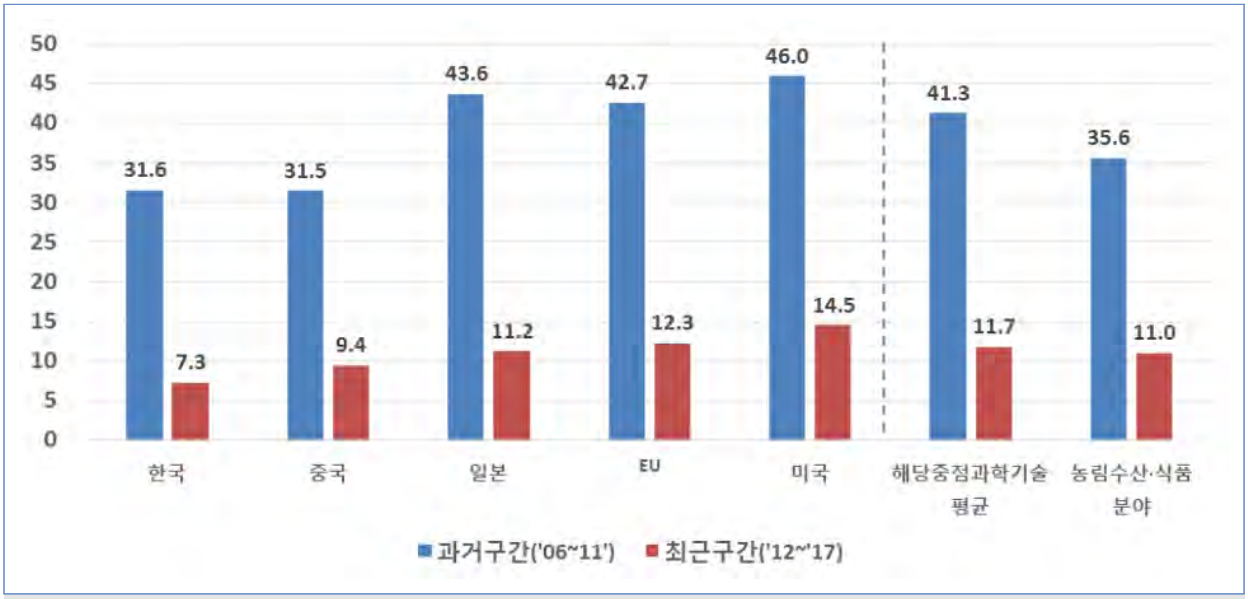


● 유용유전자 및 유전자원 개발 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 EU의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

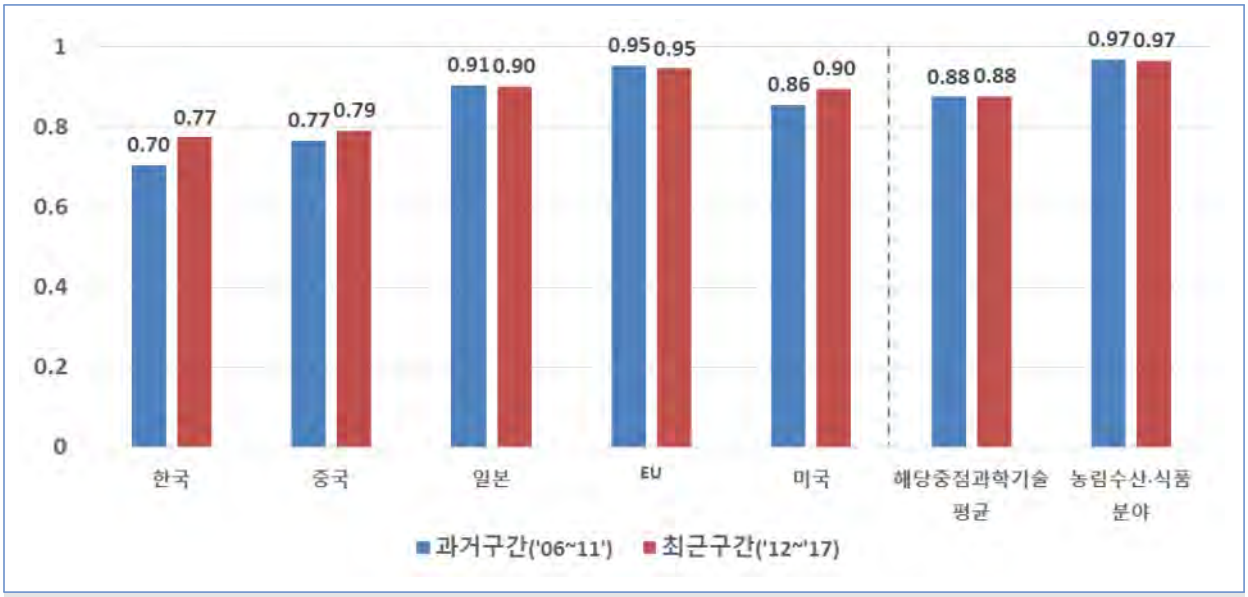
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



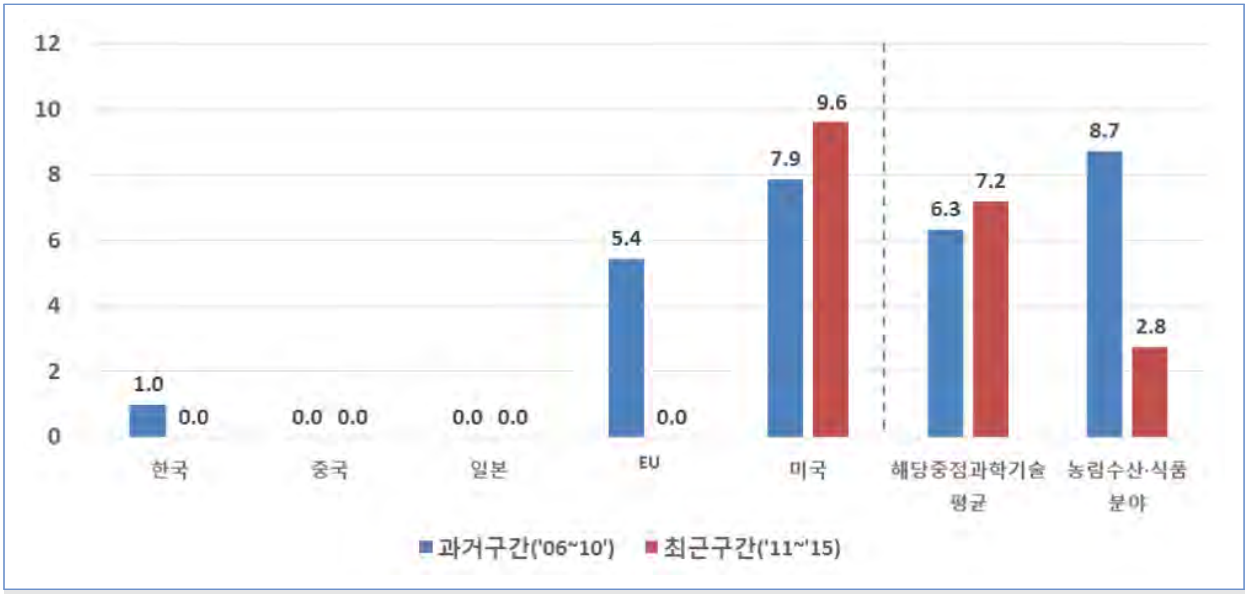
● 유용유전자 및 유전자원 개발 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



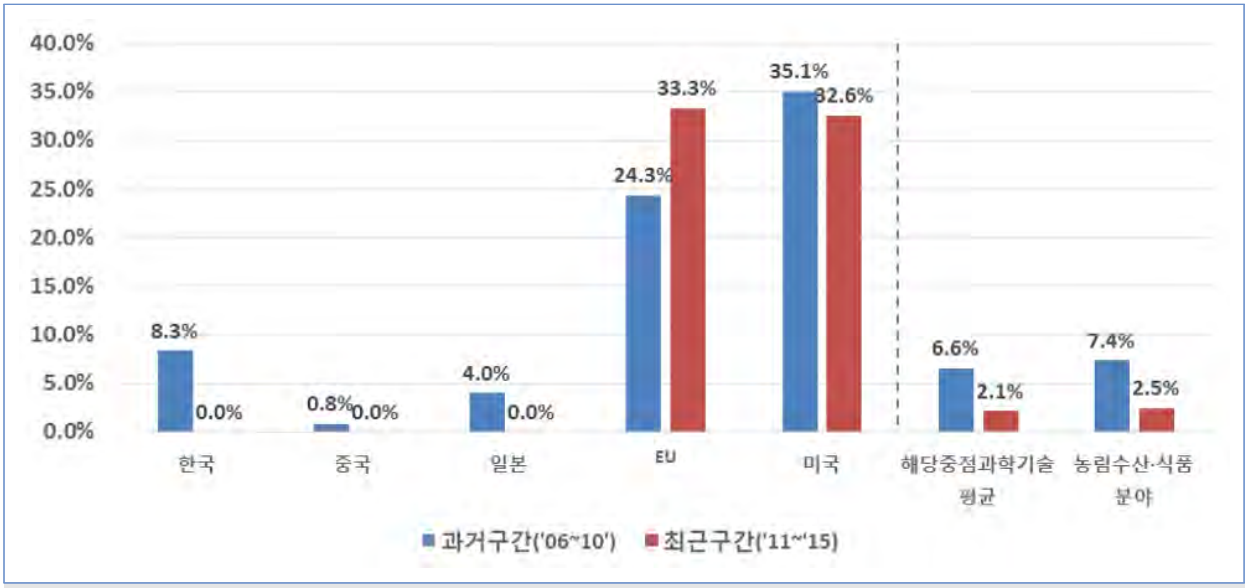
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



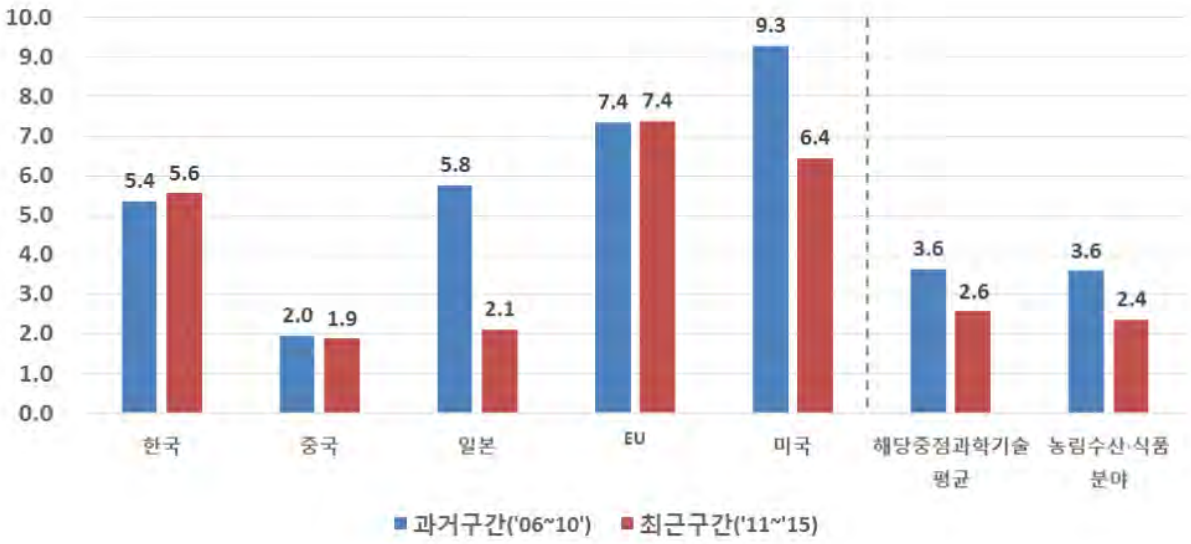
● 유용유전자 및 유전자원 개발 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 유용유전자 및 유전자원 개발 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 유용유전자 및 유전자원 개발 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

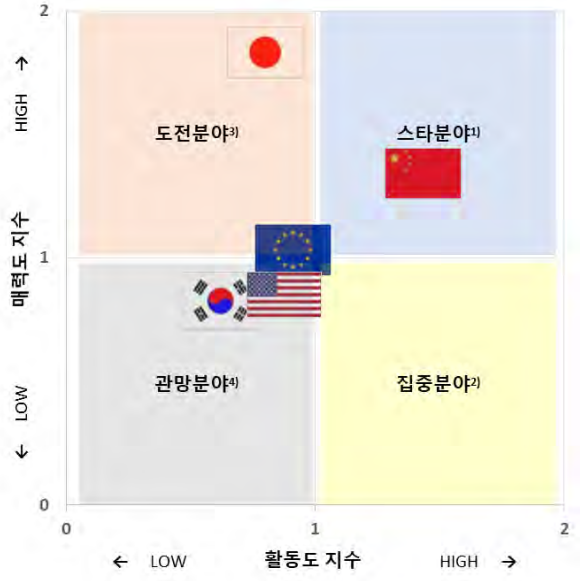
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

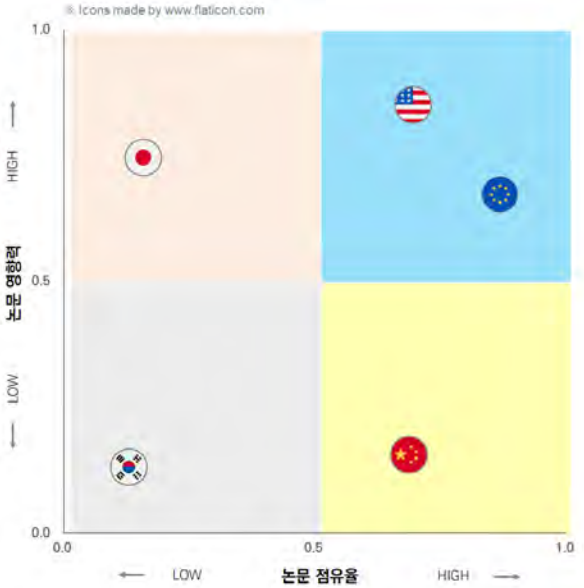
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 유용유전자 및 유전자원 개발 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

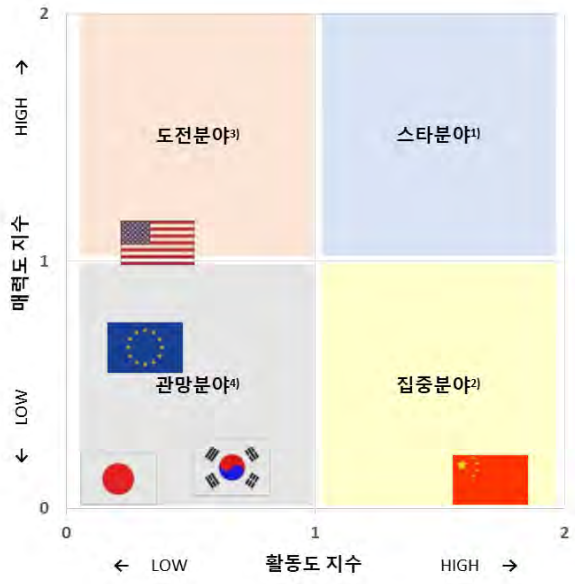


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

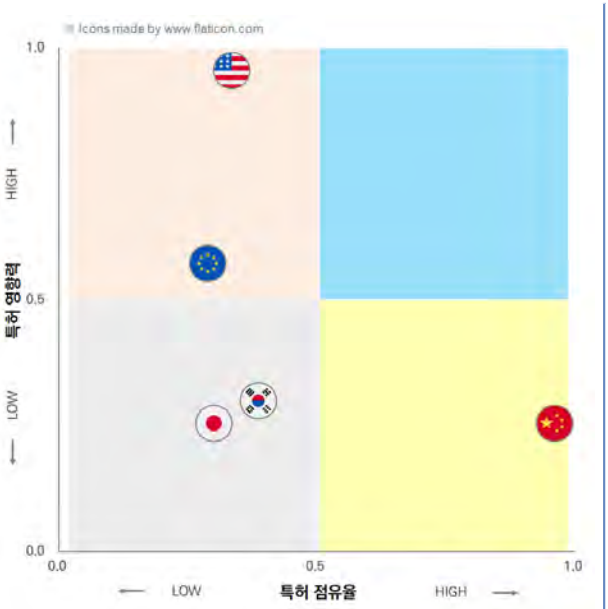
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 유용유전자 및 유전자원 개발 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY(1.81%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 11.11%(글로벌 점유율은 0.39%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	6.67%	1.81%	126.47%
2	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	5.77%	1.57%	364.71%
3	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	4.87%	1.32%	137.50%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	4.21%	1.14%	150.00%
5	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.74%	1.03%	3.23%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	11.11%	0.39%	40.00%
2	CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY	6.48%	0.23%	80.00%
3	KONKUK UNIVERSITY	6.02%	0.21%	1100.00%
4	SUNCHON NATIONAL UNIVERSITY	4.63%	0.16%	900.00%
5	CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY	3.70%	0.13%	66.67%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	6.67%	1.81%	126.47%
2	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	5.77%	1.57%	364.71%
3	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	4.87%	1.32%	137.50%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	4.21%	1.14%	150.00%
5	INSTITUTE OF CROP SCIENCE	2.22%	0.60%	136.36%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TSUKUBA	7.29%	0.39%	-50.00%
2	NATIONAL INSTITUTE OF AGROBIOLOGICAL SCIENCES	6.08%	0.33%	-46.15%
3	HOKKAIDO UNIVERSITY	5.47%	0.29%	100.00%
4	OBIHIRO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND VETERINARY MEDICINE	3.34%	0.18%	-42.86%
5	TOHOKU UNIVERSITY	3.04%	0.16%	300.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WAGENINGEN UNIVERSITY	2.06%	0.75%	55.56%
2	UNIVERSITY OF EDINBURGH	1.26%	0.46%	266.67%
3	NORWICH RESEARCH PARK	1.03%	0.38%	9.09%
4	SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES	0.90%	0.33%	133.33%
5	INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE	0.85%	0.31%	-10.00%

6 미국

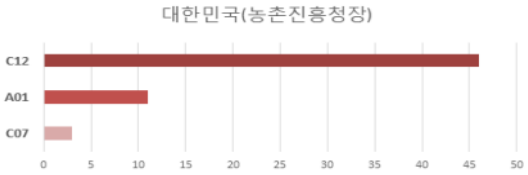
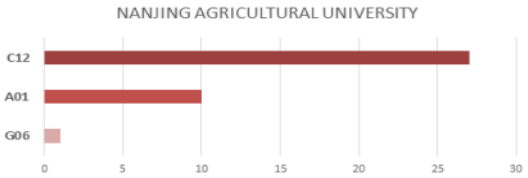
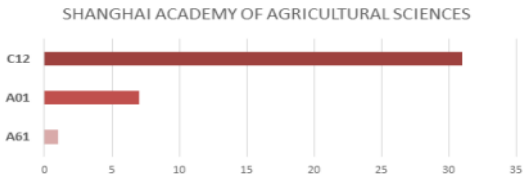
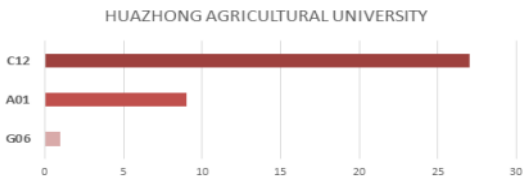
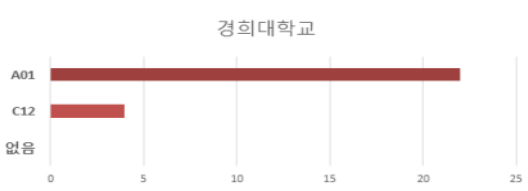
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.74%	1.03%	3.23%
2	CORNELL UNIVERSITY	3.15%	0.87%	-23.33%
3	UNIVERSITY OF FLORIDA	2.61%	0.72%	31.58%
4	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	1.90%	0.52%	333.33%
5	IOWA STATE UNIVERSITY	1.72%	0.47%	-6.67%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '대한민국(농촌진흥청장)(2.42%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '대한민국(농촌진흥청장)'가 22.10%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '대한민국(농촌진흥청장)'은 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대한민국(농촌진흥청장)	한국	22.10%	2.42%	54.17%
2	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	2.08%	1.59%	85.71%
3	SHANGHAI ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	중국	2.02%	1.55%	125.00%
4	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	1.97%	1.51%	11.11%
5	경희대학교	한국	9.42%	1.03%	2400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C07	유기화학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–

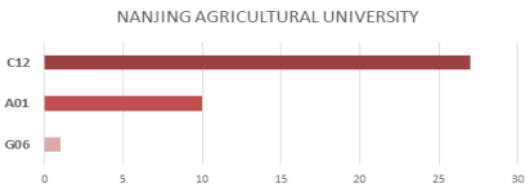
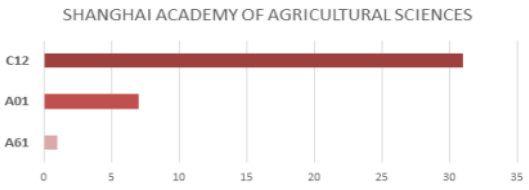
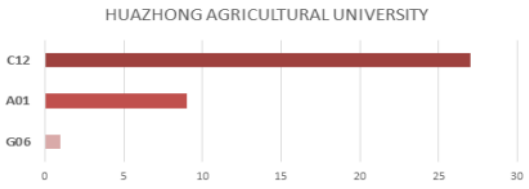
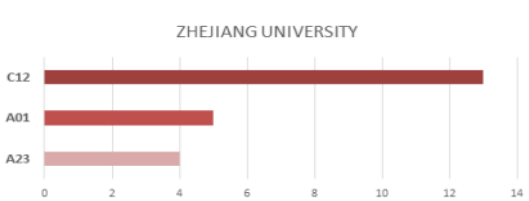
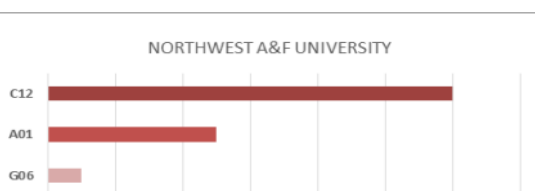
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대한민국(농촌진흥청장)	22.10%	2.42%	54.17%
2	경희대학교	9.42%	1.03%	2400.00%
3	연세대학교	4.71%	0.52%	233.33%
4	한국생명공학연구원	4.35%	0.48%	100.00%
5	서울대학교	3.26%	0.36%	-20.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C07	유기화학
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		-	-

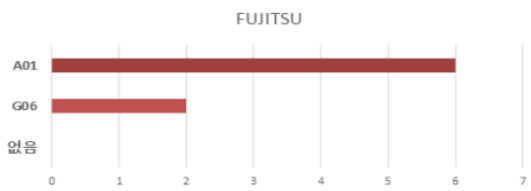
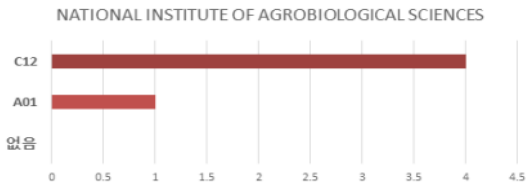
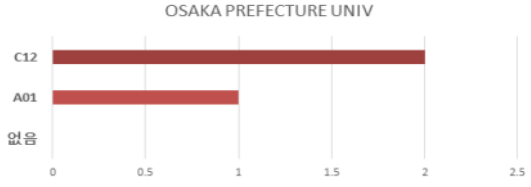
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	2.08%	1.59%	85.71%
2	SHANGHAI ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	2.02%	1.55%	125.00%
3	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.97%	1.51%	11.11%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.35%	1.03%	320.00%
5	NORTHWEST A&F UNIVERSITY	1.09%	0.83%	62.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

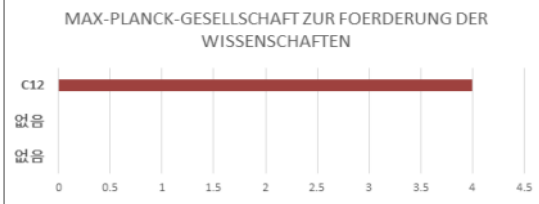
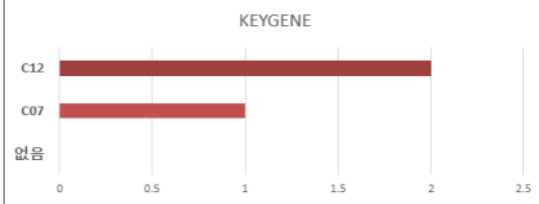
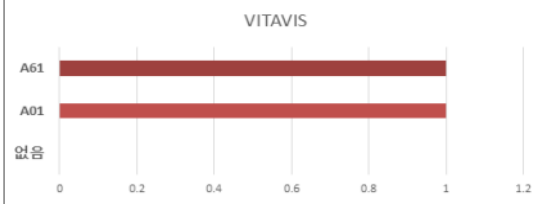
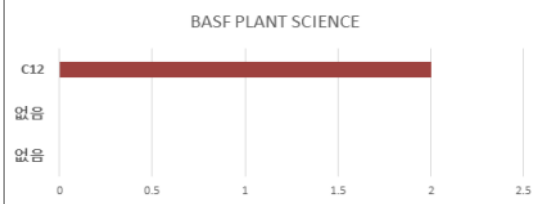
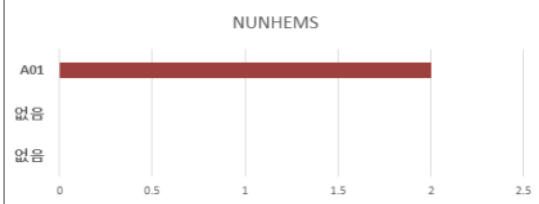
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUJITSU	9.20%	0.32%	700.00%
2	NATIONAL INSTITUTE OF AGROBIOLOGICAL SCIENCES	5.75%	0.20%	-100.00%
3	ARKRAY	3.45%	0.12%	-100.00%
4	OSAKA PREFECTURE UNIV	3.45%	0.12%	100.00%
5	NATIONAL AGRICULTURE AND FOOD RESEARCH ORGANIZATION	3.45%	0.12%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–

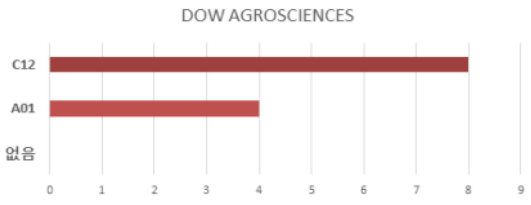
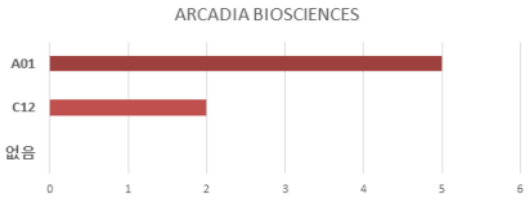
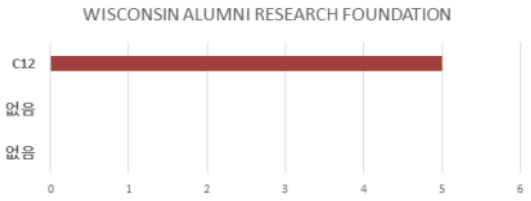
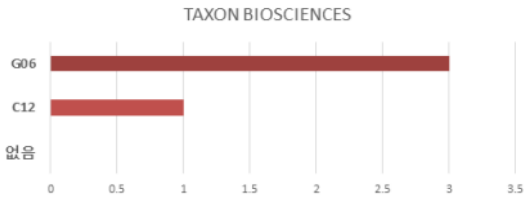
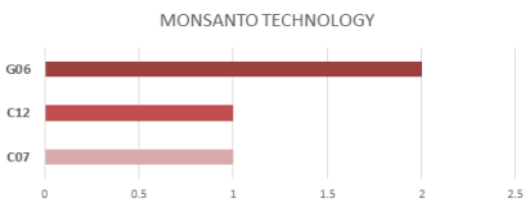
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER WISSENSCHAFTEN	6.56%	0.16%	300.00%
2	KEYGENE	4.92%	0.12%	-100.00%
3	VITAVIS	3.28%	0.08%	-100.00%
4	BASF PLANT SCIENCE	3.28%	0.08%	-100.00%
5	NUNHEMS	3.28%	0.08%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		-	-
		-	-
2		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		C07	유기화학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
4		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		-	-
		-	-
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	DOW AGROSCIENCES	7.23%	0.48%	400.00%
2	ARCADIA BIOSCIENCES	4.22%	0.28%	-25.00%
3	WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION	3.01%	0.20%	-33.33%
4	TAXON BIOSCIENCES	2.41%	0.16%	300.00%
5	MONSANTO TECHNOLOGY	2.41%	0.16%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학

48 친환경 사양기술



48 친환경 사양기술

중점과학기술 개요

☑ 지속가능한 축·수산업 육성, 국제경쟁력 강화를 위한 친환경 축·수산물 개발, 부존사료자원 이용, 동물복지형 사육환경 개선, 항생제 대체물질 개발 및 이를 이용한 생산성 증진, 친환경 사양 프로그램 개발 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

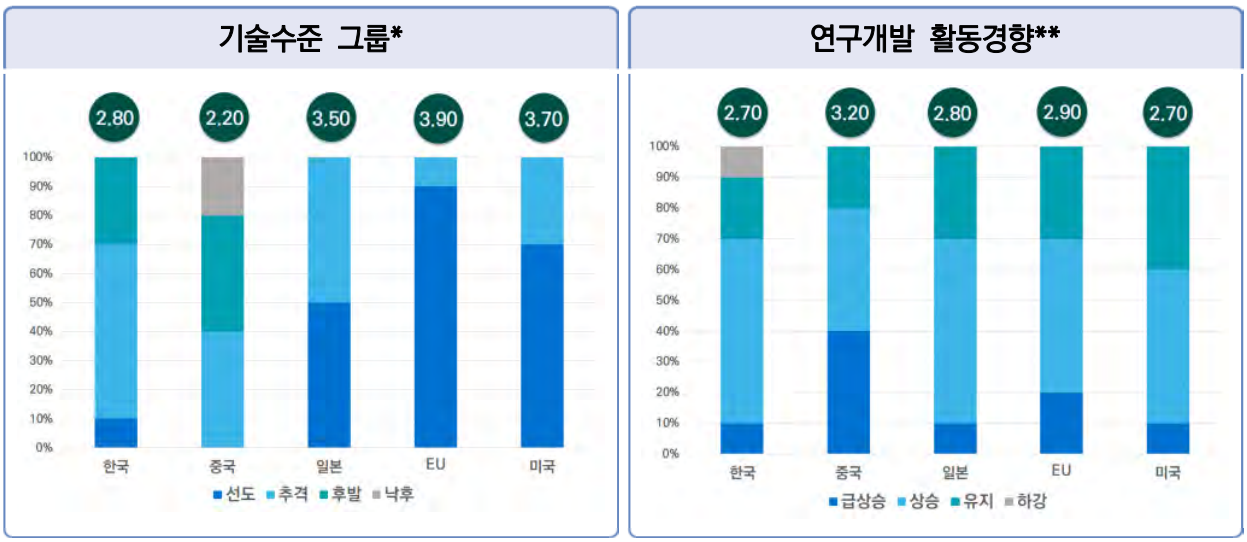
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.5	7.5	추격	보통	보통	상승
중국	63.0	8.8	후발	보통	보통	상승
일본	87.5	2.5	선도	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	우수	탁월	상승
미국	95.0	2.0	선도	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	75.5	7.5	75.5	63.0	85.0	14.6	7.5	4.0	10.0	3.6
중국	66.0	7.5	63.0	50.0	70.0	14.1	8.8	5.0	12.0	3.6
일본	87.5	3.0	87.5	80.0	92.0	7.3	2.5	1.5	4.0	2.0
EU	100.0	0.0	100.0	99.0	100.0	7.4	0.0	0.0	0.0	1.3
미국	95.0	2.0	95.0	80.0	96.0	12.5	2.0	0.5	4.0	2.0

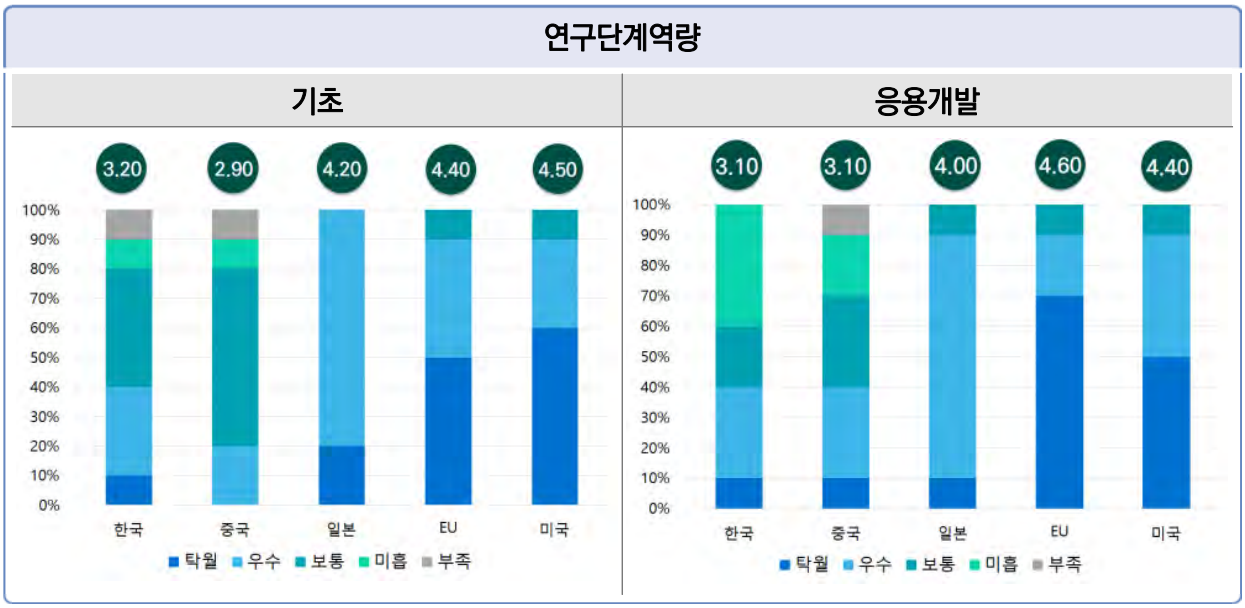
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.5%)	• 생산성 세계적 하위 수준으로 개선 시급 • 산업화 원천기술이 부족하여 기술을 수입하고 있음 • 4차 산업혁명의 농축 산업분야 접목 시도에도 불구하고 연구개발 투자 및 인적 인프라 확대의 답보 상태 • 축산에서 친환경 쪽으로 추진을 하고 있으나, 국가정책 및 원료 규제 등에 제약이 많음 • 최근 친환경 동물복지 정책 및 연구를 EU 벤치마킹하여 강세 추세 • 전염성 질병 발생으로 연견이 불리 • 연구 성과, 정책적인 전략, 그리고 생산자 및 소비자의 인식이 아직 부족
중국 (63.0%)	• 생산성과 위생 및 신뢰 개념 구축 시급 • 큰 농장의 경우 AI 접목을 통한 새로운 양돈 생산 시스템 구축 노력 • 최근 빠른 속도로 기술개발이 진행되어 연구인력 및 수준 향상 • 넓은 국토면적과 저렴한 인건비 그리고 자원의 풍부함 및 사료의 자급화 등의 여건으로 급속한 발전이 예상 • 연구개발 및 산업적 활용에 대한 지속적 투자 확대로 최고기술 보유국과의 수준 격차를 획기적으로 좁히고 있음 • 기술개발 보다는 타 국의 기술을 도입하여 원료의 대량 생산 쪽에 치우쳐 있다고 판단 • 축산업의 규모화 등을 위해 외국기술을 과감하게 도입하고 있지만 친환경사양 전반에 걸친 기술수준은 아직 미흡 • 친환경 및 축산물 안전성에 중점적 연구를 진행중
일본 (87.5%)	• 생산성이 유럽보다 낮음 • 국토면적 대비 사육환경 및 사육두수가 적절함 • 사육농가의 의식 수준이 전문화 되어있음 • 동물복지형 사육농장 운영 및 현장적용 가능한 스마트팜 운영 • 민, 관, 연의 사육기술의 지속적 개발과 적용 • 농축산업분야의 전반적인 선도연구 부족으로 인한 학술 및 산업재산권 분야의 양적인 성과 부족 • 최고기술 보유국의 연구 능력과 성과를 모방하고 이에 더해 원천 기술을 확보하고자 하는 노력을 기울이고 있음 • 비교적 선진 기술을 보유하고 있으나, 기술 간의 융합과 개량 능력이 선두에 비해 다소 저조함 • 개발 기술의 적용이 용이하도록 기술이전에 투자하고 있음
EU (100%)	• 다산성 모돈 개량으로 양돈 생산성의 지속적 상승 • 유기농과 친환경 축산물 시장 창출 세계적 동물복지 모델 제시 • 지속가능한 축산업 유지 및 동물복지형 축사 운영 및 엄격한 법률적 지원, 부존 사료 활용, 자동화 기술 확보 및 보급 등 • 산학관연 연계 친환경 사양기술 개발 결과의 산업적 적용 및 피드백의 일관된 체계를 구축하여 R&D 시스템의 모범적 사례를 보임 • 산학연관의 협력을 통해 원천기술이 확보되어 있고 새로운 기술개발에 대한 연구 활동이 다각도로 이루어지고 있음 • 무항생제 의무화, 동물복지, 기후변화 등 생산성측면보다 건강, 윤리적인 연구에 강세

국가 (기술수준)	판단근거
	• 다양한 분야에 적용하여 산업화를 추진하는 단계임 • 정부와 소비자의 관심이 높고 방향이 일치
미국 (95%)	• 생산성이 유럽보다 낮음 • 항생제의 남용 및 스테로이드성 호르몬제의 사용, 베타에거니스트 사용 등으로 친환경 사육기술 개발과는 거리가 있음 • 대학 및 국공립기관의 연구개발은 지속적인 성과를 도출하나 산업적 연계는 미흡한 수준임 • EU를 따라 친환경 사양기술을 개발하고 있으나 국가 내 기술에 대한 요구가 낮기 때문에 투자 규모나 노력이 다소 부족. 연구 기술의 잠재력이 뛰어나기 때문에 정부로부터의 투자와 관심이 높아지기만 한다면 추격 속도가 매우 빠를 것으로 전망 • EU에 비해 형질전환, 첨가제 상용화 등 기술은 발달되어 있으나 동물복지, 무 항생제 등 연구는 EU 추격단계 • 정부의 관심이 EU에 비해 다소 떨어짐

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 친환경사료 및 항생제 대체물질 개발 • 단기 개발에는 강점 • 친환경 농축산업과 안전한 농축산물 생산에 대한 연구개발 의지가 강함 • 양돈 산업의 발전 가능성이 전반적으로 높음 • 최근 1일당 돼지고기 소비량이 지속적으로 증가 추세임 • 현재 생산비가 높으나, 낮출 수 있는 가능성이 높음	• 잠재적 기술과 인력은 있으나 이를 효율적으로 활용하지 못하고 있음 • 지속적인 연구개발에는 매우 취약한 편. 꾸준한 연구 및 지원을 통해 기술 완성도 향상 필요 • 사육환경이 타 국가에 비하여 매우 협소하며 집약적인 것이 단점 • 국가 연구기관의 경우도 순환보직으로 인한 전문성을 기하기가 매우 어려운 실정 • 실적위주의 평가, 즉 논문의 인용지수에 대한 평가로 인한 실용화된 기술개발이 어려운 실정 • 현장과 연구가 거리가 있어 산업화 연계가 부족하다는 것이 가장 큰 단점 • 기초 연구를 위한 인프라가 미흡 • 국내 양돈의 근본적인 문제점인 모돈의 생산성 개선 연구부족 • 과도한 기초융합연구 지향으로 인해 농축산업 현안해결을 위한 기술개발 투자전략 및 농업기술분야 전문 인력 양성 미흡
중국	• 기능성 첨가제 개발 • 연구진의 경우 한국이나 일본보다 수적으로 우수하며, 연구비도 풍부 • 다양한 시도를 통해 내실을 기하려는 시도가 많아짐	• 대학 혹은 연구소와 지역 간의 기술편차가 매우 큼 • 기술습득 단계에서 실용화로 다소 시간이 소요 • 양적성장 대비 질적 수준 및 객관성 확보 미흡 • 기술력은 미흡하나, 대량화 시설 등은 우수함

국가	강점분야	기타
	• 공동연구 등을 통한 인프라 구축을 시도하며, 미국, 유럽, 호주 등지와 연계한 연구들이 진행되고 있음 • 기술개발능력이 우수하며 산업화로 연계가 강함 • 기술 인력들이 해외에서 다양한 기술을 습득 • 정부 차원의 지원이 지속적임 • 대규모 소비 시장을 바탕으로 기업들의 투자 활발 및 다양한 시도 가능 • 관련 산업의 내수시장 및 수출증가 기반의 기술개발 투자확대와 기초/응용연구인력 및 인프라 확대를 통한 친환경 사양기술 수준 급상승	
일본	• 형질전환동물 개발 축산식품 안전성 기능성 첨가제 개발 • 소규모 축산을 전문으로 하고 있는 일본의 경우 가축의 사육두수가 국토면적 대비 적정함 • 대학연구기관의 경우 실제 연구실이 운영되어서 동일한 연구 분야의 연속성이 있어 심도 있고 지속가능한 연구개발이 이루어지고 있음 • 유럽과 마찬가지로 국책연구기관에서도 전문성이 있는 연구자들이 다수 포함되어 있음 • 연구의 지속성과 연속성 측면에서 우수함 • 동양 및 자국의 입맛에 특화된 돼지 개량 • 국공립기관 주도의 연구개발 체계 • 기초연구분야의 다양하고 풍부한 인적자원 활용 기반이 우수 • 친환경 기술 우수	• 인프라의 경우 농업이 타 산업에 비하여 인기가 없기 때문에 대부분의 연구 인력이 감소하고 있는 추세임 • 개발 속도가 매우 늦고, 연구자들 간의 상호 교류 및 융합력이 다소 낮음 • 산업구조 미흡 • 연구 성과의 산업현안 해결을 위한 적용 효율성은 우수하나 선도 기술로 두각을 보이는 연구 분야는 부족함
EU	• 축산식품 안전성 확보 및 관리 동물복지 항생제 대체물질 개발 • 기술, 인력, 인프라 모든 부분에서 강점을 가지고 있음 • 친환경 사육 여건이 타국에 비하여 지리, 인력적 관점에서 우수하며, 연구개발과 산업체등의 능력이 탁월함. • 동물복지와 친환경 축산의 경험이 매우 풍부하므로 지속적인 투자와 연구가 진행되고 있음 • 인력의 경우 대학의 축산분야 전공자 교수의 수가 우리나라의 2배 혹은 4배 이상 되는 경우가 많음 • 국가연구 기관의 경우 순환보직이 아닌 전문성을 가지고 있는 연구원이 대부분임 • 우수한 종돈 개량과 사양기술을 바탕으로 생산성 개선 가능	• 친환경 축산의 경우 집약적이지 못하기 때문에 생산성이 매우 떨어지며, 역시 대규모 집약적 축산에 의해 생성되는 분뇨문제가 약점임 • 새로운 기술의 개발이나 제한된 자원의 활용 극대화 보다는 기존 문제(오염원 등)의 감소를 통한 기술 완성에 더 초점이 맞추어져 있음 • 미래대비 친환경 사양기술 개발의 탁월한 투자 체계에도 불구하고 형질전환동물 연구 등 일부 BT관련 선도 기술에 대한 연구투자 부족 • 기술력은 우수하나, 대량화가 이루어지지 않은 단점

국가	강점분야	기타
	• 생산성을 바탕으로 세계적 경쟁력 향상 • 자국 내 양돈 자급률이 100%를 넘어 생산성이 떨어져는 동물복지 관련 연구 가능 • 친환경 사양기술의 주요 핵심인 기후변화대응, 동물복지 및 축산식품 안전성 관련 종합적 기술개발 투자를 통한 산업적 활용을 극대화시키는 R&BD 체계의 우수성	
미국	• 축산학과의 전임 교수 및 연구원의 경우 대부분의 주립대학에서는 50여명 안팎이며, 연구에 집중할 수 있는 여건이 조성되어 있음. 산학연계 교수의 경우도 다수 포진되어 있어 연구개발의 잠재능력이 매우 우수 • 국가 연구소의 경우도 순환보직이 아닌 특정 분야의 전문성을 가진 연구원이 다수 포진되어 있어 전문성이 매우 높음 • 민간기업 중심의 연구가 탁월함 • 우수한 인프라를 가지고 있으며 축적된 노하우가 많음 • 저렴하고 풍부한 사료원료와 넓은 대지를 바탕으로 세계적 경쟁력 향상 • 다양한 주체(산학관연)의 지속적인 활발한 연구개발투자 및 비교대상국 대비 탁월한 인적자원 확보	• 신진 연구자의 경우 미국 역시 농업을 기피하기 때문에 연구자의 수가 감소하고 있는 추세 • 친환경 축산보다는 생산성을 위주로 하고 있기 때문에 접근이 어려운 면이 있음 • 해당 분야에 대한 관심도가 낮음 • 연구 개발 활동에 대한 추진력이 다소 미흡 • 생산성 및 실용성 위주의 발전을 통해 잠재적 위험요소에 대한 접근 부족 (GMO, 라토파민 등) • 친환경 사양기술의 전 분야에 걸쳐 다양한 주체(산학관연)의 연구개발투자는 활발하지만 일관된 목표설정에 따른 종합적 연구개발 접근체계 부족 • 대량 생산 등을 위한 기술개발에 치우침

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	1위	4위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 연구 과제를 융·복합적으로 기획해야 효율적 • 단순 프로젝트성 협력이 아니라, 한 프로젝트를 이용하여 여러 연구자 혹은 생산자가 협업하는 형태로 진행되어야 함. 전공자라 하지만, 심화 전공자가 아닌 연구자가 연구를 수행하다보면 심도 있는 연구를 수행 할 수 없음. 따라서 친환경 사양기술 부분에 있어서 여러 분야의 연구자가 협업이 반드시 필요함 • 연구개발에 현장기술수요와 수요 측 활용방안이 반영되기 위한 산학관련 연구협력이 보다 체계화할 필요가 있으며, 특히 현장수요는 산업체와 농가의 시장대응력, 관련 법제도 수용가능성 및 개선 수요를 중점으로 협력방안을 모색해야 함 • 국내 연구자간, 기관간의 협력은 매우 중요하나, 평가시스템의 정비가 이루어지지 않는 한, 실적 위주 또는 시너지 효과를 내지 못하는 협력에 그칠 우려가 있음

	정책제언
	• 국내협력은 공정하고 정확하게 개발된 기술을 검증하고 평가할 수 있는 시스템이 확충된 이후에 촉진하는 것은 낫다고 판단됨 • 국내 학교 및 연구소에서 친환경 사양기술에 관한 많은 연구가 이루어져 있으나, 비용 및 산업체에서 적용의 어려움 등으로 국내 협력이 절대적으로 부족함 • 부존사료자원 친환경사료개발 기술, 축산식품 안전성관리기술, 기능성 첨가제 개발 기술 등, 국내에서 기존 기술을 확보한 대학, 연구기관과의 융·복합을 통해 창의적인 목표 달성 가능 • 다양한 연구결과에 대한 상호 검증 및 그 결과들을 국내기관끼리 협업할 수 있는 정책 마련 • 목적 산업에 대한 전후방 산업 주체들 간의 협력이 필요 • 연구개발 기술의 산업 이용 통로 마련 생산자협회와 연구개발종사자들의 만남의 장을 많이 만들어주는 전략이 필요
국제협력 촉진	• 현재 국내 연구수준에서는 국제협력이 상대적인 중요성이 낮음 • 우리나라의 사회적, 문화적, 지리적 환경이 비슷한 나라와 국제협력을 하는 것이 바람직. 국내 여건과 비슷한 나라를 대상으로 벤치마킹 혹은 협업을 하여야 하는데, 우리나라의 사육환경과 완전히 다른 유럽, 미국, 호주 등지의 친환경 기술을 우리나라에 접목시키는 것은 바람직하지 못함 • EU 및 미국 등 축산분야 선진국의 연구개발과 현장수요의 피드백을 통한 기술개발 및 현장적용 효율성 제고 측면에 대한 벤치마킹과 함께 관련 시스템의 도입 적용이 필요함 • 국제간의 연구, 교육 협력뿐만 아니라 국제 전문가 그룹을 활용하여 국내 연구 기술의 현주소를 파악하고, 연구의 질을 평가할 수 있는 시스템의 구축이 필요함 • 기후변화 대응 가축생산기술, 항생제 대체 물질 개발기술, 형질전환동물 개발 기술은 선진국 및 국제기구와의 공동협력 연구 및 정보교류를 통해 목적 조기 달성 가능 • 선진기술에 대한 노하우를 국제협력을 통하여 국내에 적용할 수 있는 협력체계 구축 필요
인력양성 및 유치	• 장기적인 방향에서 인력양성이 중요하고, 대학원생 협력 프로그램이 많이 필요 • 친환경 사양기술 양성기관이나 대학교육에서의 친환경 사양기술에 대한 과목 개설이 요구됨. 국내 대학에는 친환경 사양기술을 전공으로 인력을 양성하는 기관이 많지 않으며, 실제 행정업무를 하는 사람 또한 전공적인 실무지식이 없음 • 행정담당 요원 또한 공무연수 시 친환경 사양기술 관련 실무연수가 필요 • 기초 원천기술 연구와 함께 축산업 현장 적용성을 고려한 기술개발 연구인력 안배가 필요(축산현장과 연구개발의 괴리감 해소 필요) • 여러 대학 및 연구소가 협력하여 내국인뿐만 아니라 외국인 유학생을 교육시킬 수 있는 인력양성 클러스터 구축이 필요함 • 형질전환동물 개발, 기능성 첨가제, 항생제 대체물질 개발기술 등은 고도의 지식기반이 필요한 과제로서 우수 인력양성을 통해 기반 기술 확보가 중요 • 연구기술 개발의 원동력은 우수한 인력 양성을 통한 연구력 강화이기에 인력양성을 위한 프로그램 운영 및 지속가능한 인력양성 정책이 필요함 • 연구 가능한 산업인력의 양성과 학계 연구 인력의 산업현장 이해도 증진을 위한 인력양성 방향이 보완되어야 함 • 연구비 확대를 통한 연구인력 양성으로 분야 활성화를 도모해야 함. 산업인력 양성을 위해 본 산업으로 들어오길 기피하는 이유를 분석하고 해법을 정책, 투자 등으로 해결해나가야 함
인프라 구축	• 국내에서의 친환경 사양기술을 위해서는 공공성에서 많은 인프라와 사회적·문화적 이해 필요 • 친환경 사양기술에 대한 전문적인 교육프로그램이 필요. 농민, 학생, 행정을 담당하는 사람까지도 실무를 겸비한 교육프로그램, 교육지원단체가 요구됨

	정책제언
	• 학계 또는 연구기관의 단독적인 기술개발 방향 설정이 아닌 축산농가 및 산업체와 연계한 연구 인프라 확충 방안이 필요함 • 친환경 사양 기술을 개발하고 이를 검증하기 위해서는 기초 연구 기반 확충이 필수적. 충분한 실험 축을 가지고 필요한 사양 실험을 수행할 수 있는 기반 시설의 확충이 필요 • 기본 인프라 구축은 비용 대비 성과 도출이 어려울 수밖에 없기 때문에 정책적으로 지속적인 지원이 필요함 • 친환경 사양기술 발전을 위한 산업체, 학계, 연구소 간 긴밀한 인프라 구축이 절대적으로 필요하며, 학계 및 연구소에서 개발한 기술을 산업체에 적용할 수 있는 방법에 대한 인프라 구축이 필수적이라고 판단됨 • 축산분야 연구의 인프라가 계속적으로 침체되고 있는 상태에서 새로운 개념, ICT 및 분석장비가 필요한 동물복지 사양관리, 신물질 개발, 형질전환동물 개발 등 기반과제는 인프라의 지속적인 확충 및 보완이 필요 • 연구결과의 활용도 제고 및 산업화는 인프라 구축의 정도에 따라 성공여부가 결정된다고 보기에 인프라 구축은 정부의 지원만이 가능한 영역임 • 산업현장과 연구 인력의 적절한 융합을 위한 인프라 구축이 필요함
법·제도 개선	• 수의와 가축영양 및 사양에 대한 예산을 분리하여 추진할 필요. 최근 구제역, AI, ASF 등 다양한 질병 발생하여 수의 연구 방향으로 연구추진 예산과 관심이 등이 많아지고 있음 • 우리나라에 실정에 맞는 법률을 제정하고, 각종 규제도 현실에 맞도록 완화하여야 함이 적절함. 친환경 사양을 통한 축산물을 생산하려 하려해도, 인근 주민의 민원, 각종 규제 등으로 인하여 새로운 축산을 시작하기 매우 어려운 실정 • 현재 발생하는 대부분의 기술수요는 급변하는 대내외적인 축산업 환경의 변화에 기인한 법제도의 수용성 및 시장대응력 측면의 문제이므로 현재의 산업여건 및 기술수준에 대한 면밀한 검토를 통한 개선추진이 필요함 • 기초기반 연구를 수행할 수 있는 정책적 기반을 제공하기 위해서라면 법, 제도의 개선을 우선 고려해야겠으나, 그 외의 경우에는 현상 및 문제 파악, 문제 해결을 위한 기초기술의 개발 및 보급 이후에 충분한 검토를 거쳐 수행하는 것이 바람직함 • 친환경 사양기술 규제를 완화하며, 친환경 사양기술이 아닌 부분은 규제를 강화하여 축산이 친환경 사양기술을 접목할 수 있게 유도를 할 수 있는 법·제도의 개선이 필요하다고 판단됨 • 소비자 요구사항을 반영한 축산식품 안전성 관리의 고도화, 동물복지형 가축사양관리, 항생제 사용금지의 실효성 확보 등에 대한 제도강화가 필요 • 축산을 위한 친환경 제도는 개선이 필요함. 축산에서 친환경 제도의 근간은 농업에서 시작하였으나 현실성은 농업과 축산이 상당부분 비현실적인 부분이 존재함 • 기술개발을 위한 연구의 목적은 반드시 현장 산업 적용에 초점이 맞춰져야 함 • 실적 위주의 연구 관리보다는 현장 적용과 기술의 실수요자들의 의견이 반영되어야 함 • 친환경 사양기술에 대한 지속적인 투자 및 인력양성에 대한 법제도 개선이 필요 • 지속가능한 축산을 위한 무분별한 축산농가 억제정책을 지양하고 국민의 먹거리 생산, 유지라는 중요한 문제에 대해 합의 필요
연구비 확대	• 수의와 가축영양 및 사양에 대한 예산을 분리하여 추진해야 함 • ICT 관련 연구로 친환경 사양기술의 질적 연구 확대보다는 타 분야(공학)의 시스템 구축에 연구비가 많이 사용되고 있지는 않은지 점검하여 친환경 사양기술을 위한 본질적 예산확대에 대한 점검이 필요하다고 생각됨

	정책제언
	• 연구를 수행함에 있어 단독 수행보다는 여러 연구자들이 같이 참여할 수 있는 공동 프로젝트의 형태로 수행되어야 하며, 소수의 연구자가 독식하는 연구비 지원은 지양해야함 • 기초 원천기술 연구투자 확대에 비해 축산업 현안해결을 위한 연구투자는 답보 상태이므로 관련 투자전략의 안배 조정이 필요함 • 연구비를 확대하여 중장기에 걸쳐 연구를 수행할 수 있도록 충분히 지급하되, 연구 결과에 대한 평가를 국외의 전문가에게 의뢰하고, 그 양과 질이 목표에 미치지 못하였을 때에는 이에 합당한 패널티를 부과하는 방식으로 연구비 집행 효율성을 높이는 노력이 필요함 • 국제수준의 연구 결과도출이 요구되고 있어 연구수준의 질적 향상이 필요한 반면, 관련 시설장비 및 재료비, 우수 인력확보에 따른 연구비 상승으로 연구비 증액이 불가피한 실정임 • 생축을 대상으로 하는 연구는 중장기적 투자가 반드시 필요한 영역으로 현장수요에 근거한 연구과제 기획 등은 친환경 축산 분야의 발전을 저해하는 요인이기에 전문가 집단에 의한 중장기 연구투자 계획 수립이 필요함 • 현장적용 기술개발을 위한 연구비 확대와 기간 확대가 필요함. 개발기술의 현장적용 시 발생할 수 있는 다양한 애로사항들을 연구기간에 충분히 검토할 수 있도록 해야 함 • 각 세부기술에 대한 연구비 확대로 연구인력 양성 및 선도 기술 개발이 필요함. 특히 한국의 독특한 상황에 걸맞은 요소기술 개발이 필요
기타 의견	• 친환경 사양기술 융·복합 중점 추진 기술 분야로는 부존자원 활용 및 농식품 부산물을 활용한 사료화 등이 있는데, 부존자원 및 농식품 부산물의 안전성에 대한 검증이 요구됨 • 친환경의 구분을 엄격하게 제도상으로는 만들고 있으나 현장에서는 축주들의 의식 부족 및 관리를 하는 행정인력의 경험 및 인력 부족으로 관리가 제대로 이루어지고 있지 않으므로, 가축을 사육하는 농민, 사료업체의 컨설턴트나 판매원, 관련 기관 공무원의 전문교육이 정기적으로 이루어지고, 실무연수가 정기적 및 보수교육이 절실히 필요함 • 행정 관료의 현장감 없는 정책제안은 지양하고, 행정 관료의 장기 실무연수가(해외연수가 아닌 진정한 실무연수) 절실히 요구되는 실정임 • 유럽, 미국, 호주 등은 광대한 대지 및 사육환경이 우리와 아주 다르기 때문에 정량적으로 대상국과 비교하는 것은 불가하며, 정성적인 평가 또한 상대적인 평가가 수반되어야 하고, 우리나라 환경에 맞는 친환경 사육기술을 정의하는 것이 바람직함 • 장기이식 의료분야 활용수요에 대응하기 위한 기본단계로서 축산분야의 가축(미니돼지)을 활용한 바이오이종장기 생산용 형질전환(면역제어) 연구개발 투자가 선행 확대되어야 하며, 기초원천(생명공학)-생산기술(축산)-이식활용(의료보건) 각 분야의 관련기술의 연계를 위한 융합연구가 필요함 • 친환경 사양기술 발전을 위하여 사료개발(부존자원 활용, 항생제 대체제, 기능성첨가제), 사양기술 개발(가축생산기술, 사양설비기술) 및 이를 활용한 결과물의 안전성(축산식품, 항생제 대체제, 형질전환 동물 등)이 연계될 수 있는 방법을 모색하는 것이 차후 중점적으로 추진되어야 되는 기술 분야라고 판단됨 • 축산물 자급률이 48% 이하인 현실을 감안하여 생산비 절감방안에 대한 연구가 집중적으로 추진될 필요가 있음 • 식품 안전성에 대한 보장이 없는 저가의 수입축산물의 비중이 증가하는 현실을 고려하면 식량안보 차원에서 대책마련이 필요함 • 친환경사양의 주요 목적은 지속가능한 축산을 통한 동물성식품의 확보에 목적이 있으므로 소비자가 반응하는 축산식품 부가가치 부여 및 품질 고급화, 안전성 확보 등과 연계되어야 함. 즉 가축의 생산에서 식품으로서의 가치까지 함께 추진되는 것이 바람직함

다 주요 분석 결과 요약

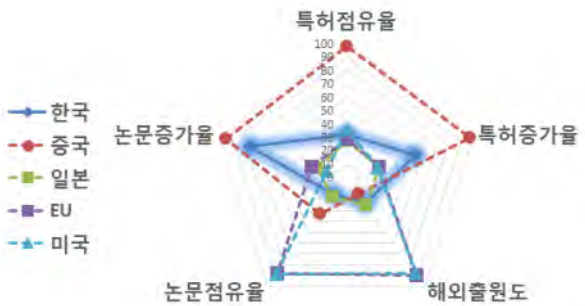
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	농림수산·식품	47,447	19,745	76.9%	144.0%
해당 중점과학 기술명	친환경 사양기술	4,610	2,173	22.8%	207.7%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

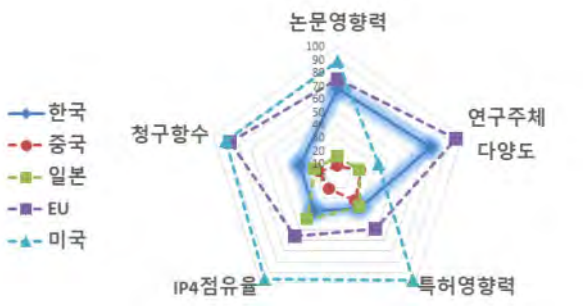
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	미국
	40.7%	79.3%	28.3	16.1
한국	5위	3위	3위	3위
	2.9%	6.2%	23.4	1.2
5개국 평균[2]	-	-	24.1	12.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

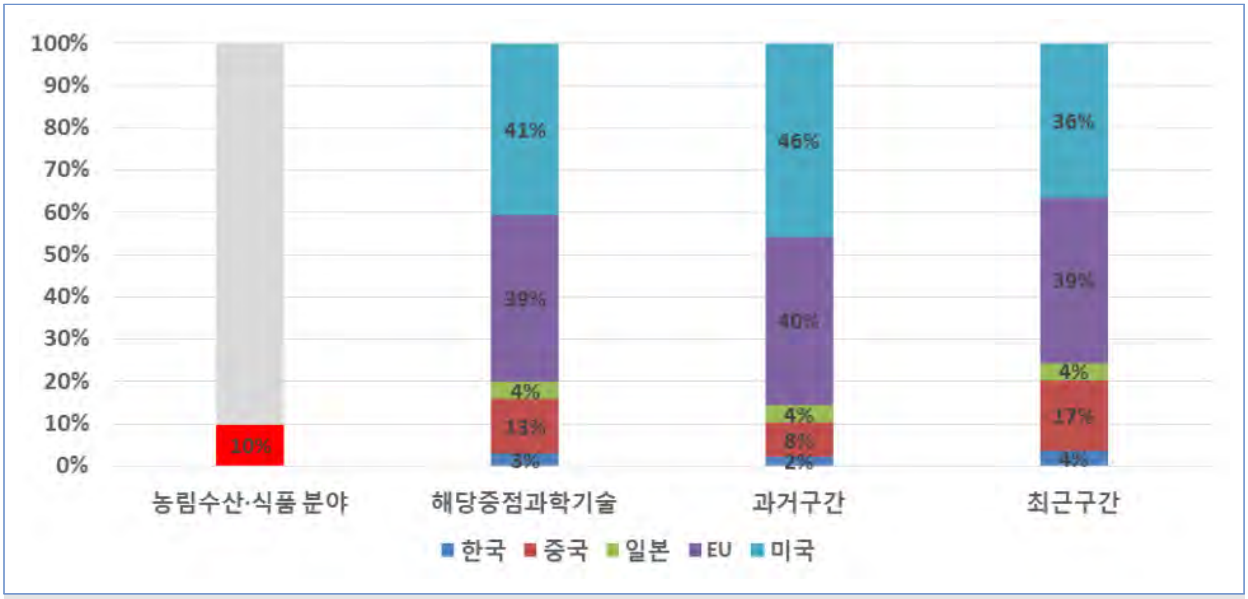
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.9%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(23.4)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(40.7%), EU(39.4%), 중국(12.9%), 일본(4.1%), 한국(2.9%) 순이며, 논문 증가율은 중국(156.9%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(28.3), EU(24.8), 한국(23.4), 일본(14.2), 중국(12.1) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(6.2%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(1.2)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(79.3%), 미국(9.2%), 한국(6.2%), EU(3.4%), 일본(1.9%) 순이며, 특허 증가율은 중국(359.4%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(16.1), EU(4.3), 한국(1.2), 일본(1.0), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(30.3%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(6.2)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.9%	12.9%	4.1%	39.4%	40.7%
	논문 증가율	102.3%	156.9%	13.5%	21.6%	-2.5%
	논문 영향력	23.4	12.1	14.2	24.8	28.3
	연구주체 다양도	0.94	0.91	0.91	0.96	0.92
특허 분석	특허 점유율	6.2%	79.3%	1.9%	3.4%	9.2%
	특허 증가율	93.5%	359.4%	-21.7%	-22.0%	-25.2%
	해외출원도	1.0	0.0	1.2	7.2	7.0
	특허 영향력	1.2	0.0	1.0	4.3	16.1
	IP4점유율	7.4%	0.0%	9.8%	13.7%	30.3%
	청구항수	2.9	1.9	2.1	5.8	6.2

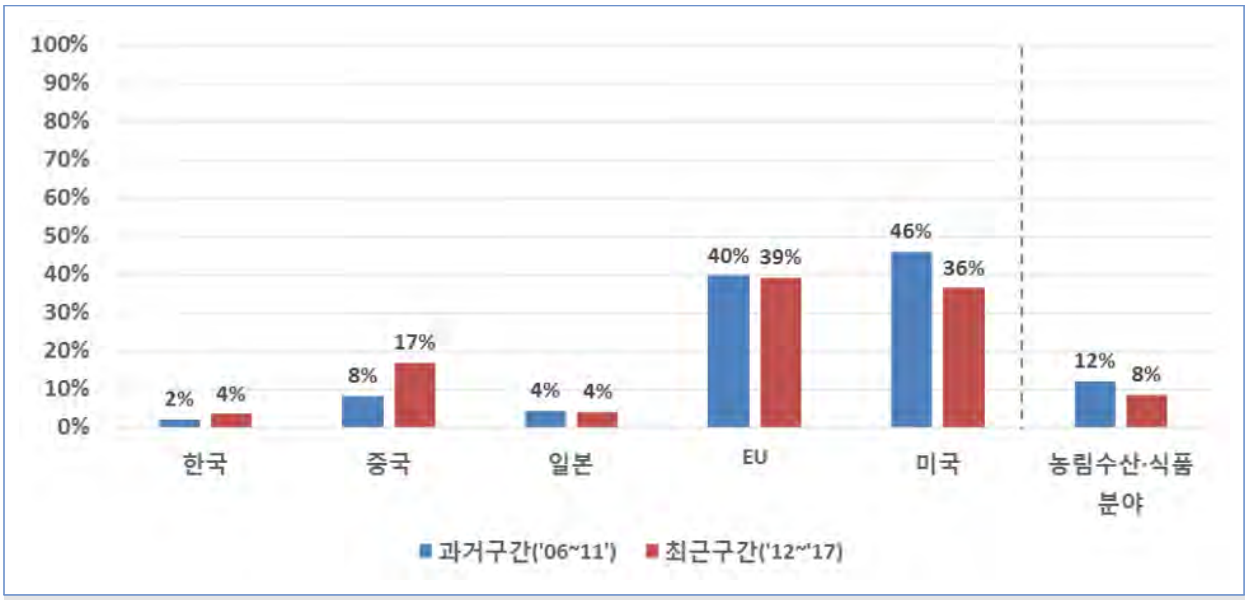
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 친환경 사양기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 1874건으로 전체 논문의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 사양기술은 농림수산·식품 분야의 전체 논문 중에서 10%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

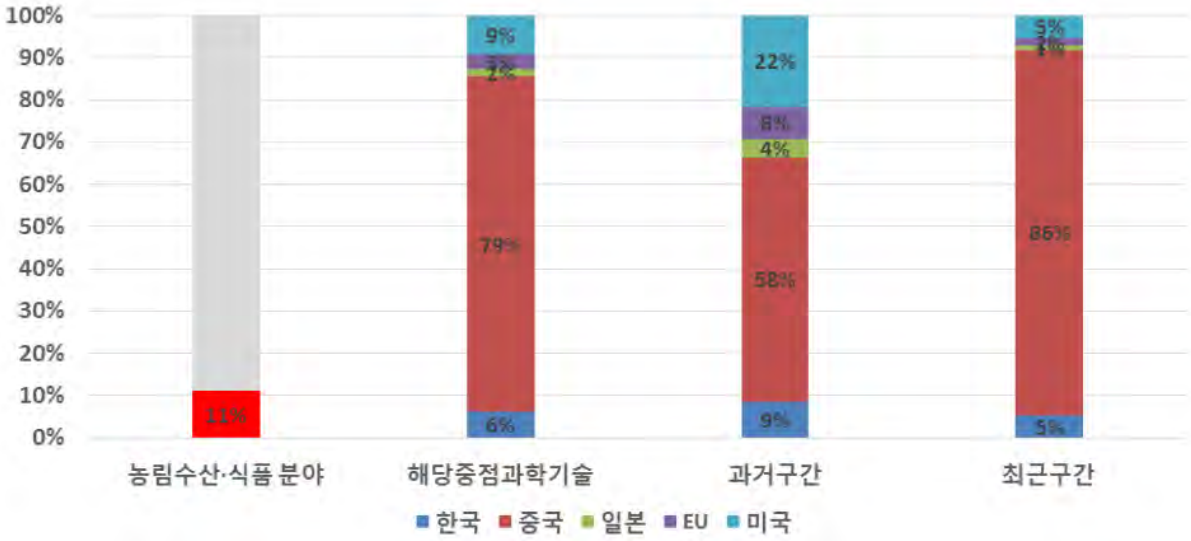


- 친환경 사양기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 102.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	44	89	133	102.3%
중국	167	429	596	156.9%
일본	89	101	190	13.5%
EU	820	997	1,817	21.6%
미국	949	925	1,874	-2.5%
전체	2,069	2,541	4,610	22.8%

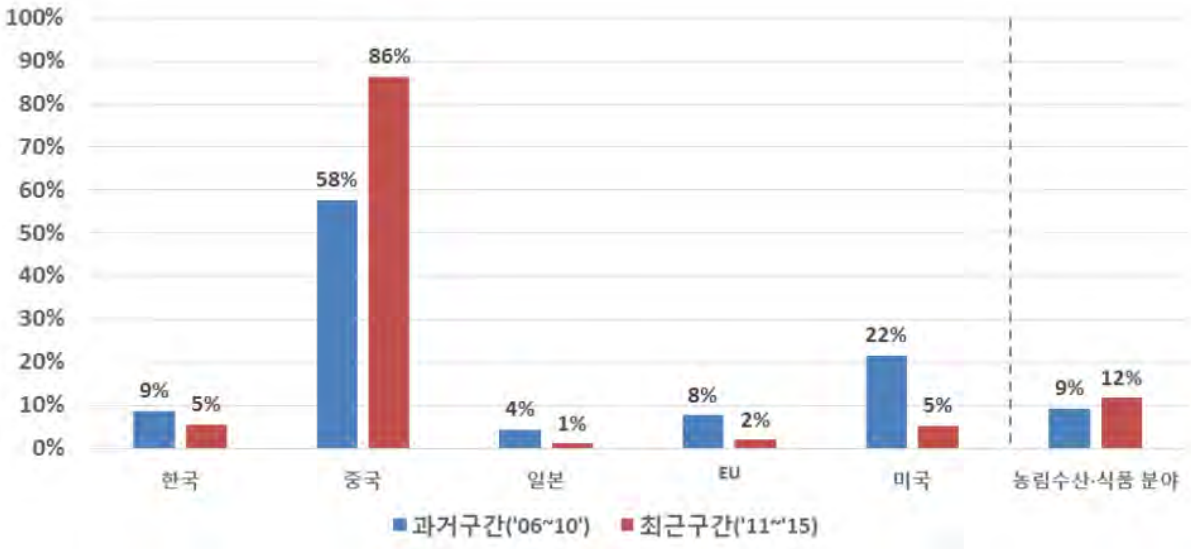
(4) 특허 점유율(전체)



● 친환경 사양기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1723건으로 전체 특허의 79%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 친환경 사양기술은 농림수산·식품 분야의 전체 특허 중에서 11%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



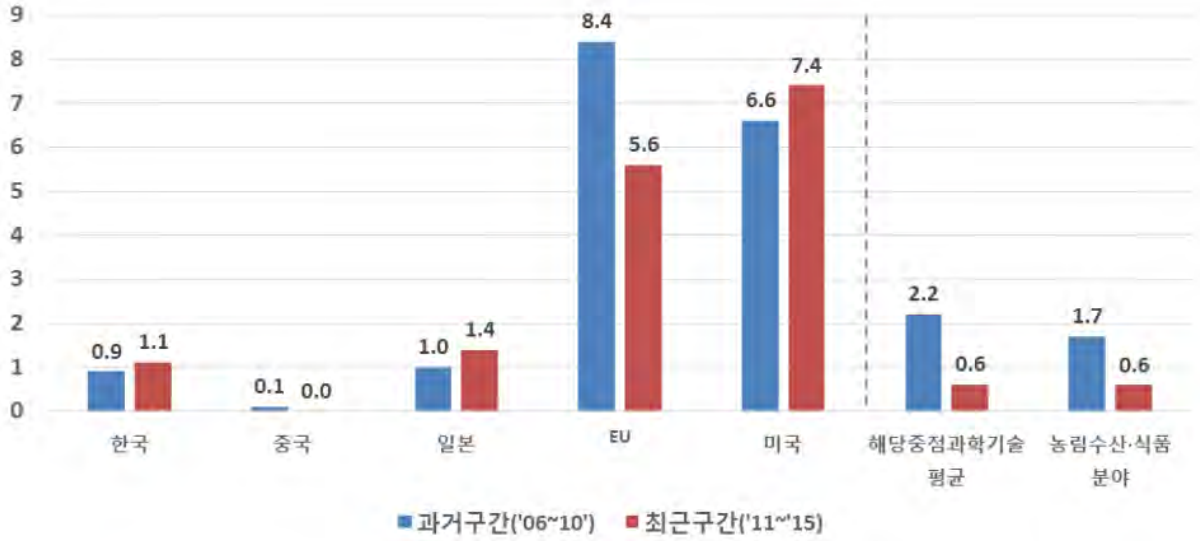
- 친환경 사양기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 93.5%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	46	89	135	93.5%
중국	308	1,415	1,723	359.4%
일본	23	18	41	-21.7%
EU	41	32	73	-22.0%
미국	115	86	201	-25.2%
전체	533	1,640	2,173	207.7%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

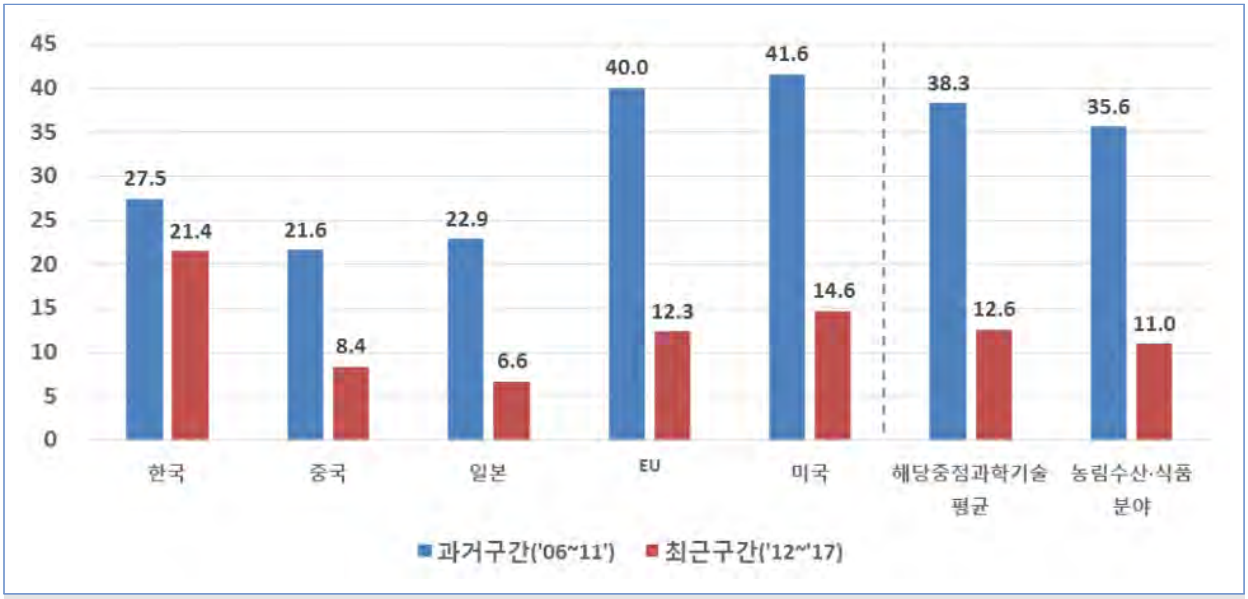


- 친환경 사양기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 EU의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

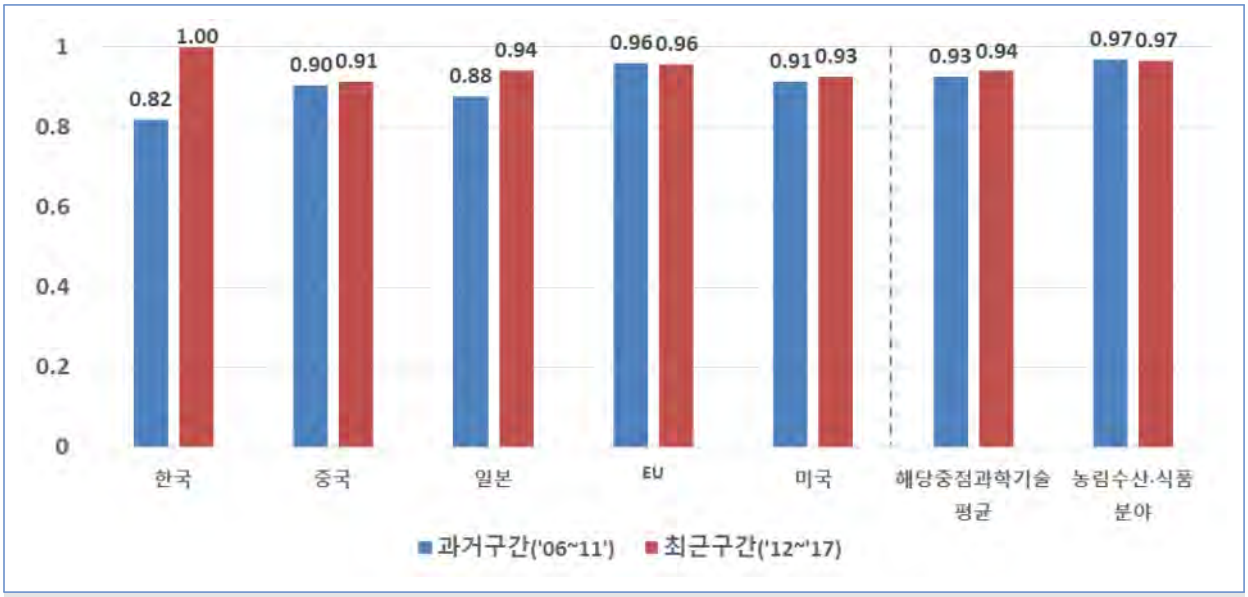
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



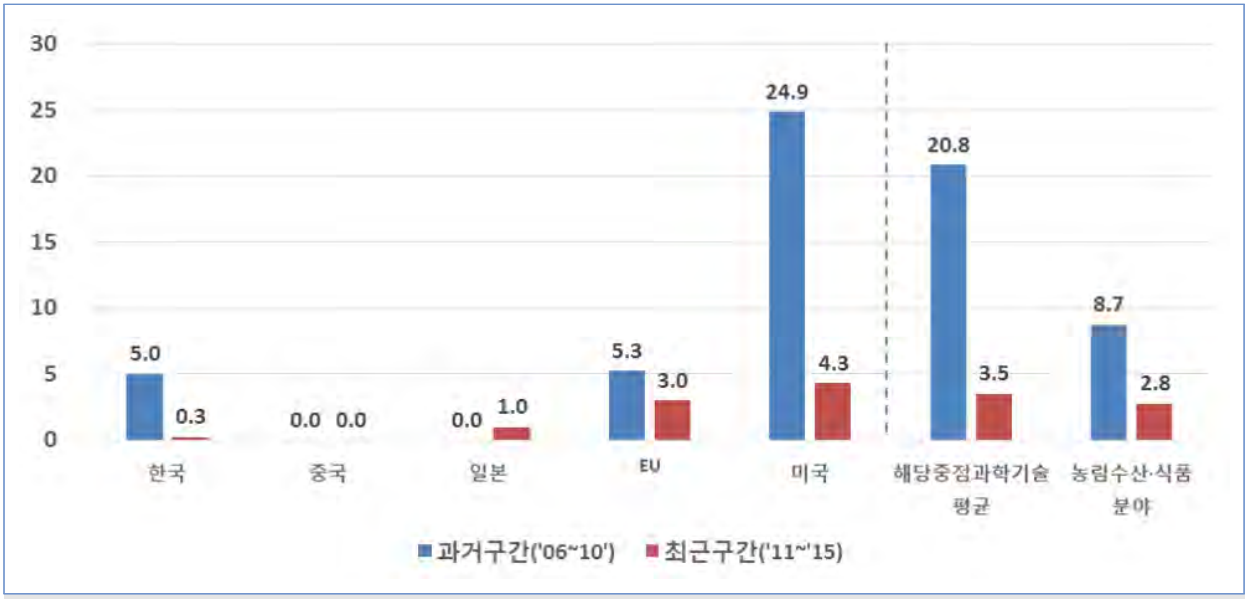
● 친환경 사양기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



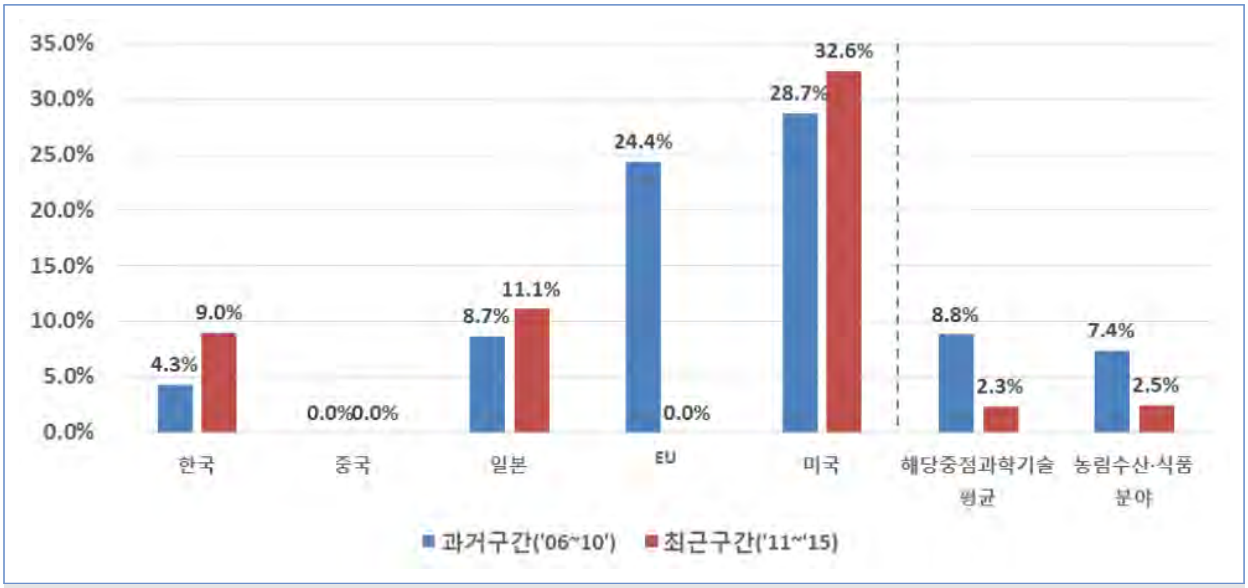
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 한국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



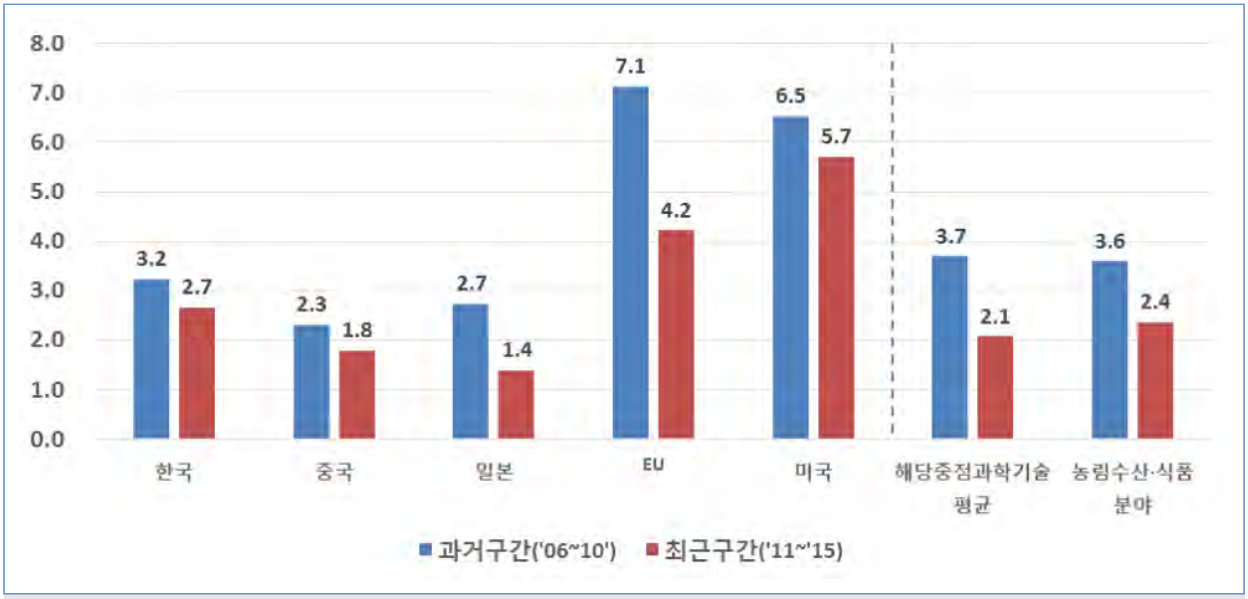
● 친환경 사양기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 친환경 사양기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 친환경 사양기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

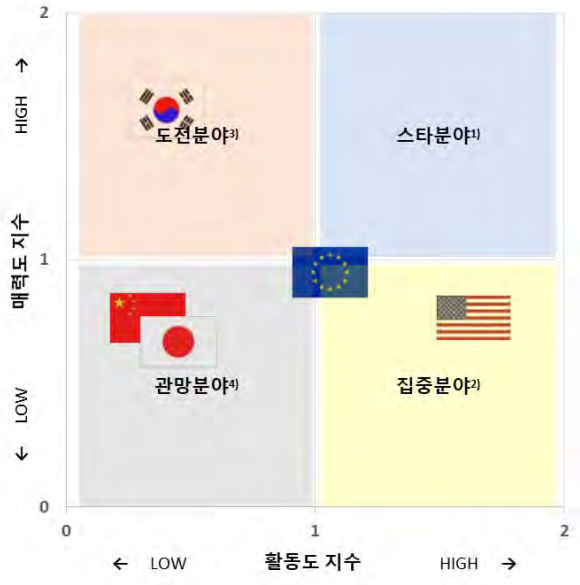
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 친환경 사양기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 질적 연구 성과는 높은 상황이며, 미국의 연구 활동이 활발한 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

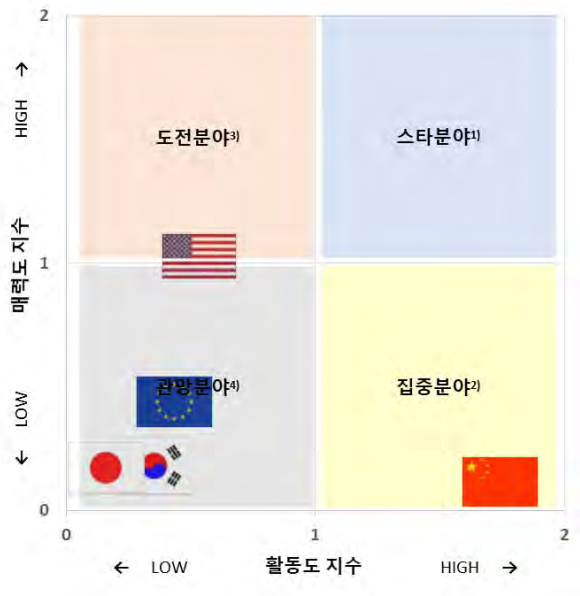


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

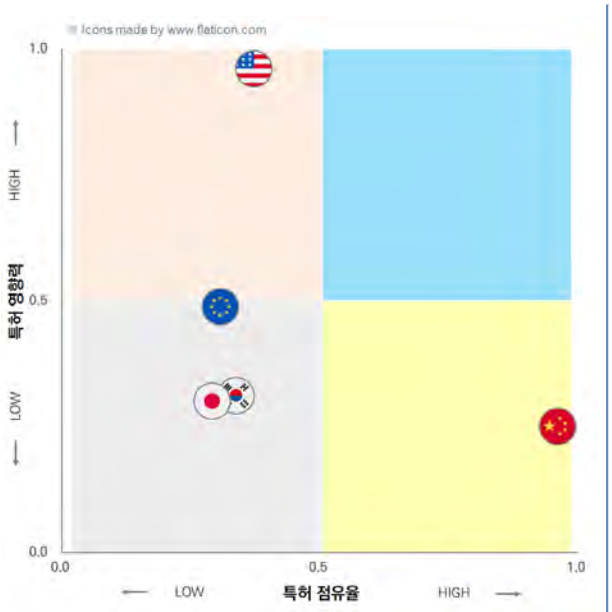
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 친환경 사양기술 의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.37%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '광운대학교'가 6.02%(글로벌 점유율은 0.17%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.36%	1.37%	-20.00%
2	HARVARD MEDICAL SCHOOL	미국	1.97%	0.80%	-45.83%
3	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	5.20%	0.67%	187.50%
4	UNIVERSITY OF TEXAS MEDICAL BRANCH	미국	1.39%	0.56%	36.36%
5	UNIVERSITY OF FLORIDA	미국	1.12%	0.46%	-38.46%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KANGWON NATIONAL UNIVERSITY	6.02%	0.17%	700.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.02%	0.17%	0.00%
3	CHONBUK NATIONAL UNIVERSITY	5.26%	0.15%	500.00%
4	SUNCHON NATIONAL UNIVERSITY	5.26%	0.15%	-25.00%
5	DANKOOK UNIVERSITY	4.51%	0.13%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	5.20%	0.67%	187.50%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	3.02%	0.39%	250.00%
3	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.85%	0.24%	900.00%
4	SICHUAN AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.68%	0.22%	800.00%
5	SHANDONG UNIVERSITY	1.51%	0.20%	100.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	4.21%	0.17%	-40.00%
2	NATIONAL INSTITUTE OF INFECTIOUS DISEASES	3.68%	0.15%	-25.00%
3	KYOTO UNIVERSITY	3.16%	0.13%	-50.00%
4	OBIHIRO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND VETERINARY MEDICINE	2.63%	0.11%	50.00%
5	NATIONAL INSTITUTE OF NEUROSCIENCE	2.11%	0.09%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WAGENINGEN UNIVERSITY	1.10%	0.43%	85.71%
2	UTRECHT UNIVERSITY	1.05%	0.41%	11.11%
3	GHENT UNIVERSITY	0.99%	0.39%	57.14%
4	LUND UNIVERSITY	0.94%	0.37%	12.50%
5	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.88%	0.35%	0.00%

6 미국

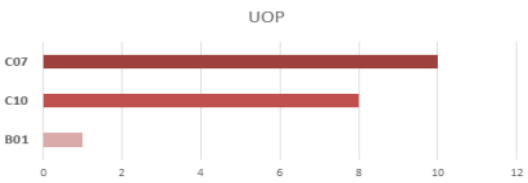
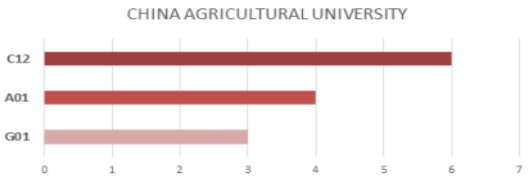
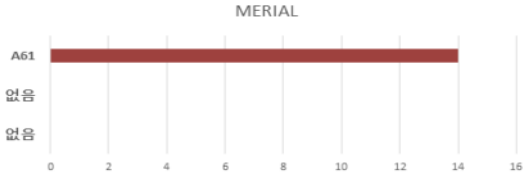
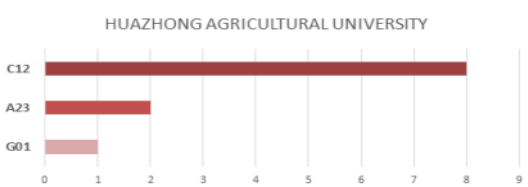
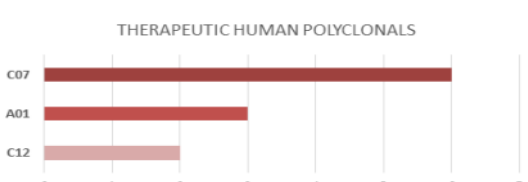
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.36%	1.37%	-20.00%
2	HARVARD MEDICAL SCHOOL	1.97%	0.80%	-45.83%
3	UNIVERSITY OF TEXAS MEDICAL BRANCH	1.39%	0.56%	36.36%
4	UNIVERSITY OF FLORIDA	1.12%	0.46%	-38.46%
5	IOWA STATE UNIVERSITY	1.12%	0.46%	-9.09%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'UOP(0.87%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '순천대학교'가 5.19%(글로벌 점유율은 0.32%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'UOP'는 C07(유기화학)에 해당하는 특허를, '순천대학교'는 A23(다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

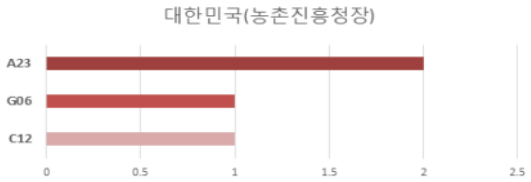
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	UOP	미국	9.45%	0.87%	-94.44%
2	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	1.04%	0.83%	-50.00%
3	MERIAL	EU	19.18%	0.64%	80.00%
4	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	0.81%	0.64%	0.00%
5	THERAPEUTIC HUMAN POLYCLONALS	EU	17.81%	0.60%	-70.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C07	유기화학
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G01	광학
5		C07	유기화학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

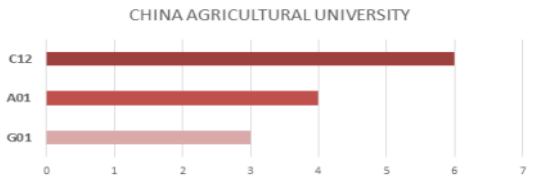
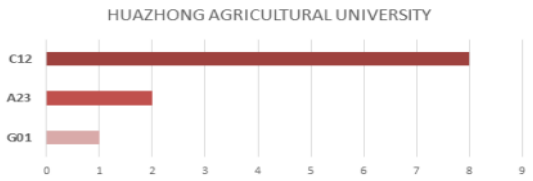
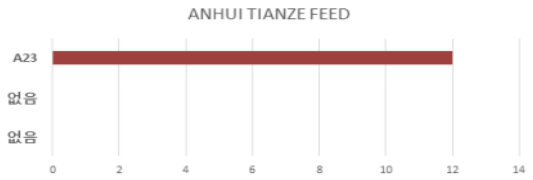
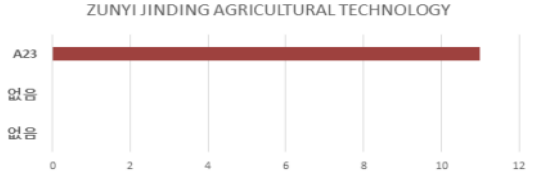
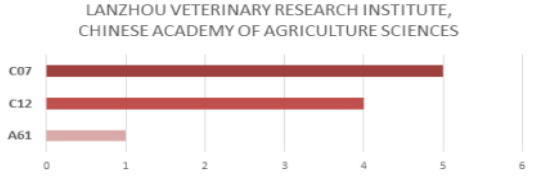
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	순천대학교	5.19%	0.32%	-60.00%
2	대한민국(농촌진흥청장)	3.70%	0.23%	50.00%
3	한미약품	2.22%	0.14%	200.00%
4	피엘바이오	2.22%	0.14%	200.00%
5	한국생명공학연구원	2.22%	0.14%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-

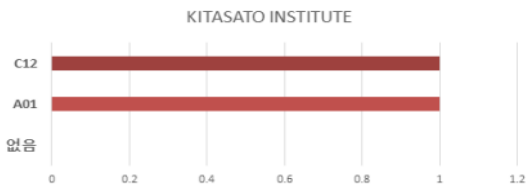
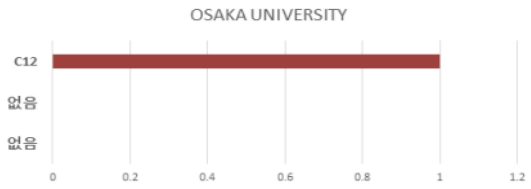
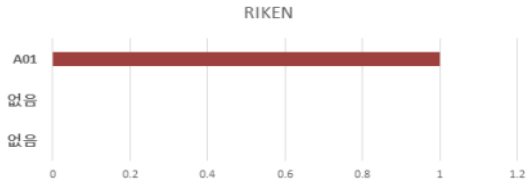
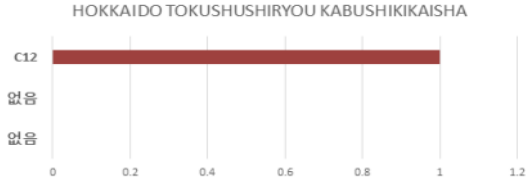
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.04%	0.83%	-50.00%
2	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.81%	0.64%	0.00%
3	ANHUI TIANZE FEED	0.70%	0.55%	1100.00%
4	ZUNYI JINDING AGRICULTURAL TECHNOLOGY	0.64%	0.51%	1000.00%
5	LANZHOU VETERINARY RESEARCH INSTITUTE, CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURE SCIENCES	0.58%	0.46%	800.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G01	광학
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
4		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
5		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학

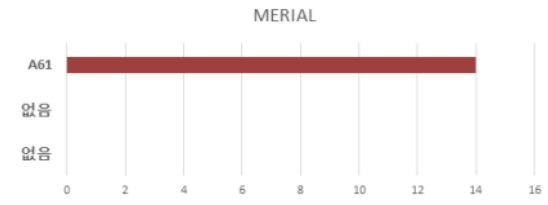
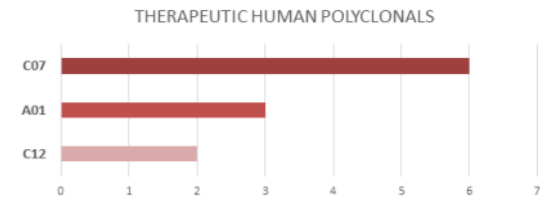
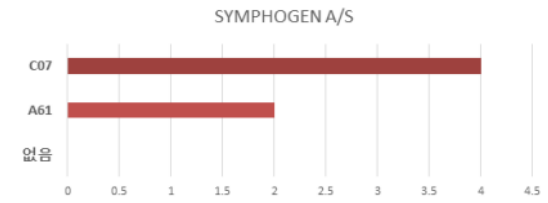
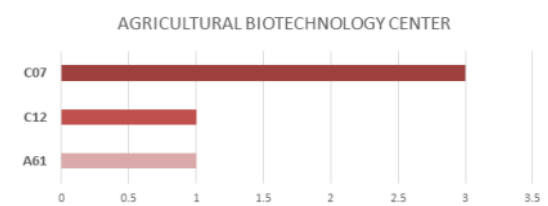
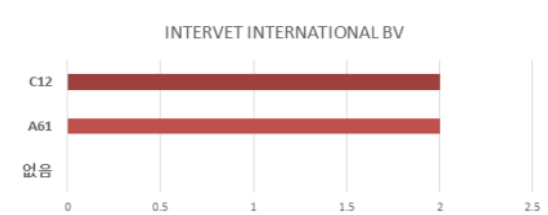
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NATIONAL AGRICULTURE AND FOOD RESEARCH ORGANIZATION	4.88%	0.09%	100.00%
2	KITASATO INSTITUTE	4.88%	0.09%	0.00%
3	OSAKA UNIVERSITY	2.44%	0.05%	-100.00%
4	RIKEN	2.44%	0.05%	0.00%
5	HOKKAIDO TOKUSHUSHIRYOU KABUSHIKIKAISHA	2.44%	0.05%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–

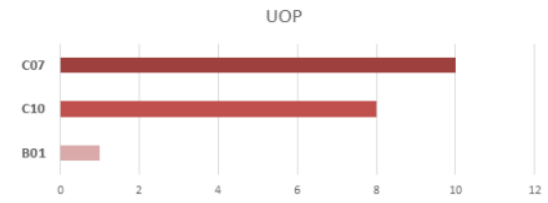
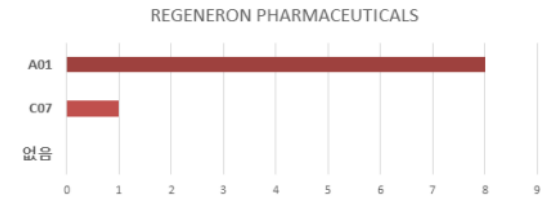
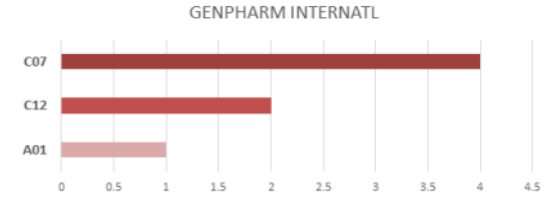
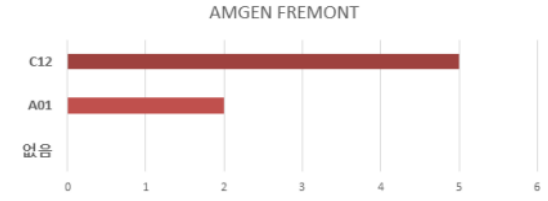
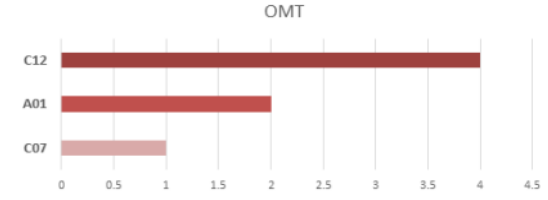
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MERIAL	19.18%	0.64%	80.00%
2	THERAPEUTIC HUMAN POLYCLONALS	17.81%	0.60%	-70.00%
3	SYMPHOGEN A/S	8.22%	0.28%	-100.00%
4	AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY CENTER	6.85%	0.23%	-75.00%
5	INTERVET INTERNATIONAL BV	5.48%	0.18%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
2		C07	유기화학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	UOP	9.45%	0.87%	-94.44%
2	REGENERON PHARMACEUTICALS	4.48%	0.41%	250.00%
3	GENPHARM INTERNATL	3.48%	0.32%	-83.33%
4	AMGEN FREMONT	3.48%	0.32%	-25.00%
5	OMT	3.48%	0.32%	-60.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C07	유기화학
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C07	유기화학
		–	–
3		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C07	유기화학

49 동물 질병 통제 기술



49 동물 질병 통제 기술

중점과학기술 개요

- 동물의 감염병에 대한 감염저항성을 향상시키고 가축·수산물 내에서의 감염병의 치료 및 확산 방지를 통해 동물에서 효과적인 면역을 유도하고 경제·사회적 손실을 최소화 하는 기술
- 고병원성 조류 인플루엔자, 구제역과 같이 축산업계에 심각한 경제적 피해를 야기하는 재난형 질병의 피해 저감을 위한 기술로, 신소재, IT, 고감도 센서, 빅데이터 분석 등 신기술과 수의학 분야의 융합을 통한 새로운 진단, 예찰, 방역 및 예측 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

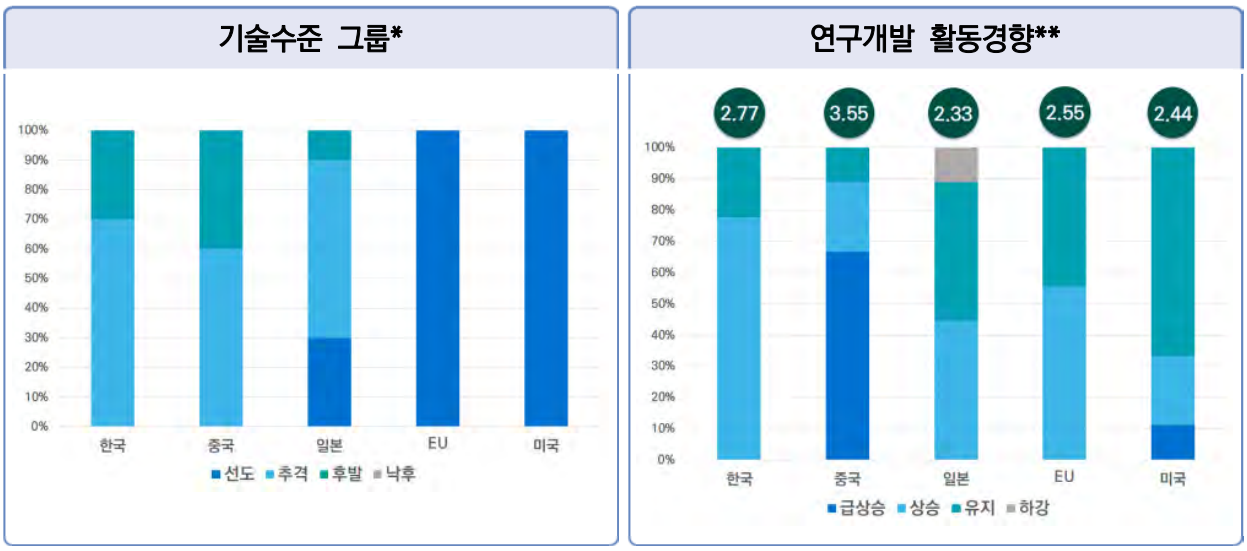
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	5.0	추격	보통	우수	상승
중국	70.0	5.0	추격	보통	우수	급상승
일본	80.0	3.0	추격	우수	우수	유지
EU	92.0	1.0	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	75.0	5.0	80.0	70.0	80.0	6.0	5.0	3.0	7.0	5.4
중국	75.0	5.0	70.0	70.0	80.0	8.2	5.0	3.0	7.0	8.1
일본	80.0	5.0	80.0	80.0	82.0	6.7	3.0	2.0	5.0	4.1
EU	94.0	1.0	92.0	90.0	95.0	4.8	1.0	1.0	2.0	2.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.3

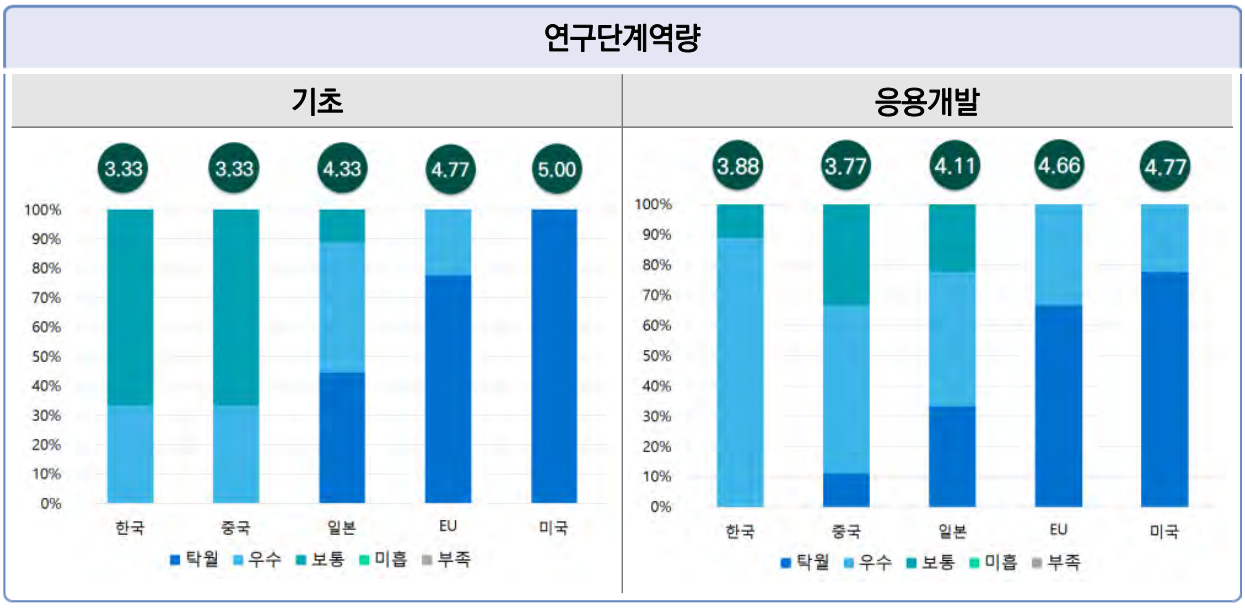
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 인적·물적 자원이 아직도 부족하여 최고 수준을 선도하기에는 부족한 면이 있음 • 동물 질병 통제 기술 분야 연구논문을 많이 발표하고 있으나 구제역 등 감염성 질병통제 부분의 기술이 다소 부족함 • 기반 연구 추진 및 원천 기술 및 응용 기술 확보 면에서 상대적으로 미흡 • 선도그룹의 연구동향 파악은 신속하게 하고 있으나 전체적인 연구인력 및 인프라 풀이 선도그룹에 비해 시스템화 되어 있지 않고 연구비 등의 규모가 선도국에 비해 현저한 차이가 나는 경우가 있음 • 규제 및 방역에서 매뉴얼이 잘 정비되어 있지 않아, 총체적 동물 질병 통제가 어려움
중국 (70.0%)	• 인적자원은 풍부하나 다양한 분야를 선도하기에는 최고 수준의 기술 축적이 부족함 • 미국이나 유럽에 비하여 정부투자금액과 농장 차단방역 인식 수준이 현저히 낮으나 기술수준은 급격히 높아지고 있음 • 관련분야 논문 및 특허 실적이 급증하고 있으며, 연구 인력이 충분함 • 방역기술 및 체계는 한국과 유사하나 발생정보 공개 등 투명성에 있어 다소 수준이 낮음 • 연구비 예산 집중을 통하여 급성장하고 있음 • 동물 질병 통제 보다는 아직도 동물 사육에 더 많은 관심이 있어, 질병 통제가 시기상조임.
일본 (80.0%)	• 자국 기술에 만족하면서 일부 최고수준에 미치지 못하는 분야가 나타나고 있다고 판단됨 • 동물 질병 통제 기술 분야 연구논문을 많이 발표하고 있으며 연구 활동도 활발 • 관련 기업, 연구기관체 등에서 최신 기반 기술을 많이 보유하고 • 중요한 질병을 인식하고 있으나, 현재 문제없이 잘 방어하고 있기 때문에 오히려 연구 투자 등이 소홀한 것으로 보임
EU (92.0%)	• 인력풀은 적으나 국가 간 유기적인 연구협력체계를 형성하여 다양한 성과를 내고 있음 • 동물 질병 통제 기술 분야 연구논문을 많이 발표하고 있으며 연구 활동도 활발 • 선도그룹과 견줄만한 기술들을 지속적으로 발표하고 있음 • 최고기술 보유국 수준의 약물 전달체 발굴 • 최근 원헬스 기반 항생제 내성 확산 방지를 위한 실행계획 수립 및 수행 • 바이오 기술과 의료기기 시스템 구축에서 ICT 기술을 적극 활용함
미국 (100%)	• 어느 한 분야에 국한되지 않고 다양한 성과를 내고 있음 • 논문건수 최다, 정부투자금액 최대, 농장수준의 방역인식 수준이 매우 높음 • 동물 질병 통제의 전략적 접근을 통한 선진국 시스템을 갖추고 있음 • 논문과 특허를 통해 신기술 창출 및 권리 확보 • 정부, 민간분야의 활발한 투자를 바탕으로 다양한 원천기술 확보 및 응용연구가 이루어지고 있음 • 많은 선진국 형 기술 축적으로 응용단계 이상임 • 바이오분야의 선도그룹 글로벌 회사들이 주로 미국을 바탕으로 주도하고 있음 • 질병전달 DDS 및 신개념 질병제어소재 발굴 지속. 최근 신규 항생제 개발 연구논문 발표 연구지원시스템의 제도화 효율성·경쟁성 보유 • 현장 진단 기술 등이 바이오 기술과 융합되어 최신 기술을 보유함

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 우수한 생명공학 기술 활용 가능 • 동물용 의약품을 해외 수출 유망 산업으로 육성 및 장려 • 질병 발생에 대한 대비 태세는 훌륭하고 연구 자세도 되어 있으나, 연구투자와 인력, 시설 등의 보완이 요구됨 • 응용 개발 분야는 기초연구 분야에 비해 기술 수준이 높음 • 동물 질병 통제 기술 연구가 현재 활발함	• 선진국에 비하여 기초연구 분야에 정부 투자금액은 증가하고 있으나 이에 부응하는 성과는 미미한 수준 • 해외 질병 유입 예방 및 대처에 대한 국제공동연구의 필요성 대두 • 중동, 아시아, 아프리카 지역에 대한 맞춤형 동물 질병 연구와 사업화 유망 • 국가연구지원 비효율성 및 비전문성 • 방역 등 국가적 규제로 새로운 기술 적용이 어려움
중국	• 다양한 동물 질병과 실험으로 관련 분야 연구개발 활동이 급상승하고 있음 • 중국 내 충분한 공급과 수요가 충족됨으로 지속적인 기술의 향상이 기대되고 있음 • 정부에서 지속적이고 안정적인 연구개발 예산 투입으로 기술, 인력 및 인프라가 확충되어 가고 있음 • 많은 연구 인력을 투입하여 양적인 결과를 생산하고 있으며, 연구를 대량화하여 실제에 적용하고 있음	• 국제적 기준을 준수한 실험과 기술 인증 필요 • 연구투자 등이 증가했으나, 기초 연구투자에 소홀함 • 현장에서의 적용 능력과 농장수준에서 질병 차단반역 능력이 부족 • 국가체계의 경직성으로 하여 과학 활성화를 위한 대외 교류가 제한적 • 동물 질병 통제에 대한 국민적 인식이 낮아서, 방역에 어려움이 있음 • 연구비의 투자가 무서울 정도로 적극적이나 아직 투명한 인프라 확보가 과제로 남아 있음
일본	• 연구예산 투자규모, 인프라 모두 우수 • 기초 연구를 바탕으로 기술의 응용 개발연구가 활발함 • 지속적이고 안정적인 연구개발 예산 투입 • 지리적 여건상 질병 발생이 많지 않아 경험이 부족함 • 방역인식에 대한 농장의 수준이 월등히 높음 • 효율적 연구자원 보유 및 기초연구비 지원 활성화 • 동물 질병 매뉴얼이 잘 정비되어 있음	• 관련 산업의 정체로 기술의 급진전을 기대하기 어려움 • 연구가 점점 심도 있는 연구로 바뀌어 가고 있으나 장기적인 차원의 지속적인 지원이 어려워 보임 • 조직 체계가 수직적 • 새로운 바이러스 변이에 대한 대처 방법 미흡 • 인력풀이 선도국에 비해 다소 뒤처짐
EU	• 다양한 유럽 지역의 동물 질병 관련 정보 수집 및 연구 개발 • 신기술을 이용한 동물 및 인체 적용 분야 활용도 증대 • 동물 복지 및 면역증강제 등 신개념, 신기술 도입 활용에 적극적인 자세 • 지속적이고 안정적인 연구개발 예산 투입 • 과거 경험을 바탕으로 무엇이 부족하고, 더 해야 하는 지에 대한 고민을 충실히 하고 있음	• 소속 국가별 기술수준의 차이가 있고 EU가각 국가로 구성되어 있어 연구 속도가 다소 느린 점이 있음

국가	강점분야	기타
	• 첨단 기술을 방역에 활용하는 수준이 미국에 근접해 있으며, 특히 동물 질병의 확산 예측 관련한 연구능력이 현저히 증가하였음 • 유럽연합 틀에서 연구협력체계 구축 및 효율적 운영 가능 • 바이오 헬스 시스템의 동물 질병 통제 시스템 적용이 우수함	
미국	• 전 세계 동물 질병 분야 정보 수집 및 연구개발 트렌드 주도 • 인수공통전염병에 대한 지속적·통합적 연구 • 정부의 지속적·안정적인 연구개발 예산 투입 • 기초연구를 통한 응용으로 연결하여 확실하게 결과가 표현되는 구조로 전환하고 있음 • ICT, IoT 등 첨단기술 활용능력이 강점이고 관련 연구 인력도 풍부 • 최근에는 wearable 장비를 도입, 질병확산예측모형 구축에 연구가 활발히 진행되고 있음 • 바이오 신기술을 동물 질병 통제 기술에 잘 융합 함	• 관련 개발 기술들이 현장에서 활용되기 전 FDA의 사용 승인을 획득하는데 다소 시간이 많이 소요되는 단점이 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	1위	2위	4위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 연구 참여자의 해당분야 적절성 평가. 해당 분야와 무관한 연구자 참여 지양 • 연구과제 종료 이후 성과물의 현장 적용 및 확산을 위한 사후평가 강화 • RFP에 특정 국가기관의 필수참여를 요구하는 것은 규제행위로 최소화 필요 • 관련 기술의 수요조사와 공급자 매칭 하는 네트워킹 연결이 필요 • 산학관연 협력을 촉진할 수 있는 패키지형 공동연구 추진으로 국내 유관 연구진간 협력 연구체계 강화 • 유사한 기술을 지닌 분야에서 전문가들의 소통의 통로 확보. 유사하지 않더라도 서로 필요한 기술을 공유하는 자리 마련 • 산업체 대응자금 없이 학계에서 연구를 진행하여 산업화 시킬 수 있는 환경 조성 • 국내 연구기관 및 연구자 간 협력을 위한 장치 마련 필요. 특히 국가기관과 비정부기관 별 연구협력을 방해하는 각종 장벽 제거를 위한 정책 마련

	정책제언
	• 국내 타 분야(특히 바이오)와의 협력을 통해 새로운 진단에 대한 연구 개발 및 상용화 필요 • 다양한 민관 개발 및 평가 기관의 협력 촉진
국제협력 촉진	• 국가기관이 기업체와 협업으로 신규 개발한 진단법에 국내외 제3자가 참여하는 객관적 평가절차 도입으로 연구결과의 공정성 확보 • 해외 전염병 및 신규 질병 연구 시 관련국과 연구 협력 필요 • 선도그룹 국가의 우수연구팀들과 공동연구 추진, 연구원 파견 등 기회 확대 및 지원 필요 • 선진국뿐만 아니라, 주변국, 동남아 국가 간 국제 협력 활성화 정책 필요 • 전염병 등은 주변국에서 오는 경우가 많으므로 질병전파국과의 협력 필요. 적절한 대응에 대한 각국의 공유가 필요
인력양성 및 유치	• 우수 연구자에 대한 인센티브 부여 강화와 더불어 각종 행정적인 절차 간소화 • 해외 활동 연구자의 국내로 복귀 지원제도 강화 • 수의대 학생들의 대학원 진학을 활성화할 수 있는 지원 대책 수립 필요 • 박사급 전문 인력 양성을 위한 장기적이고, 대형 규모의 연구과제 기획 및 발주 • 학생 신분 연구자의 학위과정 진급 등 선순환을 촉진하기 위한 인센티브 제공. 연구비 비목에 석박사 진급 시 인건비 이외의 장학금 항목 신설, BK21 등과 같은 대학원생 및 연구원에 대한 인건비 추가 지원 등 • 신진연구인력 양성 및 과학자 우대 분위기 마련을 위한 정책 방안 마련 • 다양한 동물용 약물 및 백신을 개발하고 평가할 수 있는 인력양성 • 타 분야 융합을 통해 이 분야 기술 수준을 향상 시킬 능력을 보유한 우수한 인재 개발 필요
인프라 구축	• 다양한 동물용 약물·백신을 개발하고 평가할 수 있는 인력양성연구과제 수행에 필요한 국가보유 자료(데이터베이스)의 공공데이터 포탈에 주기적 공개 및 갱신으로 연구 인프라 강화 • 전국 수의과대학에서 동물 질병 진단, 백신 개발 연구 등에 꼭 필요한 실험시설(차폐실험실, 동물임상시험시설 등) 설립을 국가에서 지원하여 대학의 연구 인프라를 구축해야 함 • 중요한 관심이 있는 과제에 대한 기자재, 인력, 건물 등 의 확보가 중요 • 현재 연구비 집행 시스템으로는 고가 장비는 물로 저가의 기기 등도 합법적으로 구입할 수 없는 상황이므로 장비 구입 지원에 대한 적극적인 지원 대책이 필요 • 현재 검역본부에 BL3(생물안전실험실)을 확대해서 많은 관련 연구자가 검역본부에서 같이 연구 할 수 있도록 해야 함 • 다양한 동물용 약물 및 백신을 평가할 수 있는 평가시설 인프라 구축
법·제도 개선	• 품목 허가관련 장벽 낮추는 제도 개선 시급 • 가축전염병예방법 및 관련 고시를 국내외 환경변화를 반영하여 주기적으로 개정할 필요 • 보수적인 인허가 제도에 대한 안내 및 민원 편의 필요 • 국내 실정에 맞는 간편 검증시스템을 도입하여 상용화를 용이하게 할 수 있는 법 제도 개선이 필요함. 국내 개발된 기술이 각종 인허가 제도에 발목이 잡혀 실용화나 상품화 전 단계에서 고사하는 경우가 발생 • 질병방역연구기관의 업무는 해당분야 질병방역전문가가 담당하도록 인사규정 정비 필요 • 연구비 관리시스템의 선진화를 위한 제도 개선 및 자율적인 연구 분위기 조성을 위한 다양한 규제 철폐 • 다양한 동물용 약물 및 백신의 적용에 불리한 규제 개혁

	정책제언
연구비 확대	• 특정 연구주제의 연구비 과다 혹은 과소 책정문제: 연구비 적정성 평가 필요 • 연구과제 발주기관 간 연구내용의 중복문제 • 기반기술 구축을 위한 중장기 연구 프로젝트 필요. 단기, 소규모 연구예산 지원으로는 현안 질병 문제 해결을 위한 기술개발에 한계가 있으므로 장기, 대형 패키지형 연구개발 사업 발굴 및 예산 지원 필요 • 국가에서 필요로 하는 또는 국가성장에 중요한 연구가 무엇인지를 먼저 우선순위로 파악하는 것이 매우 중요함 • 특정 질병에 치우친 연구비 지원보다는 전 방위적인 동물 질병 예방시스템에 효과적으로 기여할 수 있는 연구비 조성이 필요 • 전체적인 연구비 투자 확대 제고. 특히 중장기적 지속적인 연구비 투입 및 기초분야 연구 활성화를 위한 연구비 투입 전략 필요 • 연구비는 확대보다는 현재 작은 소규모과제로 된 것을 통합해서 대형 사업단 체제로 전환하여 책임 및 효율화 도모가 필요함
기타 의견	• 신규 동물 질병에 대한 우선순위를 정해서 중장기 기초연구와 범정부 차원에서 현재 대응 방안 준비가 시급함. 아프리카 돼지 열병이 국가 재난형 질병으로 발생할 우려가 있음 • 타 분야 즉, 줄기세포를 이용한 질병 제어분야, CRISPER를 이용한 게놈 editing, 최근 발달된 유전자 공학적 기반을 통한 병원체의 약 병원성화, 백신기술을 뛰어 넘는 선천, 능동면역을 복합적인 신기술을 이용한 질병 제어를 위한 분야 간 연구협력이 필요 • 미래를 연구하고 방향성을 정하여 해당분야에 연구비를 증액하는 것이 필요하며, 연구자들을 대우하는 자세도 필요함 • 신규 후보물질 발굴 및 변형 가능성 탐색을 위해 빅데이터 및 구조기반 융·복합 분석기술 분야와 접목 필요

다 주요 분석 결과 요약

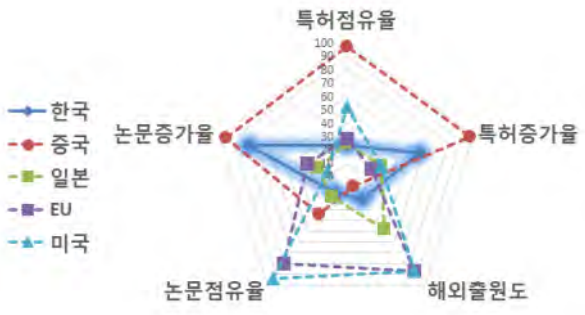
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	농림수산·식품	47,447	19,745	76.9%	144.0%
해당 중점과학 기술명	동물 질병 통제 기술	4,189	2,882	18.5%	50.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

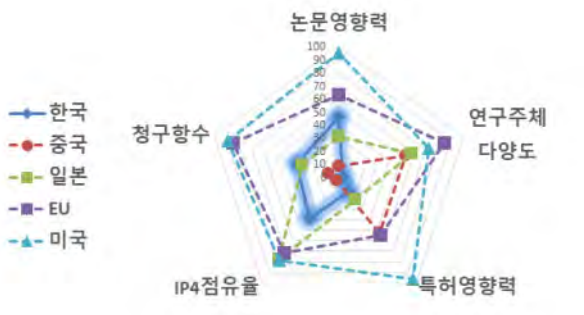
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	미국
	45.0%	56.3%	29.4	4.5
한국	5위	5위	3위	5위
	2.5%	6.3%	19.9	1.4
5개국 평균[2]	-	-	23.9	3.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

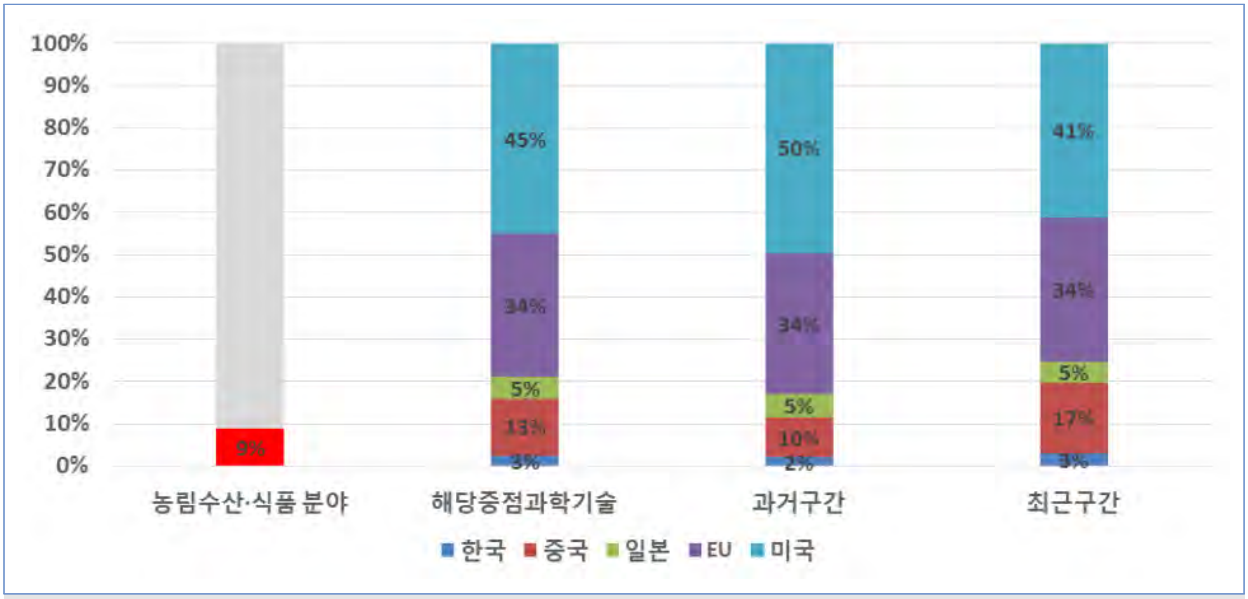
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.5%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(19.9)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(45.0%), EU(33.9%), 중국(13.4%), 일본(5.1%), 한국(2.5%) 순이며, 논문 증가율은 중국(107.1%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(29.4), EU(22.3), 한국(19.9), 일본(17.7), 중국(12.9) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(6.3%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(1.4)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(56.3%), 미국(20.9%), EU(9.2%), 일본(7.3%), 한국(6.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(159.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(4.5), EU(2.7), 중국(2.7), 일본(1.7), 한국(1.4) 순이며, IP4 점유율은 미국(26.7%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.5%	13.4%	5.1%	33.9%	45.0%
	논문 증가율	71.8%	107.1%	10.8%	21.0%	-1.6%
	논문 영향력	19.9	12.9	17.7	22.3	29.4
	연구주체 다양도	0.75	0.90	0.91	0.97	0.94
특허 분석	특허 점유율	6.3%	56.3%	7.3%	9.2%	20.9%
	특허 증가율	36.4%	159.9%	-22.7%	-41.9%	-22.4%
	해외출원도	1.5	0.1	3.7	6.9	6.9
	특허 영향력	1.4	2.7	1.7	2.7	4.5
	IP4점유율	15.9%	0.0%	26.5%	24.6%	26.7%
	청구항수	3.9	2.2	3.7	6.6	7.0

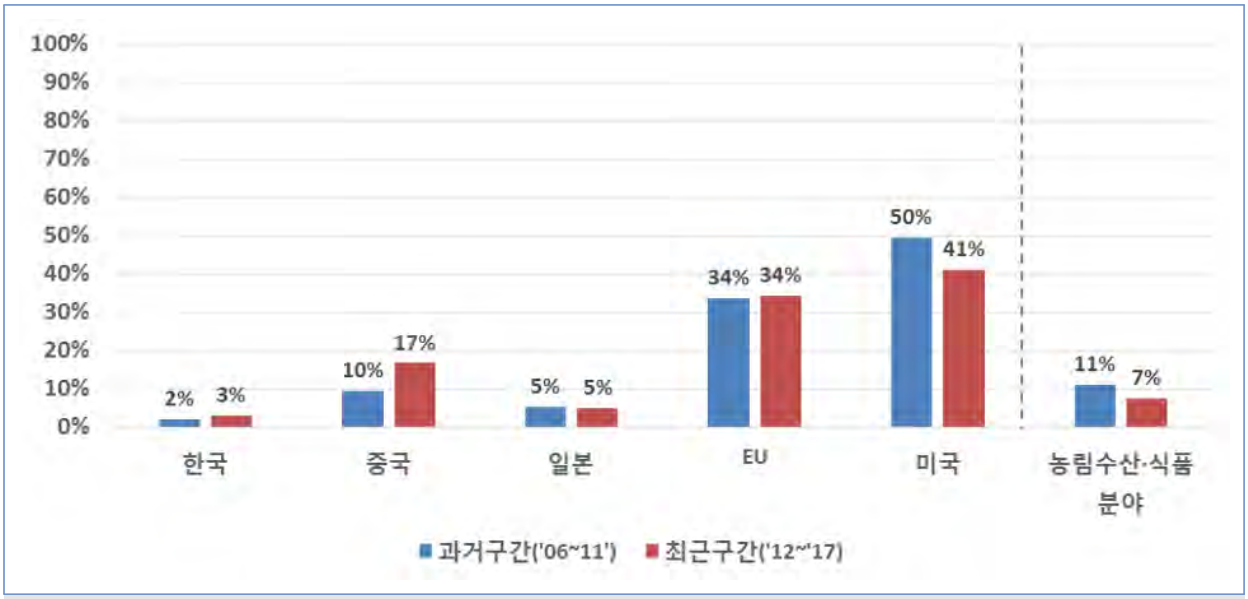
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 동물 질병 통제 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 1885건으로 전체 논문의 45%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 동물 질병 통제 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 논문 중에서 9%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

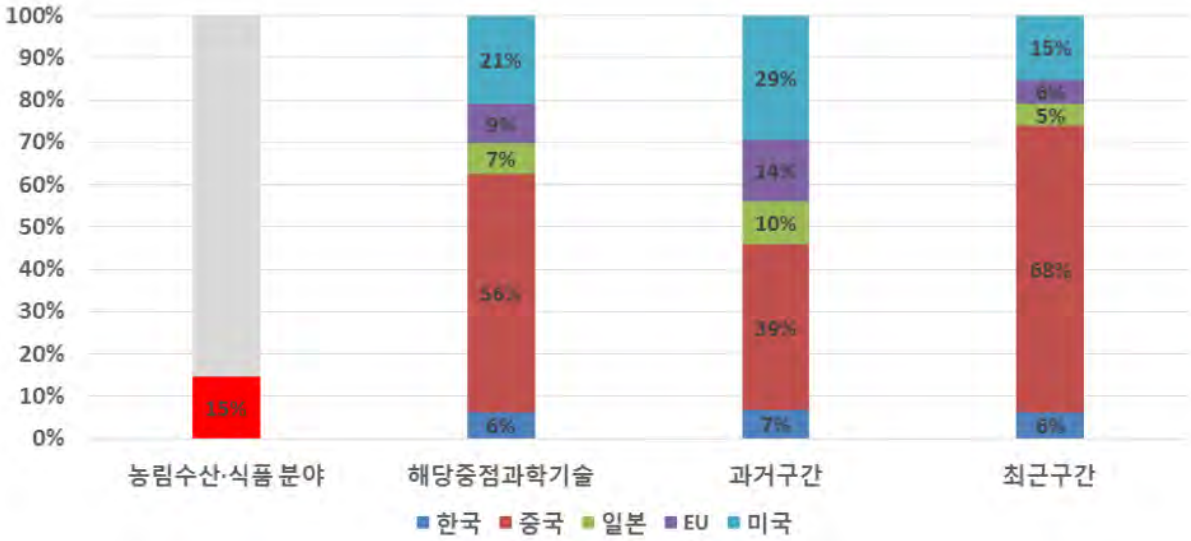


- 동물 질병 통제 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 71.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	39	67	106	71.8%
중국	183	379	562	107.1%
일본	102	113	215	10.8%
EU	643	778	1,421	21.0%
미국	950	935	1,885	-1.6%
전체	1,917	2,272	4,189	18.5%

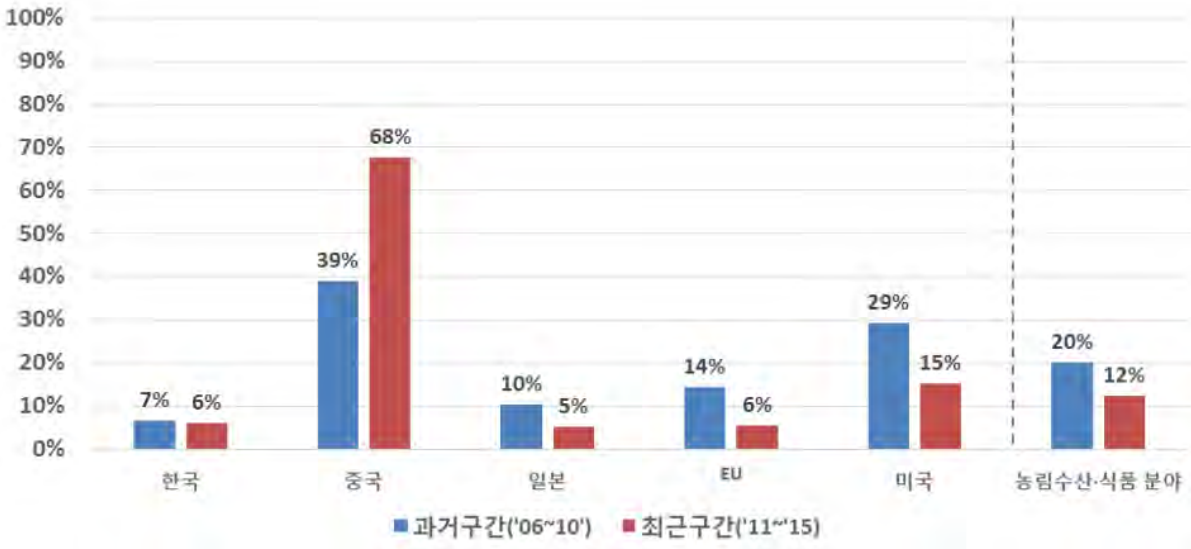
(4) 특허 점유율(전체)



- 동물 질병 통제 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1623건으로 전체 특허의 56%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, EU, 일본, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 동물 질병 통제 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 특허 중에서 15%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



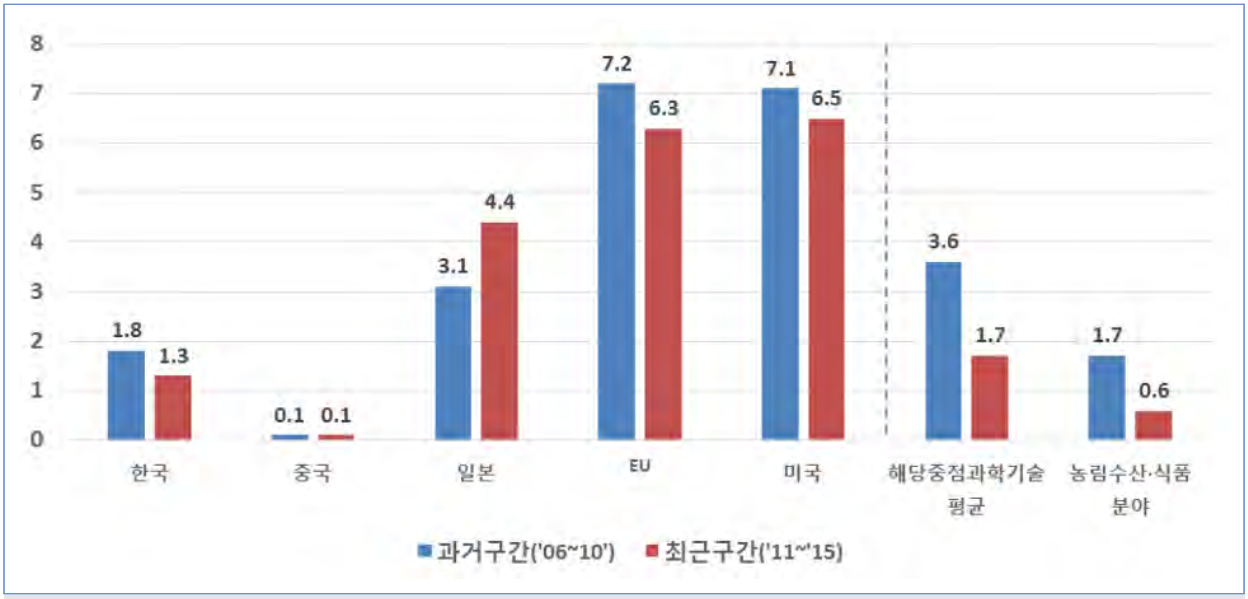
● 동물 질병 통제 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 36.4%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	77	105	182	36.4%
중국	451	1,172	1,623	159.9%
일본	119	92	211	-22.7%
EU	167	97	264	-41.9%
미국	339	263	602	-22.4%
전체	1,153	1,729	2,882	50.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

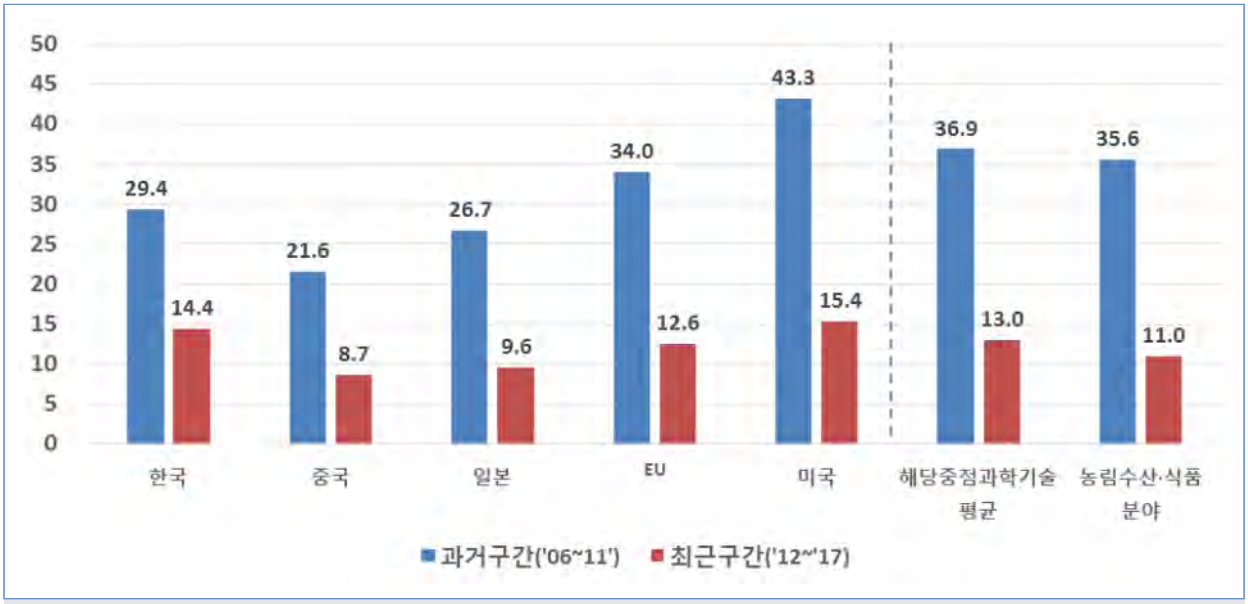


- 동물 질병 통제 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 EU의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

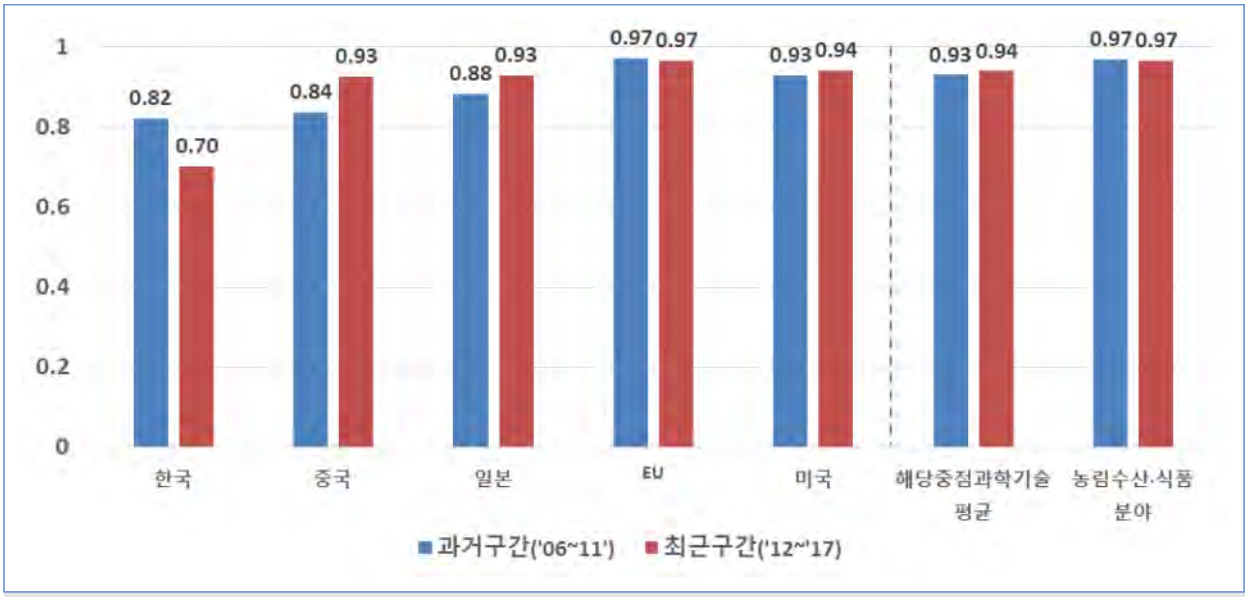
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



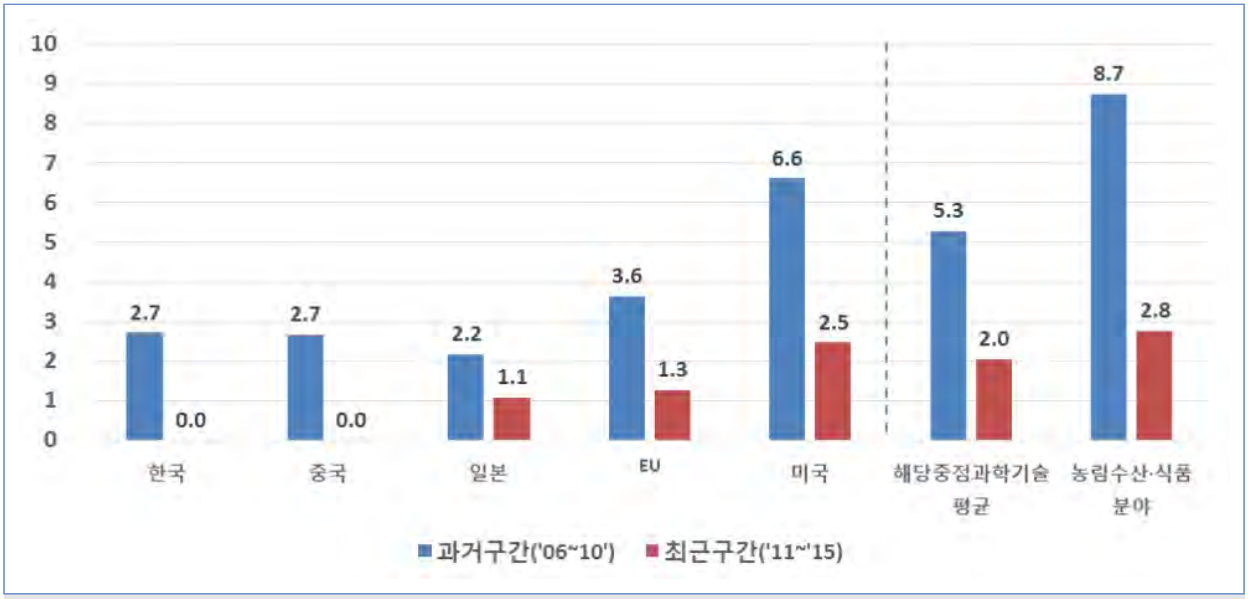
● 동물 질병 통제 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



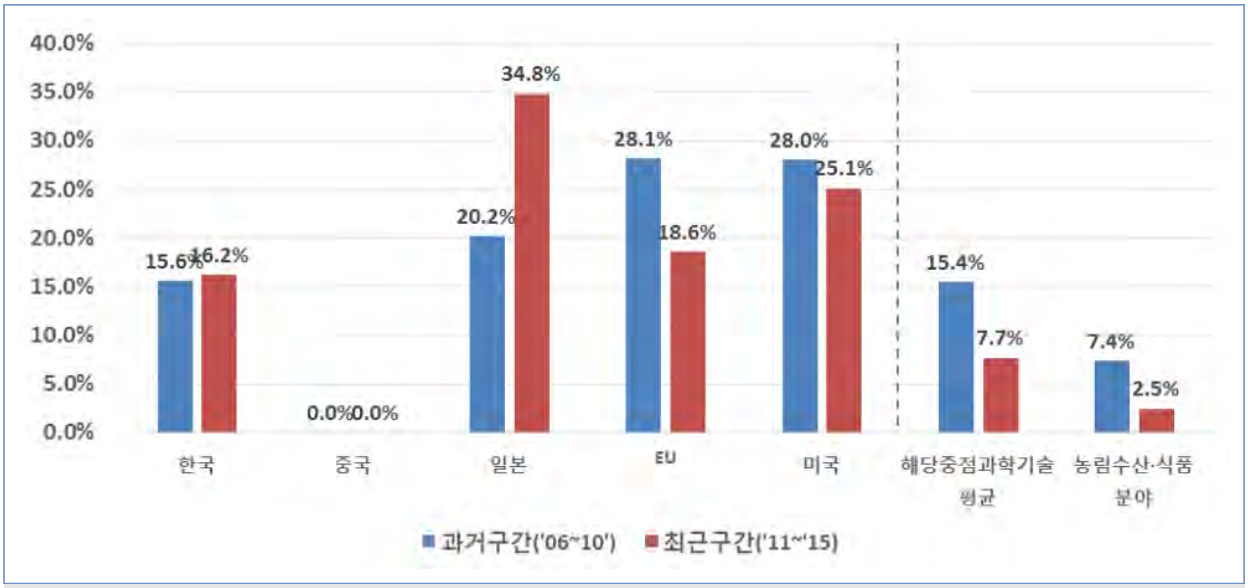
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



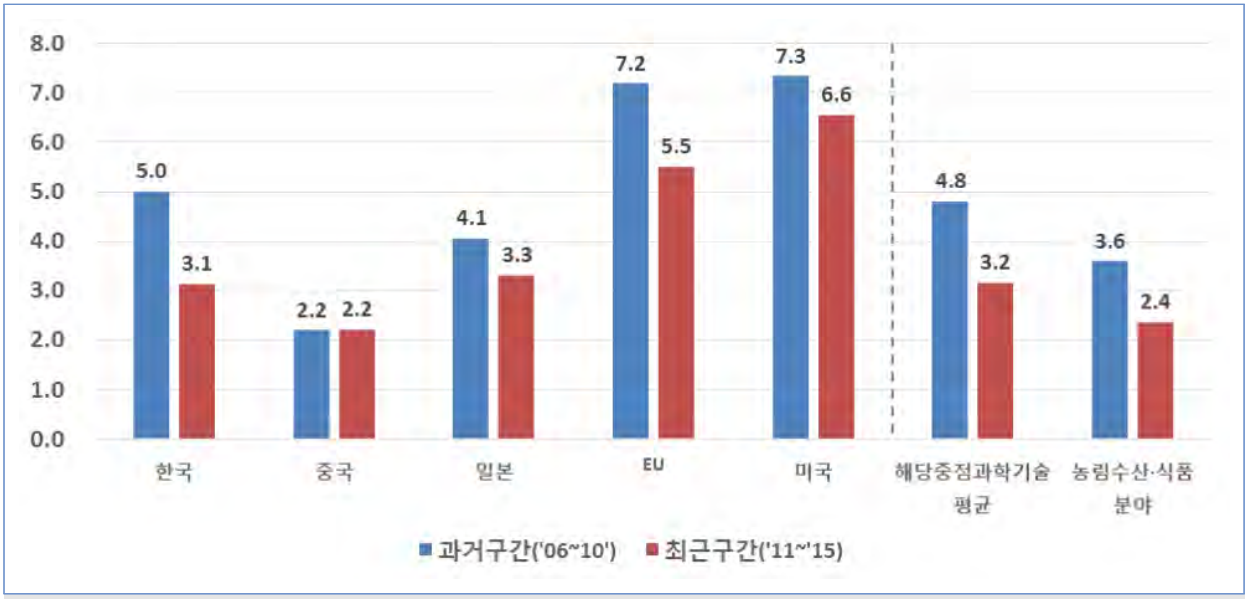
● 동물 질병 통제 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 동물 질병 통제 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 동물 질병 통제 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

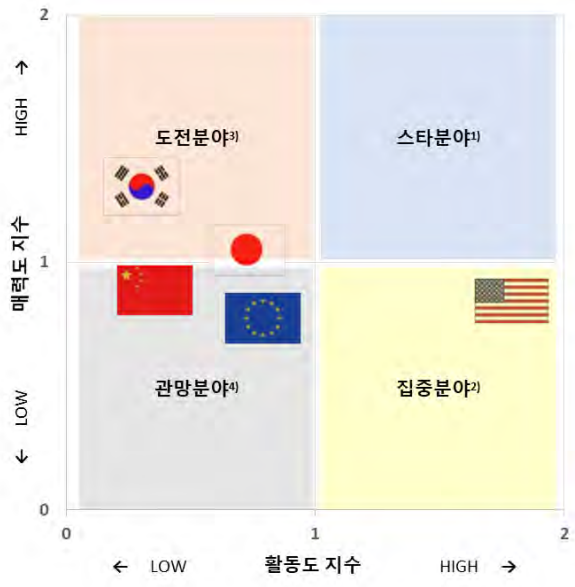
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

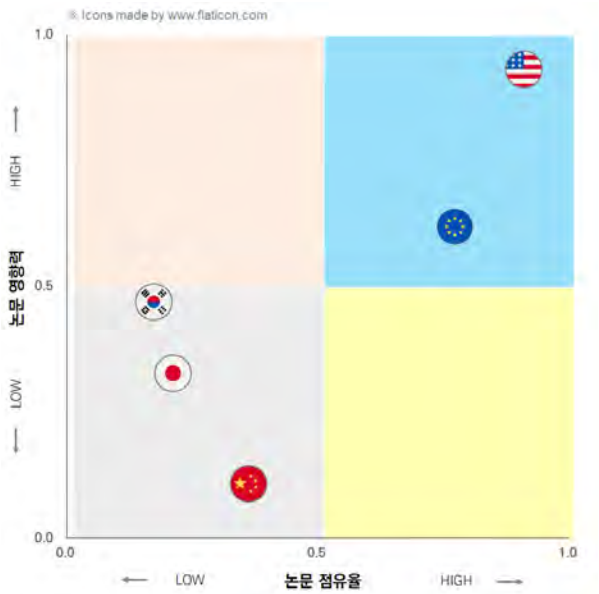
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 동물 질병 통제 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 질적 연구 성과는 높은 상황이며, 미국의 연구 활동이 활발한 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

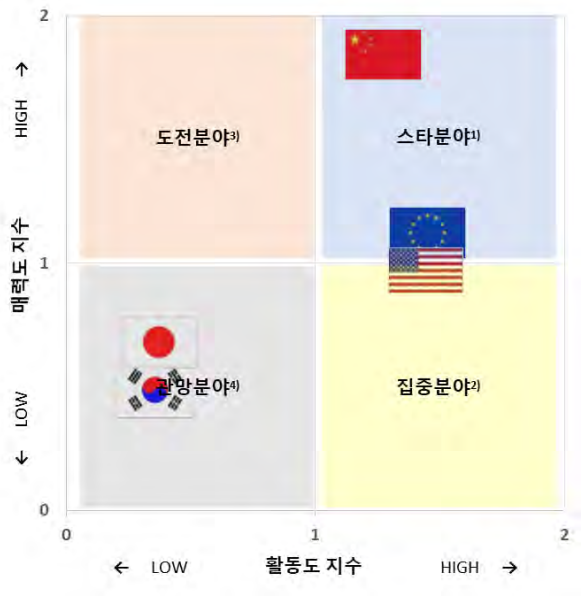


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 동물 질병 통제 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.17%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 8.49%(글로벌 점유율은 0.21%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.60%	1.17%	4.17%
2	NATIONAL INSTITUTE OF ALLERGY AND INFECTIOUS DISEASES	미국	1.59%	0.72%	30.77%
3	HARVARD MEDICAL SCHOOL	미국	1.49%	0.67%	-44.44%
4	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	3.91%	0.53%	75.00%
5	UNIVERSITY OF FLORIDA	미국	0.95%	0.43%	0.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	8.49%	0.21%	25.00%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	5.66%	0.14%	500.00%
3	CHONBUK NATIONAL UNIVERSITY	4.72%	0.12%	400.00%
4	KONKUK UNIVERSITY	4.72%	0.12%	50.00%
5	KOREA UNIVERSITY	3.77%	0.10%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	3.91%	0.53%	75.00%
2	SUN YAT-SEN UNIVERSITY	2.67%	0.36%	-50.00%
3	HARBIN VETERINARY RESEARCH INSTITUTE	2.31%	0.31%	16.67%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.14%	0.29%	0.00%
5	LANZHOU VETERINARY RESEARCH INSTITUTE	1.96%	0.26%	166.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	3.26%	0.17%	-60.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	3.26%	0.17%	-25.00%
3	OBIHIRO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND VETERINARY MEDICINE	2.79%	0.14%	100.00%
4	TOHOKU UNIVERSITY	2.33%	0.12%	300.00%
5	KYUSHU UNIVERSITY	2.33%	0.12%	50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	LUND UNIVERSITY	1.06%	0.36%	100.00%
2	UNIVERSITY OF OXFORD	0.77%	0.26%	-42.86%
3	GHENT UNIVERSITY	0.70%	0.24%	0.00%
4	HANNOVER MEDICAL SCHOOL	0.70%	0.24%	50.00%
5	UNIVERSITY OF COPENHAGEN	0.70%	0.24%	300.00%

6 미국

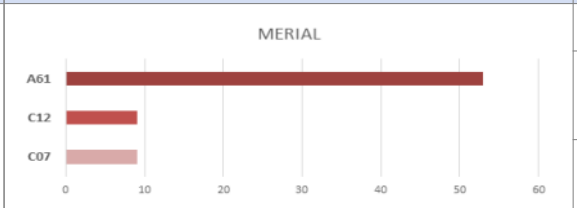
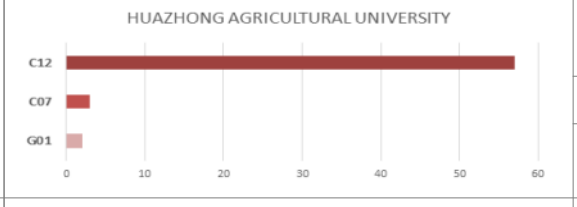
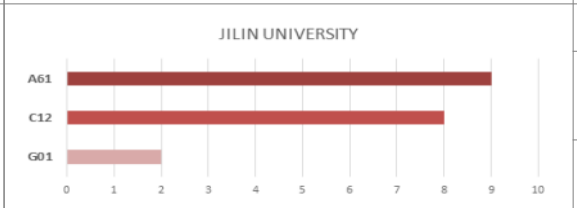
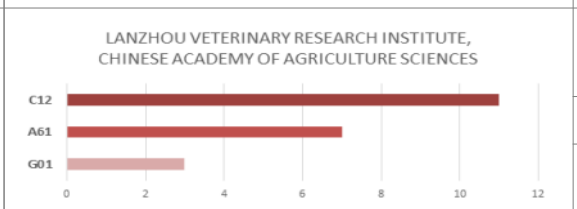
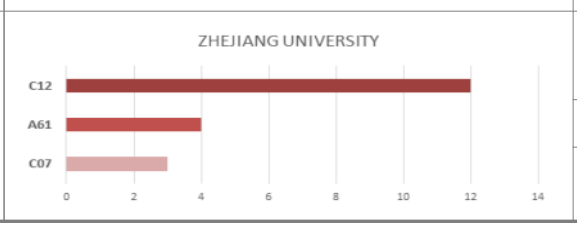
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.60%	1.17%	4.17%
2	NATIONAL INSTITUTE OF ALLERGY AND INFECTIOUS DISEASES	1.59%	0.72%	30.77%
3	HARVARD MEDICAL SCHOOL	1.49%	0.67%	-44.44%
4	UNIVERSITY OF FLORIDA	0.95%	0.43%	0.00%
5	NATIONAL CANCER INSTITUTE	0.95%	0.43%	25.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'MERIAL(2.60%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '대한민국(농림축산식품부 농림축산검역본부장)'이 4.40%(글로벌 점유율은 0.28%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'MERIAL'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를, '대한민국(농림축산식품부 농림축산검역본부장)'은 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

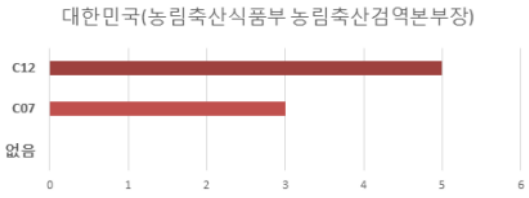
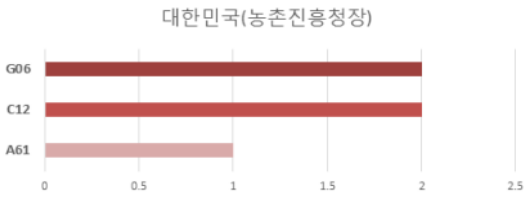
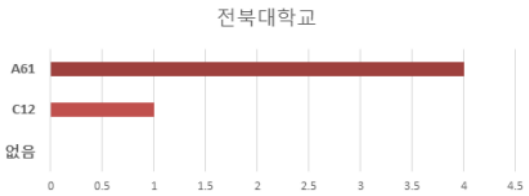
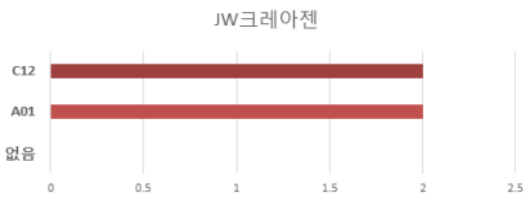
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MERIAL	미국	12.46%	2.60%	-17.07%
2	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	4.00%	2.26%	24.14%
3	JILIN UNIVERSITY	중국	1.42%	0.80%	-35.71%
4	LANZHOU VETERINARY RESEARCH INSTITUTE, CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURE SCIENCES	중국	1.42%	0.80%	183.33%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.29%	0.73%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학

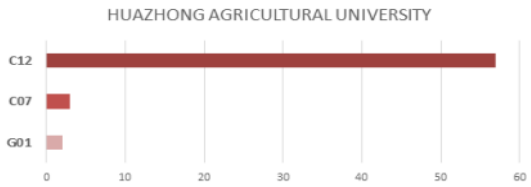
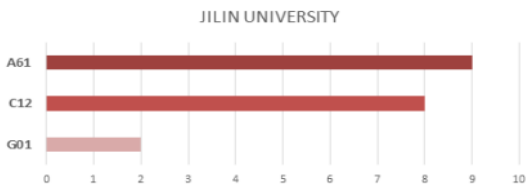
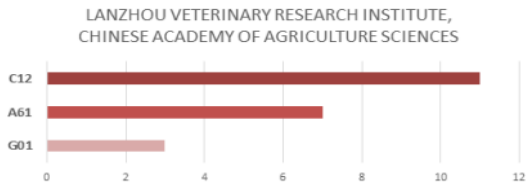
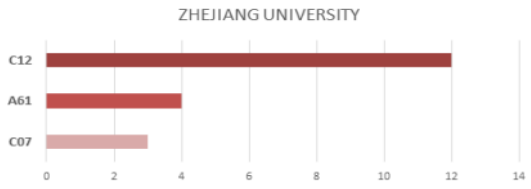
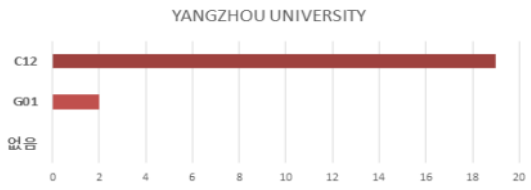
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대한민국(농림축산식품부 농림축산검역본부장)	4.40%	0.28%	600.00%
2	한국생명공학연구원	3.30%	0.21%	0.00%
3	대한민국(농촌진흥청장)	3.30%	0.21%	100.00%
4	전북대학교	2.75%	0.17%	-33.33%
5	JW크레아젠	2.20%	0.14%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-

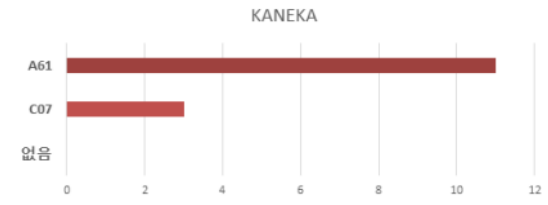
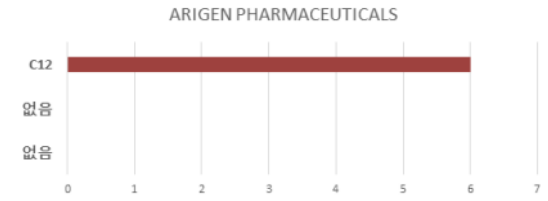
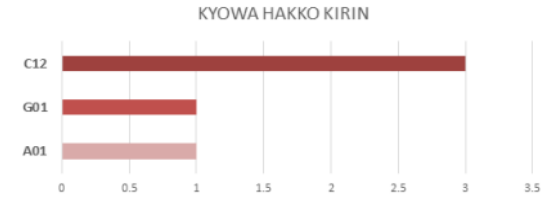
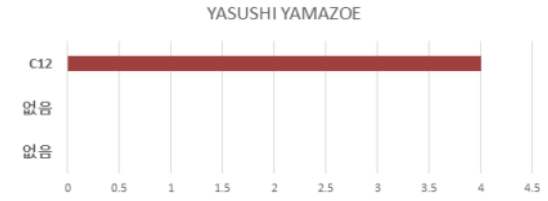
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	4.00%	2.26%	24.14%
2	JILIN UNIVERSITY	1.42%	0.80%	-35.71%
3	LANZHOU VETERINARY RESEARCH INSTITUTE, CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURE SCIENCES	1.42%	0.80%	183.33%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.29%	0.73%	100.00%
5	YANGZHOU UNIVERSITY	1.29%	0.73%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		–	–

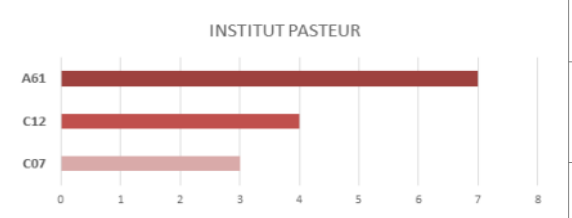
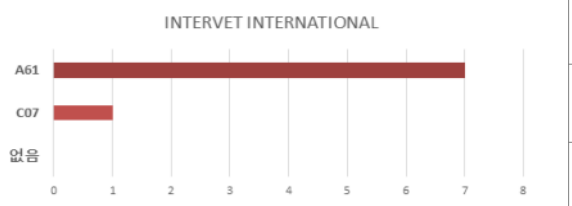
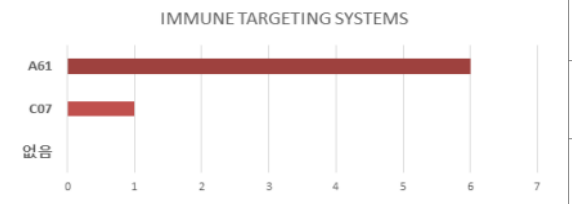
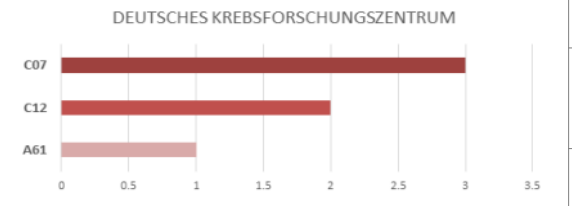
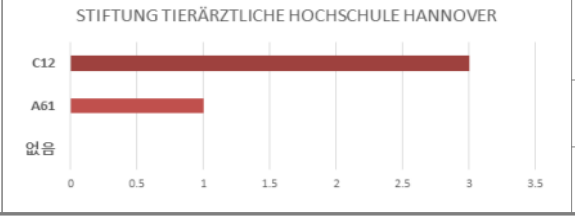
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KANEKA	6.64%	0.49%	-92.31%
2	NITTO DENKO	6.16%	0.45%	1200.00%
3	ARIGEN PHARMACEUTICALS	2.84%	0.21%	-100.00%
4	KYOWA HAKKO KIRIN	2.37%	0.17%	-33.33%
5	YASUSHI YAMAZOE	1.90%	0.14%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-

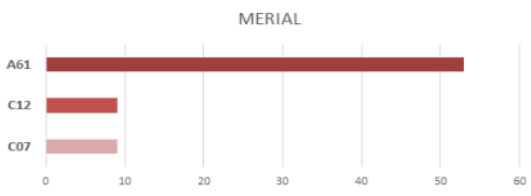
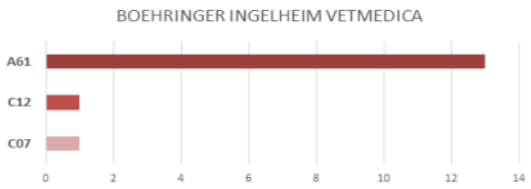
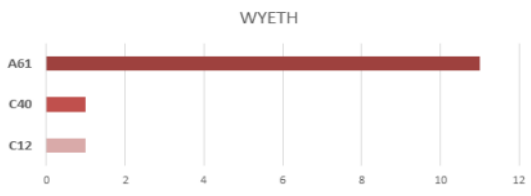
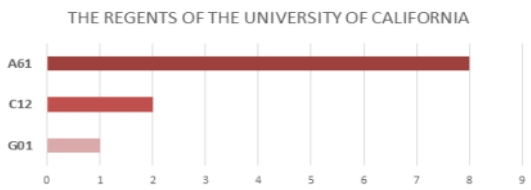
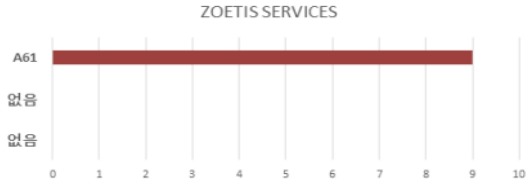
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INSTITUT PASTEUR	6.06%	0.56%	-40.00%
2	INTERVET INTERNATIONAL	3.03%	0.28%	66.67%
3	IMMUNE TARGETING SYSTEMS	2.65%	0.24%	-25.00%
4	DEUTSCHES KREBSFORSCHUNGSZENTRUM	2.27%	0.21%	100.00%
5	STIFTUNG TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER	1.52%	0.14%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		-	-
4		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MERIAL	12.46%	2.60%	-17.07%
2	BOEHRINGER INGELHEIM VETMEDICA	2.49%	0.52%	-50.00%
3	WYETH	2.16%	0.45%	-81.82%
4	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.83%	0.38%	-42.86%
5	ZOETIS SERVICES	1.50%	0.31%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C40	조합된 기술
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

50 ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술



50 ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 지속가능한 수산업 기반 조성 및 풍요로운 어장 만들기를 위한 품종별·해역별 스마트 양식 자동화 시스템기술, ICT 기반 스마트 외해양식 기술, 지능형 양식장 설비·사육 기술, 친환경 생태통합 양식 기술 및 6차산업화 기술 등을 포함
- ☑ 국가 공공재이자 자율갱신적인 수산자원과 어장을 과학적·합리적으로 보전·이용하기 위해 ICT 기반의 관측, 예측 및 회복 기술 확보
- ☑ 기후변화로 인한 어업 및 양식업의 불확실성을 완화하기 위하여 수산자원의 양적·질적 변화와 어장의 형성·이동 등에 관한 정밀 관측·예측 기술
- ☑ 지속가능한 연근해어업 실현을 촉진하고 모래채취 등 타 분야 해양이용자와의 갈등 해소를 위해 과학적·객관적 정보를 제공하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

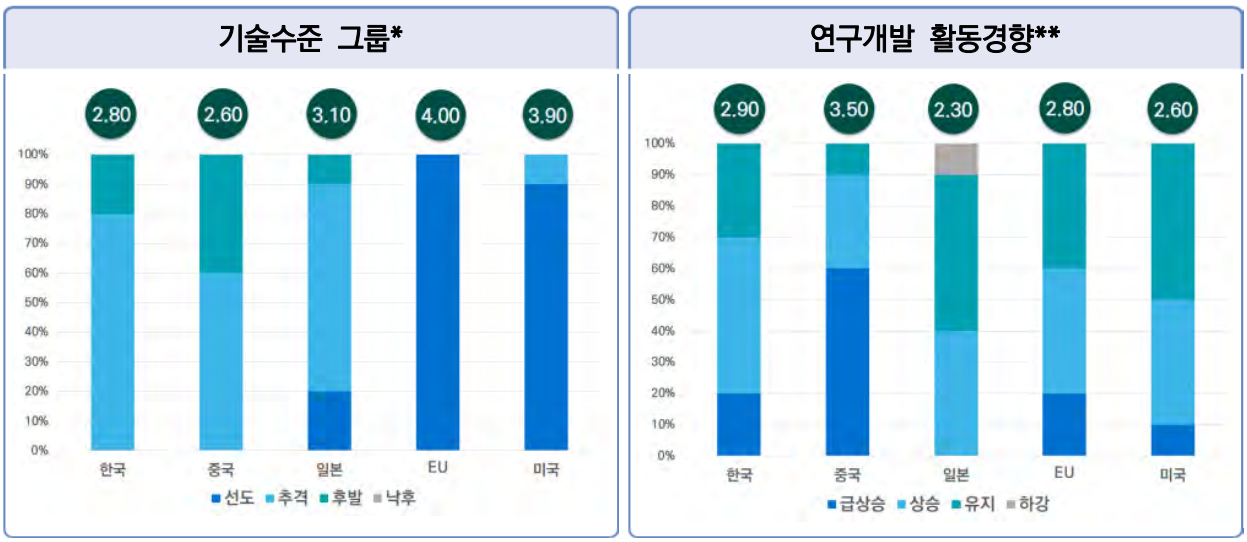
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	5.0	추격	보통	우수	상승
중국	60.0	5.8	추격	보통	보통	급상승
일본	77.5	3.5	추격	우수	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	우수	탁월	상승
미국	90.0	2.0	선도	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	4.5	70.0	60.0	70.0	6.5	5.0	4.0	5.0	2.1
중국	60.0	5.3	60.0	50.0	65.0	7.8	5.8	5.0	7.0	3.3
일본	77.5	4.0	77.5	70.0	80.0	7.2	3.5	3.0	4.0	2.4
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.6
미국	90.0	1.8	90.0	90.0	95.0	6.3	2.0	1.0	2.0	0.9

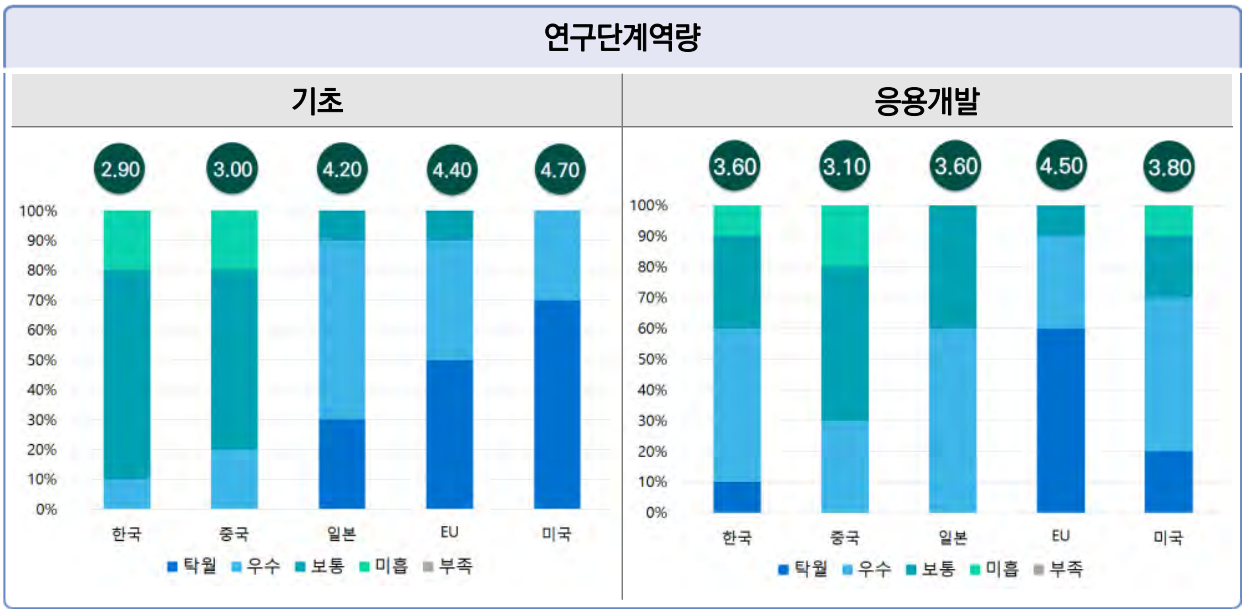
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 뛰어난 ICT 원천기술을 보유하고 있고 최근 R&D 투자가 이루어지는 분야로서 일부에서 여러 가지 장비들이 개발되었거나 개발되고 있음. 그러나 상업적인 단계에는 진입하지 못하고 있음 • 민간에 주로 의존적인 생산 및 판매구조로 인하여, ICT 선진국임에도 전체적인 체계가 관습과 경험에 의존하고 있음 • 자본금이 대규모로 투여되는 대형 산업 중심의 양식 산업 정책을 모듈화되고 시스템적인 다수의 소형양식 시스템(다양한 소비자 취향에 부응하며, 불규칙한 수요 변화에 능동적으로 대응하기 위한)으로의 전환이 필요 • 최근 정부의 지속적인 지원과 투자로 수산양식 생산량과 시스템 기술이 비약적으로 발전하고 있으나, 질적인 부분에서는 여전히 보완해야 할 것이 많음 • 정부의 관심은 높으나 이에 대하 연구투자는 낮음 • 국내 양식 산업은 최근 노동 집약적/환경 의존적 산업에서 기술 집약적/환경 독립-친화적 산업으로 변화를 도모하고 있으며, 관련 기술에 대한 연구개발이 활발함. 그러나 기술 집약적이며 환경 독립-친화적 산업 형태로 변모하기 위한 기반 기술과 전문 인력 부족한 수준임 • 최근 양식기술과 ICT 기술 융합 시도 및 관심도 증가 - 일부 ICT기술이 적용된 양식 시스템 구축 중
중국 (60.0%)	• 아직 어획량 증대 및 값싼 노동력에 의존한 양식생산이 지배적이기 때문에 중국의 수산업은 현재 수산자원관리나 양식의 자동화와는 거리가 있음 • 국가 주도적으로 대규모 양식 산업에 투자 • 최근 특허 출원 분야는 급증하고 있으나 실제 양식에 대한 인프라 구축 등 발전조건이 미흡함 • 제한된 인력풀 및 관련 분야의 융·복합 연구가 부족하지만 최근 연관 학문의 융·복합 연구를 통한 시너지 유도 중 • 향후 융·복합 기술 개발을 통해 기술 수준을 극대화할 수 있는 잠재력 보유 • 천연 담수생물 중심의 양식 연구 수행 • 집약적인 어류 양식을 위해 웹 서버 내장 기술과 이동 통신 기술을 결합하여 온라인 수질 모니터링 시스템을 개발 중에 있음. 이 시스템에서는 데이터를 기반 인공 신경망(ANNs)으로 어류 양식장의 수질을 예측, 제어하고 원거리에서도 온라인 수질 모니터링 시스템을 통해 수질 정보를 획득할 수 있어 사육수 관리에 용이 • 전통적 양식방식으로는 세계 최대 생산국이나 ICT 기술 접목 및 빅데이터 활용 수준은 한국, 일본에 비해 뒤쳐짐 • 정부의 석탄 사용 제한 및 양식폐수 환경 기준 강화 등으로 양식 산업이 위축될 것으로 예상
일본 (77.5%)	• 수산물을 주요 식품으로 소비하는 국가로서, 종묘생산, 품종관리 등의 오랜 노하우가 첨단 기술과 접목되고 있으며, 지역 경제 활성화의 측면에서도 지역 자립기반 조성을 위한 정책적 지원이 이루어지고 있음 • 해외 양식을 기반으로 실질적이고 안정적인 양식 매출 달성 • ICT 강국으로서 수산양식 분야 외에 다양한 분야에서 ICT 기술이 접목되어 이용되고 있음. 수산양식 분야에도 이러한 ICT 기술을 적용하려는 시도가 이루어지고 있으나, ICT 기술을 접목하기 위한 양식 생산 시스템 플랫폼의 부재가 발전의 가장 큰 걸림돌임. 플랫폼 시스템에 대한 문제가 해결되면 빠르게 ICT 수산양식 기술을 정착시킬 수 있음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 최근 양식자동화 관련 먹이공급기 및 선별기 관련 특허가 증가하고 있는 추세임 • 일본은 수산물 이력 추적 시스템을 지원하기 위하여 생산 관리, 품질 인증, 품질 이력제를 실현할 수 있는 여러 가지 식품 관련 IT 솔루션(food IT solution)을 연구 개발하여 실용화 단계임 • 특히 KITZ Corporation에서는 순환 여과식 양식장에서 박테리아에 의한 생물 여과 절차가 없는 클라우드 ICT 기반의 스마트 순환 여과식 양식장을 개발하여 운영 중에 있음 • 대기업인 소우치즈에서는 참다랑어의 생산성을 향상시키고자 인공지능(AI) 기술을 도입하여 양식장의 수질과 급이량을 일괄적으로 관리하며 자료를 축적하고 있음 • ICT 기반 외해양식 기술에 대기업(신일본제철, 토요타 등) 참여로 기술진보 빠르게 진행 2-3년 내에 상용화 계획
EU (100%)	• ICT를 활용한 양식기술 분야에서는 현재 연어 양식에 있어 다양한 스마트 자동화 기계를 이용하고 있고 이를 통한 체계적 관리, 최고 생산, 최고 수출을 하고 있는 노르웨이가 가장 앞서 있음 • 수산자원조사기술에 있어서도 노르웨이는 Scanmar, Simyard 등에서 무선통신 장비를 30년 이전부터 생산하여 전 세계에 보급해 왔으며 그간 신제품 개발을 통해 현재에도 세계시장 점유 1위를 점하고 있음 • 오랜 기간 친환경적 양식 환경 조성을 위한 노력으로 어종별 친환경 사료의 개발과 보급, 시스템적인 양식관리가 양식업자들에게 체질화 되어 있음 • 기술의 개발이 즉시 산업계에 영향을 미치도록 현장 중심으로 연구가 연계 되어 있음 • 지속적인 투자와 상용 양식기자재 및 시스템 운영 • 지난 50년간 연여 생산을 위한 기술 개발에 지속적인 정부의 투자와 지원이 이루어졌으며, 이를 토대로 ICT 기반 양식 시스템을 선도하고 있음. 최근 다양한 환경 모니터링 센서 등을 장착한 ICT 기술을 생산 시스템에 적용하고 전 세계적으로 보급하고 있음 • 정부 투자 및 기업화가 정착되어 ICT 접목 양식기술 개발이 가장 활발하게 진행되고 있음 • 생산, 평가 및 인증시스템의 구축을 통해 세계 기술의 선도 • EU는 'Horizon 2020'의 양식분야 사업의 일환으로 aquaSmart를 추진하고 있으며, 이를 통해 빅데이터 기술과 글로벌 데이터를 활용하여 양식 환경 변수(수온, 용존산소 등), 먹이형태, 사료 배합도, 사료공급방식, 생산관리방식 등과 생장률, 폐사율, 생육기간, 품질 등 생산 결과와의 상관 관계를 도출 • 양식장의 데이터를 클라우드 기반으로 수집하여 데이터 마이닝, 머신 러닝, 통계 등의 기술을 이용하여 빅데이터 분석 결과 제공 • 양식 기업에게 로컬 단위에서 데이터 마이닝이 가능한 툴을 제공하며, 양식 기업들이 분석한 데이터 마이닝 결과를 수집하여 이해관계자들(정부, 연구원, 양식 기업, 투자자 등)이 활용할 수 있도록 지식축적(knowledge base)이 이루어짐 • 각 양식장의 분석 결과는 클라우드에 저장된 다른 양식장들의 결과 값과 비교·평가가 가능하도록 하여 최적 양식장 운영에 대한 지표를 제공 • 기술보호를 위해 양식제어 관련 특허를 내지 않고 글로벌 기업에서 바로 상용화하고 있으며, 전세계 시스템 수출 • 30년 이상 축적된 기술, 매년 새로운 기술개발, 제품출시 해외 양식기술, 제품판매 실적 상위권
미국 (90.0%)	• 광범위하고 뛰어난 위성기술을 이용한 수산자원 및 해양환경 조사를 실시하고 있으며, 자료의 원격수집, 빅데이터를 활용한 분석기술이 세계 최고라 할 수 있음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 양식분야는 노르웨이를 거울삼아 추격중이며 원천기술의 수준은 매우 높으나 상업화·대중화에는 노르웨이보다 뒤지고 있음 • 환경 보전과 지속가능한 단백질 공급원의 생산, 인류의 공존이라는 기본적인 수산정책의 틀을 오랫동안 유지하면서, 식품의 안전성을 중요시하는 시스템적인 수산물 생산 체계를 구축하고 있음 • 대규모 양식에 대한 시스템 설계 및 운영 기술 확보 • 노르웨이 등의 유럽 기술을 토대로 독자적인 ICT 융·복합 기술을 적용 개발하고 있음 • 완전 순환 여과시스템, 해수 어류의 가두리 주위 환경변화 감시체계, 육상 수조의 순환 여과장치 가동, 먹이 공급의 자동화 장치 등에 ICT 기술을 활용하고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 세계 최고수준의 ICT기술을 보유하고 있고 높은 추진력 및 응용개발 능력을 가지고 있음 • 고령화, 줄어드는 수산업 종사자 등 여건을 고려한 자동화, 기후변화 등으로 인한 급격한 환경변화에 따른 해양생태계 변동 예측을 위한 하부 해양먹이망 연구 분야에 예산을 투입하고 관련 인프라 구축을 본격 추진하고 있음 • 수산 자원, 양식 분야와 관련된 기술이 발달해 있고, 관련 특허가 다수 출연되어 있어 이용 가능한 관련 기술 기반이 잘 구축되어 있음 • ICT 등 첨단기술과 다양한 분야의 수산 기술 개발, 수산양식 산업 진출 등이 가능하도록 기존의 산업구조를 혁파하려는 정부 노력이 시작되고 있다는 점은 강점임. 국립수산과학원과 부경대학교 중심의 수산 과학기술 개발과 신규 진입이 불가능한 대형 연안양식업장 중심의 수산산업 정책 등으로 양식 과학기술도 인프라의 확산, 인력의 확산이 어려운 구조였음 • 최근 수산양식 자동화에 대한 연구가 진행되고 있으며 관련 전문가도 양성 계획임 • 어패류 등과 같은 특종어종에 양식인프라 구축 일부 ICT기술 적용 인프라 구축 • 기초 연구분야 보다는 응용기술 및 assembly 기술에 강점을 가지고 있음 • 생산 기자재 관련 산업은 잘 발달되어 있어 통합 플랫폼에서 적용기술이 개발되면 빠른 시간 내 선도 그룹들과의 격차를 줄일 수 있음	• 한국의 수산분야는 소규모 개인사업 형태로서 대형규모의 생산 및 투자가 어려우므로 개발 제품을 사업화하는데 어려움이 있음 • 어류중심 자원관리 위주의 연구로 통합적인 어황예측 연구가 미흡 • 잠재 수산 자원량 예측을 위한 해양먹이망 분야에 대해 지속적인 예산 투입이 필요 • 해양수산 빅데이터, 클라우드 사업들이 진행중이나 실제 사업화를 위한 기술은 거의 없음 • 수산관련 대형 국가 연구 개발사업 자체가 추진된 사례가 한 번도 없을 정도로, 개별적인 관심사항에 치우쳐 있으며 정책적 소외로 인하여 전통의 양식업을 발전시키기 위한 추동력이 부족 • 기업화 규모화가 진행되지 못하고 있음 • ICT 양식 및 수산자원 분야 연구는 제한된 인력풀을 통한 연구개발이 이루어지고 있으며 자료 역시 제한적으로 이용 • 기초연구 분야가 다소 약한 부분으로 자체 기술 개발에 한계가 있음 • 양식 시장이 영세하여 산업의 규모화가 어려움 • 양식장 운영을 위해 필요한 환경 정보와 생산 정보에 대한 표준화된 시스템 부재와 ICT 기술의 발전으로 농업, 제조업, 서비스 산업 등에는 다양한 표준 기술들이 개발되고 적용되었으나, ICT 기반 수산업의 과학화를 위한 표준 기술 연구는 미비한 수준이므로, 수산업의 미래 과학화를 위해서는 표준 기술 개발이 시급한 상황임

국가	강점분야	기타
	• 1인당 수산물 소비 상위 국가이며 수산물에 대한 국민적 관심도 높아 양식에 대해 국가적 관심도 및 지원이 높음	
중국	• 값싼 노동력과 최근 ICT분야의 많은 전문 인력을 보유하고 있음 • 양식의 경우 양식 가능한 모든 품목에 대한 종자, 양성, 기자재 등 관련 분야별 연구자들의 숫자가 전 세계 어느 나라보다 많음 • ICT 분야에 대한 연구를 많이 수행하고 있고 관련 특허도 많이 생산하고 있음 • 식량생산 정책을 국가정책의 최우선으로 삼는 국가 기조에 따라, 그 소비가 매우 높은 수산 양식 생산물에 대한 정책적 지원이 매우 높음 • 내수면 어종을 중심으로, 해삼양식 등의 기술 수준은 최고 수준이며 이를 첨단화하고 수출 가능한 품목으로 만들기 위한 재정적, 인프라 지원이 매우 크게 늘고 있음 • 중국에서는 집약적인 어류 양식을 위해 웹 서버 내장 기술과 이동 통신기술을 결합하여 온라인 수질 모니터링 시스템을 개발 중에 있음 • 국가 주도 다양한 양식 인프라 보유 • 연구소 및 대학에서 기초연구 및 신기술 개발에 주력 • 세계 최대 규모 수산양식 시장을 가지고 있으며, 정부 주도하에 막대한 예산이 기술 개발 및 산업화에 지원되고 있음	• 중국은 수산, 양식 관련 전 분야에 연구 및 투자가 집중되고 있으나 자원관리, 오염처리, 동물복지 등의 연구보다는 생산성 향상에 초점을 둔 연구가 주류임 • 첨단 기술에 대한 수용력은 크나, 자체 기술이 아직은 다소 부족하여, 한국, 일본 등 주변국에 대한 다양한 교류를 통해 기술 확보에 힘쓰고 있음 • 노동력 기반의 수산 활동 • 사회의 투명성이 다소 미진하고 투자 대비 효율성에 제약점이 있음
일본	• 세계 최고수준의 로봇 및 자동화 기술을 보유하고 있음 • 해양 및 기상 등 물리 환경 변화 예측 중심의 연구 수행하고 있으며, 시설설비 분야에서는 탁월 • 수산 양식분야에 타 분야 대기업이 참다랑어, 연어 등의 기술개발 연구에 투자하면서 실증테스트와 실용화가 빠르게 진행되고 있음 • 전통적으로 수산 종자의 유지 보존 등 매우 우수한 수산관련 기술을 보유하여, 오랜 동안 벤치마킹의 대상이 되어 왔음 • 최근 유럽(노르웨이, 스페인 등)의 여러 국가들과의 개방적이고 수용적인 교류를 통해 양식사료 개발 등에서 꾸준한 기술적 진보를 이룸 • 자국의 수산물에 대한 기초적 지식수준은 가장 우수	• 1인당 수산물 소비 상위 국가이며 수산물에 대한 국민적 관심도 높아 양식에 대해 국가적 관심도 및 지원이 높음 • 한국과 마찬가지로 소규모 업체가 많아 대형 규모의 생산 및 투자가 이루지기 어려우므로 개발제품을 사업화하는데 어려움이 있음 • 자원평가 부분에서 다소 취약 • 일본은 대학 중심으로 연구가 다수 진행되었지만 최근 민간자본 투자를 통한 실증개발 연구가 기업차원에서 진행되고 있음 • 재정적인 부분의 정부 지원과 정책이 그리 두드러지지 않음 • 첨단 양식 기술 적용 및 응용기술 분야 미흡 • 융복합 연구 미흡 • 인구의 노령화와 대체적으로 기술 개발의 속도가 느림

국가	강점분야	기타
	• 기존 양식연구 인력이 풍부하여 기초 및 응용 연구가 강점으로 이전과 달리 개발된 기술의 노출을 꺼려하며 점차 기업화로 추진 중임 • 수산물 이력 추적 시스템을 지원하기 위하여 생산 관리, 품질 인증, 품질 이력제를 실현할 수 있는 여러 가지 식품 관련 IT 솔루션(food IT solution)을 연구 개발하여 실용화 단계 • 특히 KITZ Corporation에서는 순환 여과식 양식장에서 박테리아에 의한 생물 여과 절차가 없는 클라우드 ICT 기반의 스마트 순환 여과식 양식장을 개발하여 운영 중에 있음. • 대기업인 소우치즈에서는 참다랑어의 생산성을 향상시키고자 인공지능(AI) 기술을 도입하여 양식장의 수질과 급이량을 일괄적으로 관리하며 자료를 축적하고 있음 • 대학 및 연구소의 융복합 연구를 통한 지속적인 장기 모니터링 연구 수행 • 전통적으로 수산물 소비량이 많고 기초 연구가 탁월하여 세부 기술 개발에 강점을 가지고 있으며 연구 및 산업화 인프라가 잘 갖추어져 있음	• 자체 기술 개발보다는 아웃소싱에 더 중점을 두고 있음
EU	• 노르웨이는 지난 30년간 세계 최고 시장 점유를 유지해 왔고 그 만큼 견고한 인프라가 갖추어져 있음 • 노르웨이는 ICT 기반 친환경 양식기술과 백신 분야에서는 선도적이며, 최근에는 무인 관측 장비를 해양 연구에도 활용하고 있음 • EU horizen2020 프로젝트를 통해 국가간 협업을 통한 기술개발에 강점을 갖고 있으며, 공공기관과 민간기업 참여를 통해 개발된 기술은 특허 등록 없이 바로 기업체에 이전되는 경향을 보임 • 오랜 기술의 누적이 강점이며, 기술 개발이 양식 산업 현장의 요구 중심으로 구성되어 있다는 점도 강점. 양식장 자체뿐만 아니라, 양식관련 기자재, 양식어종의 생리적 특성에 맞춘 양식 사료, 양식 환경을 자동제어하고 모니터링하기 위한 장비 등의 부가적이지만, 비용을 지불할 수밖에 없는 기계 등 부분의 생산품에 대한 신뢰도가 대외적으로 높음 • 수산양식 자동화의 기업화 규모화로 기술, 인력 및 인프라 모두 강점을 지님	• 산업적 비중이 높은 일부 분야(수산자원조사 장비 및 연어양식 장비)에서두각을 나타내고 있으며 다양한 수산분야에서 앞서는 것은 아님 • 특정 어종 중심의 관련 기술 연구를 수행 • 관련 기술의 연구 및 특허 등의 등록은 성숙기에 접어들었고, 기술의 기업 내부화로 기술유출을 회피하기 위해 노력하고 있음 • 최근 판로를 수산물 소비가 급증하는 아시아권으로 확대하기 위한 아시아권 선호 수산 어종 중심으로 기술개발 방향을 전환하고 있음 • 현재까지의 기술개발에서 완전자동화에 대한 연구 동향은 파악되지 않음 • 높은 비용 기반의 기술 개발 • 기술 개발의 방향성이 현재 적용성 보다는 미래성이 맞춰져 있어, 실제 응용되기에는 현실성이 다소 낮음

국가	강점분야	기타
	• 유럽 연합(EU)의 지원을 받아 수행된 아쿠아스마트(AQUASMART) 프로젝트로 다수 양식장의 다양한 데이터를 클라우드 기반으로 수집해 빅데이터 기술, 기계 학습 기술 등을 이용해 양식 환경 변수(수온, 용존 산소 등)과 생장률, 폐사율, 생육기간, 품질 등 생산 결과와의 상관관계를 도출하는 연구 수행 • 노르웨이의 마린하베스트는 연어 양식에 가장 중요한 가두리 양식장 관리를 위해 다양한 첨단 기술을 접목하여 운영하고 있음 • 친환경 생산 및 인증 시스템 개발 인력 및 기술 확보 • 신기술 개발에 연구 투자가 이루어짐 • 정부의 지원 하에 정부 주도 핵심 기술 개발 및 인력 양성사업을 진행하여 왔고, 이를 토대로 기술 응용과 산업화는 민간에 이양하는 구조로 생산, 기자재, 설계 설치, 운영 모든 면에서 잘 조성된 인프라를 가지고 있음	
미국	• 수준 높은 원천기술 및 전문 인력을 보유하고 있고 장기간의 수산자원, 해양환경조사를 통한 빅데이터를 보유하고 있어서 인공지능을 통한 예측 기술 분야에서 최고 기술 보유 • 수산 자원 및 수산 환경, 수산식품 분야에서 ICT, 빅데이터, 무인기, 등 새로운 첨단 기술을 적용한 연구를 추진하고 있으며 최근에는 드론을 이용한 자원 조사에도 활용하고 있음 • 미국해양대기청 등 국가기관은 잘 구축된 데이터베이스를 활용한 이론, 모델 중심의 분석에 강점을 갖고 있음 • 과학과 기술의 발달을 선호하고 즉각 수용하는 경향으로 과학기술적 발견과 이를 적용한 산업의 발달을 위한 연구인력 및 인프라가 매우 우수 • 새로운 기업의 창업과 이를 위한 투자 조건도 매우 우수하여, 첨단 기술이 융합된 양식 산업의 발달을 위해 긍정적 환경 • 수산양식 및 수산자원 개발 기술에 대한 연구 인력이 강점 • 완전 순환 여과시스템, 해수 어류의 가두리 주위 환경변화 감시체계, 육상 수조의 순환 여과 장치 가동, 먹이 공급의 자동화 장치 등에 ICT 기술을 활용하고 있음.	• 과학기술측면에서 세계 최고기술 및 인프라를 갖췄으나 산업적인 접목에서 다소 떨어짐 • 이미 ICT 기술 등 새로운 기술을 도입한 기초연구를 추진하였고 이를 바탕으로 응용연구를 기반도 마련 • 이론적 연구에는 탁월한 성과를 내고 있지만 실제 응용개발 연구는 타 국가에 비해 많이 진행되지 않고 있음 • 과학기술에 대한 투자의 전반적 감소 경향과 환경보전 중심의 해양수산 정책이 자국 내 소비되는 식품에 대한 강한 안전성 추구 경향의 영향을 받아, 관련 기술개발은 다소 보수적으로 접근 • 수산양식 자동화에 대한 기술개발은 답보 상태인 것으로 파악됨 • 첨단 양식 기술 적용 다소 미흡 • 환경 및 제도적 제약점이 많아 산업의 확장이 제한됨

국가	강점분야	기타
	• 육상양식 설계 기술 및 인프라 보유 • 다양한 분야의 인력풀 확보 • 대학, 연구소 등의 연계 연구 강화 • 장기 모니터링 등 연구 지속성 유지 • 기초연구를 통한 높은 인용지수의 논문 및 특허 양산 • 기초연구가 탄탄하여 핵심기술 개발을 위한 국가적 역량은 높은 편이고 최근 현장적용 연구를 활발히 진행하고 있음 • 큰 내수시장을 바탕으로 주요자재 중견기업들이 생기고 있어 시장장악력의 잠재성이 높음	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	2위	1위	5위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 수산분야와 전기, 전자, 제어 분야의 공동연구 확대 • 수산분야에서 일하지 않았던 국내의 사람과 기관도 양식분야와 수산자원 개발에 참여하고, 해당 기술의 발전에 기여할 수 있도록 협력체계(수산양식관련 위원회, 협회 등) 자체를 개방하려는 노력이 필요 • 수산양식 관련 유관기관의 통일된 정책과 R&D 기술 개발 방향성 선정정이 우선되어야 함. 지역별, 기관별 기술 도입의 다양성은 인정되나 산업으로 육성하려면 표준화된 플랫폼 기반의 정책이 반드시 필요하다고 판단됨 • ICT 기반 스마트양식 적용 기술은 융·복합 어셈블리 및 최적화 기술로서 기술 및 산업 발전을 위해서는 각 요소 기술들에 대해 기술력을 가지고 있는 기관 및 기업들 간의 컨소시엄 기술개발 체제 구축이 필수적임 • 친환경, 스마트 양식은 다양한 분야의 연구 인력이 협력해야만 하는 기술로 이를 실행시키기 위한 정책적 지원 필요 • 관련 대학, 연구기관 및 산업체가 보유한 인프라 및 인력을 활용할 수 있는 협의체의 구성을 통한 다학제적 접근 및 현장 애로에 대한 구체적인 정보 수집 및 해결 방안 모색이 필요 • 국내 산업은 전 세계에서 유래 없이 다양한 기술이 산재해 있으며, 이들 기술은 양식업을 위한 생물학적 지식과 결합되면 주요 양식선진국보다 빠르게 성장할 수 있는 기반이 있으므로 국내 양식 산업 융합을 위한 플랫폼 마련이 필요함 • 양식관련 기업 간 협업 및 양식관련기업과 IT기업, BT기업, ET기업 등 타 분야 기업 간 협업 지원 프로그램 마련 • 기술기업과 자본기업의 상생협력사업 지원 프로그램 마련 • 양식 기술 선도 대학/연구소/기업의 국내 양식업체 기술이전사업 지원 프로그램 마련

	정책제언
국제협력 촉진	• 다양한 국가사업에 대한 국제적 연구자 또는 연구 집단의 참여가 가능하도록 유인하되, 상업적 완제품 또는 수산자원 자체에 대한 판매를 목적으로 하는 국외 사업체의 유입은 자제시킬 수 있는 방향으로 국제 협력을 추진할 필요 있음 • 선진국의 시스템을 도입하여 실제 운영해보고, 이를 바탕으로 국내 실정에 맞는 기술 개발을 꾸준히 진행해야하며, 특히 관련 기술의 표준화를 진행시켜 국제적인 표준화에 국내 표준이 안착될 수 있는 정책이 필요하다고 판단됨 • 요소 기술에 대한 국내 기술 수준은 상당하나 어셈블리와 최적화 기술이 선도그룹에 비해 떨어진 상태로서, 해외 협력을 통해 이 부분을 보완하는 정도 수준에서 협력 체제를 구축하는 것이 바람직함 • 기후변화에 대한 수산자원 변동 및 오믹스 기반 수산자원관리 분야는 국제적 협력 지원이 필요할 것으로 사료됨 • 선진 기술을 보유한 노르웨이, 미국 등의 전문가 활용 및 기술 연수 등을 통한 선도 기술 습득을 위한 국제 네트워크 구축 추진 필요 • 새로운 기술 도입을 위한 국제 협력을 위한 공동 연구 등 추진 • 중국 등은 노르웨이, 덴마크 기술을 우선 도입 후, 벤치마킹하고 있으므로 단순 연구를 위한 국제협력보다 해외직접투자를 받고 기술을 업그레이드할 수 있는 국제협력 전략이 필요함 • 해외 공동 기술개발연구 공모사업 프로그램, 해외 우수기술 국내 도입 기술개발 지원 공모사업 프로그램, 국내 양식기술 해외 기술이전사업 지원 프로그램, 해외 양식비즈니스 협력사업 지원프로그램, 국내 양식업체 해외 진출 지원 프로그램 등의 다양한 프로그램 마련
인력양성 및 유치	• 해외 연수 및 복수 전공자 양성 • 해당 분야의 선진 기술과 활용 사례들을 교육받고 기술이 개선될 수 있도록, 국내외 전문가들 및 성공한 양식업자들과의 다양한 교류 및 참여 기회를 제공하여 지속적인 재교육의 기회 제공 • 농수산대학 등의 수산양식분야 학과와 교육체계를 확대하여 방송통신대학 체계처럼, 수산양식 및 수산자원 개발 분야에서 종사하지 않았더라도 관심을 갖고 참여하는 노령 또는 비전문분야 인력들이 접근할 수 있는 개방형 진입 교육 체계를 만들 필요가 있음 • 산학연 구조의 아카데미 생태계를 구축하여 학생들이 관련 기술 습득에 스스로 관심을 가지고 공부할 수 있는 교육 커리큘럼, 수산양식 ICT융합 교육 플랫폼 등의 개발이 필요함 • ICT 기반 수산양식 및 자원개발은 다양한 분야의 학문 및 산업 분야가 융·복합되어야 하며, 이와 관련된 시스템 운영은 궁극적으로는 운영자의 질에 의해 결정됨 • ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 가장 원천적인 기반이 인력양성이므로 이에 대한 제도적 뒷받침 및 지원이 필요함 • 현재 이 분야 발전을 위한 인력은 아주 부족한 상태임. 향후 6차 산업으로의 도약을 위한 인력양성 사업에 지속적인 투자와 산업체와의 연계를 통한 고급 기술자의 배출을 통해 고부가가치 신산업 도출해야 함 • ICT 장비 운용이 가능한 인력 양성 및 ICT분야 인력을 수산분야로 유치하기 위해 관련 고등학교와 대학과 공동 연구 필요 • 주요 선진국의 경우 양식관련 생물학적 지식을 가진 인력을 회사에서 고용하여 코딩 교육을 하는 등 융합형 인력을 양성하기 위해 노력중임. 국내 스마트 양식 또는 첨단양식은 일정 수준 이상의 교육수준이 요구되므로 중장기 융합형 인력 양성 계획을 세우고, 해외(노르웨이, 덴마크 등) 인재의 유치가 요구됨

	정책제언
	• 대학 인력 양성 프로그램, 연구소 인력 양성 프로그램, 산업현장 인력 양성 프로그램, 해외 고급 및 일반 양식기술 보유 인력 국내 산학연 기술개발 참여 지원 프로그램(국내 체류비, 인건비, 연구비, 비자 등)등의 다양한 프로그램 마련
인프라 구축	• 연구 시설 및 테스트베드 구축 확대 • 정부와 지자체 차원에서 다양한 품종에 대한 양식 기술과 양식 기자재 등을 시험하고, 이를 실용화할 수 있는 시험시설, 대량 생산 시험시설 들을 구축하고 운영하는 것이 필요함. 또한 이를 전체적으로 관리하고 관련 정책을 지원할 수 있는 체계도 필요함 • 단순 보여주기 식의 소규모 시범사업보다는 보다 대규모의 생산성을 보여줄 수 있는 스마트양식 인프라 구축이 필수적으로 필요함 • 다양한 종류의 어종보다는 대규모 생산을 통한 경제성이 확보될 수 있는 전력어종 시범 인프라를 구축하여 충분히 산업적으로 가치가 있음을 증명함으로 투자자 유치 필요 • ICT 기반 수산양식 시스템 기술을 개발하고 발전시키기 위해서는 요소 기술들을 어셈블리하고 최적화할 수 있는 산업화 전 단계 실증 및 준산업적 생산 실증 플랫폼(모델) 시스템이 필요함. 또한 국내 기술 기업들이 각 요소를 테스트하고 표준화 시킬 수 있는 저변을 제공해야 함 • 이 분야에 필요한 인프라의 탐색을 통한 기존 인프라의 활용 범위 및 신규 인프라 구축 및 운영을 위한 로드맵 설정이 필요함. 또한 신규 인프라 구축 및 운영을 위한 정부의 적극적 투자가 필요함 • 현장 적용을 위한 ICT 장비, 통신 등을 융합한 자동화 시설 개발 우선 필요
법·제도 개선	• 해당 분야 산업화에 규제를 발굴하여 개혁 필요 • 연안 양식 사업의 면허제를 전면적으로 해지해야 함 • 미활용 양식장과 면허가 필요 없는 육상에서의 시스템 양식 기술의 개발, 보급, 이를 활용한 새로운 소규모 사업체의 출현이 가능하도록 제도를 전략적으로 개선할 필요가 있음 • 스마트 양식 산업의 소프트랜딩을 위해서는 다양한 분야의 기술과 법제도가 융합되어야 할 것으로 판단되며, 이를 위해 개선되어야할 법제도 조사부터 대규모 산업화 시 문제가 될 수 있는 부분의 법제도에 대한 선제적 대응이 필요할 것으로 판단됨 • 양식 산업의 대규모화 및 대기업화 개념과 더불어 최근에 대두된 ICT 기반 수산양식 또는 첨단 양식은 기존 복지 정책 차원의 대어민 정책 틀 안에서는 실현되기 어려움. 대규모의 자본과 기자재 산업을 육성할 수 있는 자금조달, 보험, 시설 관련 법규(건축법, 소방법 등) 정비, 국가/지자체 지원금 지원의 현실성 확보(시설 현대화 자금 등의 집행의 탄력성) 등이 확보되어야 함 • 관련 연구자 및 산업체 의견의 지속적 수렴을 통한 현장 애로 및 신규산업 도출에 행정적 지원을 위한 법 및 제도 정비 필요 • 빅데이터 활용을 위한 개인정보 보호법 등의 ICT 기반 인프라 확충을 위한 관련 기술 적용을 위한 관련 법 제정 및 개선 • 지금의 양식 산업 정책은 1차 산업 유지 보호를 위한 정책으로 대규모 민간자본 투입이 어려운 상황이므로 법제도 개선을 통해 어업인 보호정책과 산업화 정책을 분리시킬 필요가 있음. 어업인 보호정책만으로는 지금의 자유경쟁 체제에서 우리 어업인을 보호하기 더욱 어려워 질 것으로 보임. 일례로 현재 노르웨이 연어, 고등어 등의 국내 식탁 점유율이 높아짐에 따라 국내산 수산물 소비에 영향을 미치는 상황임 • 첨단 양식 분야 육성을 위한 특별지원 법적 제도적 장치 마련

	정책제언
연구비 확대	• 국제협력 및 인프라 구축을 위한 예산 확대 필요 • 개별 관심사로 치부하거나, 현재의 양식업자 들이 알아서 하게 놔둘게 아니라, 궁극적으로 국가의 대규모 혁신 사업을 통해 양식기술과 양식종자 생산 기술, 첨단 양식 기자재 개발 등을 개발해 주고, 국민 누구나 필요하면 소자본으로 창업이 가능한 모듈형 양식시스템을 개발하는 국민 친화적인 국가연구 개발 사업이 필요함 • 양식의 특징상 애매한 규모의 비용이나 기간으로 기술과 사업적 가치를 제대로 도출할 수 없음. 이를 위해 연구내용의 선택과 집중을 통해 지속적이고 가치 있는 R&D 테마를 선정하여 꾸준한 연구비 지원이 필요할 것으로 판단되며, 확대된 연구비로 도출된 결과물에 대해서는 반드시 상용화 또는 플랫폼 화 시켜서 그 가능성을 반드시 보여줄 수 있도록 연구 정책을 세워야 함 • 옴니버스식, 단편적인 기술 개발 중심의 연구개발/연구비 지원보다는 기본 인프라 시설을 근간으로 시스템 설계, 설치, 운영의 효율을 향상시킬 수 있도록 연구 클러스터를 형성하여 연구 역량을 집중해야 함 • 단일 기술에 대한 산업화가 아니라 산업화 규모의 통합시스템을 개발하고 효율을 향상시키는 기술 개발에 방향성이 맞춰져야 하므로 연구 단위별 연구비 규모가 확대되어야만 의미 있는 결과를 얻을 수 있을 것임 • 매년 피해를 주고 있는 유해생물을 포함한 폭염, 냉수대 및 저산소 등에 대한 지속적 모니터링 및 대책 방안 마련을 위한 장기 연구 투자가 필요 • ICT 기술을 수산분야에 적용을 위해 관련 요소기술 접목을 위한 대형 연구과제 추진 필요 • 현재의 연구들이 첨단화 단계로 접어들고 있지만 기존 연구들의 제목의 유사성 등으로 인한 중복성 문제로 기존 사업을 업그레이드 시킬 수 있는 융합형 연구비 지원이 잘 안 되고 있음. 또한 상업적 규모의 테스트베드를 이용한 연구를 위해서는 막대한 자금이 소요되므로 소액의 예산으로는 실험실 수준의 반복된 연구로 실제 효과를 가져 오기 힘듦. 따라서 상업적 규모의 테스트베드를 만드는 기반사업 등을 포함한 연구비 책정이 필요함
기타 의견	• ICT를 활용한 양식기술은 기존 생물을 다루는 양식전문가와 정보통신, 자동화 설비, 빅데이터 전문가가 함께 개발하여야 하는 융·복합 기술 분야로서 프로젝트 수행 시 다양한 전문가의 참여가 필요함 • 해당 기술은 자동화, 인공지능, 자료의 클라우딩, 가상현실 구현 등의 첨단 ICT 기술들과 해양환경, 양식기장비의 소재 등 다양한 기술의 융·복합이 필수적임. 따라서 사업을 진행한다면 각 분야별 최고의 전문가가 참여할 수 있도록 추진체계가 구성되어야함 • 무엇보다도 사업의 방향과 우선순위 배분 등을 책임지고 전담할 주체가 하나로 정리 되어야 하며, 그 주체는 사업을 뚜렷한 목적과 우선순위대로 여러 개의 세부 또는 단위사업으로 분리하여, 각 단위사업의 공모를 통해 각 단위 사업을 가장 잘할 수 있는 연구자를, 국내외를 막론하고 뽑아서 추진하는 것이 바람직 • 첨단양식을 위해서는 많은 비용이 소요되므로 융·복합 시설 투자에 어려움이 있고 물속의 생물을 다루는 산업이므로 실험이 기간이 길고, 성공을 장담하기 어려운 측면이 있음. 따라서 디지털트윈 기술의 적용을 통해 다양한 실험 및 시뮬레이션의 결과를 테스트베드와 연동시켜 가상공간에서의 시뮬레이션을 통해 수산물 양성을 결과를 받을 수 있는 융합기술이 필요함. 또한 스마트양식장 통합플랫폼을 개발하여 데이터셋(변수)을 표준화시키고, 이를 육상담수와 육상해수양식에 실증할 수 있는 체계를 갖출 필요가 있음. 양식대상은 첨단기술 융합이 용이한 담수어종을 우선으로 해서 점차 첨단기술을 활용한 해수처리 양식장으로 확장시킬 필요가 있음. 양식기술은 종자, 사료, 백신, 기자재가 동시에 병행해서 개발될 때 시너지 효과를 가져 올 수 있음

다 주요 분석 결과 요약

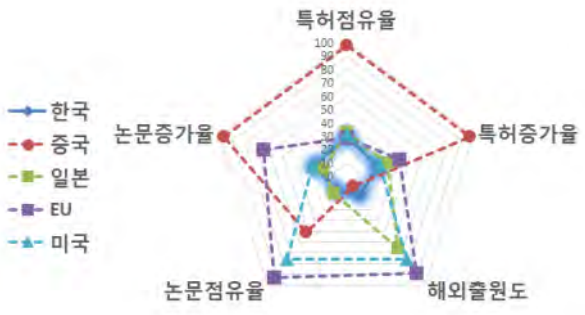
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	농림수산·식품	47,447	19,745	76.9%	144.0%
해당 중점과학 기술명	ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술	3,510	2,081	77.0%	230.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

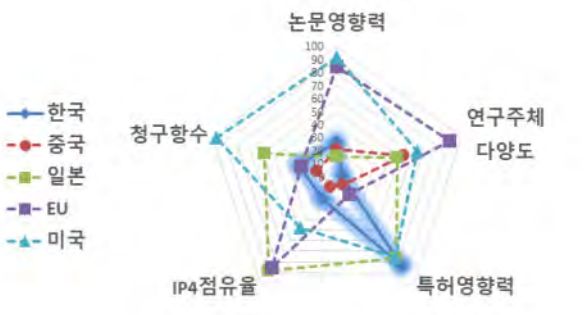
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	한국
	42.4%	84.0%	16.1	5.5
한국	5위	4위	3위	1위
	2.2%	3.1%	8.0	5.5
5개국 평균[2]	-	-	13.1	4.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

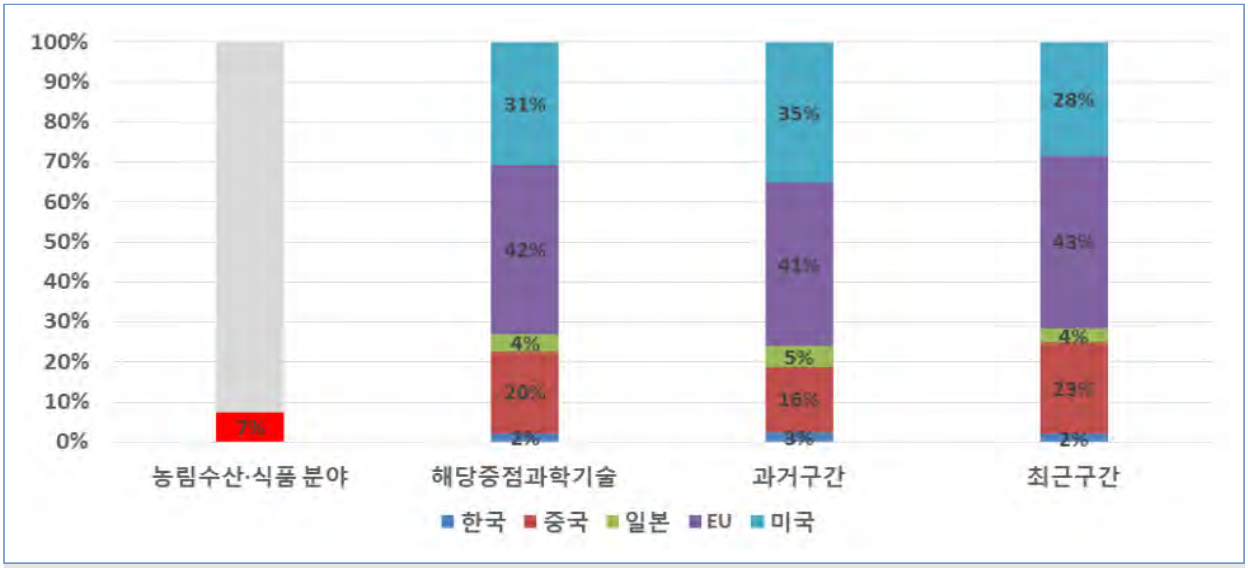
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(8.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(42.4%), 미국(30.7%), 중국(20.5%), 일본(4.2%), 한국(2.2%) 순이며, 논문 증가율은 중국(146.9%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.1), EU(14.7), 한국(8.0), 중국(7.3), 일본(6.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(3.1%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(5.5)은 주요 5개국 중 1위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(84.0%), 일본(6.2%), 미국(4.4%), 한국(3.1%), EU(2.4%) 순이며, 특허 증가율은 중국(303.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 한국(5.5), 일본(5.1), 미국(5.0), EU(2.4), 중국(1.7) 순이며, IP4 점유율은 일본(14.8%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.2%	20.5%	4.2%	42.4%	30.7%
	논문 증가율	40.6%	146.9%	29.7%	86.9%	42.5%
	논문 영향력	8.0	7.3	6.4	14.7	16.1
	연구주체 다양도	0.77	0.88	0.87	0.95	0.90
특허 분석	특허 점유율	3.1%	84.0%	6.2%	2.4%	4.4%
	특허 증가율	28.6%	303.7%	51.0%	77.8%	33.3%
	해외출원도	0.7	0.1	2.9	4.2	3.4
	특허 영향력	5.5	1.7	5.1	2.4	5.0
	IP4점유율	3.1%	0.3%	14.8%	14.0%	7.7%
	청구항수	3.9	2.6	5.7	3.7	9.9

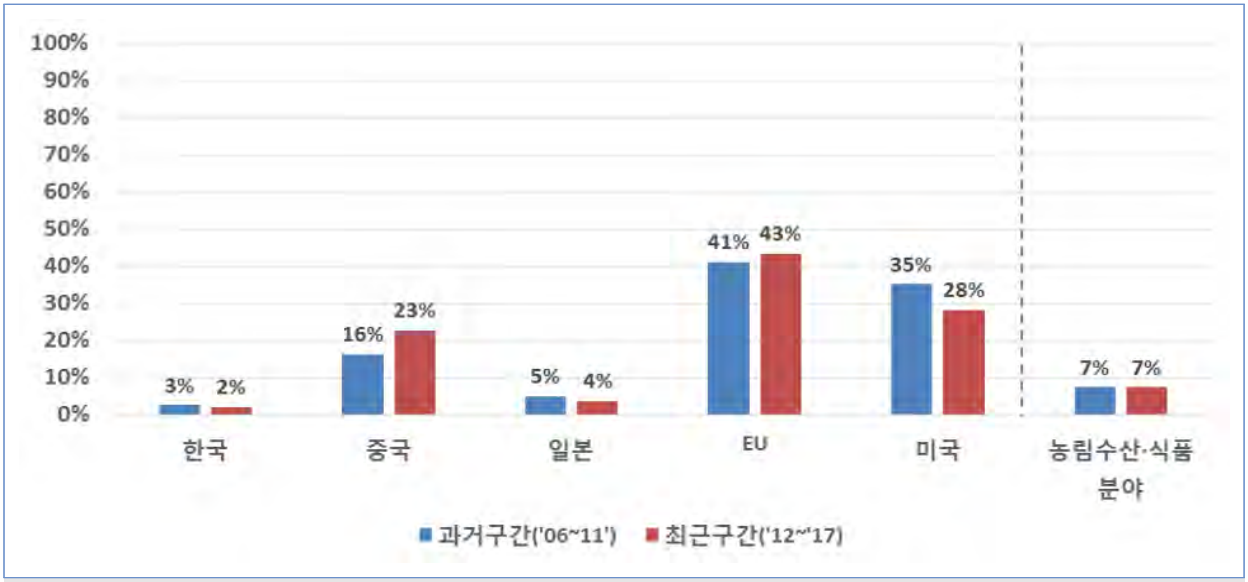
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1489건으로 전체 논문의 42%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 논문 중에서 7%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

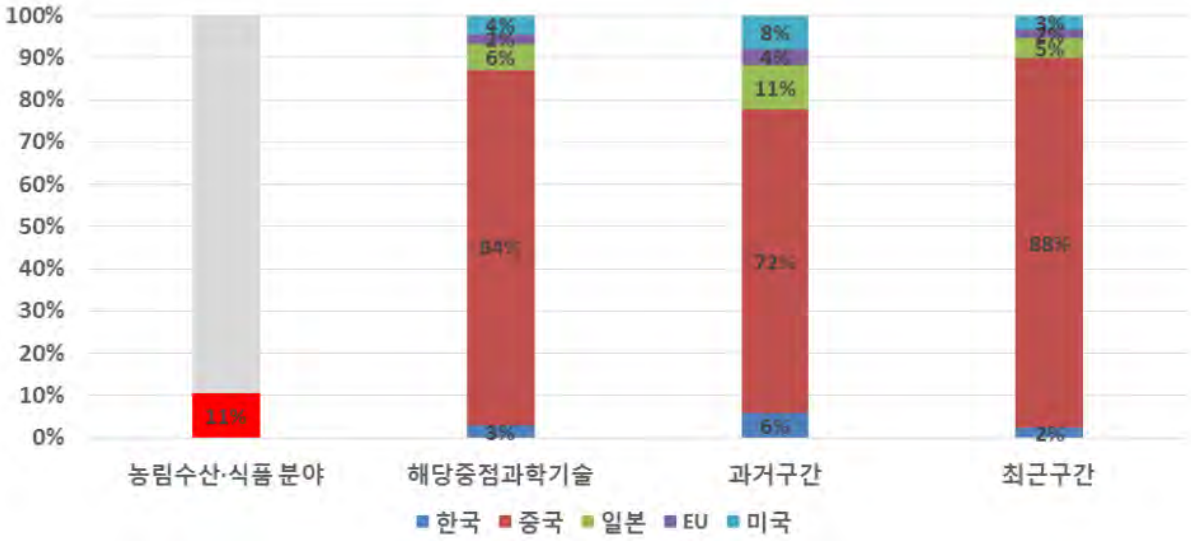


- ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 40.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	32	45	77	40.6%
중국	207	511	718	146.9%
일본	64	83	147	29.7%
EU	519	970	1,489	86.9%
미국	445	634	1,079	42.5%
전체	1,267	2,243	3,510	77.0%

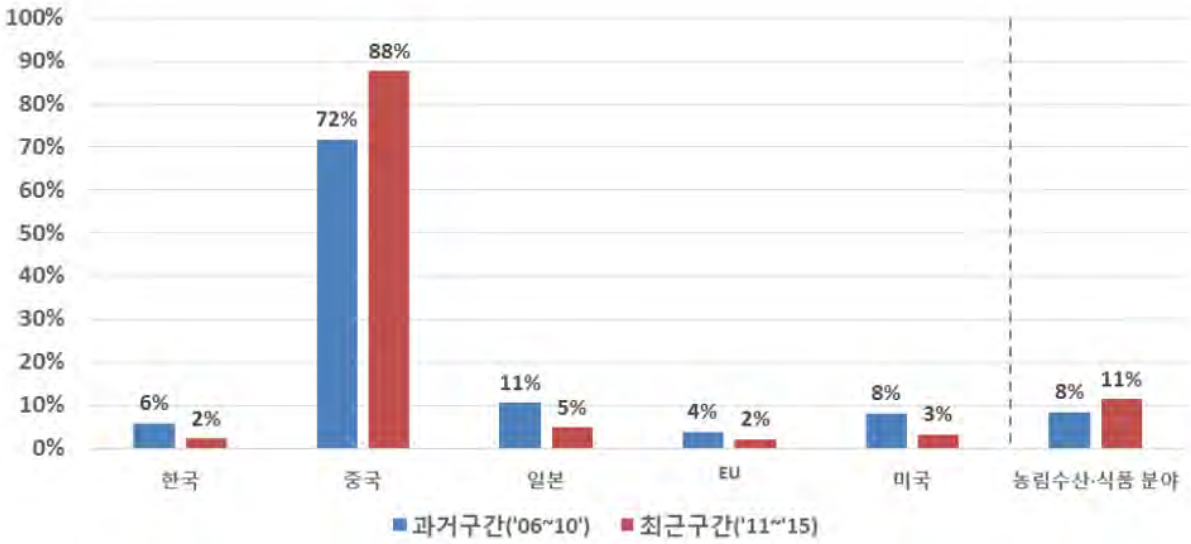
(4) 특허 점유율(전체)



- ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1748건으로 전체 특허의 84%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 미국, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 특허 중에서 11%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



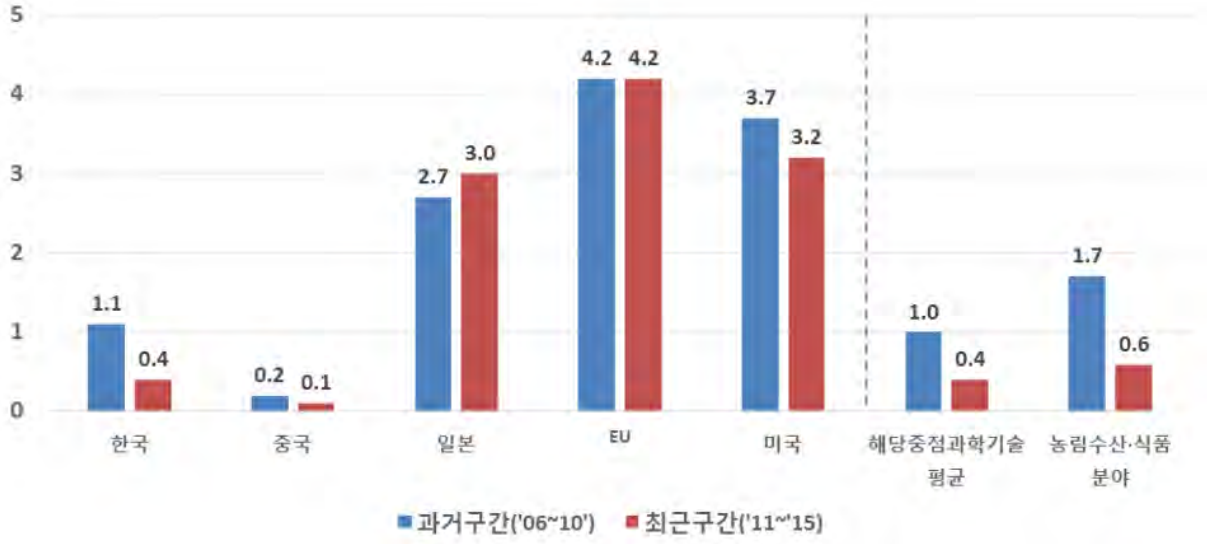
● ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 28.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	28	36	64	28.6%
중국	347	1,401	1,748	303.7%
일본	51	77	128	51.0%
EU	18	32	50	77.8%
미국	39	52	91	33.3%
전체	483	1,598	2,081	230.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

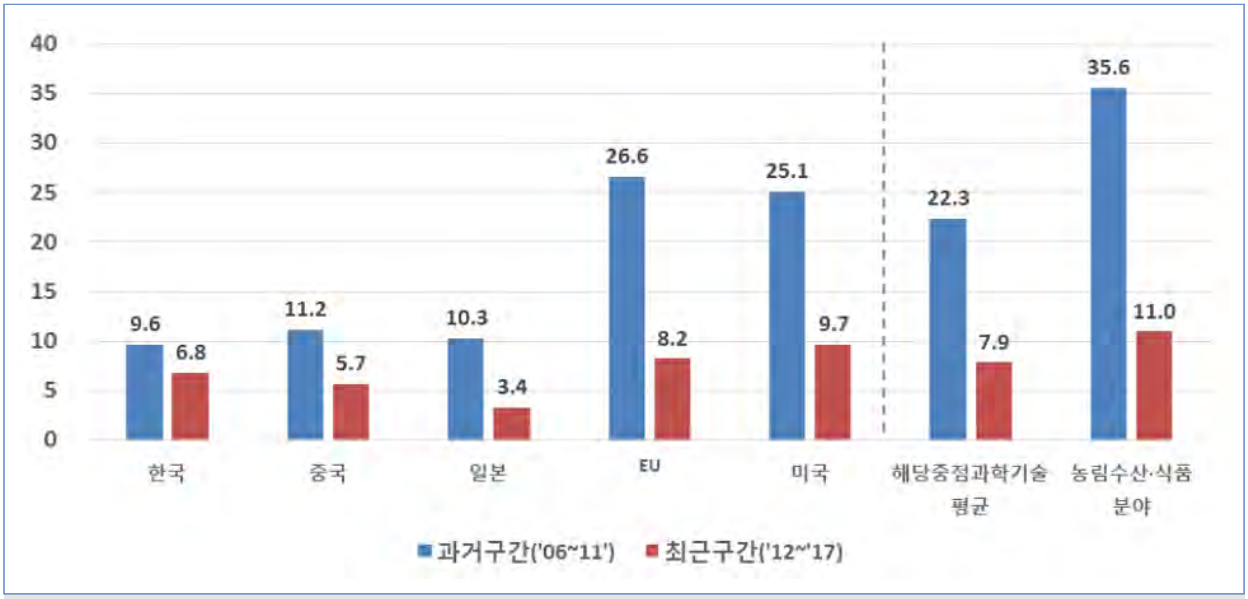


- ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

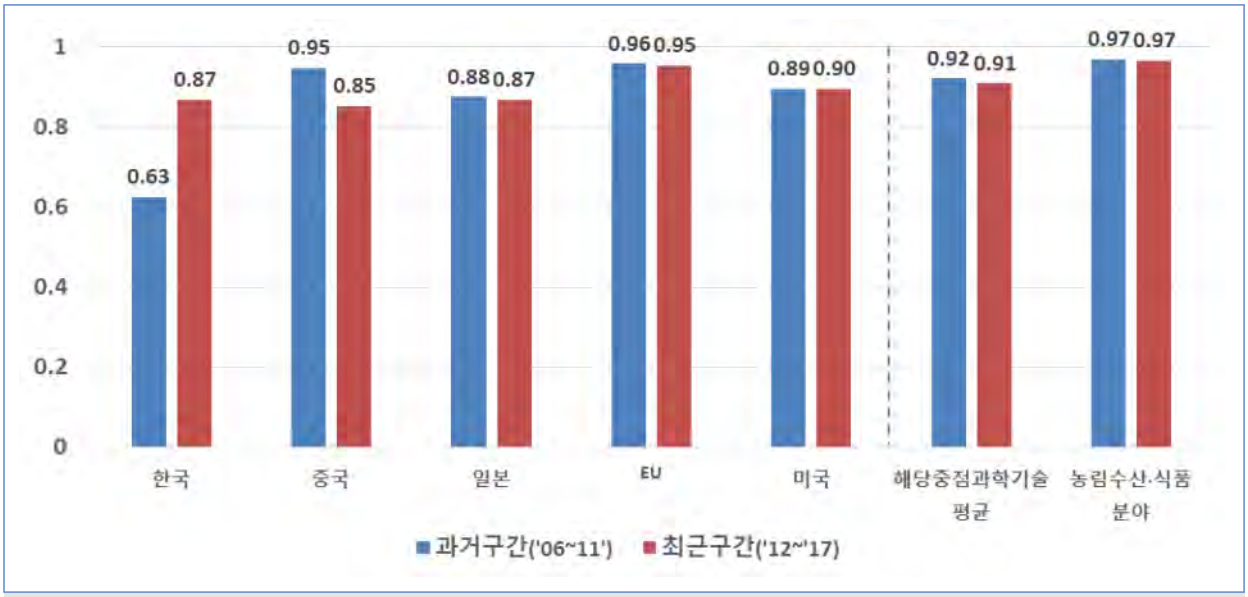
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



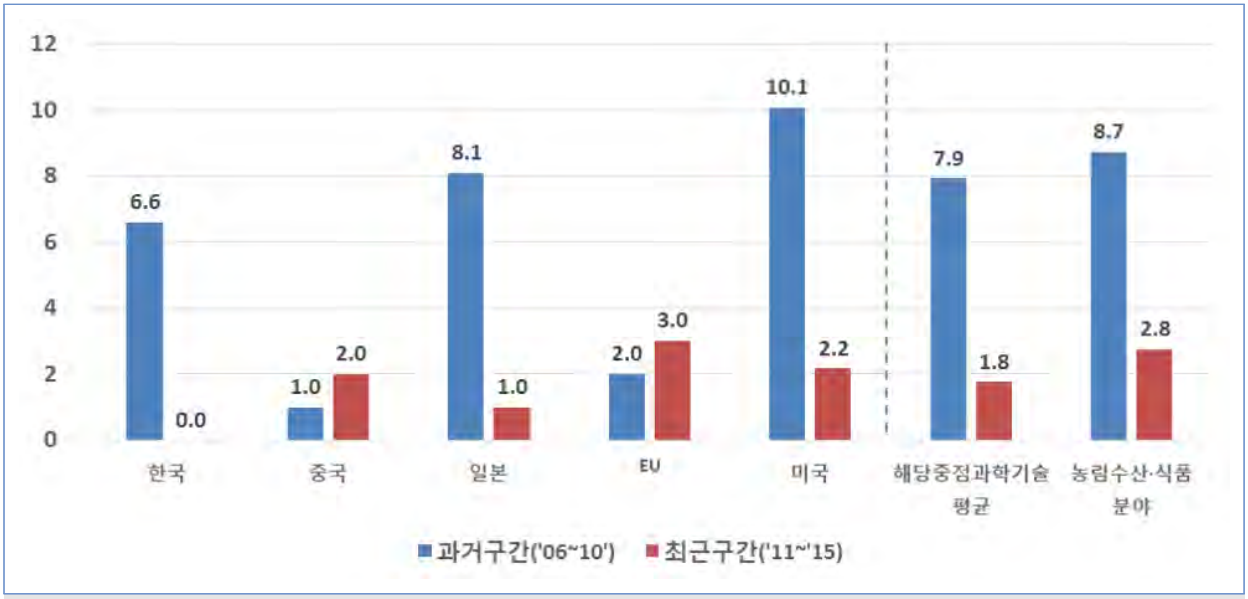
- ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



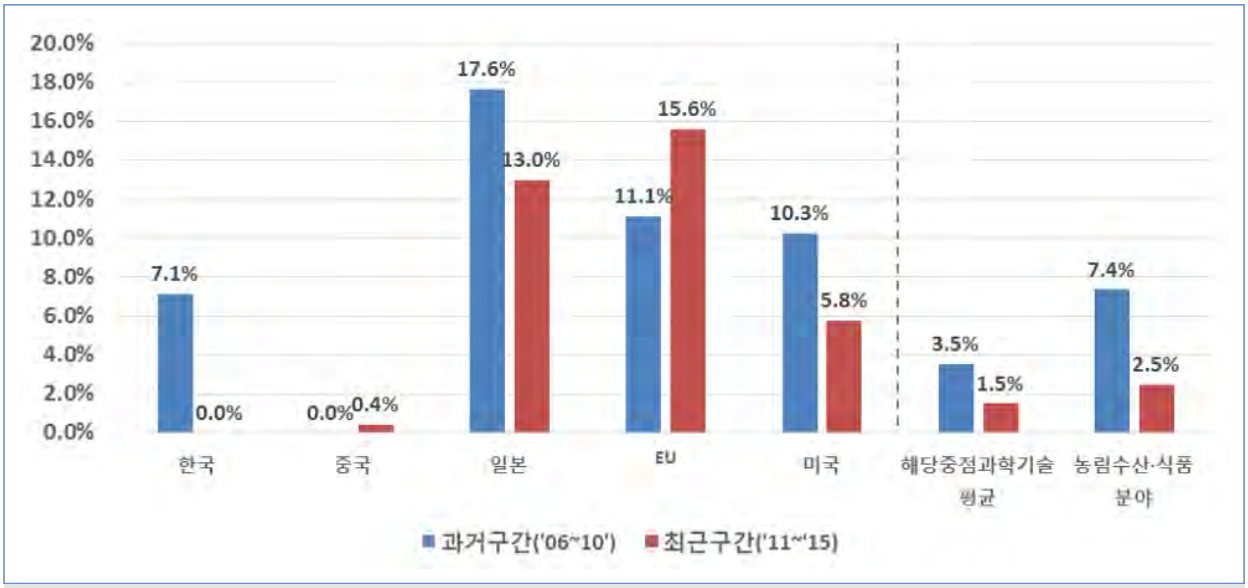
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



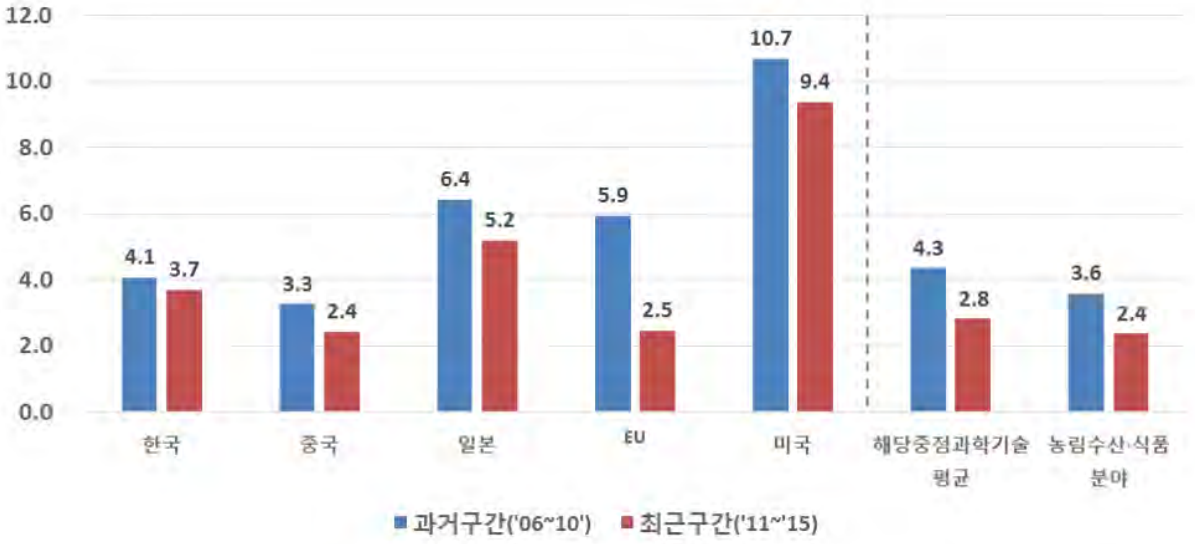
- ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

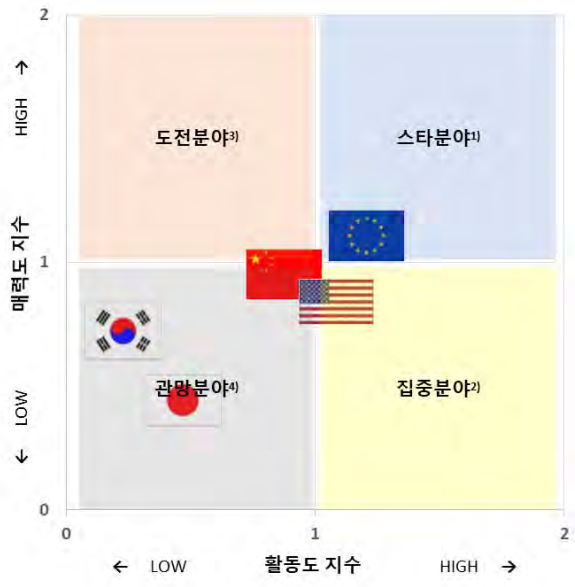
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

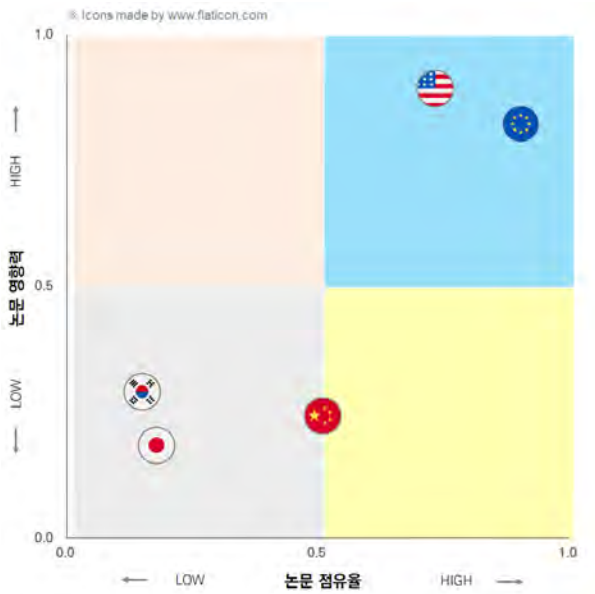
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

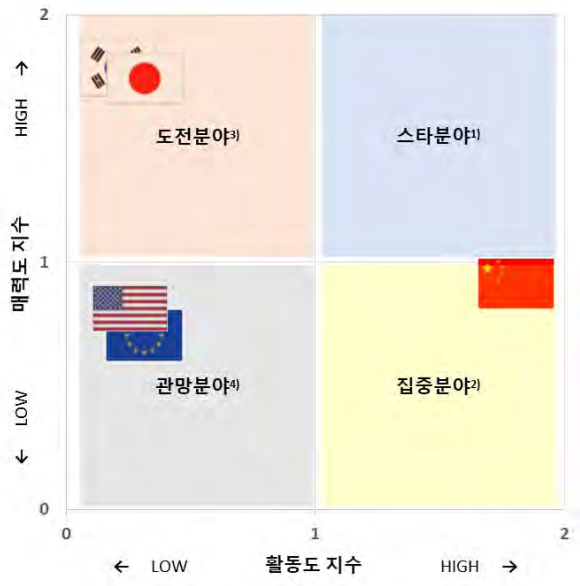


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

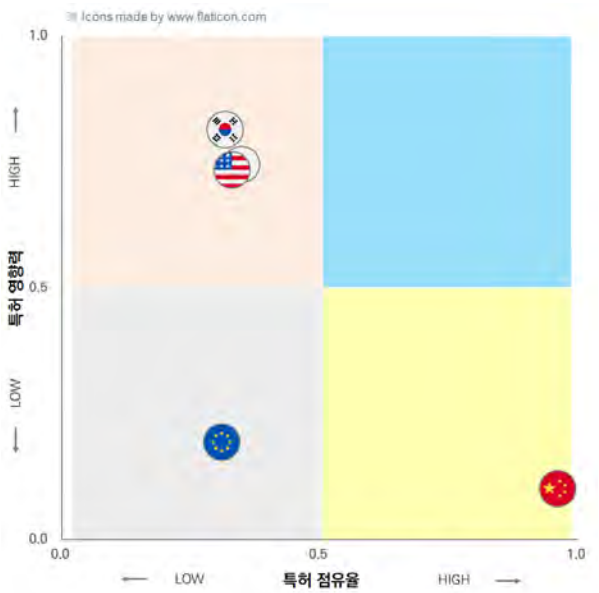
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● ICT 기반 수산양식 및 수산자원 개발 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 중국은 특허 활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY(1.37%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '전남대학교'가 12.99%(글로벌 점유율은 0.28%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	6.69%	1.37%	236.36%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.36%	1.34%	47.37%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	미국	1.95%	0.60%	10.00%
4	OREGON STATE UNIVERSITY	미국	1.76%	0.54%	180.00%
5	SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES	EU	1.28%	0.54%	71.43%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY	12.99%	0.28%	-75.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	9.09%	0.20%	-25.00%
3	SUNCHON NATIONAL UNIVERSITY	5.19%	0.11%	-66.67%
4	KOREA INSTITUTE OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY	5.19%	0.11%	300.00%
5	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE (ETRI)	5.19%	0.11%	-66.67%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	6.69%	1.37%	236.36%
2	JIANGSU UNIVERSITY	2.37%	0.48%	366.67%
3	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	1.95%	0.40%	1200.00%
4	SHANGHAI OCEAN UNIVERSITY	1.95%	0.40%	500.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.81%	0.37%	60.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	6.12%	0.26%	-87.50%
2	FUTURE UNIVERSITY HAKODATE	5.44%	0.23%	0.00%
3	NAGOYA UNIVERSITY	5.44%	0.23%	600.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	5.44%	0.23%	200.00%
5	NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF FISHERIES SCIENCE	4.76%	0.20%	500.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES	1.28%	0.54%	71.43%
2	UNIVERSITY OF EXETER	1.14%	0.48%	225.00%
3	STOCKHOLM UNIVERSITY	1.01%	0.43%	175.00%
4	UNIVERSITY OF HULL	0.87%	0.37%	125.00%
5	WAGENINGEN UNIVERSITY	0.87%	0.37%	-14.29%

6 미국

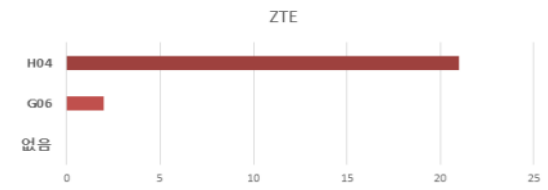
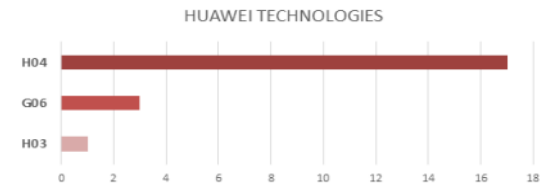
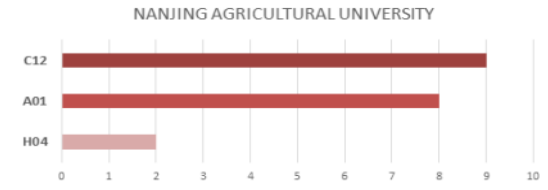
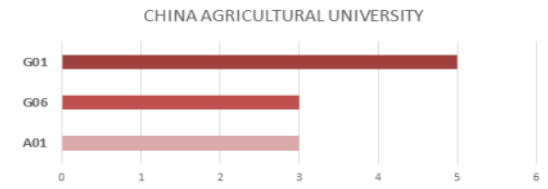
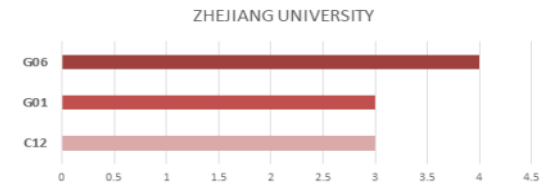
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.36%	1.34%	47.37%
2	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.95%	0.60%	10.00%
3	OREGON STATE UNIVERSITY	1.76%	0.54%	180.00%
4	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	1.67%	0.51%	57.14%
5	UNIVERSITY OF FLORIDA	1.39%	0.43%	14.29%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'ZTE(1.11%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '글로비트'가 10.94%(글로벌 점유율은 0.34%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'ZTE'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를, '글로비트'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

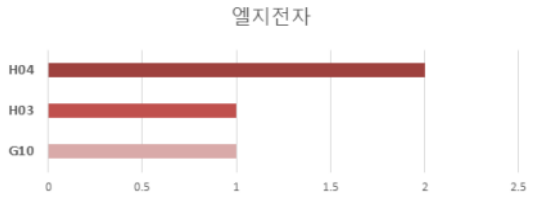
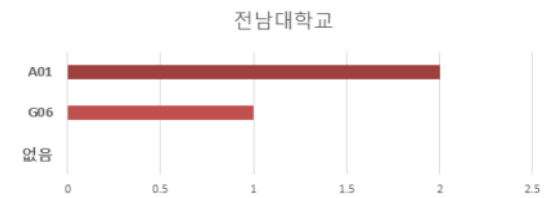
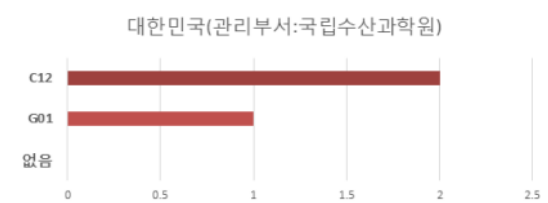
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	중국	1.32%	1.11%	-56.25%
2	HUAWEI TECHNOLOGIES	중국	1.26%	1.06%	-16.67%
3	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	1.20%	1.01%	100.00%
4	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	0.92%	0.77%	333.33%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	0.86%	0.72%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		H04	전기통신기술
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

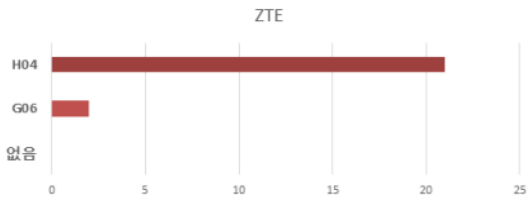
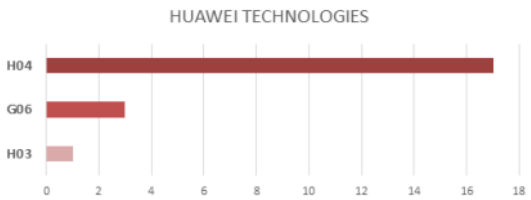
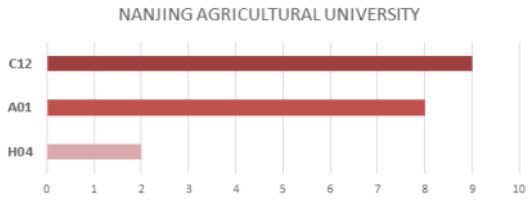
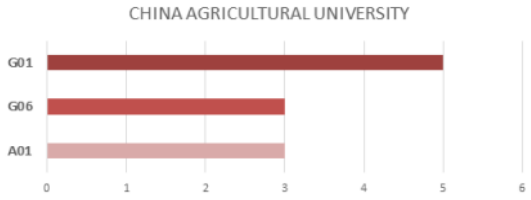
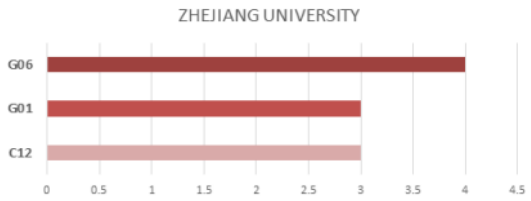
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	글로비트	10.94%	0.34%	600.00%
2	엘지전자	6.25%	0.19%	-66.67%
3	전남대학교	4.69%	0.14%	-100.00%
4	대한민국(관리부서:국립수산과학원)	4.69%	0.14%	100.00%
5	한국전자통신연구원	3.13%	0.10%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
2		H04	전기통신기술
		H03	기본전자회로
		G10	악기; 음향
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

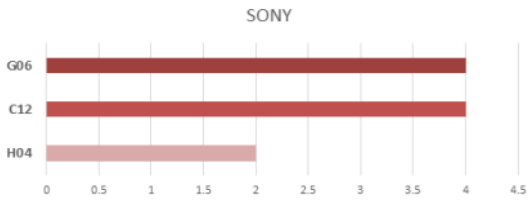
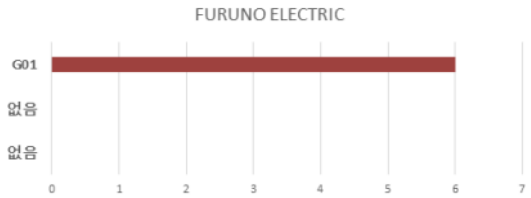
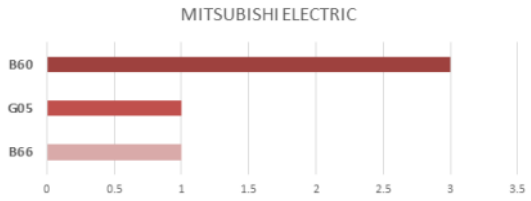
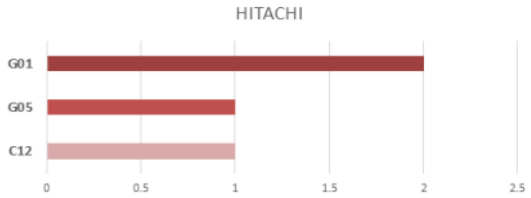
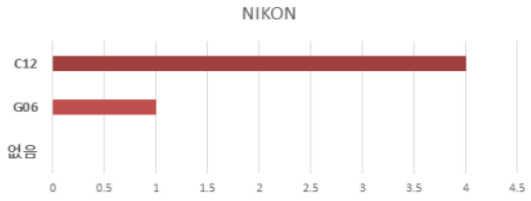
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	1.32%	1.11%	-56.25%
2	HUAWEI TECHNOLOGIES	1.26%	1.06%	-16.67%
3	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.20%	1.01%	100.00%
4	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.92%	0.77%	333.33%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.86%	0.72%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		H04	전기통신기술
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

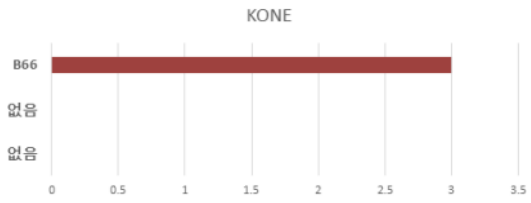
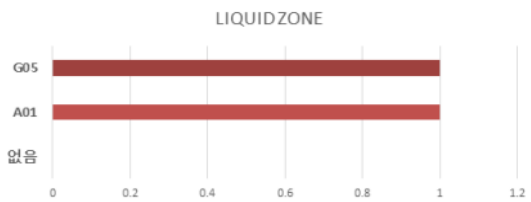
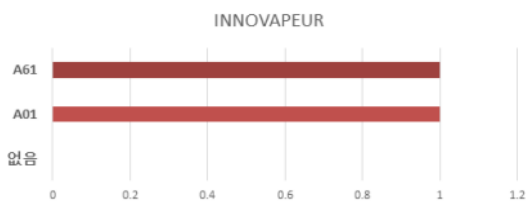
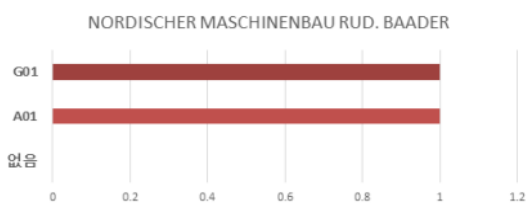
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	7.81%	0.48%	133.33%
2	FURUNO ELECTRIC	4.69%	0.29%	100.00%
3	MITSUBISHI ELECTRIC	3.91%	0.24%	400.00%
4	HITACHI	3.91%	0.24%	50.00%
5	NIKON	3.91%	0.24%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		H04	전기통신기술
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		B60	차량일반
		G05	제어; 조정
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
4		G01	광학
		G05	제어; 조정
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

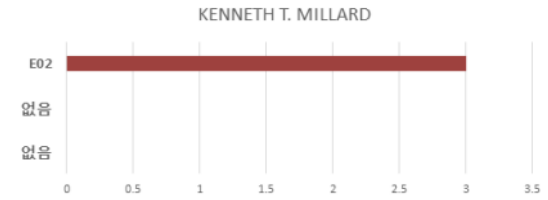
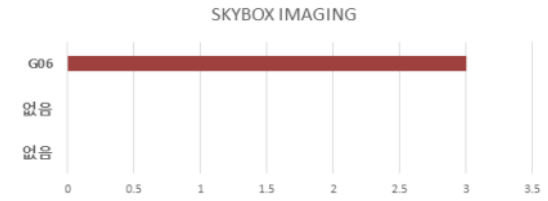
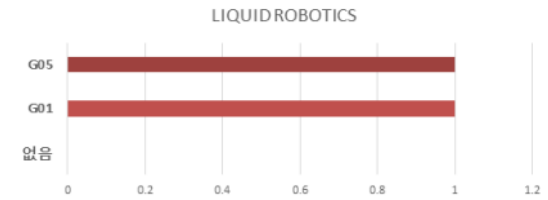
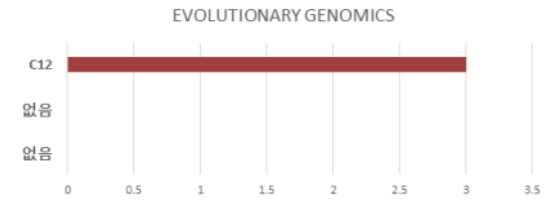
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONE	6.00%	0.14%	200.00%
2	DANSK MINK PAPIR A/S	4.00%	0.10%	100.00%
3	LIQUID ZONE	4.00%	0.10%	-100.00%
4	INNOVAPEUR	4.00%	0.10%	100.00%
5	NORDISCHER MASCHINENBAU RUD. BAADER	4.00%	0.10%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		-	-
		-	-
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
3		G05	제어; 조정
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
5		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	6.59%	0.29%	0.00%
2	KENNETH T. MILLARD	3.30%	0.14%	200.00%
3	SKYBOX IMAGING	3.30%	0.14%	200.00%
4	LIQUID ROBOTICS	3.30%	0.14%	200.00%
5	EVOLUTIONARY GENOMICS	3.30%	0.14%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		G05	제어; 조정
		G01	광학
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-

51 식품안전성 평가·향상 기술



51 식품안전성 평가·향상 기술

중점과학기술 개요

☑ 식품의 안전성을 확보하기 위해 물리적, 화학적, 생물학적 식품위해인자를 검출·추적하고, 이들 위해인자를 제거하거나 감내할 수 있는 수준 이하로 저감화·제어하는 종합적인 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

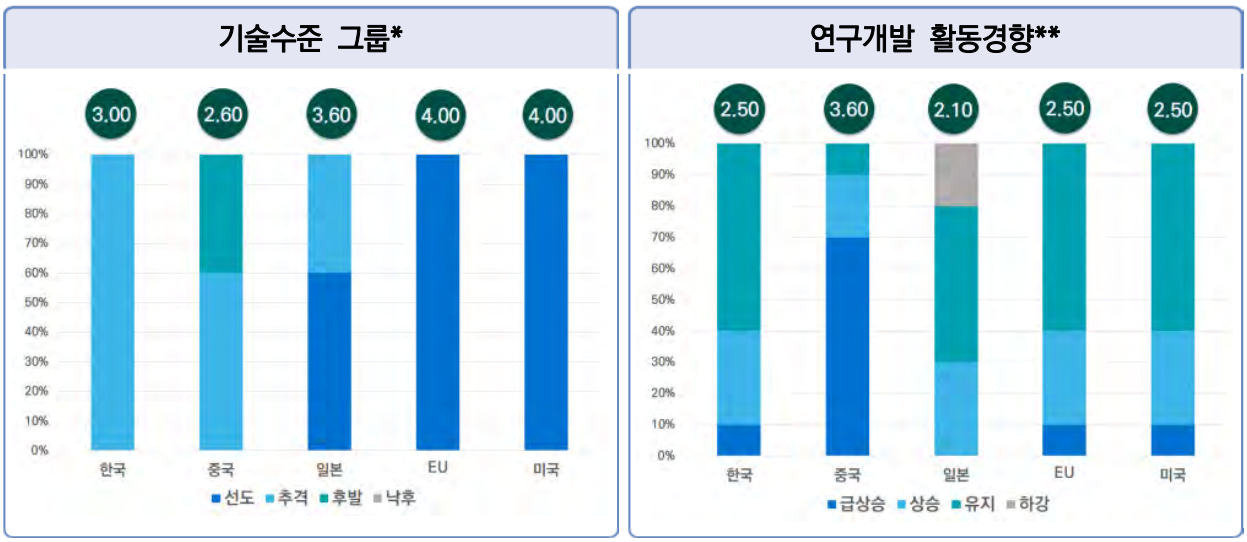
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	4.0	추격	보통	우수	상승
중국	73.0	5.0	추격	보통	보통	급상승
일본	90.0	2.0	선도	우수	우수	유지
EU	95.0	1.5	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	4.3	80.0	80.0	82.0	6.3	4.0	3.0	4.0	1.4
중국	73.0	5.0	73.0	70.0	75.0	7.3	5.0	4.5	6.0	2.6
일본	90.5	2.0	90.0	90.0	91.0	1.8	2.0	2.0	2.0	1.1
EU	95.0	1.5	95.0	95.0	96.0	4.2	1.5	0.5	2.0	1.0
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

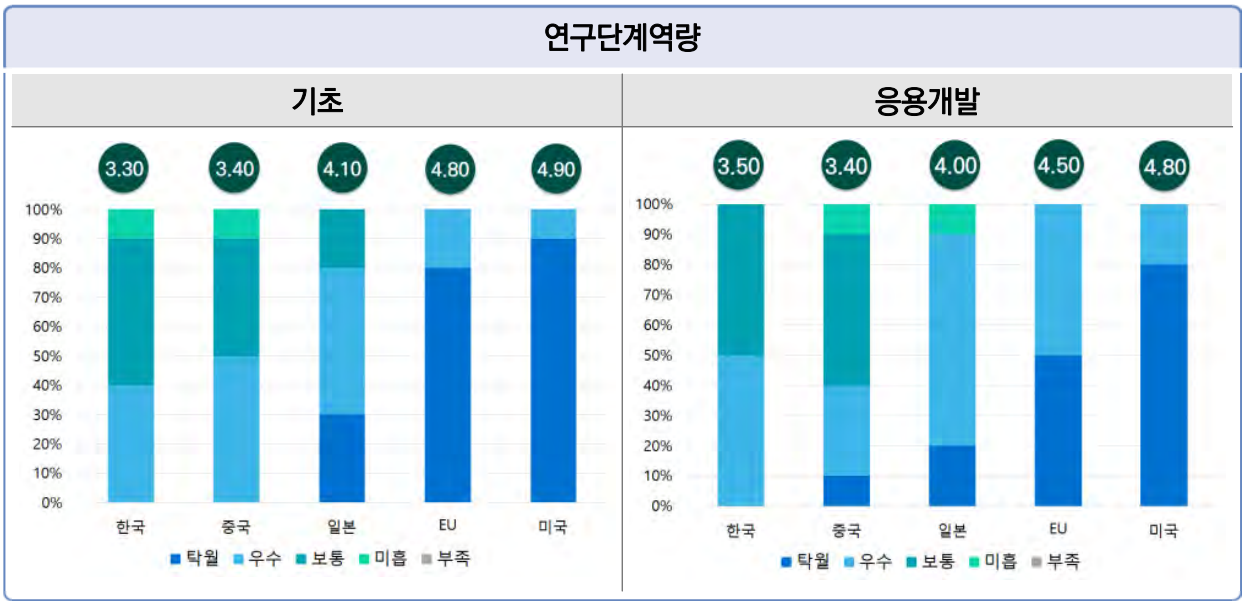
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 국민의 식품안전에 대한 니즈가 높고, 이를 관리하기 위한 국가적 관리가 활발함 • 다양한 기술이 개발되고 있으나 아직까지 활발한 상태는 아님 • 정부 투자와 관심이 적어지고 국민들의 불신 속에서 관련 연구가 위축되는 상황 • 한국의 경우 IT기술의 접목시도는 많이 이루어지지만, 기본적인 위험평가와 위해특성 연구 분야에서 국내 실정의 정확한 파악이 부족하여 실질적인 안전관리 기술향상에 장애가 되고 있음 • 매우 부족한 정부 R&D 지원체계의 문제 • 수출 산업체는 일부에 불과해 민간 기술개발 수준이 매우 부족 • 해당분야의 지속적인 기술수준 향상을 위해 노력하고 있으나, 객관적인 연구 성과 지표의 향상이 눈에 띄게 나타나지 않고 답보상태임 • 다양한 식품위해요소에 비해 사회적으로 이슈화되는 문제에 대응책중심으로 이루어지고, 장기적 연구투자는 전년대비 큰 차이가 없음 • 2017년 GC-MSMS, LC-MSMS을 사용한 잔류농약 다 성분 동시분석법(퀘처스법) 도입 및 확산하였으며, 2018년 12월 PLS system을 전면도입 예정
중국 (73.0%)	• 최근 급격한 경제성장과 더불어 기술개발이 급속히 되고 있음 • 정부의 지원에 힘입어 연구 논문, 특허 출원, 등록 건수에서의 성장이 두드러짐 • 실질적 이용가능 기술 개발 여부는 의문인 상황 • 식품안전에 대한 기업의 인식이 여전히 뒤쳐져 있으며, 민간 연구 역시 활성화되어 있지 않음 • 최근 부문별 요소기술의 연구에서는 높은 연구 성과를 나타내지만, 종합적이고 체계적인 안전관리에는 다소 기술 추격속도가 부진함 • 자국 내 많은 식품위해요소관리에 관심이 있으나 정보공유를 제한하고 있음 • 최근 다양한 식품개발과 관련법안 정비를 전략적으로 하고 있음 • 질량분석기를 이용한 다성분 분석법을 보편화하고, 듀얼 질량분석기를 이용한 퀘처스 분석법은 일부 적용
일본 (90.0%)	• 기본적인 국가과학기술을 바탕으로 식품안전에 관련 기술이 개발, 사용되고 있음 • 최근 주목할 만한 일본의 기술 발전이 부재 • 기본적으로 외국 선진기술을 도입하여 자국 실정에 맞는 기술로 전환하는 능력이 우수하지만, 제도개발 및 적용에서 독자성을 강조하다보니 일부 선진기술을 수용하는데 한계가 발생하는 경우가 있음 • 해당 분야에서 전통적인 기술 강국이기는 하나 논문, 특허 등의 구체적인 연구 성과에서는 최근 다소 주춤하고 있는 추세임. • 관련분야 연구투자 현황을 보면 70%이상을 안전성확보와 가이드라인 마련과 관련영역에 투자 • PLS system의 조기 도입(2006.5.) 이후 1차 농축수산물의 안전성 평가기술을 지속적 발전시켜 질량분석기를 이용한 다성분 분석법을 제공
EU (95.0%)	• GMO에 대한 판별기술 등 식품안전성 확보를 위한 다양한 기술이 개발, 사용되고 있음 • Ghent Univ., Wageningen Univ. 등 식품 관련 연구를 전략적으로 추진하는 대학들의 성과가 두각을 드러냄 • 최고기술 보유국 대비 유사한 연구 성과와 기술을 보유하고 있으나 최근 Brexit 등으로 전체 연구 개발사업 위축 현상이 우려됨

국가 (기술수준)	판단근거
	• Horizon2020 계획을 통해 연구를 강화하고 가장 많은 해외 식품안전정보를 가지고 각 나라별 민관 공동 추진 확대 • 식품의 잔류농약 분석에서 유럽의 공인분석법으로 퀘처스(QuEChERS)법을 적용 • EURL-DataPool을 활용하여 database 구축
미국 (100%)	• 꾸준하게 식품위해인자에 대한 분석, 위해평가, 분석법 연구가 진행되고 있음 • 정부의 지속적인 투자와 관심으로 Uinversity of California 등 관련기술 세계 일류기관이 존재 • 민간 산업계에서 자체적인 연구 개발이 활발함 • FDA 및 EPA 법으로 안전관리를 확보하고 있음 • 미국의 USDA 및 FDA는 대학 및 다른 연구기관과 실질적인 식품안전 향상기술 개발을 위한 연구뿐만 아니라 Extension활동을 적극 지원하여 산업계에서 수용 가능한 안전관리활동이 전개됨 • 바이러스 연구에 대한 투자와 연구가 활발함 • 신규분석법 및 신규소재에 대한 시장 진입에 객관적인 증거(논문 등)가 잘 반영되고 있음 • 새로운 식품안전기술에 대한 지속적인 투자 • 지속적인 정부 R&D 투자와 수출 위주의 식품산업체. 자체 식품안전 기술개발 노력을 바탕으로 세계 최고수준의 선도국가 유지 • 식품위해요소 분석 및 평가기술이 지속적으로 향상되어 세계 기술시장을 선도 • 식품 안전성 평가기술에서 유해물질 잔류성분 동시다성분분석법(퀘처스법) 개발을 선도하고, 최근 HR-MS 및 Direct-MS 분석법 등의 신기술 개발도 활발

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 식품분야 전문 인력 육성 및 우수 연구개발 인프라를 갖추고 있으며, 국민 식생활 수준 향상에 따라 요구되는 식품안전시스템(GAP, GMP, HACCP, ISO22000 등)이 활발하게 구축되어 운영되고 있음 • PLS 제도의 도입으로 잔류농약으로 부터의 안전성 확보와 잔류성 평가기술이 발전함 • 식품안전에 대한 국가/국민적 관심이 높음 • 관련기술개발 및 인력투입이 증가함 • 기술의 도입에 적극적인 편 • 국내 산업 환경과 인구층의 안전 취약점 등에 관한 기초정보 부재로 상용화 연구가 미흡함 • 미국 EPA 법률과 유사한 법인 생활화학제품/살생물제에 관한 법률이 2019년 만들어 짐 • 국가 안전성조사를 위한 관리체계 및 인프라가 구성중이며 식품산업의 무역과 투자가 활발한 초기단계로 잠재적 성장가능성을 가지고 있음	• 개별적인 연구는 우수하나 기초와 응용분야의 융합혁신이 약함 • 기반기초기술에 대한 연구가 부족함 • 다른 자연과학 기술 분야, 의학 분야 등에 비해 우수 인력의 유입이 적고, 취업할 분야가 적은 실정임 • 관련 과학기술분야 투자의 감소로 인해 신규 기술 발전을 주도하기 어려움 • 우수 인재의 유출, 상대국 대비 미흡한 인프라, 창의적이고 혁신적인 기술 개발의 미흡 등이 취약점임 • 연구와 산업계 적용의 연계가 매우 제한적이어서 성과활용에서 많은 제약사항이 발생함 • 공인 인증 실험실 관리 부족 • 식품관련 R&D에 밀접한 관련부서가 분산되어 있고 규제중심의 정책으로 산업화 연계가 저조
중국	• 최근 급성장추세에 있는 중국은 농업기술의 개발과 더불어 식품안전성 평가기술에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있음 • 중국 내 핵심그룹의 기술적 수준은 세계 최고의 수준에 가까워지고 있음 • 최근 급격한 경제성장을 바탕으로 IT 기술개발이 활발하며 식품안전성 평가, 향상기술에 대한 연구도 활발함. • 해당 과학기술을 포함한 전체 과학기술분야에 대한 정부의 전략적, 전폭적 지원이 있음 • 해외 인력유출을 적극적으로 방어하고 있으며 관련 산업성장으로 신규 인력유입도 많은 편 • 우수인력 확보를 바탕으로 대학 중심의 기초연구가 활발히 진행되고 있으며, 국가 정책상 수출 식품 안전관리에 특히 높은 연구 집중도를 보이고 있음 • 국가통제의 연구개발이 활발하며, 이로 인해 국가 통제 산업이 일사 분란함 • 다양한 식품유형이 지속적으로 개발되고, 최근 논문 및 특허 등재가 활발하게 이루어지고 있으며, 향후 기술파급력이 큰 가능성을 가짐	• 기반기초기술에 대한 연구 인프라 부족 • 세계 수준에서 선도할 수 있는 혁신 기술의 개발은 아직 미흡한 편이나 정부의 적극적인 투자를 바탕으로 근시일 내에 관련 기술 분야의 약진이 예상됨 • 전반적인 응용연구 수준은 아직은 해외기술을 답습하는 수준임 • 식품위해 인자에 대한 국민적 인식이 저조

국가	강점분야	기타
일본	• 전형적인 농업선진국인 일본은 식품분야 전문 인력이 풍부하고 기초 연구개발 분야에 많은 인프라를 갖추고 있음 • PLS제도를 2006년 조기 도입하여 자국뿐 아니라 수입농산물 안전성도 확보에도 관심을 가지고 식품안전성 평가 기술에 대한 적극적인 지원정책을 펼치고 있음 • 우수 인력의 해외 유출이 적음 • 기초 R&D 기술에 바탕을 둔 응용개발 연구, 자연과학, 공학 등 유관 분야와의 협력연구 활성화 • 식품안전성평가결과에 대한 공개범위가 제한되는 것은 기술적 진보성을 판단하기 곤란함 • 기본적인 식품안전 기초연구 중심의 다양한 연구 활동이 기존 축적된 우수한 기술을 토대로 이루어지고 있음 • 식품 위해 인자에 대한 국민적 인식이 강함 • 미국과 유사한 법률적 대비를 하고 있음 • 신규소재 및 방법의 시장 진출이 미국과 비슷하게 용이함 • 식의약 안전 확보를 위해 식품보다는 의약품에 더 많은 투자를 하고 있고, 국제적 협력과 식품안전 네트워크 구축으로 아시아 중심이 되기 위한 방안을 모색 중	• 연구수행방향의 뚜렷한 변화는 적음 • 해당 분야 신규 기술을 선도 그룹만큼 개발/연구하지 못하고 있음. 사회 경제적 상황으로 인한 정부 지원 축소에 따른 결과로 생각됨 • 최근 들어 기술수준의 상승세가 다소 주춤하는 경향이 있음 • 최근 개발된 안전관리기술의 응용기술 연구도 적극 추진하는 추세를 보이고 있음
EU	• EU의 국가들은 지속가능한 농업정책을 지원하여 농업 부문별 선도국의 지위를 가지고 있으며, 이를 위한 신기술 개발이 지속적으로 활발하게 이루어지고 있다. EU는 국제적인 표준인 ISO, Codex 등 기술운영측면에서 세계 중심적 역할을 담당하고 있어 국가 간의 표준화된 관리기준을 선도해 나가고 있다. • 과학기술지원에 대한 범정부적 합의하에 꾸준한 지원 • 관련 기술 특성화 기관 (Wageningen 대학 등)에 대한 전략적 지원 • 기술 및 인력을 기반으로 안전관리의 기본영역을 충실하게 추진 • 기술 인력에 대한 사회, 경제적 대우도 뛰어나 우수한 인력 확보가 비교적으로 쉬운 편 • EU회원국 중에서 G7국가를 중심으로 기초연구의 성과를 실제 현장에서 활용할 수 있는 수단으로 전환하는 응용연구가 높은 수준의 연구인력 및 연구 인프라를 바탕으로 활발히 진행되고 있음	• 회원국 간의 기술수준 격차를 해소할 수 있는 수단은 아직까지는 미흡함 • EU의 법률이 까다로워서 신규 분석법 및 신규 소재의 진출이 어려움

국가	강점분야	기타
	• 유럽공동체를 통한 많은 자료수집과 평가, 회원국 간의 정보공유 등으로 표준화작업과 국가 간 교육가 활발함	
미국	• 기초연구와 응용연구의 상호발전 기반이 탄탄 • 식품산업 전반에 걸쳐 기술개발이 균형적으로 이루지고 있음 • 농산물 생산성향상을 위한 바이오에너지 개발, 식물공장 건설, 유기식품산업 성장 등 친환경적이고 식품 안전성을 강화하는 농업형태로 진화하고 있음 • 미국의 AOAC 공정분석법은 식품안전성평가 기술 분야에서 세계적인 기준으로 평가됨 • 기초연구를 바탕으로 응용개발연구가 진행됨 • 기초/응용개발 기술 가리지 않는 정부 지원 • 세계적 우수 인력의 유입 • R&D 인프라 자연과학, 공학 등 유관 분야와의 협력연구 활성화 • 인력 및 인프라 분야에서 산학연 연계체계가 잘 구축되어 있으므로 사회적 위기관리 대응체제가 매우 유기적·체계적으로 운영되고 있음 • 식품 위해 인자에 대한 국민적 인식이 강함 • 산업과 연계한 해결 방안을 지속적으로 모색 • 산학연 네트워크가 탄탄하며 유럽과 연계한 연구개발 및 산업화에 강함 • 가장 많은 식품유형을 보유하고 있으며, 식품안전과 관련된 분야에 투자를 가장 활발하게 전개	• 연구비 경쟁이 심함 • 강점을 바탕으로 관련 기술을 주도적으로 선도하고 있음 • 필드 모니터링의 강화와 식품 안전 규제감시를 연계하여 객관적 타당성을 확보한 안전관리 정책이 추진되고 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	3위	5위	1위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 식품위해 인자에 대한 부처별 협력이 필요. 해당 부처의 과제수주를 하지 않은 성과에 대해 인정하지 않거나 법제도 개선 시 의견을 개진할 방법이 주관적임 • 농수축산물 및 가공식품별로 산학연 협력연구가 가능한 지원 체제 구축 • 농림축산식품부와 해양수산부 및 식약처 공동의 다부처 공동연구과제 도출 • 공통 적용기술과 품목별 적용기술 구분 개발 추진 ICT 융합과제 도출 및 개발 지원 • 다학제 간 연구기관 간 국내 연수 등 교류 프로그램 확대 • 국내 산업계 및 학계의 관련 담당자 및 연구자들의 정보 공개 및 교류가 활성화될 수 있도록 정부 및 유관기관의 정책적인 지원과 협조가 필요 • 유관기관 간 협력연구를 통하여 식품위해인자 관리에 대한 공감대 확산이 필요 • 식품관리에 대한 식약처와 농림축산식품부의 이원화로 인해 생산단계와 가공과의 연계성이 부족하고, 기업과의 공동개발이 저조해 식품관련 위해인자로부터의 안전성 확보기술만 강조되어 산업화 기여도가 저조함. 산업화 기여도가 떨어지면 국민건강을 위한 안전성만 강조되어 규제 강화 쪽으로 치우칠 우려가 있는데 이미 많은 부분이 규제 쪽으로 치우치고 있는 실정임. 기업과의 연계가 좀 더 필요한 상황 • 식품안전성관리 기술을 보유한 정부기관의 평가기술을 민관합동 또는 산학연 협력체계를 통해 산업전반에 확대/적용 할 수 있도록 기술개발협력체 구축 요망
국제협력 촉진	• 국제기구, 외국 정부기관간의 정보교환을 위한 MOU 추진 및 공동연구과제 개발 • 미국 및 유럽의 법제도 개발 및 적용에 한국이 테스트 베드로 참여할 수 있도록 협력 • 식품이력 추적기술과 블록체인 기술 접목 기술, 실시간 품질 및 안전 모니터링 기술, 신속검출 및 검사기술 등의 개발 협력 • 정부 주도의 유수 연구기관 연수, 초청 프로그램 확대 • 관련 기술의 유관기관이 폐쇄적이면서 보수적인 태도에서 탈피하여, 급변하는 국제 상황을 빠르게 파악하고 유용한 정보 및 기술들을 신속히 받아들일 필요가 있음. 이를 위하여 타 선도국 및 경쟁국의 유관기관들의 정책들을 면밀히 살펴보고 벤치마킹할 필요가 있음 • 국제적 선도국가의 신기술 정보와 식품위해 정보의 신속한 정보공유 협력체계 필요
인력양성 및 유치	• 식품산업에 대한 정부의 명확한 인식 하에(국민보건 및 국가안보와 직접적으로 관련된 거대 산업 군이며, 생명공학기술과의 접목으로 향후 한 번 더 도약이 가능한 산업임), 우수한 인재들이 해당 기술 연구/개발에 참여할 수 있도록 하는 유인이 필요함 (BK21 plus 사업과 유사한 고급 인재 양성 사업 – 특성화고 등 산업인력 양성을 말하는 것이 아님) • 실무 실험이 가능한 인력양성이 필요함 • 학령인구 감소에 따른 우수 인력 양성 사업 도입 및 해외 연구인력 유치 확대 • 위험평가 및 위험관리와 위험통지 분야별 체계적인 전문가 양성 시스템 구축 • 식품안전 기술의 개발 및 연구뿐만 아니라 이를 활용하여 최전선에서 국민생활에 직접적인 도움을 줄 수 있는 인력들의 양성이 필요함. 더불어 이들로부터의 피드백을 통해 실질적으로 도움이 되는 유용한 기술을 새롭게 개발하는 선순환이 이루어져야 할 것임

	정책제언
	• 사후관리중심의 인력양성에서 사전관리 인력양성이 필요 • 현재 국내는 개발도상국(동남아시아 등)과의 식품교역이 활발히 진행되고 있음. 특히 농산물과 식품생산보다는 수입에 의존하고 있는 우리나라로서는 식품안전 국제전문가 및 컨설팅 기업양성이 우선적으로 필요하며, 이에 따른 산업화과정에서 나오는 문제점 해결과 필요기술개발에 대한 수요조사를 통해 중점 추진 기술개발에 대한 중장기 계획마련이 필요함 • 국가적 차원의 식품안전성 평가기술연구기관 필요. 현 정부기관의 연구 인력은 감독/규제를 위한 역할만 수행하고 있어 별도의 전문교육지도의 성격을 지닌 기관운영으로 전문 인력 양성과 국내식품산업의 전반적인 기술수준 향상 유도 필요
인프라 구축	• 식품안전성 평가, 향상기술을 담당한 구체적인 정부조직이나 담당부서가 있어 꾸준하고 일관성 있는 연구 및 정보축적이 진행되어야 효과적인 인프라 구축 가능 • 산학 연구 등을 지원하여 선도 식품기업이 기술 개발을 이끌고, 해당 기술이 중강 식품기업들로 전달되어 전체적인 발전이 이루어지도록 하는 플랫폼 마련이 필요함 • 연구기반 시설(정부 연구소 포함) 공동 활용 체계 구축 산학연 연계 안전성 관리기술 개발 체계 구축 • 신속검출 신기술의 공인시험법 평가체계(법, 관리기구) 구축 • 해당 기술 분야의 발전이 국민들에게 실질적인 도움이 됨을 보여주고 이를 통한 국민 전체의 관심을 바탕으로 정부의 지속적인 투자가 이루어질 필요가 있음. 따라서 기술 수준의 향상을 위한 연구 인프라의 구축뿐 아니라, 기술의 실제 활용 및 응용, 그리고 그 관리와 관련된 기반시설 및 정책을 갖출 필요가 있음 • 식품위해분석에 대한 인프라가 제조업분야에 한정되어 전반적인 인프라 구축이 저조하고 식품원료 생산단계 인프라는 크게 떨어지는 상태임. 생산단계 안전관리는 적극적인 사전관리체계로 지속하여 구축할 필요가 있음 • 식품산업의 주도적 성장을 이끄는 미국, EU의 기술을 무조건 따라잡기보다는 글로벌화 및 한류문화의 확산 속에서 한중일 및 동남아시아 등 유사한 식품 문화권에서 식품의 이동이 비교적 쉽고, 동일 식품문화권으로서 성장가능성의 폭이 크기 때문에 상호간의 식품개발 및 식품원료공급체계의 기반구축을 위한 인프라 구축에 초점을 맞추어야 함 • 국내에서는 식품원료공급기반 구축을 위해 농림축산식품부에서 식품원료생산기반을 모두 GAP 인증화 추진을 목표로 하고 있어 GAP관련 인프라 구축을 선행적으로 추진해야함 • 선진기술수준 추격 및 위해성평가 기술수준 향상을 위한 연구기반구축 지원 • 농축수산 원료식품 가공 및 생산단계에서 식품에 이르는 부서의 일원화되지 못한 행정체계로 성과를 감쇄시키고 있음. 각 나라별 행정체계에 비추어 볼 때에도 국내의 농림축산식품부에 식약처를 이관시켜 원료부터 식품까지의 일원화된 행정체계의 개편이 필요해 보임
법·제도 개선	• 식품위해 인자 검출 기술 개발을 위한 나노기술 및 GMO 관련 기술 등에 법적으로 저해되지 않게 개선할 필요성 존재 • 법, 제도의 미비로 신규 기술 사업(3D 프린팅 식품, 인조육, 배양육, 신규 프로바이오틱스 미생물 등)이 사장되는 일이 없도록 하여야 할 것임 • 신규 분석법 및 신규 소재에 대한 법제도 반영이 빠르지 않음. 식품위해 인자에 관한 범부처 법제도 개선 단일 창구개설이 필요함 • 1차 생산에서 소비까지의 단계별 주요 위해요소별 위험평가 의무화 위험평가 결과에 따른 농수축산물 및 가공식품의 안전관리 절차 및 기준과 방법 개선이 필요. HACCP 인증제도는 폐지하고 필수 안전관리요소를 식품 제조 가공기준에 포함하여 시행

	정책제언
	• 살균기술의 경우, 식품위생법상 가열과 방사선조사만을 허용해 산업계에서 다른 신 살균기술을 사용해 제품을 개발할 수가 없어 신기술 개발의 필요성 및 수요처가 사실상 단절되어 있음. 신기술이 식품산업에 적극 활용될 수 있도록 규제완화 필요 • 미생물, 화학물질 등 식품위해요소 검출기술의 경우, 새로운 검출법을 개발하더라도 식품 공전상 시험법으로 등재되지 못하면 식품의 공인검사법으로 사용될 수가 없음. 신 검출법의 지나치게 엄격한 국내 공인시험법 관리 장벽이 높아 신기술 개발·연구에 걸림돌이 되고 있음 • 관련 법·제도에 있어 유연한 태도를 바탕으로, 각종 '규제를 위한 규제' 등을 철폐하여, 기술수준이 획기적으로 발전할 수 있는 기반을 마련해줄 필요가 있음. 예를 들어 미국 FDA에서 시행하고 있는 GRAS(generally recognized as safe) 도입 등이 시급함 • 원료의 안전성확보-식품개발-검증 및 평가기술 개발의 일원화된 정책이 필요한데 단계별 부처가 다르고 법제도상의 관리영역의 경계가 모호해 중장기 정책의 반영이 실행단계에서 기대에 미치지 못하는 경우가 많음 • 식품위해정도에 따른 행정처분의 형평성 유지 필요 : 식품유통기한 경과품 진열시 영업정지 7일은 과도한 처분임. 식품유형에 따라 위해성을 감안한 처분기준 완화필요
연구비 확대	• 식품산업에 대한 정부의 명확한 인식 하에 우수한 인재들이 해당 기술 연구/개발에 활발히, 적극적으로 참여할 수 있도록 관련 연구비를 확대하고 지속적으로 지원하는 것이 필수적임 • 목적성이 정확한 연구비 집행을 확대해야함 • 다 부처 공동연구 및 타 기술 융합을 통한 식품안전 확보기술 개발 연구비 증액 • 식품안전성 평가 및 향상 기술 분야의 전통적인 선도그룹(미국, 유럽, 일본)과 비교하여 이들을 추격하고 선도그룹으로 발돋움하기 위해서는 무엇보다도 관련 기술 분야 연구에 대한 투자가 필요함. '식품'은 유행에 따라 변하는 것이 아닌 인간 생활의 영위를 위해 보편적이며 필수적인 요소임을 이해하고, 정부의 지속적인 관심과 투자가 이루어져야 할 것임 • 원료 안전성확보 차원에서 잔류농약에만 집중된 경향이 있음. 종합적인 농업환경관리 시스템 구축기반에 우선 투자가 이루어져야 하고, 생산단계에서의 위해인자 제어를 위한 연구비 확대가 선행되어야 함 • 병원성 미생물 신속검사법 개발을 위한 연구비 지원 확대
기타 의견	• 식중독세균의 검출·판정을 위한 생물정보학, 현장활용기기(POCT) 개발을 위한 나노기술, 식품위해인자가 인체에 미치는 영향 파악을 위한 독성학기술 등 많은 기술과의 융·복합이 필요 • 기술들의 융·복합을 하되 인허가등의 정책과 함께 기획해야함. 개발된 기술이 현장에서 사용을 못하게 되는 일이 발생하고 있음 • 식중독 바이러스 연구 저변 확대 필요 • 기후변화에 따른 신종 병원체 출현 대책 수립 • 식품이력 추적성 확보를 위한 블록체인 및 AI등과의 융·복합 연구가 불가피하며, 현장에서의 품질안전 통합관리가 가능한 산업 공학적 접근법도 융합되어야 할 것임 • 정부 지원 과제 신청 시 학제 간 융합연구를 의무화하는 융합연구 개발사업 확대 요망 • 세계적으로 식품안전관리의 사전 예방적 차원의 관리방식 도입으로 식품원료 생산단계에서의 생산 환경, 생산 방식, 생산 관리 등의 정보수집이 중요해짐. 환경보전 차원의 환경정보수집과 다르게 식품원료 생산측면의 농업환경에 대하여 보다 정밀한 정보수집 기반을 구축해야만 식품사고대응, 사전조기경보시스템 등의 식품안전망구축이 가능해짐

다 주요 분석 결과 요약

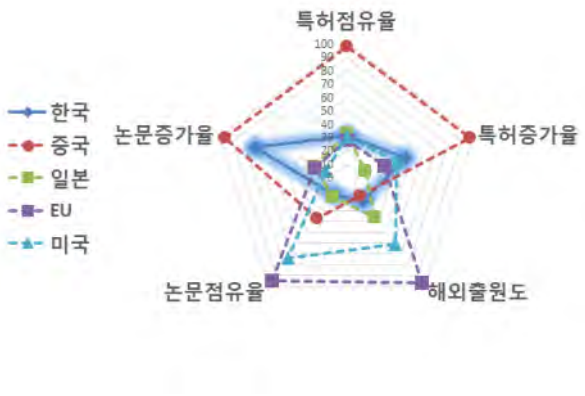
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	농림수산·식품	47,447	19,745	76.9%	144.0%
해당 중점과학 기술명	식품안전성 평가·향상 기술	12,465	3,585	95.2%	129.5%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

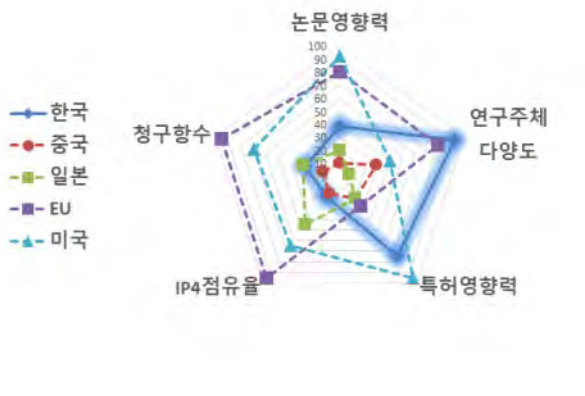
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	48.0%	82.0%	27.1	8.4
한국	5위	3위	3위	2위
	2.5%	5.3%	16.3	5.5
5개국 평균[2]	-	-	22.2	6.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

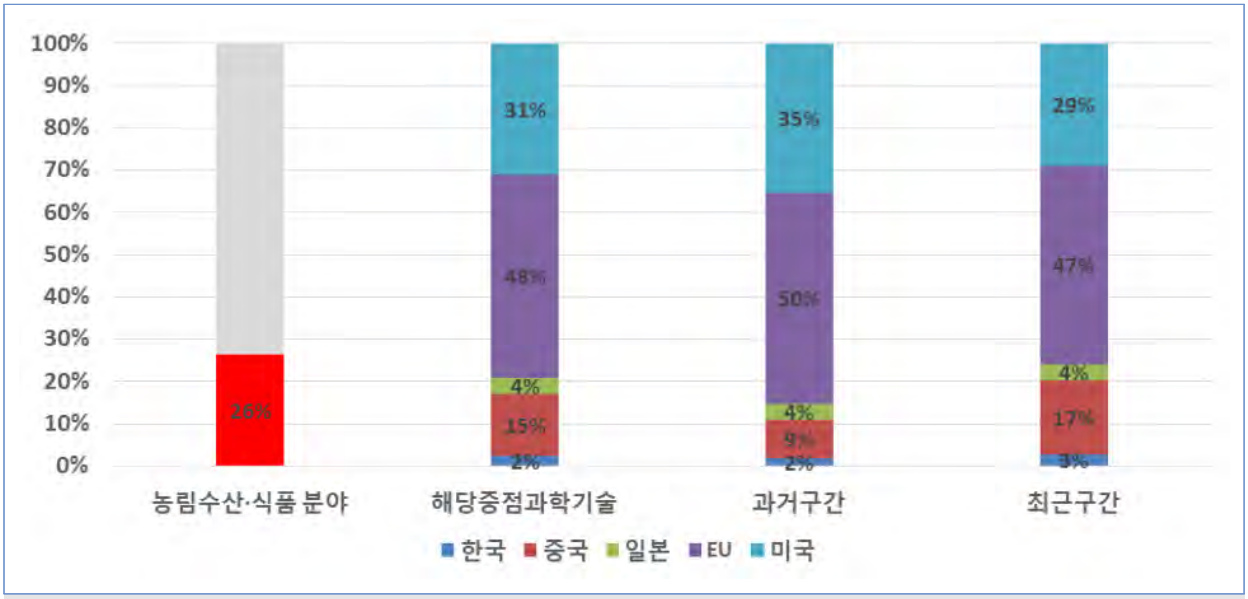
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.5%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(16.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(48.0%), 미국(31.1%), 중국(14.6%), 일본(3.9%), 한국(2.5%) 순이며, 논문 증가율은 중국(282.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(27.1), EU(23.7), 한국(16.3), 일본(13.0), 중국(10.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 한국(0.98)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(5.3%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(5.5)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(82.0%), 일본(6.6%), 한국(5.3%), 미국(4.1%), EU(2.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(188.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(8.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.4), 한국(5.5), EU(1.8), 일본(1.0), 중국(1.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(38.9%)가 가장 높고, 특허청구항수는 EU(9.3)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.5%	14.6%	3.9%	48.0%	31.1%
	논문 증가율	189.9%	282.4%	86.0%	84.4%	59.4%
	논문 영향력	16.3	10.4	13.0	23.7	27.1
	연구주체 다양도	0.98	0.93	0.90	0.96	0.93
특허 분석	특허 점유율	5.3%	82.0%	6.6%	2.0%	4.1%
	특허 증가율	34.6%	188.6%	-39.9%	0.0%	20.9%
	해외출원도	0.5	0.0	1.9	8.6	3.9
	특허 영향력	5.5	1.0	1.0	1.8	8.4
	IP4점유율	2.1%	0.0%	13.1%	38.9%	20.3%
	청구항수	3.0	1.6	3.1	9.3	6.0

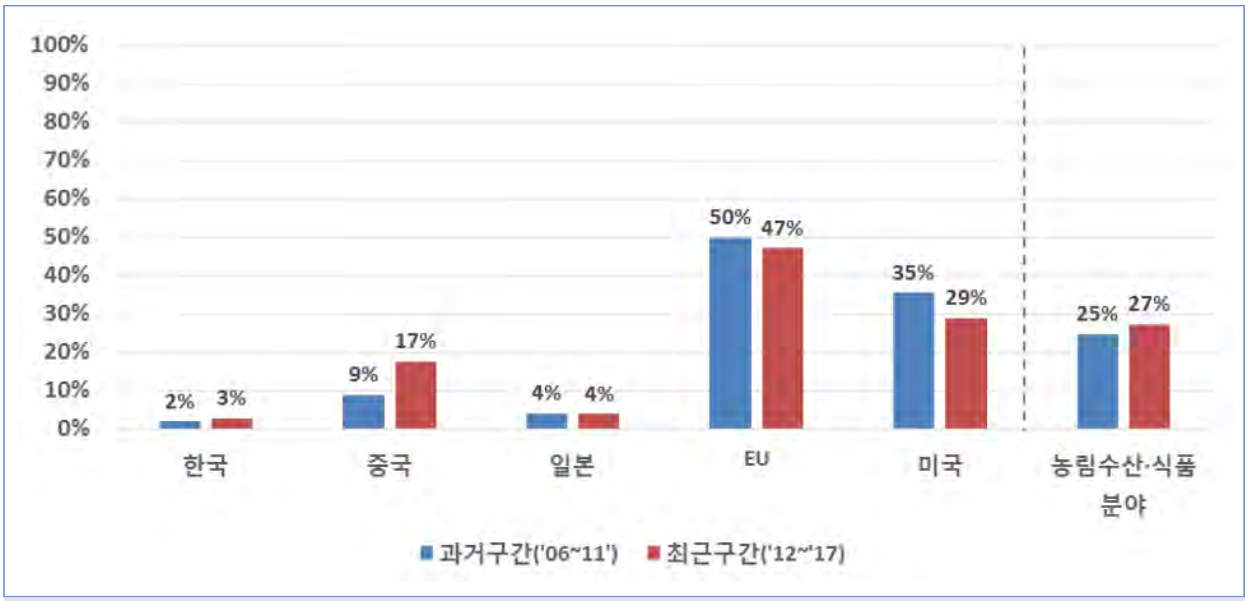
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 식품안전성 평가·향상 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 5978건으로 전체 논문의 48%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 식품안전성 평가·향상 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 논문 중에서 26%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

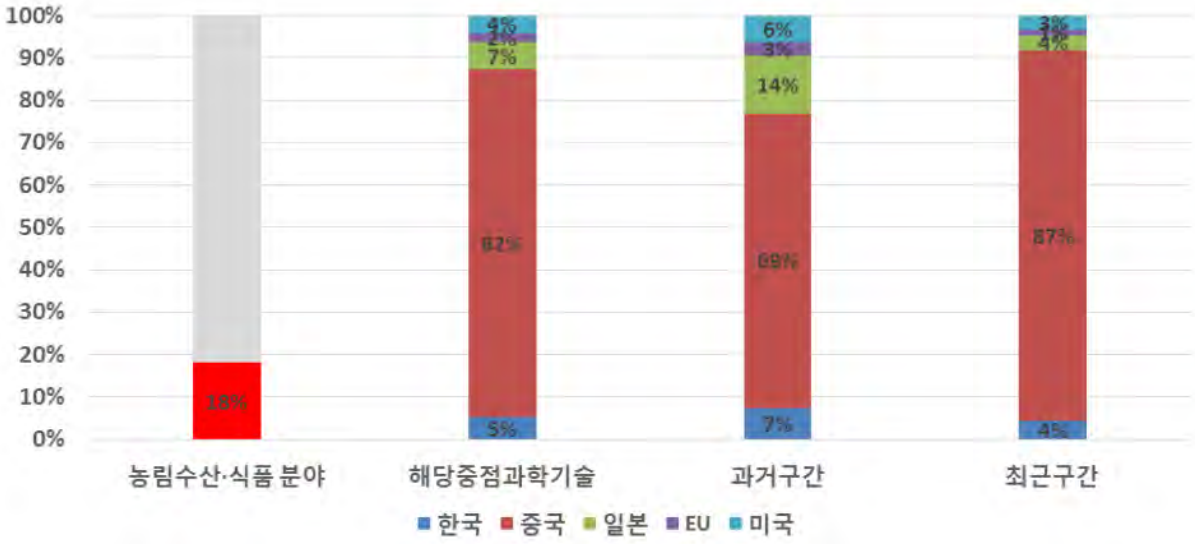


● 식품안전성 평가·향상 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 189.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	79	229	308	189.9%
중국	376	1,438	1,814	282.4%
일본	171	318	489	86.0%
EU	2,102	3,876	5,978	84.4%
미국	1,494	2,382	3,876	59.4%
전체	4,222	8,243	12,465	95.2%

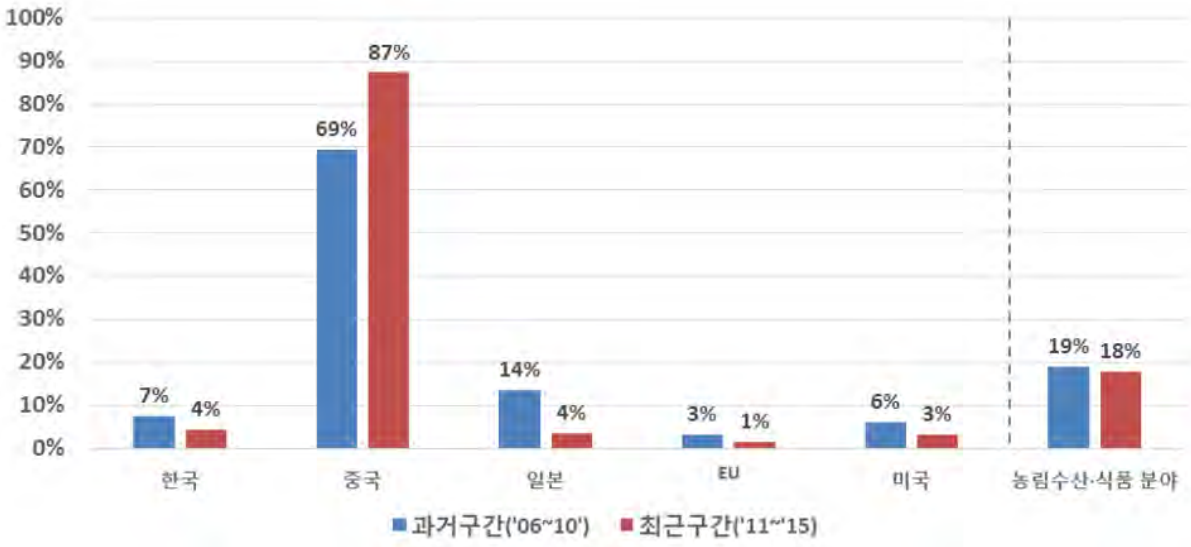
(4) 특허 점유율(전체)



● 식품안전성 평가·향상 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2938건으로 전체 특허의 82%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 식품안전성 평가·향상 기술은 농림수산·식품 분야의 전체 특허 중에서 18%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



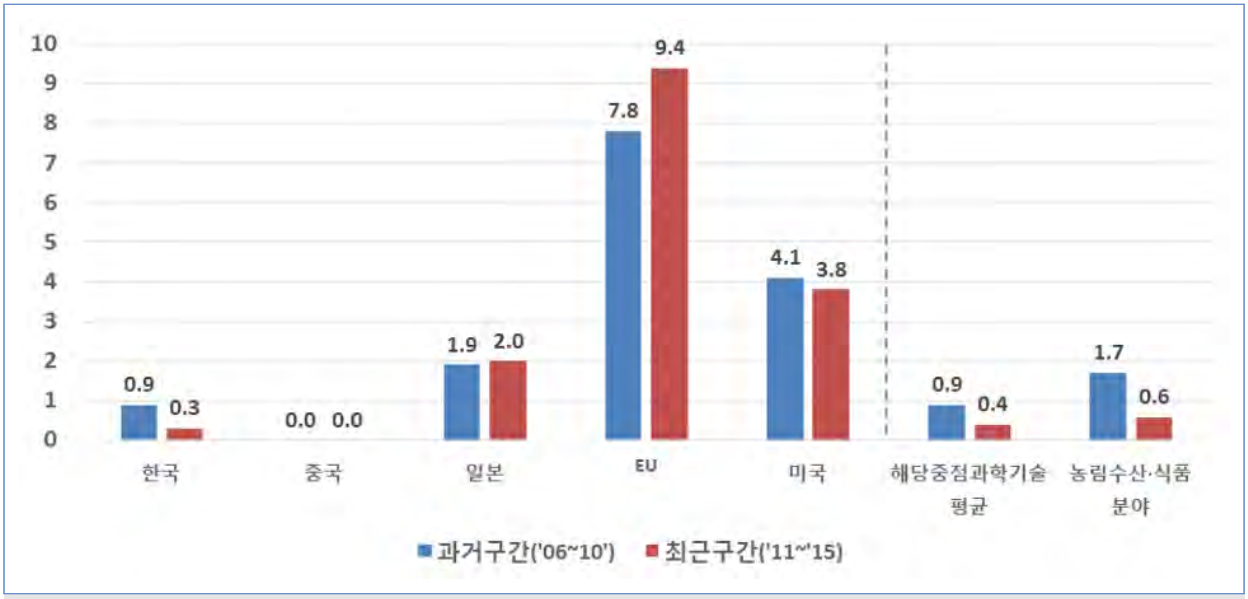
● 식품안전성 평가·향상 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 34.6%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	81	109	190	34.6%
중국	756	2,182	2,938	188.6%
일본	148	89	237	-39.9%
EU	36	36	72	0.0%
미국	67	81	148	20.9%
전체	1,088	2,497	3,585	129.5%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

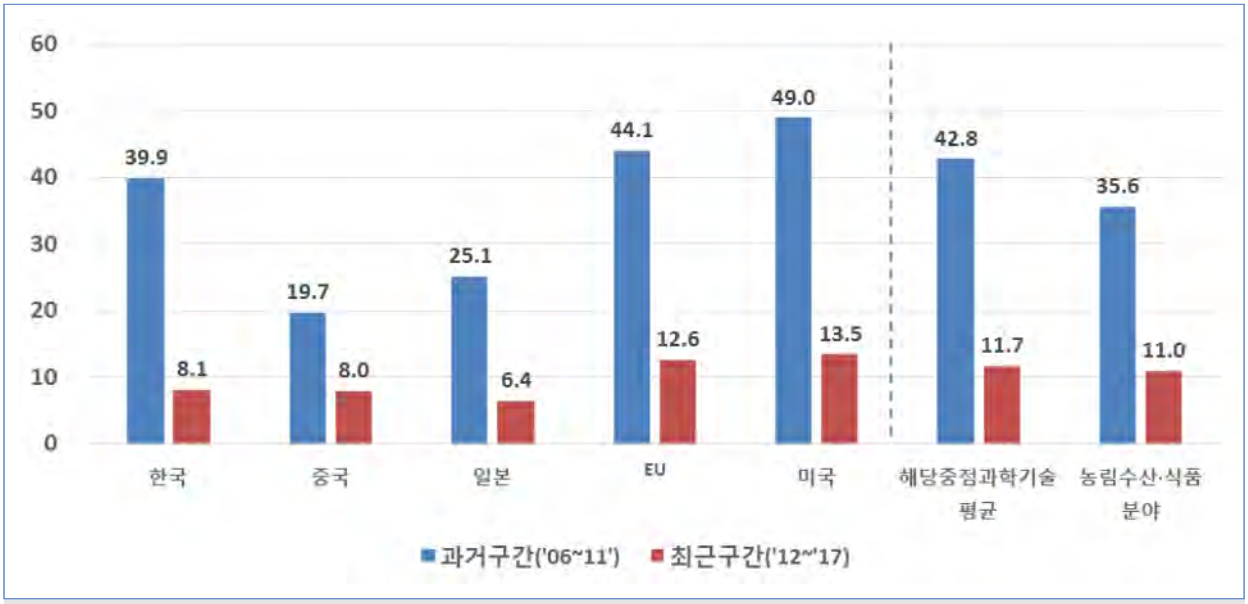


- 식품안전성 평가·향상 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

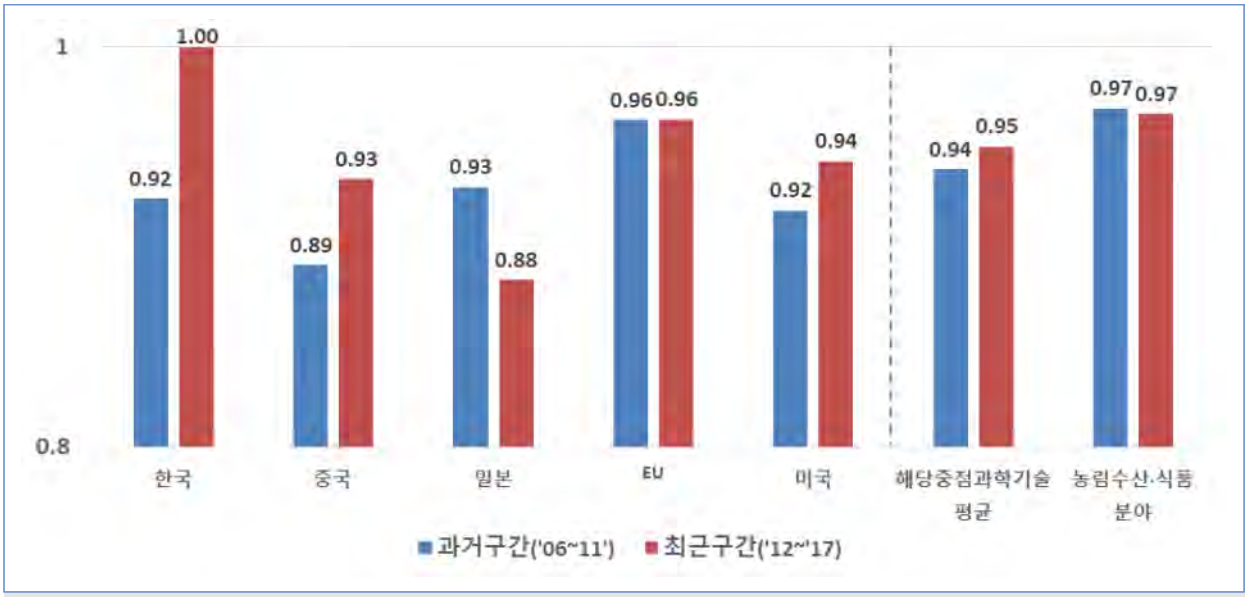
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



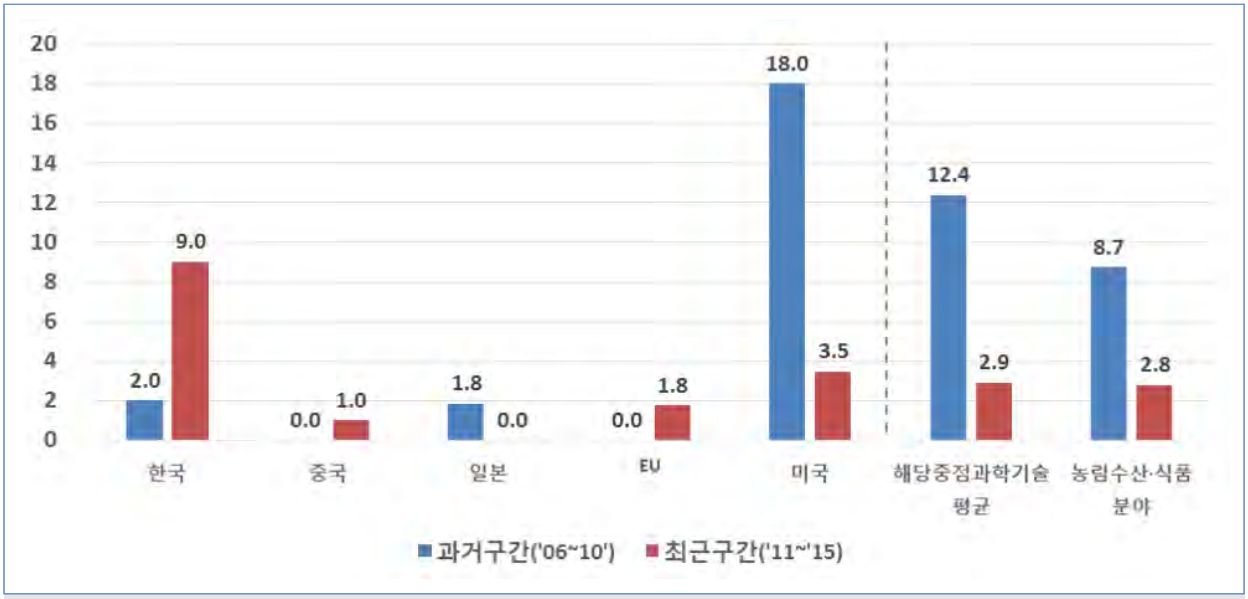
● 식품안전성 평가·향상 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



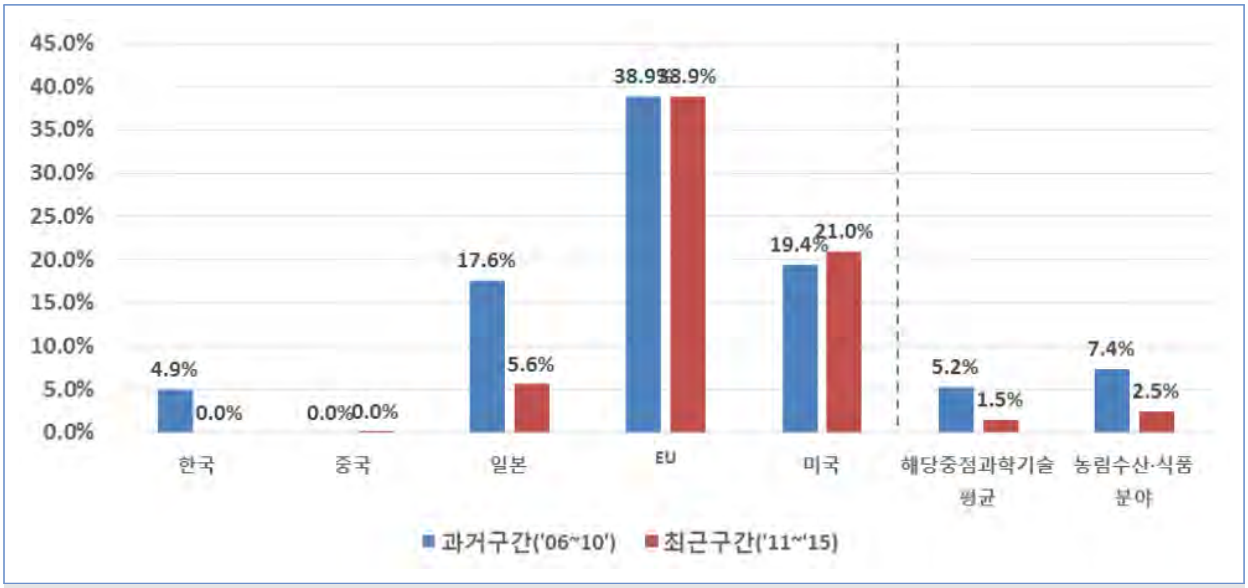
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 한국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



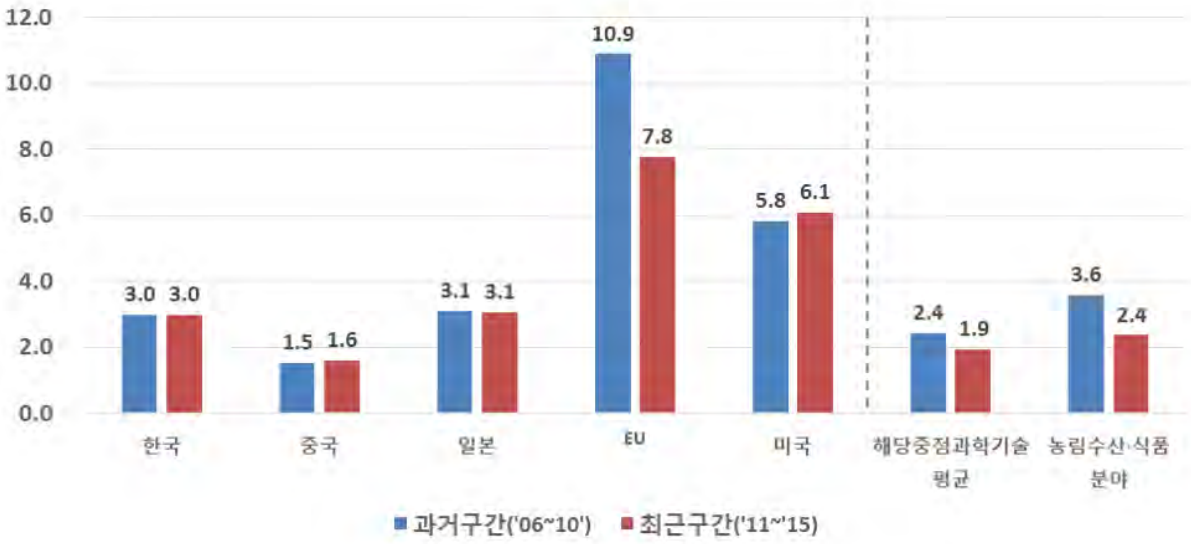
● 식품안전성 평가·향상 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 식품안전성 평가·향상 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 식품안전성 평가·향상 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

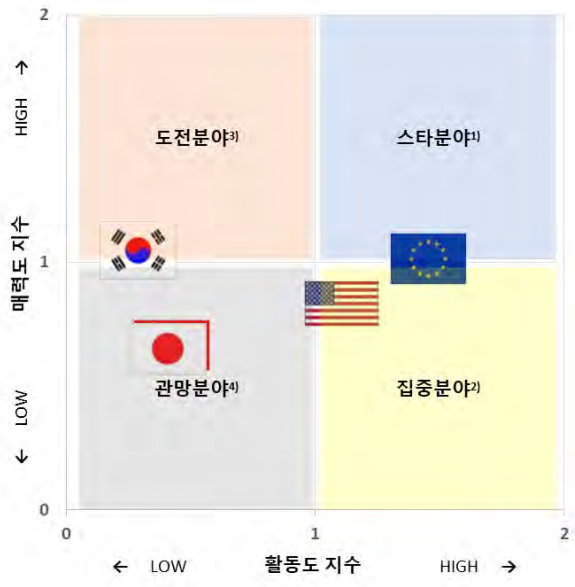
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

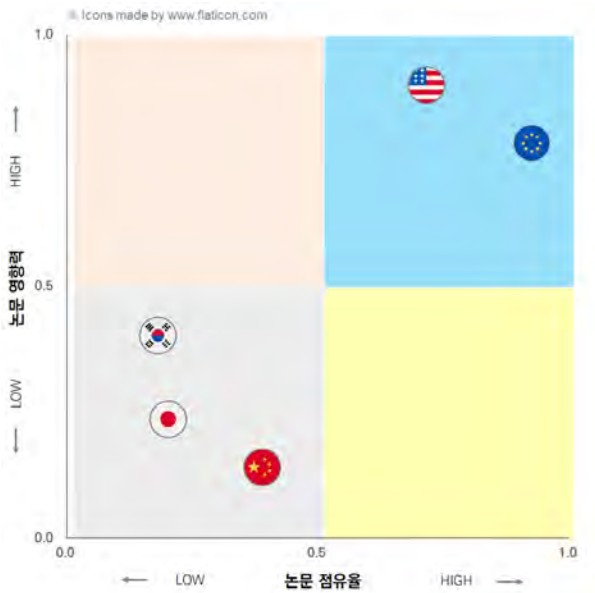
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 식품안전성 평가·향상 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 질적 연구 성과는 높은 상황이며, EU의 연구 활동이 활발한 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

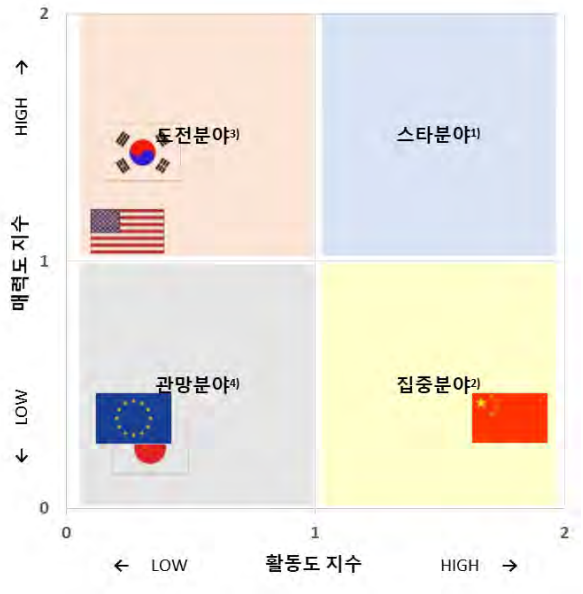


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

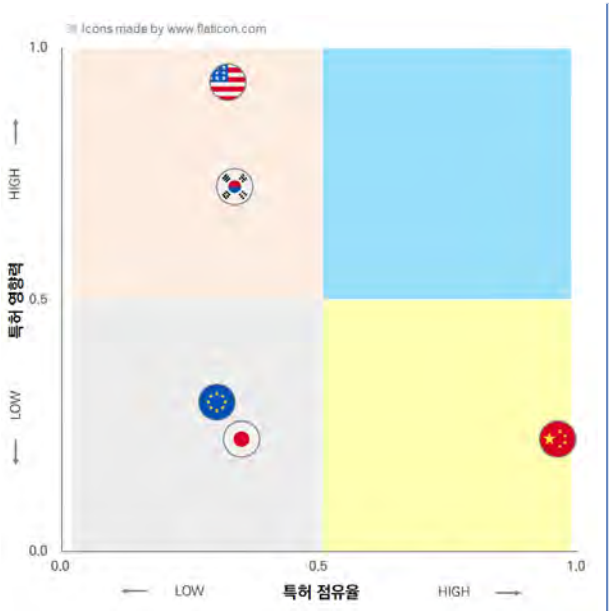
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 식품안전성 평가·향상 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 중국은 특허 활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.16%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 9.09%(글로벌 점유율은 0.22%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.72%	1.16%	57.14%
2	WAGENINGEN UNIVERSITY	EU	1.34%	0.64%	16.22%
3	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	3.86%	0.56%	188.89%
4	GHENT UNIVERSITY	EU	0.95%	0.46%	238.46%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	3.14%	0.46%	207.14%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	9.09%	0.22%	733.33%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.82%	0.17%	500.00%
3	KANGWON NATIONAL UNIVERSITY	3.57%	0.09%	75.00%
4	HANYANG UNIVERSITY	2.92%	0.07%	100.00%
5	YEUNGNAM UNIVERSITY	2.92%	0.07%	250.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	3.86%	0.56%	188.89%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	3.14%	0.46%	207.14%
3	JIANGNAN UNIVERSITY	2.32%	0.34%	640.00%
4	RESEARCH CENTER FOR ECO-ENVIRONMENTAL SCIENCES	1.76%	0.26%	66.67%
5	OCEAN UNIVERSITY OF CHINA	1.65%	0.24%	300.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HOKKAIDO UNIVERSITY	3.89%	0.15%	433.33%
2	NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES	3.27%	0.13%	28.57%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	3.07%	0.12%	175.00%
4	NATIONAL FOOD RESEARCH INSTITUTE	3.07%	0.12%	-12.50%
5	KYOTO UNIVERSITY	2.86%	0.11%	150.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WAGENINGEN UNIVERSITY	1.34%	0.64%	16.22%
2	GHENT UNIVERSITY	0.95%	0.46%	238.46%
3	UNIVERSITY OF HELSINKI	0.80%	0.39%	40.00%
4	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.77%	0.37%	30.00%
5	UNIVERSITY COLLEGE CORK	0.64%	0.30%	116.67%

6 미국

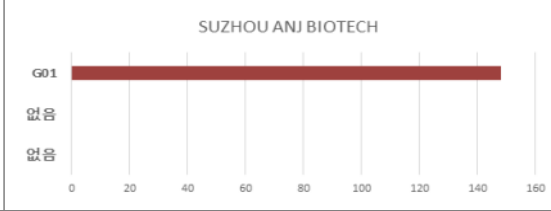
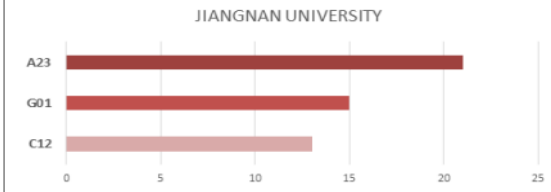
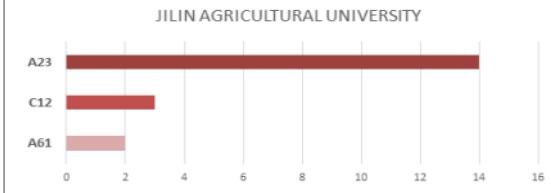
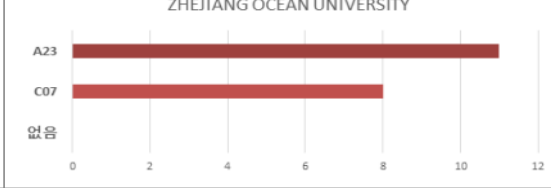
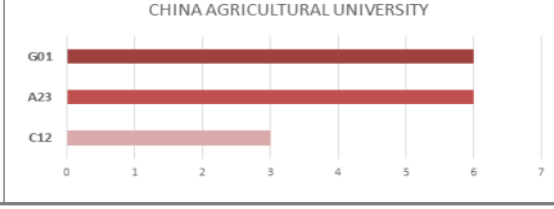
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.72%	1.16%	57.14%
2	CORNELL UNIVERSITY	1.32%	0.41%	100.00%
3	UNIVERSITY OF MINNESOTA	1.16%	0.36%	14.29%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.11%	0.34%	-4.55%
5	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	1.06%	0.33%	41.18%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'SUZHOU ANJ BIOTECH(4.13%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국식품연구원'이 5.79%(글로벌 점유율은 0.31%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SUZHOU ANJ BIOTECH'는 G01(광학)에 해당하는 특허를, '한국식품연구원'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

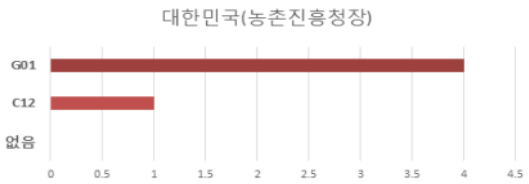
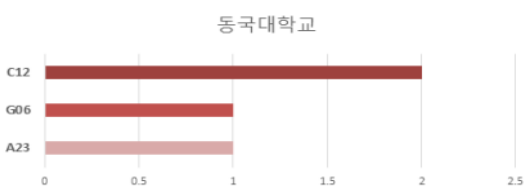
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SUZHOU ANJ BIOTECH	중국	5.04%	4.13%	-100.00%
2	JIANGNAN UNIVERSITY	중국	1.94%	1.59%	59.09%
3	JILIN AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	0.68%	0.56%	1800.00%
4	ZHEJIANG OCEAN UNIVERSITY	중국	0.65%	0.53%	1700.00%
5	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	0.58%	0.47%	12.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		-	-
		-	-
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C07	유기화학
		-	-
5		G01	광학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

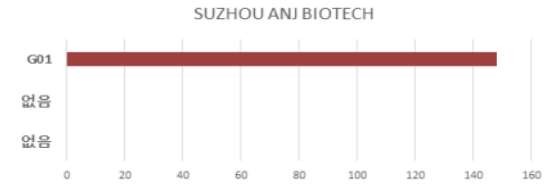
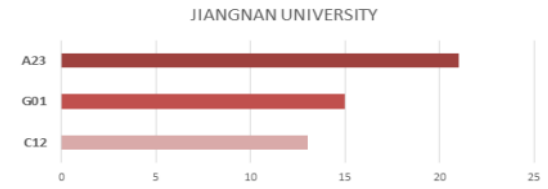
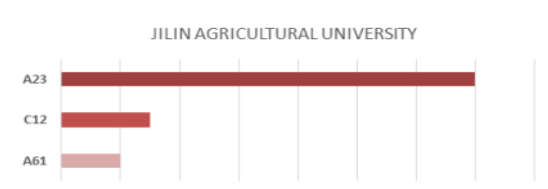
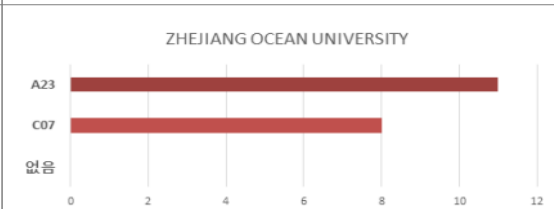
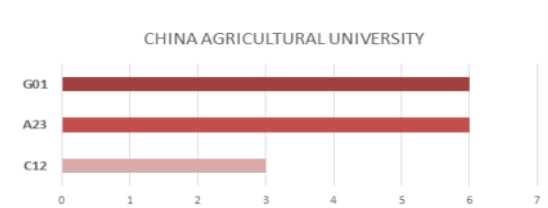
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국식품연구원	5.79%	0.31%	1000.00%
2	삼성물산	5.26%	0.28%	-100.00%
3	대한민국(농촌진흥청장)	2.63%	0.14%	-75.00%
4	이기성	2.11%	0.11%	-100.00%
5	동국대학교	2.11%	0.11%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
3		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
4		C07	유기화학
		-	-
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품

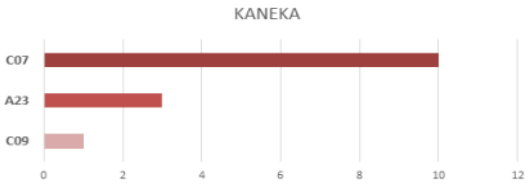
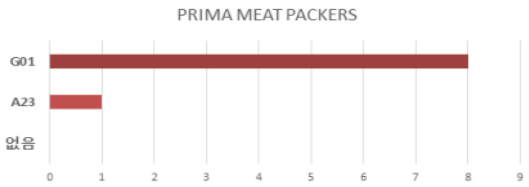
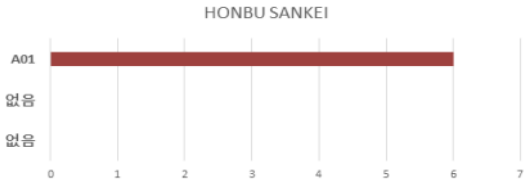
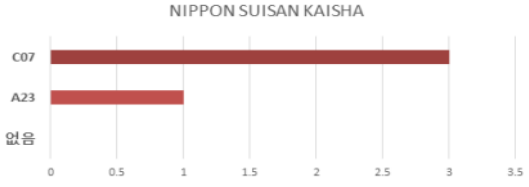
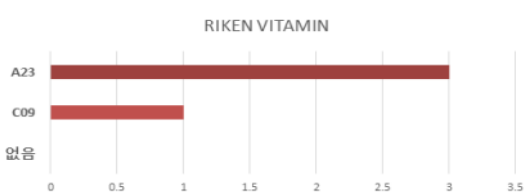
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SUZHOU ANJ BIOTECH	5.04%	4.13%	-100.00%
2	JIANGNAN UNIVERSITY	1.94%	1.59%	59.09%
3	JILIN AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.68%	0.56%	1800.00%
4	ZHEJIANG OCEAN UNIVERSITY	0.65%	0.53%	1700.00%
5	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.58%	0.47%	12.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		–	–
		–	–
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C07	유기화학
		–	–
5		G01	광학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

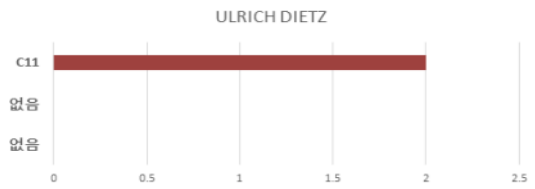
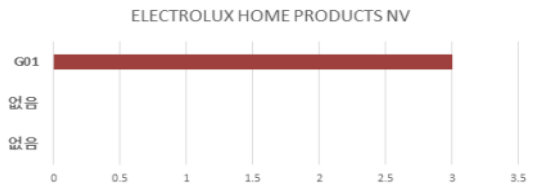
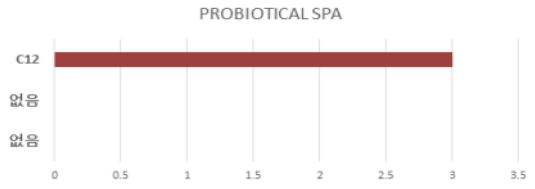
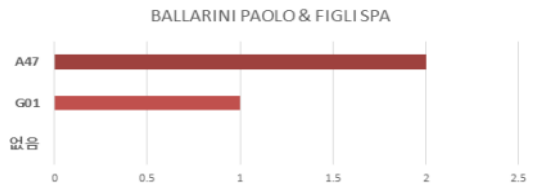
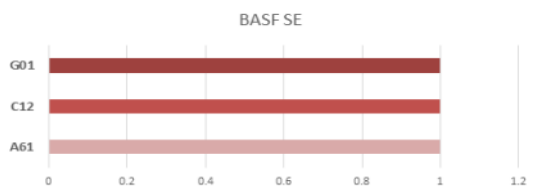
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KANEKA	6.33%	0.42%	-12.50%
2	PRIMA MEAT PACKERS	3.80%	0.25%	-87.50%
3	HONBU SANKEI	2.53%	0.17%	-50.00%
4	NIPPON SUISAN KAISHA	1.69%	0.11%	-100.00%
5	RIKEN VITAMIN	1.69%	0.11%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C07	유기화학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
2		G01	광학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
4		C07	유기화학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
5		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		-	-

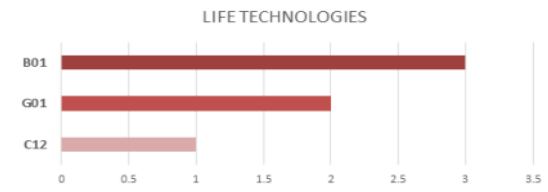
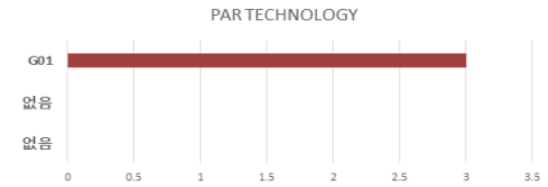
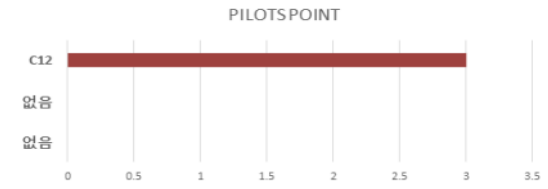
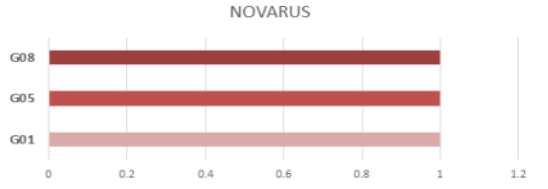
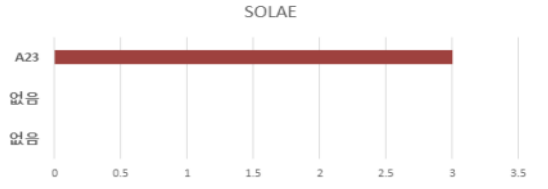
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ULRICH DIETZ	4.17%	0.08%	100.00%
2	ELECTROLUX HOME PRODUCTS NV	4.17%	0.08%	-100.00%
3	PROBIOTICAL SPA	4.17%	0.08%	200.00%
4	BALLARINI PAOLO & FIGLI SPA	4.17%	0.08%	200.00%
5	BASF SE	4.17%	0.08%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C11	동물성 또는 식물성유, 지방, 지방성 물질 또는 납; 그것에 유래하는 지방산; 세정제; 양초
		–	–
		–	–
2		G01	광학
		–	–
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		G01	광학
		–	–
5		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	LIFE TECHNOLOGIES	4.05%	0.17%	-50.00%
2	PAR TECHNOLOGY	2.03%	0.08%	200.00%
3	PILOTS POINT	2.03%	0.08%	-50.00%
4	NOVARUS	2.03%	0.08%	100.00%
5	SOLAE	2.03%	0.08%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
4		G08	신호
		G05	제어; 조정
		G01	광학
5		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-

52 식품가치창출기술



52 식품가치창출기술

중점과학기술 개요

☑ 농림수산물 등의 식량자원을 활용하여 신선식품이나 가공제품으로 판매할 수 있도록 유통 중 손실을 줄이고, 편의성과 기능성을 부가시키기 위해 가공, 생산 및 상품화에 요구되는 제반기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

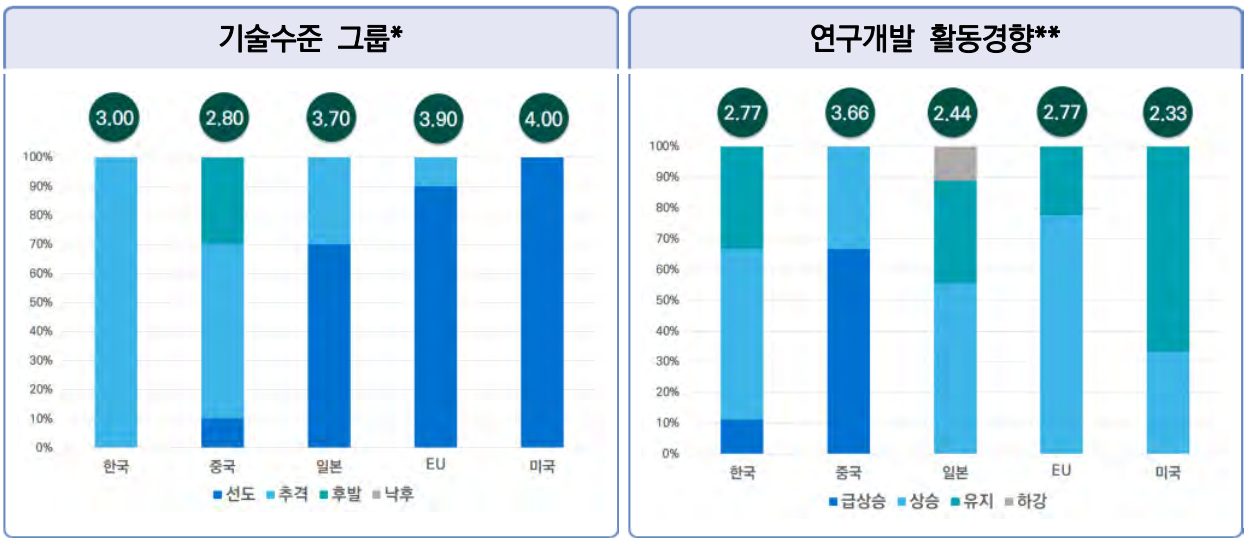
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	3.0	추격	우수	보통	상승
중국	70.0	4.0	추격	우수	보통	급상승
일본	95.0	1.5	선도	우수	우수	유지
EU	93.0	1.5	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	3.0	80.0	80.0	80.0	4.4	3.0	2.0	5.5	2.8
중국	70.0	3.0	70.0	70.0	72.0	10.3	4.0	2.5	5.0	3.6
일본	95.0	1.5	95.0	85.0	96.0	7.1	1.5	1.0	2.0	1.4
EU	94.0	1.0	93.0	90.0	95.0	4.7	1.5	1.0	3.0	1.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

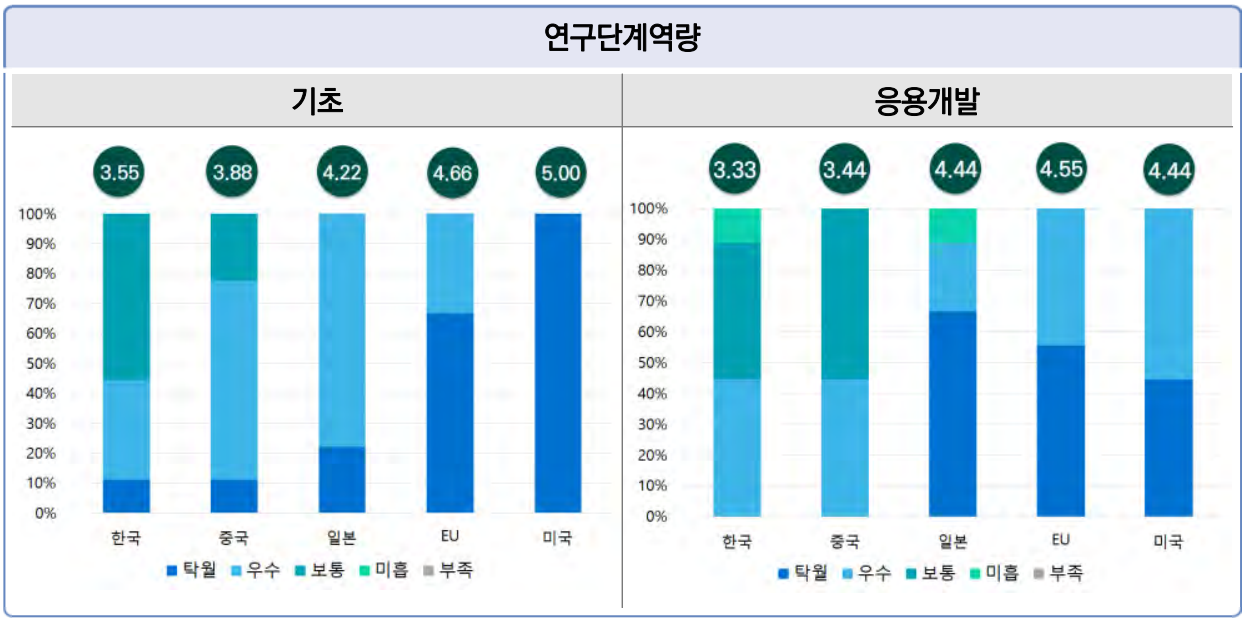
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 제도적 지원을 통한 식품 다양성을 선제적으로 확보할 필요가 있음 • 선진국 대비 정부투자가 부족하며 다양한 규제에 의해 연구개발 결과의 제품화에 어려움이 있음 • 기초연구를 기반으로 한 기술개발 능력은 우수하지만 아직까지 응용 산업화하여 성과를 창출함 • 기술개발이 미진하고 전문 인력도 많이 부족한 상황 • 기초기술 및 일부 가공기술우수
중국 (70.0%)	• 내수를 근간으로 한 식품 개발 및 마케팅 노력은 고부가가치 식품 시장 활성화에 도움을 줄 것 • 현재 정부주도의 많은 투자가 이루어지고 있고 기술수준이 빠르게 발전하고 있으므로 수년 내에 한국기술 수준을 능가할 가능성이 있음 • 원재료 및 일부선진국 기술 도입 기술의 사업화 • 급속한 기술발전으로 선진국과 기술력 격차는 많이 좁혀나가고 있으나 성공적 산업화를 위한 정부나 산업체의 인식/체질개선이 더욱 요구됨
일본 (95.0%)	• 논문과 특허 출원의 경향은 상대적으로 우수하지 못하나 시장에서의 다양한 상품 출시를 쉽게 확인할 수 있음. 전통식품과 가공식품, 건강기능식품 등 다양성 확보를 위한 노력의 결과로 보임 • 상품화 기술이 우수함 • 새로운 식품산업 소재를 빠르고 다양하게 제품화하며, 소재의 다양성은 최고기술보유국보다 높음 • 소비자 관점에서의 필요한 요소 기술의 개발 및 창의력은 뛰어나지만 최고기술보유국에 비해 산업화 능력은 약간 뒤처짐 • 다양한 부가가치 식품의 개발에 대한 연구가 활성화되어 있음
EU (93.0%)	• 가공과 원 소재에 대한 기초 연구가 매우 활발하게 진행되고 있음 • 지속적인 정부투자 및 효율적 관리를 하고 있어 조만간 최고 기술 수준에 도달할 것으로 예상됨 • 응용 산업화 기술은 다른 선도그룹보다 우수한 특징을 가지고 있으며 기능식품과 일반식품 등의 모든 분야에 연구 성과들을 잘 적용하고 가치를 창출하고 있음 • 기능성 식품소재의 표준화 및 관리 방안을 강화하여 경쟁력을 확보함 • 미국과 기술수준면에서는 거의 동일 수준이라 판단되나 국가주도 추진력이 약간 약하다고 판단됨
미국 (100%)	• 최고기술보유국이자 산업화 주체로서 기초부터 응용기술 개발까지 우수 전문 인력과 투자가 고루 이루어짐 • 지속적인 연구개발 외에도 인허가 후 사후관리를 통하여 신소재를 식품산업에 빠르게 적용 중 • 미국 내 전체적인 경기 침체로 식품분야 연구비 투입이 감소세에 있으나, 원천기술에 대한 선택과 집중적인 투자로 기술 수준을 유지 • 혁신적인 기술 개발이 이루어지고 있음 • 바이오관련분야와 산업화 관련 기반 등이 잘 갖추어져 세부기술 간 융·복합이 용이하기 때문에 식품가치창출기술이 가장 발달할 수 있는 요소를 구비함 • 조직적이고 체계적인 연구, 산업화 지원 시스템이 구축되어 있고 특히 식품 위생분야는 타국과 많은 격차를 보이고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 상품화 기술이 우수 • 영양, 유전자 발굴 기술 등에 인프라 우수 • 응용연구에 대한 성과가 점차 나타나고 있음 • 외식, 급식 시장의 급성장에 따라 관련 전공분야 전문가 배출이 확대되고, 안전성에 대한 평가 기술, 사후 관리 프로토콜 등에 대한 기술 분야의 투자가 활발해 지고 있으며, 1인 가족 등 소비 변화에 따른 요구 기술들이 활발하게 개발되고 있음 • 한국은 기초 연구개발 기술을 매우 우수하여 특허와 논문 등의 성과 창출 능력이 높고 추가 투자가 이루어지고 있음	• 국가의 R&D를 통하여 민간에서 연구개발과제를 수행하고 있으나, 효율성이 결여 • 비 환자를 대상으로 한 임상수행에 한정되어 선도그룹대비 기능성 인허가 수준이 낮음 • 해외소재에 대한 소비자 인식이 높으나, 국내 자원에 대한 연구개발을 국가주도로 수행 중 • 다양한 산업화를 위한 제도적 한계점 노출 • 건강기능식품 인허가 제도 상 의약품과 차별화가 뚜렷하여 고기능성 소재 개발이 미흡함 • 대기업위주의 유통구조로 관련 연구개발 또한 대기업위주로 진행되고 있으며 식품관련 스타트업 기업에 대한 투자연계가 미흡함 • 기능성 소재 발굴에 치우친 연구 기술 개발 • 기초 연구개발 기술력은 높지만 산업적 성과 창출 능력과 인력이 부족하여 경제적 결실을 확보하지 못함
중국	• 중약을 국가 주도로 혁신하면서 관련분야인 식품 소재 분야 연구개발이 활성화 되고 있으며, 해외 소재 인허가가 증가하고 있음. 화장품산업 이후의 연구개발분야로 급상승하고 있음 • 가공 처리 기술 및 공정기술에 대한 기술 개발 및 선진 기술 도입에 적극적 • 대규모 투자를 바탕으로 고급 연구 인력의 확보와 기술선도국과의 기술협력을 통하여 중국내 시장을 급속히 확대시키며, 해외 식품 시장을 겨냥한 신기술 개발에 적극적으로 투자함 • 국가적 투자가 대규모로 이루어지면서 농업과 연계된 기초, 응용기술력이 동시에 급상승 중	• 고부가가치 식품과 일반 식품과의 품질 격차가 여전히 큼 • 해외 가공공장이 중국으로 진출하여 관련규제가 완화될 기틀이 마련되고 있음 • 기능성 탐색 및 정보화 기술 다소 미약 • 아직까지 신뢰성이 부족한 산업 환경을 가지고 있어서 세계 산업 확장력이 부족함 • 현 수준은 상대적으로 미흡하나 연구 동향을 고려할 때 빠른 성장이 기대됨
일본	• 해외 소재자원에 대하여 민감하지 않게 잘 받아들여 연구개발을 수행하여 자국의 식품산업 활성화에 기여함 • 의약품의 수준으로 타겟 질환에 대한 규제가 완화되어 있어 다양한 기능성 식품소재가 개발되고 있음 • 기능성표시식품제도의 성공적인 정착으로 기능성분야의 응용연구가 탁월함 • 기능성 소재의 탐색과 응용분야에서 이미 시장을 기반으로 한 기술과 인력이 확보되어 있으며, 이를 산업화로 연결시킬 수 있는 인프라와 사회 환경이 조성되어 있음	• 연구개발 지표가 상대적으로 미흡 • 식량자원 및 식품의 품질평가기술, 수확 후 처리 기술, 저장유통 기술 등에 대한 기술개발은 보수적 • 국가적 엄격한 관리와 추가 소재 시장 진출의 제약 등으로 많은 성과들이 기초 연구 단계에서 발전하지 못하고 있음

국가	강점분야	기타
	• 일본은 기초연구개발 기술이 우수하고 성과 창출이 용이하며 시장이 잘 형성되어 있어 경제적 성과를 창출할 수 있음	
EU	• 기초연구와 응용연구의 병행 및 조화 • 민간 주도형의 연구개발 경향이 뚜렷해지고 있으며, 신규소재에 대한 연구개발 및 관련 논문 점유율이 높음 • 다양한 국가의 연합으로 다양한 식품소재 자원에 대한 접근성이 높음 • 기능성 식품소재 및 가공 및 상품화 기술, 평가 및 관리 기술이 우수 • 식품가치창출 전 분야에 걸쳐서 기초연구에 대한 투자와 이를 활용한 상품화 연구가 강세임 • 최근 식자재의 안전성에 대한 연구가 활발하게 진행 중이며, 규격, 규정에 대한 세부적인 절차와 요건들을 확립하고 있음 • 산업 응용기술이 발달함에 따라서 농업과 연계된 식품 응용기술 개발은 많은 확장력 보유	• 가공 처리 기술 및 공정기술에 대한 기술 개발에 보수적 입장 • 기초 연구에 대한 기술 개발과 투자가 점차 둔화되고 있으며 무엇보다 전문 인력의 수급력이 감소되고 있음
미국	• 식품소재에 대하여 전통적으로 교육법과 건강식품에 관한 규정이 일치되고 있어, 정부주도형으로 지속적인 연구개발이 진행되고 있음 • 다양한 원재료 및 소비자요구를 수용 반영할 수 있는 기술 보유 • 식품의 선도유지기술과 가공기술 관련 기초연구에 대한 기술, 인력, 인프라가 특히 탁월함 • 기능성 식품시장은 세계 최대 규모이며, 소비자의 신뢰도를 어느 정도 확보한 상태로 기존의 인력, 기술, 인프라를 활용하여 소비시장의 다양화를 통한 기술 우위를 선점하고 있음 • 지속적인 산학연 투자와 협력이 이루어짐	• 제조업에 타 국가 기업들이 진출하고 있어 규모는 커지고 있으나 미국 자체의 제조기술 유출이 우려됨 • 식자재 대량 생산 위주의 가공 및 상품화 기술에 집중

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	2위	4위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 현재의 산학협력 연구는 기업을 통한 산업화에 집중되고 있고, 이를 통한 정량/정성 평가는 제품화와 매출(수출 포함)을 중심으로 평가되고 있음. 궁극적으로 산업화는 합리적 기초연구가 바탕이 되어야 하므로 이를 고려한 연계연구 지원 강화로 산학협력을 유도할 필요가 있음. 예컨대, 연구기간의 경우, '3년+2년+2년' 등과 같이 '산업화 기초연구와 제품화', '고부가가치화'를 연계하여 지원할 수 있는 산학협력 촉진 및 유도 정책이 필요하다고 판단됨 • 국내 식품의 활용과 자원화를 위해 산학연 협력을 통한 원물에서 제품화까지 연계 강화 • 주요 시장인 미국, 중국, 유럽 등에 소재/소재이용 식품에 대한 품질 인증을 받고 GMP 생산 인증을 받는 절차, 비용지원, 협력 업체 확대, 생산 시설 및 분석시설 현대화 비용 지원 • 국내 협력 분야는 잘 수행되고 있는 것으로 보이나 산업화가 대기업위주로 진행되고 있어 중소기업의 연구개발 성과의 대기업 산업화에 대한 중소기업의 보상체계가 필요함 • 연구과제 중복성 검토를 획일적, 키워드 검색 형식의 일괄적인 기준으로 접근 시 장기적인 성과목표 달성이 어려울 수 있음. 기계적인 대형과제를 위한 전문가 집단의 결합보다는 같은 주제라도 경쟁체계를 통한 목표 달성이 바람직함 • 국내 식품기업의 자체 R&D 예산 증액을 통한 연구 활성화 필요 • 연구계획에서부터 산업체와의 컨소시움을 적극 권장하여 산업현장의 애로사항 및 산업화 성공을 위한 전략 적극 반영 • 연구그룹간의 공동·융합연구 및 개발 활성화
국제협력 촉진	• 선진국의 연구는 기초와 산업화를 명백히 구분하여 각 분야를 안정적으로 지원하고 있고, 과제 특성에 적합한 평가 규정을 갖는 것으로 판단됨. 우리나라 식품 분야의 연구수준(논문 등) 등을 고려할 때, 국제협력에 있어 필요 부분(기초와 산업화 연구 등으로 구분)을 명확히 발굴/지원할 필요가 있다고 판단됨 • 선진국 기업들의 니즈와 기술개발 방향을 파악할 수 있도록 학회 초청강연 또는 현장방문 프로그램 개발 • 국내 식품의 기능성 승인 제도와 해외 승인제도를 연계하여 국내 기준을 통해서 해외에서 제품화하고 판매할 수 있는 국제 협력이 필요함 • 국제식품 품질 규격 인증 및 고부가가치 소재 생산을 위한 협력연구 확대, 임상실험 기관 및 비용 지원 확대, 생산 기술 제고 및 전문가 협력 관계 도출을 위한 지원이 필요함 • 의약품 개발 분야와 달리 식품분야는 해외의 기술을 이용하고 있으나, 국제협력을 통한 대규모 과제, 기능성식품소재 개발에 대한 산업 전반을 재구성할 만큼의 파급효과가 있는 국제협력이 필요함 • 국제협력 청구의 일원화/창구를 만들어 국내외 연구자를 매칭하는 시스템 구축이 필요함 • 중국, 일본의 연구 기술개발 정책을 면밀히 조사하여 연구개발방향 설정 필요 • 국가차원에서 각 분야에서 최고의 연구력을 갖춘 기관과 연구협력 및 교류를 활성화 할 수 있는 국제협력 연구비 적극 지원 • B2B 사이트 구축 등을 통한 국내기업과 외국 바이어간 거래 및 커뮤니티 제공

	정책제언
인력양성 및 유치	• 산학 및 기초연구과제에 참여한 연구원(석·박사 인력)이 동일 분야(기업, 국공립연구소 등)에서 지속적으로 연구에 전념할 수 있는 유도 정책이 필요함. 특히 국공립연구소(광역지자체의 농업기술원, 기초지자체의 농업기술센터 등)의 연구원 채용 시, 석·박사 학위자에 대한 합리적이고 객관적인 우대정책이 일관되게 적용(중앙과 지방이 동일)된다면 식품 산업의 신속하고 효율적인 발전이 기대됨. 연구 업무에 종사해야 하는 직종에서 연구 수행 가능자(석·박사 학위자)를 우대하는 것을 특혜로 보는 것은 오히려 역차별이라 판단됨 • 기능성 식품개발 전문 인력 양성을 위한 산학/산연 공동 연구개발 프로그램 개발 확대 • 국내 연구비 인프라를 기반으로 기능성 탐색 및 제품화 전문 인력을 양성하고 전문 연구기관에서 수용하여 활용할 수 있도록 해야 함 • 동남아, 중국 등의 연구 인력을 수급하여 기초 및 제품화 기술 확대 • 유럽, 미국 등의 은퇴 과학자 및 협력 연구자 초빙 • 식품분야에서 기존의 영양학, 가공에 대한 부분에 치중되어 있어, 신소재 발굴 및 안전성, 유효성 및 임상평가 인력이 부족함 • 장기간의 인력양성 프로그램을 확보하여 우수한 인력이 신분의 불안정성을 해소하여 장기 프로젝트에 참여할 수 있는 기반이 필요함 • 농·식품 분야의 인력양성 프로그램 지속적인 지원 필요 • 기능성 및 식품안전에 치우친 교육현장의 인력양성 불균형을 첨단식품가공 및 단위공정기술, 저장유통 중 품질관리와 같은 커리큘럼을 강화시켜 다양한 분야에서의 인력양성이 필요 • 지역의 원료 및 인프라를 기반으로 한 전국 식품관련학과들의 교육 특성화 필요
인프라 구축	• 기술 수준 향상에 가장 큰 장애물은 관련 연구 인력에 대한 관리 소홀이라고 생각함. 과제를 통해 양성된 석·박사 인력이 역량을 충분히 발휘할 수 있는 제도적 장치가 필요함. 정부 에서 할 수 있는 부분을 먼저 시행하고, 이를 바탕으로 민간 기업을 유도할 필요가 있음 • 기능성분 및 독성성분의 데이터베이스 구축 • 식품생산 라인 및 용기에 포함되어 있는 미세플라스틱/환경호르몬 성분 등의 오염을 막을 수 있는 생산라인의 청정화 및 고도화가 필요함 • 국내 식품 가공 기술 개발을 위해서 산업적 처리 비용이 비싸지만 개발이 필요한 기기들에 대한 투자와 첨단 장비의 도입이 필요함 • 미국, 중국, 유럽 등에 식품 소재 등록, 인증, 제도변경, 임상 등에 대한 정보 및 협력 관계 구축을 위한 현지 지원 체계 구축 • 기능성식품소재의 수출 및 인허가 관련 인프라 구축 • 현재 시행하고 있는 공동장비활용 제도를 내실화하여 연구 집단 간 실질적인 상호 교류가 일어날 수 있도록 연구심의 및 평가시 반영하는 시스템이 필요함 • 당장 산업화는 어려워도 향후 5-10년 후에 세계를 이끌어갈 수 있는 가공기술, 기능성식품 개발기술, 식품선도 유지기술 등의 플랫폼기술 발굴/산업화를 위한 국가적 투자 확충 필요 • 식품관련기업들의 응집 및 지원체계 구축
법·제도 개선	• 식품산업 발전을 위해 전향적인 제도 개선이 필요한 것으로 판단됨. 일본의 건강기능식품 시장의 경우, 일반 농산물에 대해서도 객관적이고 합리적인 연구결과가 수반된다면 생리활성 표기를 제한적으로 혀용하고 있음. 이와 같은 선제적 시장 확대 정책은 소비자의 신규 수요를 유발할 것으로 판단되고, 자연스럽게 산업 확장으로 연계될 것임 • 고시형 기능성 식품의 오남용을 막을 수 있는 제도가 필요하며 고시형 기능성 식품에 대한 임상효능 평가자료 제시 의무화가 필요함. 또한 신규 개별 인정형 식품원료 개발을 위한 제도 간소화가 필요함. 현재의 법과 제도로는 새로운 기능성 식품개발인 아닌 고시형 원료를 이용한 효능이 확인되지 않은 식품개발이 더욱 용이하게 되어 있으며 이는 소비자의 불신을 야기할 수 있음

	정책제언
	• 한국식품의약품안전처에서 평가하고 있는 개별인정평가 및 고시형 승인 제도를 보건복지부와 농림부에서 동시에 관리할 수 있는 법제도적 개선이 필요함 • 해외 시장에 적합한 식품/소재의 저장, 가공처리, 자원화, 안정성 평가 기술 등등에 관한 법령을 완화하여 국내외 간의 법령 차에 의한 2중 품질 규격이 발생하지 않도록 단계적 허용 • 기존의 식품관련 법규는 기능성분야에서 개별 인정형 제도를 택하여 수행하고 있으나, 임상 및 안전성에 대한 규제가 높아, 미국 등의 선진국의 사례처럼, 인허가 규제를 완화하고 사후관리를 강하게 규제하는 방법으로 개선할 필요가 있음 • 각 부처별 산재해 있는 연구관리 기준을 통일할 필요가 있으며, 연구 외에 연구행정에 투입되는 인력과 시간을 줄일 필요성이 있음 • 기능성식품산업 발전을 위해 일본의 기능성표시식품제도 등을 참고로 하여 다양한 식품형태의 기능성제품을 소비자들이 신뢰할 수 있고 손쉽게 구입할 수 있도록 기능성식품법의 개정 등이 필요하다고 판단됨
연구비 확대	• 식품산업 전반의 발전을 유도할 수 있는 부처별 세부사업이 존재하고, 이에 대한 외형적 연구비 확대는 지속되는 것으로 판단됨. 다만, 식품산업의 정량적 성과는 여타의 국가 주력산업 대비 단위당 부가가치가 높지 못한 현실을 산업특성으로 이해하여 고려할 필요가 있음. 연구비 투입 대비 성과가 타 산업대비 미비하여 일몰사업 등으로 사업을 마무리하는 것은 지양하고, 사업별 정확한 목표설정을 유도하는 과제 관리를 통한 연구비 지원(확대)이 필요 • 인체시험효능평가 지원 사업 확대 • 식품에 새로운 기능성을 부과하기 위해서는 다양한 in vivo 활성평가, 독성시험 및 인체적용시험, 원료 표준화 등의 연구가 원스톱으로 이루어져야 함. 따라서 소요 연구비 규모 및 연구기간의 적절성을 고려한 연구비의 지원이 필요함 • 국내 천연 동식물자원화를 위해서 원물의 기준규격부터 안전성평가 및 기능성 탐색 등의 연구비를 위한 국가적 투자가 필요함 • 국책 연구비 중에서 해외 출장비, database 정보 이용료 등 시장 자료, 소재 고부가가치화를 위한 임상, 동물 실험비, 해외 전문 인력 수급 확대 필요 • 식품분야의 연구비는 바이오산업전체에 비하여 전체규모 연구비는 많은 편이나, 각 개별 과제의 연구비가 부족함. 특히, 대학 등에서 간접비등을 제외하고 나면 실제 필요한 재료비가 부족한 상황임 • 초기 투자비용이 많이 소요 되는 기초분야, 대형과제 등에 대한 사전 기획 기능을 확대하고, 연구 단계별 연구비 규모를 차등화 하여 지원할 필요가 있음 • 식품기업(특히 대기업)이 적극 참여하여 식품가치창출을 세계최고 수준으로 끌어 올릴 수 있는 인프라 기술 발굴 및 구축을 위한 연구비 확대가 필요
기타 의견	• 식품 산업은 일부 대기업을 제외하면 상대적으로 그 규모가 영세하고 단위 제품 당 부가가치 또한 높지 못한 편이나 반드시 유지 발전시켜야 할 산업임. 이러한 산업의 특성을 고려한 연구정책 및 기획이 필요함 • 의료 분석 시료와 관련된 천연물 유래 물질간의 융·복합 기술 개발 분야의 추가 진행이 필요 • 기능성 식품소재와 천연물 의약 혹은 합성 제품이라도 일정 요건을 맞추면 기능성 식품으로 사용 가능하도록 하되, 허가 요건을 맞추기 위해서 필요한 결과들을 도출하기 위한 독성시험, 생산 공정 표준화, 해외 인허가등 안전성 시험 비용, 공정 표준화, GMP 투자 비용들에 대한 정부 투자 확대, 특히 중소기업들에 대한 관련 시스템 제공 확대가 필요함 • 바이오 기술과의 융·복합을 통한 지식기반 수출형 고부가가치 식품의 개발 필요

다 주요 분석 결과 요약

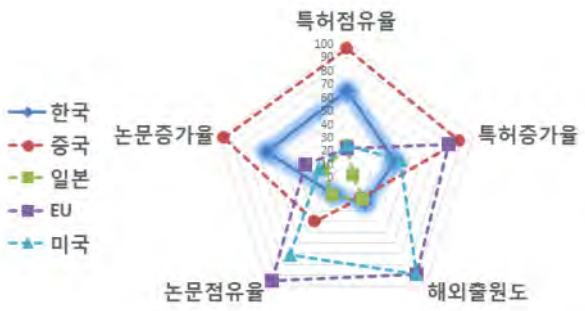
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	농림수산·식품	47,447	19,745	76.9%	144.0%
해당 중점과학 기술명	식품가치창출기술	2,791	737	103.7%	103.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

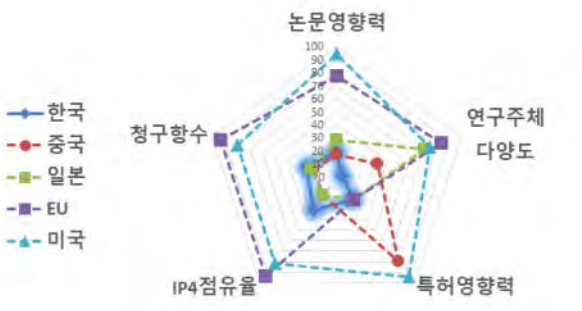
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	45.5%	60.2%	23.3	1.4
한국	5위	2위	4위	3위
	4.6%	28.6%	9.5	0.0
5개국 평균[2]	-	-	17.7	1.1

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

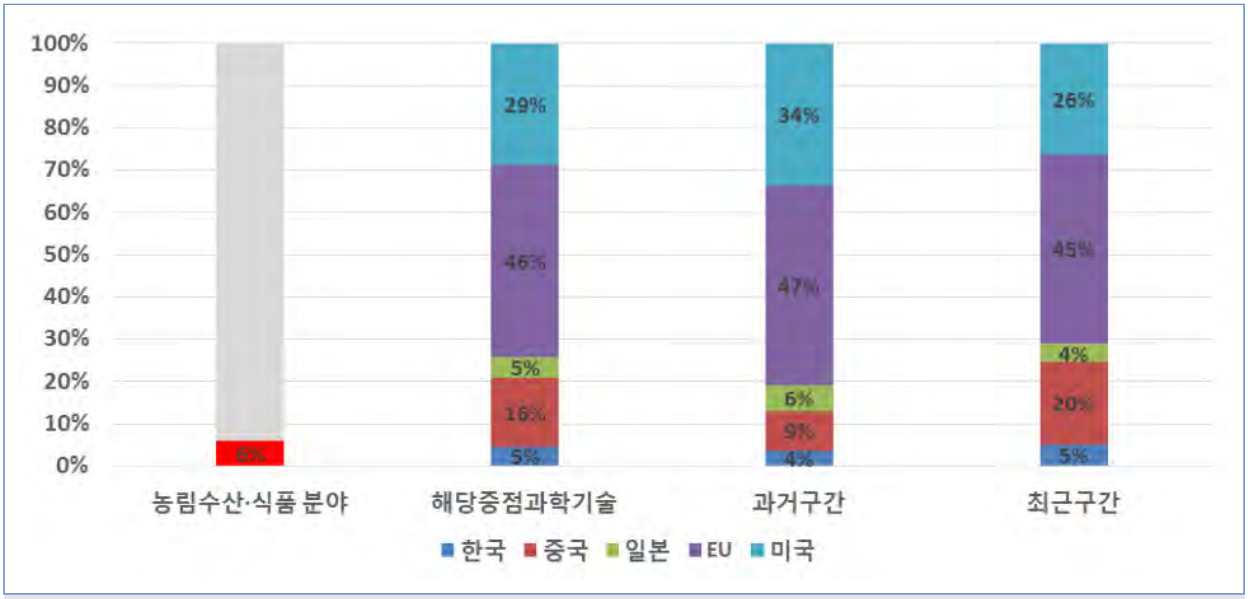
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.5)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(45.5%), 미국(28.8%), 중국(16.2%), 일본(4.9%), 한국(4.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(325.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(23.3), EU(18.7), 일본(11.1), 한국(9.5), 중국(9.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(28.6%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(60.2%), 한국(28.6%), 미국(4.6%), 일본(3.8%), EU(2.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(158.1%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(1.4), 중국(1.0), EU(0.0), 일본(0.0), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(35.0%)가 가장 높고, 특허청구항수는 EU(7.0)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.6%	16.2%	4.9%	45.5%	28.8%
	논문 증가율	173.5%	325.6%	46.4%	93.5%	59.0%
	논문 영향력	9.5	9.0	11.1	18.7	23.3
	연구주체 다양도	0.79	0.87	0.93	0.96	0.94
특허 분석	특허 점유율	28.6%	60.2%	3.8%	2.7%	4.6%
	특허 증가율	54.2%	158.1%	-35.3%	133.3%	61.5%
	해외출원도	0.5	0.0	0.2	6.4	6.4
	특허 영향력	0.0	1.0	0.0	0.0	1.4
	IP4점유율	6.2%	0.0%	0.0%	35.0%	26.5%
	청구항수	2.4	1.9	2.0	7.0	5.6

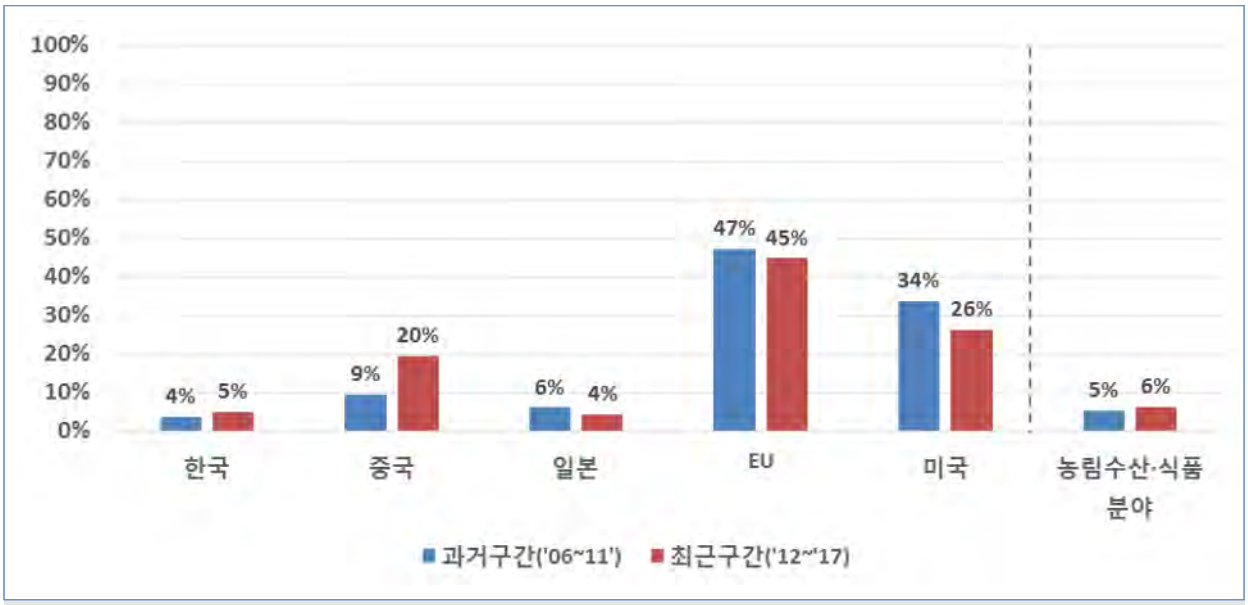
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 식품가치창출기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1271건으로 전체 논문의 46%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 식품가치창출기술은 농림수산·식품 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

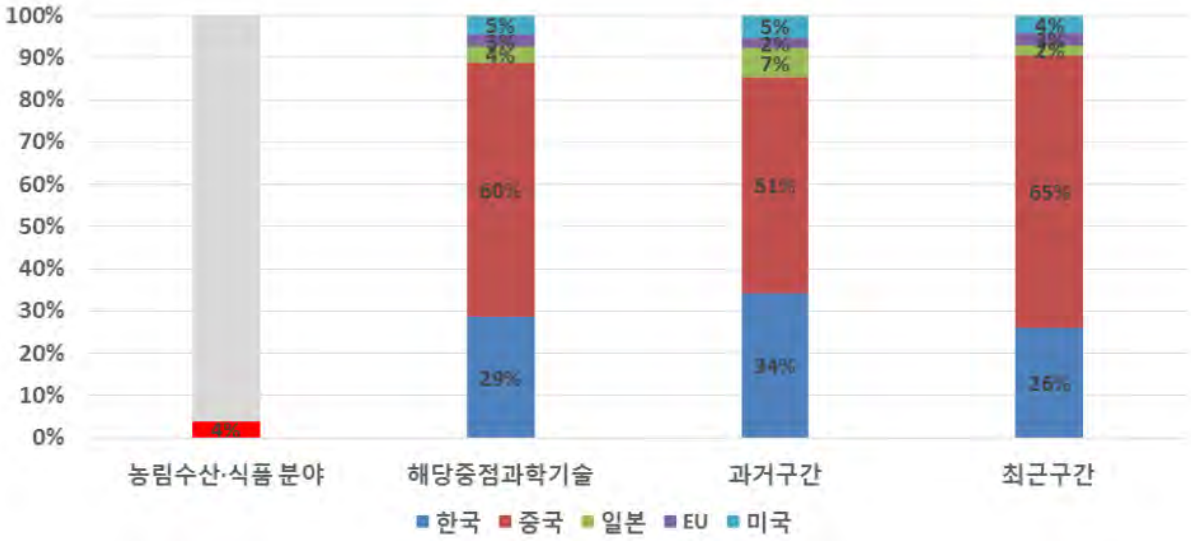


- 식품가치창출기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 173.5%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	34	93	127	173.5%
중국	86	366	452	325.6%
일본	56	82	138	46.4%
EU	433	838	1,271	93.5%
미국	310	493	803	59.0%
전체	919	1,872	2,791	103.7%

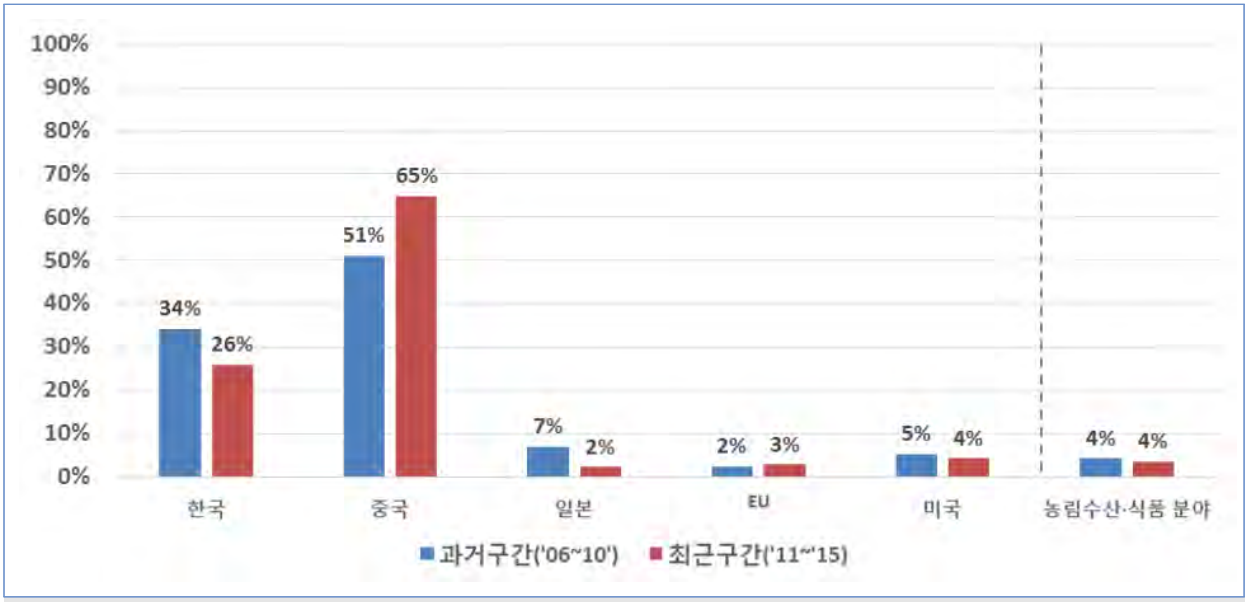
(4) 특허 점유율(전체)



- 식품가치창출기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 444건으로 전체 특허의 60%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 식품가치창출기술은 농림수산·식품 분야의 전체 특허 중에서 4%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



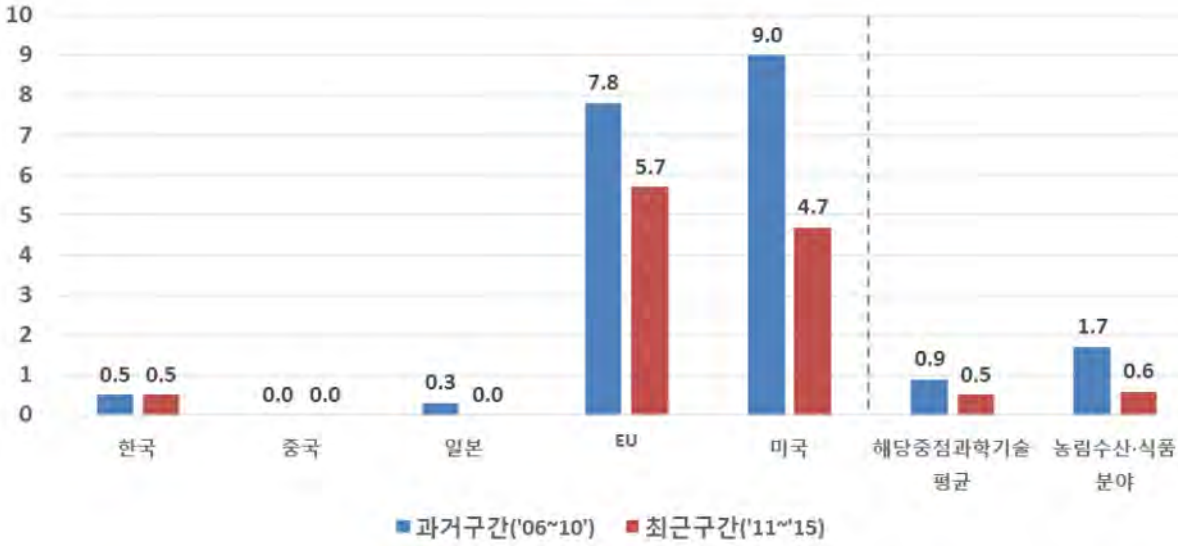
● 식품가치창출기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 54.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	83	128	211	54.2%
중국	124	320	444	158.1%
일본	17	11	28	-35.3%
EU	6	14	20	133.3%
미국	13	21	34	61.5%
전체	243	494	737	103.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

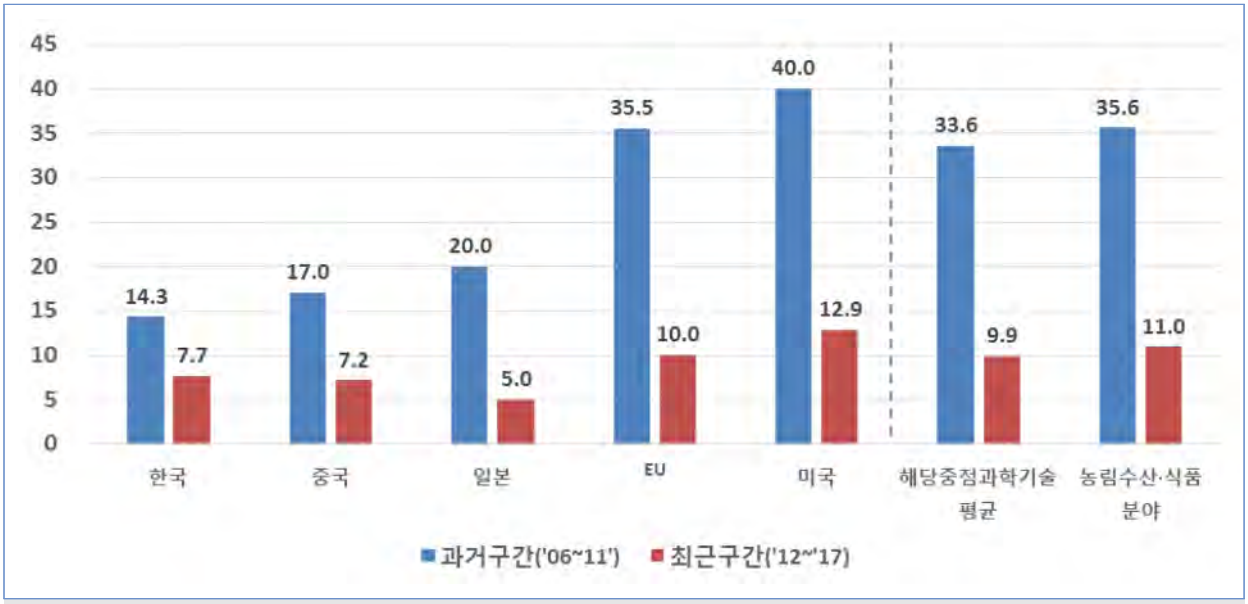


- 식품가치창출기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 미국의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

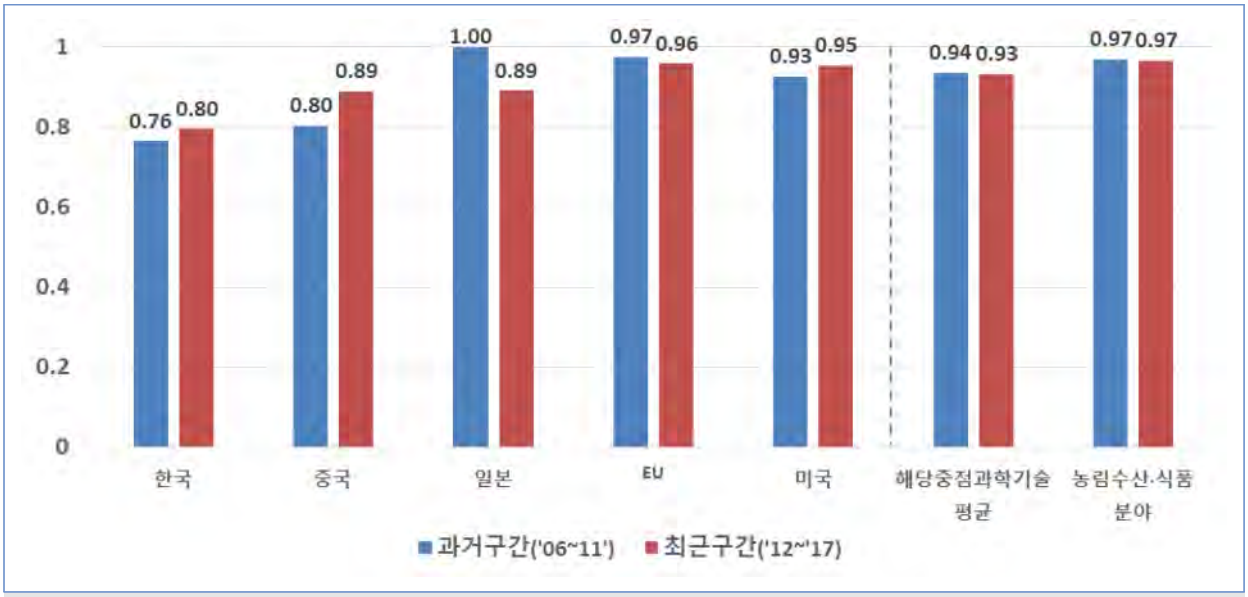
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



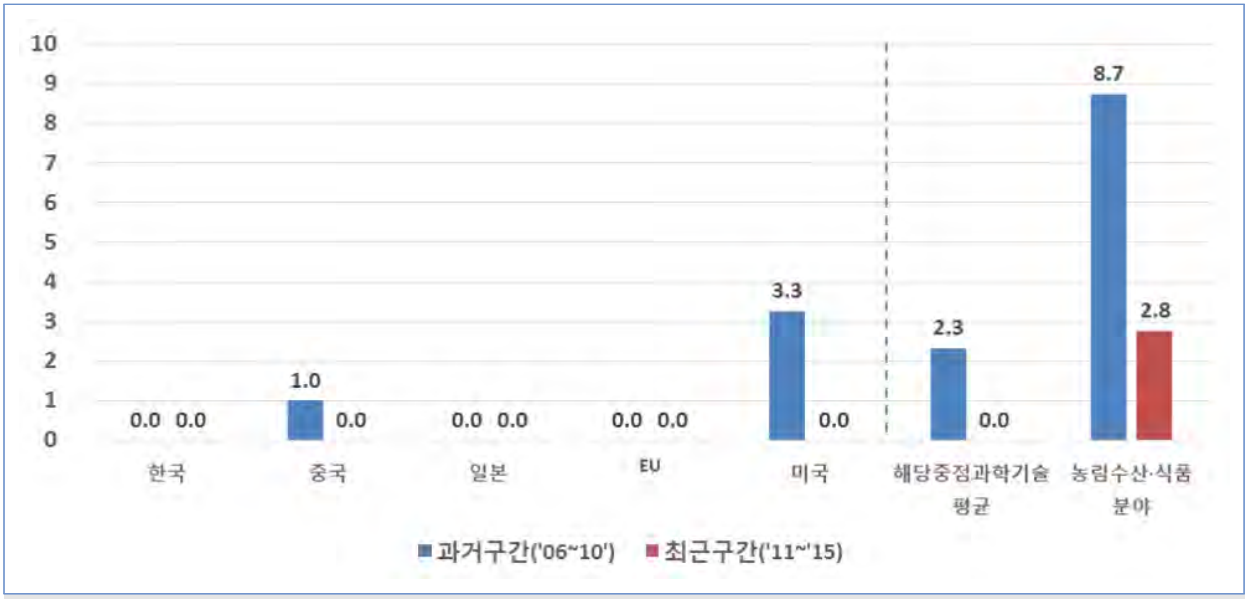
● 식품가치창출기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



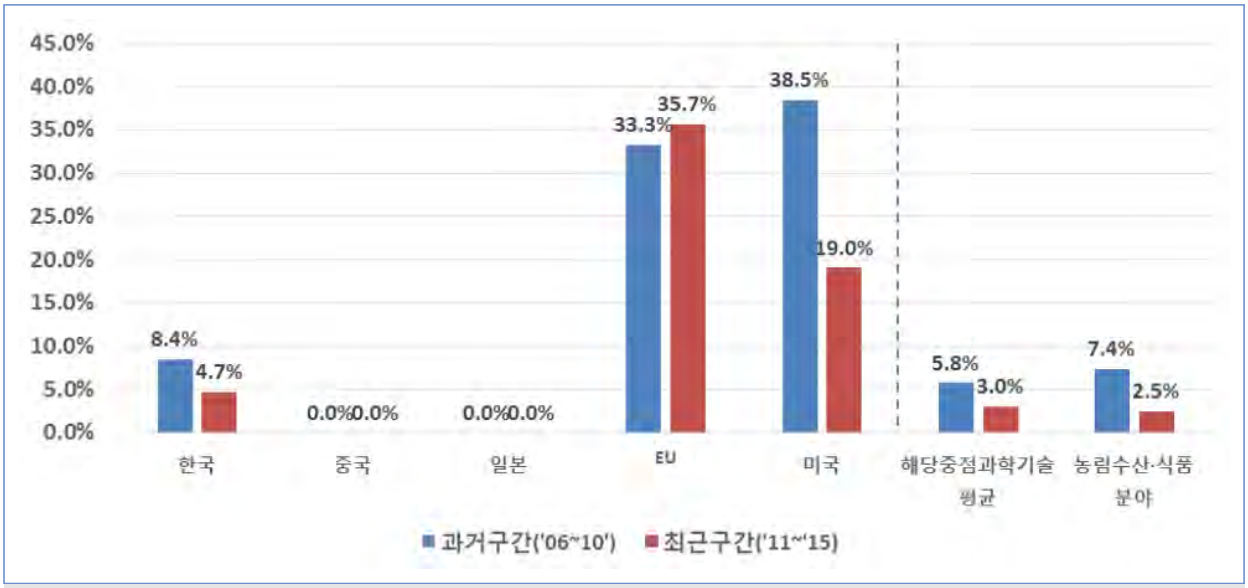
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



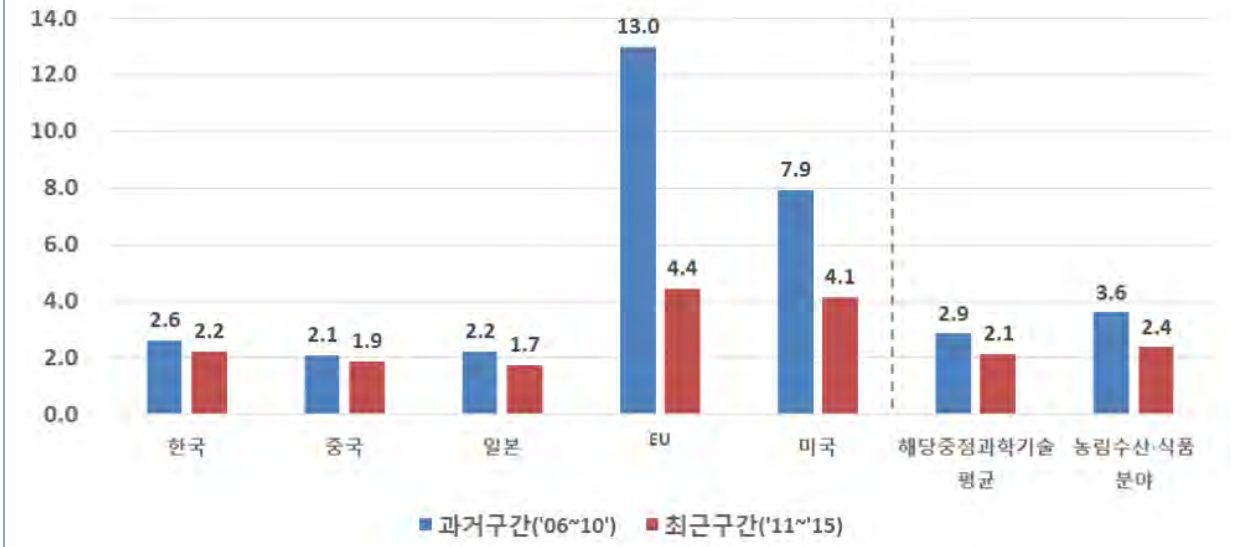
● 식품가치창출기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 식품가치창출기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 식품가치창출기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

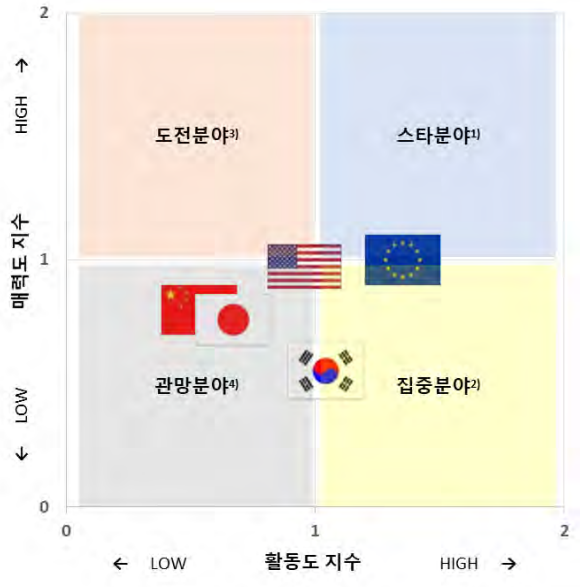
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

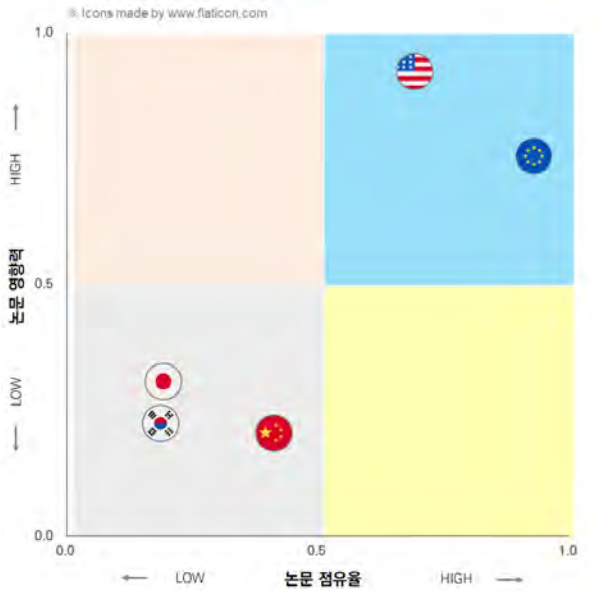
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 식품가치창출기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

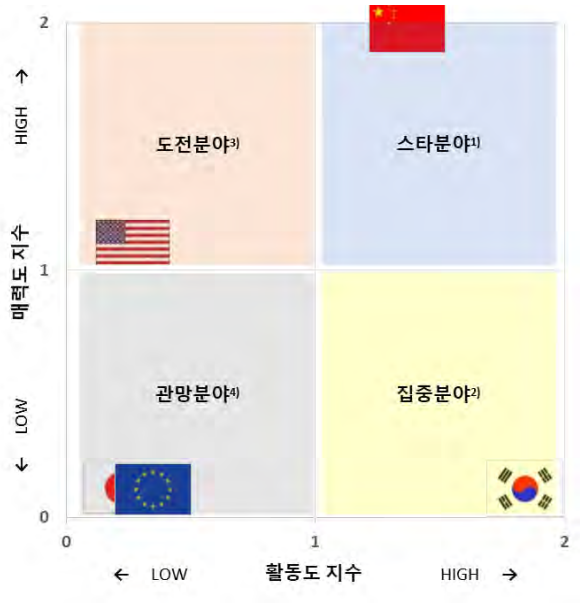


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

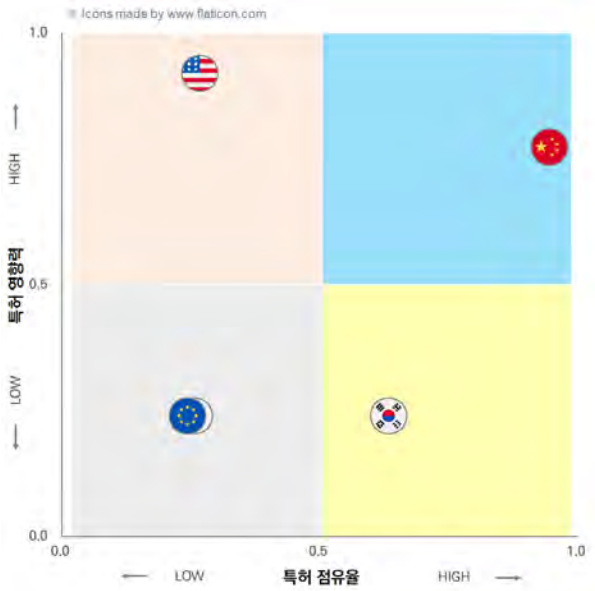
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 식품가치창출기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY(0.90%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 7.09%(글로벌 점유율은 0.32%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	5.53%	0.90%	300.00%
2	JIANGNAN UNIVERSITY	중국	4.87%	0.79%	533.33%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.24%	0.64%	57.14%
4	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	3.54%	0.57%	333.33%
5	GHENT UNIVERSITY	EU	0.94%	0.43%	0.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	7.09%	0.32%	250.00%
2	KONKUK UNIVERSITY	4.72%	0.21%	100.00%
3	KOREA FOOD RESEARCH INSTITUTE	3.94%	0.18%	-33.33%
4	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	3.94%	0.18%	-33.33%
5	YEUNGNAM UNIVERSITY	3.15%	0.14%	300.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	5.53%	0.90%	300.00%
2	JIANGNAN UNIVERSITY	4.87%	0.79%	533.33%
3	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	3.54%	0.57%	333.33%
4	NORTHEAST AGRICULTURAL UNIVERSITY	2.43%	0.39%	75.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.21%	0.36%	50.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA UNIVERSITY	3.62%	0.18%	-33.33%
2	UNIVERSITY OF TOYAMA	2.90%	0.14%	0.00%
3	NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES	2.17%	0.11%	100.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	2.17%	0.11%	-50.00%
5	TOHOKU UNIVERSITY	2.17%	0.11%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	GHENT UNIVERSITY	0.94%	0.43%	0.00%
2	UNIVERSITY COLLEGE CORK	0.94%	0.43%	40.00%
3	UNIVERSITY COLLEGE DUBLIN	0.87%	0.39%	-62.50%
4	WAGENINGEN UNIVERSITY	0.87%	0.39%	20.00%
5	UNIVERSITY OF SALERNO	0.79%	0.36%	50.00%

6 미국

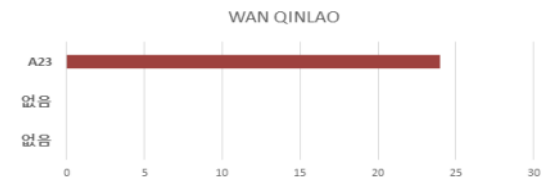
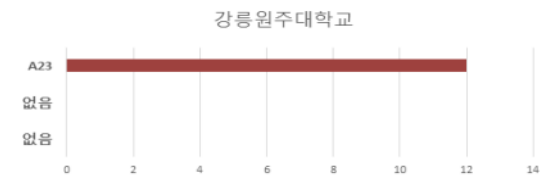
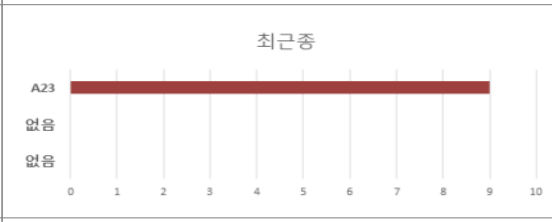
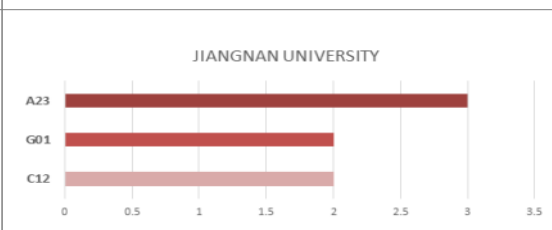
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.24%	0.64%	57.14%
2	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	1.37%	0.39%	20.00%
3	UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON	1.37%	0.39%	20.00%
4	UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS	1.25%	0.36%	0.00%
5	WASHINGTON STATE UNIVERSITY	1.25%	0.36%	50.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'WAN QINLAO(3.26%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '강릉원주대학교'가 5.69%(글로벌 점유율은 1.63%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'WAN QINLAO'와 '강릉원주대학교'는 A23(다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

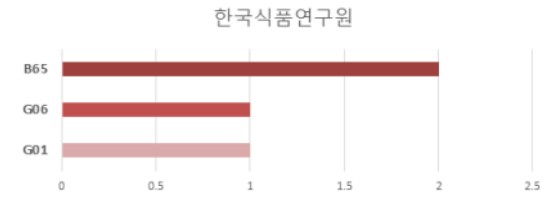
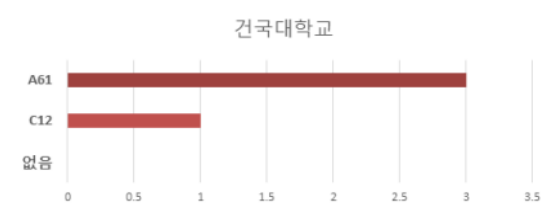
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	WAN QINLAO	중국	5.41%	3.26%	2300.00%
2	강릉원주대학교	한국	5.69%	1.63%	100.00%
3	최근종	한국	4.27%	1.22%	800.00%
4	GLOBAL FRESH FOODS	미국	20.59%	0.95%	-83.33%
5	JIANGNAN UNIVERSITY	중국	1.58%	0.95%	150.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
4		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
5		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

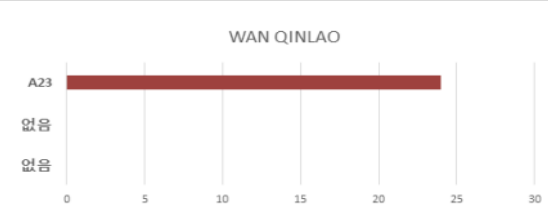
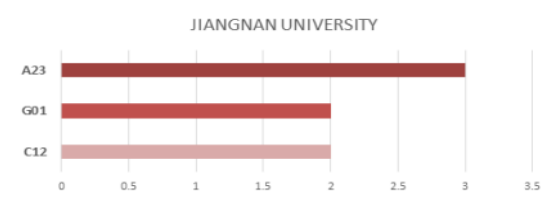
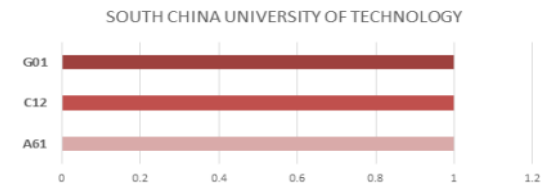
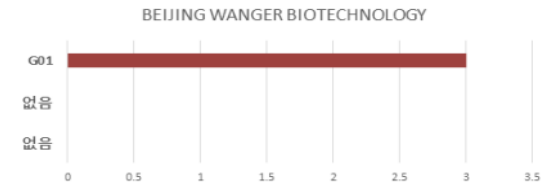
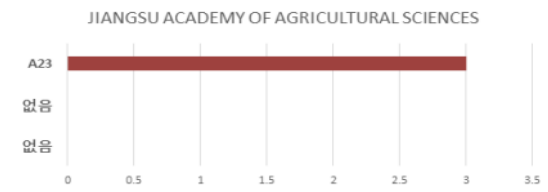
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	강릉원주대학교	5.69%	1.63%	100.00%
2	최근종	4.27%	1.22%	800.00%
3	한국식품연구원	2.84%	0.81%	100.00%
4	영진약품	2.37%	0.68%	400.00%
5	건국대학교	1.90%	0.54%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
3		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–

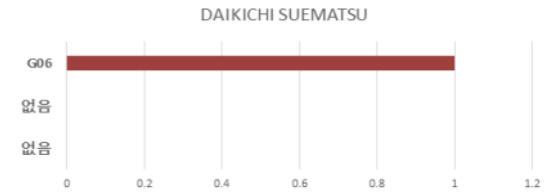
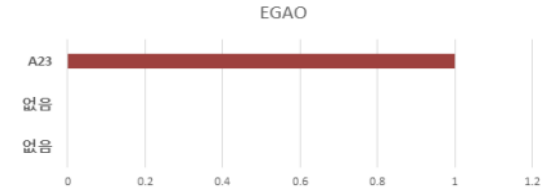
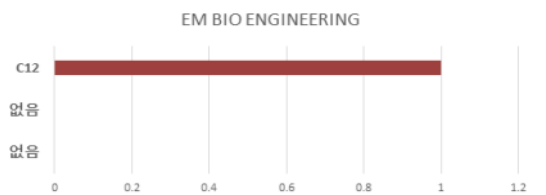
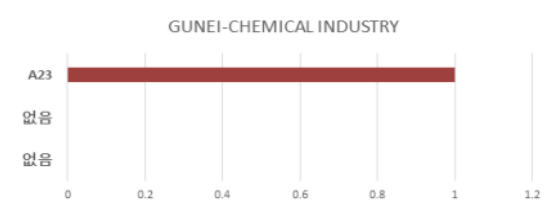
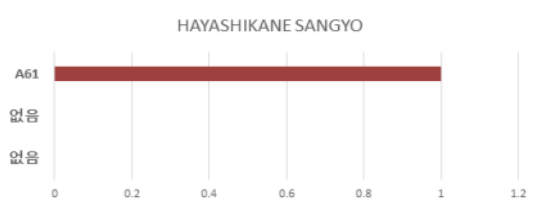
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	WAN QINLAO	5.41%	3.26%	2300.00%
2	JIANGNAN UNIVERSITY	1.58%	0.95%	150.00%
3	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.90%	0.54%	300.00%
4	BEIJING WANGER BIOTECHNOLOGY	0.68%	0.41%	-100.00%
5	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	0.68%	0.41%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		G01	광학
		–	–
		–	–
5		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–

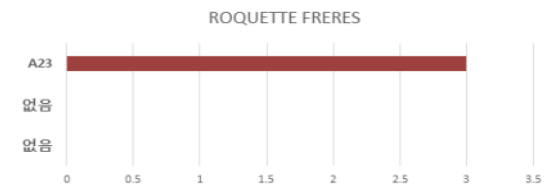
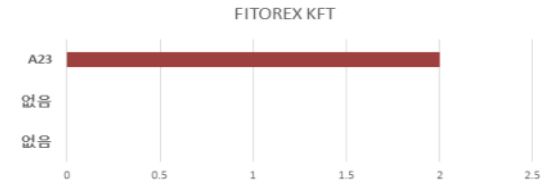
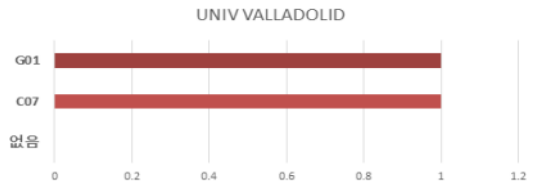
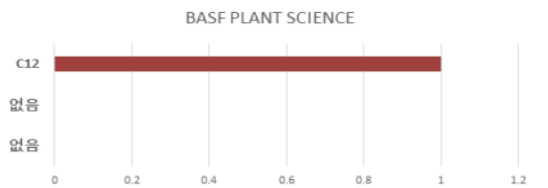
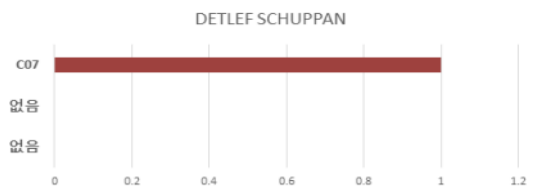
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	DAIKICHI SUEMATSU	3.57%	0.14%	0.00%
2	EGAO	3.57%	0.14%	0.00%
3	EM BIO ENGINEERING	3.57%	0.14%	-100.00%
4	GUNEI-CHEMICAL INDUSTRY	3.57%	0.14%	-100.00%
5	HAYASHIKANE SANGYO	3.57%	0.14%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–

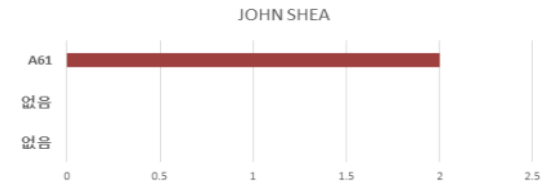
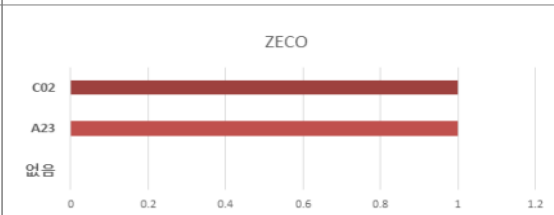
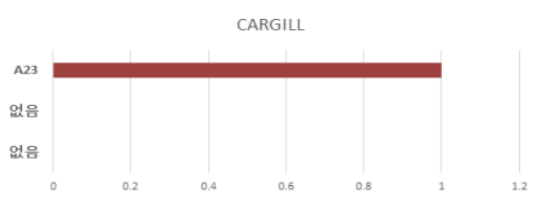
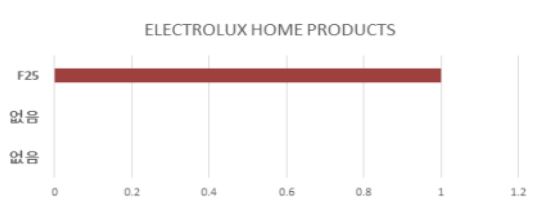
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ROQUETTE FRERES	15.00%	0.41%	200.00%
2	FITOREX KFT	10.00%	0.27%	100.00%
3	UNIV VALLADOLID	10.00%	0.27%	100.00%
4	BASF PLANT SCIENCE	5.00%	0.14%	-100.00%
5	DETLEF SCHUPPAN	5.00%	0.14%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
3		G01	광학
		C07	유기화학
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
5		C07	유기화학
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GLOBAL FRESH FOODS	20.59%	0.95%	-83.33%
2	JOHN SHEA	5.88%	0.27%	0.00%
3	ZECO	5.88%	0.27%	100.00%
4	CARGILL	2.94%	0.14%	-100.00%
5	ELECTROLUX HOME PRODUCTS	2.94%	0.14%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
4		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
5		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		-	-
		-	-

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 생명·보건의료 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

Ⅷ. 생명·보건의료

2018년 기술수준 평가

53. 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술 ····· 1
54. 유전자 치료기술 ····· 31
55. 줄기세포 기능조절 기술 ····· 61
56. 줄기세포 활용 기술 ····· 93
57. 맞춤형 신약 개발 기술 ····· 123
58. 지능형 약물 전달 최적화 기술 ····· 155
59. 바이오마커 기술 ····· 185
60. 불임·난임 극복기술 ····· 217
61. 신·변종 감염병 대응기술 ····· 247
62. 한의약 효능 및 기전 규명기술 ····· 277
63. 의료영상융합기술 ····· 305
64. 재활 치료 및 생활지원 기기 기술 ····· 333
65. 생체적합 재료 개발기술 ····· 361
66. 초정밀 의료용 로봇 기술 ····· 391
67. 질병진단 바이오칩 기술 ····· 421
68. 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술 ····· 449
69. 디지털 헬스케어 기술 ····· 479
70. 정밀의료 인프라 기술 ····· 511
71. 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술 ····· 543
72. 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술 ····· 571
73. 뇌신호 관측 및 조절 기술 ····· 601

53 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술



53 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술

중점과학기술 개요

- ☑ 건강한 개인 및 질병 환자의 다양한 오믹스(유전체, 후성유전체, 단백체 및 대사체 등) 정보를 생산하고, 이들에서 유전체 구조, 발현, 기능조절, 상호작용 등과 관련된 생물정보를 비교분석하여 질환의 원인을 규명하는 기술
- ☑ 질환의 in vivo(체내), ex vivo(체외), in vitro(시험관내) 유전체기능 고속 정밀 분석(단일세포, 미니장기 오믹스 등)을 통해 다양한 생명인자들의 생물학적 기능과 작용기전을 체계적으로 분석하여 생명현상과 질병간의 근본적인 관계를 분자수준에서 규명하고 이들 오믹스 및 상호작용 정보를 임상적으로 유용하게 활용하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

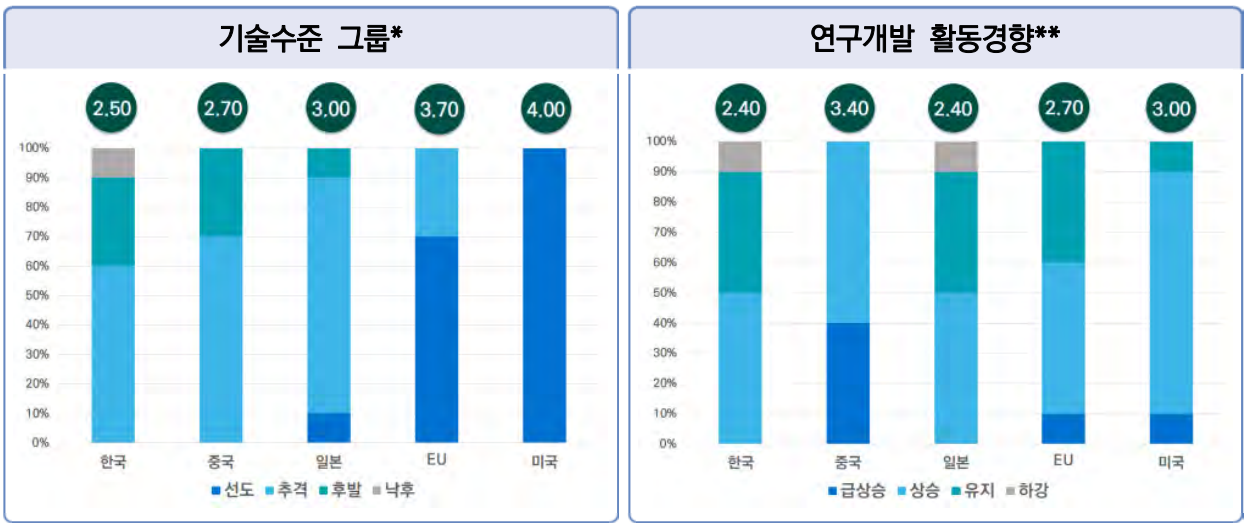
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	3.5	추격	보통	보통	유지
중국	77.5	2.0	추격	보통	우수	상승
일본	80.0	2.0	추격	우수	우수	유지
EU	90.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	3.5	70.0	68.0	80.0	9.2	3.5	2.0	4.0	2.5
중국	77.5	2.0	77.5	70.0	85.0	7.4	2.0	1.5	3.0	1.1
일본	80.0	2.0	80.0	75.0	85.0	5.0	2.0	2.0	3.5	1.2
EU	90.0	1.0	90.0	85.0	95.0	5.8	1.0	0.5	1.0	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

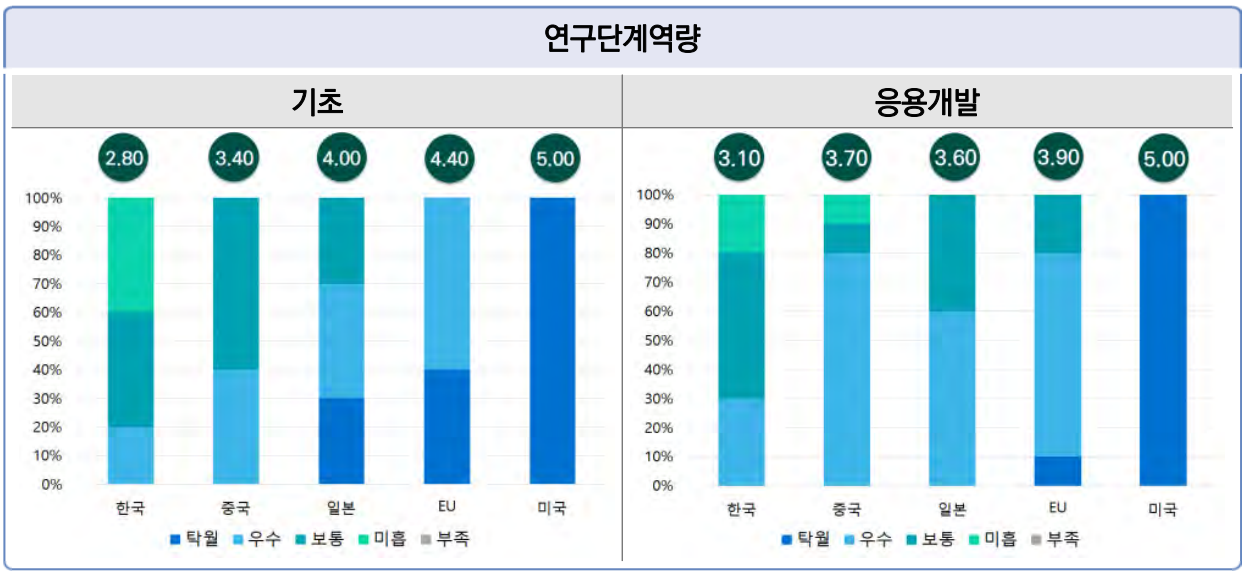
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 연구 성과가 개인연구 위주 또는 특정기관 위주로 도출되고 있으며, 국가적인 인프라 구축이 아직 미흡하여 연구의 저변확대가 어려움 • 정부 투자가 제한되고 연구 내용도 부족함 • 한국은 연구비 규모나 인적 자원이 다른 국가들과 차이가 있으나 투입 대비 잘 하고 있다고 생각함. 다만 투입되는 연구비가 좀 더 효과적으로 쓰이기 위해서는 정부의 방향제시나 철학이 필요함 • 규모도 작고 실제 데이터 생산은 외부 회사에서 수행하여 QC문제가 해결되지 않고, 동의서 확보 등 복잡한 문제로 대규모 환자코호트 구축이 안 됨 • 선도그룹의 기술을 꾸준히 추격해가면서 기술격차가 벌이지지 않고 있음
중국 (77.5%)	• 최근 대량의 유전체 데이터를 생산하면서 양적 성장을 주도하고 있음 • 추후 데이터 축적에 의한 신기술 보유가 가능할 것임 • 산업계 쪽에서 빠르게 발전 중이며, 학계에서도 잠재력이 뛰어남 • 싱가폴 및 베이징 유전체 연구소에서는 국제네트워크를 통해 활발한 연구를 주도하고 있음 • 기술 수준은 아직 저하되어 있음 • 규모 면에서나 역량 면에서는 미국이나 유럽에 뒤지지 않으나 체계, 방향성이 부족함 • 규모는 상당하지만 임상수준으로 최고의 결과를 얻어내기에는 부족함 • 최근 2~3년 동안 BGI 등을 통해 대규모 정부투자의 성과로 급성장하고 있음 • 대규모 연구비 및 자원으로 코호트 연구가 활성화되어 있음
일본 (80.0%)	• 규제가 많아 연구자들이 힘들어하나, 연구소를 중심으로 한 고도의 기술개발이 이루어지고 있음 • 타 분야에 비하여 유전체 연구, 산업이 뒤처짐 • 일본 전체는 아니나 몇몇 그룹은 유전체 연구를 선도하고 있음 • 정부 투자 및 기술수준의 제한이 있으나 최근 연구비 투자의 효율성 증대 • 나름의 전략으로 대규모 코호트사업을 수행중이나 규모면에서 기술 선도국 대비 경쟁력이 떨어짐 • 타 선진국에 비해 상대적으로 연구 역량이 크게 늘고 있지 않은 편임
EU (90.0%)	• 축적된 기술이 있으나 빠르게 추격하는 중국에 기술 수준이 비등하거나 역전됨 • 산업계에서 미국에 비하여 다소 뒤처짐 • 국제협력 부문에서 꾸준히 선도국가 역할 • 기술 수준은 미국과 비슷하나, 정부투자가 제한됨 • EU 전체적으로 보면 미국과 별 차이가 없지만 단일 국가로 보면 미국과는 규모에서 차이가 있음 • 다양한 국가 및 지역적 특수성을 살린 소규모 연구가 활성화 되어 있음
미국 (100%)	• 주요 핵심 기술을 보유하고 있고, 막대한 투자와 제도적 지원이 있음 • 미국은 2016년 시작한 정밀의료사업을 통해 100만 명 이상으로 이루어진 코호트를 구축하고 역학조사, 표현형 조사 및 유전체 분석을 결합하여 다양한 질병의 원인을 규명하고 개인에게 맞는 치료법을 찾는 대규모 사업을 진행 중임 • 전통적으로 유전체 연구를 주도해 왔으며 학계, 산업계 분야 리더들이 이 분야를 이끌고 있음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 분야의 선도 기술 거의 대부분이 미국에서 개발됨 • 새로운 분석 파이프라인 구축 및 운영하고 있으며 대규모 유전체 분석 샘플 보유 • 국가 정책이나 방향성이 선명할 뿐 아니라 개별 연구단/연구실들도 선도적 수준임 • 우수한 전략과 지속적 투자로 대규모 장기프로젝트 진행 중 • 지속적인 기술개발로 유전체-단백체 관련 기술수준을 계속 상위로 유지하고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 원천기술 개발보다는 개발된 기술을 이용자의 입장에서 이용하는 수준 • 임상 응용을 위한 인프라는 우수하나 인력, 기술 모두 상당한 열세로, 유전체 정보 연구의 특성상 선택과 집중이 어쩔 수 없는 상황임 • 국가 연구비 투자로 인프라가 탄탄함 • 유전체의 임상적용 보편화 시작 • 연구비 투자증대 및 소수의 선도그룹이 기술 개발을 주도하면서 최근 관련분야 연구업적이 우수해짐	• 인력의 수준은 좋으나 절대적인 숫자는 부족 • 각종 규제와 적은 연구비, 그리고 연구비 사용의 수많은 제한으로 인해 연구개발이 어려움 • 지난 시간 국가적 지원에도 불구하고 비효율적 비용 분배와 연구로 인한 임상 역량 정체 • 국가적 차원에서 예산을 효율적으로 사용하기 위해서는 장기적인 관점에서 방향성을 가지고 움직여야 할 필요가 있음 • 모든 분야에서 선도국에 비해 부족함. 특히 응용 개발에서 연구지원이 필요한 상태임 • 국내시장 협소함 • 일부 응용연구에 치중하고 있고 기초 분야의 연구가 부족함 • 분석기술, 플랫폼 기술 등은 매우 취약하여 선도국의 데이터에 의존적임
중국	• 국가적 지원과 우수 인력 유입으로 인한 연구, 산업 역량 상승 중 • 규모 면에서는 최고 기술국과 비등한 수준 • 관련 분야에 대한 기초연구가 꾸준히 상승하고 있으나 아직 사회적 인프라가 취약하여 임상 응용은 상대적인 경쟁력이 떨어짐 • 대규모 인프라 강점 • 중국 및 싱가포르에서는 국가차원에서 많은 지원을 아끼지 않아 유전체 분석기술이 선도그룹과 비등한 수준으로 추격 중 • 최근 기초연구 데이터 늘고 있으며, 우수한 인력이 확충되고 있음 • BGI가 해외 시장 개척 • 훌륭한 연구자와 자본으로 빠른 기술 추격 • 양적성장을 통한 비즈니스 모델 개발이 진행됨	• 국가 인프라에 있어서는 선도국과 차이가 있음 • 정책적인 방향이 없는 것 같음 • 기초기술 수준이 아직 부족하지만 조만간 한국, EU를 추월할 것으로 예상됨 • 아직은 검증되지 않은 자료가 다수 존재 • 유전체의 임상적용 보편화 미흡 • 선도 기술 개발은 미미한 수준

국가	강점분야	기타
일본	• 원천기술 개발보다는 개발된 기술을 이용자의 입장에서 이용하는 수준임 • 인력의 수준은 좋으나 절대적인 숫자는 부족 • 새로운 기술이 도입되는 속도는 빠른 편이고 인프라는 잘 구축 되어 있음 • 기존 기초연구는 탄탄하며 유전체 분석은 몇몇 그룹에서 중요한 결과들을 생산해내고 있음 • 기초연구에 강하나 응용연구는 규제로 인한 한계를 보임 • 역사적으로 연구 인프라 구축이 우수함	• 국가적 차원에서 예산을 효율적으로 사용하기 위해서는 장기적인 관점에서 방향성을 가지고 움직여야 할 필요가 있음 • 관심도가 낮아지고 있음 • 정부지원 부족함 • 산업화에도 제한이 있음. 유전체의 임상적용 보편화 미흡 • 타 분야의 우수연구실적에 비해 유전체분야 연구실적은 다소 저조함
EU	• 인력 수준 우수하고, 기초기술이 탄탄한 수준을 계속 유지하고 있음 • Wellcome Trust Sanger Institute 및 Francis Crick Institute 에서 중요한 연구들이 수행되고 있음. Whole genome sequencing 분석이 활발하게 수행되는 중심이며, organoid model 역시 유럽을 중심으로 파급되고 있음 • 전 세계 유전체기술 및 시장을 미국과 양분함 • 국가적 투자가 양적·질적 성장을 꾸준히 이룸	• 국가별로 편차가 있음 • 산업화의 제한 있음 • 유전체의 임상적용 보편화 미흡 • 최고수준의 기술개발은 미국에 비해 저조함 • 인력 부문에서 미국에 비하여 취약함
미국	• 명실 공히 최고이며 산학연 공동 발전이 이뤄짐 • 기술, 인프라 등이 강점 • 다양한 파생기술의 산파 역할을 담당하고 있음 • TCGA 기반의 대규모 연구를 주도하고 있음 • Broad Institute 분석기반의 기술 및 인력을 다수 확보하고 있음 • 각 유명 대학에서도 유전체 분석 기술을 각자 확보하고 있음 • 전 세계 유전체 기술 및 시장 독점 • 유전체의 임상적용 보편화	• 고가의 의료보험과 유전체 임상검사 • 전문연구인력 수급이 부족한 상황

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	4위	3위	1위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 임상-유전체-기초생물학 연구자들이 보다 쉽게 공동연구를 수행할 수 있는 분위기 필요 • 국내의 다양한 플랫폼이 존재하고 대형병원 사이에 각기 다른 플랫폼을 이용하고 있기에 통합적인 접근이 필요함 • 데이터 공개 의무화 및 시한 설정 (최대 2년이 바람직한 것으로 사료됨) • 과제 공모 시 상이 분야 간의 협력 가산점 부여 (예: 임상-정보 분석-실험 등) • 국내에서 국가가 주도하는 대규모 코호트 사업이 필요할 것으로 생각되고, 여기에 관련 연구자들을 동참시키는 것이 필요함 • 연구 협력은 연구비에 따라서 결정되므로 과제를 통해서 연구자간 협력을 촉진해야함. 하지만 국가/정부가 전체적인 연구 방향과 가이드라인의 제시하는 것이 필요함. 후향적인 연구보다는 전향적인 연구, 장기간에 걸친 연구가 필요함 • 각 질병의 코호트를 제대로 구축하기 위해서는 주요 질환 임상의 네트워크 구축사업을 지원하여 임상의간의 소통을 통해 각 질환의 임상 기준을 통일한 후 시료모집을 해야 함 • 유전체정보를 이용한 질환원인규명은 대체로 PhD의 전문 인력이 필요하고, MD의 경우 코호트 확보 및 의료정보 제공을 하게 되므로, PhD-MD의 협력이 필요함. 그와 관련된 협력 프로그램 개발이 한국의 기술수전 제고에 기여할 것으로 판단됨
국제협력 촉진	• 국제협력 증진을 위해 컨소시엄 구성 등에 적극 관여하는 것이 중요 • 국제협력촉진은 중요한 부분이나 국내의 협력촉진 및 인프라가 완전히 구축된 이후 논의가 되어야할 부분임. 단, 연구부분에서는 국제협력촉진이 매우 중요한 부분임 • 국외 공동연구에 대한 지원을 확대 • 중형 규모의 개별 연구자 간의 공동연구 비중을 높일 필요가 있음 • 국가 코호트 사업을 진행함에 있어서 미국의 NHGRI에서 하고 있는 사업이나 UK-10K을 벤치마킹할 필요가 있고, 중국과는 대등한 관계로 서로의 데이터를 공유하고 적극적으로 협력할 필요가 있다고 생각함 • 90년대부터 일본과 중국은 인간유전체프로젝트 참여 등 대단위프로젝트 국제협력 경험으로 데이타 생산, 분석 등 우리보다 상당히 앞서있음. 국내 높은 임상수준을 이용하여 각 질환의 대규모 코호트를 구축하는 것이 국제 협력보다 우선임
인력양성 및 유치	• 인력양성 프로그램이 현재 운영되고 있으나, 단편적으로 진행되는 경우가 많음. 장기적인 계획과 교육프로그램 개발을 위한 장기 플랜 및 지원이 필요함 • 데이터 분석 전문가에 대한 양질의 일자리 확충 (연구교수의 과제 지원, 과제 종료시 정규직 전환 등 다양한 방법이 가능) • 절대적인 인력이 부족하므로 지속적인 인력양성이 필요함. 하지만 질환원인규명이라는 연구의 특성상 사기업에서 진행하기는 어려운 분야기 때문에 양성한 인력들이 주로 공기업, 학교, 연구소등으로 취직을 하게 됨. 이들을 충분히 수용이 가능한지도 꼭 고려하기 바람

	정책제언
	• 국내 유전체 대단위 데이터 생산을 국내 업체에서 하기 때문에 QC 등 분석 노하우가 학계에 전승되지 않아 대단위 데이터 QC, 분석인력 양성이 되지 않고 있는 점이 가장 큰 문제 • 유전체, 단백체, 대사체 전문 인력 양성 및 취업 지원 프로그램 유지 및 확대
인프라 구축	• 국가기관이 일반생물학연구자들 또는 임상의학자들이 유전체연구를 진행할 수 있도록 인프라 및 교육지원을 위한 인프라 구축이 필요함 • KOBIC 과 같은 국가기관이 전산 인프라 및 분석 인프라를 사용자가 쉽게 활용할 수 있는 인프라를 구축하고, 활용도 평가를 지속적으로 수행하여야 함. 유전체 연구의 단기적 성과 창출을 위해 일부 연구자들에게 과다 연구비를 책정하여 우수성과를 만드는 것이 장기적으로 국가연구경쟁력 확보에 도움이 되지 않음. 많은 연구자들이 유전체연구를 수행할 수 있는 인프라 구축이 중요함 • 줄기세포, 유전자교정 등 주변 분야 역량 강화 필요 • 인프라가 잘 되어있는 기관도 있으나 대다수의 기관이 그렇지 않아 국내기관에서의 협력할 수 있는 체계가 중요함. 정밀의료의 허브가 되는 소수의 기관을 정하여 통일하는 것이 비용을 줄이면서 효율을 극대화할 수 있는 전략임 • 비교 우위 및 경쟁력을 지닌 분야에 대하여 연구비/인력 등의 장기적인 지원이 필요 • 유전체 또는 임상유전 관련 학회와 정부기관의 긴밀한 협조 및 협응 필요 • 관련 연구를 하는 모든 연구자가 접근할 수 있고 공유할 수 있는 인프라를 구축해야 함. 정부의 역할이 중요한데 정부가 제시한 가이드라인에 준수할 수 있는 연구자들에게 과제 및 연구비를 수여해야 함. 예를 들어 정부 지원 연구결과로 나온 데이터는 공개하는 하는 방안 등을 생각해 볼 수 있음. 이런 식으로 하면 정부가 방대한 양의 데이터베이스를 구축할 수 있고, 이를 나중에 여러 연구자들이 공유 할 수 있는 인프라를 구축할 수 있을 것임 • 국내 유전체 데이터 생산을 외부 업체에서 주도한다면, 각 연구자가 가지고 있는 질문을 해결하기 위해 유전체 데이터를 생산해야 인력양성이 제대로 될 수 있음. 이 분야 기술의 발전이 매우 빠르기 때문에, 질문이 분명하지 않고 단지 미래 필요할 것이라는 전망으로 수행하는 연구는 지양하고, 유전체분석을 이용한 목표 지향적 과제 지원 필요
법·제도 개선	• 임상 유전체 분야에서는 임상과 유전체 데이터의 사용을 촉진하기 위해 의료생명윤리의 법적 제한을 합리적으로 완화할 필요가 있음. • 질환 원인규명뿐만 아니라, 이를 통한 신약개발로 이루어질 수 있는 전체 그림이 나와야 함 • 인프라 구축, 교육, 리소스 데이터생산 등의 연구과제에 성과평가지표의 개발이 필요함. 유전체 정보 활용은 4차 산업시대의 미래 바이오연구의 핵심기술임에 틀림없으나 현재 국내 바이오 관련 전공 학부 및 대학원 과정에 바이오 정보 활용 기술에 대한 교육이 거의 실시되고 있지 않음. 제도적으로 교육과정 개편을 통해 바이오 정보 활용 기술 교육을 수행할 수 있도록 지원할 수 있는 방안 모색이 필요 • 인체유래 물질 연구의 용이성 확보 필요 • 유전자 검사 자격 확대 필요 • 정밀의료분석을 진행할 경우 다른 유전자검사는 제한되어 비보험이 되는 등 불합리한 정책이 남아있어 개선이 시급함 • 개인정보 보호 규정 완화하여 산업화에 걸림돌이 되는 규제 철폐 (예: 임상 의사 위주의 유전체 진단) • 지금도 인체 자원 은행 등을 통해 분양하는 자원과 데이터들이 있지만 분양받는 절차가 복잡함. Broad Institute에서 운영하고 있는 ExAC 혹은 gnomAD 식으로 유전체 데이트를 공유하는 것이 필요함

	정책제언
	• 개인정보보호법으로 시료채집이 매우 까다롭고, 이미 보유하고 있는 시료도 동의서내용과 다른 질환에 이용할 수 없어 시료확보가 어려워 경쟁력이 떨어짐
연구비 확대	• 연구경향의 급속한 변화에 따라, 인공지능 등의 연구과제가 급속히 책정되고 있으나, 국내에서 관련 연구를 수행할 연구자·연구원의 수는 매우 적은 상황. 연구수행을 할 수 있는 인력양성 교육 프로그램의 개발 및 질적·양적 확대를 위한 연구비 지원이 우선되어야 할 것임 • 정부에서 투자한 총 연구비 규모는 충분하지만 분산되어 효율적이지 못하게 관리되고 있는 것이 큰 한계이므로 효율적 배분을 위한 시스템 필요 • 포스트게놈 다 부처 유전체 사업의 종료에 따른 후속 지원 방안 마련 • 국제적 추세를 따라가되 모방형 연구보다 경쟁력/창의성이 있는 연구를 발굴 지원 • 실제 환자들을 대상으로 하는 임상연구비의 적극적 확대 필요 • 절대적인 규모가 미국, 유럽, 중국에 비해 작음. 어느 정도 규모의 연구를 진행하기 위해서는 연구비의 확대가 필요함. 하지만 연구비를 확대하는 동시에 정부에서 유전체 관련 연구를 어떤 방향으로 이끌고 나갈 것인지에 대한 확실한 방향 설정이 중요함. 나라에서 시퀀싱을 하면 연구비를 많이 절약할 수 있을 것으로 생각됨 • 현재 대부분의 연구비가 국내업체 용역비임. 국내 업체의 서비스가격이 해외보다 2배 이상 고가로 연구비 대비 유전체 데이터 생산이 국제 경쟁력이 없음. 현시점에서 연구비 확대는 의미가 없음 • 현재 국내 유전분석 업체 등에 정부과제 참여시 인센티브를 주는 또는 기업부담금 감면 등의 정책 필요
기타 의견	• 국민 보건 분야에 한하여, 유전체의 기초 연구가 어떤 식으로든 실제 적용이 나와야 될 것으로 사료되어, 신약개발 분야와 융·복합이 이루어져야 한다고 봄 • 바이오 신약 및 화합물 신약 모두에 연계될 수 있는 유전체 연구 방안이 확립되어야 함 • 중점 추진 기술 분야의 전문가와 비전문가의 구별이 필요 • 유전체분석에 있어서 유전자 구성 및 플랫폼이 체계적으로 통일되어야 국가전체의 데이터베이스를 효율적으로 관리할 수 있어 이러한 지식데이터베이스를 일원화하는 작업이 필요해 보임. 지식데이터베이스는 임상과의 연계가 중요하여 정보를 통합하는 과정 중 통계청의 생존 자료를 함께 통합하게 된다면 전 세계에 없는 지식데이터베이스가 생산될 것으로 기대함 • 희귀유전자 질환 기초 및 임상연구 필요함. 임상에서 적극적으로 연구에 참여할 수 있는 계기가 필요함 • 대규모 코호트를 대상으로 한 유전연구 사업이 필요할 것으로 생각되고, 여기에 각 개별 연구자를 끌어들이는 것이 필요함. 코호트 연구에 참여한 연구자들에게는 시퀀싱 등에 필요한 연구비를 지원하고, 대신에 연구비를 통해 생산된 데이터는 다른 연구 참여자들과 공유하게도록 유도해야 함. 현재 있는 모아져 있는 샘플들을 이용하는 것도 중요하지만 추적관찰이 가능한 샘플들이 있다면 좀 더 유용할 것임 • 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술이 다양한 오믹스의 융합으로 나아가지 못하고, 유전체만의 기술만 비대해진 경향이 있음. 질환원인규명이 바이오마커 개발 및 바이오헬스산업까지 나아가려면 원인규명단계에서부터 멀티오믹스 접근 방식에 대한 지원이 필요함

다 주요 분석 결과 요약

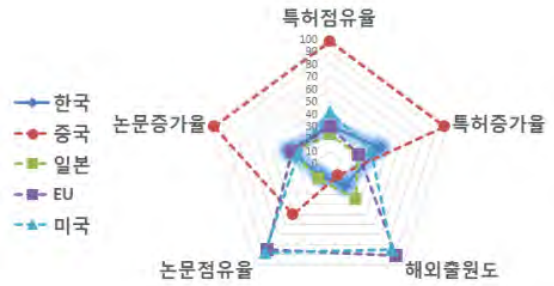
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	유전체정보를 이용한 질환원인규명기술	9,691	4,324	69.3%	65.9%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

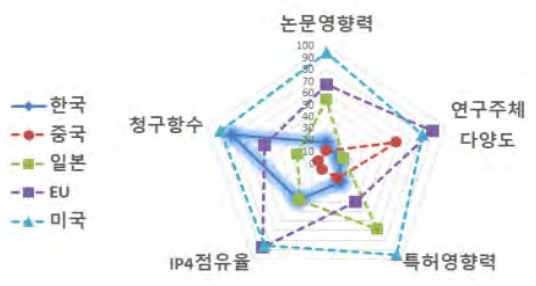
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	미국
	36.5%	44.8%	36.8	8.1
한국	5위	3위	4위	4위
	3.3%	13.6%	13.5	1.6
5개국 평균[2]	-	-	26.4	6.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

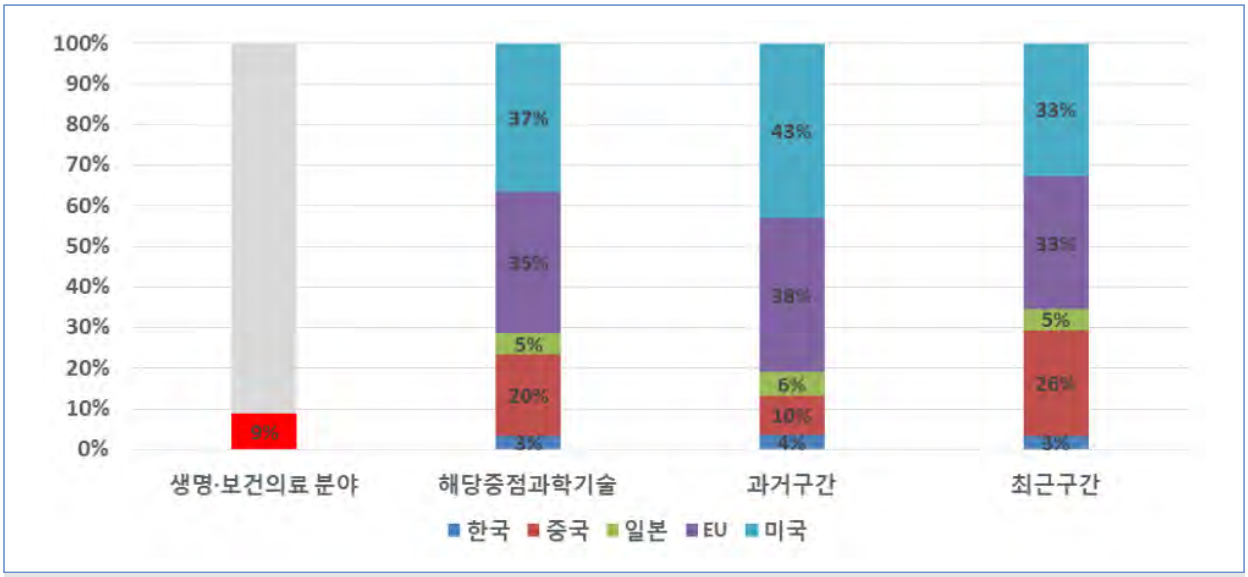
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.3%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(13.5)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(36.5%), EU(34.7%), 중국(20.0%), 일본(5.4%), 한국(3.3%) 순이며, 논문 증가율은 중국(358.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(36.8), EU(26.3), 일본(23.2), 한국(13.5), 중국(10.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(13.6%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(1.6)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(44.8%), 미국(17.5%), 한국(13.6%), EU(13.2%), 일본(10.9%) 순이며, 특허 증가율은 중국(250.2%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.1)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.1), 일본(5.0), EU(3.1), 한국(1.6), 중국(1.2) 순이며, IP4 점유율은 EU(18.2%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.3%	20.0%	5.4%	34.7%	36.5%
	논문 증가율	55.1%	358.0%	48.1%	46.8%	28.4%
	논문 영향력	13.5	10.7	23.2	26.3	36.8
	연구주체 다양도	0.82	0.91	0.83	0.97	0.94
특허 분석	특허 점유율	13.6%	44.8%	10.9%	13.2%	17.5%
	특허 증가율	31.0%	250.2%	-21.2%	-20.1%	10.3%
	해외출원도	1.0	0.2	1.8	5.1	4.5
	특허 영향력	1.6	1.2	5.0	3.1	8.1
	IP4점유율	9.0%	1.1%	8.9%	18.2%	17.5%
	청구항수	7.1	2.6	4.1	5.6	7.9

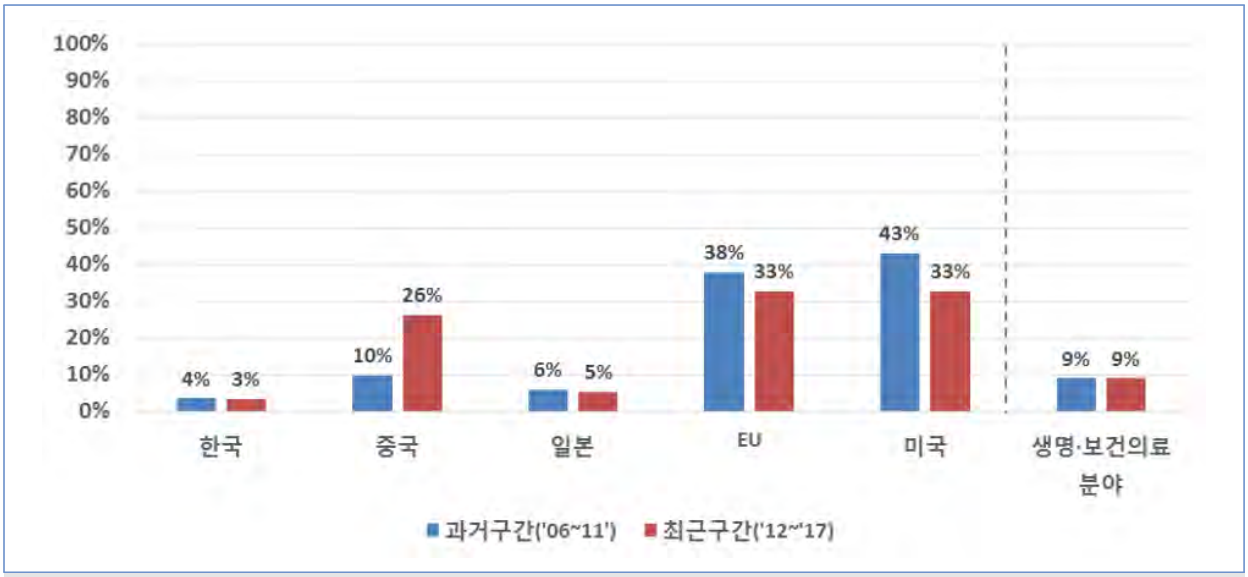
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 3540건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 9%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

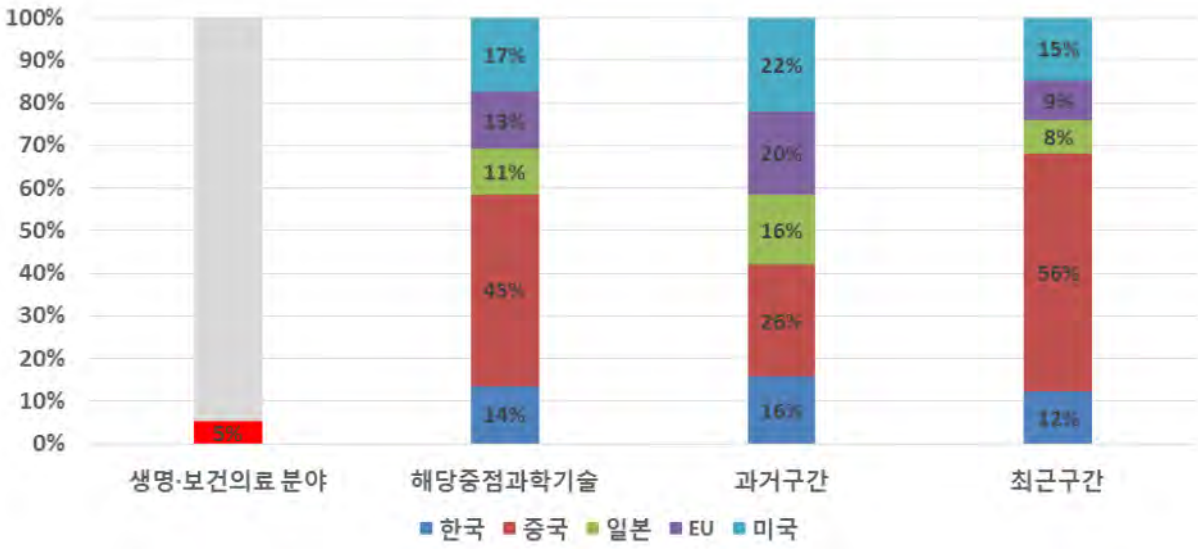


- 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 55.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	127	197	324	55.1%
중국	348	1,594	1,942	358.0%
일본	212	314	526	48.1%
EU	1,361	1,998	3,359	46.8%
미국	1,550	1,990	3,540	28.4%
전체	3,598	6,093	9,691	69.3%

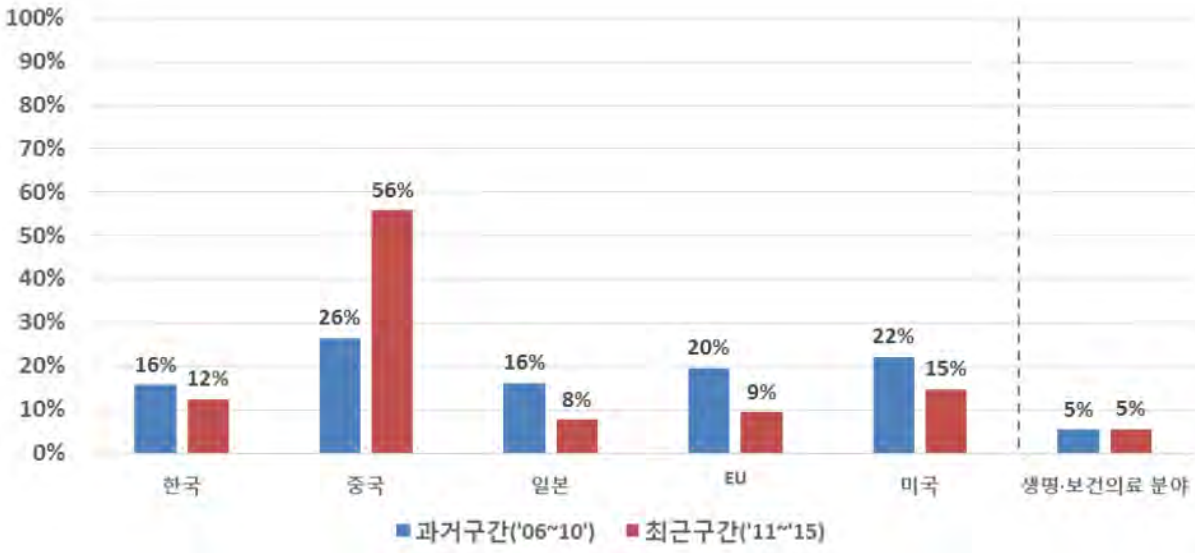
(4) 특허 점유율(전체)



- 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1936건으로 전체 특허의 45%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



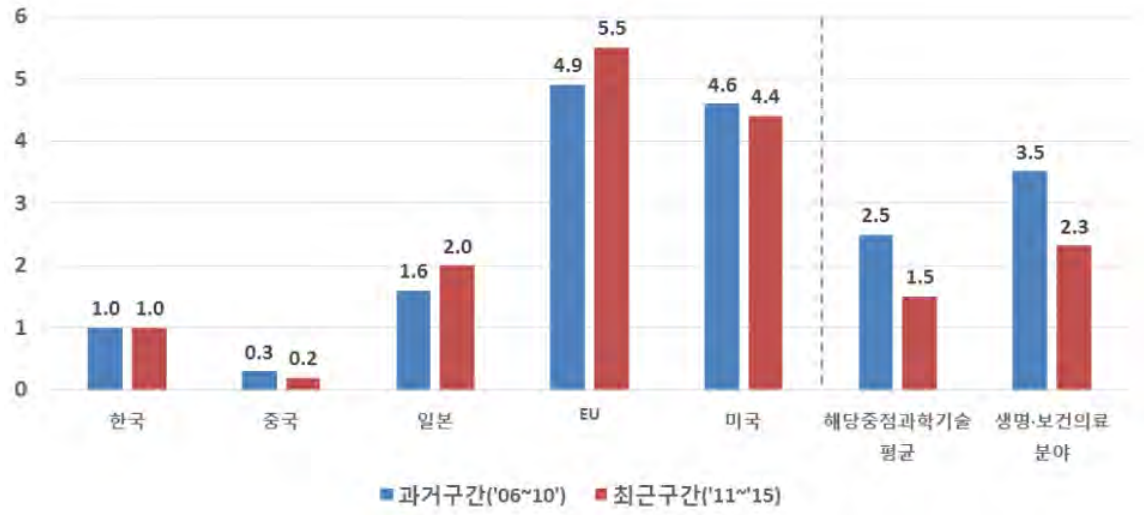
● 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 31%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	255	334	589	31.0%
중국	430	1,506	1,936	250.2%
일본	264	208	472	-21.2%
EU	318	254	572	-20.1%
미국	359	396	755	10.3%
전체	1,626	2,698	4,324	65.9%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

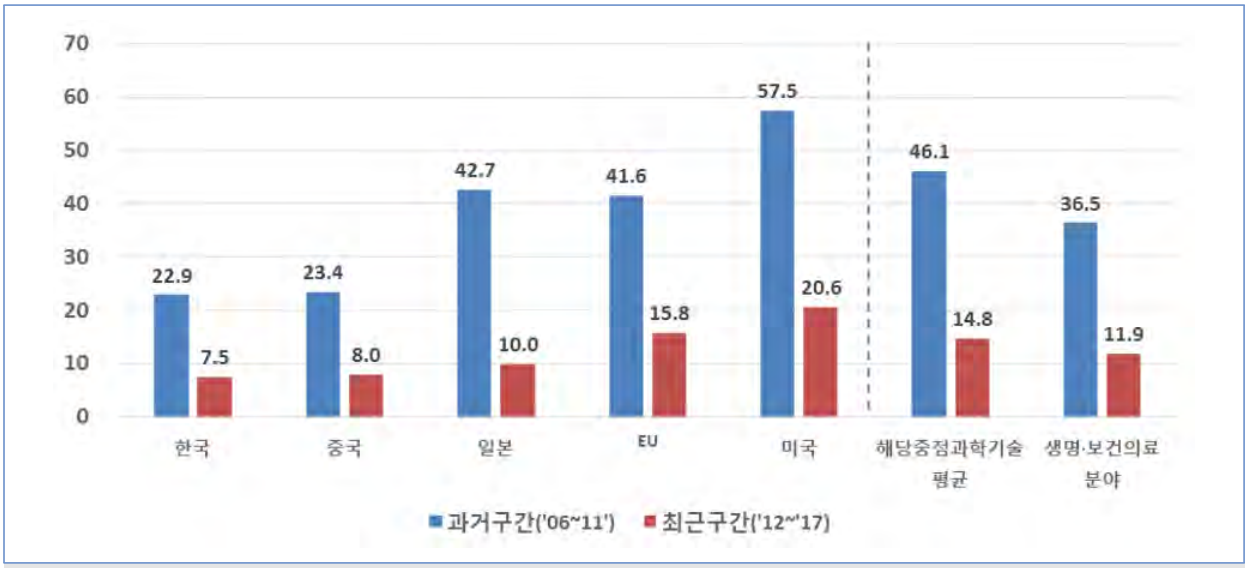


- 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

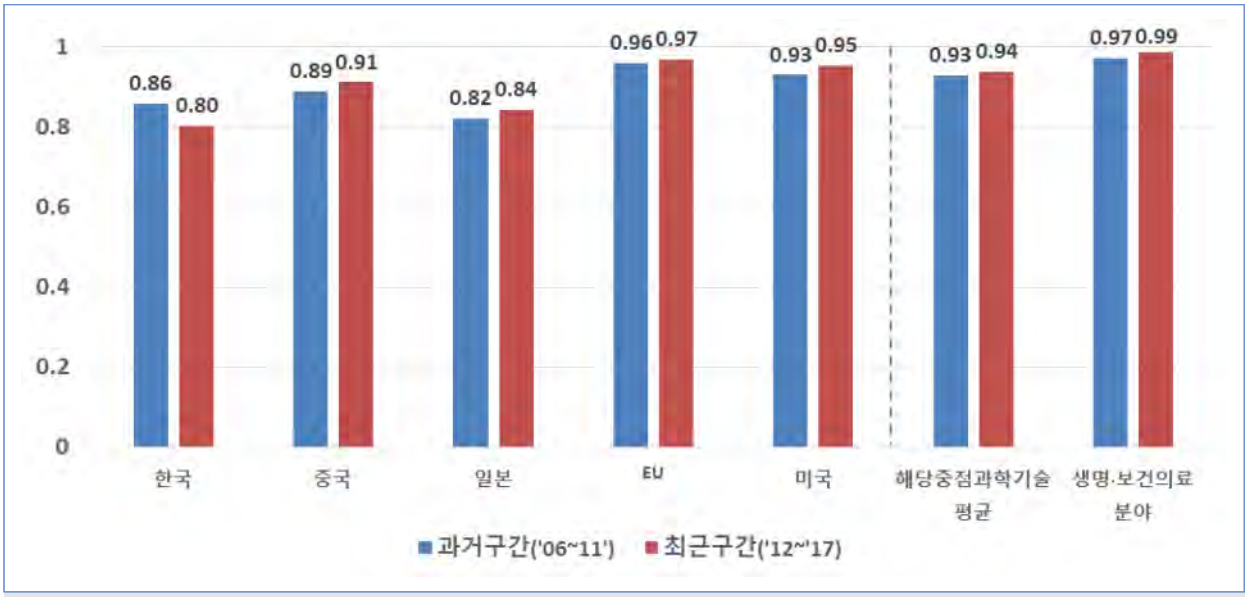
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



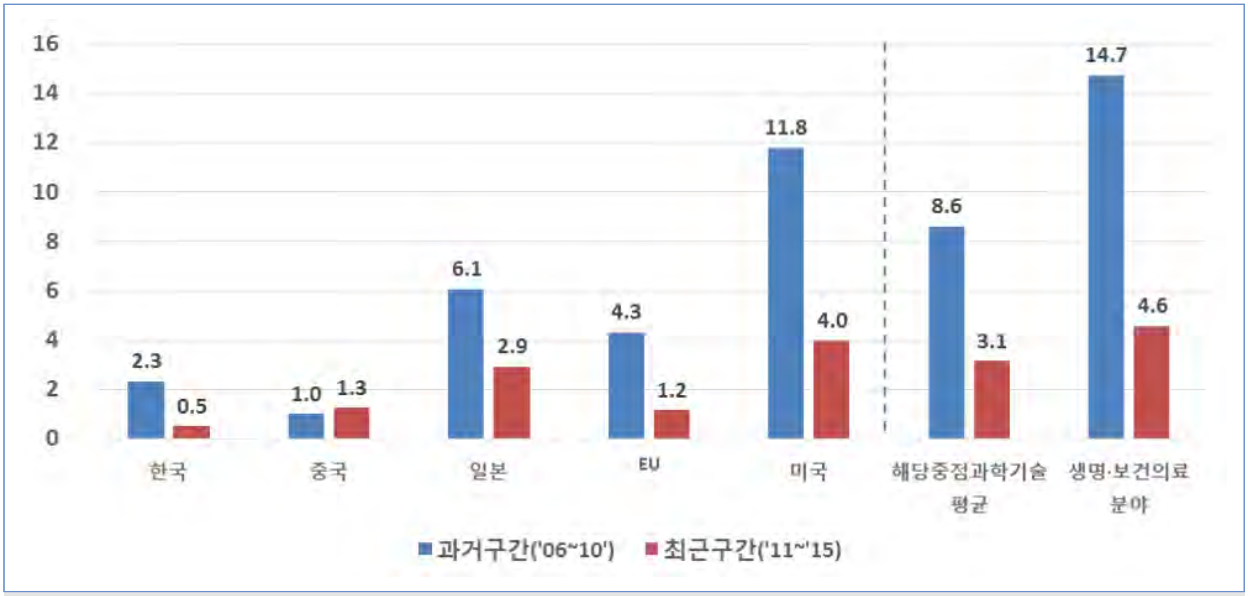
● 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



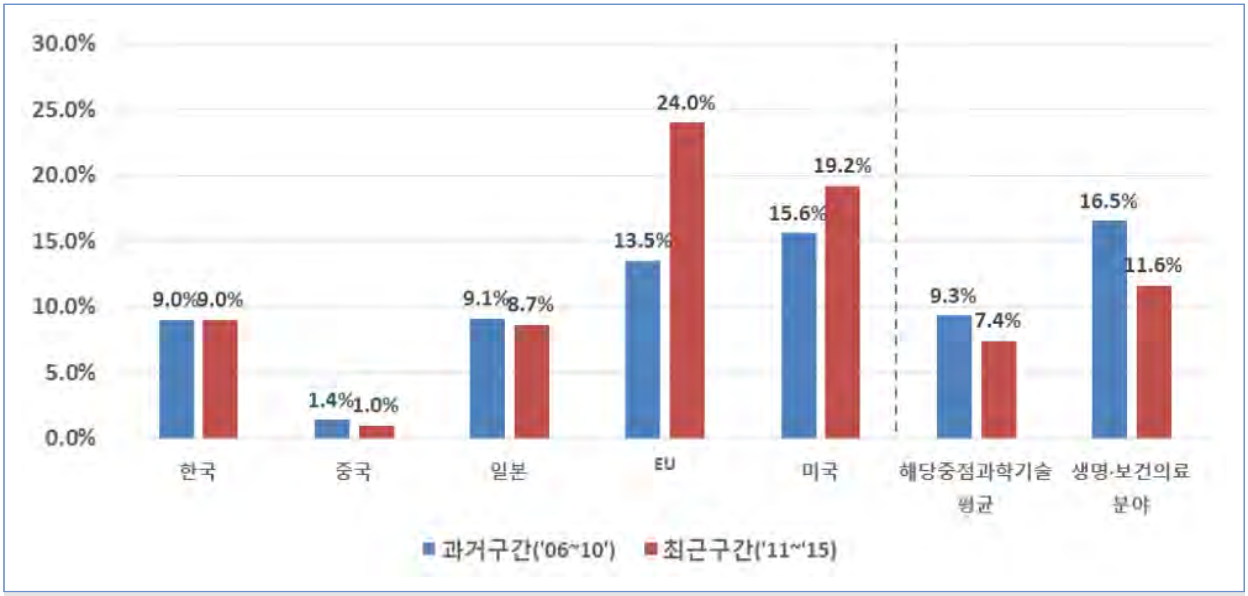
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



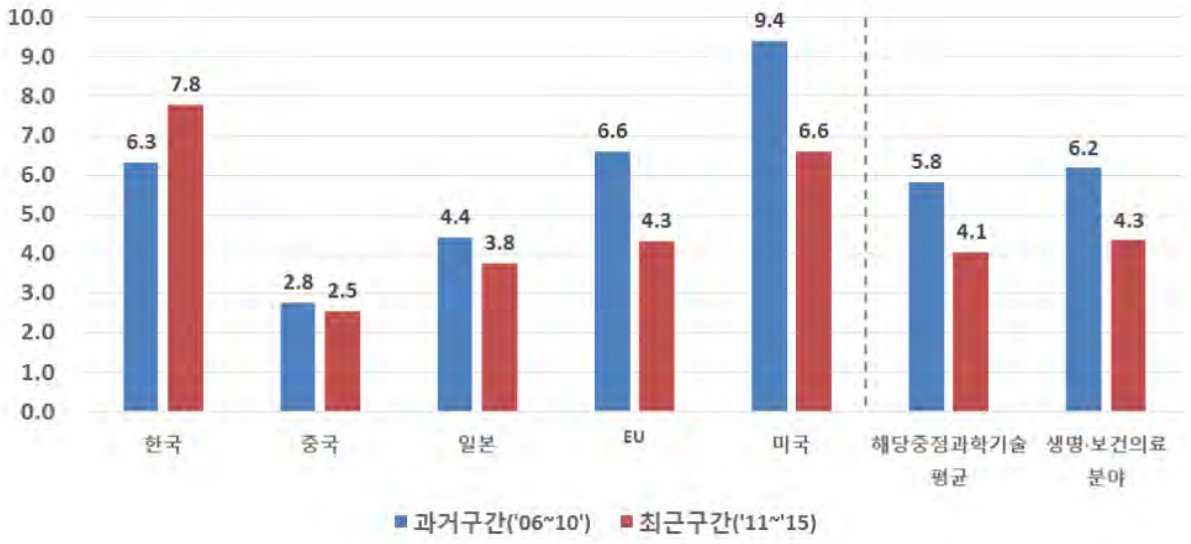
● 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

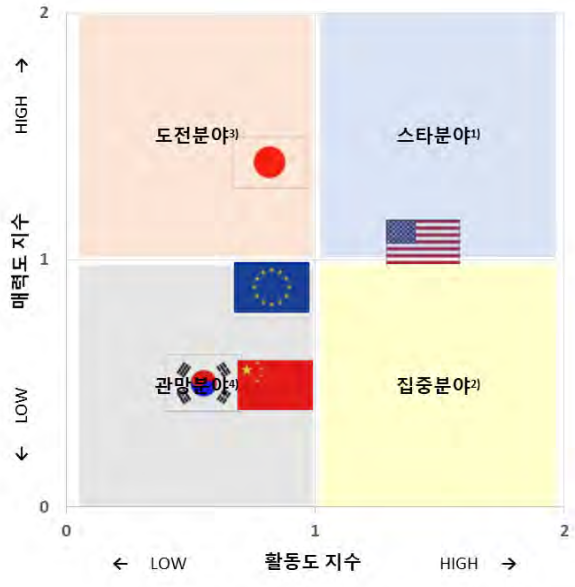
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

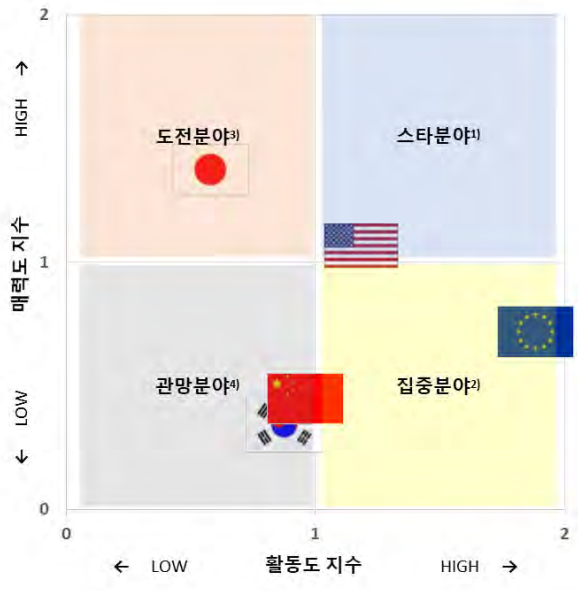


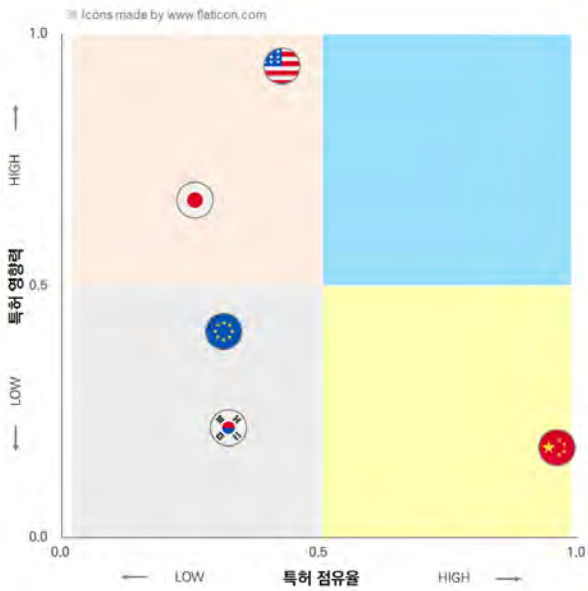
※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오





※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.39%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 11.42%(글로벌 점유율은 0.38%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.81%	1.39%	1.49%
2	UNIVERSITY OF WASHINGTON	미국	1.41%	0.52%	-21.43%
3	HARVARD MEDICAL SCHOOL	미국	1.30%	0.47%	19.05%
4	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	2.37%	0.47%	950.00%
5	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	2.32%	0.46%	250.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	11.42%	0.38%	84.62%
2	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	4.01%	0.13%	60.00%
3	KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.70%	0.12%	40.00%
4	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	2.78%	0.09%	250.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	2.78%	0.09%	-50.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	2.37%	0.47%	950.00%
2	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	2.32%	0.46%	250.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.21%	0.44%	230.00%
4	FUDAN UNIVERSITY	1.85%	0.37%	250.00%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.80%	0.36%	500.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	5.51%	0.30%	41.67%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	4.75%	0.26%	8.33%
3	OSAKA UNIVERSITY	3.04%	0.17%	120.00%
4	TOHOKU UNIVERSITY	2.66%	0.14%	0.00%
5	KYUSHU UNIVERSITY	2.09%	0.11%	75.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	IMPERIAL COLLEGE LONDON	0.89%	0.31%	50.00%
2	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	0.80%	0.28%	-31.25%
3	UPPSALA UNIVERSITY	0.74%	0.26%	425.00%
4	UNIVERSITY OF OXFORD	0.68%	0.24%	128.57%
5	UNIVERSITY OF PADOVA	0.65%	0.23%	0.00%

6 미국

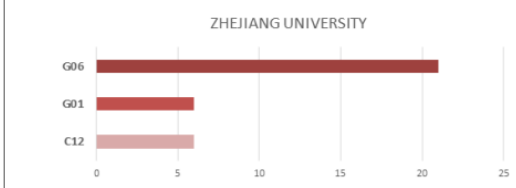
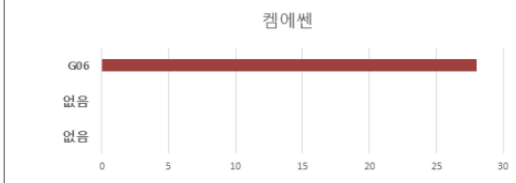
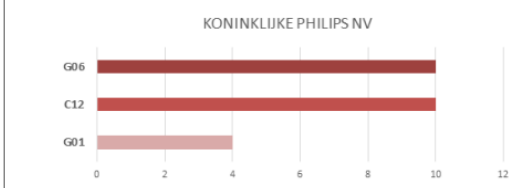
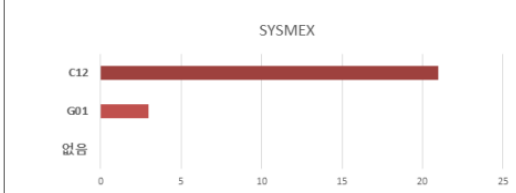
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.81%	1.39%	1.49%
2	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.41%	0.52%	-21.43%
3	HARVARD MEDICAL SCHOOL	1.30%	0.47%	19.05%
4	UNIVERSITY OF MINNESOTA	0.90%	0.33%	46.15%
5	WASHINGTON UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	0.90%	0.33%	-40.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'ZHEJIANG UNIVERSITY(1.09%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '켐에쎈'이 4.75%(글로벌 점유율은 0.65%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'ZHEJIANG UNIVERSITY'와 '켐에쎈'은 G06(산술논리 연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

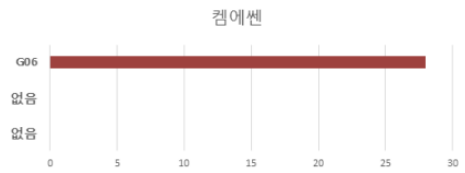
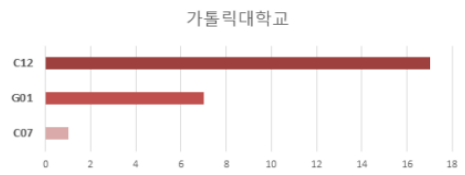
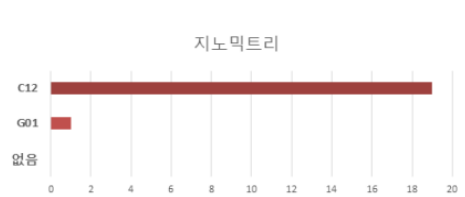
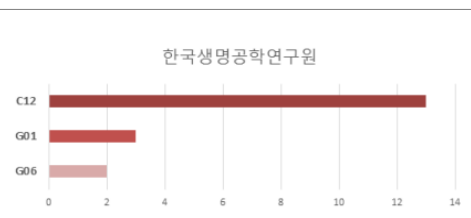
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	2.43%	1.09%	270.00%
2	켐에쎈	한국	4.75%	0.65%	2700.00%
3	가톨릭대학교	한국	4.41%	0.60%	16.67%
4	KONINKLIJKE PHILIPS NV	EU	4.37%	0.58%	-21.43%
5	SYSMEX	일본	5.08%	0.56%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		C07	유기화학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
5		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학; 효소학;돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		-	-

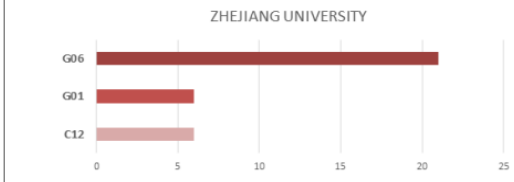
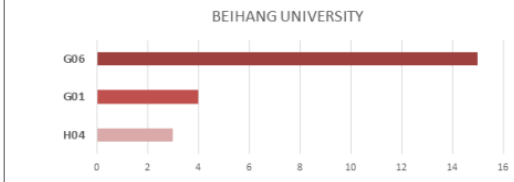
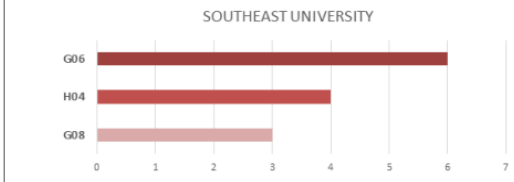
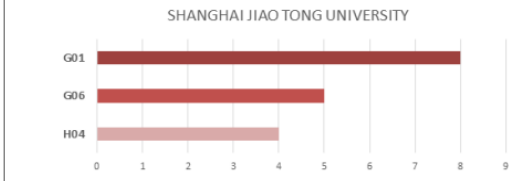
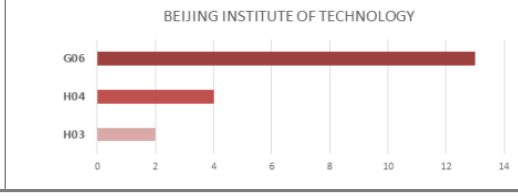
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	켐에쎈	4.75%	0.65%	2700.00%
2	가톨릭대학교	4.41%	0.60%	16.67%
3	연세대학교	3.40%	0.46%	300.00%
4	지노믹트리	3.40%	0.46%	-57.14%
5	한국생명공학연구원	3.06%	0.42%	-20.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		C07	유기화학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

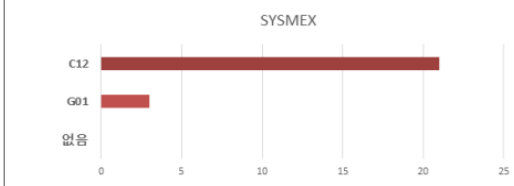
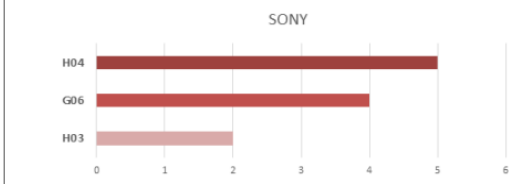
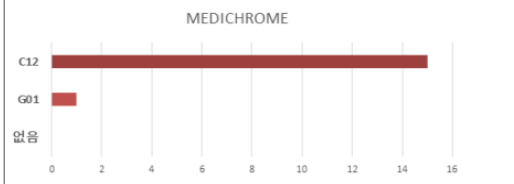
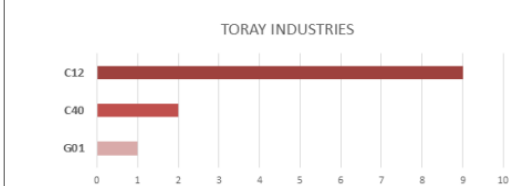
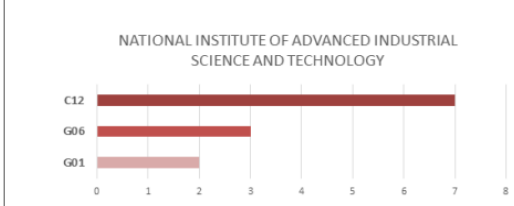
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.43%	1.09%	270.00%
2	BEIHANG UNIVERSITY	1.24%	0.56%	280.00%
3	SOUTHEAST UNIVERSITY	1.24%	0.56%	400.00%
4	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.24%	0.56%	280.00%
5	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.24%	0.56%	142.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H03	기본전자회로

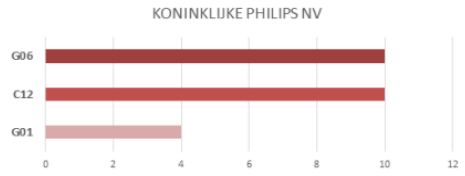
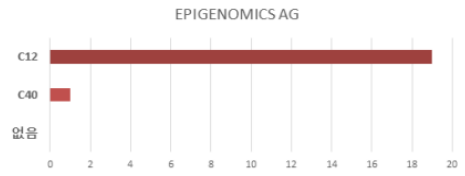
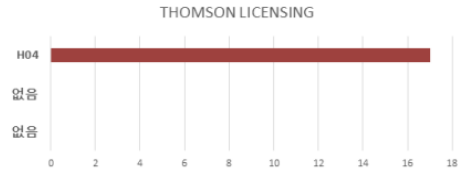
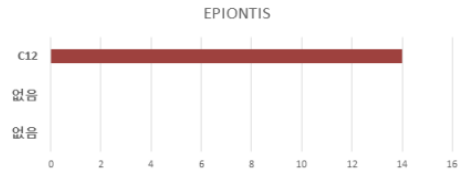
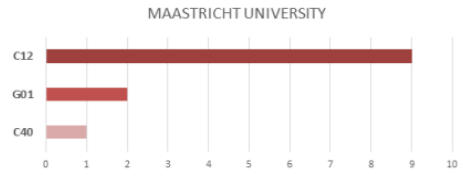
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SYSMEX	5.08%	0.56%	200.00%
2	SONY	3.39%	0.37%	-54.55%
3	MEDICHROME	3.39%	0.37%	333.33%
4	TORAY INDUSTRIES	2.54%	0.28%	-50.00%
5	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.54%	0.28%	-28.57%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		–	–
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C40	조합된 기술
		G01	광학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

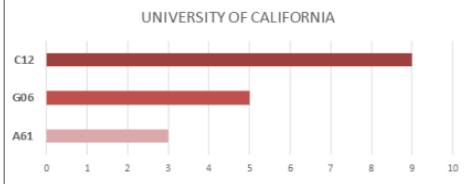
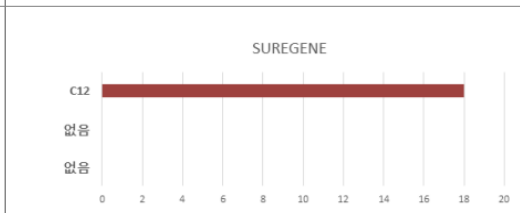
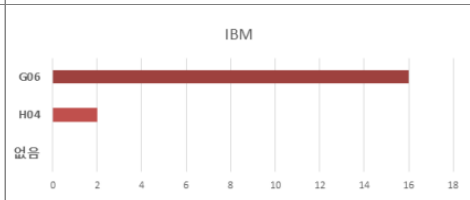
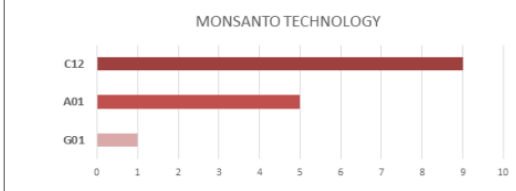
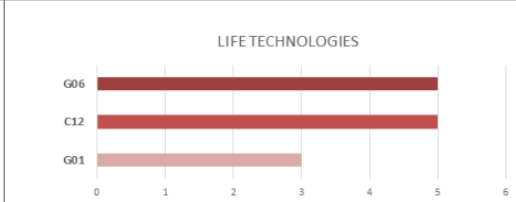
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	4.37%	0.58%	-21.43%
2	EPIGENOMICS AG	3.50%	0.46%	-88.89%
3	THOMSON LICENSING	2.97%	0.39%	-78.57%
4	EPIONTIS	2.45%	0.32%	80.00%
5	MAASTRICHT UNIVERSITY	2.10%	0.28%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C40	조합된 기술
		-	-
3		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		C40	조합된 기술

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.91%	0.51%	166.67%
2	SUREGENE	2.38%	0.42%	-100.00%
3	IBM	2.38%	0.42%	100.00%
4	MONSANTO TECHNOLOGY	2.12%	0.37%	0.00%
5	LIFE TECHNOLOGIES	1.72%	0.30%	125.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학

54 유전자 치료기술



54 유전자 치료기술

중점과학기술 개요

☑ 질환의 발생·진행·치료에 핵심적으로 관련된 타겟 유전자의 발현이나 기능을 조절할 수 있는 유전물질을 재조합 바이러스나 인공적인 유전자 전달체에 탑재하여 전신적으로 또는 질환부위에 국소적으로 도입함으로써 난치성 질환을 유전자 수준에서 예방·치료하는 차세대 치료기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

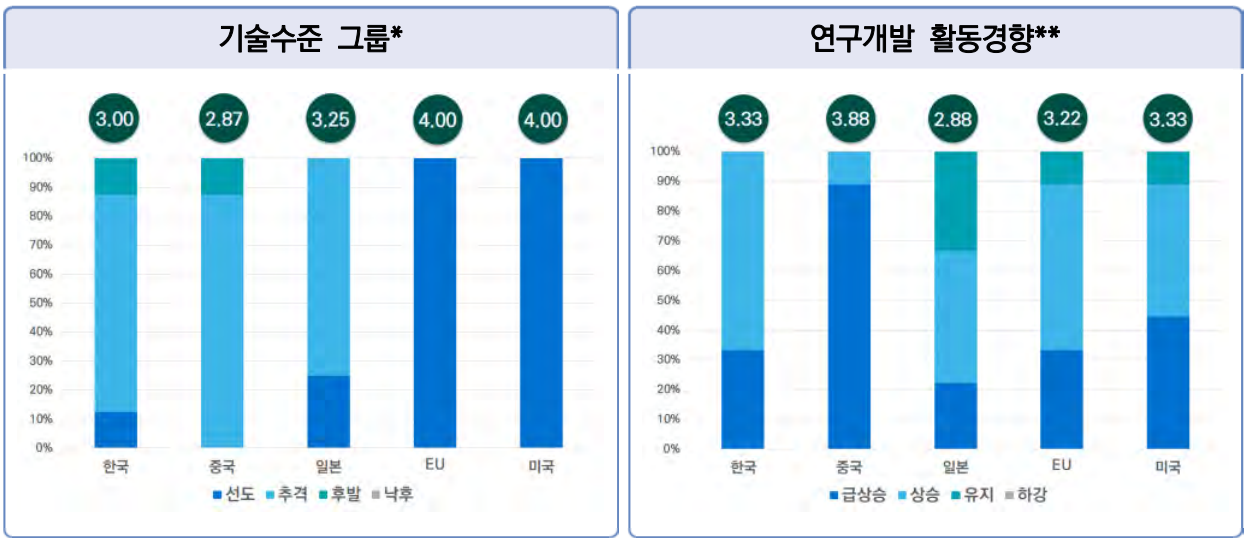
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	82.5	3.5	추격	보통	우수	상승
중국	78.5	4.3	추격	보통	우수	급상승
일본	85.0	3.3	추격	우수	우수	상승
EU	94.5	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	85.0	3.0	82.5	74.5	85.0	8.5	3.5	2.5	6.0	2.0
중국	80.0	4.0	78.5	75.0	80.0	2.4	4.3	2.5	6.0	2.2
일본	85.0	2.5	85.0	80.0	87.5	6.2	3.3	2.0	4.5	1.6
EU	95.0	1.0	94.5	92.5	95.0	1.6	1.0	0.5	2.0	1.1
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

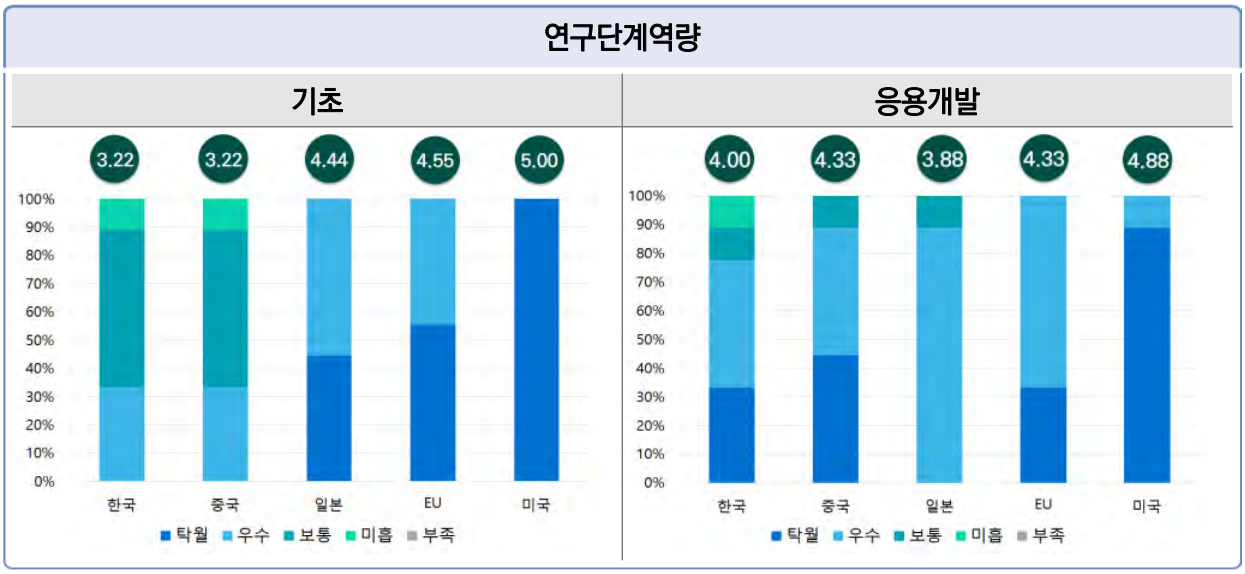
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (82.5%)	• 관련 생물학분야의 기술은 선진국 근접수준이어서 체계적인 전략과 투자 시 선진국 추격 가능함 • 전반적인 면에서 추격그룹의 특징을 가지고 있으나, 발전경향의 특징상 매우 빠르게 진전하고 있어 조만간 선도그룹에 진입할 것으로 예상됨 • 2017년에 관절염관련 유전자세포치료제 1건이 품목허가를 받음 • 글로벌 임상 3상을 진행 중인 한국 유전자치료제 회사가 3개사 있음 • 투자 부족, 인력 부족 등으로 고전 중
중국 (78.5%)	• 개방적인 기술개발 환경을 바탕으로 선진국 추격 중임 • 다수의 유전자세포치료제 임상 진행 제품 현존 등 관련분야의 활발한 연구 진행 • 급격하고 다양한 기술의 개발이 시도·보고되고 있어서 조만간 선도그룹에 진입할 것으로 예상됨 • 전반적인 유전자치료 기술 개발 수준이 높다고는 할 수 없으나 실제로 의미 있는 주요 유전자치료 분야에서는 가장 빠름 • 세계적으로는 처음으로 유전자치료제를 허가한 국가임. 최근 CAR-T를 중심으로 활발한 임상시험과 투자가 진행되고 있음. CAR-T의 경우, 미국에 이어 2번째로 많은 임상시험이 진행 중임 • 도전적 시도 및 이에 따른 선도적 연구 성과물의 도출 • 정부차원의 적극적 지지와 연구 인력의 급격한 팽창으로 빠른 시일 내에 선도그룹으로 진입할 수 있을 것으로 예상됨. 하지만 부족한 기초연구 및 연구 윤리적 측면에서 다소 낮게 평가함 • 강력한 국가정책 지원과 우수한 신약개발기술, 그리고 강력한 국가 정책 주도의 기반기술 및 인프라 확립으로 빠르게 신약개발의 제품화를 추격하고 있는 시스템
일본 (85.0%)	• 허가 받은 유전자치료제는 없으나 임상시험은 활발하게 진행되고 있으며 기초 연구 논문도 많음 • 우수한 신약개발기술과 국가 주도의 기반기술이 발전하여 신약개발의 제품화를 추격하고 있음
EU (94.5%)	• 활발한 교류로 인해 선진국 간 기술격차는 줄어들고 있다고 판단됨 • 선진국 최초로 유전자치료제 허가가 난 곳은 EU임. 이후에도 여러 건 허가가 났고, R&D 활발하게 진행 중임 • 선진 시장에서의 유전자치료제 허가는 EU에서 이루어짐. 현재까지 3개 제품이 허가를 받아 시장에 진출함 • 선도적인 신약개발기술과 함께 기업 주도의 기반기술이 발전하여 신약개발의 제품화가 효율적으로 진행되는 시스템
미국 (100%)	• 체계적 전략, 우수 연구 인력, 과감한 투자를 바탕으로 우수 연구 성과를 도출 중 • 최근 품목허가제품 증가 및 다수의 임상 3상 치료제 현존 • 연구의 방향과 기술개발에 대한 핵심요소를 보유하고 있음 • 다수의 유전자치료제가 판매 허가를 받았으며 5년 이내 허가 받을 전망인 후보 물질도 다수 존재 • 2017년 12월까지 4개 제품이 FDA허가를 받아 시장에 진출함. 임상개발, 사업화 등에서 가장 앞서 있고 개발 사례도 가장 많음. • 선도적인 신약개발기술과 함께 비영리기관 및 기업이 주도하는 기반기술이 동시에 발전하여 신약개발의 제품화가 가장 효율적으로 진행되는 시스템

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 최초의 관절염 관련 유전자세포치료제 품목허가 보유 및 다수의 글로벌 3상 제품 보유 등 제품 개발 분야에 있어 최고 기술수준 국가에 상당히 근접해 있음. 유전가위기술의 경우 최고기술수준국가에 거의 동등하게 근접해 있음 특정분야 및 일부 독창적 분야의 발굴 등 틈새공략을 통한 일부 유전자치료제 분야를 선도하고자 하는 등 전략 구축에 힘씀 • 연구자들의 지속적인 관심과 노력으로 기술의 발전 속도와 양적·질적 수준이 급상승하고 있으며 바이오 신약의 선두주자가 될 수 있는 기술 인력을 보유함 • 유전자치료제 개발에 필요한 요소기술들을 대학에서 개발하여 자체적으로 세계적인 지적재산권을 많이 확보하고 있어서, 정부의 확실한 지원과 기업과의 공동연구개발이 활발해 진다면, biosimilar 개념이 아니라, 진정한 의미의 바이오 신약을 국내기술로 개발할 수 있음 • 관련 분야의 기초연구는 선진국 추격 수준을 유도하고 있으나 실용화 응용기술 개발 단계에서 발목이 잡혀 있음 • 연구자 수준과 개발기술이 매우 우수하나, 강력한 규제로 개발 기업들의 제품화 추진의지를 약화시킴 • 제품화를 효율적으로 진행할 있는 기반 인프라가 미흡하여 해외 의존도가 높고 제품화 효율성을 가장 저해하는 요인임 • 일부 선도 기업의 임상은 세계적인 수준	• 소수의 기술, 인력 등 인프라 구조에 있어 다소 미흡 • 연구개발 및 사업화와 정부의 규제 사슬의 경직화로 기술의 유통이 원활하지 않은 생태계 • 연구진 층이 얇음 • 연구용/임상시험용 시료 생산 기반 취약 • 바이오 신약개발을 위해서는, 그 기술을 가장 잘 알고 있는 기술개발자의 포괄적인 참여가 절실함. 하지만 국내에서는 이러한 문제점에 대한 인식이 부족하여, 장기적인 개발계획 및 구체적인 실현 방안이 부족함 • 국가 주도로 마련된 전략이 연구자 전체의 의견을 담지 못하는 경우가 있음. 인건비, 복지 등 연구 인력을 수용할 수 있는 인프라의 미비로 우수 연구 인력을 연구계로 유인할 수가 없는 연구 환경과 연구비 부족의 개선이 필요 • 너무 안전성을 강조하는 규제로 제품화 진행이 가장 어려운 형편임. 기반 인프라 부족으로 해외 의존도가 높고 제품화 효율성 저해하는 주된 요인임 • 전반적으로 수준이 떨어지며 특히 유전자치료의 생산/규제관련 인프라가 없는 편 • 생산 및 전 임상, 임상 개발 환경 등 기초연구자의 수 및 연구지원이 약함. • 국가지원 정책이 우수하나 일관성이 미흡하여 결실을 보기 어려운 상황임
중국	• 최근 유전자세포 치료제 개발 분야에 있어 임상연구의 급증 등 관련 분야의 기술 인력 인프라 분야에 상당한 투자를 하고 있음 • 자국출신의 국외 우수 기술 연구진의 유입을 통한 인프라 구축에 상당한 수준에 이름 • 범정부적인 차원에서의 체계적인 인적자원 관리 및 투자에 의해 급속도로 변화하고 있으며, 추격형을 넘어 기술의 상용화 및 새로운 기술 개발에 대한 가능성 급상승 • 유전자치료제 요소기술에 대한 세계적인 지적재산권은 확보되어 있지 않지만, 국가차원에서 유전자치료제 개발에 대한 지원이 매우 활발하게 이루어져, 선진국에서 개발한 것을 모방	• 제품 안전성 및 효능에 대한 데이터에 대한 신뢰성에 국제적 동의를 얻을 수 있는 시스템 확보 필요 • 기초연구에 대한 원천기술 및 기술 개발 인프라 수준이 상대적으로 낮음 • 아직 개발경험이 일천함 • 세계적인 기준에 미흡한 수준으로 임상시험이 이루어지고 있어, 향후 국제 규정을 통과하는 확률은 낮을 것으로 예상되나 국내시장이 매우 커서 자체시장으로도 유전자치료제를 활성화 시킬 수 있다고 예상됨 • 생명윤리적인 우려가 늘 내재되어 있는 연구 환경의 개선이 필요함

국가	강점분야	기타
	하여 임상시험을 매우 활발하게 진행하고 있음. 이러한 임상결과는 해외에 역수출되어 중국내 유전자치료제 개발을 활성화시키고 있음 • 도전적 전략과 다수의 해외 수학 경험 우수 연구 인력을 바탕으로 추격 연구가 활발함 • 선도적인 위치를 확보하겠다는 강력한 국가 정책과 지원 사업으로 빠르게 성장하는 국가 • 우수한 글로벌 기업 및 기반 인프라 보유 • 선진국의 성공사례를 중국 국내에 도입하려는 시도가 매우 급증하고 있음. CAR-T의 경우, 임상시험 진행 사례가 미국에 이어서 2위라는 것이 좋은 예시임. 미국에서 훈련받은 인력들의 적극적인 영입과 전임상과 생산 등의 인프라 투자도 크게 증가하고 있음. • 개발, 임상 기반이 빠르게 향상하였으며 기술 쪽도 빠르게 발전	• 기초연구 부족, 연구 윤리의식 부족 • 안전성 검증이 미흡 • 아직 혁신 기술의 개발을 하고 있지는 못함
일본	• 기초연구 분야 및 연구 인프라 구축부분에서 최고기술보유국에 상당히 근접해 있음 • 기초기술과 응용개발을 원활하게 하는 인력의 강점이 있음 • 최근에는 생산 쪽에도 많은 투자가 이루어짐 • 최근에는 정부에서 새로운 개념의 바이오 신약에 대한 대대적인 정부의 지원이 이루어지고 있어, 바이오 신약 개발의 기간이 단축될 것으로 예상 • 정부의 강력한 추진전략과 투자를 바탕으로 추격 연구 진행 중 • 기초과학 개발에 있어서는 좋은 환경. 제약사들이 보수적이나 세포치료 및 유전자 치료 분야에 대해서 최근 높은 관심도와 투자를 보임	• 응용 및 개발 부분에 있어 다소 미흡함 • 기술, 인력에 비해 상대적으로 기술개발변화에 대한 인프라의 약점이 있음 • 규정 관련하여 매우 보수적이어서, 새로운 치료제 개발에 걸림돌이 되어 왔음. 하지만, 최근에는 유전자치료제 개발 연구를 정부에서 활발히 지원하기 시작하였음 • 정부 주도가 지나친 간섭으로 나타날 우려가 있음 • 좋은 기술에 비해 선도 임상개발은 없음
EU	• 제품 품목허가 경험 보유를 통한 제품 개발 및 생산 경험 보유를 통해 향후 유전자치료제 분야의 선도 그룹 중 하나로 부각하려 투자에 힘씀 • 기초 및 응용 연구 분야 모두 최고기술 수준국가에 근접함 • 기초기술과 응용기술에 대한 다양한 시도는 잘 갖추어진 인프라에 기인함 • 인력, 기술, 새로운 치료제 개발을 장려하는 사회 분위기 • 오랜 기간 동안의 기초 및 응용연구를 지속하여 와서, 축적된 유전자치료제 개발 관련 연구 및 응용개발 기술이 우수함	• 제품 생산 공정 분야에 대한 기술수준이 다소 미흡 • 전 세계 기술을 주도할 기초연구에 대한 새로운 분야의 개척이 요구됨 • 다양한 의견의 통합이 필요 • 도전 연구 부족 • 자본과 시장이 미국에 비해 뒤처짐

국가	강점분야	기타
	• 각 국가별, EU 내 각 지역별, 그리고 EU 전체적으로 통합된 전략을 만들어 연구 수준 향상을 도모하고 있음 • 미국에 비해서는 부족하지만, 모든 분야에서 선도그룹에 걸맞은 수준을 갖추고 있음 • 유전자치료제가 실제 상용화되면서 투자가 활발해지고 있음	
미국	• 기초 및 응용 연구 분야 모두 세계 최고 수준 • 십 수년 간 임상 경험 및 최근 품목허가 제품의 증가와 다수의 임상3상 진행 중인 제품의 증가로 향후 유전자 치료제 분야를 계속 선도할 것으로 예상 • 기초연구의 우수성으로 응용개발로의 연계 기술이 풍부하며 기술의 유통이 활발한 생태계를 유지하고 있어서 기술의 상품화 속도가 매우 빠르게 진행될 수 있는 인프라가 유지됨 • 선도적인 기술, 가장 탁월한 기술 인력, 가장 선도적인 기반 기술 보유, 가장 선도적인 글로벌 비영리기관 및 기업 기반 인프라 보유 • 최근 5년 동안 유전자치료제가 4건 허가를 받으며 투자가 활발히 이루어지고 다국적 제약기업의 참여도 증가하고 있음	• 천문학적 치료비용 문제 해결 필요 • 연구비 증액이 다소 둔화 • 최근 선도적 연구가 다른 나라에 비해 다소 부족함

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	4위	1위	2위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 중 단위규모 총괄과제 확대를 통해 국내 연구팀 간 공동연구 촉진 절대 필요 • open innovation을 통하여 기술혁신을 이루고자 하는 관련 기업체들이 점차 증가하는 추세에 맞추어, 대기업과 중소 벤처기업 및 학연간의 협력연구 시스템을 촉진시키는 제반 정책 수립 필요 • 국내 유전자치료제 개발과 관련된 연구자들의 풀을 구성하여 물리적인 융합 유도와 양질의 연구계획서 작성과 과제진행의 화학적인 융합을 유도하는 프로그램을 진행하는 것이 필요함 • 국내에 필요한 역량이 모두 있지 않고 유전자치료제의 경우 해외 시장의 중요성이 높음 • 학계 개발 기술을 적절한 조건으로 산업계로 기술이전하고 산학의 공동연구 장려 • 국가 연구비 지원의 성과물은 누구나 공유하고 활용할 수 있다는 점에 대해서 연구자들에 대한 교육 확대 • 자유롭게 진행되도록 하는 것이 바람직함
국제협력 촉진	• 유전자치료 기술은 소규모 벤처기업이 보유한 고유 기술에 기반을 둔 경우가 많음. 이러한 소규모 벤처기업의 경우 해외 법인 설립에 경제적 이유 및 정보 확보 한계 등 여러 요인으로 인하여 진출이 어려운 바, 해외 법인 설립 등을 촉진할 수 있는 정책적 지원이 보다 활발히 이루어졌으면 함 • 미국과 유럽 및 선도그룹에 있는 연구단체와 국제 교류 연구비 확충이 필수적임. 이러한 국가기관별 매칭은 top-down형식의 국가/정부차원에서 이루어지는 것도 좋은 방법임 • 국내에 부족한 역량을 가진 해외 그룹과의 협력이 필수적임 • 복지부의 '국제 공동협력과제'와 같이 해외 전문 연구팀들과 실제적인 연구를 할 수 있도록 지원. 이 경우에는 연구비의 80% 이상을 해외에서 활용할 수 있도록 전향적인 자세가 필요
인력양성 및 유치	• 유전자치료 기술의 경우 상당 기간의 연구력의 축적이 필요하며, 다양한 분야의 인력이 필요함. 이에 기초연구부터 생산 공정 및 임상설계 및 허가 등 다양한 분야의 인력 양성, 인프라 구축에 정부 지원이 보다 활발히 이루어졌으면 함. 이는 유전자치료기술에 국한된 것이 아니라 거의 모든 바이오의약품 개발에 적용되는 것임 • 차세대 바이오의약품개발로서 그 가치와 개발의 의미가 큰 분야인 만큼 인력양성과 활발한 연구/개발 생태계 형성을 통한 원활한 공급/수요가 이루어질 수 있는 정책적인 방향이 필요 • 유전자치료제 연구, 임상개발, 생산, 인허가, 기술 이전 등 전 분야에 걸친 인력 양성 필요 • 학계 유전자치료제 개발 인력 양성 촉진하여 산업계의 인력 수요를 맞출 수 있도록 장려 • 관련 분야 경험이 있는 연구자풀이 중요하므로 해외 유전자치료 개발 경험자의 유치가 필수 • 유전자치료제 개발 경험이 있는 국내 인력이 많이 부족한 상황이므로, 산학연의 프로그램 등을 통해서 적극적으로 인력 양성이 필요함. 예를 들면, 공동연구주제를 바탕으로 산업계 인력이 학계에서 박사 학위 프로그램을 밟을 수 있도록 함. 그와 반대 방향으로도 생각 가능 • 연구소와 연구중심대학에서의 안정적인 인력양성을 위한 경제적 지원 확보 필요 • 전반적인 산업이 발전되지 않아 취업의 질이 좋지 않아서 우수한 인적 자원이 가장 부족함. 국가적으로 전적인 장학지원으로 우수인력이 전문교육을 받을 수 있는 시스템이 매우 시급

	정책제언
인프라 구축	• 바이러스 제제의 대량생산 시스템 및 인프라 구축을 위한 정책적 지원이 필요함 • 유전자치료제 개발에 국내외 협력을 통한 상호협력적인 생태계형성이 필요하며 상용화와 관련한 제약업계의 체계적인 연계구조도 필요함 • 비임상/임상시료를 실비로 생산하여 연구자에게 공급할 수 있는 시설 마련 필요 • 유전자치료의 경우 생산 부분이 여전한 장애물 이므로 해외 사례를 참고하여 세포 및 유전자치료제 및 관련 시약 생산 인프라를 공공에서 구축할 필요가 있음 • 개발된 기술의 인체 적용을 위한, 생산시설과 비임상 동물실험(독성, 유효성, 약리)을 진행할 수 있는 CMO 및 CRO 등이 여전히 부족함 • 정치와 상관없는 과학을 위한, 과학 발전에 도움이 되는 인프라 구축이 필요함 • 많은 인프라가 구축되고 있으나 전문가가 주도하는 것이 아니라서 많은 하드웨어 인프라가 구축되어도 쓸모없는 시설과 장비로 활용도가 낮음. 글로벌 전문가를 포함하여 구축하는 것이 필요함
법·제도 개선	• 선진국의 유전자 치료제 연구 및 허가 법규에 상응하는 네거티브 규제 방식으로의 전환에 더 전향적 개선을 고려하였으면 함. 선진국과 같이 임상결과의 주 책임자를 식약처 등 허가기관으로부터 임상주도 기관에 둠으로써 연구윤리에 임상을 주도하는 기관이 자발적으로 엄격히 임할 수밖에 없는 환경 조성이 더욱 필요함 • 바이오의약품 중 유전자치료제에 대한 규제 및 법률에 대한 수위 조절이 절실하며 국제적인 경쟁력을 갖추는데 시급한 요소임 • 생명윤리 및 안전에 관한 법률 중 유전자치료에 대한 조항을 변화한 기술 수준 및 타 국가 규제 수준에 맞추어 개선할 필요 있음 • 생명윤리 및 안전에 관한 법률에서 대상 질환을 한정한 것. 유전자치료제를 임상시험 수행 및 허가된 제품의 투여 가능한 병원을 미리 등록하도록 하는 것 등의 법률은 개선되어야 함 • 연구 허가 및 제어에 대한 법·제도 개선이 전문성에 기반이 되어 수정이 되고 연구현실에 맞게 보완할 필요가 있음 • 너무 구시대적인 법과 제도가 개정되지 않아서 대부분 해외에서 임상시험을 진행하는 추세
연구비 확대	• 국책을 통한 중대단위 규모 연구비 확대 절실 • 신약 개발, 유전자치료제와 같은 바이오의약품 개발은 기초부터 임상까지 상당한 연구비 확충이 필요함. 유전자치료제 개발의 경우 국내의 기술은 최고 수준의 선진국인 미국에 견주어 크게 뒤지지 않은 분야이며, 이미 허가제품이 나오고, 글로벌 임상도 수 건 하고 있는 매우 발전해 있는 분야임. 그것에 비해 정부 차원에서 몇 개의 글로벌 진출기업에 대한 정책적 연구비는 지원되어 오고 있으나, 기초부터 아우르는 대규모 정책적 연구비가 지원된 적은 거의 없었음. 유전자 치료기술의 경우 국내 시장의 한계로 반드시 글로벌 시장으로 진출하여야 성공을 이룰 수 있을 것이며, 이를 위해선 특히 IP 확보가 매우 중요함. 이를 위해 기초 단계의 기술 개발에 대한 지원이 보다 활발히 이루어졌으면 함 • 의약품 개발은 기초부터 상용화까지 단계별에 맞는 연구비를 확대하고 특히 임상-상용화단계에 있는 연구는 정부차원에서 확대 지원하는 것이 바람직함 • 유전자치료제에 특화된 연구과제 지원 필요 • 기초연구와 임상연구에 대한 연구비는 각각 미래부와 복지부 등에서 지원이 되고 있지만, 임상진입 직전 단계인 비 임상 시험 연구에 대한 지원제도 마련이 필요함 • 해당 분야에 대한 집단과제 외에도 개인과제에 대한 연구비 확대 필요
기타 의견	• 세포치료제와 유전자치료제는 분류상으로는 상이하지만 연구내용으로는 공통분모를 많이 가지고 있음. 즉, 세포를 이용한 유전자치료제 개발이 대부분. 따라서 법제 및 인프라 구축 및 융·복합 연구에 있어서 연계하여 고민하고 추진하는 것이 바람직함

다 주요 분석 결과 요약

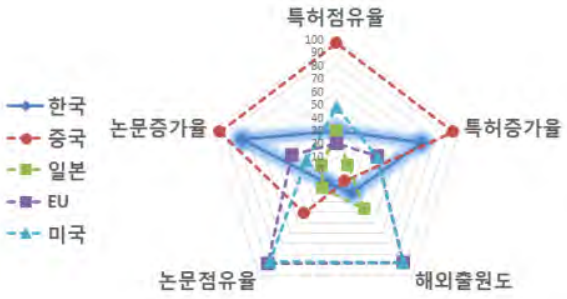
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	유전자 치료기술	3,530	2,282	40.6%	57.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

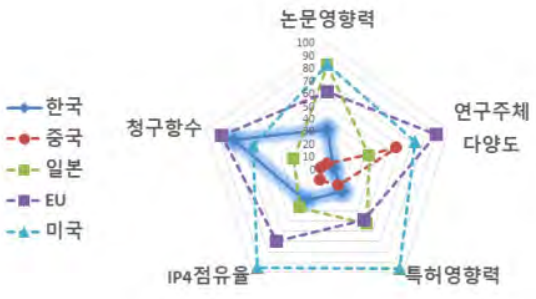
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	38.8%	47.9%	29.6	6.5
한국	5위	3위	4위	4위
	2.3%	12.4%	20.0	0.6
5개국 평균[2]	-	-	24.7	4.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

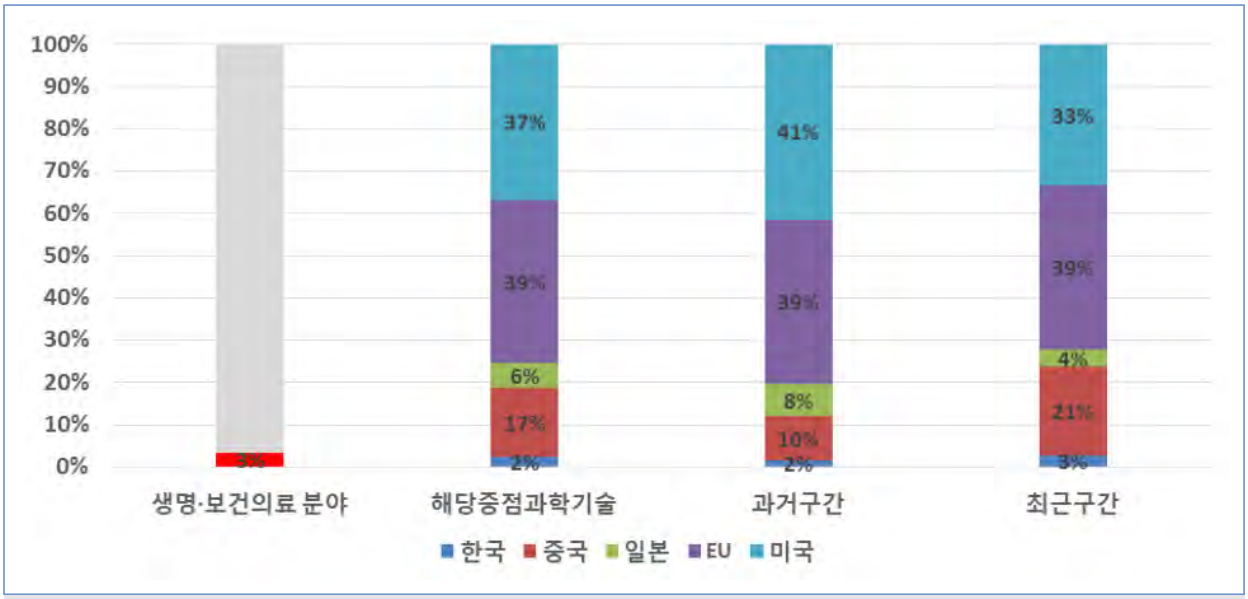
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.3%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(20.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(38.8%), 미국(36.7%), 중국(16.5%), 일본(5.7%), 한국(2.3%) 순이며, 논문 증가율은 중국(186.8%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(29.6), 일본(29.4), EU(25.1), 한국(20.0), 중국(11.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(12.4%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(0.6)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(47.9%), 미국(19.5%), 한국(12.4%), 일본(12.2%), EU(8.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(160.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(6.5), 일본(2.6), EU(2.4), 한국(0.6), 중국(0.1) 순이며, IP4 점유율은 미국(44.6%)이 가장 높고, 특허청구항수는 EU(6.6)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.3%	16.5%	5.7%	38.8%	36.7%
	논문 증가율	124.0%	186.8%	-23.7%	40.0%	13.5%
	논문 영향력	20.0	11.7	29.4	25.1	29.6
	연구주체 다양도	0.74	0.88	0.84	0.96	0.91
특허 분석	특허 점유율	12.4%	47.9%	12.2%	8.0%	19.5%
	특허 증가율	78.4%	160.7%	-50.0%	11.6%	10.4%
	해외출원도	1.4	0.2	2.8	7.0	7.0
	특허 영향력	0.6	0.1	2.6	2.4	6.5
	IP4점유율	12.3%	0.5%	15.1%	27.5%	44.6%
	청구항수	6.0	2.8	4.2	6.6	5.4

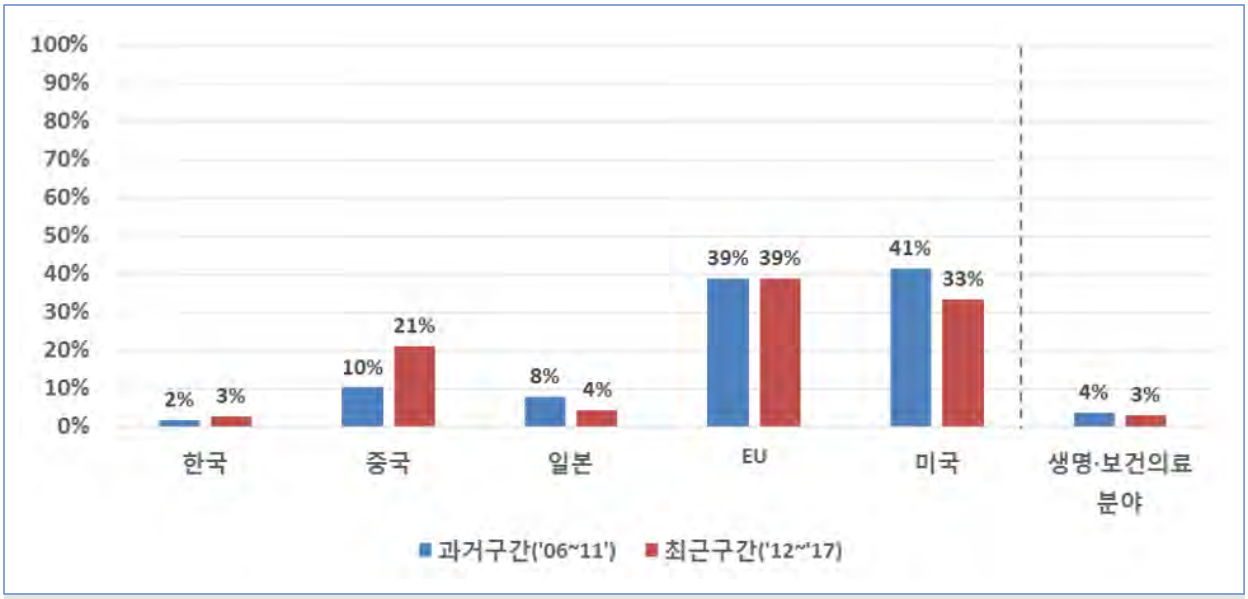
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 유전자 치료기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1368건으로 전체 논문의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 유전자 치료기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 3%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

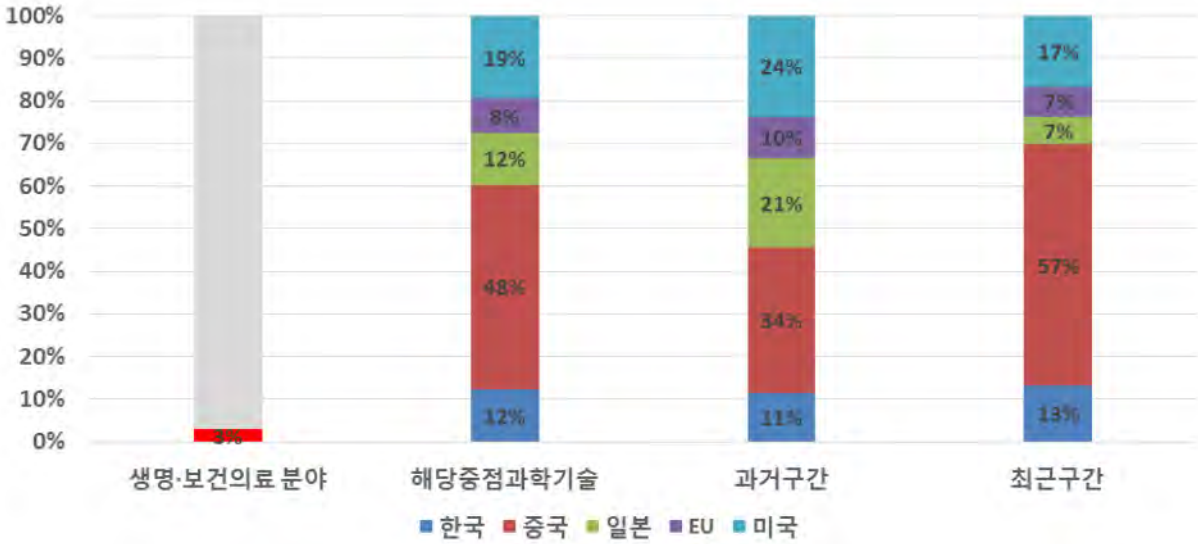


● 유전자 치료기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 124%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	25	56	81	124.0%
중국	151	433	584	186.8%
일본	114	87	201	-23.7%
EU	570	798	1,368	40.0%
미국	607	689	1,296	13.5%
전체	1,467	2,063	3,530	40.6%

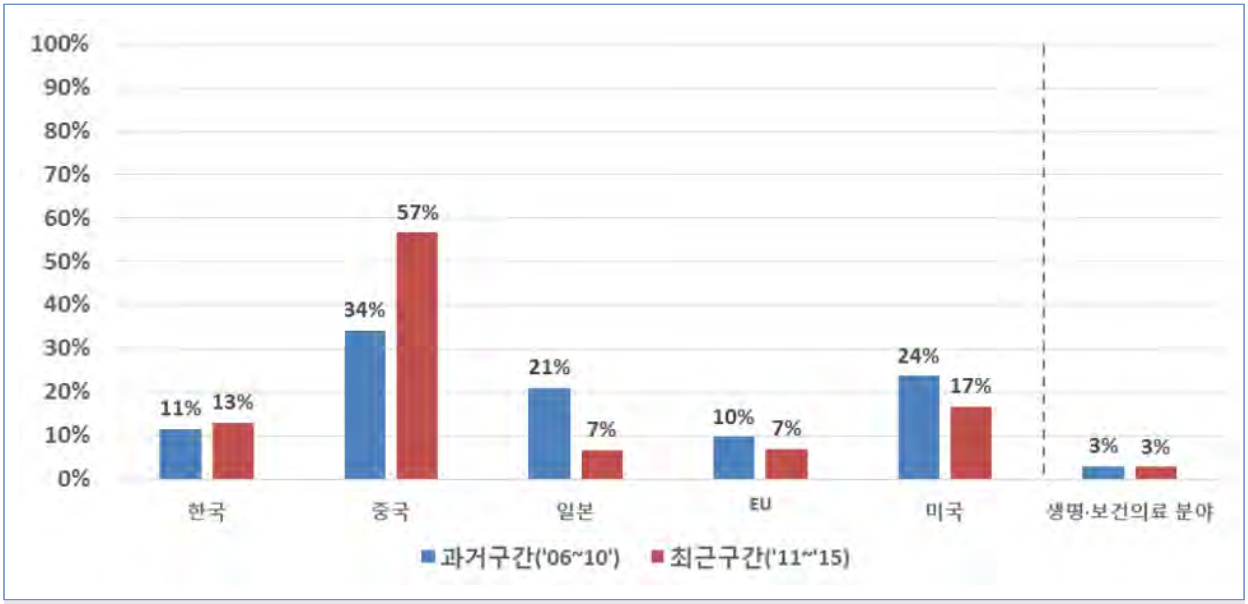
(4) 특허 점유율(전체)



- 유전자 치료기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1093건으로 전체 특허의 48%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 유전자 치료기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



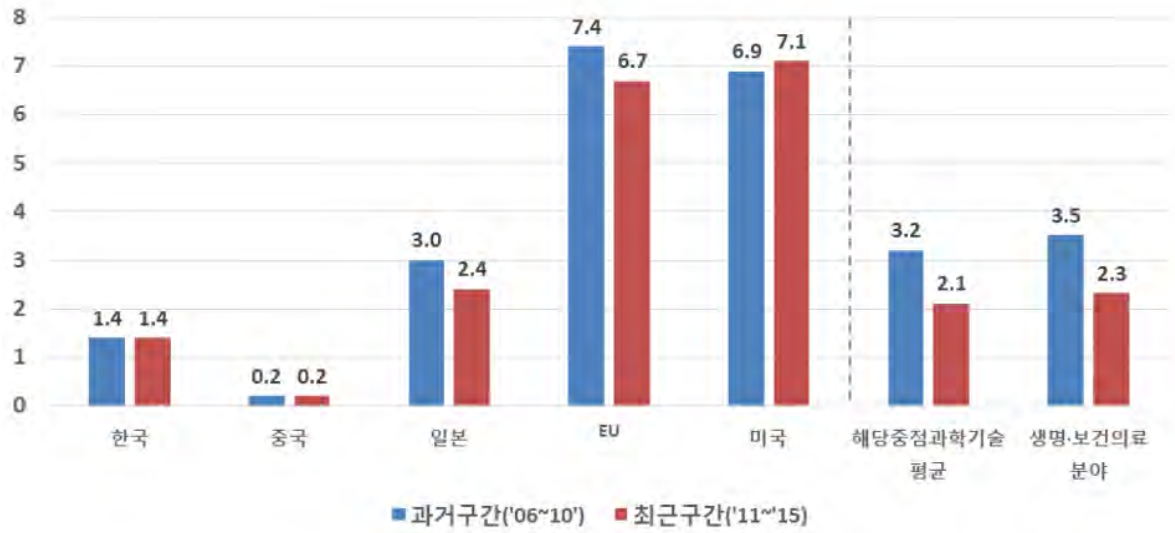
- 유전자 치료기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 78.4%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	102	182	284	78.4%
중국	303	790	1,093	160.7%
일본	186	93	279	-50.0%
EU	86	96	182	11.6%
미국	211	233	444	10.4%
전체	888	1,394	2,282	57.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

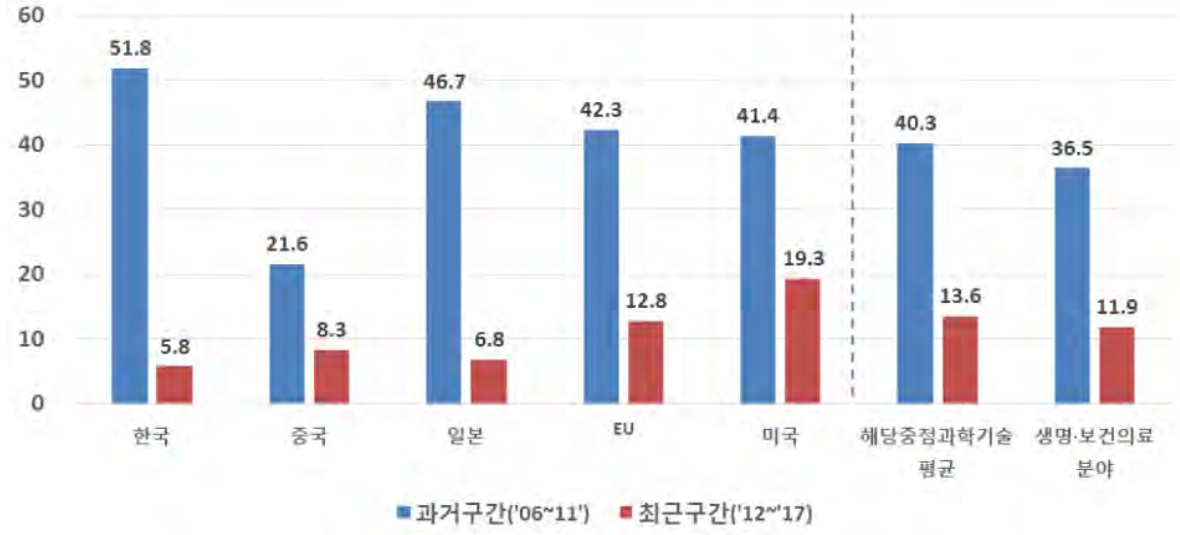


● 유전자 치료기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 EU의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



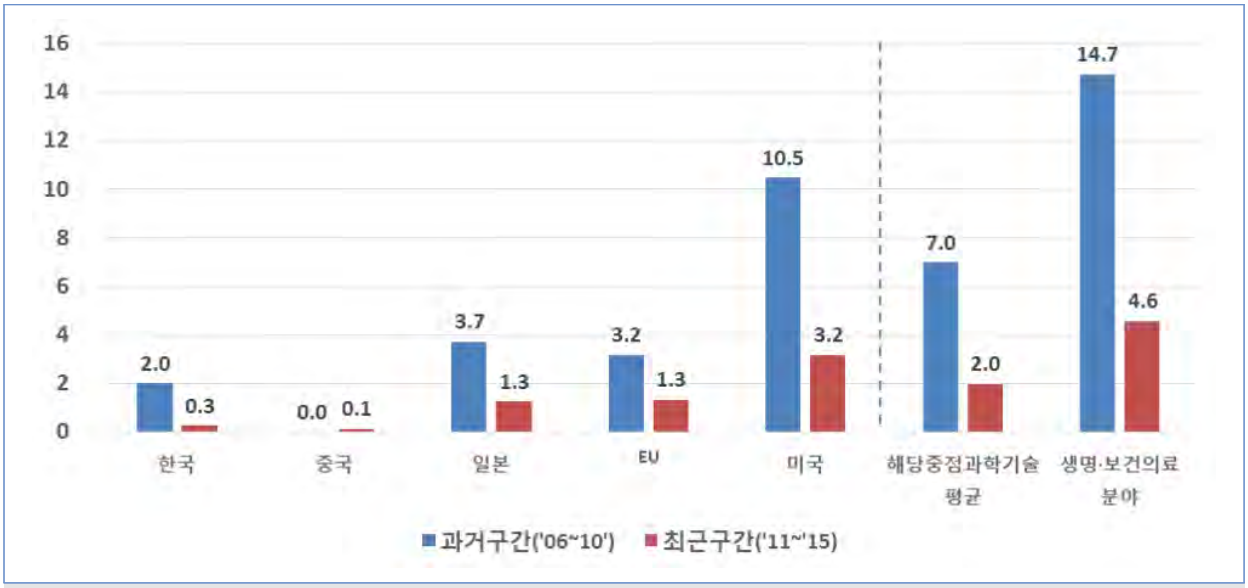
● 유전자 치료기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



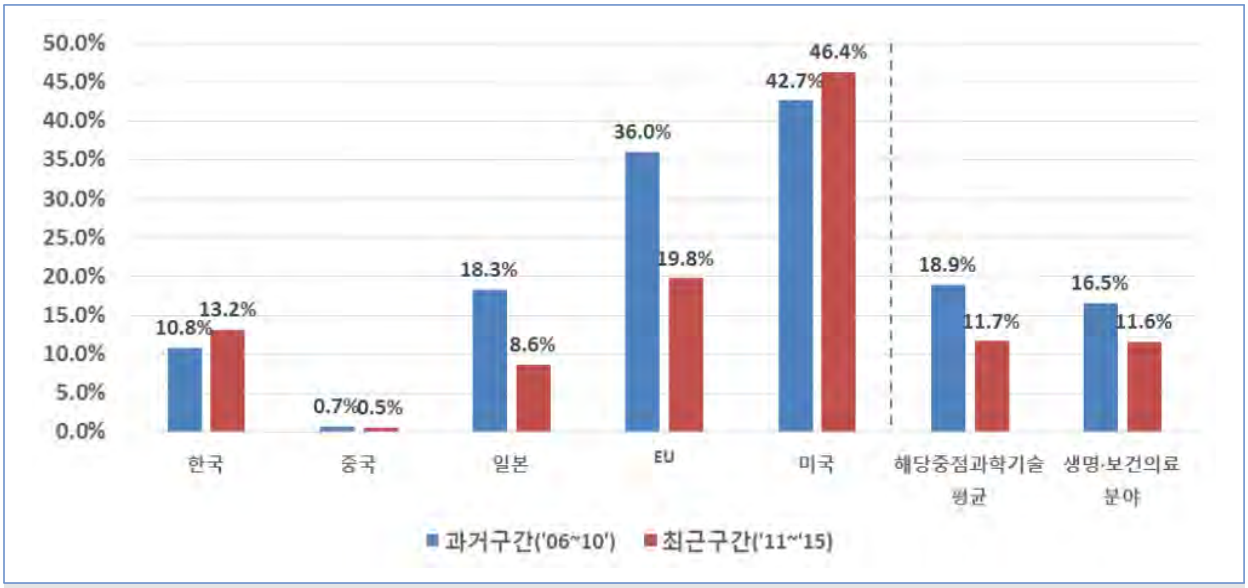
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



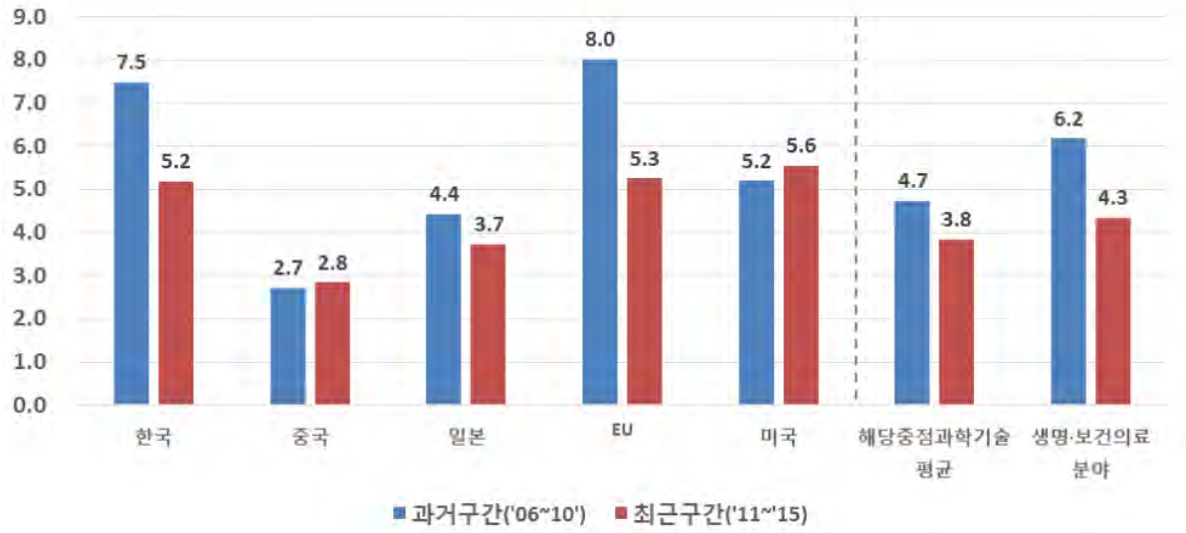
● 유전자 치료기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 유전자 치료기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 유전자 치료기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

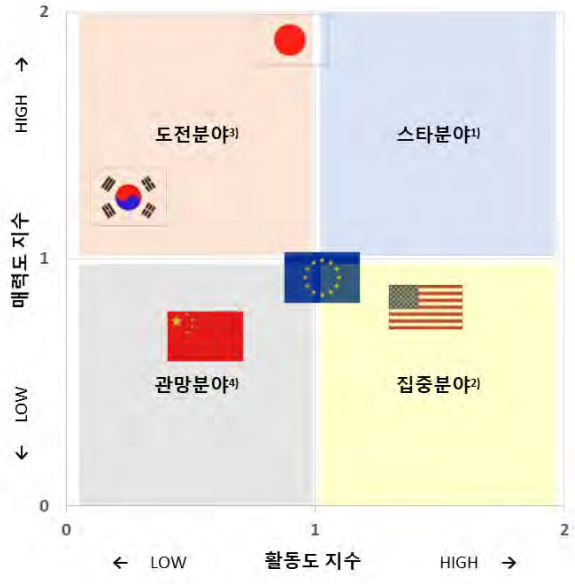
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

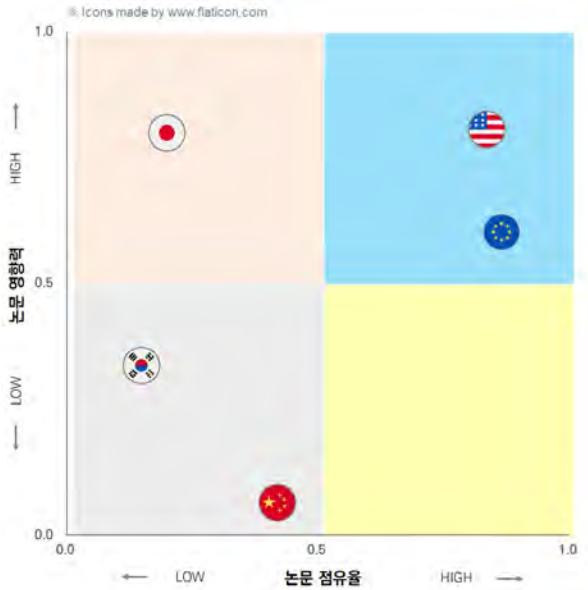
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 유전자 치료기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

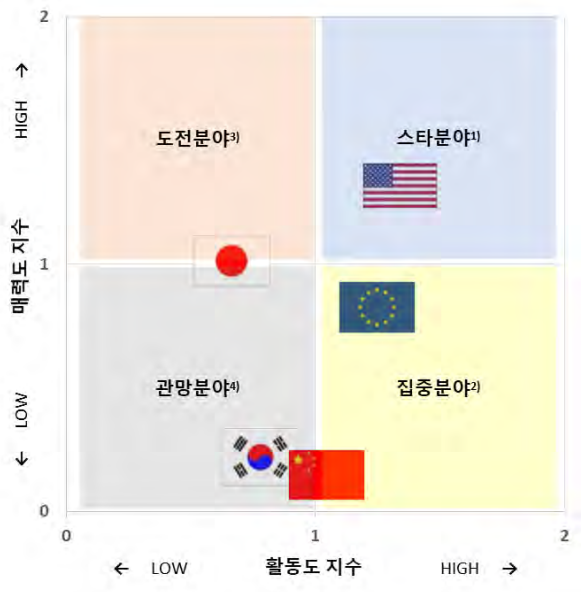


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

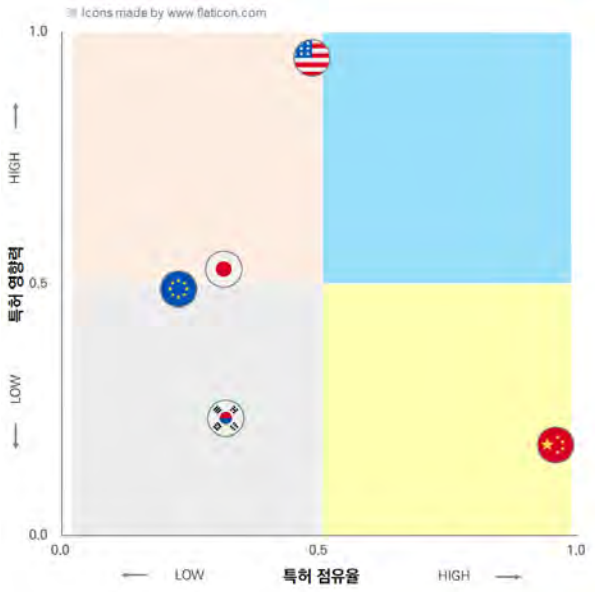
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 유전자 치료기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.33%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 11.11%(글로벌 점유율은 0.25%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.63%	1.33%	-4.17%
2	HARVARD MEDICAL SCHOOL	미국	1.85%	0.68%	66.67%
3	UNIVERSITY OF FLORIDA	미국	1.85%	0.68%	40.00%
4	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	미국	1.47%	0.54%	-10.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	3.08%	0.51%	250.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	11.11%	0.25%	100.00%
2	YONSEI UNIVERSITY	4.94%	0.11%	300.00%
3	CHA UNIVERSITY	4.94%	0.11%	300.00%
4	AJOU UNIVERSITY	4.94%	0.11%	0.00%
5	DANKOOK UNIVERSITY	3.70%	0.08%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	3.08%	0.51%	250.00%
2	SUN YAT-SEN UNIVERSITY	3.08%	0.51%	160.00%
3	FUDAN UNIVERSITY	2.40%	0.40%	33.33%
4	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.40%	0.40%	-44.44%
5	SHANDONG UNIVERSITY	2.05%	0.34%	40.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	6.97%	0.40%	-72.73%
2	OSAKA UNIVERSITY	4.48%	0.25%	-87.50%
3	NATIONAL INSTITUTE OF BIOMEDICAL INNOVATION	3.98%	0.23%	-85.71%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	3.48%	0.20%	33.33%
5	CHIBA UNIVERSITY	2.99%	0.17%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF OXFORD	1.17%	0.45%	333.33%
2	IMPERIAL COLLEGE LONDON	1.10%	0.42%	14.29%
3	HANNOVER MEDICAL SCHOOL	0.95%	0.37%	60.00%
4	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.88%	0.34%	100.00%
5	UNIVERSITY COLLEGE CORK	0.80%	0.31%	350.00%

6 미국

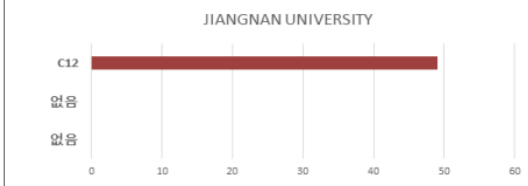
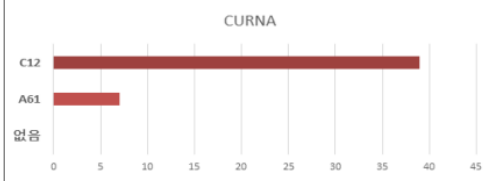
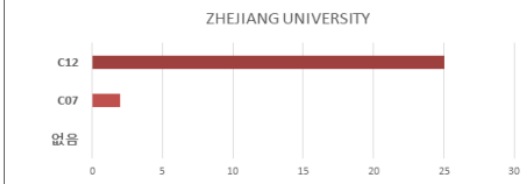
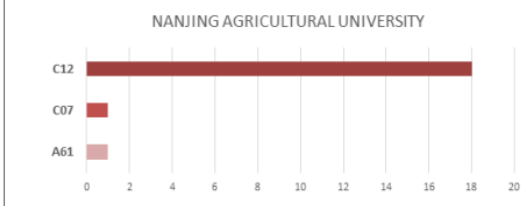
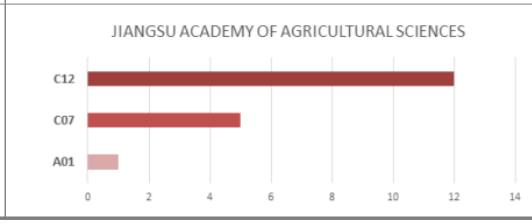
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.63%	1.33%	-4.17%
2	HARVARD MEDICAL SCHOOL	1.85%	0.68%	66.67%
3	UNIVERSITY OF FLORIDA	1.85%	0.68%	40.00%
4	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	1.47%	0.54%	-10.00%
5	NATIONAL CANCER INSTITUTE	1.23%	0.45%	-54.55%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'JIANGNAN UNIVERSITY(2.15%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '연세대학교'가 5.28%(글로벌 점유율은 0.66%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'JIANGNAN UNIVERSITY'와 '연세대학교'는 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

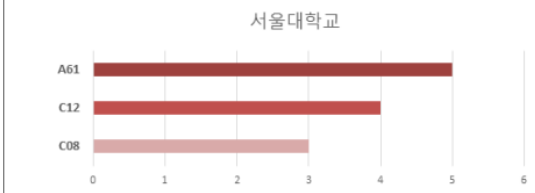
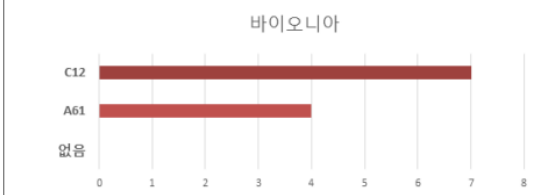
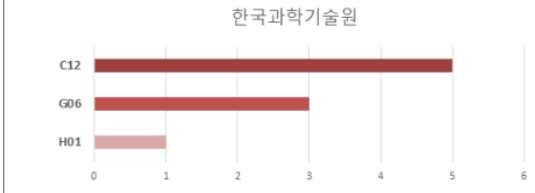
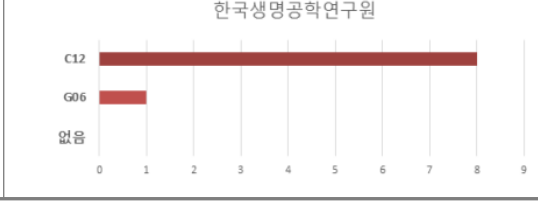
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	JIANGNAN UNIVERSITY	중국	4.48%	2.15%	344.44%
2	CURNA	미국	10.36%	2.02%	-8.33%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	2.47%	1.18%	185.71%
4	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	1.83%	0.88%	200.00%
5	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	중국	1.65%	0.79%	250.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업

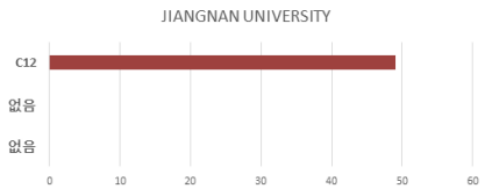
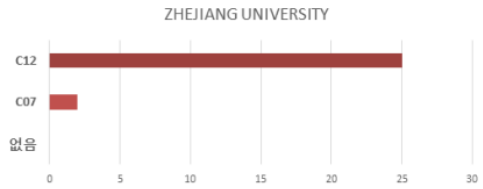
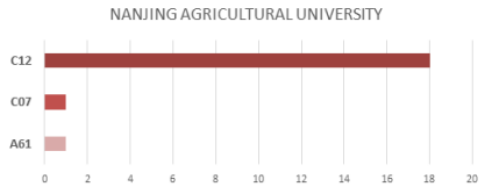
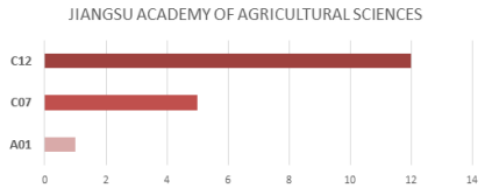
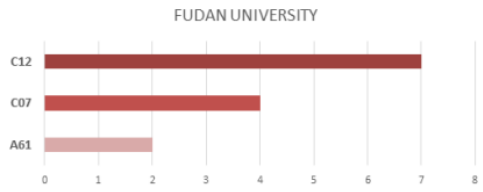
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	연세대학교	5.28%	0.66%	50.00%
2	서울대학교	4.58%	0.57%	60.00%
3	바이오니아	3.87%	0.48%	350.00%
4	한국과학기술원	3.17%	0.39%	25.00%
5	한국생명공학연구원	3.17%	0.39%	250.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–

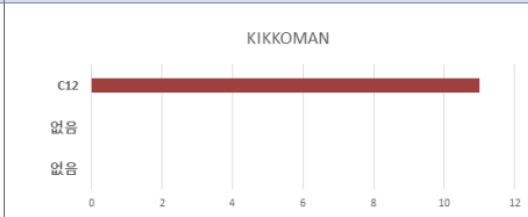
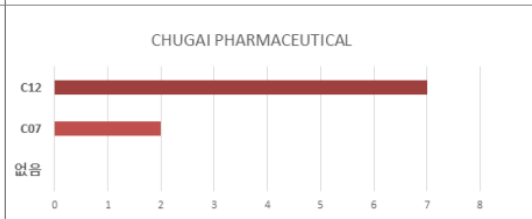
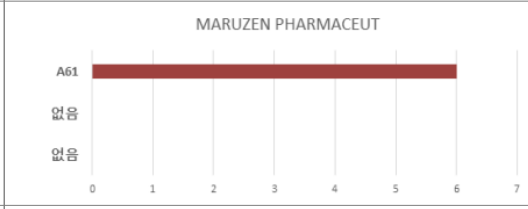
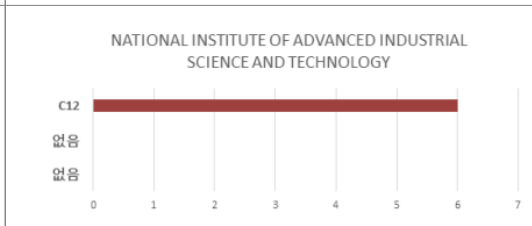
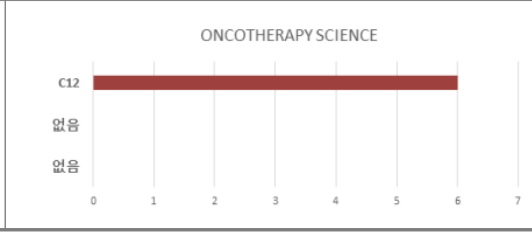
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	JIANGNAN UNIVERSITY	4.48%	2.15%	344.44%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.47%	1.18%	185.71%
3	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.83%	0.88%	200.00%
4	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	1.65%	0.79%	250.00%
5	FUDAN UNIVERSITY	1.19%	0.57%	125.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학

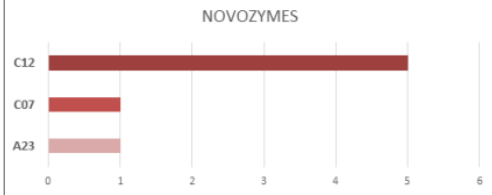
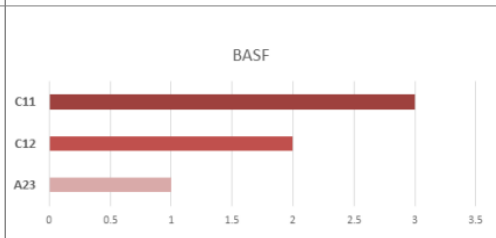
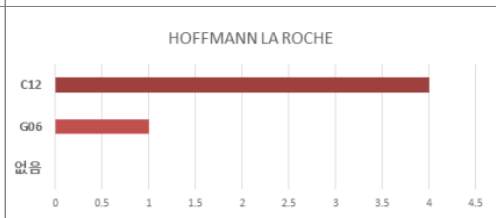
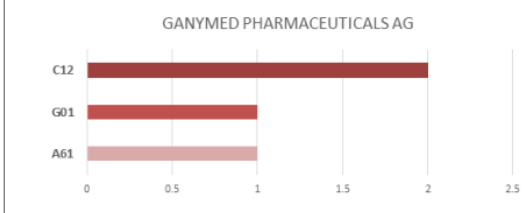
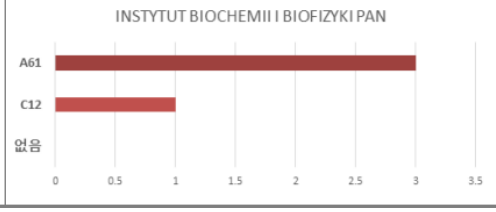
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KIKKOMAN	3.94%	0.48%	-62.50%
2	CHUGAI PHARMACEUTICAL	3.23%	0.39%	-71.43%
3	MARUZEN PHARMACEUT	2.15%	0.26%	0.00%
4	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.15%	0.26%	-50.00%
5	ONCOTHERAPY SCIENCE	2.15%	0.26%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-

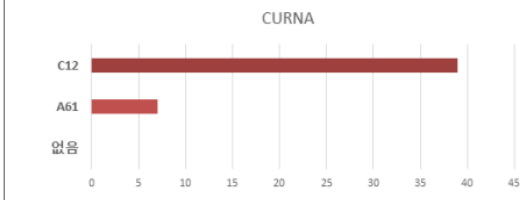
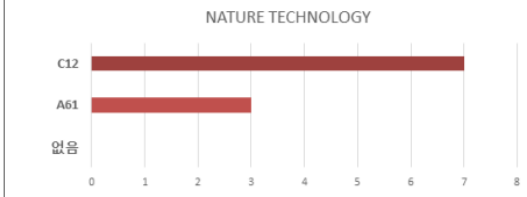
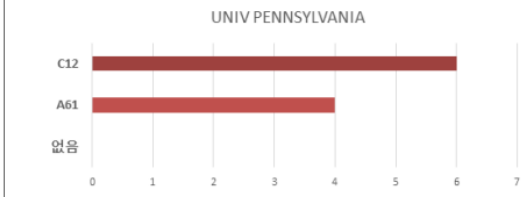
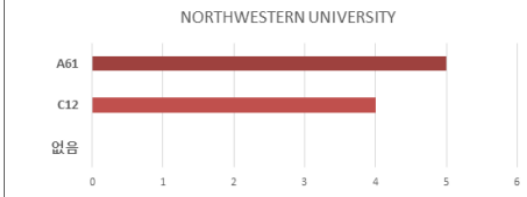
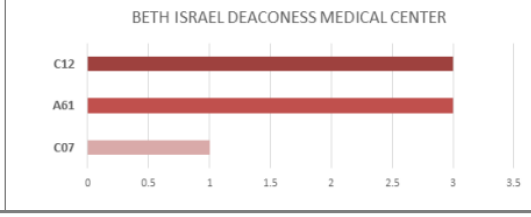
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NOVOZYMES	3.85%	0.31%	-60.00%
2	BASF	3.30%	0.26%	-80.00%
3	HOFFMANN LA ROCHE	2.75%	0.22%	-33.33%
4	GANYMED PHARMACEUTICALS AG	2.20%	0.18%	300.00%
5	INSTYTUT BIOCHEMII I BIOFIZYKI PAN	2.20%	0.18%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
2		C11	동물성 또는 식물성유, 지방, 지방성 물질 또는 납; 그것에 유래하는 지방산; 세정제; 양초
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학; 효소학;돌연변이또는유전자공학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CURNA	10.36%	2.02%	-8.33%
2	NATURE TECHNOLOGY	2.25%	0.44%	-75.00%
3	UNIV PENNSYLVANIA	2.25%	0.44%	300.00%
4	NORTHWESTERN UNIVERSITY	2.03%	0.39%	700.00%
5	BETH ISRAEL DEACONESS MEDICAL CENTER	1.58%	0.31%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
5		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학

55 줄기세포 기능조절 기술



55 줄기세포 기능조절 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 바이오·의료 기술 분야에 활용될 수 있는 줄기세포주의 학술적, 산업적 이용가치 극대화를 위해 기반이 되는 줄기세포 분리, 확보 및 배양 기술
- ☑ 다양한 기술 분야에서 서로 다른 목적으로 줄기세포에 대한 수요가 급증하고 있으며, 각 수요를 양적·질적으로 충족시킬 수 있는 대량 배양, 보존 및 양산형 공정 기술
- ☑ 최종단계의 특정한 목표 세포 또는 전구세포로 효율적·효과적으로 분화 유도하는 기술, 고순도·고기능 상태의 전구세포 또는 분화세포를 고효율로 확보하기 위한 기술, 줄기세포 기반 생체모사체(오가노이드) 생산을 통한 인체 생리·질환 모델링 기술을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

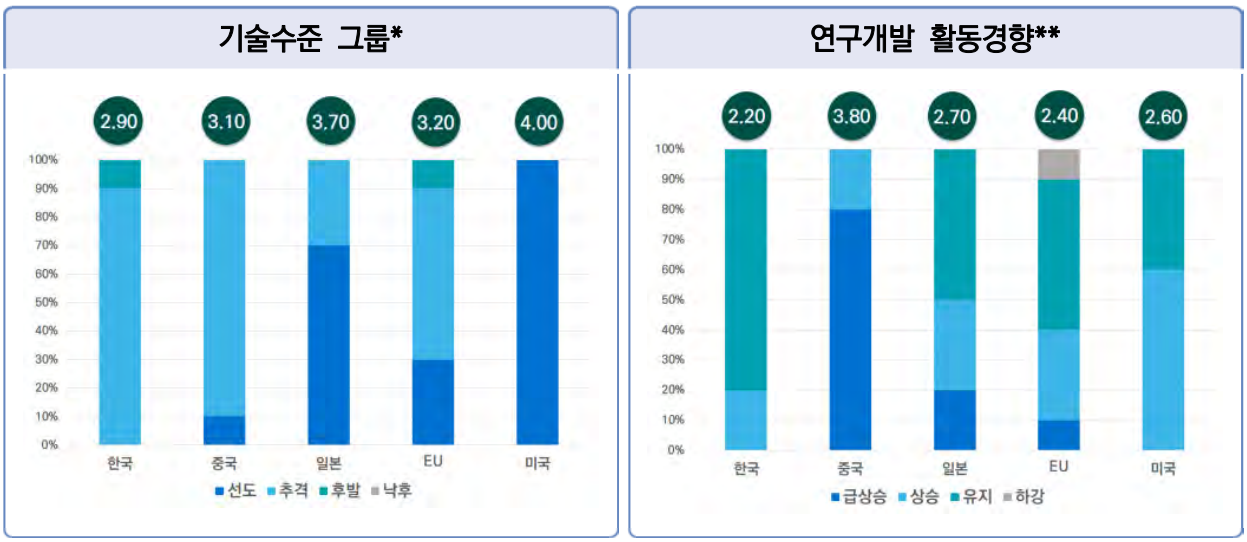
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.0	3.8	추격	보통	우수	유지
중국	79.0	3.0	추격	보통	우수	급상승
일본	90.0	2.0	선도	탁월	우수	상승
EU	80.5	3.0	추격	우수	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
			수준(%)				격차(년)			
	수준(%)	격차(년)	수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	75.0	3.8	75.0	65.0	76.0	17.1	3.8	3.0	7.0	2.9
중국	79.0	2.8	79.0	75.0	85.0	16.8	3.0	2.0	7.0	3.1
일본	90.0	2.0	90.0	85.0	90.0	6.1	2.0	1.0	3.5	1.2
EU	80.5	3.0	80.5	80.0	90.0	9.3	3.0	1.5	5.0	1.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

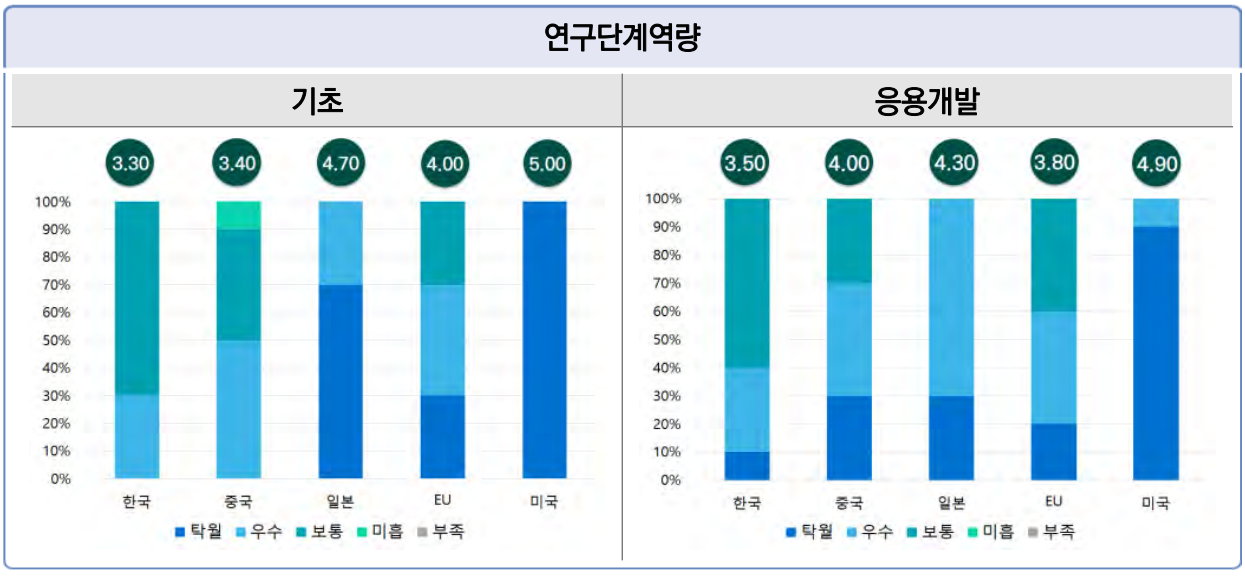
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.0%)	• 세포치료제 실용화는 상업화 연구도 진행되는 등 상당한 실적을 보이지만 성체줄기세포 기반 세포치료제 연구는 제한된 치료 등으로 그 효능이 불확실함 • 최근 다양한 세포 리프로그래밍 기술개발, 유전자 가위 연구 등 첨단 줄기세포 분야에서 뚜렷한 성장세를 보이나 최고기술 보유국과 비교하였을 경우, 정성적·정량적 기술수준이 다소 부족. 따라서, 성체줄기세포 기반의 단순 실용화 실적위주의 지원이 아닌 최근 우리나라 연구자들이 두각을 보이는 또는 최근에 막 시작된 신생 연구 분야(생체모사체 개발 등)에 대한 지원이 요구됨 • 정부의 지나친 규제와 기초연구에 대한 투자 미흡하여 기술수준 정체기에 있음 • 성체줄기세포 치료제 상용화에 있어서는 선도 그룹에 속함 • 특허 건수 지속적 상위 그룹 유지 • 미국에서 발표된 줄기세포의 주요 개념 (오가노이드, naive/primed) 등에 대한 추격형 연구가 3-4년정도 소요되어 발표되고 국내 줄기세포 분야가 국제 경쟁력을 갖추고 있는 분야는 체세포 복제 등의 분야로 제한됨 • 집중 분야는 원천기술을 확보한 등 선도적 입장에 있으나 분야의 크기에 비하여 매우 제한적
중국 (79.0%)	• 정량적으로는 최고기술보유국에 상응한 성과를 보이나 원천기술 확보 측면에서는 최고기술국에 비해 다소 부족한 양상 • 세포치료제 개발 등 다양한 줄기세포 응용분야에 있어서는 세계 최고 수준의 전임상 인프라 등을 보유하고 있고 국가적 차원의 전폭적인 투자가 이루어지고 있어 향후 성장 가능성이 매우 높음 • 규제가 적어 다양한 연구가 진행되고 타 국가에서 줄기세포 원정 치료가 성행 • 국가적 지원, 우수 인력 • 연구에 대한 거대자본과 미국의 유능한 연구자들이 대거 유입되어 줄기세포 기초/응용 연구에 대한 발전이 가시적임. 줄기세포 임상 연구에 대한 과감한 투자로 vision loss, neurodegenerative disease 에 대한 줄기세포 임상 연구에 대한 기대가 최근 Nature 지에 소개됨 • 줄기세포 전 분야에서 급격한 발전
일본 (90.0%)	• 일부 줄기세포분야, 특히 유도만능줄기세포에서는 다양한 원천기술을 보유중이며 유도만능줄기세포와 관련된 다양한 세계 최고 수준의 연구 인프라 구축 • 생체모사체 연구 등 줄기세포 응용연구 분야는 최고기술국 수준 보유 • 유도만능줄기세포 치료제 개발을 국가 차원에서 지원하여 유도만능줄기세포 치료 분야 선도 • 원천기술은 우수하나, 활용분야 및 시장규모가 최고 수준 대비 약간 미흡 • 배아줄기세포, 성체 줄기세포에 대한 연구가 상대적으로 최고 기술 보유국에 비해 기술격차 존재 • 오가노이드 연구에 대한 높은 기술 경쟁력 보유 • 역분화줄기세포 중심 기초연구와 실용화 연구에 집중 • 미국의 발표 논문 및 특허 현황에 비해 다소 부족하나 임상 진행 상황이 월등히 앞서가고 있음
EU (80.5%)	• 정량적으로는 최고기술 보유국에 비해 다소 부족한 성과를 보이지만 생체모사체를 비롯한 다양한 줄기세포 관련기술을 토대로 한 신약개발 및 질환모사 연구는 최고기술 보유국에 상응한 연구 성과 발표 • 지나친 규제로 점차 연구가 어려워짐 • 오가노이드, 인공배아 연구를 중심으로 연구 선도 • 영국은 배아 줄기세포 분야는 최고수준이나, 기타 EU의 타 국가들은 최고 수준에 약간 못 미침 • 기술특허 및 핵심기술 보유 지적재산권, 논문 수 최고대비 약간 미흡

국가 (기술수준)	판단근거
	• EU에는 매우 넓은 개념이 있어 다양함을 통합하여 평가하기 어려움. 국가별 차이가 크며 분야에 따라서는 선도적인 분야가 있음 • 오가노이드 연구에 breakthrough 연구 성과 보고함
미국 (100%)	• 줄기세포 원천기술 개발, 각종 줄기세포 관련 기전연구, 분화기술과 생체모사체 기반 질환모사 및 신약개발 연구등 대부분의 줄기세포 관련 분야를 선도하는 기술수준 보유 • 합리적인 규제, 우수 연구자 풀, 연구 인프라, 기업창업 기반, 기업이 투자 할 수 있는 시스템 확보 • 기초 연구기반을 통한 우수 논문 발표 • 정부 및 민간 투자 규모와 줄기세포 기능조절 분야의 논문과 특허의 질적 양적 산출물 • 논문, 특허 발표건수 및 시장 규모 세계 1위 • 줄기세포 전 분야에서 압도적인 기술력을 보유하고 있고, 줄기세포 임상 분야에서도 가장 선도적인 연구 수행. 지속적으로 줄기세포 분야의 새로운 기초 개념들에 대한 연구결과 발표 • 기초와 적용을 적절히 겸비하는 정책적 풍토와 장기적 관점의 지원 • 줄기세포 분야 기초연구와 실용화 연구 선도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 수년간 성체줄기세포 기반의 세포치료제 연구에 대한 관심과 투자 집중 • 최근 다양한 세포운명조절 연구를 통해, 혁신적으로 세포의 역 분화, 교차분화, 분화 등을 유도할 수 있는 기술개발 등이 이루어지고 있으며 유전자 편집 기술을 접목한 연구도 매우 높은 수준으로 진행 • 세계 최초 성체줄기세포 상용화 • 우수한 인력이 줄기세포 최선도 그룹으로부터 점진적으로 유입 중 • 최근 대학 교원 선발의 높은 경쟁력으로 충분한 수의 연구자들이 유입되지 못함 • 성체줄기세포 분야 연구에 집중되어 있으며, 그중 지방 및 골수유래 줄기세포연구에 인프라가 집중되어 있고 최근 심혈관계 질환극복을 위한 심혈관줄기세포, 제대혈등 다양한 성체줄기세포 분야로 범위 확장 • 임상 진행과 관련된 다양한 기술, 인력 및 인프라가 어느 정도 갖추어 짐 • 꾸준한 정부주도의 발전정책 연구지원 대비 연구자들의 열성 다양한 실용화 정책 • 일정 부분 수준에 오른 분야를 중심으로 한 발전	• 국가적 차원의 국제 네트워킹 (KONSCRT등 기존 네트워킹은 주로 국내 연구자 위주임) 형성을 위한 노력 필요 • 신진연구 인력에 대한 안정적인 연구투자가 이루어진다면 해외에서 귀국한 우수연구자들이 높은 연구력을 바탕으로 한 단계 더 성장할 수 있는 기회가 될 것 • 국가적 기초연구 홀대 • 연구비 운용의 비합리성 • 유효성이 상대적으로 낮은 간엽줄기세포에 대한 임상연구에 대규모 투자로 미래지향적인 줄기세포 연구가 수행되고 있지 못하고, 후진적인 세포치료 연구에 답보 중 • 줄기세포 대체 치료제 또는 줄기세포 유래물질 연구 지원 필요 • 실제보다 가열된 시장 분위기가 자칫 나쁜 영향을 줄 수 있음 • 임상 분야에 비해 기초 연구가 상대적으로 많이 열약함. 지속적인 연구 지원에 대한 불확실성 증가 추세 • 연구지원 규모가 타 선진국대비 매우 낮음 • 연구 인력 부족 • 연구관련 정책적 규제로 인한 현장연구 동기약화

국가	강점분야	기타
	• 교차분화, 분화 연구 등 일부 연구 분야에서는 최고기술국 수준의 기술개발이 이루어지며 세포치료제 개발 역시 수년간의 경험과 인프라 보유 • 향후, 신생 연구 분야 즉 최고기술국과 후발그룹간의 기술격차가 상대적으로 적은 분야에 대한 집중 육성이 이루어진다면 관련 분야의 성장 가능성은 매우 높음	• 저변 확대가 매우 느림 • 현재 대부분의 관련 기술이 타국의 특허를 다소 개량한 수준에서 기술개발 중. 인간배아줄기세포, 성체줄기세포, 역분화, 직접교차분화 등 관련 기술에 대한 논문 및 특허와 같이 타국에 기 확보된 기술과 크게 차별화된 신규 줄기세포 활용기술을 확보하는 것이 중요하며, 이는 줄기세포 관련 지속적인 기초연구가 없이는 불가능 • 성체줄기세포의 제한된 치료능과 비균질한 특성 등으로 인해 관련 분야의 성장 가능성은 다소 불확실함
중국	• 최근 국가 정책을 기반으로 해외 우수학자를 다수 유치하는 등 전폭적인 국가차원의 투자가 이루어지고 있으며 기초연구와 응용연구의 수준도 빠른 추세로 증가 • 매년 다양한 국제학회를 개최하여 국제 또는 중국 자체적 연구 네트워크를 강화하고 있으며 이를 바탕으로 연구 수준 향상 • 규제가 적어 실험적인 연구를 진행 가능 • 거대 연구비 투자와 최선도 그룹의 연구자들의 대거 유입으로 줄기세포 기초 응용 연구에서 비약적인 성장 중 • 최근 관련 벤처회사들이 증가하는 추세 • 임상연구 인프라가 매우 넓고 다양한 시도 중 • 북경대 및 중국과학원을 중심으로 기술개발이 이루어지고 있으며, 줄기세포 분야에 국가가 지원하는 연구비의 규모를 증가시킴과 동시에 미국에 거주하고 있는 중국 연구자들의 국내 유입을 촉진하기 위한 방안 마련 • 기술, 인력, 및 인프라가 빠르게 구축 중 • 전폭적인 국가투자를 기반으로 하는 세계최고 수준의 영장류 및 실험동물 센터 등을 보유하고 있으며 다른 국가에서 시도하기 힘든 줄기세포 기반 임상연구도 공격적으로 진행	• 향후 실용화 연구의 성장 가능성 매우 높음 • 기초연구 기반 • 중국내 연구자들의 기술격차가 매우 큼 • 연구윤리 부문에 대한 성찰 부족 • 안전성과 유효성 검증 미흡 • 막대한 인력과 자금으로 원천기술 보유하기 위한 노력 중 • 임상 분야에 대한 투자가 많이 부족하고 이에 대한 기술, 인력 및 인프라가 기초연구에 비해 상대적으로 열약함 • 원천기술 및 핵심기술의 역사가 짧아 세계시장 지배력에 한계 예상 • 선도그룹이 확보한 기술에서 크게 벗어나지는 못하고 있는 수준
일본	• 전통적으로 기초연구 분야의 탁월한 연구 성과와 수준 보유 • 12년 전 유도만능줄기세포 역 분화 기술이 개발된 후, 국가적 차원의 투자 집중 • 약 2008년을 기점으로 생체모사체 연구개발 등에서도 탁월한 원천기술 보유 • 면역 치료제 임상 적용. • 유도만능줄기세포 연구의 세계 주도형 연구 수행하고 해당 분야 인력, 기술, 인프라 매우 우수	• 최근 유도만능줄기세포 기반의 임상적용도 실시되었으나 세포 안전성 문제로 중단되어 있으나 이 분야의 성장세 및 원천기술 확보 수준이 매우 높기 때문에 향후에도 관련 연구 분야를 선도할 가능성이 매우 높음 • 유도만능줄기세포의 연구 집중으로 타 줄기세포 분야에 대한 기술 격차 • 줄기세포 분야의 논문 스캔들 이후 조용하게 응용 기술 확장

국가	강점분야	기타
	• 줄기세포 치료 분야에서 독보적 위치 • 규제가 가장 낮음 • 역분화 줄기세포 연구에 있어서 특히 앞서고 있으며, 이를 활용한 난치성 질환 극복을 위한 치료제로 줄기세포를 활용하고자 하는 시도 중 • 2014년부터 Riken을 비롯한 국가연구소들 및 민간 연구소가 씽크탱크를 구축하고 iPSC활용 연구소 및 관련특허 운영기관을 활용하여 줄기세포 기능조절분야에서 최근 5년간 괄목할 만한 성과를 이룸 • 민간에서 미국의 CDI사 (인간배아줄기세포를 최초로 확립한 James Thomson교수가 설립)와 Cellartis사를 인수하여 간, 심경, 심근, 혈관등 각종 세포들을 재현성 있게 생산하는 시스템 확보, 최근 이슈가 되고 있는 오가노이드 제작 기술역시 관련 논문과 특허 확보 중. 특히 미국립보건원의 CHI 가이드라인 개선을 통한 줄기세포 활용에도 능동적으로 참여 • 응용 분야에 대한 규제가 많이 풀린 상황으로 이에 대한 임상 연구가 가장 활발 • 일부 분야 (iPS등) 에서 세계적 선도능력 및 실용화 기술 확보	• 다양한 줄기세포 분야에 대한 연구가 수행되기보다는 선택과 집중이 iPSC에 올인하고 있는 상황이 다른 줄기세포 분야의 발전에 도움이 되지 않음 • 특정 분야의 연구에 치중하는 경향이 있어 균형감 약화. 전체적인 과학 동향의 변화에 적응하지 못할 가능성 존재 • 응용적인 면이 일정 부분 아시아에서 자유로운 면 존재
EU	• 규제를 피할 수 있는 연구를 중심으로 그 분야 선도(오가노이드, 인공배아) • 영국의 만능줄기세포 연구, 독일의 유도만능줄기세포, 네덜란드의 오가노이드 연구 등으로 기술, 인력, 인프라 측면에서 우수 • 다양한 연구 분야와 줄기세포 연구 분야가 접목되는 연구가 상당 수 진행 중 • 줄기세포를 조직 공학적 재료와 접목시켜 실제 치료를 위한 응용개발연구에 인프라가 집중되어 있으며, 이를 위한 안전성 및 유효성에 대한 검증을 위한 연구 활발 • 줄기세포 치료를 포함하여 신약개발에 줄기세포를 활용하는 플랫폼 구축 중. 제약회사들이 줄기세포에서 분화된 세포들을 이용한 후보물질의 발굴에 관심을 갖기 시작하였으며, 분화기술의 경우 미국에서 특허를 보유하고 있는 타겟 세포에서 벗어난 분화유도 관련 논문과 특허를 확보해 가는 중 • 핵심기술, 지적재산권, 원천기술 다량 확보 • 독자적 기술개발능력 보유	• 국가별 편차가 심하고 정량적인 성과는 최고 기술국에 비해 약간 미흡 • EU 연구비 수준의 높은 경쟁 가톨릭 중심 국가에서의 줄기세포 연구의 제한 • 고가의 비용이 들것으로 예상 • 영국 이외의 다른 EU의 규제 • 지속적인 연구 투자에 대한 연속성이 불안정하고 줄기세포 분야의 기초 연구에 비해 상대적으로 응용 연구가 뒷받침이 안 되고 있음 • 임상 진행이 상대적으로 늦음 • 최고기술보유국 대비 연구 인력과 국가적 차원의 연구지원 규모 뒤짐

국가	강점분야	기타
	• 전통적으로 기초연구가 매우 뛰어나며 최근 생체모사체 개발 등의 연구를 비롯한 응용개발 연구에서 매우 뛰어난 성장세 보임	
미국	• 기초연구와 응용연구 모두 최고 수준의 연구 인프라와 성과 보유 • 기초 연구와 이를 활용할 수 있는 시스템 우수 • 합리적인 규제로 연구 가능한 분위기 조성 • 다양한 벤처 기업들에 대한 과감한 투자 • 줄기세포의 많은 분야에서 연구 수행 • 실제 환자들을 통한 사례를 분석함으로써 줄기세포를 이용한 조직재생 분야에 있어 많은 시도 • 줄기세포 기능조절 분야에 대한 특허 및 논문에서 가장 선도 • 정부 및 민간 차원의 과감한 투자와 이에 따른 전 세계 전문 인력의 집중과 관련 인프라의 구축 • 확보한 인력 및 인프라를 설립 후 지속적으로 효과적으로 운영 • 핵심 기술, 지적재산권 다수 보유 • 기초가 매우 광범위하게 포진하고 있으며 협업의 정도가 좋은 문화	• 세포치료제 등 실용화 연구는 다소 미흡하지만 실질적인 줄기세포의 응용가능성을 볼 때, 줄기세포기반 질환모사연구 및 신약개발 연구를 선도하고 있기에 오히려 응용개발 연구의 수준도 매우 높음 • 법적 규제로 인하여 응용개발연구에 제한이 많음 • 줄기세포의 활용적인 면에 초기 집중하여 기전연구 없이 이루어지는 세포 치료에 따르는 부작용을 겪었고 현재는 다시 유효성 및 안전성 확보를 위한 기전연구에 집중하는 추세 • 지속적인 연구 투자에 대한 연속성이 불안정함 • 임상 진행이 상대적으로 더디게 진행

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	1위	3위	4위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 협력은 연구자가 필요에 따라 쉽게 접촉하여 협력 연구가 가능. 정부는 관련 연구비 규제를 완화하여, 연구자가 필요에 따라 알아서 국내 협력 할 수 있는 여건 마련 필요 • 국내 연구자들이 속해있는 기관 내외에서 맡고 있는 일들의 종류와 양, 그리고 각자 처해 있는 여러 이해관계 등에 의해 국내 협력촉진이 원활하게 이루어지고 있지 못한 상황이나 KoNSCRT나 GSRAC 등의 기여에 의해 일부 국내 협력이 이루어지고 있음. 그러나 두 기관 모두 연구비를 지원하거나 연구수행을 평가하는 기관이 아니기에 보다 효과적으로 국내 협력을 촉진하기 위해서는 일부 권한이 주어지는 정부주도 협력촉진기관이 필요하며 이와 더불어 다학제간 융합형 사업단 연구 등을 고려 필요 • 기 구축되어 있는 인간 배아줄기 세포 주, 성체줄기 세포 주, 유도만능 줄기세포 등을 원하는 연구자가 손쉽게 공유할 수 있어야 함 • 국내협력을 위해 과도한 경쟁관계 지양. 협력연구를 지원하고, 연구 성과 공동 활용을 위한 지원 필요

	정책제언
	• 현재 줄기세포 KoNSCRT와 같은 줄기세포 연구자 네트워크가 활성화되어 있고, 줄기세포 학회 등을 통해 국내 줄기세포 연구자들 간의 협력 연구에 대한 제도적 장치가 마련되었으며 다년간의 대규모 줄기세포 국책 사업의 지원으로 줄기세포 공동 연구가 활발히 진행됨 • 학계와 산업계의 연대를 통한 활발한 기술 실용화 촉진 • 기술 상용화를 위한 맞춤형 기술개발 및 제품 혁신형 기술개발 촉진 • 서로의 특성을 저해하지 않는 범주 내에서의 기술적 상호 협조 • 연구실간의 협동 연구 문화 활성화
국제협력 촉진	• 개인 연구비에 국제 협력에 쉽게 사용할 수 있는 항목을 만들어 연구자가 각 연구과제 별로 필요한 경우 국제 협력을 할 수 있도록 지원. 연구 계획서상에 국제 협력 내용 부분을 삭제하고, 상황에 맞게 국제 협력할 수 있도록 개선 필요 • 국제 협력연구는 개인 연구자 별, 그리고 학회 차원에서 이루어지고 있으며, 특히 내년에는 국제줄기세포학회의 지역모임이 한국에서 있기에 국제적 협력연구의 좋은 기회가 될 것 • 정부 관련 부서에서도 국가 간 정책 협력이나 정보공유 등이 능동적으로 이루어져 관련 연구 분야에 시너지가 나타나면 더욱 좋을 것 • 선진국 기술의 무조건적 수입은 지양하고, 그들과 차별화/추월할 수 있는 내용을 국내 전문가들이 찾는 것이 중요 • 국제 줄기세포 학회의 국내 개최 추진과 줄기세포 학회의 regional meeting 개최 추진을 적극 지원하고, 줄기세포 연구에 국제 공동연구를 프로그램을 신설을 통해 해외 유명 연구자들과의 교류 협력 장려
인력양성 및 유치	• 학생 수 감소에 따른 대학원생 수급이 점점 어려워질 것으로 예상. BK21 사업을 개선하여 효과적으로 학생을 위한 연구과제로 변경하고 학생이 직접 장학금을 신청하여 받을 수 있도록 해야 함 • 졸업요건을 SCI논문 게재를 요건으로 등록금 100% 지급, 국내논문 게재를 50% 지급으로 하여, 학생에게 직접 지원하도록 하는 것이 가장 효율적. 현재는 대학, 학과에서 다양한 비용으로 사용되어 실제 학생에게 돌아가는 연구비가 적으므로 학생이 지원하는 시스템으로 변경할 경우 3-4배의 학생을 지원할 것으로 예상 • 실질적인 연구개발 부분에서의 전문 인력을 양성하는 것도 중요하지만, 정책과 기술성평가, 연구지원 및 상용화/사업화 부서에서 줄기세포 분야 전문성을 가지고 일할 수 있는 정부 인력 필요 • 인간 배아 줄기 세포 주, 성체 줄기 세포 주, 유도만능 줄기 세포 주 배양을 위한 최적화된 프로토콜을 개발 정립하여 연구자 교육 • 특정 분야에 관계없이 학교에서는 우수한 인력을 양성하는데 집중하고, 현장중심, 연구개발 중심의 인력은 비정규직 형태라도 연구개발에 참여인력을 확충해야 인력도 양성되고 고용 창출도 가능. 전문분야의 비정규직은 타 분야보다 질이 높은 계약직으로 경쟁력 있음 • 최근 국내에서 줄기세포 분야에서 석/박사를 취득하고, 해외 유명 줄기세포 연구실에서 training을 받고 귀국하는 젊은 줄기세포 연구자들이 늘어나고 있는 추세이나 줄기세포 관련 학과의 부족으로 해외에 우수한 줄기세포 인력들의 유치가 어려움. 생명공학 연구소 내에 줄기세포 연구소 또는 연구단을 유치하여, 젊고 유능한 해외에서 훌륭한 업적을 발표한 줄기세포 연구자들을 적극적으로 유치하는 방안 수립 • 대학원생 및 박사연구원의 국내 인력풀 양성을 위한 국가인력관리 프로그램 (스위스의 제도와 유사한 준 공무원제도 등) • 해외 인력의 국내 유입활성화를 위한 국내 post-doc 장학금 제도 운영 • 광폭의 다양성이 구축될 수 있도록 인력을 다양하게 육성하고 이를 유지해야하며 산업체와 연계 요망 • 연구 환경 및 근로 조건 개선

	정책제언
인프라 구축	• 최근 연구는 새로운 연구방법을 이용하는 연구가 진행됨. 이를 이용하기 위해서는 새로운 고가 장비가 필요하지만, 해외에서 사용되는 연구방법(single cell RNA sequencing 등)이 국내에 이용하는 데 많은 시간이 소요됨. 각 도시마다, 고가 장비를 이용할 수 있는 연구소 마련 필요. 1년마다 새로운 장비 수요조사를 하여 지속적인 최신 장비 유지. 장비를 다룰 수 있는 전문 인력은 필수 • 연구 결과물의 상용화·사업화에 관련된 물적·인적 인프라가 아직 부족함. 이와 관련된 인프라와 경험을 국가적 차원에서 공유하기 위해서는 제약기업들이 미래를 대비하기 위한 줄기세포 사업에 관심을 갖도록 유도 필요 • 기 구축된 인간 배아 줄기 세포주, 성체 줄기 세포주, 유도만능줄기 세포주 등을 원하는 연구자들에게 즉각적으로 공급할 수 있는 실질적 뱅킹 시스템 • 기관별로 중복되는 인프라를 경쟁적으로 구축하기보다 인프라를 서로 공유하고 역할을 구별하여 집중하고 좋은 인프라를 보유하고 있는 출연(연)을 적극 활용 • 현재 '줄기세포 은행', 생산 GMP 시설, 등 줄기세포 관련 기초 인프라 투자는 충분 • 연구경쟁력을 높일 수 있는 게놈 DB, 빅데이터 활용을 위하여 새로운 형태의 연구 패러다임에 접근할 수 있는 기반 마련 유전자 조작 동물 등에 대한 국내 연구자원 인프라 구축 • 각 연구실 단위의 인프라 구축을 돕고 현재 국가 연구비의 중복투자 방지 목적의 연구시설 장비의 중복성 규제를 특성에 따라 완화 필요
법·제도 개선	• 규제를 과감하게 개혁하여, 다양한 연구가 가능한 연구 환경 조성. 예: 인간 배아줄기세포와 기타 시료를 사용할 경우 절차가 복잡하므로 최소한의 규제를 통해 시간 및 노력 절약 필요 • 줄기세포 분야에서 도출한 연구 성과물이 실질적인 사업화로 이루어지기 위해서는 이와 관련된 법과 제도의 개선 필요. 향후 10년간은 그 동안 축적된 연구결과물들의 일부가 전 세계적으로 실질적인 상용화로 이루어질 단계이기에 사업화와 관련된 기술 선진국들의 줄기세포관련 법과 제도를 검토하고 우리나라 실정에 맞게 도입하는 것을 검토해야 할 시기 • 줄기세포 및 줄기세포 부산물을 이용한 치료 응용에 제한이 되는 법 제도 등 개선 • 비 임상 비용 및 과정 효율화 • 국내 생명윤리법, 의료법은 의도와는 다르게 경직되어 있어 연구 분야에 한정하여 보다 유연하게 적용 필요 • 연구실 안전관리 체계상의 지나친 행정절차, 서류부담 완화 연구행정의 비대 및 생명윤리법에 규정된 시료의 활용도 저하 해결 • 사람 줄기세포의 연구를 실험적 윤리로 해도 충분 • 무분별한 남용을 방지하기 위해 안전성이 검증되지 않은 의약품은 사용을 금지하고, 연구를 위한 허용범위 확대
연구비 확대	• 줄기세포 기반 산업이 정착되지 않은 상황에서 산업화, 임상화를 조건으로 하는 과제가 너무 많으므로 기초과제 확대 필요 • RFP 중심의 Top-down 과제를 줄이고, 연구자의 자율적이며, 창의적인 제안과제를 과감하게 늘려야 함. 큰 틀에 해당되는 핵심어만 (예를 들면, 오가노이드 관련 연구)을 제시하고 연구자의 자율적인 연구계획서를 받아 선정 필요 • 집단과제를 과감하게 줄이고 개인과제를 늘려야 하며, 특히 대규모 집단과제(IBS, SRC, ERC 등)는 줄이고, 소규모 집단과제(BRL 등)을 늘려야함. 집단과제에 역할이 별로 없는 연구자가 참여하는 경향이 많아 개인중심 과제나 소규모로 해야 책임감을 가지고 연구를 수행할 것

	정책제언
	• 연구비는 국가적 차원에서 타 국가·타 연구 분야 대비 상대적·절대적 차원에서 크기도 적기도 하겠지만, 앞서 언급한 바와 같이 연구비 확대와 더불어 중요한 것은 연구비의 지원 방향으로 2000년대 초부터 지난 18년간 배아줄기세포→성체줄기세포→iPSC→lineage conversion→오가노이드 순으로 국제적 추세가 변화해 왔으며, 이에 맞추어 국내에서 후발성, 추격형 연구지원이 이루어져 기술수준의 차이를 현저히 줄이지 못함. 앞으로는 미래형 연구지원이 이루어져야 하며 이를 위해서는 추격형 연구지원과 더불어 최소한 일부 연구비는 리스크가 크더라도 현재 붐을 타고 있는 오가노이드 이후의 미래 줄기세포기술을 예측하고, 개발하고, 선도하기 위한 부분에 국가적인 선택과 지원 필요 • 기존 줄기세포 연구자 이외에 새롭게 줄기세포 분야를 연구하고 싶은 연구자들에게 더 많은 기회 제공 • 연구비 자체가 적은 것은 아니나 투자의 우선순위에 대한 불만은 늘 존재. 선정의 공정성, 연구비 사용의 자율/책임증가, 연구자들의 윤리의식 강화로 연구비 대비 성과 창출 필요 • 곧 일몰 사업으로 더 이상이 줄기세포 관련 국책연구가 지원되지 않는 상황에서 추격형 연구를 수행하고 있는 대다수의 줄기세포 연구자들의 줄기세포 연구가 아닌 다른 연구로 연구주제를 바꾸게 될 것. 다년간의 줄기세포 연구 투자에 의해 형성된 국내 줄기세포 연구의 생태계가 위협받고 있는 상황에서 일정수준의 줄기세포 연구 (향후 10년간 국제적 경쟁력을 갖출 수 있는 원천 기초 연구 수준에서)의 지속적인 지원 필요 • 원천, 핵심기술의 일정부분을 확보하기 위한 국가적 차원의 지원 증대. (주요 선진국에 비해 가장 뒤치는 부분이 임상/중개 연구가 아닌 원천 핵심 기술 부분임을 주지할 필요 있음) 핵심기술의 성과를 구체화하기 위한 후속연구 프로젝트의 활성화 및 증가 • 다른 분야와 균형을 맞추어 점진적 확대와 민간 투자도 가능하면 확대할 수 있도록 토대 마련
기타 의견	• 타 기술의 융·복합을 자연발생적으로 필요에 의하여 추진, 일몰할 수 있는 분위기가 중요. 줄기세포기능을 올리기 위해서는 생물학뿐만 아니라 전기, 물리 분야와의 융합 연구도 추진할 수 있는 도전적 연구 분위기 조성 필요 • 기초 생물학 연구자(세포생물학, 유전학, 분자생물학, 발달생물학 분야) 들이 줄기세포 연구에 참여할 수 있기를 희망하나, 줄기세포 세포배양(특히 만능줄기세포의 경우)에 대한 진입장벽이 높아, 줄기세포 연구의 타 분야로의 확대가 제한적. 기초 연구자들과의 공동연구를 통한 기초 원천연구 확대가 줄기세포 연구의 국제 경쟁력 향상을 위해 매우 중요. 기초 생명과학 연구자와의 공동연구를 장려할 수 있는 과제 기획 필요. 미래 지향적이지 않은 회사 주도 임상의 주도의 간엽줄기세포를 바탕으로 하는 1차적인 유효성 연구는 지양해야 할 것

다 주요 분석 결과 요약

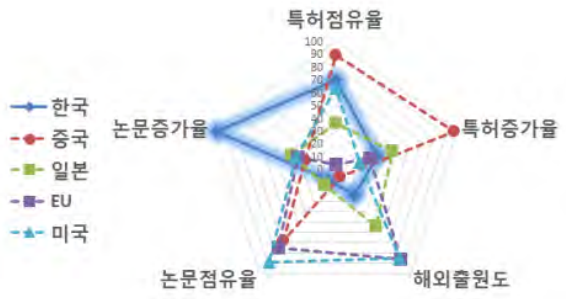
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	줄기세포 기능조절 기술	4,088	2,658	64.1%	77.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

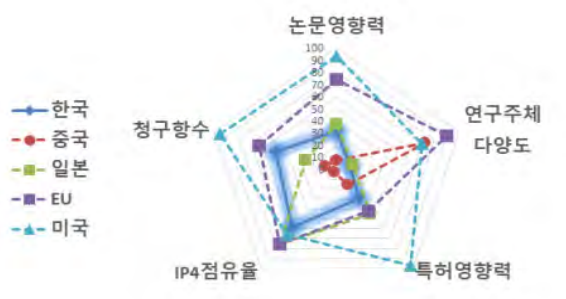
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	미국
	33.7%	29.0%	34.0	5.2
한국	5위	2위	4위	4위
	4.8%	23.9%	17.5	1.2
5개국 평균[2]	-	-	23.8	3.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

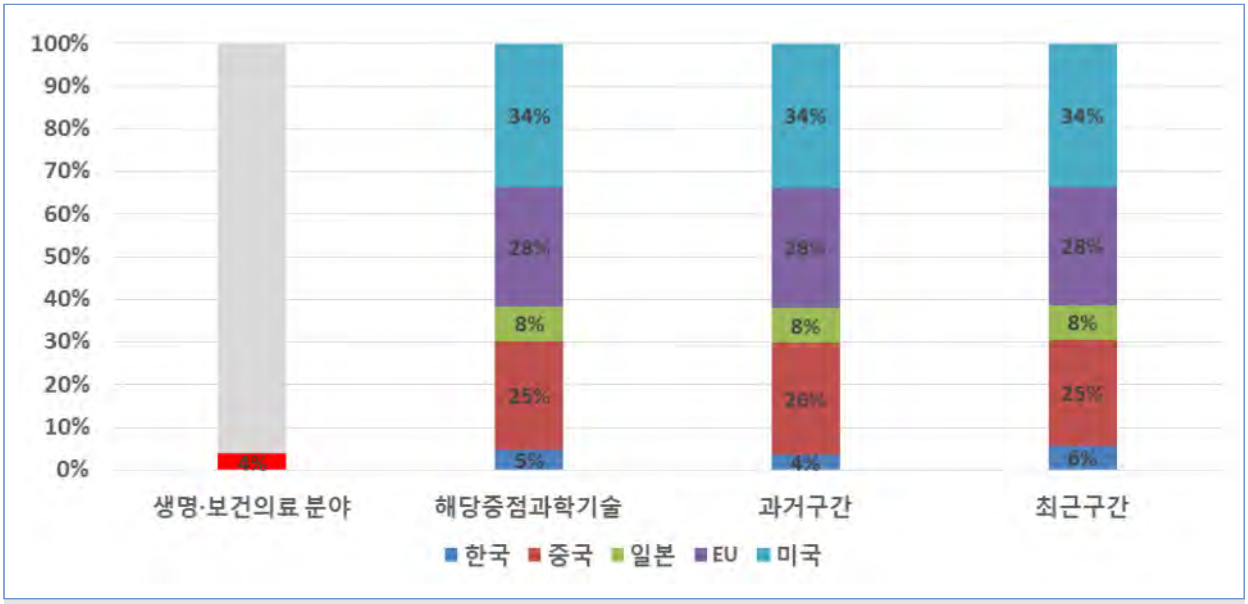
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.8%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(17.5)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(33.7%), EU(27.8%), 중국(25.5%), 일본(8.2%), 한국(4.8%) 순이며, 논문 증가율은 한국(160.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(34.0), EU(26.7), 일본(18.8), 한국(17.5), 중국(9.8) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(23.9%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(1.2)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(29.0%), 한국(23.9%), 미국(22.5%), 일본(17.4%), EU(7.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(279.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(5.2), 일본(1.9), EU(1.8), 한국(1.2), 중국(0.4) 순이며, IP4 점유율은 EU(29.8%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.8%	25.5%	8.2%	27.8%	33.7%
	논문 증가율	160.0%	54.5%	67.2%	61.0%	63.3%
	논문 영향력	17.5	9.8	18.8	26.7	34.0
	연구주체 다양도	0.79	0.91	0.80	0.95	0.91
특허 분석	특허 점유율	23.9%	29.0%	17.4%	7.2%	22.5%
	특허 증가율	47.7%	279.5%	78.9%	30.1%	4.1%
	해외출원도	2.2	0.4	3.9	6.0	5.9
	특허 영향력	1.2	0.4	1.9	1.8	5.2
	IP4점유율	24.9%	1.2%	29.8%	29.8%	26.8%
	청구항수	4.8	2.2	3.6	5.5	8.0

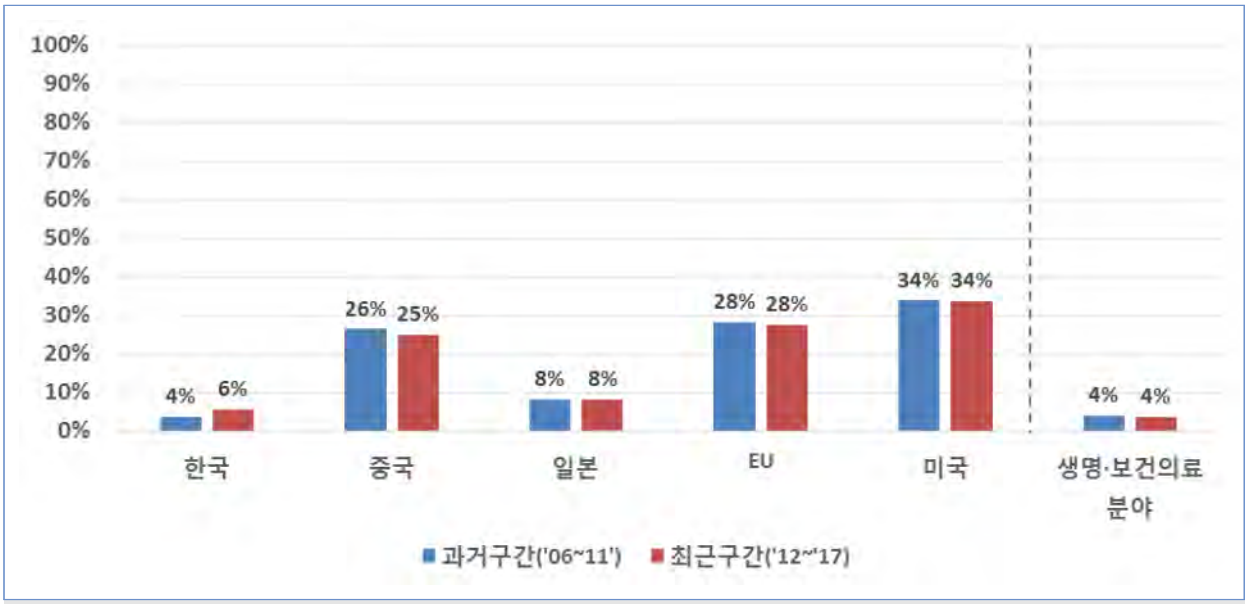
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 줄기세포 기능조절 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 1377건으로 전체 논문의 34%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 줄기세포 기능조절 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

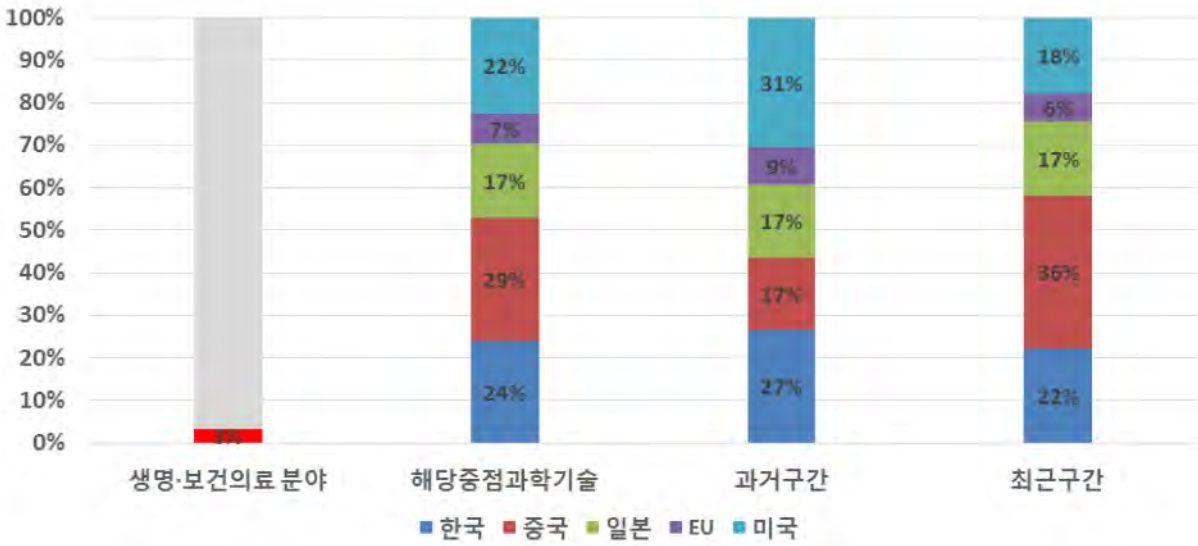


● 줄기세포 기능조절 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 160%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	55	143	198	160.0%
중국	409	632	1,041	54.5%
일본	125	209	334	67.2%
EU	436	702	1,138	61.0%
미국	523	854	1,377	63.3%
전체	1,548	2,540	4,088	64.1%

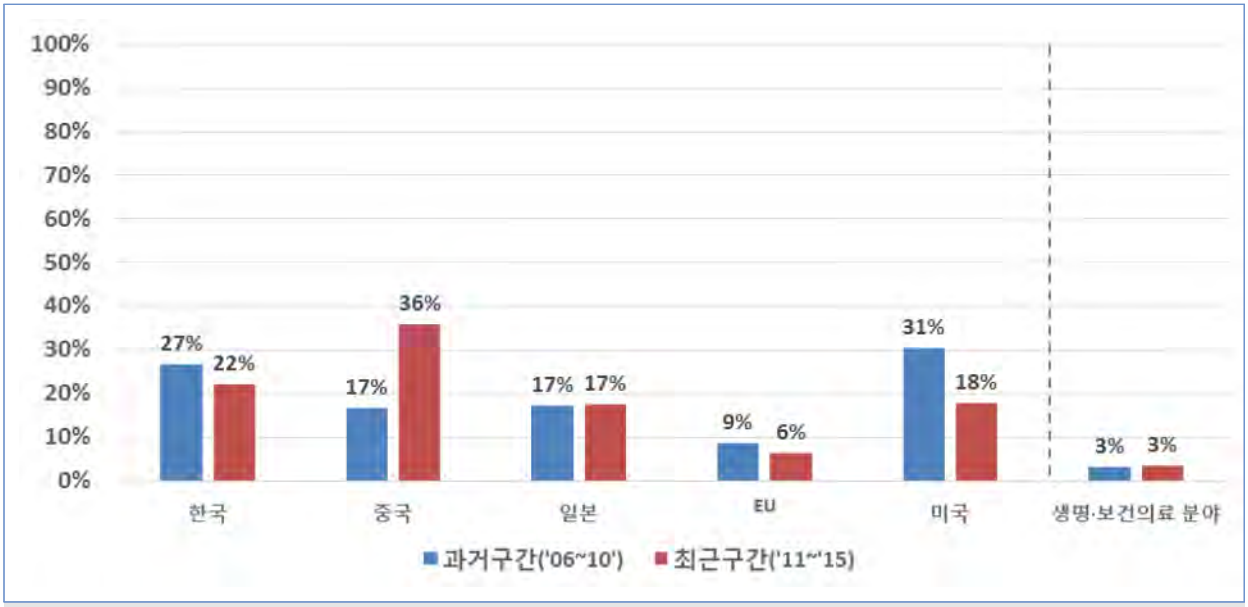
(4) 특허 점유율(전체)



- 줄기세포 기능조절 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 772건으로 전체 특허의 29%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 줄기세포 기능조절 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



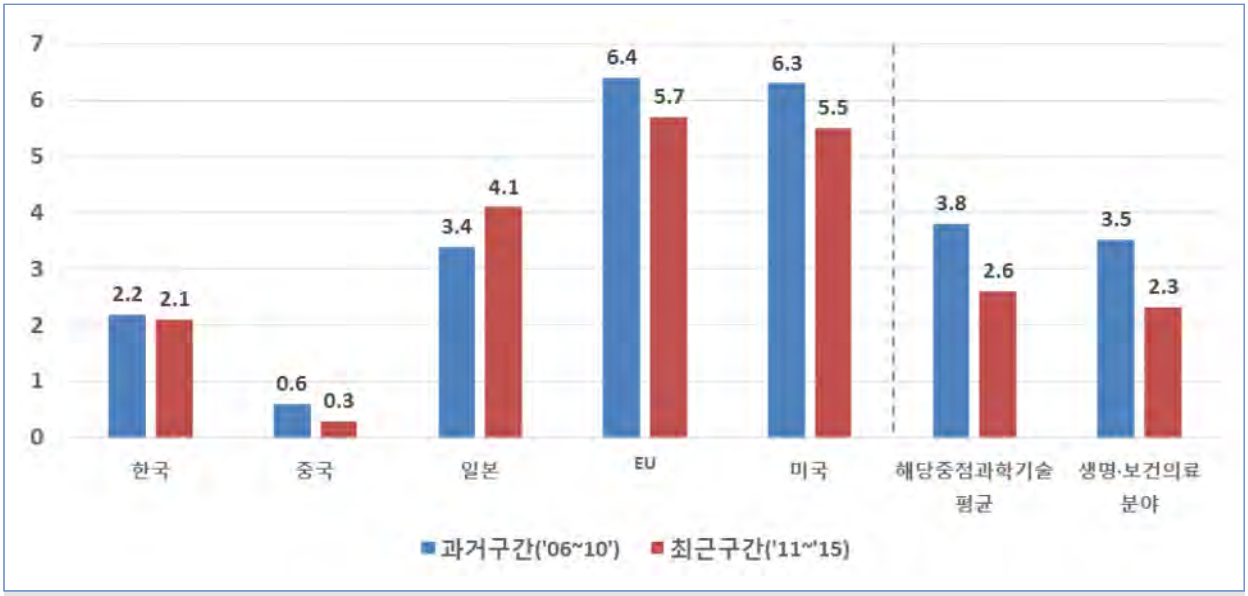
● 줄기세포 기능조절 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 47.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	256	378	634	47.7%
중국	161	611	772	279.5%
일본	166	297	463	78.9%
EU	83	108	191	30.1%
미국	293	305	598	4.1%
전체	959	1,699	2,658	77.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

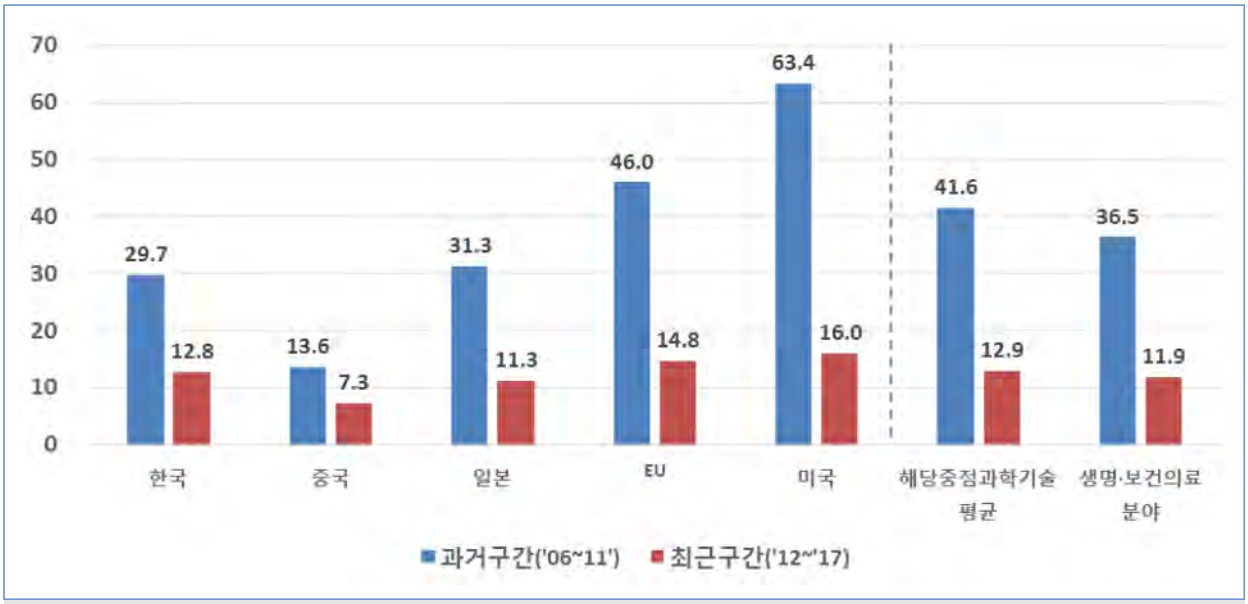


● 줄기세포 기능조절 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

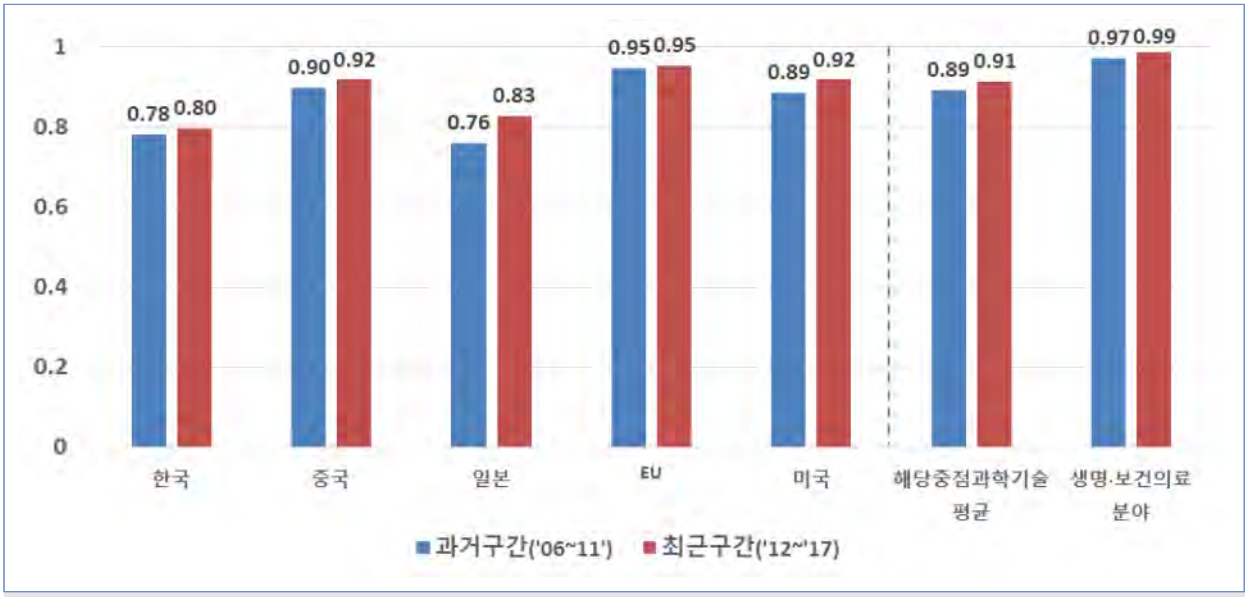
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



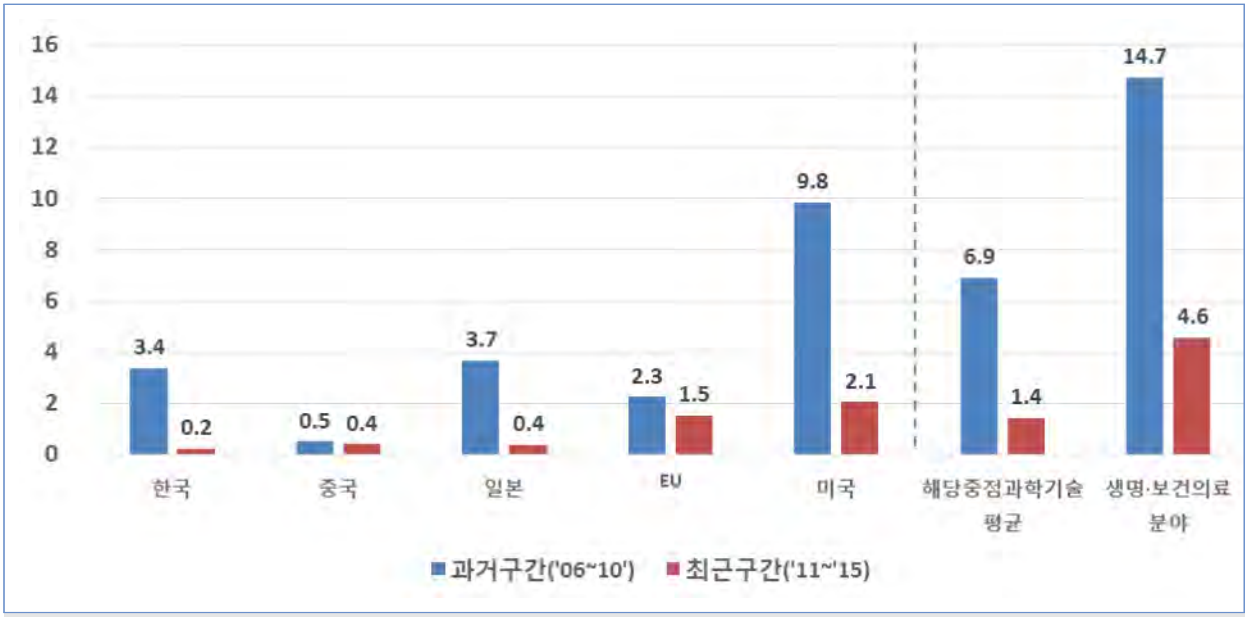
● 줄기세포 기능조절 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



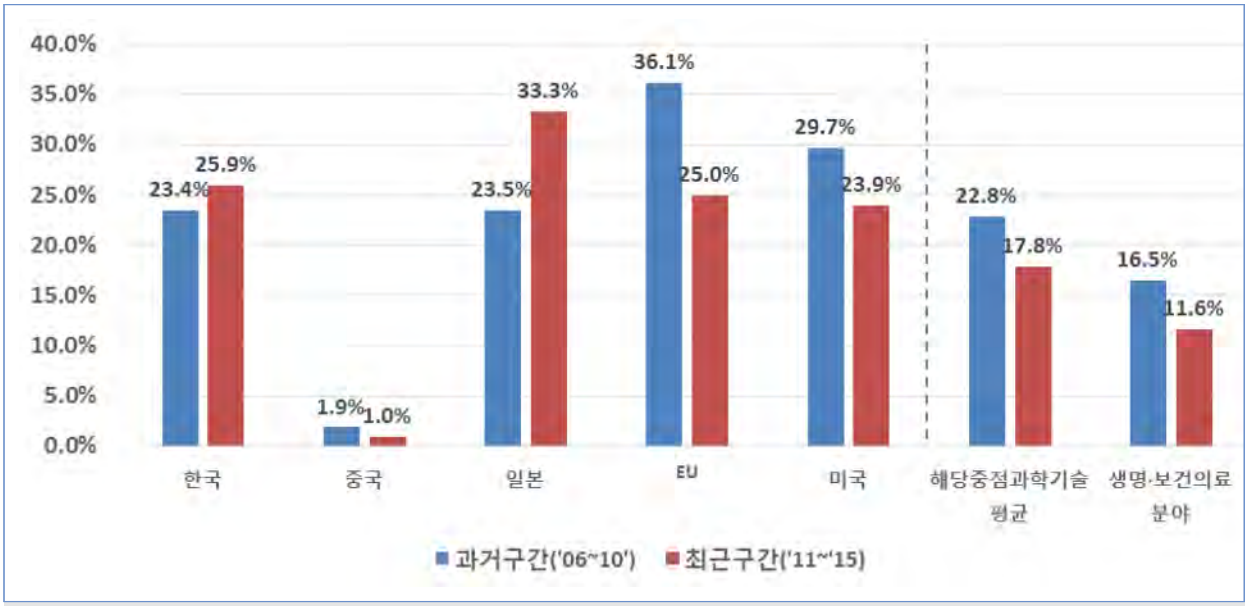
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



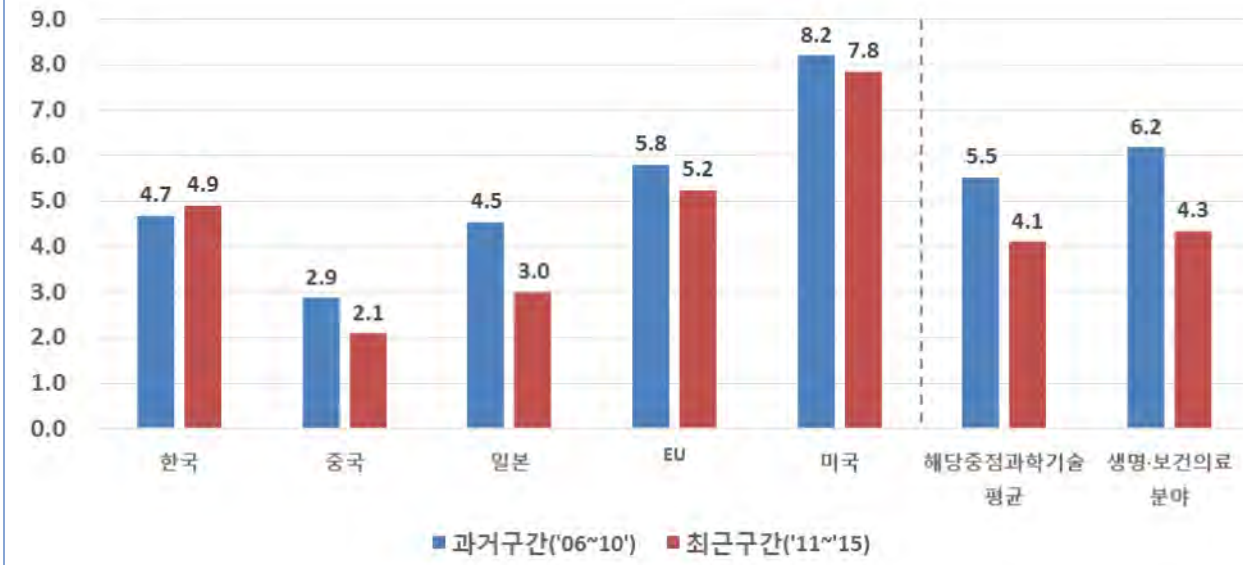
● 줄기세포 기능조절 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 줄기세포 기능조절 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 줄기세포 기능조절 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

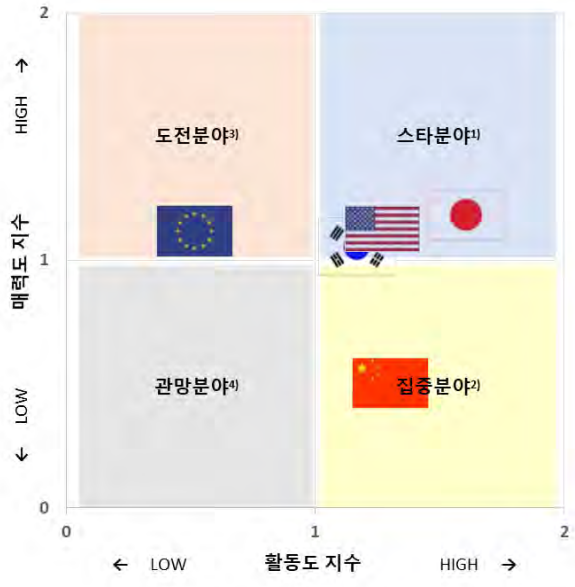
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

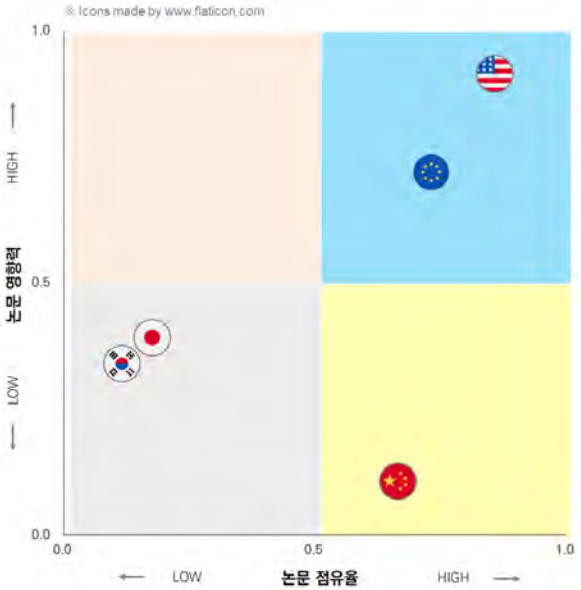
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 줄기세포 기능조절 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

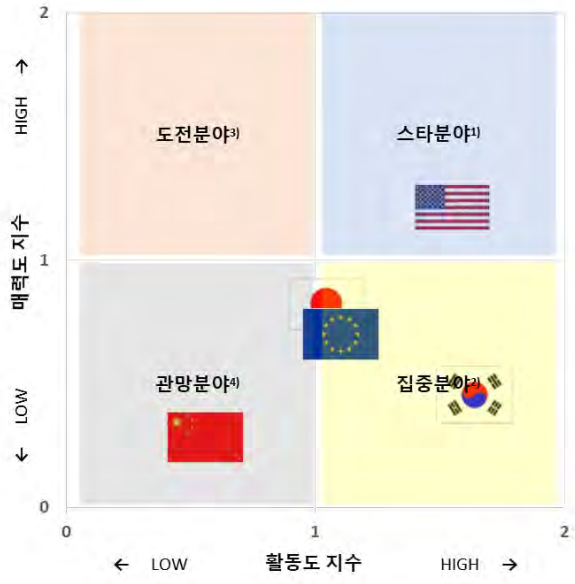


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 줄기세포 기능조절 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.37%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 8.08%(글로벌 점유율은 0.39%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.07%	1.37%	33.33%
2	KYOTO UNIVERSITY	일본	11.68%	0.95%	29.41%
3	SUN YAT-SEN UNIVERSITY	중국	2.79%	0.71%	63.64%
4	STANFORD UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	미국	1.82%	0.61%	-7.69%
5	FOURTH MILITARY MEDICAL UNIVERSITY	중국	2.21%	0.56%	9.09%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	8.08%	0.39%	-22.22%
2	CHA UNIVERSITY	4.55%	0.22%	700.00%
3	CHUNG-ANG UNIVERSITY	4.04%	0.20%	700.00%
4	YONSEI UNIVERSITY	3.54%	0.17%	500.00%
5	DANKOOK UNIVERSITY	3.54%	0.17%	500.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SUN YAT-SEN UNIVERSITY	2.79%	0.71%	63.64%
2	FOURTH MILITARY MEDICAL UNIVERSITY	2.21%	0.56%	9.09%
3	SOUTHERN MEDICAL UNIVERSITY	2.02%	0.51%	-9.09%
4	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.83%	0.46%	11.11%
5	SICHUAN UNIVERSITY	1.73%	0.44%	25.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	11.68%	0.95%	29.41%
2	KEIO UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	2.99%	0.24%	800.00%
3	OSAKA UNIVERSITY	2.99%	0.24%	0.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	2.69%	0.22%	25.00%
5	TOKYO WOMEN'S MEDICAL UNIVERSITY	2.10%	0.17%	150.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF MANCHESTER	1.67%	0.46%	37.50%
2	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	1.67%	0.46%	37.50%
3	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	1.49%	0.42%	42.86%
4	UNIVERSITY OF OXFORD	1.32%	0.37%	14.29%
5	IMPERIAL COLLEGE LONDON	1.14%	0.32%	16.67%

6 미국

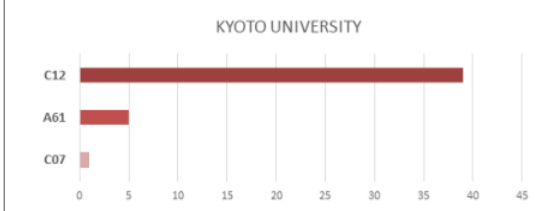
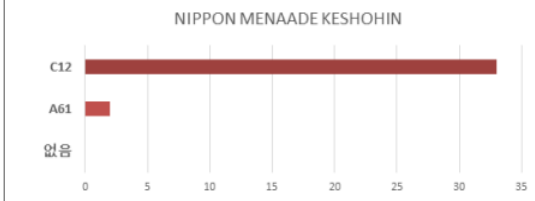
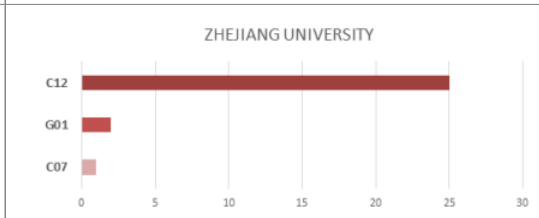
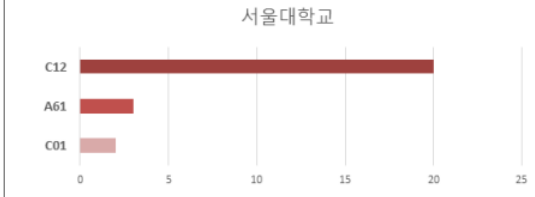
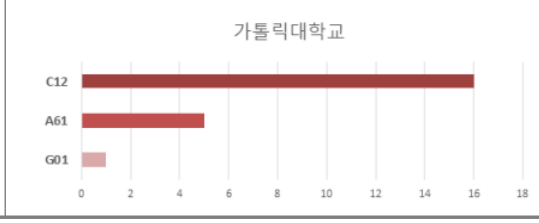
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.07%	1.37%	33.33%
2	STANFORD UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	1.82%	0.61%	-7.69%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.53%	0.51%	33.33%
4	HARVARD MEDICAL SCHOOL	1.53%	0.51%	-25.00%
5	UNIVERSITY OF PITTSBURGH	1.23%	0.42%	-45.45%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'KYOTO UNIVERSITY(1.69%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '서울대학교'가 4.26%(글로벌 점유율은 1.02%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'KYOTO UNIVERSITY'와 '서울대학교'는 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

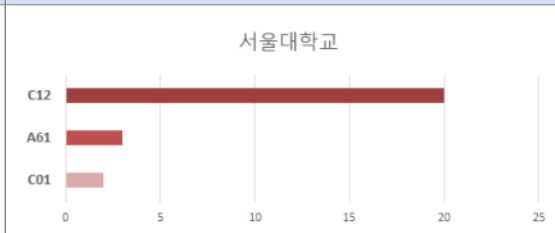
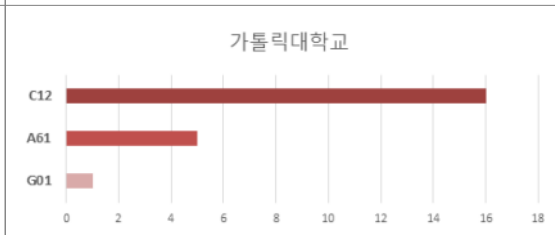
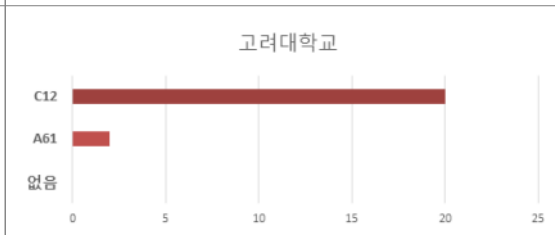
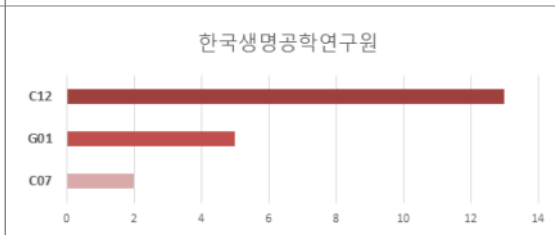
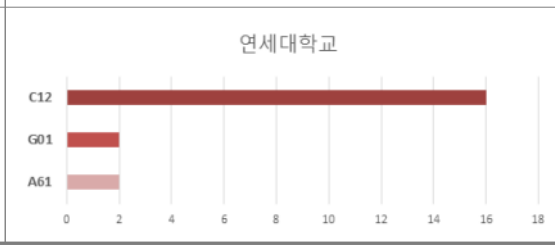
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	일본	9.72%	1.69%	362.50%
2	NIPPON MENAADE KESHOHIN	일본	7.56%	1.32%	-5.56%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	3.76%	1.09%	23.08%
4	서울대학교	한국	4.26%	1.02%	45.45%
5	가톨릭대학교	한국	3.63%	0.87%	375.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		C07	유기화학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C01	무기화학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학

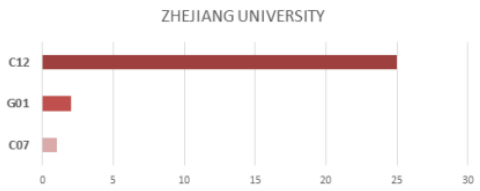
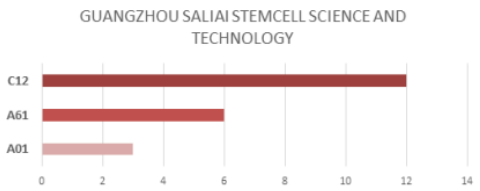
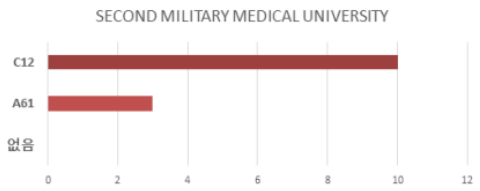
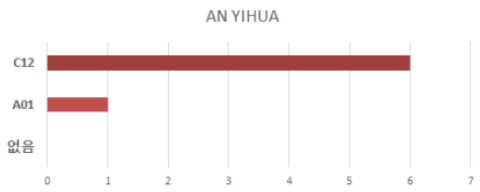
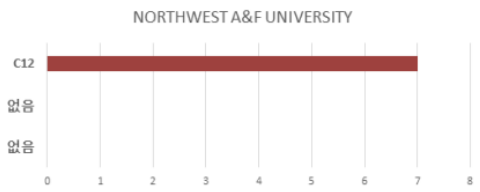
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	서울대학교	4.26%	1.02%	45.45%
2	가톨릭대학교	3.63%	0.87%	375.00%
3	고려대학교	3.47%	0.83%	-70.59%
4	한국생명공학연구원	3.31%	0.79%	33.33%
5	연세대학교	3.15%	0.75%	22.22%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C01	무기화학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		C07	유기화학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학

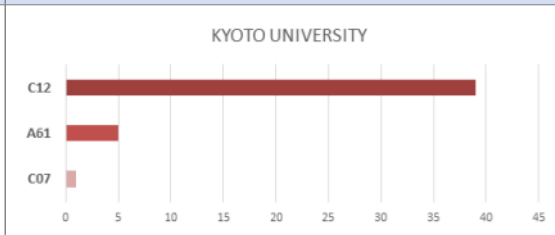
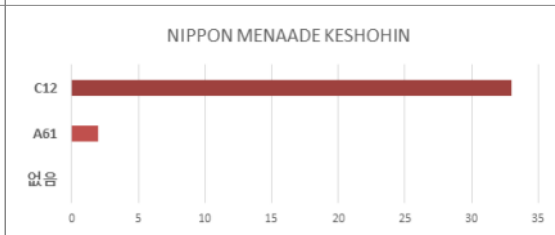
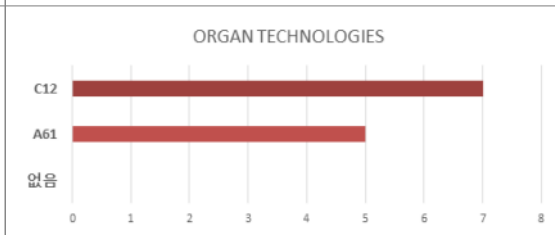
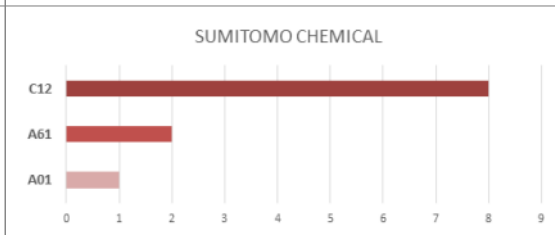
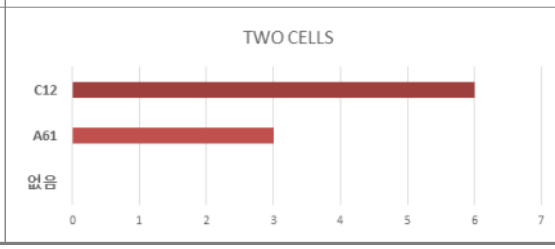
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	3.76%	1.09%	23.08%
2	GUANGZHOU SALIAI STEMCELL SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.72%	0.79%	2000.00%
3	SECOND MILITARY MEDICAL UNIVERSITY	1.68%	0.49%	1100.00%
4	AN YIHUA	0.91%	0.26%	600.00%
5	NORTHWEST A&F UNIVERSITY	0.91%	0.26%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		C07	유기화학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
4		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
5		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		–	–
		–	–

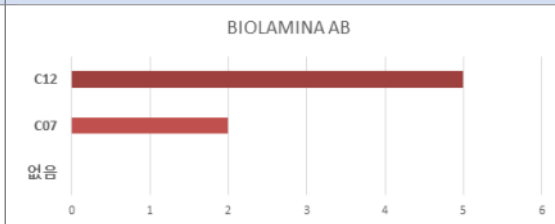
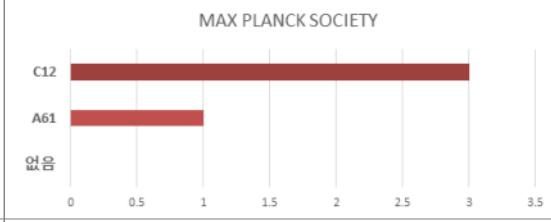
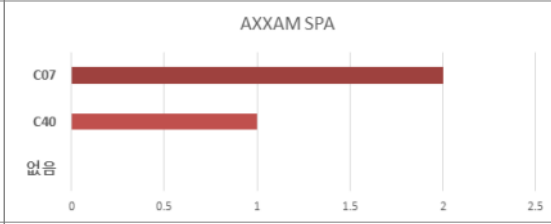
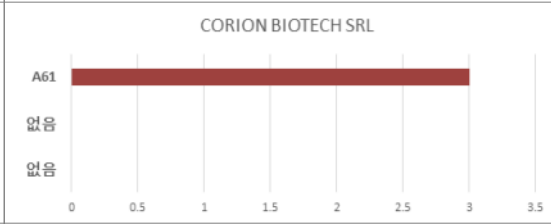
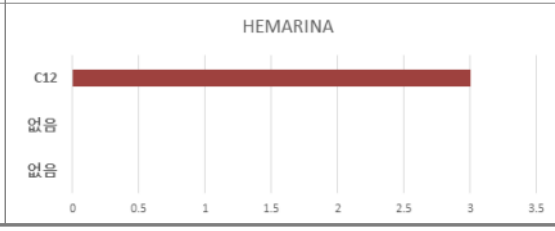
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	9.72%	1.69%	362.50%
2	NIPPON MENAADE KESHOHIN	7.56%	1.32%	-5.56%
3	ORGAN TECHNOLOGIES	2.59%	0.45%	-66.67%
4	SUMITOMO CHEMICAL	2.38%	0.41%	1000.00%
5	TWO CELLS	1.94%	0.34%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-

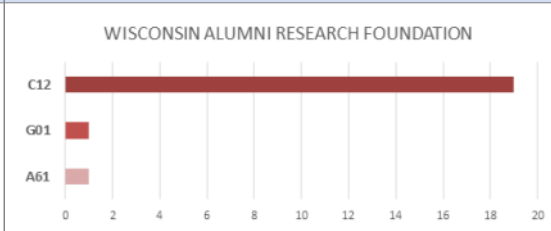
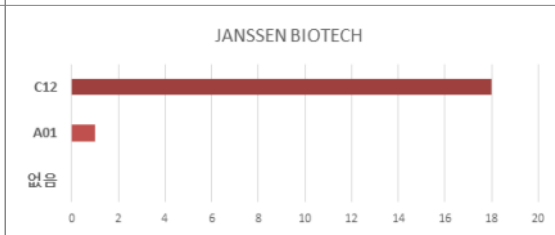
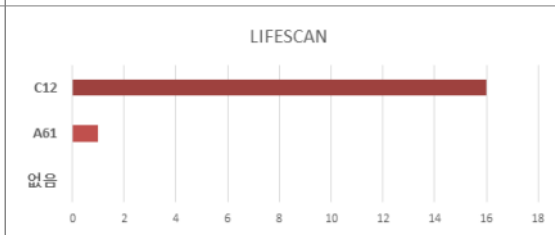
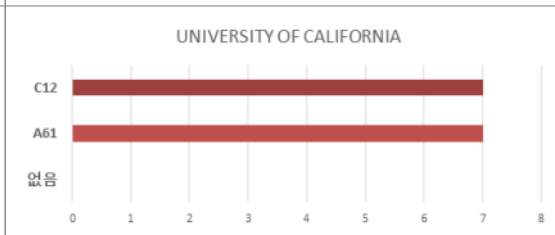
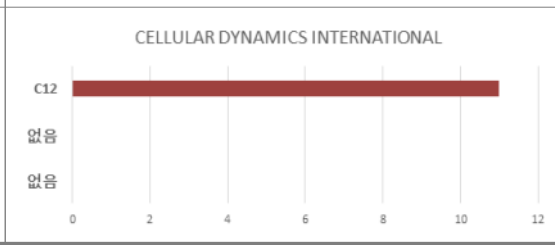
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BIOLAMINA AB	3.66%	0.26%	500.00%
2	MAX PLANCK SOCIETY	2.09%	0.15%	-66.67%
3	AXXAM SPA	1.57%	0.11%	-100.00%
4	CORION BIOTECH SRL	1.57%	0.11%	200.00%
5	HEMARINA	1.57%	0.11%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		-	-
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		C07	유기화학
		C40	조합된 기술
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION	3.51%	0.79%	100.00%
2	JANSSEN BIOTECH	3.18%	0.71%	11.11%
3	LIFESCAN	2.84%	0.64%	-86.67%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.34%	0.53%	150.00%
5	CELLULAR DYNAMICS INTERNATIONAL	1.84%	0.41%	-42.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-

56 줄기세포 활용 기술



56 줄기세포 활용 기술

중점과학기술 개요

☑ 다양한 기원과 방법론을 통해 확보한 줄기세포주 자체 또는 이를 통해 유래된 전구세포와 분화 세포를 이용하여 세포치료제, 생리·질환 모델 생산 기술 등을 포함한 줄기세포 실용화 활용 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

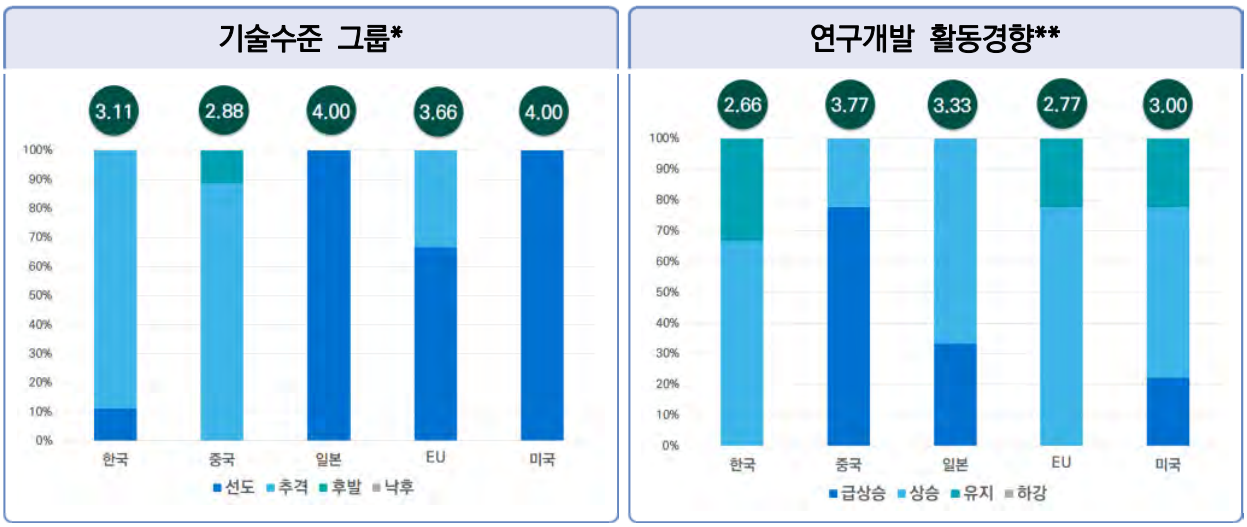
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	85.0	2.0	추격	보통	우수	상승
중국	85.0	2.0	추격	보통	우수	급상승
일본	95.0	0.5	선도	우수	탁월	상승
EU	90.0	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	85.0	2.0	85.0	85.0	87.0	3.5	2.0	2.0	2.5	0.6
중국	80.0	2.0	85.0	80.0	87.0	3.6	2.0	1.3	2.0	0.9
일본	95.0	0.0	95.0	93.0	100.0	4.7	0.5	0.0	1.3	0.8
EU	90.0	1.0	90.0	90.0	92.0	2.9	1.0	0.5	1.8	0.6
미국	100.0	0.0]	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

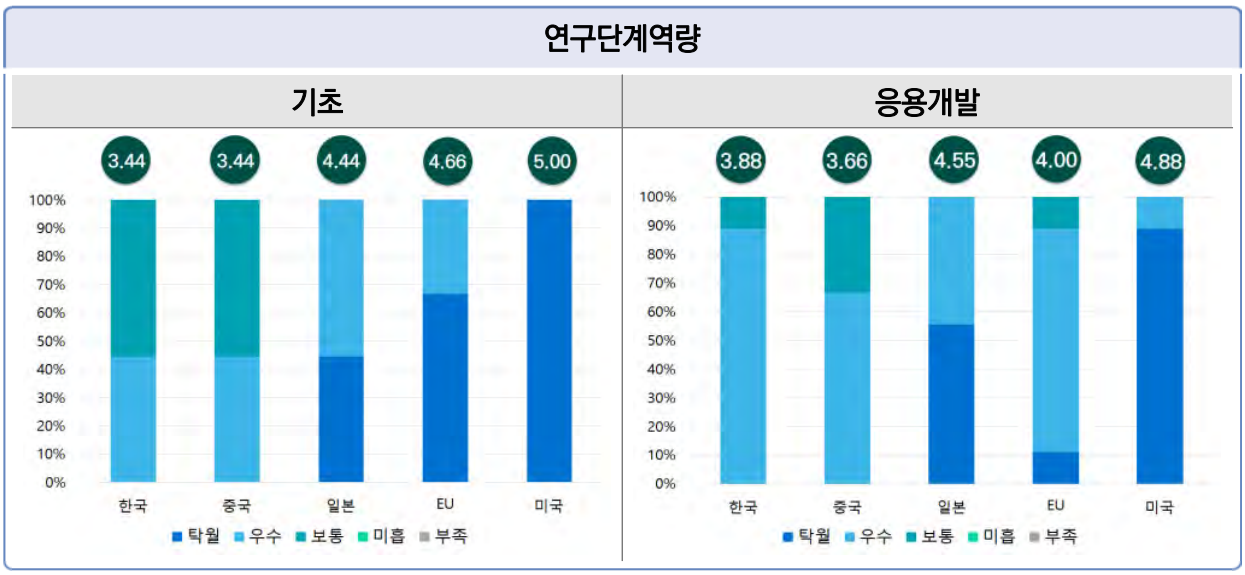
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (85.0%)	• 4종의 줄기세포 치료제가 허가받았으나 여전히 최고 수준의 연구에서 한계를 보임 • 성체줄기세포 시장에 비해 배아 및 유도만능 줄기세포 분야에서의 발전에 제약이 많으며, 특히 줄기세포 활용분야에서는 일부 그룹에서 세계적 수준의 연구 결과 제시 • 논문, 특허 등이 꾸준히 증가하지만 임상연구의 부진, 원천기술 부족으로 인한 산업화제약 등 존재 • 특허 및 임상시험 측면에서 최근 일본을 능가하지만 기술축적 관점에서 미흡
중국 (85.0%)	• 구미지역에서 발표되는 high impact 논문의 주요저자가 중국인임을 감안하고 이들을 본국으로 귀환시키는데 매우 적극적인 정부의 정책을 감안하면 발전 추세는 더욱 두드러질 것으로 전망 • 너무 공격적인 정부 정책에 편승하여 무분별한 줄기세포 시술이 이루어지고 있고, 체계적이지 않은 치료제개발/상업화 추진이 이루어지고 있어 국가 기술수준 평가에 부정적인 영향을 주고 있음 • 특정 영역에 국한되지 않고 전반적인 줄기세포 활용 분야에서 양적 및 질적 수준에서 속도감 있는 성장을 보여줌 • 대규모의 투자 및 임상연구의 진행, 세계적 성과의 도출 부분에서 우수하나 결과들의 신뢰도 부분에서 선도그룹에는 미치지 못함 • 논문, 특허 발표가 많이 되고 있지만 원천기술에 대한 부분 미흡 • 특허 및 임상시험 측면에서 최근 일본을 능가하지만 기술축적 관점에서 미흡
일본 (95.0%)	• 유도만능 줄기세포를 최초로 상업화시키는 연구까지 가능 • 여전히 역분화 기술 주도 • 세계 유일의 유도만능 줄기세포 치료제 임상시험 진행 중 • 전략적 제도완화 정책으로 전 세계 세포치료제 임상시험 허브로 발전가능 • 세계 유수의 줄기세포기업의 인수합병으로 산업화 주도 • 배아, 성체 줄기세포 분야 리드 • 기술수준, 치료제 개발 분야에서 기술수준의 차이는 거의 없으나, 선도연구그룹의 수와 민간의 상업화 투자에 대한 수준이 미국에 비해 뒤처짐. 국가적인 지원에 힘입어 전분화능 줄기세포를 활용한 치료제 개발에 가장 앞서 있음 • 연구, 정부, 산업 부분에서 조율을 맞춰가면서 치료제를 개발하기 위한 연구를 진행 중이고, 또 다른 활용방법에 대한 기술도 꾸준히 개발 중 • 논문, 특허 발표가 감소하였지만, 임상에 대한 연구 활동이 활발함
EU (90.0%)	• 미국 일본과 함께 선도그룹을 이루며 정부투자와 대학 연구능력이 선두임 • 배아, 성체 줄기세포 응용 활발 • 연구논문의 질적, 양적 수준에서는 결코 뒤지지 않으나 전통적으로 줄기세포에 대한 규제가 많고 상업화에 대한 부정적 인식이 있어 실용화 분야에서 다소 뒤쳐지는 경향. 특허의 경우에도 보수적인 심사기준과 심사기간이 길어 기술 활용의 진보에 저해 요인으로 작용 • 오가노이드 기술, 유전자 편집 기술 등을 활용한 생체모방 줄기세포 응용 기술의 선도적 연구 그룹 보유 • 영국은 치료제를 개발하기 위한 시스템(catapult)이 갖춰져 있고, 임상 연구 및 기초연구 활발

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 정부투자와 대학의 연구능력 뿐만 아니라 기업에서 상업적 목적으로 하는 연구가 활발하여 계속해서 새로운 분야 제시 • 줄기세포 연구개발의 전 분야 선도연구 진행 • 세계 최다의 세포치료제 임상시험 진행 • 줄기세포 활용한 신약개발 성과 (drug reposition) 발표 • 오가노이드, 조직재생 등 연구 성과 선도 • 최근 제도개선으로 치료제 산업화 장벽 해소 • 유도만능 줄기세포 분야 선도 • 기초연구, 치료제개발, 상업화 분야에서 앞서고 있으며 정부/민간의 투자가 균형적으로 이루어짐 • 세계 최고 수준의 줄기세포치료제 확보 및 응용 기술 (조직재생, 오가노이드 기술 등) 보유 • 임상연구부분에는 일본에 다소 미치지 못할 수 있으나, 탄탄한 의생명 연구기반을 바탕으로 기술개발 선도 • 선도적으로 정부, 민간 부분에서 연구비 투자로 원천 기반을 확보한 상태로서 줄기세포 기반 세포치료제에 대한 임상 연구가 활발 • 특허 및 Clinical trials.gov에 등록된 임상시험 개수

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 성체줄기세포 치료제에 대한 상업화 경험이 축적되어 우수한 성과가 많음 • 성체줄기세포 기반의 줄기세포 치료제 기술 수준은 매우 높으며, 관련 시장 성장 촉진을 위한 지원이 활발함. 동시에 배아줄기세포 치료제 개발 역시 세계 최고 수준의 기술력 보유 • MSC 중심의 산업화를 제일 먼저 이루었고, 지속적인 치료제 개발 연구 수행 • 정부의 전폭적 지원 • 선도그룹의 확대 • 연구 저변확대 및 신진 연구자들의 약진 • 정부와 민간의 상업화 치료제개발 의지 • 성체 줄기세포 분야의 응용 연구 활발 • 세포치료제 상용화 실현으로 임상시험 및 치료제 개발 분야의 강점 유지 • 체내 리프로그래밍, 내재성 줄기세포 활성화, 엑소솜 기술, 줄기세포 기반 독성평가 등 일부 분야에서 우수성과 발표 • 활발한 기초 및 응용 연구	• 줄기세포 기초연구, 임상적용에서 부작용과 낮은 효능 극복 기술 필요 • 배아줄기세포 및 유도만능줄기세포 기술과 연구가 활발히 진행 될 필요가 있음 • 임상적용과 응용 가속화에 대한 정책적 연구적 개선 방법의 고민 필요 • 인프라에 따른 산업화 미흡 • 성체줄기세포 치료제 분야의 연구와 투자에 집중되어 상대적으로 다른 줄기세포 활용 분야의 성장이 더딤. 실질적으로 신약개발 등에 활용할 생체모방형 줄기세포 응용기술 등에 대한 투자가 미비함 • 집중적인 투자를 통해 연구개발 성과가 나타나고 있으나 의생명분야의 약한 기반으로 선도그룹에 비해 탁월한 성과의 창출이 더딤. MSC 이후에 pluripotent stem cell을 치료제로 활용하려는 연구개발이 늦어짐 • 국제 경쟁력을 갖춘 선도그룹의 개수 부족 • 실용화 연구에 비해 기초연구(원천기술개발)의 부족

국가	강점분야	기타
		• 국가차원의 중점 연구보다 개인 차원의 연구가 많음 • 타 국가에 비해 엄격한 규제시스템 상존으로 산업화 및 실용화 장애. 상대적으로 적은 R&D 투자비용과 제약기법이나 대기업 참여 부족으로 연구개발 격차가 벌어짐
중국	• 다양한 줄기세포 분야 기술 개발과 연구, 임상적 응용에 집중하여 여러 성과 축적 중 • 중국의 줄기세포 시장은 아시아 시장 내에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 정책적으로 줄기세포 연구를 장려하고 있으며, 해외에서 교육 받은 우수한 전문 인력을 재유치하는 정책으로 관련 분야의 비약적 발전을 보여주고 있음. 타 국가에서 허용되지 않는 줄기세포 치료를 받기 위한 중국내 의료 시장 활성화 추세 • 집중적인 지원과 체계를 갖추어 가고 있고, 해외의 우수한 인력들을 보완하여 연구개발 분야에서 탁월한 성과들 제시 • 재외 중국계 연구자를 거점으로 한 강한 국제 연구네트워크 • 배아, 성체 줄기세포 분야의 응용 연구 활발 • 막대한 투자전략에 따라 우수 해외연구자 영입과 과학원 설립 등 연구개발 인프라 확충으로 잠재적 경쟁력 확보. 차세대 치료제인 배아줄기세포 유래 세포치료제 임상진입으로 이 분야 성과 창출	• 임상 적용과 응용의 안전성과 가이드라인에 대한 정책적, 제도적 장치 필요 • 다른 국가에 비해서 원천기술 미흡 • 대형 연구 인프라, 인력 등 양적인 부분에서의 성장만큼 질적 성장에 대해서는 향후 2-3년 내의 성과에 따라 판단되어질 것으로 예상되며, 무분별한 줄기세포 치료에 대한 우려 존재 • 결과물의 신뢰도 부분에서 선도그룹만큼 체계를 갖추고 있지 못함 • 부족한 무형의 인프라(정책/심사/규제) • 치료제 개발의 인허가 및 임상연구의 투명성 확보 필요
일본	• 유도만능줄기세포의 원천기술을 확보하고 있으며 다양한 적용 기술개발 중. 규제 완화를 정책적으로 지원하여 임상적용 사례 등이 늘어날 전망 • 기술, 인력, 인프라 등 우수 • 줄기세포 시장의 성장 추세가 전망되며, 유도만능 줄기세포 기반 기술을 통한 재생의학의 중심지로 성장 중 • 탄탄하고 창의성이 있는 기초연구능력 정부, 산업, 연구계가 조화를 이루어 협력하는 시스템, 장기적인 방향설정과 이에 따른 집중적인 연구개발 및 투자 • 보유 원천기술(특허)에 기반한 기술의 실용화 • 선택과 집중의 효율성 • 정부의 전폭적 지원	• 조건부 승인 제도 등과 유도만능줄기세포 적용시 안전성 확보가 불충분 • 지나치게 유도만능 줄기세포 기반기술에 치중되어 있으며, 아시아 시장에서의 중국, 인도, 한국의 비중이 상대적으로 높아지는 추세로 시장의 성장에 저해 요인으로 작용할 가능성이 있음 • 유도만능줄기세포 위주의 연구개발 • 체계성이 다소 결여된 성급한 실용화 (구미국가의 우려) • 유도만능 줄기세포의 효능 및 안전성에 대한 검증 필요 • 유도만능 줄기세포 연구 외 타 분야 줄기세포 연구 성과 상대적으로 미약함 • 임상시험 규제 사업화 관점

국가	강점분야	기타
	• 유도만능 줄기세포의 중점적인 육성을 통해 임상실험 단계까지 발전하고 해당 기술 선점으로 여전히 세계 주도권 선점 • 유수의 해외 기업 인수합병 및 제도완화를 통해 조기 상용화 추진 • 오가노이드 및 신약 개발 등의 연구 성과 우수	• 사회적 인식 미흡(줄기세포 연구 조작 등)
EU	• 정책적으로 줄기세포 기술의 임상 적용을 보장하려는 노력 중. 유도만능 줄기세포 기술 개발과 응용에 집중 • 영국, 독일, 프랑스 중심 관련 기업들의 적극적 투자가 이루어지고 있으며, 각 국가별로 특화된 기술을 중심으로 개별적 성장이 가능한 구조 • 세포치료제 외 생체 모방형 줄기세포 응용 기술 등에서는 세계 최고 수준의 기술 보유 • 국가 간 전문 인력의 교류/교환이 가장 적극적으로 이루어짐 • 다양한 기초연구분야에서 분야별로 강점 보유. 특히 오가노이드 분야 선도 중 • 다양한 연구를 통한 폭넓고 창의적인 연구 성과 • 특정 분야에 독보적 선도그룹 보유 • 구미 선도 그룹간의 네트워크를 활용한 체계적인 줄기세포 활용연구 • 배아, 성체 줄기세포 분야의 응용 연구가 활발함 • 연구개발 인력, 인프라 및 투자비용 등 우수함. 기초분야 특히 발생 및 질병원인 규명 등의 성과 우수 차세대 치료제인 전분화능 줄기세포 활용 치료제의 임상진입으로 차후 세계선도 가능 • 활발한 임상연구	• 줄기세포 치료비용 부담 및 상대적으로 엄격한 규제가 시장 성장 저해 요인으로 작용가능 • 엄격한 규제로 인해 탁월한 기초연구 수준을 보유하면서도 응용 및 상용화가 다소 더딤 • 다양한 응용기술을 개발하는 면에서는 상대적으로 선도그룹과 차이가 있음 • 보수성에 기반한 줄기세포 실용화 연구의 지체 및 지원의 부재 • 연구를 "성과 경쟁"으로 보지 않아 다소 더딘 진행 • 배아줄기세포의 안전성 검증 필요 • 전분화능 줄기세포 관련 특허 불임정 및 임상시험 진입 장벽 상존 국가에 따라 엄격한 연구개발이 장벽 존재 • 최근 유럽 경기하락으로 정부 지원 하향
미국	• 폭넓고 깊이 있는 줄기세포 연구와 기술개발 인프라가 탄탄함 • 가장 높은 점유율의 줄기세포 시장을 형성하고 있으며, 우수한 인력과 제약 및 생명공학 분야에서 최고의 인프라를 구축 중. 줄기세포치료제뿐만 아니라 생체모방형 줄기세포 응용 기술 수준 역시 매우 높음 • 다양한 의생명 연구 분야에서 확실한 기반 보유 • 새로운 응용기술의 개발, 심도 있는 기전분석 등의 강점 보유 • 분야별로 많은 선도그룹 보유 • 연구그룹 간의 네트워크 및 산학 연계 연구 • 풍부한 민간 지원	• 다양한 임상적 적용에 제한점을 가짐 • 줄기세포 치료에 대한 높은 비용 및 상대적으로 엄격한 규제 등이 향후 성장 저해 요인으로 작용가능 • 치료제 개발에 대한 상대적인 보수성, 철저히 검증된 결과 기대 • 배아줄기세포의 안전성 검증 필요 • 제도개선에도 불구하고 세포치료제의 상용화 실현의 어려움 상존

국가	강점분야	기타
	• 체계적인 치료제개발 시스템 • 심사평가기관의 전문성 • 배아, 성체 줄기세포 분야의 기초 및 응용연구 및 조직공학을 통한 장기재생 연구 활발 • 기초, 응용연구 인프라, 인력 등 전 분야 우수 • 전 세계 세포치료제 임상시험 선도 • 세계 최초로 줄기세포 기반 신약 개발을 통해 Drug reposition 성과 도출 • 배아줄기세포 연구 확대 및 사업과 연계	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	2위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 줄기세포 연구 특히 세포치료제 개발 연구는 융·복합 연구가 기본이 되는 경우가 점차 증가되는 상황으로 대학 및 연구소의 기술이 산업체 및 병원 등으로 확장할 수 있는 촉진정책 수립 및 지원 • 성과 위주의 단기 연구보다 거시적 관점의 장기 연구에 대한 유도 및 비전을 제시하고 이에 상응하는 정책 제안 및 이에 따른 연구비 배분 • 연 3억 원 이상 중대형과제를 확대하고, 이를 3년 이상의 장기 프로젝트화하여 융합연구, 팀 연구를 장려함으로써 국내 협력을 촉진 • 국내 줄기세포 연구자들 간의 협력을 위한 범부처 협력네트워크 구축·운영 필요. 연구과제 중심이 아닌 프로젝트 중심의 협력 방안 마련 • 줄기세포뿐만 아니라 다양한 질병에 대한 연구를 하시는 국내의 생물학, 의학 연구자분들이 줄기세포를 활용하여 연구할 수 협력연구과제가 더 많이 제공될 필요가 있음. 비 줄기세포 연구자들은 줄기세포 연구 분야에 기술적인 부분에서나 예산 부분에서나 진입장벽이 있다고 생각함. 줄기세포 연구 분야가 아직 신생이다 보니 연구재료들이 터무니없이 비쌀 때가 많아 국내의 타 분야 연구자들과 줄기세포 연구자들의 협동연구를 촉진할 수 있는 전략적인 프로그램 제공 필요 • 다기관 협력 체제를 통한 임상 결과 신뢰성 확보 • 산학관(식약처) 심포지엄 개최 등 통해 연구개발 결과물의 사업화 촉진
국제협력 촉진	• 줄기세포 관련하여 대부분의 원천특허가 경쟁국에 귀속된 경우가 많아 국내 개발 및 산업화를 위해선 국제적인 협력이 중요. 글로벌 스탠다드에 부합되는 치료기술 및 융합기술개발을 위해 ICH 등을 포함하는 국제표준화 및 규제 동향을 파악하고 준용하는 노력 필요 • 우리나라가 가지고 있는 강점 위주의 특화된 국제협력 추진

	정책제언
	• 국제 협력연구는 우수한 연구 성과로 이어지는 경우가 많으므로 국제협력연구 기반의 연구과제에 advantage를 주는 등 적극 장려 • 국제협력 강화를 통한 첨단 신기술 공동 개발 및 줄기세포 분야의 국제 협력프로그램의 적극적 참여 독려 • 줄기세포의 선진 기술들이 끊임없이 외국에서 나오고 있고 우리는 계속 추격적인 연구를 진행하고 있는데, 이들을 따라 잡기 위해서는 공동연구를 적극 추진하는 것이 최선의 방법. 적극적으로 연구자들을 해외로 파견하여 가장 앞선 기술들을 파악하고 그들과 교류하여 네트워크를 만들어 놓는 것이 기술개발에 중요. 실례로 파킨슨병 치료제를 개발하는 각국의 팀들인 G-force PD라는 closed group을 만들어서 자기들만의 노하우와 개발의 난점들을 논의하고 해결하면서, 표준을 만들어 가는 작업 중. 우리나라도 이런 국제적 협력에 적극적으로 참여할 수 있어야 함
인력양성 및 유치	• 줄기세포 분야 연구자들의 고용 안정성 보장 • 국내 줄기세포-조직재생 및 재생 의학 분야의 연구 인력은 약 800명 수준으로 파악되고 있으나 이는 미국, 일본, EU, 중국에 비해 절대적으로 부족함. 특히 대다수의 인력이 대학 및 국책연구소에 편중되어 실제 개발에 필요한 산업인력, 제도 및 규제관련 전문 인력, 산업화 촉진을 위한 전문 인력 등은 매우 부족 • 기초연구뿐만 아니라 실제 적용분야로의 커리큘럼과 교육 시스템 구축 • 꾸준한 연구비 지원 및 관련 산업 지원 • 줄기세포 연구의 특성상 일정수준의 숙련도를 갖추는데 상당한 시간과 비용이 소요되는 것을 고려하면 새로운 인력의 육성 뿐 아니라 지난 10여년의 연구 개발을 통해 배출된 줄기세포/재생의학 연구 인력 자원에 대한 현황을 파악하고 이들에 대한 효율적인 활용도 절실. 특히 경력이 단절된 줄기세포분야 경력 여성 연구 인력에 대한 적극적인 발굴과 유치 필요 • 연구 기반 마련을 위해 출연연 및 기업을 중심으로 줄기세포 분야의 전문 인력 양성 프로그램 지원 • 우수 인력의 국내 유입 촉진을 위한 국제적 기술협력 체계 도입 및 네트워크 강화 • 해외에 있는 인력들을 적극적으로 유입할 수 있도록 하는 정책적 지원 필요. 새로운 인력을 양성하기 보단, 기존의 타 생물학 분야에서 훈련받은 석·박사급 인력들이 줄기세포 연구팀으로 유입되어 서로의 전문성이 융합하는 것이 좀 더 효과적인 발전을 만들 수 있을 것 • 전임상 및 임상에 관련된 전문적인 기관 확대 필요 • 석·박사 인력이 많이 양성되고 있으나 이들을 수용할 산업기반 미비
인프라 구축	• 연구실에서 개발된 기술들의 산업화 지원을 위한 인프라 • 질병관리본부 산하의 줄기세포은행 및 재생의료센터 구축으로 국가적 연구 인프라가 상대적으로 우수하며 민간의 경우도 대형 3차 의료기관을 중심으로 GMP 시설 보유 등 비교적 양호한 인프라가 구축되어 있음 • 줄기세포 관련 산업체 육성을 위한 체계적 지원 시스템 구축 • 일선 연구기관(대학 및 정부출연연)의 수요에 비해 공적 연구 인프라가 아직 많이 부족하고, 효율성이 떨어짐. 줄기 세포주 은행, 고가장비 운용, 화합물 라이브러리 등의 인프라를 더욱 확충하고 이에 대한 활용도를 높일 방안 고려 필요 • 줄기세포 핵심 지식, 자원에 대한 데이터 관리가 필요하며, 공용 활용을 위한 임상연구 데이터 추적 시스템 구축 필요 • 줄기세포 산업화 촉진과 줄기세포 치료제 개발 및 생산 기업의 리스크 완화를 위한 공동 생산 시설의 구축 필요

	정책제언
	• 줄기세포은행 GMP 등의 여러 인프라들이 이미 만들어져 있지만, 실질적인 운영에서 그다지 효과적이지 못한 경우가 많음. 영국에는 catapult for cell & gene therapy, 캐나다에는 ccrm, 일본에는 amed라는 조직이 있어서 산업화를 위한 기술, 정책, 규제에 관한 지원을 해 주는 것뿐만 아니라 생산을 위한 시설까지 실비로 제공해 주는 시스템이 갖추어져 있음. 우리나라도 이렇게 일원화된 지원시스템을 갖추어 치료제를 개발하고자 하는 연구자/개발자들을 1:1로 지원해 줄 수 있다면, 연구 및 산업화 촉진 가능할 것 • 전임상 및 임상에 관련된 충분한 기반 시설 지원 및 연구비 확대 • 줄기세포 기반 신약검색 기반 활용도 증대 (기 연구결과의 활용 증대) 방안 마련
법·제도 개선	• 안전하고 효과적인 줄기세포 임상적용을 위한 법제도 개선 • 일본의 재생의료법을 필두로 EU, 미국 등이 모두 줄기세포치료제, 조직공학 치료제 및 유전자 치료제의 경우 우선 심사, 우신승인제도를 취하고 있고 산업화 촉진을 위한 혁신적 제도완화 조치를 취하는 반면 국내의 경우 생명윤리법을 포함한 다수의 법률이 혼재되어 있고 엄격한 규제로 인해 상대적으로 개발기술의 임상적용 및 산업화가 지연될 수 있음 • 바이오 의약품의 특성을 잘 이해하여 원칙에 얽매이지 않고 유연하고 합리적인 법·제도의 개선 • 줄기세포 관련 산업 육성을 위한 특별법 제정 • 부족한 인적 인프라에도 불구하고 연구자와의 긴밀한 소통을 통해 법·제도 개선에 노력하는 정부부처의 자세에 힘입어 현재 상당한 수준의 선진적 법·제도가 마련됨. 성과 지향적인 규제철폐보다는 구미 선진국의 사례를 비교하여 안전한 치료기술 개발을 위한 제도 마련 필요 • 현재 유보 상태인 배아줄기세포와 유전자치료 연구 등 바이오 분야 규제 개선 • 생명윤리법의 대폭적인 완화를 위해 실질적인 논의 필요(관련된 논의에 참여했던 직간접적인 경험에 의하면 실제로 논의를 해야 할 점에서 논의가 이루어지기 보다는 각 분야들 전문가 및 대변인들의 주장만 난무함. 과학적 연구의 자유에 대한 기본적인 존중이 있어야함. 사회적으로 용인 가능한 수준에서 연구가 이루어져야 한다는 점은 일반인뿐만 아니라 과학자들도 대부분 인지하고 있는 점이나 미지의 것에 대한 연구가 있어야지만 우리가 판단할 수 있는 근거나 지식이 축적될 수 있을 텐데 현재의 생명윤리와 관련된 논의에서는 이러한 연구들이 결국은 현재수준에서 용납될 수 없는 일을 할 것이라는 가정을 하면서, 지식의 축적을 위한 연구자체를 부정하거나 방해하는 형국) • 임상에 대한 법규를 대폭적으로 완화하지만 그에 따른 전임상 결과 실험은 강화 필요 • 조건부 허가를 통한 조기 사업화 활성화
연구비 확대	• 선택과 집중과 함께 독창적인 소규모 연구에 대한 지원 • 미국의 경우 연방정부와 주정부 연구비가 3조원을 넘고 있고 EU, 일본 및 중국 역시도 국내 줄기세포-재생의료 분양의 연구비 1,000억 원을 훨씬 상회하고 있음. 거의 모든 국가가 바이오-의료분야의 핵심 연구 개발 사업으로 지정하여 집중 지원하는 연구 분야로 연구비 확대 및 지속적 지원계획 수립이 절실 • 연구비 확대 방안은 환영 받을 일이지만 적은 연구비로 많은 과제를 지원하기 보다는 가능성 있는 분야에 큰 규모의 집중 투자와 지원이 좀 더 확실한 성과를 얻을 수 있는 방향 • 연구비 규모의 확대도 중요하지만 연구 기간이 타 연구에 비해 오래 걸리는 연구의 특성상 3년 이상의 장기 프로젝트의 확대가 시급함. 장기적인 관점에서 3+3+2(3)의 다단계 연구를 확대, 이를 경쟁화하여 우수한 성과의 지속적 도출이 가능하게 하는 연구비 시스템 확대 필요

	정책제언
	• 부처별 기관 미션을 고려한 지속적인 줄기세포 연구개발의 지원이 필요하며, 융합 연구에 부합하도록 부처 간 연계·협업 시스템 강화 필요 • 현재 줄기세포 관련 연구비 수준은 일본의 신야야마나카의 단일 연구소의 1년 예산수준에 불과. 전략적인 설계를 잘 해서 필요한 곳에 적절히 배치가 될 수 있도록 하는 것이 선행되어야 하겠지만, 좀 더 예산을 확대하여 비줄기세포 분야의 전문가들도 줄기세포를 활용하겠다고 나설 수 있는 상황이 되어야함. 줄기세포 연구 분야가 재생 의학적 치료제를 개발하는 것뿐만 아니라, 생물학 전반에 걸쳐서 막강한 파급력이 있는 연구재료를 제공한다는 측면을 생각해 보면, 연구비를 대폭 증액하여 의생명과학을 하는 모든 연구자들이 줄기세포를 활용해 볼 수 있는 기회 제공 필요. 줄기세포 연구는 줄기세포를 연구하는 사람들만의 재료가 아니라 생물학 전반의 패러다임을 바꿀 수 있는 재료이므로 더 많은 비줄기세포 연구자들이 참여할 수 있는 기회가 만들어져야 함
기타 의견	• 3년 이내의 신규임용 연구자들은 최근 연구동향을 가장 잘 알고 가장 활발한 연구 역량을 가진 사람들인데 불구하고 이들이 주로 연구비 수주와 연구실 세팅, 연구인원 모집 등으로 가장 활동적인 시기에 연구 역량을 소모하는 경우가 다수. 이들의 연구비 수주와 연착륙을 위해(SRC과제 등) 팀과제 구축 시 3년 이내 신규임용 연구자들을 포함시킬 경우 advantage 제공 요망 • 국가 R&R에 상응하는 주제와 목적성을 고려하여 출연연간 협력 연구 촉진 • 줄기세포기술은 크게 1) 재생 의학적 치료제를 개발하는 분야와 줄기세포를 활용하여 2) 질병연구 및 신약(small molecule drug)을 개발하는 것으로 구분 가능. 1)의 경우에는 의학 및 의·공학 연구자들과의 융·복합 연구가 절실. 치료제 후보의 효능을 확인하는 과정은 실험실 수준에서 이루어질 수 있지만 이를 치료제로 개발하기 위해서는 세포의 생산과 임상에 적용을 위한 이식, 추적 등의 매우 까다로운 절차들이 남아 있기 때문에 의학자들과의 공조와 협업이 중요하므로 이 전체 프로세스를 조율하고 필요한 연구자들을 매칭 시키는 역할을 전문적으로 할 수 있는 조직이 있다면 개발의 효율성을 높일 수 있을 것. 2)의 경우 대다수의 의생명과학 연구자들이 줄기세포 또는 줄기세포로부터 분화된 세포를 이용하여 연구를 하고 싶지만 비용이나 기술적 경험이 부족하여 접근하기 어려워 이를 극복하기 위해서 의생명연구자들과 줄기세포연구자들이 협업을 원활히 할 수 있는 프로그램의 지원 필요. 줄기세포를 이용하여 질환 모델을 만드는 기술은 단순히 세포를 만드는 것부터 오가노이드를 비롯한 3D 조직을 만드는 과정까지 확대되고 있는 중이기 때문에 다양한 분야와의 협업 필요. 의생명연구의 결과가 실제적인 효과를 갖기 위해서는 줄기세포로부터 유래된 질병세포를 이용하여 발견한 현상을 검증하는 과정을 필수적으로 하도록 하여 활용가치를 높일 필요가 있음. 이는 줄기세포 연구개발의 증진뿐만 아니라 우리나라 의생명과학의 발전을 도모하는 길 • 줄기세포를 이용한 융·복합 질환 chip 개발을 통한 세포치료제 전임상 필요

다 주요 분석 결과 요약

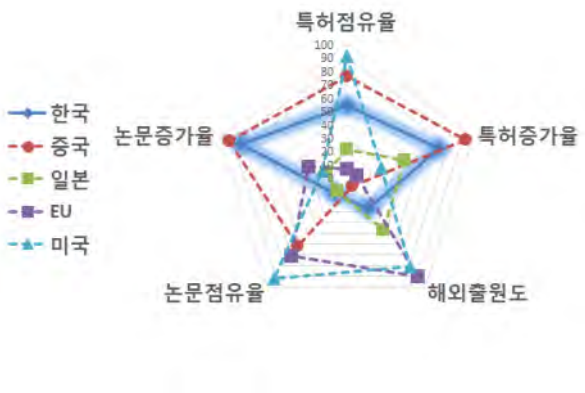
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	줄기세포 활용 기술	4,288	4,021	145.5%	72.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

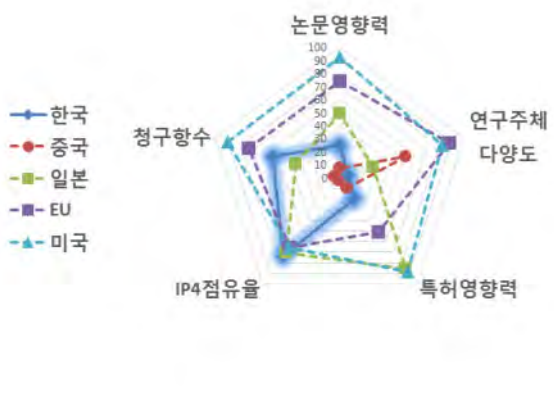
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	미국	미국	미국
	34.8%	28.0%	33.3	5.1
한국	4위	3위	4위	4위
	8.6%	20.6%	17.8	1.1
5개국 평균[2]	-	-	24.7	4.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

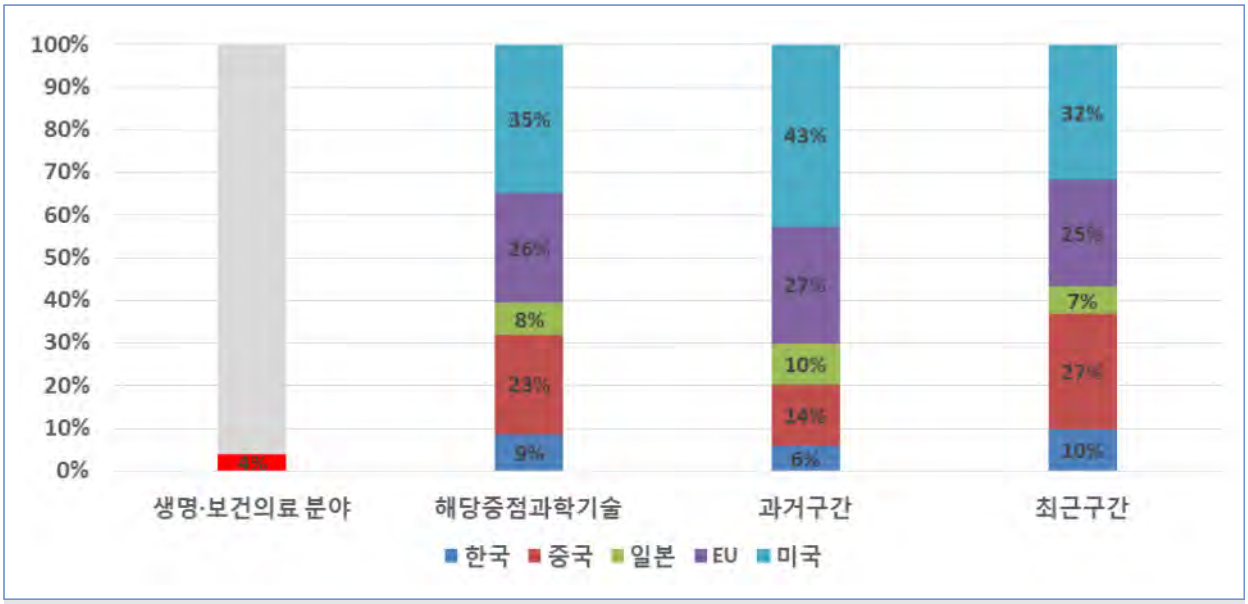
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(8.6%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(17.8)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(34.8%), EU(25.7%), 중국(23.3%), 한국(8.6%), 일본(7.5%) 순이며, 논문 증가율은 중국(365.5%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(33.3), EU(27.4), 일본(22.5), 한국(17.8), 중국(12.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(20.6%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(1.1)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 미국(28.0%), 중국(24.1%), 한국(20.6%), 일본(15.5%), EU(11.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(161.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(5.1), 일본(4.9), EU(2.8), 한국(1.1), 중국(0.2) 순이며, IP4 점유율은 한국(25.7%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(6.1)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	8.6%	23.3%	7.5%	25.7%	34.8%
	논문 증가율	306.8%	365.5%	64.8%	123.8%	82.2%
	논문 영향력	17.8	12.2	22.5	27.4	33.3
	연구주체 다양도	0.75	0.88	0.81	0.94	0.91
특허 분석	특허 점유율	20.6%	24.1%	15.5%	11.7%	28.0%
	특허 증가율	109.7%	161.0%	69.0%	-3.8%	41.3%
	해외출원도	2.3	0.4	3.4	6.2	5.4
	특허 영향력	1.1	0.2	4.9	2.8	5.1
	IP4점유율	25.7%	0.9%	24.7%	23.5%	23.4%
	청구항수	4.5	2.2	3.9	5.2	6.1

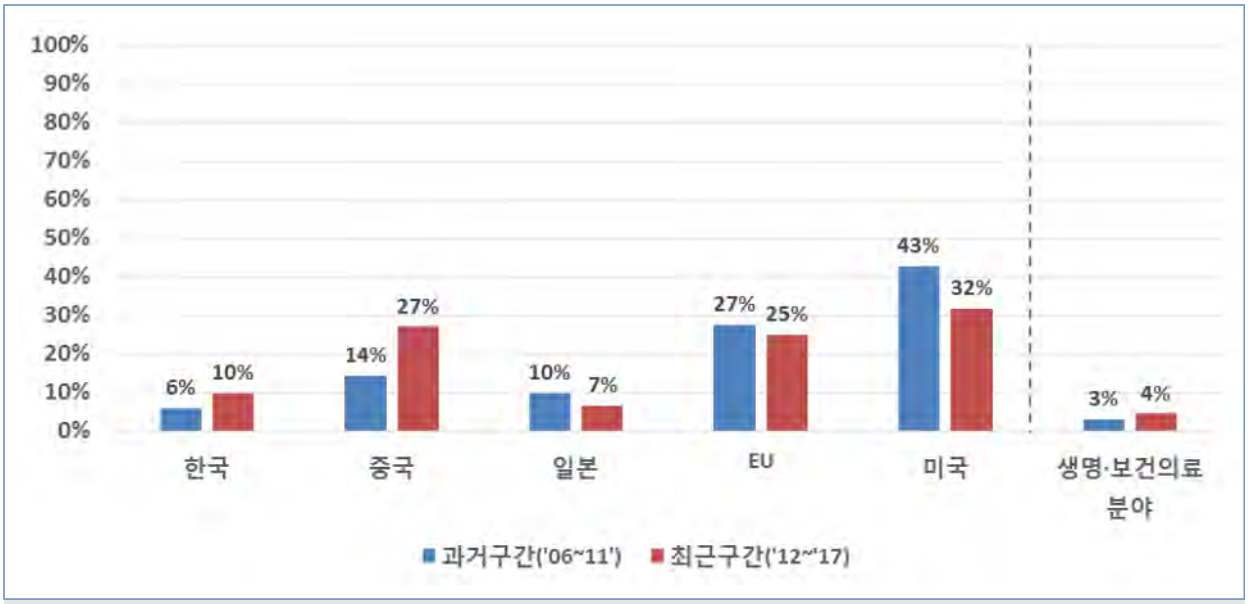
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 줄기세포 활용 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 1493건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 줄기세포 활용 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

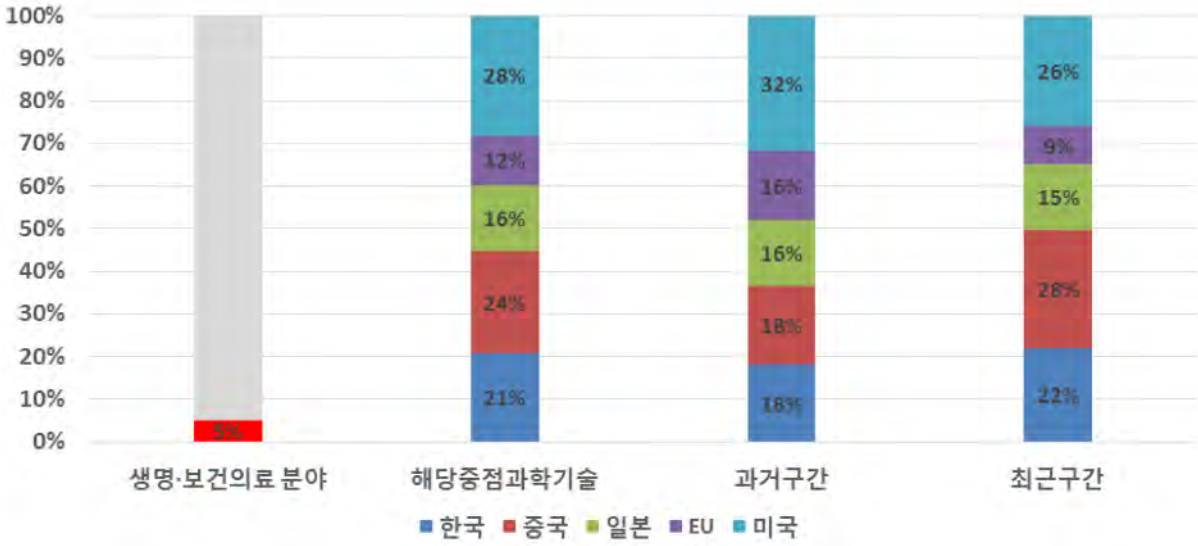


● 줄기세포 활용 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 306.8%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	73	297	370	306.8%
중국	177	824	1,001	365.5%
일본	122	201	323	64.8%
EU	340	761	1,101	123.8%
미국	529	964	1,493	82.2%
전체	1,241	3,047	4,288	145.5%

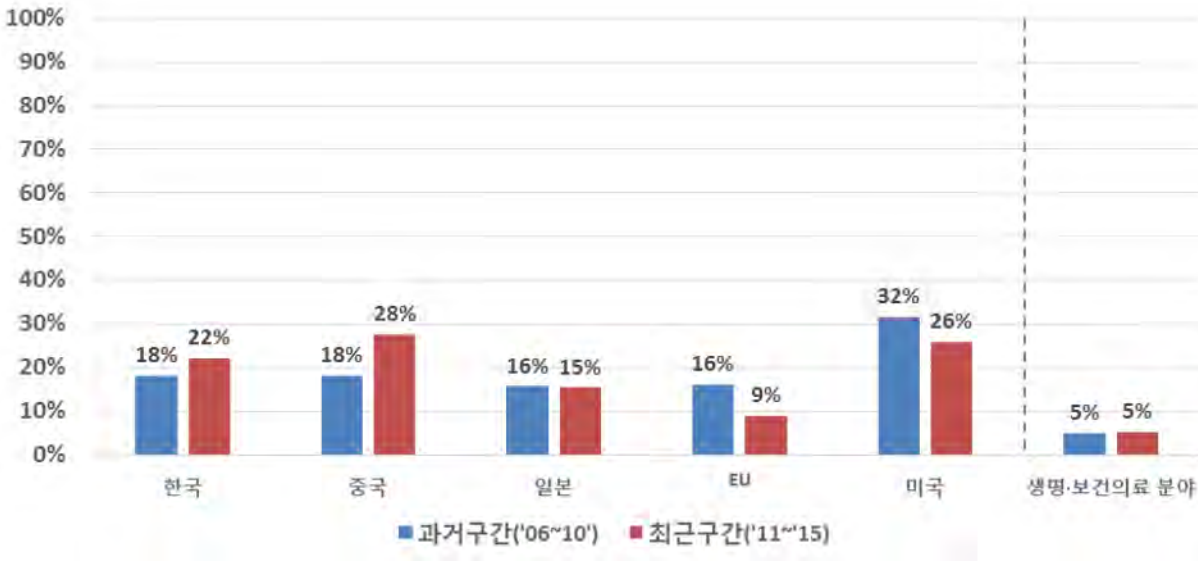
(4) 특허 점유율(전체)



- 줄기세포 활용 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 미국이 1127건으로 전체 특허의 28%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 한국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 줄기세포 활용 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



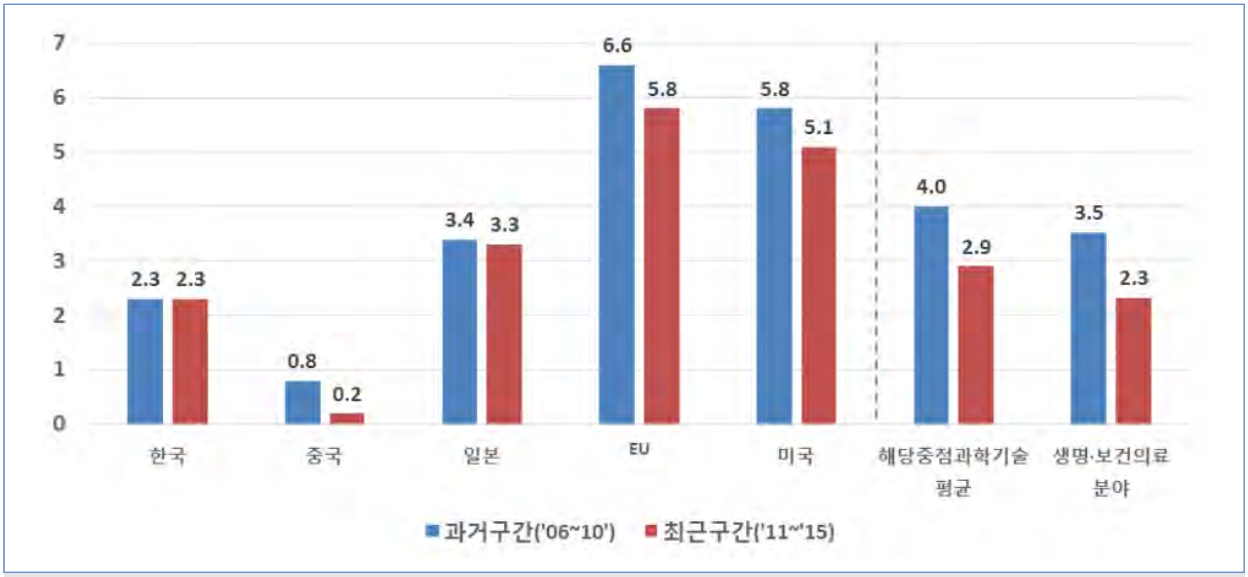
- 줄기세포 활용 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 109.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	268	562	830	109.7%
중국	269	702	971	161.0%
일본	232	392	624	69.0%
EU	239	230	469	-3.8%
미국	467	660	1,127	41.3%
전체	1,475	2,546	4,021	72.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

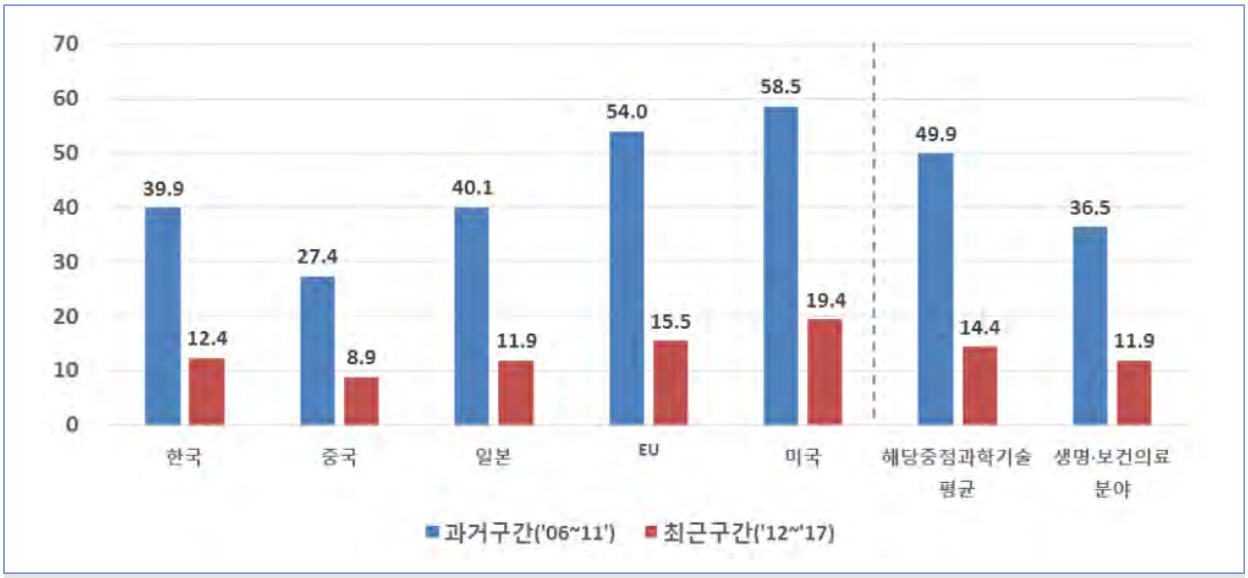
(7) 특허 해외출원도[6)]



● 줄기세포 활용 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

마 기술력(질적) 분석

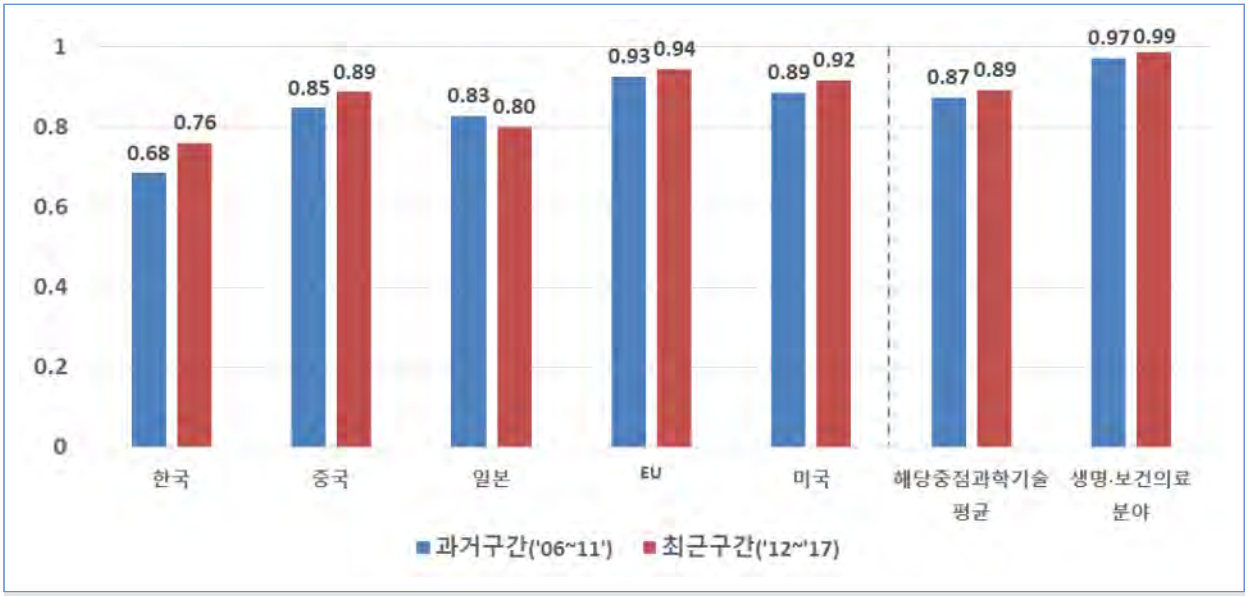
(1) 논문영향력



● 줄기세포 활용 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

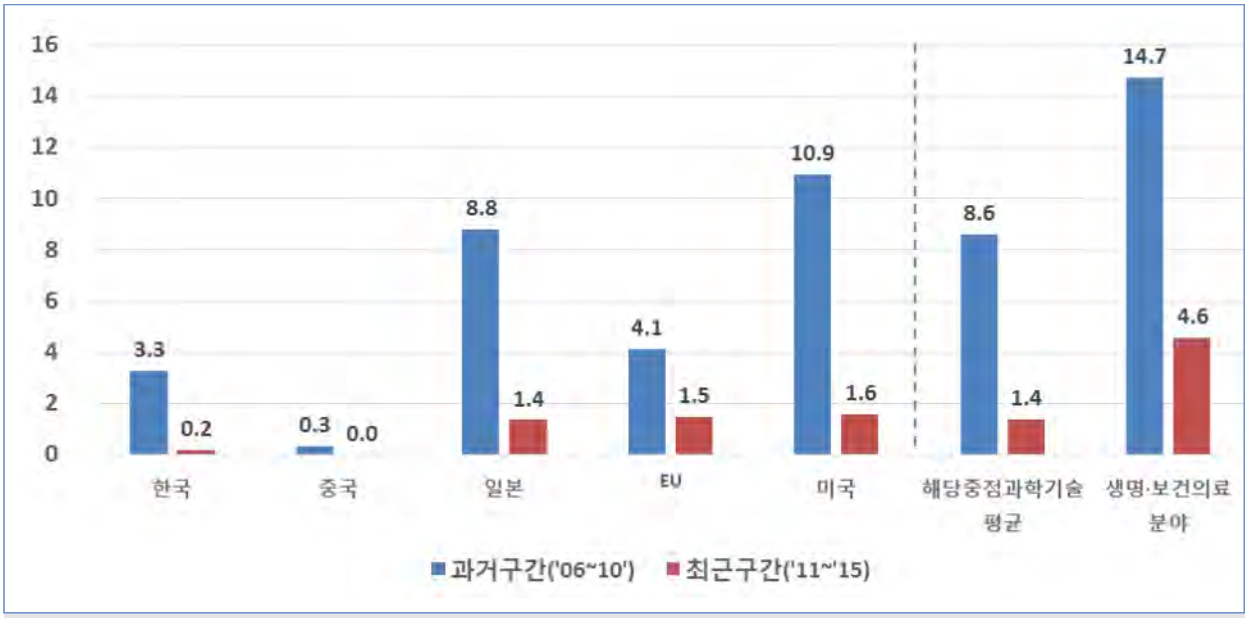
6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

(2) 연구주체 다양도



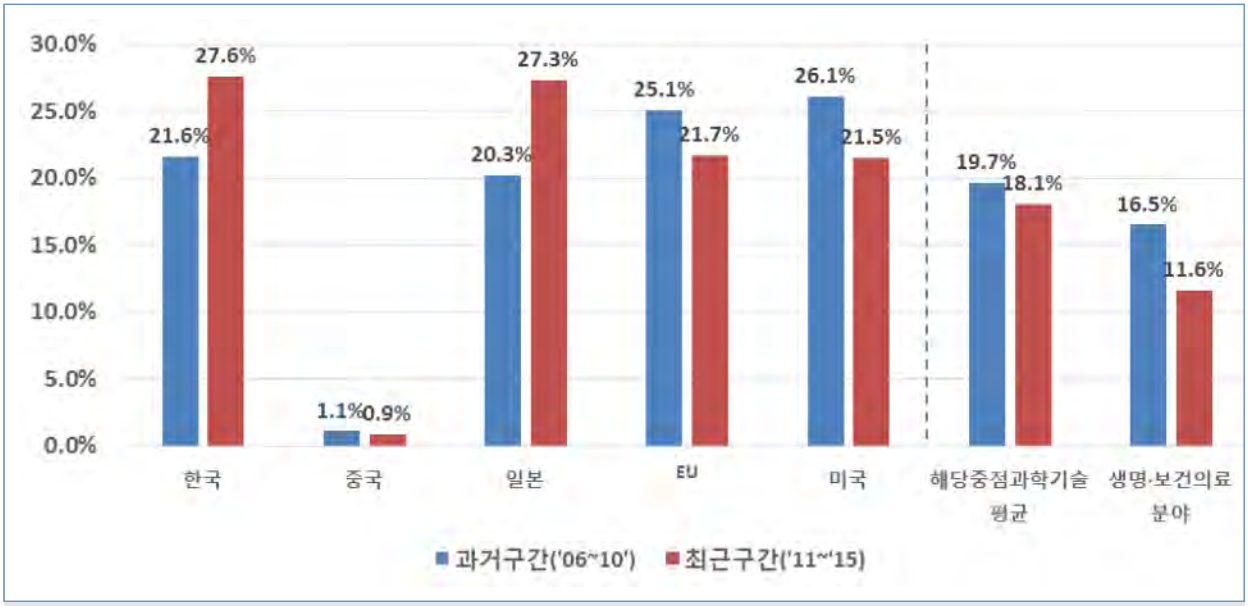
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



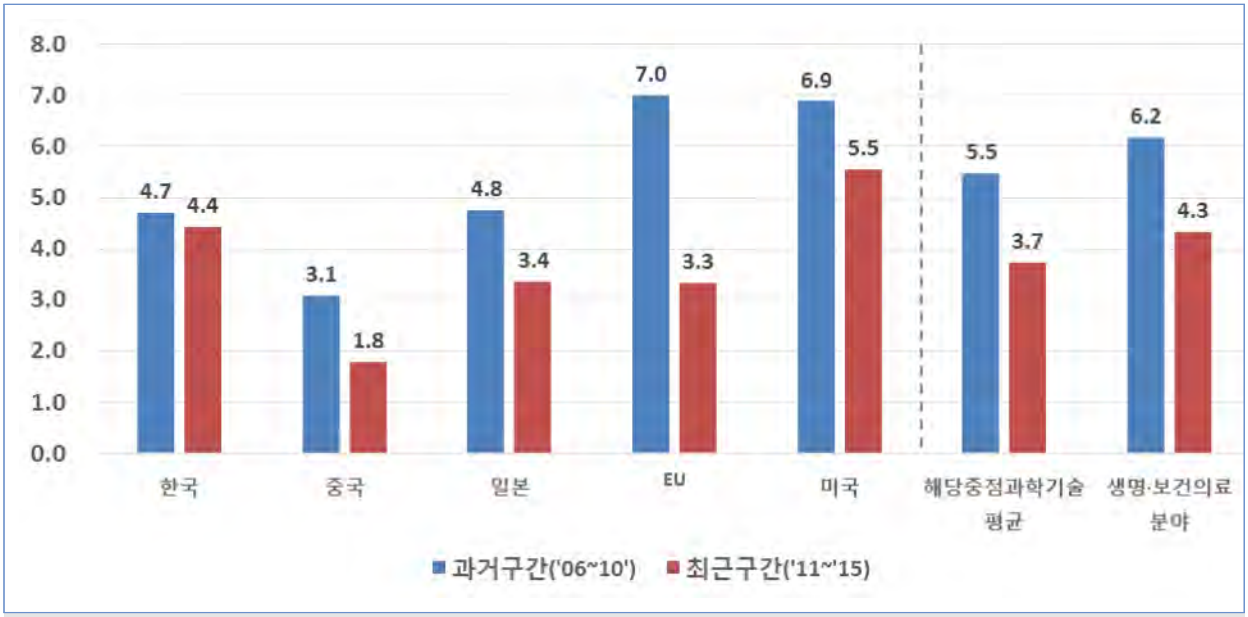
● 줄기세포 활용 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 줄기세포 활용 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 줄기세포 활용 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

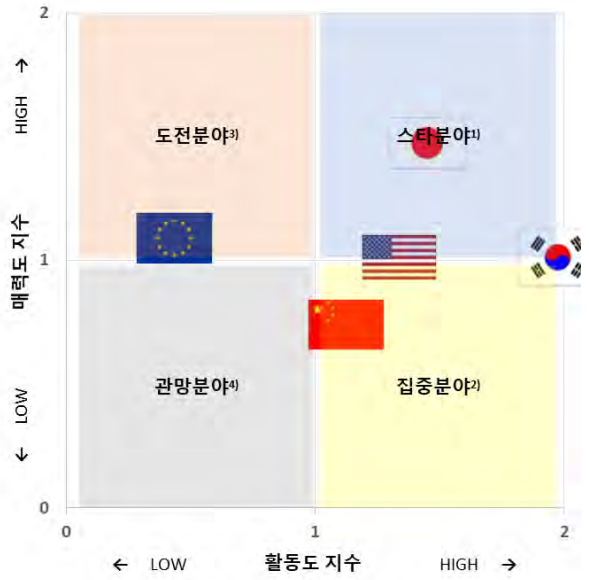
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

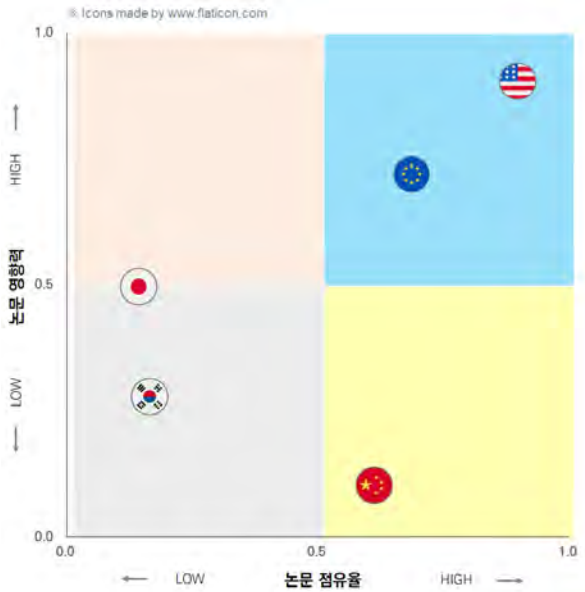
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 줄기세포 활용 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

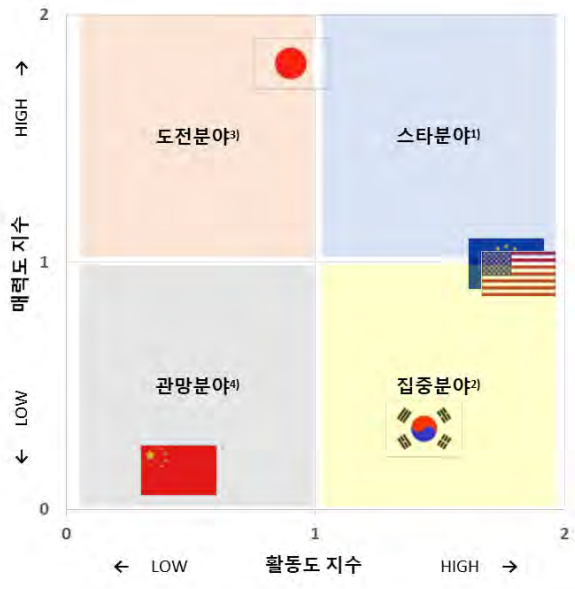


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 줄기세포 활용 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오





※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.47%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 8.65%(글로벌 점유율은 0.75%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.22%	1.47%	33.33%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	4.10%	0.96%	312.50%
3	HARVARD MEDICAL SCHOOL	미국	2.21%	0.77%	6.25%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	한국	8.65%	0.75%	257.14%
5	FOURTH MILITARY MEDICAL UNIVERSITY	중국	2.80%	0.65%	500.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	8.65%	0.75%	257.14%
2	YONSEI UNIVERSITY	6.22%	0.54%	260.00%
3	CATHOLIC UNIVERSITY OF KOREA	4.32%	0.37%	600.00%
4	DANKOOK UNIVERSITY	3.78%	0.33%	1300.00%
5	CHA UNIVERSITY	3.24%	0.28%	400.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	4.10%	0.96%	312.50%
2	FOURTH MILITARY MEDICAL UNIVERSITY	2.80%	0.65%	500.00%
3	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.30%	0.54%	260.00%
4	SUN YAT-SEN UNIVERSITY	2.30%	0.54%	260.00%
5	SOUTHERN MEDICAL UNIVERSITY	2.10%	0.49%	62.50%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	6.81%	0.51%	0.00%
2	NAGOYA UNIVERSITY	4.33%	0.33%	33.33%
3	KEIO UNIVERSITY	4.02%	0.30%	125.00%
4	KYUSHU UNIVERSITY	4.02%	0.30%	450.00%
5	OSAKA UNIVERSITY	2.79%	0.21%	800.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	1.45%	0.37%	333.33%
2	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	1.18%	0.30%	450.00%
3	IMPERIAL COLLEGE LONDON	1.00%	0.26%	-16.67%
4	UNIVERSITY MEDICAL CENTER UTRECHT	1.00%	0.26%	350.00%
5	LEIDEN UNIVERSITY MEDICAL CENTER	1.00%	0.26%	-16.67%

6 미국

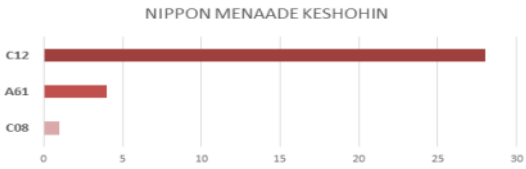
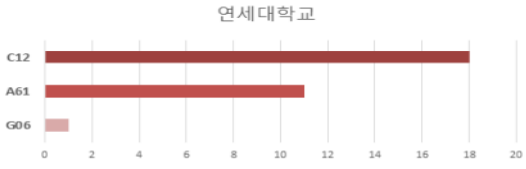
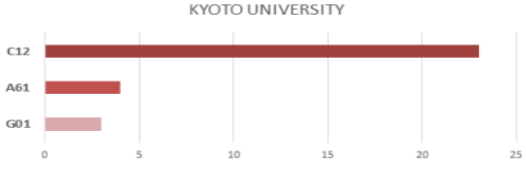
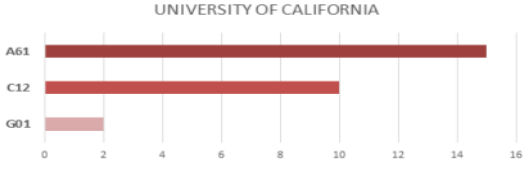
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.22%	1.47%	33.33%
2	HARVARD MEDICAL SCHOOL	2.21%	0.77%	6.25%
3	STANFORD UNIVERSITY	1.34%	0.47%	85.71%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.27%	0.44%	180.00%
5	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	1.14%	0.40%	-30.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'NIPPON MENAADE KESHOHIN (0.82%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '서울대학교'가 3.86%(글로벌 점유율은 0.80%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'NIPPON MENAADE KESHOHIN'와 '서울대학교'는 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

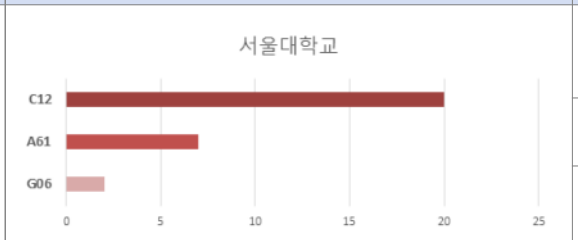
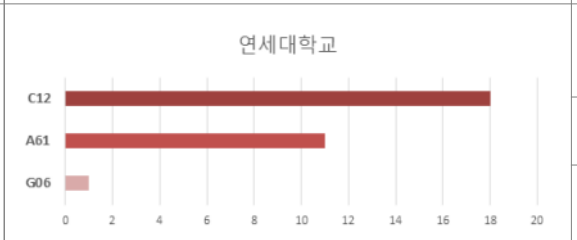
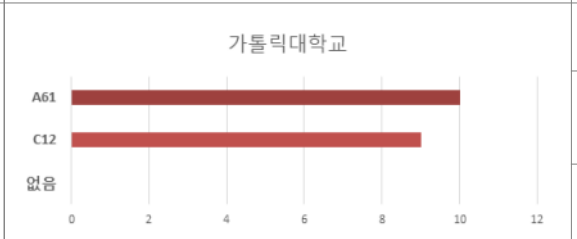
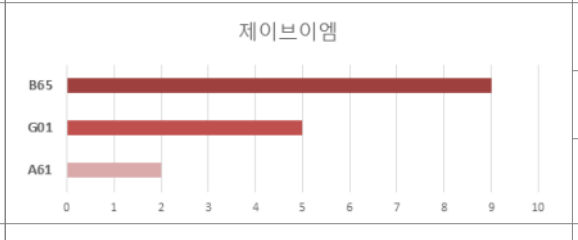
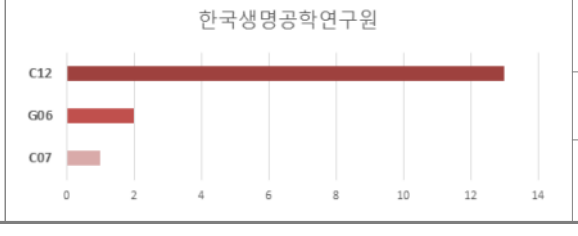
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NIPPON MENAADE KESHOHIN	일본	5.29%	0.82%	6.25%
2	서울대학교	한국	3.86%	0.80%	333.33%
3	연세대학교	한국	3.86%	0.80%	155.56%
4	KYOTO UNIVERSITY	일본	4.81%	0.75%	-23.53%
5	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.57%	0.72%	766.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학

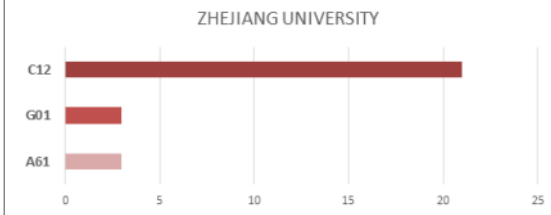
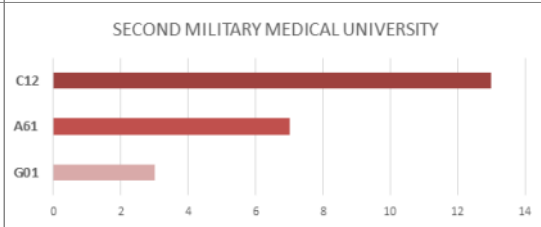
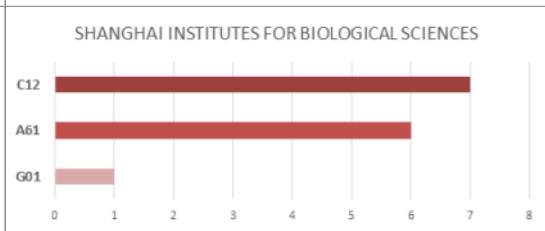
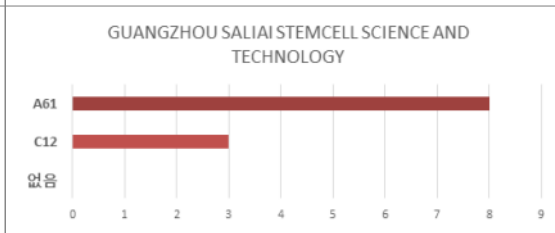
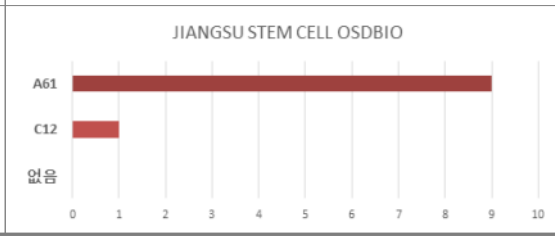
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	서울대학교	3.86%	0.80%	333.33%
2	연세대학교	3.86%	0.80%	155.56%
3	가톨릭대학교	2.29%	0.47%	1700.00%
4	제이브이엠	2.05%	0.42%	140.00%
5	한국생명공학연구원	2.05%	0.42%	83.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
4		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C07	유기화학

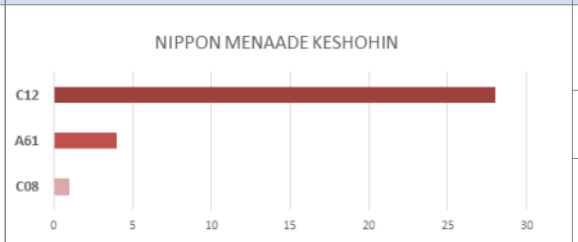
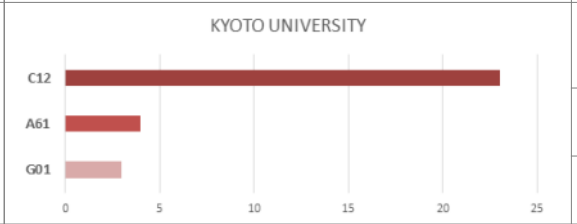
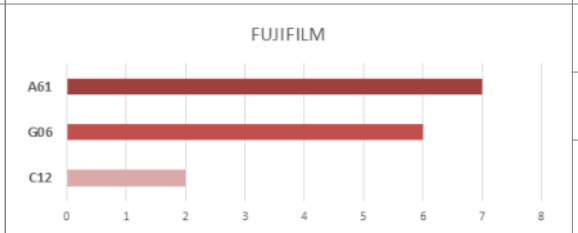
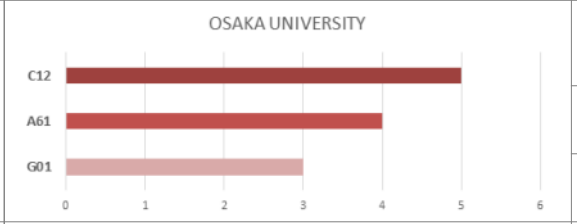
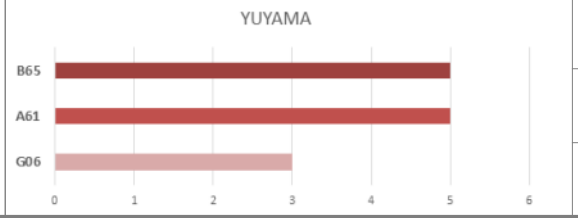
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.78%	0.67%	-7.14%
2	SECOND MILITARY MEDICAL UNIVERSITY	2.37%	0.57%	950.00%
3	SHANGHAI INSTITUTES FOR BIOLOGICAL SCIENCES	1.44%	0.35%	500.00%
4	GUANGZHOU SALIAI STEMCELL SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.13%	0.27%	1000.00%
5	JIANGSU STEM CELL OSDBIO	1.03%	0.25%	900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-

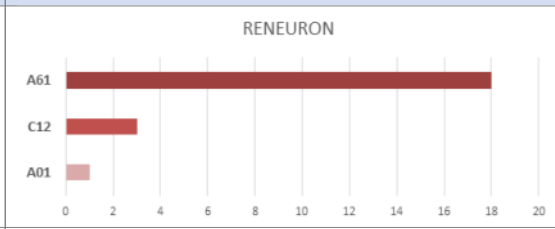
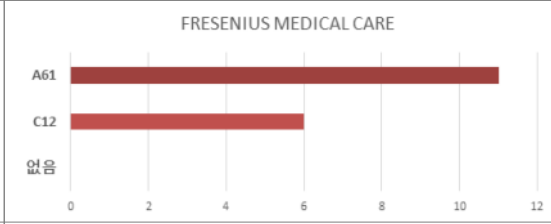
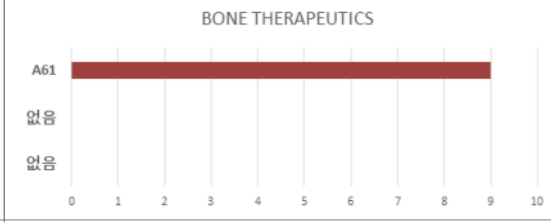
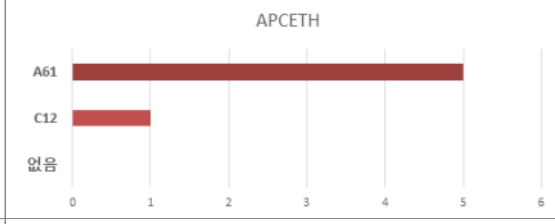
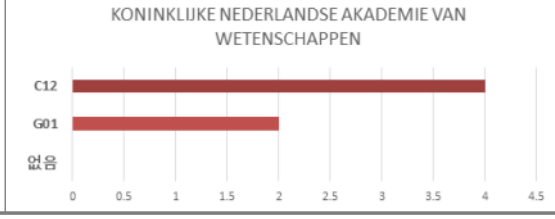
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NIPPON MENAADE KESHOHIN	5.29%	0.82%	6.25%
2	KYOTO UNIVERSITY	4.81%	0.75%	-23.53%
3	FUJIFILM	2.56%	0.40%	600.00%
4	OSAKA UNIVERSITY	2.24%	0.35%	80.00%
5	YUYAMA	2.08%	0.32%	1100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
5		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

5 EU

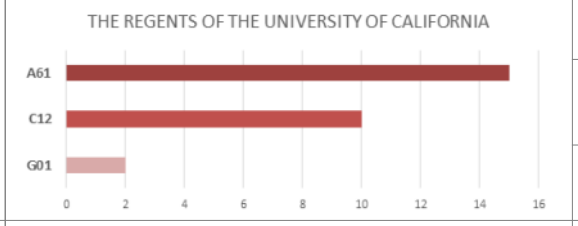
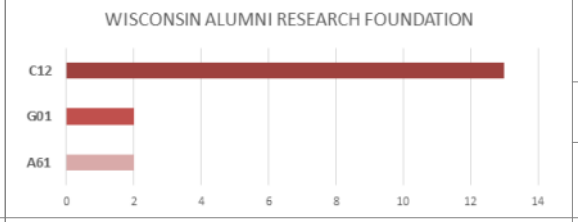
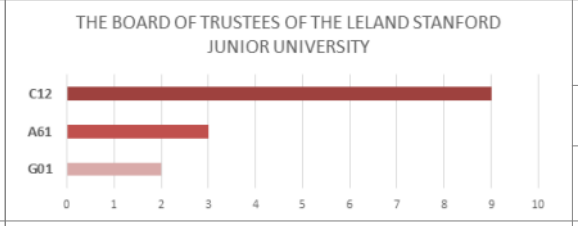
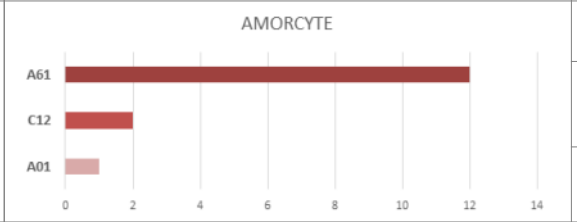
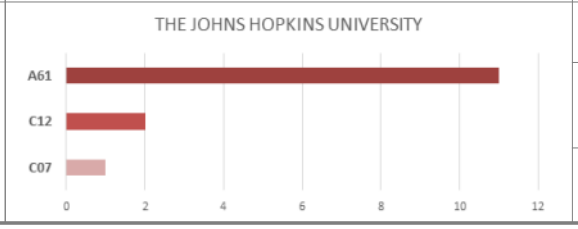
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	RENEURON	4.69%	0.55%	166.67%
2	FRESENIUS MEDICAL CARE	3.62%	0.42%	-45.45%
3	BONE THERAPEUTICS	1.92%	0.22%	-87.50%
4	APCETH	1.28%	0.15%	0.00%
5	KONINKLIJKE NEDERLANDSE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN	1.28%	0.15%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.57%	0.72%	766.67%
2	WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION	1.51%	0.42%	83.33%
3	THE BOARD OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY	1.42%	0.40%	28.57%
4	AMORCYTE	1.33%	0.37%	-33.33%
5	THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	1.24%	0.35%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학

57 맞춤형 신약 개발 기술



57 맞춤형 신약 개발 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 주요 질환 치료를 목적으로 유전체학, 단백체학, 대사체학, 면역학 등에 근거하여 생체 표적 분자 발굴 및 기능을 검증하고, 타깃 제어 또는 기능 조절을 위한 합성신약, 바이오신약, 세포치료제 등의 유효성·안전성 검증 등과 관련된 기술
- ☑ 신약개발 성공 가능성을 혁신적으로 높일 수 있는 기초-임상 연계연구(중개연구) 기술 또는 기존 신약 효능 향상 및 약물에 새로운 가치를 부가할 수 있는 신약개발 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

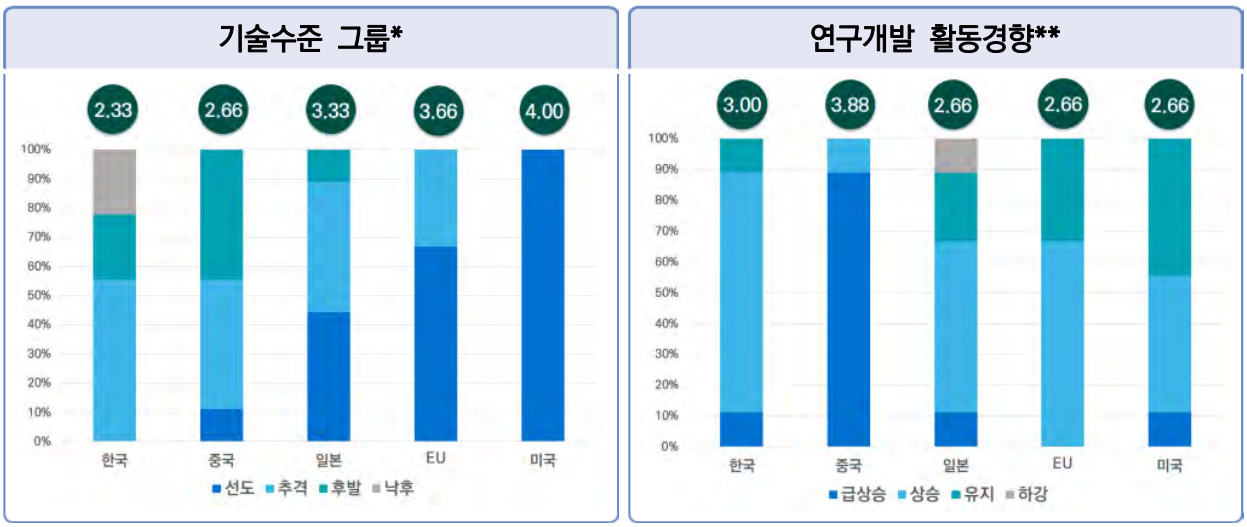
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	5.5	후발	보통	보통	상승
중국	70.0	5.5	추격	우수	우수	급상승
일본	84.0	3.0	추격	우수	우수	상승
EU	90.0	1.8	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	5.5	70.0	60.0	72.0	19.3	5.5	4.3	8.5	3.0
중국	70.0	4.0	70.0	70.0	75.0	10.2	5.5	4.0	7.0	2.3
일본	85.0	3.0	84.0	80.0	85.0	8.5	3.0	2.5	4.3	2.6
EU	90.0	1.5	90.0	82.0	90.0	6.9	1.8	0.5	3.5	1.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

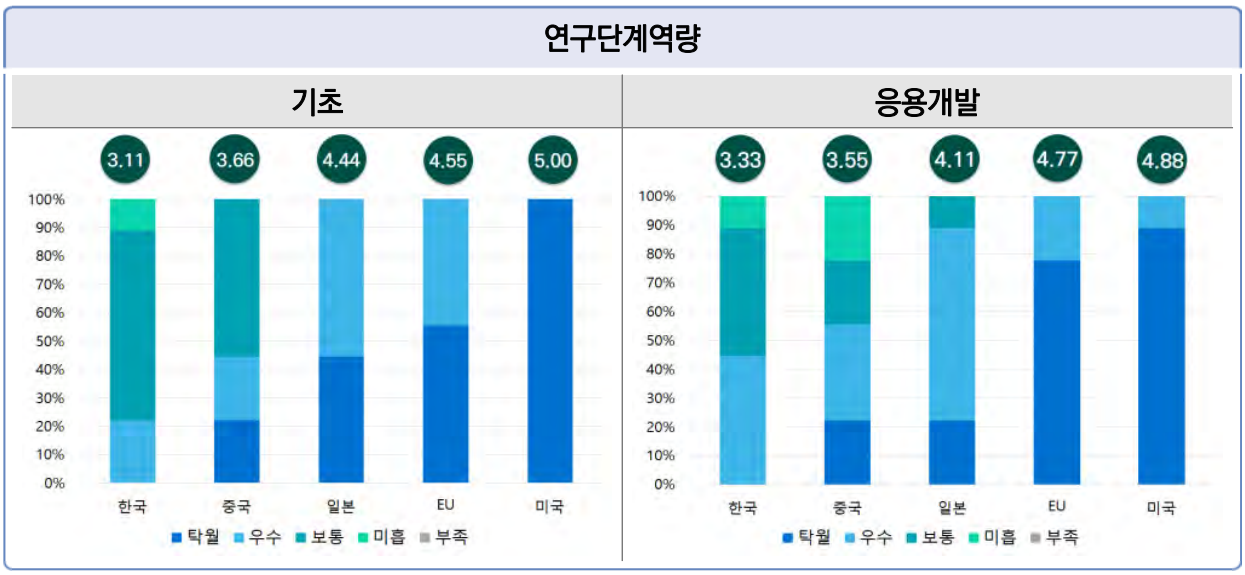
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 신약개발 인프라가 매우 발달하였으며, 막대한 자본과 연구원 투입으로 급속 성장 중 • 아직 미국 등의 대형제약회사나 연구기관들의 결과에 미치지 못하지만 현재 좋은 신약 파이프라인을 구축한 제약회사들이 생겨나고 있음. 한미제약 등에서 자체적으로 신약을 개발하려는 노력이 진행되고는 있지만 아직은 맞춤형 신약제작을 위한 모험에는 한계가 있음. 적극적인 투자가 어려워 자본이 필요한 신약개발에는 소홀 • 대학 및 연구소에서의 신약개발 관련 기술력이 최근 급증하여 특허출원 및 논문 발표수가 지속적으로 증가하고 있으나 신약개발 분야의 특수성으로 인해 선도그룹과는 다소 기술력의 차이 존재 • 아직도 여전히 미국과 일본 기술의 추격기술 수준에 머물러 있으며, 특히 요즈음은 중국이 한국의 기술 수준을 넘어섬 • 점차 신약개발에 대한 기술경험이 축적되고, 새로운 혁신 기술에 대한 적응력이 높아지고 있음. 국내 연구자의 신약개발 혁신기술에 대한 적응력은 높으나 제약기업에 대한 신약개발에 대한 미온적이고 소극적인 태도가 크게 바뀌지 않음 • 정부 R&D 투자 지원 확대 및 전략적 아웃소싱에 힘입어 유전체 분석 기술을 포함한 바이오 의약품에 강점 • 국내 개발 신약 27종 중 연매출 100억 이상 제품은 4종에 불과하여 신약개발 투자 확대에 비해 역량은 부족한 수준 • 국내 제약시장의 영세성과 제네릭 선호, 내수 치중의 문제점 존재 논문 건수 5위로 가장 낮으며, 연구 활동이 다소 부진한 것으로 보이나, 최근 5년간 특허 출원 및 등록건수는 매우 높음
중국 (70.0%)	• 우수한 해외 연구자를 국내로 불러들이며 많은 맞춤형 신약개발에 투자 중. 그 결과 좋은 연구 성과 및 우수한 특허가 급속도로 늘어가고 있으며 향후 미국과 견줄만한 기술력을 보유할 전망 • 최근 막대한 자본을 기반으로 세계적으로 중요한 제약기술을 기술이전의 형식으로 사들이고 있음. 또한 Fudan 대학 등을 비롯해 최근 신약개발 관련 특허출원 횟수 급증 • 최근 과학기술에 대한 막대한 투자와 미국 일본 등 해외에서 유입된 인재를 바탕으로 미국과 일본의 기술을 모방하고, 활발하게 추격 중 • 우수 과학자의 중국 내 유입, 국가차원의 과학기술 파격적 지원과 중국내 기업의 신약개발 역량과 기술이 급 발전함 • 신약투자 증가를 통해 시장 환경 개선, 보조금 지원, 투자 유치, 인센티브 지급등 바이오 의약품 산업을 위한 구체적인 지원 정책을 제정하여 신약개발과 혁신 분야에 집중지원 중 • 중국 제약사들이 미국 바이오 벤처에 왕성하게 투자 진행 • 논문 건수가 3위로 일본, 한국 대비 왕성하게 연구 결과 보고 • 특허 출원 증가 추세 1위로 출원 및 등록건수가 매우 높음
일본 (84.0%)	• 전통적인 과학강국으로 최근 맞춤형 신약개발에 막대한 투자 중. 미국 등 다국적 대형 제약회사에 비하여 결과가 두드러지지는 않지만 향후 충분히 경쟁할만한 인프라 보유 • 꾸준한 연구개발로 미국 FDA에 신약으로 등록되는 결과가 나옴. 하지만 독자적인 임상연구를 수행하는 경우는 드묾 • Takeda를 비롯한 세계적인 제약회사들을 보유하고 있고 신약개발을 위한 정부 및 회사 차원의 지속적인 투자가 이루어져 선도그룹 추격

국가 (기술수준)	판단근거
	• 생체고분자 및 신약개발 분야에 대한 활발한 연구와 독창적인 연구 분야를 기반으로 미국의 기술수준에 비해 약 다소 미흡한 수준의 기술 수준 보유 • 미국과 EU 대비 경쟁력 있는 제약기업과 우수 대학기관의 과학수준이 높음 • 신약 개발에 대한 꾸준하고 지속적인 연구 지원 (고위험 연구에 대한 지속적 지원) • 기업들의 적극적인 신약개발 투자
EU (90.0%)	• 미국에 버금가는 많은 유명 다국적 제약회사에서 지속적인 기술을 개발하고 있으며 미국과 견주어 손색없는 결과 도출 • 전통적인 신약개발 관련 강국으로서 기반시설이 이미 구축되었고 선도그룹을 지속적으로 추격 • 신약 및 항암면역치료기술 분야에 대한 활발한 임상연구와 세계수준의 제약업체의 생산기지 플랫폼을 바탕으로 선도그룹 추격 • 탄탄한 기초과학 기반 연구 • 논문 등재 건수 1위로 가장 높으며, 특허 건수는 최근 5년간 3위를 유지하며 완만한 출원 추세를 보임
미국 (100%)	• 혁신신약과 기초원천기술을 지속적인 개발과 등록 • 미국 내 Genentech, Amgen 등의 바이오기업과 Pfizer, Merck, Bristol Myer, J&J 등 대형 제약회사에서 우수한 맞춤형 신약 파이프라인을 구축하고 계속된 연구 및 결과물 도출 • 맞춤형 신약개발 관련 논문 및 특허 기술의 대부분이 미국에서 발표됨 • MIT 및 Harvard가 중심이 되어, 범용 약물전달시스템뿐만 아니라, 최근의 항암면역치료를 위한 신약 및 약물전달 시스템 분야에서 최고수준의 원천기술 보유 • CAR-T, CAR-NK 관련 대부분의 연구가 미국을 중심으로 이루어짐 • 글로벌 기업 집중투자, 기술독점 • 신약개발과 관련된 정부-기업-학계 지속적인 네트워크, 공동 프로젝트 및 규제 개혁 지원 • 빅데이터 분석을 통한 맞춤 의약품 개발에 집중적으로 투자 IBM, 23andMe, Foundation medicine, Medidata 등 빅데이터를 기반으로 환자 맞춤형 치료제 개발 지원 및 서비스 제공 • 논문 등재 건수 2위 및 특허 건수 2위로 상위권에 들며, 논문 및 특허의 피인용수가 높아 맞춤형 의약품 기술 개발의 영향력이 큼

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 선진국 기술 모방이 대부분 • 국제적 경쟁력을 보유한 우수 인력 보유 • 국내 연구진 및 기업에서 맞춤형 치료에 대한 인식이 증대되어 최근 소규모 투자가 이루어지고 있음 • 기초 및 응용분야 우수한 인력풀 • 정부차원의 지원과 신약관련 벤처 설립이 촉진화되어 신약개발의 임상연구가 활발해짐. 또한 기술이전을 통해 신약 승인 가능성이 높아짐 • 임상진료 수준이 세계적 • 임상연구 경험 축적됨 • 정기기관의 의지가 높음 • 연구개발투자 확대 및 제약 산업 육성지원 5개년종합계획 등으로 신약 개발 및 수출 증가 등의 성과를 보임 • 인구의 빠른 고령화로 인한 시장수요 확대로 전자, 화학, 통신 등 대기업의 바이오 헬스케어 분야 진출이 확대되고 있으며, 바이오의약품 등에 성과를 내는 바이오 전문기업이 증가 중	• 기초연구는 미국 및 일본 등에 비해 뒤지고, 응용기술 분야에서도 중국의 급상승에 추월당함 • 유행을 따라가는 것 같은 정책과 연구비 지원 • 인프라 부족 및 정부 연구비 지원 부족 • 국가 연구비 지원 시스템 후진적 • 기초연구의 발전이 더디어 신약후보물질 파이프라인이 풍부하지 못함 • 적극적 노력이 없으면 타 선진국을 추격하는 정도에 머무를 가능성이 많음 • 작은 국내 제약업계 규모 및 자금력 부족 • 신약 개발을 위한 국제 공조 및 네트워크 부족 • 최근 국가차원에서 바이오 분야에 대한 집중투자가 이루어지고 있으나 선도 및 추격 그룹의 투자에 비하면 현저히 부족함 • 국내 제약업계의 영세성(제네릭 내수에 치중) • 해당 분야 세계적인 연구역량을 갖춘 우수인력은 갖추어져 있으나, 제약시장의 특성상 막대한 자본력이 투자되어야 하는 문제가 있음. 응용개발연구 분야로의 집중적인 투자를 통해 선도그룹 추격 필요 • 기술력은 인정받고 있지만 혁신적 맞춤형 신약개발을 위한 다양하고 전문적인 인적자원은 타 국가에 비해 부족함. 적극적 인프라 구축 필요
중국	• 미국, EU에서의 경험과 기술을 갖춘 인력 증가 • 국가차원의 과감한 투자 • 규제 완화 및 대규모 투자를 통한 중국의 맞춤형 치료 시장이 급격히 증가 추세에 있음 • 최근 해당 분야 연구 급상승 • 신약개발에 참여하는 연구원 및 회사의 숫자가 절대적으로 풍부하며, 정부 차원이 지원이 증가하여 조만간 신약개발의 선두주자로 나설 가능성 높음 • 막대한 자본력을 바탕으로 세계적인 제약사 및 제약인력을 유치하고 있으며, 미래 유망 제약기술의 경우 선제적으로 해당기술 유치 • 미래시대를 대비하여 기초연구 분야에도 과감한 연구비 투자 진행. 향후 맞춤형 제약기술 분야 선도그룹이 될 가능성이 매우 큼 • 자국 기업 보호 육성 정책이라는 정부 정책이 결합되어 빠른 성장 속도를 보임	• 미국 및 일본에 비해 세계적 원천기술 연구는 약함 • 응용기술 연구가 중점 • 신약개발에 대한 정부관계자의 인식이 부족하여 외부자원에 의지하고 있음 • 향후 급속한 발전이 예상됨 • 임상연구에 대한 경험 부족 • 초기 기초연구능력이 부족하나, 정부의 신약개발 지원정책으로 응용개발연구가 활발 • 조금 떨어지는 기술을 훌륭한 인적자원으로 극복하고 있으며 정부의 노력으로 신약인프라 구축

국가	강점분야	기타
	• 신약투자증가, 시장 환경 개선, 보조금 지원, 투자 유치, 인센티브 자금등 바이오 의약품 산업을 위한 구체적인 지원 정책 제정 • 중국 정부의 신약개발 지원정책은 제도 개선을 통해 활발하게 이뤄지고 있음 • 중국 제약사들이 한국은 물론 미국 바이오 벤처에 왕성하게 투자 중	
일본	• 창의적 기초연구에서 우수할 뿐 아니라, 미국의 선진연구결과에 대한 응용연구에서도 세계적 원천기술을 개발함 • 투자 증대를 통한 맞춤형 치료 시장 증가 추세 • 꾸준한 연구개발로 글로벌 제약사로 성장하는 기업이 나타남. 연구개발 및 응용연구를 위해 연구소를 유럽이나 미국에 진출하여 현지화를 꾀하고 있음 • 기초역량에 대한 인적 인프라 구축 • 국가적 차원의 지속적인 기초연구 투자가 이루어지고 있어 관련분야 최고의 인력들 배출 • 세계적인 제약기업들을 보유하고 있어 새로운 제약기술을 도출할 수 있는 인프라 기 구축 • 최근 제약 및 바이오 분야 규제완화 및 제도개선 등 환경을 정비하기 위해 신약개발 지원체제 구축, 의료관련 R&D 통합관리, 재생의료 관련 제도 정비, 인허가 절차 간소화 등 추진. 일본의료연구개발기구의 신약개발 지원전략 본부가 본부 기능을 담당하고, 이화학연구소, 의약기반, 건강, 영양연구소, 산업기술 종합연구소등을 중심으로 대학 등 연구기관과 협력을 통해 혁신적 의약품, 희귀질환 치료약 개발을 위한 R&D 지원	• 최근 기초연구에 대한 투자 하강 추세 • 중국 등 빠르게 추격하는 후발주자들에 비해 기술발전 속도는 다소 느림 • 전통적인 과학강국으로 점차 많은 결과들이 도출될 것 • 국제적인 임상연구 부재. 대규모 임상 연구를 위한 기업의 자금 확보 체계 부족 • 기초연구 중심에서 상업적으로 유용한 응용연구로 전환 필요 • 임상연구 및 신약개발은 미국, 유럽에 비해 수준이 낮음 • 신약개발에서의 결과가 미국을 추격하는 정도
EU	• 신약개발 분야에서 세계적인 다국적 제약기업의 생산기지임 • 장기적이고 집중적인 연구개발에 대한 투자 • 참신하고 혁신적인 기술이 도출됨 • 투자 증대를 통한 맞춤형 치료 시장 증가 추세 • 미국과 거의 같은 수준이나 신약승인에 대한 규제가 다소 미국보다 우호적 • 기술력, 인력, 자본이 동반된 인프라 우수 • 국제 다양한 임상-기업-연구소 네트워크를 통하여 약물 개발에 있어 unmet need 파악하고 보다 효과적인 약물 개발 전략 수립이 가능	• 중국 등을 비롯한 후발 주자들에 비해 기술발전 속도는 다소 느림 • 유럽 다국적 제약회사를 중심으로 미국과 경쟁할 전망 • 상대적으로 기초기술 수준이 미국, 일본 대비 떨어짐 • 신약개발에 투자되는 R&D 생산성이 저하되고 있음

국가	강점분야	기타
	• 세계적인 제약기업들을 보유하고 있어 새로운 제약기술을 도출할 수 있는 인프라 기 구축 • 오랜 전통을 기반으로 기초연구 역량이 우수하며, 과학과 연구 중심의 교육 환경 우수 • 신약개발관련 산/관/학 협력 플랫폼으로 유럽 연합의 혁신적 의약품 이니셔티브(IMI)를 설립함. 독일은 정부의 적극적인 정책지원으로 세계적 기업유치 성공 및 유럽 임상 허브로 도약, 혁신적인 세금감면 및 인센티브 제공을 통한 글로벌 기업을 유치	
미국	• 막대한 기초연구 투자와 및 임상연구 인프라 보유 • 전 세계 맞춤형 치료의 대부분이 미국을 주심으로 이루어짐 • 모든 분야에서 강점을 나타내고, 풍부한 임상경험과 자본을 바탕으로 신약개발의 메카로 자리 잡음 • 풍부한 자금력 및 다양한 벤처 캐피탈에 의한 신약개발에 대한 추진력이 강함 • 관계당국의 신약개발에 대한 강력한 의지 • 임상연구 진행이 매우 속도감 있고 빠름 • 임상연구 프로토콜 개발에 대한 많은 축적된 노하우 • 지난 100여 년 동안 제약기술 관련하여 선도 그룹으로 세계 최고의 인력 및 인프라 보유 • 왓슨 닥터 등 미국을 중심으로 한 AI 의료 확대로 헬스 케어 분야에서 인공지능이 개인, 사회 및 국가에 미치게 될 영향력과 파급효과 증가 • 신약개발 R&D에 있어 기초연구 및 후보물질 도출 단계에서는 공공기관의 역할이 중요해지고, CMC 및 비임상/임상 단계로 갈수록 민간 영역의 역할 확대	• 기초원천 기술의 국내외 의존도가 높아짐. 하지만 기술이전을 통한 보강이 이루어짐 • 지속적인 노력을 기울이고 있어 당분간 선도할 전망 • 상대적으로 기초연구에 대한 투자가 적어지고 기업 합병을 통한 기술력 확보에 치중 • 정부가 타깃 발굴부터 임상시험까지 전 단계를 지원하는 문제점 존재

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	4위	2위	3위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 대학 연구와 실제 신약개발에 기술력을 갖춘 제약회사간의 협력촉진 • 바이오의약품 분야 특화센터의 지역 거점 센터 구축을 통한 국내협력 촉진 • 국내 연구자들은 대부분 특정 세부 주제에 집중하여 연구하다 보니, 국내 연구자들 간의 교류가 현실적으로 많이 부족함. 경쟁률이 높은 연구비를 획득하기 위해, 일시적으로 팀이 꾸려지기도 하나, 지속하는 데 많은 현실적 한계 존재 • 국내 연구진들 간의 심포지엄 및 학술교류 형태의 학회를 통한 빈번한 연구 교류 협력 시스템 보완 • 신약 선진강국이 보유하거나 추구하는 연구기술에 대한 자국 내 경쟁력을 보유하기 위해서는 여러 노하우에 대한 정보 공유와 협력체계가 요구됨. 구체적인 연구전략, 인력 및 인프라 교류 등에 대한 통로가 마련되어야 하며, 이를 위한 산-학-연 연계 프로그램 장려 필요 • 국내 제약사, 벤처 기업과 학계와의 주기적이고 정기적인 협의체 필요. 신약개발을 위한 국가관계 당국과 학계 및 기업과의 정기적인 협의체 국내 학계 정기 학술대회에 관계당국과의 공동 세미나 • 신약개발과 관련된 정부-기업-학계 지속적인 네트워크, 공동 프로젝트 및 규제 개혁 지원
국제협력 촉진	• 우수한 선진국의 연구 및 기술을 함께 개발하고 공유하여 신약개발 단계를 업그레이드 필요 • 신약개발에 경험이 있는 국제 연구팀 및 제약회사와의 협력 독려 • 신약개발 선진국과의 국제협력을 위한 박사급연구원의 장단기 해외파견/해외연수 지원제도 도입 • 현재 국제협력연구는 대부분 개인적인 친분관계에 있는 사람들로 구성되어 진행됨. 시너지가 창출될 수 있도록, 공동협력연구팀을 적극적으로 발굴하고, 객관적인 평가지표에 의해 공동연구팀이 꾸려질 수 있는 제도 마련이 가장 시급 • 해외 우수한 연구진들과의 연구 협력을 할 수 있는 연구비 확대 및 연구 교류 협력 방안 수립이 절실하며 이를 통한 국내 기술력 향상 고취 • 해외 우수 기관 경력자에 대한 활용도를 높이고, 해외기관과 공동연구를 진행하는 연구자에 대한 연구 장려 혜택이 요구됨. 글로벌 제약사와 최우수 연구기관에 자국 후속세대 인력의 진출에 대한 전략 필요 • 국제 다국적 기업과 국내 학계와의 연계 중개모임 활성화 및 해외 다국적 기업의 오픈 이노베이션 프로그램 연계 활성화 • 국제 협력을 촉진하려면 우선 특허 출원율을 높이고 많은 특허를 보유하도록 지원하며 새로운 기술의 독점을 위해 집중투자도 감행
인력양성 및 유치	• 최신 신약개발에 필요한 기술을 익힐 수 있는 기회 부여 • 신약개발에 필요한 시간을 줄이고 효과적인 신약개발을 위한 최신 기술을 익힐 필요가 있음 • 저분자 및 바이오의약품 신약개발 분야 전문 인력(의약학 분야 석박사급)의 장학지원 확대

	정책제언
	• 신약개발 관련하여 다양한 전문지식과 경험이 필요한데 반해, 대부분의 대학원생들은 세부 기술에 대한 기교만을 갖고 기업체에 조인하게 됨. 좀 더 다학제적 연구 경험을 통하여, 맞춤형 인재를 양성할 수 있는 시스템 마련 필요 • 기업 수요를 맞출 수 있는 인력양성이 절대적으로 부족, 대학에 신약개발 연구인력 양성을 위한 프로그램, 강의, 및 연구 기관 설립을 통한 인력양성 집중 요망 • 국내 연구자의 선진국 내 신약 개발하는 연구기관에 참여할 수 있는 지원 프로그램 및 개발도상국에서 국내에 유입되는 해외 연구자에 대한 정부차원의 체계적 관리와 그들이 도전적인 연구를 수행할 수 있는 정착 프로그램 필요 • 중개연구를 담당할 수 있는 인력양성, 특히 임상의 미 충족 수요를 현실화 할 수 있는 연구인력 지원 • ERC, MRC와 같은 병원내의 임상연구 지원 사업단 필요 • 신약개발과 관련되어 전주기에 대한 이해를 높이기 위해 약물개발 및 약물학에 대한 교육과정을 의과대학 정기 교육에 포함하는 방안 또는 임상연구자들을 대상으로 약물개발 및 약물 개발에 대한 아이디어를 사업체 및 연구소들과 연계를 할 수 있는 플랫폼 개발 • 신약개발과 관련되어 젊은 임상의사, 약사, 기초의학을 하는 young investigator 모임 또는 양성 프로그램 개발 • 바이오 신약, 항체 신약 등 신약개발에 대한 산학연 연계, 기술 및 인력 교류 등 개방형 협력시스템 구축을 통해 제약기업이 국제적 수준의 기술경쟁력을 확보하도록 협력 절실 • 신약 개발 연구 인력에 대한 처우 등 개선
인프라 구축	• 국내 제약사 단독으로 신약개발 전 분야를 담당하기는 어려움. 필수적인 인프라를 구축하여 협력연구 촉진 • 대형 제약회사등과 연계한 신약 개발 분양에 필요한 인프라 구축 • 현재 구축된 중개연구 플랫폼의 확대 및 재정지원 확대 • 국내 대부분의 신약개발은 혁신신약이라기 보다는, 선진국 제품을 카피하거나 개량한 시도가 대부분임. 막대한 자본이 투입되어야 하다 보니, 대학에서 이루어지는 연구는 기초연구 수준에서 머무르게 되는 경우가 대부분이거나, 제약 산업의 현실과는 거리가 있는 기초연구에만 집중. 제약회사는 막대한 자본을, 단기적으로 이익이 되는 분야에만 집중하다보니, 기초연구에는 상대적으로 소홀. 이러한 문제를 해결하기 위해서는, 기초연구 결과물의 파급효과를 사업화와 손쉽게 연결시켜줄 수 있는 국가적 인프라 구축 필요 • 현재 KBIO 등과 같은 신약개발 연구를 위한 인프라가 구축되었으나 신약개발을 위한 연구진/기업의 수요가 매년 급속히 증가되고 있어 추가적인 신약개발 인프라 구축 • 고가 장비 구입과 서비스 활용에 대한 비용 부담을 덜 수 있도록 안정적 지원 및 국가 연구비에서 장비 구입이 용이한 체계 마련 필요 • 임상연구자들을 대상으로 약물개발 및 약물 개발에 대한 아이디어를 사업체 및 연구소들과 연계를 할 수 있는 플랫폼 개발. 임상연구자 또는 중재연구자들의 아이디어를 현실화 할 수 있는 토론 만남의 장소 개발 • 우리나라 신약 개발 기술의 기초 연구는 응용, 개발연구에 비해 낮은 것으로 나타났는데 기초연구에 대한 R&D 투자를 강화하고 원천적 기술을 독점하는 인프라 구축 • 이미 세계수준으로 갖추어진 인프라를 적절히 활용할 수 있는 방안 고려
법·제도 개선	• 제약회사의 연구개발비에 대한 적극적인 세제혜택 및 약가 현실화를 통한 연구개발 재투자 활성화 및 시스템화

	정책제언
	• 신약개발 적용에 있는 빠른 연구와 빠른 임상적용을 위한 법제도 개선 • 전 임상-임상시험-신약 허가 등의 신약개발 전 분야의 제도 및 법규 완화 • 민관 차원의 신약개발 관련 법적 특히 지적재산권 관련하여 기초 연구자들에게도 기술 유출과 손실이 되지 않도록 상시적으로 필수사항에 대한 정보 제공 • 대구와 오송 첨단복합단지 시설 및 연계 신약개발 프로그램 확대. 및 첨복단지 기능강화 • 유전정보차별 및 접근성에 대한 법률, 개인 정보 보호관련 법률, 공적 의료 빅데이터에 대한 접근성 확대, 예측 가능한 의료보험정책 등 맞춤형신약 및 동반진단법의 R&D 효율성과 상용화를 촉진할 수 있는 유연한 허가규정 및 가이드라인 마련 필요 • 연구 책임자의 연구비 사용에 대한 권한과 책임을 강화하고, 대신 행정적인 소모를 최소화 할 수 있는 제도의 도입하여, 연구자가 연구에만 전념할 수 있는 분위기 조성
연구비 확대	• 혁신신약 파이프라인 확대를 위한 기초연구 및 초기 응용연구 지원, 특히 혁신 타깃 발굴을 위한 장기적 관점의 연구비 확대 필요 • 연구비 확대하여 신약개발에 대한 집중 투자 • 상업용 신약개발 단계에 집중되어 있는 연구비 지원 규모를 기초연구 및 임상연구로의 확대 지원 • 막대한 비용이 투입되어야 하는 신약개발 분야에 대한 연구비는, 이미 인프라를 구축하고 있거나, 기득권을 가지고 있는 기존 업체에 의해 대부분 독식되고 이러한 분위기는 창의적인 아이디어로 혁신신약을 개발할 수 있는 후발주자들 및 연구자들의 진입을 원천적으로 차단. 실패한 사람들에게 2,3의 기회를 주는 것도 좋지만, 그들의 실패원인을 철저히 분석함과 동시에, 창의적인 혁신신약 개발에 대한 새로운 그룹들에게 할당된 연구비의 확대가, 성공신화를 위해 무엇보다도 중요 • 범부처 신약개발 사업 및 국내 기술력 기반의 신약 개발 정부 연구비 증대 • 신기술에 대해서도 특정 기술에 편중되지 않게 지원 필요. 각 세부 기술에 대한 평가와 기존 지원금을 고려하여 적절하게 편성되도록 하여, 일몰성 연구 분야가 생겨서는 안 됨. 신약 발굴 초기에서는 장기적인 안정적 지원을, 비임상/임상 단계에서는 비용 규모와 산업 가치를 고려한 지원 필요 • 젊은 중개연구자 양성을 위한 양성 교육프로그램 확대 • 신약개발을 위한 기반시설을 구축, 탄탄한 기초과학 기반 연구 진행 • 신약 및 항암면역치료기술 분야에 대한 활발한 임상연구 진행 • 혁신 신약의 개발을 위한 창조적이고 다양한 개인 seed 연구가 다수 필요 • 신진, 이공기초, 중견 연구 확대
기타 의견	• 맞춤형 신약에서는 표적치료제가 암치료제로 꾸준히 개발되고 있음. 한국 자체의 표적치료제 개발을 위한 많은 투자 필요 • 유전자 치료, 세포 치료, 항체 치료제와의 융·복합 연구 접목을 통한 세계적 추세에 부합하는 CAR-T 및 CAR-NK분야의 연구 집중 육성 및 지원 방안 수립 요구 • 공공기관 주도 의사를 대상으로 하는 중개연구, 약물개발 인력개발 프로그램 활성화 및 의사회 또는 의학회를 중심으로 하는 관계당국-산업체-연구소 심포지엄 활성화 • 혁신신약 개발의 초석으로 필수적인 디스커버리 분야의 적극 지원 및 파이프라인의 확대 절실

다 주요 분석 결과 요약

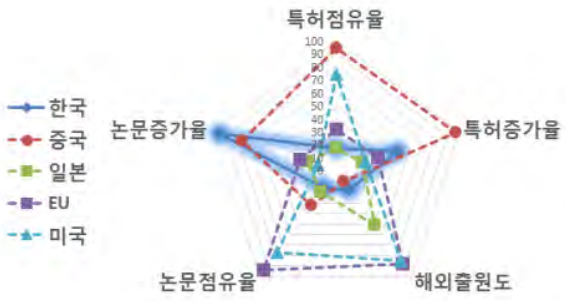
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	맞춤형 신약 개발 기술	15,318	9,568	106.5%	52.5%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

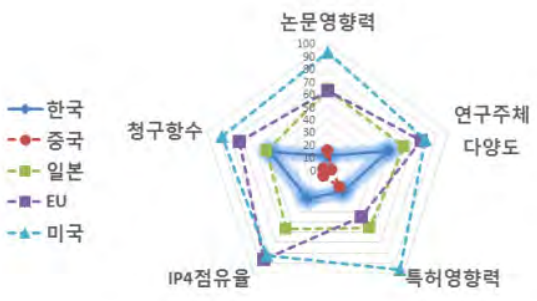
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	46.9%	41.1%	27.5	9.0
한국	5위	4위	5위	4위
	2.6%	8.3%	10.7	1.0
5개국 평균[1]	-	-	21.3	6.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[2]

활동력



기술력



1) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
2) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

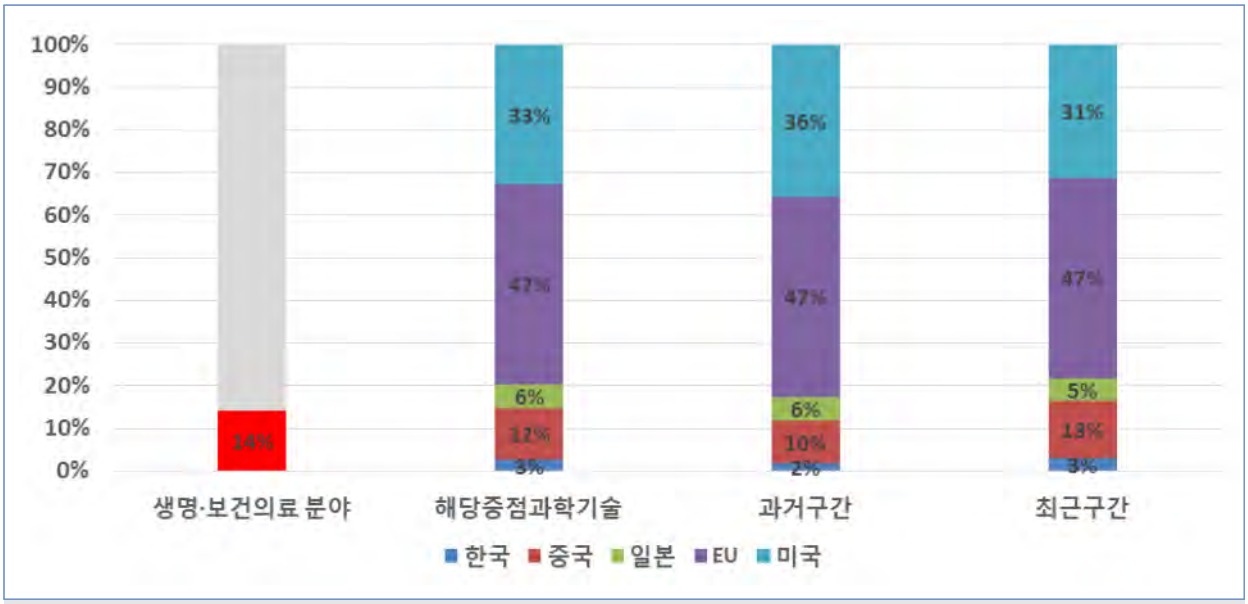
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(10.7)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(46.9%), 미국(32.8%), 중국(12.2%), 일본(5.5%), 한국(2.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(228.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(27.5), 일본(20.3), EU(20.1), 중국(11.8), 한국(10.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(8.3%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(1.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(41.1%), 미국(28.5%), EU(14.0%), 한국(8.3%), 일본(8.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(197.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(10.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.0), 일본(3.9), EU(3.1), 한국(1.0), 중국(0.5) 순이며, IP4 점유율은 EU(48.8%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.6%	12.2%	5.5%	46.9%	32.8%
	논문 증가율	228.0%	178.9%	98.2%	107.2%	80.5%
	논문 영향력	10.7	11.8	20.3	20.1	27.5
	연구주체 다양도	0.96	0.96	0.97	0.98	0.97
특허 분석	특허 점유율	8.3%	41.1%	8.1%	14.0%	28.5%
	특허 증가율	46.0%	197.0%	-15.9%	14.2%	-9.4%
	해외출원도	1.8	0.4	5.8	10.6	10.0
	특허 영향력	1.0	0.5	3.9	3.1	9.0
	IP4점유율	19.2%	2.0%	32.5%	48.8%	45.4%
	청구항수	5.2	2.1	5.3	6.3	7.3

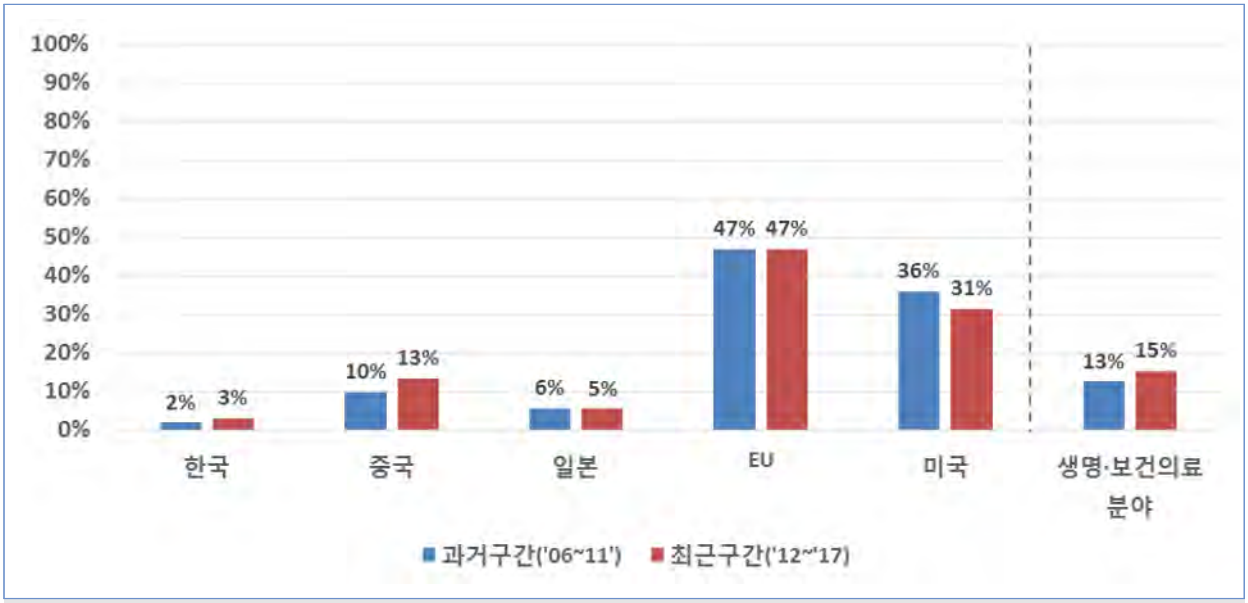
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 맞춤형 신약 개발 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 7183건으로 전체 논문의 47%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 맞춤형 신약 개발 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 14%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

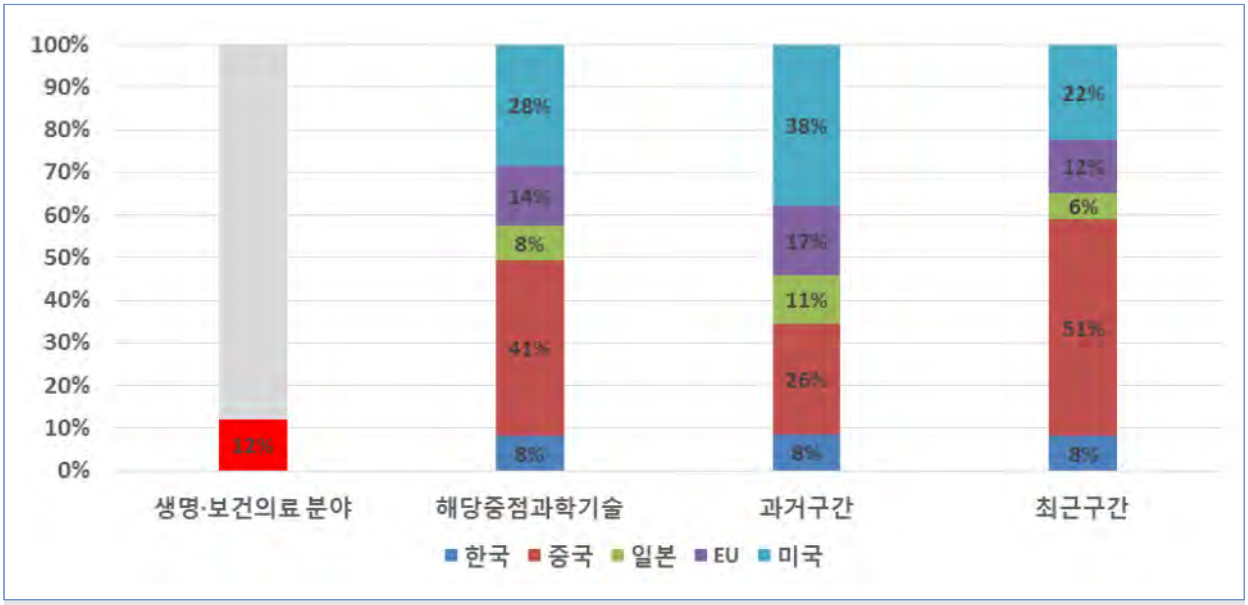


● 맞춤형 신약 개발 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 228%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[3]
	과거구간	최근구간		
한국	93	305	398	228.0%
중국	494	1,378	1,872	178.9%
일본	284	563	847	98.2%
EU	2,338	4,845	7,183	107.2%
미국	1,789	3,229	5,018	80.5%
전체	4,998	10,320	15,318	106.5%

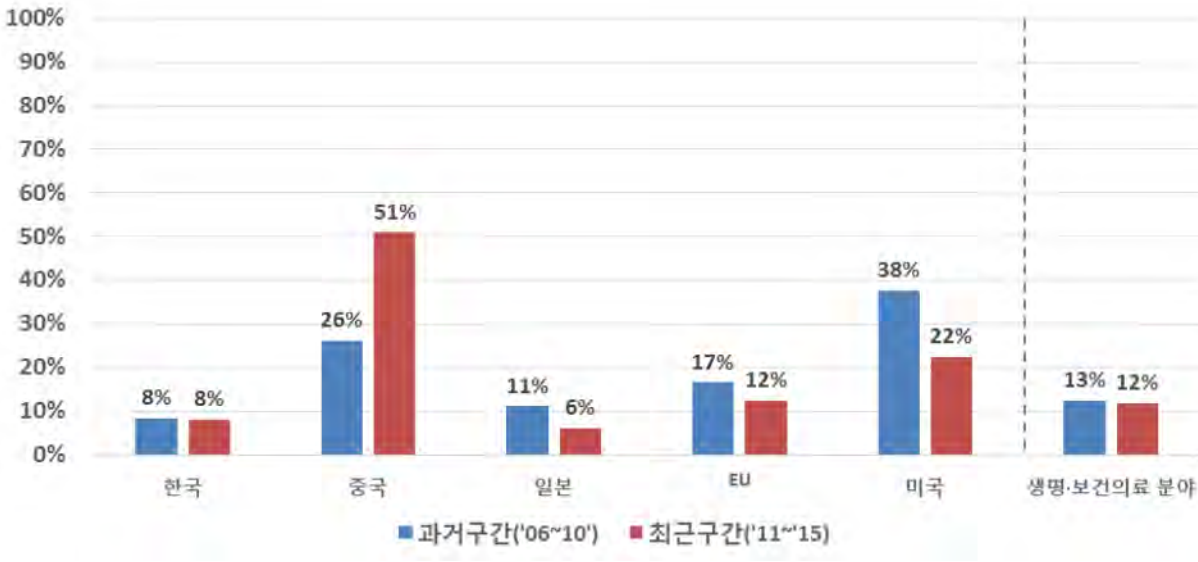
(4) 특허 점유율(전체)



● 맞춤형 신약 개발 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 3934건으로 전체 특허의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, EU, 한국, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 맞춤형 신약 개발 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 12%를 차지하고 있음

3) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



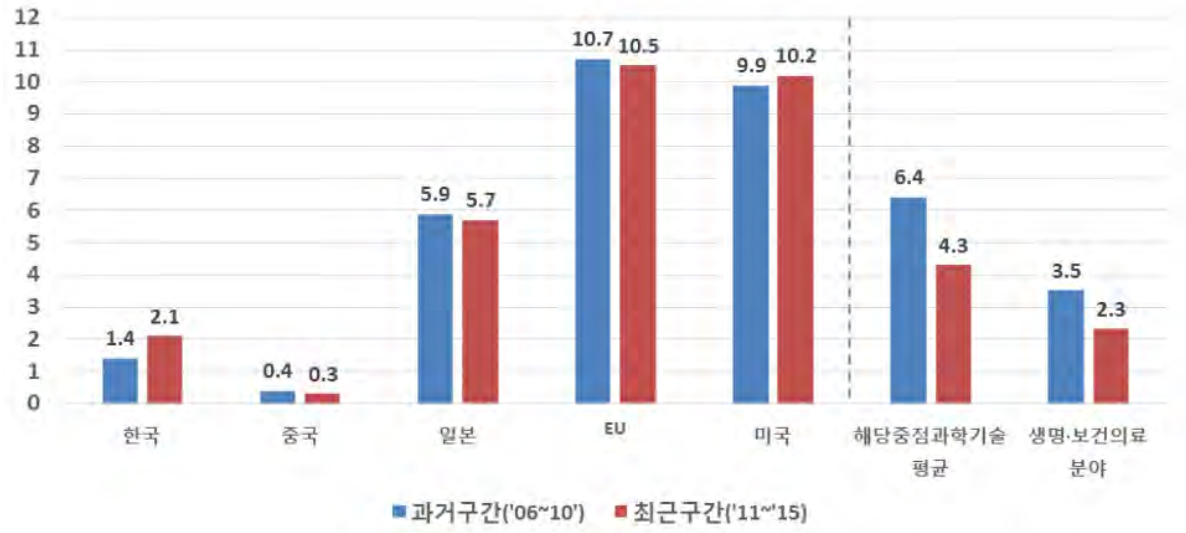
● 맞춤형 신약 개발 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 46%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	322	470	792	46.0%
중국	991	2,943	3,934	197.0%
일본	421	354	775	-15.9%
EU	627	716	1,343	14.2%
미국	1,429	1,295	2,724	-9.4%
전체	3,790	5,778	9,568	52.5%

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[5)]

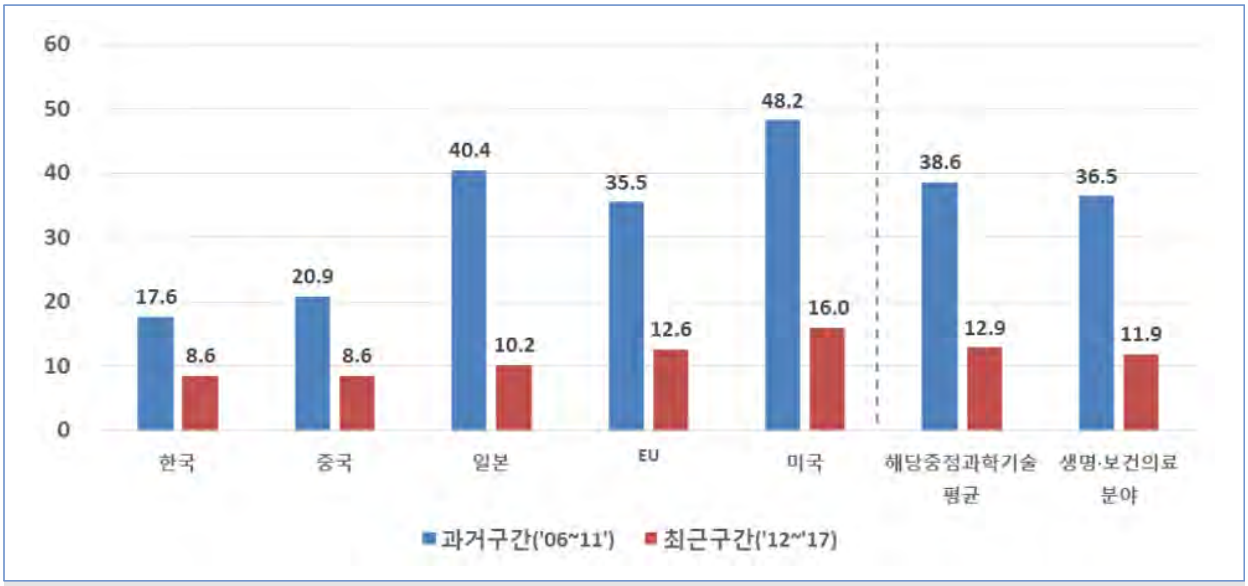


● 맞춤형 신약 개발 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

5) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

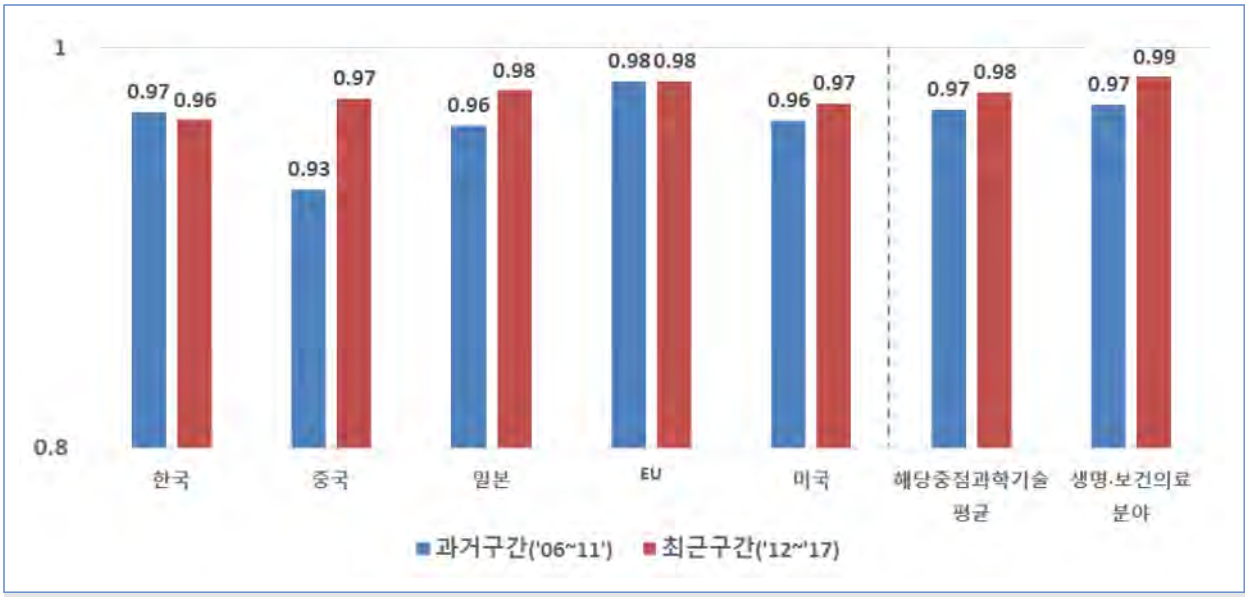
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



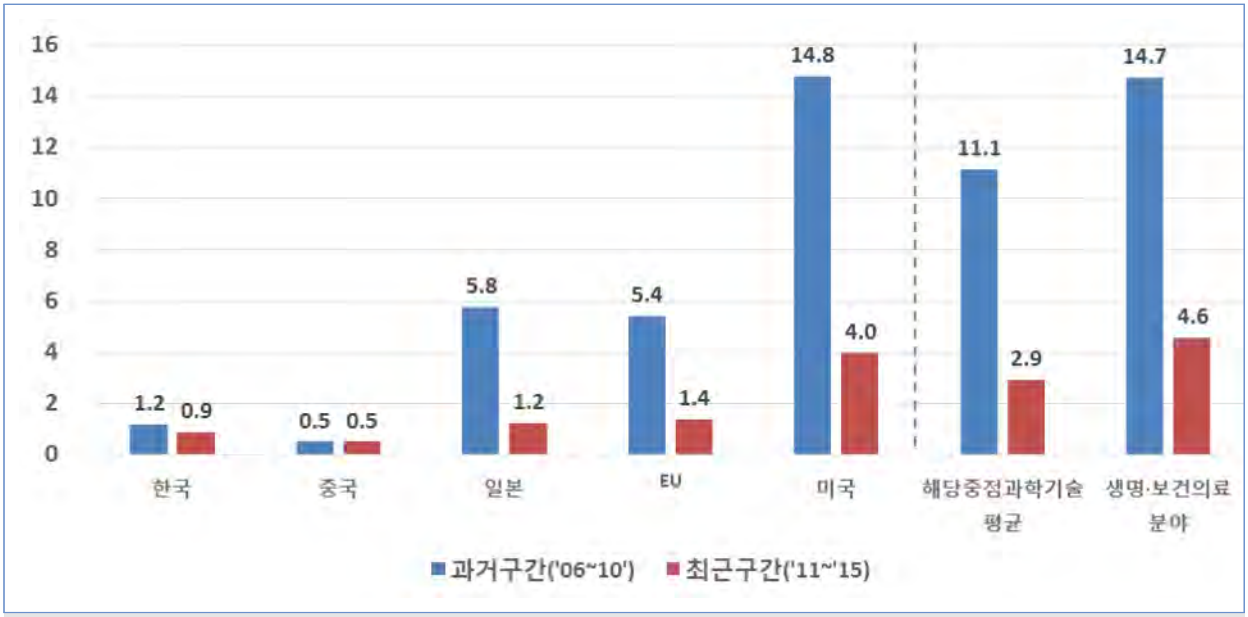
● 맞춤형 신약 개발 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



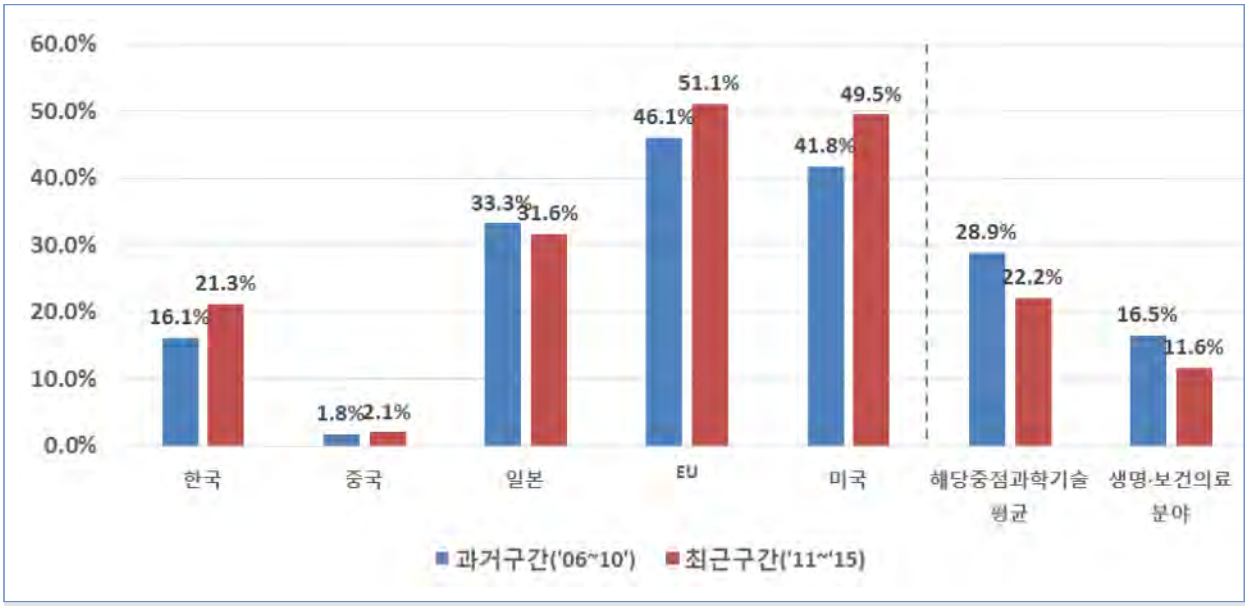
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



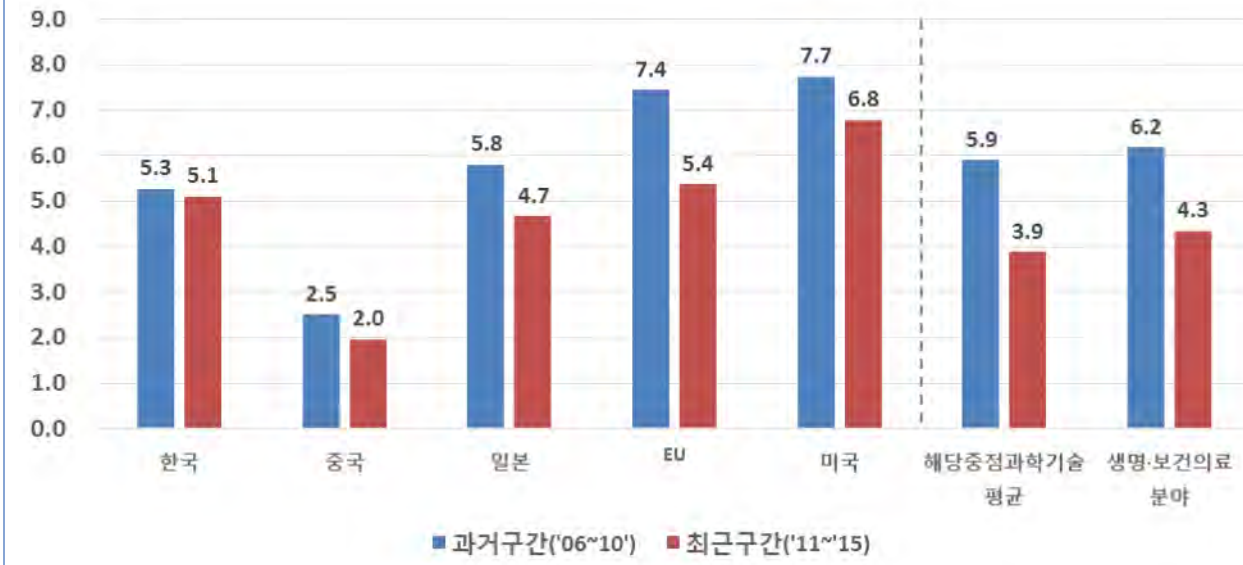
● 맞춤형 신약 개발 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 맞춤형 신약 개발 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 맞춤형 신약 개발 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

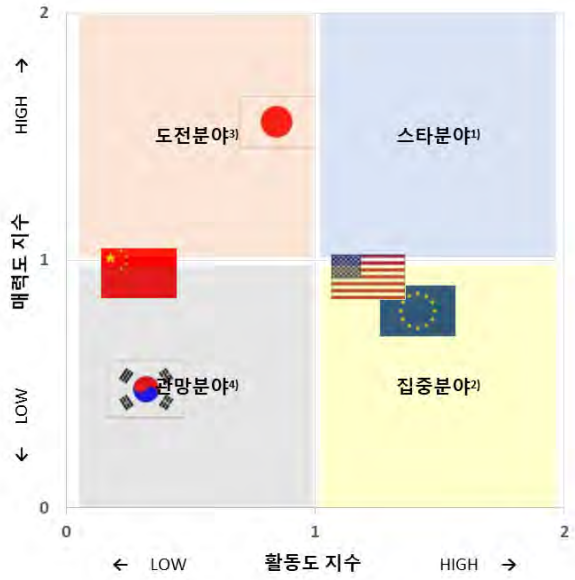
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

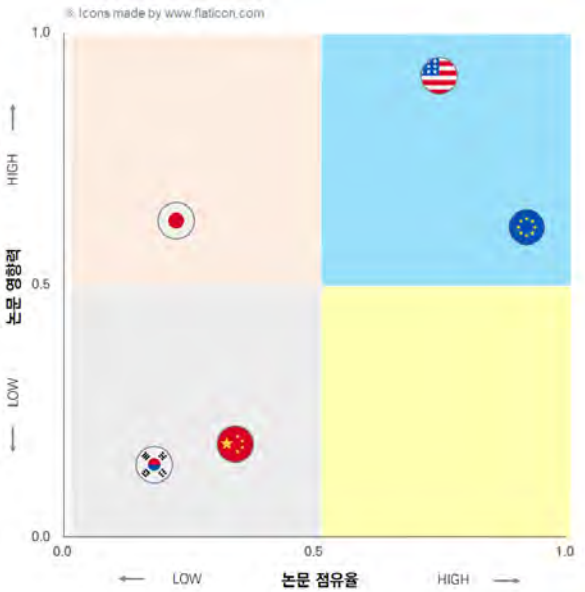
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 맞춤형 신약 개발 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

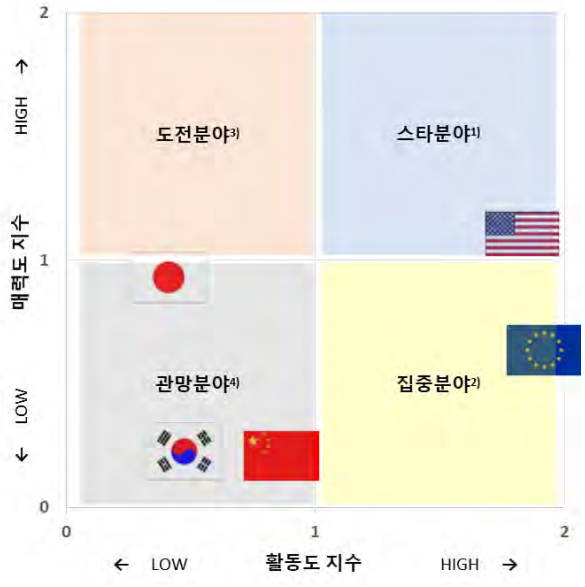


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

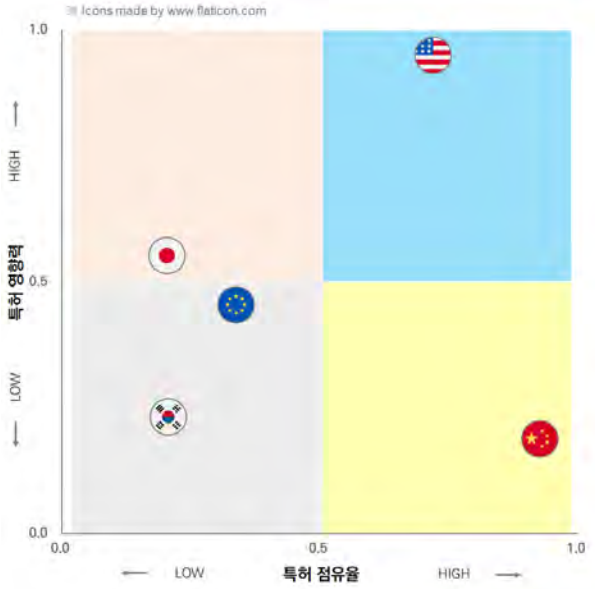
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 맞춤형 신약 개발 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.76%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '이화여자대학교'가 3.02%(글로벌 점유율은 0.08%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.33%	0.76%	34.00%
2	CENTER FOR DRUG EVALUATION AND RESEARCH	미국	0.84%	0.27%	123.08%
3	BRIGHAM AND WOMEN'S HOSPITAL	미국	0.74%	0.24%	64.29%
4	KAROLINSKA INSTITUTET	EU	0.46%	0.22%	166.67%
5	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	중국	0.91%	0.11%	12.50%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	EWHA WOMANS UNIVERSITY	3.02%	0.08%	200.00%
2	ASAN MEDICAL CENTER	2.76%	0.07%	20.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	2.76%	0.07%	1000.00%
4	AJOU UNIVERSITY	2.01%	0.05%	600.00%
5	SEJONG UNIVERSITY	1.76%	0.05%	-25.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.91%	0.11%	12.50%
2	SICHUAN UNIVERSITY	0.91%	0.11%	140.00%
3	WEST CHINA HOSPITAL	0.80%	0.10%	-12.50%
4	FIRST AFFILIATED HOSPITAL	0.75%	0.09%	1300.00%
5	SHENYANG PHARMACEUTICAL UNIVERSITY	0.69%	0.08%	125.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	1.77%	0.10%	175.00%
2	OSAKA UNIVERSITY	1.77%	0.10%	300.00%
3	KEIO UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	1.18%	0.07%	-75.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	1.06%	0.06%	250.00%
5	TOHOKU UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF MEDICINE	0.94%	0.05%	600.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KAROLINSKA INSTITUTET	0.46%	0.22%	166.67%
2	UNIVERSITY OF MILAN	0.40%	0.19%	63.64%
3	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	0.38%	0.18%	45.45%
4	UPPSALA UNIVERSITY	0.36%	0.17%	125.00%
5	UNIVERSITY OF COPENHAGEN	0.36%	0.17%	171.43%

6 미국

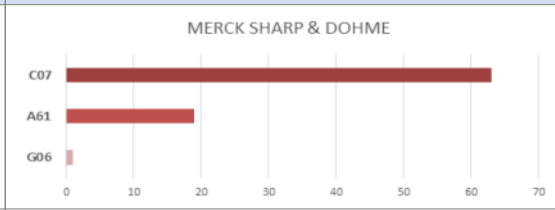
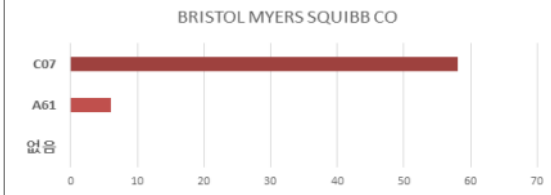
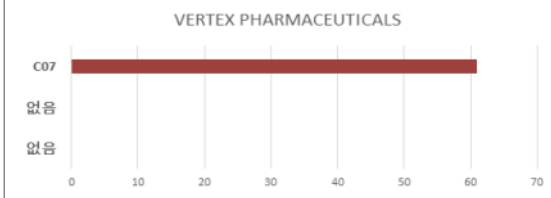
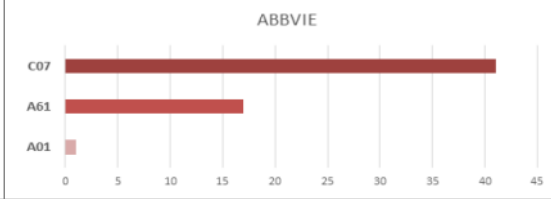
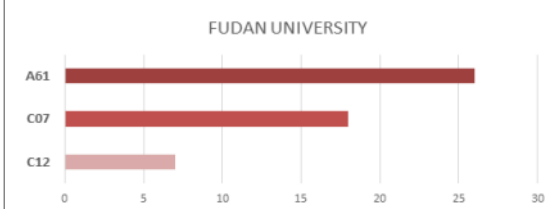
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.33%	0.76%	34.00%
2	CENTER FOR DRUG EVALUATION AND RESEARCH	0.84%	0.27%	123.08%
3	BRIGHAM AND WOMEN'S HOSPITAL	0.74%	0.24%	64.29%
4	MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL	0.62%	0.20%	187.50%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	0.58%	0.19%	214.29%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'MERCK SHARP & DOHME(0.87%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '가톨릭대학교'가 6.82%(글로벌 점유율은 0.56%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'MERCK SHARP & DOHME'는 C07(유기화학)에 해당하는 특허를, '가톨릭대학교'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

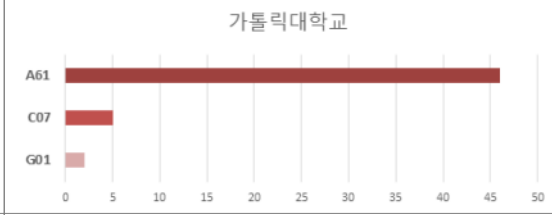
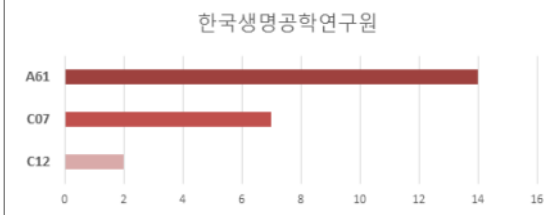
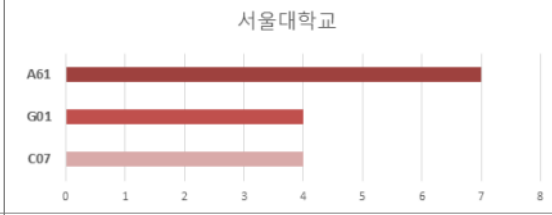
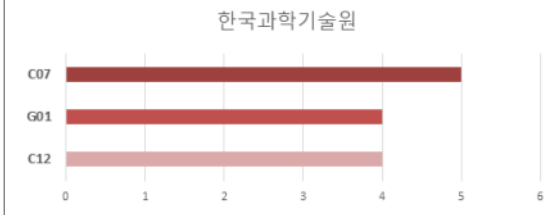
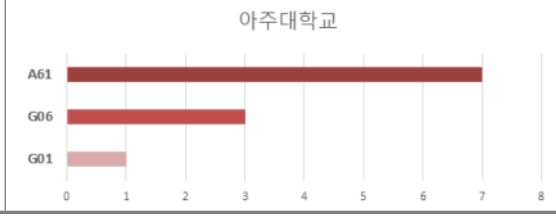
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MERCK SHARP & DOHME	미국	3.05%	0.87%	-77.94%
2	BRISTOL MYERS SQUIBB CO	미국	2.35%	0.67%	-22.22%
3	VERTEX PHARMACEUTICALS	미국	2.24%	0.64%	-61.36%
4	ABBVIE	미국	2.17%	0.62%	68.18%
5	FUDAN UNIVERSITY	중국	1.47%	0.61%	246.15%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		C07	유기화학
		-	-
		-	-
4		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학; 효소학;돌연변이또는유전자공학

2 한국

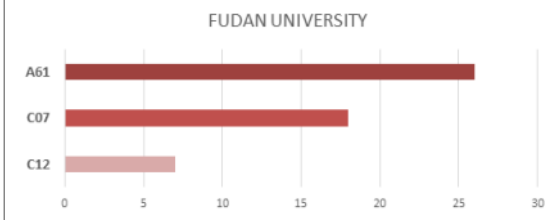
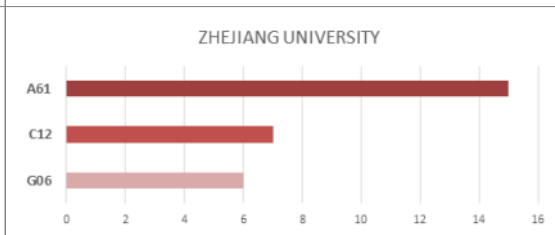
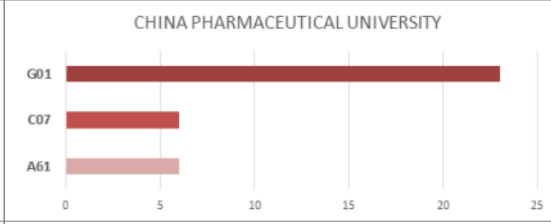
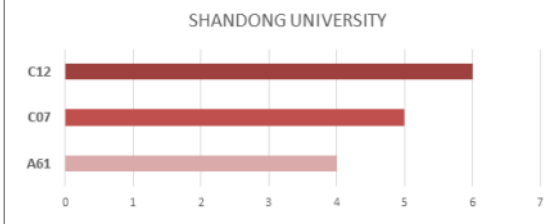
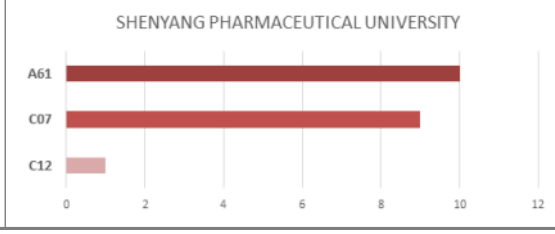
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	가톨릭대학교	6.82%	0.56%	880.00%
2	한국생명공학연구원	3.03%	0.25%	66.67%
3	서울대학교	2.40%	0.20%	71.43%
4	한국과학기술원	1.89%	0.16%	-50.00%
5	아주대학교	1.77%	0.15%	266.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		C07	유기화학
4		C07	유기화학
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

3 중국

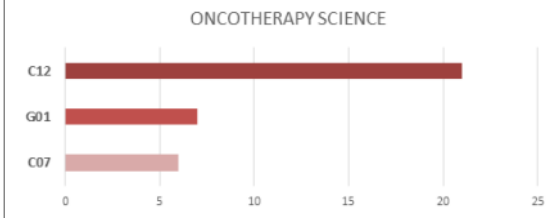
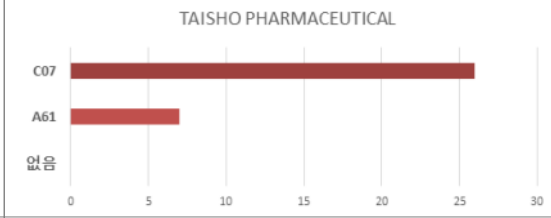
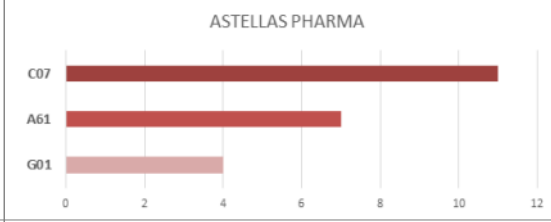
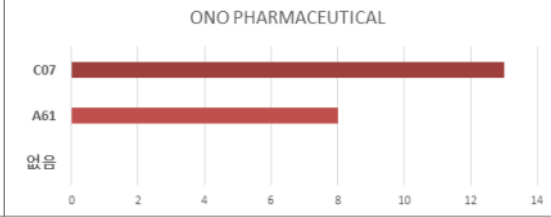
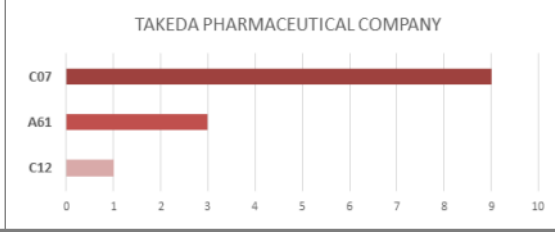
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUDAN UNIVERSITY	1.47%	0.61%	246.15%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.02%	0.42%	50.00%
3	CHINA PHARMACEUTICAL UNIVERSITY	0.94%	0.39%	416.67%
4	SHANDONG UNIVERSITY	0.53%	0.22%	325.00%
5	SHENYANG PHARMACEUTICAL UNIVERSITY	0.53%	0.22%	62.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G01	광학
		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

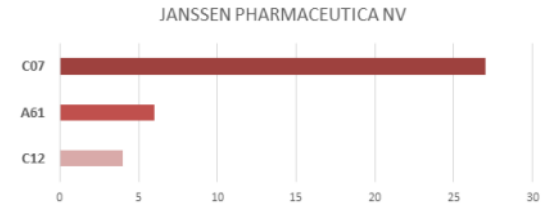
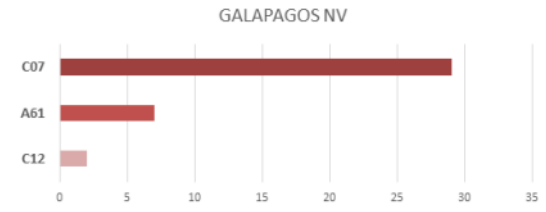
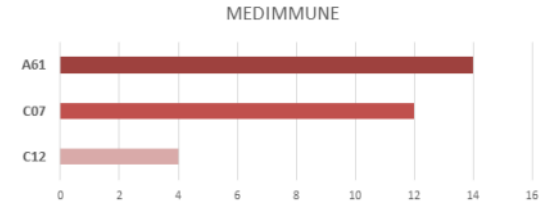
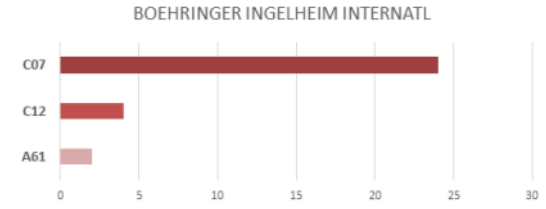
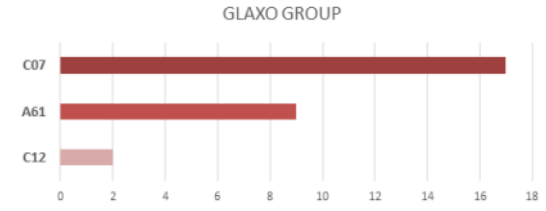
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ONCOTHERAPY SCIENCE	4.77%	0.39%	-67.86%
2	TAISHO PHARMACEUTICAL	4.26%	0.34%	212.50%
3	ASTELLAS PHARMA	2.84%	0.23%	-90.00%
4	ONO PHARMACEUTICAL	2.71%	0.22%	-38.46%
5	TAKEDA PHARMACEUTICAL COMPANY	1.68%	0.14%	16.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		C07	유기화학
2		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
4		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
5		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학

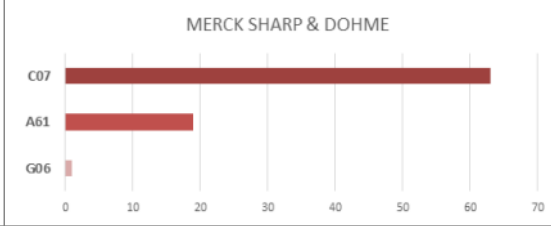
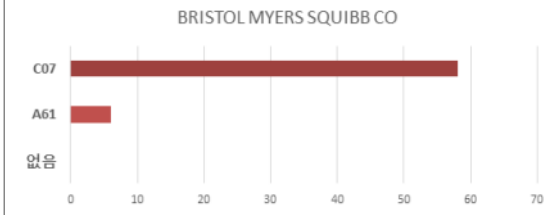
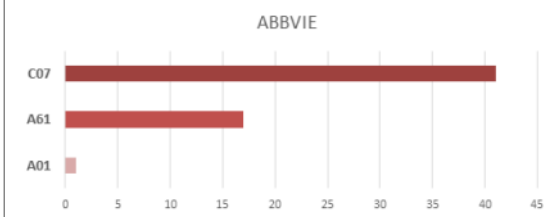
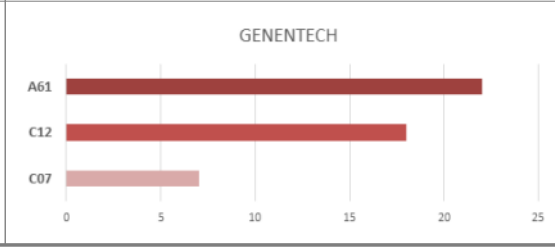
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	JANSSEN PHARMACEUTICA NV	2.90%	0.41%	-14.29%
2	GALAPAGOS NV	2.83%	0.40%	180.00%
3	MEDIMMUNE	2.23%	0.31%	-33.33%
4	BOEHRINGER INGELHEIM INTERNATL	2.23%	0.31%	50.00%
5	GLAXO GROUP	2.16%	0.30%	-61.90%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MERCK SHARP & DOHME	3.05%	0.87%	-77.94%
2	BRISTOL MYERS SQUIBB CO	2.35%	0.67%	-22.22%
3	VERTEX PHARMACEUTICALS	2.24%	0.64%	-61.36%
4	ABBVIE	2.17%	0.62%	68.18%
5	GENENTECH	1.73%	0.49%	-32.14%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		C07	유기화학
		-	-
		-	-
4		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		C07	유기화학

58 지능형 약물 전달 최적화 기술



58 지능형 약물 전달 최적화 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 주요 질환에 진단·치료용 약물을 효과적으로 전달하고, 생물학적 활성 성분을 효율적으로 제어하여 기존 약물의 부작용을 줄이며, 치료 효과를 극대화하기 위한 표적지향형 약물 전달 기술로 진단 동시 치료 및 실시간 치료 모니터링 등을 포괄하는 다기능성 약물 전달 시스템 탐색 및 개발 관련 기술
- ☑ 조직 및 세포 특이적 표적 발굴, 생체에 적합한 소재 활용 기술, 자극에 반응하여 약물 방출을 제어하는 기술 등과 관련된 개인 맞춤형 약물전달 시스템 개발 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

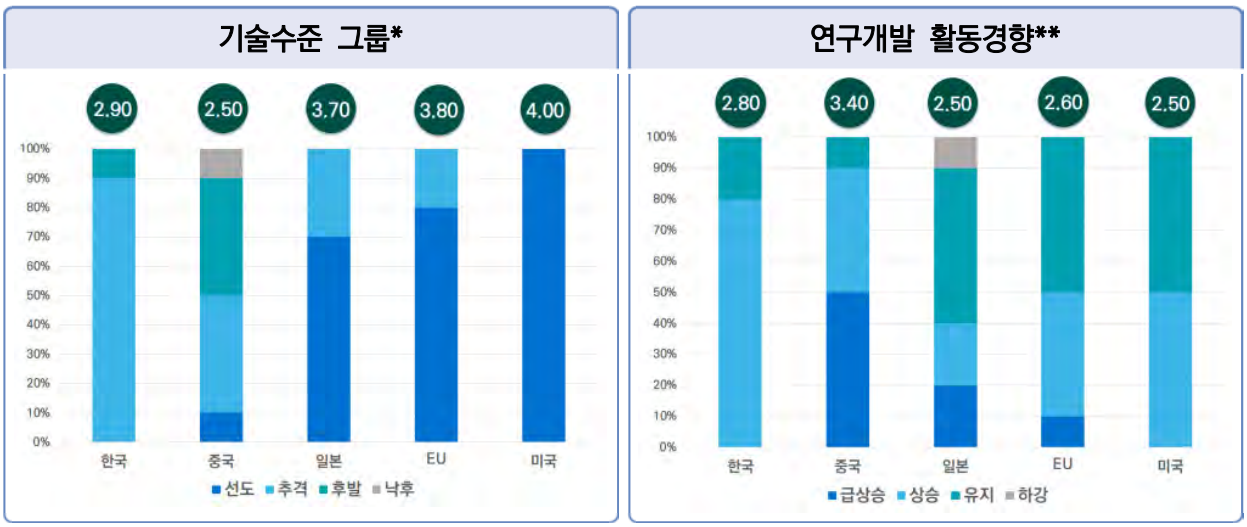
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	83.5	3.0	추격	우수	우수	상승
중국	80.0	4.0	추격	보통	보통	상승
일본	93.5	1.0	선도	탁월	우수	상승
EU	95.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	82.5	2.5	85.0	85.0	87.0	3.5	3.0	2.0	4.0	1.5
중국	80.0	3.3	85.0	80.0	87.0	3.6	4.0	2.0	5.0	2.1
일본	93.5	0.8	95.0	93.0	100.0	4.7	1.0	0.5	1.5	1.6
EU	95.0	0.8	90.0	90.0	92.0	2.9	1.0	0.5	2.0	1.2
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

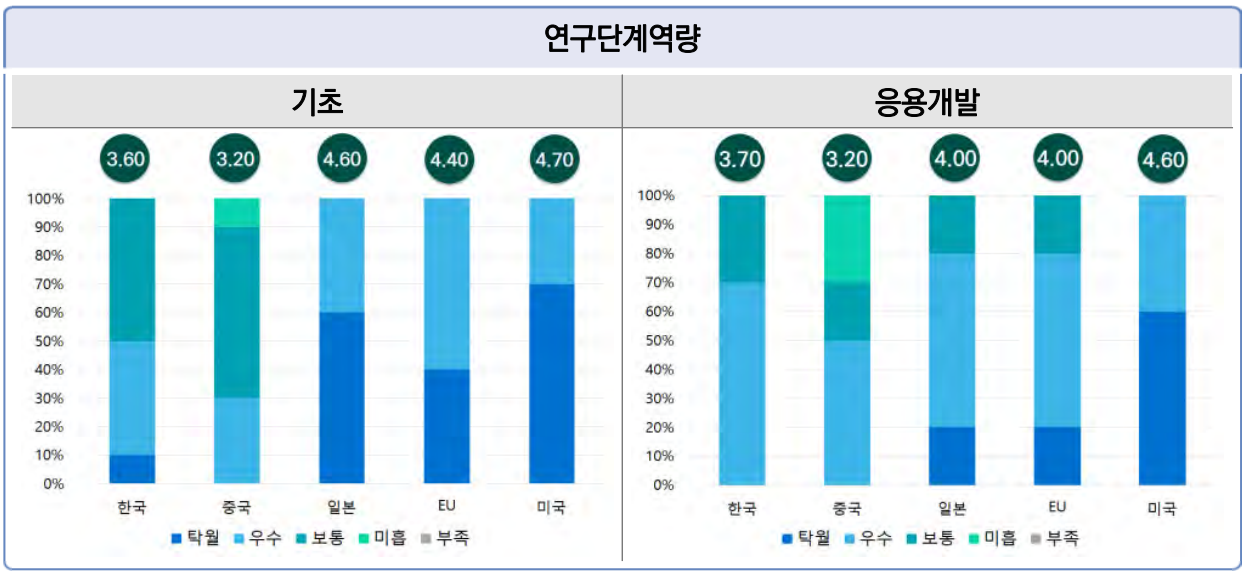
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (83.5%)	• 분위기는 잘 조성 되어 있으나 단기성과에 대한 압박으로 미국, 일본과 같은 연구 성과를 내기 어려움. 바이오 분야 특수성 고려 필요 • 참신한 아이디어에 도전하고 있으나 정체된 연구비 규모 및 연구 인력의 부족으로 연구과제 달성시간이 지연됨 • 관련 분야의 연구가 선진국에는 미치지 못하지만 비교적 활발 • 대학을 중심으로 한 기술 개발 활발 • 선도그룹의 기술을 발판삼아 그를 응용하는 능력 우수 • 선도 기술에 대한 다양한 응용과 개량을 시도하고 있으며, 선도그룹과 유사한 수준의 결과를 제시하고 있으나, 선택적 분야에 집중 • 다양한 소재 및 융합 연구 분야의 약물 전달 연구가 활발히 수행되고 있으며 기술력 또한 발전되고 있으나, 연구 기술이 개발로까지 이어지기 힘듦 • 최고 수준 논문 발표
중국 (80.0%)	• 대규모 정부투자와 연구 인력의 충분한 공급으로 연구수준 급성장 • 상위저널에 연구논문 게재가 상당히 증가함 • 최근 관련분야 연구가 활발히 이루어지고 있으나, 아직 관련 인프라 조성 부족 • 기술 수준이 많이 향상되었으나, 임상개발/검증 기술이 여전히 부족 • 뛰어난 연구자들은 상대적으로 많으나, 그 기술의 실현가능성 및 임상적 적용 가능성은 상대적으로 떨어짐 • 약물 전달 기술관련 논문 및 특허 수가 비약적으로 증가하는 추세를 보이며 매년 수많은 연구 결과를 보임. 선진국 대비 연구 기간은 짧지만 연구 개발 분야에 정부의 대규모 투자로 빠르게 성장 중 • 준수한 수준의 논문 발표
일본 (93.5%)	• 지속적인 정부 투자로 신규 소재 및 기술이 지속적으로 개발되고 있으나 수적으로 미국에 비해 부족함 • 서방형 주사제 분야는 가장 앞서있으며, 지능형 분야도 미국, 유럽과 기술적으로 유사한 수준 • 관련 분야의 연구자들이 중국 및 미국에 비해 훨씬 적음 • 유럽과 유사한 수준이며, 세포치료제 등에서 강점 • 선도그룹의 기술을 발판삼아 그를 응용하는 능력 우수 • 선도그룹과 유사한 수준이나 산업적으로 중점분야가 일부 상이함 • 최고 수준 논문 발표 및 임상적용 가능한 물질 개발 시도
EU (95.0%)	• 민간 자본 투자와 정부 투자가 균형을 이루고 있으나 미국으로의 연구자 유출, 연구자의 수 등으로 인해 일본 미국 등과 격차 존재 • 글로벌 제약사 중심의 활발한 연구 네트워크 구성 중 • 지속적인 정부 투자로 신규 소재 및 기술이 개발되고 있으나 수적으로 미국에 비해 부족함 • 대학, 대형제약사 중심의 연구 활동은 유사하나, 바이오텍 등의 연구 활동이 다소 미약 • 미국 못지않으며, 각 기술별 세부분야에서는 오히려 미국보다 더 뛰어난 시스템을 갖고 있는 연구팀 보유 • 최고 수준 논문 발표 및 전반적으로 임상적용 가능한 물질 개발 추진

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 전반적 약물 방출제어 기술은 세계 최고. 무엇보다 산업체의 성장이 크고 다국적 회사들의 투자가 강해 연구 성과의 사업화 선순환 구조가 우수 • 선제적 연구로 다양한 제품과 기술의 확장성 보유 • 지속적인 정부 투자로 신규 소재 및 기술 개발 • 관련 연구를 진행하는 회사 및 학자들이 다수 포진하고 있으며, 활발하게 학술 발표를 진행 중 • 관련 분야의 임상적용 연구 선도 • 바이오텍 등의 활발한 연구를 통해 세포치료제/유전자치료제 등의 새로운 형태의 의약품 개발을 선도하고 있으며, 이러한 것들이 개인 맞춤형 약물 전달 기술의 핵심으로 부각되고 있음 • 뛰어난 인프라, 인력, 재원 및 지속적인 범국가적 노력 • 초대형 제약 회사의 자본, 기술력 보유 • 꾸준히 높은 수준의 특이적 약물 전달 연구가 수행 및 발표되고 있으며 기술의 산업화 환경 우수 • 최고 수준 논문 발표 및 전반적으로 임상적용 가능한 물질 개발 추진

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 기술, 아이디어 우수 • 같은 수준의 국가에 비해 임상연구 수준이 높음 • 관련 학자들을 중심으로 학문적 연구 활발 • 일부 분야에서는 선도그룹과 대등한 정도의 기술력과 인프라를 보유하고 있으며, 기존 기술의 응용력이 뛰어남 • 관련 분야 연구자 역량은 거의 세계적인 수준 • 원천기술 개발 실적 우수 • 다양한 방향에서의 연구 결과를 보이고 있으며 높은 수준의 IT 기술을 바탕으로 빅데이터 기반의 환자 맞춤형 의료 기술 개발 등의 융합 연구 분야에서 강세	• 국가 및 민간의 투자가 선진국 대비 부족 • 활발한 연구는 진행 중이나 실용화 연구 개발 부족 • 산업과의 연계에 의한 개발력이 필요하며, 기술 개발이 특정 분야에 집중되어 있음 • 관련 연구 분야 연구자들의 수가 적음 • 임상 적용 연구가 미진하며 임상 적용 개념 부재 • 연구 기술을 개발하기 위한 인프라 취약 • 규제, 자본, 네트워크 미흡
중국	• 향후 잠재적인 발전 가능성은 가장 큼 • 재미 과학자 등의 적극적인 영입으로 연구 인력 수준이 높음 • 기술 개발을 위한 연구 개발 의지 확고 • 최근에 급성장하고 있으며, 연구개발에 많은 투자와 인프라를 구축하고 있으며 현재 상당히 성숙되어 가고 있음 • 관련 분야 연구자들이 타 그룹 대비 월등히 많고 그 만큼 연구개발에 대한 투자도 훨씬 많음	• 임상 적용 개념 부재 • 실용적 기술력이 상기 그룹들에 비해 상대적으로 부족 • 기술부족 • 임상연구 수준이 미흡하며 여전히 신뢰도가 낮음 • 활발한 연구는 진행 중이나 실용화 연구 개발이 부족함 • 선도그룹 대비 기술 개발력이 다소 필요 • 아직까지는 파급력 있는 원천기술들을 개발하는데 있어 미진함

국가	강점분야	기타
	• '과학기술 이노베이션 2030' 등 국가 차원의 대규모 투자와 많은 인력을 바탕으로 연구 활동의 상승폭이 높으며 매년 배출되는 연구 논문의 수 또한 증가 중	• 모방하는 수준의 연구 위주 • 응용개발 연구에 비해 기초 연구 결과 미흡
일본	• 탁월한 기초연구를 기반으로 우수한 기술 및 인력 보유 • 줄기세포 기반 기술에 강점 • 약물전달 기술 및 인프라가 오랫동안 성숙됨 • 약물전달시스템에 대한 임상 적용 연구가 미국과 더불어 가장 활발함 • 축적된 연구 기술력과 국가 차원의 투자를 바탕으로 기초 연구 분야에서 꾸준한 강세 • 규제, 인프라, 자본, 사회적 분위기	• 인프라가 상대적으로 기초연구에 집중됨 • 폐쇄적 기술개발 • 약물전달 시스템 외 분야의 임상연구가 정체됨 • 실용화 연구 개발 부족 • 산학의 연계와 사업화 등에 대한 부분에 대한 개선이 다소 필요 • 연구자수가 적고 관심도 줄어들고 있음 • 연구 활동이 후발 국가들에 비해 꾸준히 감소 중 기초 연구에 비해 응용 연구 결과가 적음
EU	• 인력, 임상적용 적합성, 사회적 분위기 우수 • 일부 규제적인 측면에서는 미국보다 더 제한이 없는 편 • 다양한 기술과 산업적 인프라를 바탕으로 많은 약물전달 중심의 중소기업이 확대되고 있어 산업화의 확장성이 기대됨 • 저변이 넓음 • 축적된 연구 기술력이 높으며 제약 인프라 가 우수 • 거대한 유럽연합 시장을 바탕으로 산업 경쟁력이 높음	• 임상적용 실현 속도 • 기술의 다양성 및 양질의 합리적 인력 부족 • 활발한 연구는 진행 중이나 실용화 연구 개발 부족 • 선도그룹 대비 기술적 발전성이나 독창성에 다소 개발여지가 있음 • 분야에 대한 관심도가 다소 줄어듦 • 특허 수 및 연구 활동 수준 감소 • 자본
미국	• 기술, 인력, 인프라, 자본, 임상적용 적합성 • 규제적인 측면에서 제한이 크게 없는 편 • 거의 모든 분야에서 우수. 특히 바이오텍 등의 혁신 기술 개발 활발 • 다양한 기술과 산업적 인프라를 바탕으로 약물전달 기술을 연구소나 학계에서 벗어나 산업화로 확대되어 확장성이 늘어나고 있음 • 개발된 원천기술을 실제 임상에 적용하는 연구 주도 • 여러 초대형 제약 회사를 기반으로 높은 수준의 자본 및 기술력 보유 • 국가의 연구 개발 분야의 지속적인 대규모 투자를 바탕으로 여러 연구기관의 수준 높은 석학 및 인력을 충원 및 보유 • 사회적 분위기 우수	• 임상적용 실현 속도 • 고비용의 인력구조 • 활발한 연구는 진행 중이나 실용화 연구 개발 부족 • 첨단 기술적 발전이 바로 환자에게 반영이 되기에는 넘어야할 과제가 존재 • 관련 분야에 대한 관심이 점차 줄어듦 • 후발 연구 국가들에 비해 연구 활동의 상승폭이 작음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	1위	3위	4위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 융합형 연구 및 공동 연구의 필요성이 확대되므로 개인과제와 더불어 공동 연구과제 연구비 지원을 통해 융합 및 공동 연구가 확대될 수 있도록 연구 환경 조성 • 관련 분야는 학계와 중소 벤처에서 많은 연구들이 이루어지고 있어, 대기업과 공동 연구를 구축하는 연구 방안 필요 • 관련분야 학술대회 및 연구회에 대한 지원 • 국내 산학병연 협업을 체계적으로 지원 • 공식적인 행사 외에도 혁신 신약 살롱이라는 관련 분야 연구자들의 개별적인 교류 모임 등의 활성화에도 정부 혹은 정책 쪽 담당자들도 지속적으로 관심을 가지고 참여하면 좋을 것 • 지능형 약물전달시스템의 궁극적 목표는 인체에 활용되어야 하는 부분인데, 이를 위해서는 산업체와의 긴밀한 협력체계가 필요함, 산업체의 수요를 연구에 반영할 수 있는 협력체계 구축 필요 • 국가 대형 사업단 과제 수행을 통한 연구자 간 협력 촉진 • 식약처 및 첨단의료복합단지와의 협력 강화
국제협력 촉진	• 국제 협력을 추진하기에 절차(행정업무) 등이 과중하여 유연성이 떨어짐. 국제 협력을 효율적으로 하려면 연구에 국제 협력 연구에 집중할 수 있는 것이 가장 중요한데 도전보다는 책임을 모두 떠안아야 하는 부담이 우선적으로 연구자에게 느껴짐 • 연구 아이템은 국내나 해외 선도그룹이나 유사하지만, 이를 수행할 연구인력 및 장비운용인력이 부족하므로, 대학원생이나 박사 후 연구원의 단기 파견 등을 통한 해외 선도 기술을 습득하고 국내 환경에 접목할 수 있는 분위기 조성 필요 • 해외 전문 기업들은 대부분 자체 개발을 주로 진행하고 있어, 우수한 논문, 특허 실적을 가진 학계나 연구기관들과의 공동 연구를 통해 먼저 기술을 발굴하고, 산업화하는 것이 바람직 • 관련기술의 중개연구 및 임상연구에 대한 국제적인 그룹과의 협력 연구 및 노하우 전수에 대한 지원 • GRL 같은 프로그램을 지속적으로 유지 및 발전시키고, 국외의 연구실 혹은 단체들 중상업화에 모범이 되는 그룹들과 특히 지속적인 연계 추진. 또한, 외국의 명문 대학 혹은 연구소에 자리 잡은 한국 출신의 우수 교수 혹은 연구원들과 지속적으로 협력 관계를 유지하면 positive feedback으로 결국 우수 인력 양성에도 매우 도움이 될 것 • MIT, Harvard, Imperial College London 등 약물전달 분야 선도 그룹과의 국제 협력 프로그램 구축을 통한 신기술 개발 강화
인력양성 및 유치	• 해당 분야의 연구 인력이 딥 테크 기술기업으로 취업할 수 있도록 취업지원 및 혜택 확보하고 동일 분야 간 커뮤니티 활동 지원

	정책제언
	• 산업의 성장이 함께 이루어져야 하고 관련 분야의 경우 해외의 경우에도 다국적 제약회사도 있지만 벤처가 활성화가 되어야 선순환구조로 기술이 사업화가 가능. 우리나라의 경우에는 벤처에 대한 사회적 성숙도 필요 • 박사과정 대학원생 및 박사 후 연구원이 해당 분야의 수준을 좌우할 정도로 굉장히 중요. 외국인 유학생보다 한국인이 열심히 연구할 수 있는 지원환경 조성 필요 • 최근 생명공학 분야의 성장세로 관련 학과들에 많은 인재들이 모이고 있으며, 이들을 잘 육성하는 것과 함께, 중소벤처에 근무하는 근무자들을 대상으로 석사, 박사 과정들을 지원하는 프로그램 운영 필요 • 관련 연구 분야에서 학위를 받은 인력들이 계속해서 관련 연구 분야로 진출할 수 있도록 출연연 및 기업에의 취업 기회 확대 • 대학이나 병원에 종사하고 있는 관련 인력들의 처우 개선 • 부족하지 않은 급여를 통해 기술인이 우대받고 안정적으로 연구할 수 있는 문화 필요 • 그 동안 학계의 기술발전을 바탕으로 산업화와 연계된 인력양성 전략 필요 • 국가 대형 과제 수주를 통한 인력 양성 프로그램 구축 • 인력 양성 및 유치를 위한 연구 사업 지원 확대
인프라 구축	• 인프라 구축은 몇몇 기관들을 중심으로 발전되어 가고 있음. 기 구축된 인프라를 국내외 협력을 통해 공유 필요 • 선도 기술의 핵심은 연구아이템 뿐만 아니라 이를 구현할 수 있는 첨단 기기가 뒷받침 되어야 하는데 현재 장비구입 과정의 어려움 및 구입예산의 부족이 심각함. 공용장비가 아닌 각 실험실 사용빈도가 높은 장비의 경우, 장비 구입 과정 간소화 필요 • 각 연구단계별로 제품화를 위한 컨설팅 등을 통해 순수연구보다 제품화를 위한 관련 전문가들의 인프라 구축이 중요 • 약물전달시스템 관련 분야의 중개연구 및 사업화가 촉진되기 위해서는 미국의 National Characterization Lab가 같은 국가차원에서의 나노메디신 분석 기관 및 인프라 구축 필요 • 임상연구 인프라 확장. 수도권에 집중된 인프라만으로는 기초 연구 및 임상 연구 확장에 제한이 많음 • 기술이 중심인 실용화 연구뿐만 아니라 그 바탕이 되는 기초 연구 분야에 지속적인 투자와 인프라가 구축되어야만 그 토대가 튼튼해 질 것 • 지능형약물전달시스템의 경우 학계에서는 주로 영향력 있는 논문을 위한 연구 위주였고 이에 따른 연구개념 구현을 중심으로 이루어져 대량생산, 품질관리, GMP, 밸리데이션 등 산업화를 위한 체계적인 시스템 부족 • 약물전달시스템에 필요한 연구 장비 및 시설 구축 필요 • 인프라 구축 가능한 연구비 확대를 통한 연구기관 내에 인프라 구축 지원
법·제도 개선	• 바이오 분야의 기술개발은 법/제도의 도움이 필수적. (줄기세포 분야의 일본사례) 도움이 아닌 규제에 따른 책임 폭탄 돌리기 및 행정절차의 과중함은 연구의 유연성과 효율성을 낮춤. 정부든 연구자의 소속기관이든 연구윤리만 어기지 않고 연구자가 열심히 연구하면 나머지는 행정인원들이 모두 해결해주겠다는 식의 접근과 도전 필요

	정책제언
	• 장비 구입 과정의 규제가 현 연구 상황을 따라가지 못하고 있음. 1억 이상의 고가 장비를 제외하고는 구입 과정의 용이성 증대 필요 • 각 분야에 맞는 명확한 허가제도에 대한 가이드라인 필요 • 나노 메디신 사업화 및 임상적용에 필요한 융통성 있는 식약청의 심사제도 필요 • 생체 폐 이식과 같이 시행 초기엔 불법이나 당장의 이익이 그 위험보다 클 것으로 보이는 연구 및 그 기술 등에는 유연한 대처 필요 • 약물전달시스템 기반 신약 승인 절차 간소화 • 식약처에 약물전달기술에 대한 검증 및 인허가 방안이 없음. 연구 개발자와 협의체를 구성하여 인허가 정책 및 기준 수립 필요
연구비 확대	• 단기적인 연구보다 장기적인 연구를 통한 선도 기술 확보를 위해 안정적인 연구 환경을 지원할 필요성이 높음. 6년(2년+2년+2년) 주기로 연구결과에 따라 지속적인 연구가 가능하도록 기간 및 연구비 규모가 현재에 비해 대폭 증액 • 관련된 연구들을 제품화하기 위해서는 수십억 원의 연구비가 소요되어, 초기 단계의 연구보다는 비임상, 임상 등의 연구를 위한 과제에 연구비 지원하는 것이 바람직함 • 나노 약품 분야도 바이오의료기술개발 사업이나 범부처 신약개발 사업에 범주에서 별도의 연구 사업 공모 필요 • 기술이 중심인 실용화 연구뿐만 아니라 그 바탕이 되는 기초 연구 분야에 지속적인 투자와 인프라가 구축되어야만 그 토대가 튼튼해 질 것 • 약물전달 분야 대형과제 기획 • 약물전달 사업단 참여 교수들의 협력연구를 통해 국가 차원의 기술로드맵 구축 • 현재 연구비는 주로 약물전달기술 개발의 초기 기초연구에 집중된 경향 있음. 실용화 및 임상적용에 실질적으로 활용될 수 있는 연구사업 필요
기타 의견	• 지능형 약물 전달체의 상업화를 위해서는 타 분야인 약물동태/대사체분석, 독성학, 분자생물학 등 유기적인 협업관계가 이루어져야 함으로 융복합 연구 지원체계 필요 • 약물 전달체 활용 효과 중 가장 기대되는 분야는 암 치료제 또는 암 치료기술이므로 이 분야의 집중 투자 필요

다 주요 분석 결과 요약

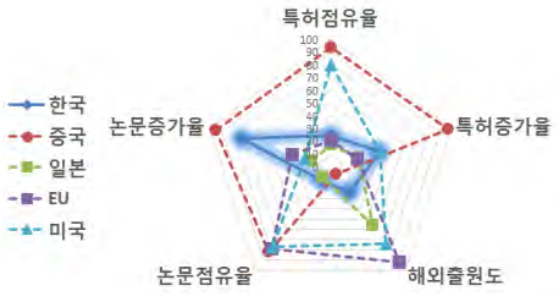
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	지능형 약물 전달 최적화 기술	6,319	4,158	112.2%	43.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

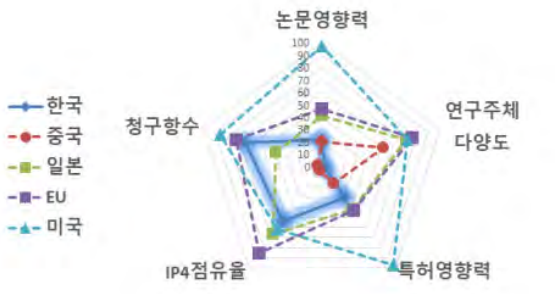
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	미국	미국
	32.5%	42.9%	46.1	10.8
한국	4위	3위	4위	4위
	4.1%	10.0%	29.1	2.4
5개국 평균[2]	-	-	35.5	9.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

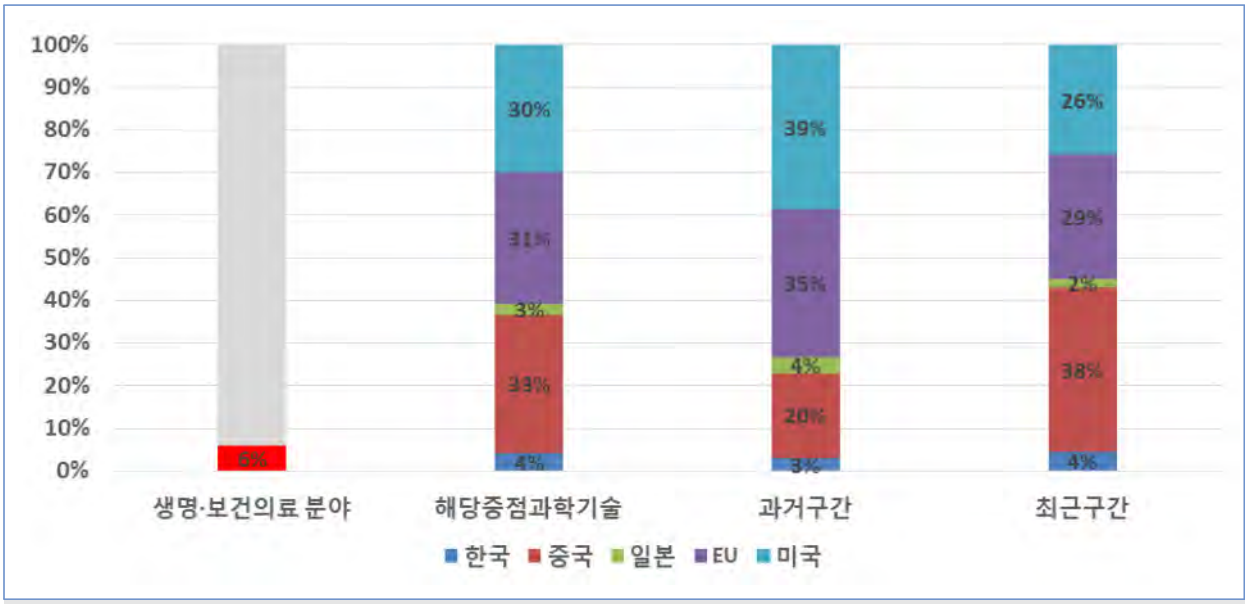
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.1%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(29.1)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 중국(32.5%), EU(30.9%), 미국(29.9%), 한국(4.1%), 일본(2.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(312.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(46.1), EU(33.5), 일본(32.6), 한국(29.1), 중국(28.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(10.0%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.4)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(42.9%), 미국(32.6%), 한국(10.0%), EU(8.1%), 일본(6.4%) 순이며, 특허 증가율은 중국(148.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(8.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(10.8), EU(3.5), 일본(3.4), 한국(2.4), 중국(0.7) 순이며, IP4 점유율은 EU(39.9%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.1%	32.5%	2.6%	30.9%	29.9%
	논문 증가율	200.0%	312.2%	18.7%	78.1%	42.0%
	논문 영향력	29.1	28.7	32.6	33.5	46.1
	연구주체 다양도	0.82	0.93	0.96	0.97	0.96
특허 분석	특허 점유율	10.0%	42.9%	6.4%	8.1%	32.6%
	특허 증가율	7.5%	148.0%	-23.8%	-25.8%	7.5%
	해외출원도	2.6	0.3	5.1	8.6	6.5
	특허 영향력	2.4	0.7	3.4	3.5	10.8
	IP4점유율	27.2%	1.1%	31.6%	39.9%	29.9%
	청구항수	6.4	3.0	5.4	6.8	7.6

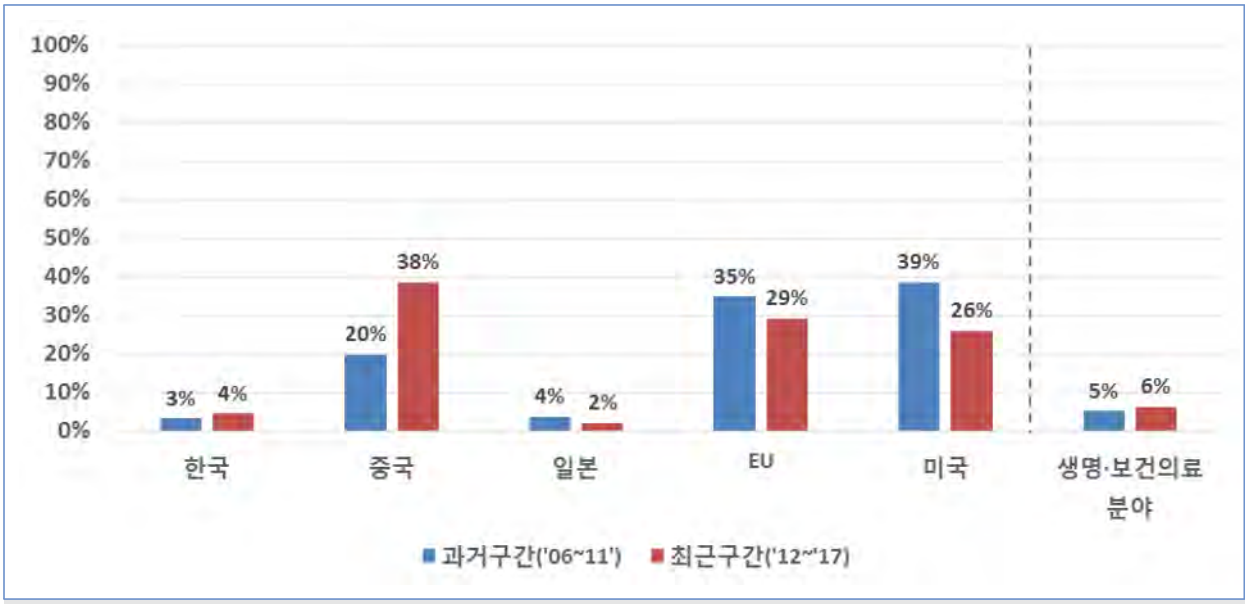
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지능형 약물 전달 최적화 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 2054건으로 전체 논문의 33%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 미국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 약물 전달 최적화 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

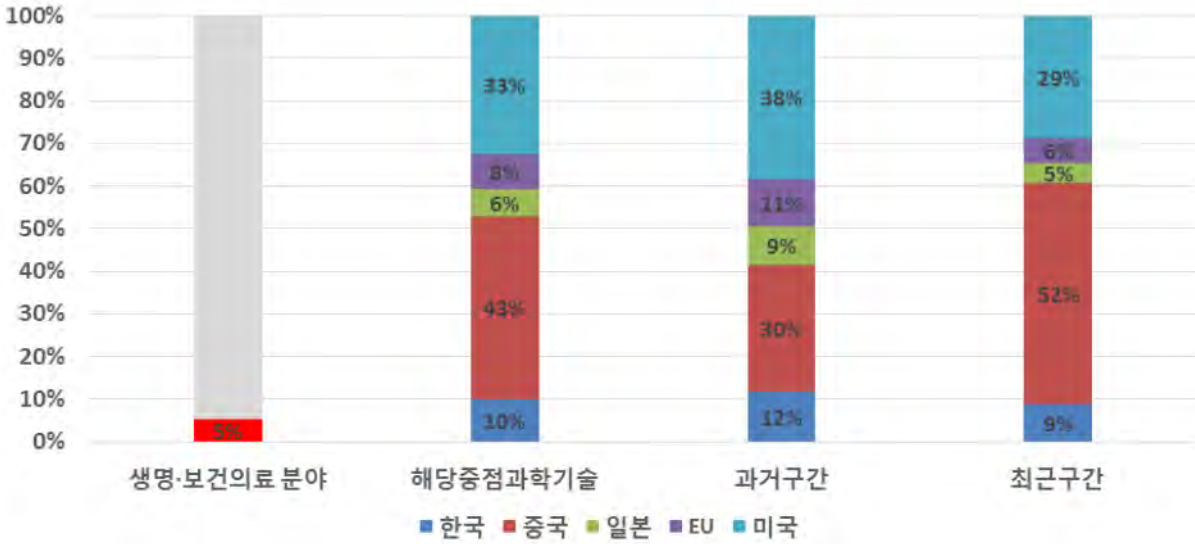


● 지능형 약물 전달 최적화 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 200%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	64	192	256	200.0%
중국	401	1,653	2,054	312.2%
일본	75	89	164	18.7%
EU	703	1,252	1,955	78.1%
미국	781	1,109	1,890	42.0%
전체	2,024	4,295	6,319	112.2%

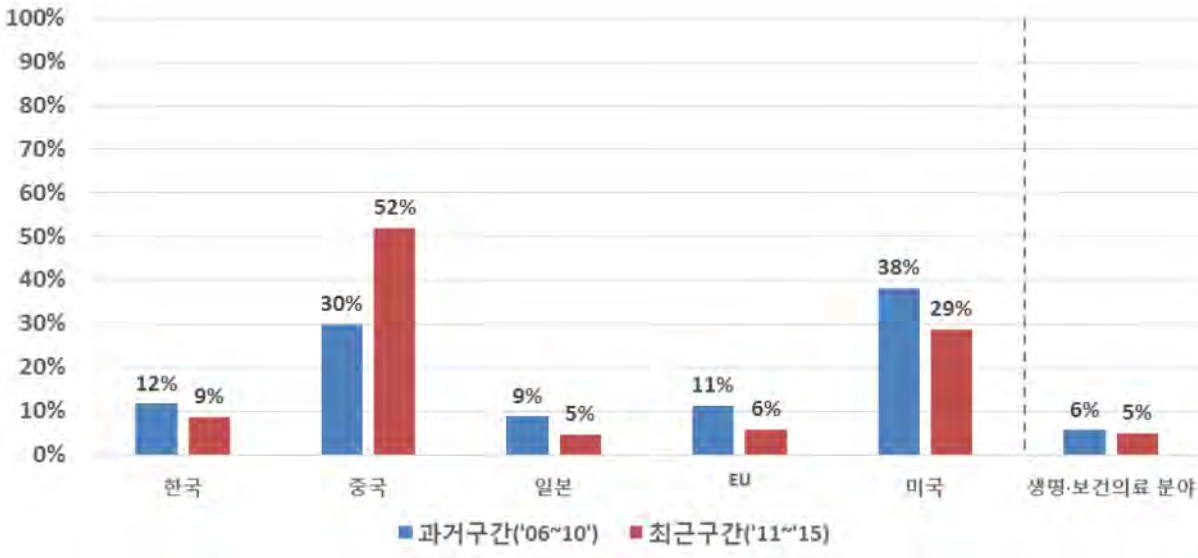
(4) 특허 점유율(전체)



- 지능형 약물 전달 최적화 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1782건으로 전체 특허의 43%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 약물 전달 최적화 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



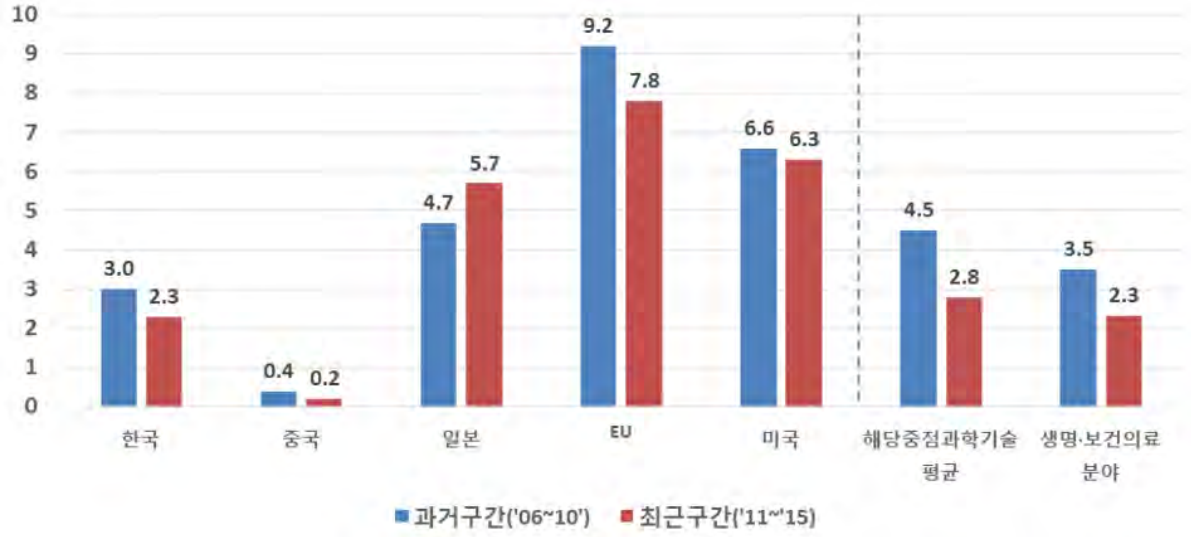
- 지능형 약물 전달 최적화 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 7.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	과거구간	최근구간		
한국	200	215	415	7.5%
중국	512	1,270	1,782	148.0%
일본	151	115	266	-23.8%
EU	194	144	338	-25.8%
미국	654	703	1,357	7.5%
전체	1,711	2,447	4,158	43.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

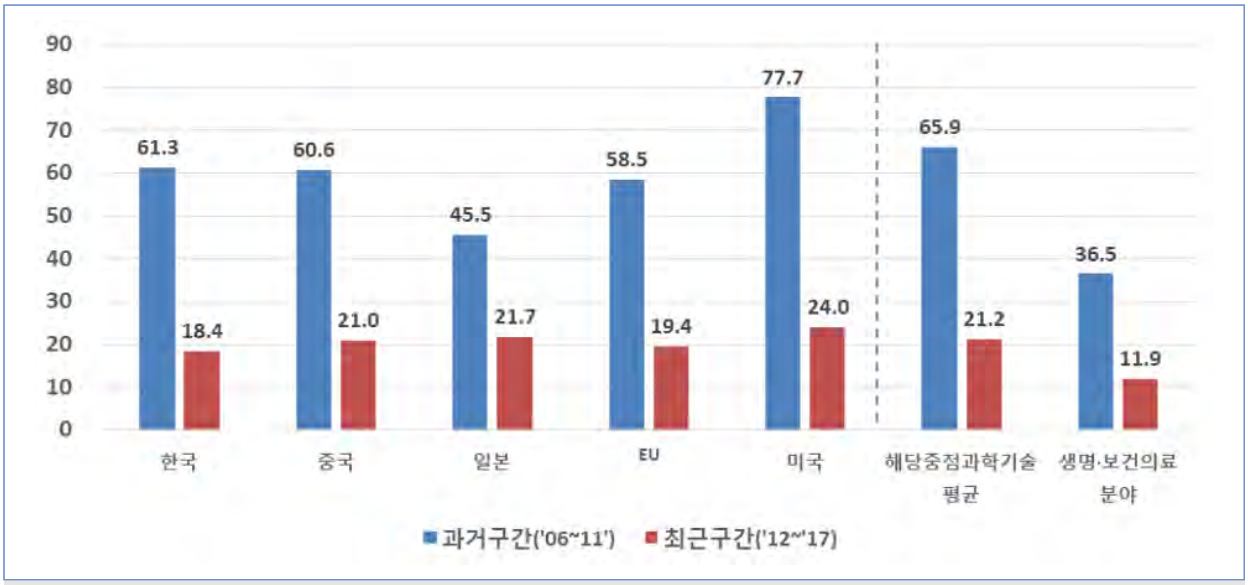


- 지능형 약물 전달 최적화 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

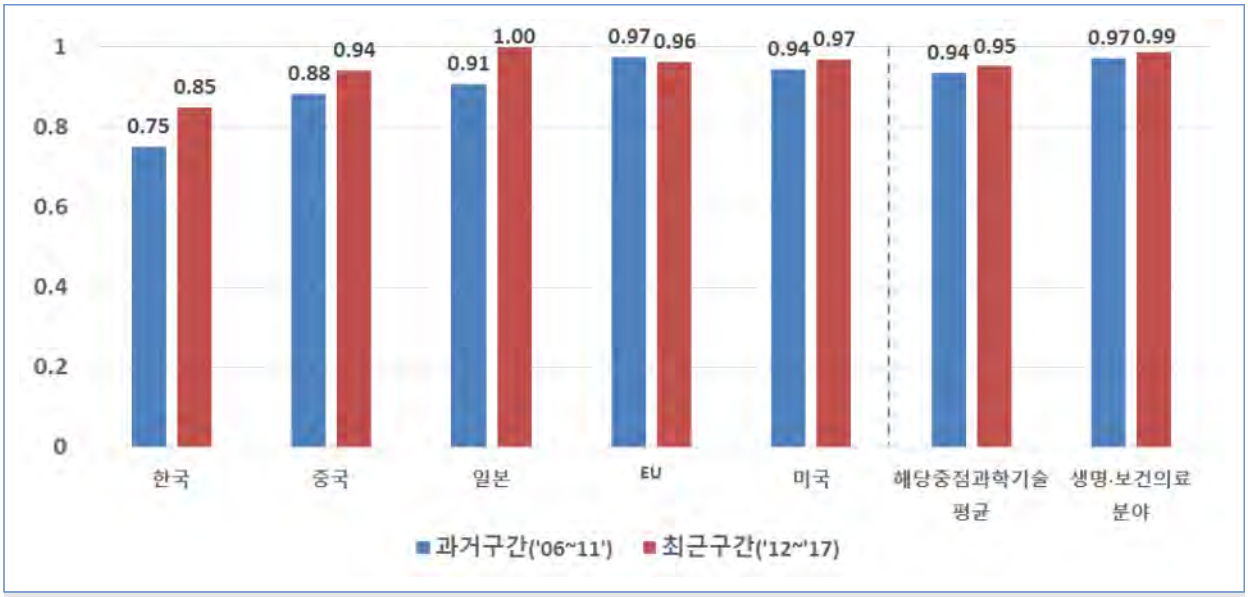
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



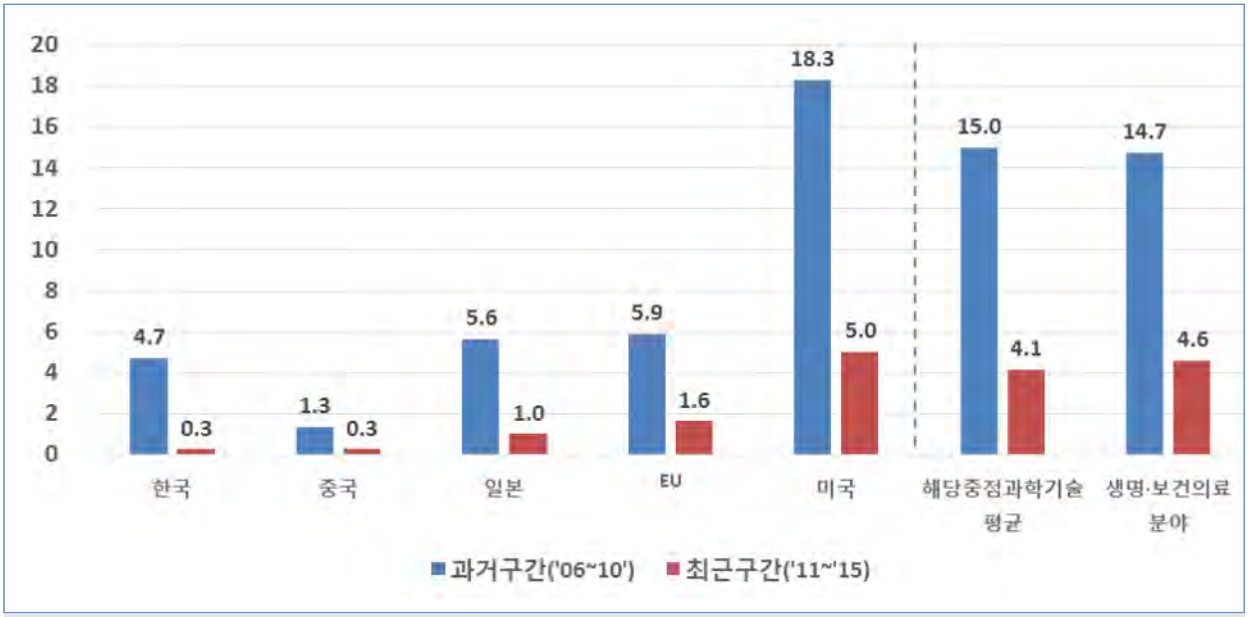
- 지능형 약물 전달 최적화 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



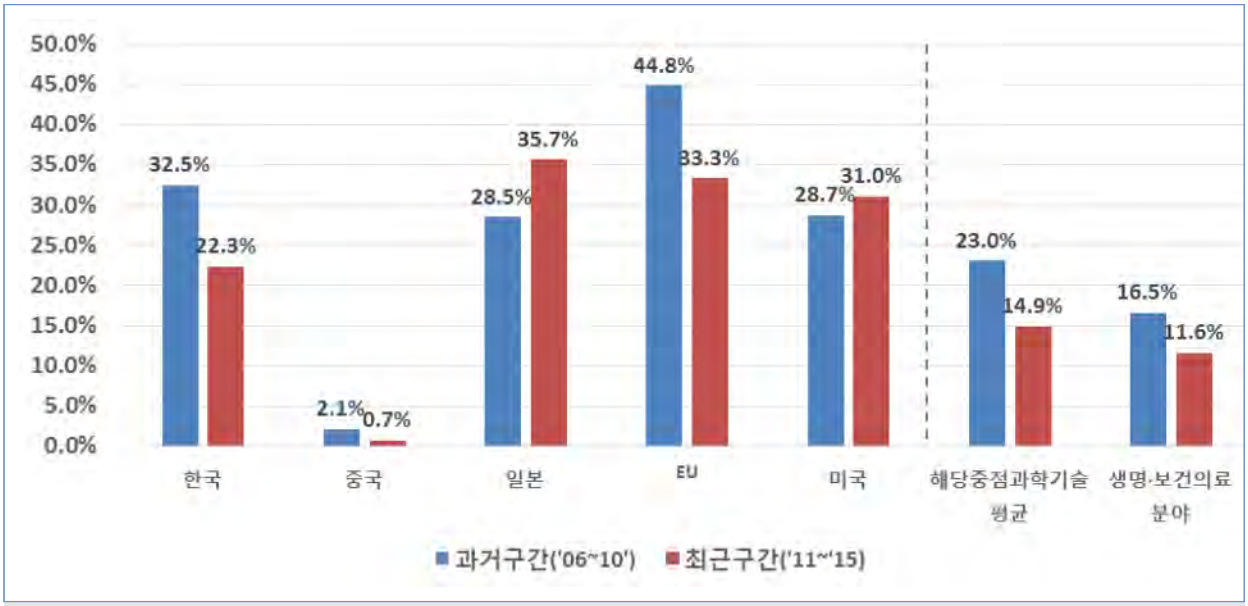
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



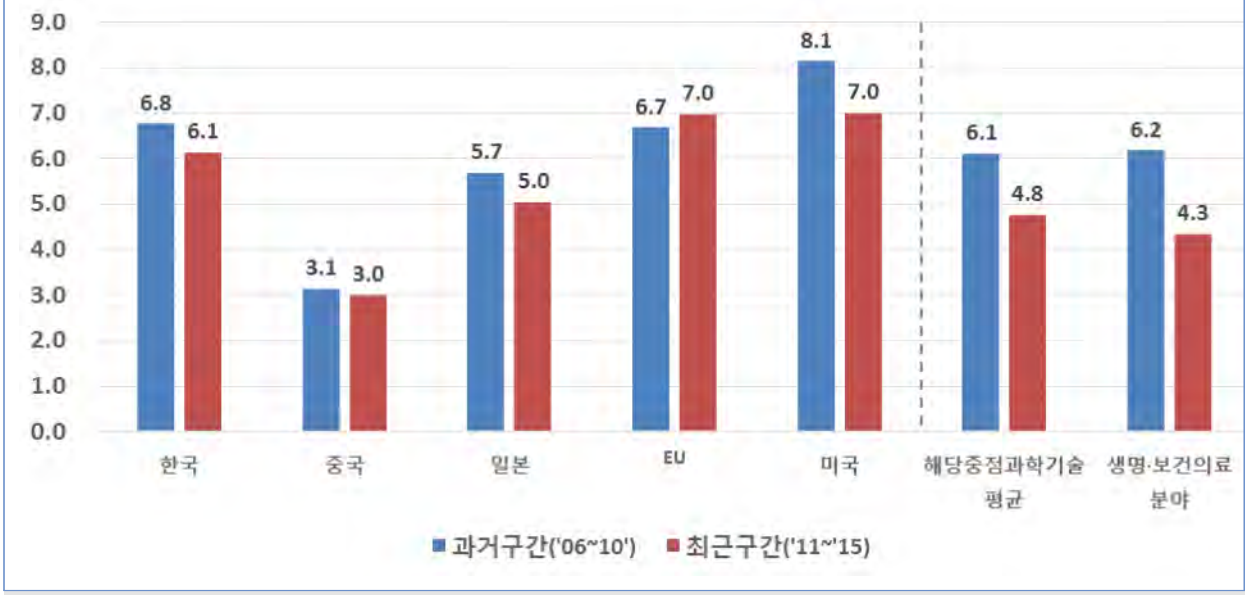
● 지능형 약물 전달 최적화 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지능형 약물 전달 최적화 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 지능형 약물 전달 최적화 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

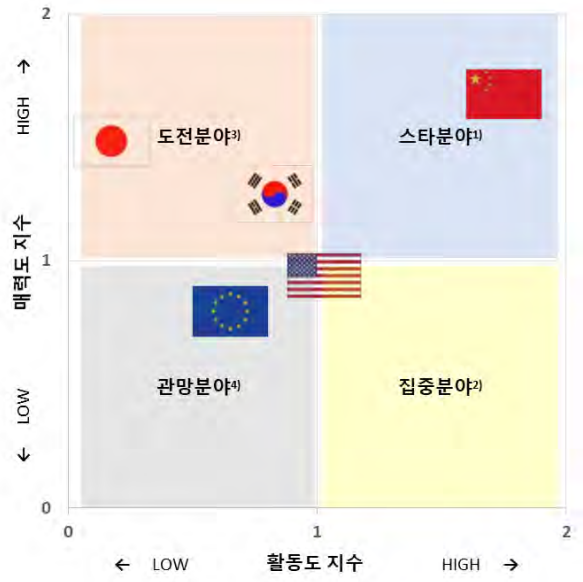
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지능형 약물 전달 최적화 기술 의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

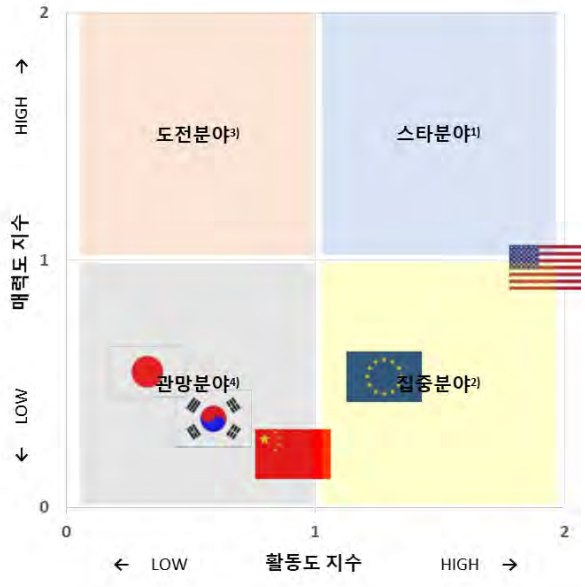


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

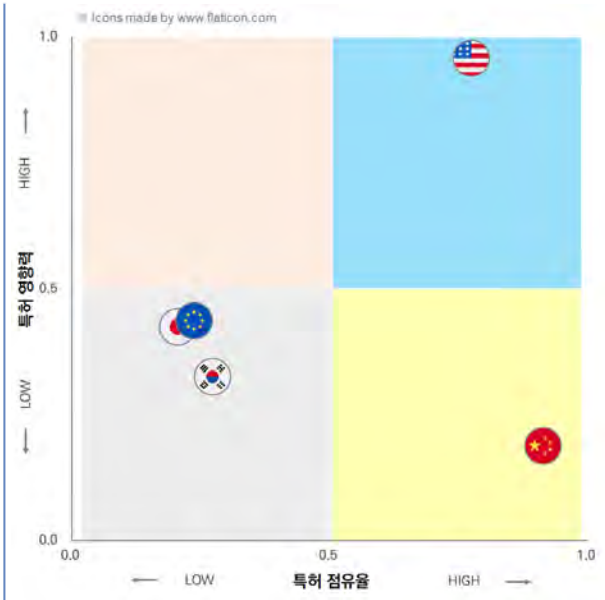
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지능형 약물 전달 최적화 기술 의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'SHENYANG PHARMACEUTICAL UNIVERSITY(0.84%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '영남대학교'가 4.69%(글로벌 점유율은 0.19%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHENYANG PHARMACEUTICAL UNIVERSITY	중국	2.58%	0.84%	388.89%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.17%	0.65%	15.79%
3	SHANDONG UNIVERSITY	중국	1.80%	0.59%	328.57%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.41%	0.46%	23.08%
5	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	EU	1.38%	0.43%	25.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YEUNGNAM UNIVERSITY	4.69%	0.19%	400.00%
2	YONSEI UNIVERSITY	4.69%	0.19%	100.00%
3	KOREA UNIVERSITY	4.30%	0.17%	1000.00%
4	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.91%	0.16%	133.33%
5	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	2.34%	0.09%	-80.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHENYANG PHARMACEUTICAL UNIVERSITY	2.58%	0.84%	388.89%
2	SHANDONG UNIVERSITY	1.80%	0.59%	328.57%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.41%	0.46%	23.08%
4	STATE KEY LABORATORY OF NATURAL AND BIOMIMETIC DRUGS	1.31%	0.43%	185.71%
5	ZHENGZHOU UNIVERSITY	1.17%	0.38%	1000.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA UNIVERSITY	4.27%	0.11%	-25.00%
2	INSTITUTE OF ADVANCED BIOMEDICAL ENGINEERING AND SCIENCE	3.66%	0.09%	0.00%
3	NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE (NIMS)	3.05%	0.08%	50.00%
4	OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY	2.44%	0.06%	300.00%
5	BIO NANO ELECTRONICS RESEARCH CENTER	2.44%	0.06%	300.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID	1.38%	0.43%	25.00%
2	UNIVERSITY OF HELSINKI	0.82%	0.25%	200.00%
3	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.72%	0.22%	0.00%
4	UNIVERSITY OF COPENHAGEN	0.56%	0.17%	20.00%
5	SECOND UNIVERSITY OF NAPLES	0.56%	0.17%	20.00%

6 미국

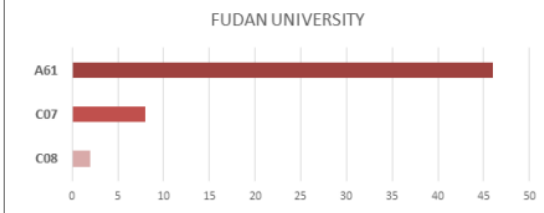
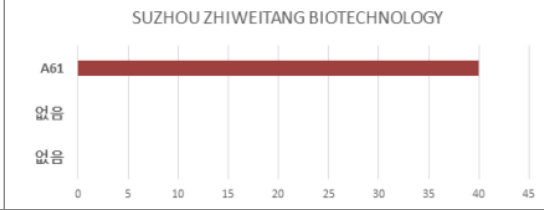
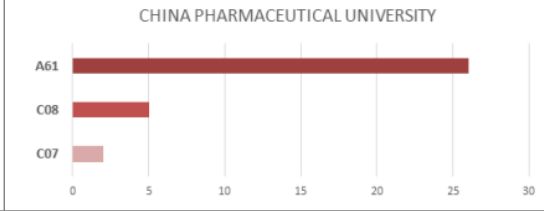
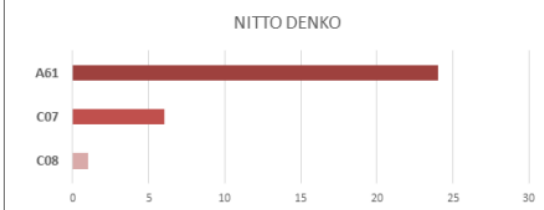
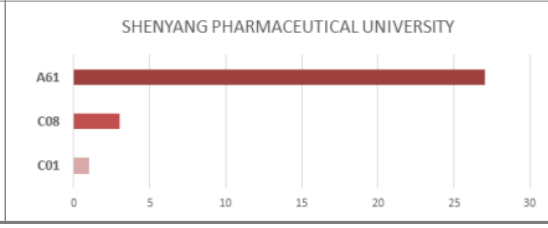
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.17%	0.65%	15.79%
2	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.27%	0.38%	-50.00%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	0.95%	0.28%	25.00%
4	UNIVERSITY OF UTAH	0.90%	0.27%	83.33%
5	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	0.85%	0.25%	28.57%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'FUDAN UNIVERSITY(1.42%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '연세대학교'가 3.61%(글로벌 점유율은 0.36%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'FUDAN UNIVERSITY'과 '연세대학교'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

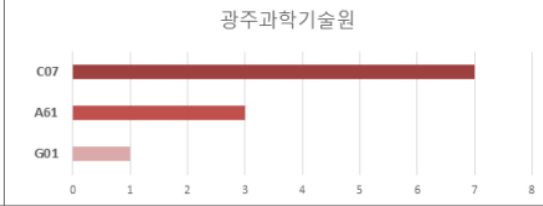
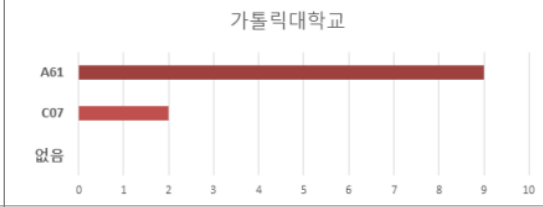
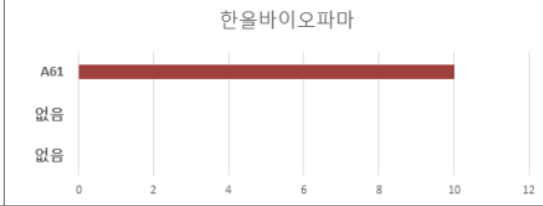
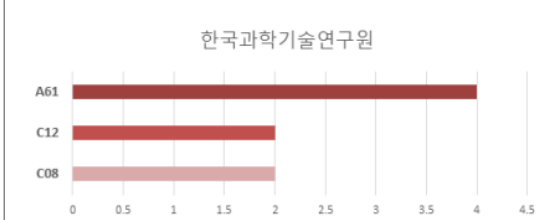
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUDAN UNIVERSITY	중국	3.31%	1.42%	95.00%
2	SUZHOU ZHIWEITANG BIOTECHNOLOGY	중국	2.24%	0.96%	133.33%
3	CHINA PHARMACEUTICAL UNIVERSITY	중국	1.96%	0.84%	1550.00%
4	NITTO DENKO	일본	12.03%	0.77%	0.00%
5	SHENYANG PHARMACEUTICAL UNIVERSITY	중국	1.74%	0.75%	6.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C07	유기화학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C01	무기화학

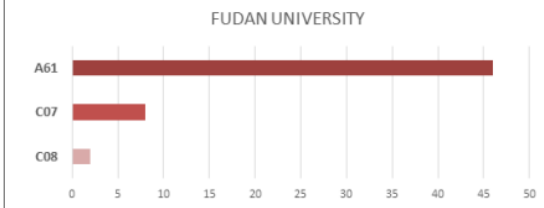
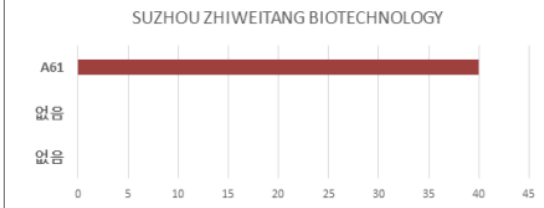
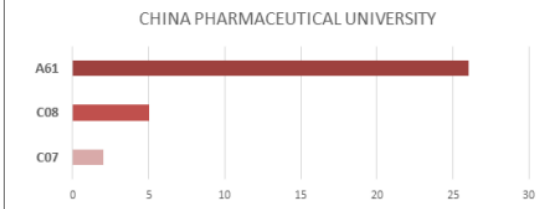
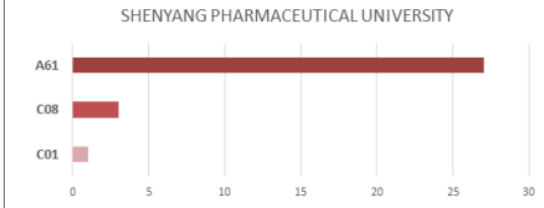
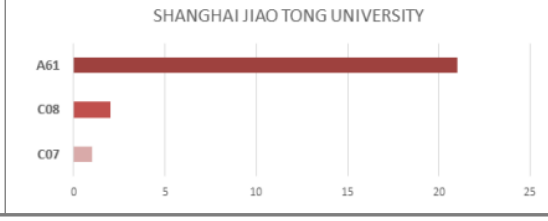
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	연세대학교	3.61%	0.36%	-12.50%
2	광주과학기술원	3.37%	0.34%	150.00%
3	가톨릭대학교	2.65%	0.26%	75.00%
4	한올바이오파마	2.41%	0.24%	-88.89%
5	한국과학기술연구원	2.41%	0.24%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
2		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물

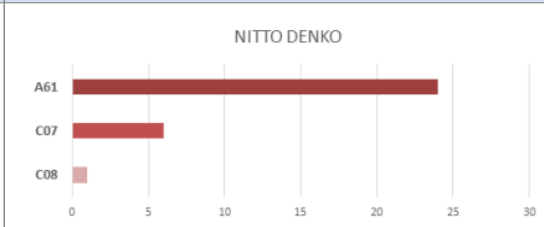
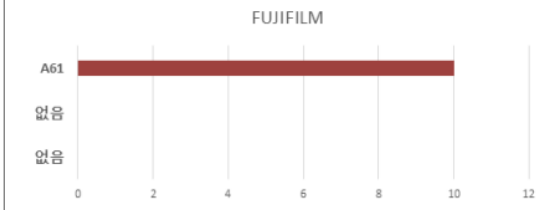
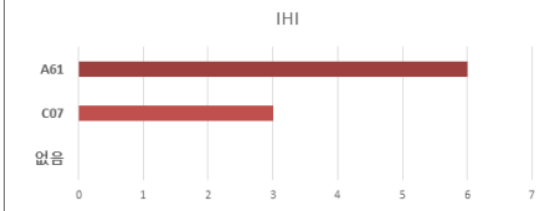
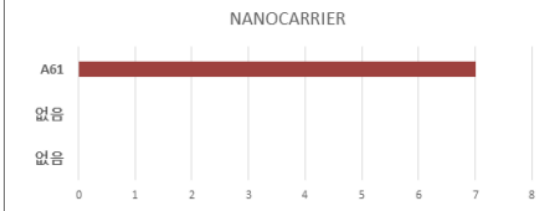
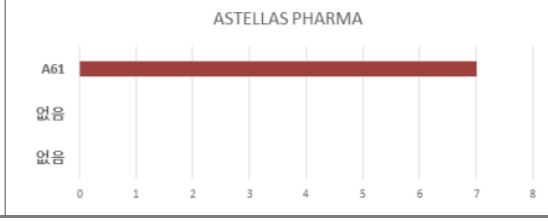
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUDAN UNIVERSITY	3.31%	1.42%	95.00%
2	SUZHOU ZHIWEITANG BIOTECHNOLOGY	2.24%	0.96%	133.33%
3	CHINA PHARMACEUTICAL UNIVERSITY	1.96%	0.84%	1550.00%
4	SHENYANG PHARMACEUTICAL UNIVERSITY	1.74%	0.75%	6.67%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.40%	0.60%	157.14%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C07	유기화학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C01	무기화학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C07	유기화학

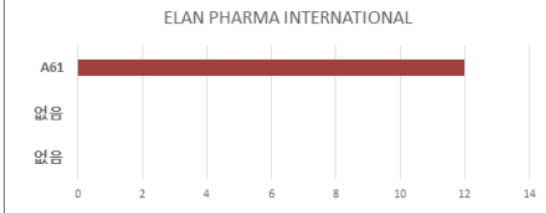
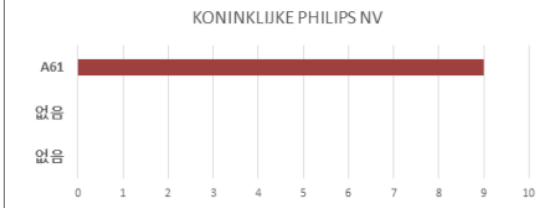
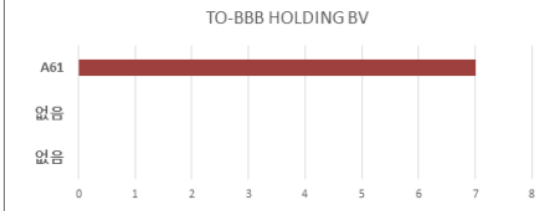
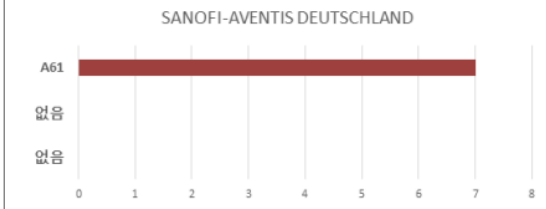
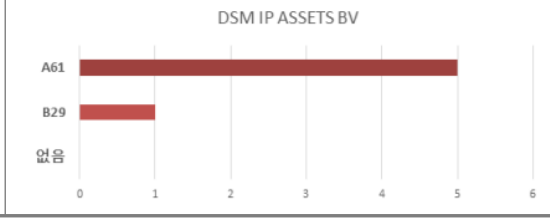
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NITTO DENKO	12.03%	0.77%	0.00%
2	FUJIFILM	3.76%	0.24%	133.33%
3	IHI	3.38%	0.22%	-87.50%
4	NANOCARRIER	2.63%	0.17%	150.00%
5	ASTELLAS PHARMA	2.63%	0.17%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

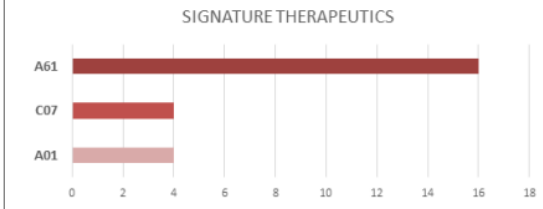
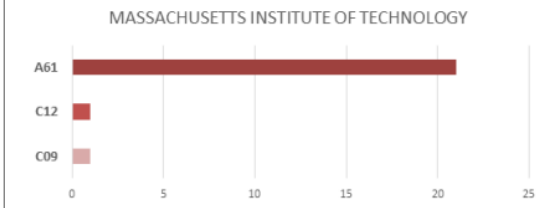
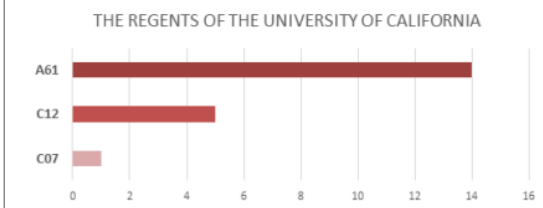
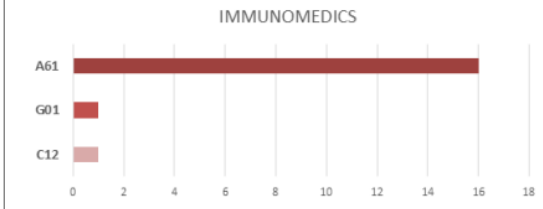
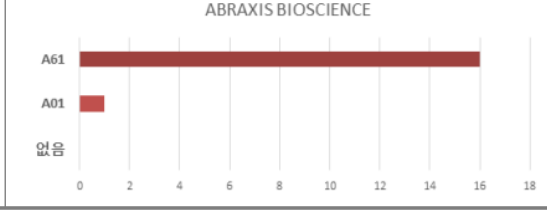
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ELAN PHARMA INTERNATIONAL	3.55%	0.29%	-90.91%
2	KONINKLIJKE PHILIPS NV	2.66%	0.22%	-20.00%
3	TO-BBB HOLDING BV	2.07%	0.17%	-60.00%
4	SANOFI-AVENTIS DEUTSCHLAND	2.07%	0.17%	500.00%
5	DSM IP ASSETS BV	1.78%	0.14%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIGNATURE THERAPEUTICS	1.77%	0.58%	-15.38%
2	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.69%	0.55%	128.57%
3	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.55%	0.51%	10.00%
4	IMMUNOMEDICS	1.40%	0.46%	275.00%
5	ABRAXIS BIOSCIENCE	1.25%	0.41%	-78.57%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-

59 바이오마커 기술



59 바이오마커 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 사람집단, 질병모델, 임상시료 등으로부터 인체질병과 관련된 유전체정보를 대규모로 생산·분석하고 임상적·생물학적 특성들과 연계하여 질병의 원인, 경과, 치료반응, 예후 등과 관련된 유전체, 단백체, 대사체, 당체 또는 지질체 등의 바이오마커를 대규모로 발굴하는 기술
- ☑ 임상시료를 대상으로 또는 임상시험을 통해 바이오마커들에 대한 유효성을 검증하여 환자 및 정상인에 대한 질병 특이적인 진단·치료·예방 등에 활용할 수 있는 분자지표를 개발하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

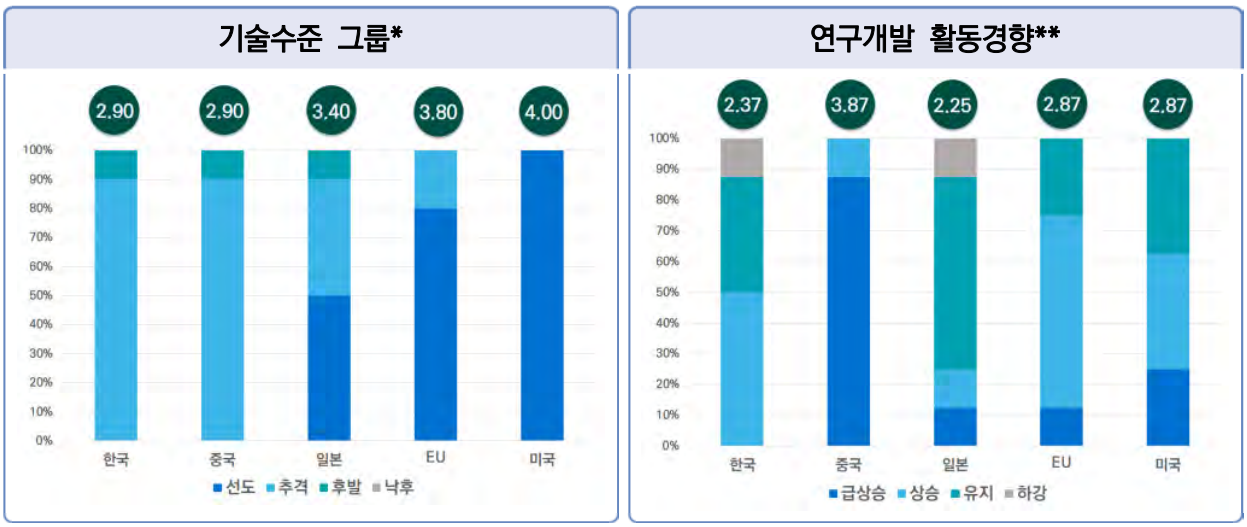
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	73.0	4.0	추격	보통	보통	유지
중국	72.0	4.0	추격	우수	우수	급상승
일본	80.0	3.0	추격	우수	우수	유지
EU	90.5	2.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	72.5	4.0	73.0	70.0	75.0	6.7	4.0	3.0	5.0	2.9
중국	72.5	4.0	72.0	71.0	75.0	5.1	4.0	4.0	7.0	3.0
일본	80.0	3.5	80.0	80.0	87.0	7.9	3.0	2.5	5.0	2.0
EU	90.5	2.0	90.5	90.0	92.0	2.5	2.0	1.5	3.0	1.3
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

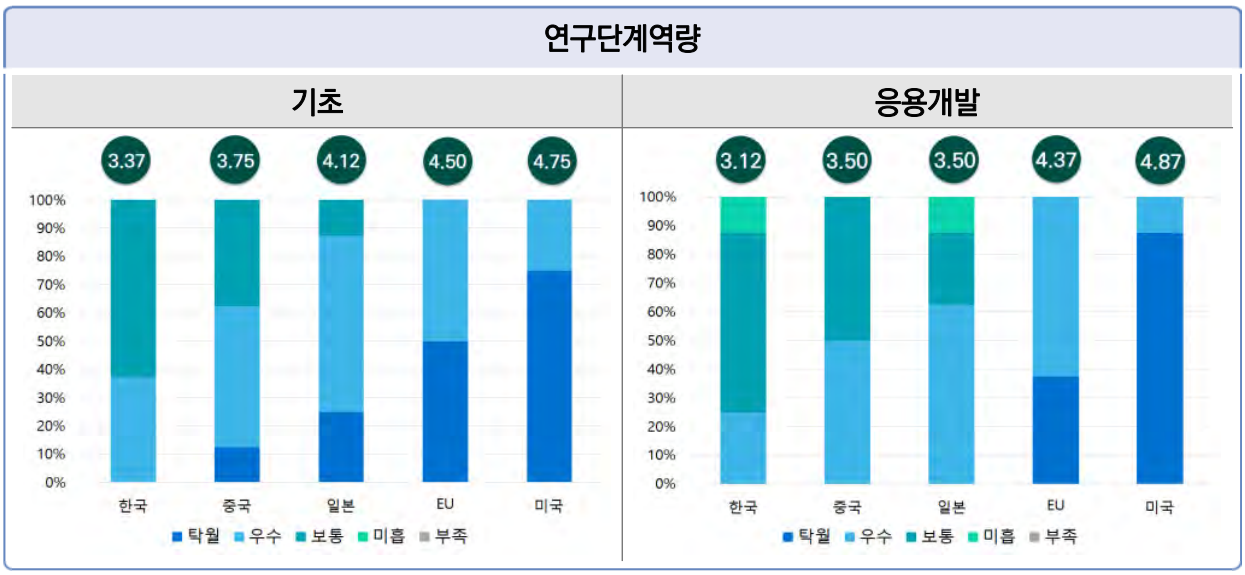
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (73.0%)	• 국가의 지원이 약하고 민간/학계에서 선두적인 연구 활동이 약함 • 최근 바이오 분야의 민간 투자가 늘어나고 있고 대학의 경우도 관련 학과가 증가하여 이 분야의 연구 결과들이 늘어나고 있는 추세이나 아직 상용화로 이루어지는 획기적인 기술의 결과는 미진함 • 혁신 신약 개발과 관련 예후 진단을 위한 바이오마커 개발이 과거에 비해서 증가하는 추세 • 부분별로 투자되고 있으나 핵심부분인 통합이 결여되어 있음 • 최근 바이오마커 연구지원에 힘입어 특허 출원 및 등록 건수가 상당히 많으나 최종 결과물(진단마커 개발) 도출은 미진함. 단순히 성과보다는 세계적인 수준의 논문 및 특허가 기반이 되어야 함
중국 (72.0%)	• 바이오마커의 미래 의약분야에서의 중요성은 인지하고 있으나 집중적 지원 체계가 미약함 • 국가에서 강력하게 지원하고 있고 민간에서 연구도 활발하지만, 아직까지는 기술력이 미흡함 • 최근 정부주도의 거대 자금이 이 분야에 집중적으로 투자되고 있고, 많은 첨단기술들을 미국에서 직접 들여오고 있어 기술의 발전이 눈부시게 빠른 속도로 성장하고 있음 • 집중적 투자의 결과 특정 분야의 바이오마커 기술(e.g. 항암면역치료를 위한 neoantigen 선별 및 효능 예측 기술)의 경우에는 양적인 측면에서는 최고기술 보유국을 압박하는 형국으로 향후 발전 가능성이 매우 높음 • 최종 결과물을 도출하는 데는 아직 한계가 있음 • 정부투자의 속도를 볼 때 빠른 결과를 창출할 가능성이 있음 • 논문 발표 실적이 지속적으로 증가는 추세임 특허 출원 수가 가장 높은 반면 바이오 마커 기술특성상 주요 특허의 비중이 높음으로 특허 피 인용수의 실적을 바탕으로 볼 때 부족한 편
일본 (80.0%)	• 바이오분야 전반에 대규모 지원정책은 있으나 아직 기초기반이 취약, 창의적이기 보다 모방 단계가 많음 • IPS기술 중심으로 많은 투자가 집중되고 있어 예전보다 이 분야의 투자는 줄어들었고 선도하던 몇 개의 회사 중 일부가 EU의 회사에 M&A되어서 최근은 바이오마커 개발의 실효성 있는 결과는 미진함 • 기반 기초 조사사업 등이 이루어지고 있으나 활용연계가 세계적으로 이루어지는 것이 미흡함 • 2년 전에 비해 연구 활동이 활발하지 않음. 그러나 기초연구 인프라와 첨단 기술 분야를 보유하고 있어 정부 및 민간투자에 따라 성장할 가능성이 큼
EU (90.5%)	• 바이오마커 분야 중 특히 바이오 진단분야에 독일이 선도. 독일은 글로벌 2,3위의 진단분야 회사를 보유하고 있고, 막스플랑크, 드레스덴 등 특화된 연구소를 중심으로 연구와 상용화 활동 활발 • 축적된 기초 과학 기술을 기반으로 바이오마커 발굴 기술 개발 측면에서는 주도적 위치를 점하고 있음. 바이오마커 개발 기술은 주도적 위치에 있으나 최고기술 보유국에 비해 임상 치료제 개발이 상대적으로 저조하여 바이오마커 개발 연구가 최고기술 보유국 대비 미진 • 미국과 유럽이 바이오마커 기술 분야에 주도적 역할 수행 • 일련의 통합 및 연계가 이루어지고 있는 단계에 진입한 것으로 예상 • 최고 기술 보유국의 논문 동향 비교 시 격차를 보임. 논문 피인용수는 최고 기술 보유국 수준에 근접하는 반면 특허 출원의 건수는 저조한 경향

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 새로운 방향으로의 지속적인 정책 수립 및 지원 • 학계/사기업의 활발한 연구 • 치료제 개발 및 질환진단 분야 전 분야의 바이오마커개발은 정부주도와 민간주도의 대형 프로젝트 위주로 진행되어 왔으며 최근 가시적인 성과로 진단분야의 경우 신규 마커를 활용한 상용화 단계가 시작되고 있어 기초 연구 및 응용까지 연계되는 기술개발 주도 • 기존 치료제의 효능 예측 및 검증을 위한 바이오마커들을 선제적으로 발굴 및 개발 • 현재 각광 받고 있는 항체기반 면역관문저해제의 바이오마커 발굴 연구에도 타 국가에 비해 선도적 위치를 점하고 있음 • 지속적인 투자가 통합적인 적용으로 이어짐 • 지속적인 정부 투자와 관심을 바탕으로 대규모 시료 분석 및 정보처리 기술을 통한 바이오마커 개발의 기술 수준 매우 우수 • 지속적 연구 성과 및 특허 출원/등록의 경향이 긍정적임 • 특허 피인용 수의 경향 우수

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 기술, 인력, 인프라가 숫자상 갖춰져 있음 • 미국 및 유럽의 기술 개발에 대한 빠른 정보 수집과 네트워크로 꾸준히 연구개발 유지. 국가적 지원이 주로 산업화와의 연계로 응용 연구에 초점이 맞추어져 있음 • 바이오마커 관련 분야의 연구는 최근 상승하는 추세이며 분야는 분자진단, 동반진단, 면역치료 등에 국한됨 • 의지, 잠재력 우수 • 특허 출원 건수 및 상위 기관의 실적으로 볼 때 바이오 마커 분야의 연구가 성과가 나오고 있음 • 바이오마커 연구의 질환관련 적용성에 대한 사회적 산업적 가치 인식 증가 중 • 바이오마커 발굴 및 기전 연구 분야에서는 높은 수준의 기술 확보 • 각 대학 및 연구소, 병원에 우수한 연구 인력이 산재해 있음 • 우수인력을 중심으로 조직적인 협력연구 추진할 수 있는 능력 보유 • 정부 관심도 상승 중 • 혁신 신약 개발과 관련 예후 진단을 위한 바이오마커 개발이 과거 대비 증가 추세	• 외형적 기술은 도입된 것 같으나 통합적으로 활용할 수 있는 인력 부족 • 핵심적인 기초 조사사업 등에 대한 인식 부족과 투자 부족 • 국가적 지원의 한계와 무분별한 산업화 전략으로 기초 연구가 약함 • 기초를 많이 등한시 하고 있는데, 이는 장기적인 차원에서 기술력의 상당한 저하를 유도할 수 있음 • 기초 연구 및 응용연구의 저변이 부족한 편 • 발표 논문의 수가 증가 되지 않고 있음 • 지원 체계미흡 • 조직적인 기초/임상 협동 연구 추진 미흡 • 새로운 치료제 개발 및 병인에 대한 기초 연구가 부족한 실정으로 독창적인 바이오마커 개발 경험 및 기술 수준은 저조함 • 현재 바이오마커 개발 연구는 연구 인력의 양적 질적 감소와 연구소와 제약업체의 영소성 등의 기반 인프라의 약화로 인해 현 상태를 유지하는 수준으로 이에 대한 대책 시급

국가	강점분야	기타
중국	• 분석 장비 확보, 연구인력 증가, 국가적 지원으로 바이오마커 기술 개발 분야에서 급상승 추세 • 특허 출원의 건수가 상당히 많음 • 이 분야는 집중 대규모 투자가 이루어지고 있는 분야로 차이나-아메리칸 등 최고급의 연구 인력들의 국내 유입과 그들을 통한 글로벌 네트워크를 형성하고 있고 거대한 자국 내 시장을 통한 기술의 빠른 시장 진입 및 이로 인한 기술의 개선, 성장 등으로 전반적인 기술 수준의 속도 급속화 • 정부 주도 및 민간 주도의 바이오 마커의 연구가 급격하게 활성화되고 있으며 다양한 인체 질환 정보의 획득 및 활용에 대한 투자가 이루어짐 • 현재 미국과 EU의 연구자들을 받아들임과 함께 집중 투자 진행. 그 결과 특정 분야의 바이오마커 기술(e.g. 항암면역치료를 위한 neoantigen 선별 및 효능 예측 기술)의 경우에는 양적인 측면에서는 최고기술보유국을 압박하는 형국으로 발전 가능할 것 • 추격중이나 아직 선도 그룹으로 되기에는 기초 기반 기술 부재. 부분적으로 탁월한 성과를 내고 있어, 이 추세가 지속된다면 빠른 시일 내 선도 그룹으로 도약 가능 • 혁신 신약 개발에 주도하고 있는 점, 임상 시험의 용이성, 임상시료 확보 가능성 등을 고려할 때 관련 분야 연구의 발전 가능성이 매우 높음 • 체계적인 지원 정책	• 외부에서 보면 무모할 정도의 활용 및 적용이 되어 부작용이 우려됨 • 출원 건수에 비하여 특허 등록 및 영향력 있는 연구 활동은 미미함 • 기반 부족 • 특허의 피인용 수 상위 그룹의 부재로 볼 때 핵심 및 원천 기술의 확보 및 발전은 부족한 편
일본	• 미국 및 유럽의 기술 개발에 대한 빠른 정보 수집과 네트워크로 꾸준히 연구개발이 유지되고 있음. 연구기관별 보유 기술 특성에 따라 깊이 있는 연구가 지속됨 • 바이오 마커 관련 기초 연구 지속적으로 유지 • 현재 바이오마커 개발 연구는 원만한 상승 추세이지만 질적으로 잘 훈련된 연구 인력과 연구소 및 제약업체 등 탄탄한 연구 인프라로 인해 향후 분야 연구는 급상승할 여지가 많음 • 기초 기반 기술이 잘 정착되어 있고, 국가에서의 현명한 정책적 지원으로 향후 바이오마커 분야에서의 선도그룹으로의 도약을 가속화 시킬 것	• 글로벌 진출이 제한적임 • 연구에 대한 투자가 약화되면서 새로운 바이오마커 기술 개발에 대한 연구 활동이 미미함 • 인프라의 감소 가능성 존재 • 응용 연구의 실적이 저조한 편 • 축적된 임상 치료제 표적 발굴 기술은 최고기술보유국과 비교 시 경쟁적 위치에 있음. 표적 발굴 및 기전 연구 및 기술의 탁월성에도 불구하고 이를 적용한 치료제 개발은 미약함 • 과거 대비 바이오마커 발굴의 기초 및 응용 모두 신규 투자가 진행되기 보다는 현상유지 중 • 표적 발굴 및 기전 연구 및 기술의 탁월성에도 불구하고 이를 적용한 치료제 개발이 부진하여 상대적으로 바이오마커 개발 기술은 낮은 수준

국가	강점분야	기타
EU	• 기술, 인력, 인프라가 고루 갖춰져 있고, 지원 및 활용이 우수 • 글로벌 활용에 적극적 • 영국, 스웨덴, 네덜란드 중심으로 유전체뿐만 아니라 단백체, 대사체 등 다양한 바이오마커 기술 개발되고 있으며, 대량 정보 처리 기술 및 임상시험을 통한 유효성 바이오마커 검증 기술 개발 진행 • 이 분야는 독일이 선도하고 있으며 지멘스가 IVD영역의 글로벌 4,5위 회사를 인수 합병하여 글로벌 2위의 시장을 장악하고 민간 기업위주의 기술 개발을 이끌고 있으며 기초 원천연구는 막스플랑크 등 연구소 위주의 기술개발이 강세 • 최고 기술 및 우수한 인프라 • 정부 주도의 유전체 분석 등 연관 분야의 연구가 활성화 되어 지속적 연구 성과 창출 • 논문의 피 인용 지수 상위 기관으로 볼 때 기술적 우위 유지 • 유럽은 영국을 중심으로 오랜 기간 기초 임상 분야의 과학 기술 기반 확보. 바이오마커 발굴 기술 개발 분야에서도 많은 원천기술을 개발 확보하고 있어서 기술력은 타 국가들에 비해 경쟁 우위적 위치를 선점 • 영국, 독일, 프랑스 중심으로 바이오마커 분야 새로운 기술 개발 중	• 논문 발표의 성장보다 특허 출원의 수 적 증가는 낮은 편 • 기반 기술의 경쟁력에도 불구하고 바이오마커가 치료제 개발의 효능 예측 및 검증을 위한 동반 성장하는 경향을 고려할 때 최고 기술 보유국에 비해 임상 치료제 개발이 상대적으로 저조하여 바이오마커 개발 기술 수준은 다소 낮은 위치에 있음 • 영국의 경우 옥스퍼드 대 등을 기반으로 기초연구는 활발히 진행되고 있으나 응용연구영역은 아직 뚜렷한 실적이 없음 • 국가 간 기술격차 다소 존재
미국	• 글로벌 활용에 적극적 • 국가적 지원 및 민간 연구협력체 지원으로 대규모 시료은행 및 유전체, 단백체, 대사체 바이오마커 대량 발굴 기술 개발, 빅데이터 처리 기술의 발달. 이러한 인프라 구축으로 난치성 질환 및 복합질환에 대한 새로운 표적 발굴 및 맞춤형 의료기술 제공 • 바이오 마커 개발 분야는 90년대 HUPO 등 대학, 병원, 기업이 연합체 형태의 대규모 기술 개발을 진행해 왔으며 현재는 그러한 기술, 인프라 기반으로 창업 등 응용기술 개발까지 전 영역 선도 • 기술, 인력, 인프라가 최고 수준 • 정부 주도의 바이오 마커 사업의 확대 및 기업 참여 형의 응용 연구 분야도 활성화 되어 있으며 기술 및 인력의 균형이 잘 유지되고 있음. 미 FDA 동반 치료제의 허가에 따른 산업적 응용 체계도 활성화 됨	• 극심한 경쟁 • 향후에도 치료제 개발과 바이오마커 개발은 동반 성장 관계라는 점을 고려할 때 세계 제약 시장의 주도와 함께 관련 분야에서 상당기간 선도적 위치를 점할 것으로 예상

국가	강점분야	기타
	• 기존 치료제의 효능 예측 및 검증을 위한 바이오마커들을 선제적으로 발굴 개발 • 현재 각광을 받고 있는 항체기반 면역관문저해제의 바이오마커 발굴 연구에도 타 국가에 비해 선도적 위치 • 현재 관련 기술, 인력, 인프라 모두 타 국가를 압도하는 수준	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	6위	2위	4위	5위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 이미 국내 기초분야 연구자들 사이에는 협력 연구는 잘 추진되고 있으나 임상전문가 (의사)와 기초 연구자들 사이의 협력연구는 아직 미진하므로 임상-기초 연계 연구 활성화를 위한 강력한 정부정책 필요 • 산학연계로 학에서 산으로 산에서 학으로 연계방안 구축 • 데이터 및 샘플 공유를 원활하게 할 수 있는 제도 장려 • 바이오마커 분야의 혁신기술 개발 및 산업화를 위해서는 혁신기술의 가속화를 위해서 산학연 연계를 초기부터 사업 목적형 형태의 긴밀한 연계와 롤의 분장을 통하여 불필요한 중복투자나 경쟁 없이 협업할 수 있는 생태계 조성이 필요하며 이와 더불어 임상평가와 검체의 적기수급을 위한 병원 연계 활성화 필요 • 관련 기술과 연구경험을 가진 전문가들 간의 협력을 구축하는 것이 단기간 내 바이오마커 분야의 성장을 유발할 수 있는 방안. 이를 현실화하기 위해서는 관련 분야 연구비 확대와 함께 장기적으로 인력 양성에도 노력 필요 • 융합연구의 의미를 생명과학과 공학으로 한정하는 것이 아니라 생명 과학적 결과 도출이라도 같은 생명과학이라도 전공이나 기술 간의 협력 장려 • 개발되어 있는 기술을 이용하여 정상인, 환자, 특정 부류의 집단 등에 적용할 수 있도록 하는 협력 체계를 제도적으로 마련될 수 있도록 각 분야의 기득권을 살리면서 적용할 수 있는 조율 필요 • 임상시료 수집, 바이오마커 발굴, 진단키트 개발 등의 다학제적 네트워크를 활성화하여 세계적 수준의 연구결과 도출 가능 • 바이오마커 기술 분야는 기초 원천 연구의 질적 향상과 더불어 임상 검증 및 실용화에 이르는 다단계 연구 분야이며 해당 분야의 특허 출원이 향후 사업화 가능성 확보 가능. 바이오 신약개발, 빅데이터 활용 기술 등에 기술 응용성이 우수한 분야임으로 다학제 연구가 보다 활성화 되어야 국가 고유의 경쟁력을 확보 할 수 있으므로 국내 협력을 촉진할 수 있는 다학제 연구 유도 지원 필요

	정책제언
국제협력 촉진	• 이 분야에 선도적인 미국의 연구 그룹과의 직접적인 연구교류 확대 정책 수립: 연구원 교환 방문, 미국 연구원/연구책임자 국내 초빙 연구 지원 정책 수립 국내 연구비 해외에 공동투자 정책할 수 있는 정책 필요 • 선진국과의 기술교류 및 인적 네트워크 확보 • 국제 협력 연구비 확대 및 국제 협력 연구비 사용 시 제한 완화 • 바이오마커 개발에 필수적 기술 요소를 가지고 있는 국외 연구 그룹과의 국제협력은 반드시 필요하나 단숙 협력 관계 구축으로는 관련 분야의 노하우와 오랫동안 구축된 연구 경험과 인프라를 흉내만 낼 뿐 실체적으로 우리의 연구역량 강화로 이어질 수는 없음. 10년의 큰 그림 아래 필요한 요소들에 대해서 국제협력을 추진해야 하지만 인력양성과 인프라 구축을 통한 숙성된 연구 역량과 기술 노하우 축적 선행 필요 • EU, 일본, 중국과의 협력을 장려하는 연구 개수 및 연구비 규모 확대 필요 • 기존에 형성되어 있는 국제 협력 네트워크에 참여하여 협력할 수 있도록 장기적이며 전폭적인 지원 필요. 상당한 기반이 형성된 후에도 지속적인 참여가 가능하도록 신뢰를 구축하여야 함 • 임상 시료 제공을 통해서 미국, 유럽 선진국의 바이오마커 개발 인프라를 이용한 개발 모델 구축 • 질병 유전체 정보 처리 기술 및 질병 바이오마커 발굴 기술의 경우 다 국가 협력이 매우 중요하며 민간 주도 또는 정부 차원에서 질환극복을 위한 빅데이터 활용의 일환으로 바이오마커 분야는 가장 실효성이 높은 분야임으로 국제협력을 촉진할 수 있는 제도적 지원이 확대 되어야 함
인력양성 및 유치	• 대규모 데이터 분석, 수집, 응용에 필요한 연구 인력 훈련정책 수립정책 필요. 훈련된 인력으로 신규 일자리 창출 가능 • 데이터 과학자, 나노-바이오 연구자 양성이 시급하고 이를 위한 컴퓨터-바이오학 분야 인력양성 프로그램 강화정책 필요 • 대학교 인력양성 및 산학연계 프로그램 개발 • 지금까지는 바이오산업이 제대로 생태계가 육성되지 않아 인력 과잉 상태였다면 최근부터는 많은 벤처들이 성공사례를 만들고 있고 대기업들의 투자가 집중되면서 인력 수급의 어려움이 나타나기 시작함 • 유관 기관에서 지속적인 교육프로그램의 운영 및 연구 지원(시료 분석, 해석 등)을 통해 관련 분야의 인력 유입 및 교육 강화를 통해 유능한 인력 양성 • 생명과학 전공자 우대를 위하여 박사 후 과정만이 아니라 박사과정, 석박 통합과정 등의 인건비 부분의 연구비 추가 • 인력은 많다고 하나 단편적이며 또한 전문성이 떨어진 경우가 많으므로 인력 양성 방향을 구체적으로 지원 필요 • 오믹스/바이오 분야뿐만 아니라 데이터 사이언스, 정보학 분야를 접목할 수 있는 인력을 양성하여 이를 활용하여 세계적 수준으로 발전할 필요 • 유전체 기반 분자 진단 및 바이오마커 대량 발굴 기술 등은 해당분야의 전문가 수가 절대적으로 부족하며 학계 차원에서의 인력양성에 대한 구체적 대책이 미비하여 산업적 파급효과를 고려 시 인력 양성 부분은 적극 지원 필요
인프라 구축	• 개인별 유전체 분석데이터에 기반을 둔 질병관련 바이오마커 개발에는 많은 시료의 확보, 저장, 유지관리, 정보생산 및 유지관리가 필수적. 관련되는 시료 장기간 보관, 유지관리, 분배 시스템 구축 필수. 정부는 이를 위한 장기, 일관성 있는 정책수립과 안정적 비용 구축 체계 구축 필수

	정책제언
	• 인프라 사업 구성 및 서비스 사업 구성 • 국내 기업 내 독점적 자체 기술 보유로 기술의 파급효과가 낮음 • 지금까지 바이오분야의 투자가 제약 중심으로 편중되어 있어 신약개발을 위한 생산, CRO, 임상센터 등 많은 투자가 집중되어져 왔으나 이러한 바이오 마커기반의 진단산업의 육성을 위한 체외진단 의료기기법, 체외진단 의료기기 지원센터 등의 인프라 구축이 시급함 • 현재에도 많은 유관 국립, 정부출연 기관들이 많으나 지역별 분산되어져 있고 기업과 병원들 또한 공간적으로 떨어져 있음. 이들을 수도권과 지방 지역의 인프라를 모으고 부족한 부분들은 강화함으로서 여러 유관 기관들의 인적 물적 자원의 통합 및 효율 증진 도모 • 생명과학 간의 기술 협력 인프라 구축 • 각 분야의 인프라 구축 정도를 파악하여 통합적인 적용이 이루어질 수 있는지 상황을 먼저 분석하고 각 부분의 지속적인 지원이 이루어질 수 있도록 추진 • 유전체 바이오마커를 제외한 다른 오믹스 바이오마커의 개발 인프라는 아직 취약하므로 인프라 구축을 위한 투자 필요 • 질병유전체 정보 대량생산 및 처리 관련하여서 기존의 국책사업이 진행 되고 있음으로 국채 연구 사업 내용 중 인프라 부분에 대한 지원 강화
법·제도 개선	• 바이오 마커를 국내 임상에 적용하고자 할 때, 개인정보 보호법 등 여러 규제로 인해 산업화/실용화 하기 어려운 법 개선 • 법제도 개선으로 사업화를 위한 제도적 개선, 규제 개선 및 지원 • 카이스트 등과 같은 기관에 선별적으로 많은 특혜를 주고 있는데, 기회를 모든 연구자에게 부여하여 공정한 경쟁을 통해서 선별 필요 • 최근 정부가 체외진단의료기기 분야의 지속적 중복규제라고 불려왔던 신 의료 기술을 전면 후행 실시하기로 결정하므로 이 분야의 산업화 속도가 빨라 질 것으로 기대. 이와 병행하여 연구개발 목적의 인체유래의 잔여 검사 대상물의 활용 등 연구 분야의 과도한 생명윤리법 등의 개정 요망 • 임상과 관련된 시료와 채취와 관리 등의 규제가 강화되는 것은 옳은 방향임에는 이견이 없으나 이러한 절차와 제도 수행을 위한 행정 부담의 증가로 인해 많은 부작용 발생. 일예로 전문성이 부족한 공무원들의 문자식 규정 해석과 적용 및 안전관리 전문 용역 회사 난립 등 현재는 좋은 취지를 벗어나서 규제를 위한 규제로 전락하고 있음. 상기의 비효율과 오용의 원인들 중 하나는 관련 기술과 분야에 대한 이해가 없는 행정원들에 의해서 제도가 시행되기 때문임. 이의 개선을 위해서도 관련 분야 인력양성과 함께 행정 분야로의 진출(공무원, 관리 행정원)이 수반되어야 할 것 • 인체에 관련한 정보 및 검체 확보 등에 불필요한 법적인 제약이 많으므로 개선 필요. 허가 제도에 있어서도 정기적인 재허가나 재 인증 등의 방법을 도입하여 적용 자체가 불가능하지 않도록 하는 방안도 강구 요망 • 국내 다 빈도 질환의 경우, 외국의 다기관 임상센터에서 모아지는 임상시료보다 국내 단일기관 임상시료의 질이 더 좋으므로 이를 활용하여 바이오마커 개발 가능하도록 국가적인 지원 필요 • 인체 유래물질 활용 및 바이오마커/분자 진단의 인허가 트랙의 검토 및 제도의 재정비
연구비 확대	• 이 분야는 향후 유전체데이터, 생활데이터, 개인건강정보 등 대규모 데이터 생산에 근거한 바이오마커 발굴, 분석, 및 대규모 임상에의 적용들이므로 연구비는 기존 소규모 단위의 연구보다 규모가 클 수밖에 없음 • 연구비 확대로 인력양성 및 도전적인 타깃 발굴

	정책제언
	• 중견 연구자들이 박사 후 연구원을 유치할 수 있는 연구비 규모 • 바이오마커 분야 기술 확대는 진단분야 산업의 혁신적 성장을 기대할 수 있으므로 산학연이 함께하는 기획 연구 등의 응용기술의 목적형 연구비의 확대 필요 • 개인 연구비 및 인프라 구축을 위한 연구비의 현실성(연구 인력과 시설의 안정적 유지 및 운영이 가능한 수준)을 구현해야 하며 이를 위하여 연구비 확대 및 나눠주기 식 연구비 분배가 아닌 효율성 기반의 연구비 운영이 반드시 수반되어야 함 • 미래원천기술 개발에 중점적으로 연구비를 확대 투자 • 각 부문에 대해 적절히 추진될 수 있도록 맞춤형 연구비 확대 • 다양한 아이디어와 다양한 방법을 통해 가치 있는 결과물을 얻을 수 있음. 기초에서 응용까지 넓은 범위의 꾸준한 연구비 지원은 인력 양성과 인프라 구축을 가능하게 함 • 해당 연구 분야는 신약개발 등 타 연구 주제와의 연계성이 높으며 자체 분야의 중요성이 높은바 연구비의 우선 투자 대상으로 평가 되어야 하며 연구비 확대 필요
기타 의견	• 미래 바이오마커 발굴 및 응용에는 개인 라이프로그, 유전체 데이터, 병원기록, 유전자원 수집 및 분석 등 대규모 데이터를 근거로 하는 것이 필수이므로 컴퓨터 과학/정보 과학과의 융합은 필수. 관련 융합 프로그램의 실질적인 운영으로 필수적인 인재양성을 확대하여 청년 일자리 증가, 국민의 건강 국가적 관리 수월 및 질병의 예방/조기진단으로 의료비절감을 통해 국가 경제적 손실 저감 가능 • 바이오마커분야의 기술개발은 결국 대부분 체외진단 산업과 직결될 것이고 체외진단 산업은 많은 사람들의 다양한 인체 정보를 확보하여 빅데이터의 근거, AI연동 등 새로운 신산업을 유도할 수 있고 많은 양질의 제조업 기반의 4차 산업을 이끌 수 있는 분야이므로 체외진단을 중심으로 한 융합 산업 활성화 장려 필요 • 바이오마커의 중요성으로 인해 현재까지 많은 바이오마커 발굴에 많은 노력을 경주했지만 결과는 기대에 미치지 못함. 최근 PD-1 항체 치료가 임상에서 각광을 받으면서 치료 결정 시 PD-L1의 발현 여부가 바이오마커로서 활용되고 있음. 이처럼 새로운 치료제 개발과 치료제의 사용 여부 및 치료 효과 예측 인자로의 바이오마커 개발은 치료제 개발 연구 초기 단계에서 같이 이루어져야 함. 유효한 바이오마커 발굴을 위해서는 상기의 예와 같이 새로운 치료제와 바이오마커의 동시 개발 연구가 이루어질 수 있는 환경을 조성할 필요가 있으며 이를 위한 대형 과제 형식의 연구진행 및 사업과제 도출 필요 • 바이오마커 기술은 신약개발, 예방/예측 의학연구 등 다양한 연구 분야의 복합성을 지니고 있으므로 타 사업 분야와의 융 복합 추진을 장려하는 연구사업의 형태 권장

다 주요 분석 결과 요약

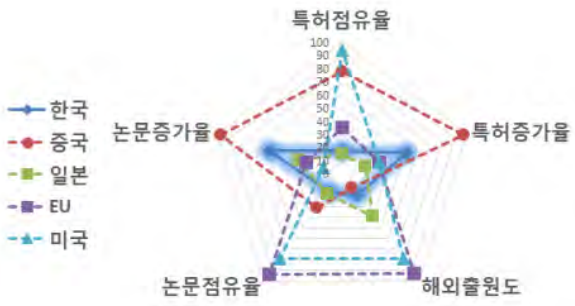
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	바이오마커 기술	9,694	4,627	93.8%	53.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

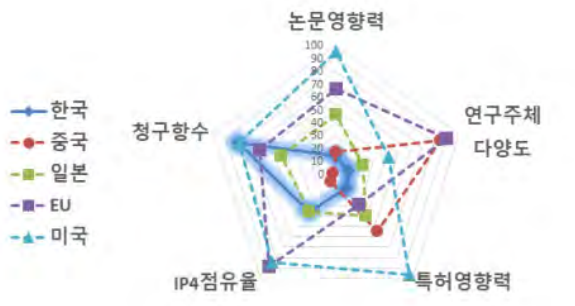
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	미국	미국	미국
	48.1%	36.9%	30.6	9.2
한국	5위	4위	5위	5위
	2.1%	9.9%	11.6	1.1
5개국 평균[2]	-	-	23.6	7.4

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

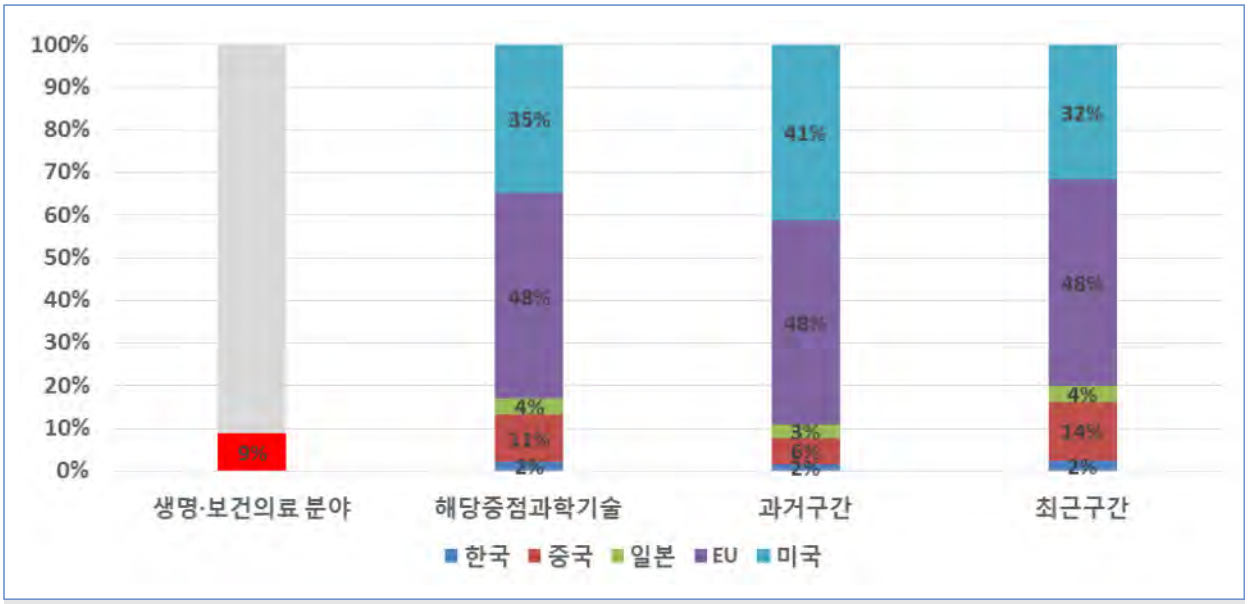
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(11.6)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(48.1%), 미국(34.9%), 중국(11.2%), 일본(3.7%), 한국(2.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(352.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(30.6), EU(21.9), 일본(18.5), 중국(12.7), 한국(11.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(9.9%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(1.1)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 미국(36.9%), 중국(28.4%), EU(15.9%), 한국(9.9%), 일본(8.8%) 순이며, 특허 증가율은 중국(237.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.1)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.2), 중국(4.5), 일본(3.5), EU(2.7), 한국(1.1) 순이며, IP4 점유율은 EU(20.2%)가 가장 높고, 특허청구항수는 한국(6.1)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.1%	11.2%	3.7%	48.1%	34.9%
	논문 증가율	179.6%	352.0%	114.2%	96.4%	48.6%
	논문 영향력	11.6	12.7	18.5	21.9	30.6
	연구주체 다양도	0.95	0.97	0.95	0.98	0.96
특허 분석	특허 점유율	9.9%	28.4%	8.8%	15.9%	36.9%
	특허 증가율	67.4%	237.7%	-17.4%	16.4%	16.1%
	해외출원도	0.9	0.2	2.2	6.1	4.6
	특허 영향력	1.1	4.5	3.5	2.7	9.2
	IP4점유율	9.1%	1.1%	9.0%	20.2%	18.7%
	청구항수	6.1	2.5	4.8	5.4	6.1

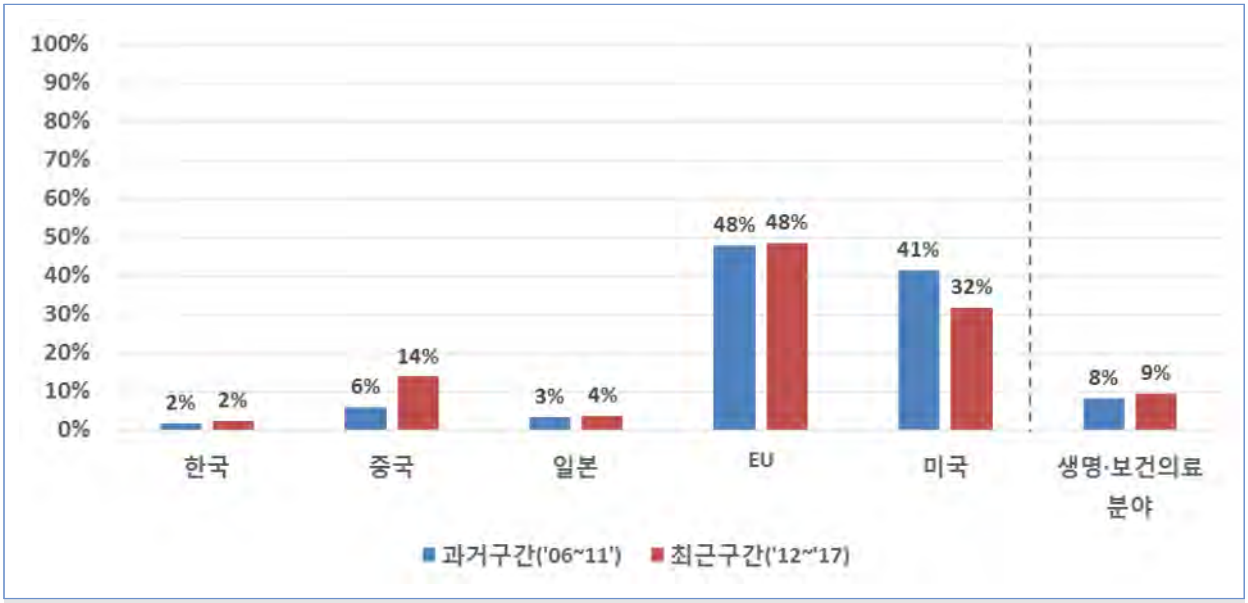
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 바이오마커 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 4666건으로 전체 논문의 48%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 바이오마커 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 9%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

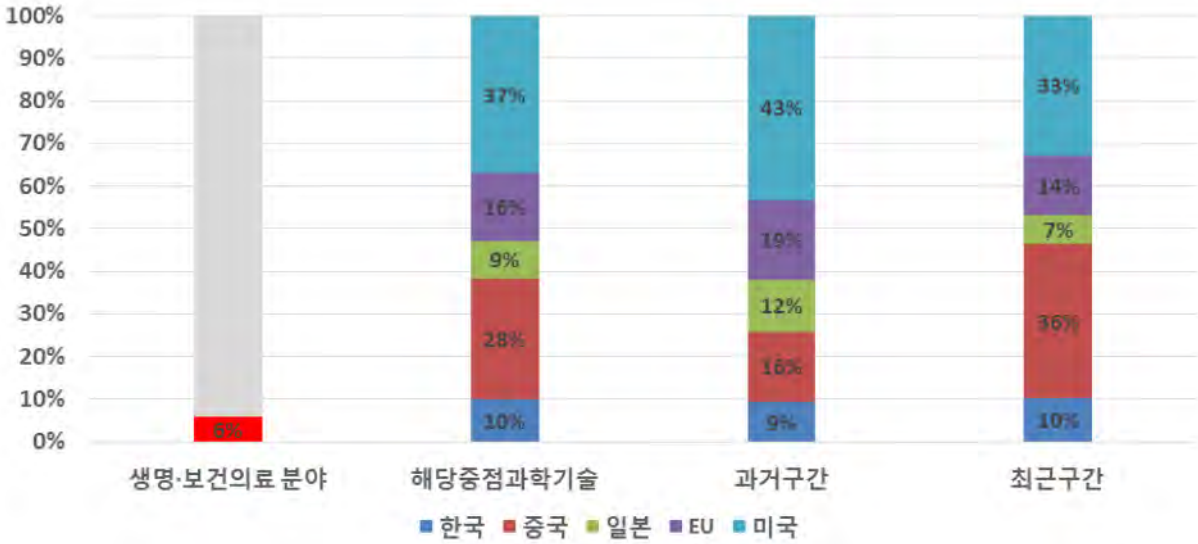


● 바이오마커 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 179.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	54	151	205	179.6%
중국	196	886	1,082	352.0%
일본	113	242	355	114.2%
EU	1,574	3,092	4,666	96.4%
미국	1,362	2,024	3,386	48.6%
전체	3,299	6,395	9,694	93.8%

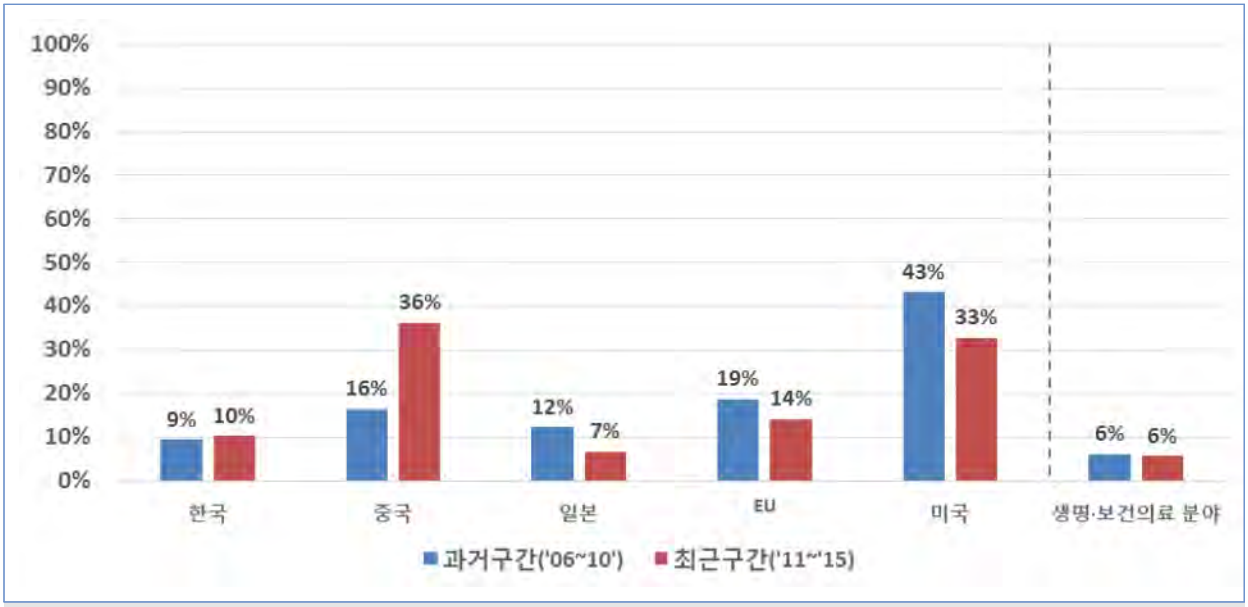
(4) 특허 점유율(전체)



● 바이오마커 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 미국이 1707건으로 전체 특허의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, EU, 한국, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 바이오마커 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



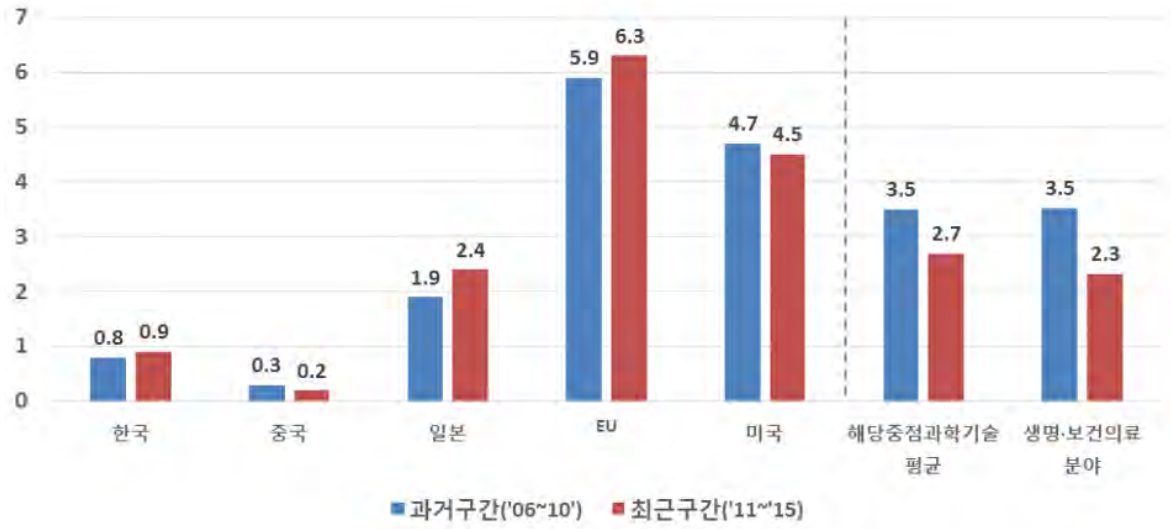
● 바이오마커 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 67.4%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	172	288	460	67.4%
중국	300	1,013	1,313	237.7%
일본	224	185	409	-17.4%
EU	341	397	738	16.4%
미국	790	917	1,707	16.1%
전체	1,827	2,800	4,627	53.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

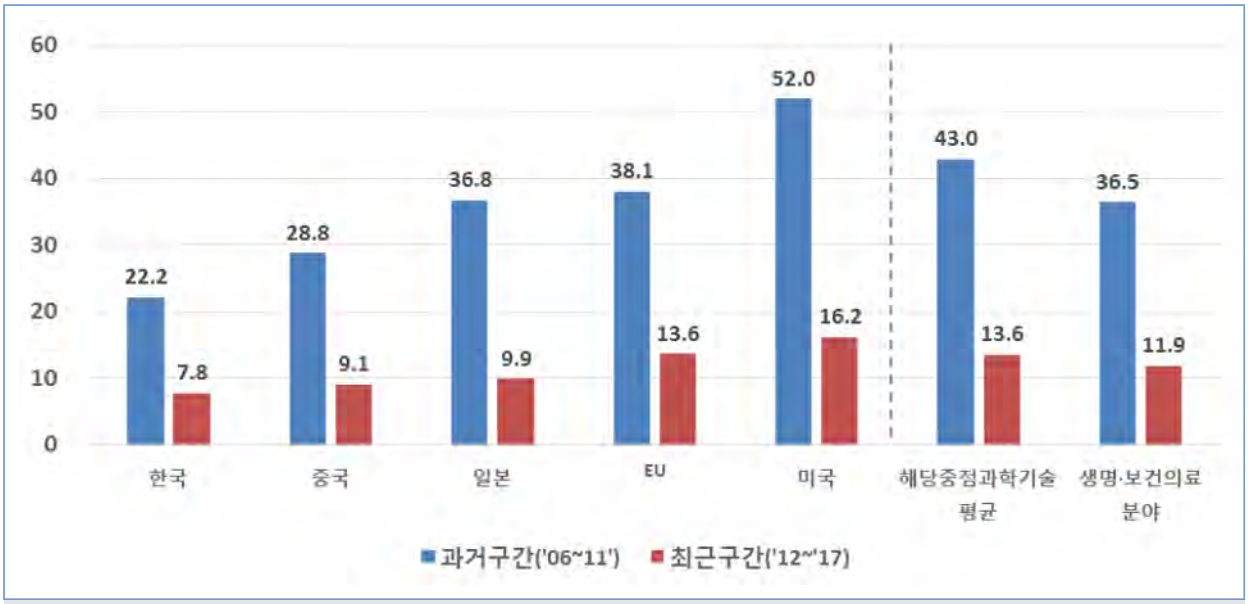


- 바이오마커 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

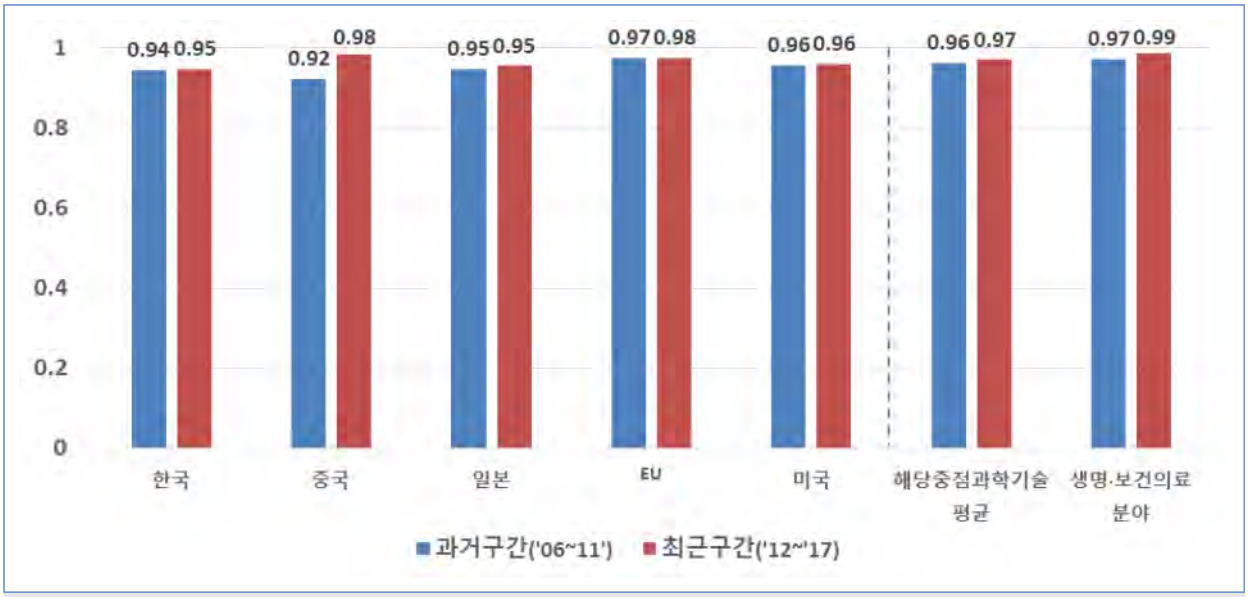
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



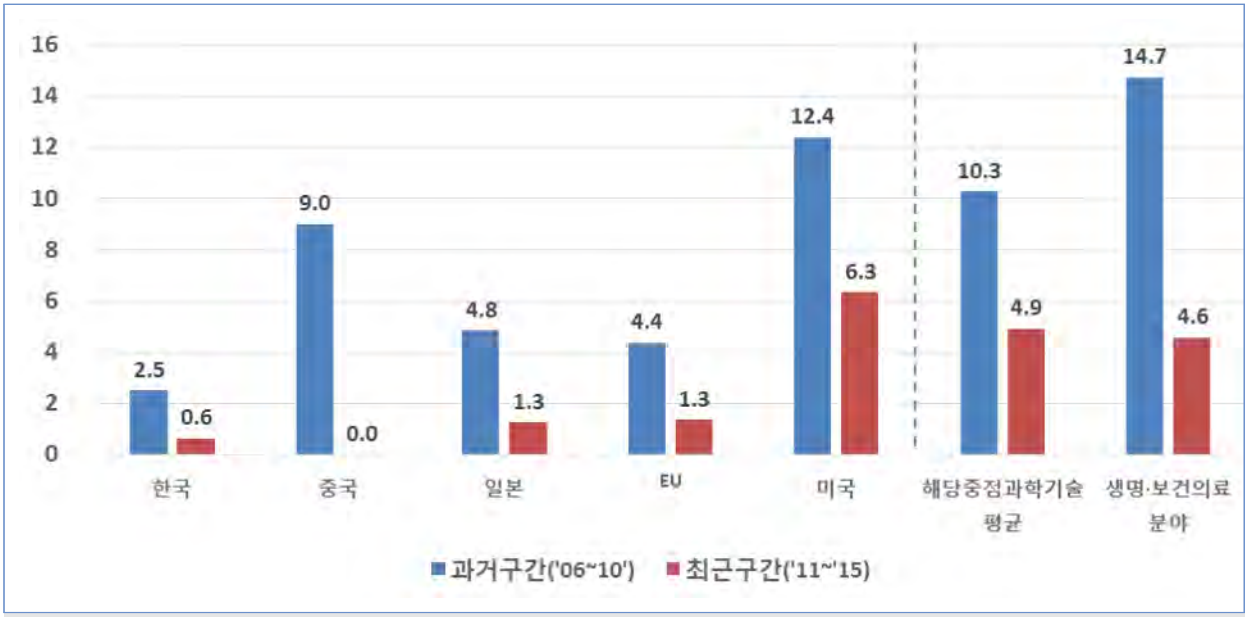
● 바이오마커 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



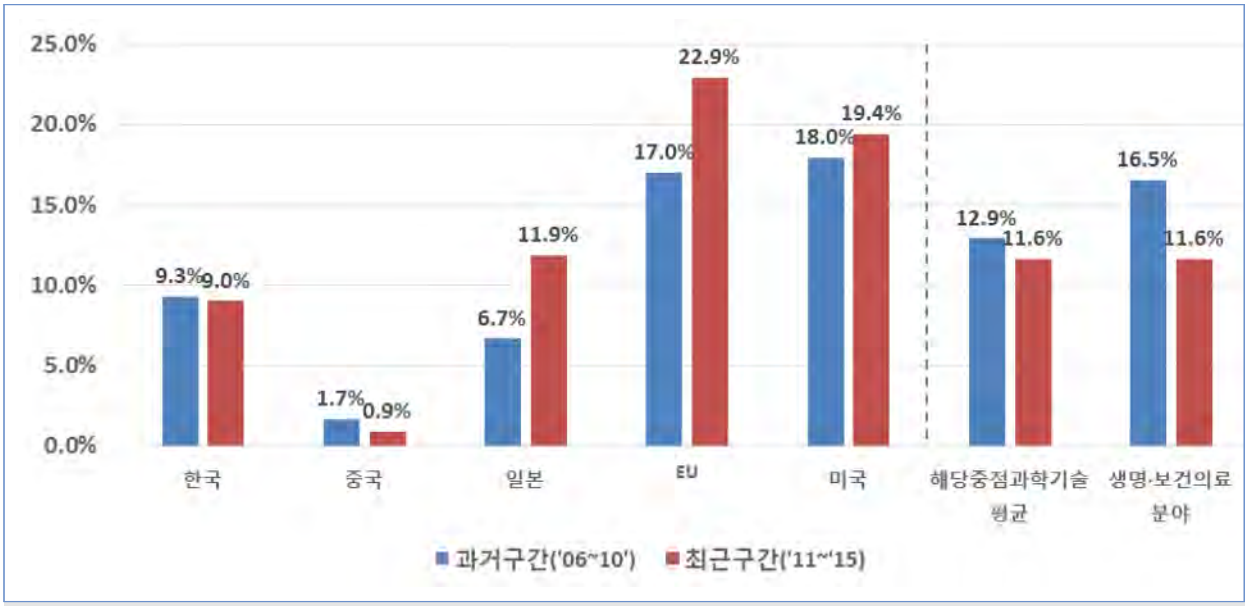
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



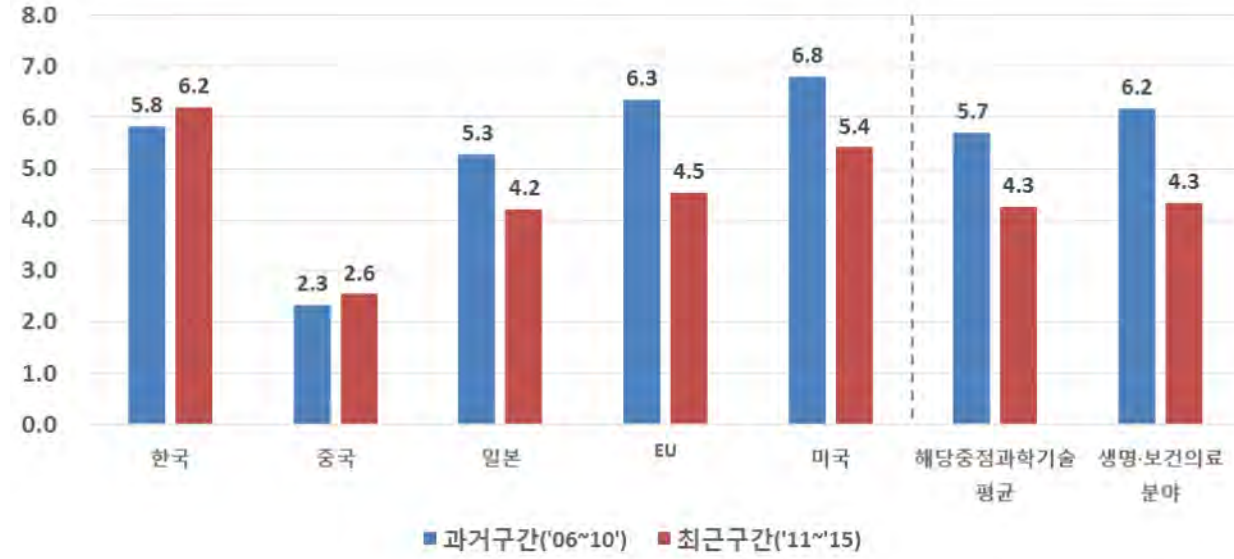
- 바이오마커 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 바이오마커 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 바이오마커 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

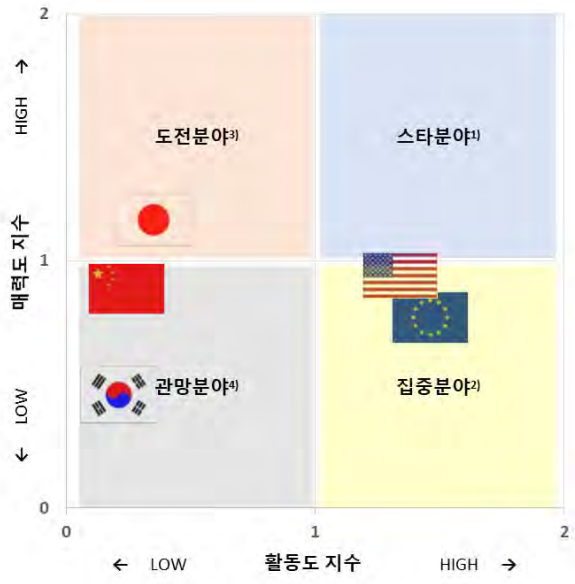
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

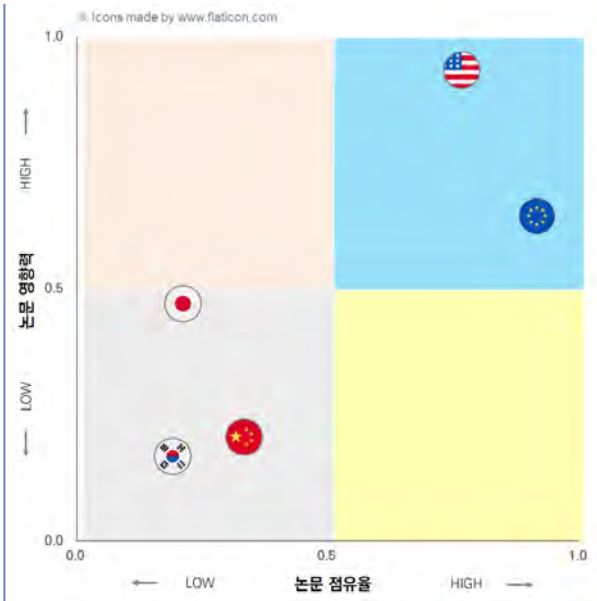
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 바이오마커 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

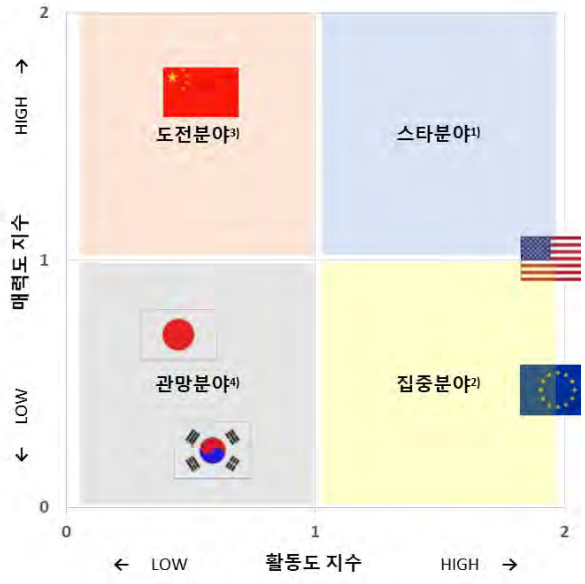


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

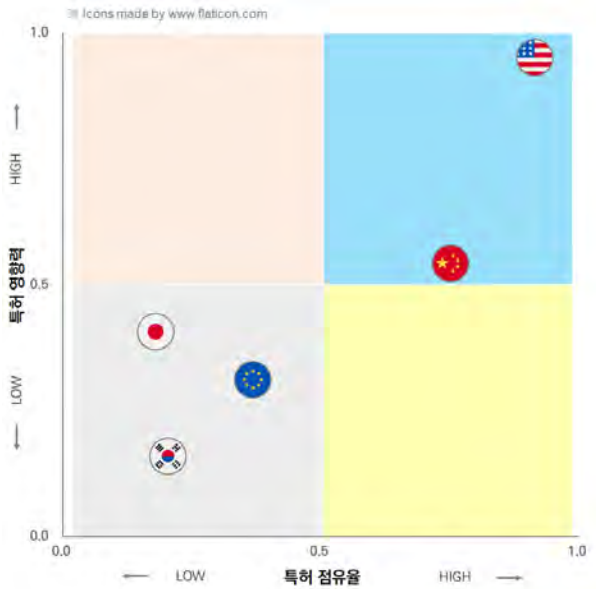
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 바이오마커 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.81%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '암연구소'가 5.37%(글로벌 점유율은 0.11%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.33%	0.81%	39.39%
2	BRIGHAM AND WOMEN'S HOSPITAL	미국	0.95%	0.33%	46.15%
3	UNIVERSITY OF OXFORD	EU	0.66%	0.32%	81.82%
4	DUKE UNIVERSITY MEDICAL CENTER	미국	0.74%	0.26%	8.33%
5	KAROLINSKA INSTITUTET	EU	0.54%	0.26%	425.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CANCER RESEARCH INSTITUTE	5.37%	0.11%	166.67%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.41%	0.07%	500.00%
3	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.93%	0.06%	400.00%
4	KONKUK UNIVERSITY	2.93%	0.06%	-50.00%
5	AJOU UNIVERSITY	2.44%	0.05%	50.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	FIRST AFFILIATED HOSPITAL	1.29%	0.14%	266.67%
2	CAPITAL MEDICAL UNIVERSITY	0.83%	0.09%	700.00%
3	HUAZHONG UNIVERSITY	0.74%	0.08%	200.00%
4	PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL	0.65%	0.07%	150.00%
5	FUDAN UNIVERSITY	0.65%	0.07%	-25.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	3.38%	0.12%	0.00%
2	NAGOYA UNIVERSITY	2.54%	0.09%	-20.00%
3	KYOTO PREFECTURAL UNIVERSITY OF MEDICINE	2.25%	0.08%	200.00%
4	NATIONAL CANCER CENTER RESEARCH INSTITUTE	1.69%	0.06%	400.00%
5	CHIBA UNIVERSITY	1.69%	0.06%	400.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF OXFORD	0.66%	0.32%	81.82%
2	KAROLINSKA INSTITUTET	0.54%	0.26%	425.00%
3	LEIDEN UNIVERSITY MEDICAL CENTER	0.51%	0.25%	200.00%
4	VU UNIVERSITY MEDICAL CENTER	0.47%	0.23%	75.00%
5	UNIVERSITY OF COPENHAGEN	0.47%	0.23%	0.00%

6 미국

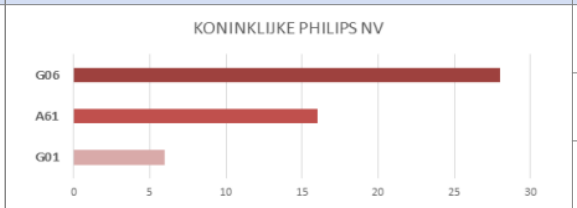
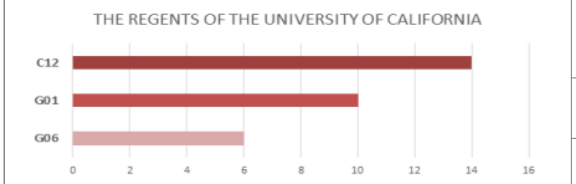
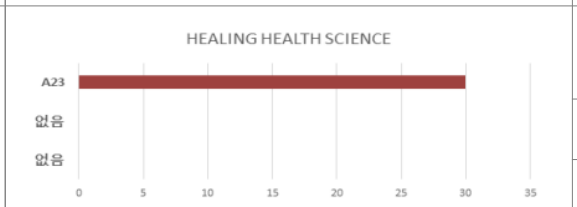
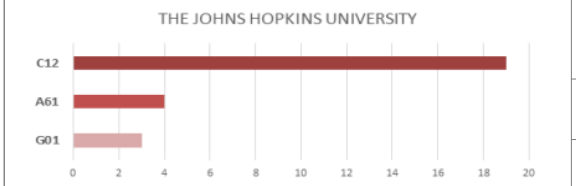
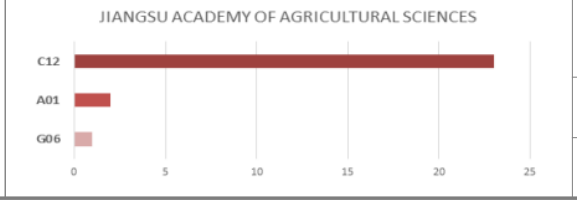
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.33%	0.81%	39.39%
2	BRIGHAM AND WOMEN'S HOSPITAL	0.95%	0.33%	46.15%
3	DUKE UNIVERSITY MEDICAL CENTER	0.74%	0.26%	8.33%
4	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	0.71%	0.25%	66.67%
5	UNIVERSITY OF MICHIGAN	0.71%	0.25%	400.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 EU의 'KONINKLIJKE PHILIPS NV(1.21%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '서울대학교'가 4.78%(글로벌 점유율은 0.48%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'KONINKLIJKE PHILIPS NV'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를, '서울대학교'는 G01(광학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

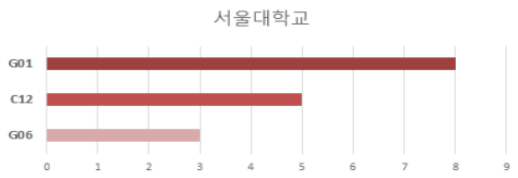
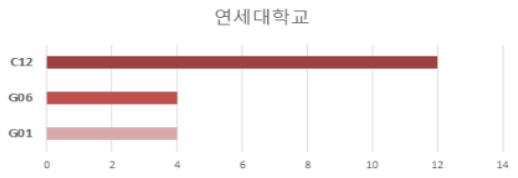
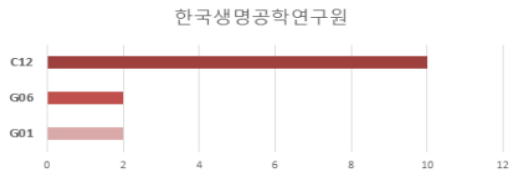
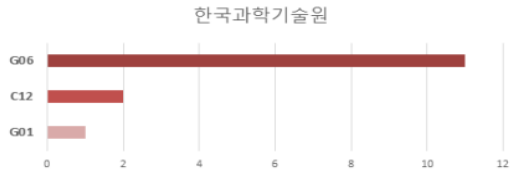
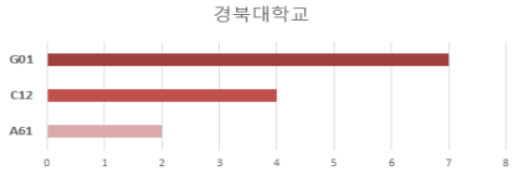
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	EU	7.59%	1.21%	111.11%
2	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.11%	0.78%	76.92%
3	HEALING HEALTH SCIENCE	중국	2.28%	0.65%	2900.00%
4	THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	미국	1.52%	0.56%	0.00%
5	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	중국	1.98%	0.56%	450.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

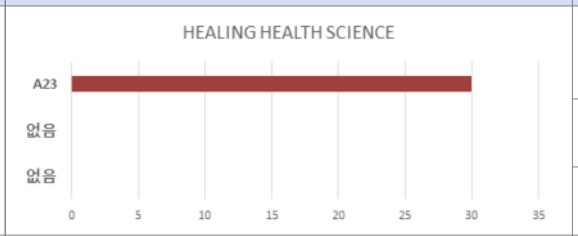
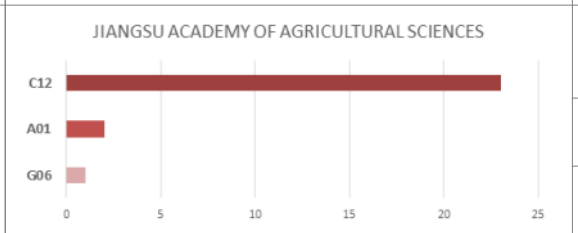
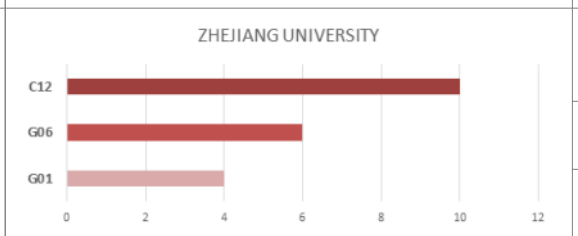
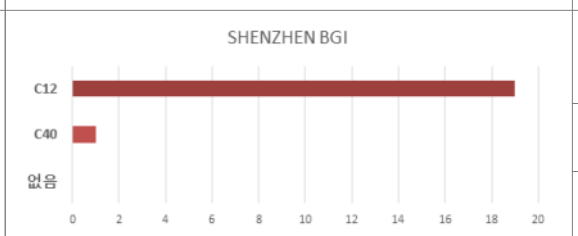
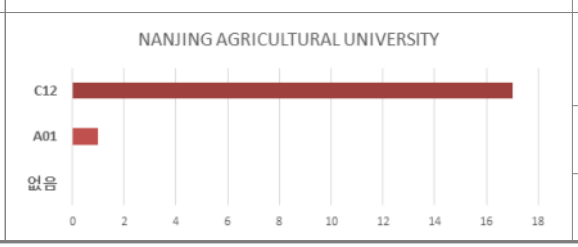
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	서울대학교	4.78%	0.48%	240.00%
2	연세대학교	4.35%	0.43%	466.67%
3	한국생명공학연구원	3.91%	0.39%	-20.00%
4	한국과학기술원	3.04%	0.30%	1200.00%
5	경북대학교	3.04%	0.30%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
5		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학

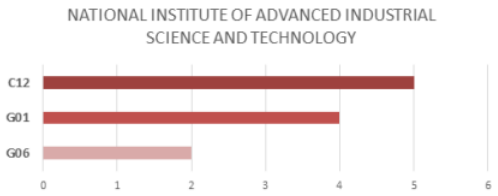
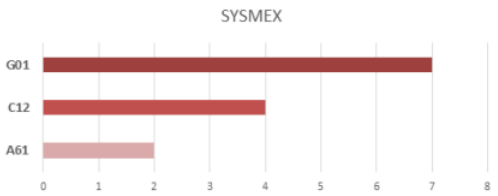
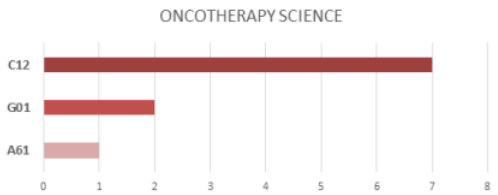
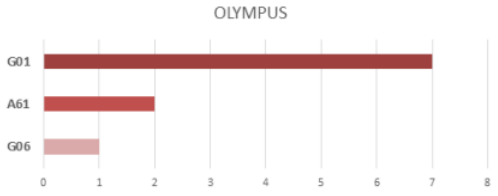
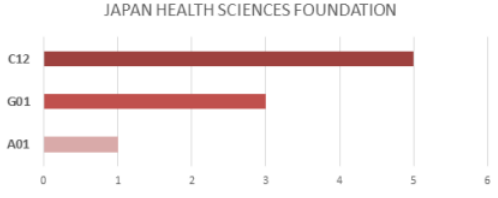
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HEALING HEALTH SCIENCE	2.28%	0.65%	2900.00%
2	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	1.98%	0.56%	450.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.75%	0.50%	87.50%
4	SHENZHEN BGI	1.52%	0.43%	1800.00%
5	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.37%	0.39%	160.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C40	조합된 기술
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–

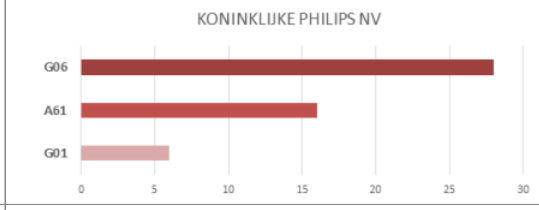
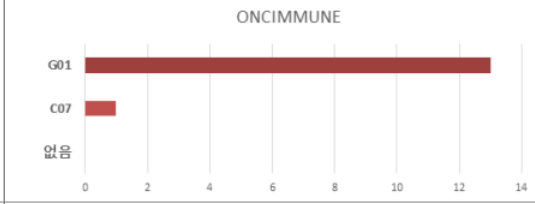
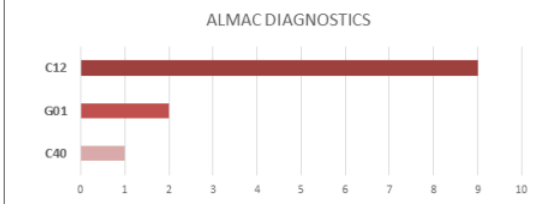
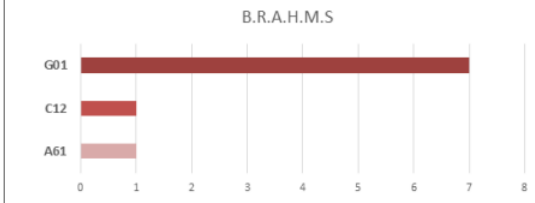
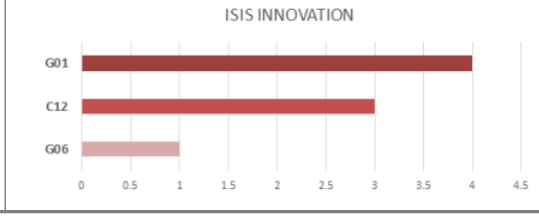
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.42%	0.30%	-60.00%
2	SYSMEX	3.18%	0.28%	-14.29%
3	ONCOTHERAPY SCIENCE	2.44%	0.22%	-100.00%
4	OLYMPUS	2.44%	0.22%	133.33%
5	JAPAN HEALTH SCIENCES FOUNDATION	2.20%	0.19%	-87.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업

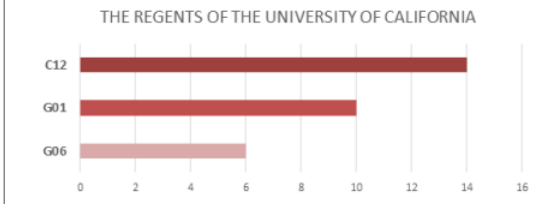
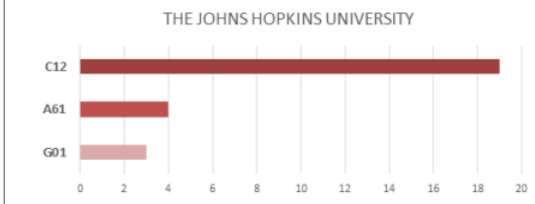
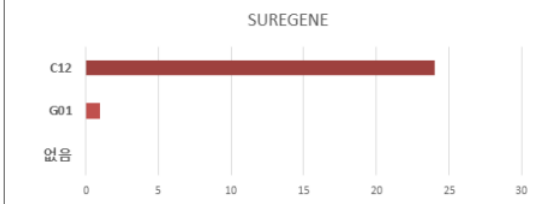
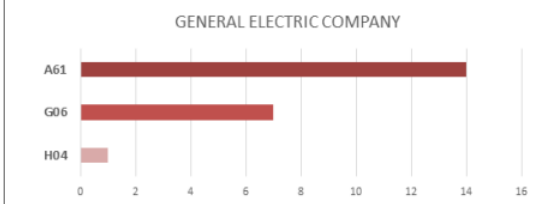
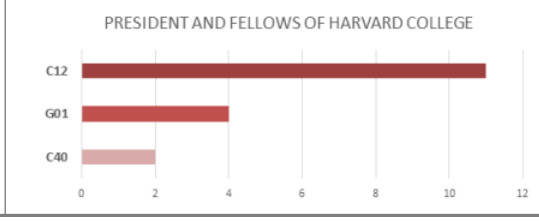
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	7.59%	1.21%	111.11%
2	ONCIMMUNE	1.90%	0.30%	-72.73%
3	ALMAC DIAGNOSTICS	1.63%	0.26%	1000.00%
4	B.R.A.H.M.S	1.22%	0.19%	-71.43%
5	ISIS INNOVATION	1.22%	0.19%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
2		G01	광학
		C07	유기화학
		-	-
3		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		G01	광학
		C40	조합된 기술
4		G01	광학
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		G01	광학
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.11%	0.78%	76.92%
2	THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	1.52%	0.56%	0.00%
3	SUREGENE	1.46%	0.54%	-86.36%
4	GENERAL ELECTRIC COMPANY	1.29%	0.48%	0.00%
5	PRESIDENT AND FELLOWS OF HARVARD COLLEGE	1.05%	0.39%	1700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		C40	조합된 기술

60 불임·난임 극복기술



60 불임·난임 극복기술

중점과학기술 개요

☑ 저출산 문제를 의학적이고 과학적인 차원에서 대처하기 위한 가임력 증진 및 보존, 고위험 임신 관리 등의 불임 및 난임 극복 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

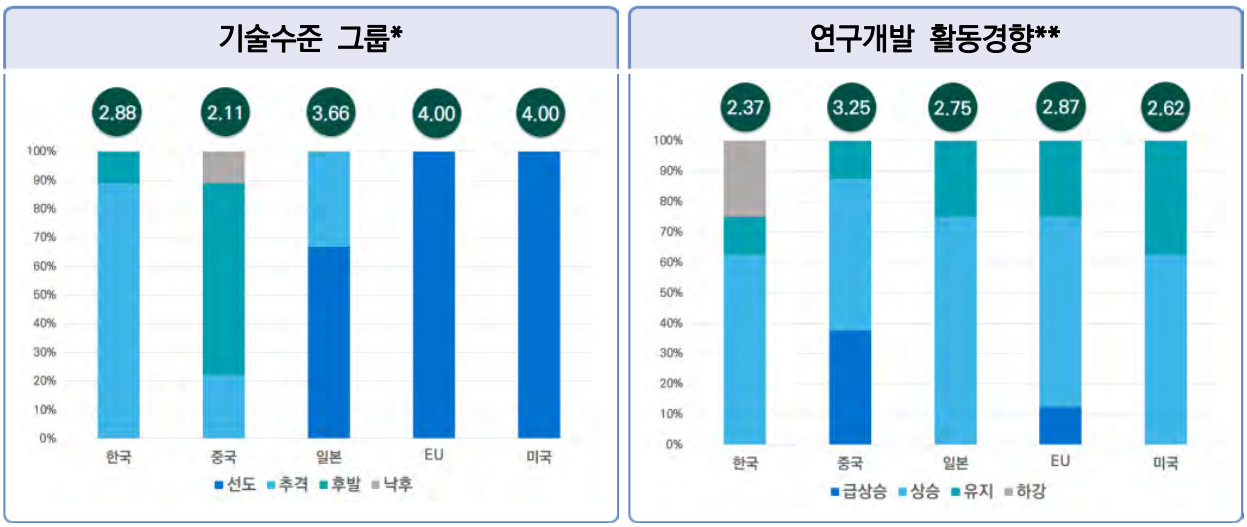
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	85.0	2.5	추격	보통	보통	유지
중국	80.0	4.0	후발	보통	우수	상승
일본	90.0	1.0	선도	탁월	우수	상승
EU	95.0	0.5	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	84.0	2.5	85.0	80.0	87.0	6.5	2.5	2.0	5.0	2.7
중국	82.5	3.5	80.0	73.0	80.0	11.9	4.0	3.0	6.0	4.1
일본	91.0	0.5	90.0	90.0	95.0	6.6	1.0	1.0	2.0	1.7
EU	95.0	0.3	95.0	94.0	98.0	3.3	0.5	0.0	0.5	0.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

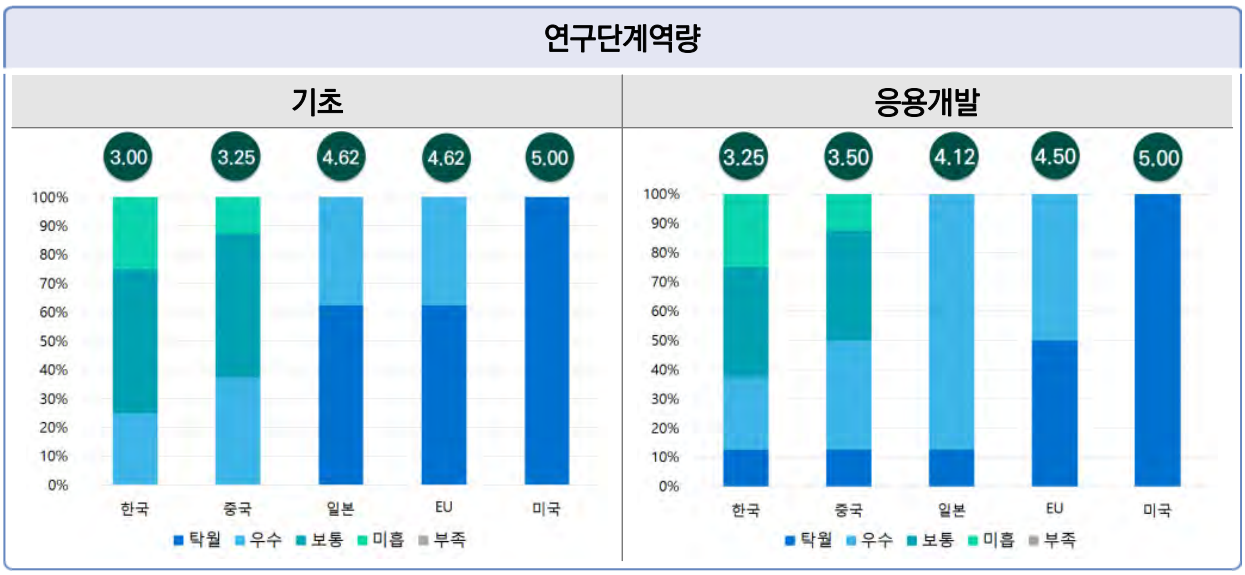
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (85.0%)	• 연구 진행을 위한 윤리 규정으로 인한 도전적 실험 연구의 한계가 있음. 생식 관련 중개연구의 인적 물적 인프라가 절대 부족 • 과거 개발된 기술 (동결기술)은 세계 최고였지만 현재는 외국과 차이가 없는 상태임. 현재 대한민국의 난임 불임에 대한 R&D 국가예산은 과학 분야에서 최저이므로 (대부분 줄기세포와 재생의학에 집중) 기초연구보다는 성과위주의 임상연구만 진행됨 • 우리나라의 난임 불임기술은 세계적 수준이지만 기초연구 지원의 부재로 원천기술 확보에 있어서는 다소 시간이 걸릴 전망 • 기초 연구 분야에 대한 투자가 미흡한 실정이고, 한정된 연구 분야에 중복 투자를 회피할 수 있는 기회 요구됨 • 개발된 다양한 난임 기술에의 적용은 뛰어나나 근본적으로 난임 관련 원천기술이 거의 없으며 기기개발 등이 현저히 떨어짐 • 윤리적 제약으로 난임에 꼭 필요한 연구조차 진행하기 어려움 • 저 출산임에도 상대적으로 줄기세포 등의 연구에 비해 연구 환경이 매우 어려움
중국 (80.0%)	• 최근 국가적인 R&D 진흥책에 힘입어 전반적인 선장을 보이고 있으나 그동안 1자녀 정책에 의한 R&D소요 부재의 영향이 아직 존재 • 타 분야의 괄목할 성장세를 볼 때 급격한 기술개발이 이루어질 전망 • 국가지원연구사업이 매우 활발하여 과거에 비해 격차가 좁혀졌으나, 아직 격차 존재 • 최근 기초연구가 활발하고 논문들이 많이 나옴 • 아직 기초연구의 인프라가 부족한 상태 • 미국과 유럽에서 개발된 기술들을 많은 인구에 매우 빠르게 적용하고 있으나 원천 기술 개발은 아직 부족함 • 개발을 적용할 대상 인구도 많고 매우 빠르게 많은 연구에 접근하고 있어 한국과 일본을 곧 추월할 것으로 예상
일본 (90.0%)	• 일부 분야에서는 최고기술 수준에 근접하는 기술 수준을 보이고 있으나 전제적인 양적, 질적인 기술 수준이 최고 기술 수준에 미치지 못함 • 한국과 비교할 때 기초기술 수준이 앞서 있음 • 상대적으로 과거에 비해 정체 상태 • 인공 생식 세포 생성 연구와 다양한 난임 관련 연구 활발 • 특허 및 연구 논문 발표가 활발히 이루어지면서, 생식분야 국제 협력 연구를 주관하면서 생식분야의 선도 그룹으로 자리 잡고 있음 • 오랫동안 축적된 생명공학관련 기술을 난임 기술에 빠르게 적용하여 응용하고 있으나 최근에는 원천 기술 개발 보다는 미국과 유럽의 기술을 도입하여 빠르게 적용하고 있으며 기술 개발이나 논문 발표 등이 많지 않음
EU (95.0%)	• 미국에 준하는 수준의 기술 수준을 보이고 있음 • 국가에서 대부분 지원하는 관계로 진료 수익을 바탕으로 한 연구 활동은 저조하고 연구비 기반 연구 활발 • 상위 선도 그룹들의 수준과 거의 유사하나 관련 규정에 의해 연구 진행 수준에 차이가 있음 • 다양한 원천기술개발과 이를 이용한 난임 시술에 적용하는 응용기술 모두 빠르게 선도적 적용 중 • 국가별 기술 차이가 많으나 영국, 스페인 등 선도 그룹의 기술력은 매우 뛰어남

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 연구개발 및 국가와 사기업(다국적 제약회사)에 의한 연구개발 투자가 꾸준함 • 유전자 기술을 기반으로 한 신기술 연구는 세계 최고 수준 • 불임, 난임 극복 기술의 거의 전 분야에서 최고 기술 수준 보유 • 풍족한 연구비와 진료 수익을 바탕으로 연구 활동 활발 • 냉동 난소 조직을 이용한 수태능 보존 연구가 실용화 단계를 앞두고 있으며 생식 관련 중대 연구 활발히 수행 • 정부에서 기초 및 임상 연구에 대한 기본 예산이 확보되어 안정적으로 지원되고 있으며, 기술개발이 꾸준히 진행됨. 예) 2014년 hot분야인 microbiome project로 2단계가 시작되었으며 현재 임신과 조산아 관련 국가 연합체를 구성하여 IBD와 Type 2 diabetes와 함께 3대 과제중 하나로 국가차원에서 지정되어 활발하게 연구 진행. 관련 연구는 홈페이지에 나열되어 있음 (https://hmpdacc.org/ihmp/overview/) • 국가차원에서의 지속적인 지원으로 인한 최근 특허 및 연구 논문 발표 수 증가 및 임상 연구 활발하게 진행. 특히, 난자, 정자를 포함한 생식세포관련 연구도 활발히 이루어지고 있는 상황 • 과거 지속적인 원천기술개발로 현재 이를 이용한 난임 시술 및 그의 응용기술에의 적용이 모두 탁월 • 최근 생식분야에 유전분석을 접목하는 기술 또한 세계를 선도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 매우 많은 임상 시술건수 및 개인 클리닉에 의한 기술 개발 • 기술, 인력, 임상과 바이오 산업체와의 연계성 증가되는 상황 • 선도국 대비 크게 뒤쳐지지 않는 기술 수준을 보이고 있으며 꾸준히 동 분야의 연구 수행 • 신속한 기술 및 장비 도입으로 추격연구에 탁월 • 정부의 연구개발에 대한 리더십 의지 강함 • 기술과 인력이 우수함	• 아직까지 해당분야 연구에 대한 사회적 협의가 이루어 지지 못하고 있으며 지원 부족에 의한 타 분야로 인력 유출이 심각 • 배양기술, 그를 이용한 치료기술 수준은 높으나 기기개발, 배양액개발, 시술도구의개발 등과 같은 부분은 매우 부족함 • 선도 기업이 없음 • 기초 기술 및 임상 응용 가능 기술에 대한 꾸준한 투자 필요 • 연구비 부족 • 대학, 병원 등 기관 책임자의 연구 이해 부족 • 엄격한 생명윤리법으로 인해 임상연구 또한 어려움으로 총체적인 난국 • 기초과학 기술수준 미흡 • 국가의 체계적인 지원이 미비함 • 보험화로 인한 기술 후퇴가 우려됨 • 인력과 그를 이용한 난임에의 응용기술과 치료기술은 선도적이며 매우 뛰어나나 원천기술 개발 미비로 인하여 선도적인 기술력을 구축하지 못하여 수입 의존적 기술 형태의 기반위에 응용된 기술만 발달함

국가	강점분야	기타
중국	• 해외 인력 유치를 통한 기술개발 활성화 • 빠른 미래에 선도 그룹 추격할 전망 • 난임 기술 적용이 늦었음에도 매우 빠르게 기술 개발을 하고 있으며 기초 연구에도 매우 적극적으로 투자하여 급상승 중 • 전반적인 기술수준은 높지 않으나 풍부한 연구비를 통해 양적으로 급성장 중. 이러한 성장이 지속된다면 머지않아 질적인 기술 수준도 높은 수준에 이를 것으로 예상 • 기초 연구 진흥을 위한 노력의 경주 • 국가 6대 기술 중 하나로 기초연구와 기술력은 다소 떨어지지만 국가적 차원에서 막대한 지원 중 • 국가 지원을 바탕으로 우수한 인력 공급	• 사회적 인프라 부족 • 임상시험에 대한 법적 규제 미흡 • 아직은 기기나 도구 등의 개발에는 미흡하나 적극적으로 시작하는 단계 • 지나친 국가 주도의 기관 운영으로 인한 경직성 • 응용 기술 이용의 지역적 한계 • 국가의 지원이 풍족하지만 원천 기술 확보에는 역량 부족 • 생명윤리에 대한 규제가 다소 느슨함 • 기초과학 기술수준 미흡 • 연구윤리의식이 타 국가 대비 떨어지는 편
일본	• 국가적으로 바이오/메디슨 R&D우선 정책에 의한 효과가 매우 큼 • 전자공학 기술 등과 접목에 따른 의료 기기 개발이 장점 • 아시아 권내 다양한 우수인력 유치에 노력 • 인력, 인프라 등에서 미국과 유럽에 거의 뒤떨어지지 않게 빠른 선도를 하고 있으며 약간의 기술적 차이를 많이 극복 중 • 꾸준한 연구와 기술개발이 장점이며 특히 기초기술에 대한 투자와 기술 수준이 높음 • 연구 수행을 위한 장비 관련 기술 인프라 우수 • 생식세포의 분화 발달 기초연구에 수십 년간 집중되어왔으며 현재 이 분야 선도 • 생식의학 연구는 전통적으로 강세를 보이고 있으며 특히 Saitou그룹은 분야 최고	• 변화 양상이 더딘 편 • 편제된 투자 • 원천 기술 부족으로 속도가 조금 느리지만 사회 저변에 바탕이 된 바이오기술을 갖고 있어서 빠르게 유럽에 접근 중 • 줄기 세포 등을 이용한 새로운 기술들의 실용화 단계에서 한계를 보임 • 임상과 기초가 연계된 연구 미흡 • 임상적 성과 미흡 • 대부분의 과학 분야와 마찬가지로 갈라파고스화가 진행됨
EU	• 윤리적 문제에 대하여 자유로운 접근 • 기술, 인력, 인프라 등에서 미국에 거의 뒤 떨어지지 않게 빠른 선도를 하여 기술적 차이가 거의 없음. 선도적인 몇몇의 기업과 인력 풀이 기술력을 빠르게 주도 • 연구가 강한 전통을 가진 대학이 많음 • 상호 교류의 기회가 많음 • 과거에는 영국에서 주도하였으나 최근에는 스페인의 Scimon그룹에서 (2만 cycle) 기초와 임상 주도 • 상대적으로 국가 지원 연구비는 미국에 비해 적으나, 국가 관리 database가 우수하여 임상 데이터와 연계된 기초연구 활발	• 비영어권 또는 EU국가 간 기술 격차가 큼 • 법적 규제 • 비영어권 또는 EU국가별로 기술수준의 편차가 존재하며 각 분야에서 선도적인 국가 존재 • 아시아 등 타 지역 연구자의 활동에 언어적 사회적 장벽의 존재 • 유럽도 생식의학 연구에 있어서 전통적인 강호였지만 최근 미국에 뒤처짐

국가	강점분야	기타
미국	• 세계 유수의 인재유치를 통한 넓고 다양한 브레인 풀 • 대학 뿐 아니라 다양한 개인 클리닉에서도 임상 기술 연구 진행 • 장기간 구축된 기술을 적극적으로 응용 • 도전적인 연구 수행에 대한 자본과 인력의 인프라 우수 • 새로운 시도에 대한 거부감이 적음 • 미국은 생식의학 연구에 있어서 전통적인 강호로 전반적으로 이 분야 선도. 특히 동물생식분야와 인간 생식의학 분야에서 거의 동등하게 기초연구와 임상연구가 진행되고 있으며 SSR미팅과 ASRM미팅은 세계적인 미팅으로 매년 국제학회로 활발하게 연구결과 교류 중이며 각 주립별로 소규모 미팅도 활발하게 진행	• 경제발전이 더디어짐에 따른 인력 정체 • 법적 규제 • 최근 새로운 기술 개발보다는 다양한 기술이 개발이 된 회사들을 인수 합병하여 기술을 늘려감 • 최근 불임, 난임 극복 기술에 대한 연구비 투자가 감소추세 • 지나친 경쟁으로 인한 기술 완성 단계 이전의 성급한 실용화 시도 존재 • 임상과 기초가 연계된 연구 미흡

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	2위	3위	4위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 연구자들의 교류를 위한 학회 또는 정부차원의 공청회 또는 세미나를 통해 의견 교환 • 다학제 협력연구의 활성화 • 협력 연구를 통한 기술 향상을 위한 분위기 조성을 위해 기관간의 협력 연구를 장려하는 제도 개선 • 연구진들 간의 학연, 지연으로 분리된 연구가 아닌 국내 생식의학 연구진들 간의 컨소시엄을 통한 시너지 효과를 유도할 수 있는 협력시스템 • 난임 실무 연구를 하고 있는 연구원들과 생명과학 관련 기기를 생산하는 기업과 유전자 분석 등을 하는 회사들과 연계하여 아이디어를 도출할 수 있는 자리 마련 시급 • 난임은 일반 중, 소 병원들에 대부분의 연구진들이 포진 하고 있어서, 대학 차원의 국내 협력을 통한 기초 증진도 필요하지만 기업과 대학, 실무 중심의 난임 연구진과의 협력에 의한 난임 기술 증진을 할 수 있는 구성 필요하며 실무에서 필요한 기술을 개발하고 있는 것인지 상호 교류 필요. 대규모의 생식의학 전문 기관 등을 구성하는 부분은 기존의 몇몇 기관 중심으로 상업적인 형태로 끌어갈 우려가 있어 국내 난임 연구의 대부분을 차지하는 중소 기관들의 의견을 적극적으로 수렴하는 협력 필요
국제협력 촉진	• 대학 교수 중심으로 다양한 연구 기관과 더불어 연구 수행이 가능하도록 제도적, 재정적 지원이 필요. 임상 교수가 연구에 몰입할 수 있는 대학 병원 여건 조성 필요

	정책제언
	• 국외 유수 불임 난임 연구기관과 공동연구를 제도적으로 경제적으로 적극 지원 • 국외 생시의학 전문가의 자문 및 연구 참여를 독려할 수 있는 프로그램 필요 • 해외 특히 미국과 유럽의 몇몇 기업이 난임 관련 기술들을 독식하고 있어서 기기 생산 등의 기술은 초기에는 서로 협력을 통한 공동 기술력 공유 등이 일부 필요. 상호 인력 교류 등을 위해 실무차원의 적극적인 심포지엄의 유치와 교수, 기업뿐 아니라 실제 난임을 이해하고 있는 실무진들을 포함한 상호 견학 등 활성화 필요 • 해외 우수 연구진과 협력할 수 있는 연구 과제를 지속적으로 제공하면 자연스레 우수 기술 및 최신 연구 동향을 파악할 수 있을 것
인력양성 및 유치	• 석·박사학위 또는 박사 후 연수 과학자를 위한 다양한 프로그램 추진 및 처우개선을 위한 연구비중 인건비 현실화 • 현재 대학 병원 임상 현장에 적용하지 않는 BK 21 사업 같은 인력 양성 프로그램을 대학 병원 현실에 맞게 제도 마련 • 절대적으로 불임, 난임 연구 인력이 부족함. 연구비 확대를 통한 기초 연구 인력 양성 절실 • 국외 유능한 과학자를 유치하는데 국가 연구소에서 적극적인 정책 필요 • 생식관련 연구를 확대할 수 있는 인력양성 프로그램 확대 • 난임 관련 연구가 실제적으로는 인력 부족으로 임상에만 치중되어, 실무에 필요한 연구가 현실적으로 어려워 대학을 중심으로 하는 동물 연구중심 및 기초 연구중심으로만 구성됨. 인력을 더 확충하여 연구 네트워크를 구성보다 나은 대안의 연구를 할 수 있는 실무자 중심의 거점 기구를 만들어 상호교류가 필요한 인력을 확보하거나, 연구를 하고자 하는 중·소 연구기관에의 인력 확보를 위한 보조 필요. 연구 능력이 있는 고 경력, 실무중심의 국내 인력의 활성화가 절실 • 국제협력으로 국내 연구진의 수준 향상
인프라 구축	• 병원들이 난임 연구 분야에도 투자 할 수 있는 인프라의 구축 : 전문가 초빙 또는 연구원 교육 훈련(국내 학회 참석, 대배협 교육 프로그램 참가 등)에 대한 인센티브 • 연구에 관해 관심이 높은 임상교수들이 연구주제에 몰두하도록 시설과 장비를 지원하는 인프라 구축 사업 시행 • 학교-병원-기업 간의 생식관련 연구 활성화를 위한 시스템 공유 • 실직적인 난임 연구는 대학교와 대학병원만이 아닌 실무를 알고 있는 난임 관련 연구소를 중심으로 구축 되어야 하는데 실제적으로 규모가 작고 개인 병원이 훨씬 많은 일을 하고 있어서 실무적인 기술증진은 거의 어려움. 대학 중심이 아닌 실제적인 아이디어를 돌출할 수 있는 실무 연구진인 중소 병원의 연구진들의 모임 활성화와 중소 규모의 연구 중심 네트워크 구성이 필요해 보이며. 이렇게 구성된 네트워크와 대학 및 기기 등을 생산하는 기업체와 서로 상생하는 구조가 이루어져야함
법·제도 개선	• 난임 의료기관에 대한 불필요한 점검 또는 인증 감경으로 업무 집중도 향상 • 경직된 생명윤리 법규에 대해 검토하고 현실과 과학적 진보를 위한 조화로운 개선 • 배아연구에 대한 규제완화 • 생식세포의 연구자원에 대한 활용 및 확대에 대한 윤리적 해석과 법 제도의 탄력적 운영 • 모든 연구가 줄기세포 등에만 초점이 맞추어져 윤리적 제약이 많음. 실제 배아나 생식세포 등에 문제가 있어 착상이 안 되고 있는 난임에 관한 연구는 윤리적 제약으로 상대적으로 완전히 잠식 상태. 상업적 응용 가능성이나 줄기세포 생산에만 초점이 맞추어져 제도적 제약이 많으나, 실질적으로 난임 환자에 도움이 되는 연구 등의 부분만이라도 법적인 제한을 풀어 줄 수 있는 개선이 절실

	정책제언
	• 신 의료 기술 허가가 쉽지 않아 난소 조직 동결 및 이식수술에 대한 의료현장에서 시술에 제약 존재
연구비 확대	• 난임 연구비를 신설하여 실행. 많은 난임 관련 과학자들이 발생분야 또는 줄기세포 분야와 경쟁 관계를 형성하지 않도록 독립 연구비의 확대 • 불임 난임 극복 기술 관련 연구비의 지원규모 및 지원 횟수 증가 • 임상에서 발견되는 문제점을 바로 해결하려는 중개 연구 활성을 위한 특별한 연구비 제도 • 불임·난임 관련 기초연구 지원은 다른 타 연구지원에 비교하여 절대적으로 부족한 상태 • 기초 연구 및 원천기술 개발관련 연구비 증액 • 불임 및 난임 관련 연구비가 대학병원과, 극히 일부의 기관에 독점되고 있으나 실제적으로 난임을 직접적으로 하고 있는 거의 대부분의 기관의 연구원들에게 이러한 기회는 거의 제공되지 않음. 보건복지부의 경우도 거의 의사들에게만 연구비가 제공됨. 난임 연구원들이 규모가 작아도 협력하여 실무적인 아이디어를 내고 연구를 할 수 있는 실무에 적합한 연구비 확대 필요 • 국제 협력 촉진 및 해외 연수 후 우수 인력의 지속적인 성장 발전을 위해 연구비 투자는 가장 중요한 요소
기타 의견	• 난임 의료 분야는 기본적으로 기술개발에 있어서 배양기기 또는 배양시스템에 대한 연구가 절대적. 외국의 경우 이미 배아생성의 자동화 시스템에 대한 연구가 진행되고 있는 바, 의공학 분야와의 융합연구 필요 • 배아생성 및 난임 시술의 성공 예측기술(배아상태, 나이, 이전 시술정보를 포함한 기왕력 등의 데이터를 이용한 알고리즘) 또한 연구되어 상용화 되고 있는바 이에 대한 정보 분야 및 데이터 분석 분야와의 융·복합 연구 필요 • 기술 영역의 융·복합은 이론적으로 그치는 기술이 아니라 실제 현장에서 그 기술이 구현되어 혁신으로 이어지는 과정. 그런 관점에서 불임, 난임 극복 기술의 융·복합은 바이오 영역의 기술을 응용하여 임상 현장의 혁신을 도모하기 좋은 영역으로 바이오 영역의 세포 분화 기술 등의 응용을 통해 생식세포 생성이나 노화 방지 기술 분야 등에 관심을 가져야 할 것 • 불임·난임 극복기술 측면을 검토할 때 난임 시술의 의료기술 수준과 난임 관련 과학 기술의 수준에는 차이가 많음. 국내의 경우 외국의 과학기술을 응용한 의료기술은 높으나, 최근에 난임 기술에 더욱 더 많이 쓰이는 관련 장비 등의 생산기술은 매우 떨어져 전폭으로 외국 의존의 기술 구조. 장비 등을 국산화하기 위한 중소기업과의 기술 협력이 가능한 협력 연구 모델이 필요하며 그 모델 안에서 자문을 하거나 인력을 양성하는 것은 기존에 난임 관련 시술을 하고 있는 난임 연구원들의 활용 필요

다 주요 분석 결과 요약

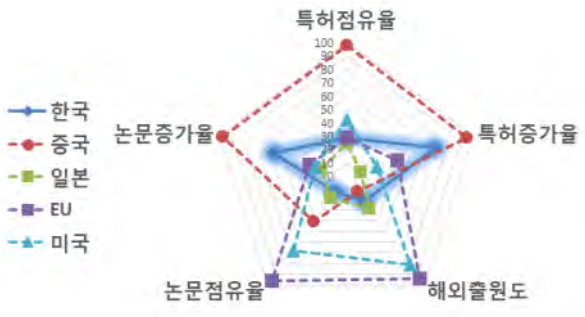
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	불임·난임 극복기술	6,192	1,849	36.9%	94.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

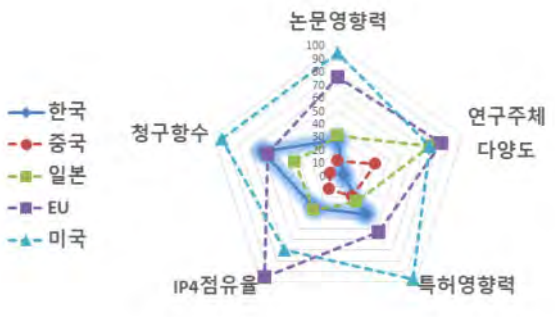
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	47.3%	62.4%	27.4	6.6
한국	5위	3위	4위	3위
	2.4%	8.1%	13.0	1.3
5개국 평균[2]	-	-	20.3	5.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

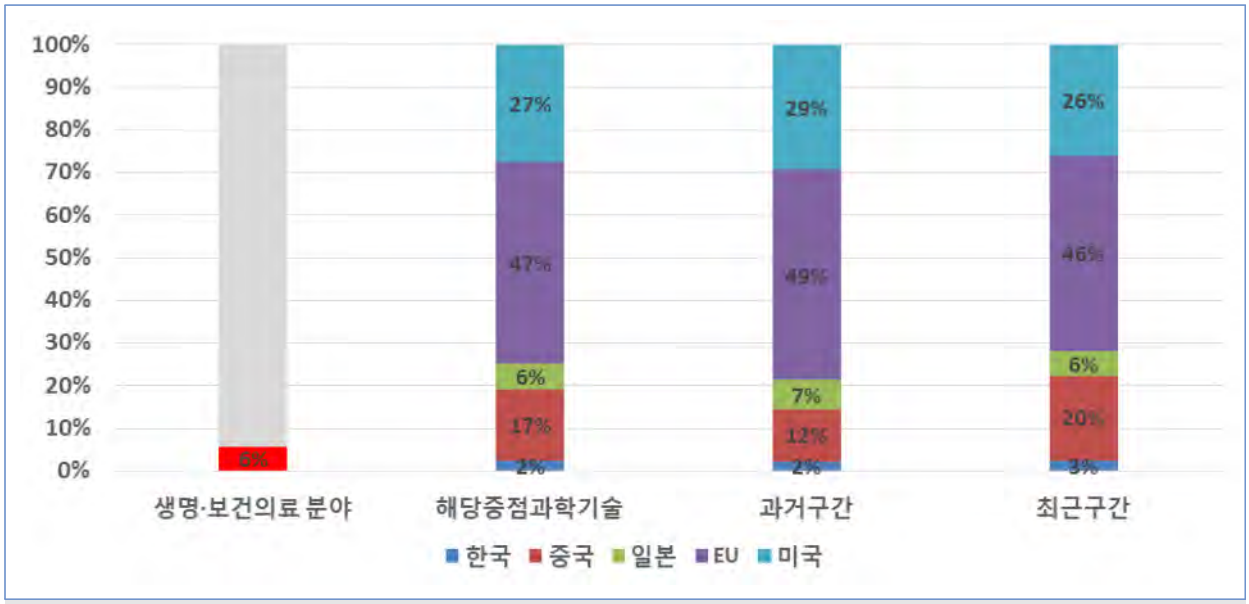
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.4%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(13.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(47.3%), 미국(27.5%), 중국(16.5%), 일본(6.3%), 한국(2.4%) 순이며, 논문 증가율은 중국(122.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(27.4), EU(21.5), 일본(13.6), 한국(13.0), 중국(8.9) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(8.1%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(1.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(62.4%), 미국(16.1%), 한국(8.1%), EU(8.0%), 일본(5.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(188.2%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(8.7)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(6.6), EU(2.3), 한국(1.3), 일본(0.4), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(41.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(6.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.4%	16.5%	6.3%	47.3%	27.5%
	논문 증가율	55.9%	122.4%	14.9%	27.2%	21.6%
	논문 영향력	13.0	8.9	13.6	21.5	27.4
	연구주체 다양도	0.91	0.94	0.97	0.98	0.97
특허 분석	특허 점유율	8.1%	62.4%	5.5%	8.0%	16.1%
	특허 증가율	98.0%	188.2%	-47.8%	33.3%	-3.9%
	해외출원도	1.3	0.2	2.0	8.7	6.6
	특허 영향력	1.3	0.0	0.4	2.3	6.6
	IP4점유율	10.1%	0.5%	10.8%	41.5%	24.8%
	청구항수	4.4	2.1	3.5	4.3	6.0

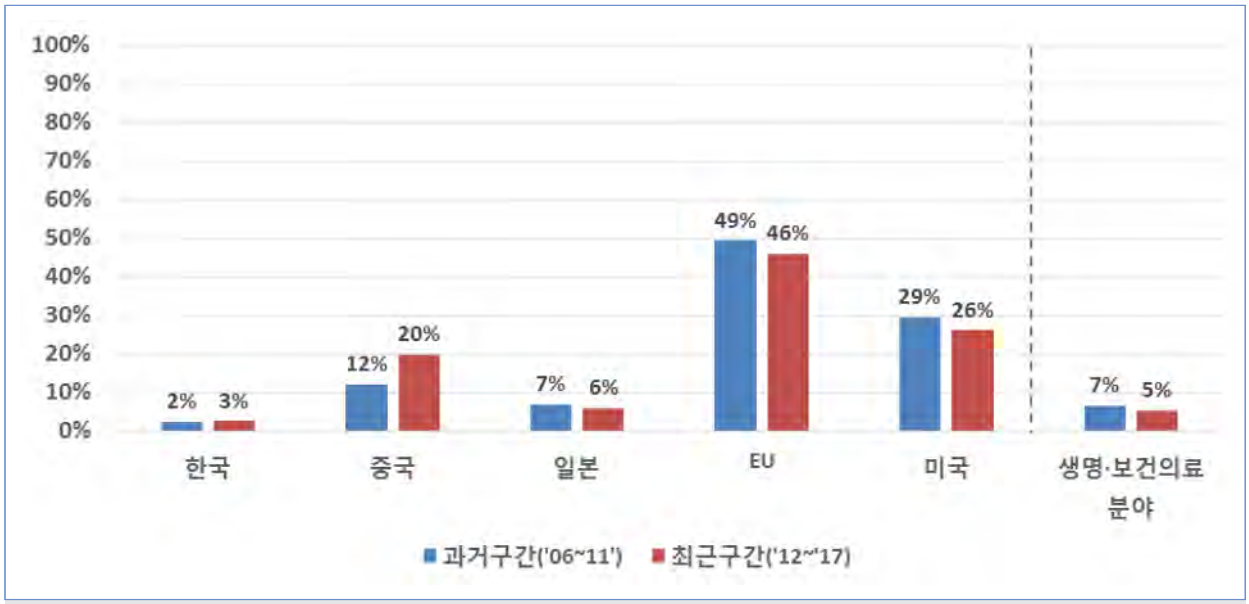
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 불임·난임 극복기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2928건으로 전체 논문의 47%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 불임·난임 극복기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

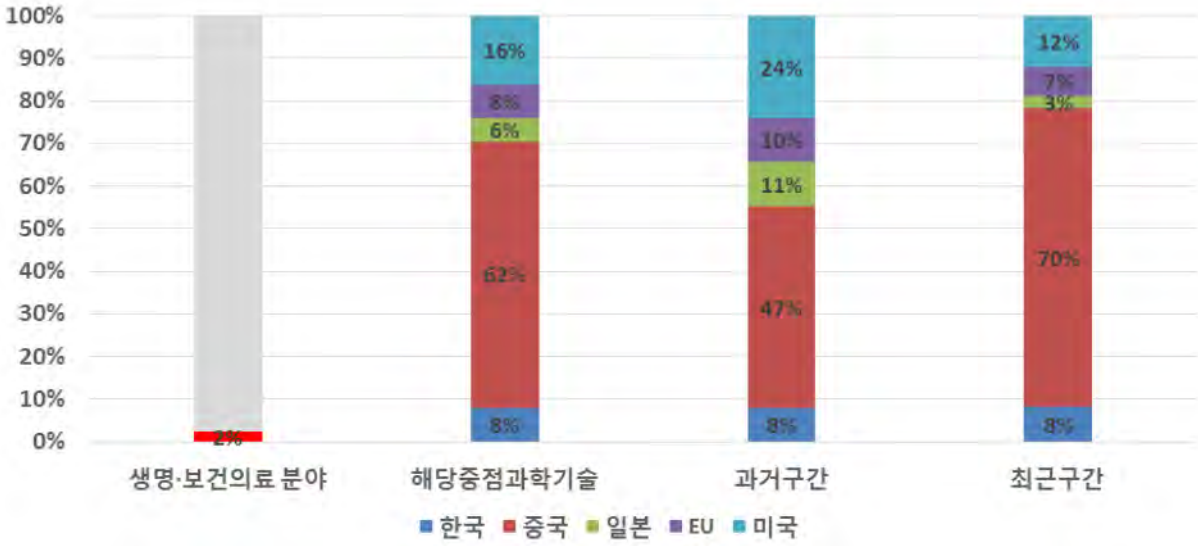


● 불임·난임 극복기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 55.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	과거구간	최근구간		
한국	59	92	151	55.9%
중국	317	705	1,022	122.4%
일본	181	208	389	14.9%
EU	1,289	1,639	2,928	27.2%
미국	768	934	1,702	21.6%
전체	2,614	3,578	6,192	36.9%

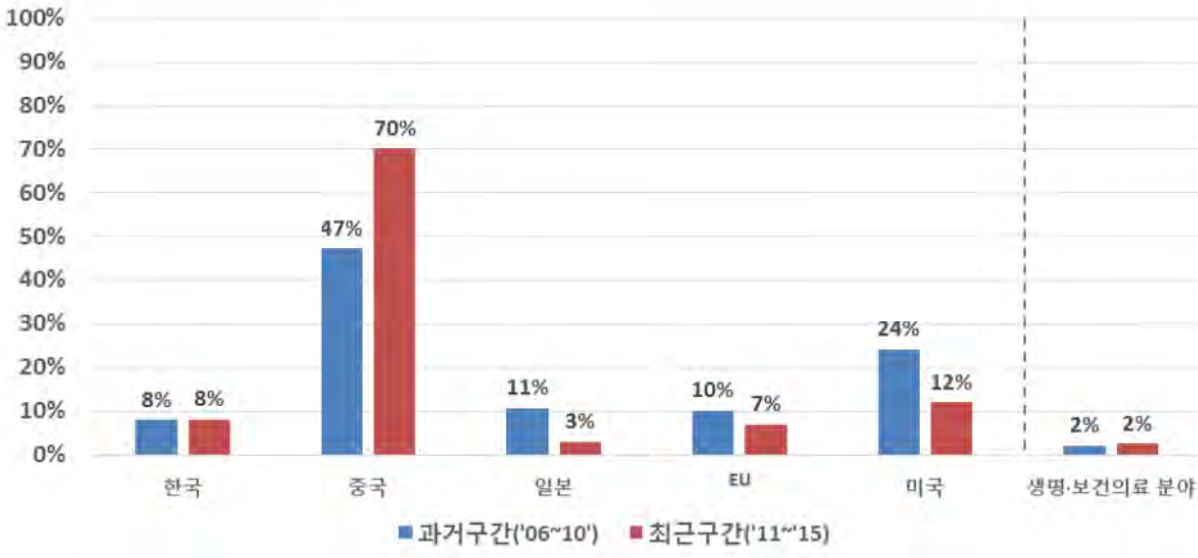
(4) 특허 점유율(전체)



- 불임·난임 극복기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1153건으로 전체 특허의 62%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 불임·난임 극복기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



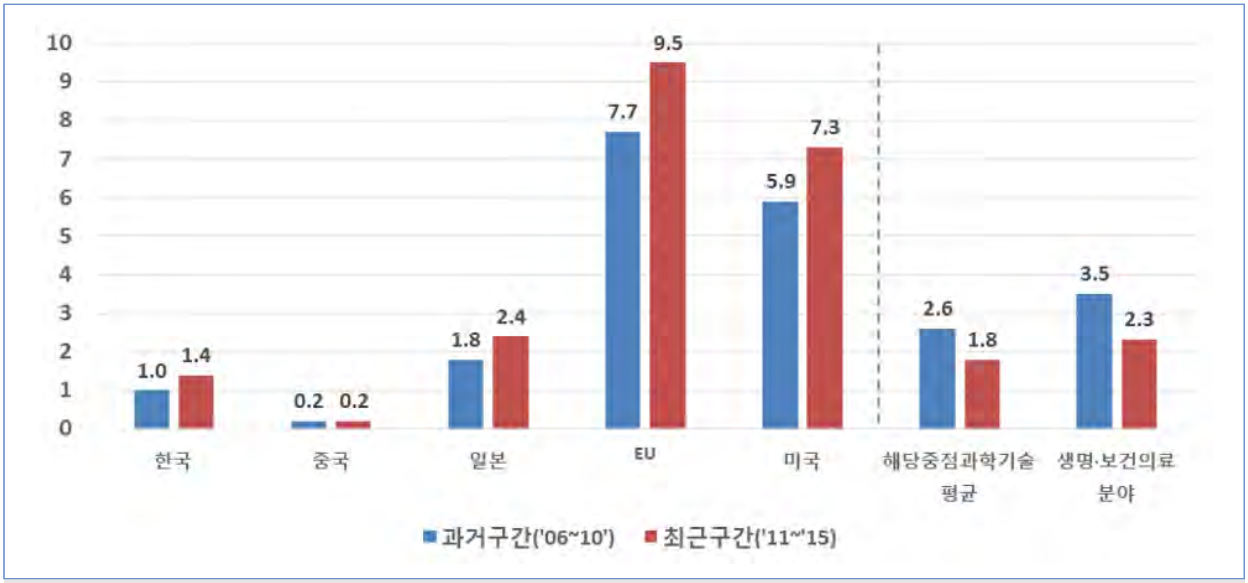
● 불임·난임 극복기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 98%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	과거구간	최근구간		
한국	50	99	149	98.0%
중국	297	856	1,153	188.2%
일본	67	35	102	-47.8%
EU	63	84	147	33.3%
미국	152	146	298	-3.9%
전체	629	1,220	1,849	94.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

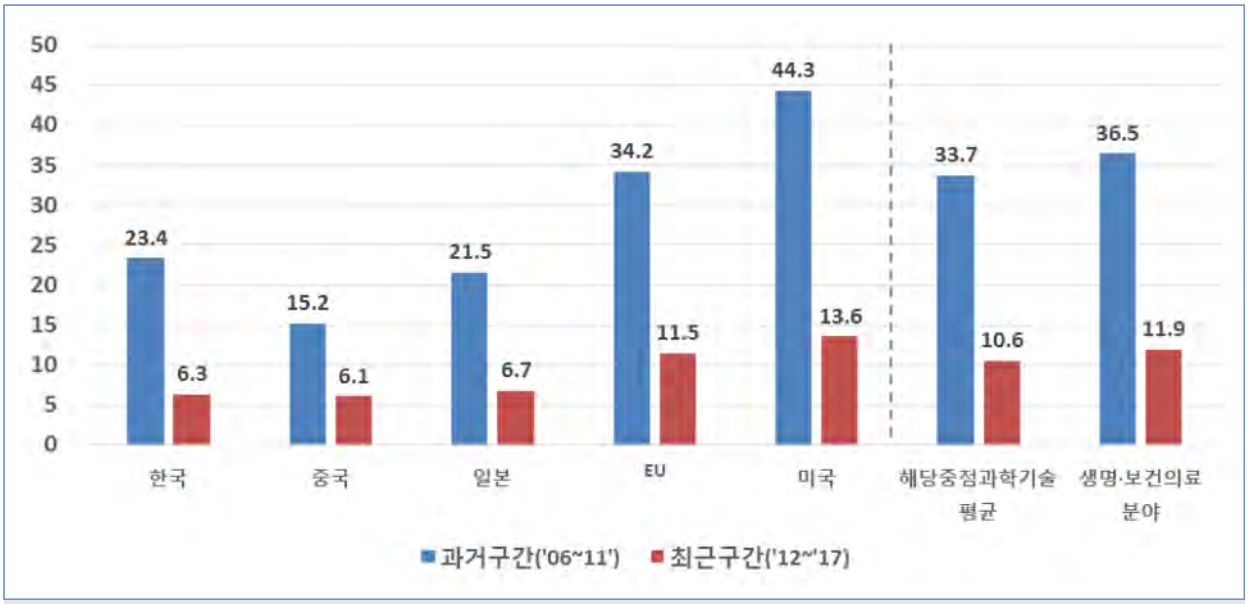


● 불임·난임 극복기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

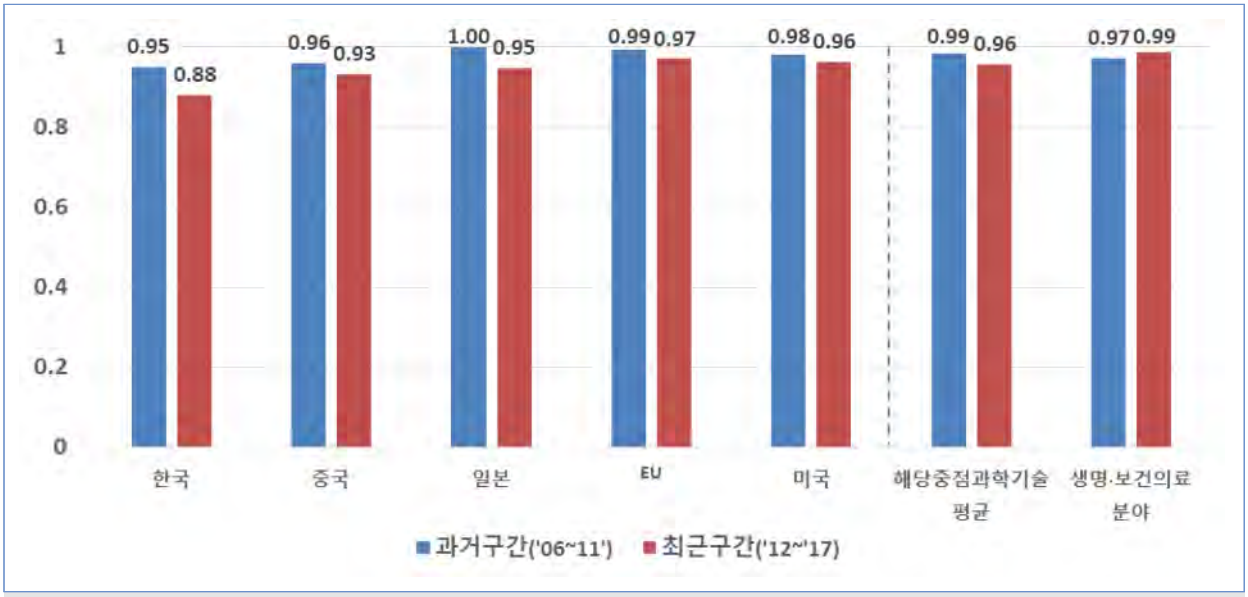
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



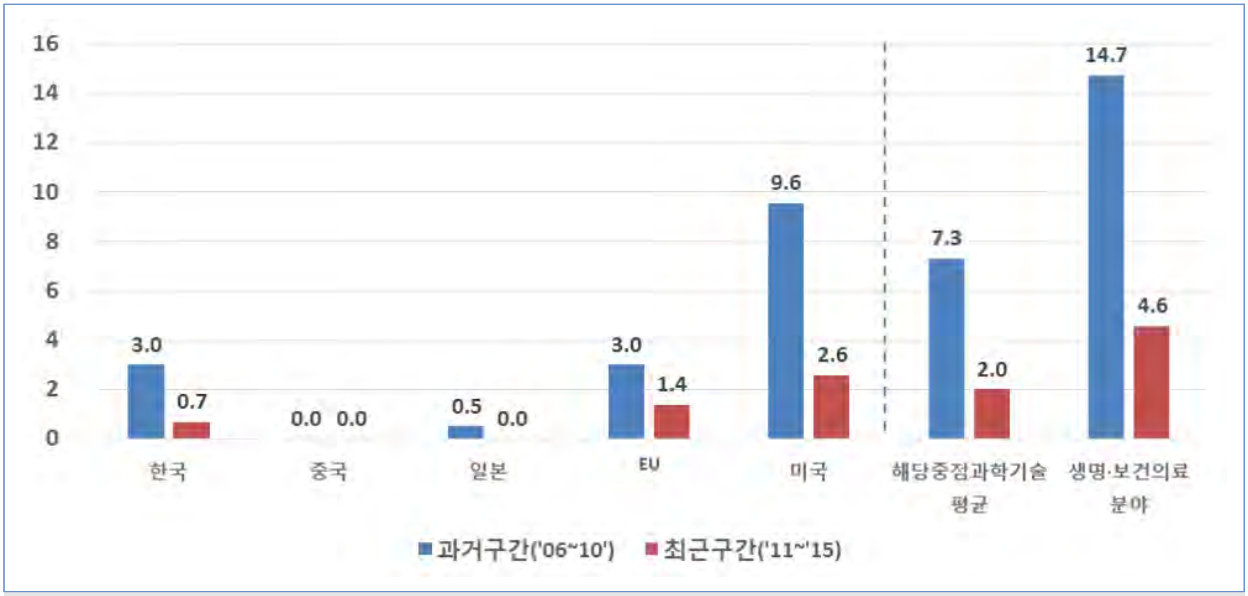
● 불임·난임 극복기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



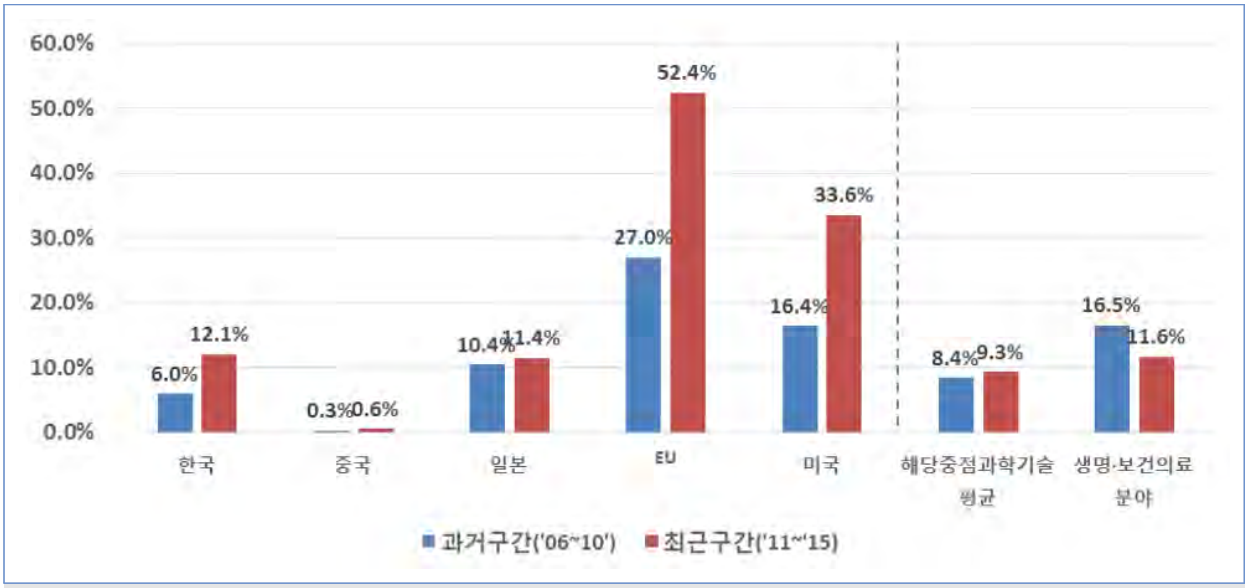
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



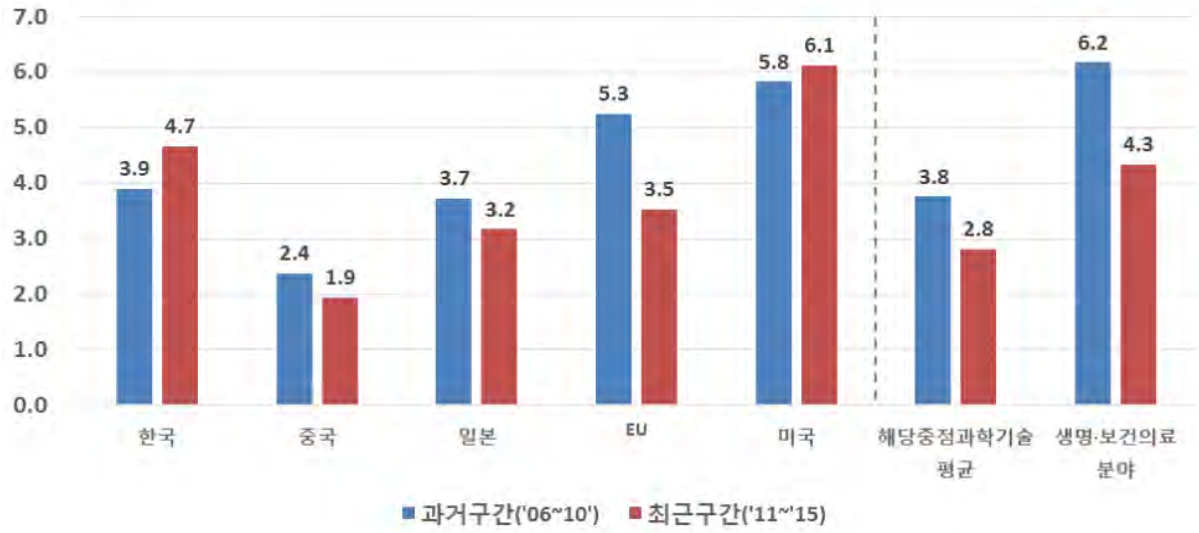
● 불임·난임 극복기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 불임·난임 극복기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 불임·난임 극복기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

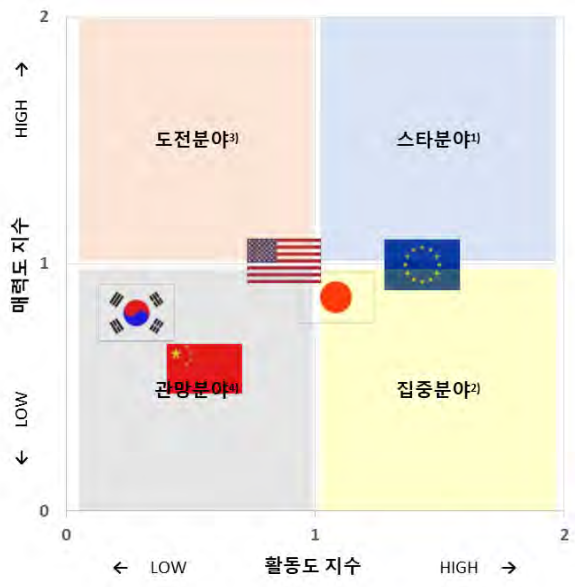
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

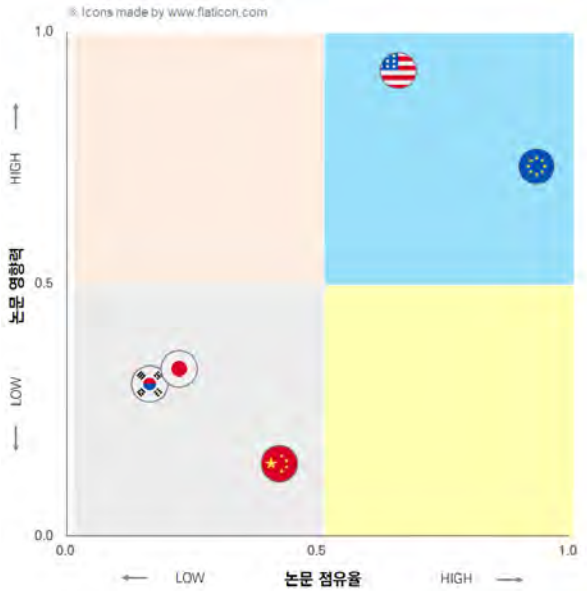
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 불임·난임 극복기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

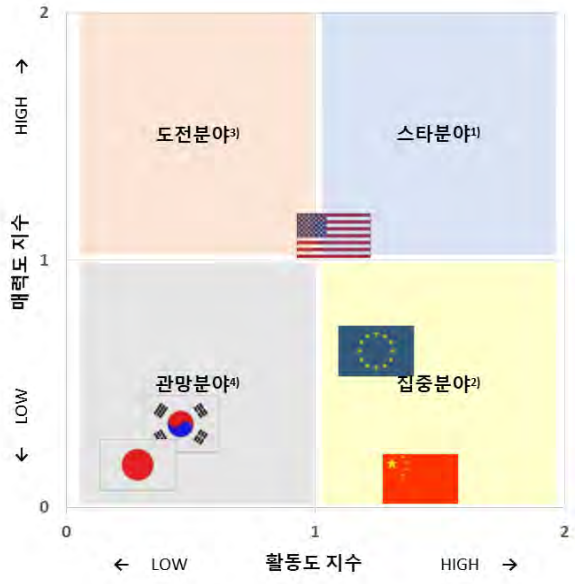


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

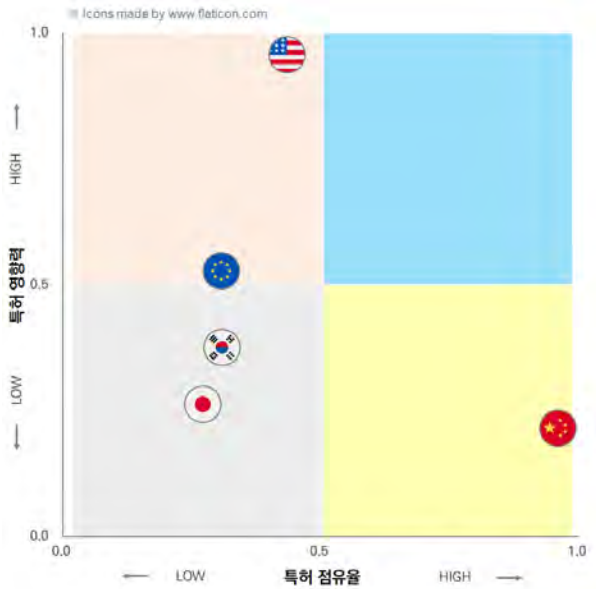
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 불임·난임 극복기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'CENTER FOR REPRODUCTIVE MEDICINE(0.73%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 6.62%(글로벌 점유율은 0.16%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTER FOR REPRODUCTIVE MEDICINE	EU	1.54%	0.73%	362.50%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.35%	0.65%	85.71%
3	REPRODUCTIVE MEDICINE CENTER	중국	2.54%	0.42%	125.00%
4	STATE KEY LABORATORY OF REPRODUCTIVE BIOLOGY	중국	2.45%	0.40%	-33.33%
5	UNIVERSITY OF OXFORD	EU	0.79%	0.37%	55.56%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.62%	0.16%	133.33%
2	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	3.31%	0.08%	50.00%
3	STEM CELL RESEARCH CENTER	2.65%	0.06%	200.00%
4	CHUNG-ANG UNIVERSITY	2.65%	0.06%	300.00%
5	DANKOOK UNIVERSITY	1.99%	0.05%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	REPRODUCTIVE MEDICINE CENTER	2.54%	0.42%	125.00%
2	STATE KEY LABORATORY OF REPRODUCTIVE BIOLOGY	2.45%	0.40%	-33.33%
3	REPRODUCTIVE MEDICAL CENTER	2.25%	0.37%	566.67%
4	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.27%	0.21%	233.33%
5	CENTER OF REPRODUCTIVE MEDICINE	1.08%	0.18%	75.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	2.57%	0.16%	-33.33%
2	KOBE UNIVERSITY	1.80%	0.11%	33.33%
3	KYOTO UNIVERSITY	1.54%	0.10%	400.00%
4	CENTER FOR BIOSCIENCE RESEARCH AND EDUCATION	1.54%	0.10%	500.00%
5	HIROSHIMA UNIVERSITY	1.29%	0.08%	-75.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTER FOR REPRODUCTIVE MEDICINE	1.54%	0.73%	362.50%
2	UNIVERSITY OF OXFORD	0.79%	0.37%	55.56%
3	UNIVERSITY OF MONTREAL	0.65%	0.31%	-53.85%
4	UNIVERSITY OF SIENA	0.58%	0.27%	-11.11%
5	INSTITUTE OF ZOOLOGY	0.55%	0.26%	28.57%

6 미국

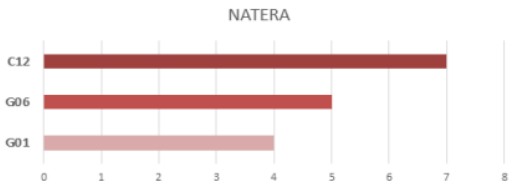
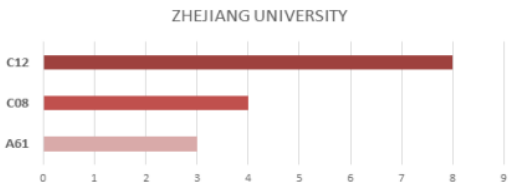
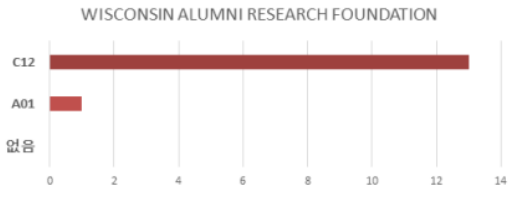
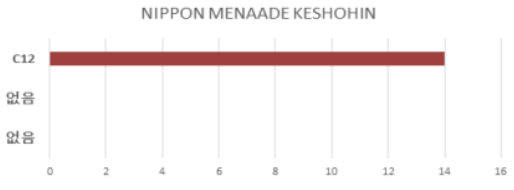
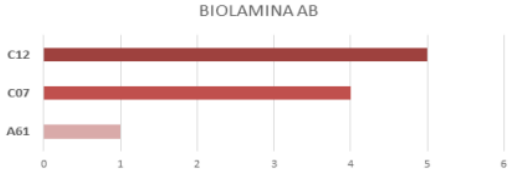
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.35%	0.65%	85.71%
2	TEXAS A AND M UNIVERSITY	1.06%	0.29%	25.00%
3	CENTER FOR ANIMAL BIOTECHNOLOGY AND GENOMICS	0.94%	0.26%	-66.67%
4	OREGON NATIONAL PRIMATE RESEARCH CENTER	0.88%	0.24%	-12.50%
5	YALE UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	0.76%	0.21%	-70.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'NATERA(0.87%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국생명공학연구원'이 4.70%(글로벌 점유율은 0.38%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'NATERA'와 '한국생명공학연구원'은 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

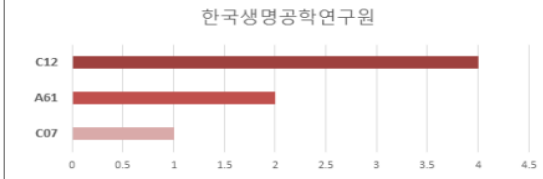
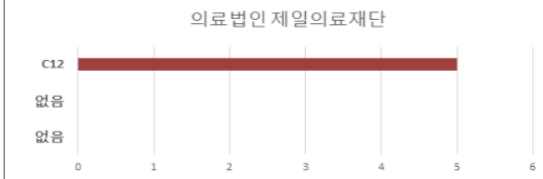
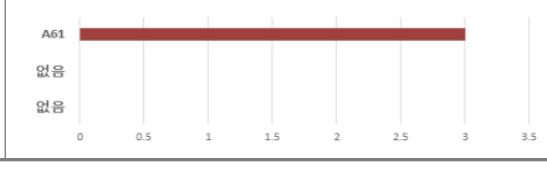
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NATERA	미국	5.37%	0.87%	600.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.30%	0.81%	1300.00%
3	WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION	미국	4.70%	0.76%	-44.44%
4	NIPPON MENAADE KESHOHIN	일본	13.73%	0.76%	-100.00%
5	BIOLAMINA AB	EU	6.80%	0.54%	900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학

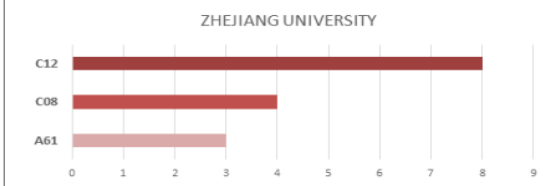
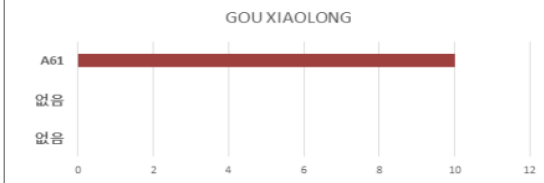
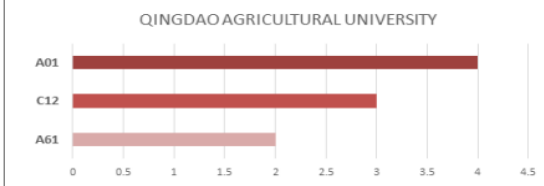
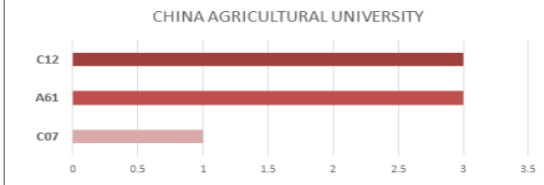
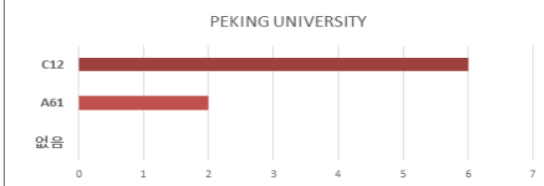
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국생명공학연구원	4.70%	0.38%	33.33%
2	의료법인 제일의료재단	3.36%	0.27%	400.00%
3	서울대학교	2.68%	0.22%	-100.00%
4	중앙대학교	2.68%	0.22%	200.00%
5	충북대학교	2.01%	0.16%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		–	–
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–

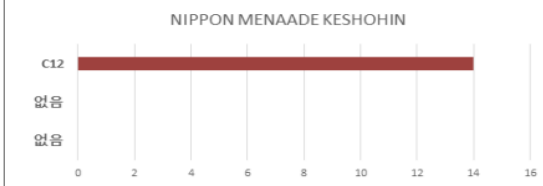
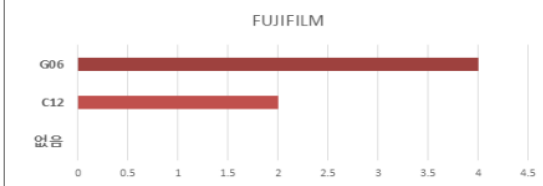
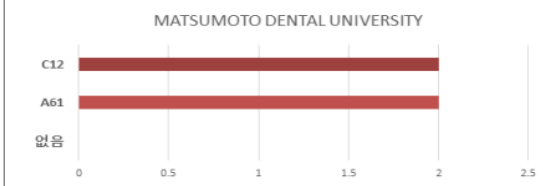
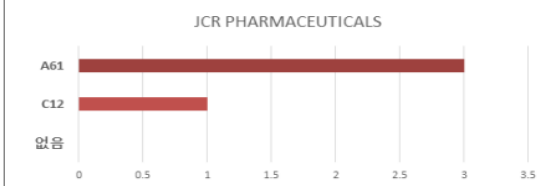
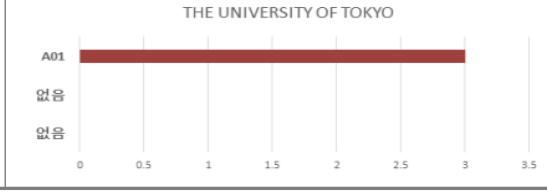
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.30%	0.81%	1300.00%
2	GOU XIAOLONG	0.87%	0.54%	900.00%
3	QINGDAO AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.87%	0.54%	800.00%
4	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.78%	0.49%	250.00%
5	PEKING UNIVERSITY	0.69%	0.43%	-85.71%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-

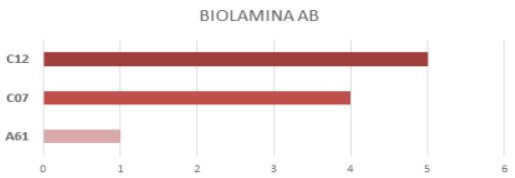
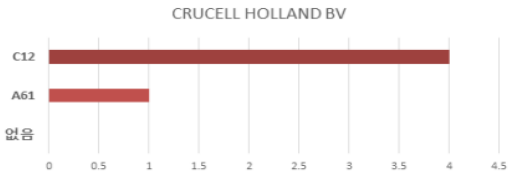
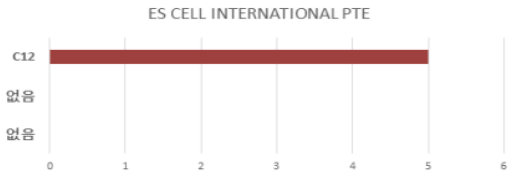
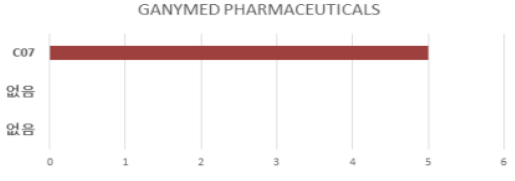
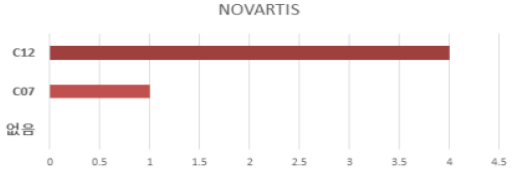
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NIPPON MENAADE KESHOHIN	13.73%	0.76%	-100.00%
2	FUJIFILM	5.88%	0.32%	500.00%
3	MATSUMOTO DENTAL UNIVERSITY	3.92%	0.22%	-100.00%
4	JCR PHARMACEUTICALS	3.92%	0.22%	-66.67%
5	UNIVERSITY OF TOKYO	2.94%	0.16%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–

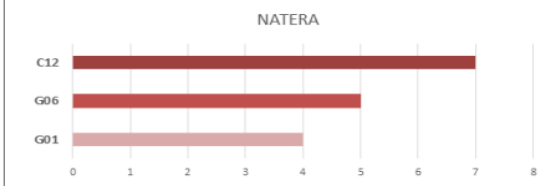
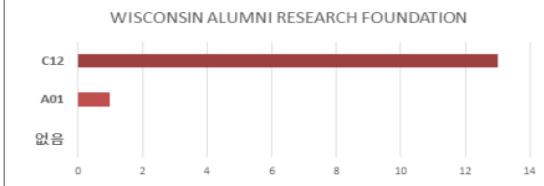
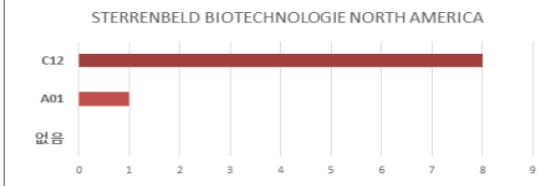
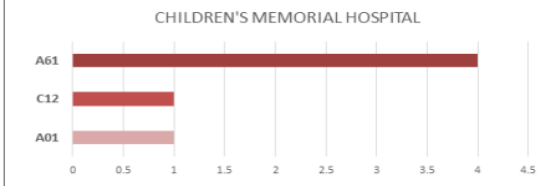
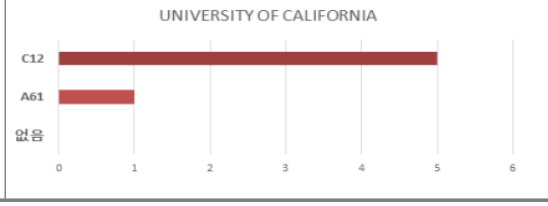
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BIOLAMINA AB	6.80%	0.54%	900.00%
2	CRUCELL HOLLAND BV	3.40%	0.27%	-100.00%
3	ES CELL INTERNATIONAL PTE	3.40%	0.27%	50.00%
4	GANYMED PHARMACEUTICALS	3.40%	0.27%	300.00%
5	NOVARTIS	3.40%	0.27%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		C07	유기화학
		–	–
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NATERA	5.37%	0.87%	600.00%
2	WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION	4.70%	0.76%	-44.44%
3	STERRENBELD BIOTECHNOLOGIE NORTH AMERICA	3.02%	0.49%	-100.00%
4	CHILDREN'S MEMORIAL HOSPITAL	2.01%	0.32%	-80.00%
5	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.01%	0.32%	-80.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–

61 신·변종 감염병 대응기술



61 신·변종 감염병 대응기술

중점과학기술 개요

- ☑ 유전체 빅데이터 분석 시스템 구축, 면역유도전달 기술개발, 면역유도 강화제(adjuvants) 개발, 동물모델 개발 등과 연계하여 신·변종 감염병 대응 예방백신을 개발하는 기술
- ☑ 조기탐지 진단알고리즘 구축, 대량검체 전처리 기술, 차세대 염기서열분석(NGS, Next Generation Sequencing) 또는 고해상도이미지 기술 기반 극미량 병원체 탐지기술, 현장용 신속·다중 진단기술 등을 기반으로 기존 진단기술을 고도화하는 기술
- ☑ 신·변종 감염병 병원체의 생물학적 특성 규명, 실시간 감시체계 고도화, 메타지노믹 기반 병원체 아틀라스 구축, 감염 미생물 연구자원 확보, 치료제 개발을 기반으로 신·변종 감염병 대응 국가방역체계를 고도화하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

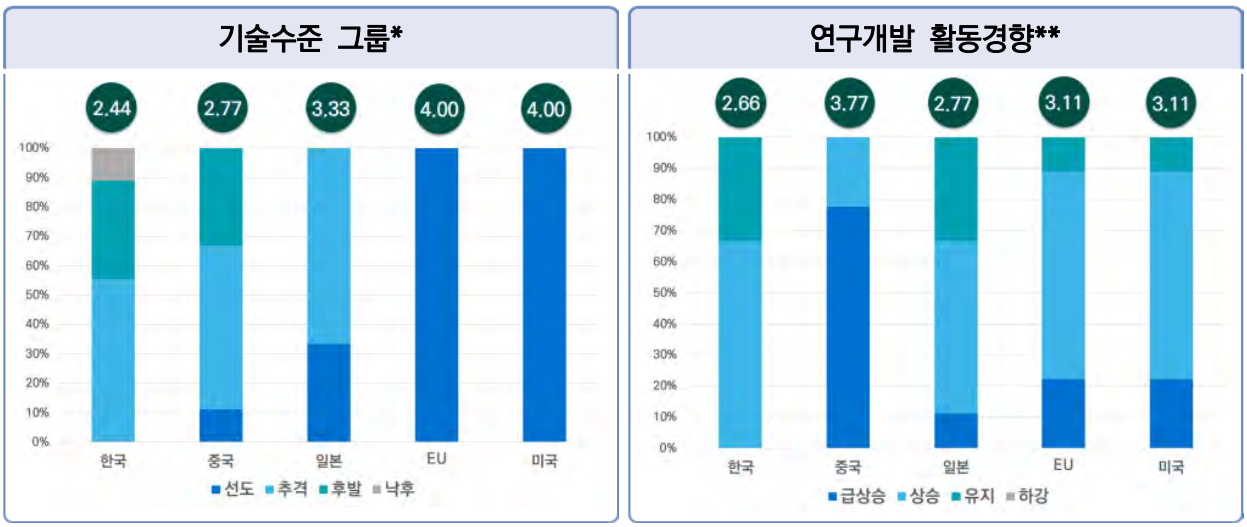
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	5.0	후발	보통	보통	상승
중국	75.0	4.0	추격	보통	우수	급상승
일본	80.0	2.5	추격	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	5.0	70.0	60.0	70.0	9.2	5.0	4.0	8.0	2.6
중국	75.0	4.0	75.0	60.0	80.0	13.5	4.0	3.0	5.0	2.4
일본	80.0	2.5	80.0	75.0	90.0	9.4	2.5	1.5	3.0	1.7
EU	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

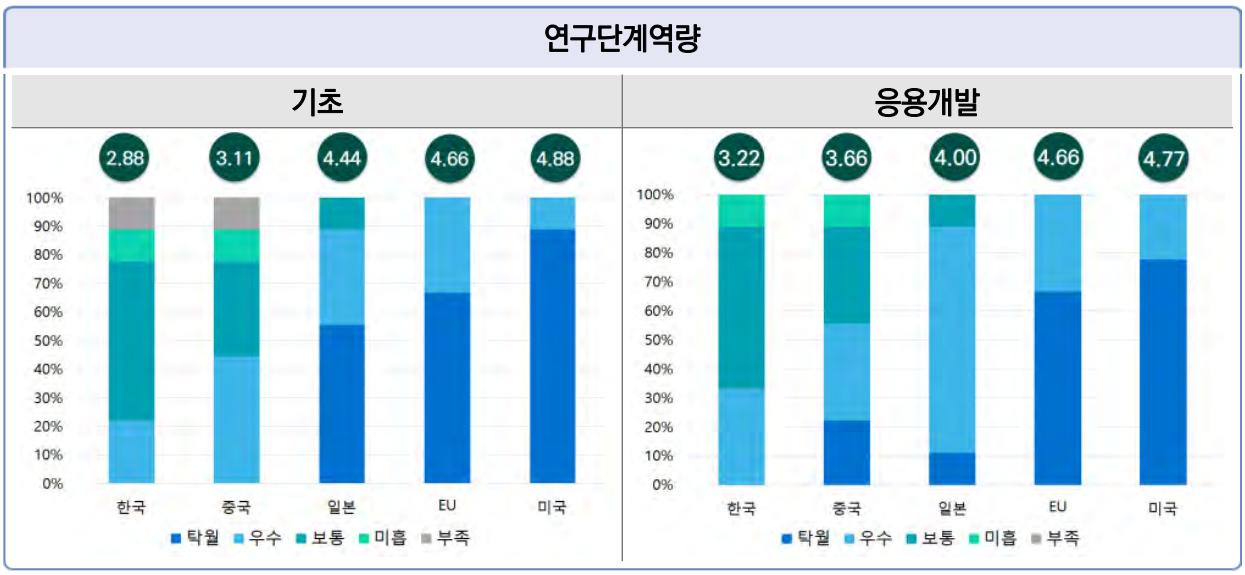
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 규제가 매우 심함 • 기초과학과 기초의학의 논문과 기술은 선도그룹에 비해서 뒤지지 않으나, 기술의 특허 확보 및 사업화에 정부와 기업의 의지가 약함 • 상당히 늦게 이 분야에 진출하였으나 집중화된 투자로 많은 발전이 이루어져 특정 분야에서는 수준이 높음 • 전문 인력 등의 부족이 심각함 • 주로 정부 연구지원에 의존하며, 감염병에 대한 신규 백신의 개발이 선진국 대비 미흡 • 선도그룹에서 개발한 시스템을 즉시 적용할 수 있는 인프라 정도는 구축되어 있으나 신종 감염병 대응을 위한 기초원천 기술 개발 목적의 지속적 안정적 투자 및 인력 풀이 미진함 • 관련 분야 원천기술 확보를 위하여 정부 투자가 이루어지고 있으나 매우 한시적이며, 감염병 기전 연구에 대한 정부 투자는 미비함 • 국가의 전략적 순위에 자국사용 백신 자국생산 원칙 천명에 따른 다양한 투자 및 지원책 마련 및 그에 따른 백신개발 관련 다양한 기초기술 개발 및 논문, 특허 출원 수가 중위권에 유지 • WHO PQ 인증 제품 다수 보유 및 국가 관리의 우수성에 근거 해외 수출 상위권에 위치
중국 (75.0%)	• 기업에서 공격적인 특허전략과 사업화 전략으로 선도그룹 추격 • 양적인 결과를 많이 내고 있고, 사업화 과정에서 정부 지원이 매우 많음 • 집중된 정부 투자로 인프라는 국제적 경쟁력을 갖추었으나 투명성 부족 • 질적 성장보다는 양적 성장에 기반하여 지속적인 문제 발생 • 신변종 감염병에 대한 전문 연구 그룹들에 대한 지원과 투자를 계속 확대하고 있으며, 국제적인 선도 연구그룹 육성을 위한 노력에 주력 • 과거부터 독자적으로 치료제 개발이 가능하였으며, 기초연구 토대가 비교적 탄탄함 • 신종 감염병 자원을 충분히 보유하고 이를 활용하기 위한 인적자원도 풍부함 • 연구 환경이 좋으며 기초기전연구가 활발히 이루어지고 있으며 이들 연구를 바탕으로 원천기술 확보가 가능하기 때문에 관련된 분야에서 실용화 할 수 있을 것
일본 (80.0%)	• 중국보다 기술적인 면(논문 및 특허의 질)에서는 높음 • 인프라가 잘 구축되어 있고 과학 수준이 아주 높아 필요시 바로 개발이 가능, 민간의 수준도 상당히 높음 • 일본 정부, 카케스켄 등 일본 제약사 중심으로 활발한 연구 지속 • 감염병에 대한 국제 협력 기반 투자와 진단/치료/백신 개발의 원천 기술 기반이 될 수 있는 감염면역 분야의 전문 연구 그룹들에 대한 지속적인 투자와 지원이 이루어지고 있음 • 다양한 신종 감염병이 발생하는 나라이며, 관련된 논문이 최근 들어 증가하는 추세 • 주요 감염병 분야의 아시아권 reference Facility를 보유하고 있고 특히 인플루엔자의 경우 선도 그룹으로 활동 • 일본은 기초기전연구가 활발히 이루어지고 있으며 기초기전연구를 바탕으로 원천기술을 확보가 가능하기 때문에 관련된 분야에서 실용화 할 수 있을 것
EU (100%)	• 선도그룹에 속하며, 몇 몇 분야 특히 인플루엔자와 Marburg, Ebola 등에 대해서는 미국과 큰 격차가 없음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 이 분야에서 전통적 강자로서 최근 CEPI 등을 설립하고 Welcome trust 등 다양한 연구 지원을 통하여 큰 성과를 내고 있음 • 백신시장을 주도하는 Sanofi, GSK 등 기업 보유 • 미국의 선도그룹들과 유사한 정도의 기술력 보유 • 다양한 감염병에 대한 전문가 그룹들을 육성 지원하고 있으며, 아프리카, 아시아지역의 신변종 감염병 협력연구를 활발하게 지원 • 선도그룹까지 나아가지는 못한 상태이지만, EU 내에서 다국가-다기관 네트워크를 구축하고 지속적으로 발전하는 상황 • 신종 감염병의 글로벌 리더로서 미국과 함께 각종 정보 및 자원 활용 경험 풍부 • EU국가들은(영국, 프랑스, 독일 등) 기초기전연구가 활발히 이루어지고 있는 국가들로 이들 기초기전연구를 바탕으로 원천기술을 확보뿐만 아니라 이들 원천기술을 활용하여 관련된 분야에서 실용화 주도 • 기존 백신 생산 관련 전반적인 기술이 기 확보되어 있고 자체 타겟 발굴 및 생산능력 보유 • 전 세계 백신 공급의 1~2위 기업 보유
미국 (100%)	• 정부기관이 지속적인 투자와 미국을 포함한 전 세계의 신종 감염병에 대한 surveillance와 백신, 치료제 개발에 비영리단체와 기업들과 함께 기술개발과 사업화에 노력 • CDC, VRC 등 정부 주도의 최고 수준의 연구뿐만 아니라 민간, 대학 등 다양한 곳에서 높은 수준의 연구를 꾸준히 진행 • NIH, NIID, 여러 유수의 대학에서 개발 안 된 감염병에 대한 연구 활발 • 신변종 감염병에 관한 지속적인 정부 투자와 연구 인프라 지원을 통해 기초연구 기반 유지 • 진단/치료/백신 개발 분야의 원천기술 확보를 위해 노력하고 있으며, 예상 밖의 감염병 발생에 신속하게 대비할 수 있는 연구 전문 그룹과 국제적 인프라 구축에 지속적으로 투자 • NIH 등에서 지속적으로 관심을 갖고 연구 선도 • 신변종 감염병 대응기술 분야에 인적, 물적 투자량이 충분하며, 이를 소화할 수 있는 보건의료산업 인프라 존재 • 대규모의 지속적인 정부 투자를 바탕으로 감염병에 대한 기전 연구를 꾸준히 수행해 오고 있으며 이를 통해 관련 분야 원천기술 확보 • 기초기전연구가 활발히 이루어지고 있어 이를 바탕으로 원천기술을 확보뿐만 아니라 원천기술을 활용한 관련된 분야에서 실용화 주도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 극히 제한된 분야, 특히 백신 연구에 집중 • 전반적으로 기술, 인력, 인프라가 우수한 상황은 아니지만 그럼에도 불구하고 몇 몇 생산회사가 생산기술에 있어서 WHO PQ 인증을 받고 유니세프 납품을 하고 있고 또한 중진국 해외 시장 개척에 성공 • 특히 식품의약품안전처의 관리부서는 WHO 등 국제적으로 인정을 받아 관리기술에 있어 리더 역할 수행 • 최신 기술을 활용하는 능력은 갖추어짐 • 감염병 대응에 있어 지방조직과의 연계가 매우 강함 • 최근 백신에 대한 생산능력 확대 WHO-PQ 품목을 가장 많이 가지고 있는 개발도상국 정부의 연구 지원 제도 확대 • 기술수준은 몇몇 분야 백신 전달 마이크로니들 분야의 경우 전 세계 최고 • 감염병에 관한 투자 지속. 면역학, 나노 및 재료과학 등 관련 분야 연구 수준의 국제적 수월성 향상 • 국내외 협업에 의해 독자적인 백신 개발에 성공하는 경우 전반적인 기초기술의 응용기술접목에 있어 성과가 기대됨	• 장기적인 계획도 없고 관련 분야의 지속적인 투자나 연구 부족 • 자체 기초연구 타겟이 많지 않고 선점에 의한 유리함이 없음 • 최근 메르스 백신 개발 관련으로 신기술 적용 등 기술개발을 생산으로 연결할 중요 모멘텀을 확보한 면이 있으나 메르스 질병 자체에 대한 백신 마켓이 아직까지 블록버스터 급이 아니므로 수익모델로는 적절하지 않을 수 있어 투자대비 이익은 크지 않을 것으로 전망 • 기초연구 강화를 위한 장기적 투자 및 감염병 연구주체의 독립성 보장 필요 (국가 R&D 전반적 정책 기조변화에 너무 많은 영향을 받고 있음) • 규제 및 신종감염성 질병 연구에 대한 사회적인 이해도가 떨어짐 • 산발적이고 일시적인 실용화 연구 투자에 주력하고 있고 감염병 관련 기초연구에 대한 지속 투자 미흡 • 전문 연구그룹에 지속적인 육성 부족으로 연구 저변 취약 • 규제 등에 묶여있어서 사업화가 매우 힘듦
중국	• 새로운 감염병을 발견하고 관련된 연구 논문이 급속히 증가하는 추세 • 최근 중국 내에서 발생하는 다양한 감염성 질환을 타겟으로 백신 개발에 관한 국제적인 협력체계들이 구축이 되면서 급격히 기초연구생산 인프라 등이 확대되고 있음 • 거대 자본을 배경으로 미국에 버금가는 감염병 연구 투자 진행 • 서아프리카 지역에 China CDC 분소가 구축되어 해외 감염병 연구가 매우 활발함 • AI인체감염 등 자국의 감염병 발생에 매우 적극적 연구개발 투자를 하여 주도적 솔루션 제시가 가능할 것으로 전망 • 정부의 강력한 투자와 탄력적인 규제로 자국 연구자와 기업의 사업화에 대한 인프라 보유 • 전문 연구 인력 수입 및 육성을 통한 기술 수준이 빠르게 향상 중	• 백신생산 기업이 다수 존재하나 이들 생산회사들의 안전관리 수준이 선진국에 이르지는 못함 • 1개 회사가 WHO PQ 인증을 받고 더욱이 게이츠재단 등의 협력시스템의 구축에 따라 향후 타 생산회사들도 급속한 발전을 이룰 것으로 예측 • 감염병 관련 자원 및 정보의 투명한 공개 (공유)가 미흡하여 협력 파트너로서 매우 까다로움 • 연구 저변이 확대되고 있으나, 연구자 간의 기술 수준 차이가 큼 • 열악한 GMP 및 중국 식약처의 낮은 수준

국가	강점분야	기타
	• 지속적인 투자와 지원을 통한 국제적 수준의 전문 연구그룹 증가 • 미래에 발전가능성(잠재력)이 높음	
일본	• 기초학문의 토대를 바탕으로 새로운 치료제를 개발하는 등 꾸준하게 대응 • 전반적으로 기술, 인력, 인프라 우수 • 자국 내 사용 백신을 자체 생산 가능 • 감염병을 비롯한 생명과학 기초 연구 분야에 지속적인 투자 충실 • JICA(Japan International Cooperation Agency) 를 통한 동남아 협력 투자가 매우 강하며 이 지역 국가 연구기관들과 감염병 연구 네트워크가 매우 강함 • 전문분야에 지속성이 매우 강함 • 몇 개의 회사를 중심으로 연구 활동 활발 (가케스켄 등) • GHIT(Global Health Innovative Technology Fund) 을 통한 전 세계 연구자들과 자국 기업들과의 네트워크를 구축하게 하여 신종 감염병 치료제 분야에서 탁월한 성과 확보 • 감염병 관련 기초 연구 기반에 대한 투자 확대를 통한 연구 인력/기술/인프라 유지	• 최근 백신계의 블록버스터로 평가되는 자궁경부암 예방백신과 폐렴백신의 자체 개발에 있어 미국과 유럽에 뒤처짐 • 전반적인 감염병 연구 수준이 높다기보다는 고품질의 연구 분야가 제한적 • 지자체와 중앙정부간 연구 분야 협력 미흡 • 국제적 이슈보다 자국의 이익에 관련된 연구 중심
EU	• 다국가-다기관 네트워크를 구축하고 임상시험을 수행하는 등 최근 들어 연구업적이 급속히 증가하는 경향 • 전반적으로 기술, 인력, 인프라 우수 • EU 내 사용 백신을 자체 생산 가능 • 전 세계에 거의 모든 백신을 공급하는 다국적 기업 보유 • 산업혁명 이후 전 세계적으로 경제, 산업분야에 진출한 경험과 네트워크를 토대로 연구 협력 인프라가 잘 구축되어 있음 • 주요 다국적 제약사의 모국이 많음 • 다양한 감염병 백신 개발 경험 • 높은 수준의 GMP facility • 다양한 미개발 백신에 대한 연구 활동 • 국제 연구 협력 인프라. 감염병 전문 연구기반 되고 있는 국제적 전문 연구소 지원과 유지	• EU 각 나라마다 감염병 기술수준이 매우 상이함
미국	• NIH나 관련 학계를 중심으로 기초연구 분야의 토대가 갖추어져 있고, 장기적인 계획 속에서 꾸준히 대응	• 아프리카에서 발병한 에볼라 백신 등 새로운 백신 개발 진행 등으로 지속적인 기술개발 향상이 진행됨

국가	강점분야	기타
	• 자국 내 사용 백신 자체 생산 가능 • 전 세계에 거의 모든 백신을 공급하는 다국적 기업 보유 • 감염병 대응 콘트롤 타워로서 정부기관인 미국 CDC를 중심으로 명확한 수요와 전 세계에서 모여드는 전문 인력풀 및 구성 확고 • 감염병 관련 치료제 및 백신 시장변화 주도 • 다국적 제약사들이 많은 인프라 투자 중 • 충분한 자본 • 국제 협력분야에서도 서아프리카, 동남아시아 등 각 지역에서 선도역할 수행 • MRSA, Universal Influenza 등 연구 활발 • GMP에 대한 우월성 • FDA에 의해 각 종 수준의 향상 • 다양한 감염병들에 관한 우수한 기초연구 인력, 기술 기반 및 국제 연구 협력 인프라 • 학문간 융합 연구를 통한 원천 기술 실용화 기반과 파이프라인 지원	• 연구비가 경직되어 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	4위	3위	1위	5위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 시장이 협소하기 때문에 같은 타겟을 몇 개 회사가 연구하는 것을 공동연구 등으로 효율성을 높여 대상 질환을 넓히는 것이 중요 • 다기관, 다학제 연구 독려 • MERS 이후 감염병 연구 및 정책의 콘트롤 타워 역할을 주문 받고 있는 질병관리본부에서 실질적인 Head quarter 역할을 할 수 있도록 다부처, 다양한 분야의 전문가 그룹으로 구성된 기획단을 구축, 운영하고 법적 지위를 부여함으로써 감염병 분야 기획력 대폭 강화 필요 • 질병관리본부나 검역원 등 국가보건당국에서 보유하고 있는 병원체의 목록 공개와 학교나 연구소 등 기타 연구기관에 보다 관대하게 분양 필요 • 백신개발의 경우 질병의 효능, 안전성 등을 평가하기 위한 대규모 임상이 필요한 경우가 많음. 이 경우 임상실패 가능성을 고려할 때 여러 협력사, 협력체계들의 수립으로 risk mitigation 전략이 수립되고 이를 지원해주는 국가 프로그램의 확충 필요
국제협력	• 현재 백신이 없는 감염성 질환의 경우, 또 해외에서 들어오는 감염성 질환의 경우 원인 바이러스나

	정책제언
촉진	박테리아, 환자의 혈청, 회복된 환자의 혈청 등이 없기 때문에 국제 협력이 매우 중요 • 다양한 외국의 연구자들과 교류할 수 있는 토대 마련 • KOICA에서 추진 중인 다양한 지원 사업에 감염병 연구 분야가 자리매김 할 수 있도록 관련 분야의 협력이 중요하며, 일회성 지원보다는 현지 연구실 설치 운영 등 미래를 바라보는 적극적 투자 필요 • 신병종 감염병의 경우 세계화, 기후변화로 국내 발생뿐만 아니라 국외에서 발생 후 국내유입, 전파, 확산 됨(예, 2015년 메르스). 따라서 활발한 국제협력을 통한 신변종 감염병 기술 개발 및 감염병 발생정보에 공유에 대한 국제 네트워크 구축 필요 • 백신개발의 경우 신규 백신 대상 질병은 극히 예외적인 경우(MERS)를 제외하고는 해외에 질병 발생률이 대체로 높음. 이에 그에 따른 기초연구 결과가 해외전문기관이 보유하는 경우가 많음. 또한 국내에서 발생하는 경우라도 임상시험을 수행하기 위해서는 대체적으로 다국적 임상이 필요. 즉 공동 질병의 효능, 안전성 등을 평가하기 위한 대규모 임상 필요. 이에 따라 외국기관들과 협력체계를 구축, 공동개발 전략 수립으로 risk mitigation 전략이 수립되고 이를 지원해주는 국가 프로그램 확충 필요
인력양성 및 유치	• 감염병을 연구하는 연구인력(교수급과 연구원급 모두)이 많이 부족하며 이는 과거 25년간 만성병위주의 연구비 지급으로 인한 것. 2010년 이후 감염병 연구비를 바이러스 outbreak마다 목적성 연구비만 늘어났고, 이 또한 관심에서 사라지면 사라지는 연구비들이어서 지속적으로 연구인력 양성 및 유치를 할 수 있기에는 부족함. 인력양성과 유치에는 감염병 연구비의 지속적인 확대가 필수적 • 대학뿐만 아니라 의료기관에서도 연구가 가능하도록 제도 정비 • 해외 석학의 국내 연구 참여기회 적극 제공 • 비정규직 고용 개선이라는 정책 하에 학사, 석사 및 박사후 연구원 채용에 어려움이 있음. 현 시스템에서는 비정규직 연구원 채용 시 한 연구과제에서 인건비 전액을 근로소득으로 집행해야 하므로, 신규 연구원 채용에 어려움이 많음 • 현재 관련 인력구축 사업들이 추진되고 있는 것들을 국내 여러 회사 및 기관들, 국제 협력체계 구축 등을 통해서 효율적으로 전문성을 증진시키는 체계적인 프로그램 필요
인프라 구축	• 감염병의 특성상 고위험 병원체를 다룰 BSL3, BSL4의 구축과 연구자들이 이를 이용할 수 있게 규정 필요 • 백신과 치료제를 개발하기 위해서는 병원체 또는 임상환자의 인체유래물을 저장하고, 연구자들이 사용할 수 있게 유래물 은행을 구축 필요 • 유행에 따른 주제 선정이 아닌 기초연구에 대한 투자와 장기간의 지원 • 부처간 장벽을 허물고 필수 연구시설의 공유 및 장비의 공동 활용 방법이 구체적으로 모색되어야 함 • 고병원성 병원체 연구를 위한 생물안전 3등급 연구시설 설치 확대 및 사용의 편의성, 사용비용의 절감 등은 관련 분야 연구발전에 필요함 • 응용된 기술(치료, 백신, 진단제 개발 기술) 개발은 기초기전연구와 제대로 이루어져야 가능하므로 기초기전연구를 위한 연구 인프라 구축이 우선적 • 현재 관련 인프라 구축 사업들이 추진되고 있는 것들을 국내 여러 회사 및 기관들, 국제 협력체계 구축 등을 통해서 효율적으로 전문성을 증진시키는 체계적인 프로그램 필요

	정책제언
법·제도 개선	• 신변종 감염병 발생 시 대부분의 치료제와 백신이 개발되어도 환자에 적용할 때까지 오랜 시간이 걸리며, 여러 선진국과 WHO에서 이를 보완하기 위하여 여러 보완책(Fast track제도, animal rule을 이용하여 백신 허가) 마련했고 국내에도 이런 제도 필요. 고위험병원체의 임상샘플은 매우 중요한 연구재료이고, 많은 나라에서 이를 확보하기 위해서 위험을 감수하고 발병지역에 연구와 의료 인력 파견. 질병관리본부나 정부기관에서 신변종 감염병의 임상샘플 또는 병원체의 국내반입과 확보가 필요하고 이를 위한 제도 개선 필요 • 백신 국산화를 위해서 NIP에 해당하는 백신의 임상에 있어 국내 비율에 대한 유연성을 법적으로 확보 필요 • 장기적인 안목을 갖고 장기간 지원하는 제도 마련 행정적인 업무를 줄이고 간소화 • 과거 비정규직으로 분류된 연구원 제도는 R&D에 필수적이나 R&D 예산 내 인건비 규모에 전적으로 의존하는 관계로 타 사업 비정규직 전환자와 신분의 안정화가 다를 수 있으므로 연구 투입 인력의 안정적인 고용이 보장된 실질적 정년 보장 연구원 제도의 도입이 필요하며, R&D 예산을 주관하는 과기부 주관의 제도 개선 필요 • 선도그룹 내 국가들에 비하여 감염병 취급에 관하여 너무 지나친 법제도를 시행 중. 감염병 원인체 유출을 예방하기 위한 것이나, 관련분야 연구발전에 저해요인으로 작용
연구비 확대	• 신변종 감염병의 기전 연구, 특히 병원체에 대한 병인 연구 없이는 백신과 치료제, 진단제 및 예방 프로토콜의 개발은 불가능하므로 감염병 병원체에 대한 병인 연구에 대한 연구비 확대 필요. 신종 감염병의 백신 연구는 사업성문제로 대부분의 기업이 기피하므로 장래 발생할 신변종을 예측하여 mock vaccine 위주의 개발 연구 필요 • 감염성 질환에 대한 국가 연구비가 다른 분야에 비해 적음 • 정치적 상황 또는 유행에 따라 감염병 관련 연구비 규모의 증감이 이루어지면 안정적인 연구개발 업무 추진이 곤란하므로 대형/장기 예산 지원 필요 • 선도그룹 내 국가들에 비하여 관련 분야 연구비의 규모가 현저히 낮아 이에 대한 확대가 필요하며, 기존의 top-down 방식보다는 bottom-up 방식의 연구비 확대 필요 • 신변종 감염병 기술 개발에 필요한 기초기전연구에 대한 연구비 확대 필요 • 연구비는 그동안 국가재정을 통해 투자가 적극적으로 이루어지고 있으나 투자되는 재원이 효율적인 활용이 제대도 되지 않아 현재, 투자대비 성과가 낮음. 따라서 기존 투자를 효율적인 성과를 도출할 수 있는 효율적인 관리 시스템의 구축이 우선. 그러한 시스템의 구축이 이루어지면서 신규대상에 대한 투자 활성화 필요
기타 의견	• IT 기술을 접목한 방역체계 모색 항생제내성이나 의료관련감염 역시 신종 감염병의 하나로 생각할 수도 있으므로, ARLG(Antibacterial Resistance Leadership Group)와 같은 체계 구축 필요 • 융합과학의 개념이 도입된 지 오래이나 분야 간 교류가 상당히 소극적이며 인지도가 낮아 BT-NT-IT의 협력이 가시적 성과를 내고 있지 못함. 따라서 물리화학 분야 기초원천기술을 감염병(특히 진단-detection method 분야)에 적용할 수 있도록 협력의 장 마련이 시급

다 주요 분석 결과 요약

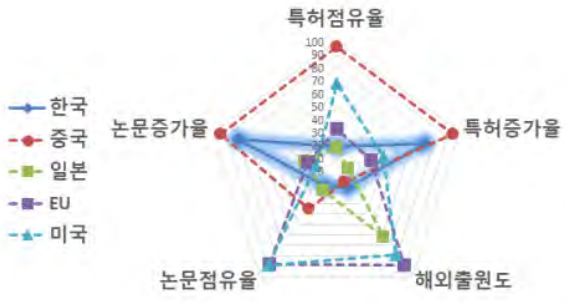
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	신·변종 감염병 대응기술	8,238	4,533	43.4%	36.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

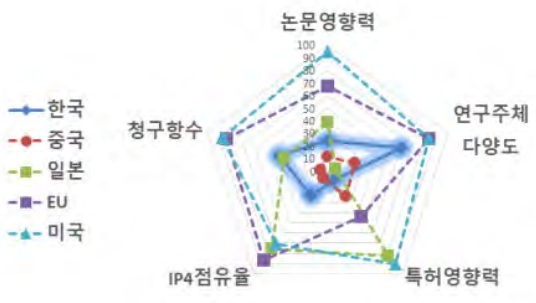
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	중국	미국	미국
	39.7%	45.1%	31.9	6.4
한국	5위	4위	4위	5위
	2.7%	7.4%	10.9	0.3
5개국 평균[2]	-	-	22.8	5.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

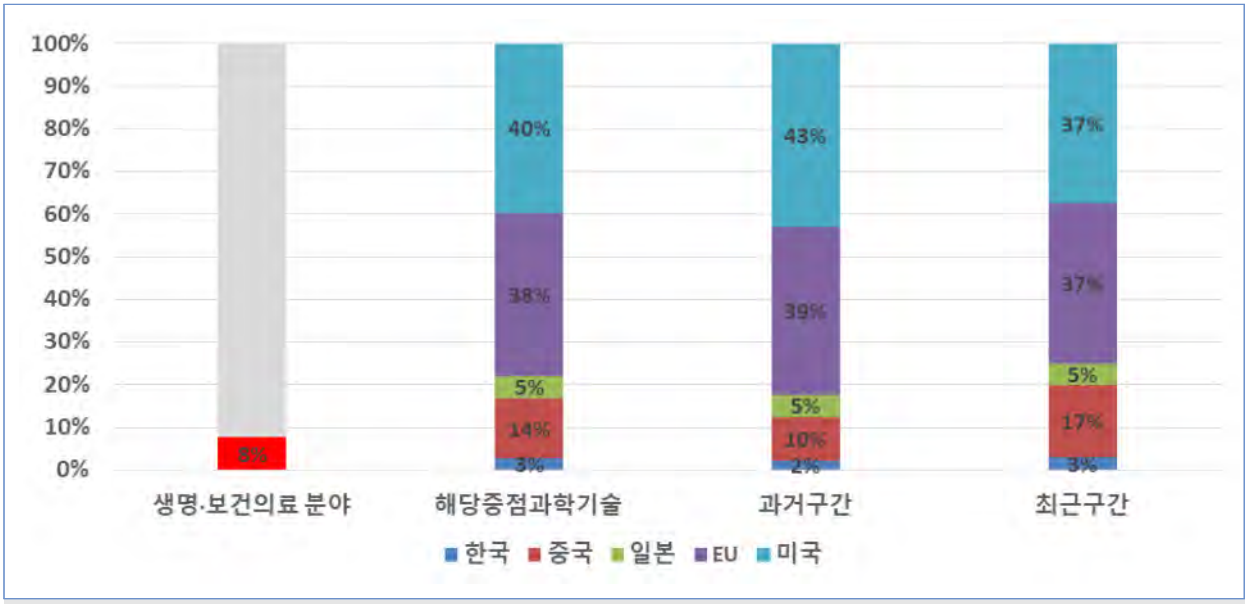
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.7%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(10.9)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(39.7%), EU(38.2%), 중국(14.2%), 일본(5.2%), 한국(2.7%) 순이며, 논문 증가율은 중국(134.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(31.9), EU(21.2), 일본(14.5), 한국(10.9), 중국(6.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(7.4%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(0.3)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(45.1%), 미국(26.7%), EU(13.6%), 한국(7.4%), 일본(7.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(99.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(9.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(6.4), 일본(5.5), EU(3.1), 중국(1.9), 한국(0.3) 순이며, IP4 점유율은 EU(46.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.7%	14.2%	5.2%	38.2%	39.7%
	논문 증가율	104.2%	134.4%	40.2%	36.4%	25.4%
	논문 영향력	10.9	6.5	14.5	21.2	31.9
	연구주체 다양도	0.93	0.95	0.78	0.98	0.94
특허 분석	특허 점유율	7.4%	45.1%	7.2%	13.6%	26.7%
	특허 증가율	49.6%	99.0%	-39.9%	-5.1%	7.5%
	해외출원도	1.2	0.2	6.4	9.9	8.2
	특허 영향력	0.3	1.9	5.5	3.1	6.4
	IP4점유율	14.8%	1.2%	38.8%	46.1%	36.3%
	청구항수	5.0	2.6	4.8	7.3	7.5

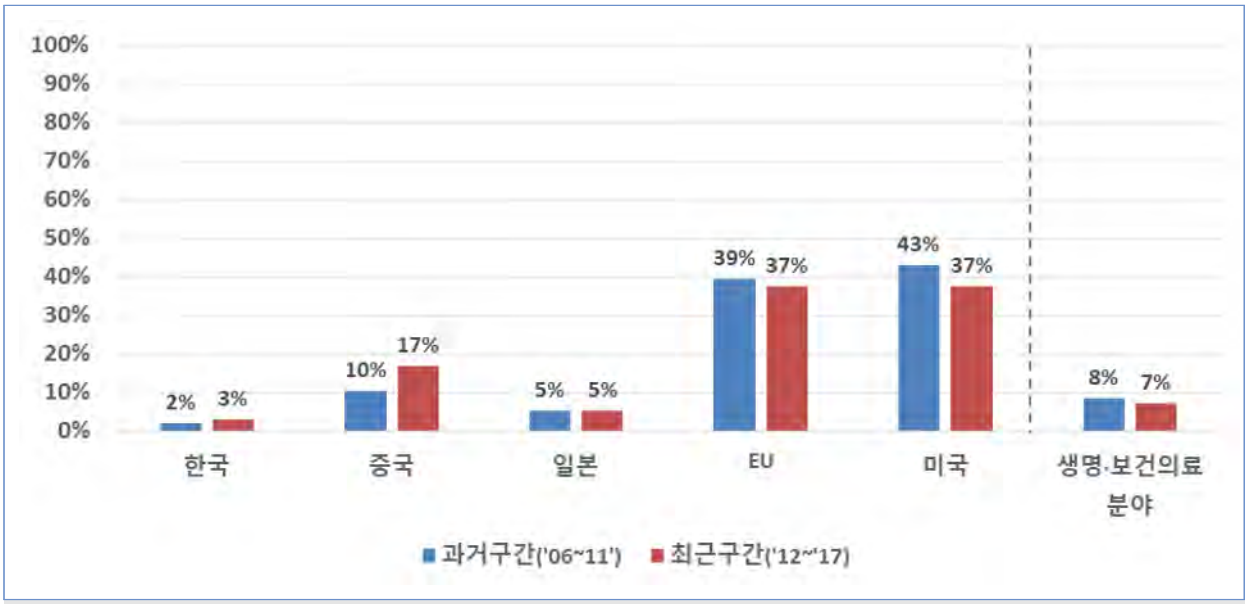
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 신·변종 감염병 대응기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 3271건으로 전체 논문의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 신·변종 감염병 대응기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

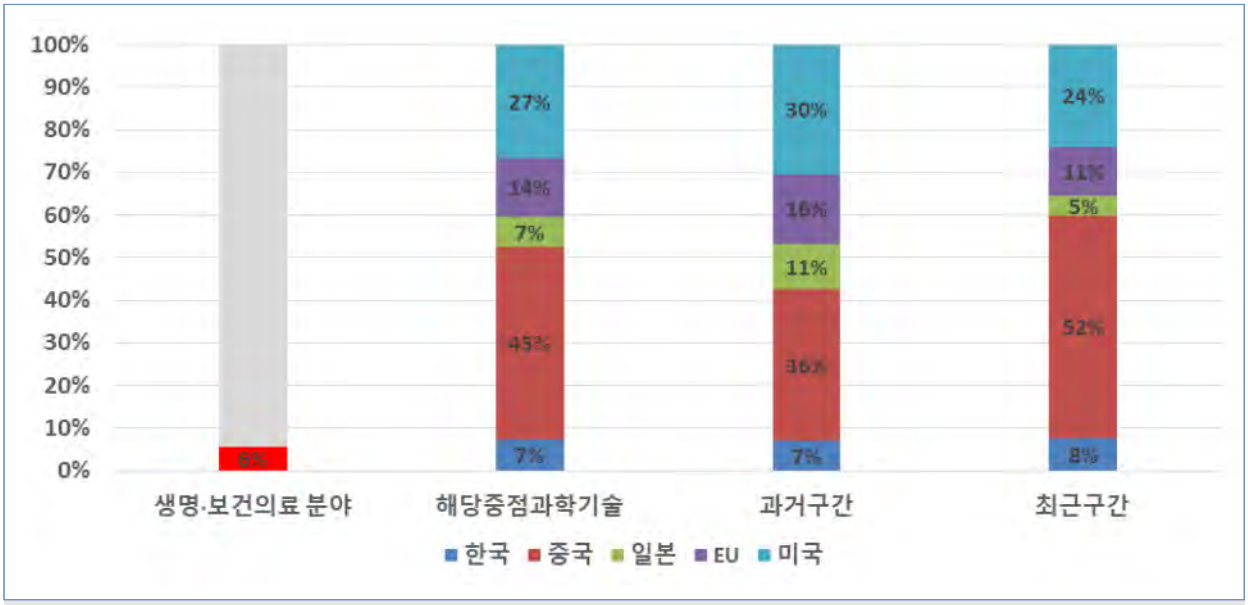


- 신·변종 감염병 대응기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 104.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	72	147	219	104.2%
중국	349	818	1,167	134.4%
일본	179	251	430	40.2%
EU	1,333	1,818	3,151	36.4%
미국	1,451	1,820	3,271	25.4%
전체	3,384	4,854	8,238	43.4%

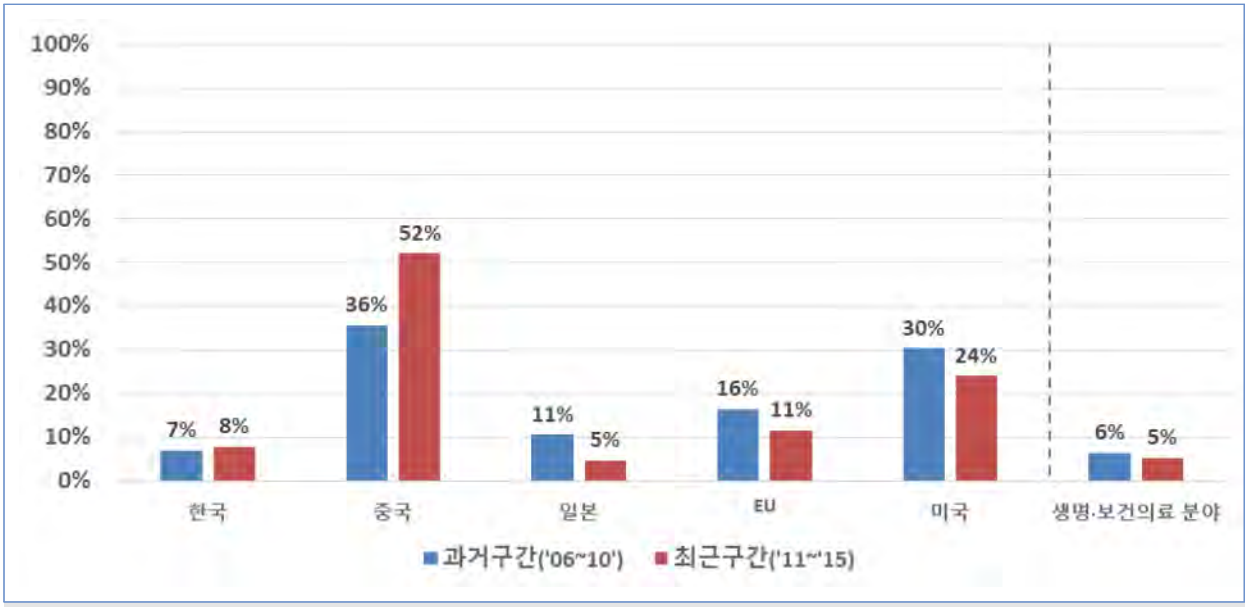
(4) 특허 점유율(전체)



● 신·변종 감염병 대응기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2045건으로 전체 특허의 45%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, EU, 한국, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 신·변종 감염병 대응기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



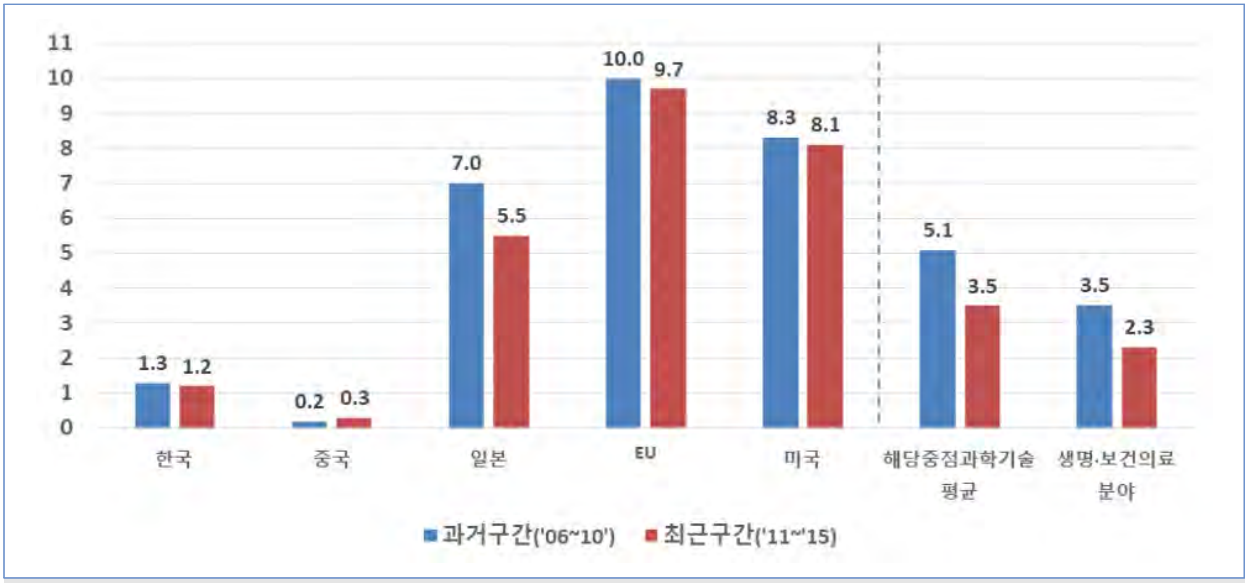
● 신·변종 감염병 대응기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 49.6%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	135	202	337	49.6%
중국	684	1,361	2,045	99.0%
일본	203	122	325	-39.9%
EU	316	300	616	-5.1%
미국	583	627	1,210	7.5%
전체	1,921	2,612	4,533	36.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

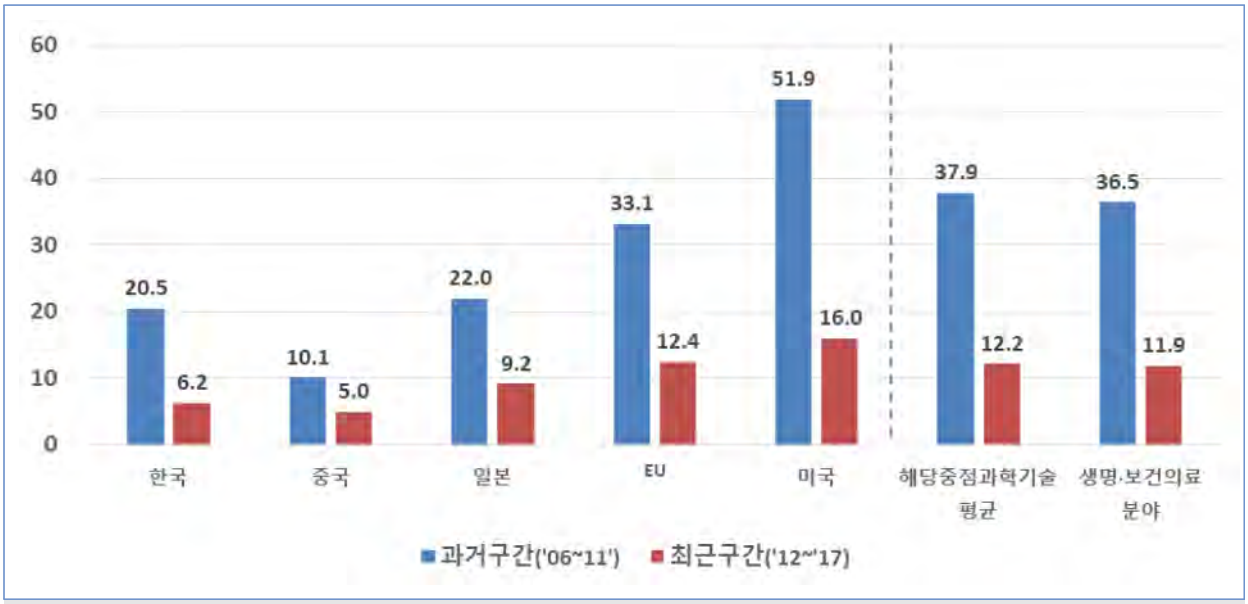


● 신·변종 감염병 대응기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

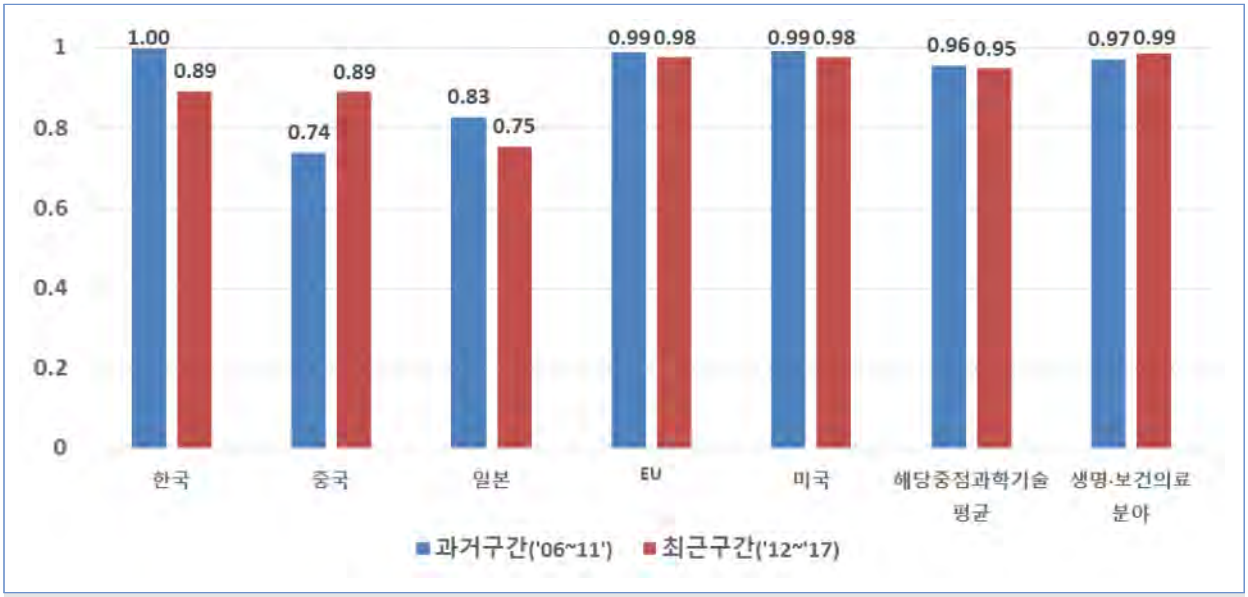
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



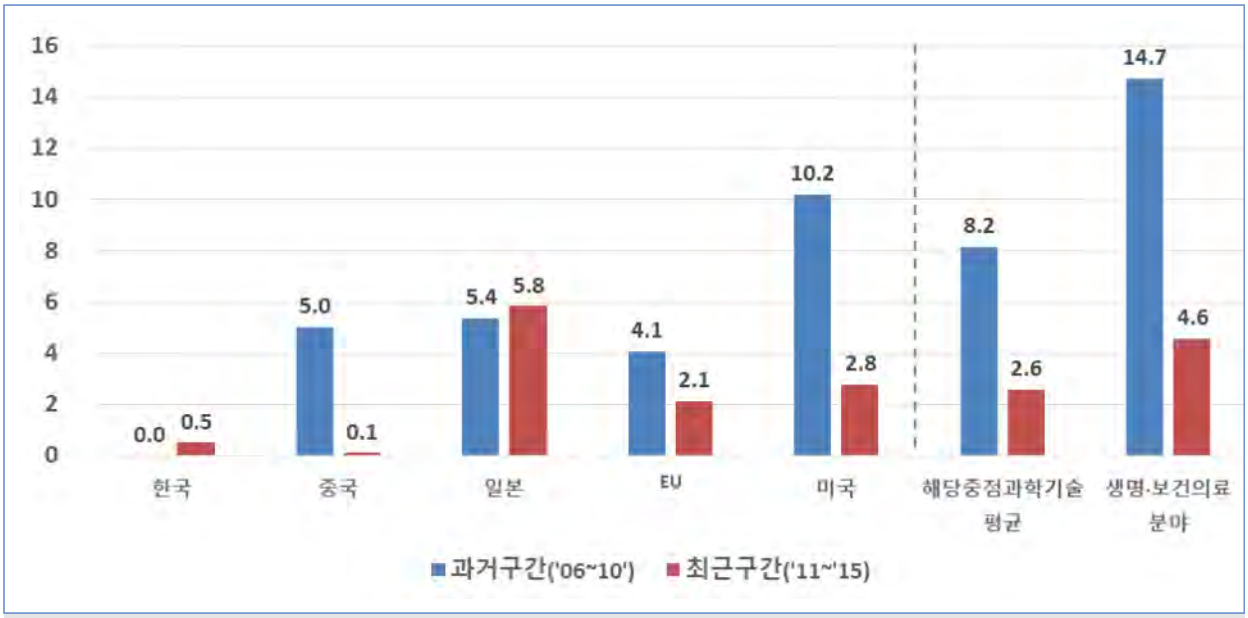
● 신·변종 감염병 대응기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



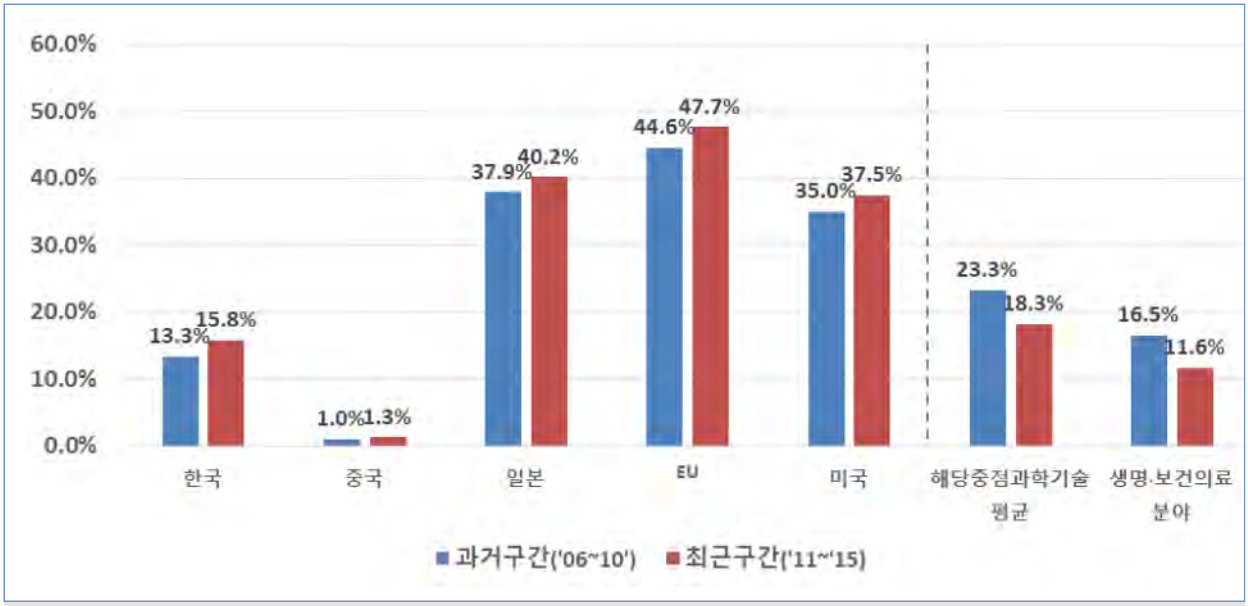
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



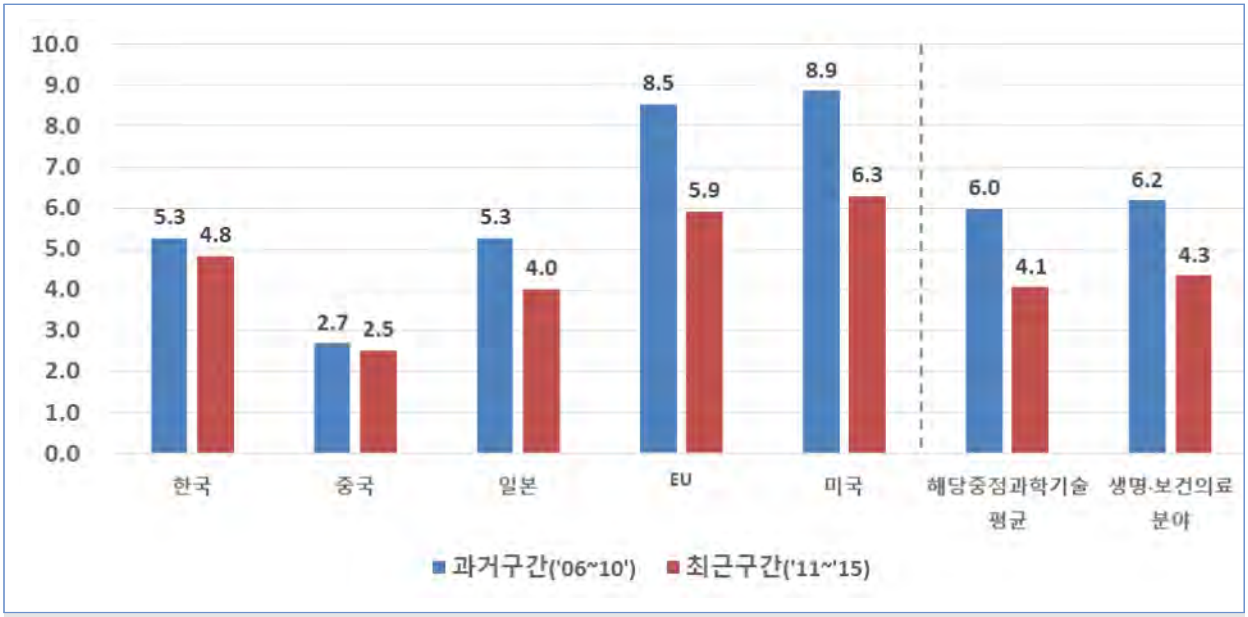
● 신·변종 감염병 대응기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 신·변종 감염병 대응기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 신·변종 감염병 대응기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

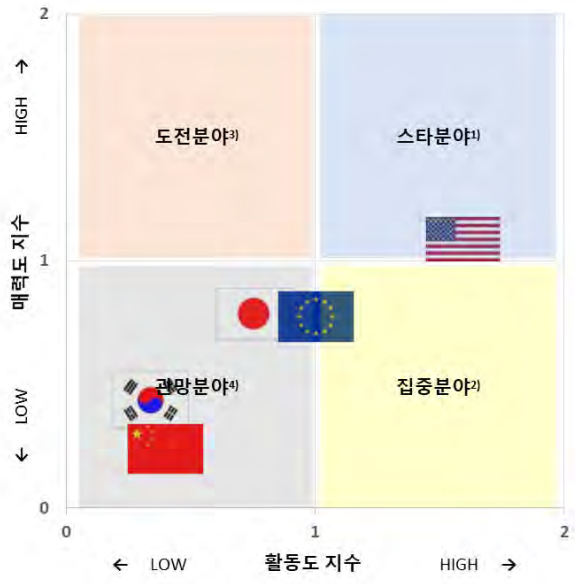
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

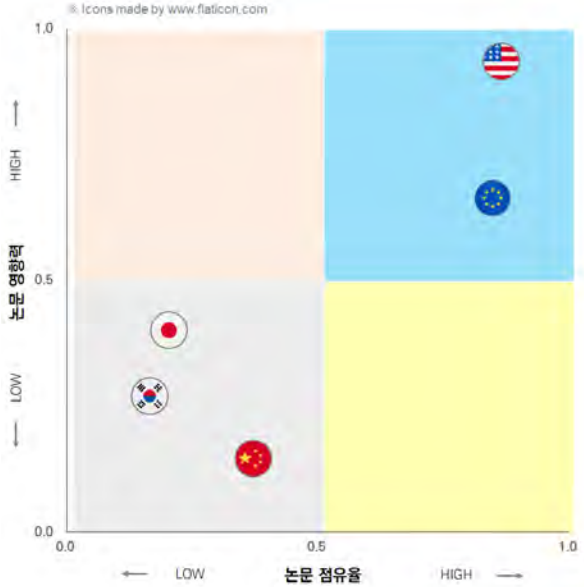
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 신·변종 감염병 대응기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

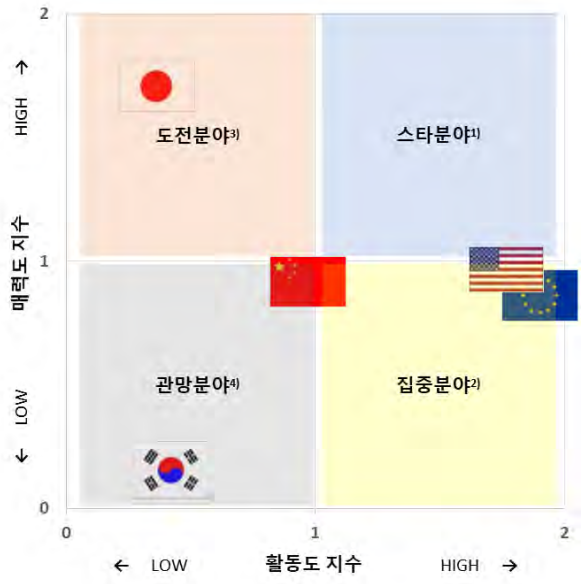


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

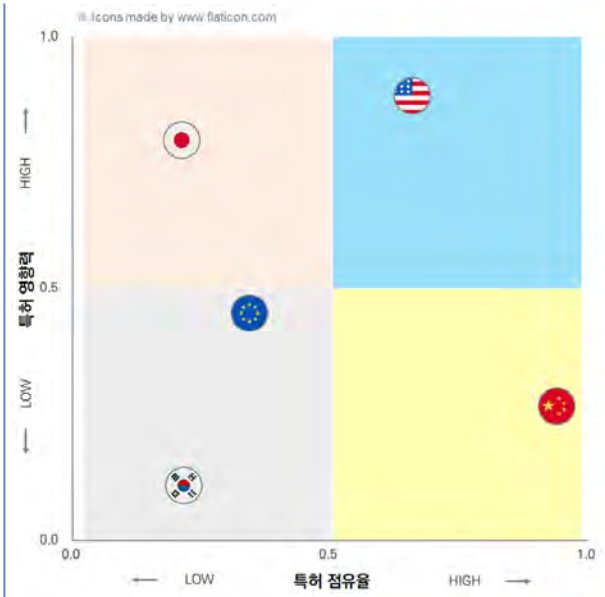
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 신·변종 감염병 대응기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION(0.75%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 5.94%(글로벌 점유율은 0.16%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION	미국	1.90%	0.75%	38.46%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.50%	0.59%	-18.52%
3	DUKE UNIVERSITY MEDICAL CENTER	미국	0.98%	0.39%	-40.00%
4	NATIONAL CANCER INSTITUTE	미국	0.92%	0.36%	0.00%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	미국	0.76%	0.30%	8.33%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.94%	0.16%	233.33%
2	SAMSUNG MEDICAL CENTER	3.20%	0.08%	-25.00%
3	CATHOLIC UNIVERSITY OF KOREA	3.20%	0.08%	500.00%
4	NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH	2.74%	0.07%	0.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	1.83%	0.05%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL	1.03%	0.15%	0.00%
2	FIRST AFFILIATED HOSPITAL	1.03%	0.15%	200.00%
3	NATIONAL INSTITUTES FOR FOOD AND DRUG CONTROL	0.86%	0.12%	900.00%
4	NATIONAL INSTITUTE FOR VIRAL DISEASE CONTROL AND PREVENTION	0.77%	0.11%	700.00%
5	WEST CHINA HOSPITAL	0.77%	0.11%	-50.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA UNIVERSITY	2.33%	0.12%	50.00%
2	NATIONAL INSTITUTE OF INFECTIOUS DISEASES	2.33%	0.12%	133.33%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	1.86%	0.10%	200.00%
4	UNIVERSITY OF THE RYUKYUS	1.63%	0.08%	-25.00%
5	SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	0.93%	0.05%	200.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KAROLINSKA INSTITUTET	0.76%	0.29%	500.00%
2	LABORATORY OF VIROLOGY	0.54%	0.21%	200.00%
3	UNIVERSITY OF OXFORD	0.51%	0.19%	175.00%
4	UNIVERSITY MEDICAL CENTER GRONINGEN	0.48%	0.18%	150.00%
5	WROCLAW MEDICAL UNIVERSITY	0.38%	0.15%	1000.00%

6 미국

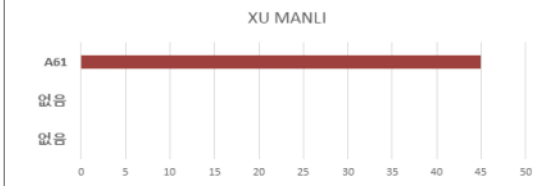
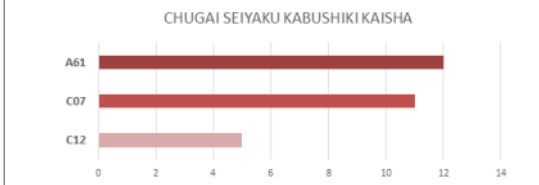
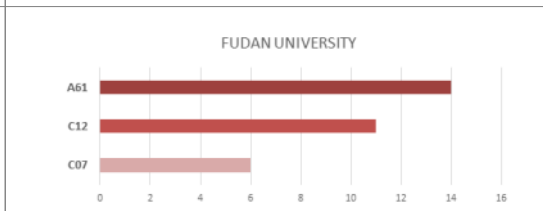
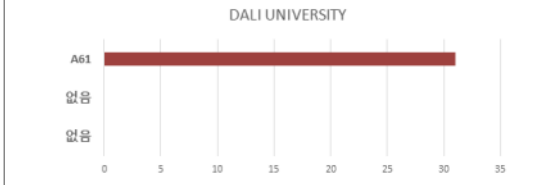
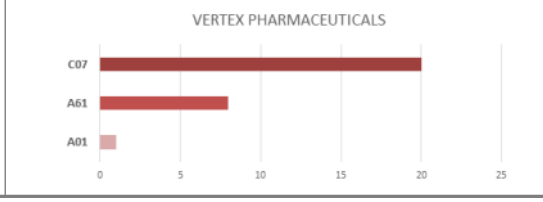
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION	1.90%	0.75%	38.46%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.50%	0.59%	-18.52%
3	DUKE UNIVERSITY MEDICAL CENTER	0.98%	0.39%	-40.00%
4	NATIONAL CANCER INSTITUTE	0.92%	0.36%	0.00%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	0.76%	0.30%	8.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'XU MANLI(0.99%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '대한민국(농림축산식품부 농림축산검역본부장)'가 6.53%(글로벌 점유율은 0.49%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'XU MANLIY'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를, '대한민국(농림축산식품부 농림축산검역본부장)'은 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

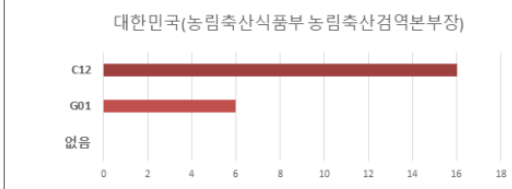
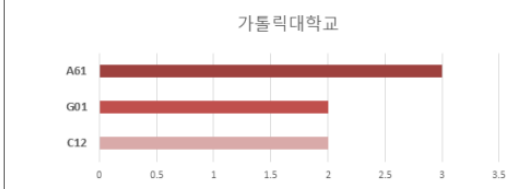
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	XU MANLI	중국	2.20%	0.99%	4400.00%
2	CHUGAI SEIYAKU KABUSHIKI KAISHA	일본	13.85%	0.99%	-20.00%
3	FUDAN UNIVERSITY	중국	1.76%	0.79%	160.00%
4	DALI UNIVERSITY	중국	1.52%	0.68%	-100.00%
5	VERTEX PHARMACEUTICALS	미국	2.40%	0.64%	283.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업

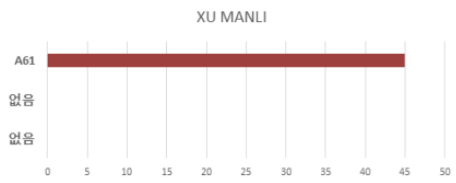
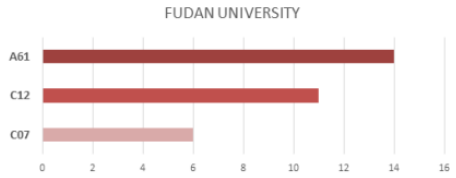
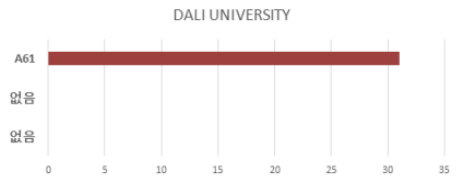
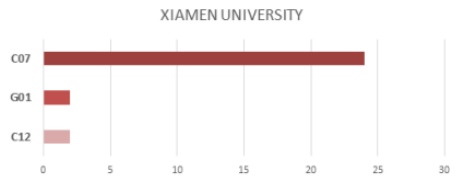
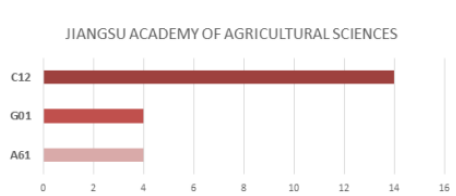
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대한민국(농림축산식품부 농림축산검역본부장)	6.53%	0.49%	114.29%
2	대한민국(농촌진흥청장)	5.64%	0.42%	-41.67%
3	엘지생활건강	3.26%	0.24%	1000.00%
4	아이진	2.67%	0.20%	25.00%
5	가톨릭대학교	2.37%	0.18%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

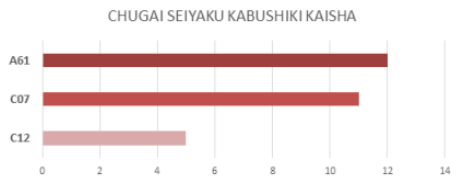
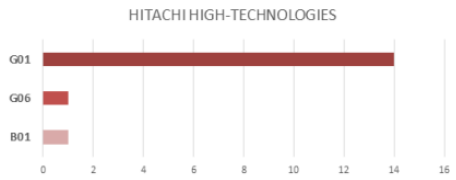
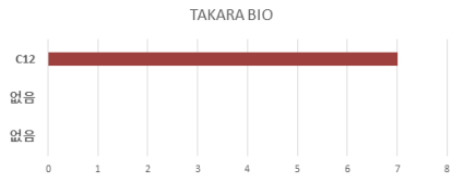
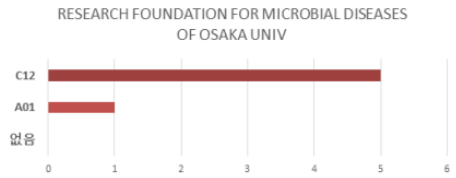
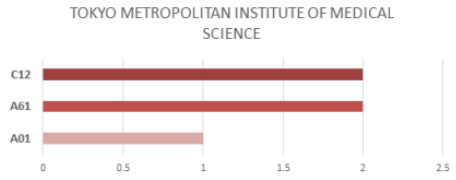
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	XU MANLI	2.20%	0.99%	4400.00%
2	FUDAN UNIVERSITY	1.76%	0.79%	160.00%
3	DALI UNIVERSITY	1.52%	0.68%	-100.00%
4	XIAMEN UNIVERSITY	1.42%	0.64%	283.33%
5	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	1.12%	0.51%	950.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
4		C07	유기화학
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학

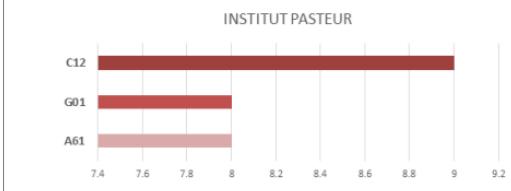
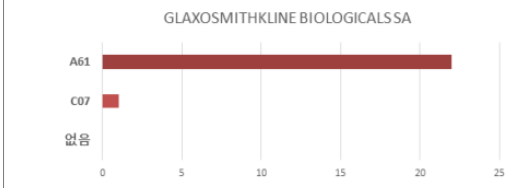
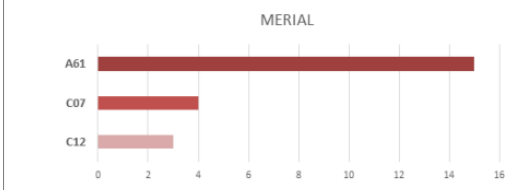
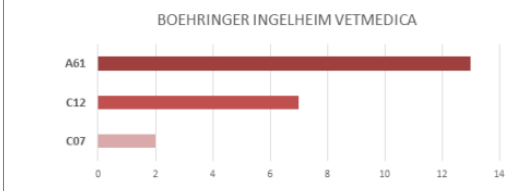
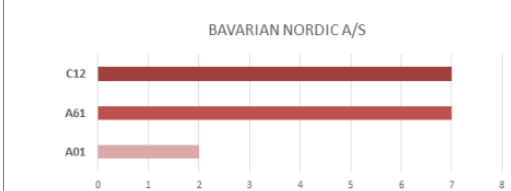
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHUGAI SEIYAKU KABUSHIKI KAISHA	13.85%	0.99%	-20.00%
2	HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES	4.92%	0.35%	-93.33%
3	TAKARA BIO	2.15%	0.15%	600.00%
4	RESEARCH FOUNDATION FOR MICROBIAL DISEASES OF OSAKA UNIV	1.85%	0.13%	400.00%
5	TOKYO METROPOLITAN INSTITUTE OF MEDICAL SCIENCE	1.54%	0.11%	-33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
2		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
3		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		-	-
		-	-
4		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
5		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업

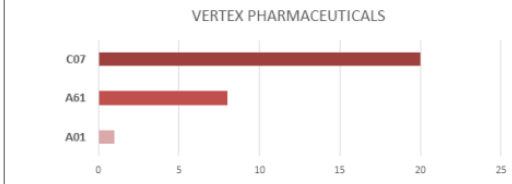
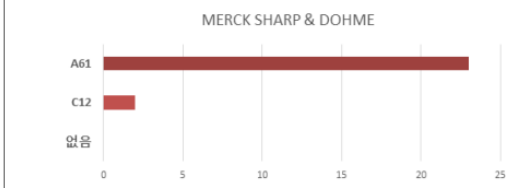
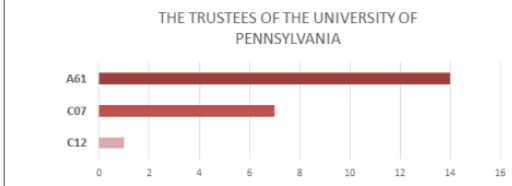
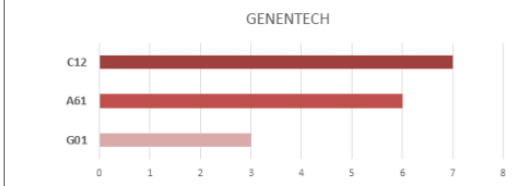
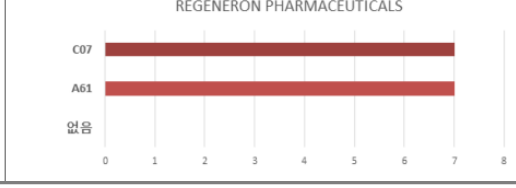
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INSTITUT PASTEUR	4.06%	0.55%	27.27%
2	GLAXOSMITHKLINE BIOLOGICALS SA	3.73%	0.51%	-64.71%
3	MERIAL	3.57%	0.49%	20.00%
4	BOEHRINGER INGELHEIM VETMEDICA	3.57%	0.49%	166.67%
5	BAVARIAN NORDIC A/S	2.60%	0.35%	66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	VERTEX PHARMACEUTICALS	2.40%	0.64%	283.33%
2	MERCK SHARP & DOHME	2.07%	0.55%	157.14%
3	THE TRUSTEES OF THE UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	1.90%	0.51%	87.50%
4	GENENTECH	1.40%	0.38%	-69.23%
5	REGENERON PHARMACEUTICALS	1.16%	0.31%	150.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
5		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–

62 한의약 효능 및 기전 규명기술



62 한의약 효능 및 기전 규명기술

중점과학기술 개요

- ☑ 한의약의료기술에 속하는 한약 및 침구 등에 대한 과학적인 효능과 부작용을 규명하고, 이에 대한 기전을 규명하는 기술
- ☑ 기존의 약학과 의학 및 IT, BT, NT 등 현대과학의 종합적인 지식과 기술, 구조를 이용하여 한의약의 과학적인 근거와 개념을 재해석할 수 있는 기술
- ☑ 예시로, 약물요법(한약 등)과 비약물요법(침뜸 등)의 효능 규명기술, 이를 위한 기반기술(정보, 바이오 등)과 이를 활용한 응용분야기술(헬스케어, 식품의약품, 기능성소재 등)로 나눌 수 있음

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

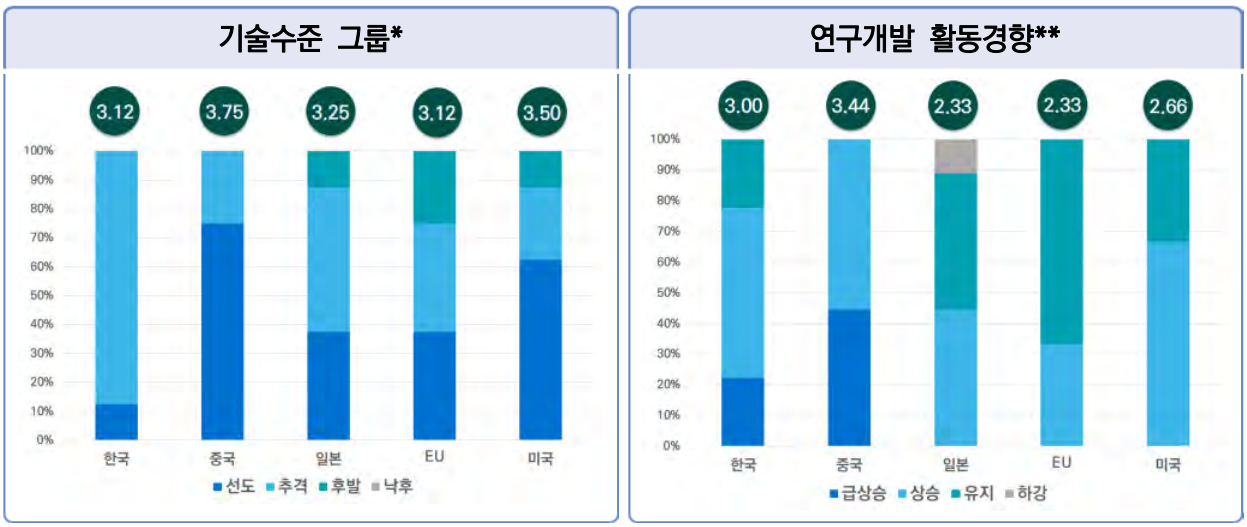
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	82.5	3.5	추격	우수	보통	상승
중국	100.0	0.0	최고	우수	우수	상승
일본	80.5	3.8	추격	우수	우수	유지
EU	79.0	3.0	추격	보통	우수	유지
미국	89.0	1.0	선도	우수	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	85.0	4.0	82.5	70.0	86.5	12.0	3.5	1.5	5.0	2.9
중국	100.0	0.0	100.0	85.0	100.0	13.1	0.0	0.0	1.5	1.6
일본	81.0	3.5	80.5	77.5	85.0	12.5	3.8	2.3	5.0	2.2
EU	80.0	3.0	79.0	75.0	90.0	10.4	3.0	2.0	4.5	1.4
미국	90.0	0.5	89.0	77.0	97.5	13.6	1.0	0.3	2.8	5.0

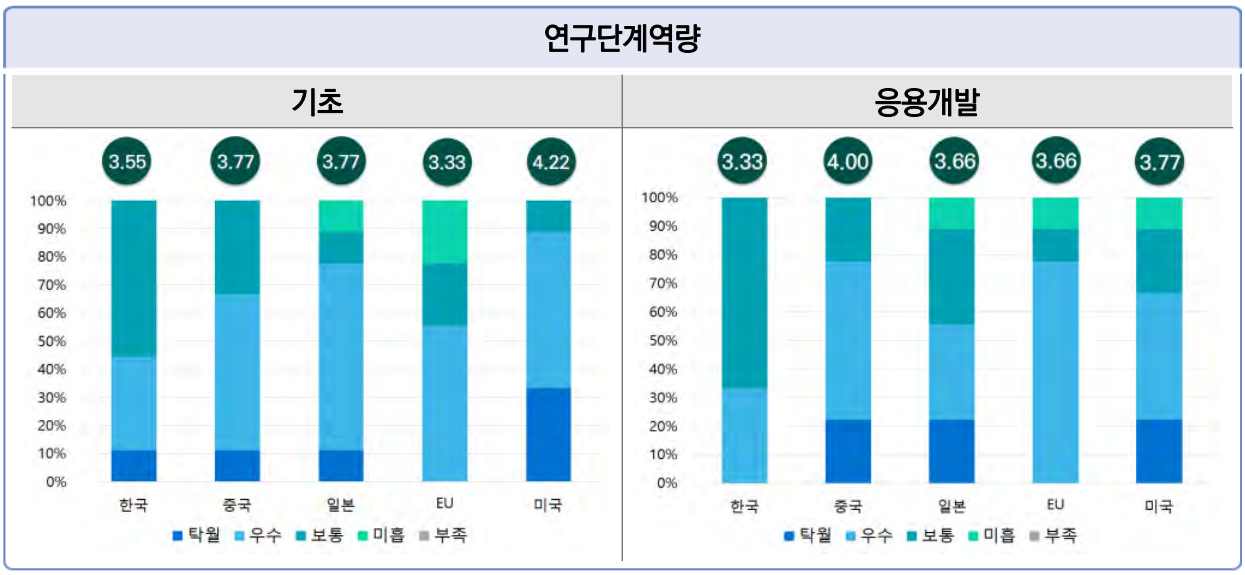
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (82.5%)	• 전체적으로 중국을 추격하는 상황 • 최근 표준임상진료지침사업단 사업이 운영 중이기는 하나 아직 연구 성과로 나온 내용들은 부족함 • 미국과 유럽에서 임상을 진행하여 글로벌 수준으로 도약을 추진 • 일부 의료 국가시스템상의 진입 국가 연구개발비 확대
중국 (100%)	• 양적으로 가장 많은 연구 성과 창출하고 있으며, 최근 질적인 면에서도 눈에 띄는 개선이 있음 • 한의학 정보해석, 한의학자원 보존기술은 뛰어나나 현대의학과 접목하여 글로벌 개발하는 기술은 한국에 비하여 뒤떨어짐 • 한의학이 국가의 정식 의료기술 체계에 포함됨 • 국가 핵심 정책으로 지원 건강보장시스템에서 최우선 의료산업으로서 의사 수 대비 중의약 산업이 서의약 산업보다 성장 • 중의약 산업 정부주도의 세계화 및 산업화 지원 • 지속적인 정부 투자와 관심을 바탕으로 논문, 관련 산업 및 임상에서 탁월한 성과 유지
일본 (80.5%)	• 전통의학의 제제기술 선진화 그러나 진단기술 등 서양의학과 통합에 따른 차별화 미비 • 제제화 기술은 뛰어나나 나머지 부분은 미흡함 • 쯔무라 같은 제약회사를 보유 • 일부 한의학 기술이 사용되고 있으나 대부분 한의학기술 등은 공식 의료체계에 포함되지 않음 • 감포메디신의 산업규모 큼 • 건강보험시스템상의 보장성 좋음 • 감포메디신의 의료시스템 부재
EU (79.0%)	• 중의학보다는 자국 전통의학이 과학화에 집중, 중국에 비해 임상분야 다소 미흡 • 산발적인 연구 결과들 도출 • 유럽지역의 천연자원 개발 기술과 역량은 우수하나 한의학 전반적인 역량은 부재 • 원료동등성, 표준화 관련 기술 보유 • 일부 한의학기술이 비의료 요법으로 사용되고 있음 • 국가정책상의 미흡 한약제제산업의 시장부족 • 독일, 오스트리아 등의 통합의학측면에서의 지원시스템 구축
미국 (89%)	• 양적으로는 부족하지만, 질적으로 우수한 연구 성과 제시 • 한의학이 국가의 정식 의료기술체계로 포함되어 있지 않아 침 등의 방법은 보조요법이나 비의료 체계임 • 기반기술이 세계적 수준으로 융합연구가 활발하게 진행됨 • 건강보험시스템상의 체계적 진입 • 기술 수준은 우수하나 관련 분야에 대한 이해 부족

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국가의 공식의료체계상 포함되어 있어 한의학 진단, 침 등이 국가의 공식 의료보험체계에서 지원됨 • 최근 한의약 전반적인 기술들을 세분화하여 발전시키고 있으며, 한의약기반 글로벌 천연물 의약품 개발 기술은 우수한 수준 • 법률제정 등 국가지원기반 마련 • 퇴행성 신경계 분야, 통증, 중독 등 다양한 질환에 대한 한의약 기술 적용 가능성에 대한 연구 수행 • 우수한 기초연구 역량 • 높은 신뢰도의 연구 성과 • 기술, 인력 인프라에서 점진적으로 발전 중 • 한약 관련 임상 기술 응용에서 강점 보유	• 진단기기 등의 분야에서 서양의료 기기 등의 발전에 따라 추적을 받고 있음 • 전통지식의 과학적 이해도 부족 • 국내 제도적 문제로 인해 상호 협력 미흡 • 최근 의료기기 개발 수요가 있으나 임상적용단계에서 거리가 있음 • 연구 성과물이 임상-산업화로의 길목에 제도적인 제한점이 장애물로 작용 • 일정 수준 이상을 넘기기 힘든 임상 인프라
중국	• 국가의 공식의료체계상 포함되어 있어 한의학 진단, 침 등이 국가의 공식 의료보험체계에서 지원됨 • 한약물의 고부가 기능소재개발 분야에서 발전이 빠름 • 정부 주도하에 중의학 현대화와 글로벌화를 통한 발전 도모 • 한방과 양방의 협업체계가 잘 이루어져 상호 발전 • 중국 중의과학원은 산하 병원만 6개 기관이 있을 정도로 규모가 다른 연구 집단을 압도 • 인력 및 인프라에서 강점을 가지고 있으며 큰 규모의 임상연구 수행 가능 • 국가적으로 잘 디자인된 발전전략을 바탕으로, 연구와 산업 및 임상에서의 활용이 점진적으로 발전 중 • 최근 범국가적으로 더욱 연구개발에 박차를 가함	• 바이오의료기술 전반적으로 낙후되어 있음 • 연구자들의 과학적 수행 수준 • 연구신뢰도 및 투명성 부족 • 연구의 투명성 • 국가 자체의 중진국형. 그러나 성장성 큼 • 줄기세포, 신경과학 등 바이오 분야에 중국 R&D역량을 집중하여 중의약 분야의 기초연구 역량은 상대적으로 미흡한 편
일본	• 기초연구는 우수하나 한약 관련 기술에서 비약물요법 등은 국가의 공식의료체계에서 애매한 위치 차지 • 의료 일원화되어 있고, 제제학 부문이 역량이 우수하고 발전을 이루고 있음. 일반의약품으로의 제제화 기술 및 전 세계 시장 점유율 증가 • 규격화된 한약을 제조하고 품질을 관리하는 분야에서 기술 선도 • 우수한 기초연구 역량 • 높은 신뢰도의 연구 성과	• 캄보드럭으로 전통의학이 정지되어 있음 • 서양의학과의 병합으로 기초연구가 전통지식 기반이 적음 • 한약을 제외한 분야에서 제조기술을 제외하고 연구역량은 자국 내 다른 분야에 비해 낮은 편 • 제도적인 한계로 연구에 있어 제한 존재 • 연구자의 풀이 약함

국가	강점분야	기타
	• 실용적인 학풍 • 연구관련 체계적 인프라 양호 • 한약 관련 기술에서 특히 고방의 응용에서 강점 보유	
EU	• 몇몇 분야에서 국가의 전통기술로서 천연물(한약소재)을 이용하는 연구 등 활발 • 유럽지역의 전통의약, 생약들은 잘 정리됨 • 바이오 의료기술 전반적으로 우수 • 천연물의약품 관심도 증가 • 영국, 독일, 프랑스 등을 중심으로 전통의학에 대한 관심이 증대됨 • 보편적 사회보장제도에 포함시킬 수 있는 의료기술로써의 가능성에 대해 지속적으로 평가 중 • 우수한 기초연구 역량 • 창의성이 탁월한 여러 학자들 보유 • 연구관련 체계적 인프라 양호	• 전통의약 기술 부재 • 타 지역 전통의약에 대한 인식이 매우 낮음 • 서양 의학적 단순 접근 • EU 지역 중의약 분야 연구 역량이 상대적으로 미흡 • 전통적 임상기원의 연구전략은 약함
미국	• 의료기기, 기초연구 등의 분야 발전에 따라 한의학의 많은 분야가 서양의학으로 점차 편입됨 • 바이오의료기술 전체가 우수 임상기술 최고이며, 전 세계 전통의약들이 전 세계 진출을 위하여 미국에서 개발 중 • 국가적 보험제정 등 지원 • 통증 분야에 진통제 사용량을 줄이기 위해 다양한 대체의학기술의 후보 중 하나로 가능성 탐색 • 다양한 신약 파이프라인을 보유하고 있는 만큼 새로운 유효물질 라이브러리 축적을 지속적으로 진행 • 높은 신뢰도의 연구 성과 • 기술적 면에서 우수하고 융합도가 높은 편 • 기술, 인력 및 인프라에서 연구관련 체계적 인프라가 양호함 • 국가연구개발 및 기관 우수	• 미국 자체 보유한 전통의약 노하우 부재 • 사양 의학적 접근으로 한계 • 미국 내 중의약 분야 연구 역량이 상대적으로 미흡 • 전통적 임상기원의 연구전략은 약함

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	4위	2위	5위	1위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국민건강보험공단에서 실시하는 연간 정기검진에 한의계의 참여로 "한의학적 건강"의 기준에 대한 정의 필요 • 다기관 연구 장려 • 한의학이 타 현대의학 및 현대과학과 융합 및 협력을 통하여 현대화, 고도화, 글로벌화 추구 • 산학연구 강화 • 융합한의과학에 대한 전략적 지원
국제협력 촉진	• 국제 표준화에 대한 공동 참여 • 중국 임상연구 제도에 대한 소개 • 산업 측면에서 국내시장은 포화되어 있고, 지금의 현황에서는 확장 및 발전이 어려우므로 국제협력을 확대하여 글로벌 경쟁력 확보 • 해외 소재 보유국 또는 원료의약품 선진시설 보유국가와의 국제 협력 • 한의학의 세계화를 위한 국제협력 추진 • 중국 중성약의 미국, EU 시장 공략 전략 연구
인력양성 및 유치	• 현 의원급(대학 6년제 졸업)에서 전문의(레지던트 이수)수준의 인력양성 프로그램 개발 및 적용 • 향후 한약제제가 일반의약품이 아닌 전문의약품으로 분류되어 전문가에 의한 관리의약품으로 지위 향상 • 연구인력 양성을 목표로 한 과제 생성 • 현재까지 양성된 인력들을 글로벌 인재로 전환양성 필요 • 과학적 연구력을 갖춘 한의학 인력의 양성 • KMD-PHD 인력양성 프로그램이 없으므로 이에 대한 정책과 연구재정지원 필요
인프라 구축	• 기존 임상연구센터, 대학 등의 연계시스템 구축 필요 • 정부출연연 한국한의학연구원 내 임상시험센터 설립 • 현재까지 구축된 인프라를 글로벌 연구개발 인프라로 전환 및 신규 구축 • 연구중심병원, 중개연구 활성화를 위한 상급병원으로서의 한방병원의 역할방안 필요
법·제도 개선	• 의료법 및 의과대학 교육의 일원화 등 제도개선 • 한약제제가 일반의약품이 아닌 전문의약품 추진 • 한의학의 특성을 반영한 임상시험 규정 정비 • 한의학과 현대의학이 잘 융합하여 국내경쟁력이 국제경쟁력으로 승화될 수 있도록 국제현황에 맞는 법(보건의료법 및 특허법 등)과 제도 개선 필요. 특히 현재의 국내 특허제도는 원료의 용도발명만을 인정하고, 지표성분에 대한 발명이나 제법발명이 특허성을 인정받지 못하고 있으므로 국제경쟁력을 확보할 수 없음

	정책제언
	• 천연물의약품과 한약제제 품목허가 관련 제도 개선 시급 • 한의학의 의료보험 체계 지속적 편입 • 한의학은 예방, 진단, 치료, 재활, 건강증진 등의 분야에 따른 임상, 중개연구가 이루어져야 근거중심의 한의학으로 국민과 의료산업계에 기여할 수 있으나 연구자체의 정량화를 할 수 있는 진단, 치료 기기 등의 연구용마저 사용이 제한되어 있어서 이에 대한 규제 철폐 필요 • 임상적 사용과 전통적 기술을 제도권(특히 건강보험)에 빨리 삽입하여 산업화를 이끌어야 함
연구비 확대	• 제도개선의 의지와 함께 추진 필요 • 한의학 및 한약제제의 현대화(안전성 및 유효성 등)를 위한 연구비 확대 • 한의약 부분이 글로벌 신약으로 진출할 수 있도록 국내연구개발에 한정되어 있는 연구비를 글로벌 개발 연구비로 확대 • 한의학과 양의학의 협력관계 구축 및 연구력 확대을 위한 연구비 지원 • 한의학분야의 연구비에 대한 장기적인 플랜과 지원 확대
기타 의견	• 변증과 경험 중심의 한의약 이론을 현대 생리학, 병리학 및 약리학으로 연계하여 근거 중심의 현대화를 위해 – 한의변증 현대화사업(현대의료기술 기반 진단 및 치료기술 개발) – 한약 현대화사업(약리기전, 약동학 접근기술, 표준화기술, 제형화 기술) – 스마트팜 기술 개발 사업(농산물이 아닌 품질균질성의 의약용 한약재 원료 생산기술) • 현대과학 및 현대의학과 융복합이 한의약부분에서 절실하며, 제도 개선, 규제 개선, 융복합 기획 또는 연구과제 연구비 지원 필요 • 현재 누적된 심평원 자료를 약 개발에 사용하면 좋은 전략이 될 것이나 개인정보보호법으로 걸림돌이 되고 있음. 인적사항 없이 데이터만 공유할 수 있는 IT 분야와의 융합 필요

다 주요 분석 결과 요약

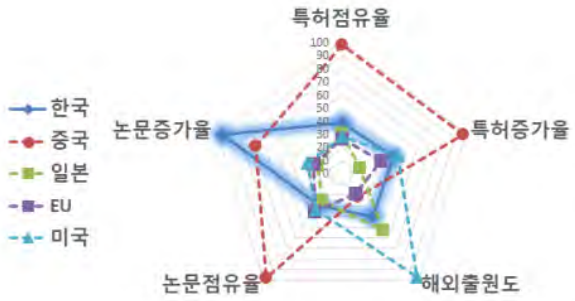
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	한의약 효능 및 기전 규명기술	3,586	1,329	71.7%	100.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

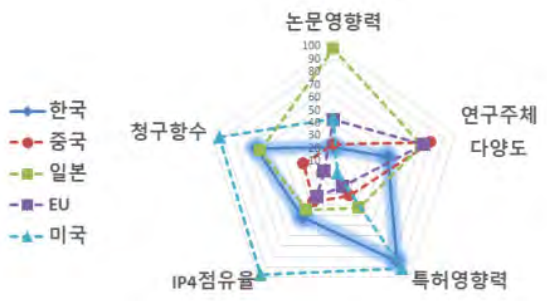
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	일본	미국
	76.6%	83.4%	76.2	3.5
한국	4위	2위	5위	2위
	4.7%	10.8%	6.2	3.0
5개국 평균[2]	-	-	11.6	2.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

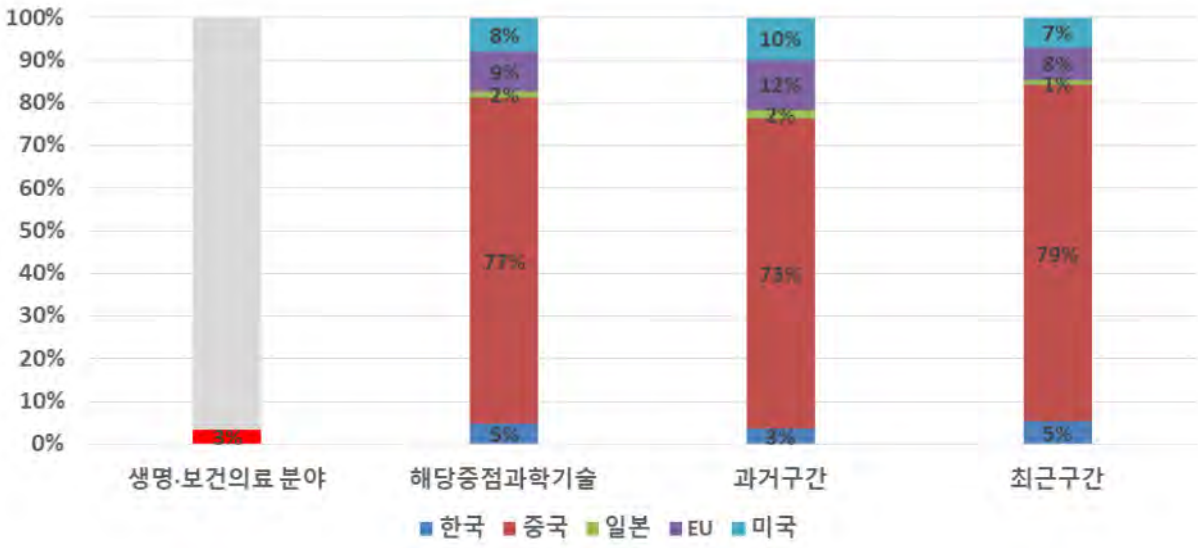
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.7%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(6.2)은 주요 5개국 중 5위
  - 논문 점유율은 중국(76.6%), EU(9.1%), 미국(8.1%), 한국(4.7%), 일본(1.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(163.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 일본(76.2), 미국(22.7), EU(22.2), 중국(8.2), 한국(6.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(10.8%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(3.0)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(83.4%), 한국(10.8%), 일본(3.9%), 미국(1.7%), EU(0.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(132.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 미국(2.5)이 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(3.5), 한국(3.0), 일본(1.0), 중국(0.5), EU(0.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(13.6%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(6.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.7%	76.6%	1.6%	9.1%	8.1%
	논문 증가율	163.0%	85.8%	3.6%	11.7%	20.6%
	논문 영향력	6.2	8.2	76.2	22.2	22.7
	연구주체 다양도	0.77	0.93	0.93	0.94	0.86
특허 분석	특허 점유율	10.8%	83.4%	3.9%	0.2%	1.7%
	특허 증가율	14.9%	132.0%	-32.3%	0.0%	20.0%
	해외출원도	0.6	0.1	0.9	0.0	2.5
	특허 영향력	3.0	0.5	1.0	0.0	3.5
	IP4점유율	2.8%	0.7%	1.9%	0.0%	13.6%
	청구항수	3.8	1.6	3.7	0.0	6.5

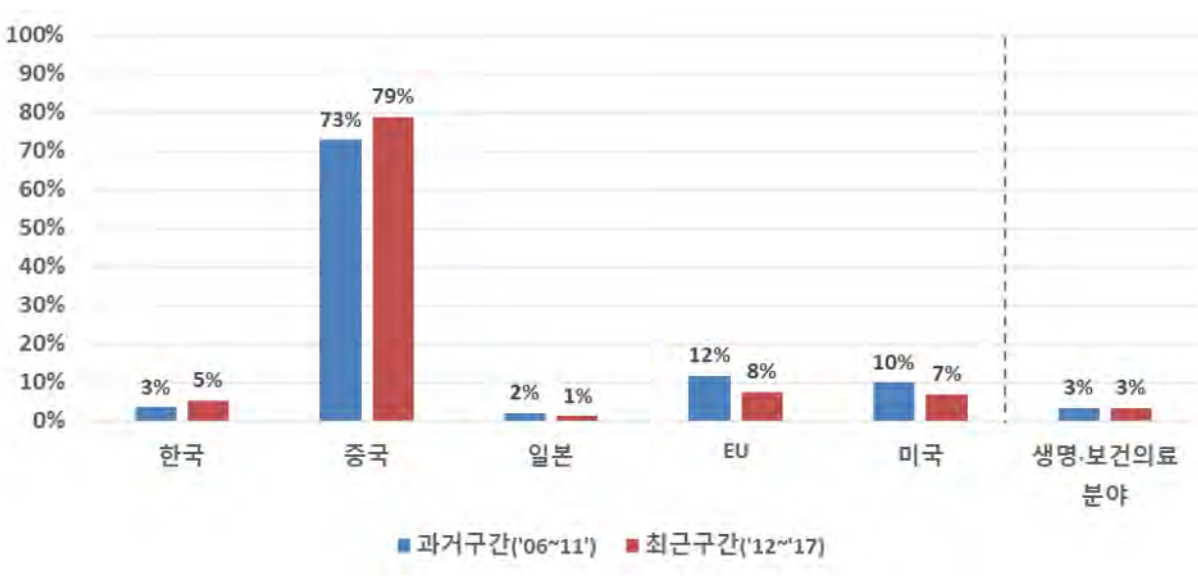
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 한의약 효능 및 기전 규명기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 2747건으로 전체 논문의 77%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 미국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 한의약 효능 및 기전 규명기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 3%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

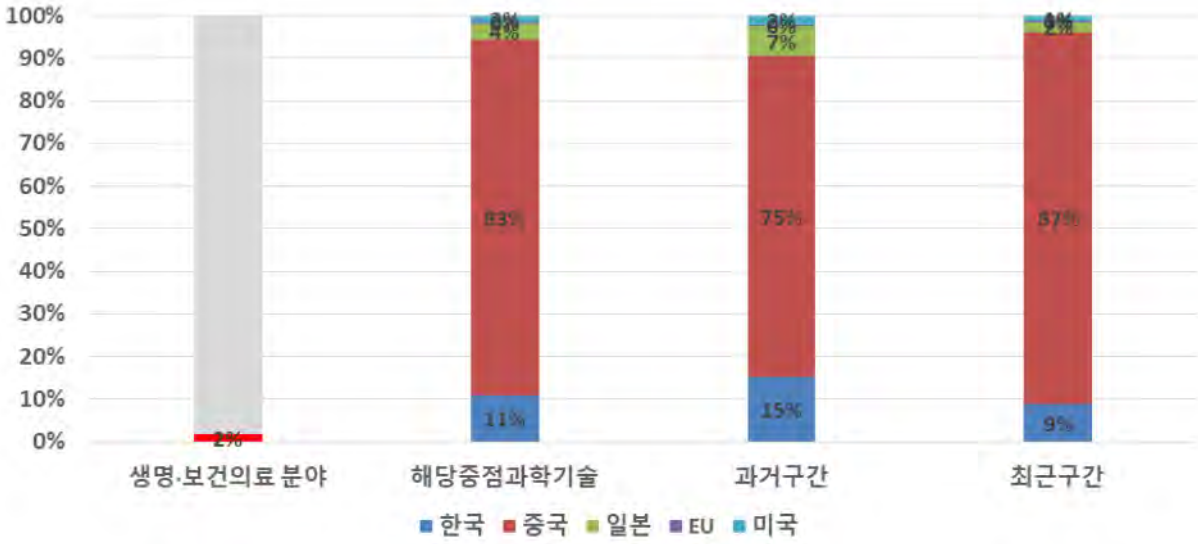


● 한의약 효능 및 기전 규명기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 163%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	46	121	167	163.0%
중국	961	1,786	2,747	85.8%
일본	28	29	57	3.6%
EU	154	172	326	11.7%
미국	131	158	289	20.6%
전체	1,320	2,266	3,586	71.7%

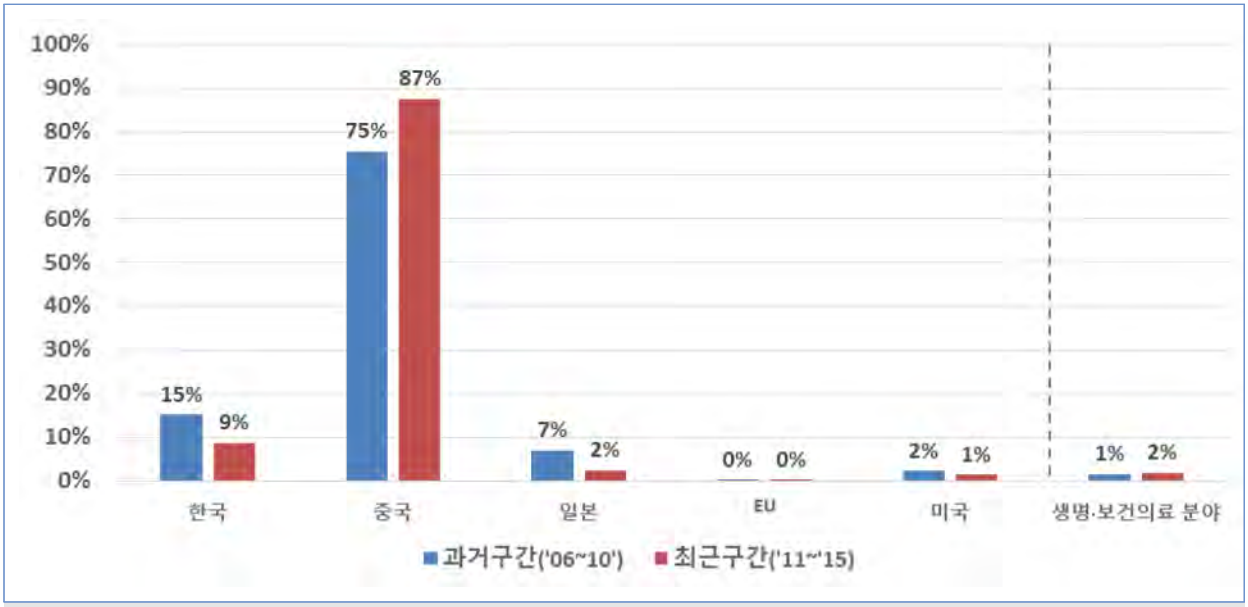
(4) 특허 점유율(전체)



● 한의약 효능 및 기전 규명기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1109건으로 전체 특허의 83%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 한의약 효능 및 기전 규명기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



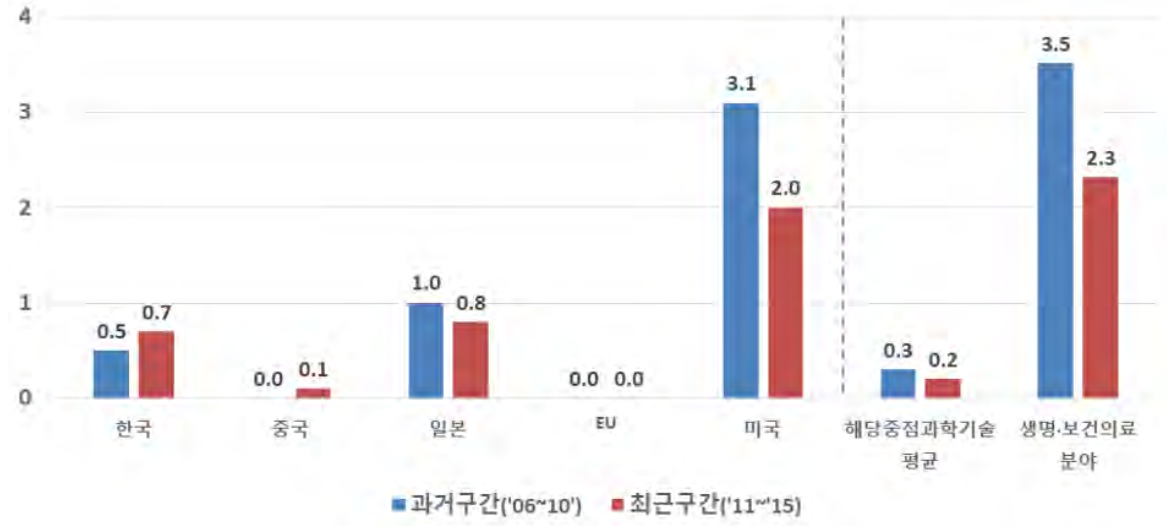
● 한의약 효능 및 기전 규명기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 14.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	67	77	144	14.9%
중국	334	775	1,109	132.0%
일본	31	21	52	-32.3%
EU	1	1	2	0.0%
미국	10	12	22	20.0%
전체	443	886	1,329	100.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

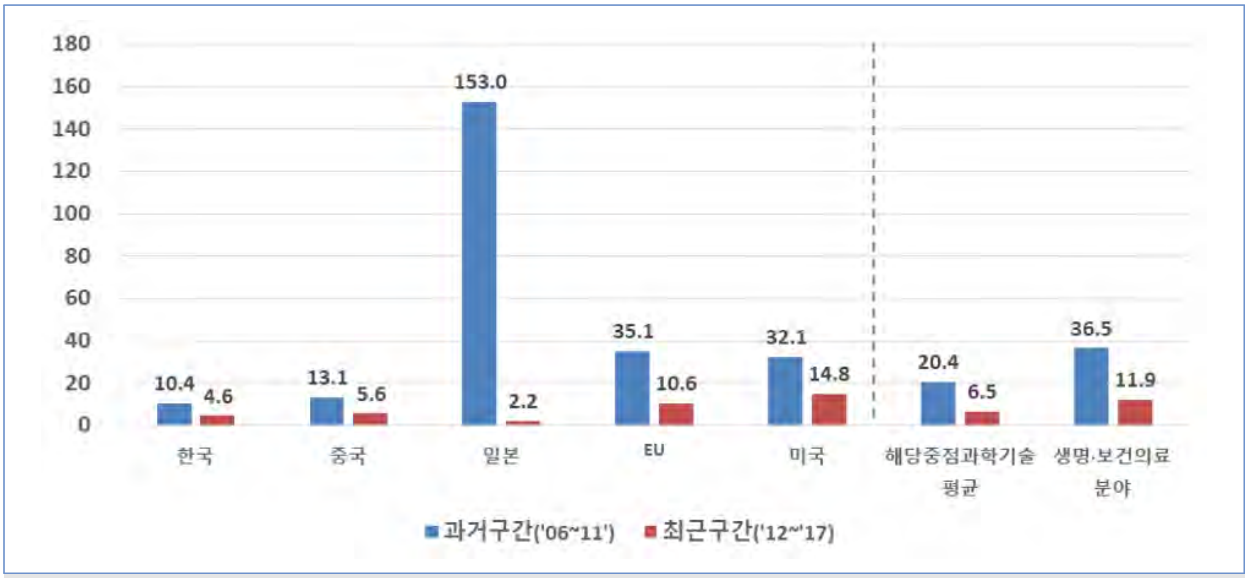


- 한의약 효능 및 기전 규명기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 미국의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

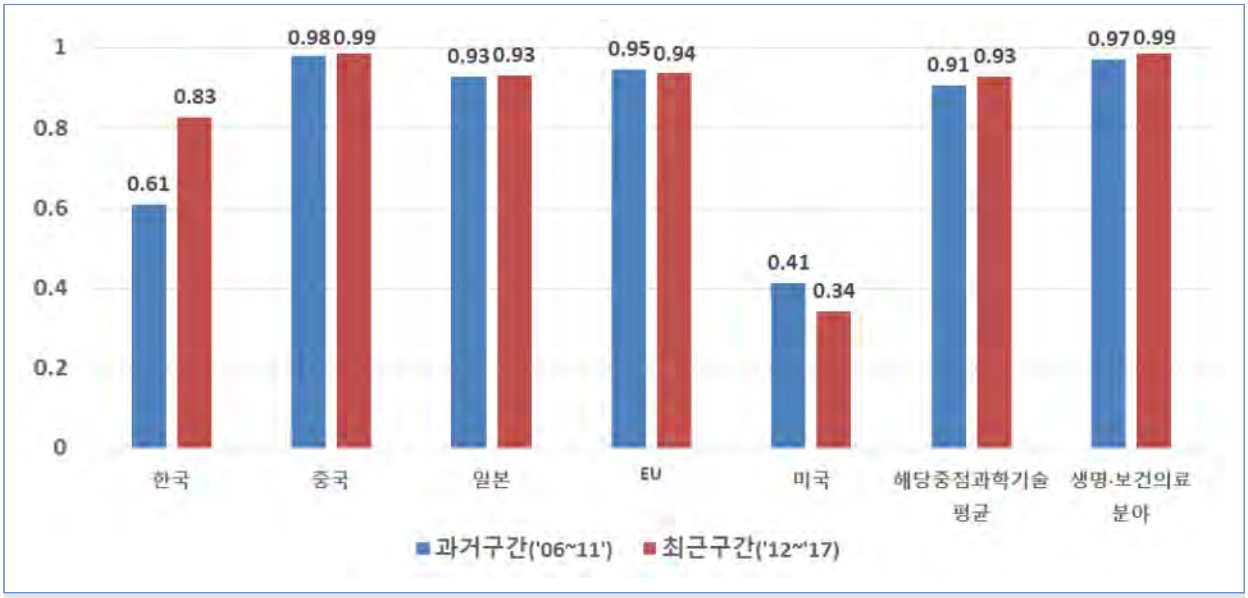
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



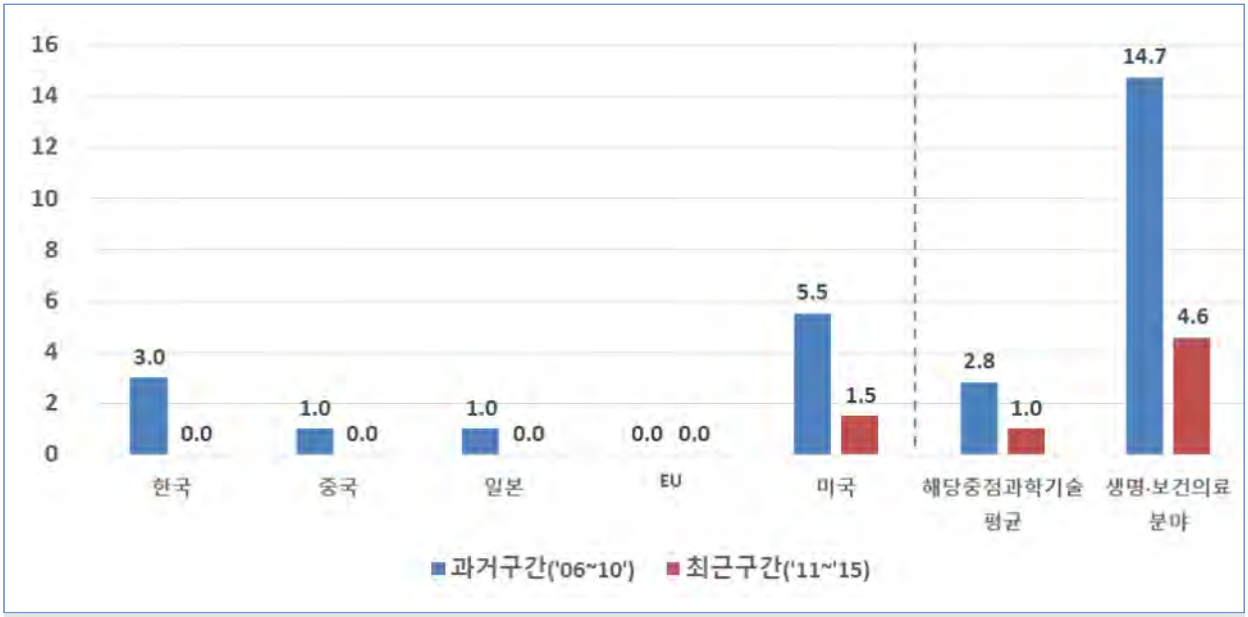
● 한의약 효능 및 기전 규명기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



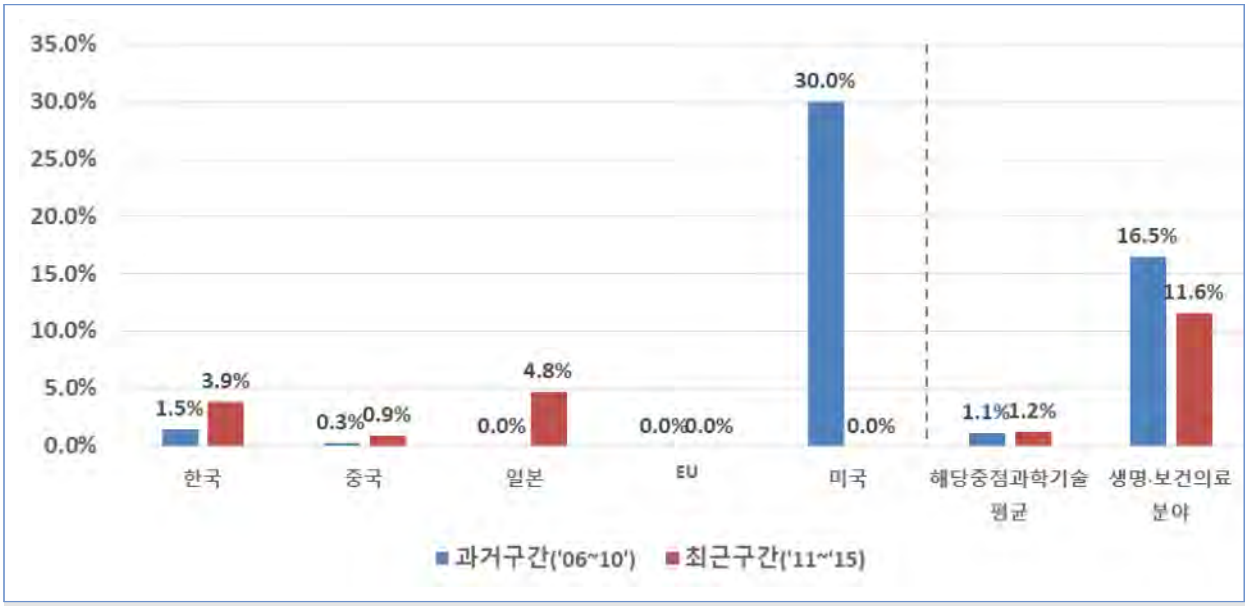
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



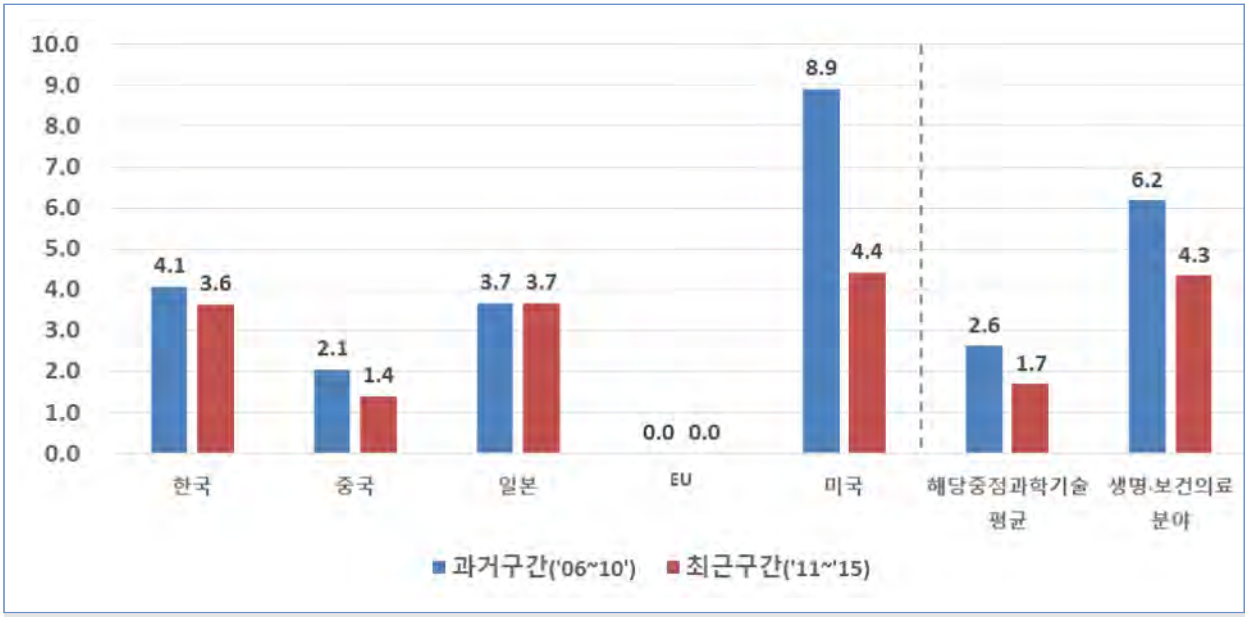
● 한의약 효능 및 기전 규명기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 한의약 효능 및 기전 규명기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 한의약 효능 및 기전 규명기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

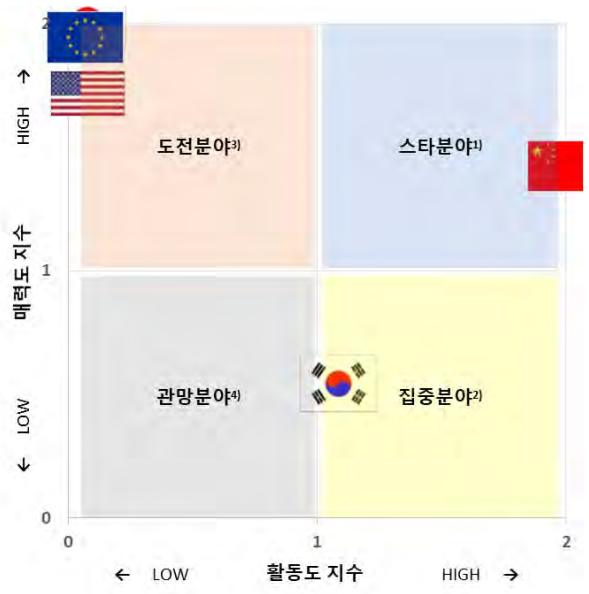
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

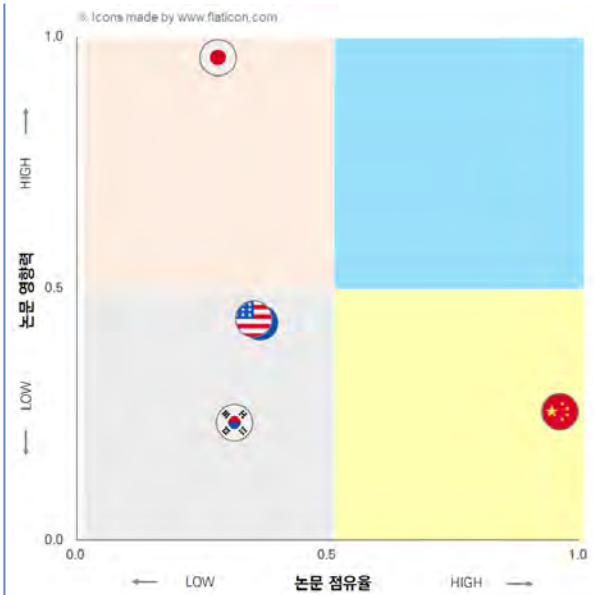
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 한의약 효능 및 기전 규명기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

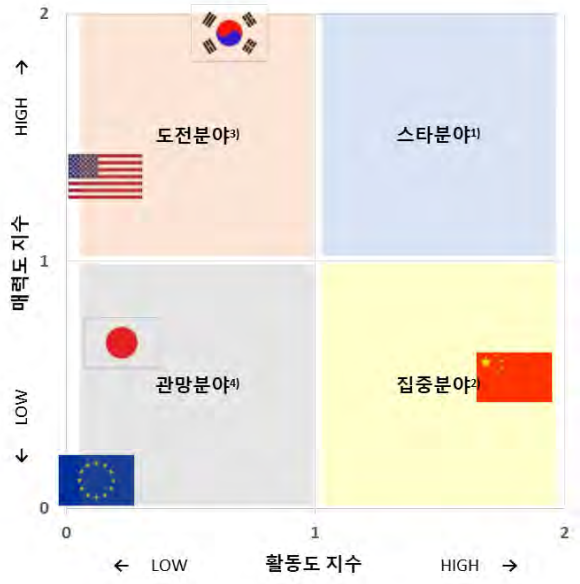


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

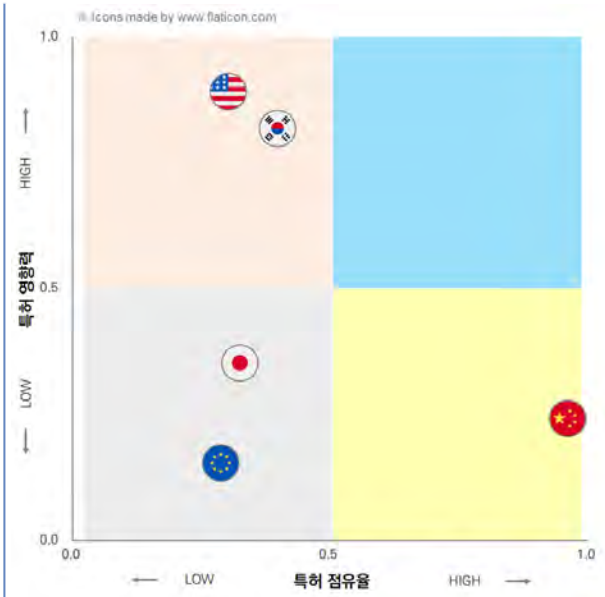
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 한의약 효능 및 기전 규명기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 중국은 특허활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'EIJING UNIVERSITY OF CHINESE MEDICINE(1.98%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '경희대학교'가 11.98%(글로벌 점유율은 0.56%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF CHINESE MEDICINE	중국	2.58%	1.98%	95.83%
2	INSTITUTE OF BASIC RESEARCH IN CLINICAL MEDICINE	중국	1.53%	1.17%	181.82%
3	INSTITUTE OF CHINESE MATERIA MEDICA	중국	1.16%	0.89%	257.14%
4	CHINA ACADEMY OF CHINESE MEDICAL SCIENCES	중국	1.13%	0.86%	58.33%
5	SHANGHAI NORMAL UNIVERSITY	중국	1.06%	0.81%	-29.41%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUNG HEE UNIVERSITY	11.98%	0.56%	50.00%
2	ACUPUNCTURE AND MERIDIAN SCIENCE RESEARCH CENTER	4.79%	0.22%	0.00%
3	KOREA INSTITUTE OF ORIENTAL MEDICINE	2.40%	0.11%	0.00%
4	DONGGUK UNIVERSITY	1.80%	0.08%	200.00%
5	RESEARCH INSTITUTE OF PHARMACEUTICAL SCIENCES	1.80%	0.08%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF CHINESE MEDICINE	2.58%	1.98%	95.83%
2	INSTITUTE OF BASIC RESEARCH IN CLINICAL MEDICINE	1.53%	1.17%	181.82%
3	INSTITUTE OF CHINESE MATERIA MEDICA	1.16%	0.89%	257.14%
4	CHINA ACADEMY OF CHINESE MEDICAL SCIENCES	1.13%	0.86%	58.33%
5	SHANGHAI NORMAL UNIVERSITY	1.06%	0.81%	-29.41%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NAGOYA CITY UNIVERSITY	5.26%	0.08%	-50.00%
2	INSTITUTE FOR CHEMICAL RESEARCH	5.26%	0.08%	-100.00%
3	TOHO UNIVERSITY	3.51%	0.06%	0.00%
4	INSTITUTE OF BIOMEDICAL AND HEALTH SCIENCES	3.51%	0.06%	100.00%
5	THE UNIVERSITY OF TOKYO	3.51%	0.06%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	RESEARCH UNIT OF BIOMEDICAL ENGINEERING IN ANESTHESIA AND INTENSIVE CARE MEDICINE	1.84%	0.17%	-100.00%
2	LEIDEN UNIVERSITY	1.53%	0.14%	300.00%
3	AL-BALQA APPLIED UNIVERSITY	1.53%	0.14%	300.00%
4	UNIVERSITY OF WESTMINSTER	1.23%	0.11%	0.00%
5	RAYNE INSTITUTE	1.23%	0.11%	300.00%

6 미국

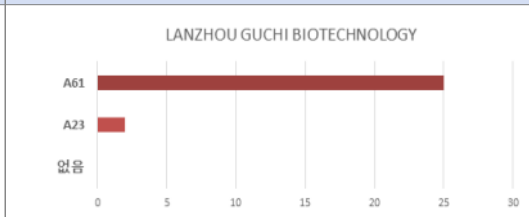
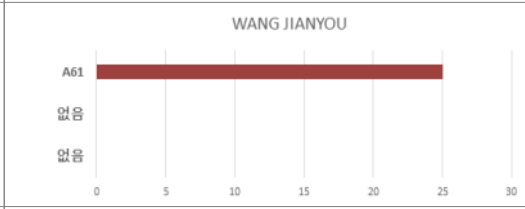
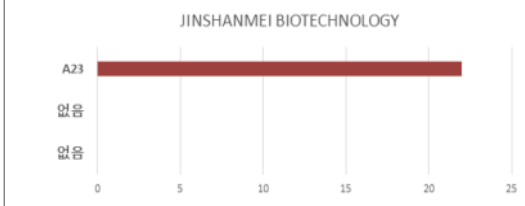
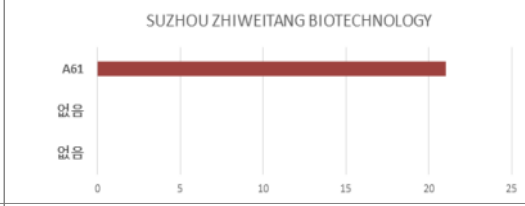
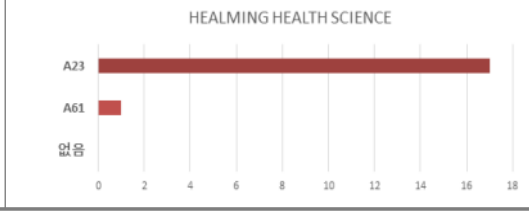
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.11%	0.25%	25.00%
2	MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL	1.73%	0.14%	-75.00%
3	UNIVERSITY OF FLORIDA	1.38%	0.11%	200.00%
4	BASTYR UNIVERSITY	1.04%	0.08%	-100.00%
5	CENTER FOR EAST-WEST MEDICINE	1.04%	0.08%	-50.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'LANZHOU GUCHI BIOTECHNOLOGY(2.03%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국 한의학 연구원'이 5.56%(글로벌 점유율은 0.60%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'LANZHOU GUCHI BIOTECHNOLOGY'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를, '한국 한의학 연구원'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

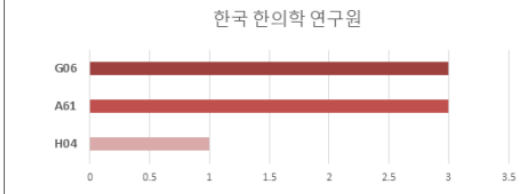
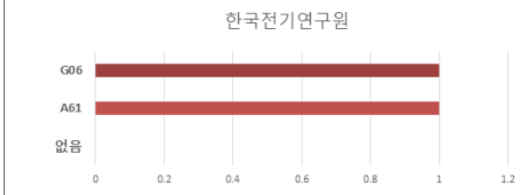
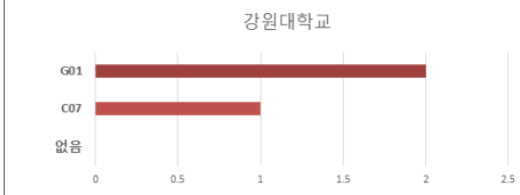
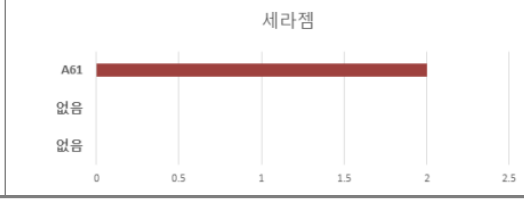
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	LANZHOU GUCHI BIOTECHNOLOGY	중국	2.43%	2.03%	2600.00%
2	WANG JIANYOU	중국	2.25%	1.88%	2400.00%
3	JINSHANMEI BIOTECHNOLOGY	중국	1.98%	1.66%	2100.00%
4	SUZHOU ZHIWEITANG BIOTECHNOLOGY	중국	1.89%	1.58%	500.00%
5	HEALMING HEALTH SCIENCE	중국	1.62%	1.35%	1700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-

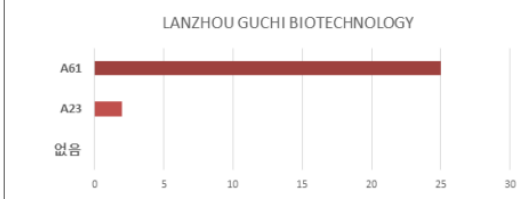
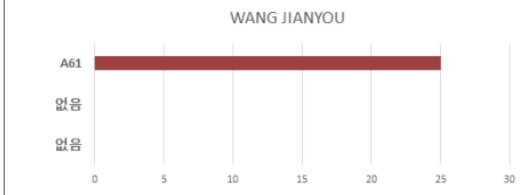
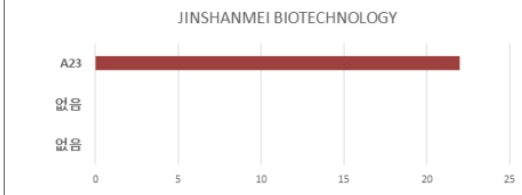
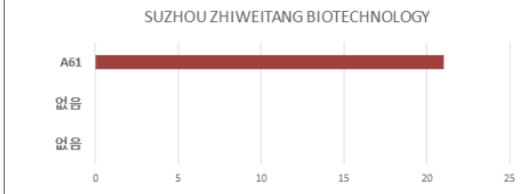
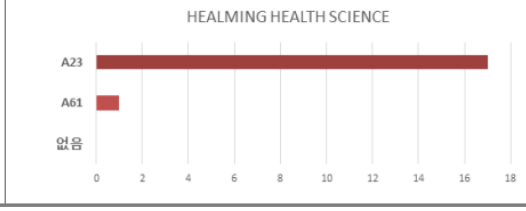
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국 한의학 연구원	5.56%	0.60%	-66.67%
2	아모레퍼시픽	2.78%	0.30%	-66.67%
3	한국전기연구원	2.08%	0.23%	-50.00%
4	강원대학교	2.08%	0.23%	200.00%
5	세라젬	1.39%	0.15%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		G01	광학
		C07	유기화학
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

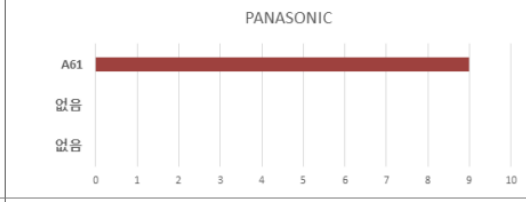
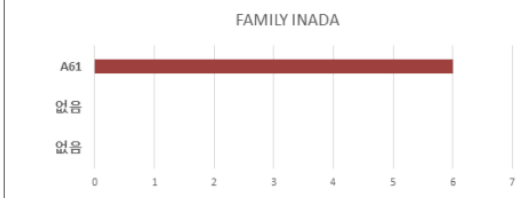
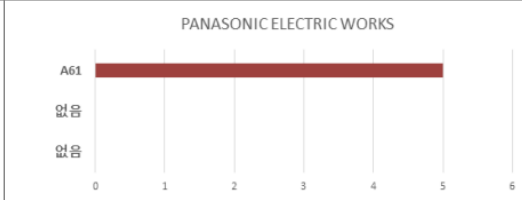
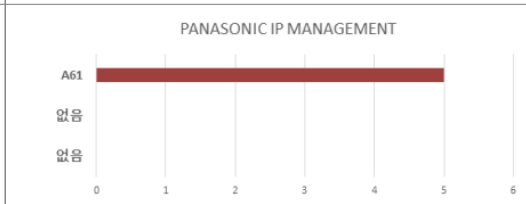
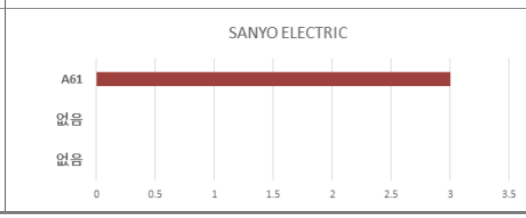
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	LANZHOU GUCHI BIOTECHNOLOGY	2.43%	2.03%	2600.00%
2	WANG JIANYOU	2.25%	1.88%	2400.00%
3	JINSHANMEI BIOTECHNOLOGY	1.98%	1.66%	2100.00%
4	SUZHOU ZHIWEITANG BIOTECHNOLOGY	1.89%	1.58%	500.00%
5	HEALMING HEALTH SCIENCE	1.62%	1.35%	1700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
5		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–

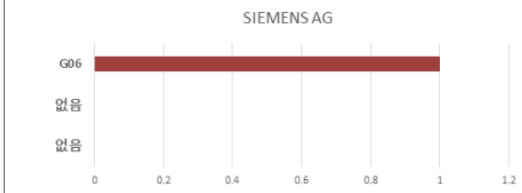
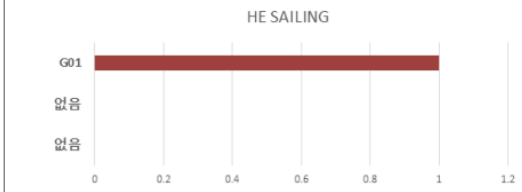
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PANASONIC	17.31%	0.68%	-20.00%
2	FAMILY INADA	11.54%	0.45%	0.00%
3	PANASONIC ELECTRIC WORKS	9.62%	0.38%	-100.00%
4	PANASONIC IP MANAGEMENT	9.62%	0.38%	400.00%
5	SANYO ELECTRIC	5.77%	0.23%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

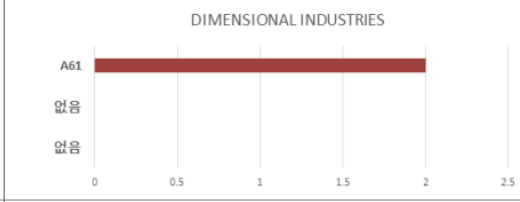
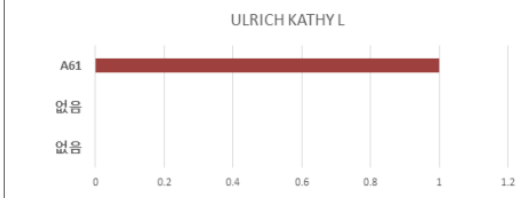
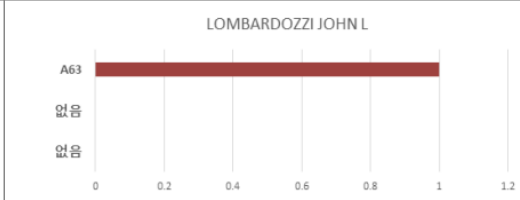
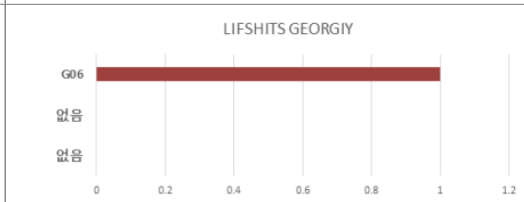
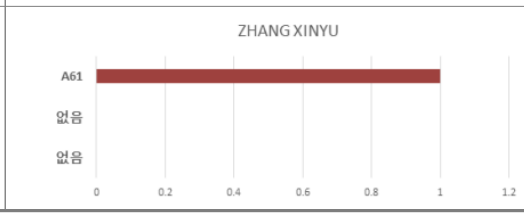
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AG	50.00%	0.08%	-100.00%
2	HE SAILING	50.00%	0.08%	0.00%
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		-	-
		-	-
		-	-
4		-	-
		-	-
		-	-
5		-	-
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	DIMENSIONAL INDUSTRIES	9.09%	0.15%	100.00%
2	ULRICH KATHY L	4.55%	0.08%	-100.00%
3	LOMBARDOZZI JOHN L	4.55%	0.08%	-100.00%
4	LIFSHITS GEORGIY	4.55%	0.08%	-100.00%
5	ZHANG XINYU	4.55%	0.08%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A63	스포츠; 게임; 오락
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

63 의료영상융합기술



63 의료영상융합기술

중점과학기술 개요

- ☑ 인체 내부의 해부학적·기능적 상태를 영상화하고 평가하는 영상기기 관련 기술
- ☑ 영상화하는 하드웨어 뿐 아니라 질병유무의 판단, 정량분석 등을 수행하는 소프트웨어, 맞춤형 의료기기 제작 및 시뮬레이션 기술 등을 포함한 IT, BT, NT 등의 융합형 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

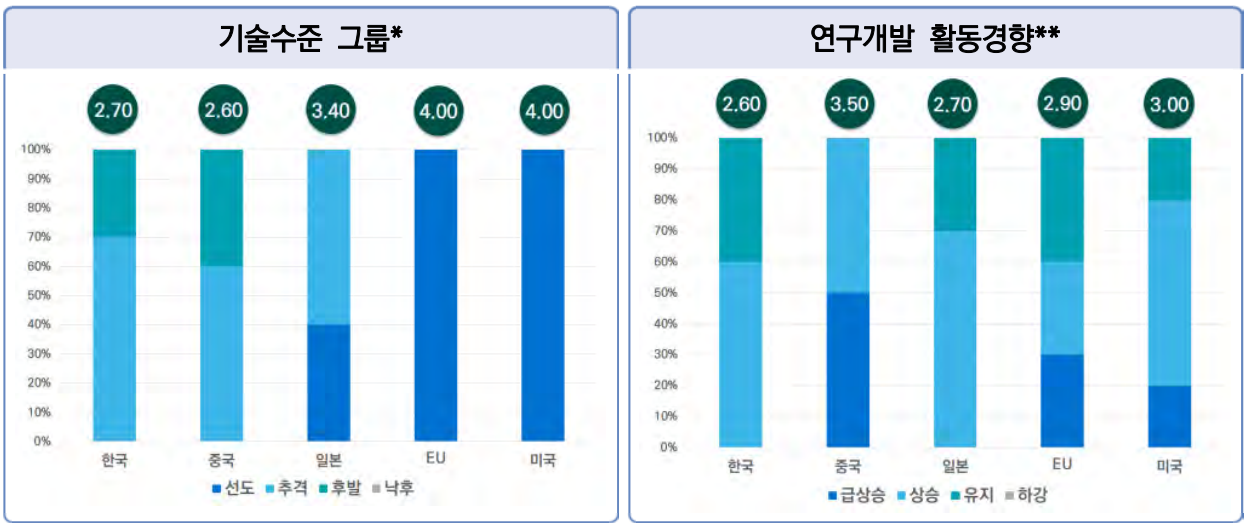
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	60.5	4.0	추격	보통	보통	상승
중국	60.0	5.0	추격	보통	보통	급상승
일본	80.0	2.0	추격	우수	우수	상승
EU	96.5	0.5	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	57.5	4.0	60.5	54.0	65.0	10.6	4.0	4.0	5.0	1.1
중국	60.0	4.5	60.0	55.0	65.0	9.0	5.0	4.0	5.5	1.1
일본	80.0	2.0	80.0	65.0	80.0	11.4	2.0	2.0	2.0	0.9
EU	96.5	0.3	96.5	90.0	100.0	7.9	0.5	0.0	1.0	0.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.3

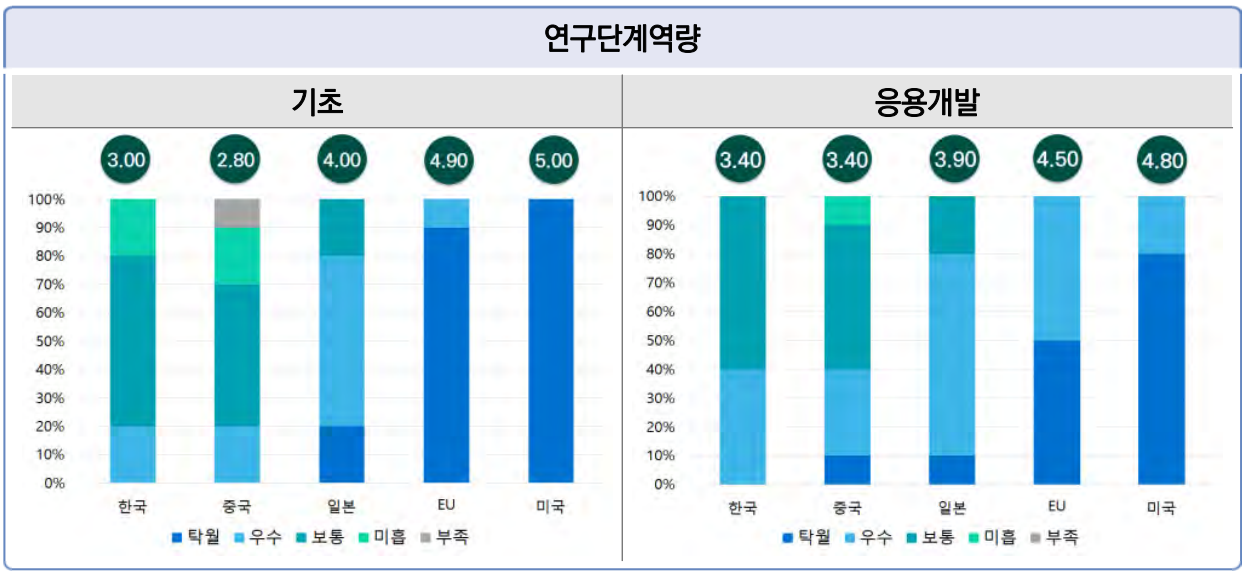
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (60.5%)	• 자체 기술력은 확보가 되어 가고 있으나 국가 R&D 투자 시스템이 확보 되어 있지 않음. 자체 내수가 부족해 반드시 외국에 제품 수출을 통한 상용화 가능 • 융합분야의 연구 저변이 약하고, 주로 스타트업의 자금력, 해외 홍보 능력, 규제 대응 능력에서 미흡 • 최근 논문/특허 등의 정량적인 성과가 발전하고 있지만 세부기술 간의 기술격차가 있어 전반적인 기술의 우위성 확보가 어려움
중국 (60.0%)	• 해당 기술 분야의 연구논문 발표량 증가를 통해 관련 연구 분야들의 활발한 진행 확인. 그러나 선도 그룹 국가 대비 개발된 기술의 지식재산권 확보 및 자체 기술력은 아직 미비함 • 기술 선도기업의 부재 • 내수시장이 매우 크기에 상용화가 쉬움 • 거대한 자본력과 산업시장을 앞세운 인공지능 등의 융합IT기술 투자/육성, 정부의 규제완화 정책 • 한국과 거의 유사한 수준으로 평가되며 일부 영상처리 기술에서는 한국보다 우위에 있음 • 정부의 자금 지원, CFDA의 보호주의화, 엄청난 의료영상 수집 능력 • 연구 개발 환경 개선 및 인력의 확충으로 일부 세부기술에서 기술 경쟁력 확보 중
일본 (80.0%)	• 의료영상의 연구 선도 • 광기술은 선도그룹에 해당하나 타 기술은 상대적으로 미흡 • 자체기술력에 기반하여 지속적인 R&D를 통해 구미 기술을 따라잡고 있음 • 내수시장이 커서 자체 사업화 가능 • 기반 핵심기술 다수 보유 • 유럽, 미국과 비교하여 우위에 있지는 못하지만 x-ray를 비롯하여 초음파 및 레이저 기술에서도 기술력 우수 • 이미징 모텔리티 간의 융합, 상업화 연구 등에서 우위를 점하고 있음
EU (96.5%)	• 지멘스 등 EU 국가 기업의 영향력 • Materialize 사를 비롯하여 3D printing을 위한 scanning 단계에서 영상기술 융합에 최고의 기술을 보유 • CT, MRI, 융합의료영상기기에 대한 기초, 응용기술 꾸준히 연구 개발 • EU 정부의 주도로 연구 환경이 갖추어져있으며, 임상 영상의 수집 보급 빅데이터 분석 등에서 효율적인 시스템을 구축함 • 논문/특허 등의 정량적인 지표가 매우 우수함 • EU 내 국가 간의 협업 등을 통해 연구 역량 극대화가 가능하며 지속적인 연구 활동이 이루어짐
미국 (100%)	• 특허 인용지수를 기반으로 해당 분야의 핵심 원천기술을 폭넓게 점유 • IBM, 구글, 애플 등 미국 IT기업을 중심으로 연구 환경 조성 • 자율경쟁 및 투명한 정부과제 관리를 기반으로 기술적 우위가 높은 부분의 사업화가 용이함 • 국가적으로 고르고 균형 있게 발전하는 헬스케어 IT 산업 시장 및 산학의 유기적 협력 • CT, MRI, 융합의료영상기기에 대한 기초, 응용기술 꾸준히 연구 개발 • IT의 성공을 바탕으로 한 거대 자본을 기반으로 연구 중이며 발표된 것보다 훨씬 진보된 응용 연구 진행 중 • 논문/특허 등의 정량적인 지표가 매우 우수함 • 지속적인 연구 활동으로 모든 세부 기술에서 우수한 기술 확보

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 정부 주도로 적극적 기초연구 투자 급증 • ICT와 의료기술 접목한 헬스케어 응용기술 • 의료영상 임상 기술, 인력, 인프라 확보 • ICT 기반기술이 우수하여 이를 접목하는 경우 기술적 강점요인으로 작용 가능 • 딥러닝 기술 및 의료영상데이터 기반 라이브러리 구축 • 치료용 소형 광원 개발 분야의 기술력 강화 • 세계 수준의 영상 조영물 바이오마커 기술력 확보	• 상용기업의 부재 • 국제시장 개척을 위한 전략적 대처 미흡 • 핵심 의료영상 부품 및 시스템 기술, 인력, 인프라 부족 • 규제가 많고 R&D 지원에 투명성이 낮아 투자에 비해서 결과 미비 • 개발된 기술의 산업화 또는 의료영상데이터 사용과 관련한 제도적 제한에 의한 관련 분야의 연구수행의 장애 • 편중된 연구 지원 및 부족한 기초 연구 • 유럽 대비 규제에 심한 장애가 있음 • 기반 기술 및 선제적 정부 정책이 매우 미흡
중국	• 정부 주도로 교육, 환경 개선, 적극적 기초연구 투자 급증 및 대규모 인력 배출 • 의료영상 임상 거대 시장 확보 • 상용화가 쉬워 다양한 혁신이 일어남 • 큰 시장규모와 융통성 있는 정부 정책 등이 맞물려 있음 • 최근 5년 동안 연구 인프라 및 인력 증가에 따른 높은 연구 활성도를 달성 • 풍부한 의료 수요 • 기술 인력 인프라 등에서 선두그룹에 뒤지고 있으나 단시간에 폭발적인 성장 가능	• 상용기업의 부재 • 소수의 혁신 기업중심으로 진행 중 • 기술의 완성도가 부족하여 시장 전체를 이끌어 가기는 부족하나, 조만간 선두그룹과 격차가 줄어들 것 • 연구 활성도는 선도그룹만큼 높지만, 원천기술 확보 및 응용기술 개발은 미흡 • 편중된 연구 지원 및 부족한 기초 연구 • 임상 영상이나 데이터 품질을 유지하는데 문제 존재
일본	• 기초연구에 있어 높은 수준을 보임 • 핵심 의료영상 부품기술, 인력, 인프라 확보 • 전통적으로 인력, 인프라 및 상용화 기술 우수 • 광기술분야에서 기술적 우위에 있음 • 기반 기초기술을 근거로 한 선제적 정부 정책이 원활함 • 최근 5년 동안 연구 활동 경향이 유지되고 있으나 의료영상기술 분야의 산업분야의 활발한 기술 개발이 이루어짐 • 국가적인 장인정신 • 최근 급격히 성장하고 있고, 규제 타파 중	• 상용기업의 부재 • 기초연구성과를 실용화로 연계하는 추진력 부족 • 새로운 의료영상 모달리티 도전 미흡 • 산업 분야의 기술확보 증가 • 보험제도의 문제로 신기술의 해외확산은 어려움 • 빅데이터나 인공지능 면에서는 선두그룹에 뒤지고 있음

국가	강점분야	기타
EU	• 사업화 선도 기업 인프라 우수 • 기초부터 실용화까지 학제적인 연구, 관련 벤처 기업 활동 등 활발하게 진행 • 핵심 의료영상 부품 및 시스템 기술, 인력, 인프라 확보 • 새로운 기술을 선제 적용하는 융통성 있는 정부 정책, 큰 시장규모 등이 맞물림 • 인공지능 기반 의료영상 분석기술 개발 기술 및 영상 조영물 개발 기술 확보 • 빅데이터 측면에서 급상승 중 • EU내에서 생성된 임상 영상의 자산화 함	• 산업화 측면에서는 미국에 비해 더디게 진행 중 • 인프라가 노후화되고 상용화 프로세서가 늦음 • EU 정치적인 상황에 많이 영향을 받음 • 인공지능 기반 의료영상 분석기술등의 응용 개발연구가 활발히 진행되고 있지만 선도 그룹인 미국 대비 기술 점유율이 낮음 • 임상 적용 연구 활동 • 상업적 측면에서 기반이 미국보다 작음
미국	• 사업화 선도 기업 인프라 우수 • 인력 및 인프라 구축으로 인해 기초연구로부터 산업기술 전반에 걸쳐 수준이 높음 • 글로벌 선도 기업이 주요 기술 주도 • 의료영상 시스템 및 S/W 기술 확보 • 의료기술에 대한 정부의 투자 의지 높음 • 연구의 투명성이 기반 되어 연구결과 우수 • 전 세계적인 고급 인력 및 융통성 있는 정부 정책, 큰 시장규모 등이 맞물려 있음 • 딥러닝 기술을 이용한 의료영상 분석 및 임상 진단 기술력 확보 • 임상 영상화 조영물 분야의 바이오마커 발굴 및 효능 평가 기술 및 인력 확보	• 인공지능 기초기술을 접목한 다양한 응용기술이 소개되고 있음 • 의료영상 관련 새로운 연구를 만들어 내기는 하나 프로세스가 늦고 복잡하여 최근 추격그룹에 많이 따라 잡히고 있음. • 기초 연구 활동 • 연방 정부의 연구 예산이 줄어들어 연구비 환경이 오히려 유럽에 비하여 떨어짐 • 기초 연구의 예산 확보가 어렵고 응용연구에 집중하면서 예전보다 경쟁력이 떨어짐

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	2위	3위	4위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산학연 공동연구 및 협력을 통한 기술개발 및 기술의 상용화를 위한 프로그램 운영 • 산-학-연 간의 실용화 연계형 협력 촉진에 대한 다양한 인센티브에 대한 제안 필요 • 국내 워킹 그룹을 모아 경쟁보다는 협력의 문화 조성 • 국내에 좋은 기술을 갖고 있는 조직간 협력 촉진 • 국내 기업과 대학(기술전문가)간의 유기적인 조합을 촉진할 수 있도록 기업 중심의 지원 매칭이 이루어져야하며, 기술의 성과를 정부나 대학 기관이 아닌 기업이 주도적으로 이전하여 국제적으로 경쟁할 수 있는 경쟁력 확보 필요 • 국내 병원 사이의 데이터 및 영상의 교류 활성화. 멀티 센터 연구도 단순히 임상 연구를 넘어서, 집단 의료 지식이 상업화까지 갈 수 있는 정부사업 요망
국제협력 촉진	• 해외 성공사례 또는 우수 연구단 벤치마킹을 위한 지원 프로그램 확대 운영 • 최신 기술 및 트렌드를 국제 협력을 통한 지속적인 업데이트 필요 • 국제적 경쟁력을 갖추게 되면 국제적 기업과 연계를 통해 세계적 기술로 인정받을 수 있도록 글로벌 기업과 연계되어야 함
인력양성 및 유치	• 국내 우수 과학자 유치 활성화 및 신진연구 인력 양성을 위한 지원 프로그램의 홍보 및 지원 확대 • 우수 전문 인력 양성을 위해 해당분야 석, 박사급 전문 인력 양성 프로그램 도출 및 우수 신진인력에 대한 다양한 지원 필요 • 신기술 분야의 인력양성 및 지원 유치 필요 • 인력을 양성하고 유지하여 기술적 성과가 지속력이 있도록 하여야하며, 인력의 활용을 위해 기술력을 가진 기업의 주도로 대학과 연구소에 적절한 인력 배분이 이루어져야 함 • 프로그램을 짜는 인력은 많은데, 기초까지 파고들어가서 알고리즘, 물성까지 분석할 줄 아는 인력의 부족이 심각하며 현재 이런 자격을 갖춘 인력이 취직할 수 있는 자리 또한 부족 • 의료영상융합기술 분야 연구개발을 주도할 핵심 인력이 매우 부족한 현실이며 이를 위해 석박사급 인력양성 사업 추진 필요 • 대외적으로 각국의 승인 및 홍보에 대응할 수 있는 인력이 많이 부족함. 의료 쪽의 전문성은 물론이고, 외국어 능력까지 겸비한 인력이 양성되어야 국제 협력 가능
인프라 구축	• 다양한 의료 영상의 표준화를 통한 의료영상 빅데이터 구축 및 인공지능 기반 의료 영상 분석기술 인프라 구축 • 의료영상융합기술의 실증 및 연구를 위한 첨단영상센터의 구축이 절실 • 임직원 중심의 기업 문화 조성도 중요하지만, 기업 입장에서(특히 의료기술 기업) 문화조성도 중요 • 환자들의 영상 데이터를 모으고 관리하는 공적인 조직 필요. 이제는 환자의 각종 데이터가 집적되고 처리되면 자산이 되는 시대가 왔으므로 각 병원에 맞기지 말고, 정부차원에서 관장하는 것이 바람직 • 기존의 첨복연구단지와 산학연과의 협력/협동 연구 및 기술 개발이 가능한 시스템 구축

	정책제언
법·제도 개선	• 의료영상융합기술의 활성화를 위해 의료 영상 데이터의 연구이용에 대한 법, 제도 완화 • 의료기기 사업화를 저해하는 각종 규제의 신속한 제거 • 의료분야의 신기술에 대한 인허가 이슈의 대폭적인 완화 • 대학이나 연구소에서 상업적 목적의 전 단계에서 자유로운 연구가 이루어질 수 있도록 법 제도를 개선하고 윤리위원회에서도 우선적 심의가 이루어져 촌각을 다투는 첨단 산업의 발전방향에 발목을 잡는 일 방지 • 의료기기 인증기간 단축 • 공공보건이나 의료서비스의 품질에 초점을 맞추는 접근에서 벗어나, 유망한 수출산업으로 접근해야 하고, 과도한 규제 등을 풀어서 자유로운 사업 분위기 조성 필요
연구비 확대	• 의료영상융합기술 분야의 연구 활성화 및 기술선점을 위해 관련 연구 분야의 연구비 확대 • 영상 조영물 바이오마커 생성기술과 같이 상대적으로 연구비 투입 실적이 저조한 분야에 대한 연구비 확대가 요구되며 특히 기초연구보다는 실용화 연계형 연구비 투입 필요 • 차세대 혁신적 연구를 할 수 있는 연구비 확대 및 기술상용화 관련 연구비 지원 확대 • 소외되고 있는 분야가 있는지 검토 필요. 특정 분야로의 연구비 쏠림 현상이 일어나지 않아야 균형 있는 국가기술 발전이 이루어 질 수 있음 • 연구비의 배분이 기존의 인력 혹은 평판 명성에 의존하는 면이 적지 않고, 평가 또한 최상위 전문가 그룹에 의한 것이 아닌 자체적 정치적 정책에 따라 이루어지는 경우가 많아 기술과 임상적 능력은 충분하나 연구비 지원이 미약하였던 연구 그룹에 더 많은 연구비가 주어져야 할 것 • 의료기기 원천 및 핵심기술 분야 연구비 증대 • 정부의 연구비를 적재적소에 넣어야 하고, 비전문적인 평가를 통한 예산의 낭비를 줄여야 함. 단순히 연구하고 논문만 쓰는 연구는 지양하고, 사업 가능성이 높은 분야를 선별하여 집중 투자 필요 • 전체적인 연구개발 로드맵을 산학연 전문가 그룹을 통해 작성하고 이에 근거하여 연구 과제를 발굴하고 이를 집중 지원
기타 의견	

다 주요 분석 결과 요약

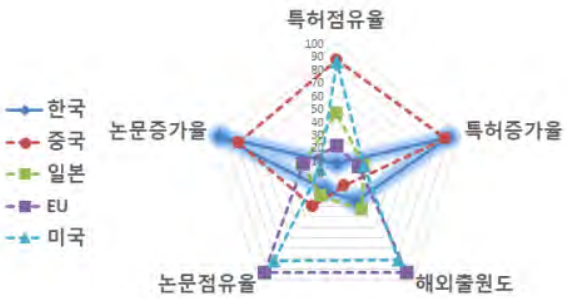
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	의료영상융합기술	6,523	7,084	34.5%	61.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

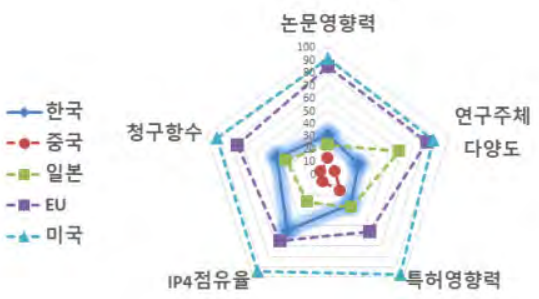
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	42.9%	27.1%	16.7	13.8
한국	5위	5위	3위	4위
	4.0%	11.6%	9.8	3.4
5개국 평균[2]	-	-	14.2	10.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

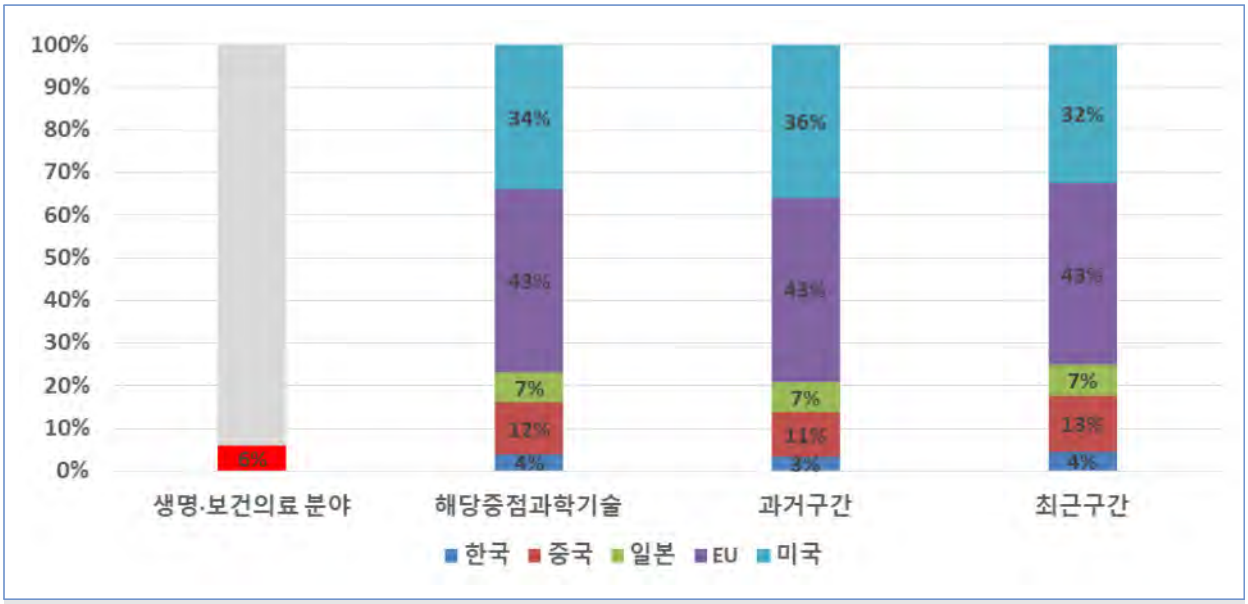
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.8)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(42.9%), 미국(33.9%), 중국(12.1%), 일본(7.1%), 한국(4.0%) 순이며, 논문 증가율은 한국(86.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.7), EU(15.4), 한국(9.8), 일본(8.9), 중국(7.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(11.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(3.4)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(27.1%), 미국(26.6%), 일본(19.5%), EU(15.2%), 한국(11.6%) 순이며, 특허 증가율은 한국(171.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(13.8), EU(6.4), 일본(3.7), 한국(3.4), 중국(1.5) 순이며, IP4 점유율은 미국(18.4%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.0%	12.1%	7.1%	42.9%	33.9%
	논문 증가율	86.7%	68.9%	34.2%	33.2%	21.2%
	논문 영향력	9.8	7.4	8.9	15.4	16.7
	연구주체 다양도	0.88	0.94	0.93	0.97	0.94
특허 분석	특허 점유율	11.6%	27.1%	19.5%	15.2%	26.6%
	특허 증가율	171.5%	161.3%	24.7%	12.0%	24.6%
	해외출원도	1.1	0.1	1.5	4.6	3.7
	특허 영향력	3.4	1.5	3.7	6.4	13.8
	IP4점유율	9.5%	0.1%	5.1%	11.1%	18.4%
	청구항수	5.9	2.6	5.4	8.1	9.9

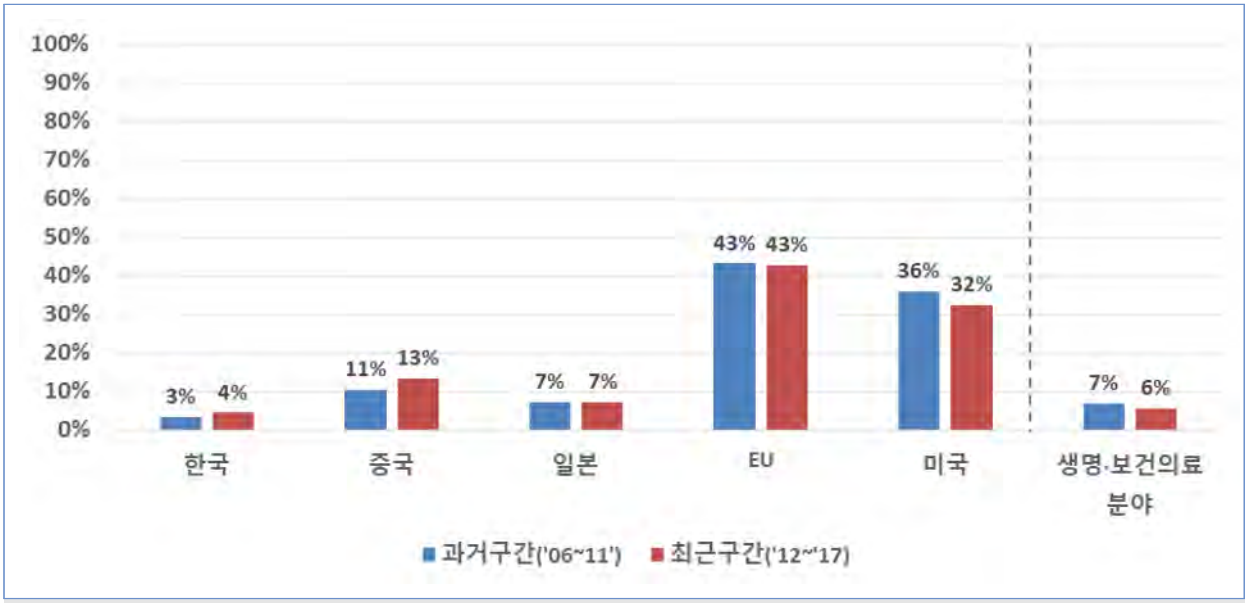
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 의료영상융합기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2801건으로 전체 논문의 43%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 의료영상융합기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

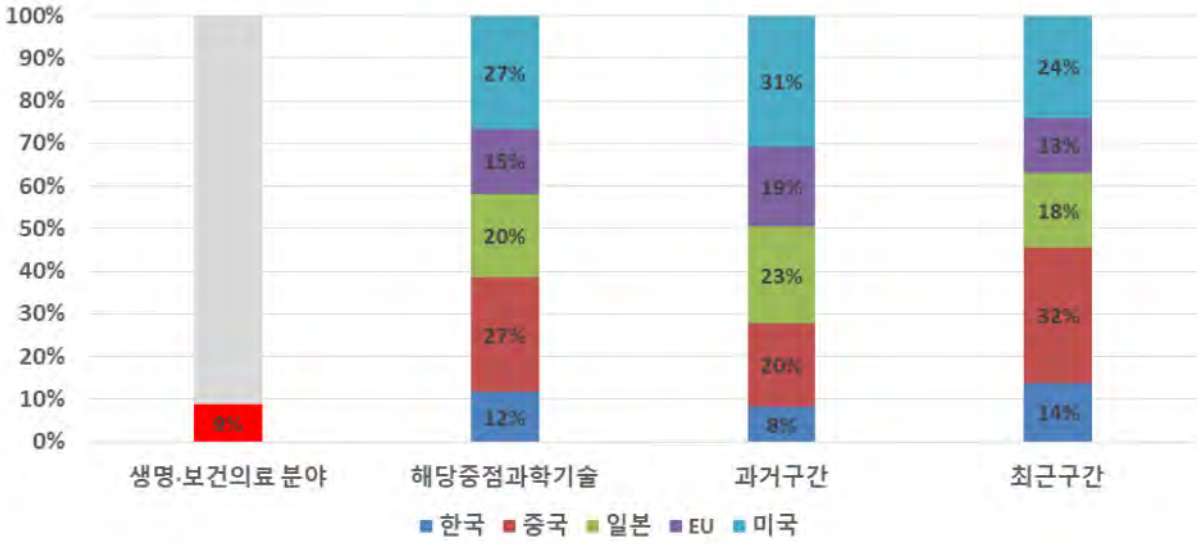


● 의료영상융합기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 86.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	90	168	258	86.7%
중국	293	495	788	68.9%
일본	199	267	466	34.2%
EU	1,201	1,600	2,801	33.2%
미국	999	1,211	2,210	21.2%
전체	2,782	3,741	6,523	34.5%

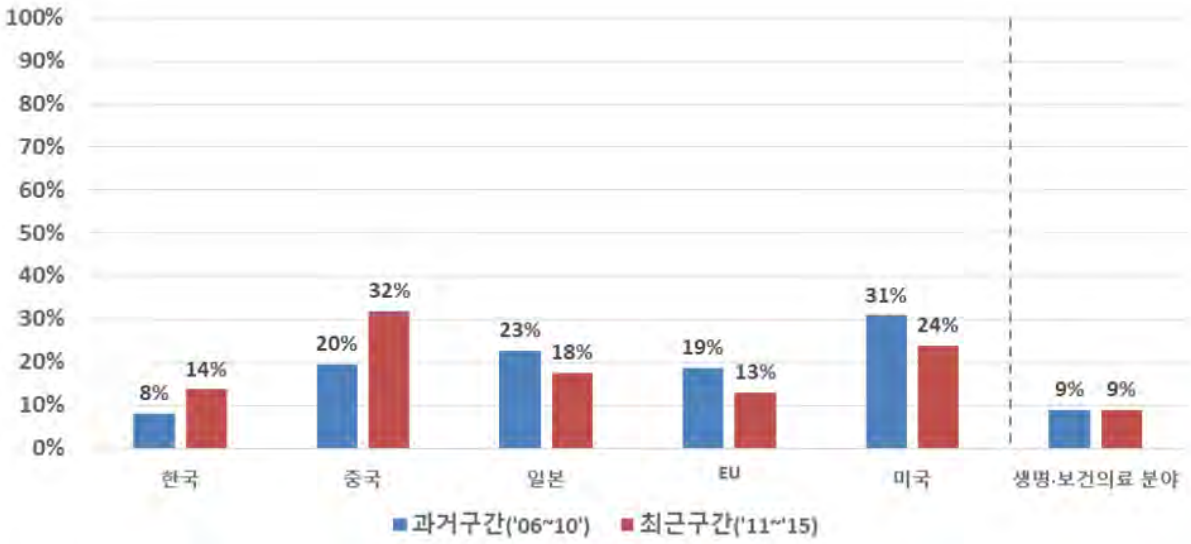
(4) 특허 점유율(전체)



● 의료영상융합기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1922건으로 전체 특허의 27%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, EU, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 의료영상융합기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 9%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 의료영상융합기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 171.5%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	221	600	821	171.5%
중국	532	1,390	1,922	161.3%
일본	616	768	1,384	24.7%
EU	507	568	1,075	12.0%
미국	838	1,044	1,882	24.6%
전체	2,714	4,370	7,084	61.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

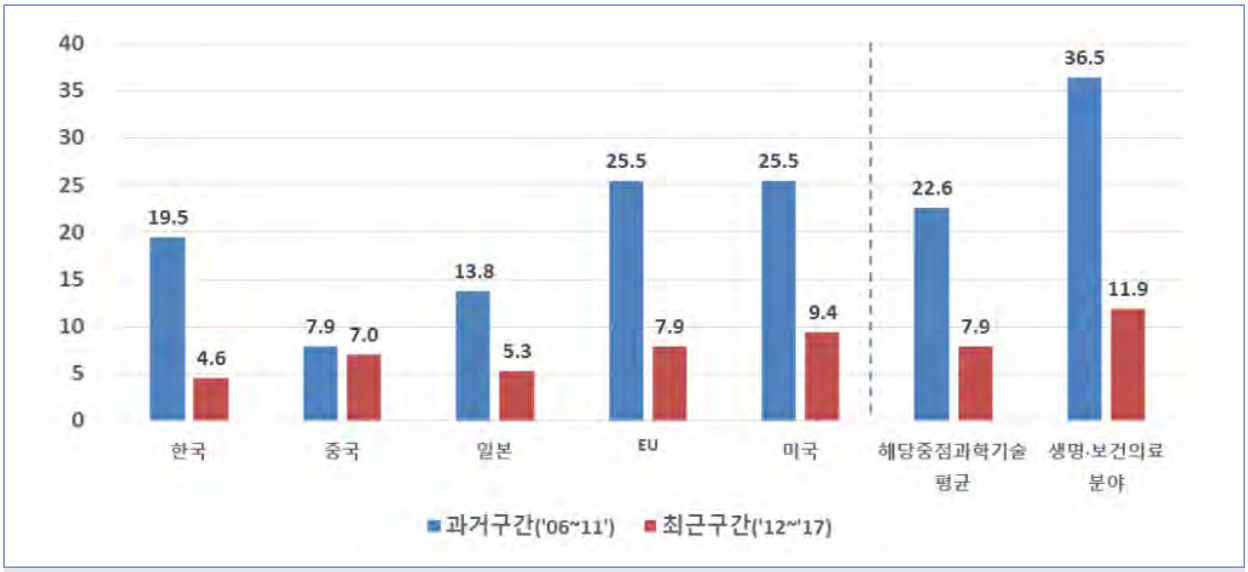


- 의료영상융합기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

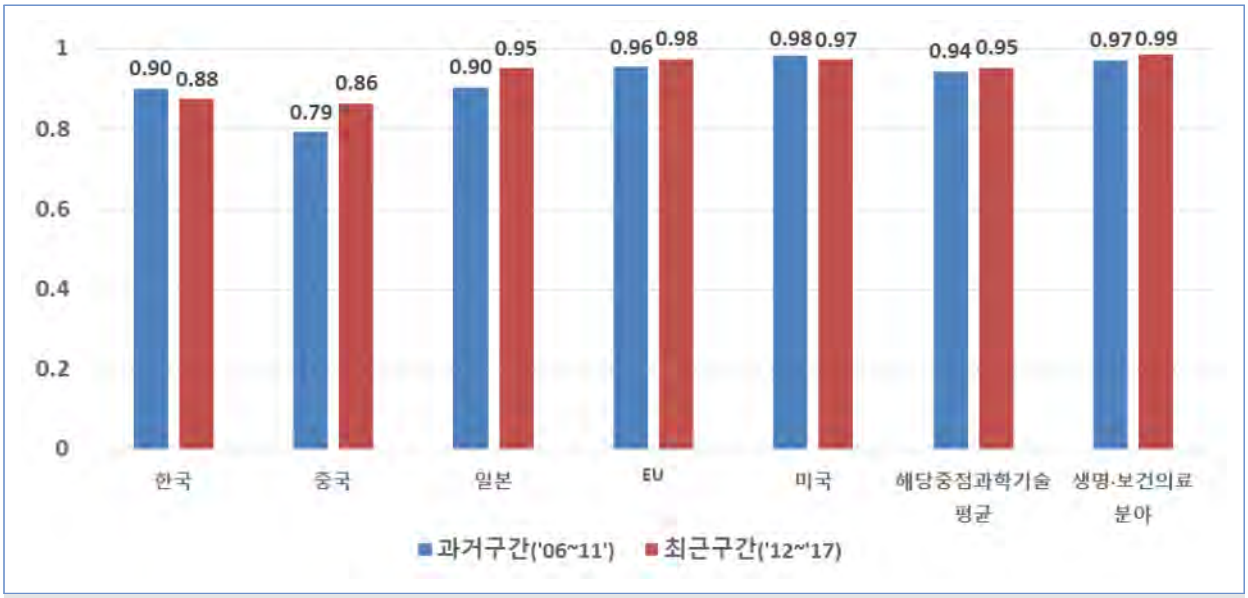
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



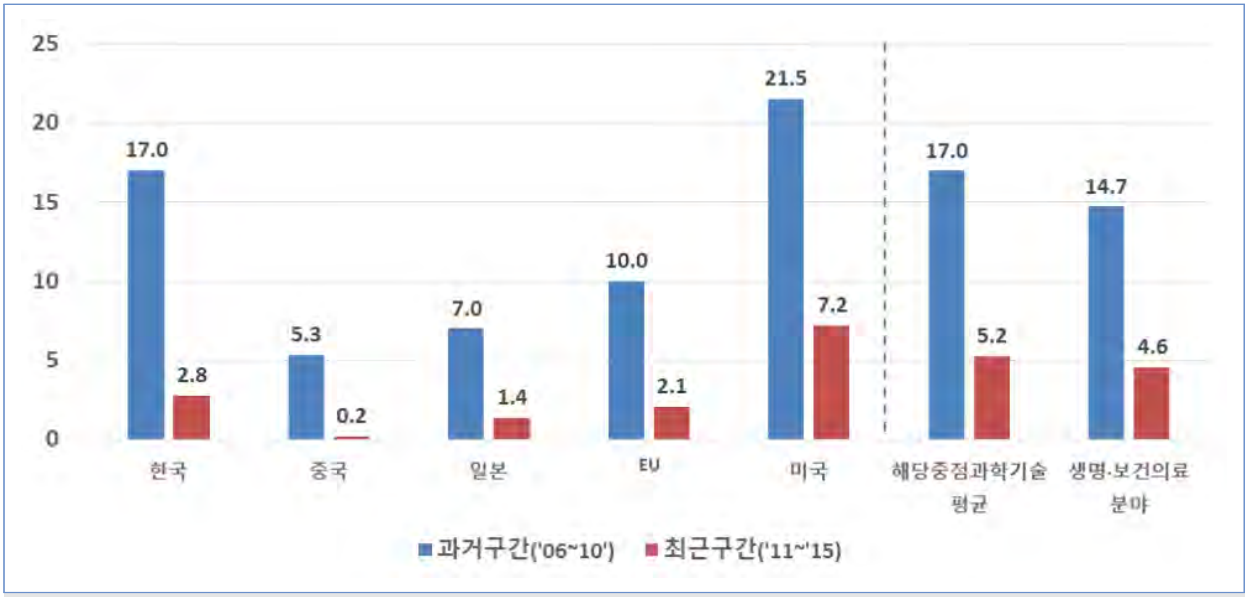
● 의료영상융합기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



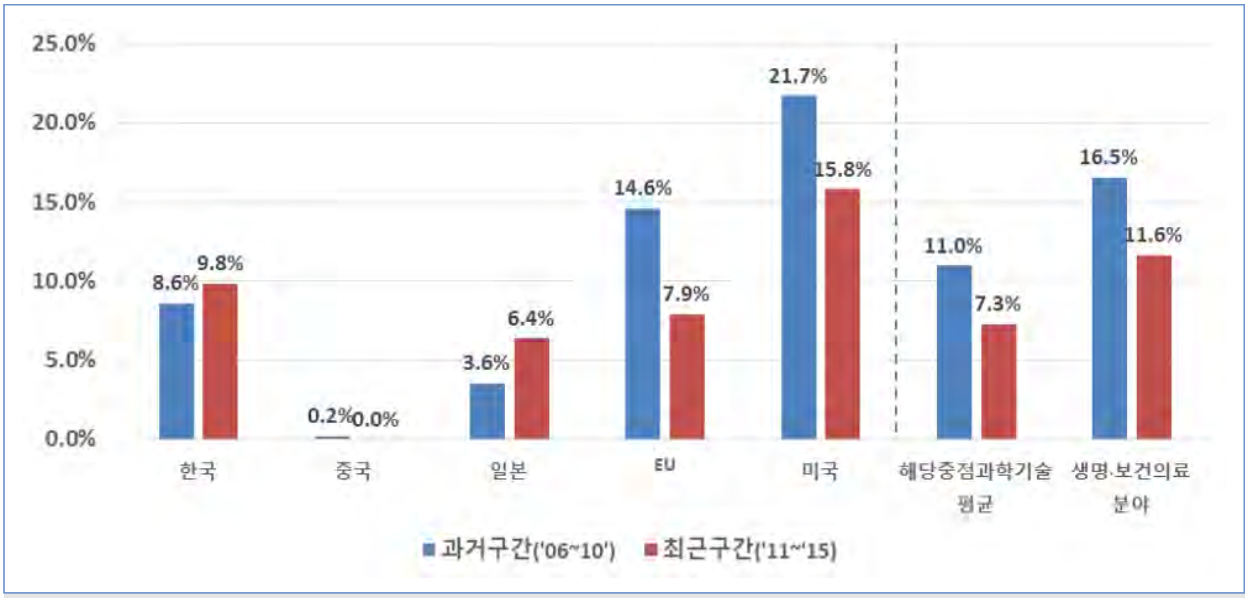
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



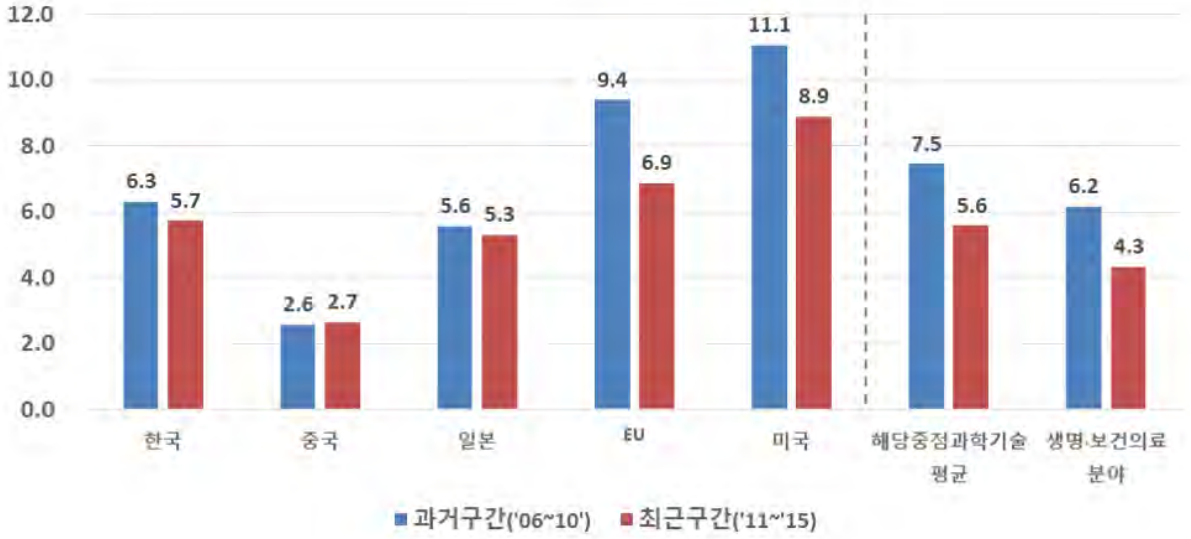
- 의료영상융합기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 의료영상융합기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 의료영상융합기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

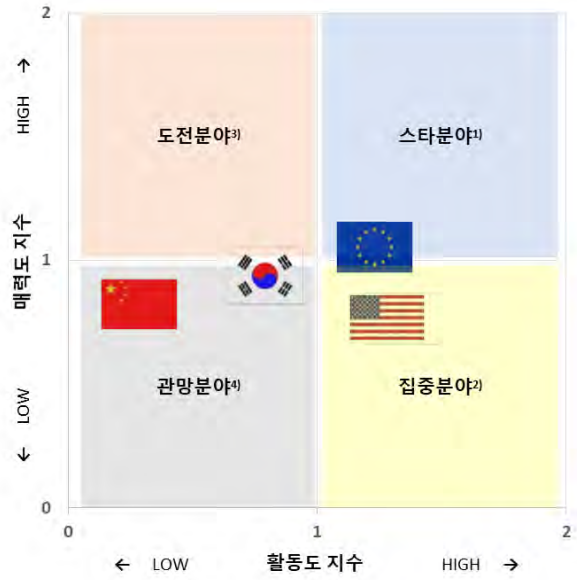
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

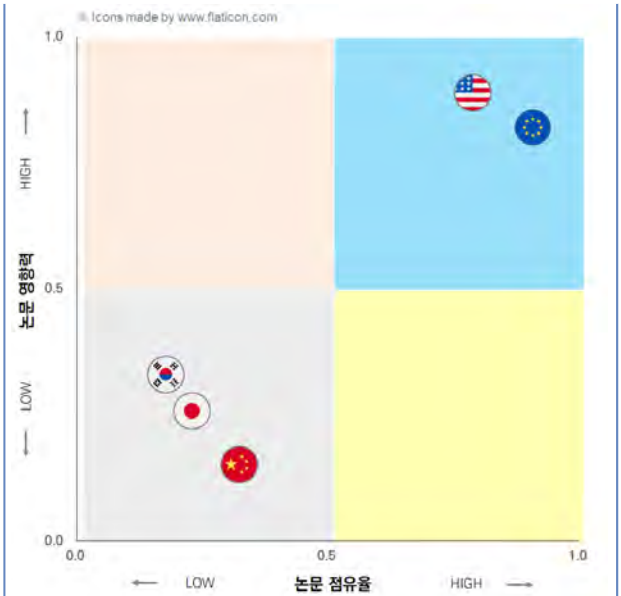
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 의료영상융합기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

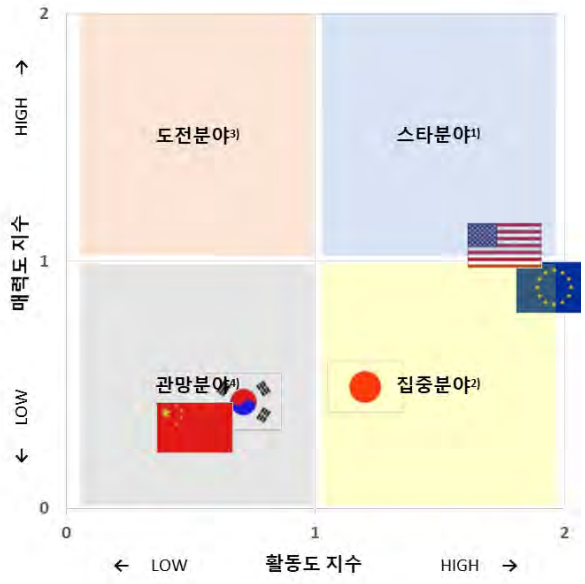


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

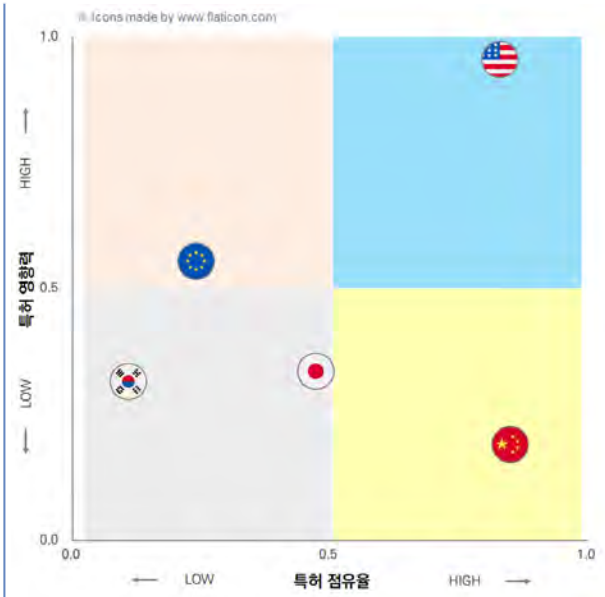
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 의료영상융합기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.71%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교병원'가 9.69%(글로벌 점유율은 0.38%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.08%	0.71%	-41.38%
2	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	EU	1.29%	0.55%	57.14%
3	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	EU	1.11%	0.48%	0.00%
4	MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL	미국	1.36%	0.46%	-23.53%
5	STANFORD UNIVERSITY	미국	1.27%	0.43%	111.11%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	9.69%	0.38%	77.78%
2	YONSEI UNIVERSITY	4.26%	0.17%	-42.86%
3	ASAN MEDICAL CENTER	2.71%	0.11%	33.33%
4	SOGANG UNIVERSITY	2.71%	0.11%	33.33%
5	KOREA UNIVERSITY	1.55%	0.06%	300.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF BIOMEDICAL ENGINEERING	3.05%	0.37%	66.67%
2	CHINESE UNIVERSITY OF HONG KONG	1.40%	0.17%	-16.67%
3	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.27%	0.15%	-57.14%
4	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.02%	0.12%	-40.00%
5	SICHUAN UNIVERSITY	1.02%	0.12%	-85.71%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	3.86%	0.28%	-36.36%
2	OSAKA UNIVERSITY	2.58%	0.18%	-50.00%
3	KYOTO UNIVERSITY	1.93%	0.14%	100.00%
4	KYUSHU UNIVERSITY	1.50%	0.11%	500.00%
5	TOKYO MEDICAL AND DENTAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL	1.29%	0.09%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	1.29%	0.55%	57.14%
2	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	1.11%	0.48%	0.00%
3	LEIDEN UNIVERSITY MEDICAL CENTER	0.89%	0.38%	128.57%
4	INSTITUTE OF CANCER RESEARCH	0.82%	0.35%	11.11%
5	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	0.54%	0.23%	-63.64%

6 미국

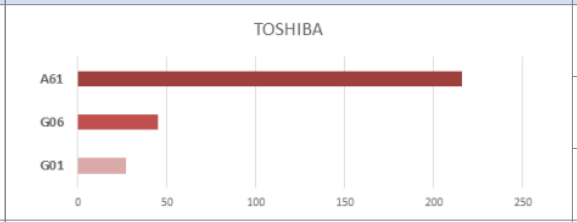
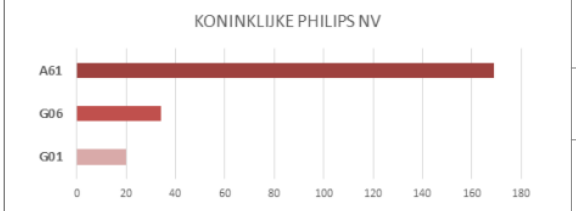
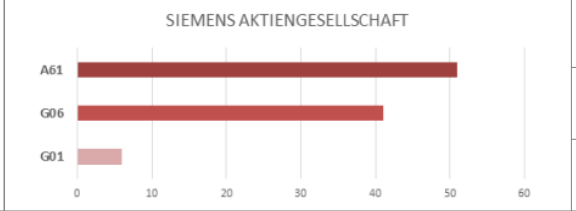
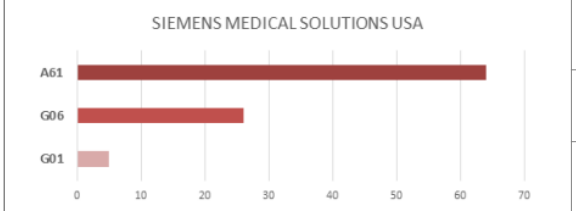
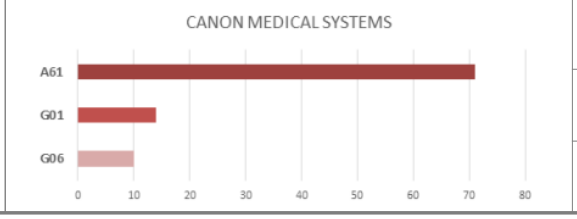
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.08%	0.71%	-41.38%
2	MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL	1.36%	0.46%	-23.53%
3	STANFORD UNIVERSITY	1.27%	0.43%	111.11%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.18%	0.40%	-26.67%
5	JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	1.18%	0.40%	125.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'TOSHIBA(4.08%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 3.78%(글로벌 점유율은 0.44%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'TOSHIBA'와 '삼성전자'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

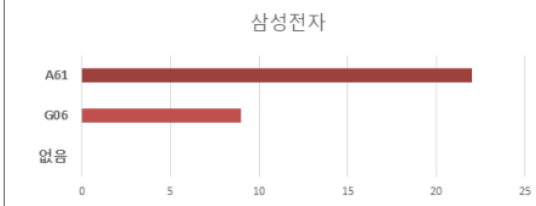
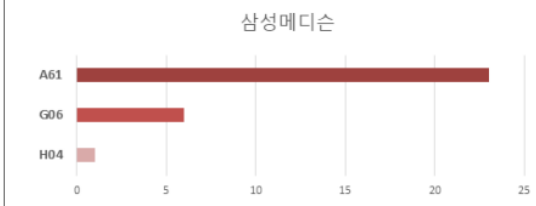
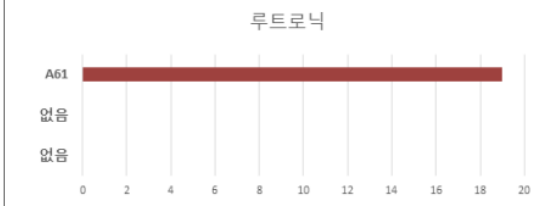
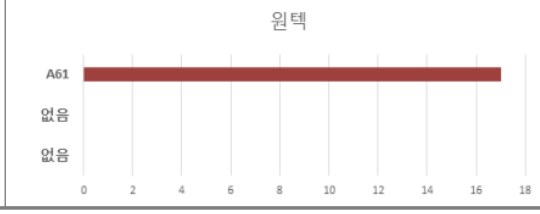
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	일본	20.88%	4.08%	-15.92%
2	KONINKLIJKE PHILIPS NV	EU	21.40%	3.25%	203.51%
3	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	EU	9.49%	1.44%	-17.86%
4	SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA	미국	5.26%	1.40%	-50.00%
5	CANON MEDICAL SYSTEMS	일본	6.86%	1.34%	91.18%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

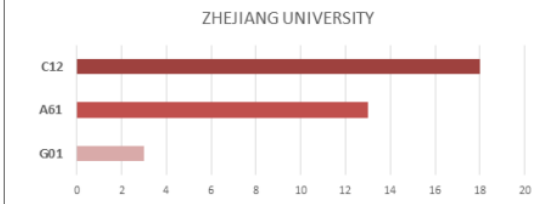
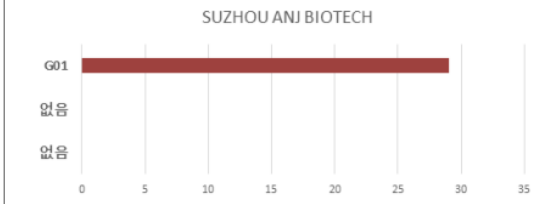
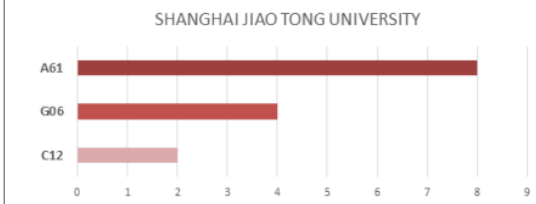
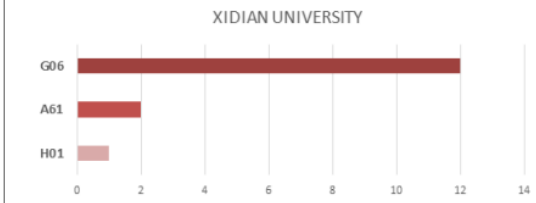
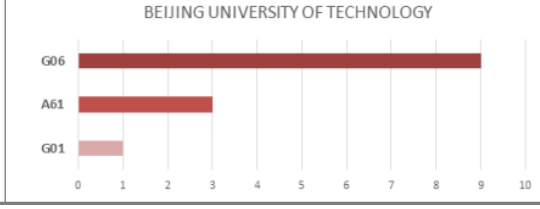
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	3.78%	0.44%	2900.00%
2	삼성메디슨	3.65%	0.42%	550.00%
3	한국전기연구원	2.56%	0.30%	60.00%
4	루트로닉	2.31%	0.27%	2300.00%
5	원텍	2.07%	0.24%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–

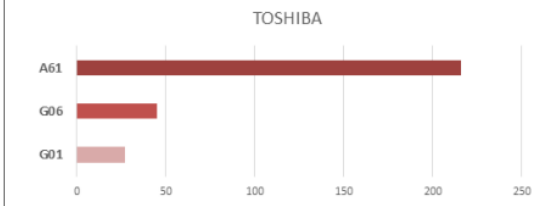
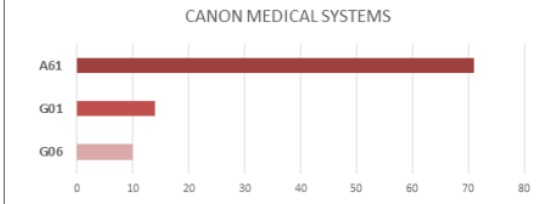
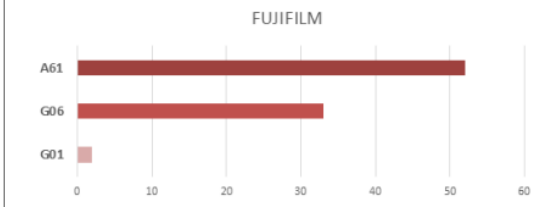
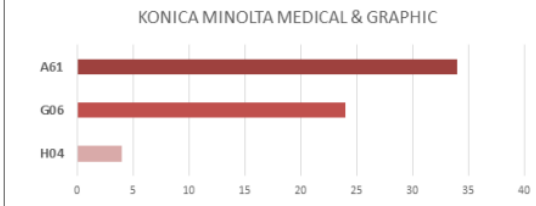
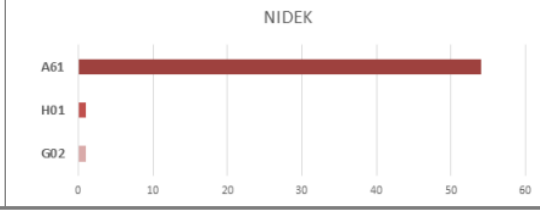
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.82%	0.49%	69.23%
2	SUZHOU ANJ BIOTECH	1.51%	0.41%	-100.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	0.83%	0.23%	28.57%
4	XIDIAN UNIVERSITY	0.83%	0.23%	333.33%
5	BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.68%	0.18%	233.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학

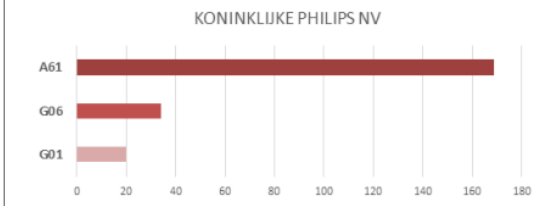
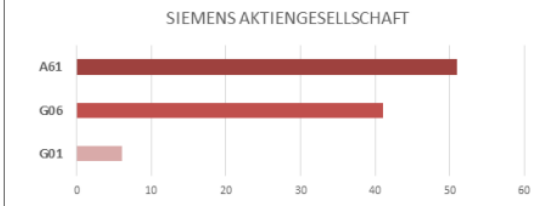
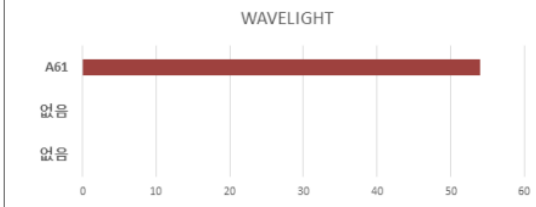
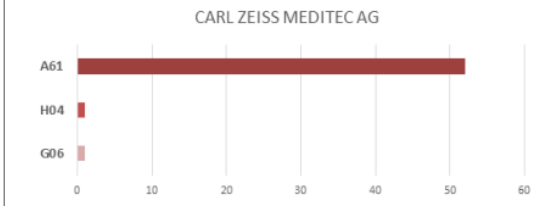
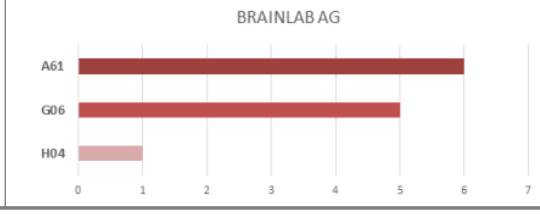
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	20.88%	4.08%	-15.92%
2	CANON MEDICAL SYSTEMS	6.86%	1.34%	91.18%
3	FUJIFILM	6.36%	1.24%	9400.00%
4	KONICA MINOLTA MEDICAL & GRAPHIC	4.99%	0.97%	-37.04%
5	NIDEK	4.05%	0.79%	-90.48%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
		G02	광학

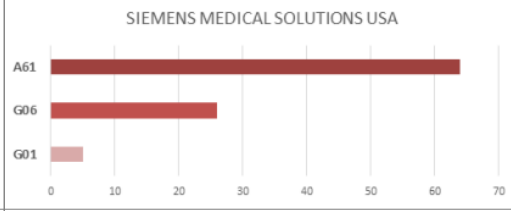
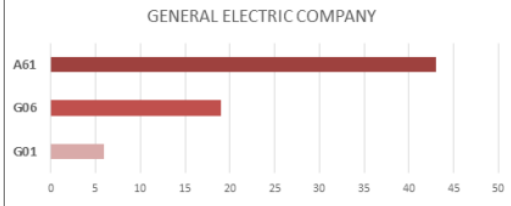
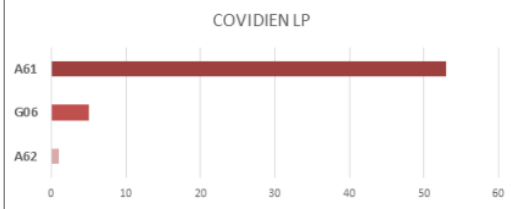
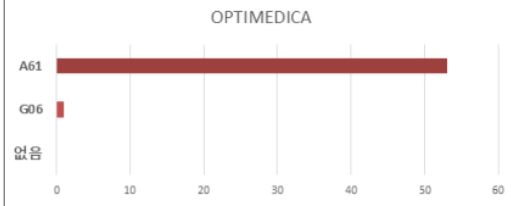
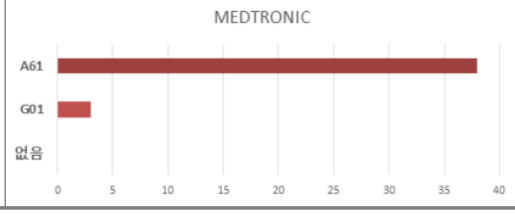
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	21.40%	3.25%	203.51%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	9.49%	1.44%	-17.86%
3	WAVELIGHT	5.02%	0.76%	-50.00%
4	CARL ZEISS MEDITEC AG	5.02%	0.76%	57.14%
5	BRAINLAB AG	1.12%	0.17%	-66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA	5.26%	1.40%	-50.00%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	3.72%	0.99%	91.67%
3	COVIDIEN LP	3.13%	0.83%	455.56%
4	OPTIMEDICA	2.87%	0.76%	2500.00%
5	MEDTRONIC	2.18%	0.58%	-71.88%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A62	인명구조; 소방
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		-	-

64 재활 치료 및 생활지원 기기 기술



64 재활 치료 및 생활지원 기기 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 신체 마비 환자나 노인의 신체움직임을 향상시키거나 장애인의 재활운동 및 생활보조를 위한 시스템 개발 기술
- ☑ 사고나 질병으로 상실된 감각을 복원시키기 위해 착용하거나 인체에 삽입되는 인공 감각기 개발 기술 및 인간의 신경과 연결하는 기술
- ☑ 손상 혹은 손실된 인지적·신체적 기능을 되살리기 위해 신경 인터페이스 기반으로 감각과 운동기능을 복원하거나 보조하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

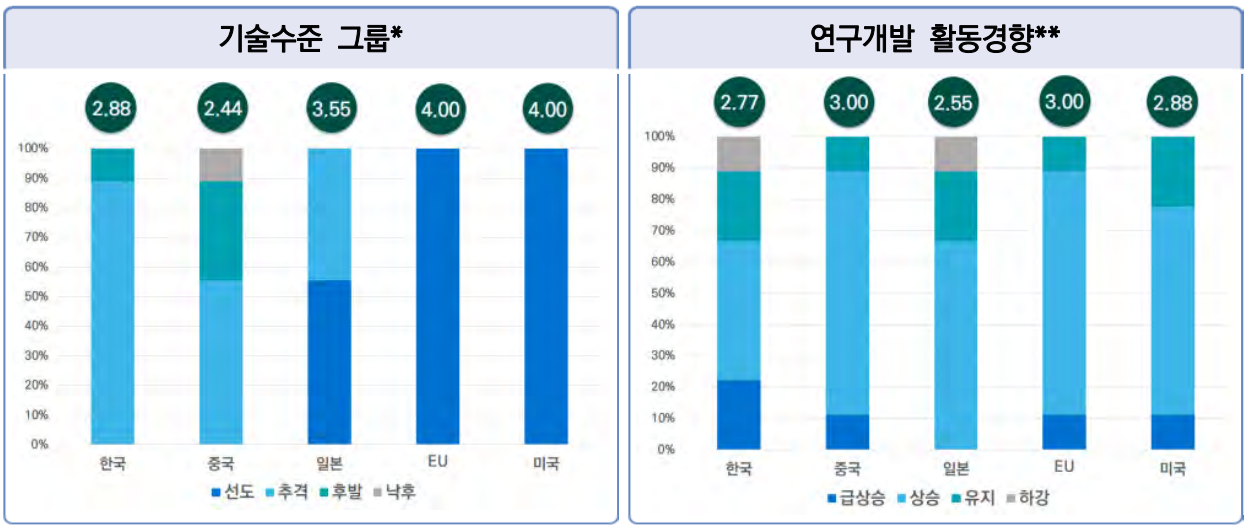
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.0	3.0	추격	보통	보통	상승
중국	60.0	5.0	후발	보통	보통	상승
일본	85.0	1.8	선도	우수	우수	상승
EU	95.0	0.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	75.0	3.0	75.0	65.0	76.0	8.0	3.0	2.0	4.5	1.5
중국	60.0	5.0	60.0	60.0	65.0	6.9	5.0	3.5	5.5	1.3
일본	85.0	1.5	85.0	70.0	87.0	8.6	1.8	1.3	2.3	0.8
EU	95.0	0.0	95.0	92.0	100.0	6.4	0.0	0.0	0.8	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

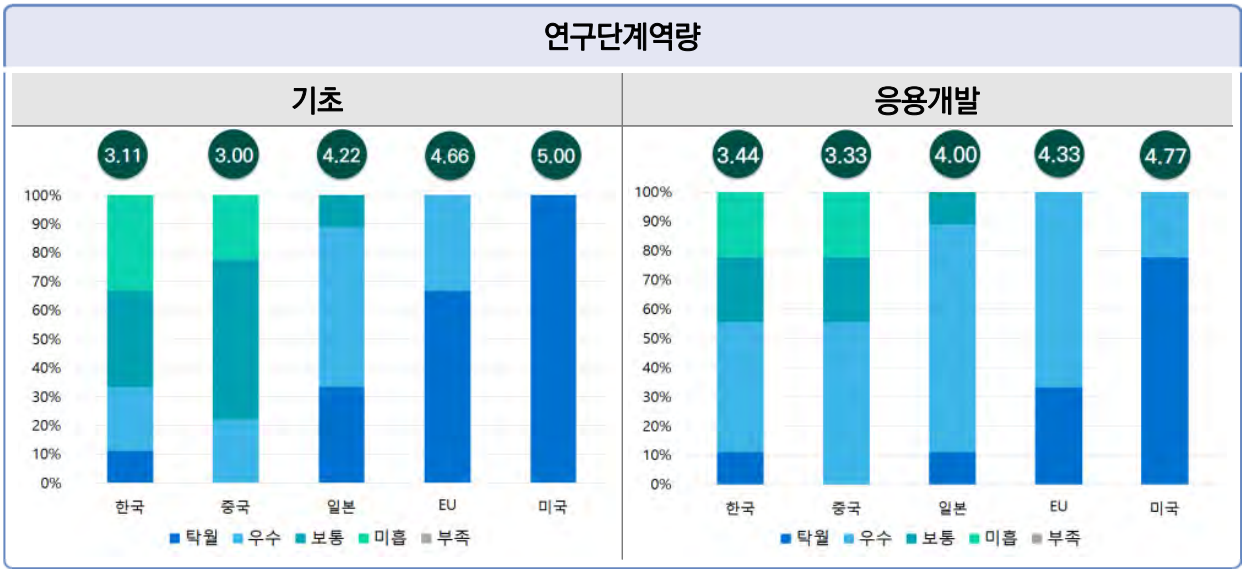
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.0%)	• 여러 스타트업들에서 활발히 제품을 개발 중이나 디자인 등에서 차별화되어 있을 뿐, 실제로는 미국이나 EU 제품의 카피가 많아, 선도한다고 보기는 어려움 • 동물실험 수준 • 재활치료 및 생활지원기기 분야에서 관심과 연구개발 참여가 늘어나고 있으나, 전반적으로 독자적 선행원천기술의 확보와 수요시장 적용에 어려움 • 워크봇, 의수로봇 등 재활보조기, 재활로봇 분야 일부 상용화 • 특허와 논문 모두 실적 위주로 진행되며 양산 적용은 다소 어려움
중국 (60.0%)	• 카피의 카피 수준 • 재활 기기 제작 단계 • 국가적인 관심, 자원배분에서 타 분야 대비 다소 소외되어 있는 분야로 연구개발 경험축적이 충분히 이루어지지 않고 있음 • 거대시장을 기반으로 중국 정부의 투자 및 펀드투자를 기반으로 연구개발 진행 중 • 연구발표, 시제품 • 최근 몇 년 간의 국가적 지원을 바탕으로 왕성한 투자와 연구가 진행되어 과시적인 결과가 나타날 전망
일본 (85.0%)	• 가정 개호 등에 대한 수요가 많고, 전자기기의 품목별 다양화 등이 잘 되어 있으나, 국내용 제품들이 많아 세계화는 부족 • 동물실험 수준 • 고령화로 인한 재활분야 관심 로봇기술의 투자 • 일본재흥전략의 후속조치로 로봇신전략을 발표하고 보건의료 분야의 실용화 기술 개발 및 관련 시장창출, 보급 확산에 노력 • 사이버다인 사를 중심으로 재활로봇 분야 연구개발 선도 • 연구발표, 시제품 • 기존 로봇 기술의 특허를 바탕으로 절대 건수는 부족하나 양질의 특허와 논문을 바탕으로 상용화 중
EU (95.0%)	• 기계설계나 소프트웨어 등에서 미국에 크게 뒤지지 않음 • 실제 임상이나 가정에서 사용할 수 있는 제품은 대부분 EU 제품 • 우수 사례가 다소 적음 • 동물 실험을 마치고 임상에 적용 시작 단계 • 국가의 과감한 투자 및 기초 뇌과학 분야 투자 • EU 최대 규모의 연구기금지원 프로그램인 Horizon 2020에서 보건, 건강 등의 세부분야를 포함하는 사회적과제 부분에 예산집중 노력 • 전통적으로 해당 분야의 기술주도국인 북유럽, 독일, 영국 등 주요 국에서 지속적인 연구개발 성과 발표 • 앤디(An.Dy:Advancing Anticipatory Behaviors in Dynamic Human-Robot Collaboration) 프로젝트를 통해 EU 내 프랑스, 독일, 이태리 등의 기관 및 업체들이 참여하여 웨어러블 슈트, 콘트롤 등을 개발 중 • 미국과 대등한 기술 수준을 보이고 있으며, 정부주도의 관련 R&D가 활발하게 이루어짐

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 인공지능, 로봇 분야에서 월등한 격차 다만 실제 임상치료 및 생활지원에 관한 까다로운 규제 등으로 제품화가 어려움 • 임상에 적용하여 다양한 결과 획득 중 • 국가의 과감한 투자 및 기초 뇌과학 분야 투자 • 장애, 재활, 고령자 분야 등 삶의 질 향상을 위한 연구개발에 집중 투자 중이며 개인별 맞춤형 수요에 대응하는 선도 기술 시현 • 군수산업의 로봇 기술이 의료영역으로 이전되어 상하지 재활치료용 로봇분야 기술선도 • 외골격 로봇분야에 강점을 가지고 근력강화, 반신마비환자 보행기술 등 발표 • 인공지능 분야 관련 논문 및 특허 주도 • 주요 대학과 기업이 기술을 주도하고 있으며, 관련 분야 전반적인 기술 수준이 높음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 출연연, 대학을 중심으로 재활치료 분야 세부기술의 원천기술 확보 노력 진행 • 기초 기술수준은 미국, 유럽, 일본과 대부분 비슷한 수준 • 국내 유수 대학과 연구소에서 연구개발을 활발히 진행 중 • 정부 투자의 확대 • 우수한 의료진 • IT, BT 기초 기술의 확보 • 유능한 개발인력 및 IT 인프라 • 컨텐츠 기획 능력 우수 • 게임 개발 능력 우수 • 단일 품목 개발능력 우수	• 재활 및 생활지원 분야에서 원천기술과 연계된 상용화개발 및 수요시장 개척, 확보에 어려움을 겪고 있음 • 응용개발 및 산업화에서 미국, 유럽, 일본 대비 약간 미흡 • 개발과 수요 측면의 정책적 연계 노력 미흡 • 신의료기술 등 재평가, 의료기기 품목허가 등 제도에 의한 규제로 인해 개발된 제품의 사업화 애로 • 새로운 기술에 대한 인허가 등의 경험 부족 • 단일 품목을 하나로 통합하는 능력 부족 • 원천기술, 기초기술 학-산-연의 효율적인 협업 부족 • 유능하고 의욕 있는 신진교원들과 벤처를 연결시켜 주는 정책 필요
중국	• 기술력 축적 증 • 최근 중국 정부의 적극적인 투자로 인해 기초연구 수준이 급격한 상승 • 중국내 의료산업체의 적극적인 투자를 기반으로 응용개발연구 지속적으로 확대 중 • 연구 펀딩 규모가 크므로 잠재력 존재 • 규모 있는 인력 • 넓은 시장 확보	• 제조, 정보통신, 우주항공 등 전략산업 분야 대비 국가적 관심과 지원이 상대적으로 미흡 • 동 분야의 기술경쟁력 확보를 위한 연구개발 경험 미흡 • 성장주도 정책 및 급격한 연구개발 투자로 인해 양적 규모의 확대는 이루고 있으나 질적 수준에서의 성장은 비교적 낮음 • 사회적 기반, 인프라, 제도 등 미흡 • 아직까지 주목할 만한 성과가 없음

국가	강점분야	기타
일본	• 최고령선진국으로 장기요양대상자의 증가와 간병인력 부족의 사회문제 해결과 함께 신산업 창출을 위한 돌봄 로봇(Care Robot) 분야에서 경쟁력 확보 • 개발제품의 요양현장 보급 확산을 위한 정부 부처 간, 정부-민간, 개발-수요 협업 추진 • 과감한 정부 투자 및 기초 뇌과학 분야 투자 • 산업체 주도의 연구개발이 주로 진행되어 왔으며 기술 수준은 상위권에 있음 • 일본 내 공적 보험 영역에서 재활로봇을 통한 재활치료지원 등의 활동을 통해 사업화 지원 • 웨어러블 재활기기에 대한 원천기술 다수 보유 • 기술, 인력, 인프라 강점 • 고령화 산업의 확장 및 응용분야 확대 • 탁월한 완성도 및 캐릭터성	• 미국, EU 지역의 선도적 기술개발에 비해 기술 수준 격차 존재 • 새로운 기술에 대한 인허가 등이 보수적 • 로봇 수트에 대한 강점은 있으나, 기타 다양한 재활 분야에 대한 연구가 미진한 편 • 국내에 국한됨
EU	• 선도 기술 분야에서 의료분야와 공학기술 연계 우수 • 선도국가 중심으로 도전적인 재활분야 연구가 촉진되고 도전적인 사례적용을 통한 경험 축적 • 재활 분야에서 인간의 인지, 감각, 행동에 대한 깊이 있는 이해와 인체-기기 상호작용 원천기술 축적 • 기초 뇌과학 분야 투자 • EU 내 각 기관이 공동 참여하는 대규모 산학연 연구 진행 중. 사람의 동작을 측정하고, 수집된 데이터를 바탕으로 행동인지 모델을 수립하고, 이에 따른 행동을 예측해 지원하는 인간과 로봇 간 육체적 협동 기술 등의 연구 진행 • 장기간의 투자 • 기초 기술이 강함 • 연구 펀딩 규모가 크고, 여러 나라에서 서로 협력하며 연구 성과 창출 중 • 기술, 인력, 인프라 모두 우수 • 국가 지원 및 관련 투자 확대 • 다양한 국가에서 맞춤형 기기 개발 가능	• 완성도는 미국, 일본에 비해 떨어짐
미국	• 재활 분야에서 인간의 인지, 감각, 행동에 대한 깊이 있는 이해와 인체-기기 상호작용 원천기술 축적 중 • 선도 기술 분야에서 의료분야와 공학기술 연계가 잘 이루어져 있으며, 국가적 관심과 지원을 통해 도전적인 재활분야 연구가 촉진되고 도전적인 사례적용을 통한 경험 축적	• 규제

국가	강점분야	기타
	• 과감한 정부 투자, 기초 뇌과학 분야 투자 • 꾸준한 연구개발을 통해 논문 및 특허 발표가 진행되고 있으며 일부 분야에서 괄목할만한 성과를 내고 있음. 특히 로봇분야에서는 군수산업에서 파생된 외골격 로봇 분야의 기술이 의료영역과 융합되어 재활환자의 근력증강 등의 치료에 활용됨 • 장기간의 투자 • 연구 펀딩 규모가 크고, 다양한 그룹에서 서로 경쟁적으로 개발하므로 발전이 빠름 • 의사와 연구자간의 협력 우수 • 기술, 인력, 인프라 모두 강함 • 기초기술 및 산업계의 경쟁력	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	1위	2위	3위	5위

	정책제언
국내협력 촉진	• 정기적인 교류회 지원 과제나 사업성과 공유 (공유 가능한 부분) 및 안전성, 유효성, 사용적합성 등과 관련된 공유 • 현재 서로 아는 연구진들로만 컨소시엄을 구성하기 때문에 학문적인 교류가 제한적임. 연구진들이 서로 아이디어를 공유하고 연구 과제를 같이 준비할 수 있는 교류 사이트 등 필요 • 기술개발과 보급 확산의 통합적 생태계조성: 개발단계에서 관련 부처 및 관리기관, 기업, 대학, 출연연, 임상 등 주요 이해관계자 사이의 원활한 개발협력과 검증이 가능하도록 하고 동시에 수요측면의 병원, 요양시설 등과 협력체계 마련 • 산, 학, 연, 병 연구가 독립적 개별적으로 이루어지지 않도록 협력 연구 활성화 방안 모색 • 개발자와 임상가의 긴밀한 협력이 필요하며 이를 위한 정책적 배려 필요 예) 연구결과에 대한 업적을 적절히 공유할 수 있도록 하는 것 등 • 협력을 위한 컨트롤타워 필요
국제협력 촉진	• 미국, 유럽 등 재활치료에 선도 국가의 모델을 참고할 수 있는 협력 체계 구축 안전성, 표준화 활동 지원 • 동 분야 기술선진국의 주요 연구기관과 상시적인 협력체계 마련. 우선 임상적인 검증연구를 협력대상으로 하고 단계적으로 공동개발 등으로 확대 • 아시아 국가와의 협력을 통한 시장개척 필요

	정책제언
인력양성 및 유치	• 로보틱스 + 프로그래밍 + 임상 + 기획능력을 가진 사람이 헬스케어 쪽으로 올수 있도록 유인책 필요. 지금은 모두 게임회사나 포털로 몰려가고 있으므로 대안 요망 • 대학 인력과 병원, 연구소 인력 간의 교류 실시. 병원, 연구소 내의 학생 연구 참여 지원 • 재활분야의 집약적인 인력양성을 위한 그룹 추진 • 개발인력뿐 아니라 개발제품의 보급 확산을 위한 중간사용자의 양성과 제도권 내의 역할부여를 통한 현장적용 활성화 • 전문연구가 양성을 위한 대학원 확대 • 정확한 방향성을 가지면서도 혁신적인 인력 필요 • 인력 양성과 더불어 산업계의 성장 필요
인프라 구축	• 시험검사 – 연구개발 – 리빙랩(테스트베드)과의 네트워크 구축 기존의 연구 및 병원 인프라와의 연계 • 개발 측면뿐 아니라 재활의학 및 일상생활지원 사용성 측면의 상시적 검증연구 인프라를 마련하고 검증연구를 위한 표준화된 프로세스의 구축 및 데이터의 활용 • 국내 연구진의 활발한 교류를 촉진하고 연구 결과를 쉽게 공유할 수 있는 인프라 구축 • 관련 분야의 연구비가 대학에 분산 투자되고 소액 개인과제가 많아 연구 성과의 확산의 컨트롤 타워 부재
법·제도 개선	• 임상에서의 매출 창출 또는 B2C로 매출 창출 등 기술개발이 매출로 이어질 수 있도록 의료법 개선 필요 • 회색 지대의 제품에 대한 품목 분류 판정 위원회 구성 • 보험 제도를 통한 도전적 제품의 보장 • 장애인 복지법, 노인요양보험 등의 실효성 있는 법제화 추진 • 융합형 신기술 의료기기 품목허가, 인증제도의 탄력적 운영 • 의료보험, 장기요양보험 제도 내의 보급지원 범위 확대 • 신개발 의료기기 조기 임상진입 및 모험적인 임상시험 승인 등의 제도개선 • 관련 의료기기 및 제품의 사용화를 위한 제약 완화
연구비 확대	• 모험적 소규모 연구와 대규모 연구의 조화 • 제품 중심의 연구보다는 기초선행, 제품화응용, 상용화개발, 실사용 환경 검증 및 제품인증, 사업화촉진 등의 단계별 필요한 지원 사항을 패키지형으로 설계하여 집중적인 지원 • 관련 연구비 규모 확대 및 연구기간(5~10년으로) 확대 • 지속적인 연구비 확대가 필요하며, 성급한 성과 위주의 연구개발을 강요하면 안 됨
기타 의견	• 해당 분야는 기술뿐만 아니라 정책, 보급 등이 중요함. 또한 사용대상자도 의사, 치료사뿐만 아니라 일반인 (가족, 장애인, 환자 등)이 직접 사용하고 있음. 임상 분야에 연계를 위해서는 장기적인 기다림이 필요하므로 장기적인 접근 필요 • 소기업뿐만 아니라 대기업의 경우도 모험적인 제품에 대해서는 특별히 관련 보험제도 필요. 공공적 목적의 제품의 경우, 보험을 통하여 제품 사용 시 사고가 발생할 경우 커버가 된다면 산업적으로 큰 원동력이 될 것 • 클라우드 기술, 모바일 기술과의 융복합이 필요하며 인공지능 기술과의 융합도 중요

다 주요 분석 결과 요약

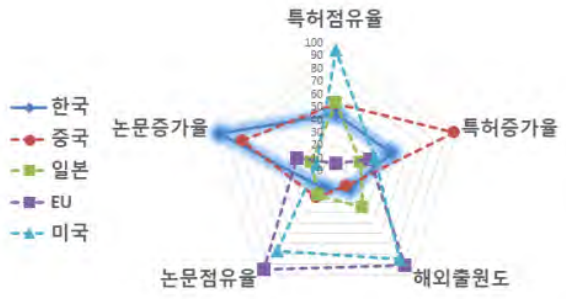
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학기술명	재활 치료 및 생활지원 기기 기술	5,840	4,307	50.3%	74.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

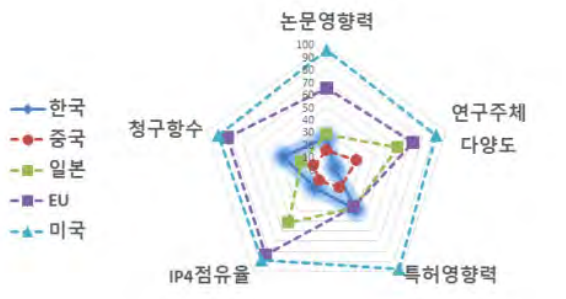
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	미국	미국	미국
	48.1%	31.3%	23.2	19.8
한국	5위	4위	4위	2위
	3.1%	19.0%	7.8	5.3
5개국 평균[2]	-	-	15.9	16.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

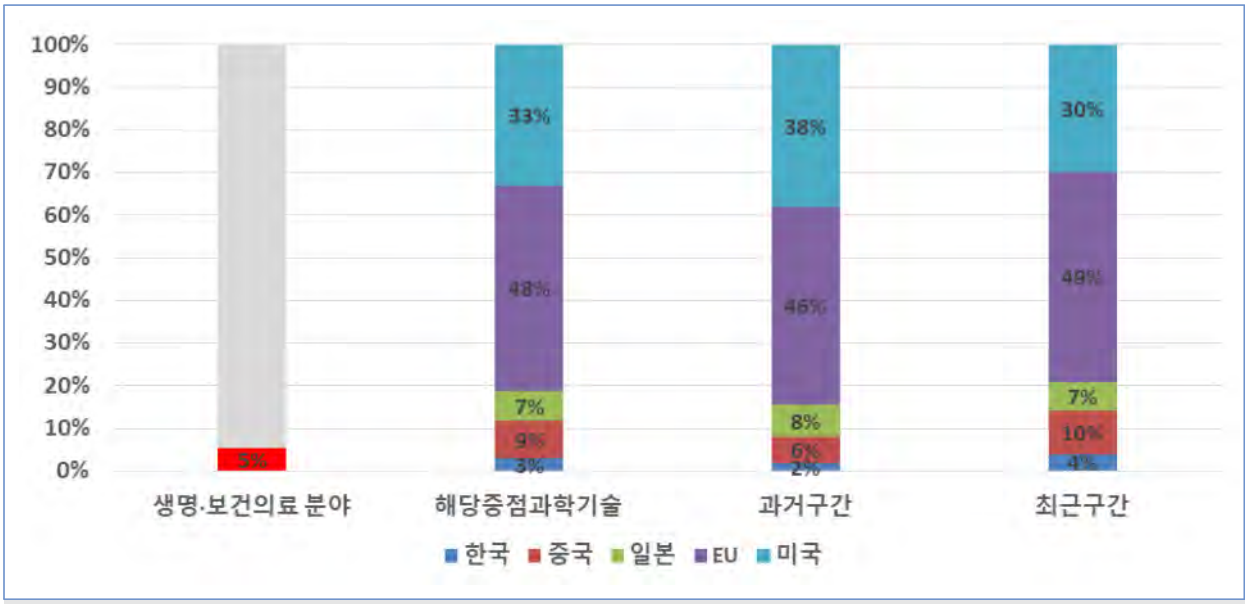
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(7.8)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(48.1%), 미국(33.1%), 중국(8.6%), 일본(7.1%), 한국(3.1%) 순이며, 논문 증가율은 한국(226.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(23.2), EU(14.5), 일본(8.3), 한국(7.8), 중국(5.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 미국(0.99)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(19.0%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(5.3)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 미국(31.3%), 일본(20.6%), 중국(20.4%), 한국(19.0%), EU(8.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(406.2%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.1)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(19.8), 한국(5.3), 일본(5.0), EU(5.0), 중국(1.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(21.0%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.1%	8.6%	7.1%	48.1%	33.1%
	논문 증가율	226.2%	154.9%	30.7%	59.3%	18.2%
	논문 영향력	7.8	5.5	8.3	14.5	23.2
	연구주체 다양도	0.94	0.97	0.97	0.98	0.99
특허 분석	특허 점유율	19.0%	20.4%	20.6%	8.7%	31.3%
	특허 증가율	102.2%	406.2%	-4.2%	32.1%	49.7%
	해외출원도	0.5	0.2	1.6	5.1	4.4
	특허 영향력	5.3	1.0	5.0	5.0	19.8
	IP4점유율	3.3%	0.8%	11.6%	19.1%	21.0%
	청구항수	5.0	2.5	3.7	8.9	10.0

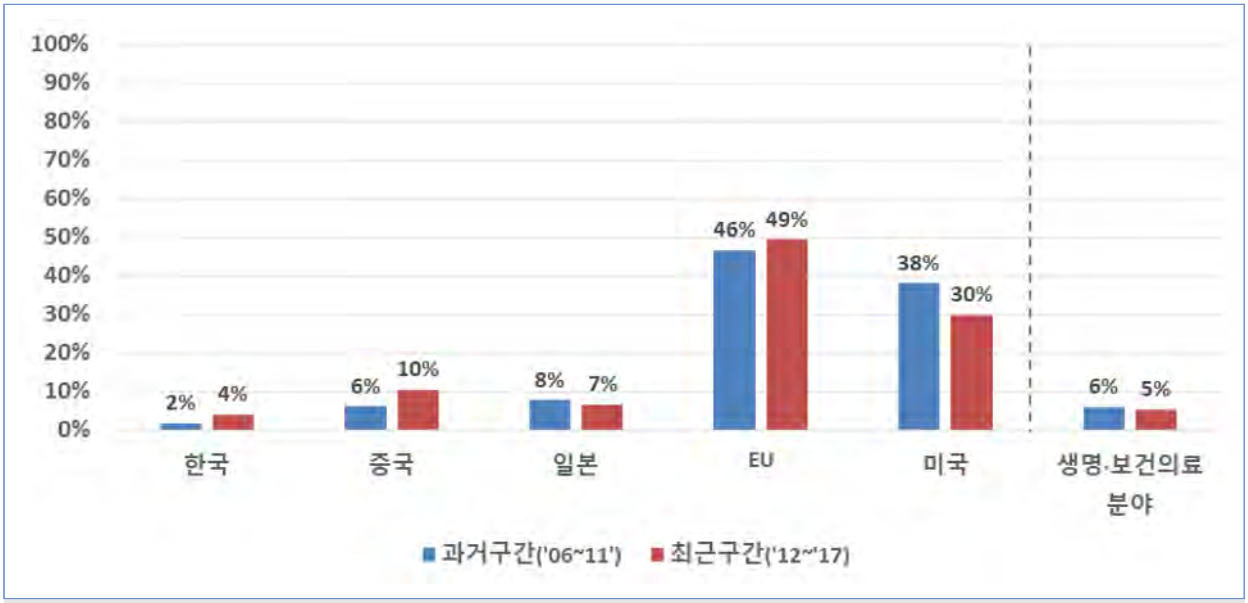
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 재활 치료 및 생활지원 기기 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2811건으로 전체 논문의 48%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 재활 치료 및 생활지원 기기 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 5%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

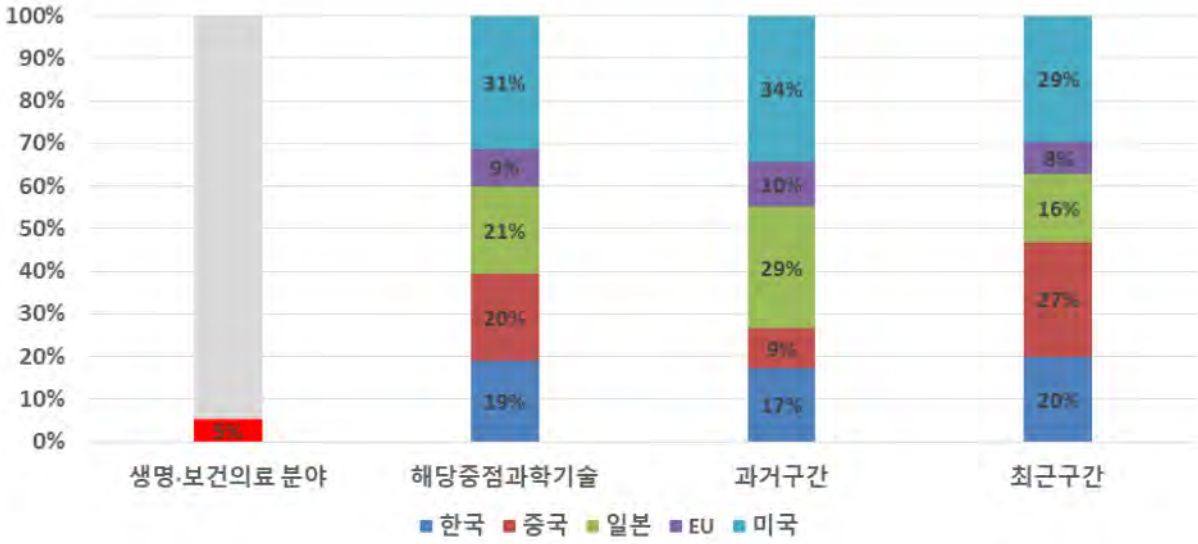


● 재활 치료 및 생활지원 기기 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 226.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	42	137	179	226.2%
중국	142	362	504	154.9%
일본	179	234	413	30.7%
EU	1,084	1,727	2,811	59.3%
미국	886	1,047	1,933	18.2%
전체	2,333	3,507	5,840	50.3%

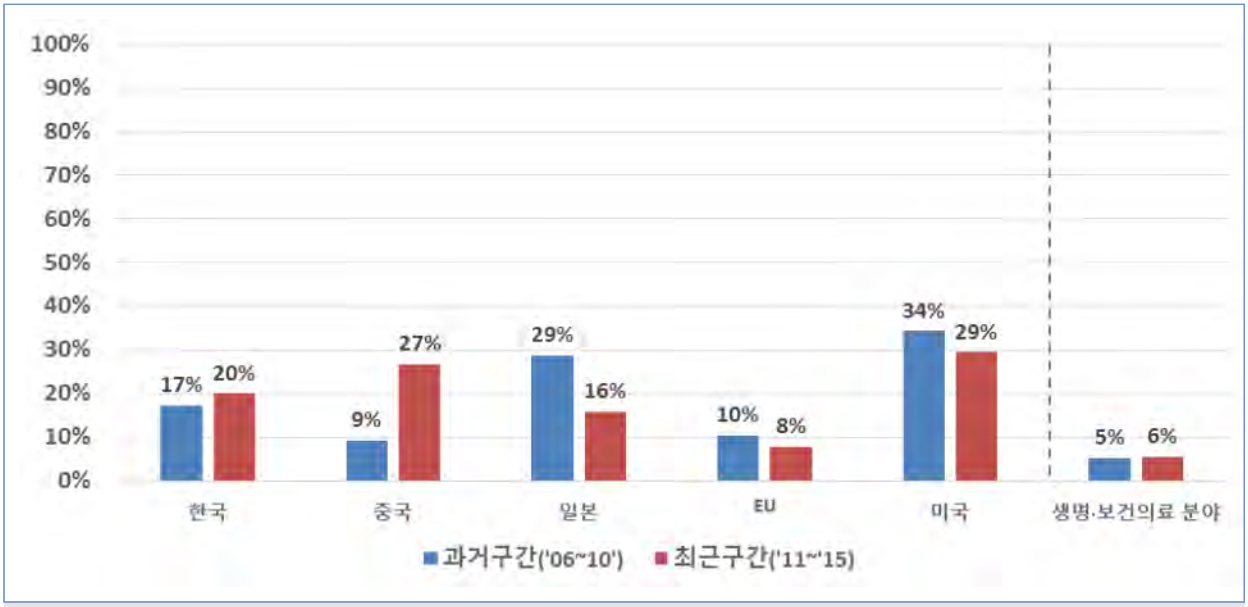
(4) 특허 점유율(전체)



- 재활 치료 및 생활지원 기기 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 미국이 1346건으로 전체 특허의 31%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 중국, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 재활 치료 및 생활지원 기기 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



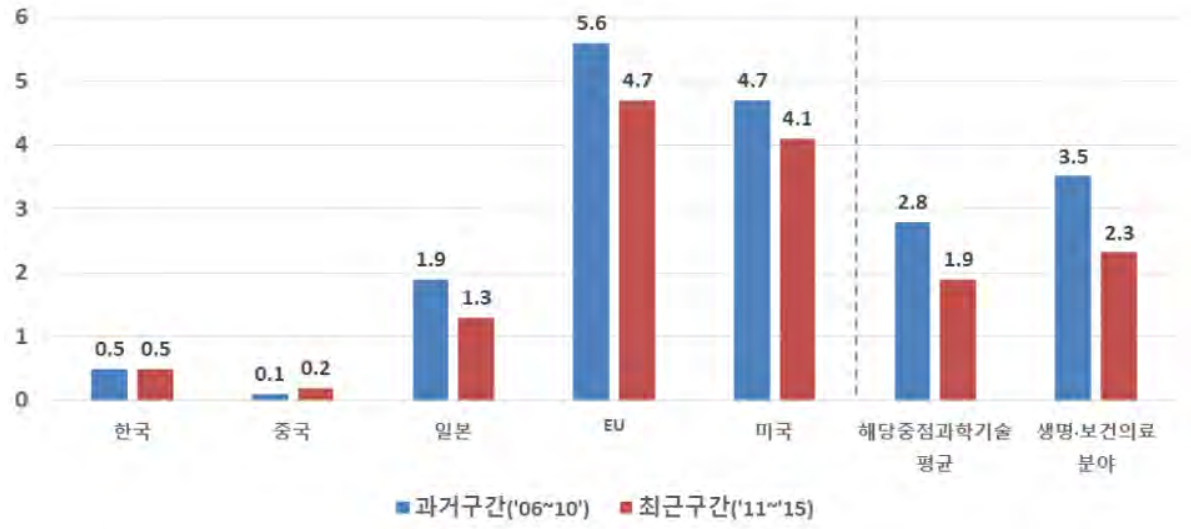
- 재활 치료 및 생활지원 기기 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 102.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	271	548	819	102.2%
중국	145	734	879	406.2%
일본	453	434	887	-4.2%
EU	162	214	376	32.1%
미국	539	807	1,346	49.7%
전체	1,570	2,737	4,307	74.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

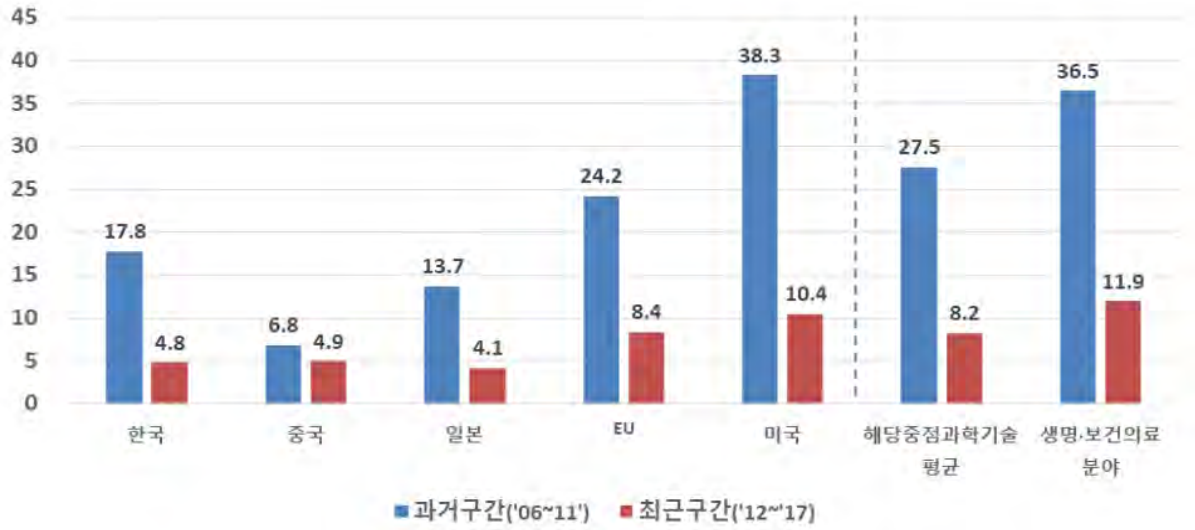


- 재활 치료 및 생활지원 기기 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

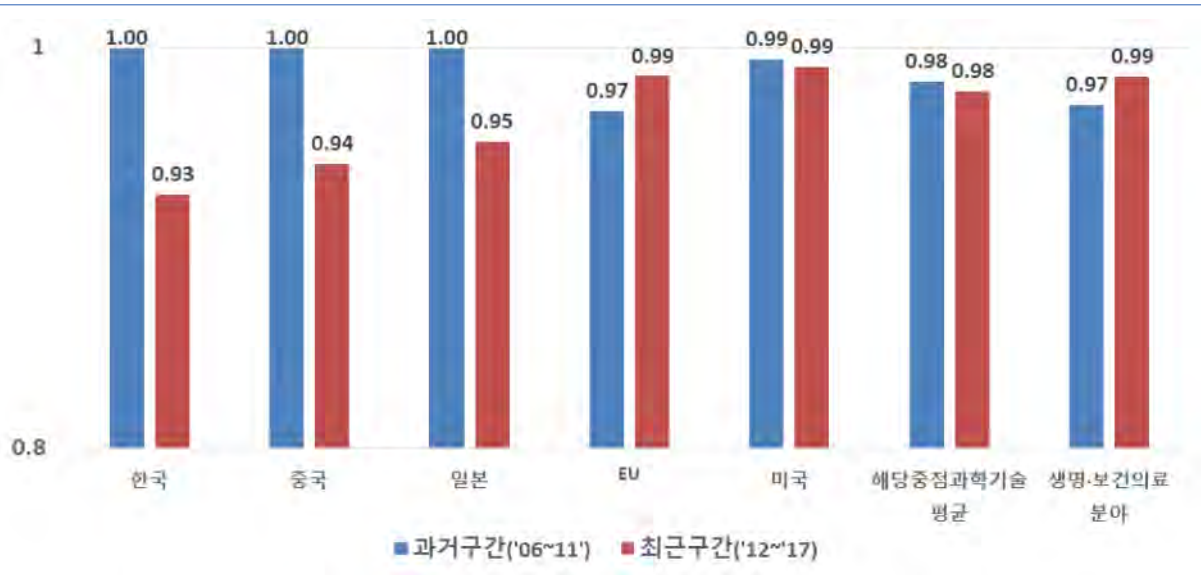
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



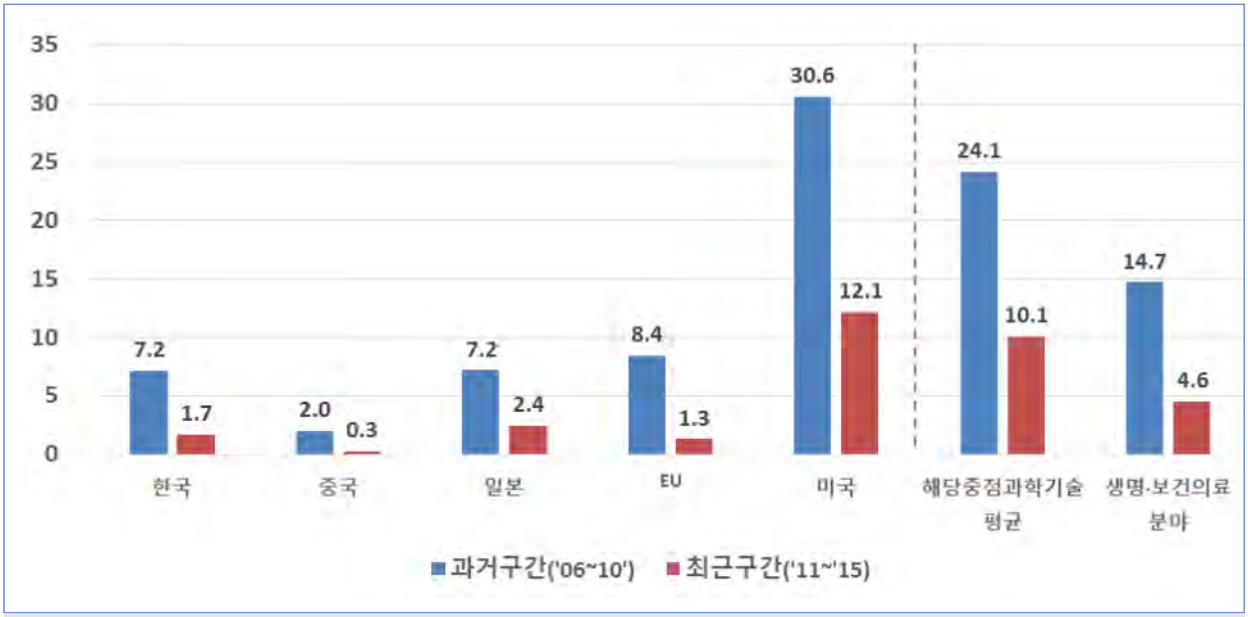
- 재활 치료 및 생활지원 기기 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



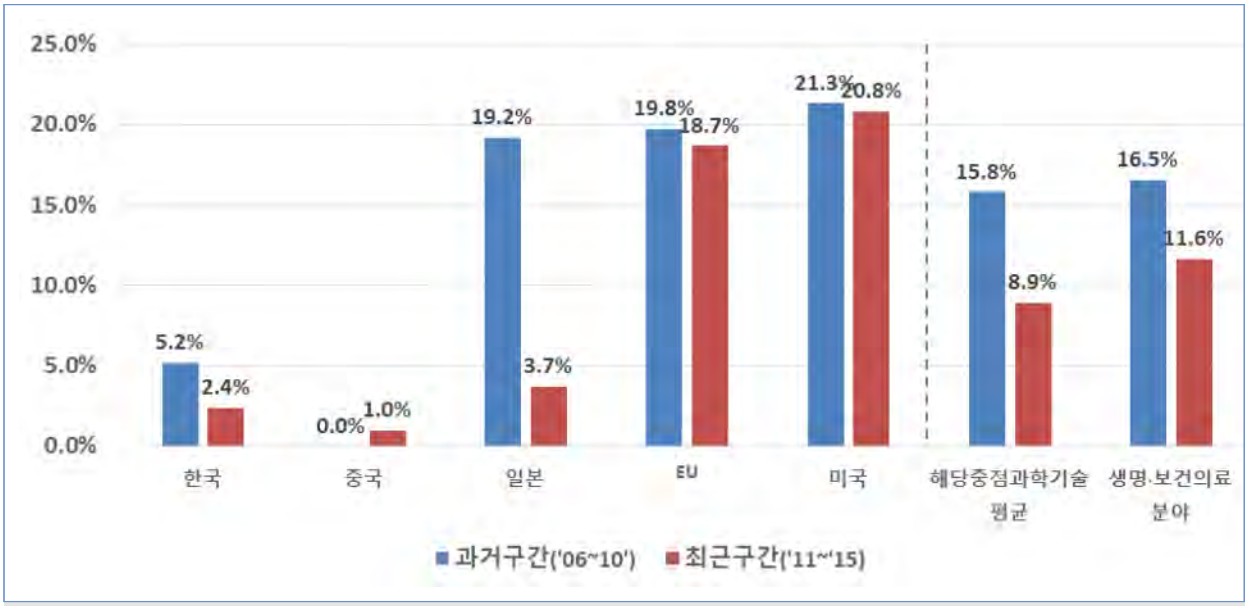
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



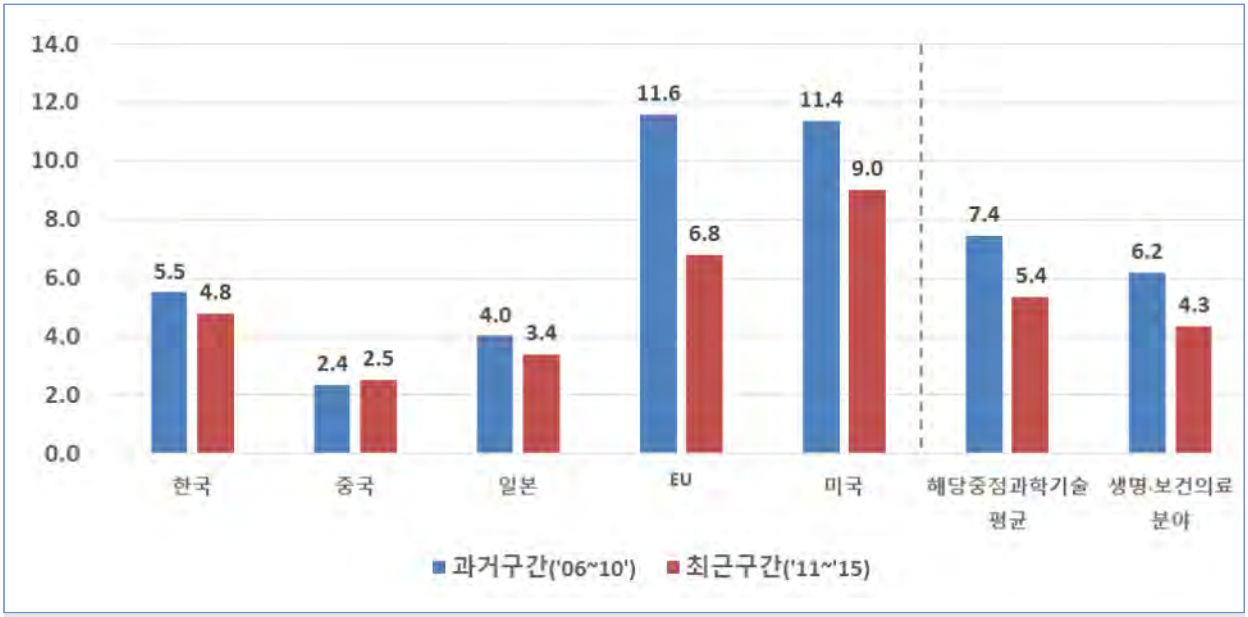
● 재활 치료 및 생활지원 기기 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 재활 치료 및 생활지원 기기 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 재활 치료 및 생활지원 기기 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

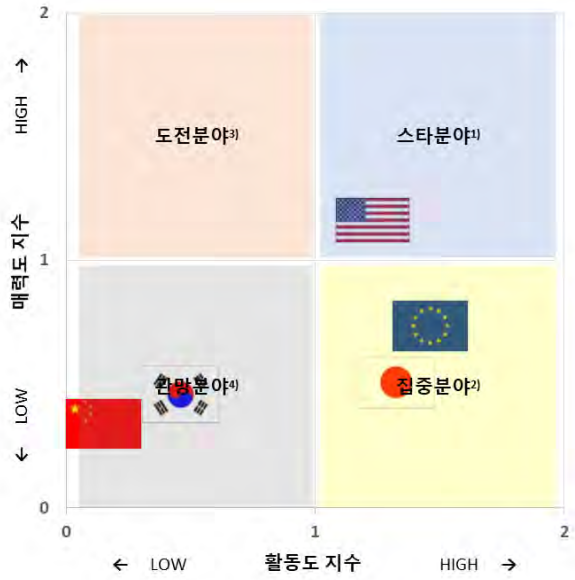
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

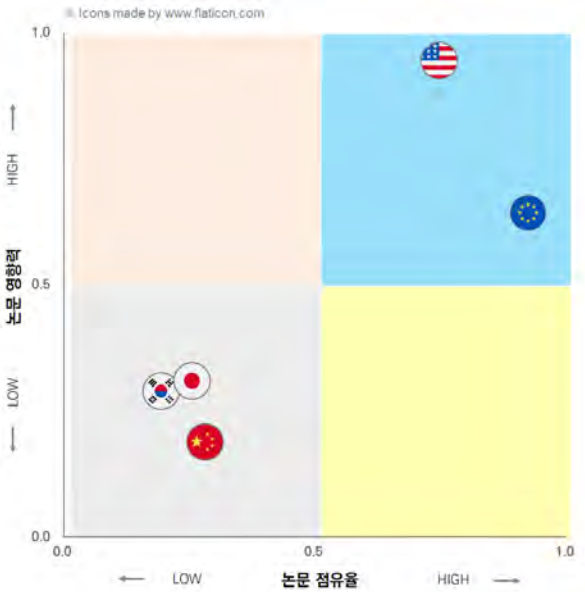
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 재활 치료 및 생활지원 기기 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

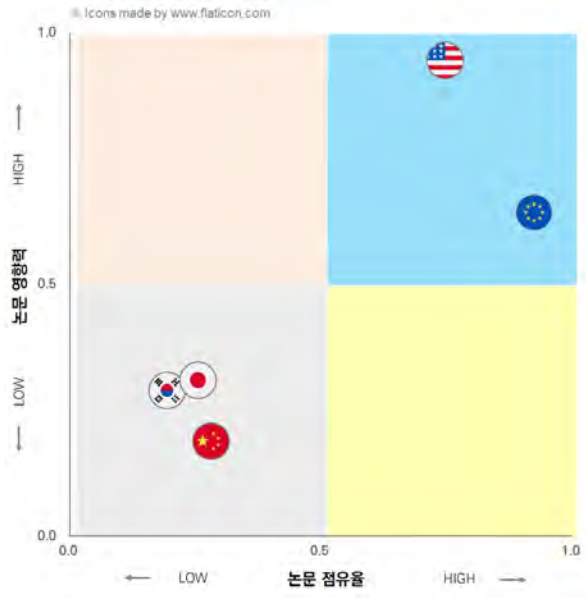


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

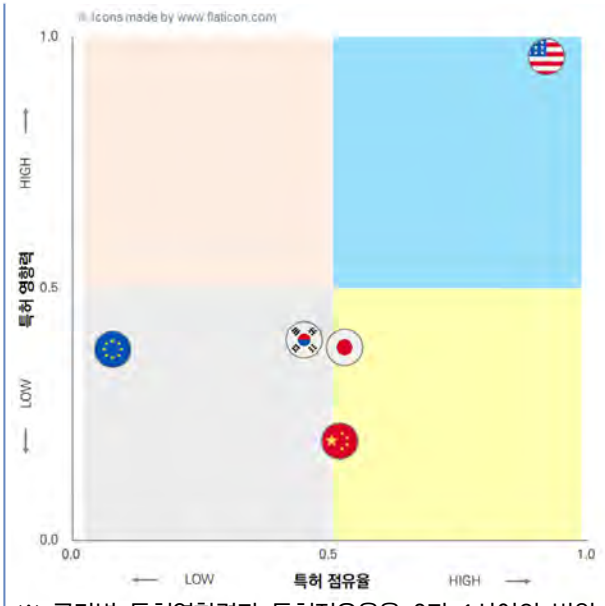
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 재활 치료 및 생활지원 기기 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'NIVERSITY OF RHODE ISLAND(0.43%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 6.15%(글로벌 점유율은 0.19%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF RHODE ISLAND	미국	1.29%	0.43%	-21.43%
2	ARIZONA STATE UNIVERSITY	미국	1.03%	0.34%	-75.00%
3	REHABILITATION INSTITUTE OF CHICAGO	미국	0.93%	0.31%	-50.00%
4	BIOROBOTICS INSTITUTE	EU	0.64%	0.31%	700.00%
5	MARQUETTE UNIVERSITY	미국	0.88%	0.29%	-30.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.15%	0.19%	166.67%
2	KOREA UNIVERSITY	3.35%	0.10%	400.00%
3	GYEONGSANG NATIONAL UNIVERSITY	2.79%	0.09%	50.00%
4	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.79%	0.09%	50.00%
5	ASAN MEDICAL CENTER	2.23%	0.07%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STATE KEY LABORATORY OF ROBOTICS AND SYSTEM	3.17%	0.27%	0.00%
2	NORTHEASTERN UNIVERSITY	2.18%	0.19%	75.00%
3	SOUTHEAST UNIVERSITY	1.98%	0.17%	133.33%
4	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.79%	0.15%	100.00%
5	HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY	1.59%	0.14%	0.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHIBA UNIVERSITY	2.42%	0.17%	0.00%
2	GIFU UNIVERSITY	2.42%	0.17%	50.00%
3	OSAKA UNIVERSITY	2.18%	0.15%	-50.00%
4	UNIVERSITY OF HAIFA	2.18%	0.15%	-20.00%
5	UNIVERSITY OF TOKUSHIMA	1.94%	0.14%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BIOROBOTICS INSTITUTE	0.64%	0.31%	700.00%
2	UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON	0.60%	0.29%	-45.45%
3	UNIVERSITY OF PADUA	0.57%	0.27%	-54.55%
4	WROCLAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.43%	0.21%	-66.67%
5	LINKÖPING UNIVERSITY	0.36%	0.17%	50.00%

6 미국

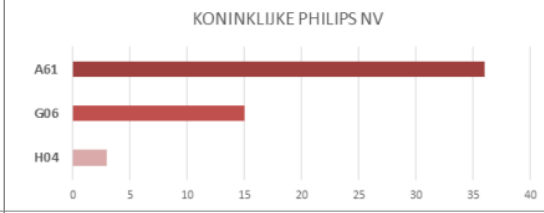
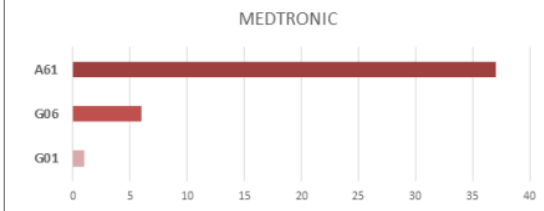
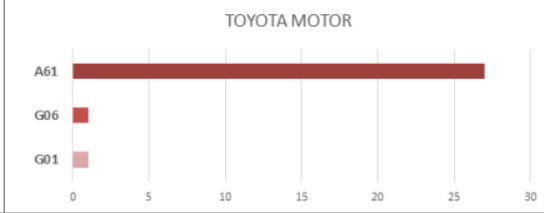
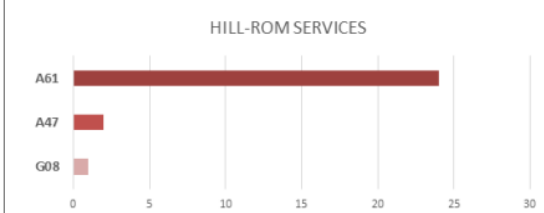
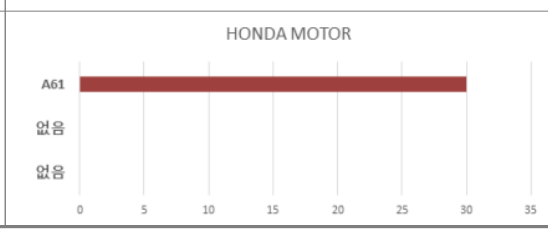
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF RHODE ISLAND	1.29%	0.43%	-21.43%
2	ARIZONA STATE UNIVERSITY	1.03%	0.34%	-75.00%
3	REHABILITATION INSTITUTE OF CHICAGO	0.93%	0.31%	-50.00%
4	MARQUETTE UNIVERSITY	0.88%	0.29%	-30.00%
5	UNIVERSITY OF PITTSBURGH	0.88%	0.29%	42.86%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 EU의 'KONINKLIJKE PHILIPS NV(1.30%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 2.20%(글로벌 점유율은 0.42%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'KONINKLIJKE PHILIPS NV'와 '삼성전자'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

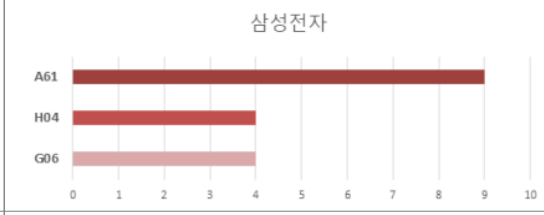
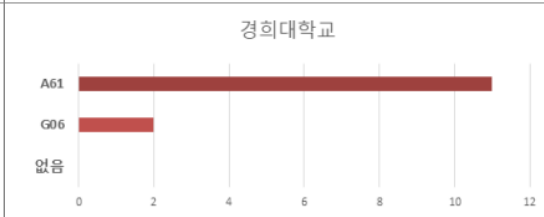
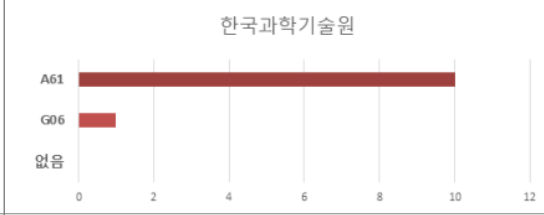
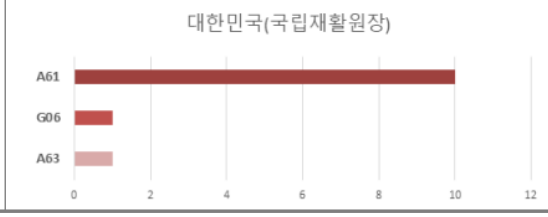
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	EU	14.89%	1.30%	66.67%
2	MEDTRONIC	미국	3.27%	1.02%	58.82%
3	TOYOTA MOTOR	일본	3.61%	0.74%	120.00%
4	HILL-ROM SERVICES	미국	2.23%	0.70%	-57.14%
5	HONDA MOTOR	일본	3.38%	0.70%	-80.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		G08	신호
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

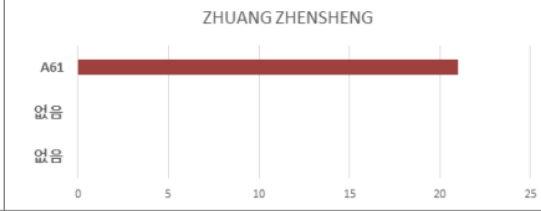
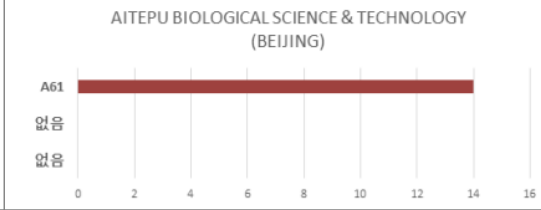
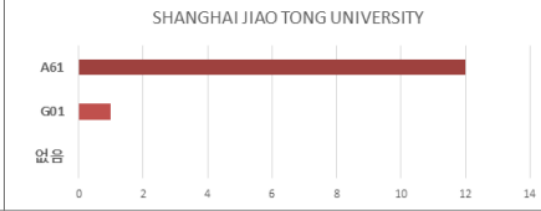
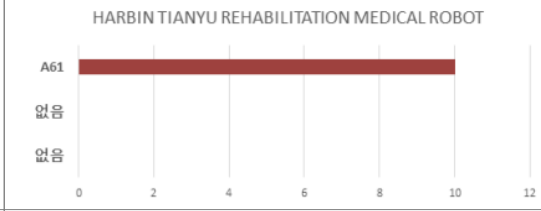
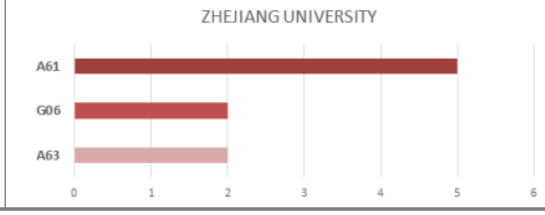
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	2.20%	0.42%	1600.00%
2	연세대학교	1.59%	0.30%	-14.29%
3	경희대학교	1.59%	0.30%	-14.29%
4	한국과학기술원	1.47%	0.28%	400.00%
5	대한민국(국립재활원장)	1.47%	0.28%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A63	스포츠; 게임; 오락

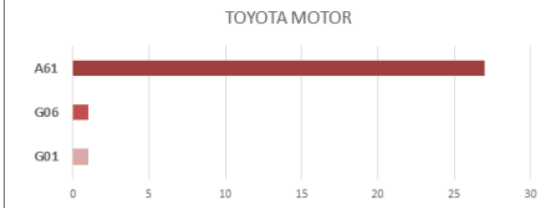
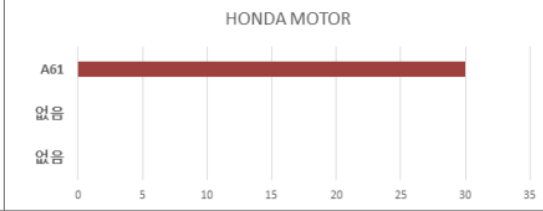
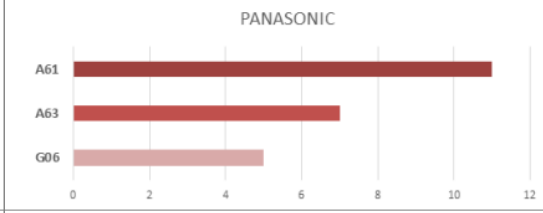
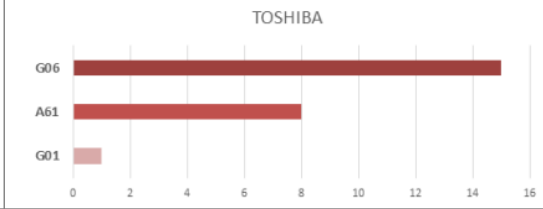
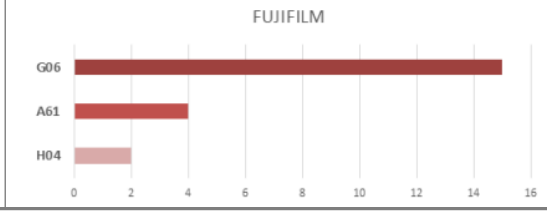
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHUANG ZHENSHENG	2.39%	0.49%	2000.00%
2	AITEPU BIOLOGICAL SCIENCE & TECHNOLOGY (BEIJING)	1.59%	0.33%	1300.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.48%	0.30%	125.00%
4	HARBIN TIANYU REHABILITATION MEDICAL ROBOT	1.14%	0.23%	900.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.02%	0.21%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A63	스포츠; 게임; 오락

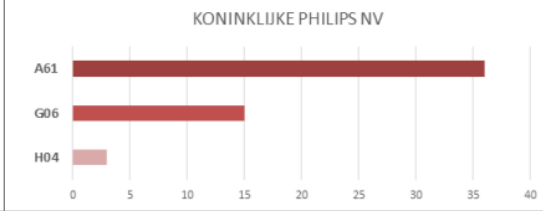
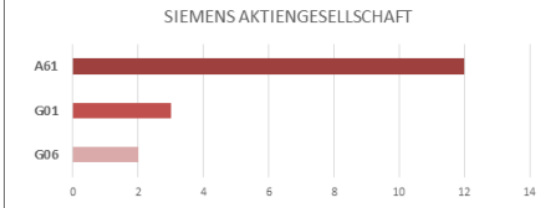
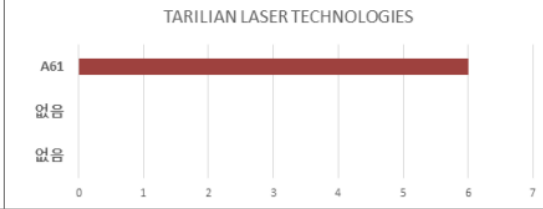
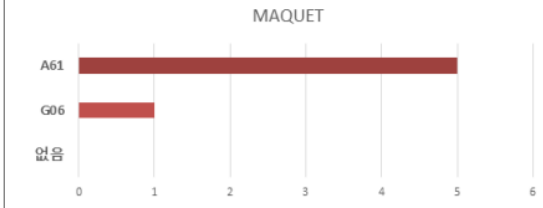
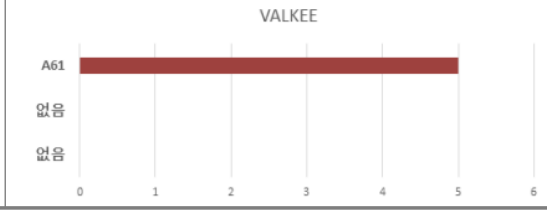
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOYOTA MOTOR	3.61%	0.74%	120.00%
2	HONDA MOTOR	3.38%	0.70%	-80.00%
3	PANASONIC	2.93%	0.60%	-76.19%
4	TOSHIBA	2.71%	0.56%	-15.38%
5	FUJIFILM	2.37%	0.49%	325.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A63	스포츠; 게임; 오락
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술

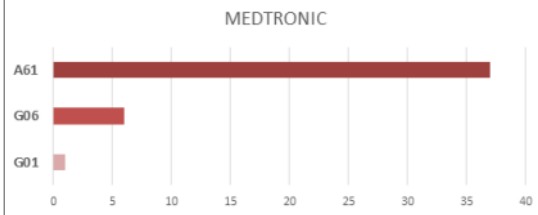
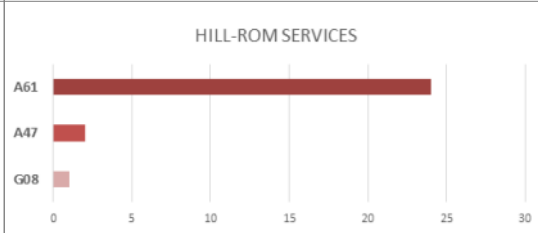
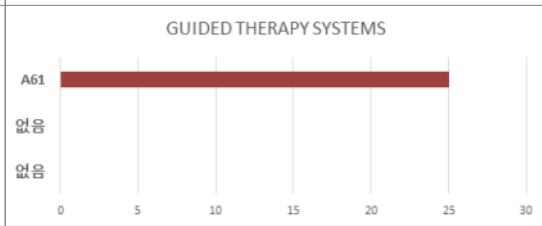
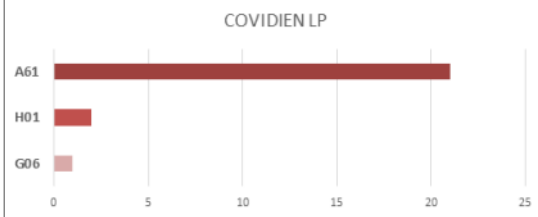
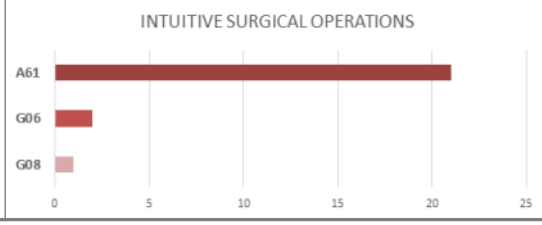
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	14.89%	1.30%	66.67%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	5.05%	0.44%	71.43%
3	TARILIAN LASER TECHNOLOGIES	1.60%	0.14%	-80.00%
4	MAQUET	1.60%	0.14%	400.00%
5	VALKEE	1.33%	0.12%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MEDTRONIC	3.27%	1.02%	58.82%
2	HILL-ROM SERVICES	2.23%	0.70%	-57.14%
3	GUIDED THERAPY SYSTEMS	1.86%	0.58%	2300.00%
4	COVIDIEN LP	1.78%	0.56%	142.86%
5	INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS	1.78%	0.56%	142.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		G08	신호
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호

65 생체적합 재료 개발기술



65 생체적합 재료 개발기술

중점과학기술 개요

- ☑ 인체 이식에 적합한 복합바이오 소재로서 재생·성형·재건 등 보건 의료 분야에서 폭넓게 활용 가능한 기술
- ☑ 인공장기, 재생의료 등에 사용 가능한 수준의 인체 적합성을 갖는 유사장기 배양 기술 등 다양한 소재 개발 기술 및 관련 조직의 특이성 개선을 위한 플랫폼 구축 기술
- ☑ 생분해성 고분자 소재 기반 3차원 구조 개발 기술, 생체적합성이 증진된 금속·세라믹 등 무기 소재 개발 기술과 이를 기존의 생체재료 및 생물 유래 소재들과 결합시킨 융복합 신소재 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

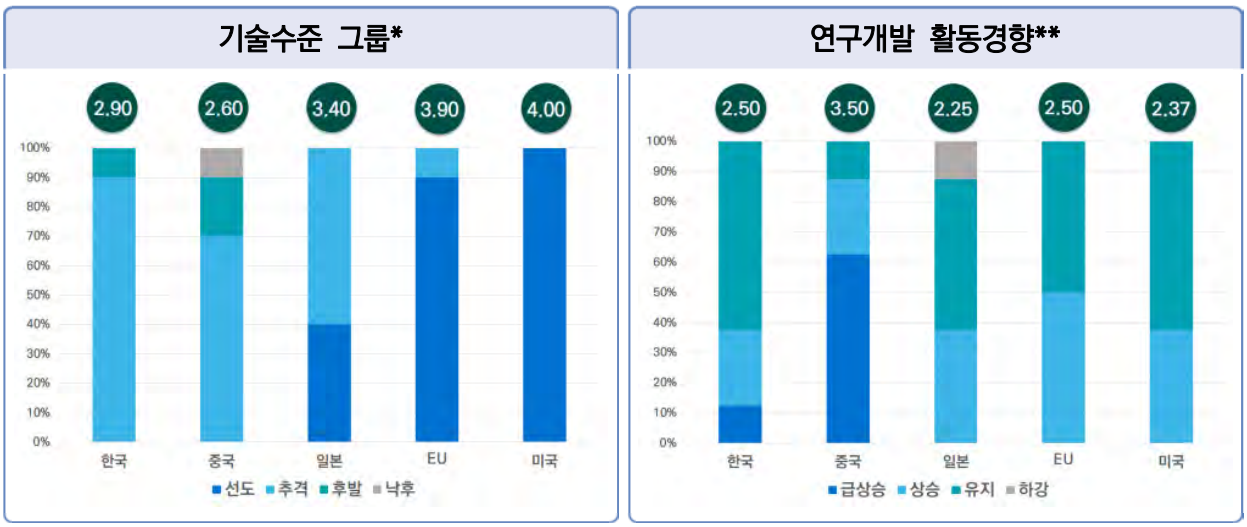
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	74.5	4.0	추격	보통	우수	급상승
일본	85.0	2.0	추격	탁월	우수	유지
EU	90.0	1.5	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.8	80.0	75.0	82.0	3.8	3.0	3.0	4.0	0.9
중국	75.0	4.0	74.5	70.0	75.0	6.1	4.0	4.0	6.0	1.4
일본	85.0	2.0	85.0	85.0	90.0	3.5	2.0	2.0	3.0	0.9
EU	91.0	1.3	90.0	90.0	95.0	5.1	1.5	1.0	2.0	0.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

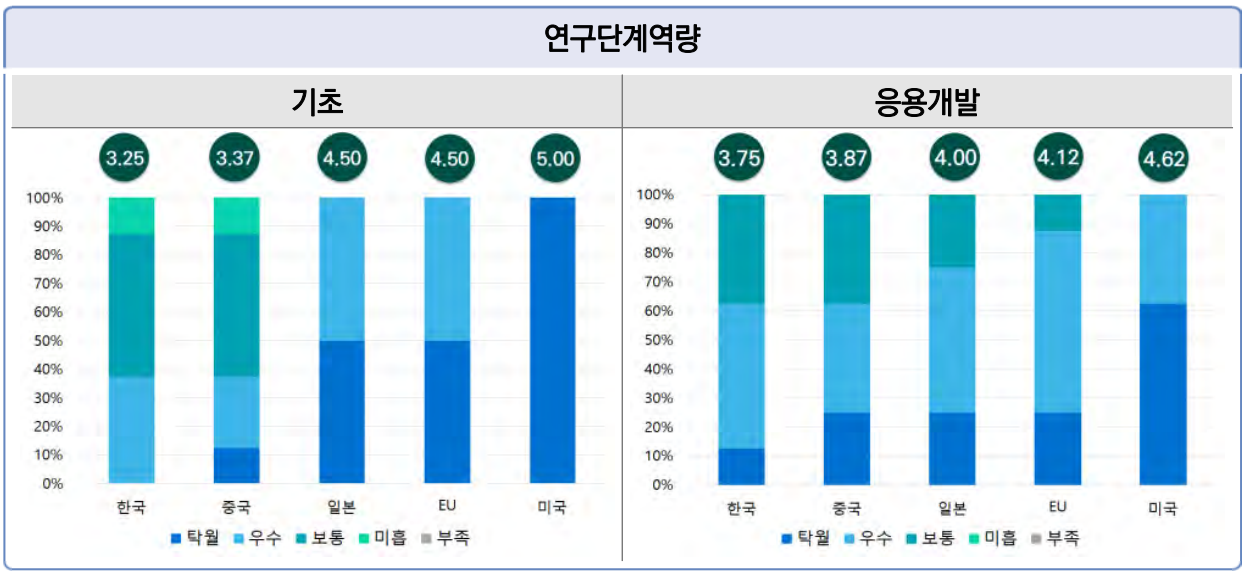
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 관련분야 R&D에 정부가 상당한 투자 진행 • 바이오·ICT와 접목한 새로운 소재, 진단 미립자 상용화 일부연구는 세계적 수준에 도달 • 재생의료 미세 환경에 대응할 신소재 개발원천기술은 대학, 연구소 및 기술기반 벤처기업에서의 역량이 풍부하나 취약한 정부지원으로 차상위 연구단계 확장이 아쉬움 • 신소재기반 의료기기에 대한 연구 분야 규제, 인허가가이드라인 부재로 기술사업화가 느림 • 의료기기 시장진출에 대한 정부지원 의지는 강하나 인허가 안전성을 입증하는 단계에서 신개발 소재의 안전성 입증을 포함한 상용화 연구지원이 미비하여 기초단계에서 연구가 종료됨
중국 (74.5%)	• 다양한 재료개발에 대한 시도가 이루어지고 있으나 완성도가 낮고 기술력을 입증하는 증거가 불충분함. 재료기반 원천특허라기에는 취약점이 있음 • 산업화에 대한 정부의지가 확고하여 반도체굴기와 같은 정도로 적극적인 정부개입의 연구지원에 있어 후발군이나 빠르게 추격할 위험이 있음 • 사업화 의지는 많고, 제품개발과 관련된 상용화연구는 많이 시도되고 있으나 원천 및 기초연구분야 기반연구가 부족하여 완성도가 높지 않음 • 정부의 적극적 투자로 응용연구에 있어서는 기술수준이 급격히 향상되고 있으나 아직 기초연구 및 응용 원천연구 기술에 있어서는 그 수준이 크게 뒤쳐져 있음 • 물질에 대한 기초연구역량은 충분하지만, 가공기술영역에서 신규성을 찾아보기 어려움 • 현재 많은 특허를 도출하고 있지만, 원천특허라기에는 문제점이 있음
일본 (85.0%)	• 재료에 강력한 많은 인력들과 전문가 다수 보유 • 기초연구 관련한 연구센터에 대한 국가지원이 왕성하나 재료의 의료기기로의 응용연구력은 취약함 • 줄기세포 등의 재생기초연구분야는 강점이 있으나 3D프린팅, 융합바이오재생소재 등의 신산업에 대한 논문발표 등은 최고기술보유국 대비 다소 늦음 • 특정분야에서는 최고기술을 보유하고 있으나 기술 분야의 다양성에 있어서 미국과 EU에 뒤처짐 • 수년전에 높은 기술을 보유하고 있었으나, 최근 한국에서 개발한 기술보다, 제시하는 기술의 원천성이 떨어지고 있음
EU (90.0%)	• 학회 및 논문 발표를 볼 때 미국과는 격차가 있음 • 생체재료가 적용되는 분야가 매우 다양하기 때문에 기술우위를 비교하기 어렵지만, 현 기술수준은 선도그룹인 미국과 거의 비슷함 • EU 국가 간 협동연구, 클러스터 등의 연구가 활발 • 원천기술은 선도그룹에 속하나, 사업화하기 위한 규제 면에서 재료가 속하는 의료기기 분야 규제가 강화되면서 응용 및 사업화가 위축 또는 느리게 도출
미국 (100%)	• 지속적인 정부 투자와 관심을 바탕으로 기존보다 에너지 효율 이 20% 향상된 소재를 최근 개발 • 최근 게임 지능 및 창작 지능 분야에서 관련된 논문을 주로최고 기술 보유국이 발표하고 있으며 연구 활동도 활발 • 지속적인 정부와 기업의 투자로 최근의 신규결과들을 주도 • 최근 3D프린팅, 정밀의료 분야에 대한 논문을 주도하여 발표 • 계속적으로 가장 앞서가는 생체소재 기술을 보고하며 기술사업화에 앞장서 있음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 지속적인 정부 투자로 새로운 소재 개발부터 제품화를 통한 시장 확장까지 활발하게 일어남 • Harvard/MIT/Wake Forest대 등 재료 원천기술 및 응용사업화역량을 보유하여 전 세계 재생의료 분야 리드 • 안정적인 정부지원 및 관련 분야 FDA 등 규제가이드라인 확보로 연구단계논문 및 기술의 최고수준을 유지함과 동시에 임상연구, 기술사업화 성과가 가장 빠르게 나타남 • 지속적인 신재료기술 개발을 보고하며 동시에 기술사업화, 초기 창업이 같이 연동되어 움직임 • 재생치료관련 융합생체재료 분야 특허화한 원천기술을 가장 많이 보유하고 있음 • 재료, 응용분야 및 가공기술에 대한 원천기술(특허)을 보유하고 있고, 이를 바탕으로 한 산업화도 활발함

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 응용연구 분야에 대한 신속한 접근역량이 높음 • 정부의 과감한 투자 • 우수한 인력이 꾸준히 배출됨 • 연구자의 연구역량에 비해 국가적 투자와 미래 먹거리사업으로의 인식의 변화가 주목할 만함 • 정부 부처에서 생체재료 등을 포함한 다양한 국가사업을 진행하고 있어, 추후 좋은 성과가 나올 수 있을 것으로 기대 • 새로운 자연물 유래의 생체소재 개발 환경 • 창업 활성화 환경 • 응용연구개발 인력 • 약물전달기술	• 재료개발 영역에 대한 연구역량 부족 • 완성도 낮은 연구가 다수 • 정부 과제 선정의 패거리 문화로 인한 불투명성 실용화 단계로의 위험성 • 투자 기관의 비전문적 선정 및 과도한 주도, 식약처의 책임감 부재 • 국가의 지원 부족 • 중견기업의 부재로 인한 인력의 유출이나 우수 기술의 사업화 지연에 대한 대비 필요 • 인프라 절대 부족 • 최근 국가주도의 연구 사업이 진행되고 있으나, 병원 중심의 연구 진행과 논문 성과 위주의 사업 진행방식 • 원천기술을 위한 융합연구 필요 • 생체 무기소재 기술 관련 연구
중국	• 압도적인 연구인력 보유 • 산업화에 필요한 재원조달 용이 • 재료개발 및 가공에 대한 다양한 시도 진행 중 • 신 인프라 구축 • 해외 교육 증대 및 우수한 귀국율 • 국가의 집중 지원 • 원천보다 응용에 집중하고 있으며, 연구 진행이 매우 빠르고, 규제보다 연구 속도에 집중 가능	• 완성도가 낮은 기술이 다수 • 자체적인 생체재료 물질후보 개발이 빈약 • 과도한 성공 압박 연구 윤리, 정책적 대응, 세계 바이오 시장에서의 입지 등에 대한 부분을 고민해야 함 • 기초 기반기술 연구
일본	• 완성도 높은 연구 성과를 유지하고 있음. 물질개발에 관련된 연구역량이 높음 • 기술, 인력, 혁신연구투자	• 응용분야에 대한 접근성이 낮음 • 과도한 연구 수직관과계 형성 • 인프라가 상대적으로 부족

국가	강점분야	기타
	• 국가의 집중 지원 • 꾸준한 연구 및 점진적 진전 능력이 있어 향후 발전성을 기대됨 • 고분자 등 유기물에 대한 원천특허를 보유하고 있어 응용가능성이 매우 높음 • 기초 연구의 일관성 • 기초연구개발 기술 및 인프라 • 줄기세포 배양 및 프린팅 기술	• 임상실험에 대한 규제 • 전통기술에 대한 강점은 있으나 급변하는 신규 기술에 대한 대응은 늦은 편
EU	• 재료에 대한 원천기술 보유 • 의료기기 영역 내 응용을 통한 산업화 경험 보유 • 바이오 분야에 대한 지원 및 이에 대한 결과가 매우 우수함 • 미국에 대한 선제적 대응을 통해 기술력을 검증하고 인력을 보강하고 있으며, 기업의 생산기지로서의 인프라 구축도 활발한 편 • 연구와 제도가 같이 진행되고 있음 • 기초 및 응용개발 연구의 연계성 • 기초연구개발 기술 및 인력 우수 • 표준화 기술 및 생체무기소재 기술 우수	• 규제강화에 따른 임상연구 제약 • 신규 생체재료 물질후보 개발 지연 • 고급 인력의 해외 의존성 • 국가별 차이 • EU 전체의 정치, 경제적 상황으로 투자의 흐름의 변화가 예측됨 • 인력 편차 큼 • 연구 속도가 느림 • 세포 프린팅 기술 관련 연구
미국	• 재료에 대한 원천기술(특허)보유 • 가공기술을 접목한 생산기술 보유 • 산업화에 필요한 재원조달 용이 • 의약품영역 내 산업화 경험 보유. • 정부과제 집행의 투명성 우수 • 기술, 인력, 인프라 등 전반적으로 국가적 투자와 민간의 투자가 적절히 진행되고 있으며 큰 시장을 바탕으로 선도 유지 • 기초연구에서 출발한 대형연구사업 등, 융합연구를 위한 대형 연구소들이 계속 최고의 인력을 배출하고 있음 • 기술사업화 환경 조성 • 세포 프린팅 기술	• 신규 생체재료 물질후보 개발이 지연 • 실용화에 드는 장기적 시간 • 무역기조 및 유럽, 아시아의 성장세에 대한 정책적 대응이 필요 • 임상실험에 대한 규제

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	6위	4위	5위	2위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 상당히 활성화 되었으나 연구 본연의 목적이 아닌 과제 수주를 위한 이익집단화 현상이 두드러짐 • 생체적합 재료개발의 경우 많은 우수인력이 각자의 영역에서 지엽적 연구에 치중하고 있는 실정임. 기술을 모으고 이를 잘 정의하여 보다 장기적인 관점에서 로드맵을 구축하여 실질적인 협력이 이루어 질 수 있도록 하는 것이 무엇보다 중요함 • 국내 공동연구 활성화를 위한 방안 개발 필요 • 지속적인 산학연 R&D 프로그램 지원 필요. 실제 상용화가 가능한 기업이 참여하는 연구사업의 확대 및 제품 기준을 마련할 수 있는 표준화 사업 연계, 법제도 개선이 함께 이루어질 수 있도록 다방면의 협력 필요 • 생체재료, 의료기기 실용화 연계 과제기획 및 병원과의 공동 임상연구 추진(기초·중개, 임상·실용화 연계 과제기획 활성화 및 선정 가산점 부여, 임상의·이공계(PhD) 공동연구를 통해 난제 극복기술 개발 (고령화 극복, 첨단 재생치료, 이식 미세 환경 제어 및 수술이식용 재료, 줄기세포 스캐폴드, 3D프린팅재료 등 의료현장 공백기술에 대한 보완 기술) • 국내 대학/연구소/기술 벤처 및 대기업간의 오픈이노베이션 구축 이를 통한 목적형 SPC설립, 빠른 성과 도출 유도 • 바이오클러스터 및 출연연·수요기업 간의 연계 지원 • 출연연 등의 생체재료, 의료기기 중소기업 연구개발 지원 강화 및 메디클러스터 활용. 즉, 오송첨단의료복합단지, 대전연구개발특구, 테크노파크, 국제과학비지니스벨트 등과 연계 필요 • 생체재료 유망기술 사업화를 위한 유망 파이프라인 보유기업/기관·병원 간 컨소시엄 지원 • 꾸준히 융합연구를 독려하고 있음에도 불구하고 각자의 업적 챙기기의 벽을 넘어서지 못해 융합사업이라고 해도 각자 연구하고 연구결과만 함께 발표해 융합을 했다고 하는 등 실질적 융합연구가 이루어지고 있지 못함 • 학계에서 달성한 연구 성과에 대해 산업화하는 과정에 정부나 공공기관이 주도적인 투자 사업을 시범적으로 해보는 것이 좋을 것 • 유사연구가 너무 많아 과제 간 협력이 매우 필요
국제협력 촉진	• 국제적인 흐름이나 동향을 파악하여 선진기술을 받아들이는 것은 중요하나 의료기기의 특징상 글로벌 기업이나 기술이 독점을 하게 되는 경향이 있어 협력에 신중을 기할 필요가 있음 • 국외 공동연구 활성화를 위한 방안 개발 필요 • 국제수준의 연구개발 상용화를 위한 생체재료, 의료기기, 생체재료 기반첨단 의약품 연구 및 인허가 가이드라인 구축 • 산학연병의 해외진출사업 추진 • 글로벌 업체 및 글로벌 바이오허브, 바이오클러스터와의 오픈이노베이션 추진 • 국제 협력에 있어서는 현재 지원하고 있는 내용을 잘 관리, 확대해나가는 정도가 필요 • 대한민국에서 국제규격을 만들기 위한 노력이 필요하며, 생체재료의 품질과 규격에 대한 국제규격을 제안하여 통과시키는 데 필요한 활동 필요

	정책제언
인력양성 및 유치	• 고급인력들은 학비를 면제 받을 수 있는 특정 대학 대학원에 편중되어 있음. 때문에 인력양성에 있어 특정 학연이나 그룹에 많은 편익이 집중됨. 이를 공정하게 개선하기 위해서는 학교에 관계없이 대학원생들이 취직하는 인력에 비해 떨어지지 않게 대우 할 수 있는 국가적 후원 필요 • 법 규제 제도 등을 담당할 수 있는 전문 인력 필요 • 지능형생체재료 연구 분야 전문 인력 육성 강화 (의학전문, 치의학전문대학원 내 생체재료 분야 전문연구 인력양성 프로그램 지원, 병원별 10명 내외 BI팀 운영 프로그램 등) • 미래형 스마트생체재료 분야 전문학과 개설 • 생체재료 기술개발 중소, 중견기업 연구인력 양성 지원 및 글로벌 마켓 진출을 위한 생체재료 의약학 비지니스 전문가 양성 ·산학연병 간 협력연구 수행을 위한 융합연구인력 양성 • 마이스터고 (예:한국바이오마이스터고등학교, 원주의료고등학교)의 생체재료 전문 인력 활용 연계 • 중소기업과 연구기관간의 인턴공유제도 도입 • 대학과 대학원을 통해 양성되는 인력의 전문성이 점점 약해지고 있는 상황. 재료자체에 대한 연구보다는 응용연구를 통해 연구비를 확보하는 흐름이 계속된다면, 생체재료의 핵심기술 영역에서 발전을 기대하는 것은 어려움. 따라서, 재료개발영역에 대한 투자를 늘리는 정책을 써서라도 전문성을 갖는 인력을 확보하는 것이 필요함 • 연구심사 전담 인력 (전적으로 비공개 및 비밀 유지 협약)의 구축 시급
인프라 구축	• 대학별 융합 및 기초 연구단지 확립/활성화 및 공동기기 등의 적극적 활용 등 필요 • 의료기기의 특징상 장비 및 인프라가 매우 중요하다고 판단되나 가격이 비싸고 사용자에 따른 편차가 있을 수 있어 장기적인 안목으로 이를 뒷받침해줄 수 있는 기관 혹은 검증할 수 있는 방법이 진행될 수 있도록 관련부처의 노력 필요 • 다양한 연구 환경 구축 필요 • 생체재료 실용화 및 상용화 연계를 위한 산학연병 유기적 협력체계 필요 • 기초·중개·임상·실용화를 하나의 연결고리로 아우를 수 있는 원스톱 지원체계 필요 • 바이오소재의 특성상 공용으로 사용하기 어려운 부분이 많으나 현재는 장비심의위원회 등 여러 규제에 의하여 적재적소에 충분한 인프라 구축이 어려움. 이를 해결할 방안 필요
법·제도 개선	• 용화에 걸림돌이 되는 식약처의 규제 완화. 특정 벤처 캐피탈 측에서 연구 키워드를 의도적으로 만들어 가는 병폐를 개선해야 함 • 식약처에서는 생체소재의 안전성에 대해 모두 책임을 지려고 하지 말고 기업체에 책임을 확실하게 묻는 방향으로 하여 생체소재의 빠른 실용화가 이루어지게 하는 것이 바람직해 보임 • LMO의 범위에 생명체를 구성하는 성분인 생체분자들 (예를 들어 단백질이나 탄수화물)을 포함하여 규제하는 것에 대한 제한 필요 • 바이오관련 정부 규제가 새로운 기술 개발 속도를 따라가지 못하고 있는 상황으로, 세계적인 흐름에 맞춰 국내 규제와 법 제도 개선이 시급 • 의료기기, 재생치료관련 법안에서의 생체재료분야 도입 필요 • 첨단생체재료 기반 및 ICT 융합 기반 의료기기, 의약품에 대한 인허가 제도개선 (제품평가기술 등) • 국제수준의 허가심사 가이드라인 및 안전관리 구축 필요

	정책제언
	• 품질규격을 설정함에 있어, 병의원 중심으로 소견을 청취하는 활동도 중요하지만, 관련업체에서 제기하는 문제를 연구 인력들에게 프로젝트로 할당하는 방법으로 품질규격을 만드는 절차를 만드는 것이 필요 • 임상연구 연계를 위한 제도/가이드라인 요망 • 동물실험에 대한 지원정책 필요
연구비 확대	• 연구과제의 선정의 공정성을 통해 실력과 향후 발전 가능한 연구 부분에 투자가 증대 되어야 함. 특정 집단 인맥 학연 등에 의해 나눠갖기식 그리고 특정 키워드에 집약되는 병폐를 막아야 함 • 의료기기는 연구에 들어가는 시간이 타 분야에 비해 매우 긴 편. 따라서 지협적인 연구나 불필요한 연구를 잘 선별하고 미래 선점가능분야에 집중적인 투자를 진행하는 것이 바람직하며 이를 위한 국내 의료기기 기업의 육성이 필요함 • 원천 생체소재의 개발에 중장기적인 연구비의 지원이 필요함. 미래 산업경쟁력은 원천소재에 달려있음. 특히 상용화에 초점이 맞추어져 있고, 연구과제 완료 후 실제 사업화로 연결될 수 있는 연구과제에 대한 정부지원 필요 • 생체재료분야는 의료기기 및 의약품 개발 및 상용화에 필수적인 요소임에도 불구하고 연구지원 분야로 확고한 위치를 부여받지 못한 상황. 기초기술이 상대적으로 높음에도 불구하고 상용화연구 지원이 미흡한 상황으로, 재생치료분야, 약물전달치료분야에서 생체재료기술 개발 영역에 연구비가 필요함 • 상용화연구에 있어 필수적인 임상 연구지원 분야도 확대되어야 함 • 생체재료 기반 혁신형 의공학기술에 대한 지원 절실 • 정부투자 뿐 아니라 민간투자도 유치방안 강구 필요 • 각 사업의 투자 목적을 분명히 하고 그에 따른 성과관리기준 및 평가위원 책임제 등의 확보를 전제로 다양한 신기술 분야에 도전 가능하도록 연구비를 확대, 관리할 필요가 있으며 특정 인물에게 중복적으로 집중되는 부분을 관리할 필요가 있음 • 재료개발과 재료평가영역에 대한 투자가 확대되는 것이 필요
기타 의견	• 의학 분야와 재료분야의 공동연구 활성화를 위한 정책적 지원 필요

다 주요 분석 결과 요약

(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	생체적합 재료 개발기술	1,019	4,711	187.5%	84.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

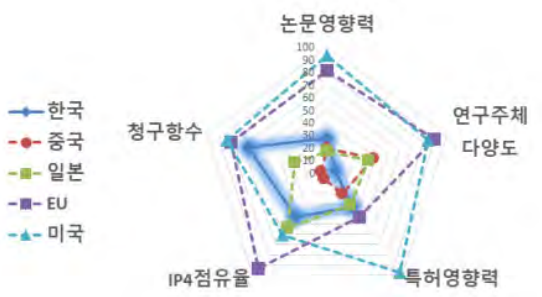
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	39.3%	62.8%	22.9	11.2
한국	5위	5위	3위	3위
	4.6%	5.1%	12.0	2.4
5개국 평균[2]	-	-	18.0	8.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

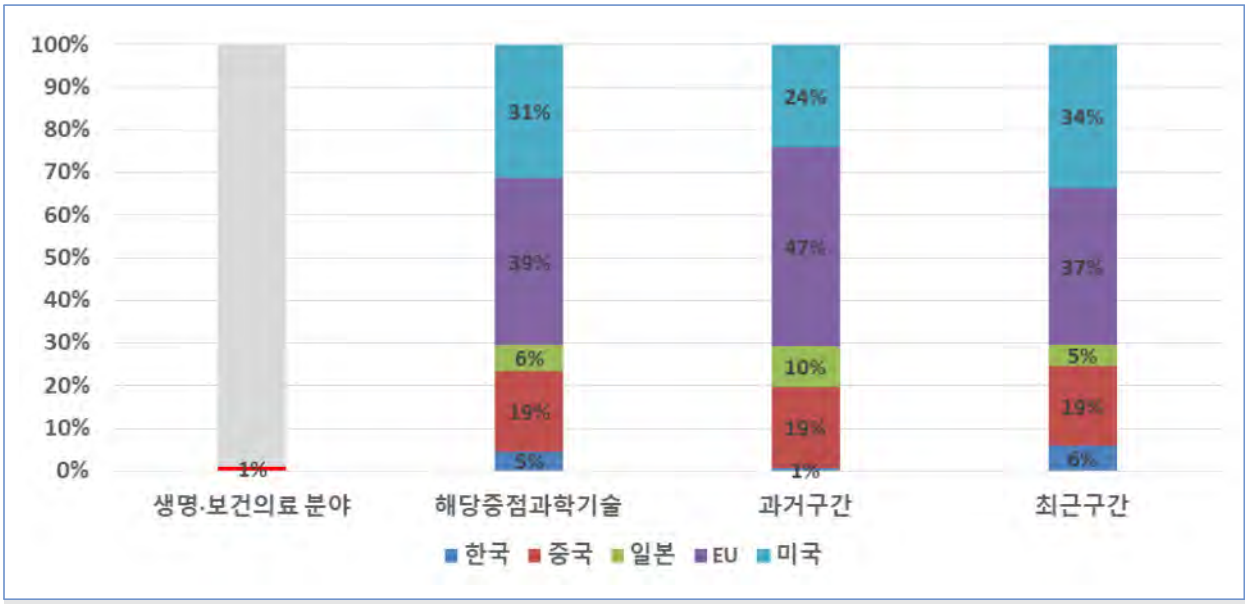
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(12.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(39.3%), 미국(31.2%), 중국(18.7%), 일본(6.2%), 한국(4.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(2150.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(22.9), EU(19.7), 한국(12.0), 중국(10.5), 일본(10.1) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(5.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(2.4)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(62.8%), 미국(18.5%), EU(7.0%), 일본(6.5%), 한국(5.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(227.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(11.2), EU(3.3), 한국(2.4), 일본(2.1), 중국(0.9) 순이며, IP4 점유율은 EU(29.8%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.6%	18.7%	6.2%	39.3%	31.2%
	논문 증가율	2150.0%	182.0%	52.0%	125.2%	304.8%
	논문 영향력	12.0	10.5	10.1	19.7	22.9
	연구주체 다양도	0.64	0.86	0.76	0.94	0.86
특허 분석	특허 점유율	5.1%	62.8%	6.5%	7.0%	18.5%
	특허 증가율	123.0%	227.6%	-42.1%	-23.4%	-28.1%
	해외출원도	1.5	0.1	2.5	7.4	4.7
	특허 영향력	2.4	0.9	2.1	3.3	11.2
	IP4점유율	14.2%	0.2%	16.9%	29.8%	18.4%
	청구항수	6.2	2.3	4.3	7.1	7.3

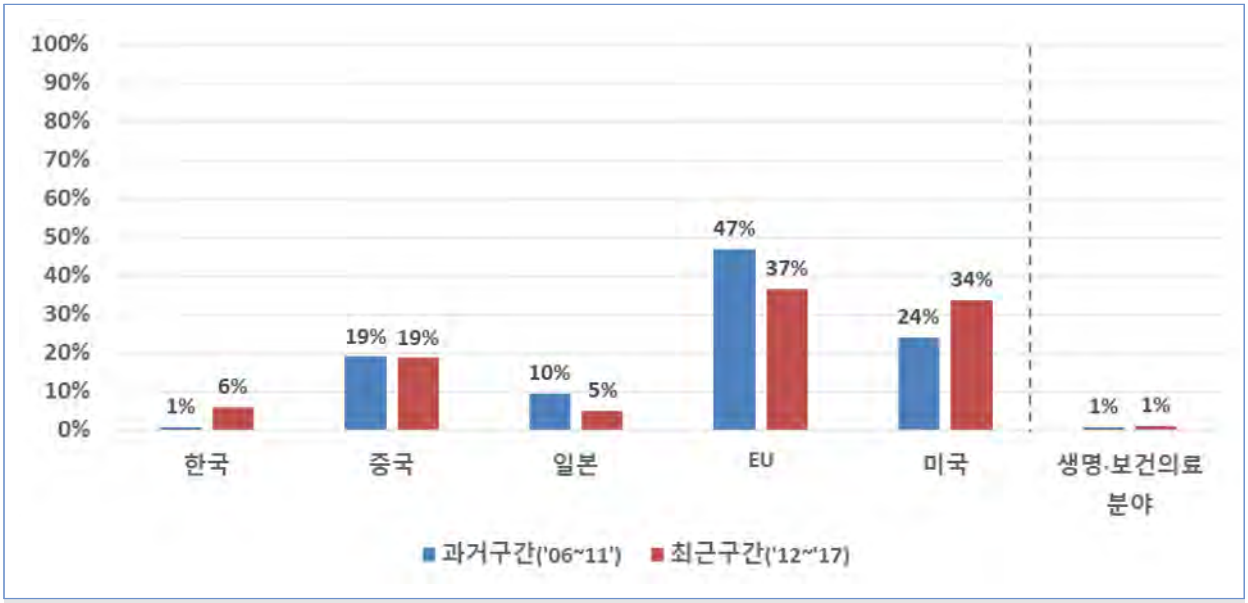
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 생체적합 재료 개발기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 400건으로 전체 논문의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 생체적합 재료 개발기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 1%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

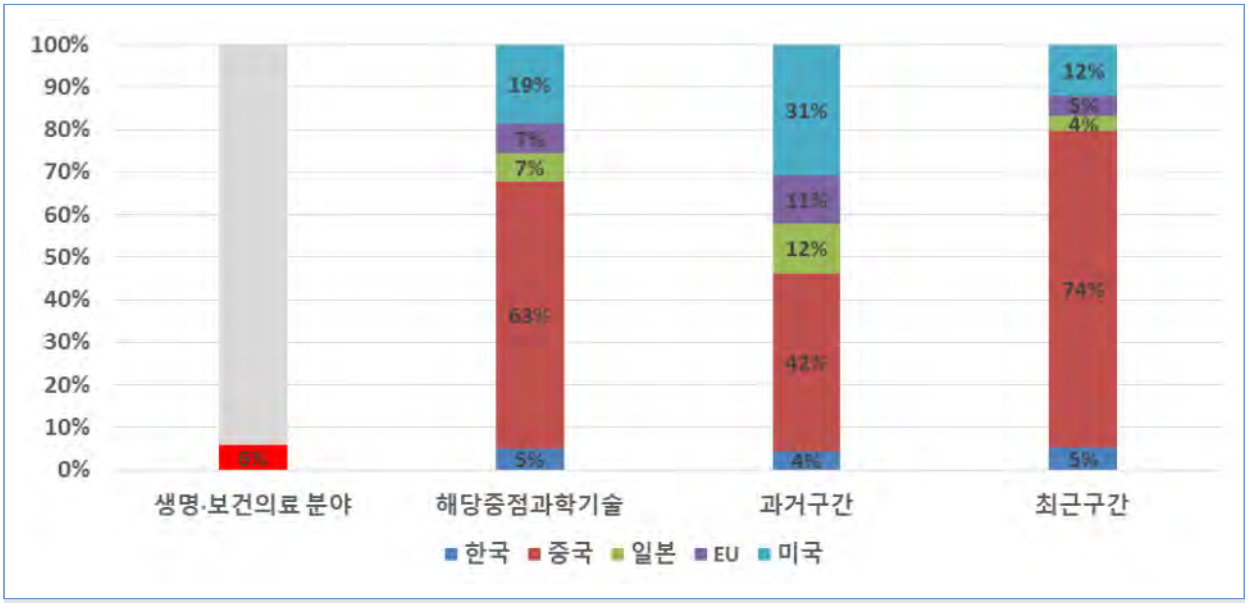


● 생체적합 재료 개발기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 2150%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	2	45	47	2150.0%
중국	50	141	191	182.0%
일본	25	38	63	52.0%
EU	123	277	400	125.2%
미국	63	255	318	304.8%
전체	263	756	1,019	187.5%

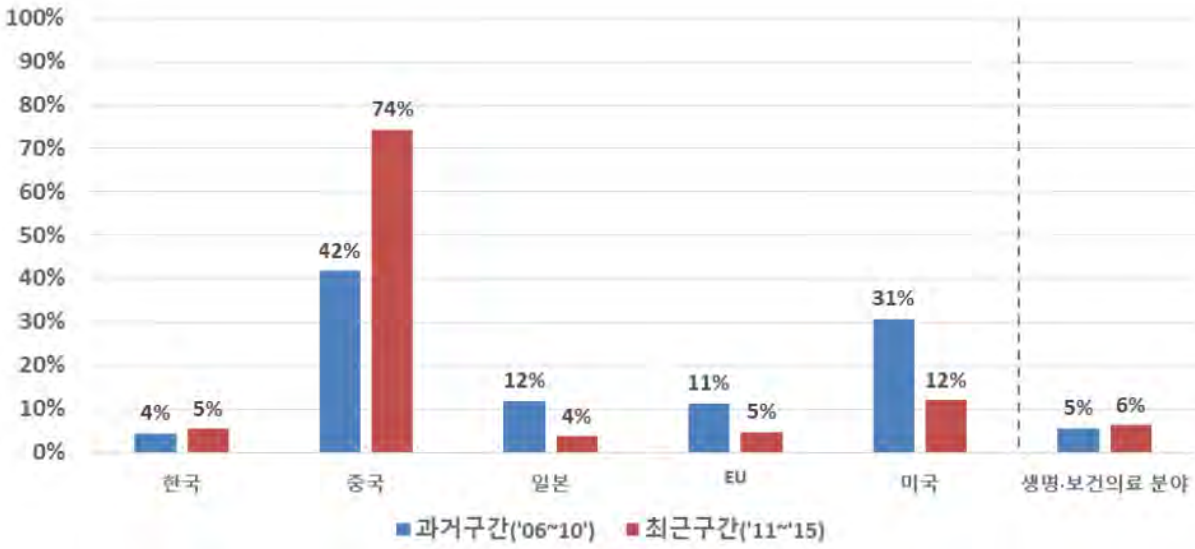
(4) 특허 점유율(전체)



- 생체적합 재료 개발기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2959건으로 전체 특허의 63%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, EU, 일본, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 생체적합 재료 개발기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



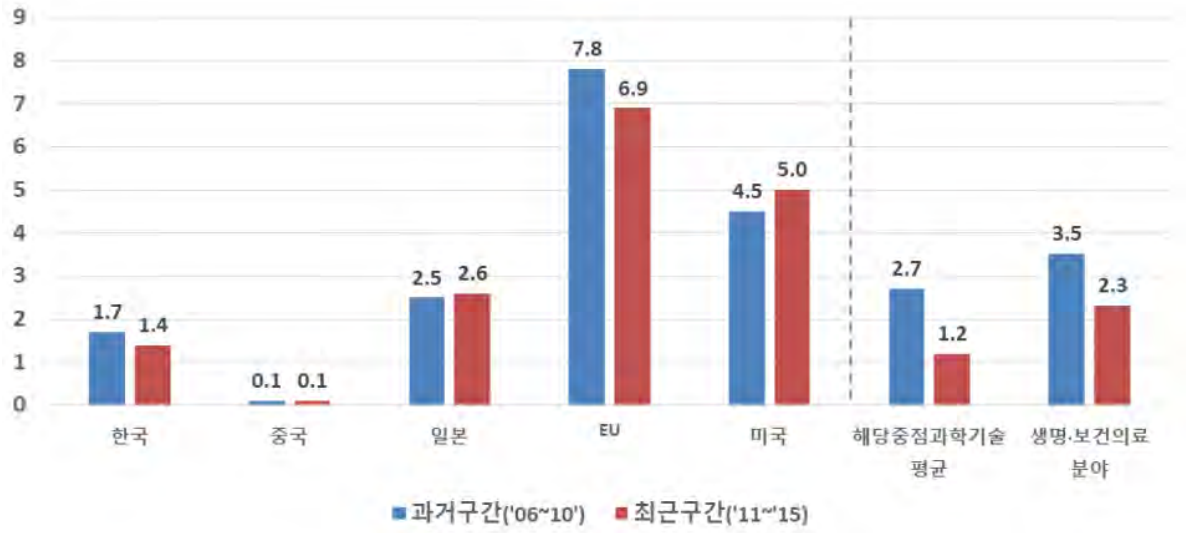
● 생체적합 재료 개발기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 123%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	74	165	239	123.0%
중국	692	2,267	2,959	227.6%
일본	195	113	308	-42.1%
EU	188	144	332	-23.4%
미국	508	365	873	-28.1%
전체	1,657	3,054	4,711	84.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

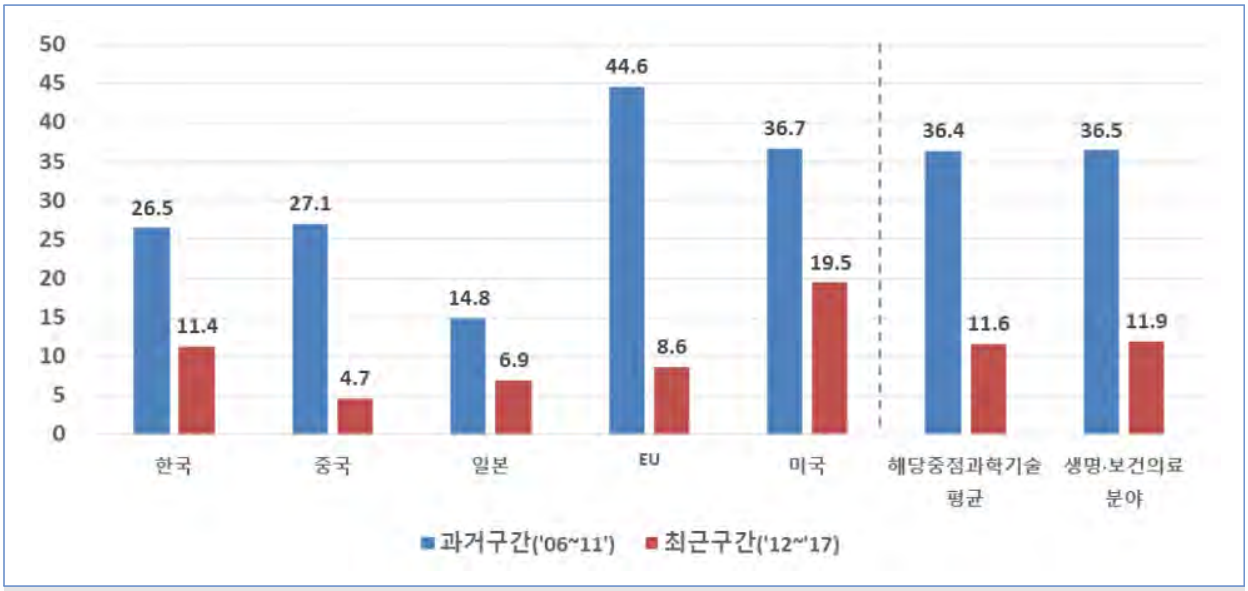


● 생체적합 재료 개발기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

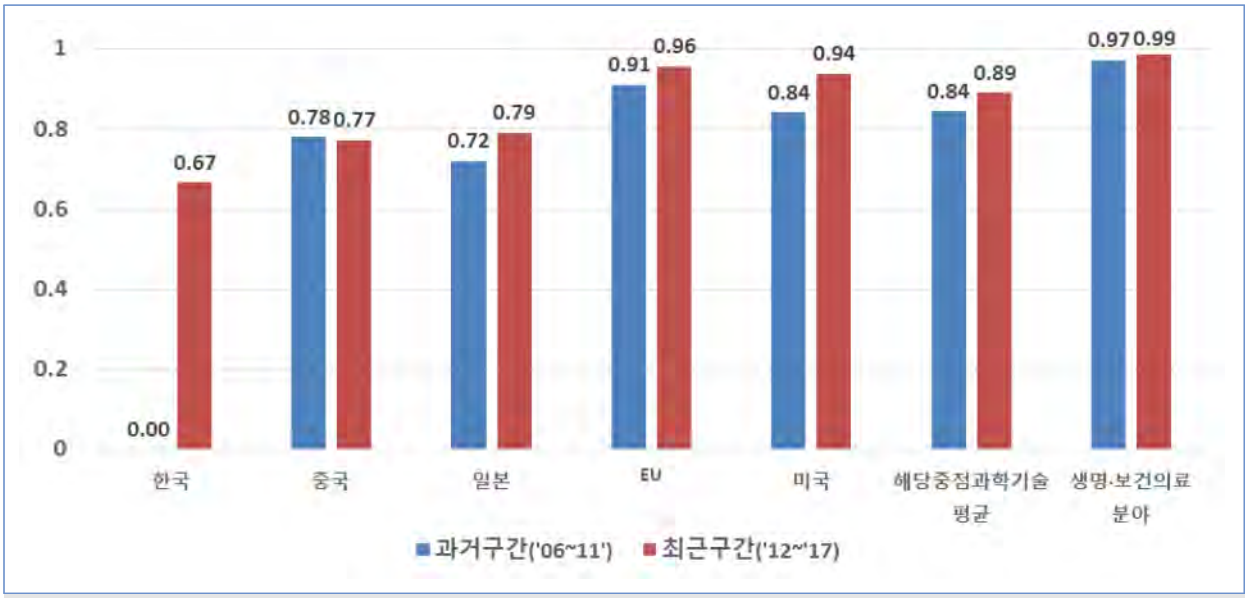
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



● 생체적합 재료 개발기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



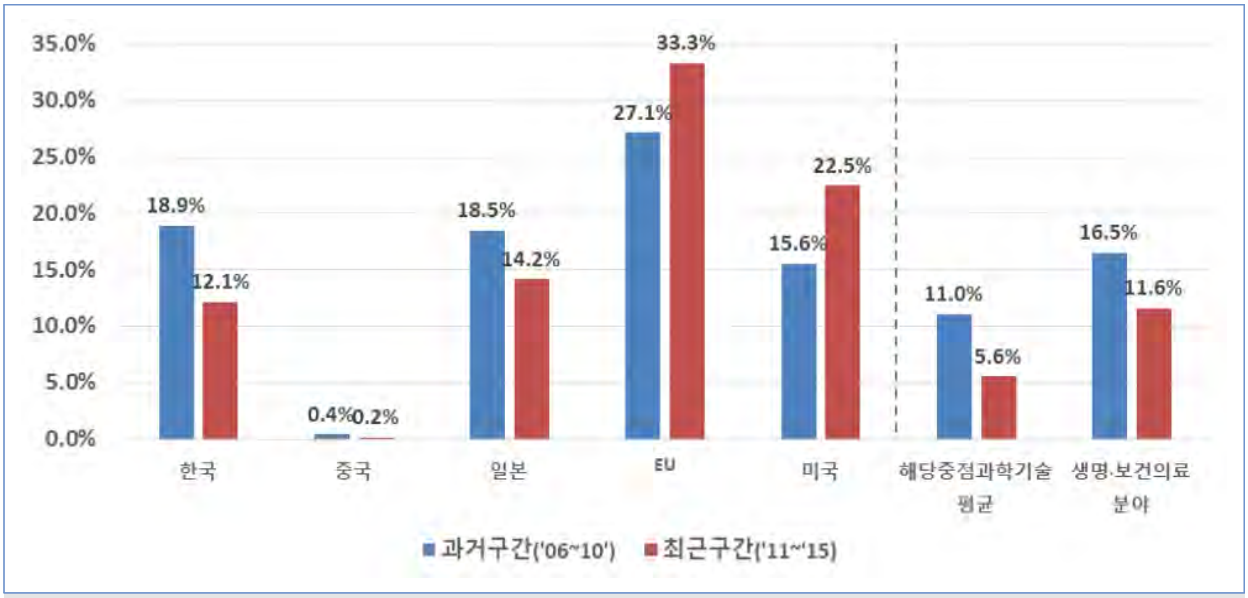
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



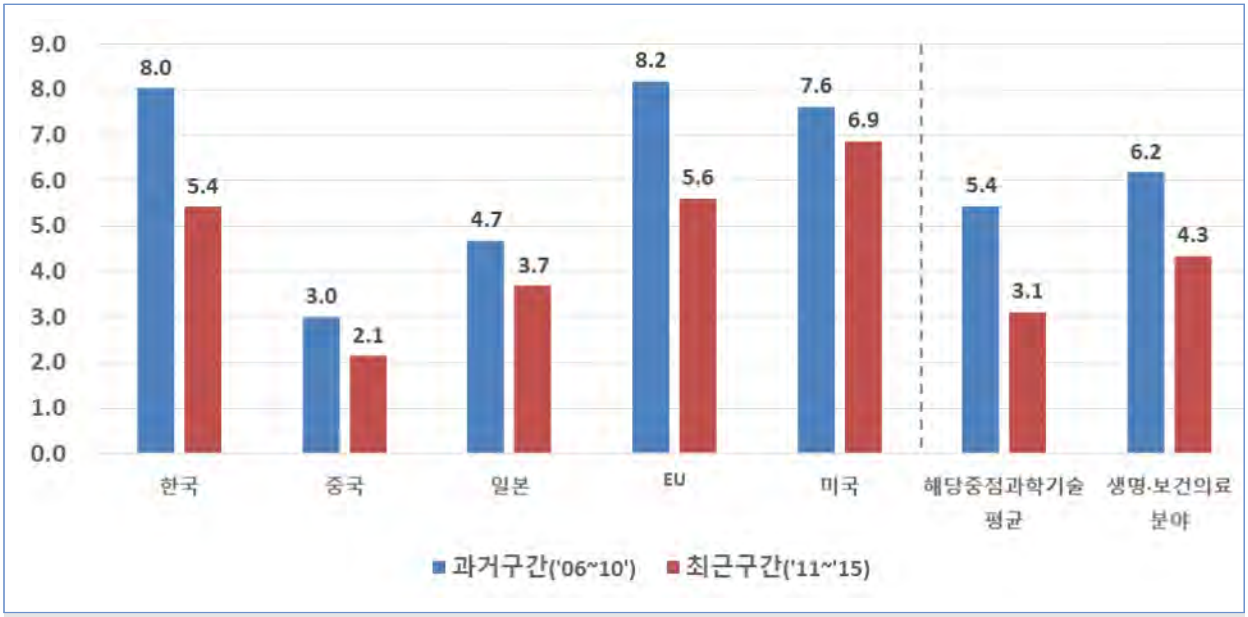
- 생체적합 재료 개발기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 생체적합 재료 개발기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 생체적합 재료 개발기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

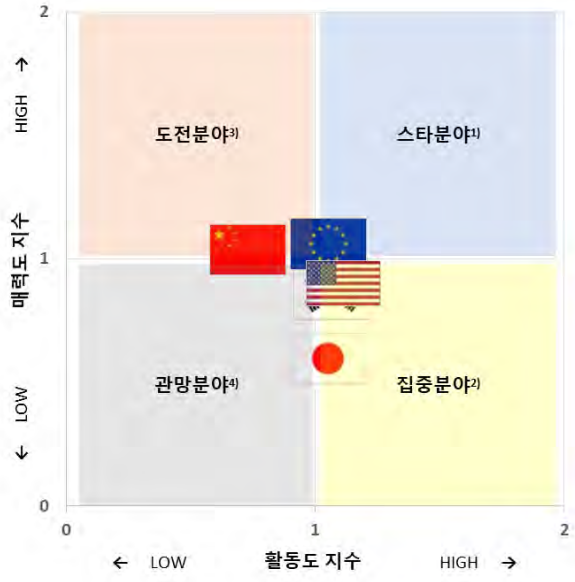
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

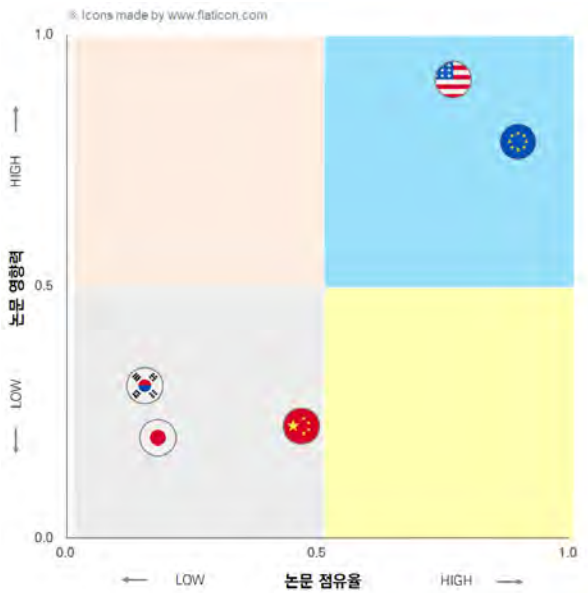
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 생체적합 재료 개발기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

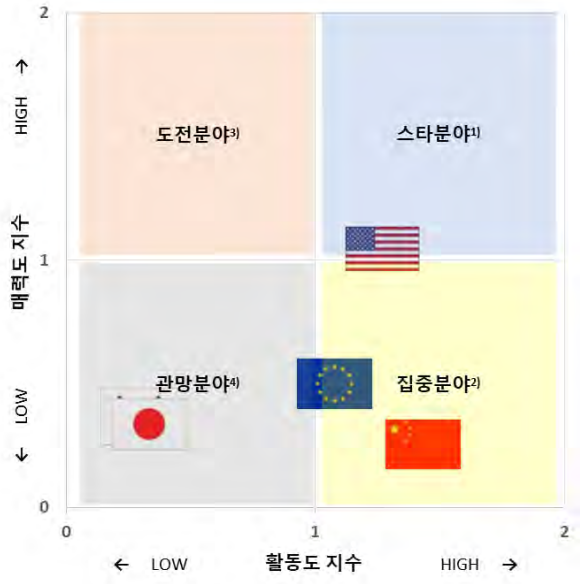


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

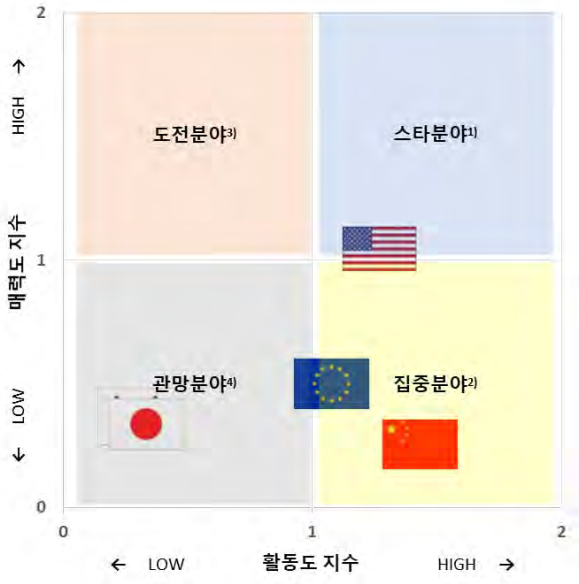
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 생체적합 재료 개발기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.37%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '포항공과대학교'가 17.02%(글로벌 점유율은 0.79%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.40%	1.37%	80.00%
2	GEORGE WASHINGTON UNIVERSITY	미국	2.83%	0.88%	800.00%
3	POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (POSTECH)	한국	17.02%	0.79%	700.00%
4	UNIVERSITY OF MARYLAND	미국	2.20%	0.69%	600.00%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	2.20%	0.69%	600.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (POSTECH)	17.02%	0.79%	700.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.38%	0.29%	200.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	4.26%	0.20%	100.00%
4	CHANGWON NATIONAL UNIVERSITY	4.26%	0.20%	100.00%
5	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY (SKKU)	4.26%	0.20%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHANGHAI UNIVERSITY	3.66%	0.69%	600.00%
2	SHANGHAI INSTITUTE OF CERAMICS	2.62%	0.49%	400.00%
3	LANZHOU UNIVERSITY	1.57%	0.29%	-50.00%
4	PEKING UNIVERSITY SCHOOL AND HOSPITAL OF STOMATOLOGY	1.57%	0.29%	100.00%
5	CHINA MEDICAL UNIVERSITY	1.57%	0.29%	100.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE FOR MATERIALS RESEARCH	6.35%	0.39%	0.00%
2	KYOTO UNIVERSITY	4.76%	0.29%	-50.00%
3	INSTITUTE OF BIOMATERIALS AND BIOENGINEERING	4.76%	0.29%	200.00%
4	TOKAI UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	3.17%	0.20%	100.00%
5	NARA MEDICAL UNIVERSITY	3.17%	0.20%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	1.00%	0.39%	-66.67%
2	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	1.00%	0.39%	200.00%
3	CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE	0.75%	0.29%	-50.00%
4	UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON	0.75%	0.29%	200.00%
5	UNIVERSITY OF ROSTOCK	0.75%	0.29%	100.00%

6 미국

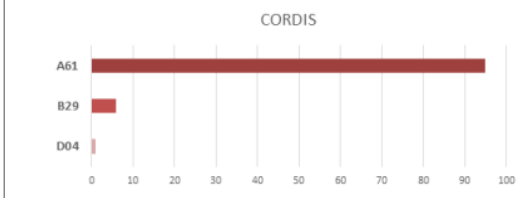
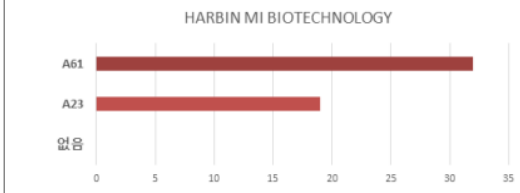
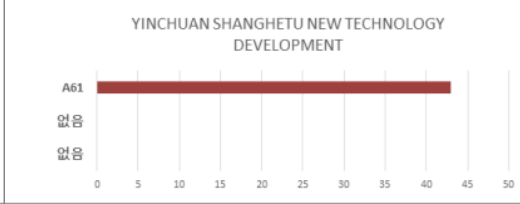
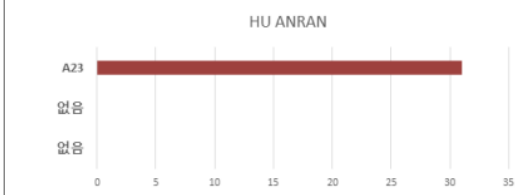
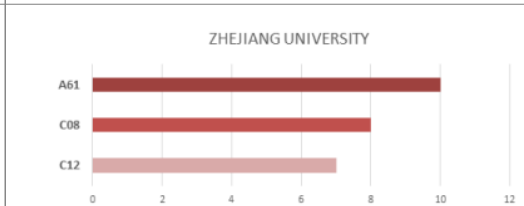
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.40%	1.37%	80.00%
2	GEORGE WASHINGTON UNIVERSITY	2.83%	0.88%	800.00%
3	UNIVERSITY OF MARYLAND	2.20%	0.69%	600.00%
4	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.20%	0.69%	600.00%
5	UNIVERSITY OF PITTSBURGH	1.57%	0.49%	300.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'CORDIS(2.23%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '충남대학교'가 6.28%(글로벌 점유율은 0.32%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'CORDIS'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를, '충남대학교'는 C08(유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

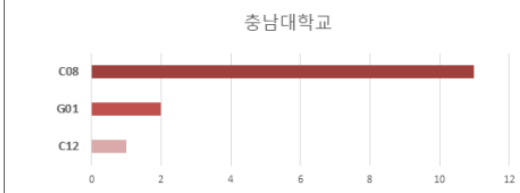
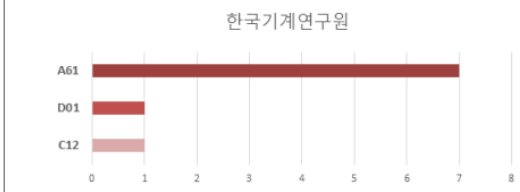
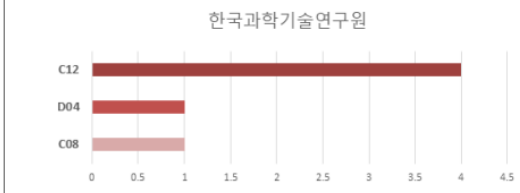
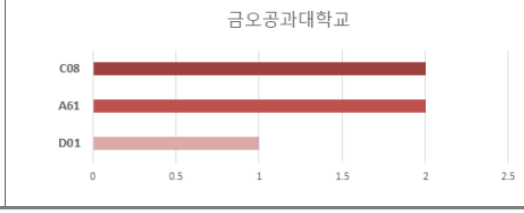
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CORDIS	미국	12.03%	2.23%	-93.94%
2	HARBIN MI BIOTECHNOLOGY	중국	1.72%	1.08%	5000.00%
3	YINCHUAN SHANGHETU NEW TECHNOLOGY DEVELOPMENT	중국	1.45%	0.91%	4200.00%
4	HU ANRAN	중국	1.05%	0.66%	3000.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.05%	0.66%	420.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		D04	부직포; 트리밍; 편물; 레이스뜨기; 꼰끈
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

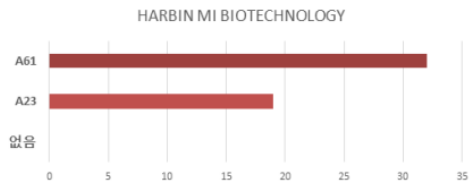
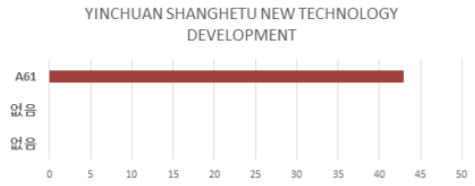
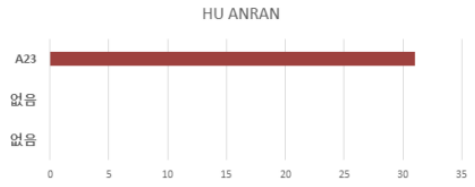
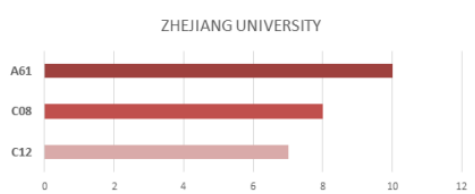
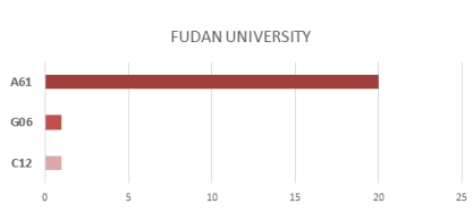
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	충남대학교	6.28%	0.32%	-33.33%
2	서울대학교	6.28%	0.32%	1400.00%
3	한국기계연구원	4.18%	0.21%	-33.33%
4	한국과학기술연구원	2.93%	0.15%	33.33%
5	금오공과대학교	2.51%	0.13%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		D04	부직포; 트리밍; 편물; 레이스뜨기; 꼰끈
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
5		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적

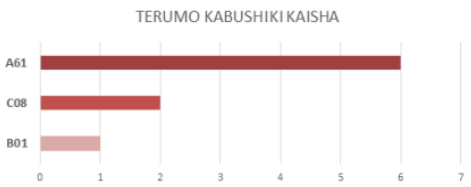
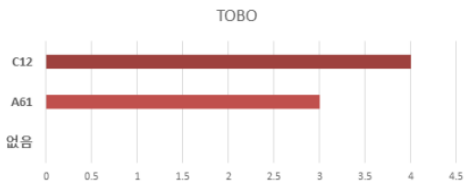
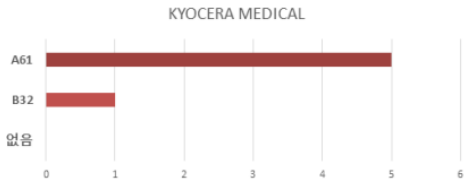
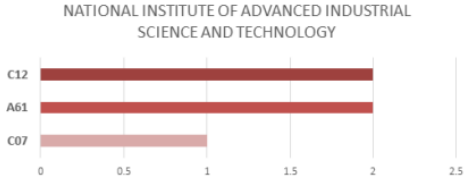
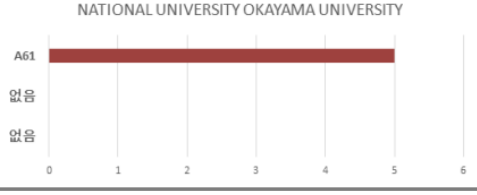
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HARBIN MI BIOTECHNOLOGY	1.72%	1.08%	5000.00%
2	YINCHUAN SHANGHETU NEW TECHNOLOGY DEVELOPMENT	1.45%	0.91%	4200.00%
3	HU ANRAN	1.05%	0.66%	3000.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.05%	0.66%	420.00%
5	FUDAN UNIVERSITY	0.84%	0.53%	112.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

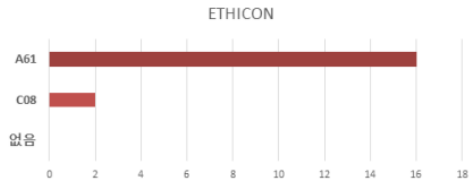
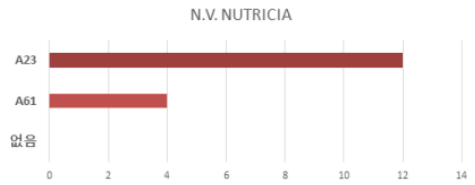
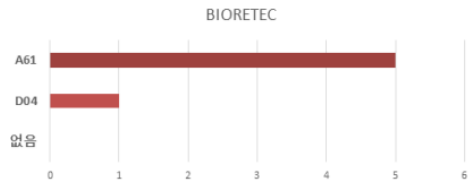
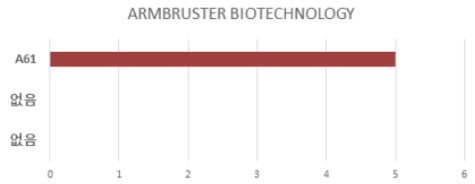
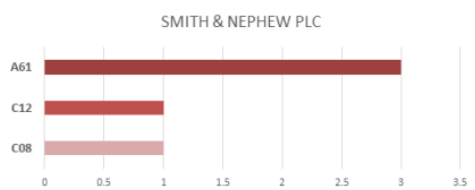
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TERUMO KABUSHIKI KAISHA	5.52%	0.36%	-45.45%
2	TOBO	2.27%	0.15%	-83.33%
3	KYOCERA MEDICAL	1.95%	0.13%	-80.00%
4	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.95%	0.13%	-80.00%
5	NATIONAL UNIVERSITY OKAYAMA UNIVERSITY	1.62%	0.11%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B32	적층체
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

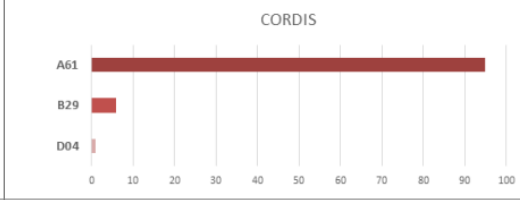
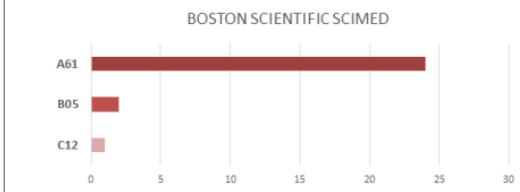
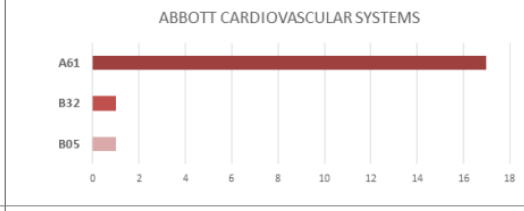
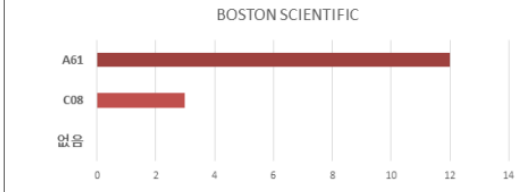
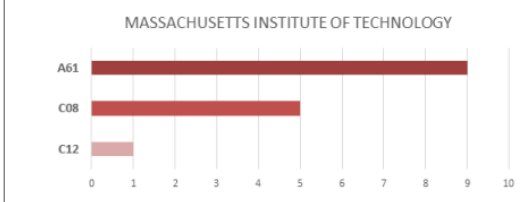
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ETHICON	5.42%	0.38%	57.14%
2	N.V. NUTRICIA	4.82%	0.34%	-93.33%
3	BIORETEC	1.81%	0.13%	-50.00%
4	ARMBRUSTER BIOTECHNOLOGY	1.51%	0.11%	-100.00%
5	SMITH & NEPHEW PLC	1.51%	0.11%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		D04	부직포; 트리밍; 편물; 레이스뜨기; 꼰끈
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CORDIS	12.03%	2.23%	-93.94%
2	BOSTON SCIENTIFIC SCIMED	3.32%	0.62%	-84.00%
3	ABBOTT CARDIOVASCULAR SYSTEMS	2.18%	0.40%	11.11%
4	BOSTON SCIENTIFIC	1.72%	0.32%	-100.00%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.72%	0.32%	175.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		D04	부직포; 트리밍; 편물; 레이스뜨기; 꼰끈
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B32	적층체
		B05	무화 또는 분무일반; 액체 또는 타유동성 재료의 표면에의 적용일반
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

66 초정밀 의료용 로봇 기술



66 초정밀 의료용 로봇 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 최소침습수술 또는 중재시술을 효율적으로 구현하는 원격제어 로봇 개념의 기존 로봇에서 기능과 임상적 효과가 보다 향상된 차세대 의료용 로봇 기술
- ☑ 수술자 혹은 시술자의 의도를 파악하거나 환자 빅데이터로부터 형성된 인공지능 엔진을 기반으로 보다 적절한 수술 및 시술의 방법을 유도하는 지능형 로봇 기술과, 미세 메커니즘과 내장 센서를 이용하여 침습의 정도를 더욱 낮추고 병소에 대한 보다 정밀한 접근이 가능하게 하는 미세 로봇 기술 포함
- ☑ 부작용을 최소화한 환자 맞춤형 정밀 시술이 가능하도록 다차원 생체신호를 가상·증상 현실 형태로 의사에게 보다 직관적인 방법으로 제공하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

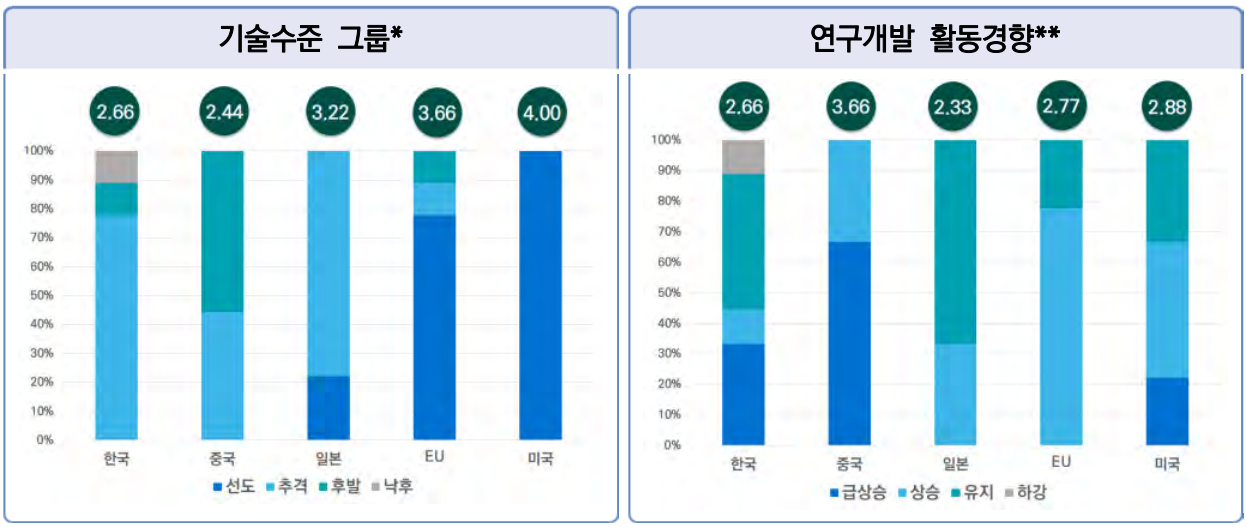
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	4.5	추격	우수	우수	상승
중국	70.0	5.0	후발	보통	보통	급상승
일본	70.0	3.0	추격	우수	우수	유지
EU	90.0	2.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	5.0	70.0	70.0	75.0	16.4	4.5	3.0	5.0	1.3
중국	60.0	5.0	70.0	55.0	70.0	10.1	5.0	4.0	5.5	2.1
일본	70.0	3.0	70.0	70.0	80.0	10.1	3.0	3.0	3.5	1.2
EU	85.0	2.0	90.0	85.0	90.0	18.4	2.0	1.5	2.5	1.3
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

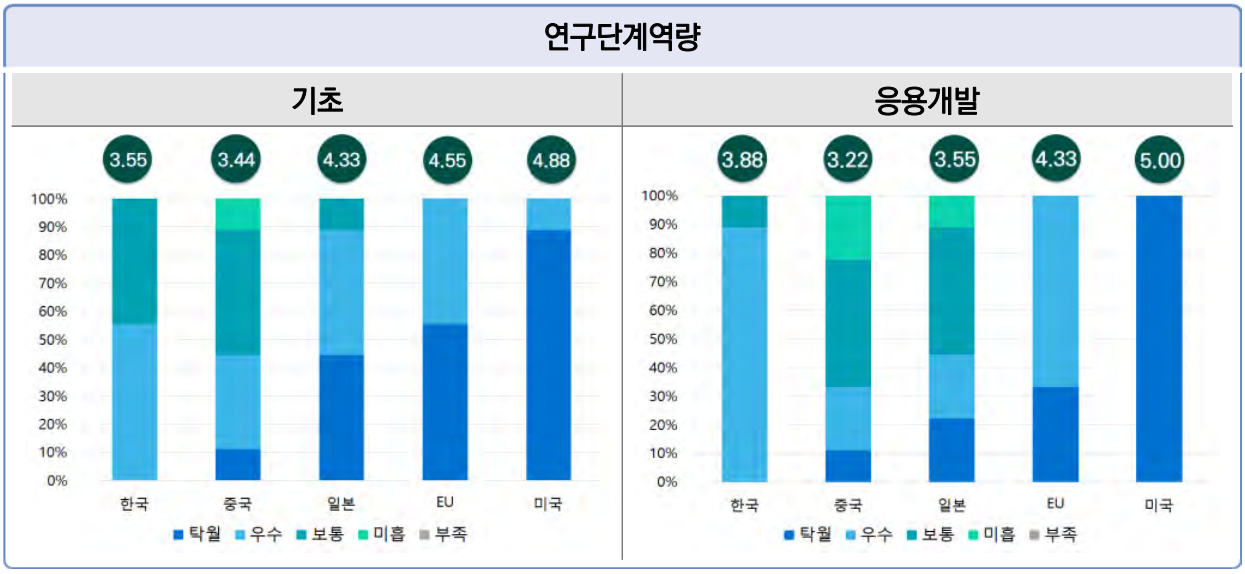
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 학술 연구 수준의 성숙도는 비슷하나 연구 개발 시제품이 상용화 가능 수준 전단계임. 상용화를 적극적으로 추진하는 기업 부재 • 임상 시험 등의 제도적인 정비 필요 • 시장 진출을 위해서는 앞으로도 더 많은 투자 필요 • 최근 연구개발 투자로 인하여 인체 삽입형 초미세 로봇 및 지능형 약물 전달 로봇 분야 기술은 최고 수준에 근접하고 있음 • 관련 연구 분야에서 상대적으로 빠른 기술개발과 연구 확산 속도를 보이나 새로운 메커니즘 응용분야를 창출하지는 못하는 추격형 연구를 수행하고 있음 • 기초적인 비전 및 제어 기술을 개발 중이거나 기 확보 • 산발적인 기술들의 통합 필요 • 임상 검증 및 승인에 시간이 걸림 • 수술 로봇 분야에 대한 지속적인 투자가 근래에 이루어졌기에 수술 로봇 관련 연구 경험/역량이 확보됨 • 최근 선도그룹과 경쟁하는 수술용 로봇이 기업에 의해 개발되어 시장에 나왔으나 구모델과 비슷한 수준 • 수술용 로봇에 대한 국가 과제 진행 영향으로 선도그룹을 추격하는 기술 개발 • 국내 해당 분야 관련 대학, 연구소, 기업의 기술역량 및 발전 속도가 가장 두드러지고, 관련 지적재산권 확보에 높은 점유율을 보이고 있음
중국 (70.0%)	• 연구 수준은 부족한 점이 있으나 국가차원에서 적극적으로 투자 전략 수행 • 전반적으로 의료로봇 전체에 대한 관심이 아직은 부족한 상황이나, 미세 로봇 및 수술 로봇 기술의 근간이 되는 MEMS(Microelectromechanical system) 및 다관절 로봇 관련으로는 상당 수준의 기술을 보유하고 있어 추격이 가능할 것 • 관련 연구 분야에서 많은 결과물을 얻고 빠른 연구 확산 속도를 보이나 선도적인 연구결과를 제공하지는 못함 • 많은 연구자들이 국가의 집중적인 투자를 받으며 빠르게 성장 중 • 관련 규제 등이 약해 상대적으로 공격적인 연구가 이루어지고 있음 • 미국, EU 등의 선도 기술개발을 추격하기 위해 기반 기술 및 응용기술에 대한 연구활동 활발
일본 (70.0%)	• 미국의 연구개발수준을 복제하는 데에 그치지 않고 새로운 기술개발영역을 진행하고 있음 • 새로운 플랫폼의 로봇 기술을 제안하였으나 신 의료기술의 임상적용에 매우 보수적이어서 개발된 기술의 임상시험이 진행이 안 되고 있음 • 미국과 유럽 기술 수준에 근접하려고 다 방면으로 투자 및 연구 개발이 이루어지고 있음 • 인체 삽입형 초미세 로봇 및 지능형 약물 전달 로봇 분야 기술은 다소 부족함 • 수술 로봇 관련 분야는 최고 수준 기술 대비 다소 미흡 • 관련 연구 분야에서 가장 오래된 역사를 갖고 있는 국가들 중의 하나이지만 최고기술 보유국에 비해 기술개발 속도가 비교적 늦고, 지적재산권 확보 비율도 낮음 • 정밀 로봇에 대한 기초가 탄탄함 • 첨단 비전 기술 및 영상 기술 개발 진행 중이거나 기 확보 • 임상 검증 및 승인에 조금 시간이 걸림 • 의료용 로봇보다는 재활/개호 로봇에 대한 연구개발 활발

국가 (기술수준)	판단근거
EU (90.0%)	• 미국과 비슷한 수준의 미세 수술 로봇을 연구실에서 개발 진행 중 • 적극적인 개발 투자를 하는 회사가 적어 상용화에 조금 더 시간이 걸릴 것 • 인체 삽입형 초미세 로봇 및 지능형 약물 전달 로봇 분야는 스위스 등에, 수술로봇 관련 분야는 미국에 비해 다소 떨어지나, 충분히 추격 가능한 수준의 기술 보유 • 최고기술 보유국과 비교하여 초기 연구 시기는 더 앞서지만 기술개발의 속도와 지적재산권 확보 측면에서 다소 늦은 경향이 있음 • 선도 그룹과 같은 집중적인 투자는 적지만 근간이 되는 첨단 로봇 기술 다수 보유 • EU의 집중적인 투자가 이루어지면 비교적 단기간에 선도 그룹 추격 가능 • 실용화 측면에 있어서 미국과 격차가 존재
미국 (100%)	• 초정밀 의료용 로봇 기술 전 분야에 걸쳐 특허와 기술개발이 선도적임 • 연구개발시점과 임상적용의 시간차가 거의 없음 • 미세 수술 로봇 관련 상용화 가능 수준 개발, 대기업의 적극적인 투자, 관련 기기 임상 시험 절차 등의 제도화 수준이 높음 • 초정밀 의료용 로봇 기술 전반에 대해 기술 수준 및 시장 점유 면에서 선도를 하고 있고 성능 향상을 위해 지속적인 투자가 이루어지어 당분간 선도할 것으로 보임 • 인체 삽입형 초미세 로봇 및 지능형 약물 전달 로봇 기술 쪽으로는 EU 및 기타 유럽국에 비해 다소 떨어지는 부분도 존재 • 이미 확보된 기술, 특허, 및 제품을 통하여 지속적으로 발전 • 선도적인 연구를 통해 새로운 가능성과 기술들을 끊임없이 발표 • 지속적 정부 투자가 있으며, 자국 내 의료로봇학회의 왕성한 활동 • 정밀 수술 로봇의 근간이 되는 로봇 기술 및 바이오/의료기술이 탄탄함 • 다빈치 로봇처럼 수술 로봇에 대한 특허 등으로 산업적 기반 마련 • AI, 빅데이터 연구에 강한 원천 기술력을 바탕으로 의료로봇과 융합 • 의료로봇에 대한 관련 기반 및 융합 연구를 선도하고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 의료로봇 관련 선진그룹 추격을 위한 활발한 연구 활동 • 다양한 요소 기술 보유 • 일정 이상 규모의 연구 기관 또는 병원에서 시설을 갖추고 있음 • 최근 정부의 지속적 투자 • 관련분야 연구의 경험을 보유하기 시작함 • 의료용 로봇에 대한 집중 투자 • 로봇 관련 인력 수급 • 정밀 의료 로봇 활용 기술 및 수술 능력 우수	• 기초연구 관련 투자 미흡 • 전문 인력에 대한 양질의 취업 자리가 현저히 부족함 • 정부주도의 연구 개발 (실용적 기술보다는 평가 기준을 맞추는 연구) • 로봇 관련 대기업 부재 및 기업 투자 미흡 • 국가주도로 인한 개인형 연구와 산발적인 팀별 개발 위주의 활동임. 첨단 의료용 로봇 기술에 대한 지속적인 투자가 이루어지지 못하여 제품 개발이 되었더라도 선진기술 추격이 어려움

국가	강점분야	기타
		• 설립된 산업체들은 매출을 유지하기 위해 값싼 제품군을 생산하느라 미래 제품군 투자 능력이 상실되어 도태 가능한 현실. 장기적인 첨단 제품 제조 기술력을 인정받는 기술업체에 대해 안정적인 투자와 장기적인 제도적 지원 필요 • 로봇의료기기를 제품화 하였을 때 제품화 상용화가 용이한 혁신적인 제도개선이 없으면 첨단 로봇 의료기기의 국산화는 요원할 것임
중국	• 후발 주자로 정부의 막대하고 집중적인 투자 • 중국 국적의 많은 수의 미국 박사들을 바탕으로 기술들을 개발 및 응용이 가능 • 관련 연구 내용으로 중국 출신의 박사들이 계속 배출되고 있음 • 국가적인 투자로 인프라 구축이 수월한 편 • 해외 공동 연구 지원의 확대 • 관련 규제가 약함 • '세계의 공장'으로 로봇 분야 관련 업체가 많아 부품 등에 대해 비용이 적고 수급이 용이 • 산업용 로봇 관련 인력 및 시장 풍부 MEMS 기초기술 보유	• 의료로봇 관련 기반 기술 미흡 • 추격 그룹이지만, 중저가의 정밀 의료 로봇을 바탕으로 조만간 결과물들을 시장에 왕성하게 내놓을 것으로 예상 • 미국에서 중국 출신 연구자들에 대한 경계가 있음 • 연구 윤리의식 미흡으로 인한 시행착오 예상 • 로봇에 대한 집중 투자 부재 의료용 로봇에 대한 응용개발 연구 부족 • 내부 연구 인프라 및 기술 수준이 부족함 • 표준편차가 큰 기술 및 인력집단 구성체임. 상위의 일부 기술 인력들이 미국에서 개발된 제품노하우를 바탕으로 본국에서 로봇의료 산업을 진행하고 있으나, 다른 산업과 달리 양질의 카피제품을 생산하지 못함 • 임상도입에 대한 제도적인 장점이 매우 크지만 응용개발에 적극 참여할 수 있는 창의적인 의료 연구진이 부족함
일본	• 정밀 로봇 분야 기반 기술 • 산업체에서의 기초 기술에 대한 노하우 수준이 매우 높음 • 연구자의 수명이 상당히 긴 편으로 기술 및 노하우에 대한 전수가 확실함 • 인프라 구축을 위한 부품 및 소재 등에 대한 강점 (관련한 핵심 부품에 대한 독점권 등으로 행사하는 경우가 있음) • 뛰어난 공학 기술 보유 • 꾸준한 정부 투자 • 다양한 의료 로봇 관련 학회의 왕성한 활동 • 로봇 분야의 많은 연구 인력 및 인프라 보유 • 올림푸스 등 의료 관련 다국적 대기업 보유 • 기초 소재 및 부품 관련 산업이 매우 발전함	• 의료로봇 관련 연구 활동 미흡으로 관련 기술 수준 정체 • 급격한 노령화 사회 진행으로 향후 정밀 의료 로봇에 대한 수요가 급격하게 늘어날 것으로 예상 • 의료용 로봇에 대한 응용연구 상대적 취약 • 미세 수술 관련 연구비 투자가 적음 • 임상연구진이 매우 보수적이고 신기술을 임상에 도입하는 제도적 제한점으로 향후에도 미국 그룹을 추격하기에는 요원할 것으로 판단

국가	강점분야	기타
	• 기술과 산업 인프라 면에서는 미국과 큰 차이 없음. 기초연구에서 강점이 있어 활발하게 응용 개발 연구를 끌어주는 상태 • 기초연구 관련 투자 우수	
EU	• 로봇 및 인공 지능 분야 기반 기술 • 우수한 대학에 기반한 연구 인력 • 여러 국가 및 기업의 기술적 장점을 바탕으로 함께 연구할 수 있는 인프라 • 연구소에서 요소 기술 개발에 집중하는 편 • 미국 소재의 연구 기관들과의 꾸준한 교류로 인력을 확보 • EU의 집중적인 투자로 인프라 구축이 용이함 • 바이오/의료 분야에 기초 연구 역량 • 기계/전자/로봇 분야에 첨단 기술 보유 • EU project 등의 연구단 내 대규모 융합 연구 • IRCAD를 중심으로 첨단 의료기술 개발의 강점이 명확함 • 기초연구 관련 투자 우수	• 기초 기술 수준에 비해 전반적인 정밀 의료 로봇 기술은 뛰어나지 않은 편 (개별 요소 기술은 뛰어남) • EU 통합으로 한곳에 집중적 투자가 어려움 • 수술로봇 분야 집중도 다소 부족 • 상용화를 적극적으로 추진 중인 대기업이 적음 • 사회주의 의료제도로 인한 의료산업 특히 고비용 재료인 첨단의료기기 제품화는 요원한 상태 • 개발된 제품을 미국 기술회사에서 적극 구입하거나 인수하여야 하지만 사업화가 미진하기 때문에 산업적으로 점차 뒤쳐지고 있은 상태
미국	• 로봇 및 인공 지능 분야 기반 기술 • 선점된 의료로봇 시장 및 사업화 인프라 • 기초 및 응용 연구를 각 여러 대학, 병원과 산업체에서 다양하고 활발하게 진행하고 있음 • 매년 상당수의 신규 박사가 관련한 연구를 하고 꾸준하게 배출되고 있음 (컴퓨터 공학, 기계공학, 의공학, 전자공학, 재료공학 등) • 산업체의 도움으로 여러 대학 및 병원 등에 상당한 수준으로 인프라를 잘 갖춤 • 바이오/의료 관련 다수의 다국적 대기업 보유 • 기업 중심의 연구 개발 • 세계적으로 뛰어난 연구 인력의 원활한 수급 • 직접 공학자와 연구하는 의사가 다수 존재 • 정부의 지속적 지원 • 수술로봇 독과점 기업 보유 수술로봇 시장 점유율 의료용 로봇 관련 인력 수급 잘 구축된 연구 인프라 • 의료산업과 의료기업체의 중요성이 사회전반에 인지됨 • 의료기술 투자가 원활하고 IT인력의 의료융합 산업 순환배치가 자유로움 • 기술과 투자 위주의 인프라 우수 • 임상 의료 현실이 신기술을 받아들이기 쉬운 제도적 장점이 큼	• 일부 독점 현상으로 인해 미래에 대한 투자가 약간 정체되어 보임 • 기존의 제품은 개선 중에 있으며, 아직 개발 중인 의료 정밀 로봇들도 있는 실정 • 초미세/약물전달 로봇 다소 부족 • 기존 상용 수술 로봇에 대한 의료 사고 등이 발생하여 수술 로봇에 대한 부정적인 의견이 제시되고 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	2위	5위	2위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 임상의학자와 기술학자간의 네트워크가 별로 없음. 기술개발에 대한 아이디어가 있는 임상의학자와 해당기술을 보유하고 있는 개발의지가 절실한 파트너쉽이 이루어지기가 힘든 상태. 기존 노숙한 임상의사와 행정적 능력을 가지고 있는 기술학자간의 만남이 주로 되는 상황 • 인증기관이 과제 개발에 참여 • 로봇 관련 기관 및 학회 등이 함께 노력 필요 (현재로서는 각자 행동하는 분위기임) • 국내 관련 연구종사자들(학, 연, 산, 관 관계자) 모임 등 꾸준한 교류, 국내 학술 대회 등 정기적인 교류와 협력을 활성화하기 위한 산학연 컨소시엄 발굴 및 지원 확대 • 수술/의료용 로봇을 적극 활용하고 피드백할 수 있는 대표적 센터를 설립하여 의학과 공학이 긴밀하게 협력할 수 있도록 해야 함. 현재는 공학자들이 의사들에게 단편적으로 의견을 물어가며 개발하고 있으나 이런 것이 아니라 한 공간에서 동등하게 협력하는 구조가 필요. 연구를 전문으로 하는 임상의사가 있어야 함. 국내 연구 기반이 어느 정도 마련되었으니 이들이 함께 만나 연구할 수 있는 장 필요 • 다학제 간 협업을 위한 연구자 중심의 연구 주제 발굴 및 지원
국제협력 촉진	• 체계적인 국제 협력 주도 필요 • 미국 및 EU 국가와의 국제협력을 촉진하여 국내의 기술 수준을 끌어올리는 것이 시급함. 방법으로는 국제연구협력과제의 확대 등 • 해외 선진연구기관과의 직접적인 교류 활성화를 위한 유관 학회 또는 워크샵 참여지원 및 연구자교류프로그램 확대 • 연구자 해외 파견 및 해외 연구자의 국내 초청 등 활발한 기술 교류 촉진
인력양성 및 유치	• 젊고 의지 있는 임상 및 과학 연구자를 선진 기술보유 연구소에 귀환을 조건으로 파견근무프로그램을 조속히 시행해야 함 • 일자리 창출이 시급함 • 석박사급 학문후속세대 양성을 위한 인력양성사업 추진. 외국인 장학생 선발 및 지원 확대 • 선진 해외 기관 연구자 초빙 (대학, 연구소, 산업계 등) 연구 과제 수행을 통한 국내 고급 인력 양성 • 의공학 분야의 인력양성 필요. 관련분야 연구의 지속적 투자로 인력양성 가능. 의학을 기반으로 공학에 대한 지식을 쌓은 인력양성. 이러한 인재가 현재는 거의 없는 실정인데, 실제 의료로봇을 사용하는 사용자가 가장 좋은 피드백과 아이디어를 낼 수 있기에 이러한 인력양성이 매우 중요. 의사 중에 연구에 관심이 있는 사람에게 임상 시간을 줄이고 공학적 지식을 쌓고 연구개발에 전념할 수 있는 기회를 주어 인력을 양성. 현재는 이러한 경우 수입의 현저한 감소로 현실적으로 어려움. 결국 연구자에 대한 처우개선 필요 • 국내 정밀의료기기 기업 규모가 작아서 선도할 수 있는 기업 육성을 위해 창업 할 수 있는 인력 양성 필요

	정책제언
인프라 구축	• 기술 인프라에 비해 임상인프라가 심각하게 부족. 대부분의 임상 의사들이 진료에 머물려고 하는 습성이 있음. 연구에 적극적으로 임할 수 있는 인센티브가 필요. 국산제품의 임상시험과 기술허가를 용이하게 해줄 행정적인 인프라가 절실함 • 의료기기 시험장 등이 미비함 • 해당 연구 분야는 대규모, 고성능 의료장비 활용을 요구하므로 장비구축사업을 통한 중부권 공동실험센터 구축 필요 • 인적 네트워크 형성 병원에서 사용 되어온 장비에 대한 기부를 활용 • 국내협력을 촉진하고 다양한 의견을 모을 수 있는 대표적 대형 의료 로봇 연구 센터의 설립이 필요 • 인허가를 위한 식약처 협력을 위한 제도적 인프라 구축
법·제도 개선	• 신 의료장비를 임상시험하기 힘들며, 시험이 가능하더라도 막대한 임상연구비를 마련할 원천이 없음. 연구결과가 있더라도 국내 보험급여상의 절차상 문제가 심각하며 결국 외국산 유사 제품이 먼저 급여를 받아 시장을 빼앗긴 후에 기술허가와 사용이 가능하게 됨. 국산기술로 개발된 제품에 대한 예외/fast track 심사 필요 • 시장 확보를 유연하게하기 위해서, 독보적이나 기술격차가 크지 않은 신제품은 국산제품의 보험수가를 우대할 수 있는 제도 필요 • 의료 기기 인증의 제도화 • 현실적인 의료 기기 인증제도 확립 • 의료용 로봇의 규제를 완화하여 상용화 추진이 더 쉬워지도록 하는 것 필요 • 의료 장비, 기기 개발에 대한 법, 제도적 지원 상당 기간의 연구와 검증을 가능하도록 지원 • 법·제도 관련 교육 및 전문가 양성 프로그램 지원
연구비 확대	• 임상의사와의 협업을 전제로 임상시험을 시행할 수 있는 현실적인 연구비 제공 • 연구 개발비에 인증 관련 비용 처리가 가능하도록 해야 하며 국가 과제의 경우 인증기관이 과제에 참여 • 로봇 분야는 실용화 분야이기 때문에 연구비 확대와 함께 연구 성과물로 논문을 너무 강조하는 것을 지양해야 함 • 국제협력과제 및 풀뿌리과제의 연구비 비중을 높여 원천기술 확보 필요 • 해당 연구 분야는 전 세계적으로 경쟁적으로 활발하게 연구되는 분야로서 지속적인 최신 연구 동향 파악을 위한 연구 활동비 지원이 요구될 뿐만 아니라 고가의 장비와 재료를 확보하기 위한 충분한 연구 장비 비용 지원이 반드시 뒷받침되어야 할 것 • 연구에 관심을 가질 수 있는 일정 규모 이상의 대형 연구과제 또는 소규모 요소 기술 과제 발주 • 전망은 있으나 산업분야가 아직 취약하므로 초기 단계이므로 연구비의 꾸준한 지원 필요. 연구비가 확대되지 않더라도 지속적인 투자 필요. 의료로봇분야는 기술 개발이 끝이 아니라 시작이므로 장기적인 연구 필요 • top·down 보다는 개별화된 임상의/연구자/수요자 중심의 연구 주제 발굴 및 지원
기타 의견	

다 주요 분석 결과 요약

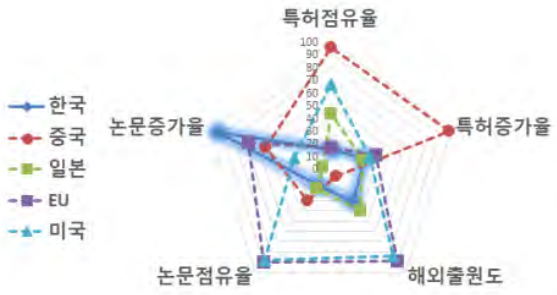
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	초정밀 의료용 로봇 기술	5,188	2,578	106.3%	116.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

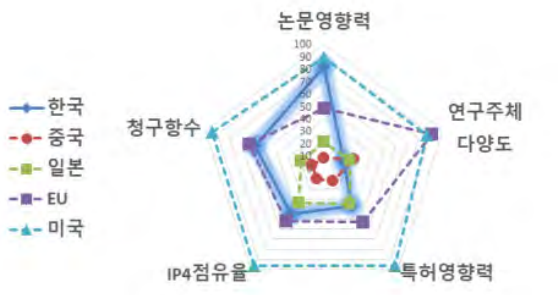
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	36.0%	40.2%	16.2	26.5
한국	5위	5위	2위	3위
	7.2%	8.0%	14.8	7.9
5개국 평균[2]	-	-	11.7	20.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

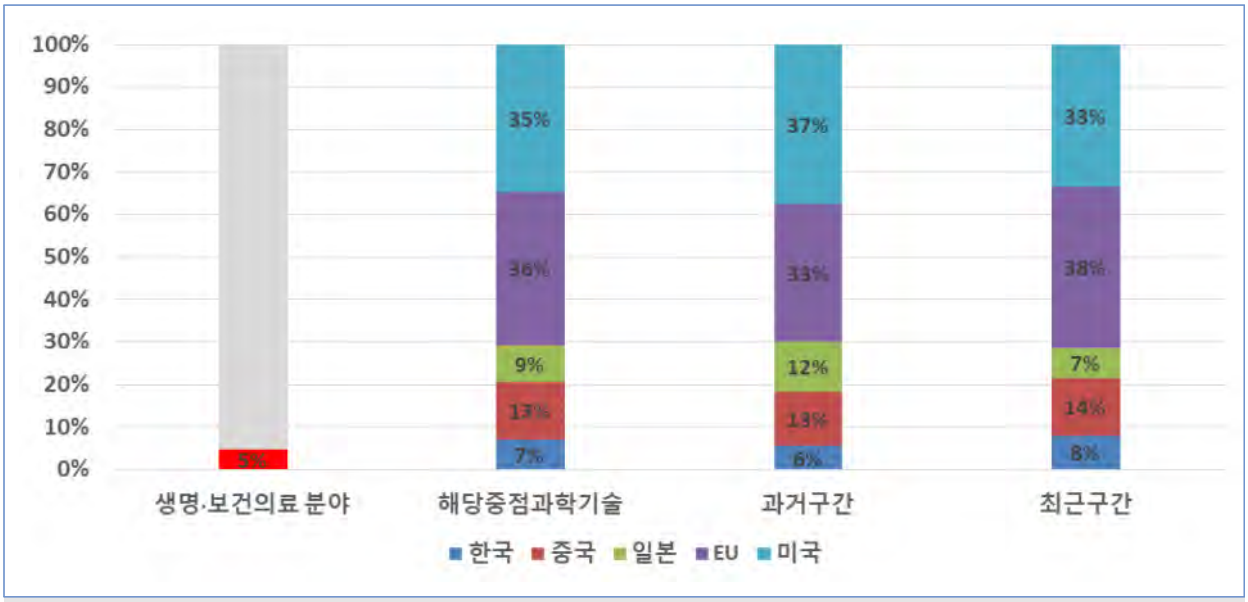
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(7.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(14.8)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(36.0%), 미국(34.7%), 중국(13.4%), 일본(8.7%), 한국(7.2%) 순이며, 논문 증가율은 한국(196.8%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.2), 한국(14.8), EU(10.5), 일본(7.2), 중국(4.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(8.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(7.9)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(40.2%), 미국(25.3%), 일본(18.0%), EU(8.5%), 한국(8.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(392.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(26.5), EU(11.2), 한국(7.9), 일본(7.4), 중국(0.3) 순이며, IP4 점유율은 미국(34.4%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	7.2%	13.4%	8.7%	36.0%	34.7%
	논문 증가율	196.8%	118.8%	27.9%	139.4%	84.1%
	논문 영향력	14.8	4.7	7.2	10.5	16.2
	연구주체 다양도	0.81	0.85	0.82	0.96	0.93
특허 분석	특허 점유율	8.0%	40.2%	18.0%	8.5%	25.3%
	특허 증가율	33.0%	392.6%	24.6%	67.1%	47.9%
	해외출원도	1.7	0.1	2.1	4.5	4.1
	특허 영향력	7.9	0.3	7.4	11.2	26.5
	IP4점유율	13.2%	0.4%	10.1%	15.1%	34.4%
	청구항수	7.9	3.0	4.3	8.3	12.3

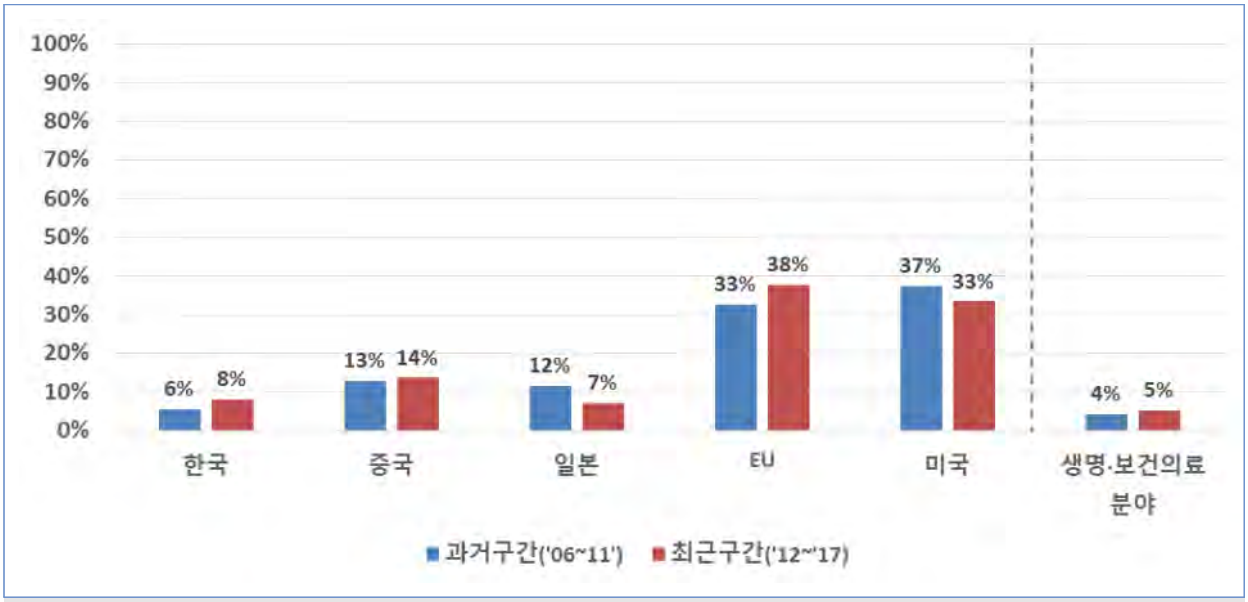
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 초정밀 의료용 로봇 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1870건으로 전체 논문의 36%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 초정밀 의료용 로봇 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 5%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

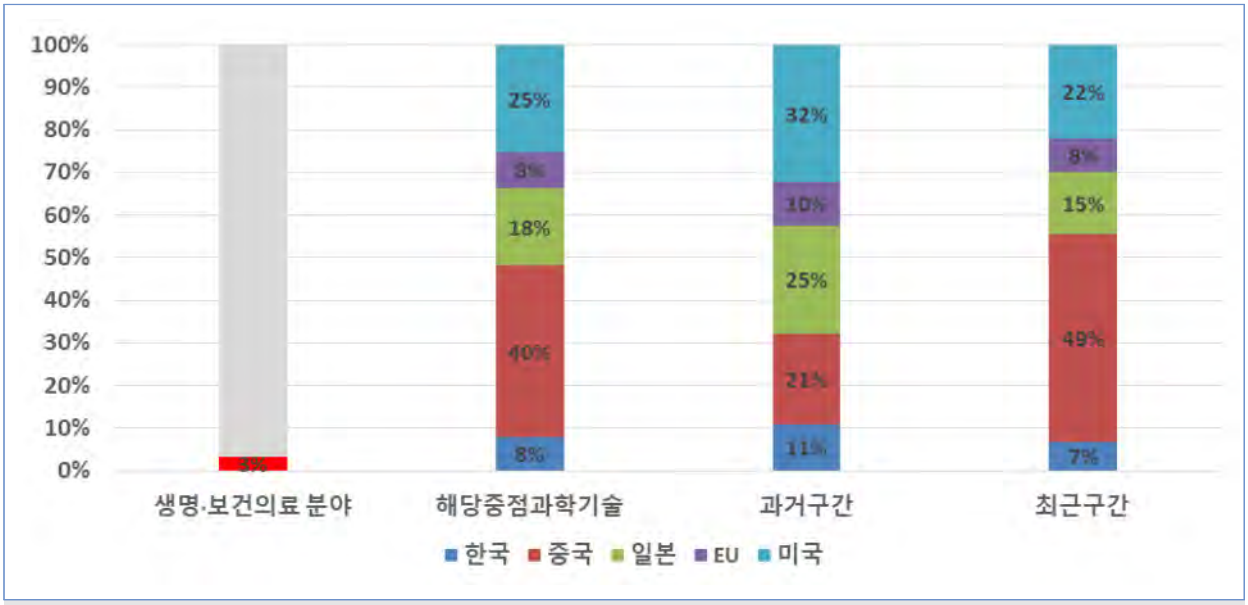


● 초정밀 의료용 로봇 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 196.8%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	94	279	373	196.8%
중국	218	477	695	118.8%
일본	197	252	449	27.9%
EU	551	1,319	1,870	139.4%
미국	634	1,167	1,801	84.1%
전체	1,694	3,494	5,188	106.3%

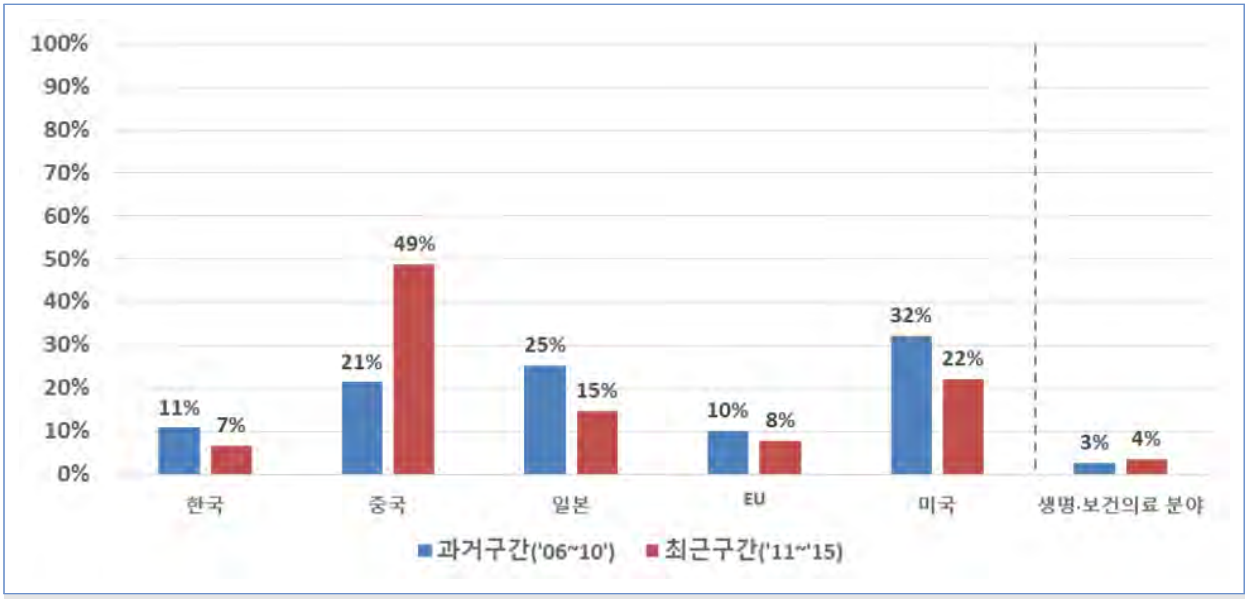
(4) 특허 점유율(전체)



- 초정밀 의료용 로봇 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1037건으로 전체 특허의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, EU, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 초정밀 의료용 로봇 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



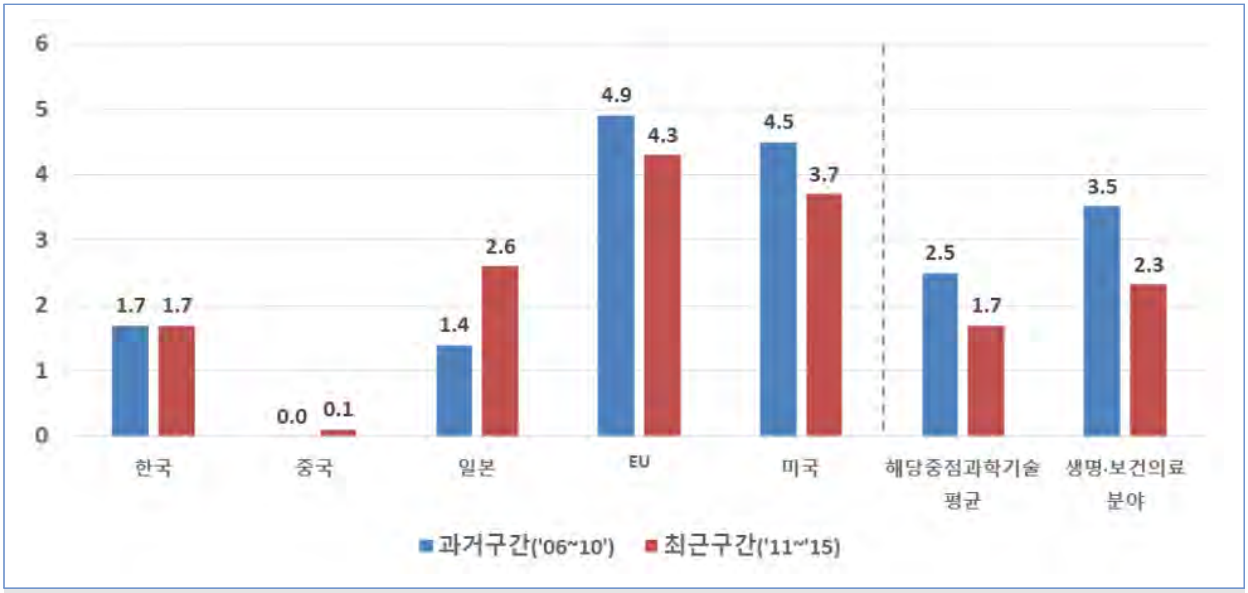
- 초정밀 의료용 로봇 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 33%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 5위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	88	117	205	33.0%
중국	175	862	1,037	392.6%
일본	207	258	465	24.6%
EU	82	137	219	67.1%
미국	263	389	652	47.9%
전체	815	1,763	2,578	116.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

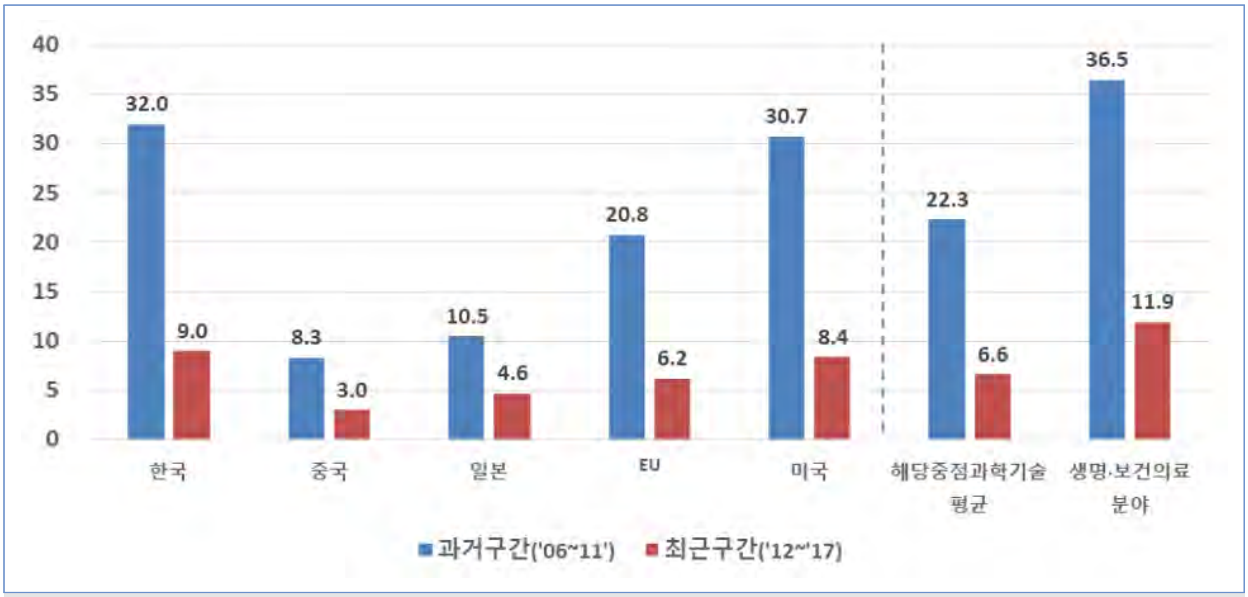


● 초정밀 의료용 로봇 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

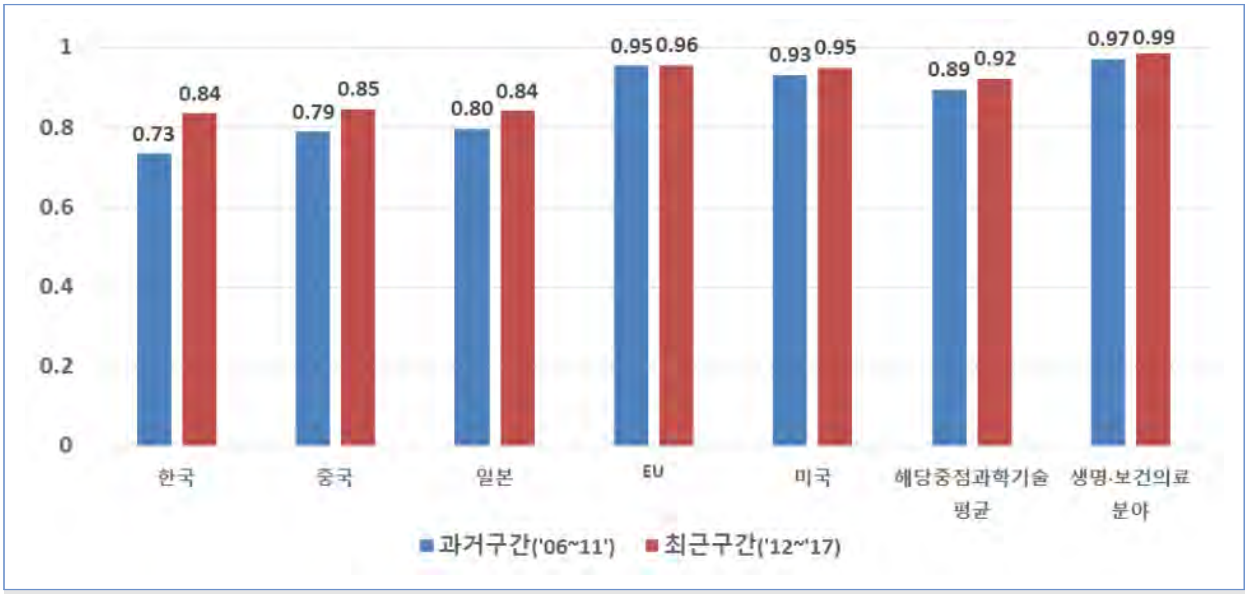
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



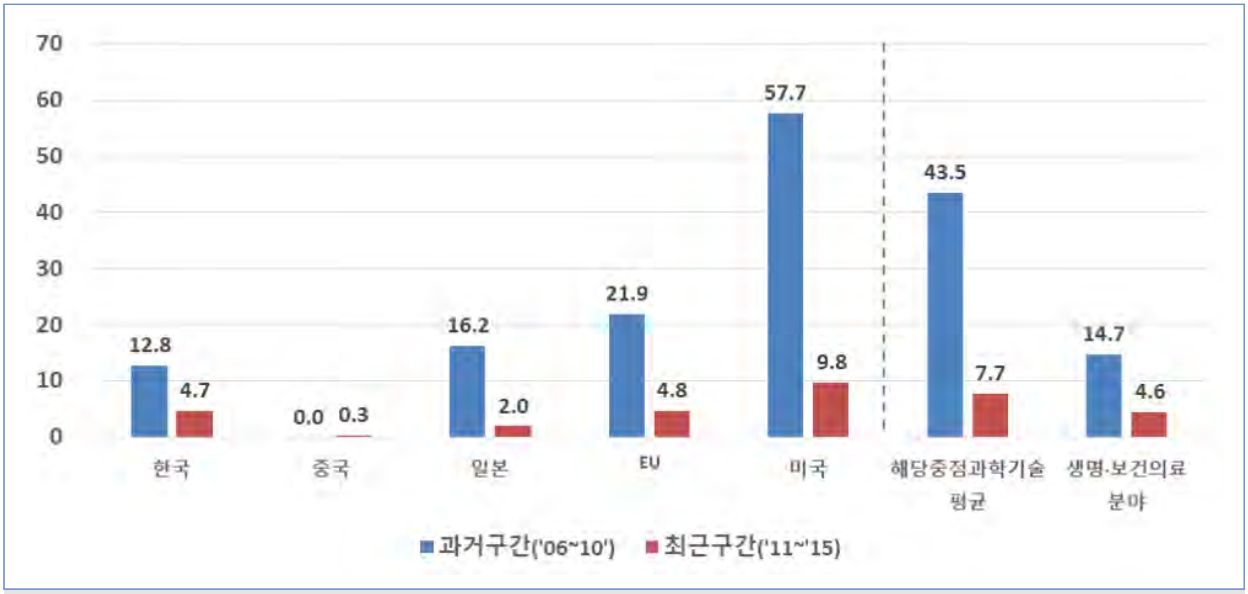
● 초정밀 의료용 로봇 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 한국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



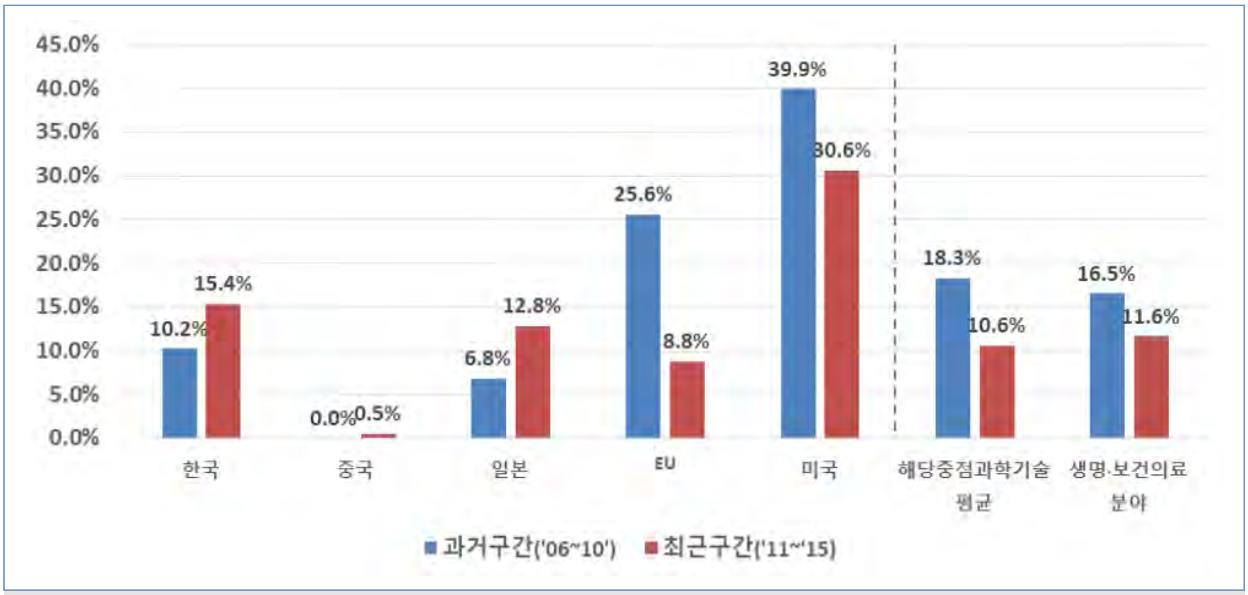
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



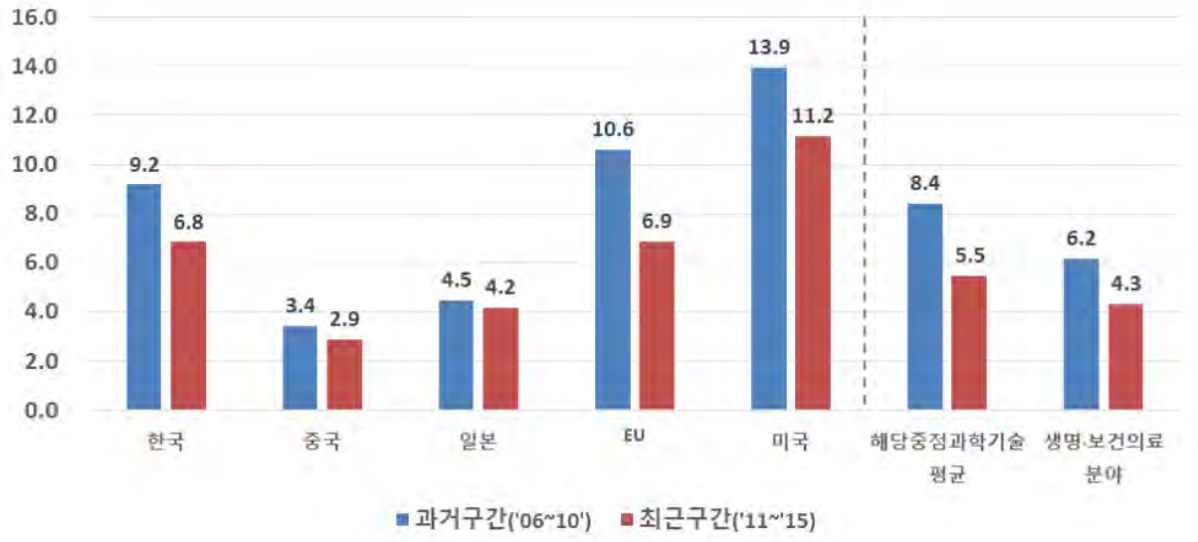
● 초정밀 의료용 로봇 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 초정밀 의료용 로봇 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 초정밀 의료용 로봇 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

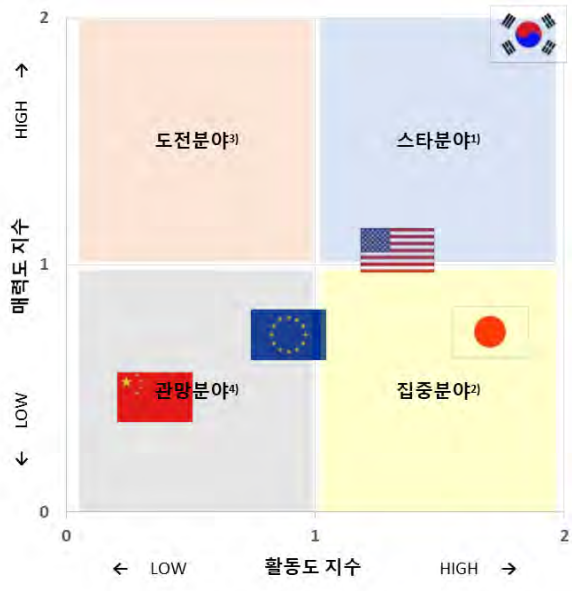
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 초정밀 의료용 로봇 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 한국의 질적 연구 성과 또한 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

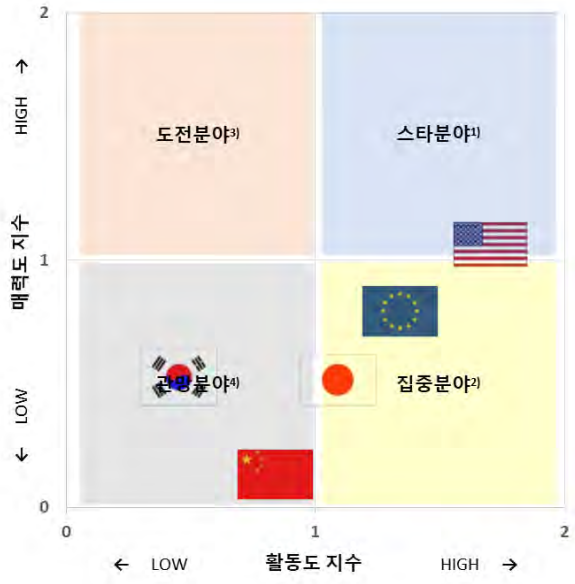


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 초정밀 의료용 로봇 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 한국의 '연세대학교(0.91%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율도 '연세대학교'가 12.60%로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	한국	12.60%	0.91%	161.54%
2	JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	미국	1.78%	0.62%	66.67%
3	KAGAWA UNIVERSITY	일본	6.46%	0.56%	41.67%
4	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	4.17%	0.56%	380.00%
5	STANFORD UNIVERSITY	미국	1.50%	0.52%	70.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	12.60%	0.91%	161.54%
2	HANYANG UNIVERSITY	4.29%	0.31%	120.00%
3	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.95%	0.21%	166.67%
4	CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY	2.41%	0.17%	800.00%
5	KOREA UNIVERSITY	2.14%	0.15%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	4.17%	0.56%	380.00%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.74%	0.50%	-47.06%
3	STATE KEY LABORATORY OF ROBOTICS AND SYSTEM	3.02%	0.40%	62.50%
4	BEIHANG UNIVERSITY	1.87%	0.25%	125.00%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.44%	0.19%	300.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KAGAWA UNIVERSITY	6.46%	0.56%	41.67%
2	WASEDA UNIVERSITY	5.12%	0.44%	-56.25%
3	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.67%	0.23%	200.00%
4	TOKYO DENKI UNIVERSITY	2.23%	0.19%	-57.14%
5	KEIO UNIVERSITY	2.23%	0.19%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF GLOBAL HEALTH INNOVATION	0.86%	0.31%	1500.00%
2	EUROPEAN INSTITUTE OF ONCOLOGY	0.86%	0.31%	200.00%
3	BIOROBOTICS INSTITUTE	0.80%	0.29%	300.00%
4	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	0.70%	0.25%	125.00%
5	UNIVERSITY OF GENOVA	0.59%	0.21%	-42.86%

6 미국

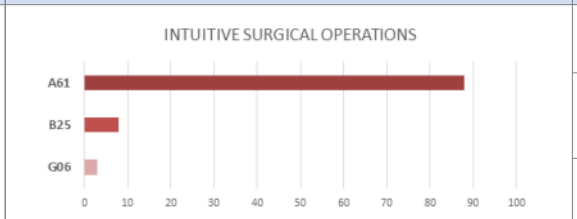
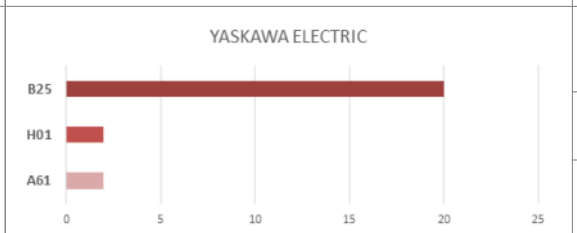
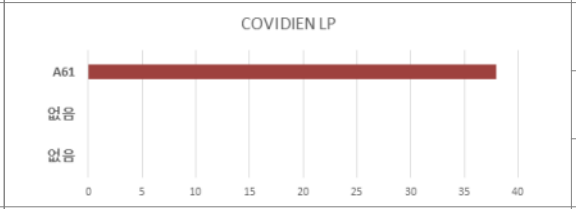
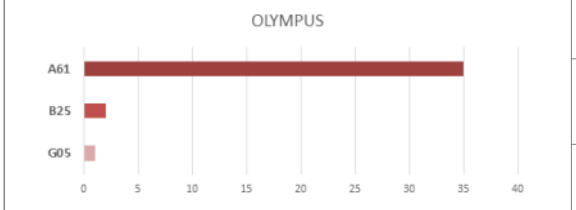
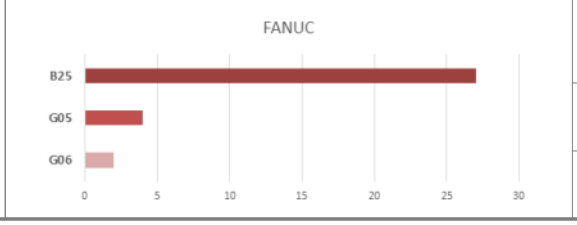
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	1.78%	0.62%	66.67%
2	STANFORD UNIVERSITY	1.50%	0.52%	70.00%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.39%	0.48%	77.78%
4	VANDERBILT UNIVERSITY	1.39%	0.48%	300.00%
5	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	1.00%	0.35%	-36.36%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS(9.64%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 14.15%(글로벌 점유율은 1.12%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를, '삼성전자'는 A47(가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

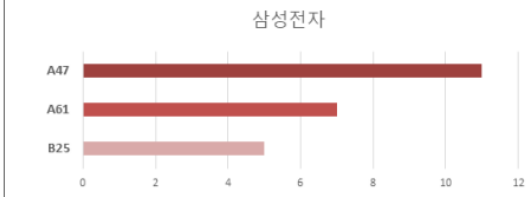
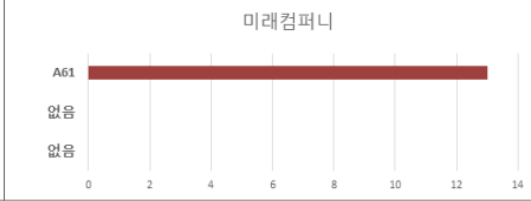
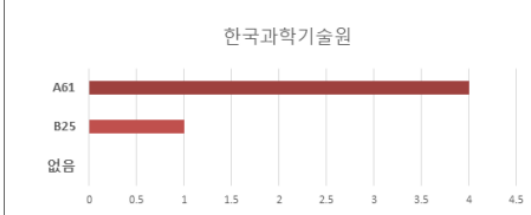
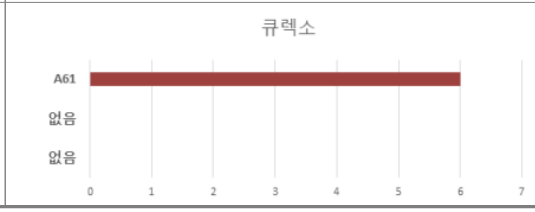
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS	미국	15.34%	3.88%	0.00%
2	YASKAWA ELECTRIC	일본	12.04%	2.17%	173.33%
3	COVIDIEN LP	미국	5.83%	1.47%	433.33%
4	OLYMPUS	일본	8.17%	1.47%	560.00%
5	FANUC	일본	7.96%	1.44%	5.56%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H01	기본적 전기소자
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

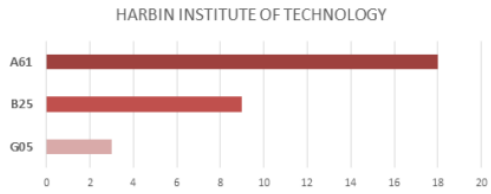
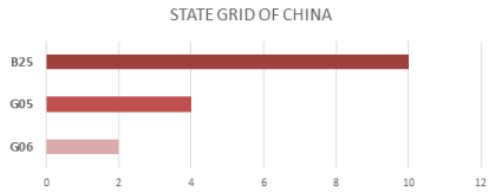
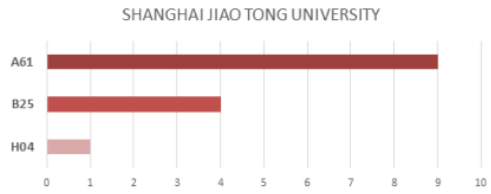
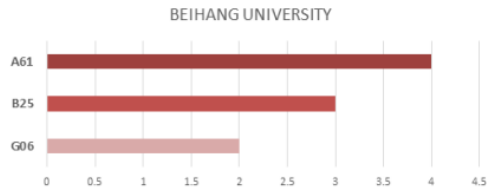
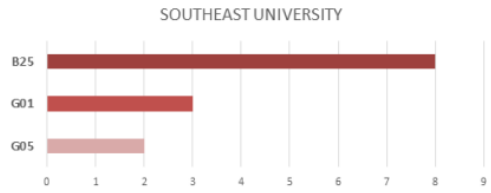
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	14.15%	1.12%	214.29%
2	미래컴퍼니	6.34%	0.50%	-14.29%
3	이턴	3.41%	0.27%	-83.33%
4	한국과학기술원	2.93%	0.23%	0.00%
5	큐렉소	2.93%	0.23%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

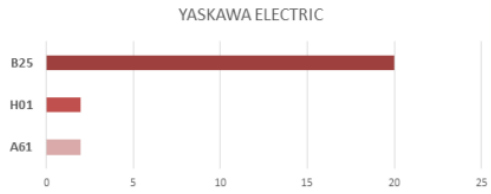
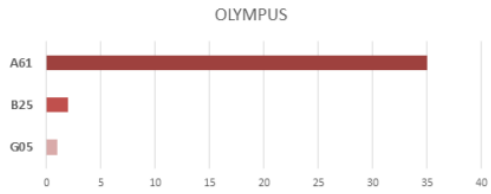
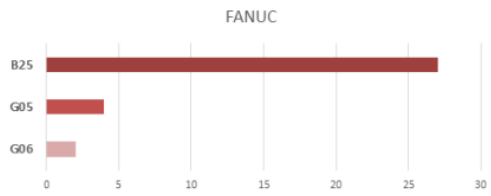
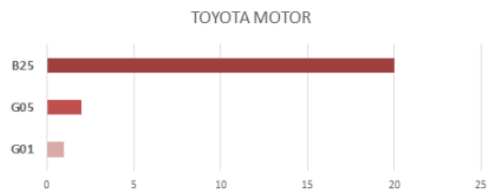
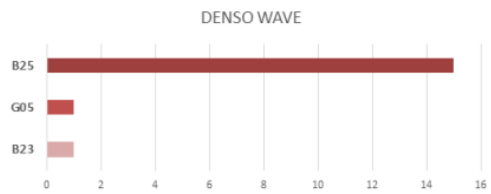
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.38%	1.36%	500.00%
2	STATE GRID OF CHINA	1.93%	0.78%	1900.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.83%	0.74%	180.00%
4	BEIHANG UNIVERSITY	1.35%	0.54%	266.67%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	1.25%	0.50%	-55.56%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
2		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H04	전기통신기술
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G01	광학
		G05	제어; 조정

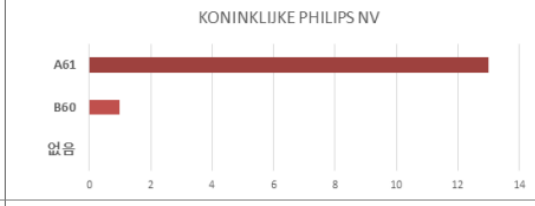
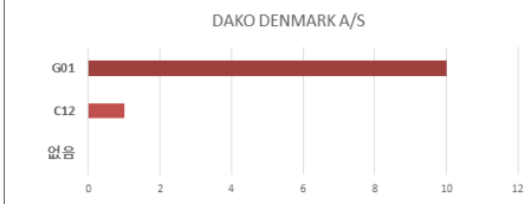
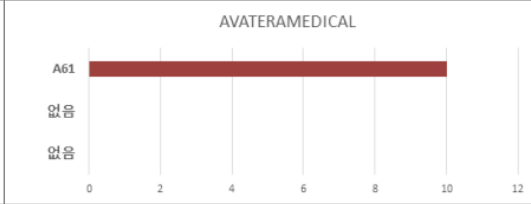
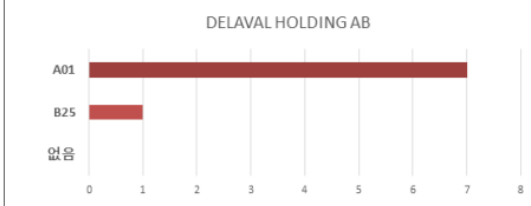
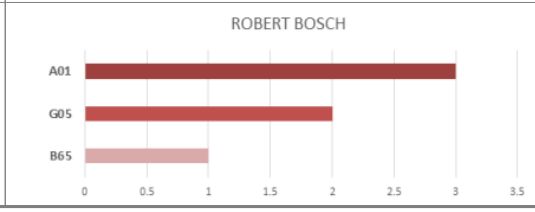
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	YASKAWA ELECTRIC	12.04%	2.17%	173.33%
2	OLYMPUS	8.17%	1.47%	560.00%
3	FANUC	7.96%	1.44%	5.56%
4	TOYOTA MOTOR	5.16%	0.93%	-58.82%
5	DENSO WAVE	3.66%	0.66%	83.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		H01	기본적 전기소자
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
3		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		G01	광학
5		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공

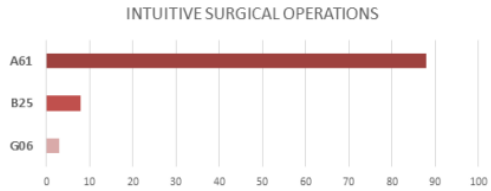
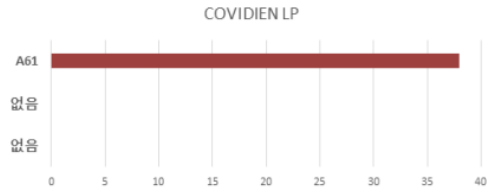
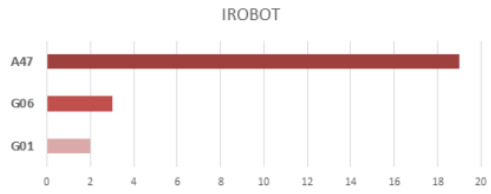
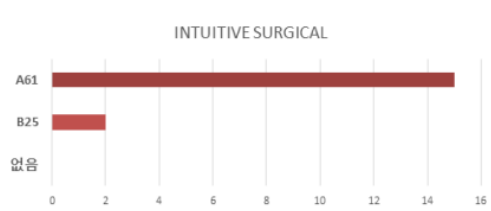
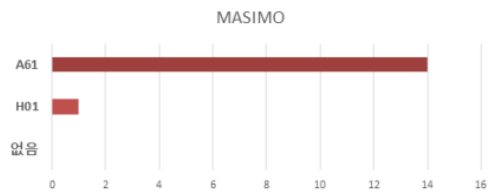
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	6.39%	0.54%	150.00%
2	DAKO DENMARK A/S	5.02%	0.43%	166.67%
3	AVATERAMEDICAL	4.57%	0.39%	900.00%
4	DELAVAL HOLDING AB	3.65%	0.31%	700.00%
5	ROBERT BOSCH	3.20%	0.27%	150.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B60	차량일반
		–	–
2		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		–	–
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G05	제어; 조정
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS	15.34%	3.88%	0.00%
2	COVIDIEN LP	5.83%	1.47%	433.33%
3	IROBOT	3.99%	1.01%	-26.67%
4	INTUITIVE SURGICAL	2.61%	0.66%	-18.18%
5	MASIMO	2.30%	0.58%	-11.11%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
		-	-

67 질병진단 바이오칩 기술



67 질병진단 바이오칩 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 다양한 암 및 유전질환, 면역질환 및 감염병 등의 질병과 관련된 마커들을 빠르고 정확하게 진단하여 조기 치료 및 발병 예측을 가능하게 하는 기술
- ☑ 현장성과 용이성을 기반으로 정기적 생체 모니터링을 제공하여 질병 발생가능성 및 예후 예측을 위한 진단 플랫폼 구축 기술
- ☑ 바이오칩 기반의 자동화 진단용 센서 개발, 대용량 생체 모니터링 데이터 분석을 위한 관련 국가 기반 기술 및 산업 구조 개편에 큰 영향을 미칠 수 있는 기술
- ☑ 의료용 바이오센서, DNA 검사, 유전병 검사 및 유전자 발현 분석 등 보건 의료 분야에서 폭넓게 활용되는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

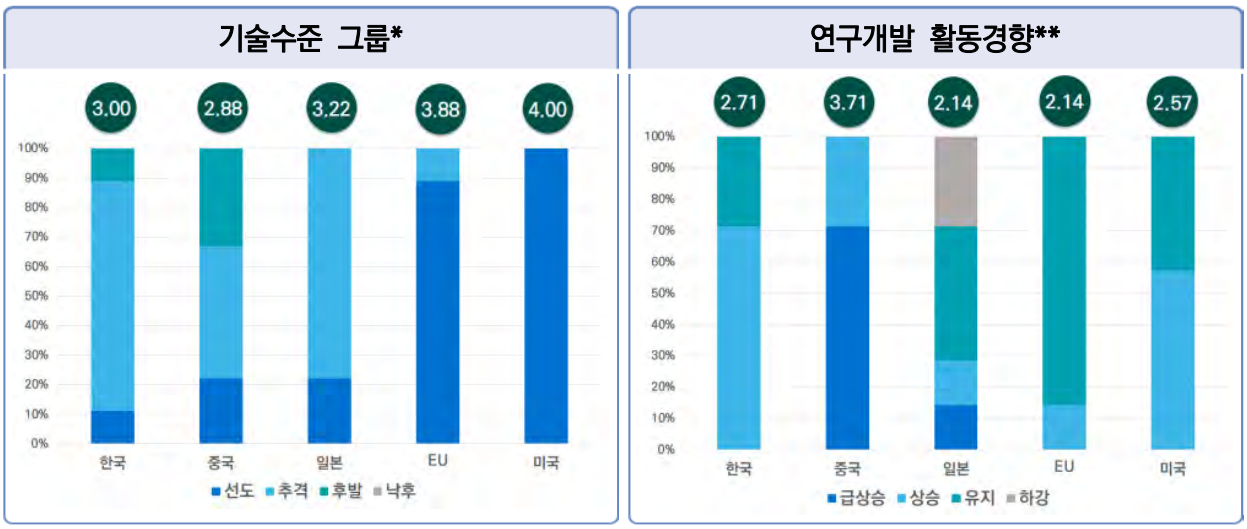
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	76.0	3.0	추격	보통	우수	급상승
일본	85.0	2.0	추격	우수	우수	유지
EU	94.0	1.5	선도	탁월	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
			수준(%)				격차(년)			
	수준(%)	격차(년)	수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	3.0	80.0	80.0	80.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.8
중국	75.0	3.0	76.0	75.0	82.0	6.3	3.0	3.0	3.5	0.7
일본	82.0	2.0	85.0	80.0	88.0	6.9	2.0	1.5	3.0	1.3
EU	95.0	1.5	94.0	85.0	95.0	8.5	1.5	0.5	2.0	1.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

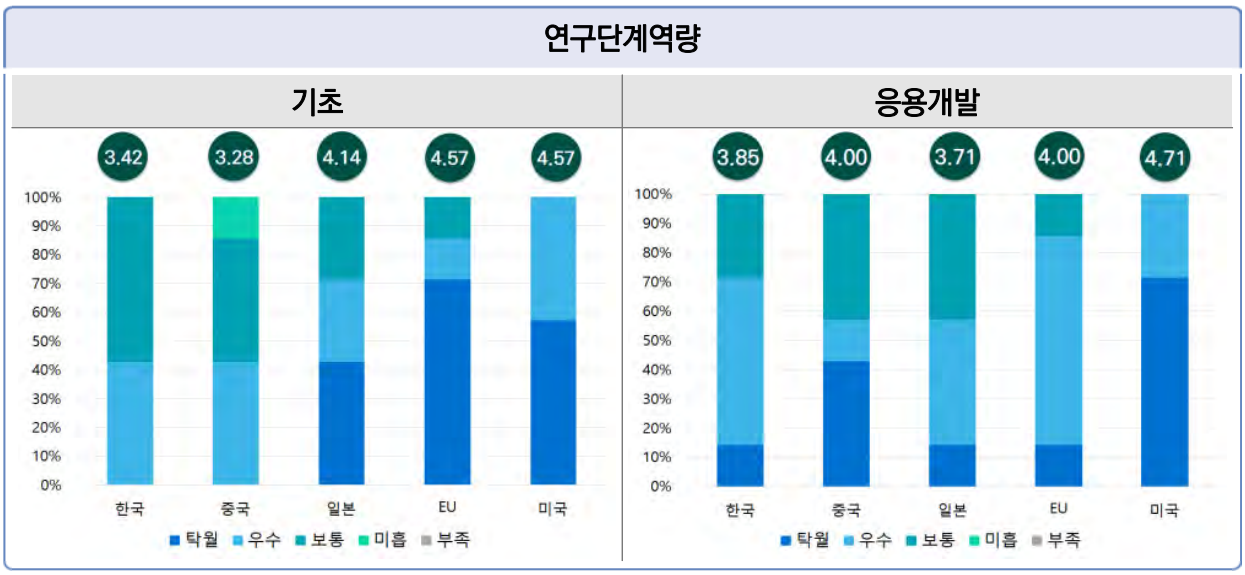
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 한국은 논문과 특허 수는 양적으로 많이 나오고 있으나, 산업화 실용기술의 축적이 약하다고 판단됨. 따라서 현재의 기술수준은 중국보다 앞서간다고 판단될지 모르나, 추격 기간은 중국이 더 빠를 수 있을 것으로 예측함 • 논문에서 제시하는 수준은 선도그룹이나 상용화/산업화 측면에서 추가적인 기술 개발 필요 • 미국에서 개발한 센서 기술의 재현 혹은 일부 성능 향상의 수준에 그쳐 있음 • 표면개질을 이용한 최소 침습 다중검지 신개념 바이오센서의 경우에는 선도적 기술을 보유하고 있는 것으로 보이나, 타 기술과의 연계 및 연구비 규모의 차이로 인해 추후 격차를 좁히는데 어려움이 있음
중국 (76.0%)	• 2018년에 몇몇 굵직한 연구 성과가 보였으나, 16년도 결과의 재탕 • 현재 정부의 전폭적인 재정지원 하에 민간, 공공 연구기술의 집적이 빠른 속도로 축적되고 있음. 바이오연구단지가 대륙에 매우 큰 규모로 조성되어 빠른 속도로 연구개발이 되고 있음. 현재 연구개발 자본과 시장 규모를 고려할 때 한국보다 빠른 속도로 선두그룹을 추격할 것으로 보임 • 최근 바이오센서 기술 세계 최고 수준의 연구실 및 산업체에서 중국으로 돌아오는 경우가 많아짐
일본 (85.0%)	• 16년 이후, 딱히 큰 연구적 성과를 보이지 않음 • 최근에 다양한 연구논문들이 발표되고, 선도그룹을 모방한 회사들이 많음 • 최근 발표 산업체 연계에 있어 한국보다 우월한 제도적 환경을 가지고 있으며, 대기업 외에도 중소기업의 기술력 강점 • 최신 기술을 받아들이고 이들의 파생기술을 통해 상위권 학술지에 논문을 게재하는 수준에 이름
EU (94.0%)	• 최근 질병군 코호트와 빅데이터를 이용한 연구와 발표가 많음 • 최고기술 보유국이 근래에 달성한 연구 성과와 비슷한 수준의 결과를 근래에 제시 • Mark Planck, Oxford 등 세계 센서 기술 선도하는 기관 및 대학에서의 연구 활동 활발 • 세포기능 모사 나노센서의 경우 Cambridge에서 일부 기술 세계선도 중
미국 (100%)	• 정부의 전폭적 지원, 훌륭한 인재풀을 보유하고 기존의 수준을 유지하고 있음 • 최근 질병군 코호트와 빅 데이터를 이용한 연구와 발표가 많음 • 현재 특허기술, 논문수준을 보더라도 기술력이 월등히 앞서가며, 무엇보다 기술력과 자본의 역량 높은 글로벌 기업들이 월등히 포진되어 있어, 바이오칩 기술의 산업화도 앞으로 월등히 리드할 것으로 판단됨 • 강력한 스타트업 문화를 바탕으로 혁신적인 바이오센서의 개발 및 상용화 가능 산업체와의 연계 및 법적 제도의 정비를 통한 실험실에서 산업체로의 확장이 매우 용이 최근 손바닥만 한 크기의 전기화학 센서를 통해 음식물이나 환경에서의 바이오 오염원 센싱하는 기술 개발하였으며 국제적 센서 연구 선도 • 최근 존스홉킨스 대학의 혈액 소량만으로 AI 기반의 질병 예측 플랫폼 연구 결과 도출됨 • 정부의 지속적인 재원 투자 및 인력양성뿐만 아니라 스타트업을 통한 기술 혁신을 통해 최상위권 학술지에 다수의 논문을 발표함 • 높은 투자비, 발전된 산업, 특허 보호 및 기타 환경 등에서 모두 최상위

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 기술, 비교적 일정한 건강보험 자료 • 최고수준의 선도그룹과의 기초연구 기술수준은 아직 미흡하나, 최근 바이오분야의 기술수준이 향상 • 질병진단 원천기술 개발을 위한 융합연구인력 증가 • 대학 및 정부출연구소 및 회사와의 긴밀한 연계를 통해 질병진단 기술의 고도화 진행 중 • 인력투자가 정책적으로 많이 수반되어, 학교 및 연구소에서 좋은 연구결과를 다수 발표 • 응용개발 연구에 강점 있음 선진 기술의 습득 후 귀국한 젊은 과학자들의 인력 • 경쟁적인 분위기, 미국 최선도 그룹 출신이 다수 포진	• 기초연구가 응용기술, 고부가가치 산업화에 적용하는 노하우와 역량 부족 • 기술 산업화를 위한 (산학연 협력) 제도개선, 선진국 리딩 그룹 사례 및 제도도입(임상제도 포함) 필요 • 여전히 기초기술 관련한 연구 인력이 응용기술 인력보다 적음 • 제도적 변화 및 연구비 증액 절실 젊은 연구자 특별 지원 제도의 개설 필요 • 정부의 지원이 편중되어 있음 • 창업이나 상용화로 가기위한 시장이 협소함 창업과 인허가를 위한 제도적 제약, 절차에 난관이 많음 • 지나친 경쟁으로 연구비 부족 • 대학원생 등 연구인력 감소
중국	• 높은 속도로 기술수준을 추격하고 있음. 지역 거점별 다수의 바이오기술 TP가 혁신적으로 조성되어 있고 자본유입 규모도 매우 큰 것으로 파악됨 전반적인 인력, 인프라, 투자금 등 큰 규모로 연구개발이 진행되고 있음 • 질병진단 원천기술 개발을 위한 융합연구 및 AI 원천기술 개발이 두드러짐 • 대학 및 정부출연구소 및 회사와의 긴밀한 연계를 통해 질병진단 기술의 고도화 진행 중 • 정부차원에서 연구개발에 집중적인 투자를 아끼지 않고 있음. 향후 급격한 기술 격차 감소가 예상됨 • 고급인력의 국가적 대우를 통한 연구 장려 제도 • 많은 연구비 및 연구 인력 • 국제 교류를 통한 기술 선진화 • 젊은 과학자 집중 육성 시스템 • 최근 급상승 중인 연구논문 결과들 • 창업 분위기	• 응용 플랫폼 기술 부족. • 최신 기술 모방에 현 기술이 머물러 있음 • 제도적인 미흡 미국에서 돌아오지 않으려는 분위기가 여전함
일본	• 기술, 인력, 인프라의 기본역량은 훌륭히 가지고 있었음. 최근 다시 응용개발 연구 수준이 빠른 속도로 발전하고 응용기술에 적용되고 있다고 판단 • 상당한 수준의 기초기술과 응용기술의 균형적 발전을 이루고 있음. 특히, 나노재료 및 바이오 원천기술의 발전이 두드러지며, 융합연구가 매우 활발하게 진행.	• 나노 및 바이오 원천기술 개발을 위한 많은 연구가 계속적으로 활발히 진행 • 연구 인력의 부족 및 언어 장벽 • 응용분야에 대한 연구가 매우 미약하며, 기초로 빠지고 있어 향후 더 안 좋은 평가 예상 • 활기, 경쟁 부족

국가	강점분야	기타
	• 기초과학 분야 및 응용분야에 탁월한 연구력을 가지고 있고 정책적 지원 또한 아끼지 않음	
EU	• 이스라엘, 프랑스, 독일, 스위스 등 기술력 높은 산학연 협력체제가 잘 갖추어져 있는 국가가 다수 있음. 특히 바이오칩분야 특허기술을 분석해보면 산업화를 주도하는 응용개발 연구 수준을 예측할 수 있는데, 이스라엘, 프랑스는 매우 높은 수준의 기술력 지수를 보이고 있음 • 최고수준의 기초기술을 보유하고 있으며, 대학 및 정부출연구소 및 회사와의 긴밀한 연계를 통해 질병진단 바이오기술의 고도화 진행 중 • 혁신적 원천기술의 개발 강점 고급 연구인력 풀 유럽국가간의 시장 활발 • 기존의 잘 갖춰진 기초연구 저력, 세계선도 기업 • 역사를 자랑하며, 기초이론에 최대 강점 • 유수의 저널들로 인해 많은 인재가 모임	• 기초기술에 비해 응용기술의 발전 속도가 더딤 • 전체적 연구 인력의 감소 • 유럽 경제 악화로 인한 연구비 감소 • 연구의 활기, 경쟁 부족 환경, 인허가 등 제약 • 선도그룹인 미국과 과학기술수준에서 차이가 없으나 기초과학 분야에 보다 초점이 맞추어져 있어, 응용개발 분야에서는 다소 격차가 존재
미국	• 장기적으로 잘 관리되고 연구가 진행. 이와 더불어 응용기술 또한 AI 기반으로 많은 바이오 전자분야로 확대 • 신생기업에 대한 투자를 아끼지 않고, 기술 수요와 공급을 매개하는 전문 인력도 양성함 • 미세유체 기반 바이오센서 • 스타트업 장려 제도 및 인프라 • 혁신적인 기술 창업환경 및 분위기 두터운 인력층	• 기초기술 및 응용기술의 균형적 발전 • 상당한 인력이 중국계를 위주로 한국계를 포함한 아시아계여서 이들이 본국으로 돌아갈 경우 기술 및 인력 유출의 위험성

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	2위	3위	4위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 학회 기반 연구협력이 활발히 이뤄지고 있는 분야. 현재 나름의 방식으로 교류 존재 • 자연대, 공대, 의대 등 융복합 연구와 실용화를 위한 산업체 연계 필요 • 랩 스케일의 학/연, 기업에서의 산, 그리고 이들의 gap을 메울 수 있는 중간 양산단계에서의 파일럿 및 스케일업을 위한 성과확산 주체 설립, 이들의 협력 필요 • 관련기업, 연구기관, 임상기관 간의 협력을 촉진할 수 있는 연구과제 지원과 제도적 뒷받침 필요 • 국내 질병진단 바이오칩 기술 관련 대형과제 도출

	정책제언
	• 질병진단 및 바이오센서 관련 연구자간의 교류가 활발히 있어야 융합연구가 발전. 국내 연구자간의 융합연구 할 수 있는 과제가 새롭게 요구됨 • 국내공동연구네트워크 활성화 지원
국제협력 촉진	• 해외 학회 발표를 통하여 연구 인맥을 늘리는 쪽으로 일이 진행되고 있으며, 연구자끼리는 1대1 방식을 통하여 선행연구에 대한 기반연구가 각개전투 식으로 일어나고 있음. 이 부분 또한 매우 중요하다고 생각하지만, 우선 국내의 연구자들이 세계 최고수준의 연구 기술을 확보한 후, 국제 협력을 도모하는 방식이 올바르다 판단하며, 국제 협력이 발생하는 루트는 아직 시기상조 • 신기술 축적과 이에 대한 상용화가 앞선 미국 등과 그 노하우 공유 및 전파 차원에서 국제협력 필요 • 협력을 위한 협력이 아닌 꼭 필요한 상대방과 윈윈 할 수 있는 국제협력에는 적극 지원 필요함 • 국내뿐만 아니라 해외 연구자를 국내에 초빙하여 세미나 및 연구 협력의 기회 확대 필요. 해외 연구자와 융합연구 할 수 있는 과제가 새롭게 요구됨 • 국제공동연구과제 혹은 협력 사업 활성화 및 지원
인력양성 및 유치	• 가장 문제가 되는 부분. 메이저 대학교의 경우, 인재발굴과 인력양성에 있어서 조금 나은 상황이긴 하나, 지방 사립, 정부출연 연구원은 인재를 유치하기가 매우 어려움에 있어, 인력 양성 대책이 시급 • 자연대, 공대, 의대 등 다양한 바이오 인력의 융복합 필요 • 산과 학/연을 연결하는 양산단계에서 기여할 수 있는 연구인력 양성 필요 • 관련 분야 인력이 진출할 수 있는 기업이 많이 생길 수 있도록 지원 필요, 이 분야 박사급 인력이 포닥 지원 사업 등도 좋은 효과를 볼 수 있을 것으로 예측됨 • 연구기관 및 학교의 박사 양성 프로그램 및 박사 후 프로그램 적극 지원 • 질병진단 바이오칩 기술은 상당한 수준의 융합기술이 요구. 다양한 학문적 배경을 갖는 인력을 양성하여 새로운 시너지 효과를 발휘 할 수 있도록 연구배경을 만들어 주어야 함 • 인건비 지원 사업 확대 및 관련 교육 프로그램 마련
인프라 구축	• 각 연구시설에 있는 인프라를 이용하긴 하나 독립적으로 보유하고 있는 인프라 시설, 연구장비, 연구 환경이 제각각이기 때문에, 대학교와 정출연 또한 상이한 의견이 갈릴 것으로 예상 • 자연대, 공대, 의대 등 다양한 바이오 융복합 연구소나 센터 등 필요 • 플랫폼 기술, 시스템 기술이 랩 스케일에서 상용화를 위한 중간단계(양산단계)에서 성과확산 인프라 구축이 필요함 현재의 랩 스케일 기술을 기업이 바로 이전받아 상용화하는 것에는 많은 어려움이 따름 (지금까지 기술이전 형태에는 한계가 있음) 따라서 랩 스케일과 기업에서 사업화의 중간단계의 양산 인프라 구축이 필요함 • 질병진단 바이오칩의 각종 기술별 GMP 시설에 대한 인프라 구축 노력 • 국가연구소 중점 인프라 육성 • 융합학문을 할 수 있는 과제가 기획이 다수 되어서 학제 간 융합연구가 더욱 활발히 될 수 있도록 되어야 함
법·제도 개선	• 인체 유래물 센터나 은행을 통한 인체 체액, 시료 등을 사용하면 되고, 임상자료는 개인정보 통신법 규제에 따라 접근성이 어려우므로 임상자료와 Hira 자료의 접근성을 연구자들은 심사 후 접근할 수 있는 제도개선이 필요함 • 중간단계의 양산 인프라 구축과 여기에서의 성과확산에 대한 제도들이 마련되어야 함 (연구자 산학협력에 대한 advantage 등)

	정책제언
	• 신개념 플랫폼 개발 연구는 최상위 수준으로 이어지고 있으나 인허가 제도나 법적 뒷받침은 많이 미비하며, 관련 산업 발전에 장애가 되고 있음. 개선이 필수적 • 체외진단 바이오칩 임상실험을 위한 환자샘플 공급 관련 규제 완화 • 의료법에 막혀서 전 임상단계에 머물러 있는 기술이 많음. 해외의 우수연구진과 비교했을 때 법/제도 개선이 이루어지지 않아서 뒤떨어지는 경우는 없어야 함 • 실효성 있는 첨단의료기기 개발촉진 및 시장 진입 촉진을 위한 특별법 제정을 통한 규제 개혁을 위한 제도 마련
연구비 확대	• 연구비의 불균형적 배분은 무엇보다 문제라고 판단. 질병 바이오칩 기술의 과제를 보면, 대부분 현장에 즉시 사용가능한, 더불어 상업적으로 바로 즉각적으로 이윤과 결과를 낼 수 있는 과제 위주로 선정. 최고레벨의 센서 기술, 감지 기술을 위해서는 이를 뒷받침하는 자연과학 및 그에 준하는 기초 공학의 발전이 필연적인데, 이 분야의 과제를 선정하지 않으며, 연구 토픽의 관점이 아닌 연구 단계 관점으로 보았을 경우 기초분야와 공학, 상업화까지 모두 진행하는 중간단계의 융합과학을 하시는 분에 대한 연구비 확대는 전무한 실정이기에 대형 과제의 요소기술로 참여하지 않으면 독립적인 창의적 연구가 불가능한 것으로 판단 • 질병진단 바이오칩 기술전반에 대한 기획과제나 융합과제의 범위를 넓혀야 하고, 미국, 유럽에서는 liquid biopsy와 단백질, DNA, miRNA, 엑소좀, cell·free DNA등의 체액 시료 처리 및 검출 기술이 거의 상용화에 이르렀음. 따라서 우리나라도 속히 이 분야 연구비를 확대하여야 함 • 인프라 구축 및 여기에서의 양산연구(파일럿, 스케일업 연구), 이를 위한 인력양성, 이에 대한 연구비 확대가 필요 • 임상 검증과 인허가, 상용화를 위한 연구비 확대가 필수적 • 신진연구자 및 중견연구자 센서 관련 집중 프로그램 신설 • 융합연구를 하다보면, 다수의 장비 및 재료 필요. 이러한 비용뿐만 아니라 관리하고 운영하는 비용도 많이 요구되기 때문에 연구비는 더욱 확대 되어야 함 • 수요기술개발 및 사업화 지원 사업 확대
기타 의견	• 기존의 바이오칩 플랫폼 개발 관련된 연구 분야는 해당 바이오물질이 주어진 상태에서, 초고감도, 대용량 분석 및 센서 기술이 핵심이라고 판단. 이를 위해서는 해당 플랫폼을 심층적이고 체계적으로 접근해야하는데도 불구하고, 현재 바이오칩 플랫폼은 기존의 플랫폼을 기반으로 물질만 바꾸어 연구가 진행. 이를 극복하기 위해서는 생명공학/화학/생물학 분야 등의 바이오를 중점으로 하는 연구 분야뿐만 아니라, 물리학/전기공학/기계공학 등의 플랫폼 기술 개발연구에 대한 기초적 지원이 있어야 진정한 융복합을 이룰 수 있을 것이라고 판단. 이에 물리학/전기공학/재료공학/기계공학 등의 공학 기반의 기술 분야의 연구인력 확충 및 지원이 절실할 것으로 예상 • 소재기술, 나노/마이크로 제조/제어기술, 고정밀 분석(기법)기술 등 다양한 기술의 융합이 더욱더 필요한 분야임. 특히 분석하고자 하는 샘플에 따라(혈액, 침, 날숨, 소변, 변 등 침습/비침습 샘플 별) "시료 전처리 기술"에 대한 기술개발 및 융합이 필요. 상용화를 위해서는 임상과정도 필요하므로 의약학 임상연구, 의료기기 제작(허가) 기술/전문분야와도 융합 필요 • 반도체 소자 설계기술 및 지능형 빅데이터 분석기술, 인공지능 공통 플랫폼 기술과 융합될 경우 많은 시너지를 낼 수 있어, 이 분야와 융합된 기술의 지원 필요 • 진단 바이오칩의 경우, 센서 기술의 개발뿐만 아니라 센서 표면에서의 분자인식기능을 선택적으로 향상시켜주거나 시료를 원하는 위치에 위치시키는 액적 제어 기술 등 타 기술과의 접목이 필수적이나, 우리나라에서는 아직 융합적 센서 원천 기술을 개발하는 연구 및 그에 대한 지원이 매우 부족한 실정

다 주요 분석 결과 요약

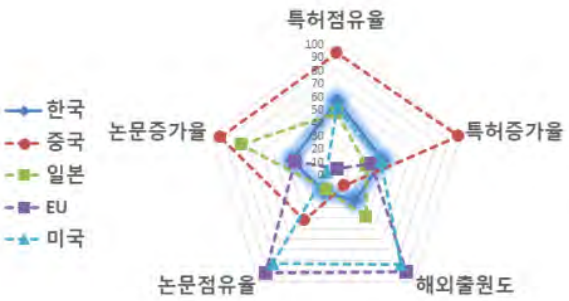
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	질병진단 바이오칩 기술	1,334	5,782	13.1%	12.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

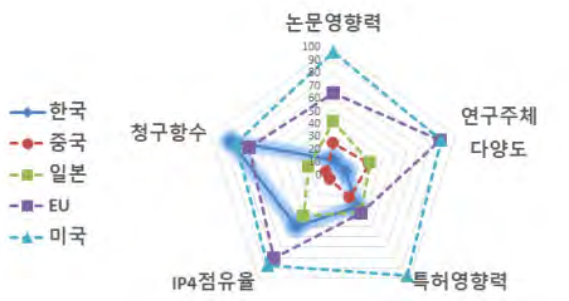
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	40.5%	28.0%	22.5	9.5
한국	4위	2위	5위	4위
	5.1%	20.9%	11.0	4.4
5개국 평균[2]	-	-	17.8	7.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

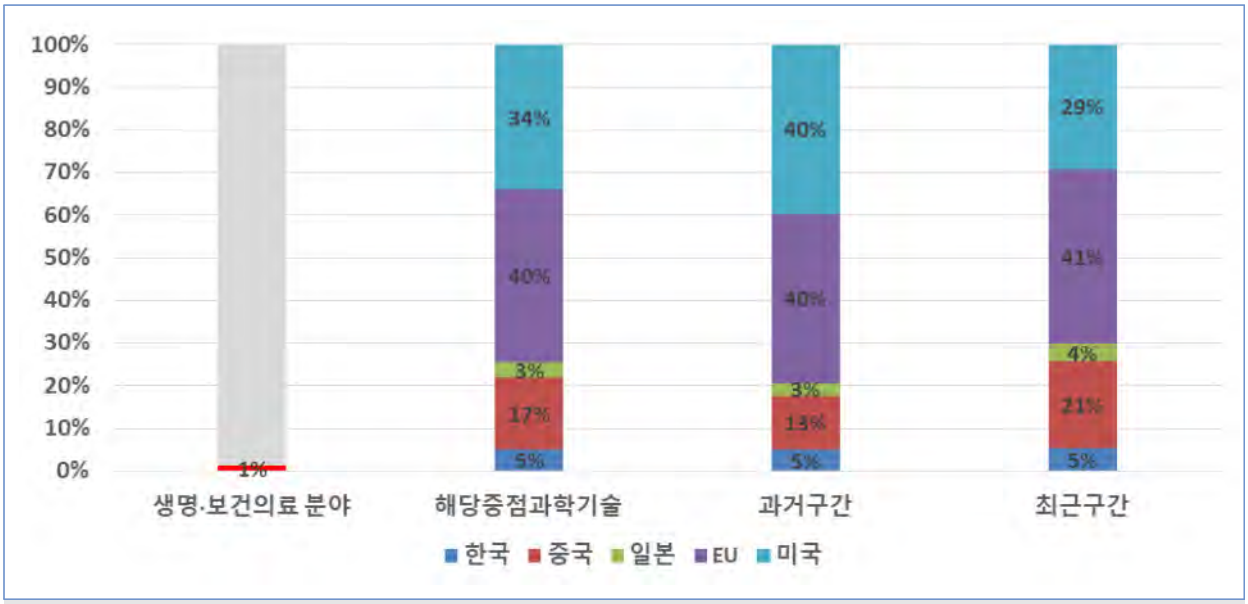
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.1%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(11.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(40.5%), 미국(34.0%), 중국(16.9%), 한국(5.1%), 일본(3.4%) 순이며, 논문 증가율은 중국(82.5%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(22.5), EU(17.0), 일본(14.8), 중국(12.9), 한국(11.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(20.9%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(4.4)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(28.0%), 한국(20.9%), 미국(20.2%), 일본(19.6%), EU(11.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(191.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.5), EU(4.7), 일본(4.7), 한국(4.4), 중국(3.8) 순이며, IP4 점유율은 미국(21.7%)이 가장 높고, 특허청구항수는 한국(8.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.1%	16.9%	3.4%	40.5%	34.0%
	논문 증가율	19.4%	82.5%	55.6%	16.9%	-16.9%
	논문 영향력	11.0	12.9	14.8	17.0	22.5
	연구주체 다양도	0.74	0.92	0.80	0.95	0.90
특허 분석	특허 점유율	20.9%	28.0%	19.6%	11.2%	20.2%
	특허 증가율	-4.4%	191.5%	-37.0%	-27.3%	-9.5%
	해외출원도	1.3	0.2	2.2	5.3	4.7
	특허 영향력	4.4	3.8	4.7	4.7	9.5
	IP4점유율	13.3%	0.6%	11.4%	19.5%	21.7%
	청구항수	8.7	3.4	4.8	7.7	8.3

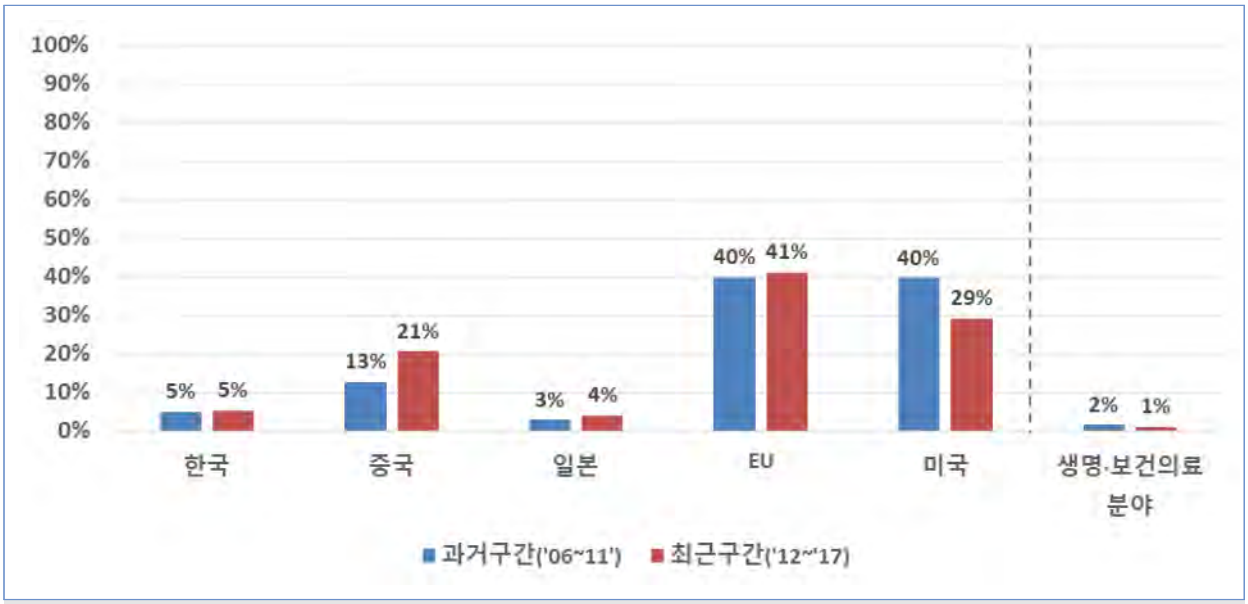
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 질병진단 바이오칩 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 540건으로 전체 논문의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 질병진단 바이오칩 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 1%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

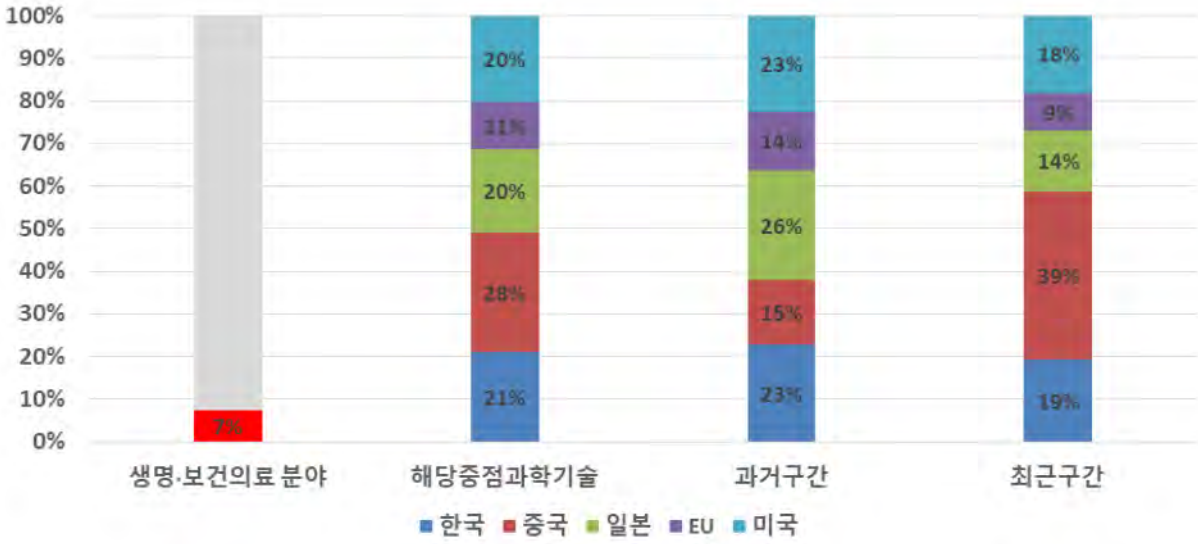


- 질병진단 바이오칩 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 19.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	31	37	68	19.4%
중국	80	146	226	82.5%
일본	18	28	46	55.6%
EU	249	291	540	16.9%
미국	248	206	454	-16.9%
전체	626	708	1,334	13.1%

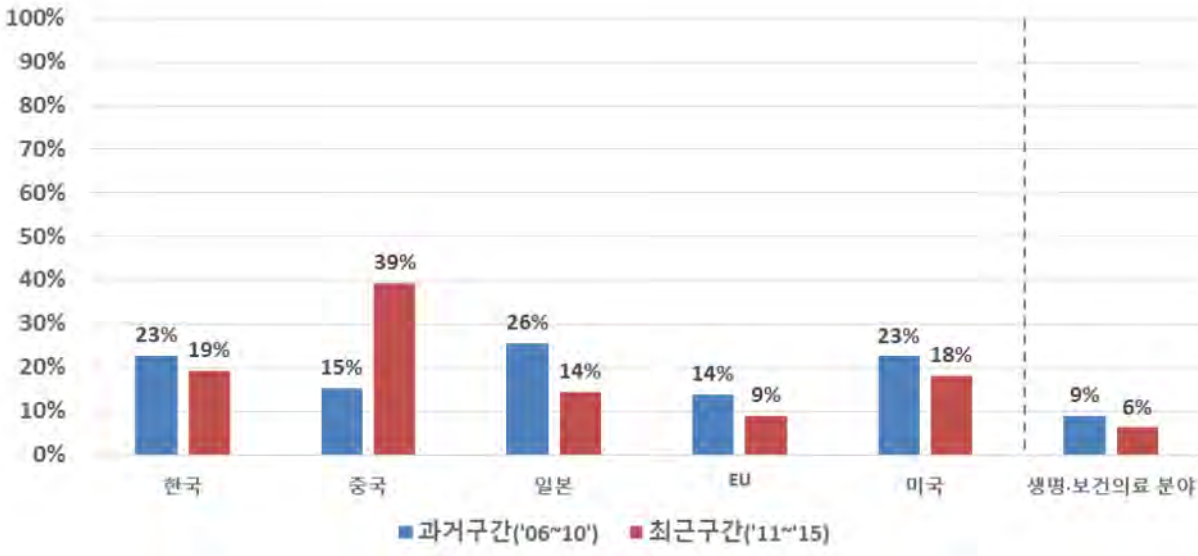
(4) 특허 점유율(전체)



● 질병진단 바이오칩 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1621건으로 전체 특허의 28%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 질병진단 바이오칩 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 7%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



● 질병진단 바이오칩 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -4.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	619	592	1,211	-4.4%
중국	414	1,207	1,621	191.5%
일본	697	439	1,136	-37.0%
EU	374	272	646	-27.3%
미국	613	555	1,168	-9.5%
전체	2,717	3,065	5,782	12.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

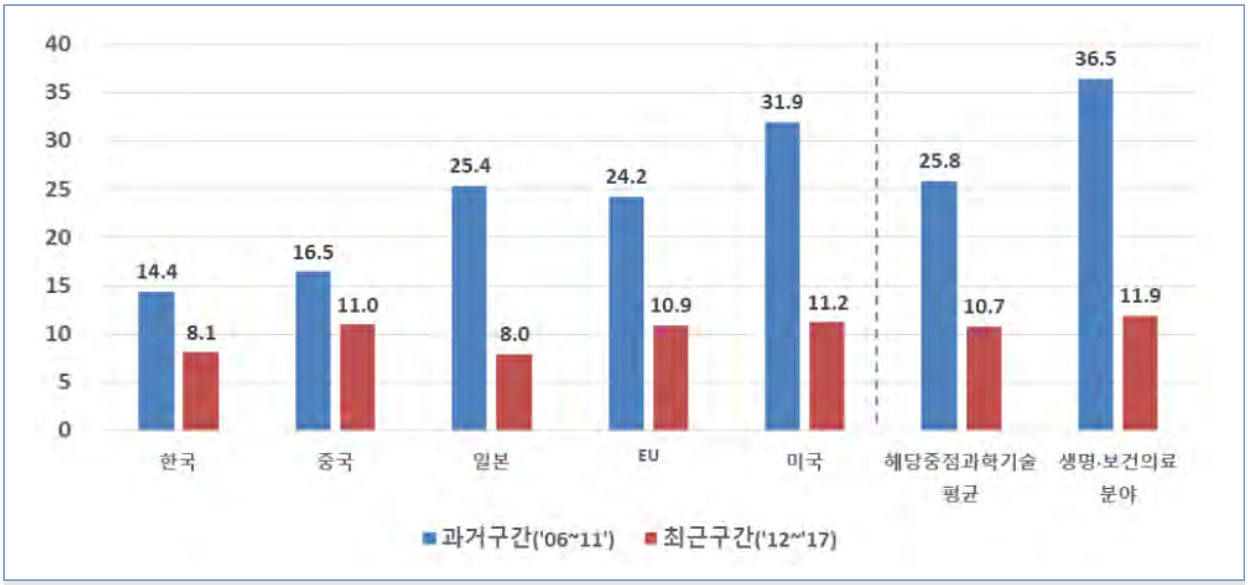


● 질병진단 바이오칩 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

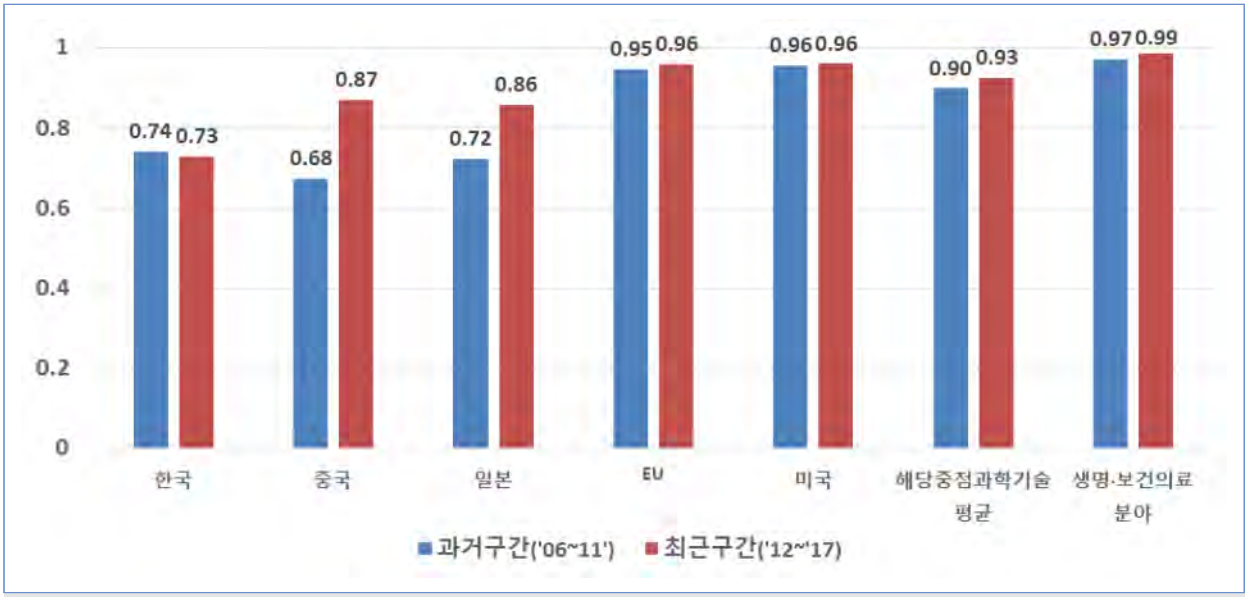
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



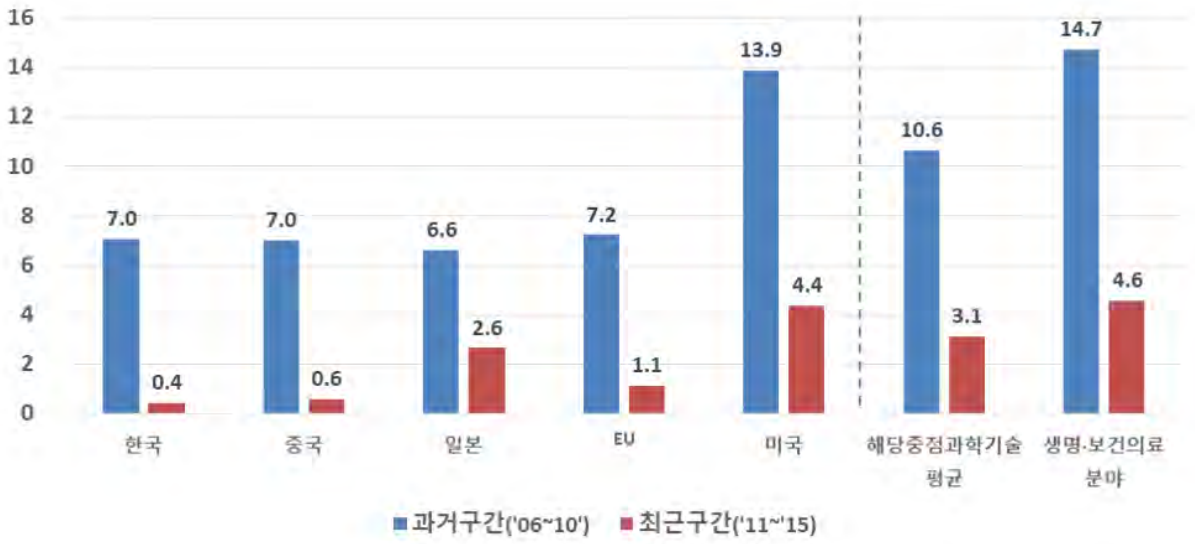
● 질병진단 바이오칩 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



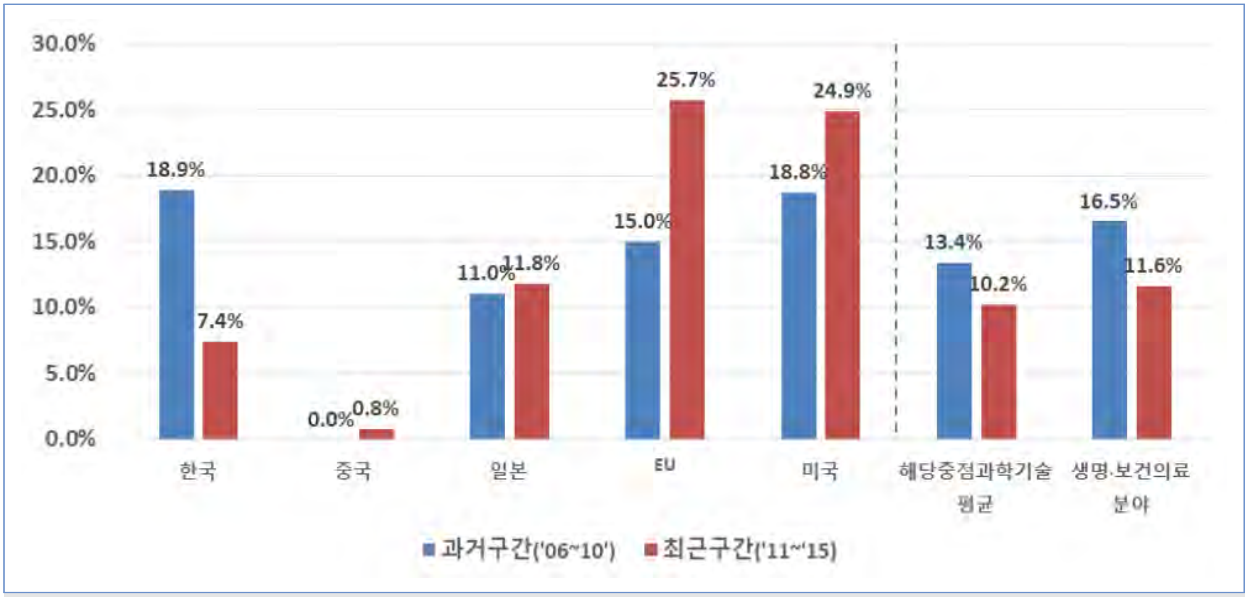
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



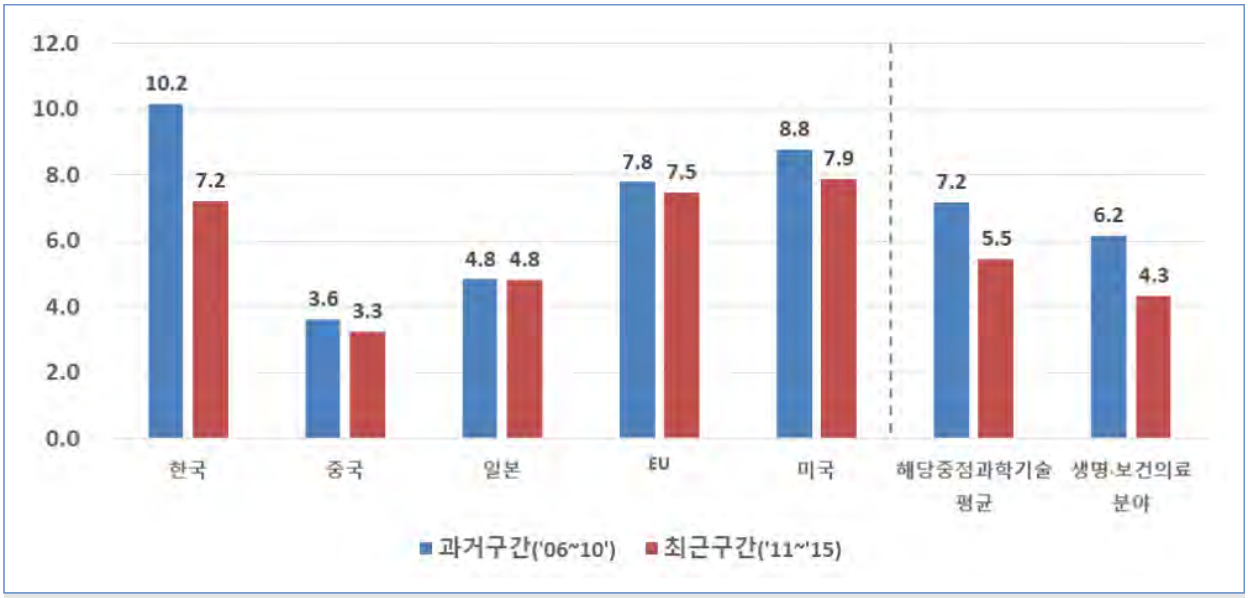
- 질병진단 바이오칩 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 질병진단 바이오칩 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 질병진단 바이오칩 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

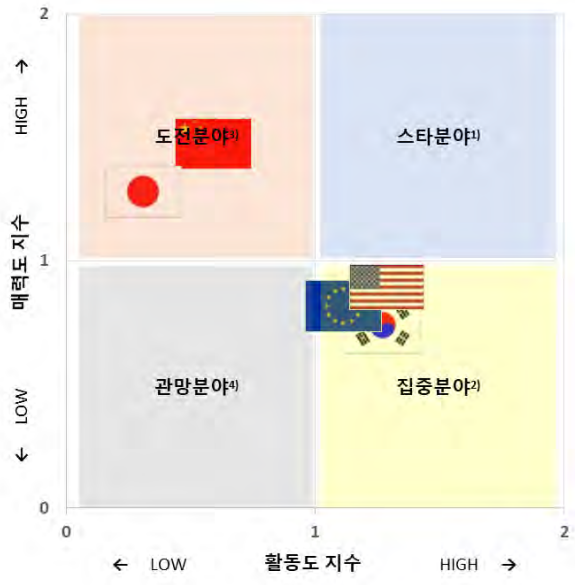
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

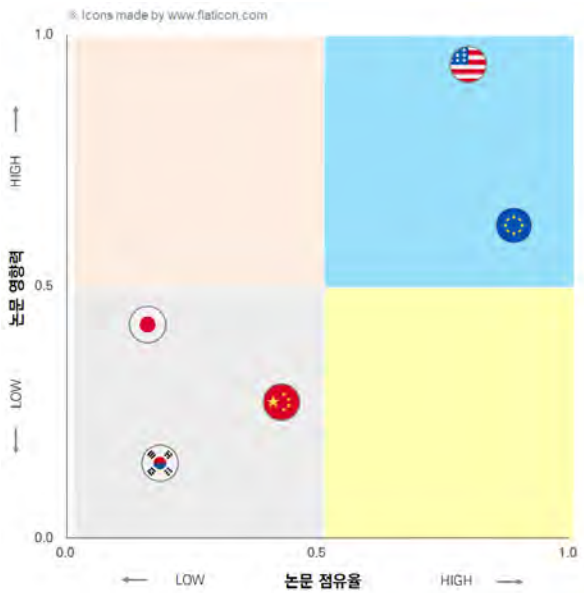
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 질병진단 바이오칩 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

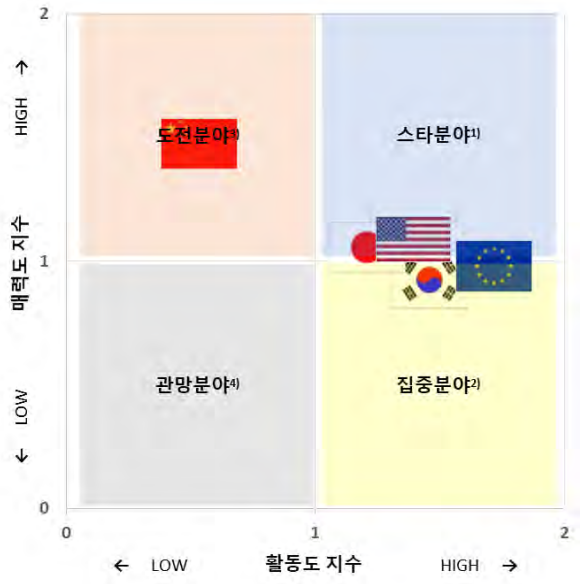


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

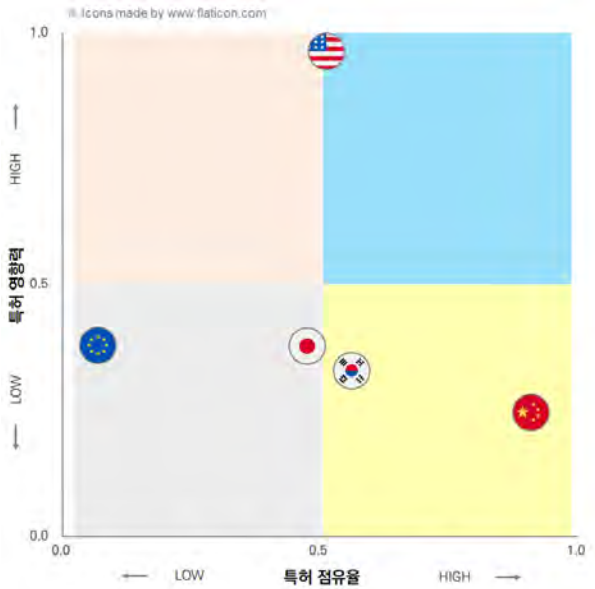
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 질병진단 바이오칩 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'DUKE UNIVERSITY(1.27%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '연세대학교'가 10.29%(글로벌 점유율은 0.52%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DUKE UNIVERSITY	미국	3.74%	1.27%	-58.33%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.64%	0.90%	0.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	한국	10.29%	0.52%	500.00%
4	STANFORD UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	미국	1.54%	0.52%	-25.00%
5	UNIVERSITY OF MICHIGAN	미국	1.10%	0.37%	-75.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	10.29%	0.52%	500.00%
2	AJOU UNIVERSITY	5.88%	0.30%	-66.67%
3	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	2.94%	0.15%	-100.00%
4	SOGANG UNIVERSITY	2.94%	0.15%	0.00%
5	GACHON UNIVERSITY	2.94%	0.15%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	2.21%	0.37%	-33.33%
2	STATE KEY LABORATORY OF TRANSDUCER TECHNOLOGY	1.77%	0.30%	-100.00%
3	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.33%	0.22%	100.00%
4	YANGZHOU UNIVERSITY	1.33%	0.22%	-50.00%
5	SHANDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.88%	0.15%	0.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INFLAMMATORY BOWEL DISEASE CENTER	4.35%	0.15%	0.00%
2	INSTITUTE OF BIOMATERIALS AND BIOENGINEERING	4.35%	0.15%	-100.00%
3	NATIONAL CANCER CENTER RESEARCH INSTITUTE	4.35%	0.15%	-100.00%
4	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)	4.35%	0.15%	0.00%
5	SAITAMA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.17%	0.07%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE	0.93%	0.37%	300.00%
2	INSTITUTE OF CHEMISTRY	0.74%	0.30%	200.00%
3	SKÅNE UNIVERSITY HOSPITAL	0.56%	0.22%	100.00%
4	TAMPERE UNIVERSITY HOSPITAL	0.56%	0.22%	-50.00%
5	UNIVERSITY OF MINHO	0.56%	0.22%	-50.00%

6 미국

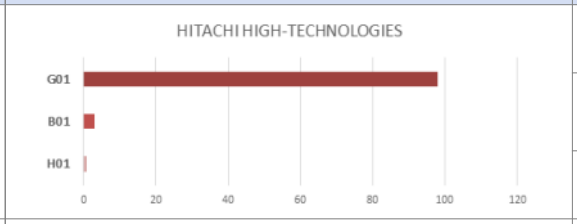
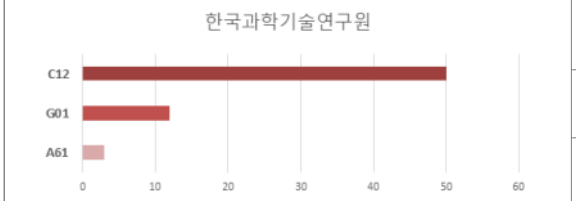
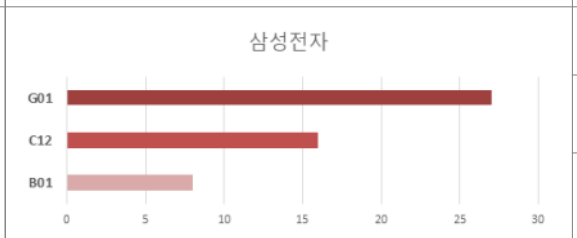
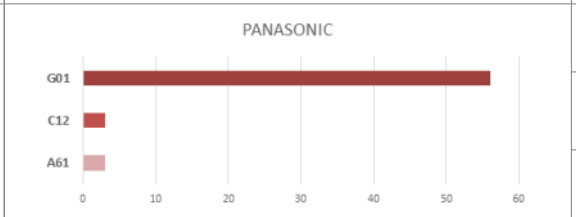
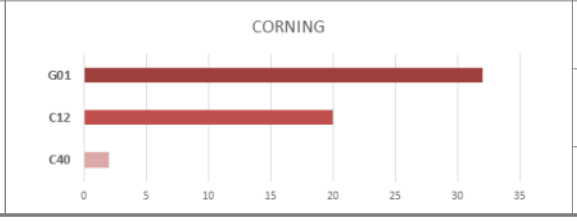
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DUKE UNIVERSITY	3.74%	1.27%	-58.33%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.64%	0.90%	0.00%
3	STANFORD UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	1.54%	0.52%	-25.00%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.10%	0.37%	-75.00%
5	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.10%	0.37%	300.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES(1.80%)' 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국과학기술연구원'가 5.62%(글로벌 점유율은 1.18%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES'는 G01(광학)에 해당하는 특허를, '한국과학기술연구원'는 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

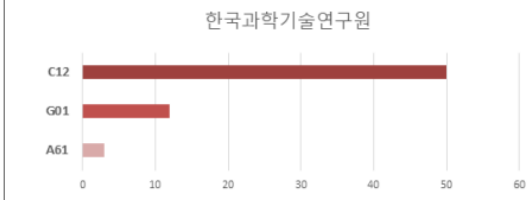
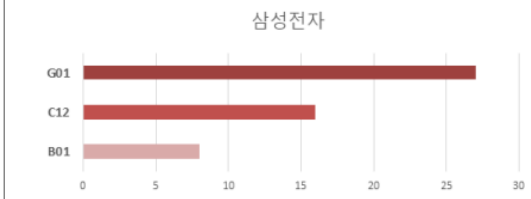
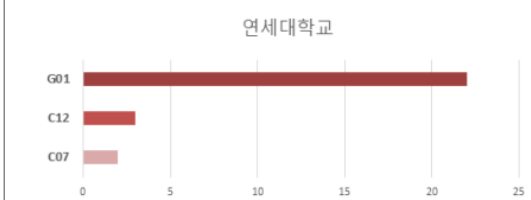
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES	일본	9.15%	1.80%	-14.29%
2	한국과학기술연구원	한국	5.62%	1.18%	-30.00%
3	삼성전자	한국	5.28%	1.11%	-74.51%
4	PANASONIC	일본	5.46%	1.07%	-65.22%
5	CORNING	미국	4.88%	0.99%	-83.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H01	기본적 전기소자
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
4		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C40	조합된 기술

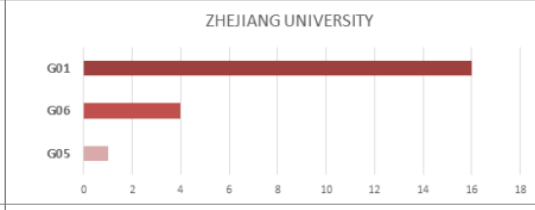
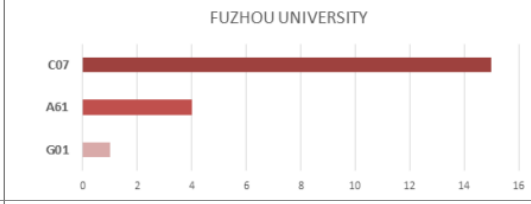
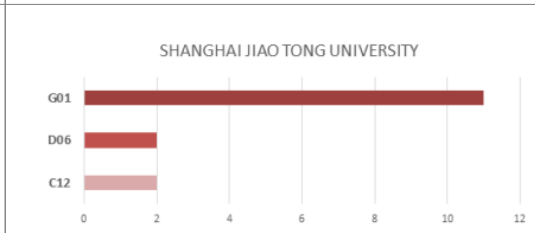
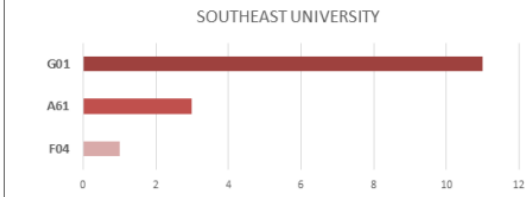
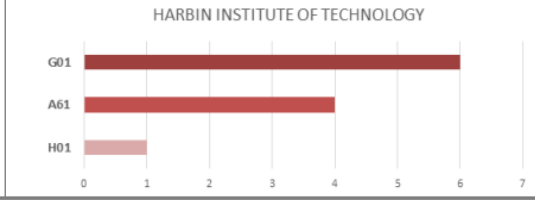
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국과학기술연구원	5.62%	1.18%	-30.00%
2	삼성전자	5.28%	1.11%	-74.51%
3	한국전자통신연구원	3.39%	0.71%	-75.76%
4	한국과학기술원	3.06%	0.64%	-67.86%
5	연세대학교	2.56%	0.54%	58.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
3		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		G08	신호
4		G01	광학
		C01	무기화학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학

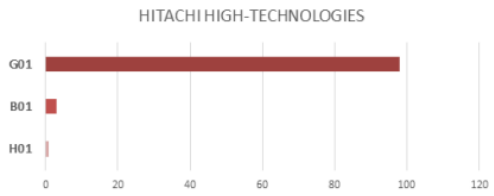
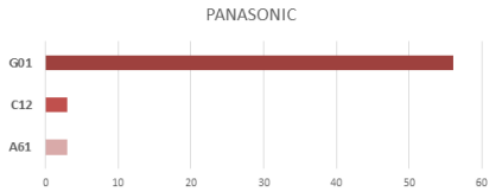
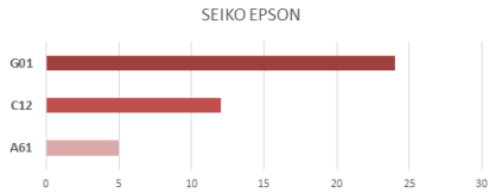
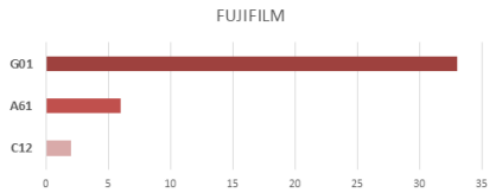
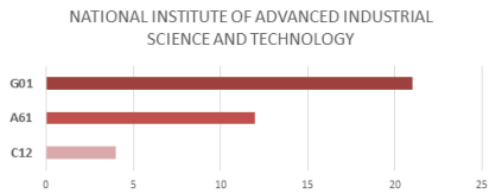
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.48%	0.42%	100.00%
2	FUZHOU UNIVERSITY	1.23%	0.35%	1900.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.11%	0.31%	100.00%
4	SOUTHEAST UNIVERSITY	0.93%	0.26%	100.00%
5	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.93%	0.26%	550.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
2		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
3		G01	광학
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
5		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자

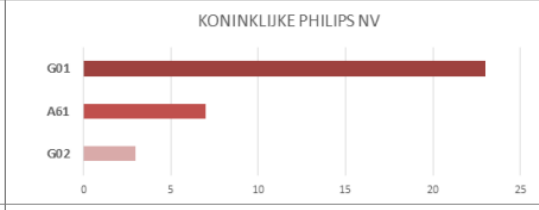
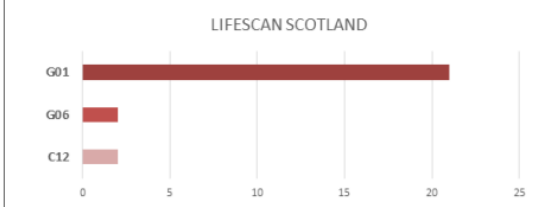
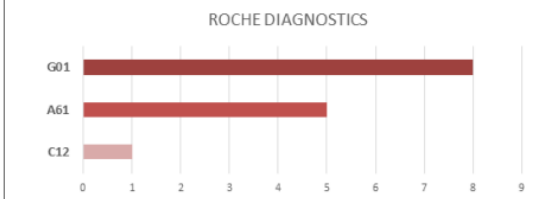
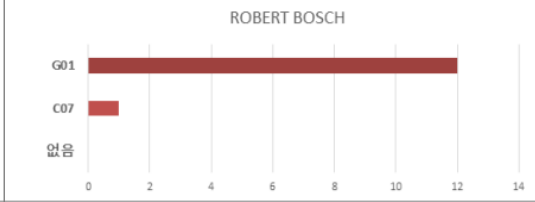
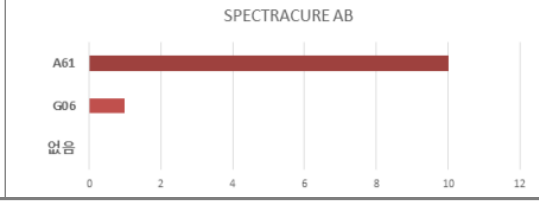
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES	9.15%	1.80%	-14.29%
2	PANASONIC	5.46%	1.07%	-65.22%
3	SEIKO EPSON	3.96%	0.78%	-78.38%
4	FUJIFILM	3.87%	0.76%	-92.68%
5	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.26%	0.64%	-87.88%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H01	기본적 전기소자
2		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

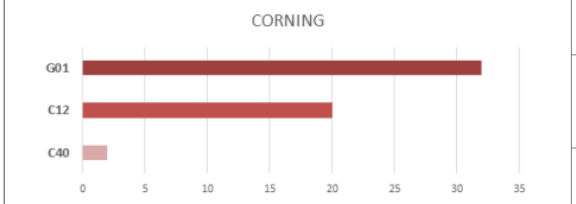
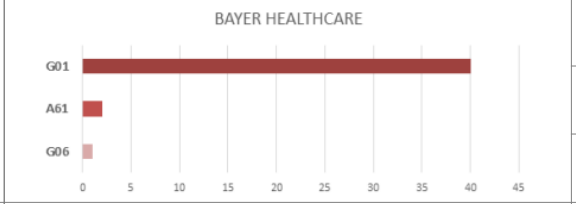
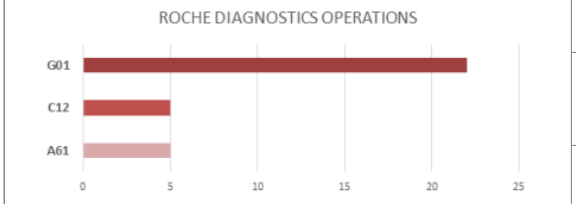
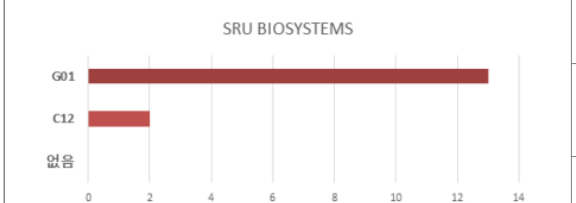
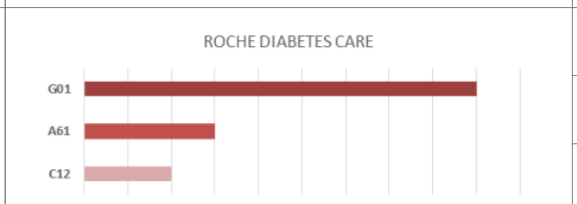
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	6.50%	0.73%	-72.73%
2	LIFESCAN SCOTLAND	4.18%	0.47%	2500.00%
3	ROCHE DIAGNOSTICS	2.32%	0.26%	-50.00%
4	ROBERT BOSCH	2.01%	0.22%	1200.00%
5	SPECTRACURE AB	1.70%	0.19%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G02	광학
2		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		G01	광학
		C07	유기화학
		-	-
5		G01	광학
		C07	유기화학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CORNING	4.88%	0.99%	-83.67%
2	BAYER HEALTHCARE	3.77%	0.76%	20.00%
3	ROCHE DIAGNOSTICS OPERATIONS	2.83%	0.57%	-5.88%
4	SRU BIOSYSTEMS	1.28%	0.26%	-100.00%
5	ROCHE DIABETES CARE	1.20%	0.24%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C40	조합된 기술
2		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
5		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

68 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술



68 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 질병·사고 등의 이유로 손상된 장기·감각기 등을 대체하기 위해 바이오 및 생체공학 기반 인공장기를 개발하고 이식하는 기술
- ☑ 줄기세포 유래 전구세포 및 분화세포와 조직공학적 기법을 이용한 3차원 공배양 최적화에 기반한 기능성 조직 및 바이오 장기 생산 기술
- ☑ 인간의 세포 외에 대량 공급이 가능한 이종 동물의 줄기세포, 전구세포 및 분화 세포 기반 인체 이식 가능 세포 및 바이오 장기 등을 개발 하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

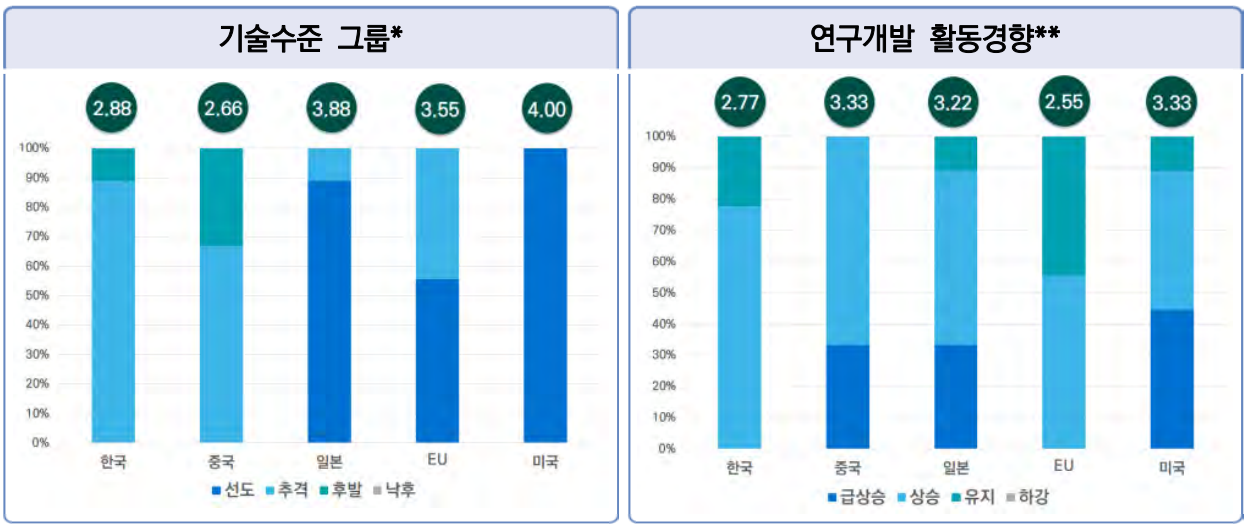
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	4.0	추격	보통	우수	상승
중국	60.0	5.0	추격	보통	보통	상승
일본	90.0	1.5	선도	우수	우수	상승
EU	80.0	2.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	4.0	70.0	70.0	75.0	8.1	4.0	3.0	5.0	1.3
중국	64.0	5.0	60.0	60.0	65.0	4.9	5.0	3.0	6.0	1.7
일본	90.0	1.5	90.0	85.0	90.0	7.4	1.5	0.5	2.0	1.1
EU	81.0	2.0	80.0	75.0	81.0	11.5	2.0	1.3	3.5	2.3
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

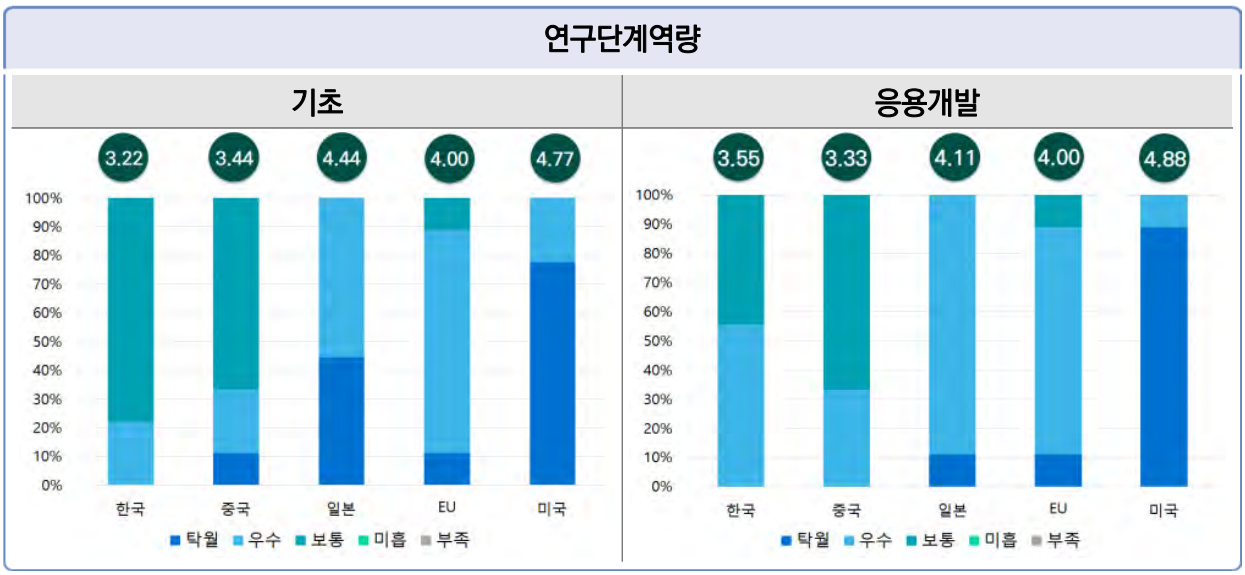
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (79.0%)	• 원천기술 개발 추격 중 • 지속적인 지원은 이루어지고 있지만, 대형 과제 위주로 지원함에 따라 다양한 아이디어의 발생, 토양이 열약함 • R&D 투자비 및 전문가 수의 절대적인 약세임에도 불구하고 응용기술 분야에서는 상대적으로 경쟁력 확보하고 있음 • 세포공학 기반의 응용기술과 기계/전자/제어와 융합한 인공장기(인공의수, 인공심장 등) 분야에서 선진국을 추격할 기본 동력은 확보 중 • 미국 내에서 해당 분야 연구 개발을 주도한 인력들의 상당수가 한국 국적 소유자의 연구자들로 2010년 이후 상당수가 한국에 돌아와 연구 개발 중이어서 미국처럼 선도할 수 있는 잠재적 발전 가능성은 상당히 크나 NIH Tissue Chip Project와 같이 장기 투자 프로젝트가 없는 실정으로 산발적 추격형 연구를 진행 중 • 정부의 R&D 연구비 투자가 약해 속도가 빠르지 않아 선도그룹과 격차가 생김 • 최근 이종이식 분야에서는 세계수준을 선도할만한 송과를 도출하여 강한 경쟁력을 확보한 반면 줄기세포 연구 및 임상 적용에서는 큰 진전을 보이지 못하고 있음. 임상 지입 혹은 허가 등의 성과를 보이고 있으나 원천 시굴력에서는 답보를 보임
중국 (75.0%)	• 기술력은 아직 부족하지만, 생명윤리 등의 유연성으로 인해 과감한 인체실험을 실시함 • 노동력과 더불어 중국의 과학 기술 정책상 미국 등 해외 유수의 기관에서 경험을 갖고 있는 인력들을 대거 국내로 영입하면서 연구 환경을 지원해주고 있음 • 관련연구의 법제도 면에서 자유로워 빠른 속도로 연구 성과가 진행되고 있으며 한국을 추월할 가능성이 있음 • 아직은 후발 수준이나 각 분야에 걸친 풍부한 인적자원과 정부의 강력한 지원으로 빠른 발전을 보이고 있음
일본 (85.0%)	• 정부 및 민간의 지속적인 지원에 힘입어 각 대학 및 민간의 연구 민간 기업의 집중화된 기술 개발이 활발 • 오카노 그룹, 야마나카 그룹 등과 같이 줄기세포 및 이를 활용한 조직재생 분야에 특화된 거대 연구 그룹이 존재함 • 풍부한 연구 인력 확보하여 의미 있는 성과 도출함 • 기초 세포 생리 연구에 대한 원천 기술을 확보하고 있으며 이에 대한 국가의 막대한 투자가 동반되고 있음. 나아가 제반 법령 등의 개선을 통하여 신기술의 임상적용을 가속화 하고 있음
EU (90.0%)	• 원천기술 개발, 규제개혁, 임상진입 원활 • 바이오기반 인공장기 기술은 상대적으로 열세이나 인공신장 등 일부 시스템 융합형 인공장기 분야 선도 기업이 존재하는 등 비교적 높은 수준의 기술 보유 • 최근에 괄목할 만한 성과를 보이고 있지는 못하나 전통적으로 오랜 기간 꾸준히 연구를 진행하고 있는 영국, 독일 및 스웨덴 등에서는 점차 임상 적용이 가능한 성과들이 도출되고 있음
미국 (100%)	• 정부, 민간 주도 연구, 우수 논문 발표, 비임상 연구 활발 • 임상진입 원활 • 정부 (과학기술 관련 부처 이외에도 국방부 포함)와 민간의 지속적인 지원 • Harvard Univ. Wake Forest 대학 등 거대 연구그룹이 집중적 연구 수행 중. 국가 차원의 다양한 R&D 프로그램 지원 중

국가 (기술수준)	판단근거
	• 기술 및 규제 면에서 최고 • NIH Tissue Chip Project가 2012년에 10년 장기 계획으로 정부 주도로 진행 중이고 2016·2017년부터 biotech 회사, academia, 제약 회사 등으로부터 실질적인 성과가 생겨나기 시작했고 2017년부터 질병 모델로 선도 개발 중 • 지속적인 정부 투자와 함께 관련 원천기술을 보유하여 활발한 연구 결과 유지 • 군사응용을 목표로 연구투자가 지속되어 최고기술을 보유함. 바이오장기, 인공감각기, 인공호흡기 등에서 최고기술 보유 • 지속적이고 광범위한 정부의 투자와 연구자의 층이 매우 두터워 거의 모든 분야가 망라되어 있으며 이들의 융합을 통한 산업화 기반이 견고함

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국가지원을 바탕으로 인력, 기술을 보유하고 있으나 원천 기술이 부족함 • 기술력, 창의성은 우수 • 연구비 규모, 연구자 수 등에서 미국/일분/유럽에 크게 뒤지지만 미국 및 일본의 해당 분야 선도 그룹에 다수의 한국인 연구자(석박사 과정, 포닥연구원)가 핵심적 역할 수행. 이들의 국내 연구계 유입을 통해 높은 수준의 기술이 한국에 도입되었고, 또한 국내에서도 자체적인 정부 지원 R&D를 통해 전반적으로 투자규모 대비 높은 수준의 기술경쟁력을 확보하고 있음. 특허 출원 및 피인용 실적 세계 5위 내에 KIST, 서울대학교 등 등재 • 인공장기 세포치료	• 원천기술 및 응용기술의 보유량이 적어 응용기술 개발에 한계를 보임 • 기초연구분야에 대한 정부 지원이 부족한 상태, 단기 R&D 연구과제에 편중됨 • 인프라 지원 부족 • 신기술에 대한 지원과 임항진입 심사 등에 대한 제도개선에 문제가 심각함 • 미국/일본/유럽/중국에 비해 연구비 규모, 연구자 인력 수에서 절대적인 열세임 • 포스닥 등 우수 연구 인력 양성 인프라가 부족하고 정부의 다양한 분야 연계가 가능한 장기 대형 프로젝트가 상대적으로 부족함 • 정부의 지원이 빈약하고 단기적인 문제가 있어 원천기술력 개발에 한계. 몇몇 성공 사례가 보고되나 모두 산업화에 성공이지 실제적인 원천기술 확보에는 진전이 크게 없음. 장기적으로 지원한 이종 이식의 경우 상당한 성과를 거두었으나 이의 임상적용을 위한 정부의 제도적 지원이 없어 진행된 연구가 사장도리 지경에 처함
중국	• 후발 그룹이지만 지적재산권이 급증하고 있는 추세 • 우수한 인력 수급 양호 (연구자의 강한 의지) • 창의성 양호 • 아직은 후발이나 두터운 해외 연구자들의 유입과 정부의 강력한 지원으로 맹렬히 추척하고 있음 • 최근 연구비 규모, 인력수의 급격한 증가가 있었	• 후발주자로 다양한 연구개발 필요 • 원천기술 미흡 • 전문기술, 인력수준 제고 필요 • 아직 논문/특허의 피인용 지수 등 실적에서는 세계 top 10 기관에 들지 못하는 등 질적 수준은 낮음

국가	강점분야	기타
	으며 이에 따른 논문/특허 실적도 급증함(최근 특허 출원/등록 실적 상위 10개 기관 중 4~5개가 중국 국적 기관) • 인공장기 연구에 대해 법적/제도적 제약도 상대적으로 적어서 발전 전만은 매우 밝음 • 공간의 힘을 이용하여 급상승 • 재생의학	
일본	• 기술, 인력, 인프라 모두 강함 특히 우수한 연구자들의 층이 두터워 원천기술 개발에 강점을 보임 • 유도만능줄기세포, 줄기세포를 이용한 조직 재생 등 특정 분야에서는 세계최고 수준의 기술력을 보유하고 있음 • 우수한 기술(줄기세포 분야)과 기초 연구와 임상 연구가 우수함 • 재생의학 세포치료	• 동물 기반 바이오장기 등에 투자 미흡 • 논문 및 특허에 대한 변화가 크지 않으며 비교적 저조한 실정 • 산업화에 많은 시간이 소요되고 사회적인 공감대 형성에 문제를 조임 • 줄기세포 기반의 인공장기 분야 실용화 분야에서는 미국에 필적할 기술력 보유하고 있으나, 해당 분야 자체의 기술적 한계로 실용화 성과는 부족함. 인공 시스템 융합형 인공장기(의료기기) 분야는 의료기기 전문기업이 부재하여 상대적으로 기술경쟁력이 낮음 • 미국에 비해 연구비 규모나 연구원의 수가 부족한 측면이 있어서 연구 분야가 다양하지 않은 측면이 있음 • 조직공학 및 재생의료 투자 대비 기술수준은 크게 높지 않음
EU	• 선진주요국들로서 기초연구 분야에 대한 장기적인 지원 최고기술 보유국과 유사하게 논문, 특허 모두 지속적으로 증가하는 추세 • 기술, 인력, 인프라 모두 강함 • 인공 투석기 등 시스템 융합형 인공장기(의료기기) 분야에서 세계선도 기업이 존재하는 등 경쟁력 확보 • 상대적으로 computer simulation, systems biology 쪽 연구와 기초 연구 분야가 강점 • 세포치료	• 기술수준은 큰 차이 없으나, 지속적인 투자 증가 둔화로 향후 뒤처질 가능성 존재 • 연구윤리 등 규제 문제 • 줄기세포 기반의 인공장기 분야 논문/특허 실적, 그리고 투자 규모가 미국이나 일본에 크게 뒤짐 • 연구자들 간의 활동적인 교류가 부족해 보이며 정부의 강력한 의지가 부족하며 각 나라마다의 규제 및 정책의 차이로 어려움이 있음
미국	• 논문, 특허 모두 지속적으로 증가하는 추세 원천기초 연구에 국가적으로 집중 투자하고 있는 현황 • 기술력의 융합을 통한 산업화에 강점 • 우수한 기술, 인력, 인프라 (정부의 장기 투자 프로젝트 등)를 모두 갖추고 있고, 학·산(제약)·연·병의 유기적 연계 환경 또한 상당히 우수함 • 인공장기	• 선두그룹으로 다양한 규제 없이 투자 및 개발 진행 • 실용화를 위해 해결해야 할 기술적 난제가 여전히 많고 제도적 제한도 많아서 현장 적용에는 여전히 어려움을 겪고 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	4위	2위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 줄기세포, 유전자교정, 중대 동물 등 핵심연구 분야는 물론 IT, BT 등 다 학제 간 융합연구 활성화 필요 • 산학연 인력교류 프로그램 개발(순환근무 등) • 바이오장기 개발은 다 학제 간 협력 연구가 필수적이므로 기존의 연구자 이외의 여러 분야의 연구자가 쉽게 참여 할 수 있는 여건 마련 필요. 연구 팀과 개인 연구자가 참여 할 수 있는 워크숍 등의 활성화 • 미국의 대형 국가프로젝트 또는 미국/일본의 대형 연구그룹(wake forest 대학, 동경여자의대 오카노 그룹 등)에 경쟁할 수 있는 대학·출연연·민간 연구기관 간 연합연구팀 구성 • 연구비 선정 시 다학제 협력 연구 배점에 비중 증가 • 현재 개별 연구자 또는 소규모 (PI 2·3인) 연구팀 위주로 진행 중인데, 이를 중·대규모로 virtual 연구센터/단으로 모아 공동의 목표를 설정하고 기술, 정보 등을 공유할 수 있는 구심점을 만들 수 있는 정책 요망 • 바이오 장기를 위한 중장기 발전계획을 수립하고 이를 위한 기초연구단계(줄기세포, 조직공학, 이종장기, 생체친화소재) 마일스톤, 응용연구단계인 인공감각기, 신경망연결 사지, 인공호흡기, 인공심장, 인공신장 등의 응용 연구 분야의 연구개발 중장기 전략 수립 필요. 이를 위하여 전체 마일스톤에 대한 기획제안서를 공모하고, 각 학회 차원의 실무진 파견과 협력으로 국내 협력방안을 수립하는 것이 타당함. 개인단위 연구자의 제안은 국한된 분야가 많아서 전체의 방향 설정과 차이가 있는 경우가 발생할 수 있음 • 공동연구 과제 개발
국제협력 촉진	• 미국, 일본 등 인공장기 분야 선진 연구그룹과의 연구협력교류 프로그램 개발 (현지 센터 설립 등) • 연구 주제 또는 바이오 장기의 종류에 따라 연관된 외국 연구자와의 초청 및 공동 연구 기획 필요 • 이 분야 선도 국가들로 판단되는 미국, 일본과의 협력을 촉진하기 위해 단, 중장기적으로 아시아 지역 일본과 교류 및 협력 연구 체계 (공동 워크숍 등을 주최할 수 있는 협의체에서 아시아 지역 공동 연구 센터)를 확립하여 줄기세포 분야 강국인 일본과 시너지 효과를 내서 해당 분야 기술 수준을 끌어올릴 수 있도록 하고, 미국과도 교류, 협력 연구 체계를 확대 확립 필요 • 바이오인공장기 분야의 중장기 발전 전략 수립 내용에 맞추어 세계 최고 연구그룹과의 공동연구를 지원 • 국제 공동연구가 가능하도록 연구비의 공동 사용을 허용하여야 하고 타국의 연구 지원 기관과 공동과제 개발이 필요함
인력양성 및 유치	• (학)핵심 기술 분야 관련 커리큘럼 확대, (연)전문연구 및 기능인력 확보를 통한 R&D 및 인프라 강화 • 교과과정에서 재생 의학 관련 교과목 개설유도. 연구비 확대를 통한 신진인력의 흡수 및 활용 유도

	정책제언
	• 경력 단절 없이 연구에 몰입할 수 있게 대학의 석/박사학위 과정·국내대학/출연연(학위수여 실험실 잔류 금지) 또는 외국 유명 그룹에서의 박사 후 연구·국내 대학/출연연 취업 과정을 종합적으로 지원함으로써 세계적 전문성을 갖춘 인재 확보 • 인력 양성 프로그램 신설. 신진 의과학자와 중진 과학자 멘토 프로그램 • 해당 분야 강점을 갖고 있는 국내 연구 기관 (대학, 병원, 연구소)들 간의 학위 과정 중에 공동지도 등을 통해 인력 교류가 활발히 될 수 있도록 하고, 이 인력들이 국내 산업계에도 고용 창출로 이어질 수 있도록 하는 프로그램이 만들어지면 좋을 것 같고, 또한 일본, 미국 내 거점 기관들과의 상호 연구 인력 파견, joint degree 프로그램, 박사 후 프로그램 등을 만들면 좋을 것 같음 • 인력 양성은 국가발전의 토대이나 양성된 인력의 취업방안을 고려하여야 하므로, 산업화 가능한 영역을 중장기 발전방안에 포함하고, 다양한 기업형태(연구실 창업, 위촉 연구원 창업, 학생 창업)를 포함하는 다양한 산업화 프로그램을 수립해야 함. 또한, 산업화된 바이오장기의 품질 및 신뢰도를 위한 다양한 국가자격을 수립하여 인력의 안정성을 확대하여 우수 인력의 타 분야로 유출을 최소화하여야함
인프라 구축	• 인공장기 기술 분야 거점 인프라 육성 필요[출연(연) 인프라 활용] • 바이오장기의 특성상, 여러 기술이 통합된 배양시설 등의 개발이 필수적임. 배양시설 등의 개발을 위한 인프라 구축 사업이 요구됨 • 해당 기술 연구를 수행 중인 모든 대학과 연구소의 인프라를 고도화하는 것은 예산확보 차원에서 어렵고, 투자 대비 효과를 기대하기도 어려움. 메이저 대학과 연구소를 중심으로 한 연구 네트워크를 강화하고 이들 기관의 인프라를 오픈함으로써 인프라 활용률 개선과 함께 협력 연구를 통한 시너지 효과를 기대하는 것이 좋을 것 • 세포 리소스 제작, 확보 기술, 이를 배포하는 인프라, 생체모사 칩 등을 제작하는 기술 (연구실 스케일), 이를 생산하는 GMP 시설, 이를 활용한 전임상 테스트가 가능한 GLP 기관 등을 아우를 수 있는 virtual 센터/단을 만들고 참여 거점 기관들을 클러스터화 하여 필요 인프라 구축 • 전체적으로 기초연구 지원, 응용기술연구, 제품화를 위한 도약, 제품의 시장 안착을 위한 인프라로 나누어지며, 국내 연구 인프라는 부족하지 않다고 판단되나, 바이오장기의 특성상 제품화를 지원하는 대규모 인프라를 구축하는 것도 한 방법임. 예를 들어, 세포생산 GMP시설을 수백 개의 회사가 동시사용 할 수 있도록 국가차원의 인프라가 필요함. 대부분 국내 바이오장기 기업은 20인 내외의 소기업이며, 수십억이 소요되는 GMP 시설 투자가 어려운 실정임을 감안하여, 국내에 대규모 세포배양 인프라가 구축되고, 집중지원이 수행될 경우 몇 년 내 비약적 발전의 밑거름이 될 수 있음 • 핵심 기술 개발을 위한 장기 투자 계획이 수립되어야 함. 대부분 3~5년의 단기 중기 과제로 핵심 기술을 개발 할 수 없음
법·제도 개선	• 배아연구, 이종이식법 등 생명연구윤리 관련 법제도 개선 • Positive → Negative 규제 중심 전환 • 재생의학의 연구 개발 촉진할 수 있는 관련 법안의 마련. 일본의 경우는 다 부처가 참여하는 통합된 재생의료법에 따라 재생의료 연구 활성화 확립 • "해서는 안 될" 최소한의 행위에 대해서만 규제함으로써 연구의 자율성과 창의성을 최대한 보장하는 것이 중요 • 대국민 홍보 및 지속적 정책 포럼

	정책제언
	• 현재 미국 FDA에서 활발하게 법, 제도 개선 논의가 이루어지고 있고 이미 체외 기술의 전 임상, 임상 결과로서 인정을 해주는 일부 항목들이 반영되고 있는데, 국내에서도 기술 수준의 발전에 따라 전 임상, 임상까지도 체외 기술이 활용될 수 있도록 개선 논의를 빨리 시작해야함 • 바이오 장기는 재생의료법 등의 관련 법안과 관련되어 있으며, 일정한 기준규격을 입증한 재생의료 제품의 한시적 임상적용을 허용하여 의학적 적용 및 접근이 용이하게 할 필요가 있음 관련 인력양성 및 자격증 신설 등으로 품질관리 및 신뢰성 향상을 추진하고, 첨복재단 등의 의료특구 등을 기반으로 의료기기 및 재생의료 임상적용 클러스터를 국가주도로 진행해야 장기간 연구비 및 투자가 산업화 및 국가 성장 동력이 될 것 • 이종 장기 및 세포 이식에 대한 국가의 관리 규정 수립이 시급함 • 연구 및 허가 프로세스의 실질적인 개선 특히 시간적인 신속함이 요구됨
연구비 확대	• 인공장기 원천기술 개발 연구비 확대 • 자유공모과제 비중 확대를 통한 창의적 미래혁신기술 개발 도전 지원 • 팀 연구, 인프라 개발, 개인의 아이디어 연구와 같이 다방면의 연구 추진 전략 필요 • 재생의학의 중요성 홍보 및 대 정부 활동 강화 (위원회 등 구성) 장기 이식으로 활성화 된 효과 활용 • 국내외 협력, 인프라 구축 등을 위해 정부 차원에서 연구비 확대는 필요함 (필요에 따라서는 삼성 과제, 아모레 퍼시픽 과제 등 민간 재단과의 협력 출자도 고려해볼 수 있을 것으로 기대함) • 기초연구는 대학, 연구소 등에서 진행하고, 응용기술연구 이후의 인프라는 초기 과제지원 후 성과에 따라 단계적으로 선별하여 제품화 등의 목적성에 근접한 그룹이 추가지원을 지속하는 시스템이 타당함. 장기적으로 국가가 기업 지분에 투자할 수 있는 직간접적인 시스템을 구축하여 연구비의 건전성 및 초기 진입 단계의 기업에 안정성을 부여할 수 있는 방안 등 필요 • 제품개발에 만 초점을 두지 말고 미래 요소 기술에 대한 투자 필요
기타 의견	• 타 기술과의 융합을 촉진 할 수 있도록 융합연구 과제를 과제 선정에 30% 이상이 될 수 있도록 할 것. 규제가 심한 개인정보보호법 등의 전면 수정 필요. 공무원 수를 계속 늘리면 절대로 규제가 풀리지 않을 것 • 세포조직공학기반 인공장기는 기술적 허들이 너무 높고, 이종동물 장기는 기술적 허들 이외에도 윤리문제가 있음. 반면 시스템 기술은 최근 AI, IoT 기술과 재료기술의 발전으로 발전 속도가 매우 빠르지만 여전히 생체기능 구현이 어렵고 장기간 몸속에서 구동하기 힘들 문제가 있음. 따라서 이들 기술의 장점을 융합한 복합 인공장기 연구에 대해서도 투자 필요 • 바이오분야는 로봇 또는 메카트로닉스 분야와 협업하여 세포분화, 대량배양, 조직생산 등의 주제에 대해 자동화공정 또는 자동화 장비 개발 및 다양한 바이오 인공장기별 바이오리액터 개발 등의 각 주제별로 협업할 수 있으며, 기초연구 분야에서 엑소좀, 전기영동, 분석기기 증의 국산화 개발 및 제품화를 중복적으로 추진하여, 바이오 관련 다양한 엔지니어링 기술의 융합을 추진하는 것이 바람직함 • 동일 주제 중복지원 금지는 국가 연구개발 생태계를 왜곡시켜 제품화 및 산업기반 형성에 걸림돌이 되고 있으므로 동일주제로 10년 내 2~5회까지 중복지원 가능하게 하여 기업 간 경쟁을 유도하는 방법도 고려할 필요가 있음

다 주요 분석 결과 요약

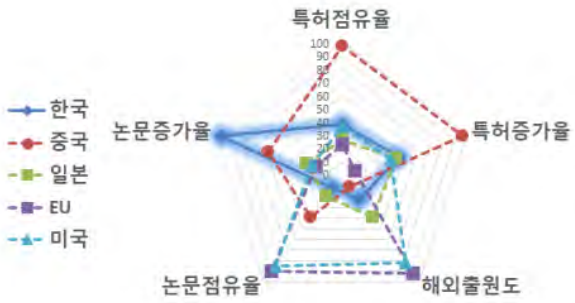
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술	2,313	1,710	63.1%	40.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

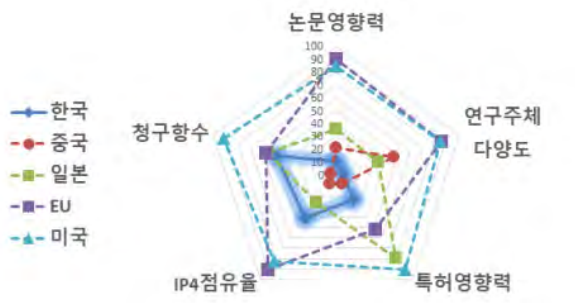
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	미국
	37.5%	44.4%	20.1	6.6
한국	5위	2위	5위	4위
	3.6%	16.4%	12.7	1.9
5개국 평균[2]	-	-	18.1	5.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

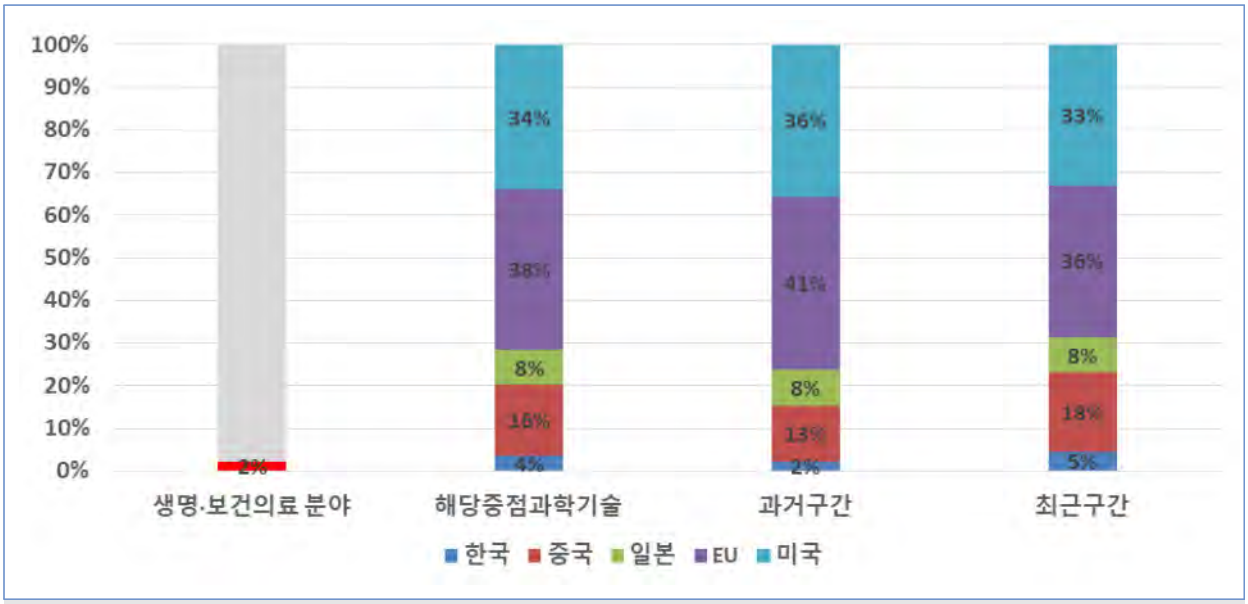
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(12.7)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(37.5%), 미국(34.0%), 중국(16.5%), 일본(8.4%), 한국(3.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(266.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(20.1), 미국(19.3), 일본(15.2), 중국(13.9), 한국(12.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(16.4%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(1.9)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(44.4%), 한국(16.4%), 미국(16.0%), 일본(12.3%), EU(10.9%) 순이며, 특허 증가율은 중국(134.4%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(6.6), 일본(5.4), EU(3.6), 한국(1.9), 중국(0.3) 순이며, IP4 점유율은 EU(26.2%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.8)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.6%	16.5%	8.4%	37.5%	34.0%
	논문 증가율	266.7%	128.4%	62.2%	42.5%	51.1%
	논문 영향력	12.7	13.9	15.2	20.1	19.3
	연구주체 다양도	0.80	0.93	0.88	0.97	0.95
특허 분석	특허 점유율	16.4%	44.4%	12.3%	10.9%	16.0%
	특허 증가율	18.8%	134.4%	14.3%	-50.4%	7.6%
	해외출원도	1.3	0.2	2.4	6.0	5.0
	특허 영향력	1.9	0.3	5.4	3.6	6.6
	IP4점유율	11.4%	0.5%	7.6%	26.2%	22.6%
	청구항수	6.0	2.7	6.4	6.4	8.8

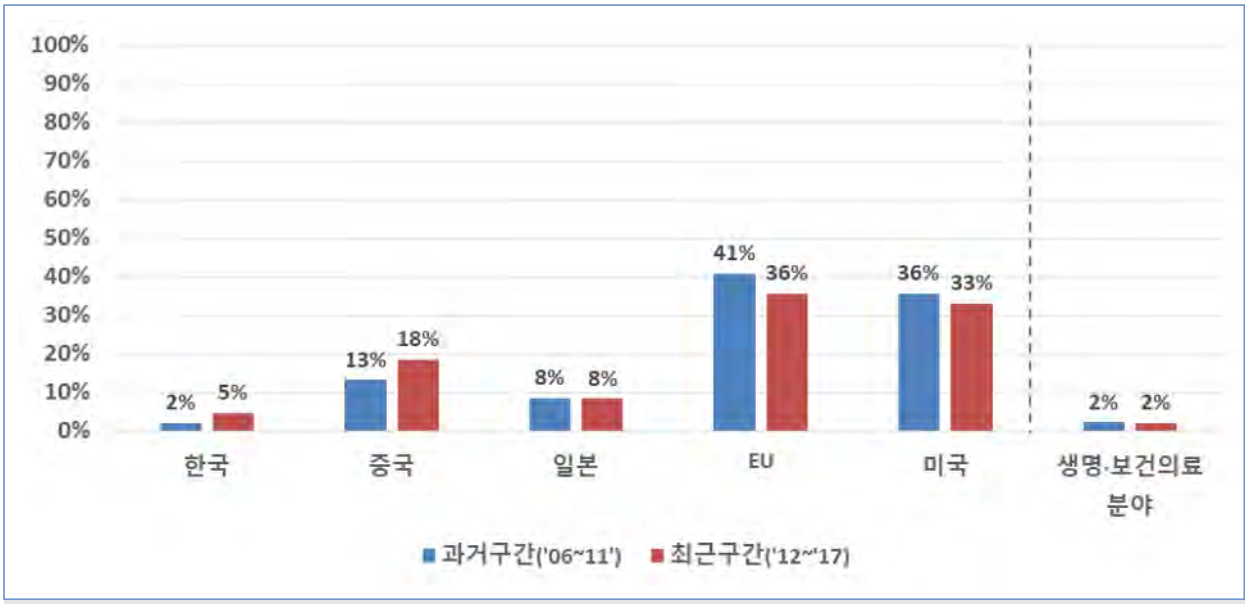
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 868건으로 전체 논문의 38%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 2%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

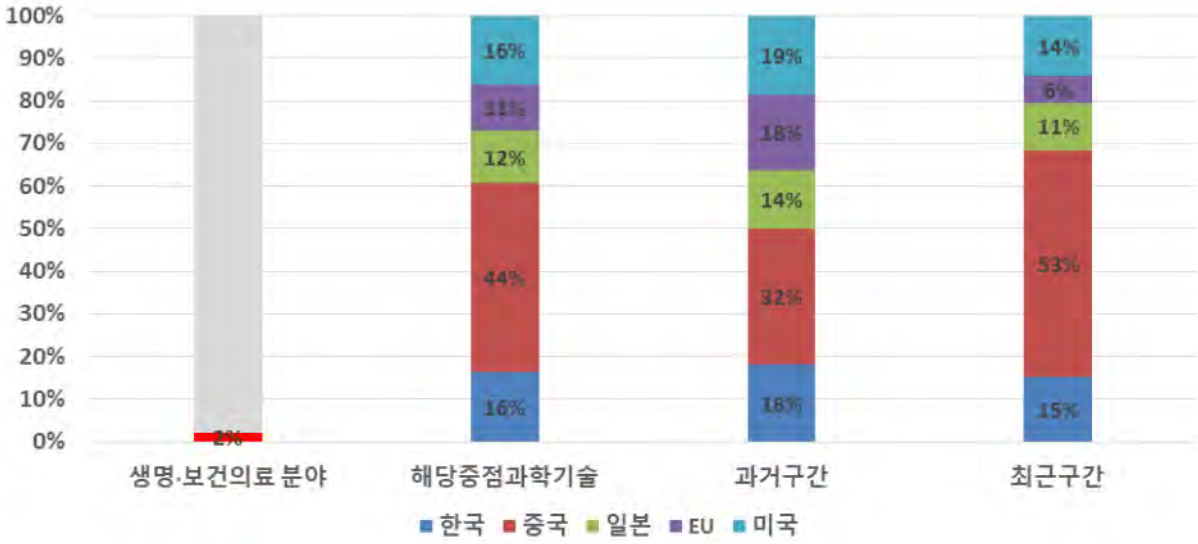


● 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 266.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	18	66	84	266.7%
중국	116	265	381	128.4%
일본	74	120	194	62.2%
EU	358	510	868	42.5%
미국	313	473	786	51.1%
전체	879	1,434	2,313	63.1%

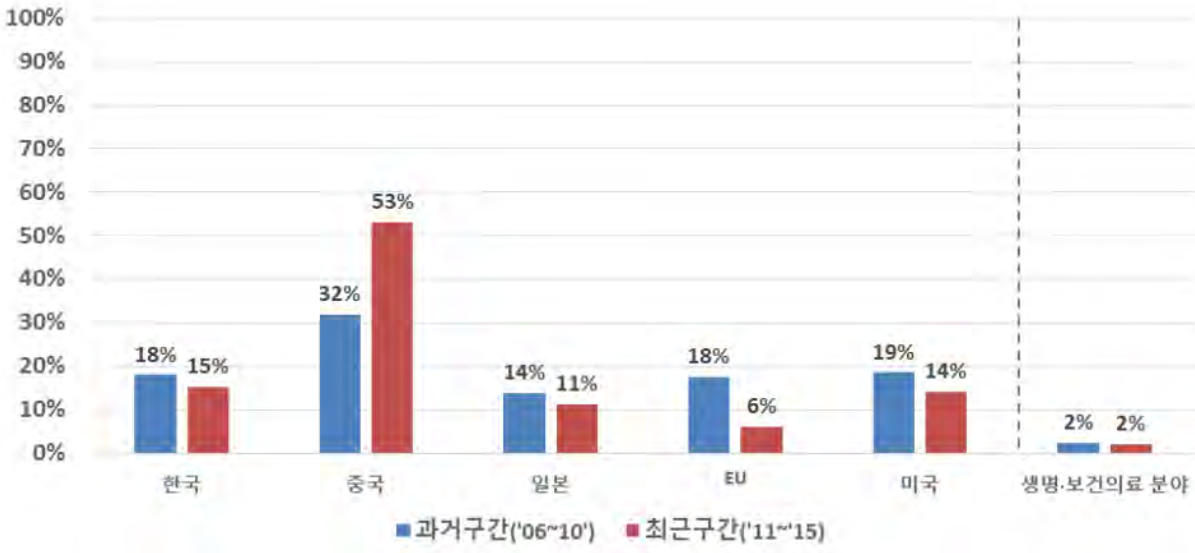
(4) 특허 점유율(전체)



● 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 759건으로 전체 특허의 44%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



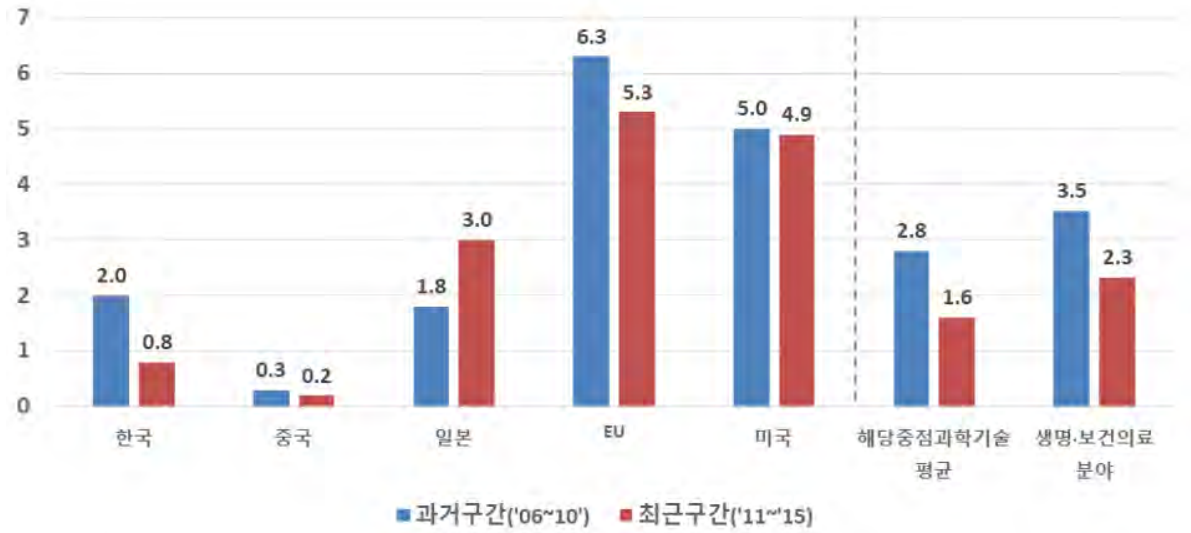
- 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 18.8%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	128	152	280	18.8%
중국	227	532	759	134.4%
일본	98	112	210	14.3%
EU	125	62	187	-50.4%
미국	132	142	274	7.6%
전체	710	1,000	1,710	40.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

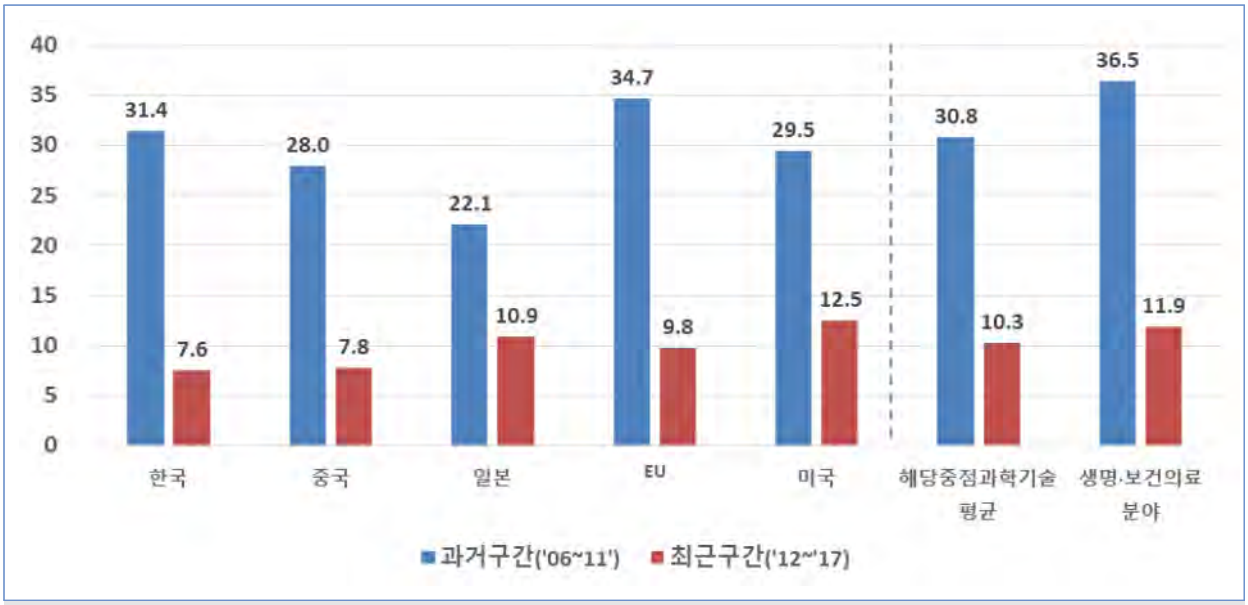


- 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

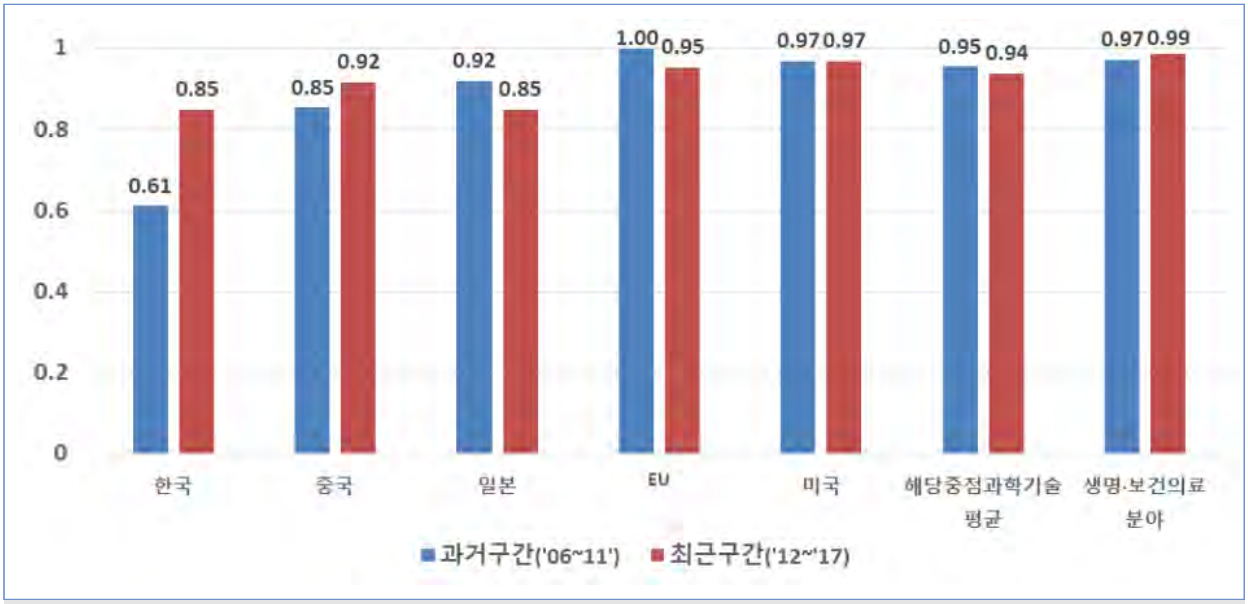
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



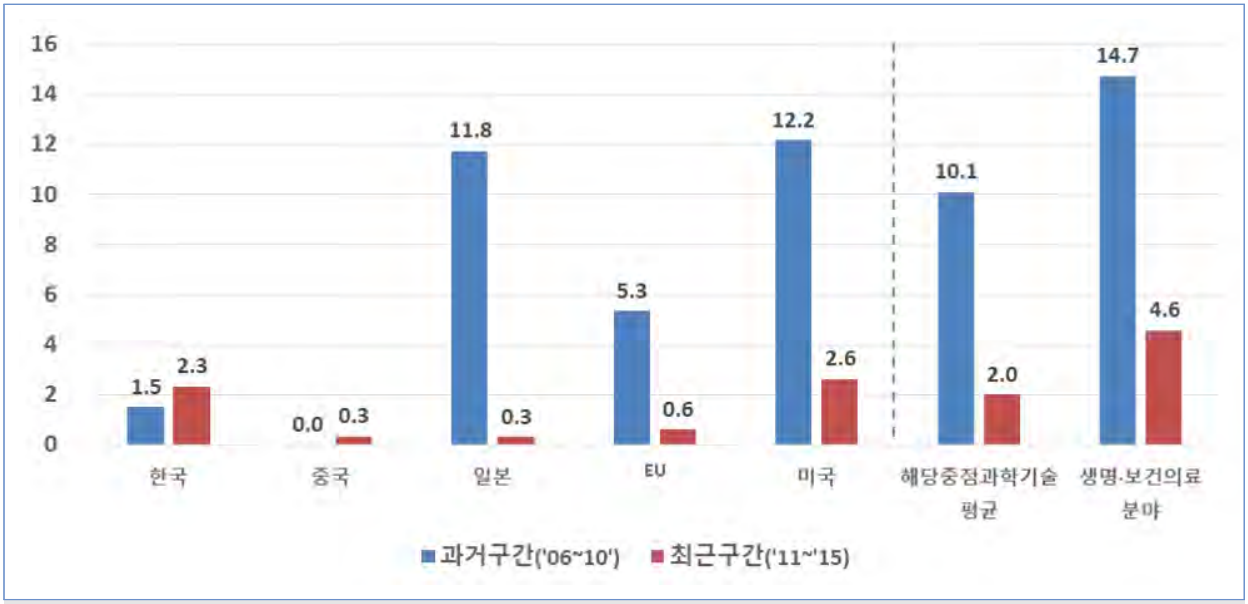
● 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



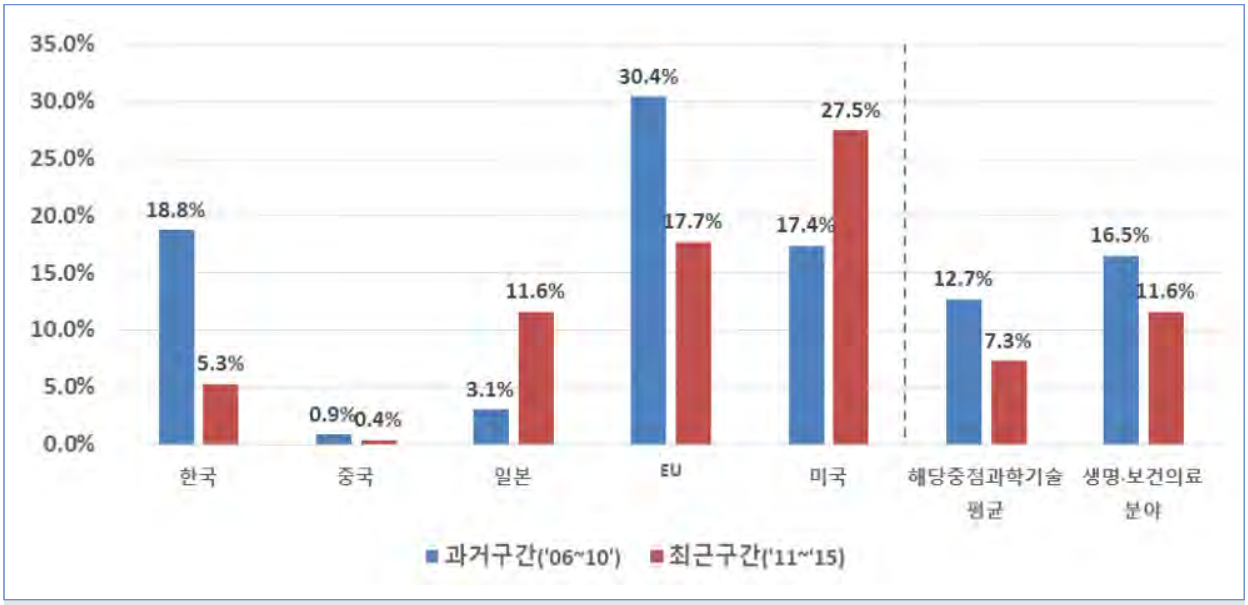
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



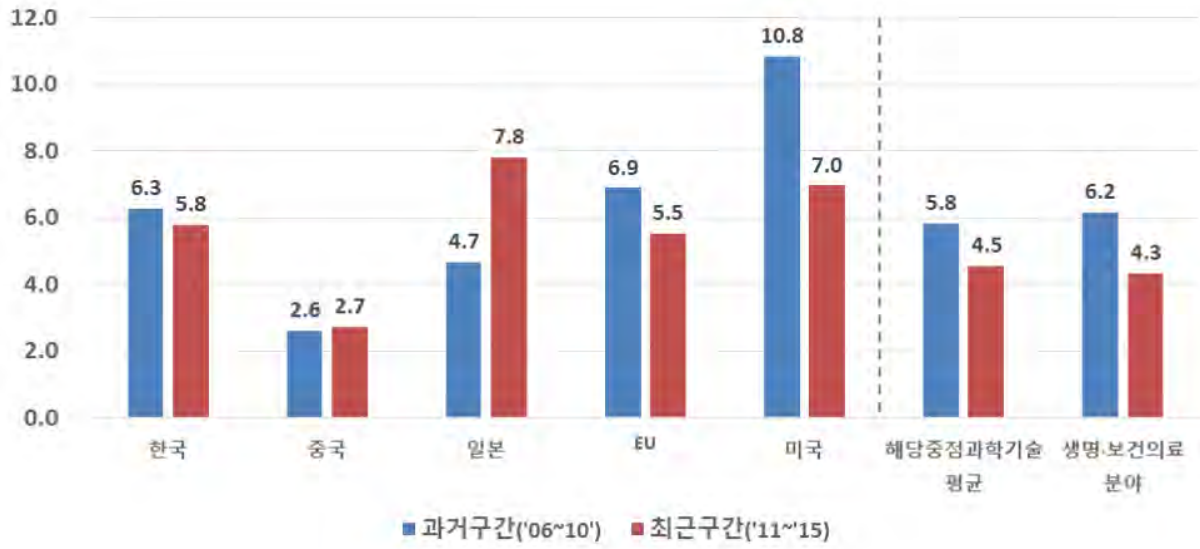
● 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

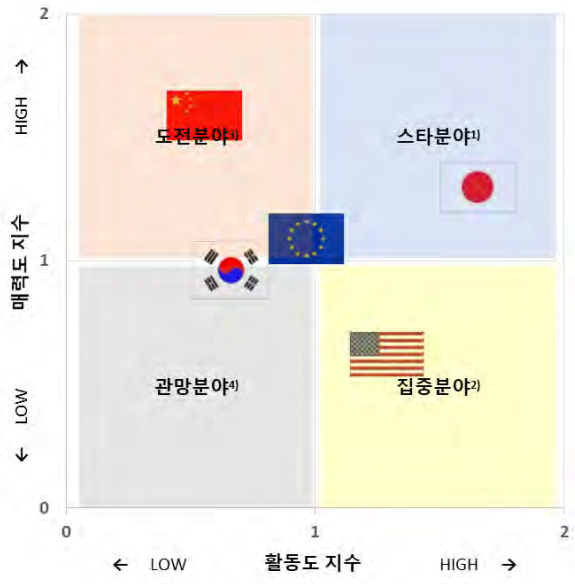
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

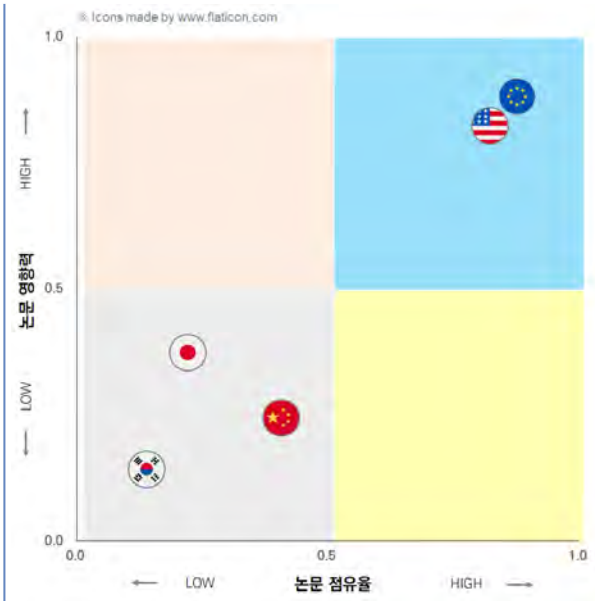
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

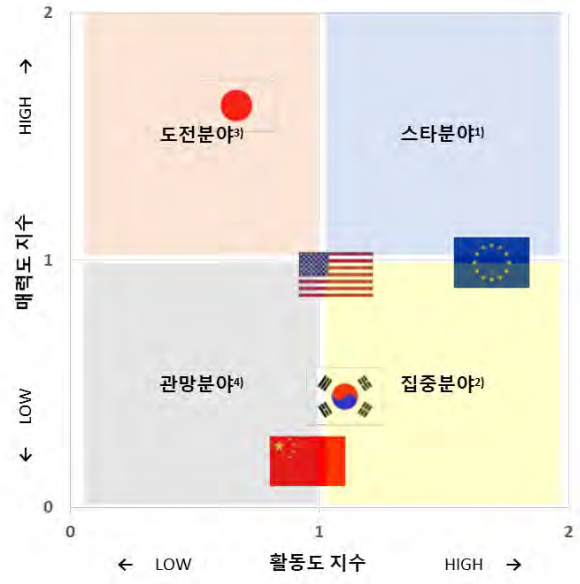


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

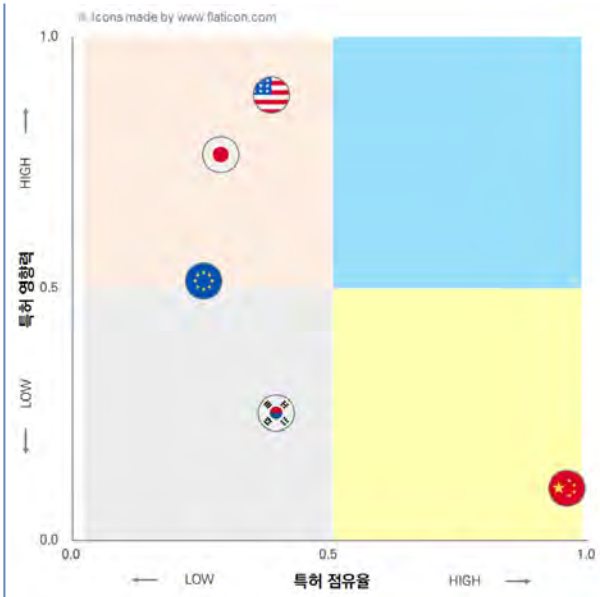
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'RICE UNIVERSITY(0.43%)' 가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '건국대학교'가 5.95%(글로벌 점유율은 0.22%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	RICE UNIVERSITY	미국	1.27%	0.43%	0.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.27%	0.43%	-33.33%
3	KAROLINSKA INSTITUTET	EU	1.04%	0.39%	250.00%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	미국	1.02%	0.35%	0.00%
5	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	미국	1.02%	0.35%	600.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KONKUK UNIVERSITY	5.95%	0.22%	300.00%
2	INSTITUTE OF TISSUE REGENERATION ENGINEERING (ITREN)	4.76%	0.17%	0.00%
3	INSTITUTE OF BASIC MEDICAL SCIENCES	4.76%	0.17%	-66.67%
4	SAMSUNG MEDICAL CENTER	3.57%	0.13%	200.00%
5	EWHA WOMANS UNIVERSITY	3.57%	0.13%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.84%	0.30%	-25.00%
2	NANFANG HOSPITAL	1.57%	0.26%	0.00%
3	CHILDREN'S HOSPITAL	1.31%	0.22%	300.00%
4	FIRST AFFILIATED HOSPITAL	1.05%	0.17%	300.00%
5	BEIJING FRIENDSHIP HOSPITAL	0.79%	0.13%	-50.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF ADVANCED BIOMEDICAL ENGINEERING AND SCIENCE	4.12%	0.35%	600.00%
2	NATIONAL CEREBRAL AND CARDIOVASCULAR CENTER RESEARCH INSTITUTE	2.58%	0.22%	400.00%
3	FUKUSHIMA MEDICAL UNIVERSITY	2.06%	0.17%	200.00%
4	SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.55%	0.13%	-50.00%
5	HIROSHIMA UNIVERSITY	1.55%	0.13%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KAROLINSKA INSTITUTET	1.04%	0.39%	250.00%
2	UNIVERSITY OF PADOVA	0.69%	0.26%	400.00%
3	EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.58%	0.22%	-33.33%
4	INSTITUTE OF HEALTH AND BIOMEDICAL INNOVATION	0.58%	0.22%	50.00%
5	LEIDEN UNIVERSITY MEDICAL CENTER	0.58%	0.22%	50.00%

6 미국

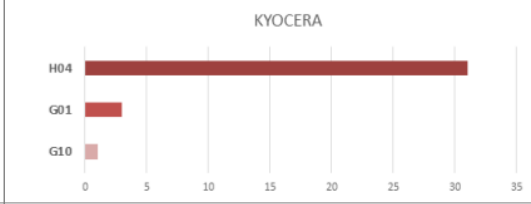
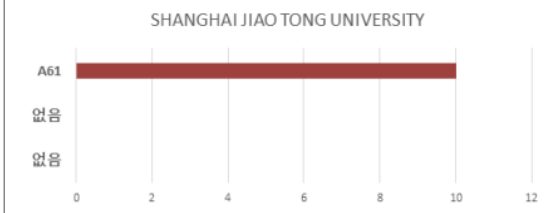
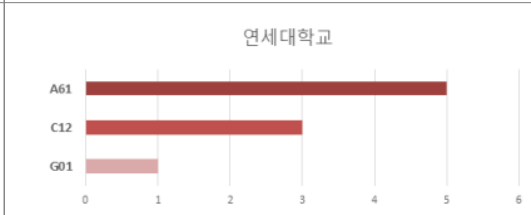
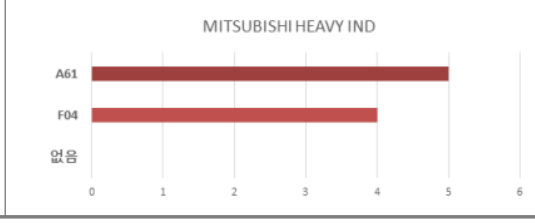
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	RICE UNIVERSITY	1.27%	0.43%	0.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.27%	0.43%	-33.33%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.02%	0.35%	0.00%
4	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA	1.02%	0.35%	600.00%
5	UNIVERSITY OF MINNESOTA	0.89%	0.30%	-25.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'KYOCERA(2.11%)' 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '서울대학교'가 5.36%(글로벌 점유율은 0.88%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'KYOCERA'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를, '서울대학교'는 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

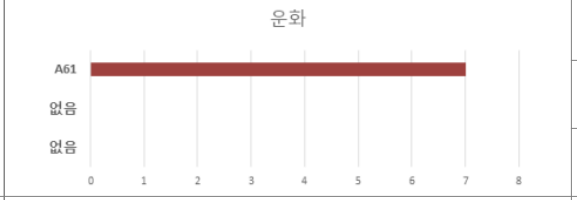
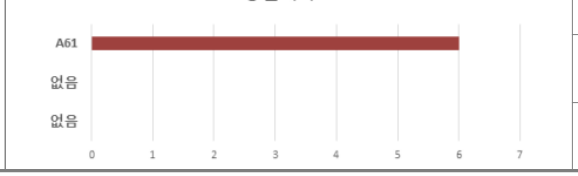
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KYOCERA	일본	17.14%	2.11%	3500.00%
2	서울대학교	한국	5.36%	0.88%	300.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	중국	1.32%	0.58%	800.00%
4	연세대학교	한국	3.21%	0.53%	-50.00%
5	MITSUBISHI HEAVY IND	일본	4.29%	0.53%	-71.43%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G10	악기; 음향
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
		-	-

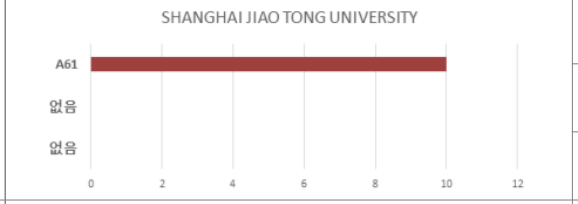
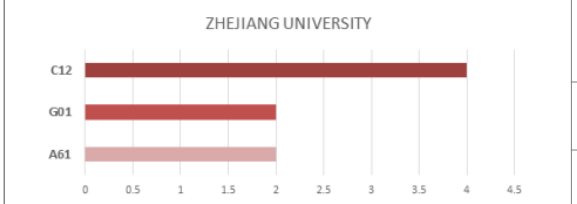
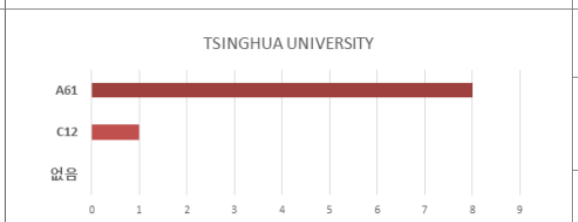
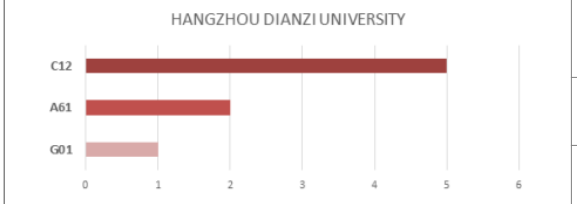
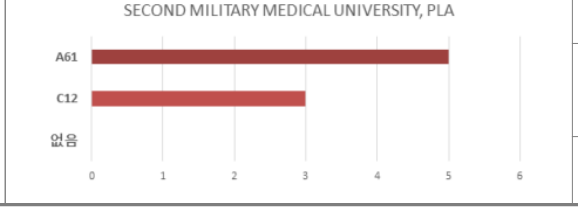
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	서울대학교	5.36%	0.88%	300.00%
2	연세대학교	3.21%	0.53%	-50.00%
3	한국과학기술연구원	2.86%	0.47%	-66.67%
4	운화	2.50%	0.41%	-60.00%
5	강원대학교	2.50%	0.41%	600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

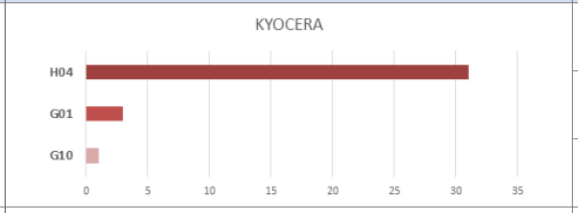
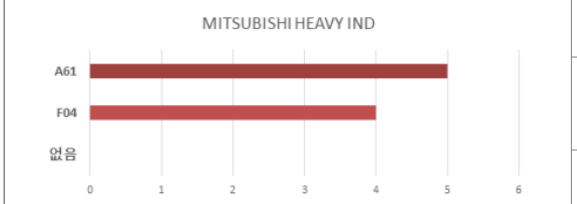
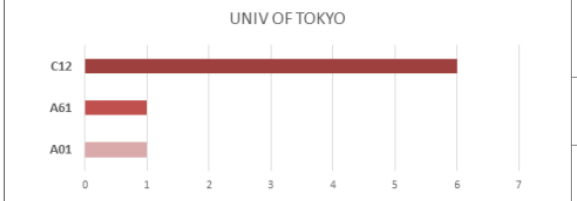
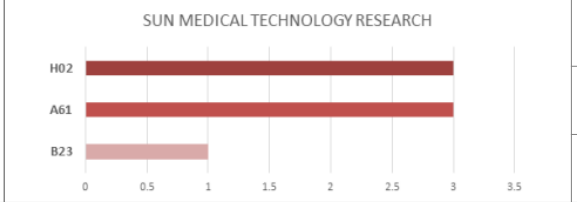
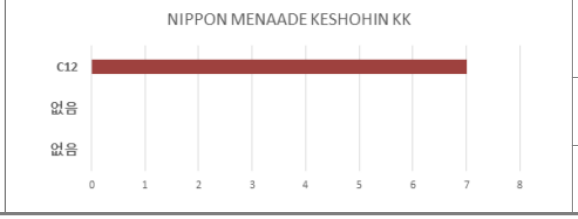
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.32%	0.58%	800.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.19%	0.53%	25.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	1.19%	0.53%	250.00%
4	HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY	1.05%	0.47%	200.00%
5	SECOND MILITARY MEDICAL UNIVERSITY, PLA	1.05%	0.47%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–

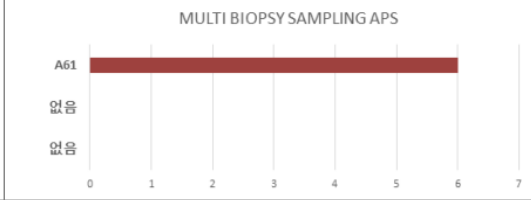
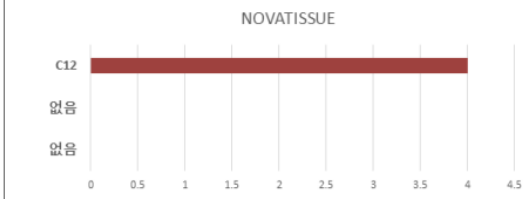
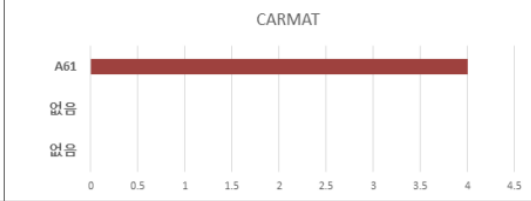
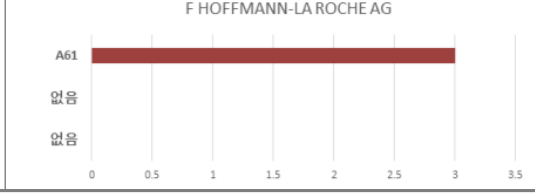
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KYOCERA	17.14%	2.11%	3500.00%
2	MITSUBISHI HEAVY IND	4.29%	0.53%	-71.43%
3	UNIV OF TOKYO	3.81%	0.47%	66.67%
4	SUN MEDICAL TECHNOLOGY RESEARCH	3.33%	0.41%	500.00%
5	NIPPON MENAADE KESHOHIN KK	3.33%	0.41%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G10	악기; 음향
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–

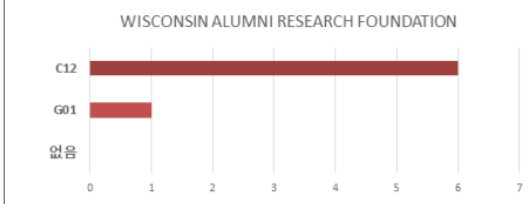
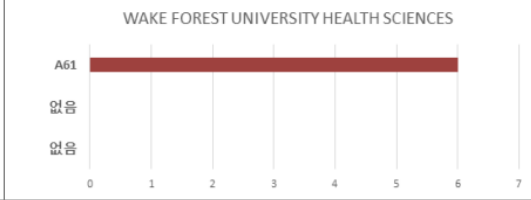
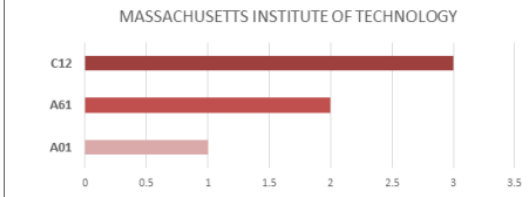
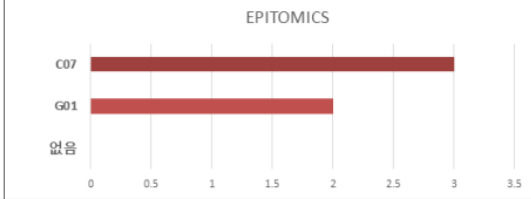
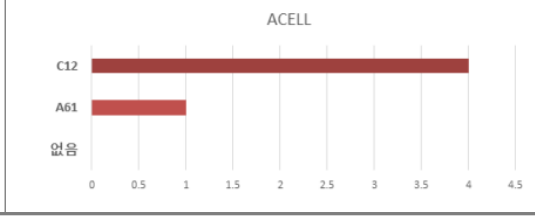
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ASTRAZENECA AB	3.74%	0.41%	-100.00%
2	MULTI BIOPSY SAMPLING APS	3.21%	0.35%	-100.00%
3	NOVATISSUE	2.14%	0.23%	-100.00%
4	CARMAT	2.14%	0.23%	-66.67%
5	F HOFFMANN-LA ROCHE AG	1.60%	0.18%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION	2.55%	0.41%	-60.00%
2	WAKE FOREST UNIVERSITY HEALTH SCIENCES	2.19%	0.35%	-50.00%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.19%	0.35%	-50.00%
4	EPITOMICS	1.82%	0.29%	300.00%
5	ACELL	1.82%	0.29%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
4		C07	유기화학
		G01	광학
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-

69 디지털 헬스케어 기술



69 디지털 헬스케어 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 사물인터넷(IoT) 디바이스와 연계하여 장소와 시간에 구애됨이 없이 혈압, 심전도, 체중, 뇌파, 활동량, 생활 패턴 등 다양한 건강과 관련된 생체정보를 측정하여 건강상태를 모니터링하기 위한 기술
- ☑ 측정된 건강정보를 분석하고 필요시 의료정보시스템과 연계하여 이에 따라 적절한 피드백을 제공하여 건강을 증진하고 관리하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

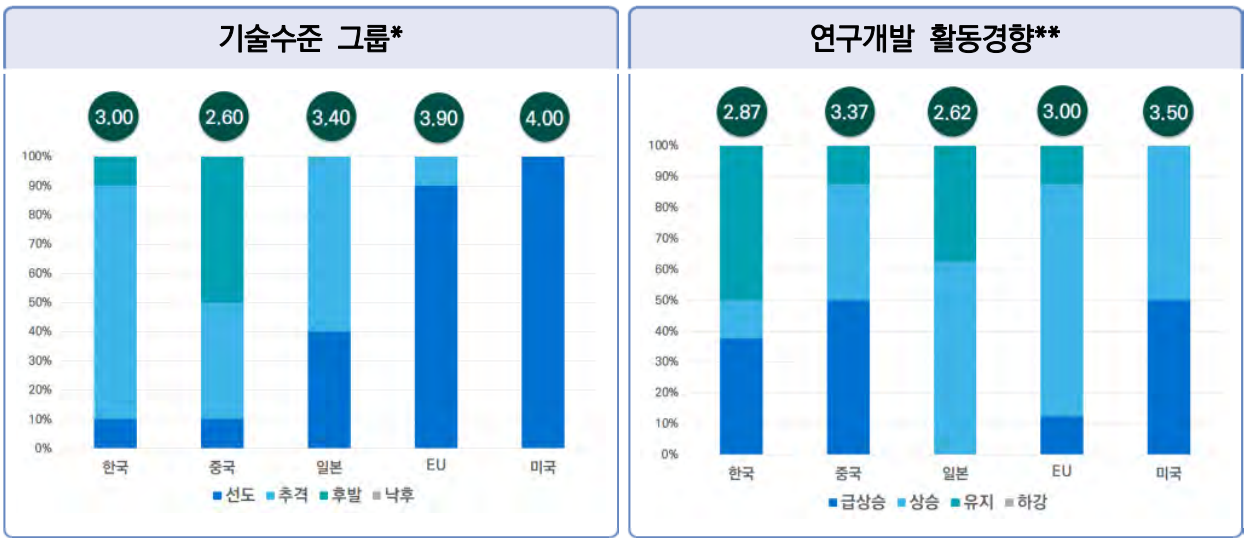
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	77.5	3.0	추격	우수	우수	상승
중국	68.0	4.0	추격	보통	우수	상승
일본	82.5	2.5	추격	우수	우수	상승
EU	90.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	급상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	76.5	2.3	77.5	70.0	85.0	9.8	3.0	2.5	4.0	1.3
중국	75.0	3.0	68.0	60.0	80.0	16.9	4.0	3.5	4.0	1.2
일본	85.0	2.5	82.5	74.0	88.0	10.3	2.5	2.0	3.0	0.8
EU	91.0	1.0	90.0	81.0	93.0	7.0	1.0	1.0	1.5	0.4
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

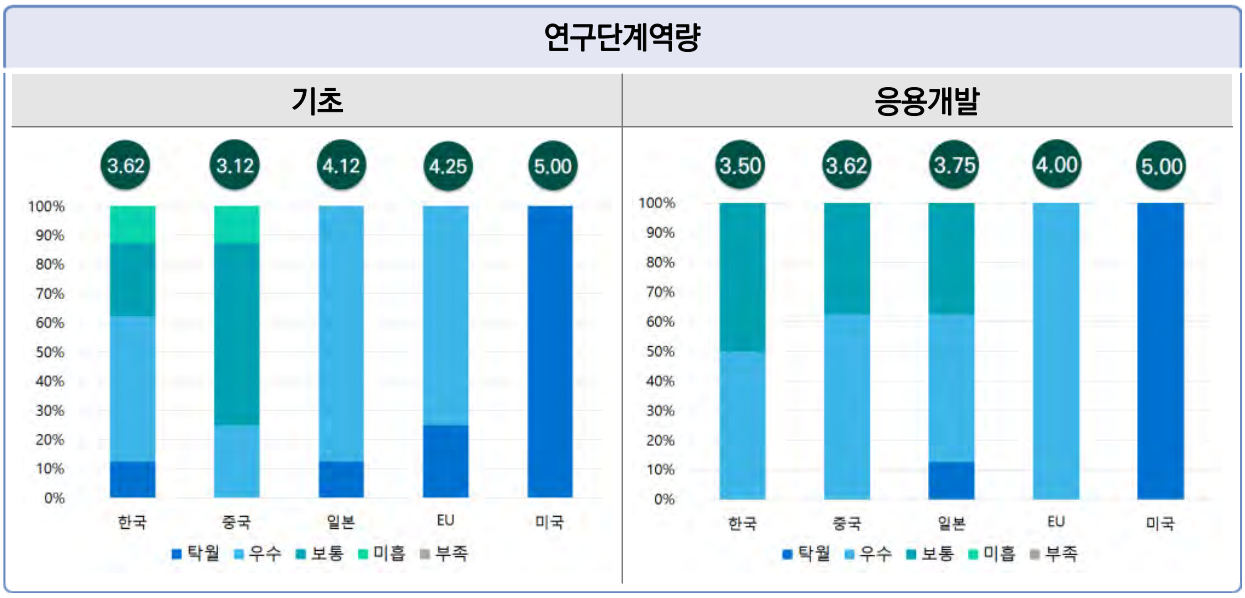
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (77.5%)	• 최근 정부주도로 원격의료서비스를 제도화하여 시장을 키우고 있음 • 시장 형성은 새로운 기술을 현장에 적용할 수 있는 기회를 마련함에 따라 빠르게 성장할 것으로 예상됨 • 일부 대기업의 성과는 비교적 우수하나 기타 기업들의 성과가 미흡하고, 논문 숫자도 미흡함 • 기간 산업부분이 약하고 특히 소프트웨어 인력이 취약하기 때문에 기술의 격차가 생김 • 원격으로 불허, EMR 도입에 대한 정부 보조 없음, 개인정보보호법과 각종 규제로 인하여 국내에서 생존 가능한 서비스 개발 불가능 • 세계 최고 수준의 IT 보급율과 높은 수준의 의료 인프라를 바탕으로 디지털 헬스케어 관련 서비스 및 기기 개발이 활발히 이루어지고 있으나 헬스케어 시장 규모가 작고 공보험에서 관련 기술에 대한 비용 지불이 이루어지지 않아 기술 개발에 있어 속도를 내지 못하고 있음
중국 (68.0%)	• 신기술을 개발하더라도 현장에 적용하기까지 제도적인 문제(의료법, 의료기기인증, 개인정보보호법 등)과 다양한 이해관계자들 간 공감대 형성이 어려워 기술개발 후 성장하는데 제약이 많음 • 신기술을 개발하고 시범서비스 및 임상시험의 단계를 모두 마치더라도 국내 의료서비스의 저렴한 의료비 내에서는 수익성이 나오기 어려워 많은 기업들이 해외 시장으로 진출하고 있기에 국내 시장과 기술 발전에 저해 요인인 됨 • 특허나 논문 숫자 등에서 성과가 미흡함 • 사회의 기본인프라가 의료분야를 ICT에 접목하여 실시하기에 어려운 구조 • 포지티브 규제로 인하여 뭐든지 가능. 다만. 의료의 수준이 매우 낮고, 병원 전산화, 표준화가 미비하여 장애로 작용 • 최근 관련 기기개발 및 사업화 속도가 빨라지고 있음
일본 (82.5%)	• 중국 정부주도로 헬스케어 시장을 활성화하고 있으며, 디지털 헬스케어 신기술을 개발 후 검증할 수 있는 시장과 제도적인 여건을 기반으로 활발하게 시장을 형성해가고 있음 • 신기술의 개발을 통해 다양한 관련 기술특허들을 등록하고 있음 • 전통적인 의료강국이지만, 디지털 헬스케어 분야에 투자가 많지 않고 국내 적용이 느림. 관련 논문과 특허가 상대적으로 적음 • 디지털 헬스 분야 논문의 성과는 미흡하나 특허 등 실용화에 좋은 성과를 거두고 있음. 그러나 기업의 성과가 미흡 • 원격의료 활성화되어 있으며, 신체계측에서 앞선 기술력 확보 • 정보은행 허용으로 정보신탁 및 거래 가능하도록 법적으로 허용됨 • 기술 보유는 선도 그룹에 속하나 정부 레귤레이션 측면에서는 개선 여지가 많음. 컨슈머 헬스 및 특정 웰니스 분야는 레귤레이션 오픈
EU (90.0%)	• 미국 대비 디지털 헬스케어와 관련된 기술력은 현재는 조금 부족하나 기본적으로 고급 의료기술력과 그 분야를 키울 수 있는 자본력(글로벌 제약사, 글로벌 보험사, 글로벌 의료기기사 등)에 대한 강점이 있음 • 미국과 동등한 수준의 기초 연구에 강점이 있음. 다만, 디지털 헬스케어 기술의 시장 적용이 느림

국가 (기술수준)	판단근거
	• 개인정보보호법인 GDPR 제정으로 가명화 데이터 교류 및 거래 활성화. 핀란드는 전 국민(1700만명) 전체 데이터가 통합 관리 됨 • EU 레귤레이션 완화 및 컨소시엄을 통한 지속적인 이노베이션 및 검증 시도 • 국가별 레귤레이션이 다른 점이 향후 빠른 확산의 걸림돌이 될 것
미국 (100%)	• 최고의 의료서비스 수준과 기업들(제약, 보험, 의료기관, 애플 등)이 적극적인 투자 진행 • 국가 차원에서는 디지털 헬스케어 기술 발전을 위해 제도 개선과 기술 개발에 맞는 효과적인 프로세스를 제공하고 있음 • 국내와 달리 유전자분석 서비스에 대한 제약이 적어 방대한 의료정보 및 라이프로그를 빅데이터화 함으로써 정밀의료의 기반 마련 중 • 전통적 의료강국이고, 구글이나 MS 같은 글로벌 IT 기업들의 투자가 많이 이루어지고 있음 • 정부의 지원과 사업 추진의 장벽이 거의 없어 애플, 핏빗 등 주요 기업들의 기술적 성과가 우수함 • 기본인프라가 앞서며, 산출되는 결과물로 판단할 때 1위 그룹이라 할 수 있음 • HITECH 법률에 의거하여 병원에서 EMR 도입 시 장려금 지급하여 병원 EMR 보급률 세계 최고 • FHIR 등 mHealth 표준 주도 • 광범위한 개발자 커뮤니티, 가명화 의생명 데이터 거래 허용 • 지속적인 정부 및 기업체 투자와 정부 레귤레이션 완화 등 • 최근 FDA의 Digital Health 팀에서 PreCert 프로그램 등 Digital Health 분야를 위한 faster track 규제완화 준비 중

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 의료서비스 기술 수준이 세계 최고 수준 • IT 기술력과 제조업 기술 수준이 높아 융합 헬스케어 기술 개발에 대한 완성도 높음 • 임상의학의 강점을 갖고 있고, HW나 통신 관련한 기술 잠재력은 있음 • IT 기술을 활용한 기술력 우수, 연구개발 관련 인프라가 비교적 우수하고 뛰어난 인력 풀을 보유하고 있어 관련 연구가 활발히 진행되는 편 • 대형 병원들의 주도로 디지털 헬스케어에 대한 관심이 높고, 기업, 대학, 연구소 등의 활발한 투자와 연구가 이루어지고 있어 기술과 인프라 등에서 강점 • 우수한 의료 인프라, 우수한 IT 인력, 좁은 국토(대부분이 대도시에 거주) 새로운 기술이 쉽게 받아들여짐	• 국가 R&D를 통해 기술 개발 후 기술의 업그레이드가 안 되는 현상이 반복됨 • SW나 데이터의 중요성에 대한 인식이 아직 부족하고, 각종 행정 규제로 인하여 시장이 활성화되지 않아 기술 개발의 동인이 많이 약화됨 • 사업화와 관련하여 제도의 미비로 사업화 성공 사례 적음 • 미국에 비해 시장에서 관련 기술 개발에 대한 자금 흐름이 적은 편이고 중국에 비해서는 규제로 인한 자유로운 서비스 출시가 어려운 편 • 관련 분야의 고급 인력이 부족해서, 시장의 요구에 미치지 못함. • 강력한 개인정보보법 등 규제로 인하여 병원 밖에서 건강정보를 활용할 수 없음. 식약처 규제, 보험공단 보험등재에 어려움으로 신기술 개발해도 상용화 불가

국가	강점분야	기타
	• 기초 연구 보다는 응용 연구에 더 많은 투자를 하는 것으로 보임. 디지털 헬스 등 새로운 분야에 대한 선별적 규제 완화를 통해 선진 기술/시장을 추월한다면 빠르게 시장 점유를 할 수 있을 것	• 인기 또는 유행 기술에 대한 차별 투자 등 단기적 전략은 지양할 필요 있음 • R&D 투자는 많이 하고 있으나 매우 비효율적으로 계획되고 집행됨. ICT 분야를 이끌어 갈 수 있는 좋은 소프트웨어 인력에 대한 확보가 매우 어려움
중국	• IT 기술의 발전으로 다양한 신기술 개발이 활발함 • 일당체제의 국가 특성상 국가 차원의 지원에 대한 지속적이고 일관성이 최대 강점 • 의료서비스의 접근성이 낮은 관계로 시장에서의 기회 요인이 많아 다양한 사업자들에게 시장이 매력도 높음 • 다양한 연구 집단이 의욕적으로 연구개발에 참여하고 있고, 정부의 투자 의지도 충분한 것으로 보임. 방대한 시장 규모가 큰 강점 • 벤치마킹을 통한 빠른 사업화 • 연구개발 분야보다는 실제 시장에서 빠른 시간 내에 서비스가 출시되어 상용화되는 것이 장점, 규제가 약해 새로운 서비스의 출시가 용이 • 현재는 기술과 인프라가 부족하지만, 국가의 주도하에 수많은 기업들이 생성되고 있고, 대학에서 우수인력들이 배출되고 있어 향후 전망이 매우 좋음 • 포지티브 규제로 무엇이든지 가능. 일단 허용 후 문제가 생기면 그 부분에 한해 규제 • 현재는 대부분 과학적 검증이 미비한 웰니스 제품 위주로 내부 시장에 국한	• 기초 연구에 필요한 인적 자원이 부족함 • 지나친 성과주의로 내실이 없는 경우가 많고, 기술수준 미비 • 근거 기반의 연구 활동이 타 국가에 비해 약한 편 • 병원과 민간에서의 적용이 미미함. • 의료수준이 열악 • 의료기관 EMR 보급률 낮음 • 병원 EMR 내 용어가 표준화 되지 않음 • 좋은 인력을 양성하고 있으나 이를 수용할 수 있는 사회 인프라가 취약함
일본	• 최근 제도 안에서 원격의료서비스가 제공될 수 있도록 함으로써 시장의 활성화 기초를 마련 • 초고령화 사회로 헬스케어 서비스의 필요성이 높아 그와 관련된 헬스케어 로봇과 같은 기술 개발 분야를 선도 • 전자 제품의 기술력 등 HW의 강점을 갖고 있음. 기초 과학의 우수성 보유 • 높은 기술력과 꾸준한 투자 • 정부에서 헬스 케어 산업을 육성하기 위한 전략으로 신 의료기술에 대한 투자를 늘려가고 있는 편 • 좋은 인력과 좋은 인프라를 가지고 있음. 다양한 기술을 접목시킬 수 있는 중소기업 강한 것이 큰 장점	• 전반적으로 보수적인 성향이 강하여 디지털 분야의 혁신에 상대적으로 소극적임 • 새로운 기술을 개발하고 시장을 선도할 디지털 헬스케어 관련 스타트업 풀이 적은 편 • 대형병원과 민간에서의 인프라 투자 부족 • 그동안 보수적이었으나 최근 빅데이터 기반 산업화에 대한 정책적 지원을 법제화함 • 선별적 규제완화 필요 • 전통적인 의료강국이지만, 디지털 헬스케어에 대한 기업들의 투자와 대학, 병원 등의 연구 발전이 느림

국가	강점분야	기타
	• 넓은 국토와 많은 도서지역 등으로 원격의료가 수십 년 전부터 허용되고 상용화됨. 정밀 생체계측 등에서 탄탄한 기술력과 세계적 상용제품군 확보 • 헬스에 대한 국가 규제가 높아 core health 분야 기술이 상업화하기 힘들다는 점을 제외하면 기술 혁신을 위한 기초 인프라는 강한 편	
EU	• 영국은 국가차원에서 정밀의료를 오랜 시간동안 장기적인 관점에서 지속적인 투자와 안정적인 연구 환경을 제공하고 있음 • 독일은 도이치텔레콤과 같은 통신사들이 만성질환관리 서비스를 지역별로 서비스를 제공하고 있음 • 전통적으로 연구 분야에 지속적인 강점 • 기초 과학 등 기반 연구의 전통적인 강점을 갖고 있고, 데이터 사이언스의 측면에서도 강점을 갖고 있어 디지털 헬스의 컨텐츠 개발에 유리한 환경을 갖고 있음. 특히 국가 주도 의료시스템을 갖고 있는 나라가 많아 대규모 데이터 수집에도 유리 • 공공의료 관점에서 의료비 절감을 위해 디지털 헬스케어를 도입하려다보니 관련 연구가 증가하는 추세, 글로벌 제약사의 본사가 많이 위치하고 있어 북유럽 중심으로 빠른 성장세를 보임 • 기초연구가 많이 이루어지고 있고, 기술과 인력적인 측면도 우수함 • 인력의 구성이 좋으며, 다양한 연구여건에 맞게 연구와 제품의 개발이 이루어지고 있음 • 오래된 민주시민사회로 국민들이 국가를 신뢰하여 사회적 갈등이 적음. (핀란드의 경우 전국민 자료가 한 통에 서로 연계되어 저장되어 있음) • 의료기계, 제약 분야에서 세계적 다국적 기업이 많음 • EU 내 컨소시엄 (CNECT·E HEALTH)의 활동과 EU 국가 내 협업이 활발히 이루어지고 있으며 미국보다 다소 낮은 규제에 힘입어 빠른 기술 검증이 강점	• 복지가 잘되어 있는 국가 특성상 신기술에 대한 시장의 니즈가 약함 • 디지털 헬스 관련 기업의 활동이 활발하지 않음 • 개인 정보 관련 규제가 전 세계적으로 가장 까다로워 빠른 시장 출시 및 검증은 어려운 편 • 모바일 헬스 케어 등의 새로운 기술에 대한 적용과 시장 반응이 느림 • 미국에 비해서 제도적인 면에서 보수적 • 여러 국가로 나뉘어 있어서 상호간 경쟁. • EU 국가별 기술력과 시장 선호도 등이 달라 macro하게 끌어내는 힘은 약하다고 판단 • 디지털 헬스케어에 대한 시장 반응이 느리고 상대적으로 인프라가 아직 덜 구축됨
미국	• 애플, 구글, 아마존, 시그나, 메이요클리닉 등 다양한 산업 분야에서 헬스케어 산업에 적극적인 투자 진행함으로써 연구, 기술 개발이 활발함	• 디지털 헬스에 있어 환자의 전자의무기록과의 연동이 무엇보다 중요하나 아직 이 부분은 해결이 되지 않음

국가	강점분야	기타
	• 국가차원에서 신기술을 신속하게 의료서비스에 적용할 수 있도록 의료기기 제도 개선함 • 샌프란시스코, 실리콘벨리 등 기술력 있는 해외 기업 유치 활발함 • 디지털 헬스의 콘텐츠를 제공해줄 수 있는 기반 연구의 전통적인 강점 보유 • 실용기술의 경우 시장에서의 수용성이 결국 기술개발의 동인이 되기 때문에 기술개발 수준을 견인할 수 있는데, 이런 면에서도 강정을 갖고 있음 • 디지털 헬스케어 관련 다양한 연구가 진행중이며 연구비, 인프라, 기업과의 연계 등이 매우 활발하게 이루어지고 있음 • 기술, 인력, 인프라가 모두 앞선 그룹. 특히 인력부분에서 경쟁을 통한 성공성과를 얻을 수 있는 환경이기 때문에 좋은 인력들이 집중화 되어 있는 구조 • 변화를 이끌어가는 창의성, 사회경제적, 정치적 지원이 탁월 • 혁신 신기술의 기초연구부터 상업화까지의 인프라가 잘 구축되어 있음	• FDA에서 최근 디지털 헬스케어 관련 규제를 완화하긴 했지만 인증을 받는 절차가 까다로운 편

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	2위	1위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 디지털 헬스 케어는 다양한 산업분야의 기술력과 노하우를 공유하고 융합했을 시 R&D 성공률을 높일 수 있음. 그러나 기존의 R&D 사업 중 의료기관 중심의 기술 개발의 경우만 보더라도 사업화, 기술력 확보로 목표를 제시하고 달성한 경우가 많지 않음. 그것은 의료기관 중심의 R&D 기획은 의료서비스 분야를 제외한 다양한 산업분야에 대한 경험과 노하우가 부족하여 발생한 당연한 결과라 볼 수 있음. 향후 국가 과제 참여 기관의 자격 조건이 사업화 혹은 기술특허 확보에 좀 더 강화함으로써 사업화에 확실한 의지가 있는 사업자들에게 많은 기회가 돌아가는 구조가 되어야 함 • 병원을 중심으로 산학연이 협력할 수 있는 정부과제 도출 • 디지털 헬스 분야에 있어 기술 수요자인 의료기관과 기술 개발자 간의 협력이 아직 미흡하므로, 이를 극복할 수 있도록 하는 노력 필요

	정책제언
	• 국내 다양한 경쟁자들이 존재하는데, 상호간 협력할 수 있는 모델을 만들어야 함. 상호경쟁을 넘어서서 비방, 경쟁, 배제함으로써 전체적인 국가 경쟁력을 올리는데 심한 장애가 발생 • 국내의 여러 기업들이 추진하는 디지털 헬스 케어 산업은 그 이름과 모양만 다를 뿐 방식은 유사한 방식을 취하고 있음. 이에 국내 관련 기업들의 협력을 통해 표준화를 꾀해 효율적인 사업 추진 필요 • 디지털 헬스케어 사업화를 위해서는 다양한 주체(보험자, 병원, 정부, 환자 및 서비스 제공자 등)가 개입되어 있다 보니 국내 다양한 주체간의 협력이 중요함
국제협력 촉진	• 국내 법, 규제로 시도되지 못하는 기술개발 및 사업화가 해외에서는 가능한 경우가 많기에 그 경험을 공유할 수 있는 국제 학술대회, 세미나 등을 국내에서 주최함으로써 국내 연구진, 사업가들이 간접적으로 경험을 할 수 있는 자리를 만듦으로써 글로벌 시장의 흐름을 놓치지 않도록 지원할 필요가 있음. 또한 국내에서는 할 수 없는 기술 사업화를 의료 서비스 및 인프라가 취약한 국가에서 시도할 수 있도록 기회를 만들어 줄 필요가 있음 • 실질적인 협력이 될 수 있는 국제 협력과제 도출, 기업의 국제전시회 및 사업을 위한 멘토링 • 디지털 헬스의 임상적 유용성을 검증하는 일은 상당히 대규모 참여자를 필요로 하고, 개발 단계에서부터 해외 시장 진출을 염두에 두어야하기 때문에 이를 대비한 국제 협력을 추진할 필요가 있음 • 처음부터 국제 개방형 포럼에 참여하여 기여하고 국내실정을 반영한 국제모델이 필요. 친분 중심의 특정기관 국외 협력은 지속성이 없으며, 이미 형성된 개방형 오픈 포럼에 적극 참여할 수 있도록 유도하고, 개방형 오픈 포럼을 경제적으로 지원할 수 있는 방안 마련 • 국내의 협력을 통해 디지털 헬스케어의 기준이 마련되면 이를 국제적인 기준으로 만들기 위한 국제협력이 필요함. • 국내 디지털 헬스케어 시장의 한계로 글로벌 시장을 염두에 두고 확장하는 것이 중요할 것으로 봄, 다만 현재 시점에서 국내 사업화 및 연구 결과를 축적하는 것이 조금 더 우선 • 벤쳐 및 사업화 경험이 있는 해외 인력 그룹, VC 등을 어드바이저 그룹으로 확보하고 사업화를 위한 국제 협력 촉진해야 함
인력양성 및 유치	• 각 분야별 전문가들은 많으나 산업간 융합할 수 있는 융합형 인재가 부족한 현실이며 이는 단순하게 학습을 통해 배울 수 있기는 제약이 많은 바, 융합형 인재 양성을 위해 기존의 각 산업분야의 전문가들이 타 산업 분야에서 협력 연구 기회를 다양하게 만들어 줄 필요가 있음 • 대학과 연구소의 해당 분야의 지원책 필요. 관련 기업과 취업 연계 프로그램, 의료 지식과 디지털 헬스 관련 기술을 모두 이해할 수 있는 인력의 양성이 시급함 • 국내 우수대학 컴퓨터공학과 학생 정원은 수도권 인구유입제한 정책에 의하여 정원을 늘리지 못하고 있다. 소프트웨어는 고급인력 1명이 100명의 개발자역할을 할 수 있는 분야이기 때문에 고급두뇌양성을 위한 여건을 정부가 개선해주어야 함 • 1년 단기 교육프로그램 (직업교육)과 대학원 지원프로그램 병행. 고도의 전문가는 대학원 프로그램에서 양성되므로 이에 대한 지원 절실 • 디지털 헬스케어 관련 산업은 유망성에 비해 현실에서 돌아가는 사업이 많지 않기에 일자리가 부족한 상황으로 이 분야의 전문가로 성장하는 것이 쉽지 않음. 적극적인 투자를 통해 인력양성과 사업화가 필요함 • 현재 디지털 헬스케어 관련 인재 풀이 협소하여 의료, IT, 및 사업 개발의 융합 전문 인력 양성이 시급

	정책제언
	• 벤처 및 사업화 관련 인력 양성 및 해외 경험자 유지가 절실하게 필요함. 한국은 이제 사업화 인력 확충에 전력을 기울여야 할 때
인프라 구축	• 디지털 헬스 케어 분야는 의료, 보험, 제약, 의료기기, ICT, 통신, 제조 등 다양한 이종산업 간의 융합이 필수적인 산업으로 각각의 산업 분야의 기술과 서비스가 제약 없이 융합되어 연구, 개발, 테스트 그리고 산업화될 수 있도록 상호 연계된 인프라 구축 필요, 연계된 인프라를 통해 생동감 있는 인큐베이팅 환경을 확보할 수 있음 • 국가차원의 의료정보의 관리 및 기업의 서비스 인프라 필요 • 디지털 헬스 기술이 시장에 파급되려면 디지털 헬스와 관련된 개인의 정보가 수집되고 축적될 수 있는 플랫폼이 필요한데 이러한 플랫폼은 대규모 사업자 등이 참여하여야 하나 아직 이러한 플랫폼이 구축되어 있지 않아 디지털 헬스 관련 정보가 파편화되어 있음 • 디지털적으로 건강관리를 할 수 있는 서비스 인프라의 구축 필요. 기존의 CE(Consumer Electronic)과 같은 디지털 서비스와 별개의 인프라를 구축할 것인지, 같은 인프라를 사용하면서 다른 운영 관리 방법을 선택할 것인지에 대한 논의 필요 • 국내 디지털 헬스 케어 관련 인프라(데이터 플랫폼, 시장, 병원 내 디지털 헬스 케어 활용도, 수가 체계 등)가 갖춰져야 더 많은 새로운 기술이 개발되고 사업화 되는 것이 가능할 것 • 국내 법 제도 개선에 이어 기술 사업화를 촉진할 수 있는 인프라 구축이 시급함. 현재 인프라는 연구개발 위주이며 벤처 육성 및 사업화 인프라는 열악한 실정
법·제도 개선	• 디지털 헬스 케어 분야는 의료, 보험, 제약, 의료기기, ICT, 통신, 제조 등 다양한 이종산업 간의 융합이 필수적인 산업으로 각각의 산업 분야의 기술과 서비스가 제약 없이 융합되어 연구, 개발, 테스트 그리고 산업화될 수 있도록 각 산업분야별 법, 제도(대표적으로 의료법, 의료기기법, 개인정보보호법 등)를 개선할 필요가 있음 • 의료기기의 인허가 기간 단축 및 의료수가의 적정한 보장. 원격의료 등의 규제 완화. • 개인정보보호법이나 원격의료 등에 대한 법적 제도적 뒷받침이 되어야 기업들이 해당 기술이나 제품의 개발에 적극적으로 나설 수 있음 • 많은 인공지능관련 연구가 정보보호법 규제에 묶여 그 효과를 보지 못하고 있음. 특히 빅데이터는 많은 자료의 활용이 전제조건인데 자료 활용을 막는 제도가 개선되지 않은 채 유지되고 있음 • "의료신기술 개발 및 산업화"을 "의료 영리화"로 모는 프레임을 극복해야 함. "의료신기술 개발 및 산업화"를 통해 난치질환 극복, 의료의 질 향상, 의료비 절감, 기업창업을 통해 우수한 일자리 창출, 국가의 국제 경쟁력 확보, 세수 증대가 가능함 • 디지털 헬스케어 기술은 개인의 건강 정보와 관련이 있어 이 정보의 취급과 관련하여 법제도 개선이 시급함. 관련 법제도로는 정보 취급과 관련한 자격제도 및 문제 발생 시의 책임소재 등과 같은 법제도가 필요함 • 개인정보보호법, 생명윤리 및 안전에 관한 법률 등 의료개인정보 이슈와 관련하여 적절한 가이드라인 설정 및 관련법 신설 필요 • 해외 트렌드 특히 미국 헬스 관련 법규 트렌드를 참고한 국내법 제도 개선이 가장 시급한 이슈. 많은 새로운 기술 및 사업화 아이디어들이 국내 단체 또는 국내법에 묶여 사장되고 있음
연구비 확대	• 십년 이상 진행된 R&D 과제들의 연구를 통해 얻은 기술이 제도와 법규의 제약으로 인해 사업화가 될 수 없어 유사한 연구가 계속 반복되고 있음. 이는 연구비 확대의 문제보다 연구개발을 통해 얻은 기술이 산업화가 되고 새로운 연구비는 다음 단계의 기술 연구에 투자되는 구조가 되어야 할 필요가 있음

	정책제언
	• 관련 분야의 원천 및 응용연구에 관한 지원 확대. 개발된 기술의 사업화 지원 및 의료기기 인증 지원 필요 • 디지털 헬스 기술의 근간은 다양한 센서 등을 통하여 수집되는 데이터의 의학적 의미를 해석하는 기술임. 데이터의 의학적 의미를 해석하기 위해서는 상당히 큰 규모의 코호트를 대상으로 해당 데이터를 수집하고 장기간 추적하는 기초연구 필요. 이러한 기초연구에 대한 투자가 현재 매우 미흡한 상태로 단순하게 HW만 개발해서는 시장에서 성공할 수 없음 • 한국의 연구비는 규모는 크나 연구 기획, 집행절차들을 보면 규모에 비해서 연구지원효과가 나타나지 못하게 집행되고 있음. 국내 연구비 지원이 연구 활동에 집중될 수 있는 제도 개선 필요 • 특정 기술 개발만이 아닌 지속가능하고 누구나 참여 가능한 개방형 플랫폼 개발에 많은 강조가 이루어져야 함 • 연구비의 확대뿐만 아니라 장기간 투자와 지속적인 투자 필요 • 현재 연구비를 늘리는 것도 중요하지만 사업 및 실증을 위한 쪽으로 예산을 늘릴 필요가 있음 • 현재 국내 연구비의 이슈는 양보다 질이라고 생각함. 기술 연구를 뛰어넘어 사업화 역량에 초점을 둔 연구비 운용이 필요함. 국내 팀은 사업화 역량이 현저히 떨어지므로 해외 팀 영입 또는 협력을 통한 pull·in에 연구비 투자를 해야 할 때
기타 의견	• 많은 시장이 갈수록 데이터를 다루는 능력이 기술력 차이를 만들어가고 있기에, 헬스 케어 분야에서도 기술력을 발전시키고 국가 경쟁력을 키울 수 있기 위해서는 의료정보, Lifelog 등을 기술에서 활용할 수 있도록 개인정보, 의료법, 의료기기 관련 제도 등에 막혀있는 법, 제도 개선을 통해 데이터를 활용한 기술 발전의 기회를 만들어 가야 할 필요가 있음 • 디지털 헬스 분야는 인공지능, 빅데이터, 클라우드 등 4차 산업혁명의 핵심기술이라고 하는 분야들과의 융복합이 필수. 특히 디지털 헬스 관련 제품들을 통하여 생성되는 정보를 일반 사용자가 이해하고 자신의 건강관리에 적극적으로 활용할 수 있기 위해서는 데이터 시각화 등 데이터 사이언스와의 융합이 필수적임 • 디지털 헬스 케어 관련 시장 육성을 위해 건강보험 재정 절감을 목적으로 하는 디지털 헬스 케어 서비스의 수가화가 중요할 것 • 피부 관련 디지털헬스연구들은 기술 수준 향상 지원을 통하여 지난 수년간 급진적으로 발전해온 화장품사업과 융합하여 4차 산업혁명 시대의 새로운 화장품 산업을 선도할 수 있는 영역으로 발전가능. 적극적인 life log data 필요 • 디지털 헬스 자체가 융복합 아이디어이므로 한 개의 기술만 생각할 것이 아니라 그 상위의 시스템, 비즈니스, 사회 인프라를 포괄적으로 고려한 혁신 아이디어 개발과 실현화가 시급

다 주요 분석 결과 요약

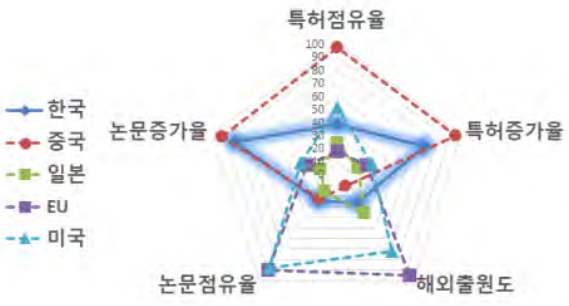
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	디지털 헬스케어 기술	1,713	5,459	169.2%	148.4%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

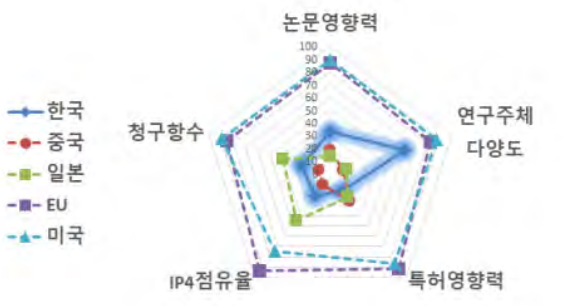
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	EU
	39.8%	48.2%	14.2	19.8
한국	3위	3위	3위	5위
	9.2%	15.7%	8.0	2.3
5개국 평균[2]	-	-	12.4	15.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

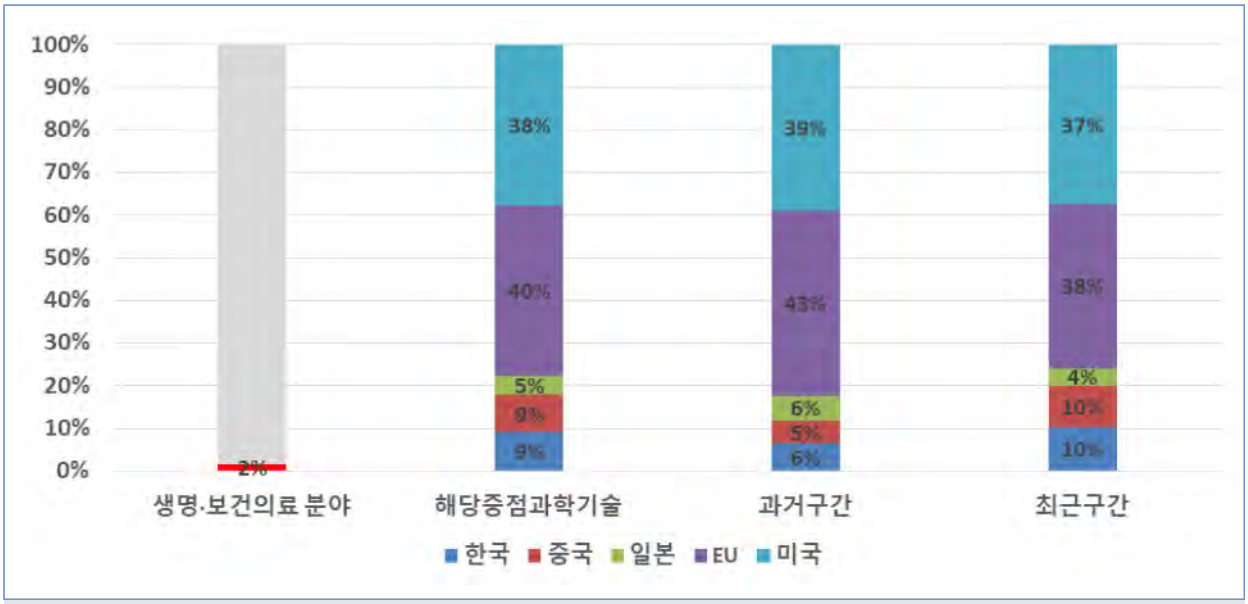
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(9.2%)은 주요 5개국 중 3위이며 논문 영향력(8.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(39.8%), 미국(37.8%), 한국(9.2%), 중국(8.6%), 일본(4.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(388.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(14.2), EU(13.8), 한국(8.0), 중국(6.3), 일본(5.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(15.7%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.3)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(48.2%), 미국(20.4%), 한국(15.7%), 일본(9.6%), EU(6.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(334.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 EU(19.8), 미국(17.9), 중국(4.9), 일본(4.1), 한국(2.3) 순이며, IP4 점유율은 EU(20.8%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	9.2%	8.6%	4.6%	39.8%	37.8%
	논문 증가율	326.7%	388.0%	92.6%	138.8%	158.0%
	논문 영향력	8.0	6.3	5.6	13.8	14.2
	연구주체 다양도	0.90	0.95	0.75	0.97	0.94
특허 분석	특허 점유율	15.7%	48.2%	9.6%	6.1%	20.4%
	특허 증가율	186.9%	334.6%	2.3%	31.5%	47.2%
	해외출원도	1.1	0.1	1.6	5.0	3.2
	특허 영향력	2.3	4.9	4.1	19.8	17.9
	IP4점유율	3.8%	0.5%	8.8%	20.8%	14.3%
	청구항수	3.2	1.8	4.3	7.4	8.0

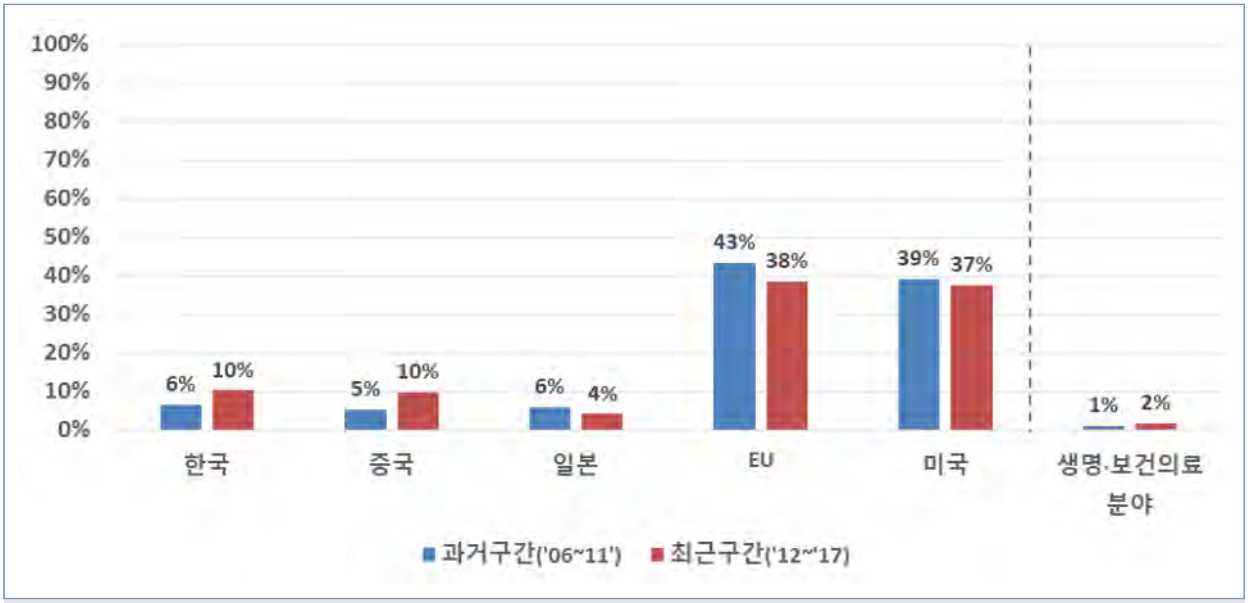
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 디지털 헬스케어 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 681건으로 전체 논문의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, 중국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 디지털 헬스케어 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 2%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

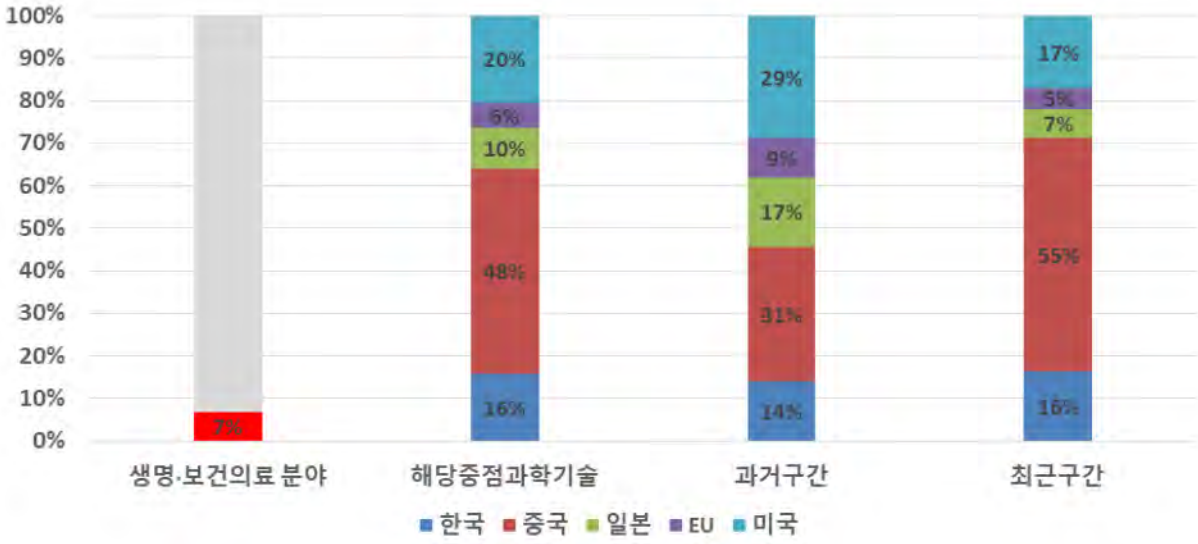


● 디지털 헬스케어 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 326.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	30	128	158	326.7%
중국	25	122	147	388.0%
일본	27	52	79	92.6%
EU	201	480	681	138.8%
미국	181	467	648	158.0%
전체	464	1,249	1,713	169.2%

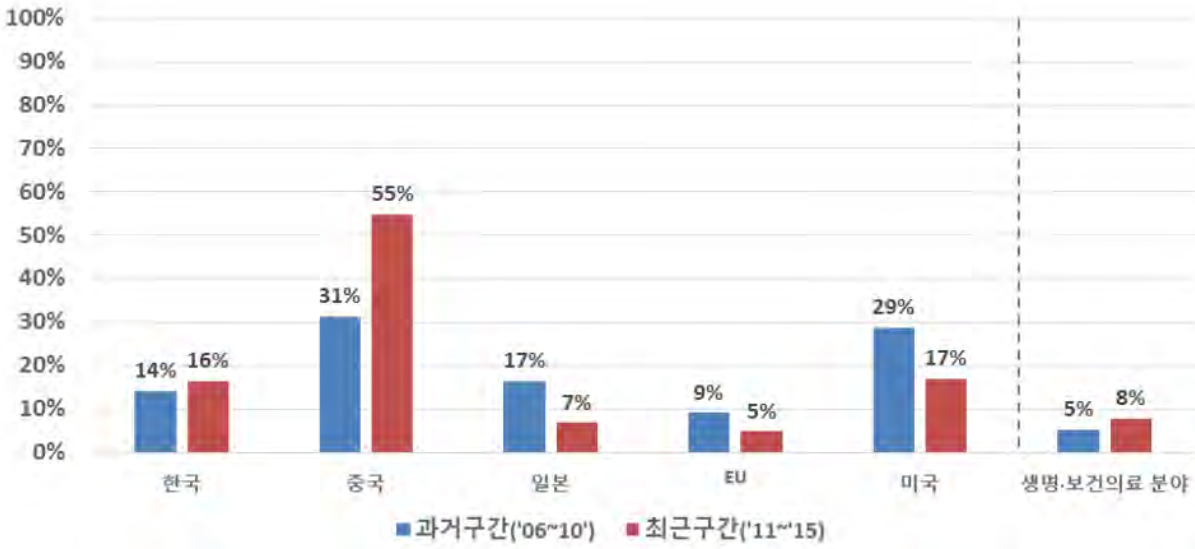
(4) 특허 점유율(전체)



- 디지털 헬스케어 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2630건으로 전체 특허의 48%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 디지털 헬스케어 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 7%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



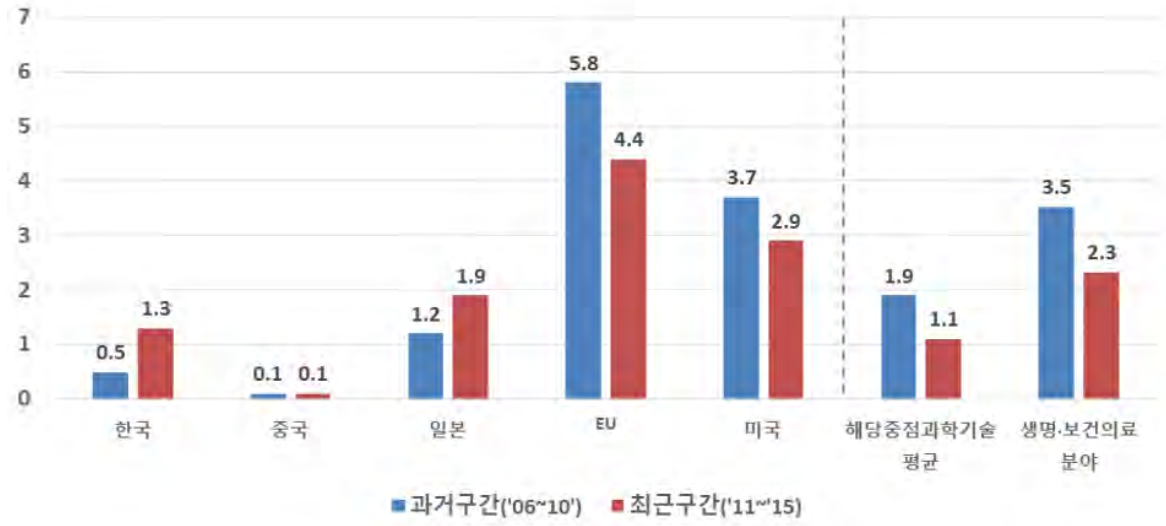
● 디지털 헬스케어 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 186.9%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	222	637	859	186.9%
중국	492	2,138	2,630	334.6%
일본	259	265	524	2.3%
EU	143	188	331	31.5%
미국	451	664	1,115	47.2%
전체	1,567	3,892	5,459	148.4%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

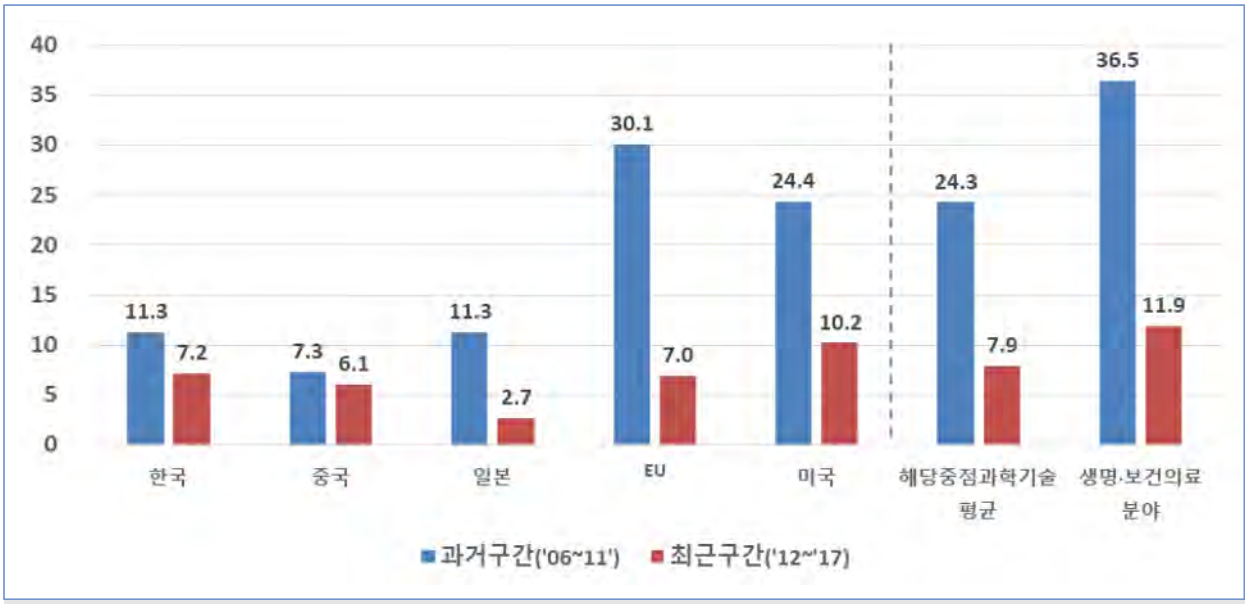


- 디지털 헬스케어 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

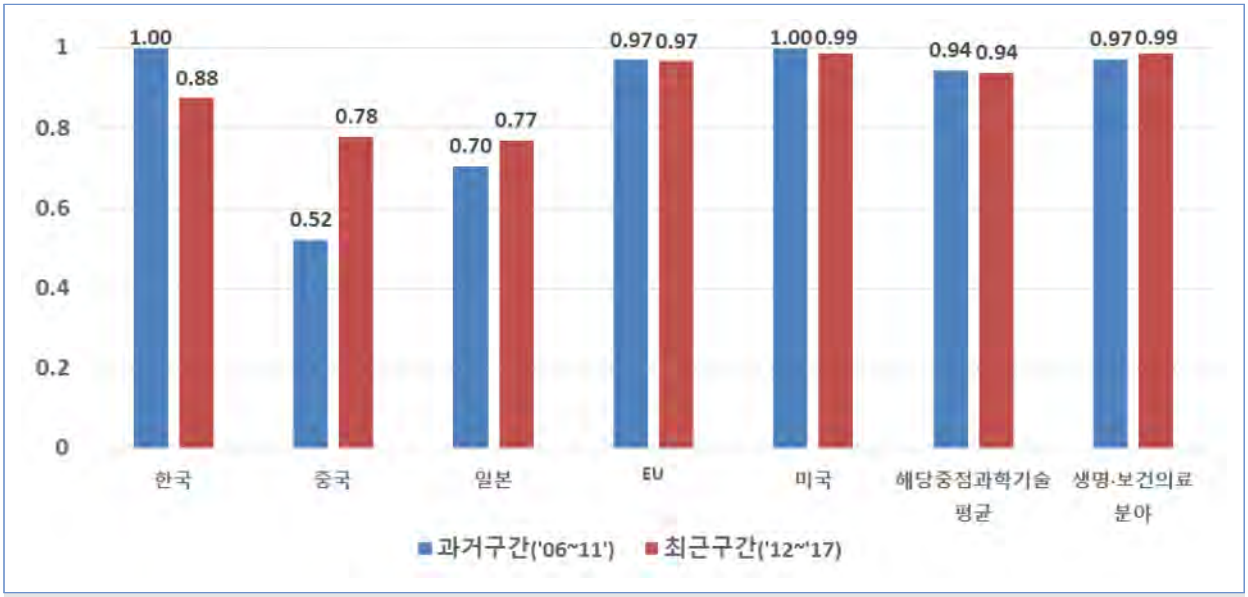
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



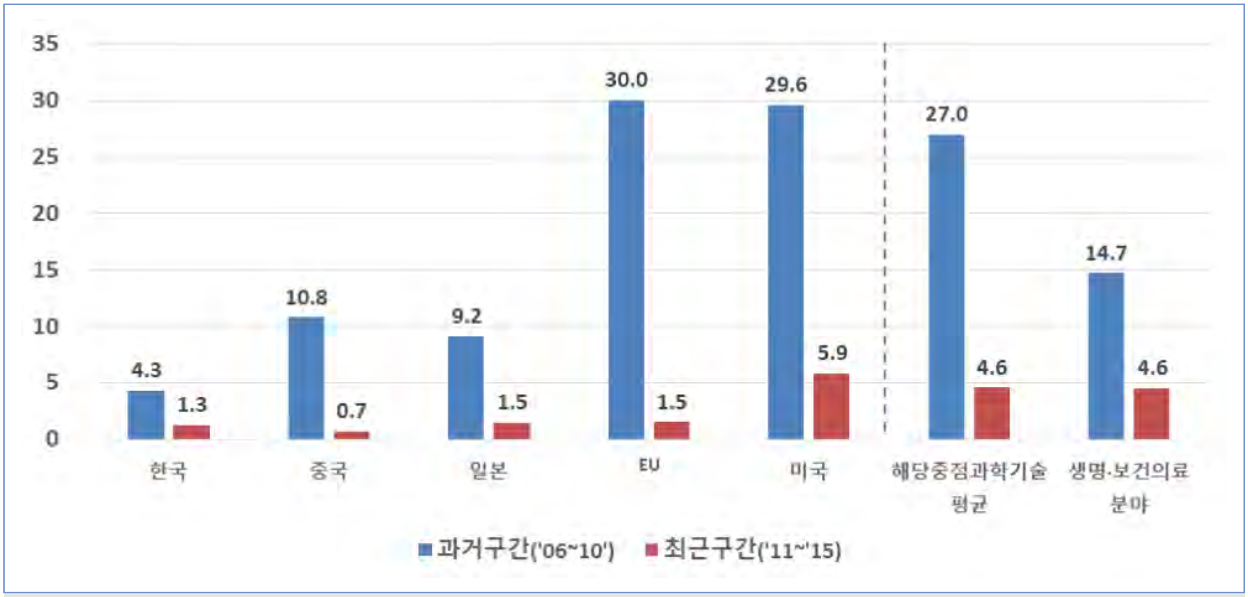
● 디지털 헬스케어 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



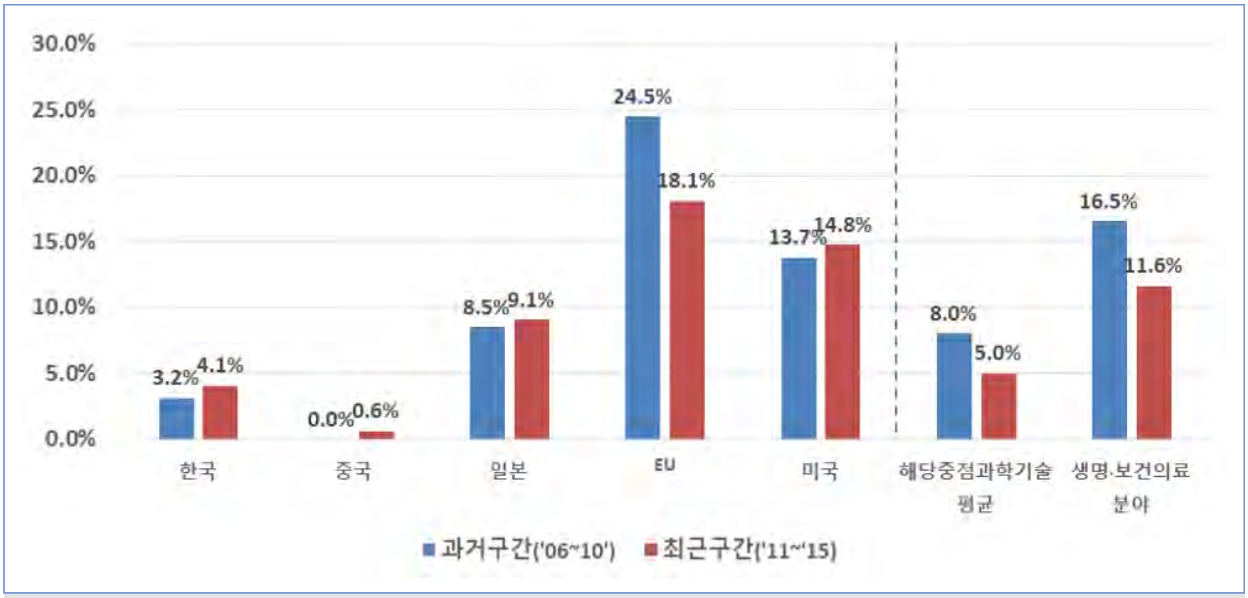
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



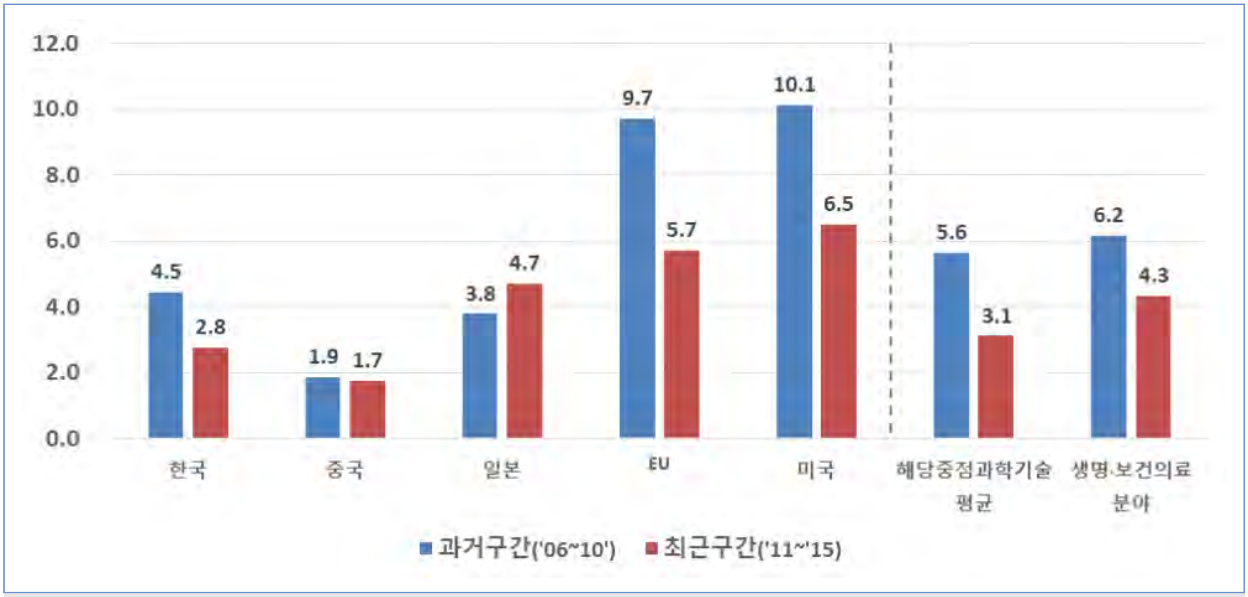
- 디지털 헬스케어 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 디지털 헬스케어 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 디지털 헬스케어 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

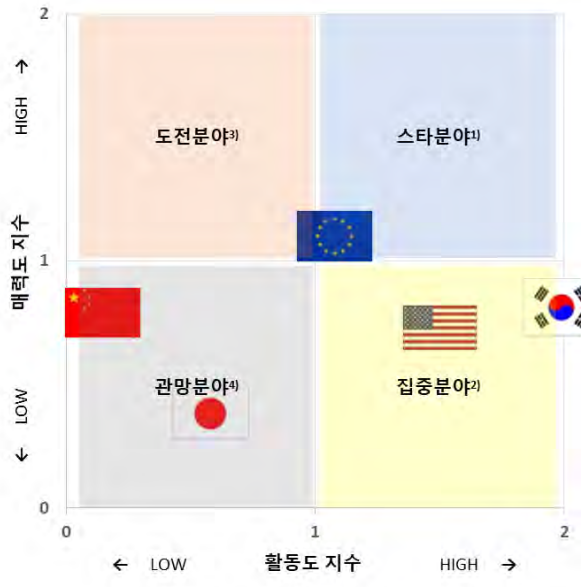
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

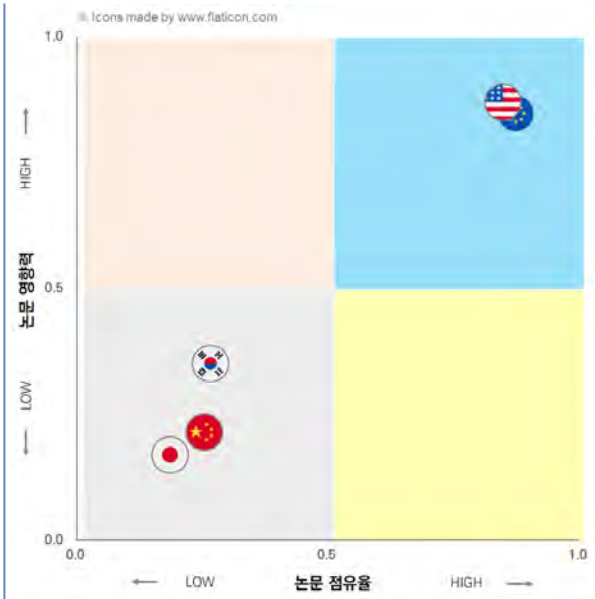
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 디지털 헬스케어 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

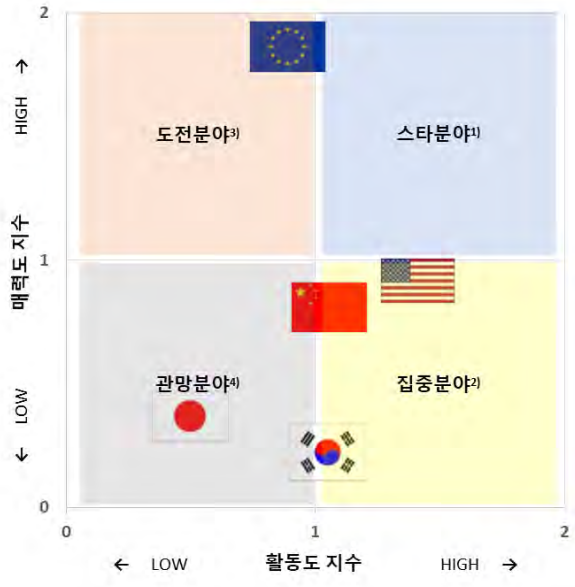


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

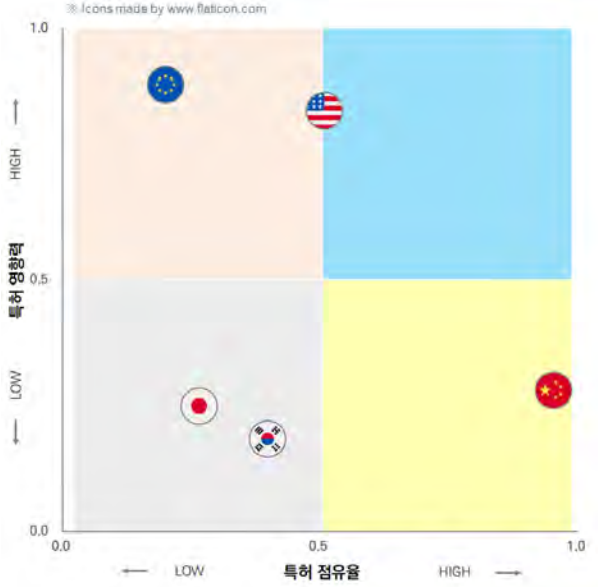
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 디지털 헬스케어 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.05%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 4.43%(글로벌 점유율은 0.41%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.78%	1.05%	100.00%
2	INSTITUTO DE TELECOMUNICAÇÕES	EU	1.32%	0.53%	250.00%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	미국	1.23%	0.47%	66.67%
4	KOREA UNIVERSITY	한국	4.43%	0.41%	600.00%
5	UNIVERSITY OF PITTSBURGH	미국	1.08%	0.41%	500.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	4.43%	0.41%	600.00%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.80%	0.35%	400.00%
3	ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (UNIST)	2.53%	0.23%	300.00%
4	HANNAM UNIVERSITY	2.53%	0.23%	300.00%
5	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.53%	0.23%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.40%	0.29%	400.00%
2	KEY LABORATORY OF ADVANCED TECHNOLOGIES OF MATERIALS	1.36%	0.12%	100.00%
3	STATE KEY LABORATORY ON INTEGRATED OPTOELECTRONICS	1.36%	0.12%	100.00%
4	TIANJIN UNIVERSITY	1.36%	0.12%	0.00%
5	JINAN UNIVERSITY	1.36%	0.12%	100.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	6.33%	0.29%	50.00%
2	UNIVERSITY OF TSUKUBA	3.80%	0.18%	-50.00%
3	NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY	2.53%	0.12%	100.00%
4	WASEDA UNIVERSITY	2.53%	0.12%	100.00%
5	UNIVERSITY OF HYOGO	2.53%	0.12%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTO DE TELECOMUNICAÇÕES	1.32%	0.53%	250.00%
2	KAROLINSKA INSTITUTET	0.73%	0.29%	400.00%
3	UNIVERSITY OF PAVIA	0.59%	0.23%	0.00%
4	VTT TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND	0.59%	0.23%	-66.67%
5	UNIVERSITY OF OXFORD	0.59%	0.23%	300.00%

6 미국

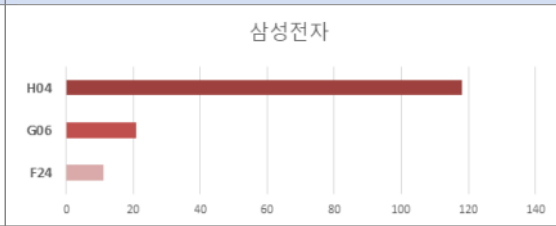
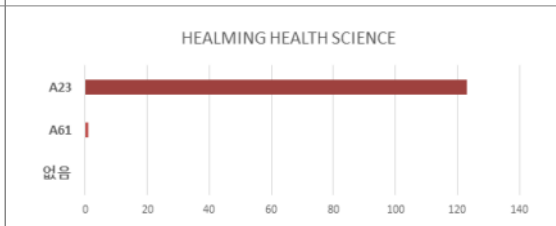
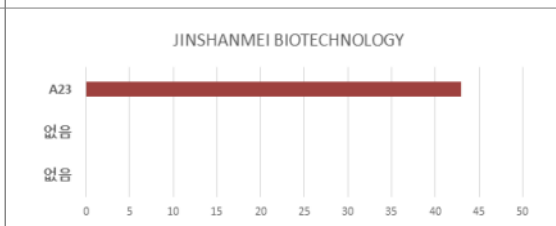
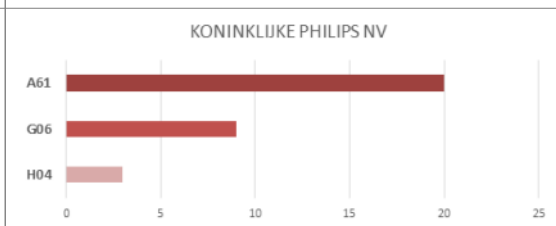
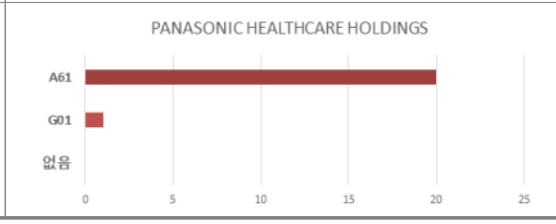
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.78%	1.05%	100.00%
2	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.23%	0.47%	66.67%
3	UNIVERSITY OF PITTSBURGH	1.08%	0.41%	500.00%
4	STANFORD UNIVERSITY	0.77%	0.29%	300.00%
5	PURDUE UNIVERSITY	0.77%	0.29%	-33.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '삼성전자(3.11%)' 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '삼성전자'가 19.79%(글로벌 점유율은 3.11%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

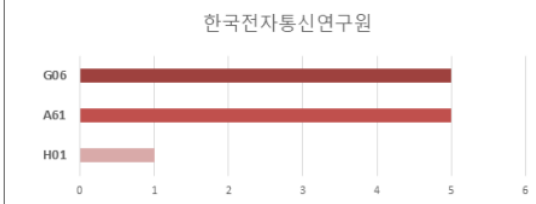
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SAMSUNG ELECTRONICS	한국	19.79%	3.11%	1345.45%
2	HEALMING HEALTH SCIENCE	중국	4.71%	2.27%	12300.00%
3	JINSHANMEI BIOTECHNOLOGY	중국	1.63%	0.79%	4200.00%
4	KONINKLIJKE PHILIPS NV	EU	11.18%	0.68%	31.25%
5	PANASONIC HEALTHCARE HOLDINGS	일본	4.01%	0.38%	850.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
3		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		–	–

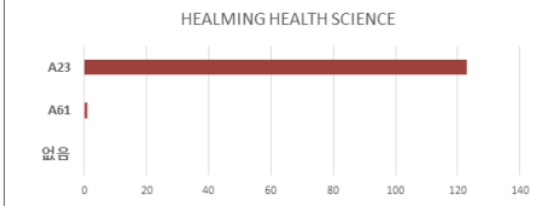
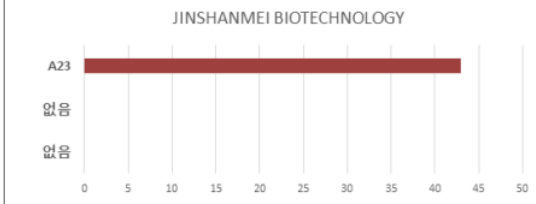
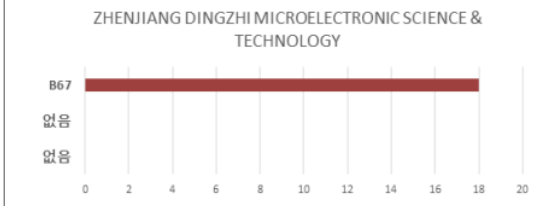
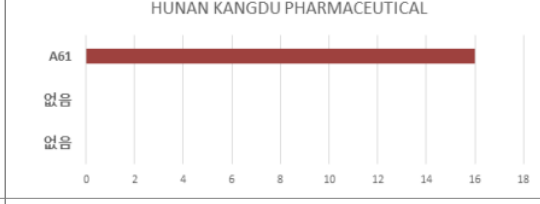
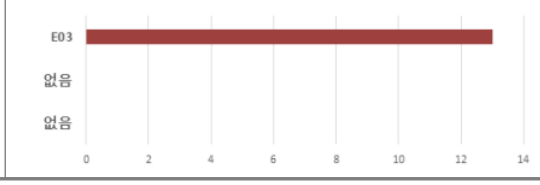
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	19.79%	3.11%	1345.45%
2	윤승한	1.51%	0.24%	1200.00%
3	한국전자통신연구원	1.28%	0.20%	-77.78%
4	경북대학교	1.28%	0.20%	350.00%
5	가천대학교	1.28%	0.20%	350.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		A21	식용 가루반죽; 제빵
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-

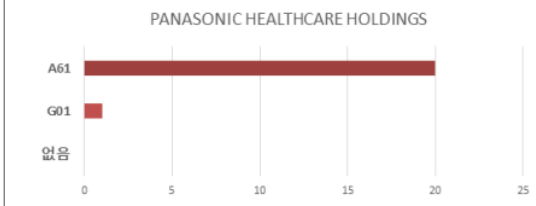
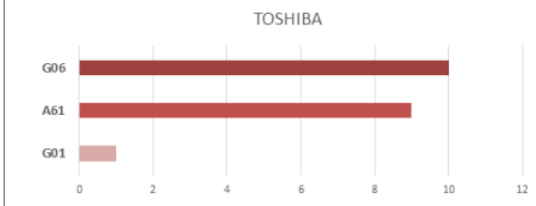
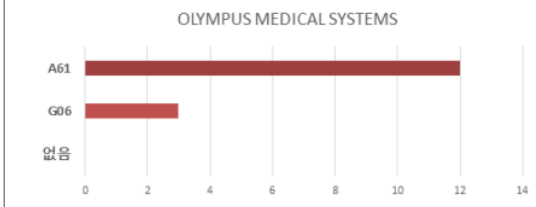
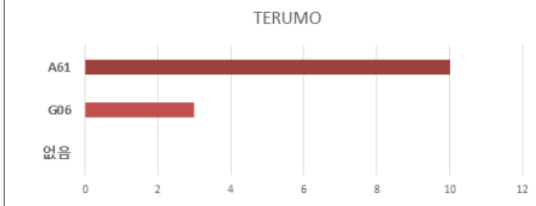
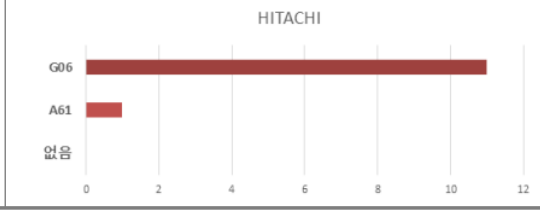
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HEALMING HEALTH SCIENCE	4.71%	2.27%	12300.00%
2	JINSHANMEI BIOTECHNOLOGY	1.63%	0.79%	4200.00%
3	ZHENJIANG DINGZHI MICROELECTRONIC SCIENCE & TECHNOLOGY	0.68%	0.33%	1700.00%
4	HUNAN KANGDU PHARMACEUTICAL	0.61%	0.29%	1500.00%
5	SUZHOU LUZHIYAO TECHNOLOGY	0.49%	0.24%	1200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
2		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–
		–	–
3		B67	병, 광구병 또는 유사한 용기의 개봉 또는 밀봉; 액체의 취급
		–	–
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
5		E03	상수(上水); 하수(下水)
		–	–
		–	–

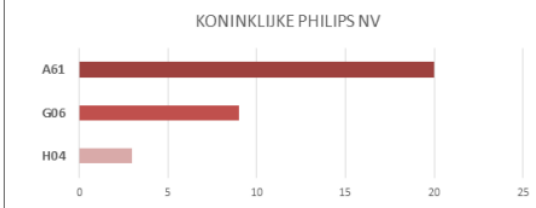
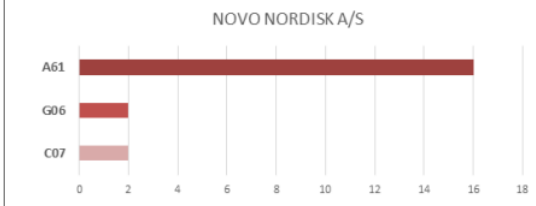
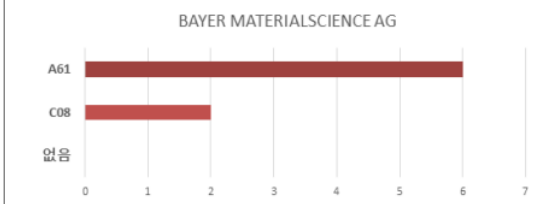
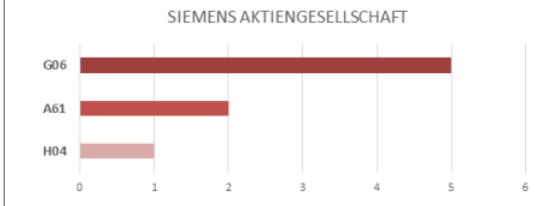
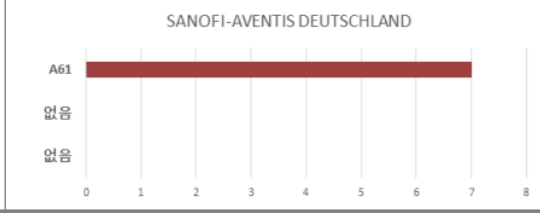
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PANASONIC HEALTHCARE HOLDINGS	4.01%	0.38%	850.00%
2	TOSHIBA	3.82%	0.37%	50.00%
3	OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS	2.86%	0.27%	-100.00%
4	TERUMO	2.48%	0.24%	-70.00%
5	HITACHI	2.29%	0.22%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-

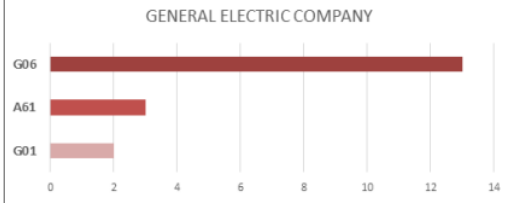
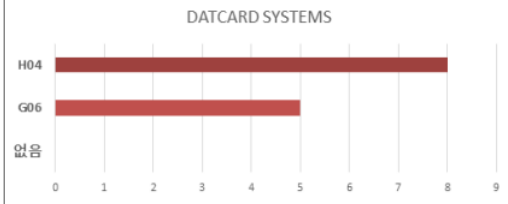
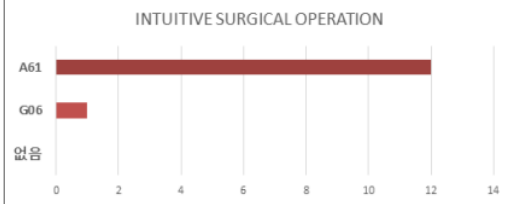
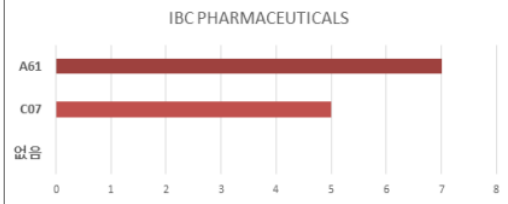
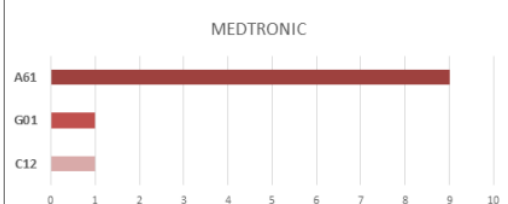
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	11.18%	0.68%	31.25%
2	NOVO NORDISK A/S	6.04%	0.37%	22.22%
3	BAYER MATERIALSCIENCE AG	2.42%	0.15%	-100.00%
4	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	2.42%	0.15%	0.00%
5	SANOFI-AVENTIS DEUTSCHLAND	2.11%	0.13%	600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C07	유기화학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC COMPANY	1.70%	0.35%	11.11%
2	DATCARD SYSTEMS	1.17%	0.24%	-14.29%
3	INTUITIVE SURGICAL OPERATION	1.17%	0.24%	-37.50%
4	IBC PHARMACEUTICALS	1.08%	0.22%	-66.67%
5	MEDTRONIC	0.99%	0.20%	-77.78%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

70 정밀의료 인프라 기술



70 정밀의료 인프라 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 정밀의료 실현을 위한 보건의료정보(코드, 텍스트, 이미지, 동영상, 환자 검체 포함)를 수집·저장·관리·분석하기 위한 ICT 인프라 구축 기술
- ☑ 민감한 개인정보인 보건의료정보의 보호를 위한 정보보호 기술로, 빅 데이터 활용을 위한 개인정보 비 식별화 관련 기술을 포함하여 개인정보를 보호하면서 정보 분석을 할 수 있는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

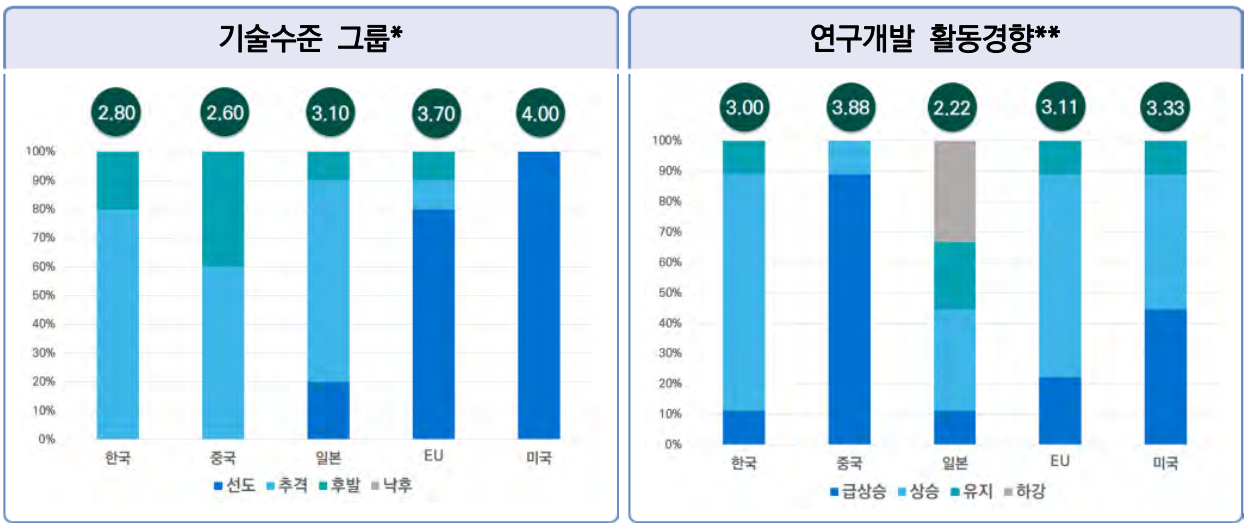
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	76.5	2.3	추격	보통	보통	상승
중국	70.0	2.8	추격	우수	우수	급상승
일본	80.0	2.0	추격	우수	보통	유지
EU	93.5	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	78.0	2.0	76.5	70.0	80.0	10.9	2.3	2.0	3.0	1.2
중국	70.0	3.0	70.0	65.0	70.0	10.7	2.8	2.0	5.0	1.5
일본	80.0	2.0	80.0	70.0	85.0	9.8	2.0	1.5	2.0	1.1
EU	95.0	1.0	93.5	90.0	96.0	6.3	1.0	0.0	1.0	0.5
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

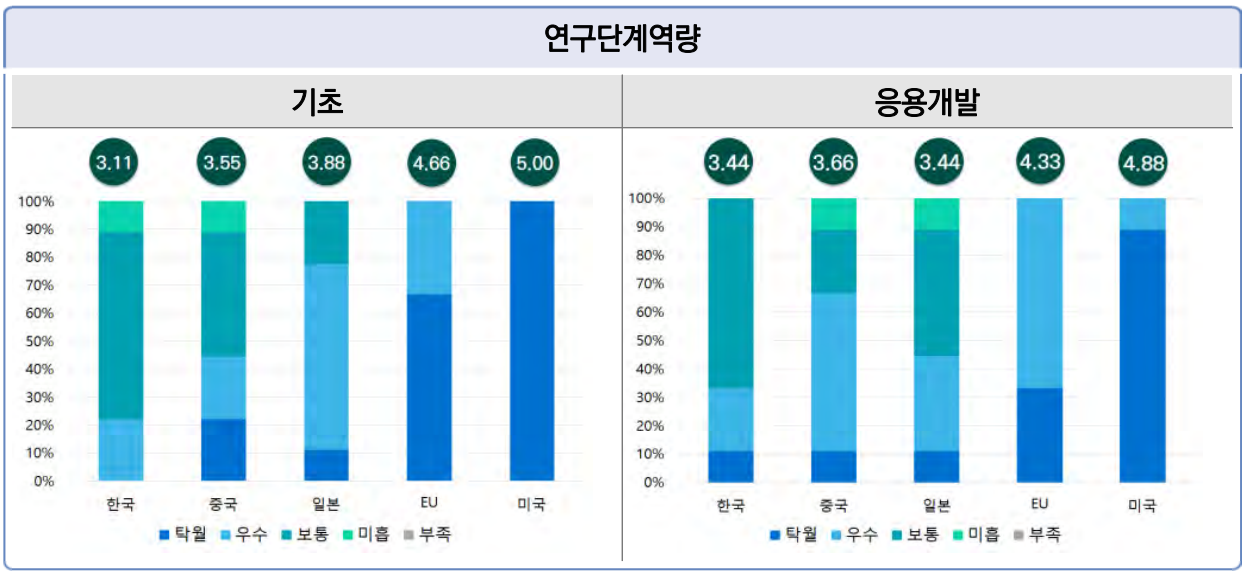
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (76.5%)	• 정부에서 대형 과제로 지원을 하고 있으나, 기초를 무시하고 최종 결과물만 요구하는 과제로 인해 기반이 부족함 • IT 인프라는 잘 구축되어 있으나 빅 데이터 알고리즘 분야에서는 기술 격차가 존재 • 과도한 정부 규제로 인해 헬스케어, 빅데이터 분야 연구 개발 및 투자가 가로막힘 • 산업계 중심 활성화 • 좋은 하드웨어 시스템을 구축하고 있지만, 정보의 공유 전략이 부족 • 국내 삼성 그룹의 주도적 바이오 부분 투자로 가시적인 성과가 발표 되고 있음 연구 성과 증가 및 신 바이오 사업 영역이 증가하는 추세 • 데이터 코호트 수집이 미흡 • 타 국가에 비해 활용에 있어서 상대적으로 가장 많은 제한이 있음 • 빅데이터 분석 및 임상의사결정(CDSS)도 일부 병원 및 공공기관 중심으로 단편적으로 추진 중 • 최근에 국가차원에서의 지원 및 전문병원 및 연구소를 중심으로 활성화에 대해 노력
중국 (70.0%)	• 주도적 연구 미비 • 최근 몇 년 동안, 정밀의료에 관련된 논문과 특허 출원 건수가 양적으로 급격한 성장 • 질적 성장단계는 이루지 못한 것으로 판단 • 정밀의료는 이루기 위해서는 S/W 적인 기술접근을 H/W에서 뒷받침할 수 있어야하므로 정밀의료 인프라 기술이 비약적으로 성장하는데 중국의 성장은 비대칭 구조로 판단됨 • 지금 발표하고 있는 수준으로는 낮은 편이지만, 연구기관들의 공격적인 연구 전략으로 조만간 수준이 빠른 수준으로 업그레이드 될 것 • '15년 국가차원의 추진 조직과 대규모투자 시작으로 가장 발전 가능성이 기대
일본 (80.0%)	• 의료정보 활용을 위한 정부의 적극적인 지원이 있고, 기술 수준도 높음 • 지속적인 정부 투자에 따른 인프라 강화. 빅데이터 알고리즘 분야에서는 기술 격차 존재 • 기초연구와 정밀의료 인프라 기반이 안정적으로 일본의 의료산업 구조를 지님 • 일본이 정밀의료 인프라 분야에서 논문 및 특허 출원 건수가 양적으로 적은 것은 분명하지만, 정밀의료 인프라 기술에 해당하는 최근 논문 및 특허 출원 방향이 기초기술이 아닌 Application에 집중되어 있어, 핵심 기술 확보에 한계가 있음을 가정할 때, 일본의 의료기기 및 서비스 기반 기술력을 고려하면, 선도그룹과의 기술격차는 상대적으로 크지 않다고 판단함(적극적 투자가 미약한 것은 수익 모델이 구체화되지 않은 부분도 영향이 있다고 판단됨) • 정밀의료 인프라 구축 측면에서 한국과 유사하다고 판단 • 사회적인 환경이 헬스분야 빅 데이터에 관심이 부족하지만, 연구소 대학 중심으로 좋은 연구 결과를 발표하고 있음 • 최고그룹과 비교한 여러 가지 기술들이 대외적으로 가시적인 성과를 보이고 있음 연구 성과도 가시적인 성과를 제시 하고 있음 • 정밀의료관련 논문 및 특허가 상대적으로 저조함 • 2000년부터 최근 까지 정밀의료에 대한 출원인수와 출원 건수의 증가폭이 크지 않아 전체적인 감소세를 보이고 있음 • 헬스케어 디바이스 제품 개발 및 관련 프로그램 기술 선도 • 높은 수준의 병원의료정보 시스템 및 의료장비 보유

국가 (기술수준)	판단근거
EU (93.5%)	• EU 내 국가들의 협력 강화(Elixir network 등) 및 인프라 강화 등으로 미국과 비슷한 수준으로 따라잡고 있음 • 피인용건수가 미국이 주를 이루는 것은 특허 경쟁력을 미국이 주도하기 때문이며, 이러한 부분을 고려했을 때, 정밀의료 기술 산업은 미국과 유럽이 주도할 것으로 판단됨 • 등록특허 건수에서는 일본과 유사하나 인용도, 기술력 지수에서 일본을 압도 • 정밀의료 관련 세계 1위 논문 보유국이나 특허 측면에서 미흡 • 영국과 독일을 중심으로 암과 희귀질환 발생에 대한 연구를 선도적으로 추진
미국 (100%)	• 정부의 지원을 포함하여 세계 최고 수준 • 빅데이터 분석 알고리즘 개발 선도국 • 지속적 연구 투자 및 성과 발표 • 최고의 인적자원을 바탕으로 해당 분야 연구의 주제 선도 • 실리콘 밸리를 중심으로 한 여러 연구분 야들이 활발한 상태 • 미국의 정책과 민간주도의 산업육성이 활발히 이루어지고 있음 • 논문 및 특허의 양적 추격은 중국과 유럽에 뒤쳐지고 있으나, 질적 성장은 꾸준히 선도 중 • 기초기술 기반에서 S/W적인 기술이 안정적으로 지속성장하기 때문에 정밀의료 산업을 리딩할 것으로 예측함 • 국가 중점과제로 진행하고 있으며, 산학 연구를 통한 높은 결과 수준을 발표하고 있음 • 지속적인 정부 투자 AI 기반 개발 프로그램의 선두 연구 활동 활발 • 정밀의료 관련 세계 2위 논문 보유국이며 특허 등 인프라 기술 분야에 주도적 역할 수행 • ICT 분야의 세계 최고의 기업을 다수 보유하고 있어 기술 선도 • 우수한 헬스케어 디바이스 제품 및 관련 프로그램 개발 선도 • 기술수준 관련 지표인 인용도, 특허영향, 기술력, 시장 확보지수 중 기술력 지수에서 압도적이며 인용도 지수와 특허영향지수에서도 상위권을 나타냄

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 사회적인 필요성에 대한 열정이 높음 • 연구개발에 대한 의지는 높음 → 거의 모든 병원이 전자의무기록(EMR)을 사용하고 있어 인프라 측면에서 우수 • 국가 차원의 임상정보교류가 가능하도록 '17년 보건복지부를 중심으로 기반 마련 → 최근에 국가차원에서의 지원과 전문병원 및 연구소를 중심으로 활성화에 대해 노력 • 정부주도의 정책 지원으로 민간 산업육성 유도 • 정부주도 전략적 지원은 선택과 집중 측면에서 단기적 효과가 있음	• 기초기술의 확보가 미비한 상태 • 의료기관의 정보화 수준에 비해 의료용어 등 표준화가 미흡 • 데이터 활용에 있어서 개인정보보호 등 개정을 통해 적정 수준의 규제로 활용성을 높여야 함 • 코호트 데이터의 충분한 확보방안 마련, 활용비용 등 정부정책의 지속적이고 적극적 지원 필요 • 바이오 분야, 빅데이터 분석, 의료장비 개발 등 전문 인력 양성이 시급 • 응용기술, S/W에 편중되어 성장

국가	강점분야	기타
	• 건강보험 등을 통한 기초 자료 확보 우수 • 소수 연구자들의 연구 역량	• 민간의 자발적 육성이 아니므로, 성과가 미흡함 • 잘못된 정책이 반영될 경우 기술성장 효율이 떨어짐 • 전문 인력 양성 스펙트럼이 좁음 • 정부주도 인프라 구축이 주축을 이루어 민간 투자가 미약함 (정부에 의존적) • 중장기적 기술/인력/인프라 구축 로드맵이 미약함 • 선택과 집중 측면에서 단기적 효과는 이룰 수 있으나, 중장기적인 효과가 미약 • 정밀의료 인프라 기술 기반을 구축하기 위해 요구되는 핵심요소 기술 파악이 시급함 • 과도한 규제(의료 정보, 개인정보, 유전체 정보 등)로 인한 연구 개발 및 산업 위축 • 병원 정보화가 세계 1위라는 착각에 아직 사로잡혀 있음(2016년 기준으로 미국 EMR 보급률이 훨씬 높음) • 클라우드 활용 미비
중국	• 연구 개발 기관에 대한 연구 투자가 많아서 가시적인 결과가 기대됨 • 세계 수준의 유전체 해독 기술을 보유 • 바이오 데이터에 대해 미국 수준의 코호 트 자료 수집 → 현실적으로 가장 필요한 정보 활용에 대해 가장 유리한 국가 • 과거 한국의 성장모델과 유사하며, 정부 주도의 민간산업 육성 전략 구축 • 기초기술, 응용기술기반 H/W, S/W가 급성장 함 • 해당 전문 인력의 양적 성장이 우수함 • 정부주도의 전략적 인프라 구축 • 광범위한 국가적 지원 • AI, 클라우드 세계 최고 수준 • 자유로운 데이터 활용이 가능한 국가 분위기	• 본 기술에 대한 사회적 관심은 낮음 • 정밀의료연구 중점 전문프로젝트를 2016년부터 본격 가동 • 100만 명 규모 자연인 대상의 국가 대형 건강인 군층 연구 진행 • 한국의 성장 단점을 답습하고 있음 • 정밀의료 산업이 성장될 수 있는 빅데이터 확보 환경이 우수함 • H/W 기반이 우수하나 혁신기술력에 한계가 있음 • 산업이 급격히 성장하는 과정에서 기반기술의 공백이 많음 • 인력 공급 스펙트럼이 특정 분야에 편중됨 (해외 우수인력/기술 도입으로 개선 노력) • 자본을 무기로 공백기술/인력이 충족될 경우, 빠른 시일 내 한국 추월이 가능할 것으로 예측 • 데이터의 신뢰도의 문제, 윤리적 문제가 발전을 늦게 할 수 있음 • 정보보호가 미흡하고, 병원 정보화가 낮음. 다만 이로 인해 기업체의 활발한 신규 기술 개발이 진행 중 • 논문이나 특허 수준

국가	강점분야	기타
일본	• 체계적인 연구개발 계획을 가지고 있어, 향후 짧은 기간 안에 높은 수준의 연구결과가 발표될 것 • 병원의료정보 전자의무기록(EMR) 도입이 아시아 국가에서 최초로 정보화 선도 → 정밀의료 암 임상시험 분야에 대한 대규모(240개 병원, 16개 제약회사) 프로젝트 추진으로 실질적인 성과를 창출 중 • 정부의 정책 지원과 민간 산업육성이 절충을 이룸 • 민간과 정부의 산업기반 육성 • 기초기술과 혁신기술, 응용기술, H/W, S/W가 균형을 이룸 • 정부와 민간주도의 인프라 구축이 절충을 이루지만 민간이 주도적 • 정부 주도 투자 우수 • 기초연구에 강점이 있음 • 제도적인 융통성이 강점 • 유전체 분야 강점 익명 데이터 활용 허용(규제 합리화)	• 사업화에 대한 인식이 부족함 • 일본은 2004년 이후로 특허 출원 건수와 출원인 수의 증가폭이 크지 않아 성숙기에 접어들었을 가능성 • 과거 저성장으로 침체된 민간투자가 회복되고 있음 • 양적성장에는 한계가 발생하고 있으나, 잠재적 질적 성장은 높은 편 • 데이터 분석 분야 기술력 미흡 • 관련 분야 집중력 미비 • 해당 전문인력 양성 스펙트럼이 넓지만, 유럽과 미국에 비해 한정적임
EU	• 기초기술과 인력을 확보한 상태이며, 시장성이 높아서 향후 발전 가능성이 높음 • 영국을 중심으로 하는 정밀의료정책으로 계획적인 정밀의료에 대한 투자를 지속적으로 확대 • 네덜란드 연구진 중심의 DPWG를 통해 데이터 수집 및 가이드라인 제시 • 주요 기초과학연구 프로그램인 FP7에 서 보건의료 부문으로 중 14.8%를 정밀 의학에 투자 • 800억 유로 규모의 연구개발 투자가 이뤄지는 Horizon 2020 program에서도 정밀의료를 주요 과제로 인식 • 정부의 민간주도 산업기반 육성 환경구축 민간주도의 산업기반 육성 • 기초기술과 혁신기술, 응용기술, H/W, S/W가 균형 • 해당 전문인력 양성 스펙트럼이 넓음 • 민간주도의 자생적 인프라 구축 • EU 국가들을 통합하는 헬스케어 정보 인프라 우수 • 인프라와 국제적인 협력연구가 강점임 • 표준화 부분에 강점	• 미국에 비해 기술검증 단계가 복잡하며, 시장 진입 시기가 느림 • GDPR로 인해 규제가 강화됨 • 성장률 차이로 인한 상대적 기술 격차 축소

국가	강점분야	기타
미국	• 높은 수준의 기초 기술과 인력 확보 • 정보 공유의 인프라 구축이 강점 • 의료분야 자료 분석에 핵심 기반인 표준 용어(SNOMED 등)체계를 선도 • IBM, 구글 등 주요 기업들이 빅 데이터 분석 및 인공지능 알고리즘 개발에 집중 투자 • 바이오 분석을 위해 최다의 코호트 정보를 수집하고 국가차원의 예산 투자 등 노력 • 정부의 민간주도 산업기반 육성 환경구축 민간주도의 산업기반 육성 • 기초기술과 혁신기술, 응용기술, H/W, S/W가 균형 • 해당 전문 인력 양성 스펙트럼이 넓음 • 민간주도의 자생적 인프라 구축 • 빅 데이터 분석 알고리즘 등 기술력 우수 • 정밀의료 인프라 구축 우수 • AI, 클라우드, 정보보호, 표준화 등 모든 면에서 세계최고 수준	• 정밀의학 이니셔티브를 예산안 우선정책 중 하나로 선정하고 NIH와 FDA에 중점적으로 22억원을 투자 • 성장률 차이로 인한 상대적 기술 격차 축소

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	1위	2위	3위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 기존 대형 과제들 간의 협력체계 구축 절실 • 국내 임상의학자, 통계학자, 컴퓨터 공학자가 같이 연계할 수 있도록 하는 노력이 필요 • 유전자 정보은행, 연구중심 병원과 임상지원센터를 중심으로 정밀의료 인프라 기술을 DB화하고, 정밀의료를 추진하기 위한 IP 기술 기반의 협력 기업 육성이 필요함 • 글로벌 협력 네트워킹 능력이 우수한 임상병원과 출연연을 중심으로, Co-working 파트너로 IP 기술 기반의 벤처기업 참여 유도가 요구됨 • 각 세부 분야에 적합한 센터를 운영하여 산업체/학교/연구소의 기술교류 및 인력 양성을 촉진함 • 산학연간 경쟁적 체제가 아닌 전 방위적 유기적 협력을 위한 개방형 산학연 기술 협력체를 컨트롤 할 수 있는 권한이 부여된 기술별 전문 허브 시스템 구축, 공동/협동/융합의 결과로 도출된 경우 각 기관이나 연구자에 인센티브를 부여함으로써 상호 보완된 세계적 원천기술 창출 도모 • 민간 연구자와 관련 기업의 기술개발 연계 활성화를 위한 민간 연구(우선적으로 국책연구 위주) 현황과 관련 기술을 개발하고 있는 기업 현황을 공유 할 수 있는 웹사이트 개발

	정책제언
	• 민간 의료기관과 공공의료기관의 성과물을 공유할 수 있는 의료정보 공유 플랫폼을 통해 국내 의료기관 간 협력체계 개선 • 국책연구 성과물의 기술이전 방안 마련을 통한 민간기업 상용화 활성화
국제협력 촉진	• 국제적 대형 과제들 참여를 위한 지원이 필요함 • 유전체, 헬스케어 및 빅데이터 분야 다양한 국제 협력에 적극 참여하여 기술과 정보를 공유하도록 국제협력을 현재보다 더 확대할 필요 있음 • 또한 시의 적절한 참여를 위해 필요한 분야라고 판단되면 (예타 없이) 신속하게 참여하는 것이 필요 • 정밀의료 인프라 기술을 확보하기 위한 분야별 해외 전문 연구기관을 추출하고, 미래 정밀의료 방향을 정립할 수 있는 국제 협력 파트너링을 우선적으로 추진해야 한다. 또한, 국제 공동 협력을 통해, 지식재산권을 국내 자산으로 편입시킬 수 있는 방향으로 투자되어야 함 (R&D 투자금은 국내에 한정하지 않고, 해외 우수 연구기관과 인력을 끌어 들이는 수단으로 활용되어야 함) • 연구재단 및 국제협력을 지원하는 기관에서 국제협력 센서를 직접 운영하는 방안 필요 • 매년 선도국의 기술 백서나 정책을 분석하여 관련 연구기관 혹은 연구자와 공유할 수 있는 시스템이 가동 된다면 효율적으로 기술 업그레이드 및 세계적 경쟁력을 보유할 수 있는 우수한 연구 개발에 도움이 될 것 • 관련 공공기관 연구자 및 실무자가 해외학회 참여에 대한 어드밴티지를 부여하는 방안을 통해 국제 흐름 및 해외 연구자와 협력을 독려할 수 있는 동기 제공 • 해외 관련 연구 및 기업과 협력에 필요한 해당국가, 기술 현황 및 언어에 특화된 전문코디네이터 기관 설립을 통해 국제 협력 장벽 해소
인력양성 및 유치	• 대학원 과정 학생 연구 참여 기회 확대 • 국제 공동 연구비가 확대될 경우, 인력양성은 자연스럽게 이루어질 것이며, 언어에 대한 장벽이 개선될 수 있는 글로벌 협력 인재 양성을 확대해야 함. 만일, 정밀 의료 인프라 기술이 확보될 경우, 국내외 표준화를 이끌어야하기 때문에 해외 공동연구 투자는 국부유출의 우려를 감내할 수 있다고 판단 • 매년 여러 차례의 인력양성 및 교류의 장을 만들어서 실질적인 인력들의 참여 기회의 장을 넓혀야 함 • 현재 부처별 다양한 종류의 인력양성 사업이 진행되나 그 활용성이 산발적, 한정적으로, 각 전문기관 및 인재를 배출하는 기관의 수요조사를 통한 국가 차원의 종합적/통합적 인력양성이 필요하고, 많은 인재가 접할 수 있는 홍보 시스템도 필요함 • 정밀의료의 특성상 보건 의료학, 컴퓨터공학, 통계 및 역학, 생명공학 등 다양한 학문의 융합이 필요한 만큼 대학의 단일 학문전공 중심에서 벗어나기 위한 학교 간 학제 간 학위 간 연계가 가능한 새로운 교육체계 필요 • 정보의 유지기간이 짧고 중요기술의 변화가 빠른 특성 상 공공 및 민간 연구시설 중심의 인력양성 프로그램 및 공공/산/학 연계 프로그램 개발
인프라 구축	• 단순하게 데이터를 수집/저장하기 위한 인프라는 충분함. 데이터를 수집/저장/연계하기 위한 표준 기술에 대한 정부 지원 필요 • 코호트, 유전체 정보 생산, 분석 등 기초 분야 인프라 구축 필요 • 자료 분석 공용 시스템 마련 및 제공 • 국내 연구자들이 가지고 있는 코호트 자료를 자유롭게 빅데이터에 연계할 수 있도록 하고, 이를 개인정보가 보호된 폐쇄된 환경에서 분석할 수 있도록 하는 인프라가 필요함. 국내 기관별로

	정책제언
	가지고 있는 빅데이터들을 서로 연계할 수 있도록 해야 함. 예를 들어 건강보험공단 데이터와 질병관리본부 데이터, 통계청 데이터가 연계될 수 있도록 해야 함 • 양성된 인력들이 지속 성장할 수 있는 인프라를 구축하며, 점진적으로 높아진 기술력을 바탕으로 국내 협력을 촉진한다면, 정밀의료 인프라 기술 분야에서 세계 속의 한국으로 성장이 가능할 것 • 특화된 지역에 개발을 위한 장비 구축 및 인증 시험을 수행하는 장비 구축을 통한 산업체의 경쟁력 있는 제품을 개발할 수 있는 기회를 부여 • 국가적으로 시급한 인프라의 수요조사가 선행되어야 할 것으로 사료됨, 각 기술별 Top down과 bottom up의 수요조사를 통해 미래 지향적인 차별화된 플랫폼의 인프라 구축 필요 • 정밀의료에 필수적인 데이터 수집을 위해 국민의 접근성이 좋은 공공의료기관(보건소, 보건지소, 진료소)에 라이프로그데이터 수집이 가능한 시스템 구축으로 웨어러블 디바이스 및 스마트폰 사용의 사각지대에 놓인 국민의 데이터 수집 가능 • 국가 단위의 보건의료 플랫폼 구축을 통한 의료기관 별로 산재되어 있는 진료기록을 빅데이터화 하여 정밀의료 분석에 활용 가능 • 유전체 관련 실험실 및 기자재 관리 시스템 구축을 통한 관련 기초연구의 중복투자 방지 및 질 높은 연구 성과 기대
법·제도 개선	• 빅데이터 분석을 위해서는 대규모 데이터가 필요한데, 이는 개인정보 보호와 상충되는 부분이 있음. 이를 해결하기 위한 개인정보보호법의 보완이 반드시 필요함 • 개인정보 보호를 비롯하여 데이터 활용 및 신산업을 막고 있는 다양한 규제 철폐가 제일 먼저 이루어져야 함 • 자료 수집 활용 가능한 범주에 대한 법률 개정 보완 필요 • 자의적인 데이터의 비공개를 막아야 함. 예를 들어 건강보험공단 코호트의 정신과 상병 삭제와 같은 법률적인 제한 외에 추가적인 제한은 없애도록 해야 함. 또한 데이터 연계 플랫폼을 모든 연구자에게 공개해야 함. 현재는 관련 과제를 가지고 있는 연구자만 사용할 수 있게 되어 있음 • 사업화는 생명 윤리와 직결되기 때문에 이에 대한 개선은 보수적으로 진행되는 것이 적정하다고 판단되며, Test-bed는 국내가 아닌 해외 파트너링을 통해 추진이 가능할 것이라 예측함. 정밀의료를 완성시키기 위한 Test-bed의 타당성을 국가와 지역에 대한 다차원 영향 평가 수행이 요구됨. R&D 결과물은 반드시 정부에 자산화 되어야하며, 그 활용은 민간에 자유롭게 하되, 국가 세금 투자수익을 안정적으로 확보할 수 있는 법적 근거를 마련해야 함 • 현재 많은 부분의 법 제도의 규제가 연구자의 발목을 잡고 있는 경우가 대부분으로 선행적으로 각 기술별 현장의 목소리를 경청하여, 개선이 필요한 부분은 과감하게 개선해야 함 • 유전체 및 의료정보가 공공적 인프라의 성격이 강하다는 점에 착안하여 병원 간 데이터 공유가 가능한 관련 법 제정 필요 • 진료기록 및 라이프 로그데이터 수집을 위한 비 식별화된 개인정보의 자유로운 공유를 위한 관련 법 제정 필요 • 디지털 헬스케어 분야의 관련 전문가 양성을 위한 의료인 및 병원 중심 의료 환경 개선 관련 법 제정 필요
연구비 확대	• 지금도 연구비는 충분하나 대형과제 위주로 지원되고 있어서, bottom up 방식의 새로운 주제에 대한 지원이 필요. 또한 응용 기술 위주가 아닌 기반 기술에 대한 지원이 절실함 • 연관 기술 중 상업화 관련 연구비 확대 필요

	정책제언
	• 국제공동 협력을 통해 확보된 로드맵을 기반으로 정밀의료 인프라 기술을 확보하기 위한 연구비를 확대해야 한다. 연구비는 지식재산권과 저작권 등을 확보하는 것이 우선이며, 관련 기초기술력을 강화시키는 목적으로 활용되어야 함 • 세계적인 경쟁력을 갖는 기술을 확보하기 위해 IP 기반을 하는 기술에 대한 지원 확대 • 산발적, 개별적, 일몰적 연구 형식이 아닌 국가 미래를 위한 선도적 대형 사업 중심의 연구비 확대 • 국책연구의 연구비 중 인건비 현실화를 통한 고급인력 유치를 위한 연구비와 인건비를 분리하여 발주 • 관련 연구의 연구비 중 기초자료 분석 연구비를 일괄 배정하여 연구의 신뢰도 및 타당도 확보 방안 마련
기타 의견	• 기술 개발 이전에 data integration을 위한 데이터 표준 기술 선정 및 이를 관리하기 위한 control tower 설립 필요 • 현재 제공되고 있는 헬스 케어 데이터는 대부분 수치와 코드 같은 정형데이터가 많음. 이미지나 텍스트 데이터와 같은 비정형 데이터를 빅 데이터 연구자들이 활용할 수 있도록 공개하는 것도 중요함 **[정밀의료 인프라 기술 성장 한계 예측]** • Known data에 집중하면 안 됨. 4차 산업육성이라는 미명 아래, 의료 AI, Big data 분석, AR/VR/MR 등 S/W 엔지니어링과 연계된 의료 정밀 사업이 주류를 이루고 있으나 현재 정밀의료는 모두 이미 확보된 또는 확보할 수 있는 data(정보)에 기반을 둠. 정보에 기반된 정밀의료 추구는 기존에 흩어진 정보들 또는 수집하지 않았던 데이터들을 활용하는 방법이며, known data(예: data의 품질) 만큼만 성장할 수 있음을 인지해야 함. 그렇기 때문에 정밀의료의 추구 방향이 자칫 한계(known data)에 국한되어 정책연구 방향이 추진된다면, 결과는 과거 헬스케어산업 육성 정책과 동일한 결과로 수렴될 것 • 국가 세금으로 남의 S/W Platform을 검증해 주면 안 됨. 현재 정밀의료 뿐 아니라, 4차 산업혁명을 언급하면서 구글이나 애플, MS, 오라클 등에서 제공되는 S/W Platform 기반에서 어플리케이션 프로그램을 구현함. 이러한 상업화 응용은 세금이 아닌, 이익집단에서 수행하는 것이 옳음. 우수한 글로벌 기업의 S/W Platform을 사용하지말자는 것은 아니지만 자체 개발연구를 추진하는데 세금을 집중하는 것이 더욱 적절할 것 **[정밀의료 인프라 기술 성장 한계 극복 방안]** • Known data를 활용한 S/W 응용 연구 추진은 결과(알고리즘, 사례 도출 등) 위주의 단기 사업으로 추진 • 정밀의료를 수행하기 위해 요구되는 임상의들의 이상적인 Specification(or 정보) 도출을 우선시 • 정밀의료 수행에 요구되는 정보를 추출하기 위한 현재의 한계 List up • 정밀의료 수행에 요구되는 정보 추출 H/W Platform 확보 • 확보된 H/W Platform 기반에 동작이 가능한 S/W Core Platform 확보 → 확보된 H/W Platform 기반에 S/W를 새롭게 종속 → 정보를 추출하기 위한 센서/반도체/알고리즘 등 핵심 코어기술 확보에 집중 **[타 기술과의 융복합]** • 의료서비스 분야는 각 산업 요소기술이 모두 요구되는 핵심 응용 분야로 의료산업의 중요성이

	정책제언
	대두되는 이유는 시장규모나 미래의 잠재적 가치 때문만이 아님. 정밀의료 서비스 대상이 사람이기 때문이며 기술은 사람을 중심으로 진화함. 그리고 그 종점은 자연(생물 : 곤충/식물/동물)과 인간을 복제하거나 인간의 생존을 위해 진화될 수밖에 없음. 그렇기 때문에 정밀의료 인프라 기술은 단순하게 산업적 요구로만 받아들일 수 없음. 정밀의료 분야와 같이 생명과 직결된 기술은 절대 종속되어선 안 되며, 선점 필요 – 아날로그 IC : 센서 – 디지털 IC : Processor – 양자화 Core 프로세스 구현 – 다중 생체정보 획득 센서 기술 – 생체 접합/이식 기술 – 빅데이터 고속 데이터 프로세싱 기술 – 양자 컴퓨팅 / 양자 암호화 / 분산 컴퓨팅 – 곤충학/식물학/동물학/세균학/바이러스 : 곤충 및 동식물의 기능을 복제하기 위해서는 이들의 정보가 필요함 • 자연의 정보를 Function을 기준으로 DB화 필요. 이후, 요구되는 기능에 따라 적합한 기술을 매핑하여 가공 후 활용할 수 있는 패턴을 만들어낼 필요가 있음 • 자연(생물)의 정보를 Function으로 분류하고 DB화하기 위한 연구 • 요구되는 기능에 따라 적합한 기술을 매핑하고 가공하는 연구 • 가공된 결과를 활용할 수 있도록 패턴을 추출할 수 있는 기술 • 복제된 기능을 정밀의료에 활용하기 위한 기반 연구 **[중점 추진 기술 분야]** • 진료과 또는 질병에 따라 정밀 의료 인프라 기술 구현을 위한 기준 정립 연구 • 정밀 의료 인프라 기술을 확장 시킬 독자적인 H/W Platform 연구 • 확보될 H/W Platform에 S/W Platform을 종속시킬 방안 연구 • 비침습/최소침습 실시간 진단/치료 기술 확보 분야 • 유전자 정밀 의료 진단/치료 기술 연구 • 연구개발 단계에서 식약처 등 인증기관의 참여 혹은 연구개발 내용의 공유로 상품화의 성공률을 높여야 함 • (보건의료정보 기술) 환자의 유전정보 및 의료정보를 이용하여 실제 임상에서 적용이 가능하게 하기 위한 EMR 내 – 유전정보 및 의료정보 저장 방법 – 유전정보 및 의료정보 중 핵심정보 선별 방법 – 각 정보를 활용한 임상 의사결정 지표 개발 방법 • (시스템 연계 기술) 유전체 정보, 라이프로그정보 및 진료정보를 빅 데이터화 하여 활용하기 위한 클라우드, 데이터 연계 표준화 모듈 개발 방법 • (보안관제 기술) 개인정보 및 민감 정보를 활용함에 있어 의료 ISAC 등 보안관제 기술 및 정보의 비식별화 기술 등 중점 추진 기술 분야 • 다양한 기관 및 매체로부터 들어오는 정보를 데이터 처리하기 위해서 표준용어가 우선적으로 확립되어야 함 • 각 정보를 활용한 임상의사결정을 위해서는 지표 및 기준 개발이 필요함 • 라이프로그 데이터 수집을 위한 측정기기(웨어러블 디바이스 등)의 신뢰도 및 타당도에 대한 기준과 인증제도가 필요

다 주요 분석 결과 요약

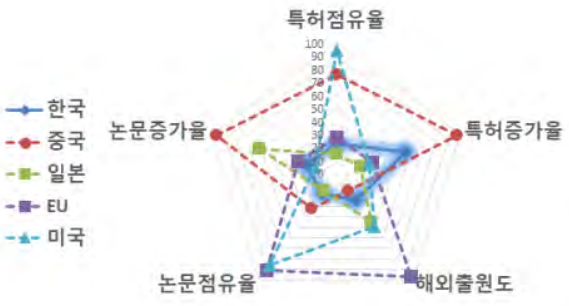
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	정밀의료 인프라 기술	1,910	2,254	149.2%	117.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

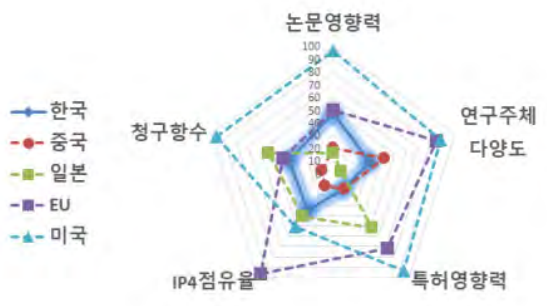
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	미국	미국	미국
	42.9%	40.2%	12.3	10.7
한국	4위	4위	3위	5위
	4.1%	11.0%	6.7	0.4
5개국 평균[2]	-	-	8.6	10.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

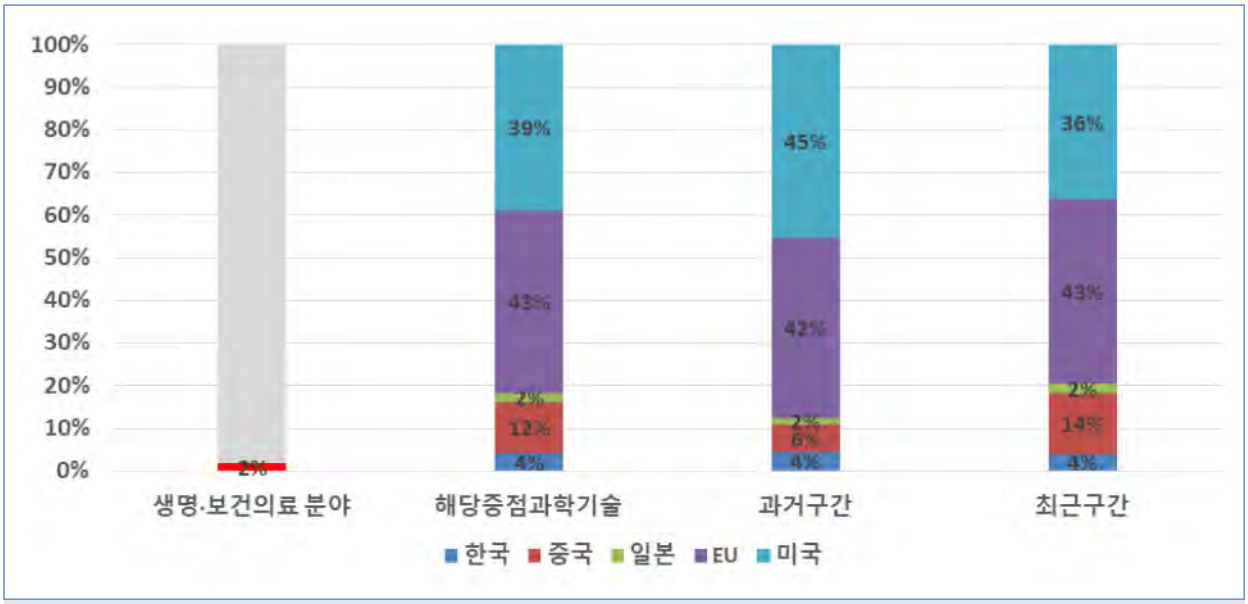
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.1%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(6.7)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(42.9%), 미국(39.0%), 중국(11.9%), 한국(4.1%), 일본(2.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(448.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(12.3), EU(6.8), 한국(6.7), 중국(4.4), 일본(4.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(11.0%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(0.4)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 미국(40.2%), 중국(28.9%), EU(12.6%), 한국(11.0%), 일본(7.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(472.2%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(10.7), EU(7.0), 일본(4.9), 중국(0.5), 한국(0.4) 순이며, IP4 점유율은 EU(15.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.1%	11.9%	2.1%	42.9%	39.0%
	논문 증가율	129.2%	448.6%	255.6%	154.5%	100.0%
	논문 영향력	6.7	4.4	4.0	6.8	12.3
	연구주체 다양도	0.78	0.89	0.68	0.95	0.94
특허 분석	특허 점유율	11.0%	28.9%	7.3%	12.6%	40.2%
	특허 증가율	180.0%	472.2%	13.0%	61.5%	49.6%
	해외출원도	0.7	0.1	1.7	5.2	1.9
	특허 영향력	0.4	0.5	4.9	7.0	10.7
	IP4점유율	4.0%	0.0%	4.9%	15.1%	6.2%
	청구항수	4.2	2.1	5.2	4.5	9.0

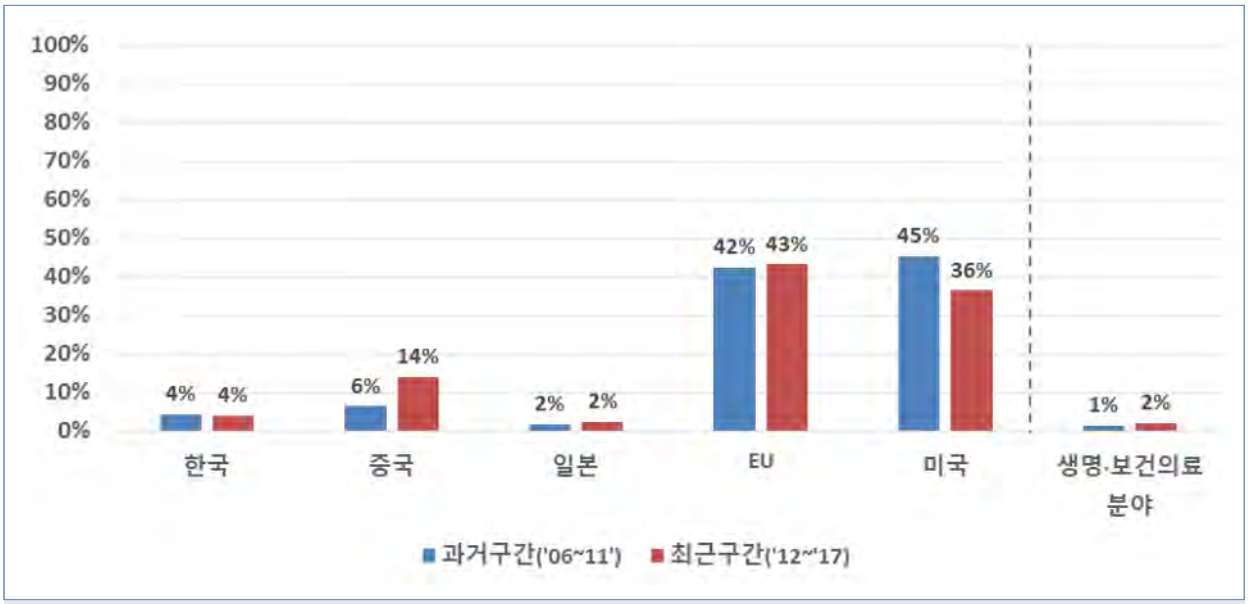
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 정밀의료 인프라 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 819건으로 전체 논문의 43%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 정밀의료 인프라 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 2%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

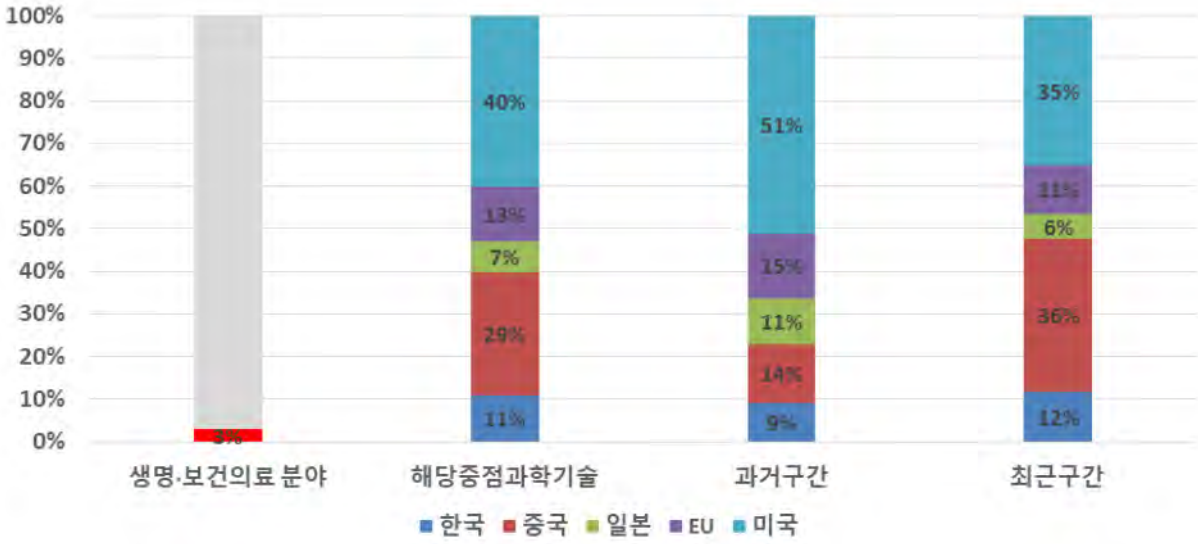


● 정밀의료 인프라 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 129.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	24	55	79	129.2%
중국	35	192	227	448.6%
일본	9	32	41	255.6%
EU	231	588	819	154.5%
미국	248	496	744	100.0%
전체	547	1,363	1,910	149.2%

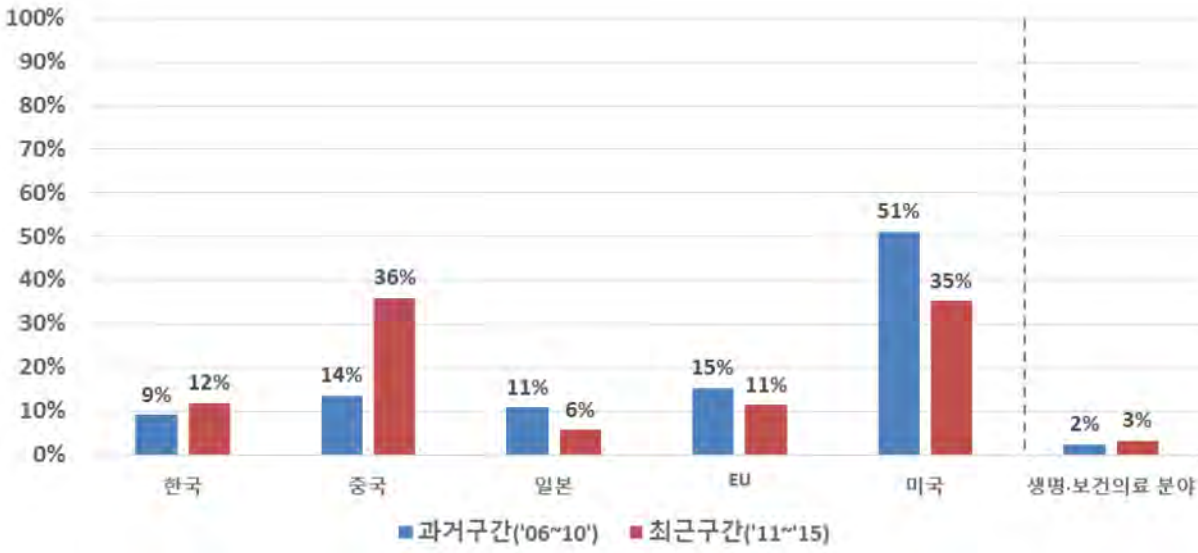
(4) 특허 점유율(전체)



● 정밀의료 인프라 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 미국이 906건으로 전체 특허의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, EU, 한국, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 정밀의료 인프라 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 정밀의료 인프라 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 180%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	65	182	247	180.0%
중국	97	555	652	472.2%
일본	77	87	164	13.0%
EU	109	176	285	61.5%
미국	363	543	906	49.6%
전체	711	1,543	2,254	117.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

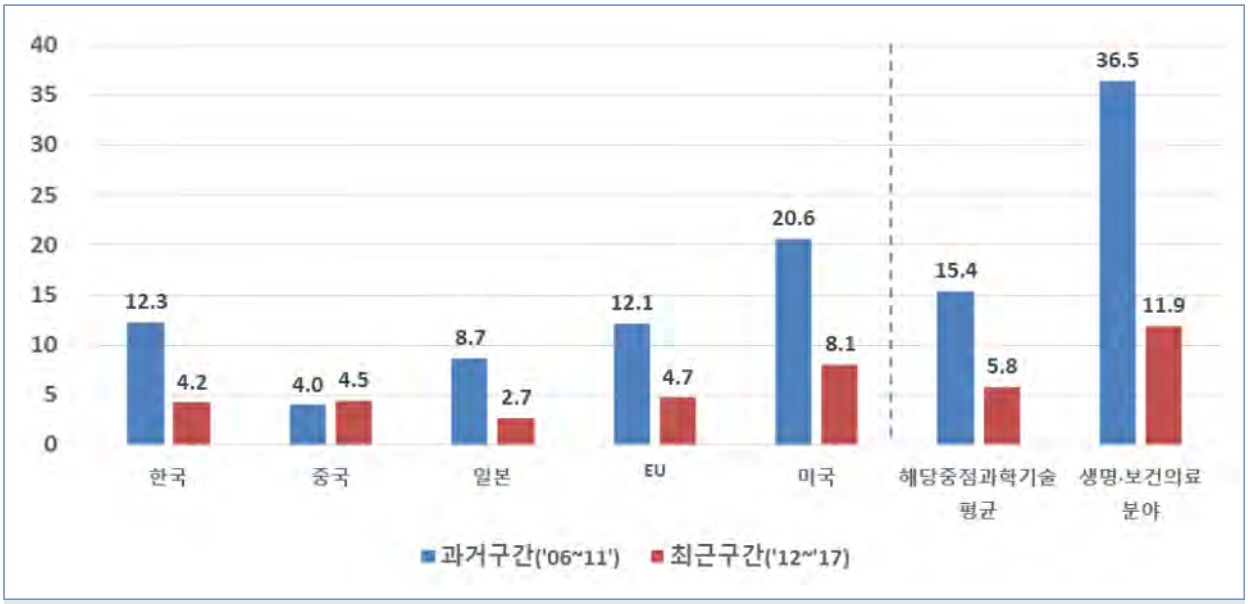


- 정밀의료 인프라 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

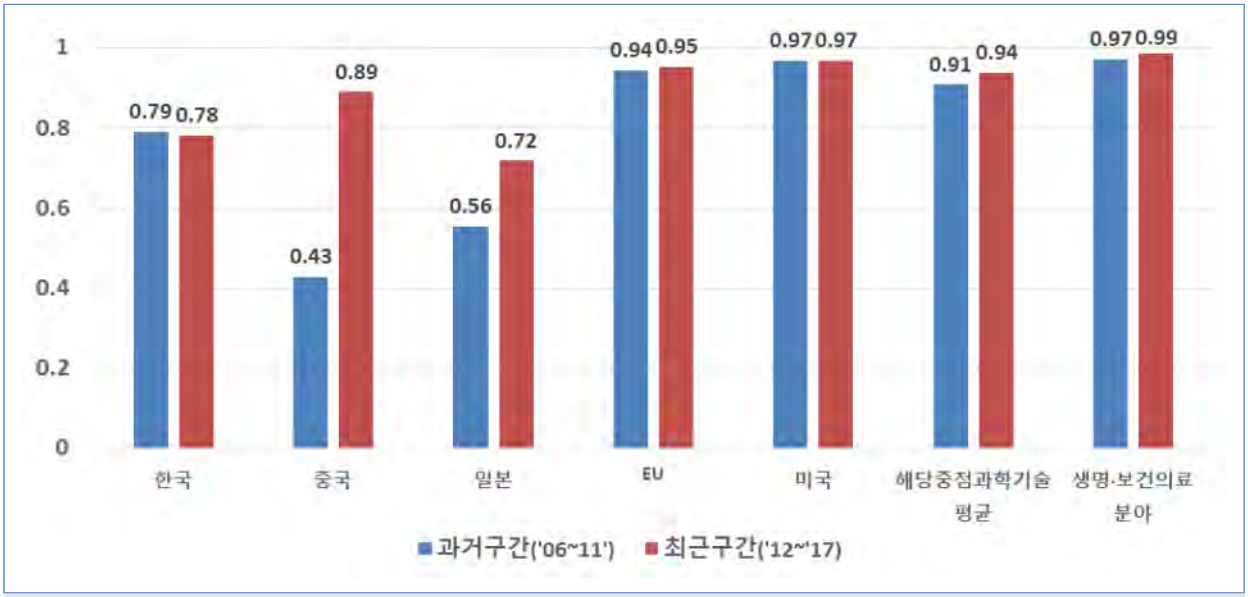
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



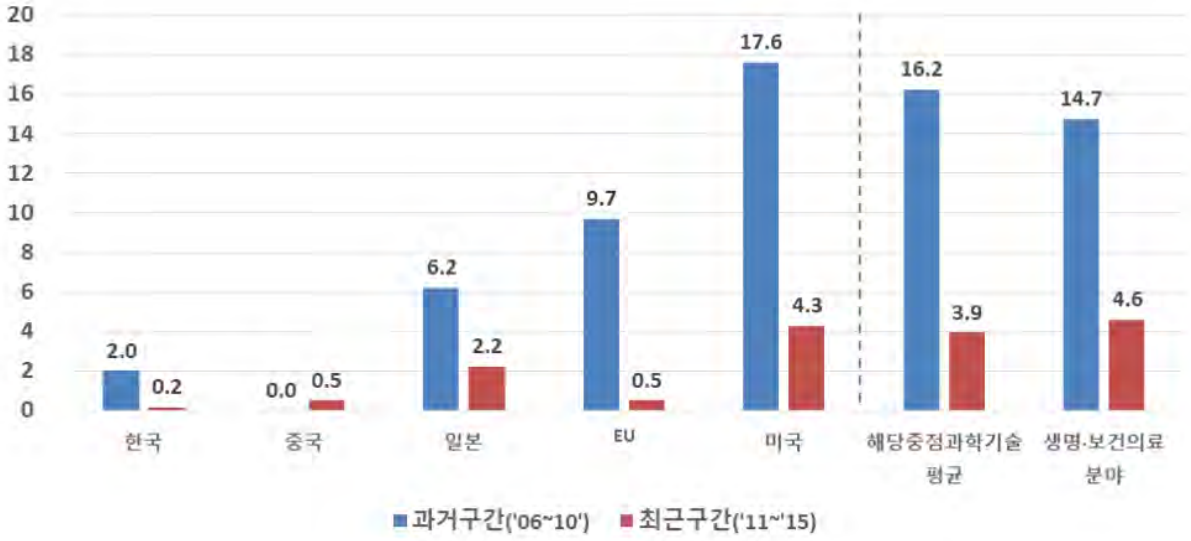
● 정밀의료 인프라 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



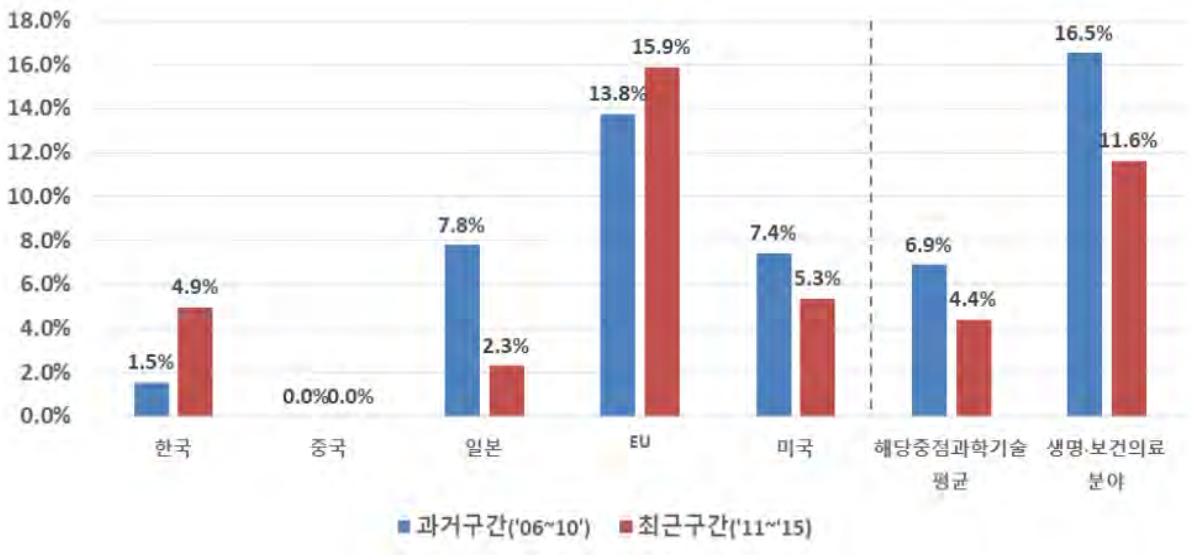
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



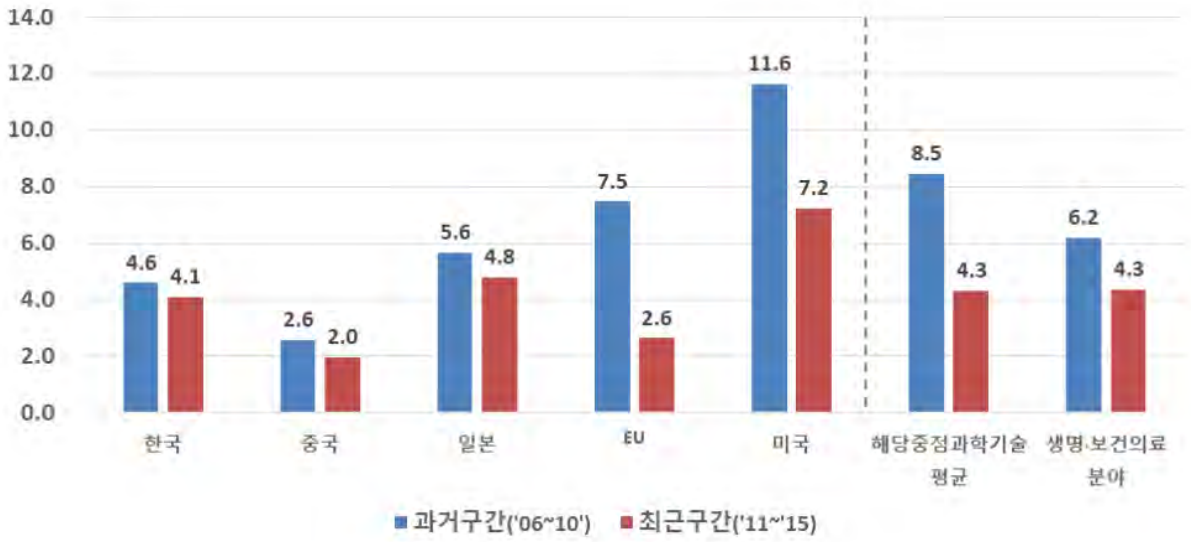
● 정밀의료 인프라 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 정밀의료 인프라 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 정밀의료 인프라 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

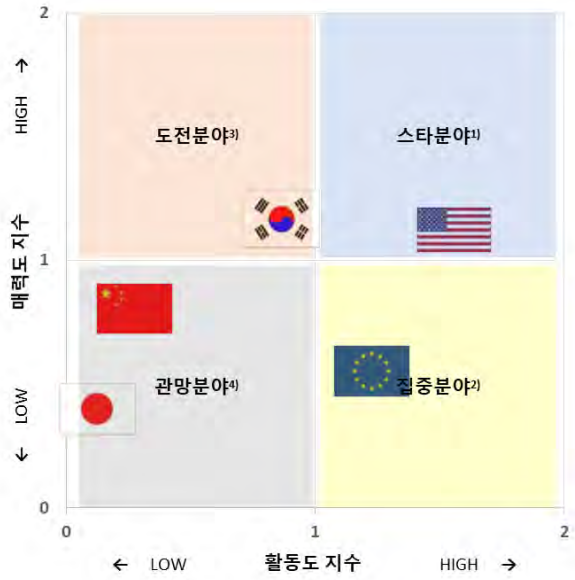
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 정밀의료 인프라 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 질적 연구 성과는 높은 상황이며, 미국의 연구 활동이 활발한 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

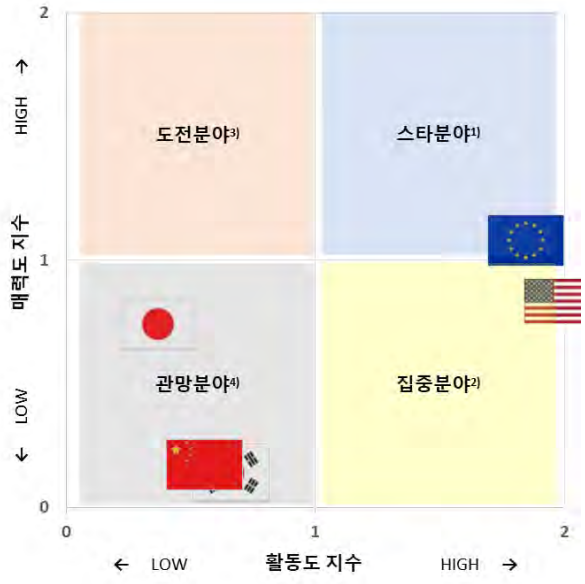


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

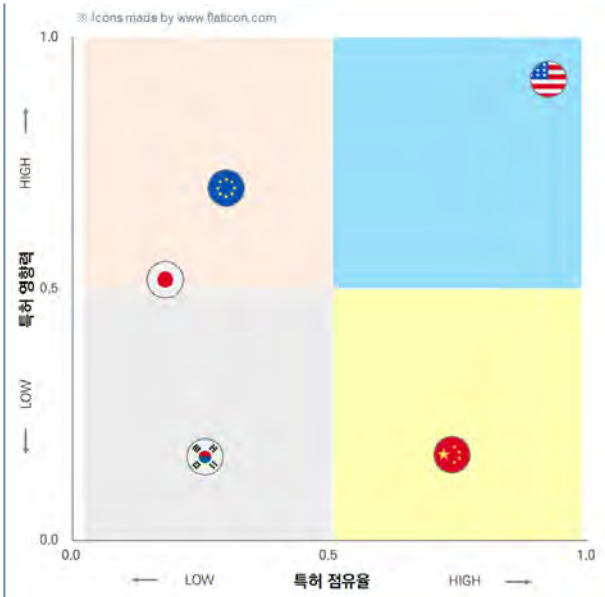
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 정밀의료 인프라 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.47%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '연세대학교'가 6.33%(글로벌 점유율은 0.26%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.21%	0.47%	-50.00%
2	UNIVERSITY OF MARYLAND	미국	0.94%	0.37%	-83.33%
3	MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL	미국	0.81%	0.31%	400.00%
4	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	0.81%	0.31%	100.00%
5	COLUMBIA UNIVERSITY	미국	0.81%	0.31%	400.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	6.33%	0.26%	-33.33%
2	KYUNG HEE UNIVERSITY	6.33%	0.26%	300.00%
3	GACHON UNIVERSITY	5.06%	0.21%	300.00%
4	ASAN MEDICAL CENTER	3.80%	0.16%	100.00%
5	KWANDONG UNIVERSITY	2.53%	0.10%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.64%	0.31%	100.00%
2	DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.20%	0.26%	300.00%
3	CAS KEY LABORATORY OF GENOME SCIENCES AND INFORMATION	1.76%	0.21%	300.00%
4	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.76%	0.21%	300.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	1.76%	0.21%	200.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	12.20%	0.26%	400.00%
2	KEIO UNIVERSITY	4.88%	0.10%	100.00%
3	KOMAZAWA UNIVERSITY	4.88%	0.10%	100.00%
4	TOKYO METROPOLITAN HIROO GENERAL HOSPITAL	2.44%	0.05%	0.00%
5	KYUSHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.44%	0.05%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF OXFORD	0.73%	0.31%	400.00%
2	UNIVERSITY OF MANCHESTER	0.61%	0.26%	300.00%
3	UNIVERSITY OF MODENA AND REGGIO EMILIA	0.61%	0.26%	400.00%
4	UNIVERSITY OF GENOA	0.49%	0.21%	300.00%
5	KAROLINSKA INSTITUTET	0.49%	0.21%	-66.67%

6 미국

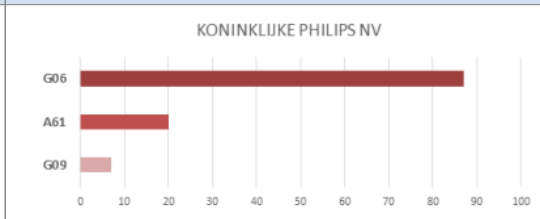
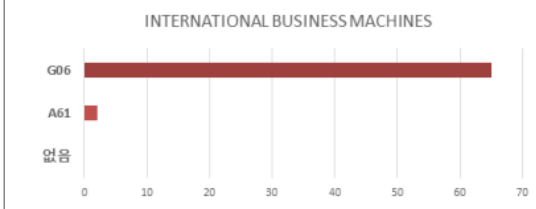
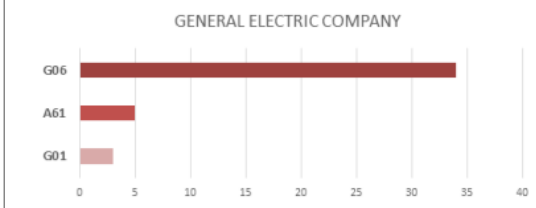
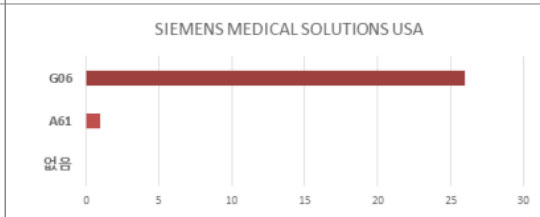
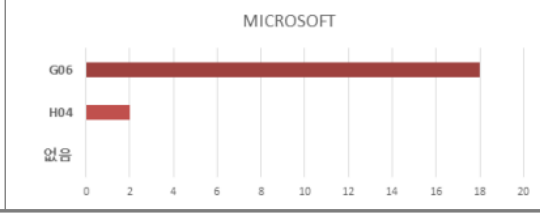
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.21%	0.47%	-50.00%
2	UNIVERSITY OF MARYLAND	0.94%	0.37%	-83.33%
3	MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL	0.81%	0.31%	400.00%
4	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.81%	0.31%	100.00%
5	COLUMBIA UNIVERSITY	0.81%	0.31%	400.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 EU의 'KONINKLIJKE PHILIPS NV(5.72%)' 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 6.88%(글로벌 점유율은 0.75%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'KONINKLIJKE PHILIPS NV'와 '삼성전자'는 G06(산술 논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

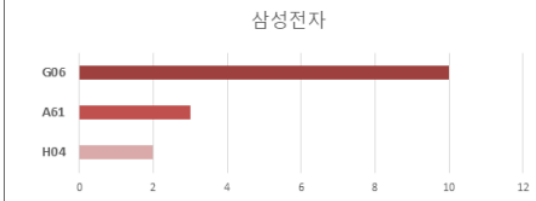
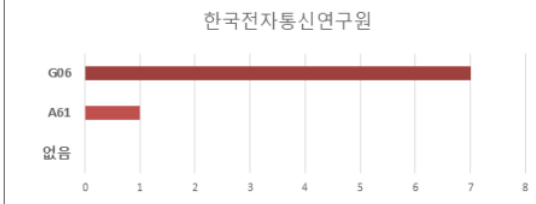
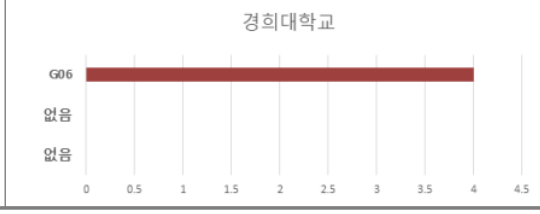
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	EU	45.26%	5.72%	100.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	7.40%	2.97%	119.05%
3	GENERAL ELECTRIC COMPANY	미국	4.86%	1.95%	-24.00%
4	SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA	미국	2.98%	1.20%	-82.61%
5	MICROSOFT	미국	2.21%	0.89%	-57.14%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

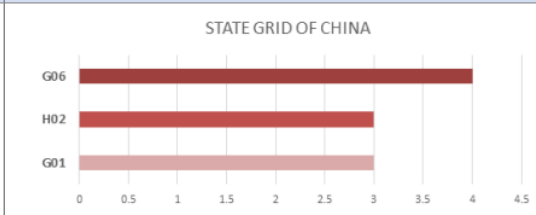
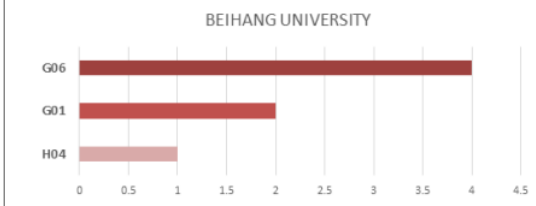
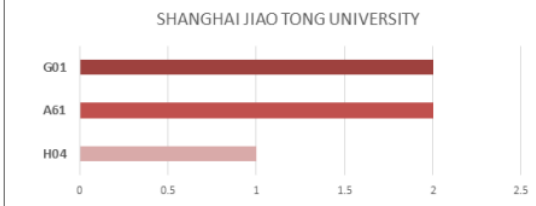
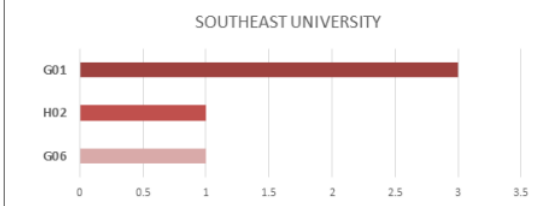
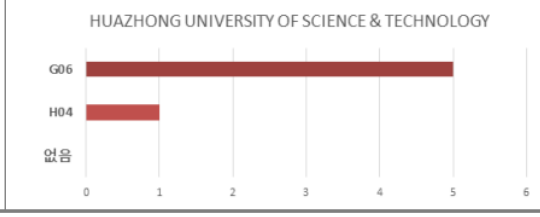
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	6.88%	0.75%	650.00%
2	한국전자통신연구원	3.24%	0.35%	-66.67%
3	솔트웍스	2.43%	0.27%	500.00%
4	서울대학교	2.43%	0.27%	100.00%
5	경희대학교	1.62%	0.18%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-

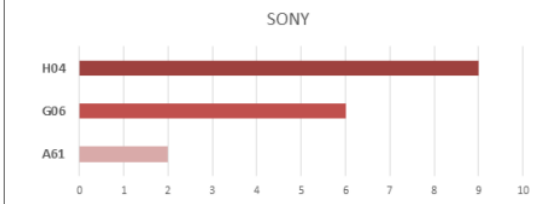
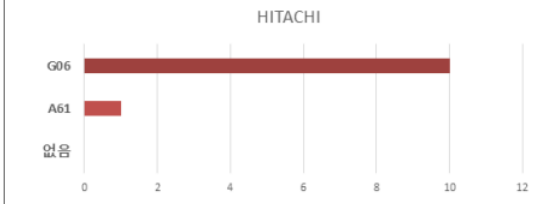
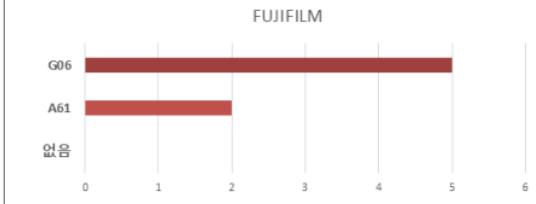
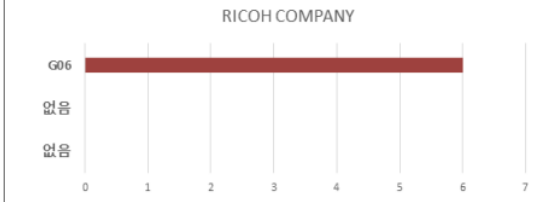
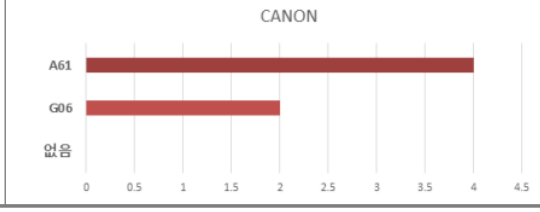
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	1.69%	0.49%	1000.00%
2	BEIHANG UNIVERSITY	1.23%	0.35%	600.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.07%	0.31%	500.00%
4	SOUTHEAST UNIVERSITY	0.92%	0.27%	100.00%
5	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY	0.92%	0.27%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
3		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
4		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

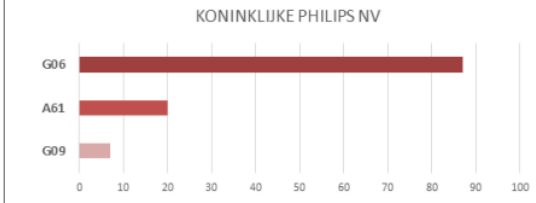
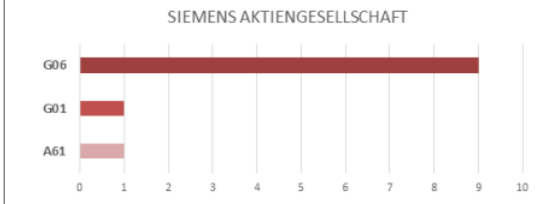
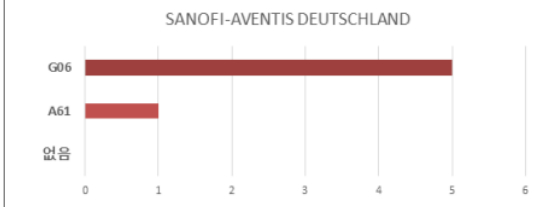
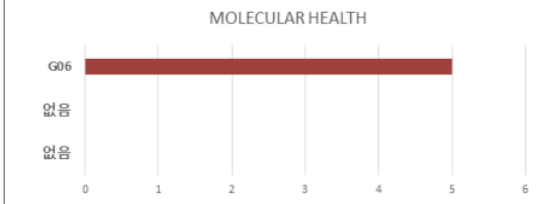
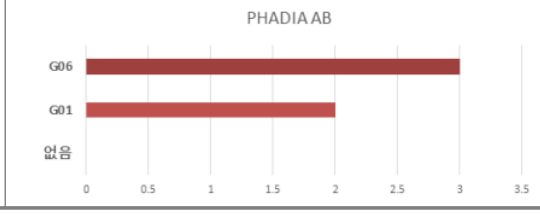
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	10.37%	0.75%	-30.00%
2	HITACHI	6.71%	0.49%	166.67%
3	FUJIFILM	4.88%	0.35%	-66.67%
4	RICOH COMPANY	3.66%	0.27%	-50.00%
5	CANON	3.66%	0.27%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

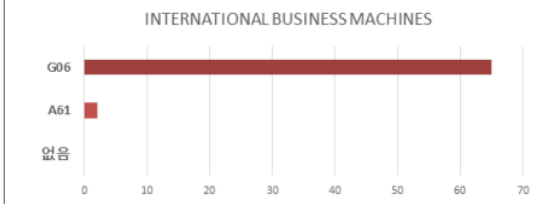
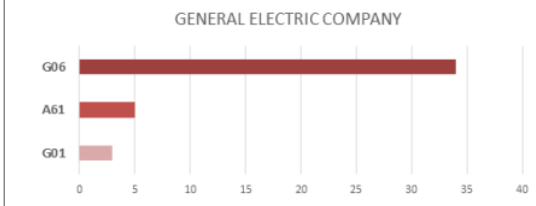
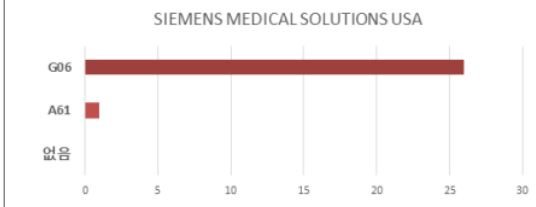
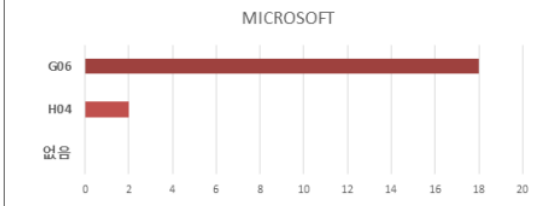
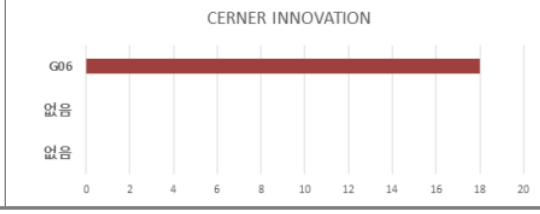
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	45.26%	5.72%	100.00%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	3.86%	0.49%	-42.86%
3	SANOFI-AVENTIS DEUTSCHLAND	2.11%	0.27%	500.00%
4	MOLECULAR HEALTH	1.75%	0.22%	400.00%
5	PHADIA AB	1.75%	0.22%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	7.40%	2.97%	119.05%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	4.86%	1.95%	-24.00%
3	SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA	2.98%	1.20%	-82.61%
4	MICROSOFT	2.21%	0.89%	-57.14%
5	CERNER INNOVATION	1.99%	0.80%	-20.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

71 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술



71 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술

중점과학기술 개요

- 생체분자, 생물학적 경로, 세포 등 생명체를 이루는 다양한 단계의 기능적 단위들의 구성과 상호작용 네트워크 및 그 작용에 따른 생명현상의 원리를 규명하여 개별단위수준에서 이해할 수 없는 생명현상의 총체적인 특성들을 거시적이고 유기적으로 이해하고 분석하는 기술
- 다중 오믹스 데이터의 네트워크 모델링 및 네트워크 분석 기술을 개발·이용하여 생물학적 요소의 상호작용 및 질환기전의 규명을 통해 신약개발에 적용하기 위한 기술
- 시스템생물학을 공학적으로 활용하여 기존에 존재하지 않는 생물구성요소 (바이오부품, 모듈)와 시스템을 재설계·제작하거나 자연계에 존재하는 생물시스템을 재설계·제작하여 이용하는 기술
- 인체 내에서 일어나는 분자, 세포, 조직, 장기 수준의 복잡한 생명현상을 컴퓨터 프로그램으로 표현하여 다양한 인체 생리학적 현상을 분석하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

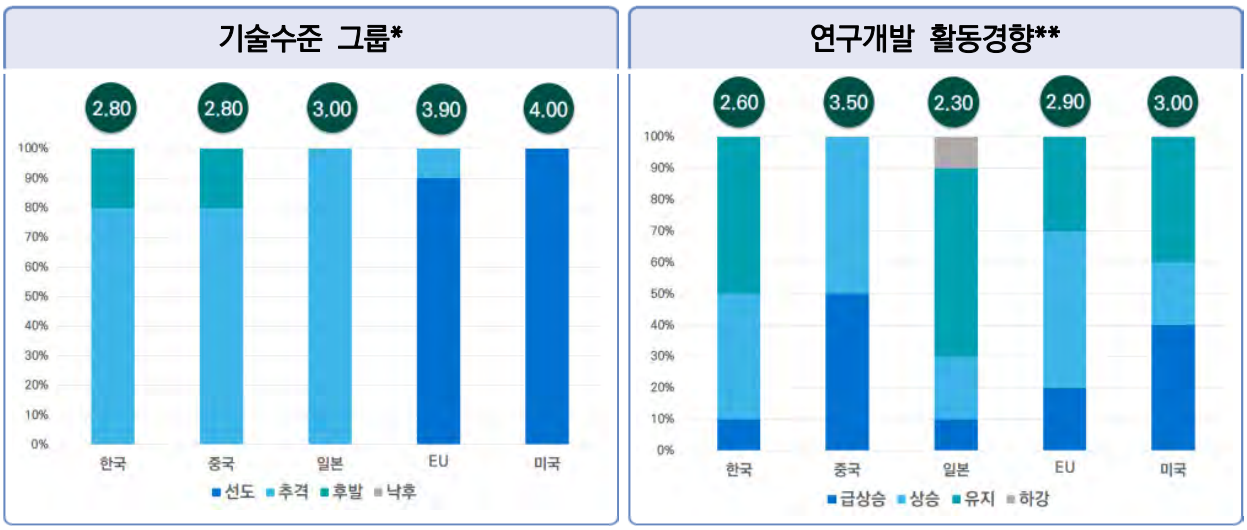
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	4.0	추격	보통	보통	상승
중국	70.0	3.0	추격	우수	보통	급상승
일본	72.5	3.0	추격	우수	보통	유지
EU	87.5	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
			수준(%)				격차(년)			
	수준(%)	격차(년)	수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	72.5	4.5	70.0	40.0	75.0	20.1	4.0	2.0	5.0	2.5
중국	70.0	3.0	70.0	60.0	75.0	11.3	3.0	2.5	5.0	1.7
일본	72.5	3.3	72.5	70.0	80.0	9.8	3.0	2.0	4.0	1.1
EU	87.5	1.0	87.5	80.0	90.0	7.0	1.0	1.0	2.0	0.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

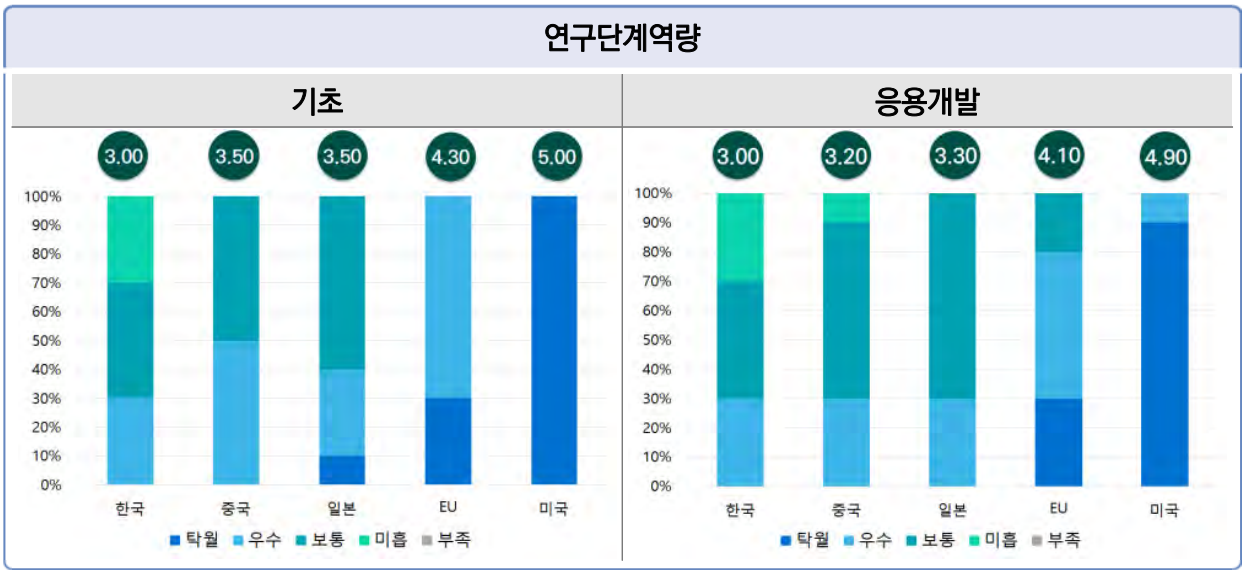
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 연구의 후발국으로서 관련 분야의 연구 인력이 미국이나 EU에 비해 적은 편이고, 따라서 연구비와 연구개발 실적이 상대적으로 적은 편 • 2년 기간 경과 후 최선도 그룹인 미국 연구진 기술 개발 결과 수준의 Follow up 연구 결과를 학회 등에서 보고 • 최근에 많이 향상되었으나, 아직 최고기술 보유국에 비해 분야를 leading 하는 연구 실적이나 사업화가 부족함 • 다수의 그룹이 지속적인 연구를 진행하고 있으며, 선도할 주제에 대한 집중적인 투자는 없음
중국 (70.0%)	• 연구의 후발국으로서 관련 분야의 연구 인력이 미국이나 EU에 비해 적은 편이고, 따라서 연구비와 연구개발 실적이 상대적으로 적은 편 • 다수의 추격 그룹이 존재하며, 이들에 대한정부 투자 활발, 추격 그룹의 일부는 선도 그룹 도약 단계에 있으며, 이들의 성과가 전국적으로 빠르게 확산 가능 • 상기분야에 논문 및 특허의 정량적 건수가 급격히 증가하고 있음. 또한 근래에는 인공합성효모 분야야 탁월한 성과를 내고 있음 • 모든 분야에서 미국을 추월하지 못하나, 일부 기술력을 확보 중
일본 (72.5%)	• 연구의 후발국으로서 관련 분야의 연구 인력이 미국이나 EU에 비해 적은 편이고, 따라서 연구비와 연구개발 실적이 상대적으로 적은 편 • 최근에 많이 향상되었으나, 아직 최고기술 보유국에 비해 분야를 leading 하는 연구 실적이나 사업화가 부족함 • 비교적 거대한 소수의 연구 그룹 중심이며, 정부 투자 부족
EU (87.5%)	• 합성생물학 분야의 창의적 및 실용적 기술에 대한 연구가 미국에 비해 조금 늦게 발표되고 있음. 이는 EU의 상용화에 대한 연구특성으로 파악됨 • 미국에 비슷한 수준으로 연구비가 늘고 있고, 그와 함께 연구업적 또한 증가하고 있는 추세 • 다수의 선도 그룹이 존재하나, 투자가 최고기술 보유국에 비하여 미흡 • 일부 분야에서 미국을 추월하고 있으나, 전반적 역량은 미국 수준에 이르지 못함
미국 (100%)	• 다수의 선도 그룹이 존재하며, 정부의 지속적인 투자 기반의 발전 • 마이크로바이옴, 정밀의학 등의 주제에 대한 선점 및 지속적이며 체계적인 연구 추진 • 합성생물학분야에 정부가 막대한 연구비를 투자하고 있으며, 논문 발표의 정량적 건수를 기반으로 미국이 상기분야에 주도적인 역할 수행 • 연구비 투자 규모와 인적 자원이 타 국가와 비교가 되지 않을 정도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 합성생물학 분야에서는 세계 수준의 연구 그룹이 육성되었으며, 정부 투자 지속 • 국내 최고 권위자를 통한 글로벌 진출이 용이 • 특정 인력들에 의한 연구 성과는 매우 우수하나, 전체적인 연구자들에 대한 상기분야 기술성은 보통 수준 • 시스템 및 합성 생물학 관련 인력 및 인프라 부분에서 경쟁 선도국 대비 열악하나, 핵심 분야에 집중화되는 연구 문화로 인해 기술 경쟁력을 확보하고 있음 • 꾸준한 인력 양성	• 세부기술별 연구 그룹 육성 폭 확대 필요 • 낮은 공동연구 문화 잦은 평가에 대한 압박 국내 최고 권위자이외에 떠오르는 연구자가 부족 • 현 시점에서는 중간 그룹의 수준이나, 향후 중국 등 후발주자에게 기술 수준 등에서 추월당할 가능성이 높음 • 다른 국가에 비해 낮은 정부 투자, 열악한 인프라 및 사업화 기술 부족
중국	• 인력 유치 및 이들에 대한 정부 투자 활발. 인력 기반으로 인프라 구축이 빠르게 진행되고 있으며, 세부기술 각 분야의 기술 수준 향상 • 최근 합성생물학분야에 집중적인 투자를 통해 급격하게 관련분야의 연구 성과를 창출하고 있음 • 인공합성효모분야에 최고의 기술력 보유 • 시스템 및 합성 생물학 관련 정부 주도의 대규모 연구 사업을 인하여 단기간에 연구 경쟁력 확보 중	• 최고 기술국 수준의 선도 기술 도출 미흡 • 중복투자 • 연구결과에 대한 객관성 부족 • 연구 역량 강화의 지속성 여부가 다소간 불투명함. • 거대한 시장을 바탕으로 성장하고 있으나, 아직 상위 국가 대비 기술력, 인력, 인프라가 부족
일본	• 세부기술 각 분야에 대한 지속적인 투자와 연구 수준 유지 • 시스템 및 합성 생물학 관련 인력 및 인프라 부분에서 선도그룹 대비 부족하나, 전문분야를 지속적으로 수행하는 고유한 연구 문화로 인하여 중간 수준의 연구 역량을 유지하고 있음 • 학계에서의 꾸준한 인력양성 • 기술력, 인력, 인프라가 미국이나 유럽 대비 미흡하나 일부 분야가 급성장 중	• 협동연구 • 연구 속도가 감속 및 인적 구성이 적체 • 현 시점에서는 중간 그룹의 수준이나, 향후 중국 등 후발주자에게 기술 수준 등에서 추월당할 가능성이 높음 • 사업화 미흡
EU	• 세부기술 전 분야에 걸쳐 기술, 인력, 인프라 모두 선도 그룹의 수준을 유지 • 마이크로바이옴 연구 주제 선점 우수 • EU 중 영국은 합성생물학분야 정부주도로 많은 연구비를 투자하며, 관련분야 5개 센터를 설립하며, 인프라를 구축하고 있음 • 전반적으로 EU는 인력과 기술 분야에서 미국과 더불어 탁월함	• 전반적으로 최고기술국 대비 해당 분야 투자 규모가 미흡한 수준 • 상업화연구를 전제로 연구개발이 진행 • 응용연구 측면에서 관련 문화 및 인프라가 최고 기술국 대비 미흡함

국가	강점분야	기타
미국	• 마이크로바이옴 및 정밀의학 연구 주제 선점 및 투자 탁월 • 시스템 및 합성 생물학 관련 기초 연구와 응용 연구 측면에서 기술 수준, 인력 확보, 관련 인프라 모두 최고의 역량 보유	• 통합적 접근 • 바이오·시뮬레이션 기술, 네트워크 모델 확보 및 시뮬레이션 환경 구축 기술 등은 다른 세부 기술에 비하여 미흡한 수준

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	1위	4위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 제한된 연구비로 경쟁력을 높이기 위해서는 Top down 방식의 센터 규모의 연구과제가 필요함. 특정 분야를 특화시켜 그 분야에서 creative question을 잘 정의하고, 이를 수행함에 있어 국제적 경쟁력을 갖춘 연구자들을 참여시킴으로써 국제적 경쟁력을 높이는 것이 가장 좋은 방법 중의 하나라고 생각됨 • Core 연구 그룹을 중심으로 한 관련 연구자의 연구 네트워크 구축을 통한 국내 협력촉진 • 국내 대학 및 연구소 참여하는 합성 생물학 연구센터 설립 시 자연스럽게 협력 추진 가능 • 통합 데이터 구축을 위한 연구자간 기관 간 협력 촉진을 위한 연구사업 개발 • 시스템생물학 및 합성생물학 기술의 산업적 적용을 위해서, 업스트림과 다운스트림 분야 연구자들의 협력촉진 필요
국제협력 촉진	• 국제 협력은 국내 연구자의 역량이나 인프라가 부족할 때 경쟁력을 높이는 것에는 도움이 됨. 하지만 현재 연구자의 역량은 많이 성장되어있고, 인프라 또한 흩어져 있지만 충분히 구축할 수 있다고 생각됨. 현재 너무 많은 자원과 역량을 국제 협력에 투자한다면, 생산된 데이터와 연구자들의 시간과 노력을 선진국에 싼 값에 제공하게 되는 결과를 초래할 수 있음. 한국 특유의 시스템/합성생물학 분야와 question을 개척하고 이에 집중할 필요가 있음. • 해외 최우수 연구 그룹과의 전략적 연구 제휴 등을 포함한 국제 협력 추진을 통한 연구 경쟁력 확보 • 대형 연구센터 설립 시 개인연구자별로 하는 것보다 국제 협력이 훨씬 촉진될 것 • 선도 그룹을 벤치마킹하거나 그들의 기술 습득을 위한 인력교류 및 네트워킹 구축을 촉진하기 위한 연구사업 개발 • 국내는 원핵 생물체분야에 비해 진핵 생물체분야의 시스템생물학 및 합성생물학 기술이 미진하므로, 진핵 생물체분야 선진 국가와의 국제 협력 촉진 필요
인력양성 및 유치	• 경쟁력 있는 연구를 지속시키기 위해 필수적이므로 좋은 국내 협력 연구 센터의 연구 프로그램을 통해 차세대 인력을 양성해야함 • 대학원 분야 활성화를 통한 전문 인력 양성 및 해외 신진 우수 인력 유치를 통한 연구 경쟁력 확보 • 정부 주도의 fellowship 확대 필요. BK와 같은 학교 기반의 대학원생 지원 보다 대학원생 각자가 fellowship을 경쟁해서 얻게 하는 제도 필요

	정책제언
	• 해당 분야의 해외 거주 인력 유치를 위한 사업 개발 및 국내에서 해당 분야 인력을 양성할 수 있는 대학 및 연구기관의 인력양성사업 개발, 정부 장학생 선발 시에 해당 분야 육성을 위한 고려 • 진핵 생물체 분야의 시스템 생물학 및 합성생물학 분야 인력양성 필요
인프라 구축	• 연구 활동이 실제 산업화 성과로 달성될 수 있도록 엔드유저인 의료중심 연구 생태계를 구축하는 것이 우선이며 시스템생물학 분야에만 해당되는 것이 아니고 바이오 연구 분야 전체에 해당됨. 시설, 공간적 인프라 뿐만 아니라 인적, 기술적 인프라가 더욱 중요함 • 산학연이 공동 활용할 수 있는 인프라 구축이 필요하며, 다수의 사이트에서 접속하여 함께 활용할 수 있는 코어 인프라 구축에 대한 정책 및 예산 마련 • 시스템 생물학 및 합성생물학 분야의 국내 인프라는 전무하여, 관련 기술 분야의 인프라 구축 필요 • 국내에서 고가 기기의 구입이 점점 더 어려워지고, 구입까지 걸리는 시간도 점점 더 길어지고 있어 국제적 경쟁력을 현저히 낮추고 있음
법·제도 개선	• 선지자들에 의해 센터의 출범이 어렵게 되더라도 이를 지속시킬 수 있는 평가 및 후원 제도가 빈약함. 새로운 연구 요구들이 계속 지속적으로 제기되어 기존 센터들의 안정성이 보장이 안 되는 국내 연구문화에서는 지속적인 연구가 계속되어 경쟁력 있는 기술개발이 달성될 때까지 뒷받침할 수 있는 법/제도의 개선이 필요함 • 시스템생물학 및 합성생물학 연구력 향상을 위한 관련 법·제도 개선 • 생산제품 및 치료제 등의 제약이 너무 많음 (LMO 이슈) 미국 기준으로 따라갈 필요가 있음 • 병원 중심 연구 활성화제도 개선 : 산병협력단 추진 등 제약기업 연구 활성화, 경쟁력 강화를 위한 제도 개선 (영세 기업 퇴출, 구조조정) • 질병과 관련하여서는 임상 정보를 포함한 개인 정보의 활용에 대한 법, 제도 정비를 통하여 원활한 연구가 수행될 수 있도록 장치 마련 • 합성생물학이 적용되는 생물체로부터 생산된 물질의 식품분야의 원활한 허가를 위해, LMO법 및 제도 개선 필요 • 연구 개발 후 상용화를 위한 법, 제도 개선 필요. 특히 국내의 높은 장벽으로 이루어져 있는 식약처의 인증 및 품목 허가 등의 법적 개선 필요
연구비 확대	• 선진국에 비해 연구지 재정과 소스가 상대적으로 부족한 국내 현실을 감안하면, 무작정 연구비를 늘려 그중에 하나의 우수한 기술 개발이 도출되기를 기대하는 것은 어려울 것으로 사료됨. 따라서 Top down 또는 middle up 형식의 센터 중심의 연구 과제를 만들거나, 현재 진행중인 과제들을 통합하여 센터중심의 과제로 개편할 필요가 있음 • 원천 및 응용 과제에 대한 연구비 확대를 통한 기술 격차 해소 필요 • 정부 주도의 주요 대학이 참여하는 합성생물학연구센터 설립. 미국의 버클리의 Synberc, 노스웨스턴 합성생물학연구센터, 영국, 싱가폴 등 주요 나라에서 이와 같이 운영함 • 개별 소모성 과제 중심이 아니고 인프라 구축에 필요한 연구비 지원 • 국내에서는 비교적 거대한 소수의 연구 그룹 중심의 연구가 수행되고 있으며, 기술 선도 그룹으로의 도약에 필요한 연구 확대 및 실용화로의 이행을 위한 연구 투자 확대 필요 • 시스템생물학 및 합성생물학의 산업적 적용 기술 개발들을 위한 연구비 확대가 필요함 • 국내 연구비 규모가 미국에 비해 현저히 나빠지고 있음. 연구비 규모의 확대가 시급
기타 의견	• 머신러닝, autoCAD 등과 같은 computational tool과 함께 생명체 재설계 등의 연구를 추진하면 효과가 극대화 될 것 • 유전체 정보를 확보하는 다부처 유전체 사업의 결과가 활용되어야 하며, 시스템 생물학적 접근을 위한 데이터 생산을 위한 멀티 오믹스 기술의 접목이 필요

다 주요 분석 결과 요약

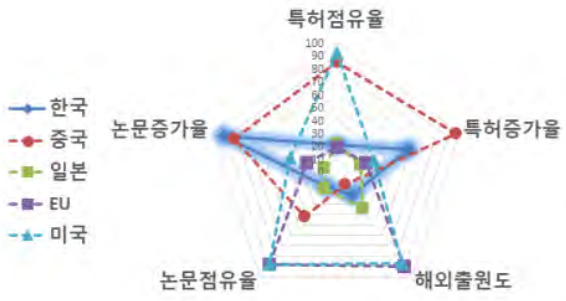
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술	1,244	1,353	74.6%	65.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

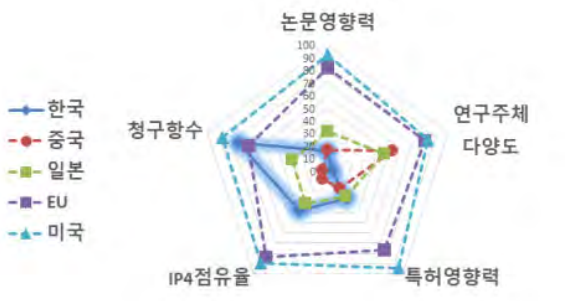
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	미국	미국	미국
	39.1%	34.8%	28.0	8.7
한국	5위	4위	5위	3위
	1.8%	11.6%	7.7	1.3
5개국 평균[2]	-	-	22.0	7.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

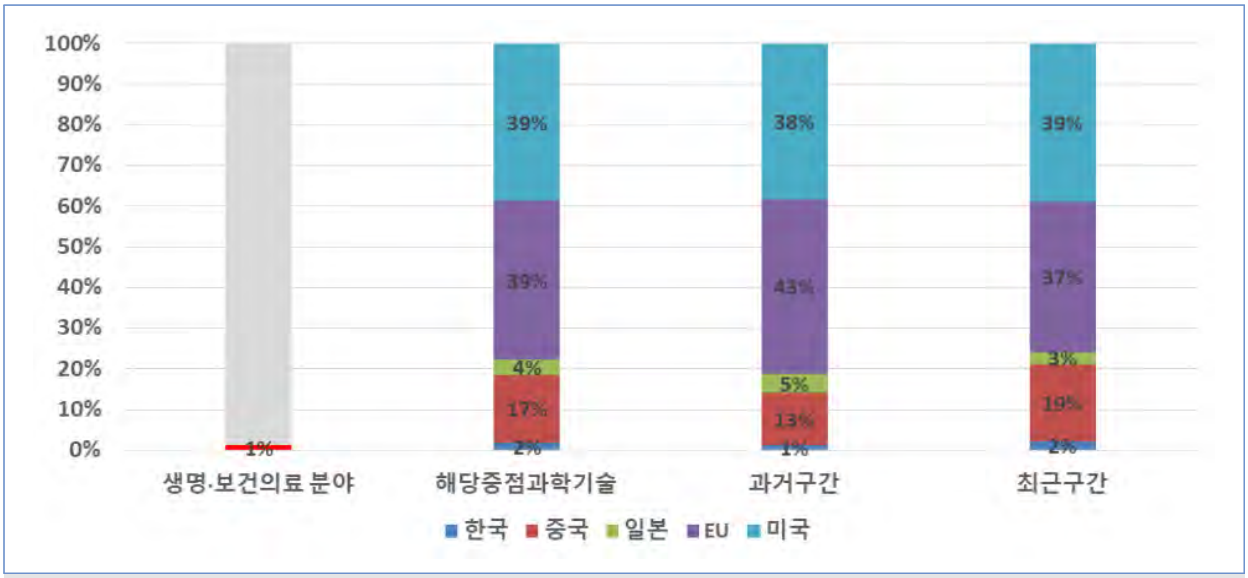
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(1.8%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(7.7)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(39.1%), 미국(38.7%), 중국(16.7%), 일본(3.6%), 한국(1.8%) 순이며, 논문 증가율은 한국(183.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(28.0), EU(23.6), 일본(11.9), 중국(8.1), 한국(7.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(11.6%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(1.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 미국(34.8%), 중국(30.9%), 일본(11.7%), 한국(11.6%), EU(11.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(286.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.7), EU(5.7), 한국(1.3), 일본(1.1), 중국(0.1) 순이며, IP4 점유율은 미국(26.1%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(6.8)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	1.8%	16.7%	3.6%	39.1%	38.7%
	논문 증가율	183.3%	158.6%	14.3%	51.0%	76.4%
	논문 영향력	7.7	8.1	11.9	23.6	28.0
	연구주체 다양도	0.52	0.92	0.80	0.95	0.93
특허 분석	특허 점유율	11.6%	30.9%	11.7%	11.0%	34.8%
	특허 증가율	101.9%	286.0%	-16.3%	1.4%	22.2%
	해외출원도	1.1	0.3	1.9	5.4	5.1
	특허 영향력	1.3	0.1	1.1	5.7	8.7
	IP4점유율	11.5%	0.7%	9.5%	23.5%	26.1%
	청구항수	6.0	2.4	4.1	5.6	6.8

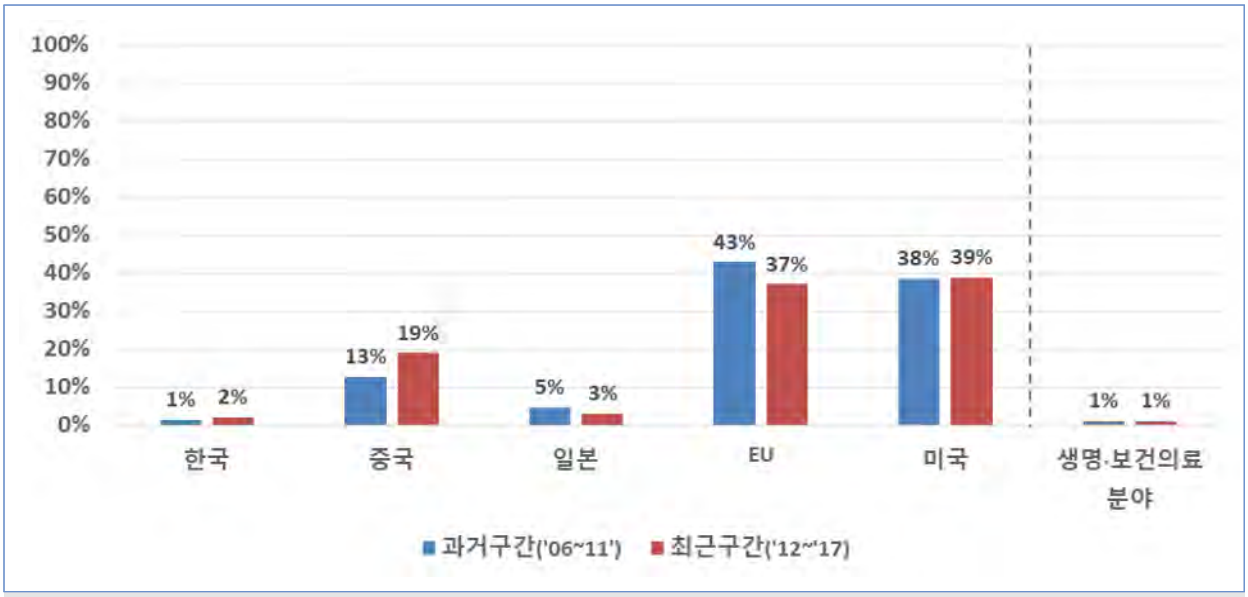
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 487건으로 전체 논문의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 1%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

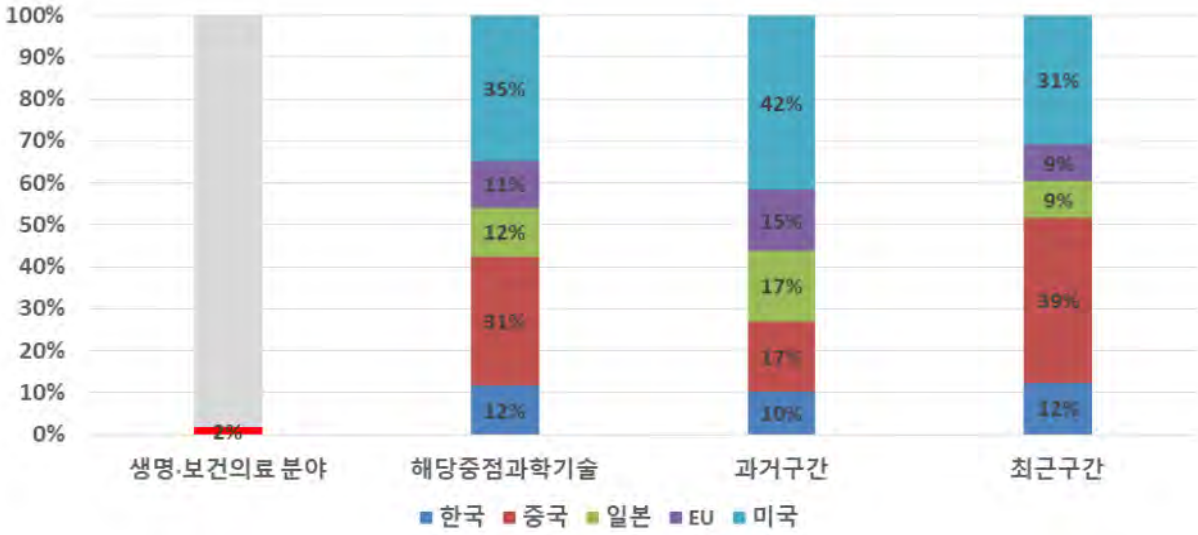


● 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 183.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	6	17	23	183.3%
중국	58	150	208	158.6%
일본	21	24	45	14.3%
EU	194	293	487	51.0%
미국	174	307	481	76.4%
전체	453	791	1,244	74.6%

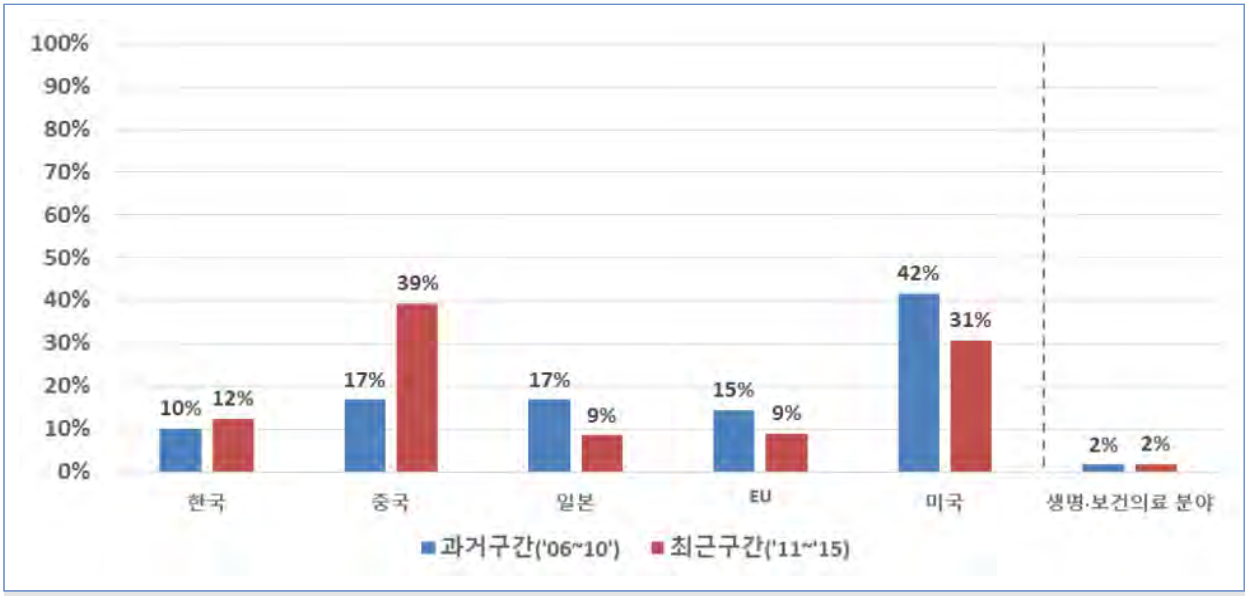
(4) 특허 점유율(전체)



- 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 미국이 471건으로 전체 특허의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 일본, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



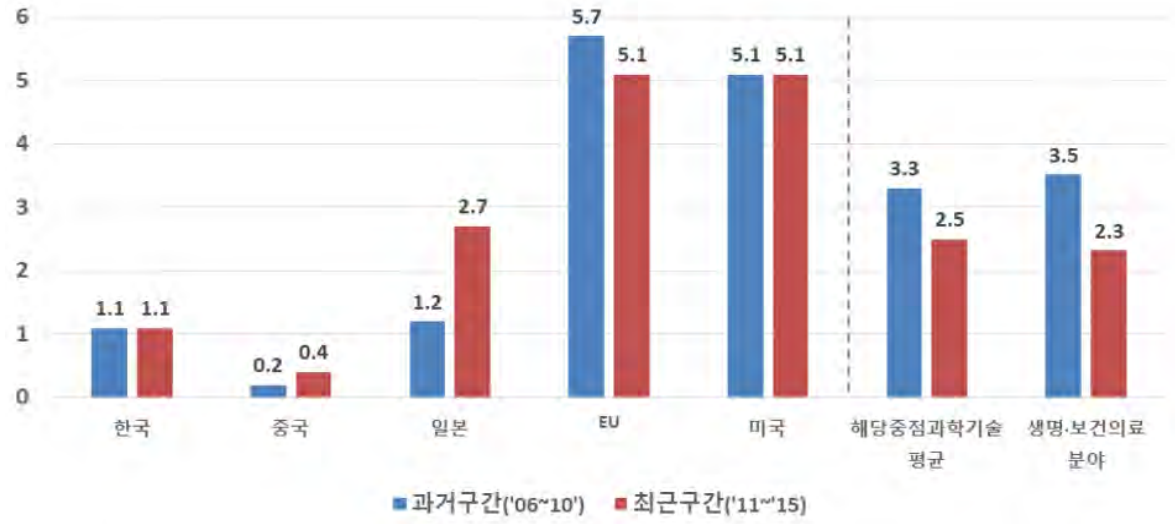
- 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 101.9%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	52	105	157	101.9%
중국	86	332	418	286.0%
일본	86	72	158	-16.3%
EU	74	75	149	1.4%
미국	212	259	471	22.2%
전체	510	843	1,353	65.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

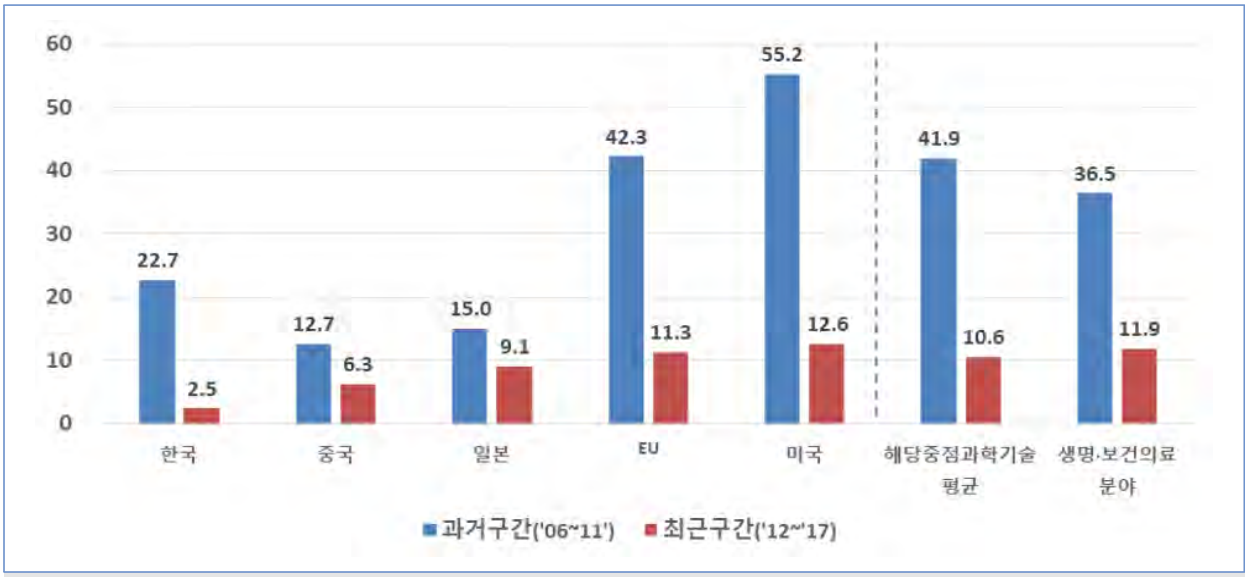


- 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

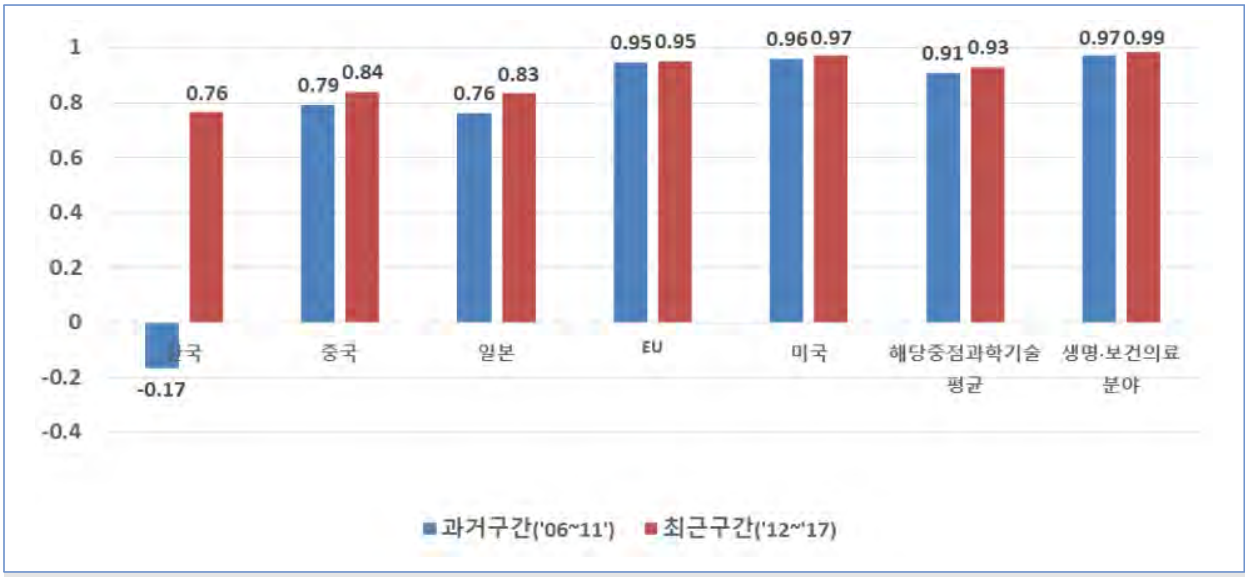
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



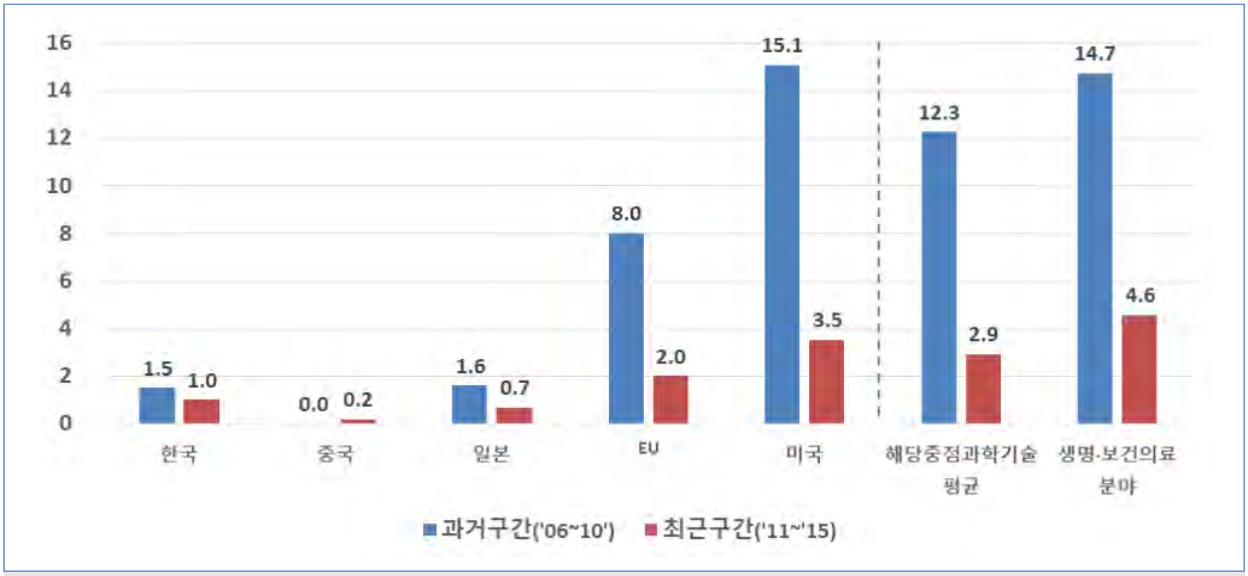
● 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



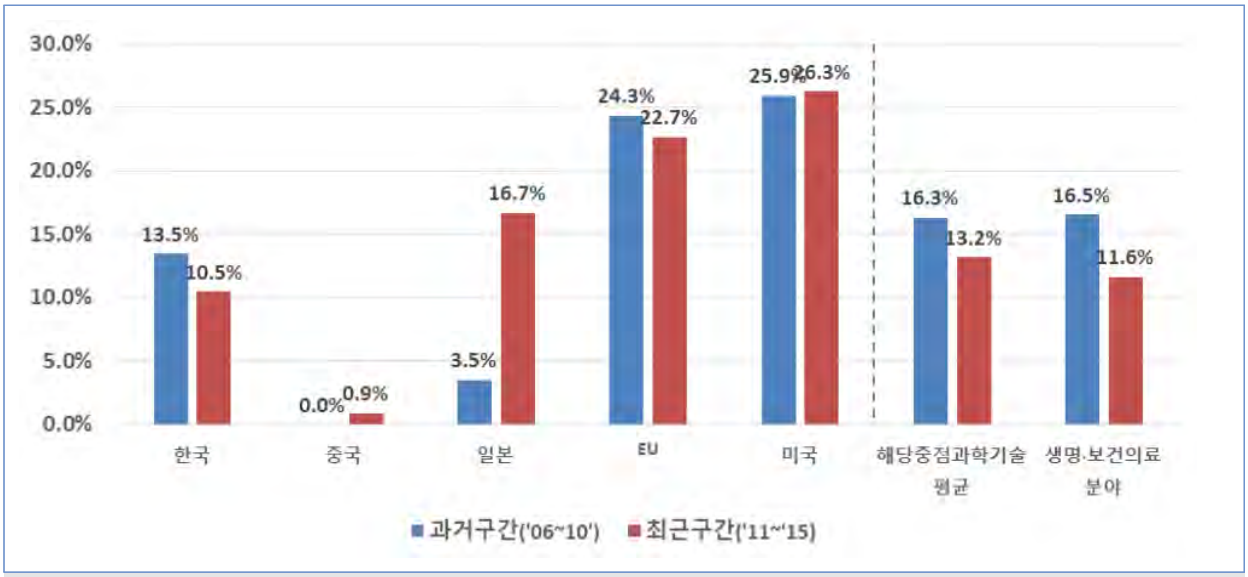
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



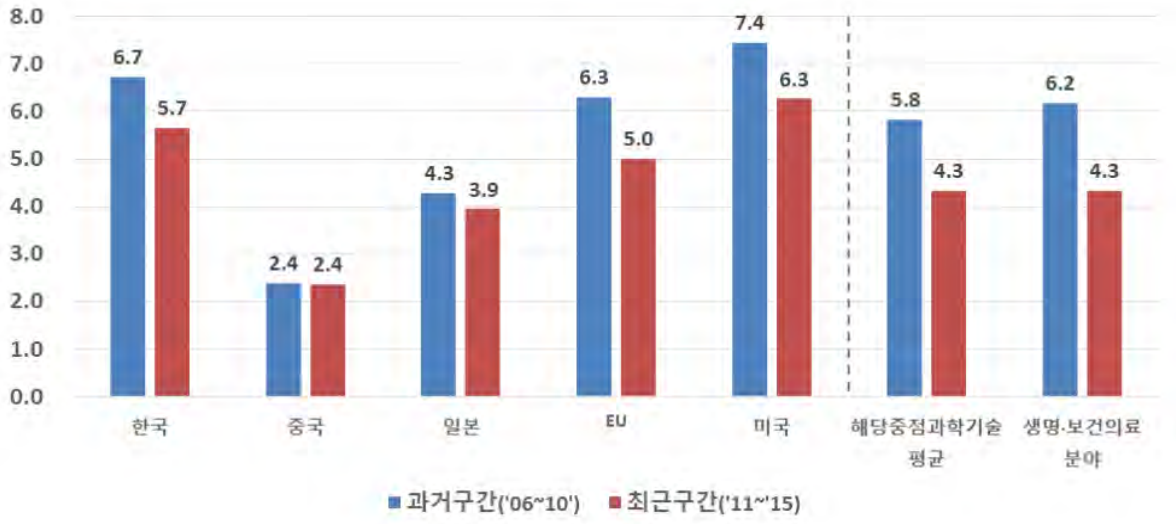
- 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

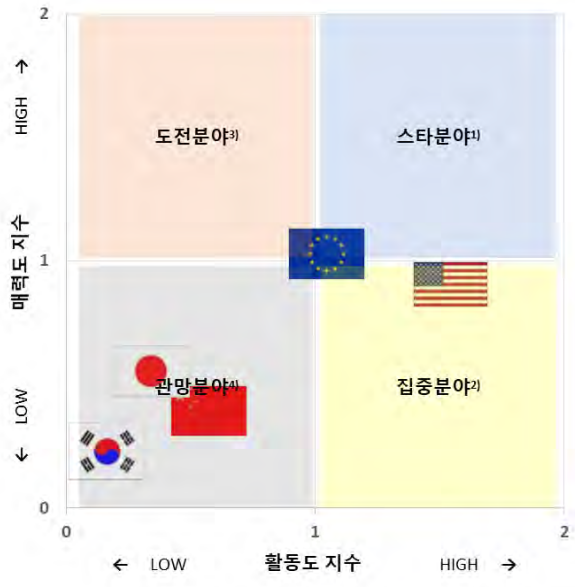
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

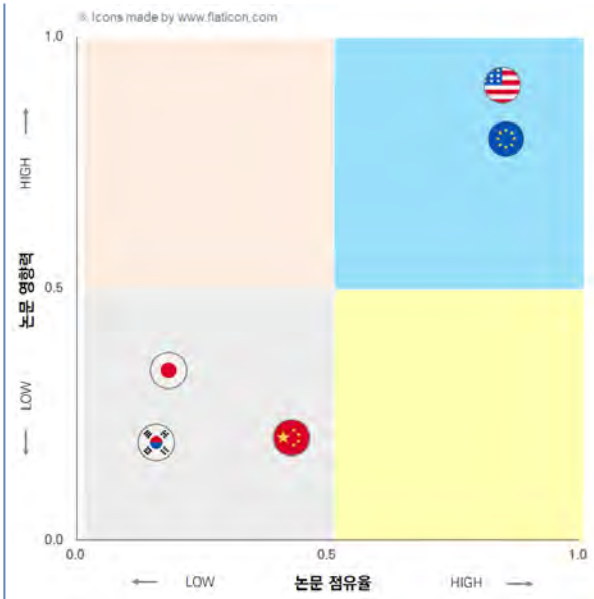
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

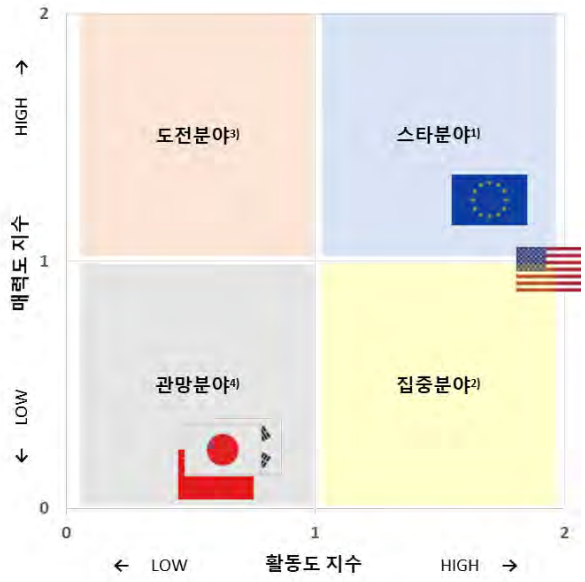


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

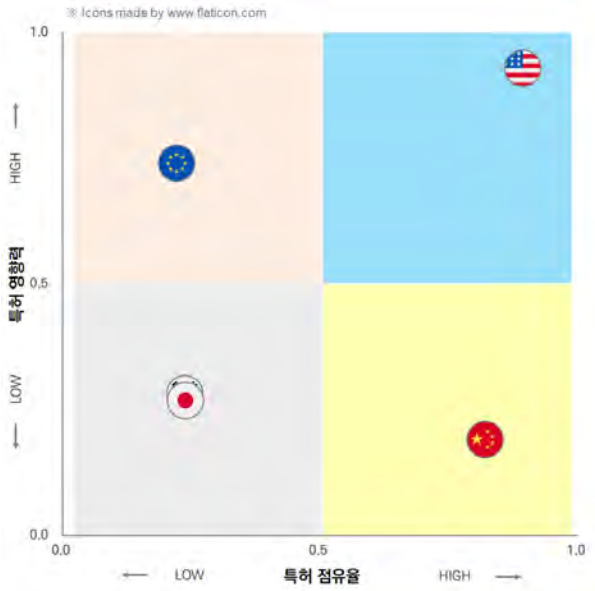
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.45%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 8.70%(글로벌 점유율은 0.16%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.74%	1.45%	100.00%
2	UNIVERSITY OF ILLINOIS	미국	1.04%	0.40%	300.00%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	미국	1.04%	0.40%	300.00%
4	UNIVERSITY OF READING	EU	1.03%	0.40%	300.00%
5	ACADEMIC MEDICAL CENTER	EU	1.03%	0.40%	400.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	8.70%	0.16%	0.00%
2	GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (GIST)	4.35%	0.08%	0.00%
3	SAMSUNG BIOMEDICAL RESEARCH INSTITUTE	4.35%	0.08%	-100.00%
4	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	4.35%	0.08%	0.00%
5	EWHA RESEARCH CENTER FOR SYSTEMS BIOLOGY (ERCSB)	4.35%	0.08%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ANHUI MEDICAL UNIVERSITY	1.92%	0.32%	200.00%
2	SICHUAN UNIVERSITY	1.44%	0.24%	-50.00%
3	JILIN UNIVERSITY	1.44%	0.24%	100.00%
4	DAMAR RESEARCH SCIENTISTS	0.96%	0.16%	100.00%
5	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	0.96%	0.16%	100.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HUMAN GENOME CENTER	4.44%	0.16%	-100.00%
2	NAGOYA UNIVERSITY	4.44%	0.16%	0.00%
3	TOHOKU UNIVERSITY	4.44%	0.16%	0.00%
4	HOKKAIDO UNIVERSITY	4.44%	0.16%	0.00%
5	OKAYAMA UNIVERSITY	2.22%	0.08%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF READING	1.03%	0.40%	300.00%
2	ACADEMIC MEDICAL CENTER	1.03%	0.40%	400.00%
3	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	1.03%	0.40%	50.00%
4	UNIVERSITY COLLEGE CORK	0.82%	0.32%	-66.67%
5	ROYAL FREE AND UNIVERSITY COLLEGE MEDICAL SCHOOL	0.62%	0.24%	-100.00%

6 미국

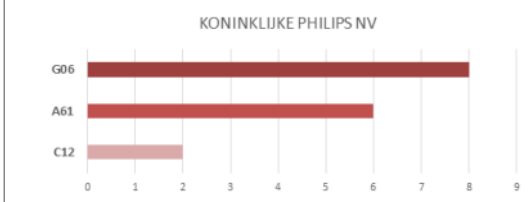
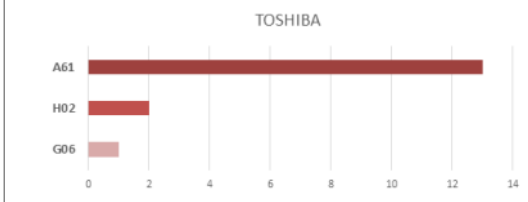
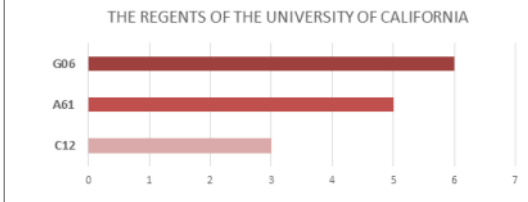
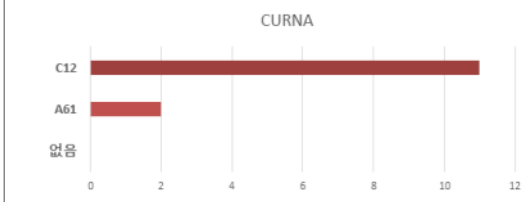
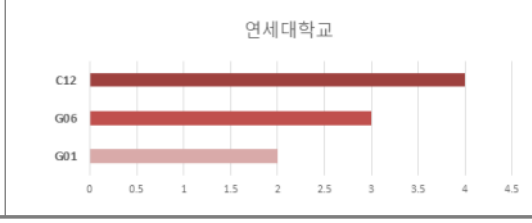
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.74%	1.45%	100.00%
2	UNIVERSITY OF ILLINOIS	1.04%	0.40%	300.00%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.04%	0.40%	300.00%
4	UNIVERSITY OF FLORIDA	0.83%	0.32%	200.00%
5	WASHINGTON UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	0.83%	0.32%	200.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 EU의 'KONINKLIJKE PHILIPS NV(1.33%)' 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '연세대학교'가 5.73%(글로벌 점유율은 0.67%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'TOSHIBA'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를, '연세대학교'는 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

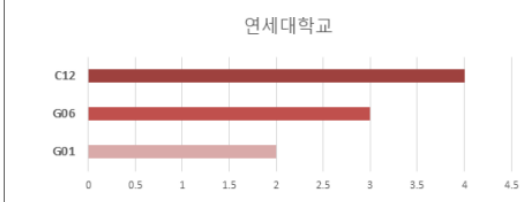
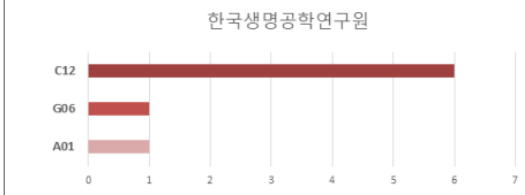
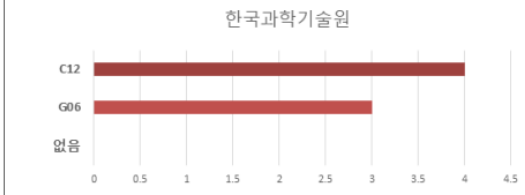
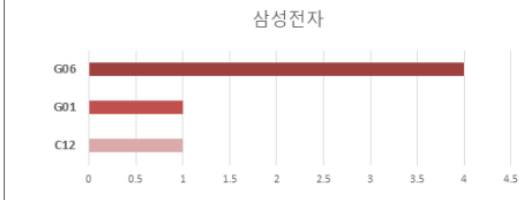
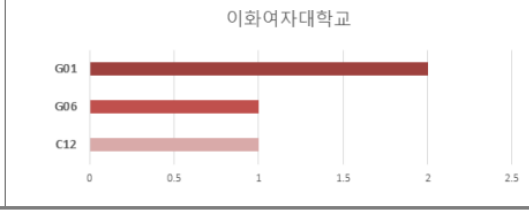
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	EU	12.08%	1.33%	25.00%
2	TOSHIBA	일본	10.76%	1.26%	-69.23%
3	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.40%	1.18%	333.33%
4	CURNA	미국	2.76%	0.96%	-55.56%
5	연세대학교	한국	5.73%	0.67%	700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

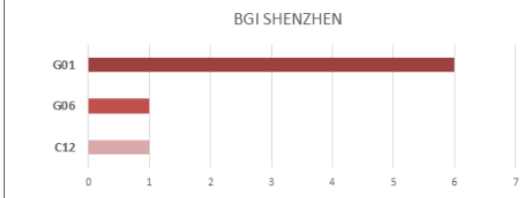
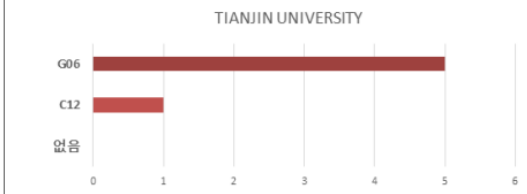
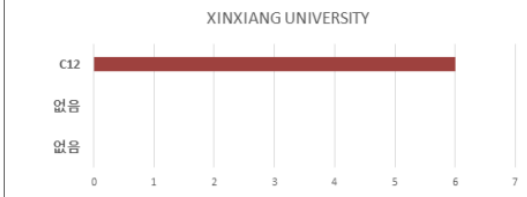
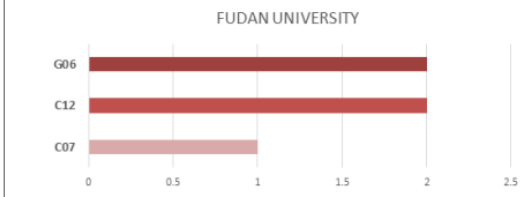
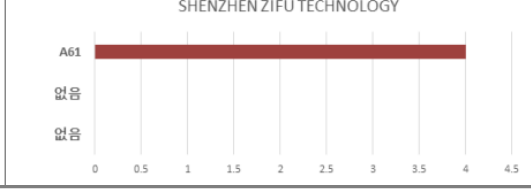
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	연세대학교	5.73%	0.67%	700.00%
2	한국생명공학연구원	5.10%	0.59%	-66.67%
3	한국과학기술원	4.46%	0.52%	33.33%
4	삼성전자	3.82%	0.44%	100.00%
5	이화여자대학교	3.18%	0.37%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

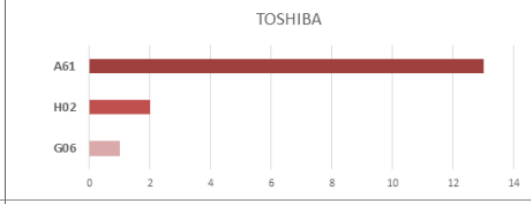
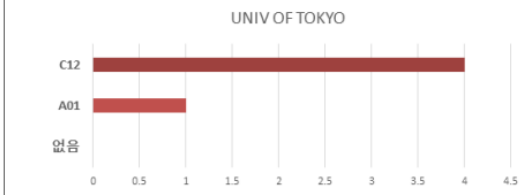
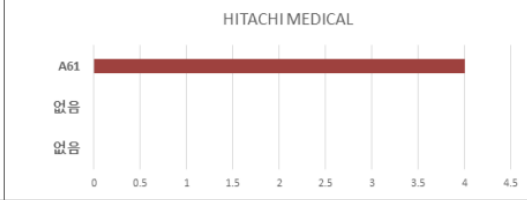
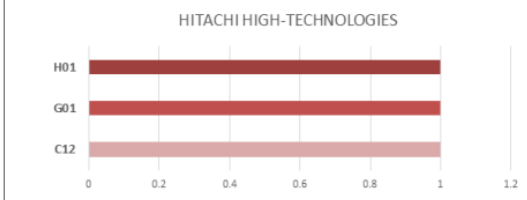
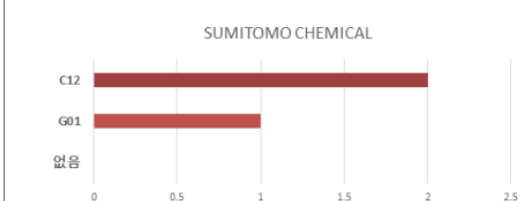
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BGI SHENZHEN	1.91%	0.59%	700.00%
2	TIANJIN UNIVERSITY	1.44%	0.44%	400.00%
3	XINXIANG UNIVERSITY	1.44%	0.44%	500.00%
4	FUDAN UNIVERSITY	1.20%	0.37%	50.00%
5	SHENZHEN ZIFU TECHNOLOGY	0.96%	0.30%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–

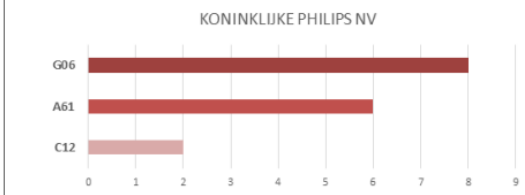
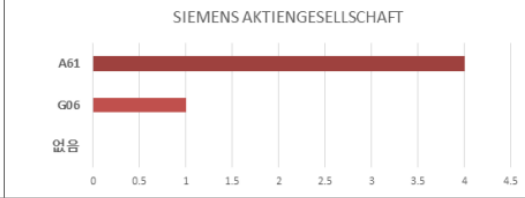
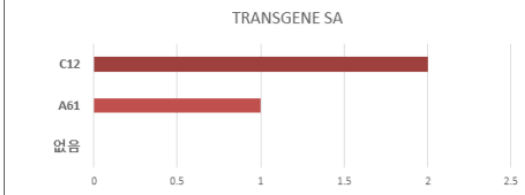
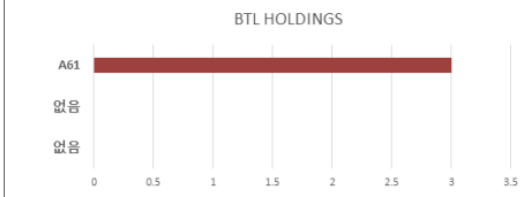
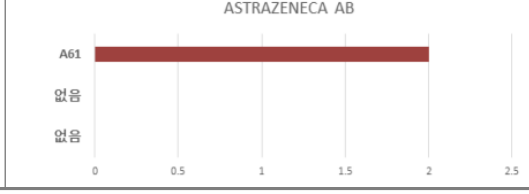
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	10.76%	1.26%	-69.23%
2	UNIV OF TOKYO	3.16%	0.37%	400.00%
3	HITACHI MEDICAL	2.53%	0.30%	-100.00%
4	HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES	1.90%	0.22%	-100.00%
5	SUMITOMO CHEMICAL	1.90%	0.22%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		-	-

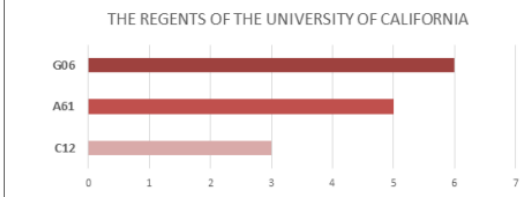
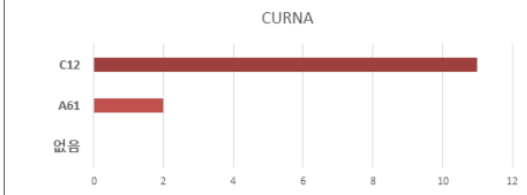
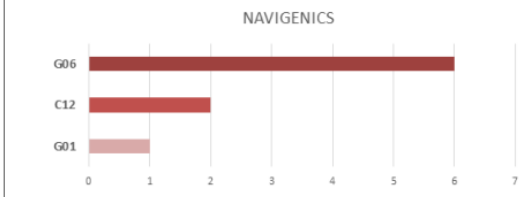
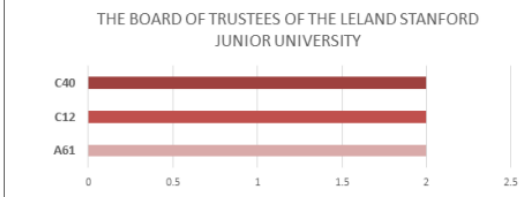
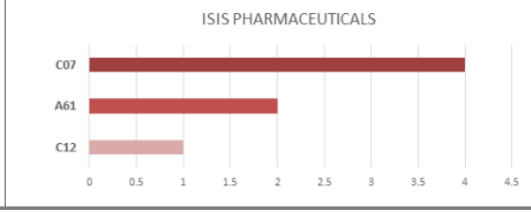
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	12.08%	1.33%	25.00%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	4.03%	0.44%	100.00%
3	TRANSGENE SA	2.01%	0.22%	-50.00%
4	BTL HOLDINGS	2.01%	0.22%	200.00%
5	ASTRAZENECA AB	1.34%	0.15%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.40%	1.18%	333.33%
2	CURNA	2.76%	0.96%	-55.56%
3	NAVIGENICS	1.91%	0.67%	-71.43%
4	THE BOARD OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY	1.49%	0.52%	150.00%
5	ISIS PHARMACEUTICALS	1.49%	0.52%	-25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
4		C40	조합된 기술
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

72 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술



72 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술

중점과학기술 개요

- ☑ 뇌신경계의 발생·분화·노화·사멸 현상, 뇌인지 및 정서 기능의 작동원리를 밝히고, 이에 따른 뇌신경계 질환의 원인규명 및 기전을 밝히는 기술
- ☑ 신경세포 사멸, 노화 및 기능 손실로 인한 뇌신경계 기능저하를 복원하거나 이를 대체할 수 있는 치료법을 개발하여, 퇴행성 뇌질환 및 뇌혈관계 치료 및 예방에 기여하는 기술 등

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

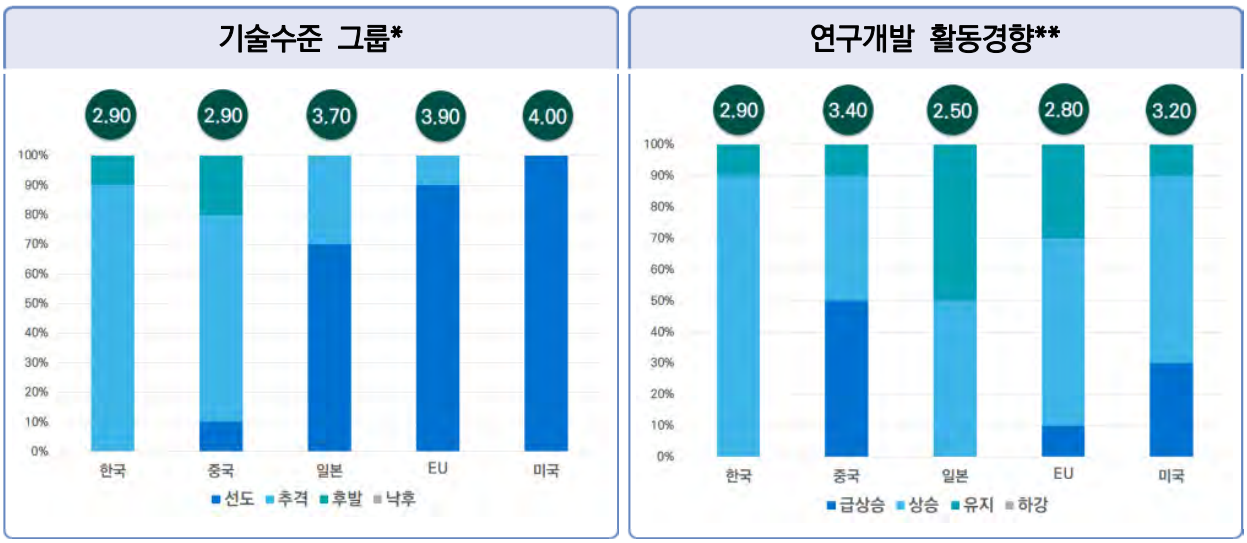
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	4.3	추격	우수	보통	상승
중국	65.0	5.0	추격	보통	우수	상승
일본	87.5	2.0	선도	탁월	우수	상승
EU	90.0	1.3	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	5.0	70.0	60.0	75.0	18.8	4.3	3.0	5.0	1.5
중국	65.0	5.0	65.0	50.0	76.0	22.9	5.0	3.0	5.5	1.6
일본	88.0	2.0	87.5	80.0	90.0	10.0	2.0	1.0	2.0	1.7
EU	90.0	0.8	90.0	80.0	93.0	11.1	1.3	0.5	2.0	1.2
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

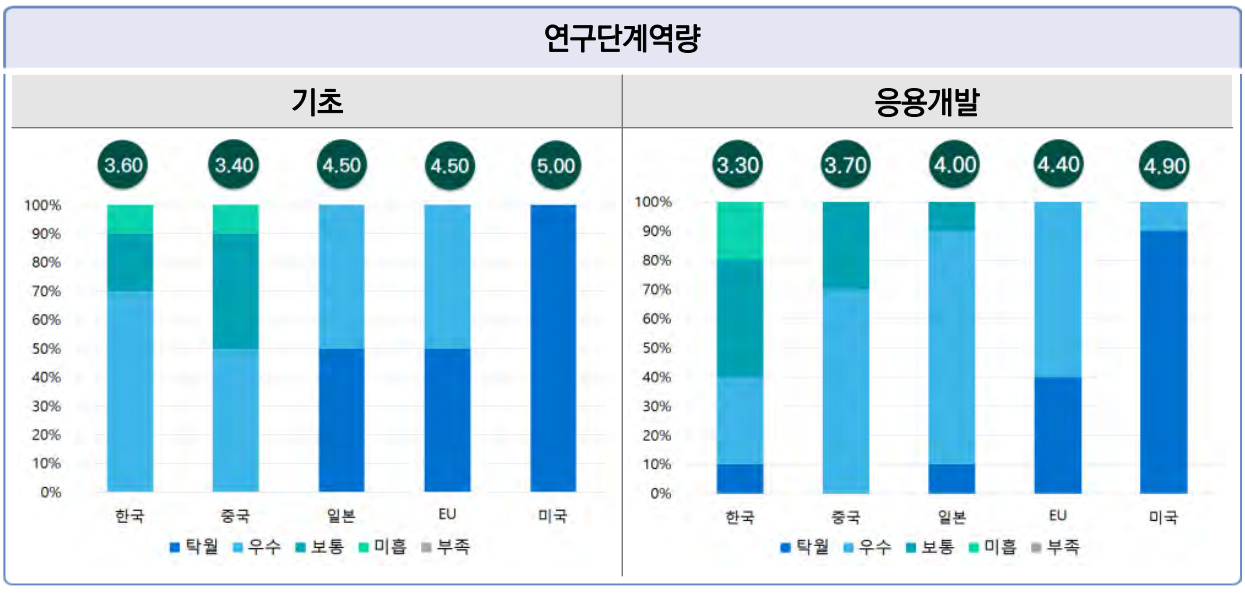
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 국가적인 지원이 많이 이루어지고 있으나 성과로 이루어지기 위해서 평가 시스템과 지원시스템에 유연성이 더욱 필요함 • 뇌신경계 질환 극복을 위해 통합적 뇌기능 이해를 위한 체계적인 지원 증가 추이 • 수가 많지는 않지만, 뇌신경계 질환 극복을 위한 세계적인 연구 성과 창출 및 증가 추이 • 기초연구와 중개연구, 사업화 연구개발의 혼선 • 실질적인 융합연구가 어려운 여건 • 국가적 연구개발 전략 부재, 연구지원기관의 적절한 역할 분담 • 국가연구개발비 투자의 왜곡 개선, 효율성 제고 필요 • 사업화 환경 미흡 • 의미 있는 독창적 연구개발을 위한 국내 기반 취약
중국 (65.0%)	• 급성장하는 과학기술을 토대로 선두 연구국가를 빠르게 추격 • 최근 들어 국가적으로 많은 지원이 이루어지고 있음. 해외 연구자들의 적극적인 영입이 주효함 • 국가 연구비 급증. 연구자 규모도 급격히 증가 • 한국과 중국은 비슷한 수준으로 뇌를 이해하기 위한 투자가 증가하고 있고, 세계적인 연구 성과가 꾸준히 증가하고 있음
일본 (87.5%)	• 기타 바이오 및 의약학 분야는 최고기술의 선진국이나, 뇌신경질환 분야에서는 다소 뒤쳐짐 • 선도그룹(EU)과 비교하여 유사한 기술 수준을 갖추고 있음. 신경회로 분석 기술에 기초한 뇌질환 원인 규명하는 연구 수준은 약간 미흡한 수준 • 뇌 과학관련 전문 연구소를 일찍 설치하고 다수의 선도적인 논문으로 기술적 우위를 차지하려 노력하고 있음. 국가적으로 적극적인 지원이 이루어짐 • 뇌신경계 질환의 치료연구의 정부 지원 등이 최고기술보유국 대비 다소 미흡 • 신경계발생분야 연구 분야에서 선도그룹인 미국과 동등한, 혹은 앞선 수준의 연구 결과물들이 꾸준히 발표되고 있음 • 일부 분야에서 최고수준이지만, 연구주제 다양성 부족함 • 줄기세포를 이용한 뇌질환 치료기술 연구개발·원숭이모델을 이용한 뇌(질환)연구 시도 중이나 성과는 지켜보아야 함.
EU (90.0%)	• 최고기술 보유국과 유사한 연구 성과가 국가주도 연구기관에서 시행되고 있으며, 다국적 제약기업 주도의 선진 연구가 수행되고 있음 • 미국과 비교하여 신경회로 분석 기술 등은 대등한 수준까지 도달함. 다만 뇌질환 치료 및 예방기술 수준은 아직까지 추격단계임 • 미국과 거의 동시에 동일한 임상 시험이 실시되고 있음 • 영국, 독일, 오스트리아 등을 중심으로 선도그룹인 미국과 동등한 수준의 연구 결과물 발표
미국 (100%)	• 정부주도의 R&D 프로그램과 더불어 민간 재단 투자 및 기업 투자의 탄탄한 저변을 기반으로 뇌신경질환 분야 기초 및 임상연구 주도 • 관련 연구 분야 대부분을 리딩하고 있음 (논문 및 특허 모두) • 뇌신경계 질환 치료 목적의 임상시험이 최다 실시되고 있음 • 미국 국립보건원(National Health Institute), 미국 국방 첨단과학기술 연구소(Defense Advanced Research Projects Agency), 미국 과학재단(National Science Foundation) 등 3개의 국가 기관이 연구에 참여하고 있고 국가적 차원의 전폭적인 지원으로 뇌신경계 질환의 치료연구가 활발히 이루어지고 있음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 지속적인 정부 및 민간 투자와 관심. 전 분야를 통 털어 선도하는 연구결과 발표 및 이를 활용한 치료제 및 진단방법 개발이 활발함 • 연구비 전체 규모, 연구자 집단이 가장 많음 연구기술도 가장 앞섬 • 뇌질환 이해를 위한 필수단계인 뇌의 통합적 이해를 위한 맵핑을 국가적 차원에서 주도 • 뇌신경계 질환별 체계적인 지원 및 논문, 특허 주도 • 뇌 신경계 질환의 바이오신약을 주도하는 기업이 다수 분포 • 뇌신경계 치료 관련 논문 및 원천 기술보유국으로 많은 연구 결과와 활동이 최고 수준임. • 산업적 가치 창출을 장기적인 목표로 국가적 연구개발 전략 수립 후 뇌신경계 질환 극복을 위한 연구비 집행 중 • 다국적 제약사 및 의료기기, 장비회사, 의생명과학회사들과 규제당국을 포함하여 정부 및 학계가 여러 주제의 컨소시움을 형성하여 기초연구부터 사업화까지를 동시에 고려한 중장기 교류 활성화 • 과감하고 모험적인 대형 융합연구 주제를 정부 주도로 선정하고 다년, 다단계 계획에 따라 지속적으로 추진

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 최근 신경회로 기반 시스템 신경과학연구자들의 급증으로 뇌질환 분석기술이 향상되고 있는 추세 • 고령화 및 복지에 대한 관심으로 뇌신경계 질환에 대한 국가 집중도가 증가됨 • 바이오산업의 부흥기로 다수의 신생기업에서 뇌신경계 질환을 포함한 다양한 질환 사업화/실용화 연구가 런칭되고 있음 • 단백질 안정성 증진 기술, 화합물 설계 기술 등 치료 기술고도화는 세계 최고 수준 • 세계적인 연구동향을 추격하며 틈새분야에서 성과 우수 • 수월성 있는 해외 산학연 출신, 연계 인력 보유 • 우수한 기초, 중개연구 성과 다수 생산 • 기술과 인프라 지원에 대한 국가적인 지원 의지가 높음 • 수전증의 초음파 수술 등, 기술적으로 많이 발전되어 있음. • 미국에 비하면 수는 적지만, 최고 수준의 뇌공학/뇌 추적 기술을 보유하고 있고, 그 수가 꾸준히 증가 • 과학 기술 특성화 대학 및 국가 연구 기관들이 우수한 학생들을 가지고 성과를 내고 있음 • 미국 대비 인프라를 위한 많은 노력이 필요한 것은 사실이지만, 일부 분야는 세계 최고 수준의 인프라를 구축하고 있음	• 대기업 및 민간 주도의 연구 기반 조성이 시급함 기초 연구 인프라 및 인력 양성 계획에 대한 국가적 지원체계 구축 필요 • 연구개발 인력의 해외 유출 • 독자적인 가치창출을 목표로 하는 혁신적 대형 연구과제 수립 필요 • 연구 성과의 양적 팽창에 비해 가치창출은 상대적으로 미흡 • 융합연구를 위한 인프라 부족 • 기초연구의 응용개발을 위한 브릿징 스터디가 약함 • 인력에 대한 지원이 지속적으로 이루어지는 프로그램이 부재함 • 장기적인 연구 지원 시스템 확보 필요 • 개인의 능력은 뛰어날 수 있으나, 절대적인 인력 pool, 분야의 다양성, 인프라, 연구비 모두 열악함. 선도적인 연구 주제보다는 안전한 팔로워 연구 수행이 많음 • 시스템 레벨 신경질환 연구 • 기초연구에 대한 투자가 아직까지 선도그룹들에 비해 미치지 못하고 있으며, 연구역량에 비해 지나치게 응용연구 쪽으로 push하는 기조가 있음.

국가	강점분야	기타
	• 퇴행성 뇌신경계 질환 연구 및 분자세포신경생물학적 연구	
중국	• 선도그룹들과 차별화된 뇌질환 분석기술들을 개발하면서 미래를 선도하려는 움직임을 보임 • 비인간 영장류 연구는 향후 미국 등을 능가하여 최고 수준에 도달할 것으로 예측됨 • 최근 과학기술 발전에 국가적으로 몰입하여 다양한 분야에서 세계 최고 수준에 육박하고 있음 • 국가 주도로 연구개발 전략 수립 후 막대한 인프라 투자 • 대규모 내수 시장을 목표로 하는 연구 성과의 사업화 가능 • 고급 인력이 해외 유학 후 대거 귀국 • 뇌신경계 질환의 치료를 위해서 인력과 정부차원의 투자가 상승하고 있음 • 최고 수준의 뇌 과학기술들 보유 케이스가 증가하고 있음 • 미국 대비 인프라는 많은 노력이 필요하지만, 일부 분야는 세계를 선도	• 아직까지는 대부분 미국/EU 기술을 빠르게 도입하여 연구 성과를 도출 • 아직까지 뇌신경질환 분야에서 두각을 나타나는 선도 그룹이 없음 • 독창성 있는 대형연구주제 수립보다 세계적인 동향에 따라 추격 • 기초기술에 대한 인력이나 인프라 부족 • 창의성 • 장기적으로 볼 때 무한한 발전 가능성을 보이고 있음 • 정보의 폐쇄 등의 국가정책적인 부분은 해결해야할 부분
일본	• 꾸준히 미국, EU 그룹들과 비슷한 수준의 기술 수준을 갖추고 있음 • 기초 연구 인프라 최강국 • 고령화 및 노인 인구 증가에 대한 국가 대비 시책 준비가 가장 빠름 • 뇌신경계 질환에 대한 관심도 증가 • 기초, 중개연구 활성화 • 수월성 있는 다수의 산학연 기관 보유 • 인력이 우수하며 국가적인 지원이 잘 이루어짐 • BMI 연구개발 연구는 조작성·개관성·대규모성이라는 새로운 학문의 흐름에 지지받아 국내에서 기초·기술개발·응용이 일관적으로 연결되는 연구개발 체제를 조성할 수 있고 몇 가지 주제에서 일본이 세계를 이끌고 있어 유망한 분야임 • 미국 대비 인프라 부족. 일부 분야는 세계선도 • 전 분야는 아니지만 강점을 가진 세부 분야들에 한정해서는 기술, 인력, 인프라, 연구비 모든 면에서 미국에 뒤지지 않음	• 다양한 모델동물 연구에 꾸준히 투자하는 방식이 미국, EU와 비교하여 특징임 • 공격적인 연구 기획 및 투자가 미흡함 • 기술력에서 개인의 역량에 의존함 • 국가적 재난에 의한 경제적 위기, 연구 지원의 침체 등으로 뇌과학 연구의 성장의 정체기를 보임 • 수십 년 동안 뇌과학 분야뿐 아니라, 전반적인 생명 분야에서 단연 두각을 나타냈지만, 수년 전부터 기술적인 면에서 정체 • 나라의 경제적 상황 및 정책적인 이유로 인력의 유출 심화
EU	• 미국과 비교하여 대부분 비슷한 기술 수준을 갖추고 있음. 특히, 영국, 독일 등의 주요 연구소들은 미국 최고 수준의 연구기관들과 비교하여 비슷하거나 우월한 역량을 갖추고 있음 (인력, 인프라 등)	• 우수한 기술역량을 갖추고 있으나 최근 지나치게 신경회로 기반 뇌질환 치료, 예방 기술 쪽에 집중하고 있는 점이 우려됨 • 공동 연구 네트워크 구축에 동력 필요 • 인프라 면에서 미국보다 약함

국가	강점분야	기타
	• 국책 연구소 및 다국적 제약사를 중심으로 뇌신경계 질환에 대한 기초 및 응용연구가 주도되고 있음 기초 연구인력 인프라가 장기적인 연구 동력 제공 • 기초 연구와 중개연구, 융합연구가 모두 활성화 • 전 세계에서 관련 인력이 집중 • 유럽연합 및 각국 정부가 다양하고 혁신적인 연구생태계 수립을 위한 지원 • 다수의 수월성 있는 산학연 기관과 다 국적의 생명 회사 간 연계용이 • 지적재산권, 독창적 기술의 사업화 환경 • EU 주최로 행해지는 뇌신경계 학술대회가 활발하고 영국, 네덜란드, 독일 등 유럽의 나라에서도 많은 연구가 이뤄짐 • 뇌구조 및 기능의 모델링 연구 및 기초 연구의 체계적인 지원 • 빠르게 변하는 뇌 과학 관련 기술이 흡수되는 속도는 다소 느리나, 우수한 인력을 바탕으로 꾸준히 뇌 연구 관련성과 발표	• 미국이 선도하고 있는 뇌 과학/뇌 공학 흡수 속도 및 개발 속도가 다소 느림 • 고전적인 과학 수행 방식을 고수
미국	• 정신질환 및 퇴행성 뇌질환 모두 최고 수준의 기초연구결과들을 꾸준히 양산하고 있으며, 최근 응용개발 연구도 활발함 • 세계 최고의 연구 그룹을 중심으로 학계를 주도하며 기초 연구 수행 • 국가 주도의 프로그램 및 민간 자선연구 기금 등 연구비 인프라가 탁월함 • 다국적 제약사에서 뇌신경계 질환 치료기술 개발 및 임상연구에 집중 투자 Brain initiative 및 Cell atlas 등 혁신 기술 개발 가능성이 높은 컨소시움 및 인프라 구축 • 기초 연구와 중개연구, 융합연구가 모두 활성화 • 중앙 및 지방정부가 다양하고 혁신적인 연구생태계 수립을 위한 지원 • 다수의 수월성 있는 산학연 기관과 다국적 의생명 회사 간 연계용이 • 지적재산권, 독창적 기술의 사업화 환경 • 정부 민간기업의 적극적인 투자로 기술, 인력, 인프라가 잘 형성되어 있음 • 세계 최고 수준의 뇌과학 기술을 유지하고 있고, 꾸준히 새로운 기술을 만들어 보고하고 있음 • 국가적, 기업적 지원으로 세계 최고 수준의 인프라가 구축되어 있고, 과학자들의 새로운 연구를 지원	• 기초연구개발에 대한 투자가 예전 같지 않은 추세 • 원인 규명보다는 치료, 예방 기술 쪽에 예산 등이 불균형하게 쏠리는 것이 우려됨 • 모험적 기술에 대한 투자 및 관심이 다소 떨어짐 • 유럽에 비해 장기적인 연구보다는 성과위주로 단기적인 연구에 좀 더 치중됨

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	1위	4위	3위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 뇌신경질환별 임상중개연구가 연결될 수 있는 산학연병 네트워크 기반의 공동협력 연구제도 및 사업을 추진하고, 기초연구와 임상연구의 연결성 있는 연구 기반 조성 • 국내 연구그룹 간의 세미나 활성을 위한 별도의 프로그램 개발, 이를 촉진하기 위한 방안 마련 • 국내 연구자들이 서로의 이익을 추구하느라 연구협력이 부진한데 연구비 재정의 확충으로 연구협력이 상호 이익을 추구하는데 더 큰 도움이 된다는 인식을 갖도록 해야 함 • 국내 연구 주체 간 협력이 미흡한 부분이 있고 분야별 기술 격차가 큰 만큼 역량 강화위한 네트워크 및 공동연구 활성화와 기술격차 완화 전략 필요 • 국내 각 연구 기관의 연구 인프라 목록 공공화 시스템 구축 필요 • 웹상에서 검색하고, 공동 연구 타진 증가 필요 • 대규모 융합연구과제로 기획된 연구과제 중 적지 않은 수가 실제로는 병렬식 연구이며 세부과제 책임자별로, 또는 참여 기관별로 연구비를 나누고 나면 서로 독립적으로 논문, 지재권 등 연구 성과를 내고 이를 모아 융합 과제의 성과로 하는 상황임. 따라서 융합과제의 기획 의도를 달성할 수 없으며 오히려 세부 과제별로 심사 및 채택하는 것이 바람직함. 융합연구를 하고자 하는 국내 연구진 간 진정한 협력의 기회가 박탈되는 역효과가 발생. 이미 진행 중인 대규모 융합과제에 대한 심도 있는 점검과 개선이 필요하며 향후 기획 및 채택 시 적절한 심사 과정이 필요함
국제협력 촉진	• 글로벌 뇌 연구 전문집단과 지속적인 연구교류를 할 수 있도록 프론티어 사업단 정도의 연구단을 만들어 국제협력의 창구 역할을 하도록 해야 할 것 • 국내 연구수준은 세계적 연구 성과가 창출되는 기초연구 수준이 높아지고 있으니 전체적인 기술역량은 선진국 대비해서 아직 낮은 상황. 국제협력 네트워크 및 중개연구 강화가 필요하고 국제연구 컨소시엄 참여 확대 및 국제전문 연구기관과의 전략적 제휴 강화를 도모 • 미국에서 뇌질환 규명을 위한 국가적 지원은 상대적으로 체계적임 • 임상과 기초가 다양하게 지원을 받고, 각각의 연구 결과들이 공유되는 시스템임. 이를 벤치마킹할 수 있는 기회를 확대하기 위한 지원 필요 • 국제 선도연구팀의 연구자 초빙 강연 • 가짜 학회 참석자에 대한 강력한 처벌로 재발 방지를 하는 한편 의미 있는 해외 학술대회 참가와 방문 연구 및 학술 교류의 기회는 적극적으로 지원하는 것이 바람직함. 국내외 연구자간 상호 인지와 학술 교류가 보다 활발해 지면 점진적으로 국제 협력이 촉진될 것
인력양성 및 유치	• 질환 표현형별 기능 분석을 위한 전문 인력 양성 및 재외 한인과학자 초빙 선진 기술 워크숍 운영 • 국가 차원의 뇌 연구 전문기관이 뇌 연구원 하나로 인력양성 및 연구개발에 턱없이 부족함. 대학별 뇌 연구 전문 교수 등을 확대 채용하여 인력 양성에 기여하도록 정부에서 지원을 확대해야 함 • 글로벌 경쟁력 확보를 위한 국제협력 강화 및 우수인재를 양성하기 위해 목적지향형 연구개발 추진 및 연구생산성 제고를 위한 전략 필요

	정책제언
	• 석박사 학위 취득 후 안정적인 일자리 마련이 필수임. 대부분의 자리가 비정규직이며, 전문가 양성과 과학발전에 가장 큰 장해 요인임 • 본인이 즐거워서 하는 연구 문화를 정착시키기 위해서 학생연구원 근로 계약은 장기적으로 폐지되어야 함, 생각의 흐름을 근로 시간에 맞춰서 끊고 연결한다는 것이 사실상 연구 현장에서는 불가능함 • 뇌질환을 포함한 뇌 과학 분야 뿐 아니라, 전반적인 과학적 사고의 깊이가 얕아질 것이 우려됨 • 국제 선도적 연구팀으로의 해외 파견 및 선도적 교포 연구자 국내 정착 지원 사업 등 • 대학교 및 출연연의 여러 제도적, 구조적 문제로 인해 대학원생, 수습연구원(인턴), 계약직 연구원 수급에 심각한 공급 부족 및 편중 현상 있음. 특히 연구비 수혜의 부익부 빈익빈 현상 때문에 인력 수급의 편중 현상이 심화됨
인프라 구축	• 마우스 이상의 중대 동물 기반 뇌신경질환 연구 인프라 구축 및 전주기 모델 동물 협력 기반 인프라 구축을 통한 기초임상 뇌신경계 질환 연구 기반 조성 • 뇌 연구 전담 인프라에 필요한 재정 계획 및 전략적 구축에 대한 기획이 필요 • 중국의 사례와 같이 선두그룹의 우수 인력(학계의 기초 연구자부터 산업계에서의 신약개발인력을 모두 포함)을 유치하고 이들의 연구개발에 자금을 투입해야하나 국내는 이런 인프라가 절대적으로 부족함. 현재 국내에서 이들을 흡수하여 연구개발을 지원할 있는 기관(대학과 연구소)이 거의 없음. 산업계의 경우 뇌신경계 질환 및 이의 치료제, 예방기술을 개발하고자 하는 대기업제약사도 극히 소수이며, 소규모 스타트업 혹은 중소기업에서 진행하고 있는 경우가 대부분이며 이들은 관련 분야 전문가를 유치하지 못하는 심한 구인난을 겪고 있음 • 뇌질환 분야의 연구는 동물 유지 및 장비 구매 비용이 높은 분야임. 미국, 유럽 수준의 연구 인프라를 구축하기 위해서, 연구 현장의 필요 요소들에 대한 의견을 모을 수 있는 국가적 시스템 필요. 일부 참여율이 높은 사람들의 의견이 아닌, 주니어부터 시니어에 걸친 연구자들의 다수 의견 수렴 필요, 이를 바탕으로 개인의 연구비, 연구 중심 대학 및 연구소의 장비 및 인프라 소요 예산 측정 필요 • 연구 주제와 연관성을 바탕으로 연구 인프라가 구축되지 못해 예산 집행의 순서가 역전됨으로써 연구 인프라가 중복된 듯 하지만 실제 연구에 이용하고자 하는 경우에 사용이 어렵거나 제한적인 경우 있음
법·제도 개선	• 뇌신경질환 환자 임상 시료 은행 확보를 위한 법 제도 개선 필요. 선순환적 환자 자발적 기증을 위한 제도 및 법 개선 • 인간을 상대로 하는 임상 실험뿐만 아니라 연구차원의 제제를 완화하여 기초연구부터 실용연구까지 연구를 확대할 수 있는 제도적 장치 마련이 필요함 • 뇌신경질환 예방 및 치료에 대한 사회적 대응의 필요성과 급격한 사회변동으로 인한 정신질환 등을 해결하기 위해 단계별 로드맵을 설정하고 대규모 연구비 투입을 통해 정부주도의 연구진흥을 도모 • 인력 양성에 관한 것은 대학 혹은 연구소의 연구 환경 특성을 제대로 파악 후 개선 필요 • 잦은 중간보고서, 연구비 증빙 등 과도한 행정업무 경감 • 연구자가 자율적으로 연구비를 사용하고 연구를 주도할 수 있는 제도 마련 • 출연연 연구비의 상당액은 해당 연구 참여자와 그 외 연구원의 인건비가 되고 있어서 연구 예산의 왜곡이 심하며 연구 의욕 저하 및 연구 목표 달성에 장애요소임. 연구 현장에서 연구원과 대학원생들의 적절한 대우 보장을 전제로 인력 고용과 수급에 대한 해결책의 실행이 시급함

	정책제언
연구비 확대	• 뇌신경계 질환별 원인 및 표현형 분석을 체계적으로 분석할 수 있는 모델동물인프라 확충을 위한 연구비 지원이 필요하며, 이를 바탕으로 임상연계를 할 수 있는 MD·PhD·CEO 협력 프로그램 지원 필요 • 해당 신경과학 분야 양성을 위한 연구비 규모 확대 (현재 연구과제들은 우수한 전문가보다는 우수한 전문가와 네트워크가 닿아 있는 연구능력이 상대적으로 떨어지는 과학자들에게 지원되는 경향이 아직도 농후함) • 기존 연구비의 재편이 아니라 별도의 예산을 편성하도록 해야 함 • BT, IT, NT등 신기술 융합이 절대적으로 필요한 다학제 연구 분야로써 차세대 성장 동력 발굴을 위해 법·정부 차원의 전략적 대응이 필요. • 뇌질환을 제대로 이해하기 위해서는 뇌의 마이크로/마크로 구조적/기능적 이해에서 부터 시작해 환자로 연결되는 멀티 스텝의 장기적 연구비 지원 시스템이 필요 • 뇌질환의 기초 연구가 다수 축적되고, 축적된 연구 결과가 임상으로 연결될 수 있는 연구비 기회 증가 필요(기초 연구가 훌륭히 진행되었을 때, 임상과 연계하여 연구 지원을 지속적으로 받을 수 있는 기회 확대 필요) • 기초 분야의 사람들이 환자 샘플이 많은 국외 병원 및 연구 기관과의 공동 연구를 확대하기 원할 시 연구비 지원 확대 필요 • 뇌 과학 원천기술 연구비 일몰로 인한 신규 연구비 지원 필요 • 연구주제의 성격에 따라 융합과제가 아닌데도 겉모양만 융합과제로 하여 대규모 연구 과제를 기획하고 채택되는 경우에 대한 대책이 필요함. 일부 소수 연구자들에게 과다한 연구비를 장기간 집행할 수 있게 함으로써 우수한 연구 성과를 낼 수 있는 다른 연구자들을 연구비 배분을 통해 포섭하고 우수한 연구 성과를 수집하는 현상이 있음. 미국에서 분석한 연구결과에 의하면 연구자마다 1년에 10억 원 이상의 연구비가 넘으면 연구 성과의 효율성 증가가 매우 둔화된다고 함. 우리나라의 현실을 고려하여 적절한 액수로 연구비의 일인 당 상한제와 같은 제도 검토 필요
기타 의견	• 뇌 과학의 신규 기술인 뇌 영상 관련 방사성 동위원소 프로브 개발이나 고해상도 MRI 등의 기술과 융복합 연구를 통해 보다 정확한 뇌기능 연구가 가능할 것. 또한 실험심리학 등의 기술과 연구협력을 통해 뇌기능 연구의 질적, 양적인 향상을 이룰 수 있음 • 뇌의 수만 가지의 뇌세포 및 뇌 회로의 기능적 이해를 위해서는 물리, 수학, 전자 및 컴퓨터 분야와의 융합 연구가 필수적임. 이들 협력을 촉진할 수 있는 연구비 확대 필요 • 뇌기능조절을 위한 최첨단 brain machine interface 기술과의 융복합 • 다른 기술 분야 연구자들이 함께 진정한 융합연구를 시도할 수 있게 하려면 병렬식 대규모 연구 과제를 융합연구라고 기획하여 과제를 채택하고 연구비를 배정하는 현실에 대한 개선이 필요함

다 주요 분석 결과 요약

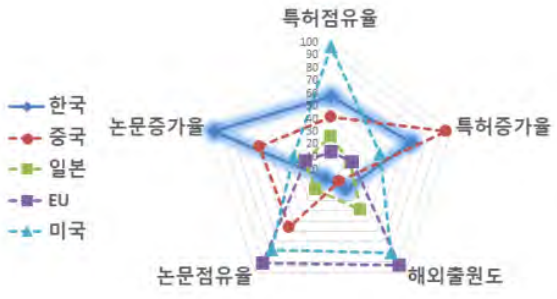
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술	5,111	2,474	16.1%	22.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

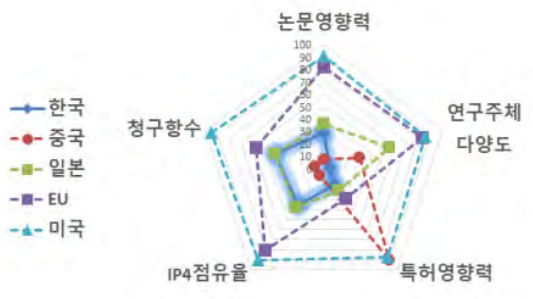
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	미국	미국	중국
	35.7%	36.7%	28.9	10.7
한국	5위	2위	4위	5위
	3.4%	21.6%	14.3	1.2
5개국 평균[2]	-	-	21.4	8.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

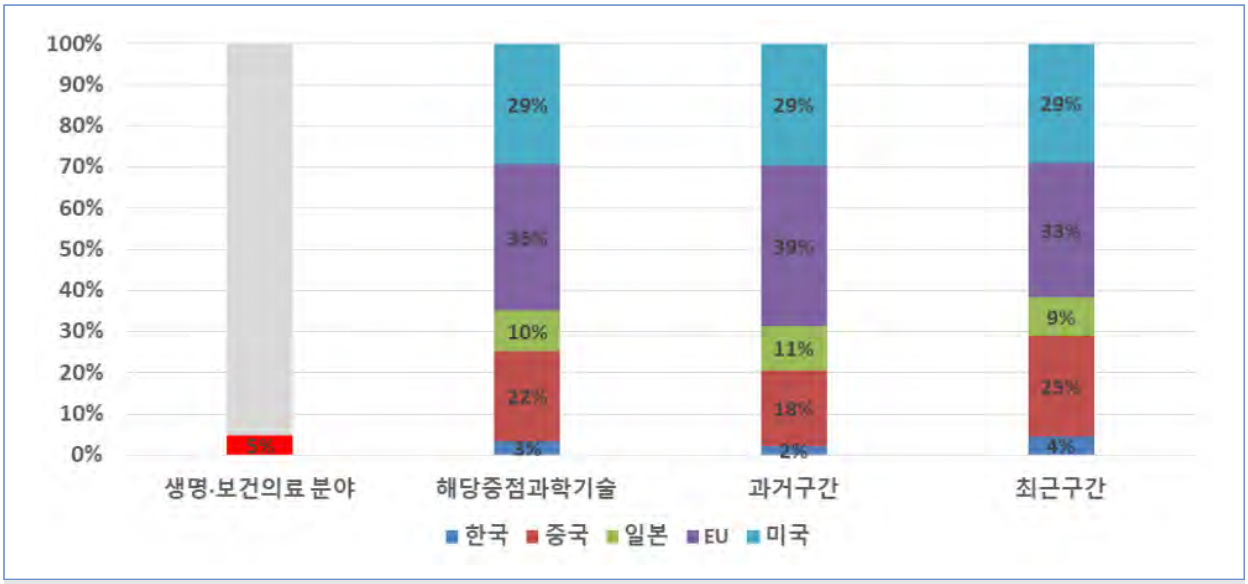
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.4%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(14.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(35.7%), 미국(29.2%), 중국(21.7%), 일본(9.9%), 한국(3.4%) 순이며, 논문 증가율은 한국(146.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(28.9), EU(25.8), 일본(15.8), 한국(14.3), 중국(7.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(21.6%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(1.2)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 미국(36.7%), 한국(21.6%), 중국(17.8%), 일본(13.9%), EU(9.9%) 순이며, 특허 증가율은 중국(144.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 중국(10.7), 미국(10.1), EU(3.2), 일본(2.1), 한국(1.2) 순이며, IP4 점유율은 미국(26.8%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.4%	21.7%	9.9%	35.7%	29.2%
	논문 증가율	146.0%	54.8%	-1.2%	-2.9%	14.2%
	논문 영향력	14.3	7.6	15.8	25.8	28.9
	연구주체 다양도	0.88	0.94	0.93	0.96	0.94
특허 분석	특허 점유율	21.6%	17.8%	13.9%	9.9%	36.7%
	특허 증가율	59.2%	144.5%	-36.5%	-31.0%	14.4%
	해외출원도	1.2	0.3	2.8	7.4	5.9
	특허 영향력	1.2	10.7	2.1	3.2	10.1
	IP4점유율	11.8%	1.6%	12.5%	22.9%	26.8%
	청구항수	4.7	2.1	4.7	5.5	8.7

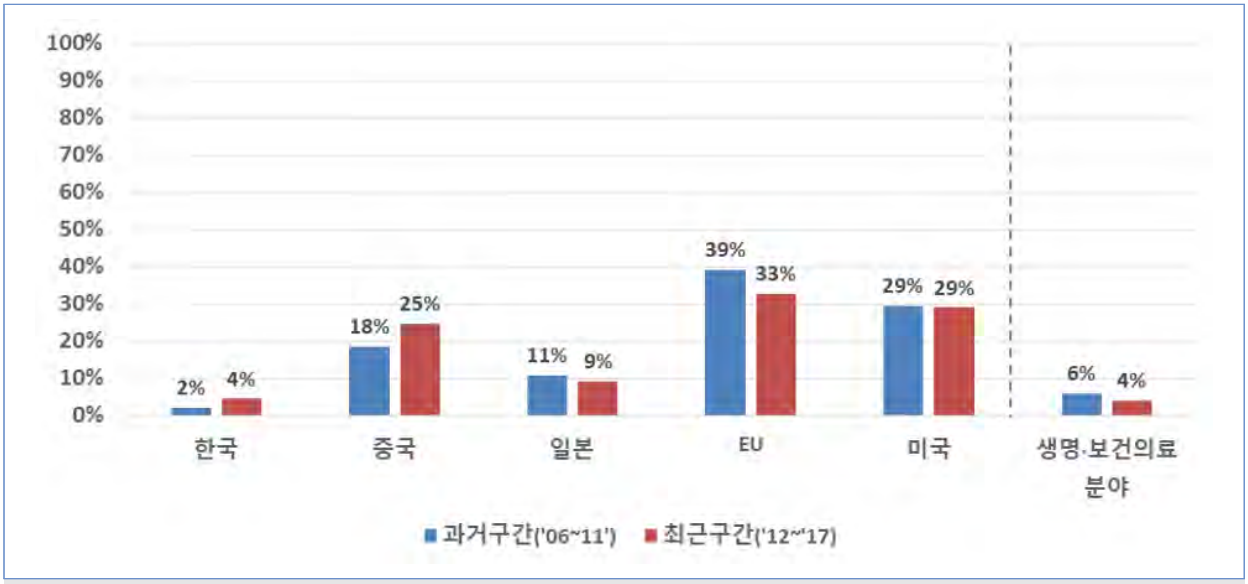
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1827건으로 전체 논문의 36%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 5%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

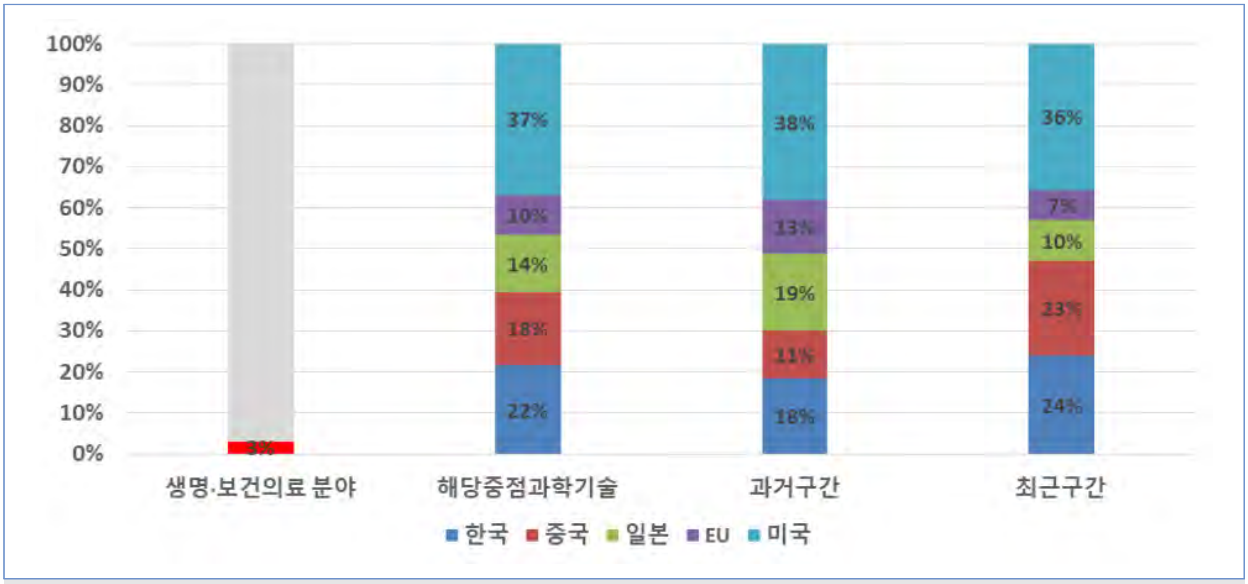


● 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 146%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	50	123	173	146.0%
중국	436	675	1,111	54.8%
일본	255	252	507	-1.2%
EU	927	900	1,827	-2.9%
미국	697	796	1,493	14.2%
전체	2,365	2,746	5,111	16.1%

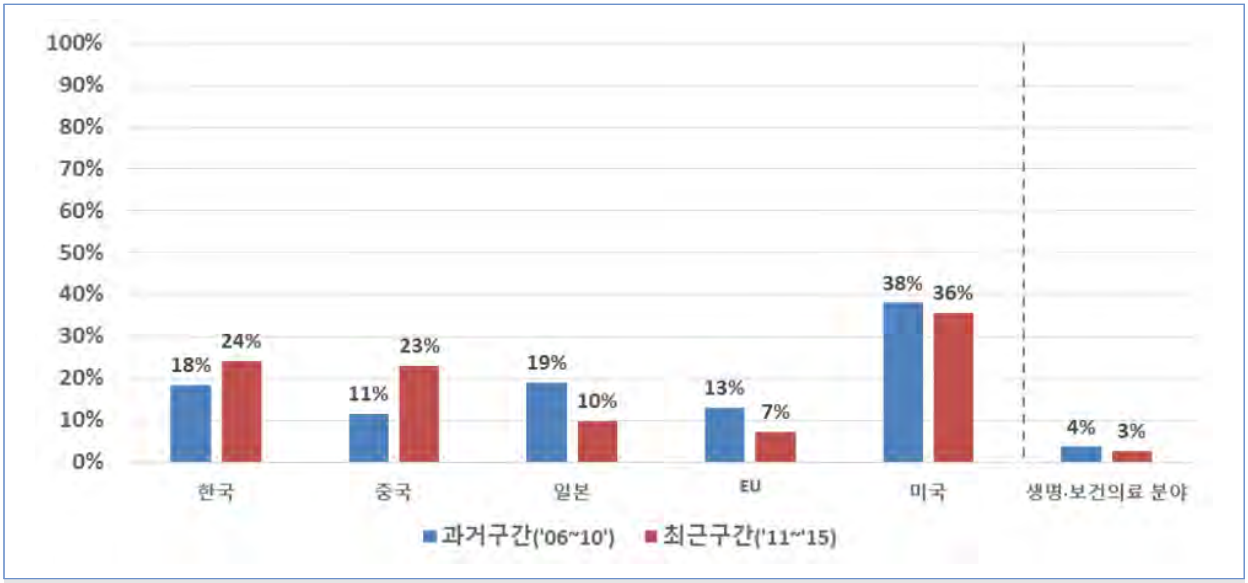
(4) 특허 점유율(전체)



- 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 미국이 909건으로 전체 특허의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 중국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



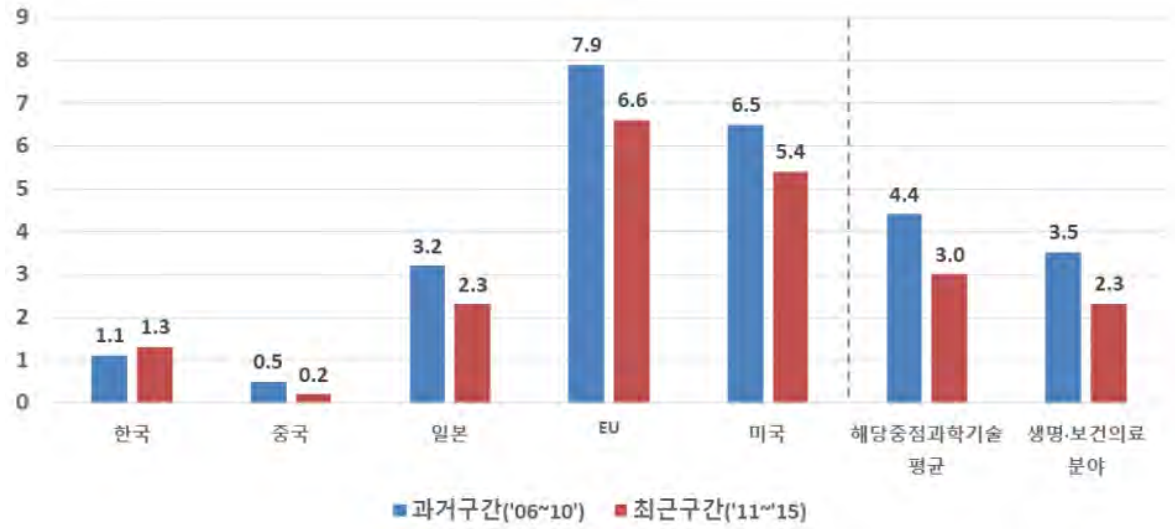
- 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 59.2%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	206	328	534	59.2%
중국	128	313	441	144.5%
일본	211	134	345	-36.5%
EU	145	100	245	-31.0%
미국	424	485	909	14.4%
전체	1,114	1,360	2,474	22.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

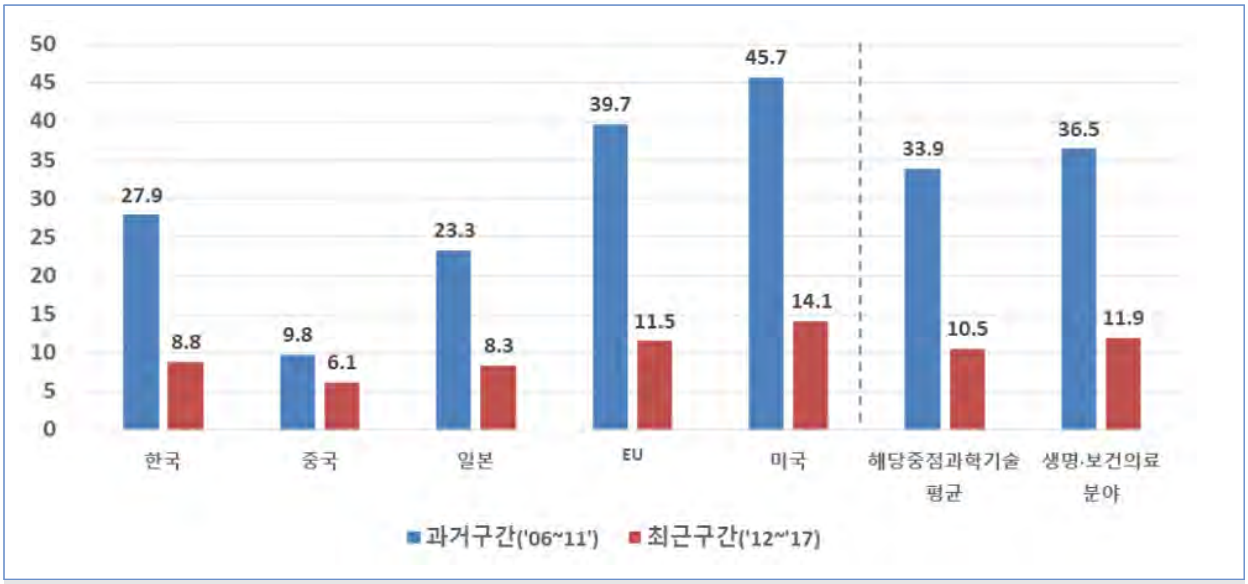


- 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

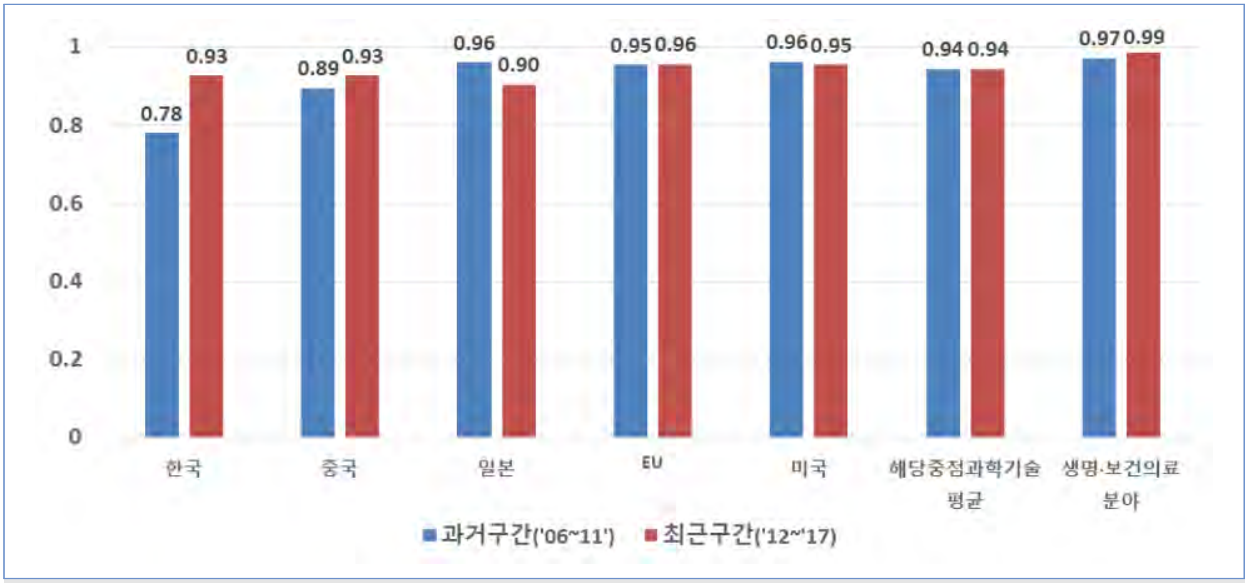
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



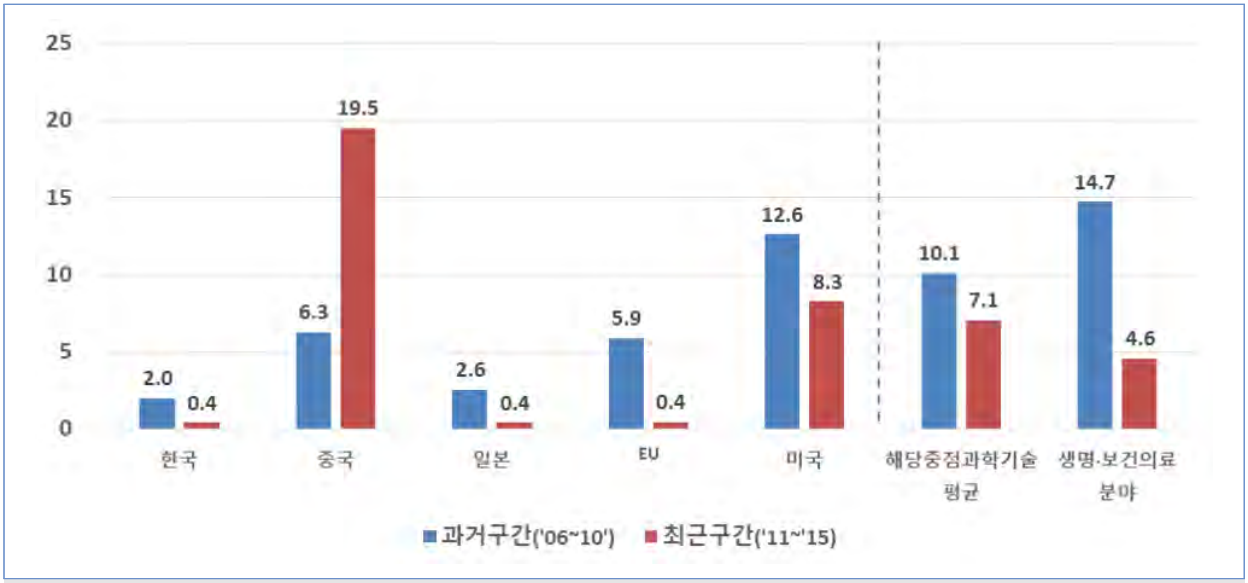
● 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



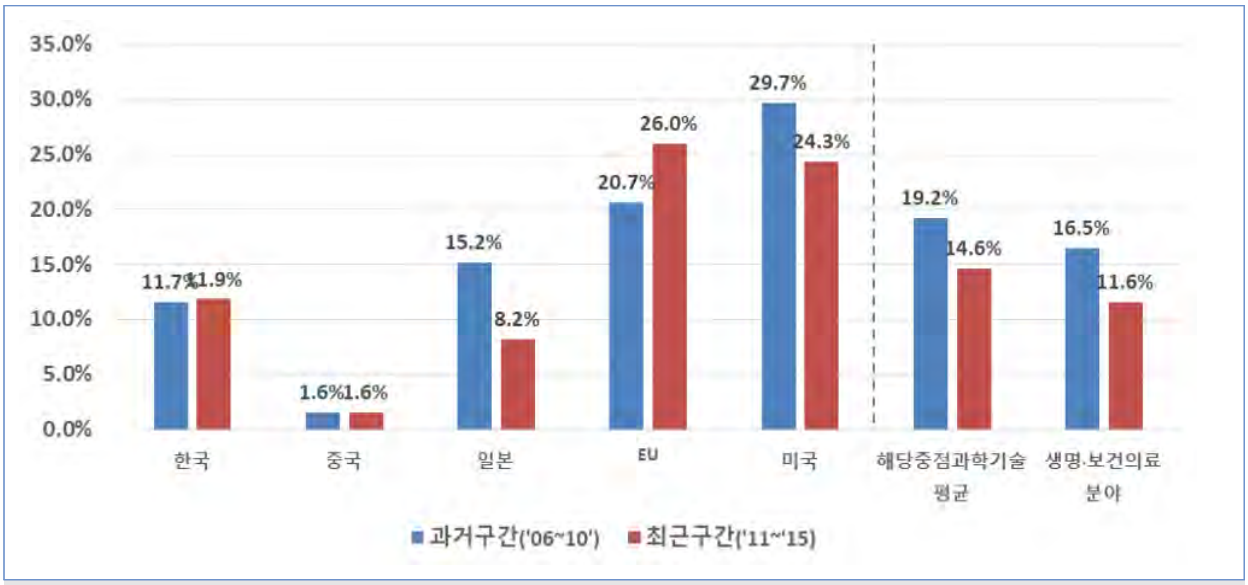
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



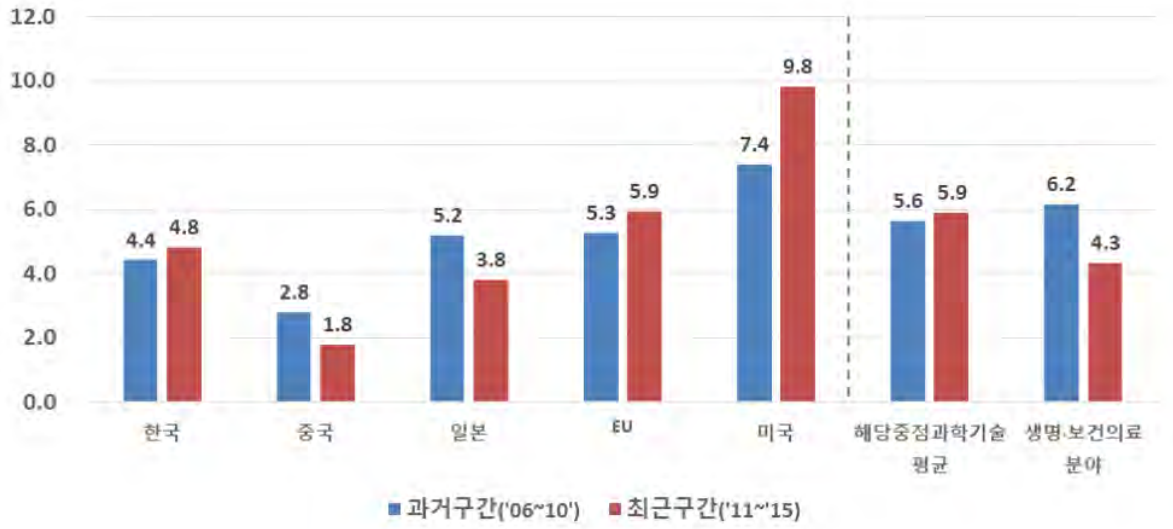
● 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 중국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

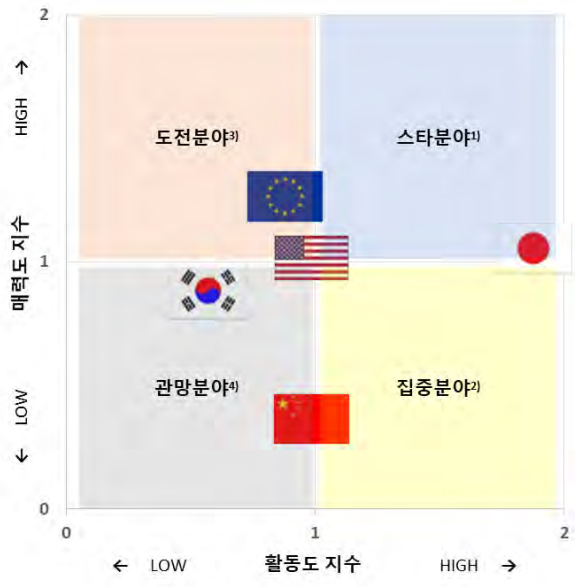
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

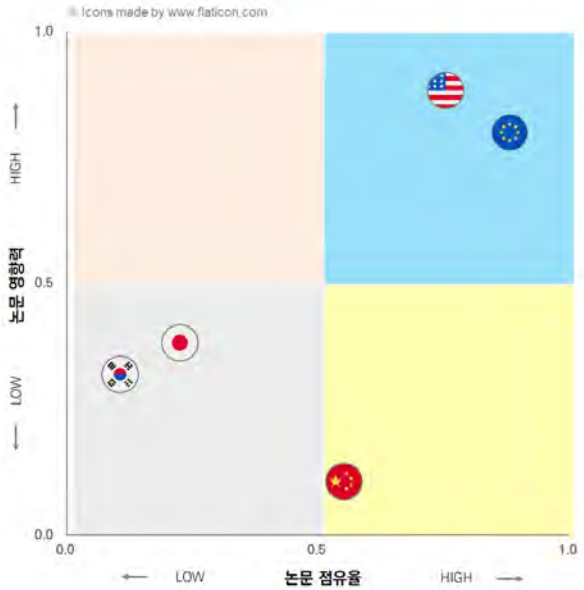
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

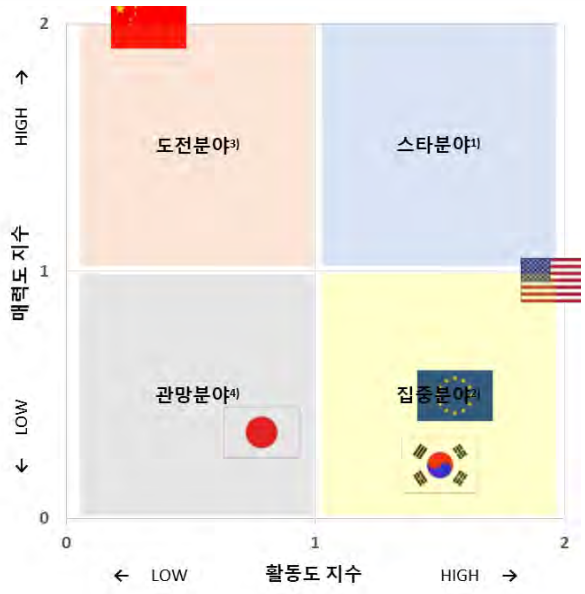


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.80%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '조직재생공학연구소'가 4.05%(글로벌 점유율은 0.14%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.75%	0.80%	5.00%
2	KAROLINSKA INSTITUTET	EU	1.26%	0.45%	128.57%
3	INSTITUTE OF NEUROBIOLOGY AND MOLECULAR MEDICINE	EU	1.04%	0.37%	-88.24%
4	FIRST AFFILIATED HOSPITAL	중국	1.44%	0.31%	200.00%
5	INSTITUTE OF PSYCHIATRY	EU	0.82%	0.29%	-63.64%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF TISSUE REGENERATION ENGINEERING (ITREN)	4.05%	0.14%	600.00%
2	SAMSUNG MEDICAL CENTER	3.47%	0.12%	400.00%
3	KYUNG HEE UNIVERSITY	3.47%	0.12%	0.00%
4	MEDICAL RESEARCH INSTITUTE	3.47%	0.12%	400.00%
5	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	2.89%	0.10%	-33.33%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	FIRST AFFILIATED HOSPITAL	1.44%	0.31%	200.00%
2	XUANWU HOSPITAL	1.26%	0.27%	-44.44%
3	CAPITAL MEDICAL UNIVERSITY	1.17%	0.25%	60.00%
4	TIANJIN MEDICAL UNIVERSITY GENERAL HOSPITAL	1.17%	0.25%	60.00%
5	JIANGSU KEY LABORATORY OF NEUROREGENERATION	1.08%	0.23%	-80.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YAMAGUCHI UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF MEDICINE	1.78%	0.18%	-87.50%
2	KYUSHU UNIVERSITY	1.78%	0.18%	100.00%
3	KYOTO UNIVERSITY	1.78%	0.18%	-20.00%
4	KUMAMOTO UNIVERSITY HOSPITAL	1.38%	0.14%	150.00%
5	NAGOYA UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF MEDICINE	1.38%	0.14%	150.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KAROLINSKA INSTITUTET	1.26%	0.45%	128.57%
2	INSTITUTE OF NEUROBIOLOGY AND MOLECULAR MEDICINE	1.04%	0.37%	-88.24%
3	INSTITUTE OF PSYCHIATRY	0.82%	0.29%	-63.64%
4	KAROLINSKA UNIVERSITY HOSPITAL	0.77%	0.27%	33.33%
5	UMEÅ UNIVERSITY	0.66%	0.23%	-28.57%

6 미국

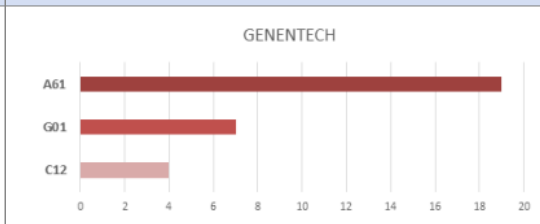
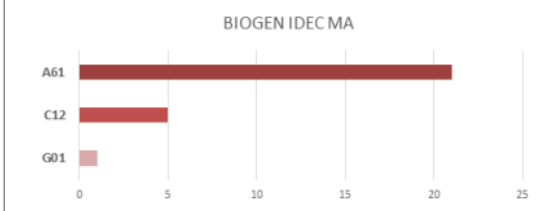
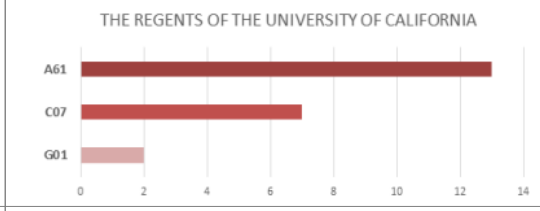
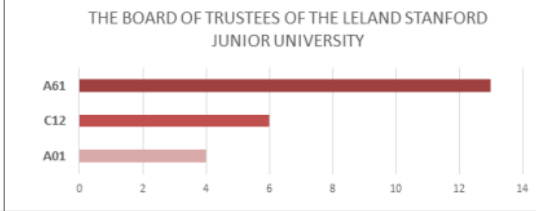
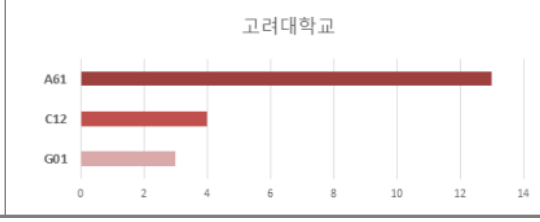
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.75%	0.80%	5.00%
2	UNIVERSITY OF MICHIGAN	0.94%	0.27%	80.00%
3	EMORY UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	0.80%	0.23%	400.00%
4	UNIVERSITY OF WASHINGTON	0.74%	0.22%	-16.67%
5	JOHNS HOPKINS UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	0.74%	0.22%	20.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'GENENTECH(1.21%)' 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '고려대학교'가 3.93%(글로벌 점유율은 0.85%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'GENENTECH'와 '고려대학교'는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

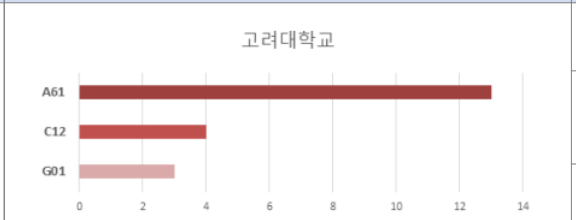
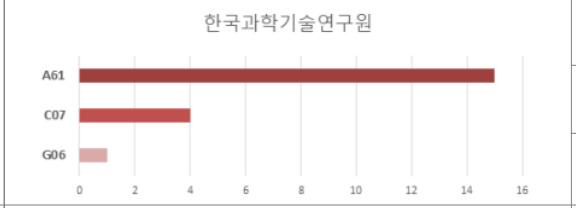
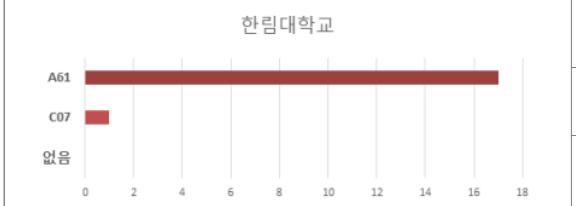
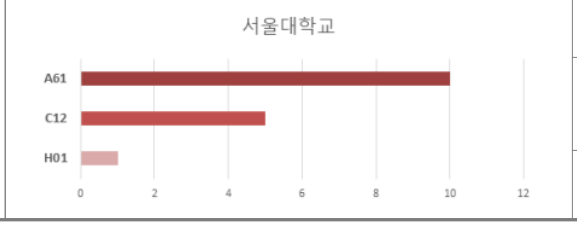
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENENTECH	미국	3.30%	1.21%	-69.57%
2	BIOGEN IDEC MA	미국	2.97%	1.09%	-77.27%
3	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.86%	1.05%	125.00%
4	THE BOARD OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY	미국	2.64%	0.97%	142.86%
5	고려대학교	한국	3.93%	0.85%	62.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		G01	광학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학

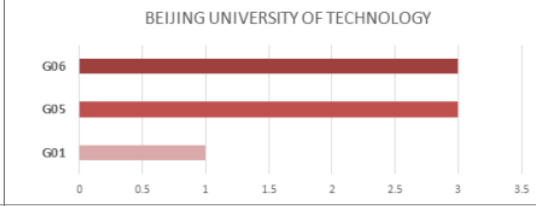
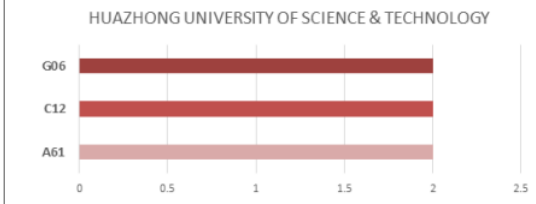
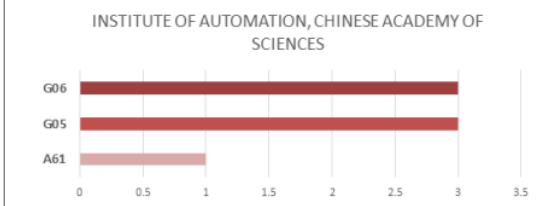
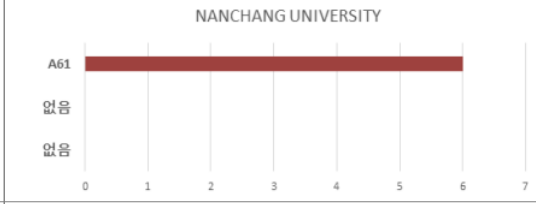
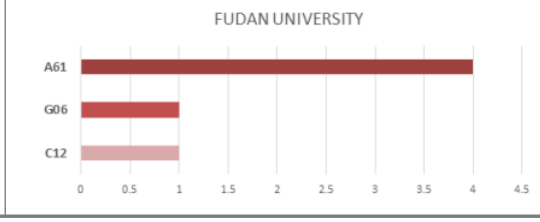
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	고려대학교	3.93%	0.85%	62.50%
2	한국과학기술연구원	3.93%	0.85%	150.00%
3	김승찬	3.75%	0.81%	1900.00%
4	한림대학교	3.37%	0.73%	1600.00%
5	서울대학교	3.37%	0.73%	160.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		–	–
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		H01	기본적 전기소자

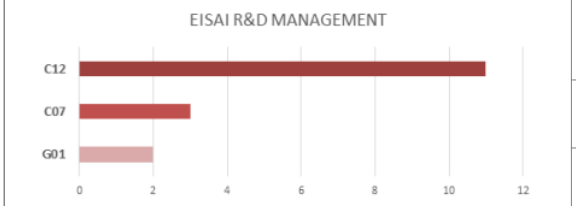
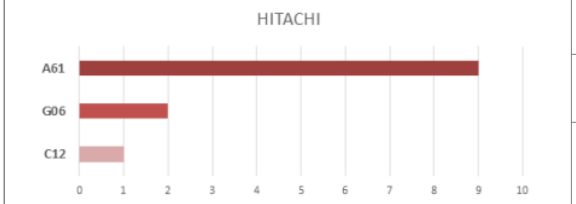
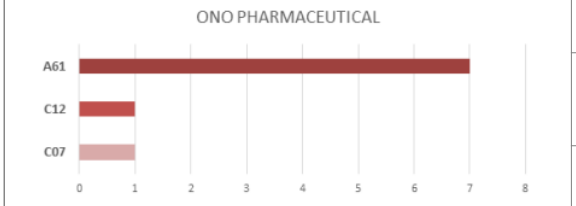
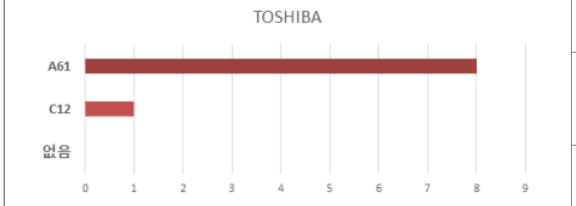
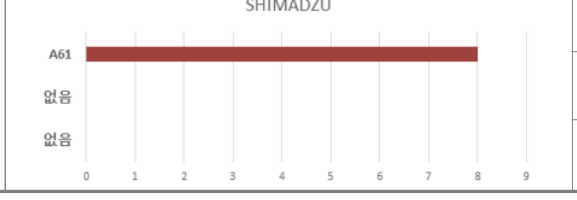
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.81%	0.32%	200.00%
2	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY	1.59%	0.28%	33.33%
3	INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.59%	0.28%	-60.00%
4	NANCHANG UNIVERSITY	1.36%	0.24%	-80.00%
5	FUDAN UNIVERSITY	1.36%	0.24%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

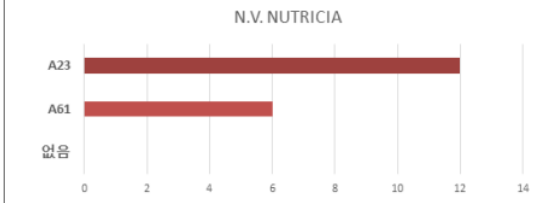
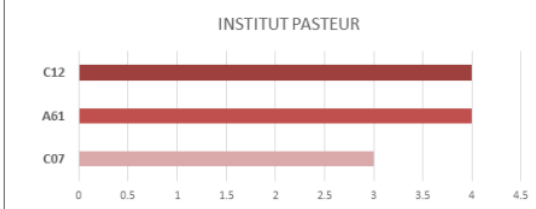
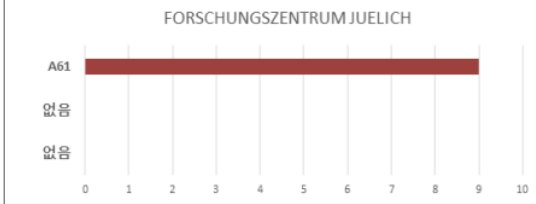
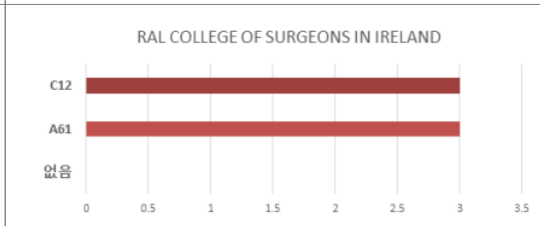
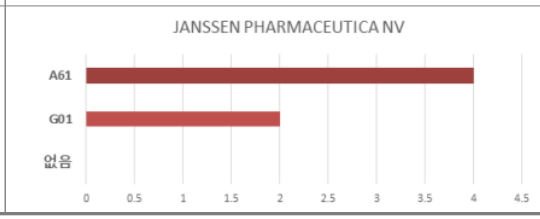
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	EISAI R&D MANAGEMENT	4.93%	0.69%	-69.23%
2	HITACHI	3.48%	0.49%	-50.00%
3	ONO PHARMACEUTICAL	2.61%	0.36%	-71.43%
4	TOSHIBA	2.61%	0.36%	25.00%
5	SHIMADZU	2.32%	0.32%	66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		G01	광학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

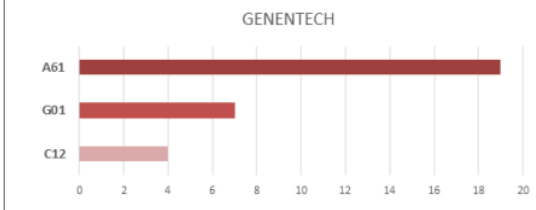
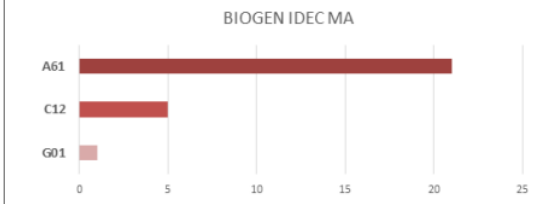
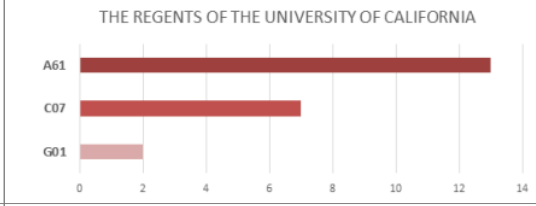
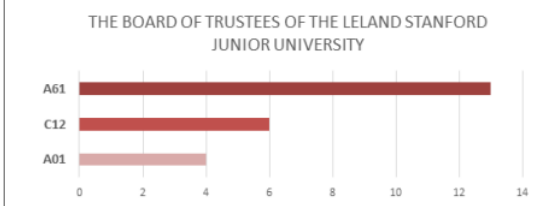
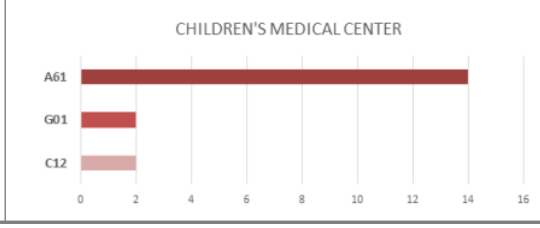
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	N.V. NUTRICIA	7.35%	0.73%	-94.12%
2	INSTITUT PASTEUR	4.49%	0.44%	-42.86%
3	FORSCHUNGSZENTRUM JUELICH	3.67%	0.36%	250.00%
4	RAL COLLEGE OF SURGEONS IN IRELAND	2.45%	0.24%	100.00%
5	JANSSEN PHARMACEUTICA NV	2.45%	0.24%	-80.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
		–	–
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENENTECH	3.30%	1.21%	-69.57%
2	BIOGEN IDEC MA	2.97%	1.09%	-77.27%
3	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.86%	1.05%	125.00%
4	THE BOARD OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY	2.64%	0.97%	142.86%
5	CHILDREN'S MEDICAL CENTER	2.09%	0.77%	-41.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C07	유기화학
		G01	광학
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

73 뇌신호 관측 및 조절 기술



73 뇌신호 관측 및 조절 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 뇌의 구조를 이해하기 위하여 고해상도로 뇌를 영상화하고 신경세포간의 연결 관계를 해석하는 기술
- ☑ 뇌의 기능을 연구하기 위하여 뇌의 기능과 관련된 전기적 신호 및 화학적 신호를 뇌의 부위별로 정밀 측정하고, 기능에 관련된 뇌부위의 연결관계를 밝히는 기술
- ☑ 침습적 및 비침습적인 방법으로 다양한 뇌의 기능과 관련된 뇌회로를 정밀 제어하여 뇌기능을 증진시키거나 뇌질환을 치료하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

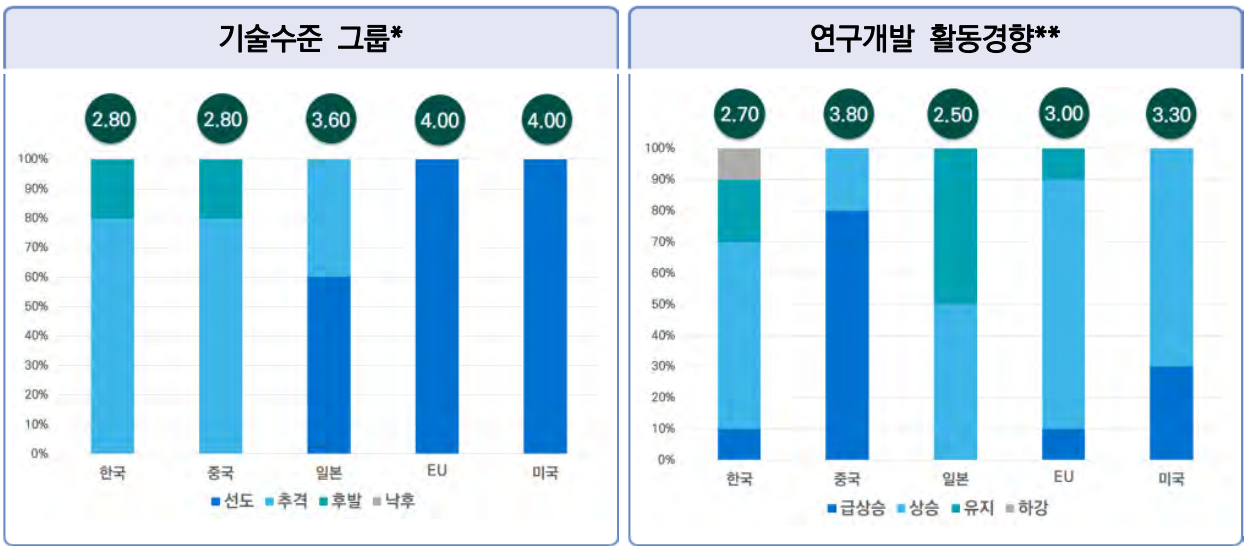
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	65.0	4.0	추격	우수	보통	상승
중국	58.5	4.0	추격	보통	보통	급상승
일본	75.0	2.8	선도	우수	우수	상승
EU	90.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	66.0	5.0	65.0	59.0	70.0	8.4	4.0	3.0	5.0	2.9
중국	55.0	4.5	58.5	50.0	70.0	12.9	4.0	3.5	5.0	3.5
일본	75.0	3.0	75.0	70.0	80.0	8.8	2.8	2.0	3.5	2.5
EU	90.0	1.0	90.0	85.0	91.0	6.9	1.0	0.5	2.0	2.4
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

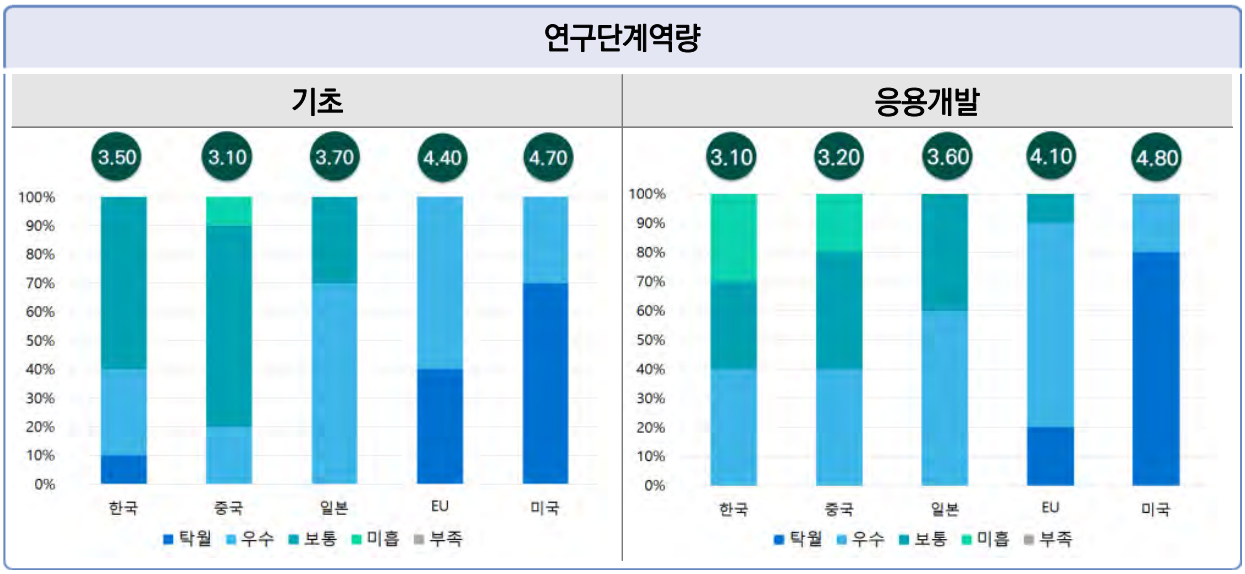
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (65.0%)	• 상당히 열정적으로 선도 그룹과의 격차가 줄고 있으나, 연구자의 규모와 연구비의 한계에 의해서 일부 분야에서는 국제적인 위치에 있지만, 전체 교수의 수, 연구자의 수, 연구비 규모와 인식의 문제가 큼. 개발된 기술에 대한 수용도와 필요성, 도전성이 미흡하므로 관련 분야 성장이 사업화되기 힘듦 • 국가의 연구투자는 투자주기가 짧아서 오랜 기간이 걸리는 세계적 선도 기술을 개발할 수 있는 국내연구풍토가 자리 잡고 있지 못함 • 미국, 유럽, 일본에 비하여 연구과제의 규모나 연구인원이 작은 편이나, 최근 정부의 노력으로 관련분야 논문의 수나 질이 크게 증가 추세임. 실제 보유 기술수준은, 발표되어 보이는 것에 비하여, 상당히 높은 것으로 판단됨 • 7T MRI 등 뇌기능영상화 장비의 인프라 구축이 선도국 대비 미흡
중국 (58.5%)	• 전반적인 뇌 과학 실험을 굉장히 공격적으로 진행하고 있는 중 • 규모의 경쟁으로 볼 때 상당히 빠른 시기에 뇌 과학 기술을 축적할 것으로 보임 • 연구 성과는 아직 두드러지지 않으나, 투자 규모 및 연구자 수가 급격히 늘어나고 적극적인 기술 개발 투자가 이루어지고 있음 • 미국, 유럽에 비하여 정부의 관련연구 투자가 늦게 진행되었으나, 빠른 속도로 발전하고 있음 • 한국 대비 뇌 연구의 수준은 다소 늦는 것으로 판단됨 • 국가 주도 뇌지도 사업 추진. 천인 프로젝트 등 해외 우수 연구 인력을 중국내로 영입하는 정책이 활발함 • 일부 선도적인 분야가 있지만 전체적으로 규모나 전문가들의 숫자가 적고 산업화로 이어지지 않아서 연구 분야의 생태계가 형성되지 않고 있음
일본 (75.0%)	• 뇌 신호 관측 및 조절 기술 개발을 위한 기초 기술은 확보하고 있으나 BCI 관련 기술 개발에 편중된 경향을 보이고 있음 • 상당히 높은 수준의 뇌 과학 기술 보유 • 전반적인 성장 동력 부재로 인한 추격 속도가 미흡 • 산업 영역과의 협력을 통한 시너지 부재 • 기술력 공개가 많지 않으나, 오래된 연구 기술 개발 투자 및 발전이 국내 자체적으로 이루어짐 • 미국, 유럽에 비해 국책연구과제 규모는 작은 편이나, 국책연구소 위주로 유사 프로젝트 진행 중 • 미국, 유럽에 비해서 논문의 수 및 질은 추격그룹에 해당하나 실제 보유하고 있는 기술수준은 미국, 유럽에 근접할 수 있다고 생각됨 • 신경 생리학 분야의 관심분야가 다를 뿐, 신경모델링이나 신경망 분석기술은 일본이 앞서 있는 분야도 있음. 전반적으로 학회에서 다루어지는 주제가 영미권 학회보다 다소 늦는 것으로 판단됨 • 오랜 기간 동안 과학에 대한 전통이 많이 확립되어 있음 • Riken이나 교토 대학 등 전통적 유수 대학에서 독자적인 연구 분야를 갖추고 있고 전통적 뇌 관련 산업체뿐만 아니라 자동차나 다른 분야에서 뇌 측정을 산업에 응용하기 위해 활발히 연구되고 있음

국가 (기술수준)	판단근거
EU (90.0%)	• 이탈리아의 경우 미국보다 적극적인 임상적용 관련 연구를 시도하고 있으며, 프랑스의 경우 탄탄한 학적 기본지식을 바탕으로 뇌신경 신호 분석 알고리즘 개발에 선도적임 • 전통적인 뇌과학, 전기생리학에 대한 이해도가 높으며, 뇌공학적 수준은 1위 그룹과의 차이는 대동소이 함. 연구비의 규모의 차이 존재 • 최고기술 보유국이 가지고 있는 개발 제품보다 성능이 뛰어난 제품 개발 및 활용 연구 논문 발표 • Human Brain Project와 같은 뇌 연구에 대한 플래그십 대형 프로젝트 진행 • 지멘스 등과 같이 전통적으로 기술 주도의 뇌 영상 대기업 존재 • 미국에 비해 뇌 신호 관측 및 조절 강소 회사의 수가 부족 • 미국과 유사하게 EU 주도 국책과제 및 대규모 연구센터 중심으로 연구가 진행 중 • 현재, 논문의 수는 미국에 비해서 작은 편이나, 논문의 질적인 측면에서는 미국의 수준과 유사함 • ETH, UCL 등과 같은 대학과 그에 연계되어 있는 산업에서 뇌 생체 신호 측정 및 응용 기술이 활발, 특히 인공지능을 이용한 뇌 해석 기술 독자적 탁월성 유지. 블루 브레인 프로젝트 같은 뇌 해석 분야는 독보적인 위치에 있음
미국 (100%)	• 정부 주도하에 오래전부터 장기적 안목으로 지속적인 투자를 진행 중에 있으며, 관련 연구 성과들이 선도적 위치를 확보하고 있음 • 뇌 신호 측정을 위한 다양한 기술들이 개발되었으며, 일부 기술은 상용화되었음 • 정부와 기업 중심으로 가장 혁신적인 연구를 수행 중 • 개발된 기술을 적용한 논문 발표 수가 급증하고 있음 • Brain Initiative 등 뇌 연구에 대한 정부의 투자와 관심이 높음 • 미국 국내뿐만 아니라 세계시장에서 활동하는 관련분야 기술 강소 회사들이 포진 • 국가의 투자가 시장의 활성화로 이어지고, 시장의 활성화가 연구에 투자되는 선 순환적 구조 • 정부주도 대규모 국책과제 하에 대규모 연구센터 중심으로 연구가 진행 중임. 논문의 질 및 수에 있어서 선도그룹으로 판단될 수 있음 • NIH의 주력 사업 및 오바마 정부 때의 Brain initiative 사업 등으로 오랜 기간 동안 활발한 뇌연구 인프라 구축 및 노하우, 각종 신기술의 개발이 활발함 • Brain Initiative 사업 및 Brain Connectome 사업 주도, 세계적인 연구중심 대학 보유 • 논문 및 특허 주도 • 뇌 측정 관련 산업 생태계 형성되어 있고 기초 측정 분야 뿐 아니라 인공지능 도입 진단에 이르는 연구 산업 활성화 되어 있음 • 전체적인 뇌 관련 연구 및 산업 규모가 타국에 비해 절대적으로 큼

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 응용기술과 인력 수준 우수 • 학계를 중심으로 관련 기술 개발이 이루어짐 • 최근 관련 연구 인력이 증가하고 있으며, 인프라도 증가 추세에 있음 • 뇌연구촉진법 2단계까지의 성과로, 뇌의학, 뇌공학, 뇌약학 등의 뇌신호 관측/조절 분야의 인프라가 상승함 • 정부 연구비 투자 비중이 꽤 크고 많은 최근 많은 연구 개발 사업이 중점 기술 개발을 촉진 중에 있음 • ICT 연구와 기술이 발달되어 있어 연관분야와 협업을 할 때 급속히 성장할 가능성이 있음 • IBS 등 상당한 규모의 국책연구 중심 지원과 첨단 연구 인프라 구축 • 해외 연구자의 긍정적 유입으로 연구자의 다양성 증가	• 인프라 미흡 • 신규 기술 개발에 대한 정부차원의 지원 필요 • 산업계의 무관심으로 인해 개발 기술이 상용화 및 제품화가 어려움 • 개발 기술을 이용한 임상적용은 다양한 규제로 인해 다수의 시간이 필요함 • 인적자원이 풍부해졌으나 세부 분야별 편중 현상이 심함 • 관련 기업 및 응용 분야의 인력이 부족함 • 기술 종속적, 창의적 독자성 부족 • 개인의 능력과 연구적 관심에 의존하여 성장하였음. 관련 분야 교수 및 관련 학과에 대한 전폭적인 지원이 필요하고 사업화와 연계하는 신경계자극에 대한 사업적 아이템 부족. • 연구 인력의 부족, 해외 이탈 • 연구에 대한 투자가 이루어지기 시작한 역사가 짧아 시스템이 불안정하고 연구 발전 방향이 아직 불확실함. • 국가적으로 연구자가 원하는 분야에 대한 장기적 연구 지원 부족 • 대규모 국책연구에서 국내 연구의 근본적 발전을 도모하는 방향으로 연구진행이 되고 있는지 검증 필요. 해외연구자의 유입이 국내 연구의 근본적 발전을 도모하는 방향인지 검토 필요 • 소규모 실험 형태의 연구 개발 단계 • 뇌과학자 양성에 필요한 장치 부재
중국	• 풍부한 중국 내외의 인적 자원을 활용한 공격적인 기술 개발 수행 • 산업계의 관심과 함께 개발 기술에 대한 상용화 추진 • 정부주도의 기초연구 투자로 인하여 기초 연구 분야의 인력 증가가 두드러짐 • 대학원 인력이 많음 • 대규모 인력 확보와 그에 따른 투자 급증, 연구 인력 증대, 향후 다 방면에서 우월성 높음 • 중국 정부의 집중적 지원에 의한 연구 인프라 강화 해외 유학 우수 인력의 영입과 활발한 신기술 표준 활동 정부 주도의 집중적 개발 및 자국 기술 활성화	• 원천기술과 인력 미흡 • 개발 제품의 시장 진입의 어려움 • 관련 산업이 태동단계임 • 아직 전문 분야에 대한 기술력에 있어서 독자성 부족 • 연구에 대한 투자가 이루어지기 시작한 역사가 짧아 시스템이 불안정하고 연구 발전 방향이 아직 불확실함. • 연구윤리에 대한 정립 부족 • 다소 기초연구가 약한 편이나, 빠른 속도로 연구 수준이 상승하고 있음 • 인력과 인프라가 아직 완성되지 않은 단계

국가	강점분야	기타
	• 신흥 국가로 막대한 자본이 연구 개발에 유입되고 있으며, 해외 유수의 인력 및 기술력 유입에 적극적으로 힘쓰고 있음. 급속한 성장 및 앞으로의 연구 개발 가능성이 가장 높은 그룹 • 중국 내 Key Lab 및 국책연구소 위주로 해당분야 투자 증가 해외에서 해당분야 활동 중인 많은 중국인들의 국내유입으로, 해당분야 연구수준의 가파른 상승 바이오 및 뇌 연구의 규제가 강하지 않으며, 타 국가에서 수행하기 어려운 실험이 가능할 수 있음	
일본	• 인프라와 응용기술 분야에 우수 • 기초 기술에 대한 역량이 우수 • 독자적인 연구 그룹, 독자적인 전문성 확보, 뇌와 간접적인 산업체 관심 증대 • 과거에 비해 기술, 인력, 인프라가 크게 향상되지 못하였으며, 연구와 산업화 능력이 크게 향상되지 못함 • 축적된 전자 및 재료기술을 기반으로 한 신 생체신호 측정 소자 개발 및 기초 연구 시설 인프라 구축에 집중 • 동물 실험이 활발히 이루어지고, 연구 개발 지원이 꾸준히 이루어짐 • 뇌 과학의 한 분야에 대해서 오랫동안 연구한 연구자 풀이 많음 • 상당한 규모의 국책연구 중심 지원 국책연구소 중심의 첨단 인프라 일본 내 연구자 위주의 연구였으나, 최근 해외 연구자의 유입으로 연구자의 다양성 증가	• 임상 데이터 미흡 • 연구 분야별 편중현상 심화 • 분야가 상대적으로 광범위하지 못함 • 고가의료기기 업체의 장기 불황으로 연구 내용 축소 • 전통적 시스템으로 인하여 해외 선도그룹과의 인력 교류가 다른 선도그룹 국가들에 비해 떨어지는 편 • 새롭게 성장하는 기술을 받아들이는데 상대적으로 느림 • 여전히 국내인 위주의 인력 풀과 다소 폐쇄적인 연구 풍토
EU	• 기초 학문에 대한 탄탄한 기술적 우위를 선점하고 있음 • 새롭게 개발된 기술에 대해 보다 빠른 전임상 및 임상 적용을 통해 결과 확인 가능 • 일부 분야의 집중 육성을 통하여, 분야별로 세계 최고 수준을 유지하고 있는 등 기술 분야의 강점이 두드러짐 • 우수한 기술력, 우수한 전문 인력, 미국에 비해 다소 부족한 역동성이 있으나 지속적이고 연속적인 기술력 축적 • 특히 기초 뇌과학 분야의 기술적 노하우와 산업화가 잘 되어 있음	• 응용분야에 미흡 • 체계적인 산업화 • 대학·벤처기업 간 틈새 아이템 개발 • 동물 실험에 대한 규제가 매우 큼 • 연구 인력이 유출되는 추세 • 바이오 및 뇌 연구의 강한 규제

국가	강점분야	기타
	• 신경 과학 분야의 대학중심 강소형 연구 그룹들 간의 활발한 교류 및 대형프로젝트 구축 • FP7 등 대규모 다국적 연구공동체의 집중연구 • 기술력이 향상되고 있으며, AI 및 IT 기반 기술 개발이 가장 탁월함 • 회원 국가 간 경쟁과 협업체계 우수 • 대규모 국책연구의 지원 국책연구소 중심의 첨단 인프라 EU 간 선도연구자 인력풀 구축	
미국	• 다수의 업체들이 관련 제품 개발 및 생산을 통해 시장의 우위 선점 • 전임상 및 임상 시험을 위한 규제 개방 • 장기간 기술 개발을 이어옴에 따라 관련 인적 자원이 풍부함 • 정부주도의 국책사업을 통하여, 연구개발 인력이 늘어나고 있으며, 다양한 분야 간의 시너지를 통하여 기초연구뿐만 아니라, 응용분야의 기술 개발이 활발히 이루어짐 • 선도 기술 및 고급 인력 보유 • 주요 연구중심대학 보유 • 산업화 선순환에 의한 기술력, 우수한 전문 인력, 산업화와 연계되어 새로운 분야 개척을 위한 인프라 우수 • 합리적 연구 시스템 • 제한 없는 우수인력양성 프로그램 • 대학 내 기초과학자 우대 • 대학·기업 간의 긴밀한 공조체계 • 관련 연구자가 많아서 연구 활동 자체가 시장이 됨. 이를 통하여 연구 자체가 시장이자 시장이 연구에 대한 투자가 되는 선 순환적 구조 • 대규모 국책 연구의 지원 국책연구소 및 대학 연구소의 첨단 인프라	• 응용 알고리즘 개발 분야가 상대적으로 미흡 • 고위험 고수익의 도전형 연구 장려 • 동물 실험에 대한 규제가 점차 강화되고 있는 추세 • 아직까지는 세계 연구 흐름 및 인프라를 가장 잘 구축하고 있음 • 연구자가 연구펀드를 받기가 힘든 과도한 경쟁 구도 변화하는 중 • 바이오 및 뇌 연구의 강한 규제

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	4위	2위	2위	5위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 뇌과학, 뇌공학, 뇌 생물학과의 협력을 해야만 이루어 낼 수 있는 다양한 정부 과제를 통하여 협력을 촉진해야 함. 대학연구실, 기업 연구실이 실질적으로 협업을 이루어 낼 수 있는 방법은 연구비라고 하는 당근이 있어야만 의미 있는 협력 연구가 가능 • 국내 연구진들 간의 협력 연구가 촉진되어 국내 기술력 강화 및 수준 향상이 필수적임. 정부가 정책적으로 국내 연구를 촉진하고, 이를 위하여 각 개별 연구자의 전문 수준 평가가 필수적 • 뇌신호 관측 및 조절 기술을 주제로 미들-업 방식의 대규모 연구 과제를 제안하여 관련 연구자들이 콘소시움을 만들어 지원할 수 있는 토대 마련 • 국내 뇌과학 및 뇌공학 연구자들 간 소규모 워크숍 및 세미나 지원에 대한 적극적 활성화 국내, 특히 서울권·지방권 간 뇌과학 및 뇌공학 연구자들의 공동연구 과제 활성화 세부기술 각각의 연구협력 촉진도 중요하나, 세부기술 간 연구협의 및 논의가 도출될 수 있는 플랫폼이 필요. 뇌과학 및 뇌공학 인프라 (고가의 실험장비 및 연구기기) 공유 활성화를 위한 지역별 연구허브 구축 소수의 인적자원 (시니어 위주)을 통한 연구과제 주제 및 에타 기획을 지양하고, 연구변화 및 트렌드에 익숙한 젊은 연구자들이 다수 적극적으로 참여하여 국가적 연구주제 및 방향설정을 할 수 있도록 지원 • 현재 기초분야 뇌 연구는 기존의 출연연 연구소와 정책적으로 리소스를 집중시키려는 뇌 연구원 간의 헤게모니 갈등이 있어, Win-Win을 목표로 하는 학문적으로 밀접한 협력보다는 정치적인 견제와 경쟁이 눈에 띔. 연구 분야와 투자를 정책적으로 강제하는 것은 총체적 발전을 저해하므로, 각 기관의 축적된 기술과 연구 비젼을 존중하고 지속적으로 성장할 수 있도록 지원하는 것이 자연스러운 국내협력으로 이어질 것 • 프런티어 사업과 같은 여러 분야 간 협력 연구의 장이 없는 점이 아쉬움 • 데이터 뱅크와 같이 임상 데이터나 실험 데이터를 생산하는 그룹과 그것을 분석하고 적용하는 기술로 구분 되는 영역에서는 생산자들이 데이터를 공유하도록 인센티브를 주고 공유되는 데이터를 관리할 수 있는 시스템 및 연구비 지원 필요. 데이터를 기반으로 연구 팀 형성을 위해 연구비 지원 제도 수립
국제협력 촉진	• 뇌 관련 분야 국제 학회 및 심포지움 유치 등 • 선도국가와의 협력 연구를 통하여 새로운 기술을 도입하여 국내 기술력 강화를 도모하여야 함. 특히 해당 분야의 선진 기술은 빠르게 변화하므로, 이를 지속적으로 접하고 국내에 도입하기 위한 협력 연구를 장려하는 정책 필요 • 현재 활동이 활발한 젊은 학자뿐만 아니라 아직도 활동 가능한 연구 선진국의 시니어급 연구자를 국내 유치할 수 있는 전격적인 지원 필요 • 국가 연구기관 차원에서 MOU를 포함한 국제적 연구협력관계 다변화. 현재 국제연구 협력할 수 있는 국가, 대학, 연구소가 다소 제한적이라고 생각 됨. 국가기관 간 공동연구 과제 활성화 이전 단계에서, 서로 상호 보완할 점에 대한 이해를 돕기 위한 융통성 있는 소규모 워크숍 및 세미나 활성화. 이를 통해 국내연구의 부족한 부분을 보완하고 발전할 수 있는 기회 마련.

	정책제언
	일정기간의 소규모 공동연구 수행 및 탐색을 충실히 한 국제 간 연구팀에 대한 진정성 있는 계속 지원 및 대규모 과제로의 선순환 활성화 위 세부기술 내의 국제협력 뿐만 아니라, 여러 세부기술 간 협력 촉진을 위한 국제적 플랫폼 필요 • 기초 뇌 연구 분야는 IBS의 투자로 직접적인 협력이 많이 이루어졌으나, 투자대비효용성에 관한 의문이 제기되고 있음. 효용성이 제한되는 고가 장비나 은퇴 수준의 석학을 모셔오는 국제협력보다는 젊은 연구 인력의 단기 해외 파견 기회를 높이는 것이 필요함. 또한 세계적 수준의 국내연구거점을 만들어, 학위를 하려는 동남아권 유학생 외에, 선진 연구 인력의 방문연구를 장려하는 것이 지속적 국제연구협력에 도움이 될 것 • 국내 전문 인력이 제한 적이므로 인력 양성을 위하여 국제 협력 연수 지원과 국제적 기술 확보 및 학문적 수월성 확보를 위한 국제 공동 연구 지원 프로그램 확대
인력양성 및 유치	• 뇌신경과학 및 뇌공학 관련 학과(학부) 설치 추진 • 인력이 양성되기 위해서는 연구비 확대뿐만 아니라, 실제 산업과의 연계가 가장 중요. 많은 인력들이 뇌과학, 뇌공학을 전공하고, 이후 산업분야와 시너지가 나지 않기 때문에 우수한 인재들이 들어와 연구를 하지 않음. 그렇기 때문에 관련 분야 제품 혹은 인공지능 기반의 소프트웨어를 개발하는 기업에 대한 많은 기회가 주어져야 함. 특히, 신경자극, 신경신호 분석, 뇌영상 분석과 같은 산업에 바로 적용 가능한 기업들이 초기 연구비에 대한 지원 필요. • 뇌 신호 관측 및 조절 기술을 습득하여 전문적으로 활용할 수 있는 후세대 인력양성 및 선도 기술 기 확보한 새로운 해외 인력 유치를 장려하는 정책을 마련해야 함. 특히 해당 기술의 경우 박사 과정과 같은 장기간 훈련을 통하여 습득될 수 있으므로, 해당 기술을 가지고 있는 박사 후 연구원을 채용하여 연구를 장려하는 정책 마련이 필요함 • 다학제 간 교육을 받을 수 있는 대학 및 대학원 프로그램 필요. 또한 박사 후 과정 연구자에 대하여 실패를 묻지 않는 모험형 연구펀드를 지원 • 해당기술에 대한 학부 수준에서 융합형 교육은 미비한 편임. 학부 저년차에는 기초교육에 충실하고, 학부 고년차를 위해 위 해당기술에 대한 교과목 개발을 적극적으로 지원하고 활성화. 학부 교과목 개발 및 교육을 통해 위 해당기술에 대한 노출을 최대화하고, 국제적 연구기관과 인적교류에 대한 지원 활성화. 국제기관 간 풀뿌리 연구 과제를 활성화하여 외국의 유수인력 유치 및 양성 활성화 • 기초 뇌연구 분야는 IBS의 투자로 이미 많은 연구인력 및 해외 전문 인력 유치가 이루어졌으나, 뇌 관련 산업의 부재로 양성된 인력이 IBS 사업 이후에 전문성을 살려 파급력을 갖기 힘든 상황임. 무분별한 인력양성 및 유치보다는 장기투자 가능한 연구 분야와 산업분야를 발굴하여 집중적 양성 필요 • 중국의 천인 프로젝트와 같은 해외 석학 인재 유치 필요 • 대학/대학원에 관련 학과 신설 • 미국의 R01과 같이 연구자가 적절한 평가를 통해서 자신의 생활비와 연구비를 받을 수 있는 제도 도입을 통해서 다양한 연구 풀을 확대하고 연구 안정성 확보할 수 있도록 유도
인프라 구축	• 현재 관련 연구 인프라는 여러 사업 등을 통해 많은 인프라들이 구축되어 있으나, 이를 다양한 연구진이 공동으로 활용하는데 어려움이 있으며, 이미 구축된 연구기기와 같은 인프라들의 운용 인력이 절대적으로 부족한 상황임 • 뇌연구원, KIST 뇌과학 연구소 등 뇌 전문 연구소를 통해 공동 활용 가능한 고가 장비 구입 추진

	정책제언
	• 뇌신호 관측 및 조절 기술을 적용하기 위한 실험 시스템 구축을 위한 연구소 내 인프라 구축 장려 필요. 예를 들어, 동물 생체 내 신경 신호 측정을 위한 행동 측정 시스템을 구축하거나, 광학적 기술을 접목하여 신경 신호 측정 및 조절을 할 수 있는 광학 시스템을 구축하는 데 도움이 될 수 있는 전문가로 구성된 기술 자문단이나 실험 공간 인프라가 각 전문 연구소 내에 구축되어야 함 • 연구에서 연구는 연구자가 하는 것이기 때문에 연구 장비가 연구자에게 종속이 되어야 한다는 인식 확대 필요 • 위 해당 세부기술 각각의 국내 지역별 연구허브 구축 및 공동연구 기기의 사용 활성화. 해당 세부기술 간 교차적 (crossing) 인프라 구축을 통해 지역 간 공동연구 활성화 • 기초 뇌 연구 분야의 투자는 다각적으로 충분히 되어있음에 비해 연구결과의 파급효과가 크지 않은 편. 큰 이유로 관련분야 산업 인프라의 부재를 들 수 있음. 유럽처럼 뇌 관련 산업의 중소벤처기업의 두터운 층이 바탕이 되어야 뇌 연구의 지속성장이 가능함 • IBS와 같은 과제들도 생겨나긴 했지만 아직 미흡함. 최근 해외 유수대학과 기업은 인공지능 연구에 박차를 가하면서 뇌과학의 중요성을 느껴서 뇌과학과 인공지능 연구가 융복합화 할 수 있는 대형 연구 프로젝트들이 필요한 상황 • 뇌과학 클러스터 육성 • 국내 연구자들이 생산한 측정 데이터들을 공유할 수 있는 시스템과 관리 보급할 수 있는 인프라 구축이 요구됨. 영장류와 같은 고등 동물 연구를 위한 투자 지원이 필요하고 계산 모형을 위해서는 고성능 계산 컴퓨팅 인프라가 요구됨
법·제도 개선	• 개발된 기술의 평가에 있어서 임상시험이 필요한 부분이 많으나 국내에서는 새롭게 개발된 기술을 이용한 시험 및 성능 평가진의 기술 부족과 관련 규제 등으로 인해 실제 적용이 어려움. 이를 해결하기 위해 학술 연구에 대해 연구자 주도로 관련 평가 등이 가능하도록 제도 개선이 절대적으로 필요함 • 이미 외국에서 승인을 받아서 시행중인 임상 시험의 조기 허가 • 동물 실험 및 인체 실험에 대한 윤리적 법·제도 마련이 필요함. 동물 실험의 경우 생체 내 측정 장비를 유입하는 기술이 동물의 기본 건강 상태를 유지와 함께 진행될 수 있는 방법의 심사 제도를 마련함. 인체 실험의 경우 뇌신경망 조절이 인지 행동에 큰 영향을 끼칠 수 있는 만큼, 법적으로 실험 적용 범위 및 방법에 대한 제도 마련이 필요함 • 뇌신호 관측 및 조절기술 개발을 적용할 수 있는 임상 연구에 대한 법, 제도 개선 필요 • 연구기자재 중복성에 대한 제약을 풀어 줄 필요가 있음 • 연구비의 항목을 연구자가 자유롭게 설정하여 집행할 수 있도록 만들어 주어야 함 • 대형연구기자재 구입의 행정 간소화 • 신의료기기 등 신개념 측정 장비에 관한 의료기기 승인 간소화가 시급함. 현재 식약청 신의료기기 승인은 세계에서 가장 까다로운 편. FDA 및 CE허가가 나온 장비도 식약청에서 승인이 되지 않아 활용되지 못하는 경우가 많음. 사고가 생겼을 때 허가한 공무원에게 책임전가가 되는 현재 관행상, 필요 이상으로 방어적인 규제 및 절차가 시행중인 것으로 판단됨. 신개념 측정 장비 및 의료기기는 새로운 현상을 발견할 눈뿐만 아니라 세계 시장을 주도할 수 있는 유일한 가능성임. 신개념 측정 장비 및 의료기기의 산업이 확장되어야 보다 많은 연구자들이 새로운 눈을 활용하여 새로운 현상을 발견하고, 세계를 주도하는 연구를 이끌어갈 수 있을 것 • 병역 특례와 같은 과학기술 인력 양성에 중요한 제도 활성화 • 뇌신호 관측 및 조절기술 분야 신기술 연구/개발 장려를 위한 의료법, 의료기기법 규제 개선 • 국내 산업화 기술에 대해서 과도하게 부과된 요건들을 해외 기술 승인에 준하게 바꿀 필요가 큼

	정책제언
연구비 확대	• 학교 및 기업에서 관련 연구 수행을 위한 연구비의 확대가 필요하며, 일정 수준 이상의 기술에 대해서는 인센티브 등을 제공하여 연구진의 사기 진작이 필요함. 또한 일시적인 연구비 지원이 아니라 장기적 안목에서 선택과 집중 형태의 지속적인 연구비 지원이 필요함 • 뇌 과학 원천 기술 개발 사업의 확대 및 융합 연구 장려를 통한 관련 기술 발전 촉진 • 미국의 경우 차세대 먹거리 산업이 뇌와 신경계와 관련된 질환의 극복임. 이와 관련된 연구와 산업이 함께 성장하기 위해서는 연구비 확대의 방향이 다양한 신경질환 극복을 위한 약물학적 연구, 신경자극 연구, 분석을 위한 소프트웨어 (인공지능기반) 개발 등의 대학연구소와 기업연구소의 협력을 위한 연구과제가 많아야 함. 연구소에서 축척된 연구 결과물이 산업 전반에 오랜 시간 축척되어야만 연구비 사용에 대한 의미 있는 결과가 있을 수 있음. 현재 뇌과학 전반적인 부분을 주도하고 있는 미국의 경우 매우 다양한 뇌·신경 분야 제품과 연구결과들이 쏟아지고 있으며, 대기업 중심의 투자도 활발하게 진행되고 있음. 하지만, 한국의 경우 대기업, 투자자, 정부 등도 다음 먹거리로 인공지능이라는 주제에 묶여있는 것 같음. 인공지능 분야 이후 다음 먹거리는 인간과 관련된 특히, 뇌와 신경과 관련된 질환. 지금 부터라도 다양한 뇌질환, 신경계 문제로 인하여 발생하는 질환, 뇌와 신경계에 작용하여 치료하는 분야에 대한 연구비를 확대해야 할 것 • 기초 기술 개발 및 융합 연구 개발에 대한 연구비가 확대되어야 함. 특히 뇌 신호 측정 기술을 적용할 수 있는 기초 연구와의 융합 연구 지원 연구비 확대가 필요함. 뇌 신호 측정 및 조절 기술을 개발하는 과제에 대한 연구비 확대와 함께, 이를 활용하여 달성할 수 있는 기초 연구에 대한 지원 확대가 필수적임. • 사람에게 적용 가능한 고성능의 뇌 신호 관측 및 조절기술 개발을 위하여, 영장류와 같은 고등동물 연구에 대한 연구비 투자 확보 필요 • 위 해당 세부기술 각각의 연구비는 풀뿌리에서 중규모로 주제의 다변화 및 연구비 수혜 확대 필요. 위 해당 세부기술 간 융합적 연구비는 중형 및 대형화하고 주제의 집중화 및 연구비 수혜 확대 필요 • 프런티어 사업과 같은 큰 규모의 후속 사업이 없어 연구자들이 어려운 상황 • 본 분야 일부는 임상에서 적용 가능한 기술로서 산업화에 근접한 연구들이지만 동물이나 특히 사람을 대상으로 많은 실험을 요하는 특성이 있으므로 연구비 확대 필수적임. 이 경우는 최종 결과 중심으로 연구비 계획과 심사, 연구가 이루어지도록 함. 한편 창의적 아이디어를 기반으로 도전이 필요한 분야에 해당이 되는 부분에서는 개별 연구자들을 육성하기 위한 도전적 연구비 확대가 우선시 됨
기타 의견	• 뇌과학 분야 중에서 우리나라가 강점을 갖고 있는 ICT 분야와의 융합을 통하여 경쟁력을 확보할 수 있는 분야에 중점투자 필요. 국내 R&D 투자 중 국책 과제 중심으로 해당 분야의 주제를 발굴하여 중점 투자하는 것이 바람직함 • 전체 두뇌의 영역별·세포 타입별 상호 작용에 따른 뇌 기능 발현 원리를 이해하기 위하여 뇌신호 관측 및 조절 기술이 개발되고 적용되는 것이 절실히 요구되는 상황이며, 이를 해소하기 위한 융복합 기술 개발이 필요함. 기초 신경 과학 연구자들의 안목과 공학적 기술 개발자들의 기술력이 접목될 경우 현실적으로 보다 필요하고 중요한 기술 개발로 이어질 수 있으며, 이러한 기술은 자연스레 치료 및 인간 적용 분야로 확장될 수 있음 • 뇌신호 관측 기술의 경우, 뇌질환 치료제/기능성 식품, 인지훈련/인지재활/인지자극 분야 등에 있어서 뇌기능 개선효과를 비침습적으로 검증하는 유용한 바이오마커 도구로도 활용될 수 있음 • 본 분야는 뇌신경계 질환 진단 치료에 적용될 부분으로 해당 임상연구와 병행되어야 함. 한편 계산모델링 계산 뇌과학 융합으로 진행되는 것이 바람직

다 주요 분석 결과 요약

(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	생명·보건의료	107,816	79,400	70.3%	62.2%
해당 중점과학 기술명	뇌신호 관측 및 조절 기술	4,677	2,339	35.6%	52.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

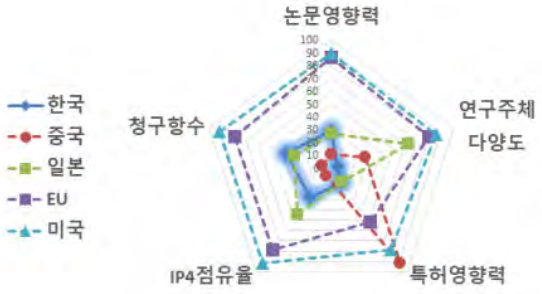
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	미국	미국	중국
	36.0%	32.4%	21.4	14.3
한국	5위	3위	3위	4위
	3.8%	17.4%	11.3	1.7
5개국 평균[2]	-	-	17.1	10.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

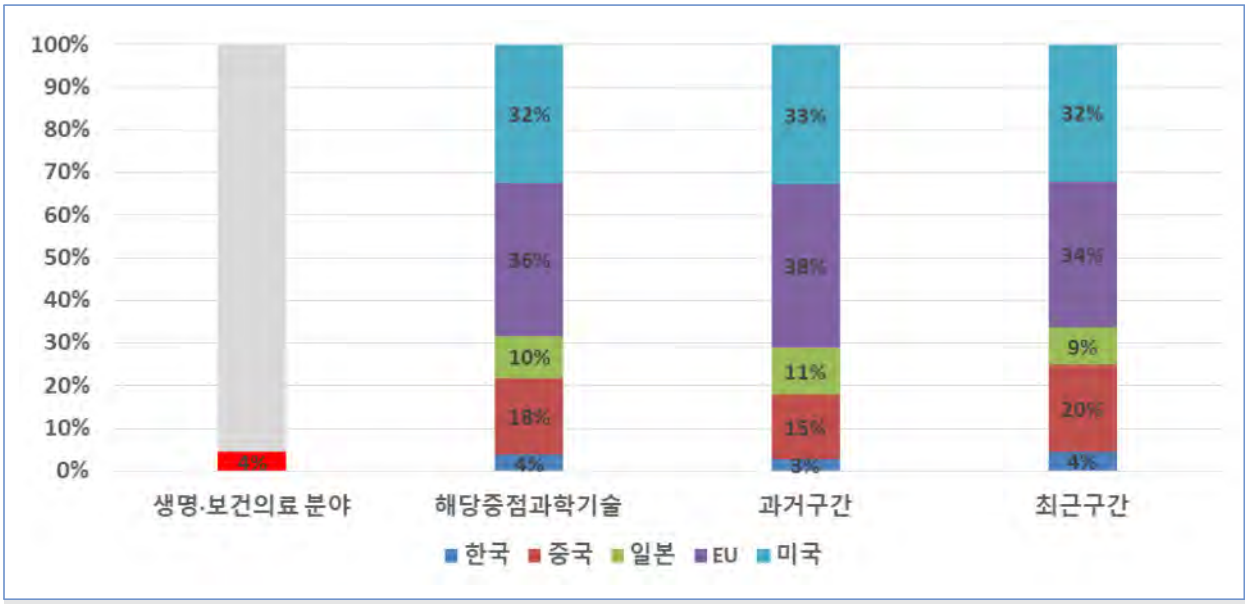
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.8%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(11.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(36.0%), 미국(32.3%), 중국(18.1%), 일본(9.8%), 한국(3.8%) 순이며, 논문 증가율은 한국(114.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(21.4), EU(20.5), 한국(11.3), 일본(10.8), 중국(7.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 중국(0.96)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(17.4%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(1.7)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 미국(32.4%), 중국(24.0%), 한국(17.4%), 일본(15.0%), EU(11.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(272.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 중국(14.3), 미국(11.3), EU(7.5), 한국(1.7), 일본(1.5) 순이며, IP4 점유율은 미국(22.0%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.8%	18.1%	9.8%	36.0%	32.3%
	논문 증가율	114.3%	84.8%	5.4%	21.9%	32.8%
	논문 영향력	11.3	7.4	10.8	20.5	21.4
	연구주체 다양도	0.79	0.96	0.93	0.96	0.92
특허 분석	특허 점유율	17.4%	24.0%	15.0%	11.1%	32.4%
	특허 증가율	87.3%	272.3%	-29.1%	3.9%	27.6%
	해외출원도	0.8	0.1	1.6	5.5	4.6
	특허 영향력	1.7	14.3	1.5	7.5	11.3
	IP4점유율	7.1%	0.4%	10.5%	17.4%	22.0%
	청구항수	5.6	3.0	5.1	8.4	9.9

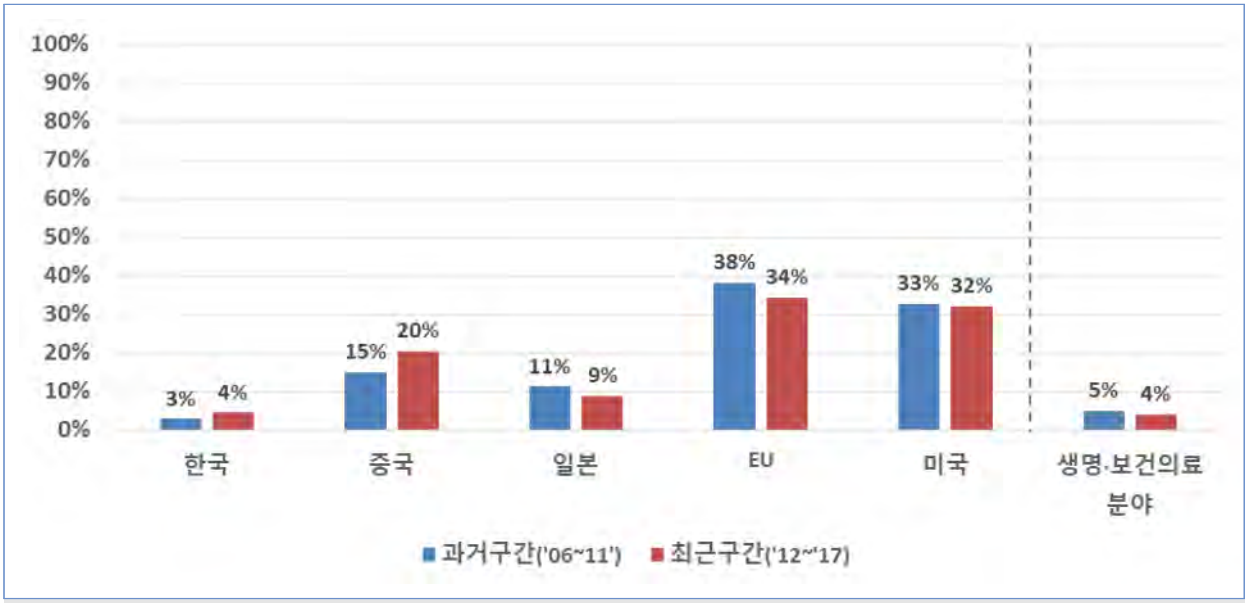
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 뇌신호 관측 및 조절 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1684건으로 전체 논문의 36%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 뇌신호 관측 및 조절 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

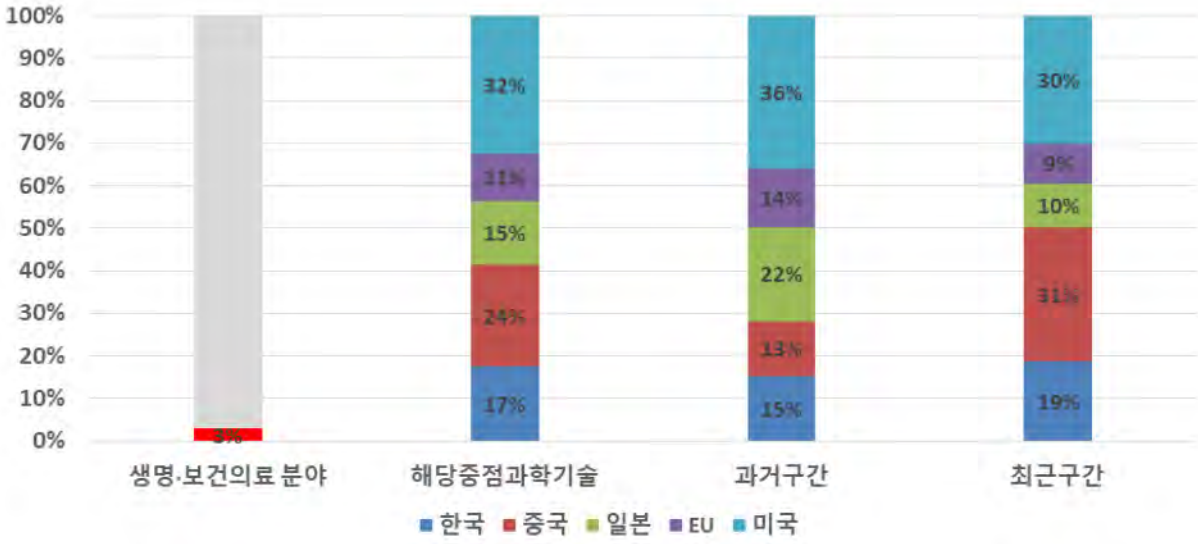


- 뇌신호 관측 및 조절 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 114.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	56	120	176	114.3%
중국	297	549	846	84.8%
일본	223	235	458	5.4%
EU	759	925	1,684	21.9%
미국	650	863	1,513	32.8%
전체	1,985	2,692	4,677	35.6%

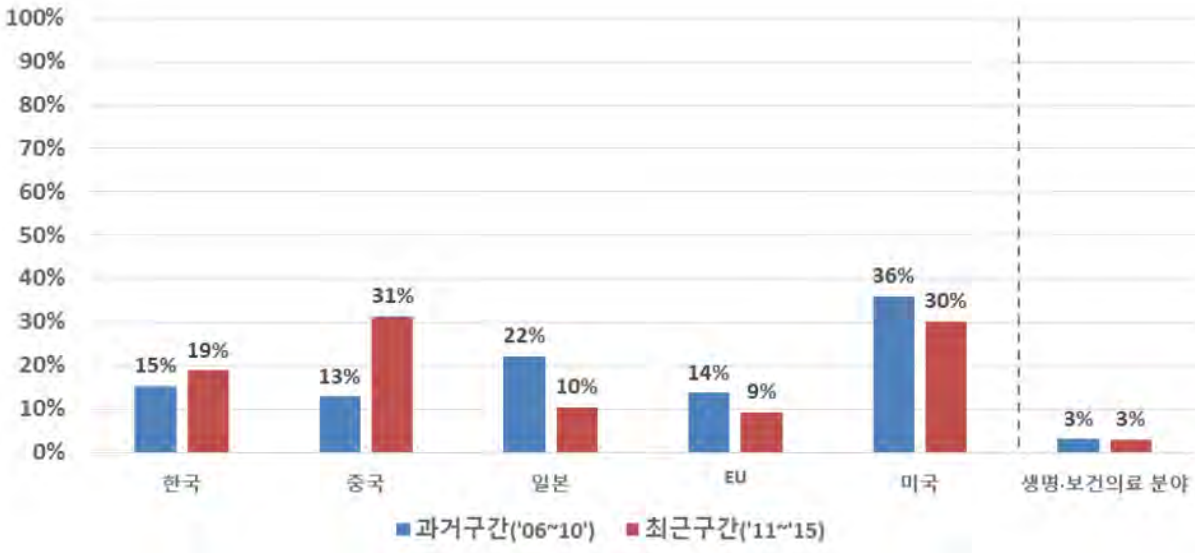
(4) 특허 점유율(전체)



- 뇌신호 관측 및 조절 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 미국이 758건으로 전체 특허의 32%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 한국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 뇌신호 관측 및 조절 기술은 생명·보건의료 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 뇌신호 관측 및 조절 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 87.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	142	266	408	87.3%
중국	119	443	562	272.3%
일본	206	146	352	-29.1%
EU	127	132	259	3.9%
미국	333	425	758	27.6%
전체	927	1,412	2,339	52.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

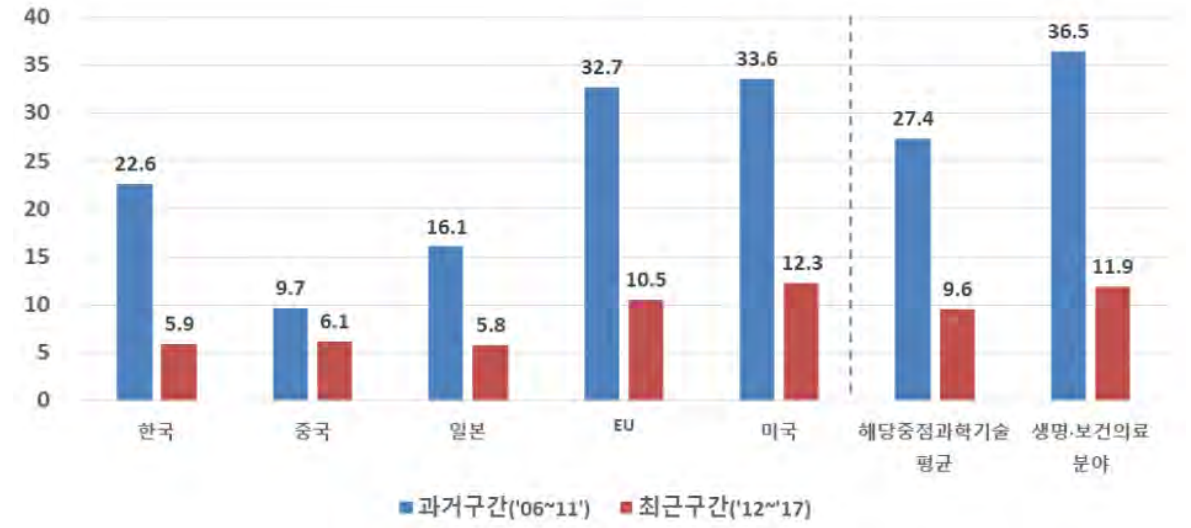


- 뇌신호 관측 및 조절 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

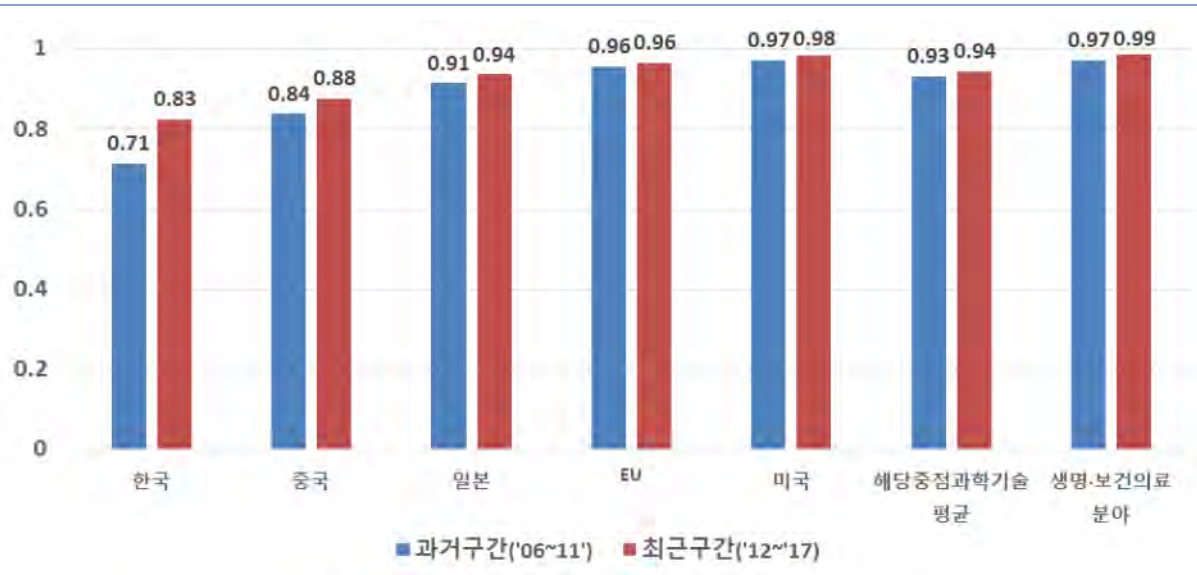
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



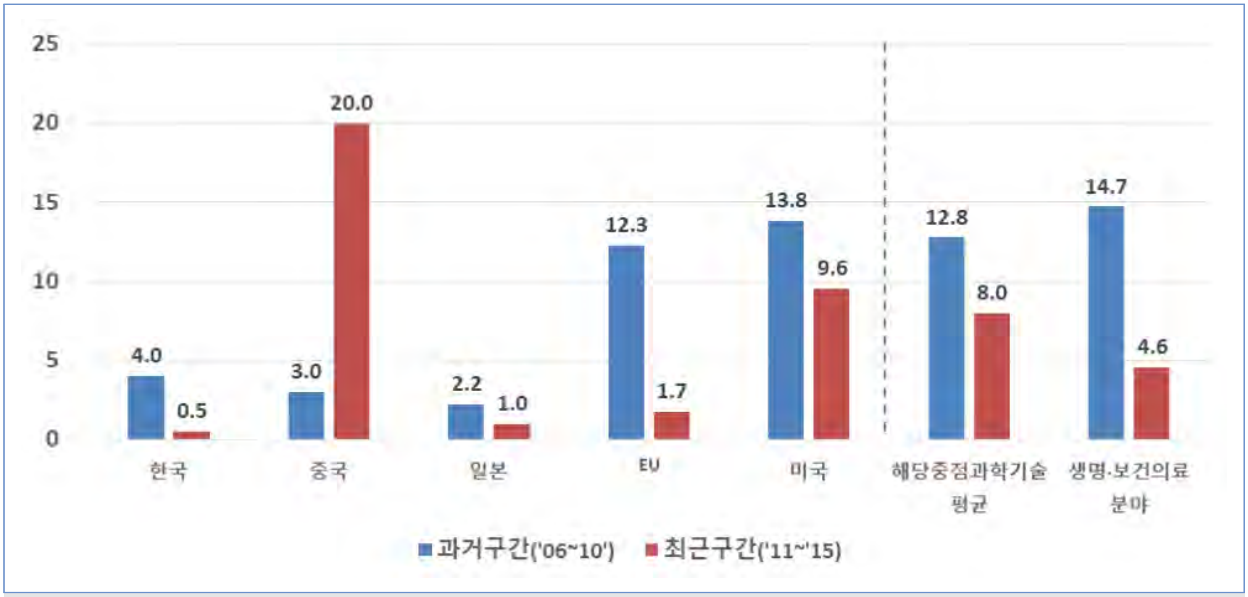
- 뇌신호 관측 및 조절 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



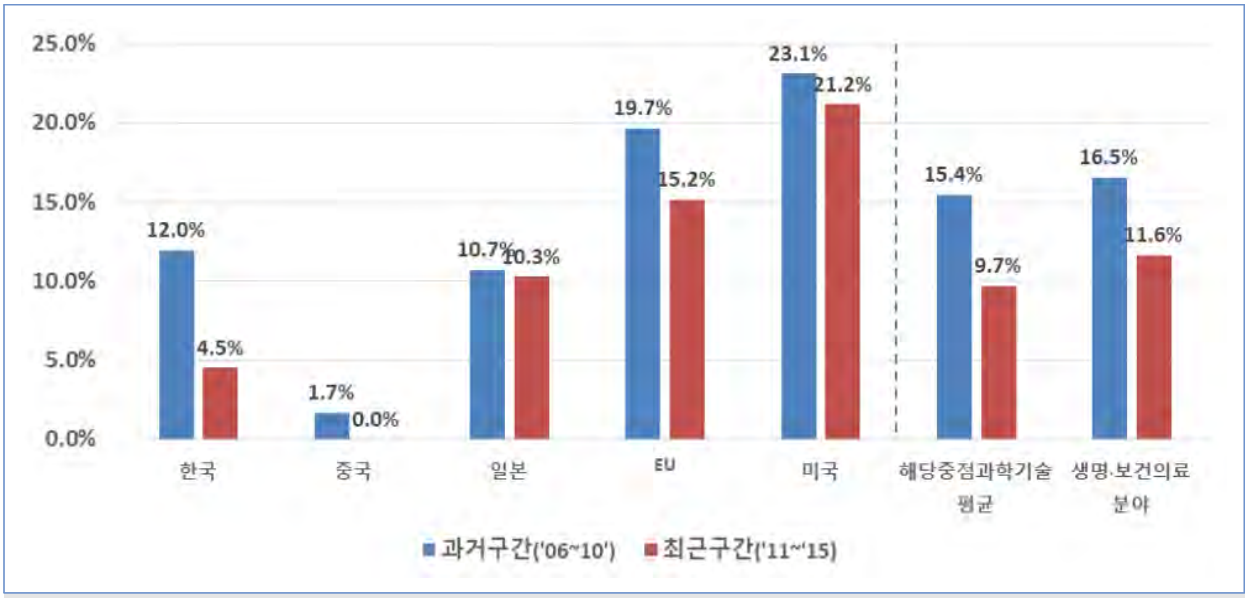
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



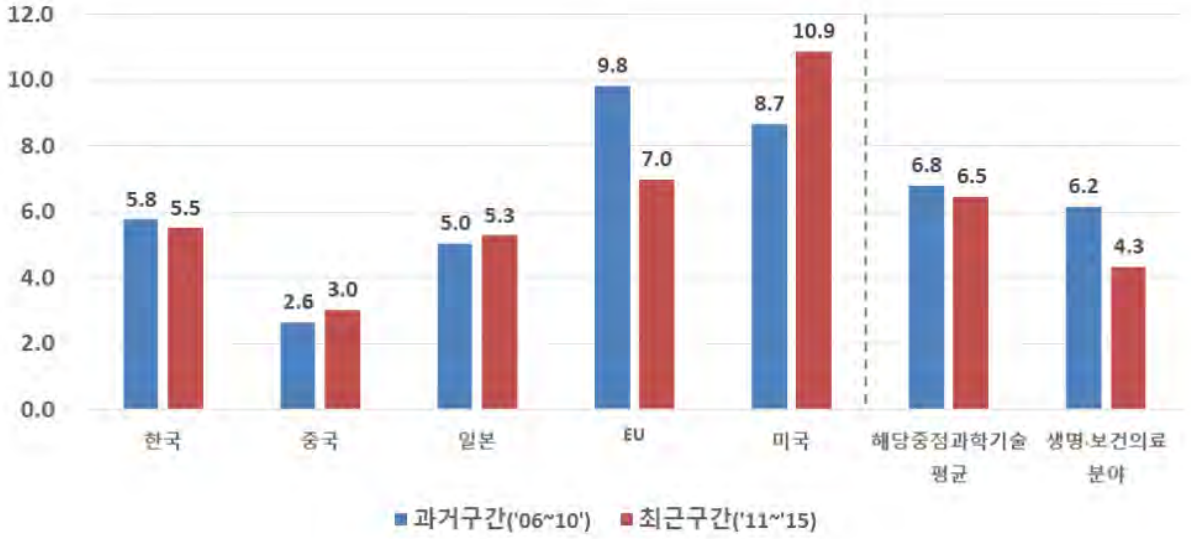
● 뇌신호 관측 및 조절 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 중국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 뇌신호 관측 및 조절 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 뇌신호 관측 및 조절 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

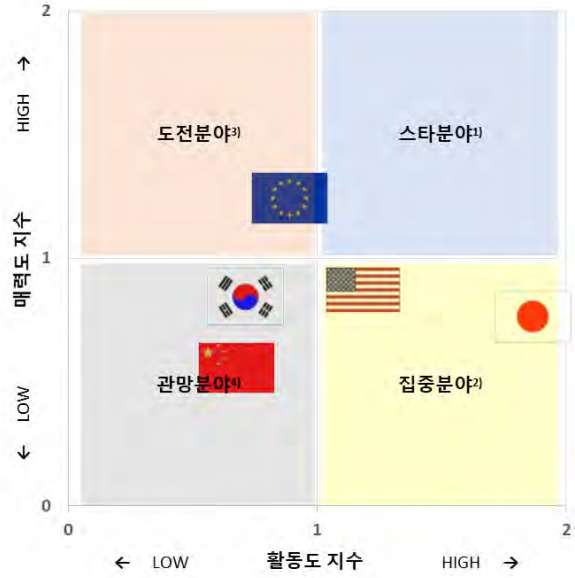
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

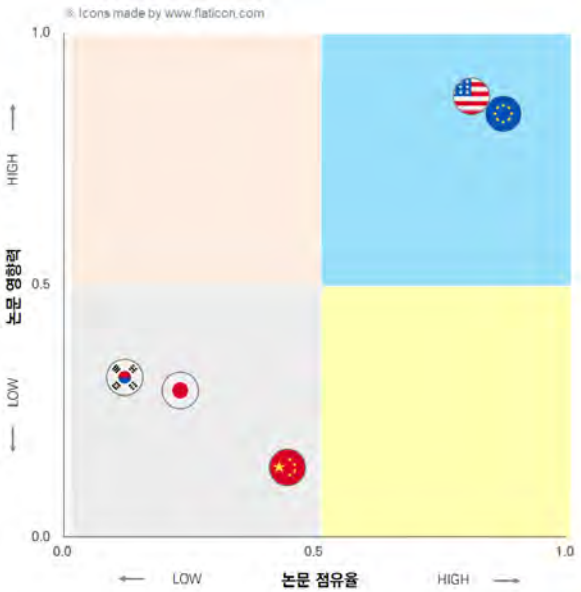
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 뇌신호 관측 및 조절 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

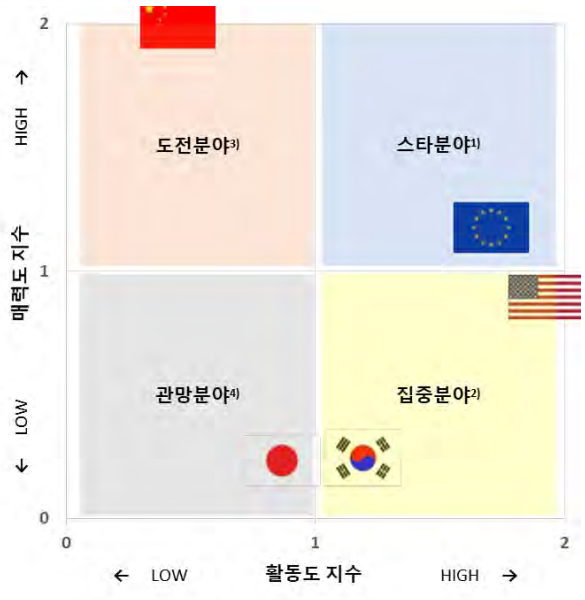


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 뇌신호 관측 및 조절 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.00%)' 가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 13.07%(글로벌 점유율은 0.49%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.11%	1.00%	23.81%
2	MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL	미국	1.65%	0.53%	216.67%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	한국	13.07%	0.49%	55.56%
4	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	EU	1.37%	0.49%	-35.71%
5	NORTHWESTERN UNIVERSITY	미국	1.26%	0.41%	71.43%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	13.07%	0.49%	55.56%
2	KOREA UNIVERSITY	5.11%	0.19%	25.00%
3	NEUROSCIENCE RESEARCH INSTITUTE	3.98%	0.15%	33.33%
4	SAMSUNG MEDICAL CENTER	3.98%	0.15%	600.00%
5	YONSEI UNIVERSITY COLLEGE OF MEDICINE	3.41%	0.13%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HUASHAN HOSPITAL	1.54%	0.28%	60.00%
2	XUANWU HOSPITAL	1.30%	0.24%	-42.86%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.06%	0.19%	100.00%
4	INSTITUTE OF NEUROSCIENCES	1.06%	0.19%	250.00%
5	BEIJING TONGREN HOSPITAL	1.06%	0.19%	250.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	3.06%	0.30%	-44.44%
2	OSAKA UNIVERSITY	2.18%	0.21%	133.33%
3	KYUSHU UNIVERSITY	1.97%	0.19%	25.00%
4	UNIVERSITY OF TSUKUBA	1.97%	0.19%	-20.00%
5	KEIO UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE	1.53%	0.15%	-60.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	1.37%	0.49%	-35.71%
2	KAROLINSKA INSTITUTET	1.01%	0.36%	12.50%
3	KAROLINSKA UNIVERSITY HOSPITAL	0.71%	0.26%	-28.57%
4	UNIVERSITY OF JENA	0.59%	0.21%	-33.33%
5	INSTITUTE OF PSYCHIATRY	0.53%	0.19%	-20.00%

6 미국

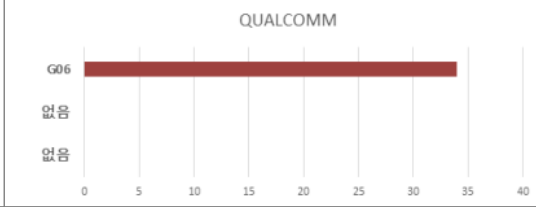
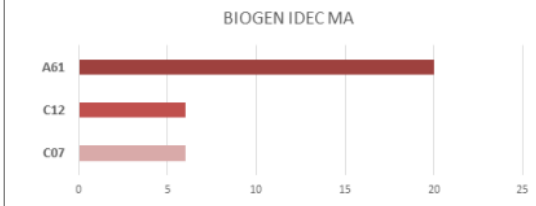
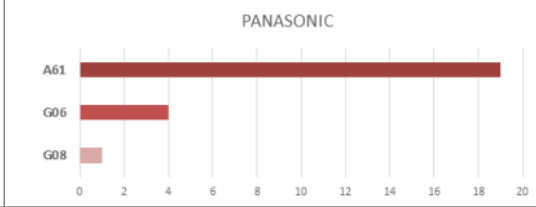
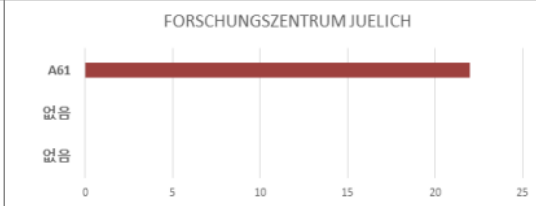
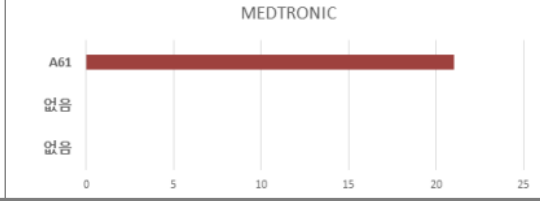
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.11%	1.00%	23.81%
2	MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL	1.65%	0.53%	216.67%
3	NORTHWESTERN UNIVERSITY	1.26%	0.41%	71.43%
4	UNIVERSITY OF FLORIDA	1.06%	0.34%	-40.00%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	0.99%	0.32%	-50.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'QUALCOMM(1.45%)' 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '김승찬'이 4.66%(글로벌 점유율은 0.81%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'QUALCOMM'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를, '김승찬'은 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

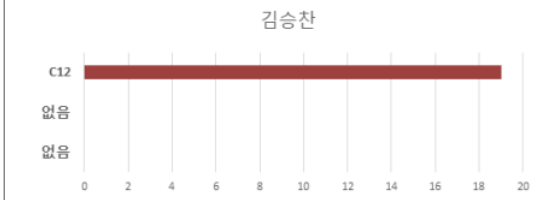
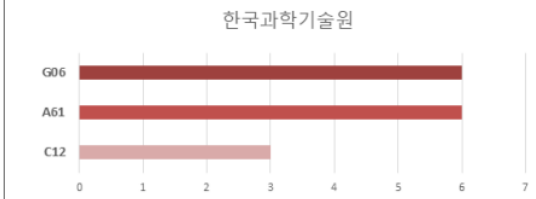
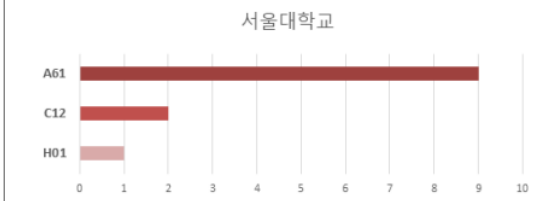
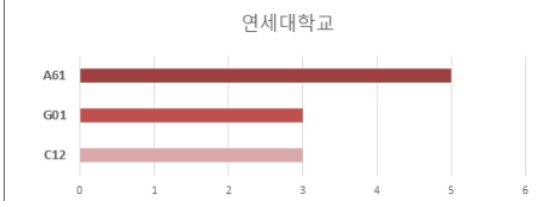
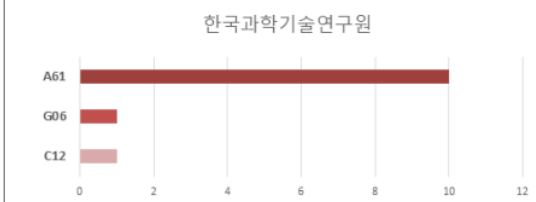
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	미국	4.49%	1.45%	3200.00%
2	BIOGEN IDEC MA	미국	4.22%	1.37%	-60.87%
3	PANASONIC	일본	6.82%	1.03%	-15.38%
4	FORSCHUNGSZENTRUM JUELICH	EU	8.49%	0.94%	75.00%
5	MEDTRONIC	미국	2.77%	0.90%	-9.09%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

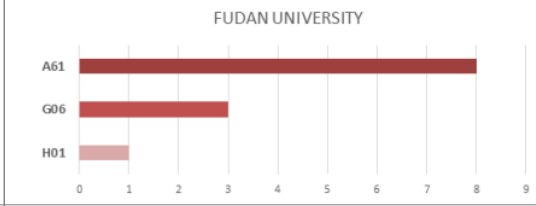
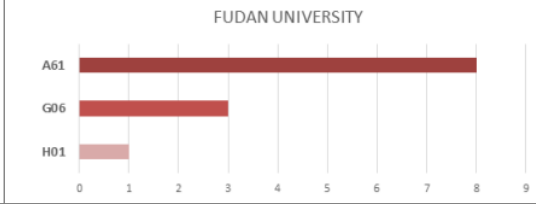
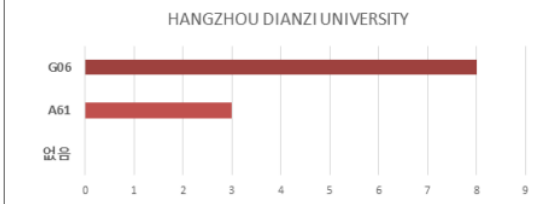
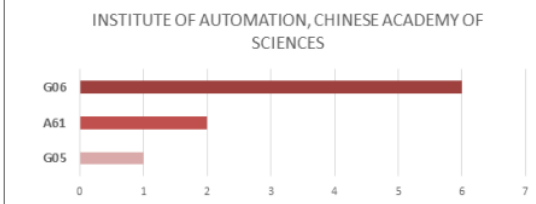
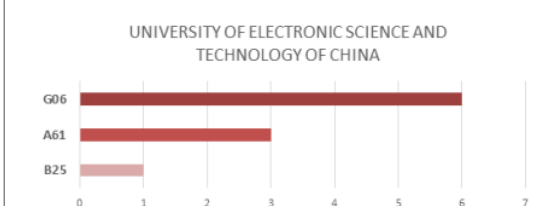
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	김승찬	4.66%	0.81%	1700.00%
2	한국과학기술원	3.92%	0.68%	0.00%
3	서울대학교	3.68%	0.64%	300.00%
4	연세대학교	3.43%	0.60%	-44.44%
5	한국과학기술연구원	2.94%	0.51%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		H01	기본적 전기소자
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

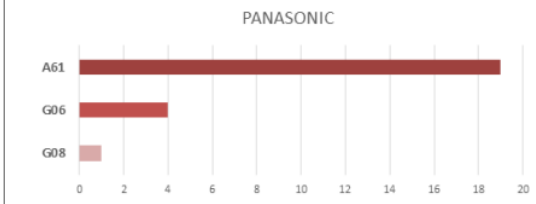
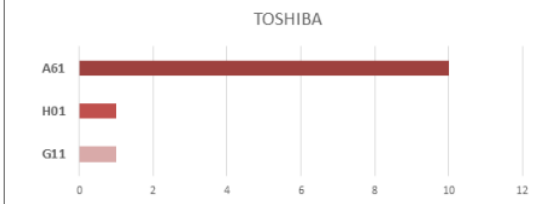
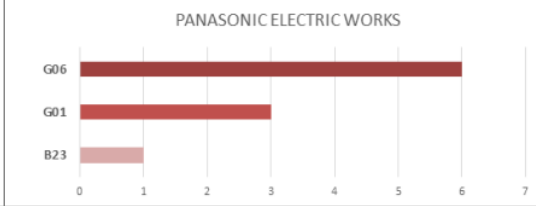
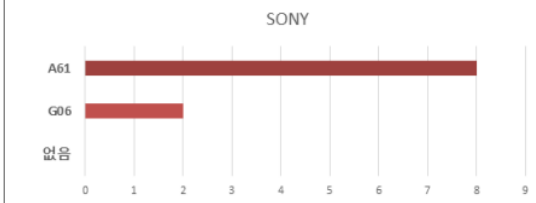
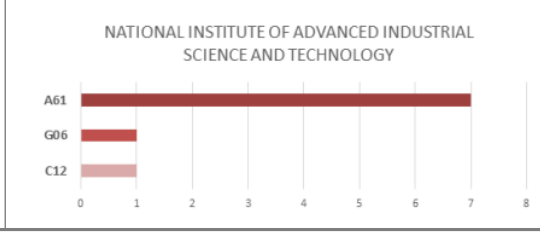
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUDAN UNIVERSITY	2.31%	0.56%	450.00%
2	TIANJIN UNIVERSITY	2.31%	0.56%	1100.00%
3	HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY	1.96%	0.47%	350.00%
4	INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.78%	0.43%	800.00%
5	UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	1.78%	0.43%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G05	제어; 조정
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터

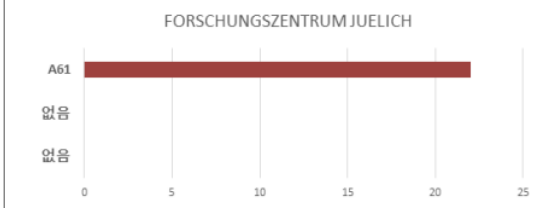
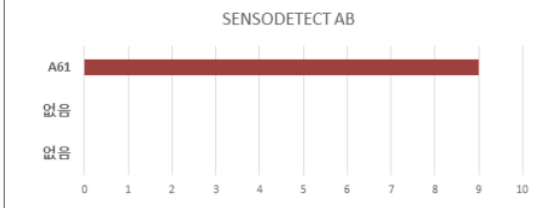
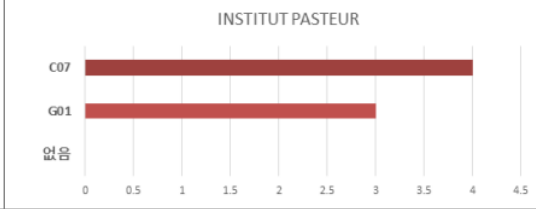
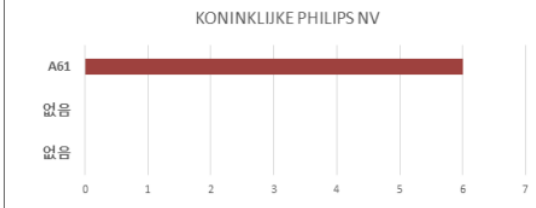
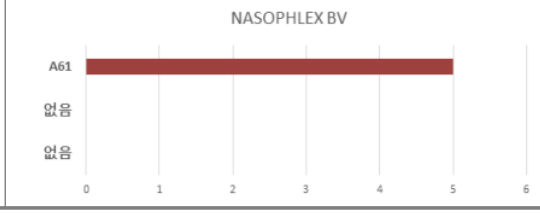
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PANASONIC	6.82%	1.03%	-15.38%
2	TOSHIBA	3.41%	0.51%	-66.67%
3	PANASONIC ELECTRIC WORKS	2.84%	0.43%	-100.00%
4	SONY	2.84%	0.43%	50.00%
5	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.84%	0.43%	-33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학

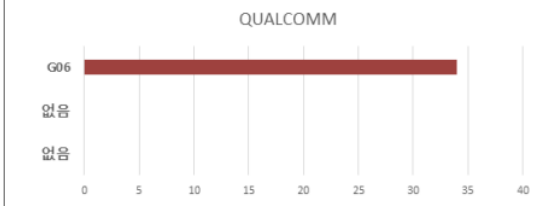
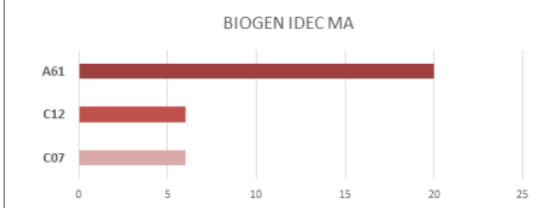
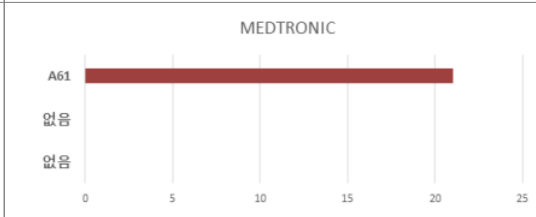
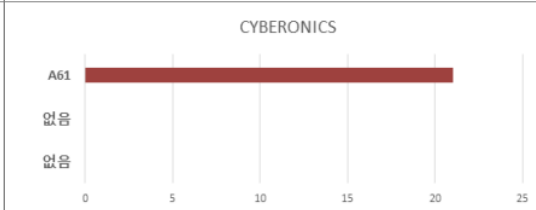
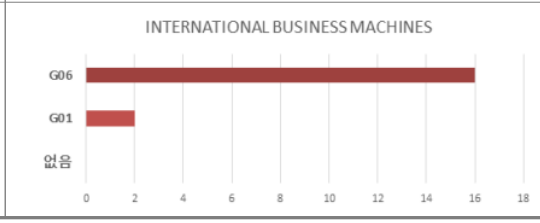
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FORSCHUNGSZENTRUM JUELICH	8.49%	0.94%	75.00%
2	SENSODETECT AB	3.47%	0.38%	700.00%
3	INSTITUT PASTEUR	2.70%	0.30%	600.00%
4	KONINKLIJKE PHILIPS NV	2.32%	0.26%	-50.00%
5	NASOPHLEX BV	1.93%	0.21%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		C07	유기화학
		G01	광학
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	4.49%	1.45%	3200.00%
2	BIOGEN IDEC MA	4.22%	1.37%	-60.87%
3	MEDTRONIC	2.77%	0.90%	-9.09%
4	CYBERONICS	2.77%	0.90%	-50.00%
5	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	2.37%	0.77%	700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		-	-

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 에너지·자원 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

Ⅸ. 에너지·자원

2018년 기술수준 평가

74. 대용량 장수명 이차전지 기술 ····· 1
75. 무선 전력전송·충전 기술 ····· 31
76. 스마트 에너지그리드 기술 ····· 61
77. 고효율 전력수송 기술 ····· 91
78. 고효율 가스발전 기술 ····· 121
79. 바이오 및 폐자원 에너지화 기술 ····· 153
80. 지열에너지 기술 ····· 183
81. 고효율 태양전지 기술 ····· 215
82. 풍력발전 기술 ····· 245
83. 수소·연료전지 기술 ····· 277
84. 해양에너지 기술 ····· 307
85. 원자력 에너지 기술 ····· 339
86. 원자력 환경방호 기술 ····· 369
87. 핵융합에너지 기술 ····· 399
88. 차세대가속기 기술 ····· 431
89. 지능형 융합 자원탐사 기술 ····· 461
90. ICT기반 자원 개발·처리 기술 ····· 491
91. 이산화탄소 포집·저장·이용 기술 ····· 523

74 대용량 장수명 이차전지 기술



74 대용량 장수명 이차전지 기술

중점과학기술 개요

- 화학적 에너지를 전기로 변환시켜 외부에 전원을 공급하거나, 방전되었을 때 외부로부터 전원을 공급받아 전기를 화학적 에너지로 변환하는 이차전지의 저장용량을 혁신적으로 높이는 차세대 대용량 전기에너지 저장 기술(10MWh 이상)
- 대용량 장수명 전기에너지를 저장하는 이차전지 및 슈퍼커패시터를 뛰어넘는 차세대 이차전지 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

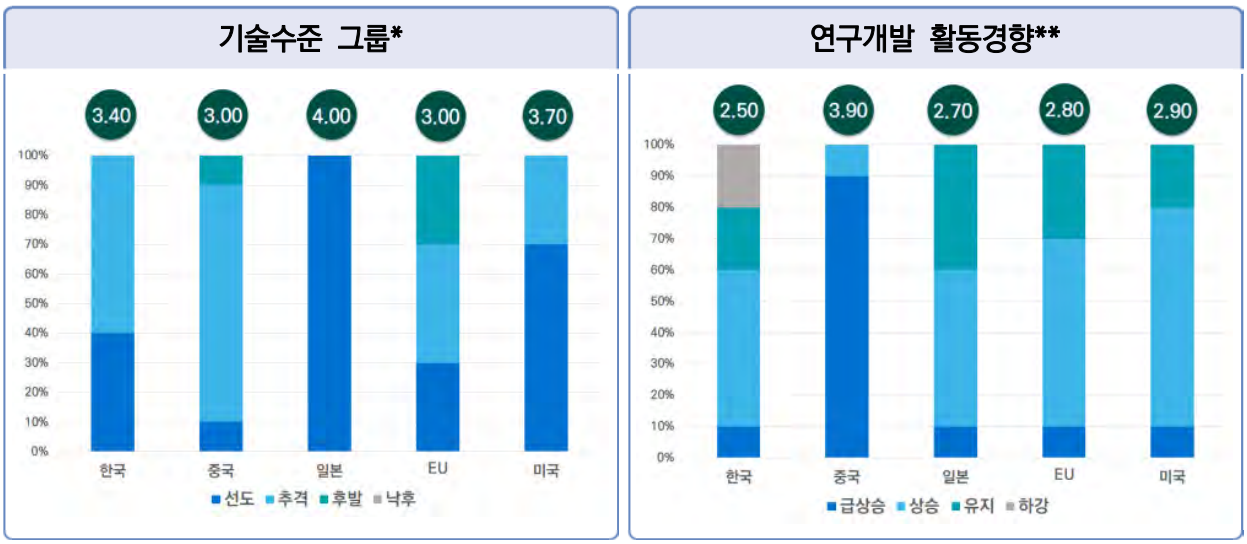
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.0	3.0	추격	보통	우수	급상승
일본	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
EU	75.0	3.0	추격	우수	보통	상승
미국	87.0	1.5	선도	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	81.0	2.0	80.0	70.0	85.0	11.8	2.0	2.0	3.0	1.0
중국	76.0	3.0	75.0	70.0	85.0	12.1	3.0	2.5	4.0	1.3
일본	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EU	81.0	2.3	75.0	60.0	85.0	14.4	3.0	2.0	4.0	1.3
미국	87.5	1.3	87.0	80.0	90.0	6.1	1.5	1.0	2.0	0.8

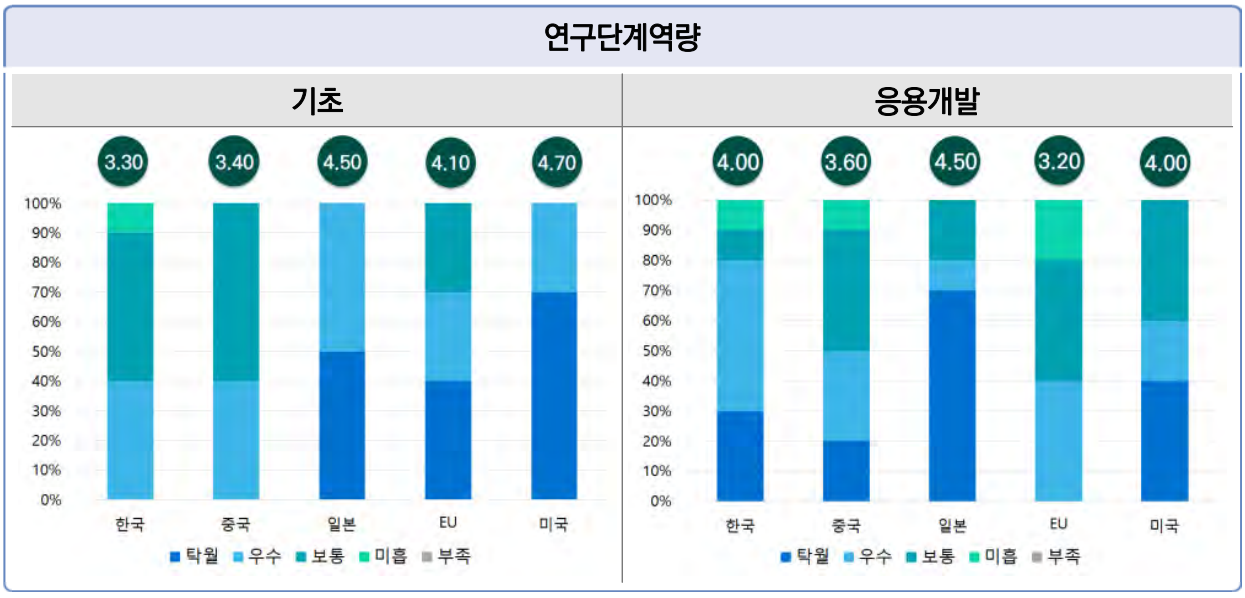
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 정부의 투자가 기존 리튬이온이차전지에 집중이 되어 있어 첨단 기술 개발이 제한적. 또한 정부 투자가 기업의 실증으로 편중됨 • 전반적인 연구개발 활동은 활발하나, 대기업의 개발 의지가 상대적으로 약하고, 새로운 방식의 이차전지 개발을 시도하고 있는 스타트업 기반도 약함 • 차세대 전지의 주제로 최상위 저널에 다수 논문 발표됨 • 신재생 에너지 확대에 따른 대용량 ESS 수요에 부응하기 위한 대규모 실증화 진행에 따른 비리튬계 2차 전지의 실증 연구 활발 • 리튬이온전지 기반 기술 발달
중국 (75.0%)	• 풍부한 노동력, 시장, 자원으로 매우 급격한 속도로 성장 • 리튬배터리 규모의 경제를 빠른 시간 내에 이룸. 이를 바탕으로 다양한 분야와 기업에 배터리를 공급하면서 다양한 경험이 향후 큰 발전가능성을 보일 것 • 최근 원천 소재 관련 기술의 발전을 토대로 셀 제조 및 생산기술이 급격히 향상됨 • 후발 주자로 급격히 기술 발전 중이며 향후 성장 가능성 매우 높음 • 다양한 연구그룹에서 우수한 결과 발표 • 국가의 전기차 보급 및 대용량 ESS 실증화 지원 등을 토대로 연구 개발 속도가 빠르며, 이에 따른 논문 및 특허 출원 급증 • 지속적이고 장기적인 정부 투자
일본 (100%)	• 리튬배터리 원천기술, 품질관리기술, 생산기술 및 다양성에서 선도국가의 역할 수행. 또한 비리튬계 배터리 기술에 대한 관심도 높아 대용량 배터리를 이용한 시스템 통합 경험이 많아서 대용량 시스템에 적합한 배터리 개발 역량 우수 • 전고체 전지 분야 세계 선두권 기술 보유 및 시제품 제시 • 나트륨계 전지 및 커패시터 기술 관련 시제품 개발 완료 및 사업화 • 대규모 레독스 흐름전지 실증 진행 중 • 핵심 원천소재의 다수 보유 기반으로 셀 제조 및 생산기반 확립 • 자국 내 충분한 실증 및 설치 관련 실적 보유 • 정부(NEDO) 주도의 대규모 연구개발 투자, 대기업(Toyota 등)의 개발 의지, 다수 기업(TDK, Murata 등)에 의한 실제 제품 출시가 조화를 이루면서 가장 활발하게 새로운 이차전지 기술 개발 활동 전개 • 원전 사고 이후 전력 저장에 대한 지속적인 정부 투자와 관심을 바탕으로 산학연을 중심으로 연구 활동 활발 • 차세대 전지의 주제로 최상위 저널에 다수 논문 발표됨 • 지속적인 정부의 투자 및 후쿠시마 원전 사고로 비리튬계 RFB 및 NaS 등 수십 MW 급의 대용량 장수명 2차 전지 개발 및 대형 실증 및 기술 보유
EU (75.0%)	• 비리튬계 배터리에 대한 연구를 활발히 진행하였으나 다른 국가 대비 상대적으로 리튬배터리에 대한 개발 규모가 크지 않음 • 리튬전지를 비롯한 이차전지의 생산기반이 없음, 대신 ESS 시장을 보유하고 있고, 실증경험이 풍부하며 실적 충분 • 연구개발 활동은 활발하지만 산업 기반이 거의 없음 • 리튬 2차 전지 제조 기술의 선도적인 위치로 세계 전기차 및 대용량 ESS 시장을 주도

국가 (기술수준)	판단근거
	• 기초 연구 분야에서 우수 연구 논문 및 특허 출원의 증가 및 정부의 도전적 창의적 기초 연구 지원 방침으로 핵심 기술 분야의 간격이 줄어들 것 • 프라운호퍼연구소의 흐름전지용 고출력 스택 개발로 고출력 저가 기술 선도
미국 (87.0%)	• 주요 원천기술 확보. 그러나 공정기술이 일본 대비 다소 취약 • 리튬배터리의 새로운 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고 기존 리튬배터리를 활용한 다양한 어플리케이션에 적용하는 시도 활발 • 향후 리튬배터리의 발전된 기술이 나올 수 있는 연구기반 보유 • 금속 공기 전지 및 레독스 흐름 전지 관련 독자적인 개발 기업 및 연구 능력 보유 • 전고체 전지 관련 대학 수준 이상의 원천 기술 소재 개발 발표 • 리튬전지를 비롯한 이차전지의 생산기반 없음, 대신 ESS 시장을 보유하고 있고, 실증경험이 풍부하며 실적 충분 • Battery500 과제 등 정부 지원 의지가 강하고, 다수의 스타트업 기업이 이 분야를 선도하고 있으나, 대기업의 의지가 약하고 실제 제품 출시 사례는 일본에 비해 열세 • R&D에 집중하고 있고, 대용량 상업적 설치 사례도 증가 추세 • 차세대 전지 관련 저널 발표가 상대적으로 많지 않음 • 논문 및 특허 등 신 기술 분야의 주도적인 역할 수행 • 최근 장수명 전지로 부각 중인 신규 레독스 흐름전지 기술 개발 주도 • 폭발 위험성이 없으면서 고에너지밀도가 가능한 전고체 리튬 이온 전지 기술 주도 • 원천 기술 및 전고체 전지 등 신기술 분야는 주도할 것으로 예측되나, 생산 기술 및 공정 기술은 다소 약함

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 선진 제품을 모방하여 제품화 기술 탁월 • 리튬전지 세계선도 기업인 SDI, LG 화학 및 SK Innovation 보유 • 리튬 전지 제조, 조립 및 품질 관리 등 제품 관리 핵심 기술 보유로 비리튬계 전지 등 신기술 적용 시 선도 가능 • 대학과 연구소 중심의 활발한 기초연구 활동 및 두터운 인력풀 • 기존 리튬 이온전지의 세계 선두권 달성에 따른 차세대 전지 개발 방향에 대한 우수한 설정 가능 • 생산기술 측면에서 세계 선두권 기술 보유 • 차세대 연구 관련 많은 연구결과 발표 • 일부 핵심원천 소재 분야 기술 확보 • 정부 주도의 인프라 및 산학연 중심의 기술력 • 우수한 공정 및 상용화 기술 보유 및 꾸준한 향상	• 기초 분야 연구 체계 미흡 • 이공계 인력 양성 및 연구 인프라 구축 필요 • 정부 투자의 비일관성, 장기 로드맵 부재 • 비리튬 배터리에 대한 투자 규모가 작아서 포트폴리오 확장에 불리할 수 있음 • 대기업의 의지 부족 • 비리튬계 등 장기적인 연구개발이 지속 필요한 부분에는 연구 능력 미흡 • 혁신 기술이나 원천기술 측면에서는 타 선도 그룹에 비해 미흡 • 차세대 전지 관련 원천 기술은 대기업 중심의 관심 분야에 학연의 연구가 집중됨 • 최근 신재생 연계형 ESS 시장 확대 및 post LIB에 대한 우려의 목소리가 있고 이를 대신하기 위해 Flow Battery에 대한 필요성을 인식하고 있는 단계

국가	강점분야	기타
중국	• 정부의 전기차 및 ESS에 대한 과감한 지원 정책으로 ESS 및 리튬 전지 R&D 및 전지 업체 급부상 • 정부의 신재생 에너지 보급과 더불어 흐름전지의 초규모 (200MW) ESS 실증 지원 • 국외 ESS 고급 인력 유치로 기술의 급속 개발 특허 및 논문 발표 등 급상승으로 ESS 분야의 빠른 기술 추격 • 다양한 원료 소재를 가지고 있어 원가 경쟁력에서 우수 • 시장 크기 • 기술 개발 기관 및 인력이 빠르게 증가하고 있어서 향후 시장 장악력을 높일 것으로 예상 • 다수의 우수 논문 등 발표 • 원천 기술 연구부분에서 선두권 국가 대비 후발이나 발전 속도가 빠름 • 기초 연구뿐만 아니라 응용연구에서도 우수한 결과 발표 • 다수의 핵심원천 소재 분야 기술 확보	• 기초 분야 연구 투자 및 품질 관리 등 기술 개발 필요 • 성능적 측면에서 아직은 미지수 • 기술력 다소 약함 • 혁신성보다 실용성에 집중 • 기술 수준 • 생산 기술 및 응용연구 측면에서는 한국 및 일본 대비 열세 • 최근 공정 및 상용화 기술의 급격한 향상
일본	• 기초 과학 및 분석 기술 등 튼튼한 인프라로 신기술 개발 활용 가능 • 정부의 지속적이고 장기적인 R&D 계획 및 수행에 따른 기술 개발 관리 및 수행 노하우 구축 • 핵심 소재 및 원천 기술 확보 • 대용량 설치 경험 보유 • 최근 신재생 연계형 프로젝트 다수 진행 • 비리튬계 배터리에 대한 투자 또한 활발하여 향후 포트폴리오 확장에 유리함 • 정부와 기업의 정책 일치, 강소기업의 실질적이고 풍부한 신제품 개발 경험 • 전고상 전지 관련 세계 최고의 원천기술과 도요타 자동차 등 자동차 기업, 전지업체간 협업을 통한 세계 최고의 응용연구개발 능력 보유 • 스미토모전기는 10년 이상의 레독스흐름 전지 장기연구를 통한 세계 최고 실증 능력 보유 • 정부 주도 인프라 및 산학연 중심의 기술력	• Flow Battery업체는 그리 많지 않고 특정 기업에서 독점하고 있음 • 경제사정으로 기존 대비 전지기업의 수 감소 • 환경변화 • 공정 및 상용화 기술 관련 특별한 향상요인 없음 • 논문 등 공개되는 자료가 제한적
EU	• 기초 과학 및 부석 인프라 기술로 신기술 개발 촉진 체계 • 정부의 신재생 에너지 보급 확충에 대한 ESS 수요 대응을 위한 다양한 실증 지원 • 프라운호퍼 연구소를 중심으로 흐름전지용 고출력 스택 신기술 개발 및 MW급 실증 체계	• 중소기업 수준에서 진행되다 보니 원료물질 가격 변동에 민감함 • 관련 산업 부재 • 연구개발 인프라, 산업 인프라 확보 필요 • 전반적인 이차전지 산업 기반 열세 • 이차전지업체가 거의 없어 응용 연구개발 부분

국가	강점분야	기타
	구축을 통한 신기술 검증 지원 • 다양한 국가별 기업에서 서로 컨소시엄을 구성하여 Flow Battery의 저변 확대를 위한 인프라 구축 • 배터리의 다양한 용도에 대한 시도가 활발히 이루어져 리튬배터리의 개발 방향을 제시할 수 있는 데이터 확보에 유리 • 대학·연구소 중심의 활발한 기초연구 활동 • 최근 자동차 OEM 중심의 개발 활동 증가 • 정부주도 개발 • 영국 및 독일 등에서 세계 최고 수준의 원천기술 개발 가능한 R&D 인력 보유	에는 매우 취약 • 공정 및 상용화 기술 관련 활동이 상대적으로 저조함 • 몇몇 연구그룹에 제한되어 연구결과 발표 • 핵심 원천소재 기술력 대비 전지생산 기반 없음
미국	• 기초 과학 및 분석 기술 등 튼튼한 인프라로 신기술 개발 활용 가능 • 국책 연구소의 유연하고 효과적인 협업 체계를 통하여 ESS 개발뿐 아니라 ESS 응용 분야인 전력망의 시뮬레이션, ESS 분석 도구 및 시험 표준안 도출 등 관련 산업체의 지원 및 국가 개발 체계 우수 • 신재생 에너지 활성화와 맞물려 ESS 개발에 대한 법규화(캘리포니아) 및 정부 지원으로 리튬 전지 및 비리튬계 전지 등 다양한 기술의 실증을 통한 기술 검증 및 상업화 지원 • 리튬 전지의 안전성 강화를 위한 소재 개발 및 비리튬계 전지로 다양한 흐름전지 신기술 개발 등을 학계 및 연구소를 중심으로 활발히 진행 • 다양한 ESS용 배터리를 중에 LIB에 견줄 수 있는 차세대 ESS로 Flow battery에 대한 관심과 연구 진행 중 • 기존 리튬배터리에 대한 주도권보다는 향후 등장하게 될 차세대 리튬배터리에 대한 연구개발이 활발함 • 국가 연구소 중심의 최고 수준의 연구개발 인프라와 세계 최고 수준의 인력 집합, 스타트업의 제품 개발 활동 활발 • 전고상 전지 관련 다수의 스타트업 기업과 자동차 업체와의 협력 체계 구축 • 차세대 에너지 저장 분야를 이끄는 학계 산업계 활동 활발 • 기초에서 응용 연구까지 활발한 연구 활동	• 기술적으로 많은 진보를 보고 있음 • 배터리 산업 사이클의 특성상 단기간 내에 기존 리튬배터리 시장 장악이 어려움 • 대기업의 의지 부족 • 관련 연구 회사 및 인프라 부족 • 응용연구 및 사업화를 위한 기술개발 능력은 다소 부족 • 공정 및 상용화 기술 관련 활동이 상대적으로 저조함 • 핵심 원천소재 기술력 대비 전지생산 기반이 없음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	4위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 이차전지 특성상 수직계열화의 이점을 감안할 때 국내 협력은 협력단계의 진행 속도가 빠르므로 이를 적극 활용. 소재 신뢰성의 요구치가 높은 이차전지의 특성상 핵심 소재의 확보 없이 장기적인 경쟁력 확보가 어려우므로 이를 위해 끊임없는 기초 연구개발 지원이 필수적 • 국내 이차전지 산업은 대기업 위주의 리튬 이온전지에 집중되어 있고 차세대 전지 분야에 대한 신생기업 참여, 연구 협력 등은 굉장히 미약하여 정부 차원의 적극적 지원 필요 • 벨류체인 구축에 따른 업체들에게 재정적 및 제도적인 지원. 특히, 보유기술관련 기술유출 방지 및 보호와 관련된 제도적 장치 필요 • LIB 기반으로 추진되는 ESS의 국내 사업 환경상 기타 ESS의 국내 정부 기관, 업체 및 연구기관 협력 부족. ESS 설치 및 운영 관련하여 한국전력, 전지협회, 산자부의 업무를 통합 운영하는 정부 기관 필요 • 학교 및 연구소 중심의 원천기술 개발 과제 진행 • 학교 및 연구소와 대기업 또는 중소기업 간의 시스템 및 실증 사업 과제 • ESS 실증 현황 백서 작성을 통한 실증 현황 공유. 실증 시 문제점에 대한 공유가 없어서 동일 문제 반복되는 문제 발생 실증 데이터베이스 구축을 통한 실증 기술에 대한 현황 공유 • 원천기술 개발 기관인 대학이나 국책연구소와 기업 간의 협력 추진
국제협력 촉진	• 해외 주요 선진기관의 연구 동향 파악 및 공동연구를 위한 기반 마련 • 이차전지는 원소재 개발 단계부터 완제품 단계까지 요구되는 역량이 다름. 그러므로 원소재를 보유한 국가와의 협력을 통해 기술개발뿐만 아니라 원가경쟁력 확보를 위한 원소재 확보에 집중 필요. 국제 협력 단계는 사업화를 위한 전략적 파트너쉽에 집중하고 소재 신뢰성의 요구치가 높은 이차전지의 특성상 핵심 소재의 확보 없이 장기적인 경쟁력 확보를 위해 끊임없는 기초 연구개발 지원 필요 • 지역별 국가별 ESS 등의 장착 및 운용에 따른 실증 데이터나 실적을 공유·활용할 수 있는 정부 간의 협조 및 방안 마련 • 최근 중국 및 유럽 중심으로 LIB 이외의 대규모 ESS 사업이 추진되며, 관련 업체들이 정부 자금 기반으로 다양한 실증 사업 추진. 국내에서도 유럽(영국)과의 협력 프로그램을 진행 중이나 중국, 일본 등 확대 필요 • 국제 공동 과제 추진을 적극 장려. 국제 공동 과제가 아닌 일반 과제에서도 해외 유명 대학의 참여를 독려할 필요성 있으나 해외 기관의 사업비 지급 및 사용과 관련된 문제 등이 있어 현실적으로 어려움 • 신기술 분야 (전고체 및 신규 레독스 등)의 국제 협력 촉진을 위한 정부 과제 지원 확대
인력양성 및 유치	• 우수한 인재가 지속적으로 양성될 수 있는 기반 마련 • 이차전지는 비교적 오랜 기간 동안의 꾸준한 기술과 경험치의 누적이 중요하므로 끊임없는 기초연구개발과 인력양성 필요. 또한 산업 파급효과가 커 각국은 각종 표준 및 규제를 통해

	정책제언
	자국 산업 보호를 시도하고 있으므로 기술개발 인력뿐만 아니라 법제도, 전문가 양성도 함께 진행 필요 • 기업 내에서도 대학과의 협력방안을 유도하여 전지관련 전문 인력 양성에 지원 필요 • 실력이 우수하고 창조적인 인재가 많이 필요하고, 사회에 진출한 후 이 분야에 종사할 수 있어야 함. 대학/연구소를 지원할 때 인력양성 관련 예산 비중을 높이도록 독려하고, 평가에도 활용 권장 • LIB기반의 ESS 실증 사업 추진으로 전력변환 관련 인력양성은 많이 이루어지나, 대용량 장수명 이차전지의 기초 연구 분야 관련해서는 인력양성 프로그램 부재. 기초 연구 분야에 대한 투자를 통한 인력양성 필요 • 특정 대학으로 인력양성 교육이 치우치는 경향이 있음 • 인력 양성 사업의 교육 수준 향상을 위해 동일 강사가 반복적으로 동일 수업 진행을 지양하고 다양한 전문가 초빙을 통한 교육의 질 개선 • 리튬전지는 다양한 구성 요소에 따르는 다양한 기술개발이 요구되며, 그에 따른 전문가 육성 필요. 전문가 육성은 대학에서부터 시작되어야하며, 전지에 특화된 다양한 인력 육성을 위한 인력 양성 프로그램(BK21과 같은) 필요 • 소재, 전기화학, 이동 현상 등 소재분야, 전기화학 분야, 유체 및 화공 분야 등 응용 측면과 더불어 기초가 강한 교육 및 인력 양성 필요. 이공계 인력 양성 및 확보 위해 한국 학생에 대한 혜택 증진 (예: 병역 특례 등) • 인도, 동남아 및 중국 등 우수 학생 유치를 통한 인력 양성을 위한 혜택 증진(학비 지원 등) • 지속적인 연구비 확대와 더불어 창의적인 인재 양성을 위한 장기 지원
인프라 구축	• 공통적인 시험 평가를 위한 인프라에 대한 투자 지속 • 이차전지는 원가경쟁력 확보를 위한 원소재의 비중이 높은 분야이므로 기술개발과 자원 두 가지 요소의 경쟁력을 동시에 확보 필요 • 향후 발전성이 높은 대용량 시스템의 경우 시스템 통합 기술이 중요하므로 배터리 원천기술과 시스템 통합 기술의 공동 발전 필요 • 전지 분야 인프라 투자가 Li-ion전지 위주로 구축되어있고 2015년 이후 차세대 전지 분야의 인프라 구축은 미흡해 추가 인프라 구축 노력 필요 • 충전 및 안전성 확보관련 다양한 인프라 구축을 정부주도로 진행 • 레독스 흐름 전지, 비리튬계 이차전지, 나트륨계 전지 등은 전력저장시스템(ESS)에 주로 사용됨. ESS 시장 활성화에 따라 이 분야 기술 및 산업 발전 가능 • 수많은 협력업체가 존재하는 LIB기반의 ESS와는 달리 대용량 장수명 이차전지의 국내 인프라는 전무. 최근 전남도를 중심으로 차세대 이차전지 생태계 구축을 위한 사업이 진행되고 있으며, 이러한 형태의 지자체 사업 활성화 필요 • 단기성과에 집중되는 연구 평가 체계보다 중장기 및 도전성을 고려한 연구 평가체계 보완 필요. 과제 평가를 소수의 평가보다는 전체 연구 관계자의 평가(미국 DOE OE 평가)로 비전문가에 의한 연구 평가 또는 선정 등의 문제점 해결 • 대규모와 지속적인 투자인 인프라 구축은 정부의 정책적인 지원 필요
법·제도 개선	• 변화된 기술 환경에 따른 미래 지향적인 방향으로의 개선 필요 • 이차전지는 각종 인증 및 법률의 영향을 크게 받는 산업군. 이차전지 분야를 세분화하여 안전 또는 국가발전을 저해하지 않는 분야에서는 공격적인 제도 개선 시도

	정책제언
	• 소재업체들의 수출입 관련한 관세품목 지정이라든지 다양한 중소중견기업의 지원제도들을 보완할 규제 관련 법제도 개선 • 국가에서 직접 펀드를 조성하여 관련 스타트업에 투자함으로써 창업과 운영 지원 • LIB기반의 ESS 구축을 위한 법적 사항은 기반이 구성되어 있으나, 기타 전지에 대한 법적 제도 개선 필요. 예)신재생 연계형 ESS 구축 사업에 LIB 이외의 전지도 참여 가능하도록 제도 개선 • 최근 해외 대용량 장수명 이차전지 기반으로 국내 설치 추진 중. 국내 기술력 향상 및 경쟁력 확보를 위해 제도 개선 필요 • 전지 종류에 무관하게 정부의 인센티브 (예 태양과 +ESS REC) 혜택을 받을 수 있도록 제도 개혁. 최종 사용자 측면에서 경제성, 수명, 안전성 등의 장단점을 토대로 최종 전지 선정의 결정권을 주도록 제도 변경. 현재는 리튬 전지만 혜택을 받을 수 있는 구조이며, 흐름전지의 경우 수혜대상이 아니어서 발전 기회 상실
연구비 확대	• 인력양성, 국내 및 국제협력, 인프라 구축 모두 연구비의 영향을 받으므로, 차세대 이차전지에 대한 지속적인 투자 및 확대 필요 • 끊임없는 기초연구가 필요함. 원소재를 보유하거나 원소재 공급선이 확실한 국가에서는 올바른 전략일 수 있으나 그렇지 않다면 기초연구를 통한 기술격차를 크게 만드는 것이 올바른 전략. 우리나라도 이차전지 기술이 현재는 앞서있지만 기술격차를 유지하지 못한다면 향후 시장이 커짐에 따라 주도권을 잃을 가능성이 높음. 이에 따라 기초연구 투자와 함께 원소재 시장 주도권 확보를 위한 정책, 외교의 노력이 동시에 필요함 • 상용화된 기술은 민간주도로 진행을 하도록 유도하고, 차세대 및 미래기술은 정부의 지속적이고 활발한 투자 필요 • 대학/연구소보다는 스타트업 지원을 늘리는 것이 더 효율적. 이 분야에서 이미 많은 박사급 인력이 배출되고 있으나, 대부분 졸업 후 리튬이온전지 연구개발에 참여. 이들이 전문성을 살려서 이 분야(대용량 장수명 이차전지)의 기술 발전에 공헌할 수 있는 기회 창출 필요 • LIB 이외의 전지의 기초 연구 부족. 대용량 장수명 이차전지 특히 레독스 흐름전지는 국내 연구 시작이 기초 소재 개발부터 시스템까지를 하나의 과제로 시작하여 이후 신규 과제 제안 시 '중복성' 등이 문제 됨. Post LIB를 위한 차세대 ESS를 위해 기초 연구에 대한 신규 투자 필요 • 아직까지 관련 분야의 원천기술에 대한 핵심기술이 확보되지 않은 상태임에도 불구하고 시스템 개발 방향으로 연구비가 편중되고 있는 경향. 원천기술 개발을 위한 연구비 확대가 시급 • 차세대 리튬 전지를 위한 다양한 기술이 도출되어야 할 시기이므로 집중적인 사업단 수준의 투자보다는 소규모 단위과제들을 통한 다양한 원천기술 개발에 역점을 두어야 함 • 전고체 전지, 신규 레독스 커플 개발 등 차세대 기술 개발에 대한 연구비 확대. 단기성과 유주의 평가로 중장기 및 도전성 있는 연구가 어려움
기타 의견	• 대용량 배터리 기술은 BMS(Battery Management System), PCS(Power Conditioning System), EMS(Energy Management System)과 함께 시스템으로 구성되므로 관련 기술과의 융합이 필수. 이차전지 기술은 타산업과 비교하여 투자대비 효과의 상승폭이 크지 않지만 그 차이로 인해 기술의 우수성이 판별되는 특성을 감안하여 정량적 목표 달성 여부에 대한 기준의 명확한 이해 필요 • 차세대 이차전지 기술에 대한 적극적인 투자를 통해 우리나라 이차전지 산업의 포트폴리오를

	정책제언
	반드시 넓혀야함. 이차전지 기술이 자원의존도가 높으므로 기술개발과 관련된 부처뿐만 아니라 해외자원개발 및 무역협상 관련 정부 부처의 협력 필요 • IOT, Flexible device 등 4차 산업 혁명 분야에 필요한 차세대 소형 전지 분야에 대한 기술 투자가 부족하여 연관 기술의 개발 부족. 현 정부의 연구 집중분야가 자동차용 전지, ESS 등에 집중되어 전자기기의 기능향상을 위한 기술개발 투자가 상대적으로 부족하므로 이에 대한 투자 확대 필요 • 당분간 전고체 전지 분야의 기술개발이 가속화되고 기업 간, 국가 간 경쟁이 치열해 질 것. 고체전해질 소재 개발, 고체전해질과 전극물질(양극소재, 음극소재 등) 계면 저항을 낮추고 화학적 안정성을 얻는 기술, 리튬금속 음극과 고체전해질을 함께 사용하는 기술 등에 국가적인 자원이 집중 투입 요망 • 현재 차세대 리튬전지는 대형 사업단 위주의 연구 진행. 그러나 혁신적인 다양한 기초/원천기술 확보가 현시점에서 매우 중요. 독점적 사업단 투자가 아닌 열린 과제 형태의 다양한 기초연구 투자를 대폭 확대 하는 정책 필요 • 스마트그리드 기술과 융복합하여 병행 추진

다 주요 분석 결과 요약

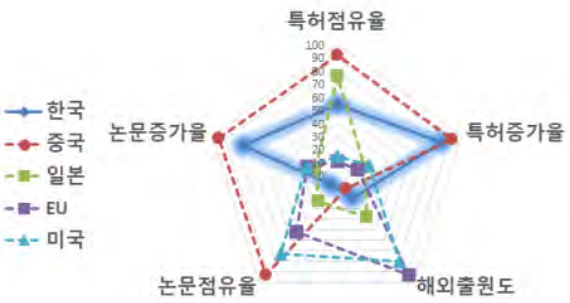
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	대용량 장수명 이차전지 기술	3,416	3,870	193.1%	189.7%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

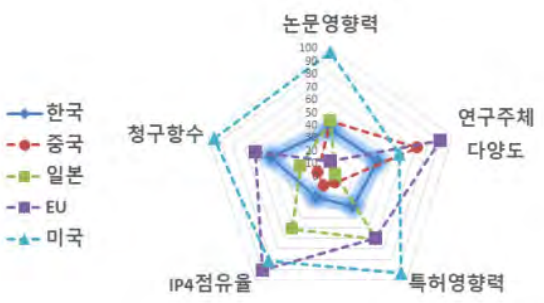
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	미국	미국
	31.2%	39.9%	53.0	5.8
한국	5위	3위	4위	4위
	9.1%	21.8%	30.2	2.3
5개국 평균[2]	-	-	34.8	4.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

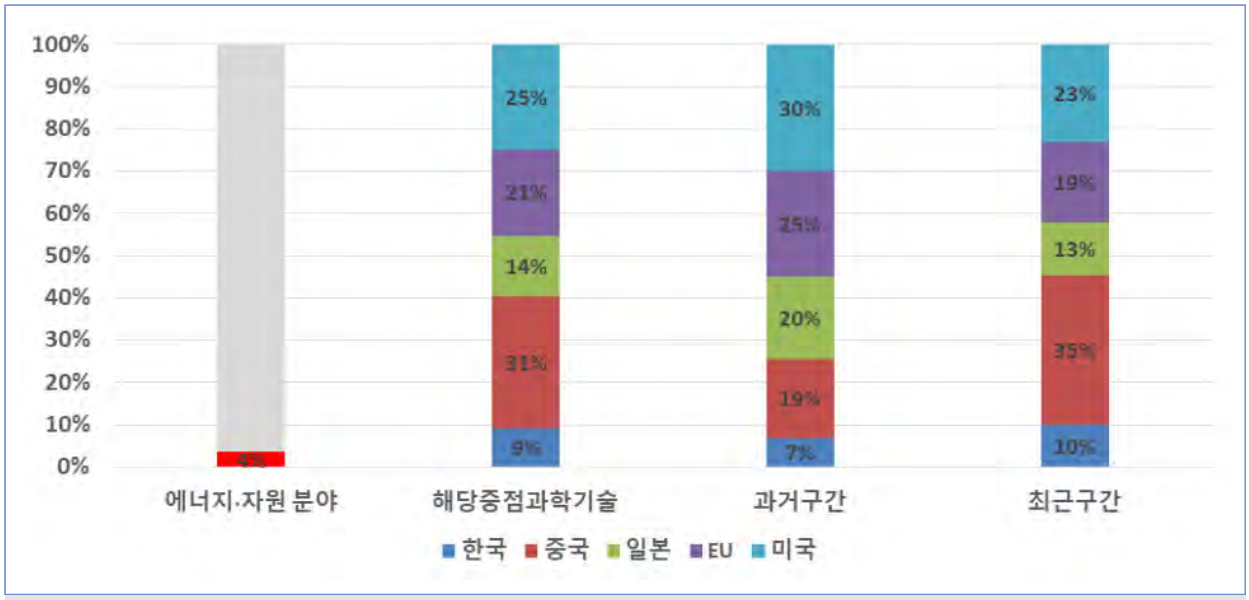
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(9.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(30.2)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 중국(31.2%), 미국(24.7%), EU(20.5%), 일본(14.4%), 한국(9.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(457.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(53.0), 중국(31.8), 일본(31.8), 한국(30.2), EU(21.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(21.8%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(39.9%), 일본(30.0%), 한국(21.8%), 미국(5.7%), EU(2.6%) 순이며, 특허 증가율은 중국(247.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(5.8), 일본(3.7), EU(3.6), 한국(2.3), 중국(0.6) 순이며, IP4 점유율은 EU(41.2%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	9.1%	31.2%	14.4%	20.5%	24.7%
	논문 증가율	320.0%	457.4%	90.0%	123.0%	125.0%
	논문 영향력	30.2	31.8	31.8	21.5	53.0
	연구주체 다양도	0.84	0.90	0.72	0.96	0.88
특허 분석	특허 점유율	21.8%	39.9%	30.0%	2.6%	5.7%
	특허 증가율	223.1%	247.8%	130.1%	118.8%	136.9%
	해외출원도	0.9	0.2	2.0	5.5	4.3
	특허 영향력	2.3	0.6	3.7	3.6	5.8
	IP4점유율	8.1%	0.3%	21.6%	41.2%	35.2%
	청구항수	6.0	2.9	4.3	6.8	10.4

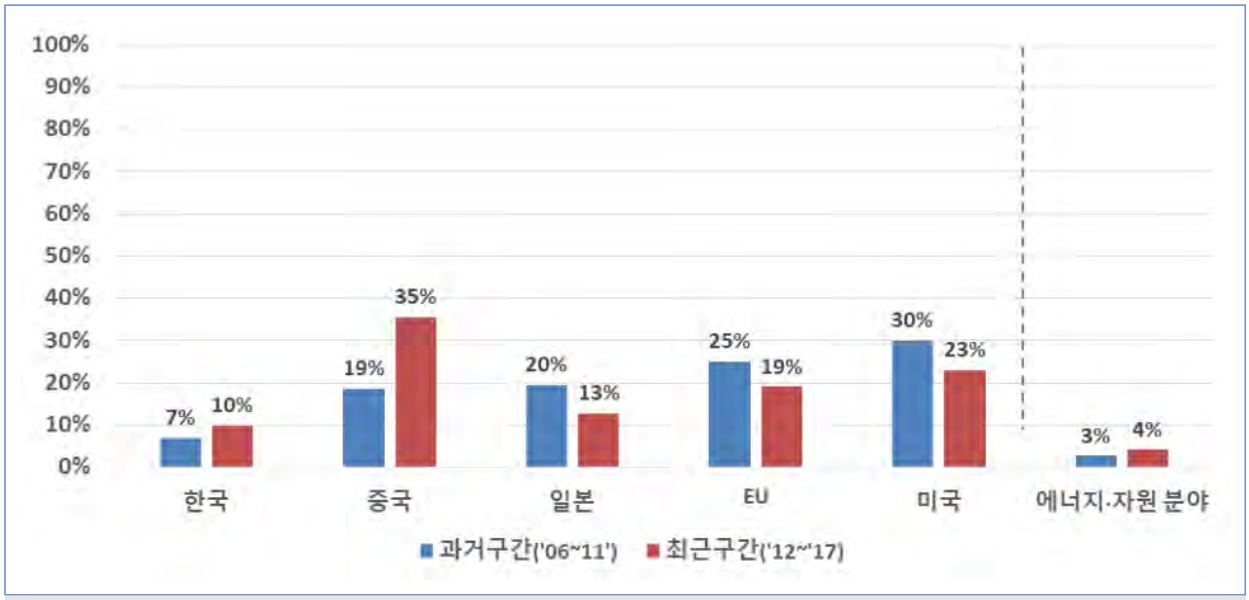
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 대용량 장수명 이차전지 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 1065건으로 전체 논문의 31%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, EU, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 대용량 장수명 이차전지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

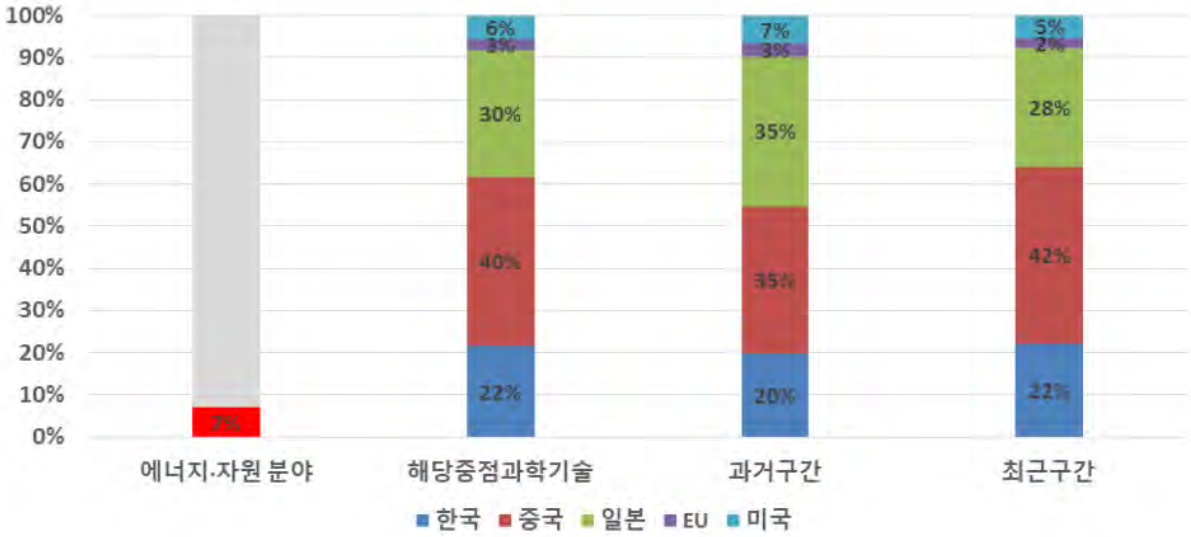


● 대용량 장수명 이차전지 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 320%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	60	252	312	320.0%
중국	162	903	1,065	457.4%
일본	170	323	493	90.0%
EU	217	484	701	123.0%
미국	260	585	845	125.0%
전체	869	2,547	3,416	193.1%

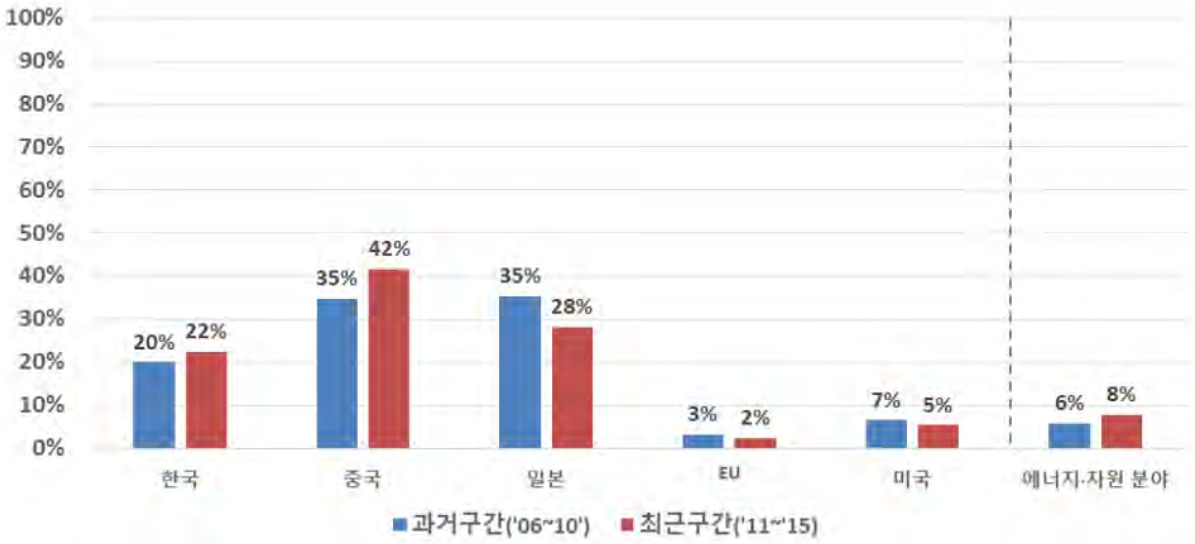
(4) 특허 점유율(전체)



- 대용량 장수명 이차전지 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1545건으로 전체 특허의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 대용량 장수명 이차전지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 7%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



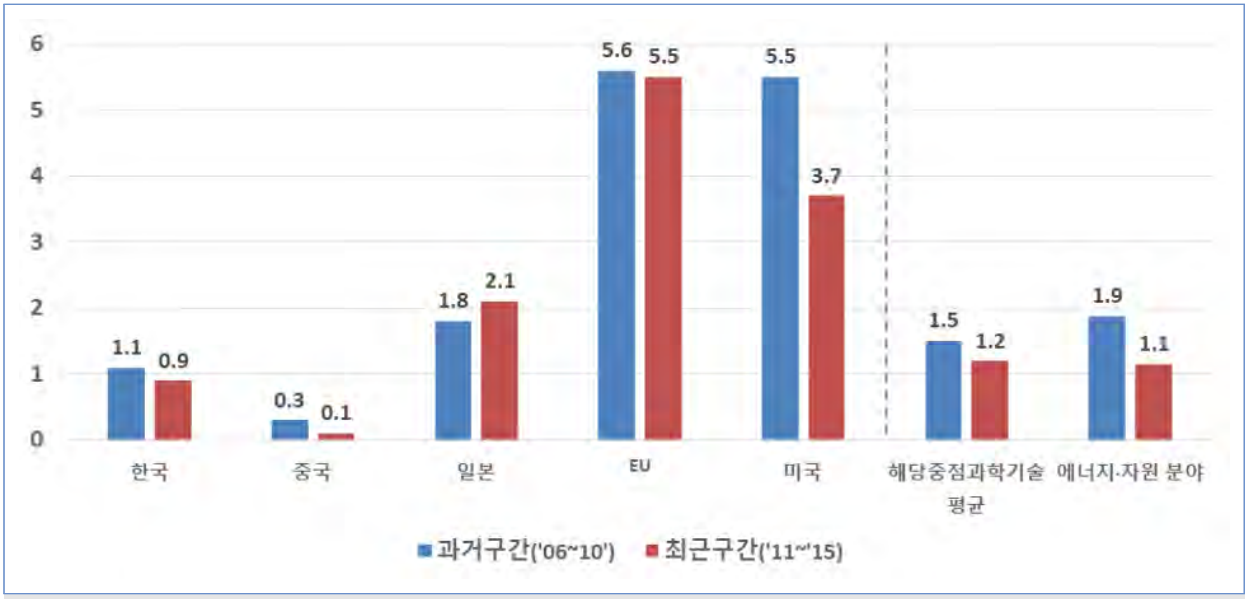
- 대용량 장수명 이차전지 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 223.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	199	643	842	223.1%
중국	345	1,200	1,545	247.8%
일본	352	810	1,162	130.1%
EU	32	70	102	118.8%
미국	65	154	219	136.9%
전체	993	2,877	3,870	189.7%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

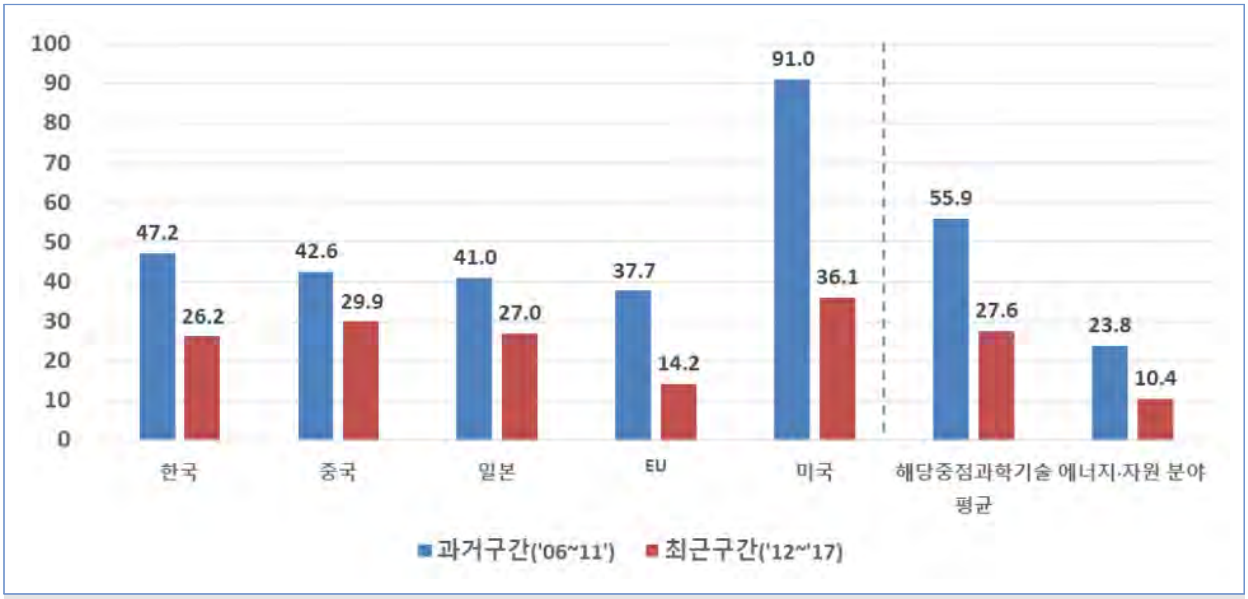
(7) 특허 해외출원도[6)]



- 대용량 장수명 이차전지 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

마 기술력(질적) 분석

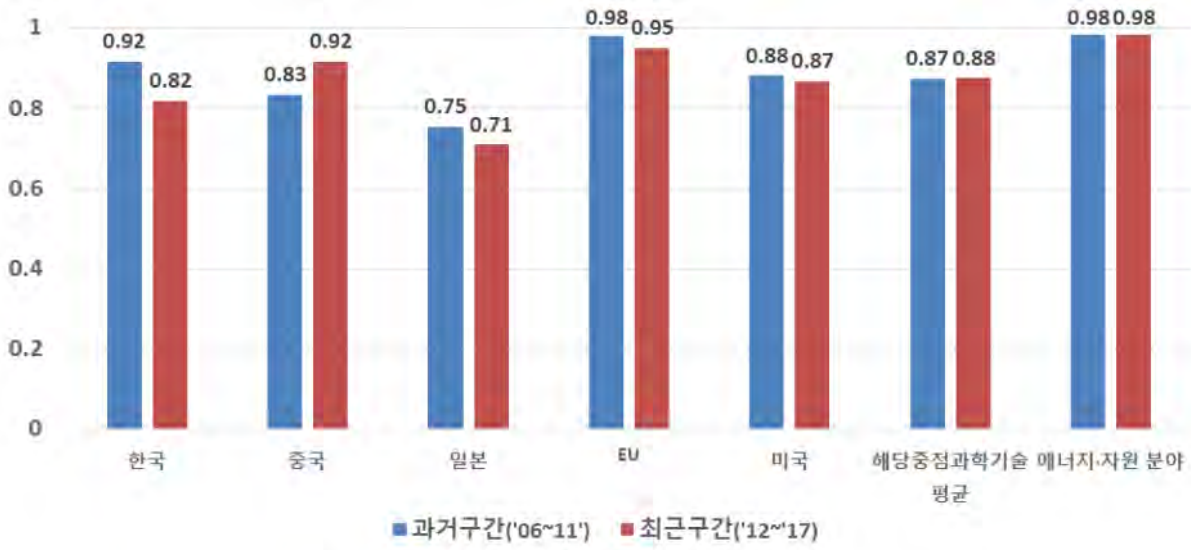
(1) 논문영향력



- 대용량 장수명 이차전지 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

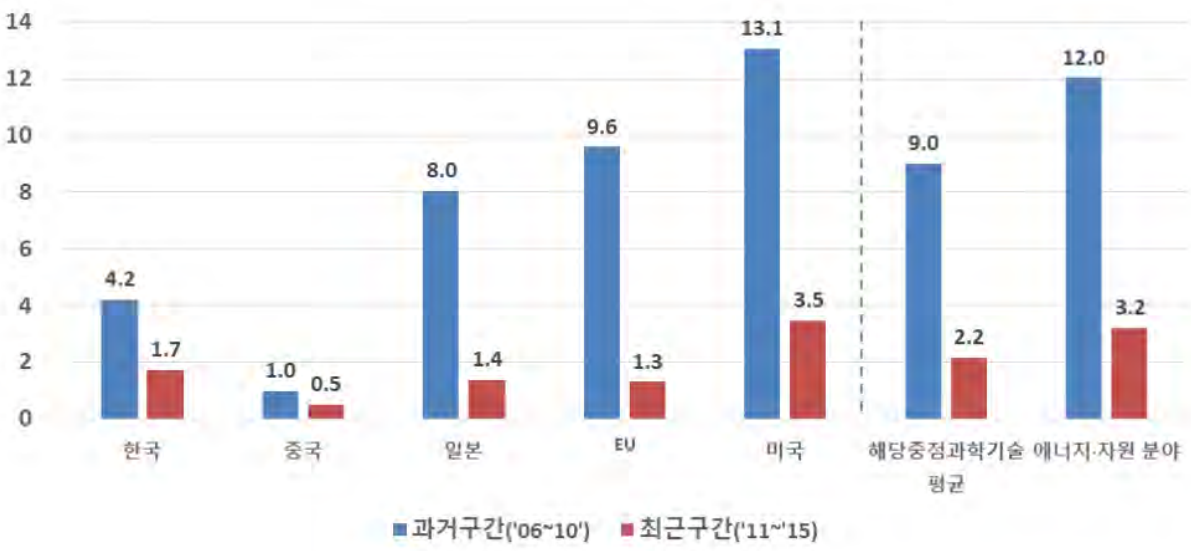
6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

(2) 연구주체 다양도



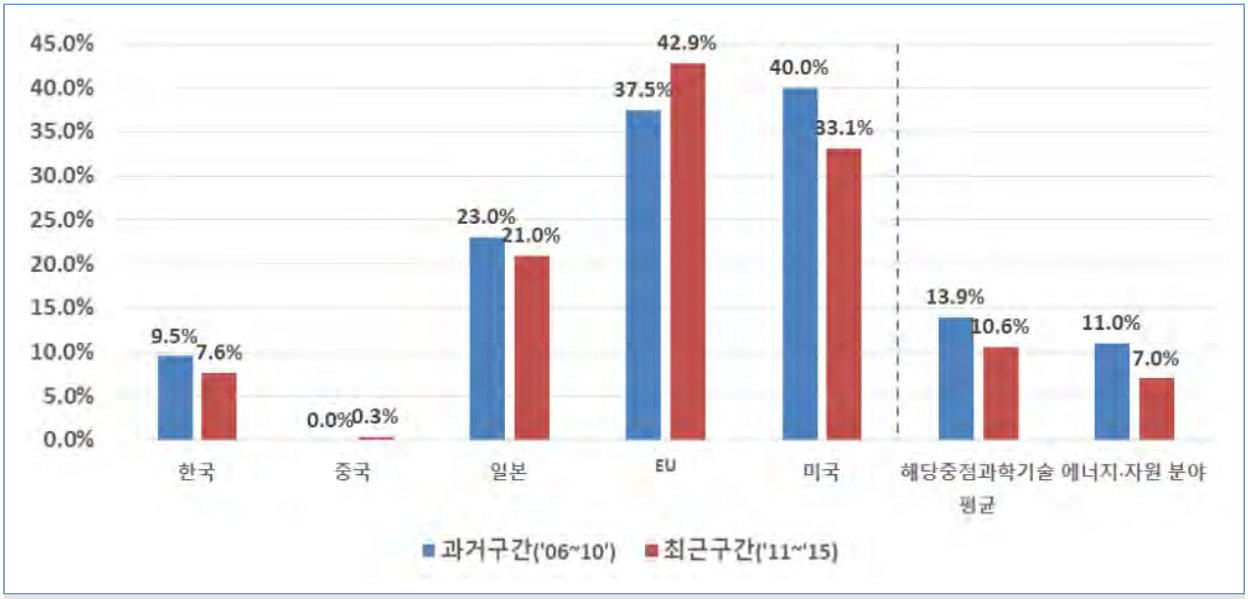
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



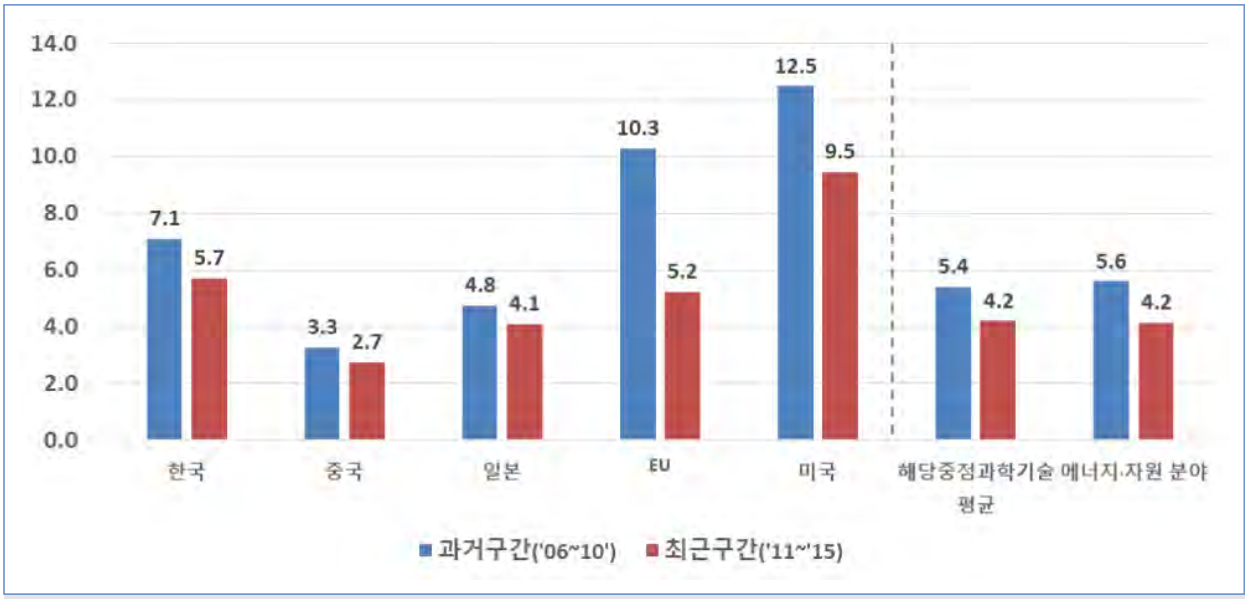
● 대용량 장수명 이차전지 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 대용량 장수명 이차전지 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 대용량 장수명 이차전지 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

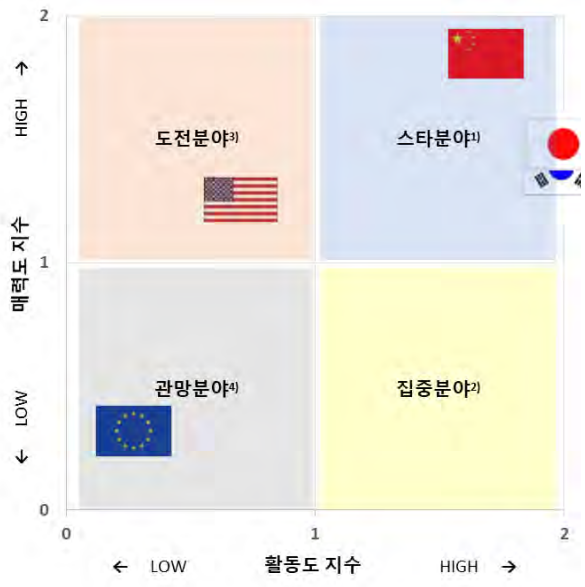
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

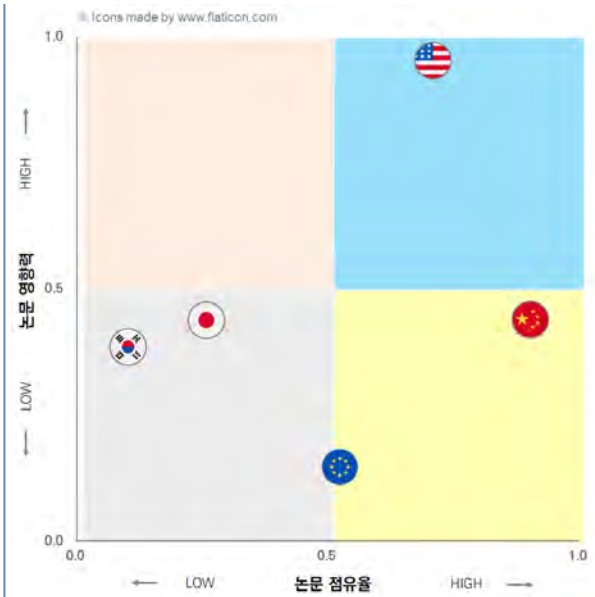
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 대용량 장수명 이차전지 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

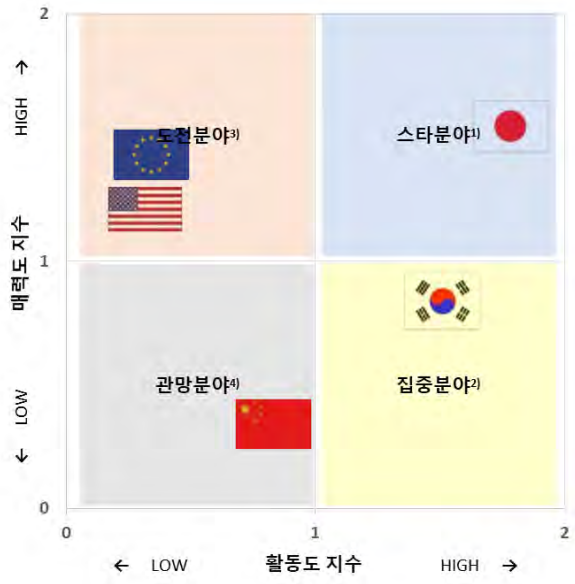


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

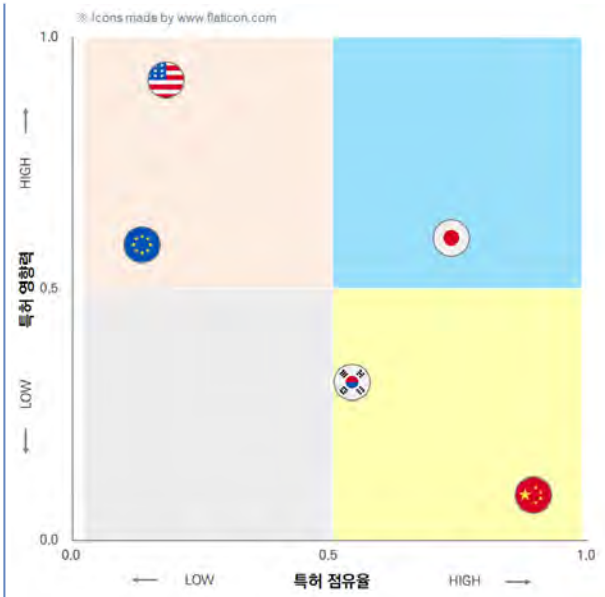
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 대용량 장수명 이차전지 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 일본의 'KYOTO UNIVERSITY(1.29%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한양대학교'가 5.77%(글로벌 점유율은 0.53%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	일본	8.92%	1.29%	900.00%
2	PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY	미국	4.73%	1.17%	85.71%
3	OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY	일본	7.71%	1.11%	342.86%
4	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	중국	3.10%	0.97%	130.00%
5	NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY	중국	2.35%	0.73%	1050.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HANYANG UNIVERSITY	5.77%	0.53%	160.00%
2	ADVANCED BATTERIES RESEARCH CENTER	4.49%	0.41%	1200.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.53%	0.32%	350.00%
4	ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (UNIST)	3.53%	0.32%	1000.00%
5	RESEARCH INSTITUTE OF ADVANCED MATERIALS (RIAM)	2.88%	0.26%	800.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	3.10%	0.97%	130.00%
2	NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY	2.35%	0.73%	1050.00%
3	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.07%	0.64%	2100.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	1.60%	0.50%	-11.11%
5	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.31%	0.41%	0.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	8.92%	1.29%	900.00%
2	OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY	7.71%	1.11%	342.86%
3	TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY	4.26%	0.61%	-83.33%
4	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.65%	0.53%	100.00%
5	WASEDA UNIVERSITY	3.25%	0.47%	-54.55%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE	1.43%	0.29%	133.33%
2	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	1.00%	0.20%	500.00%
3	UPPSALA UNIVERSITY	0.86%	0.18%	100.00%
4	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.86%	0.18%	-50.00%
5	UNIVERSITY OF PADOVA	0.86%	0.18%	0.00%

6 미국

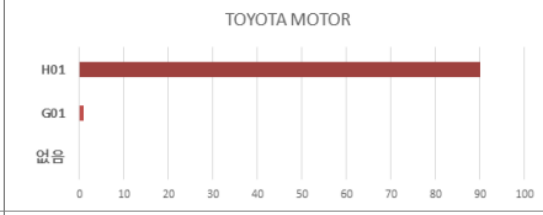
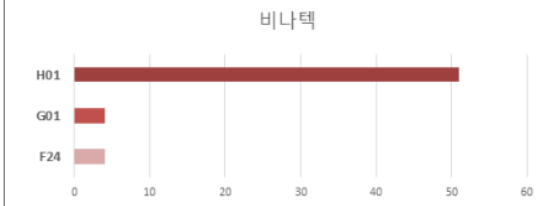
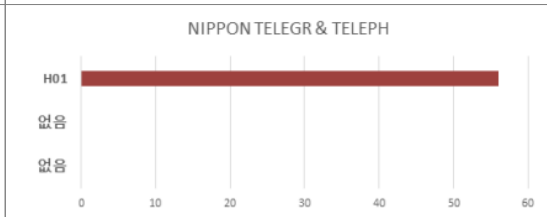
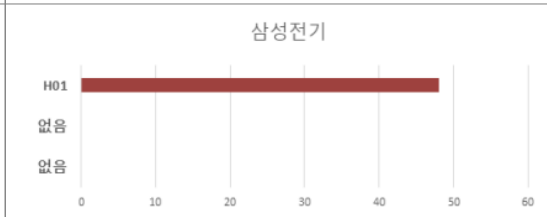
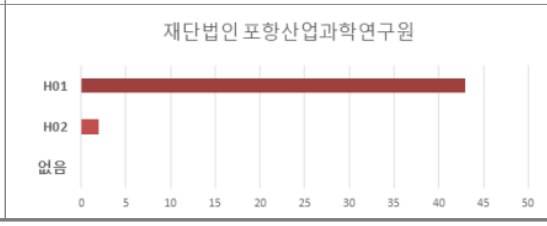
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY	4.73%	1.17%	85.71%
2	TEXAS MATERIALS INSTITUTE	2.84%	0.70%	2200.00%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.25%	0.56%	180.00%
4	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.25%	0.56%	116.67%
5	UNIVERSITY OF MARYLAND	1.89%	0.47%	333.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'TOYOTA MOTOR(2.35%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '비나텍'이 7.13%(글로벌 점유율은 1.55%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'TOYOTA MOTOR'와 '비나텍'은 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

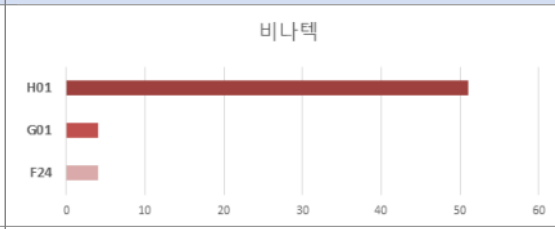
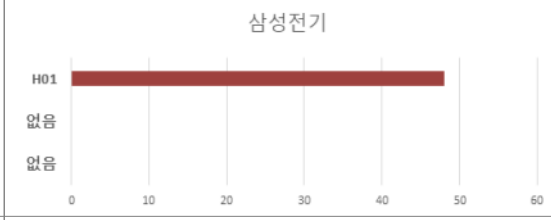
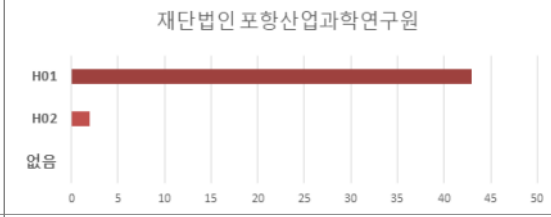
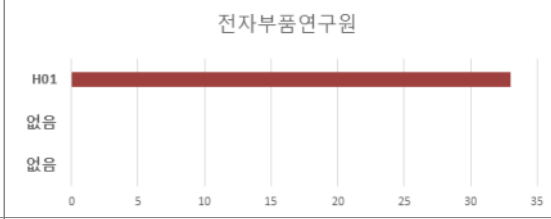
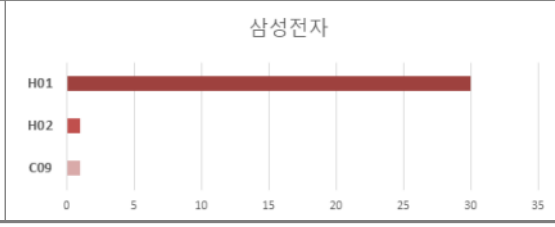
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOYOTA MOTOR	일본	7.83%	2.35%	2.22%
2	비나텍	한국	7.13%	1.55%	550.00%
3	NIPPON TELEGR & TELEPH	일본	4.82%	1.45%	266.67%
4	삼성전기	한국	5.70%	1.24%	169.23%
5	재단법인 포항산업과학연구원	한국	5.34%	1.16%	4300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		–	–
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
3		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–
4		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–
5		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–

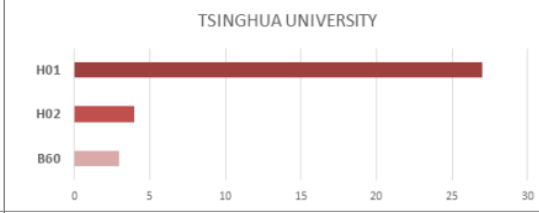
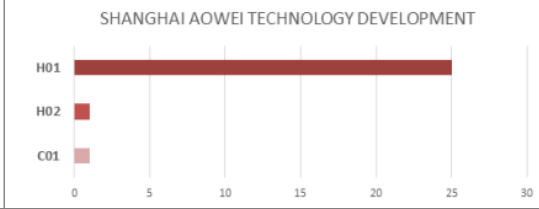
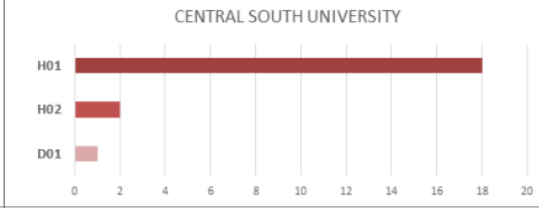
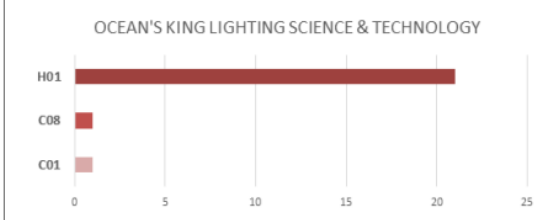
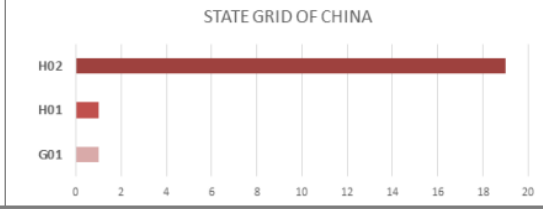
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	비나텍	7.13%	1.55%	550.00%
2	삼성전기	5.70%	1.24%	169.23%
3	재단법인 포항산업과학연구원	5.34%	1.16%	4300.00%
4	전자부품연구원	3.92%	0.85%	900.00%
5	삼성전자	3.80%	0.83%	867.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
3		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		C09	염료;페인트;광택제;천연수지;접착제;기타 조성물;재료의기타응용

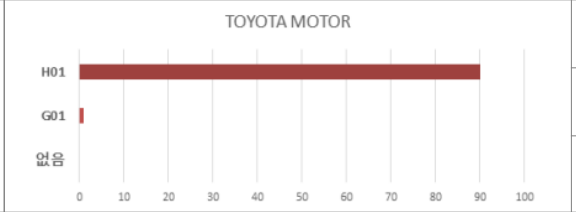
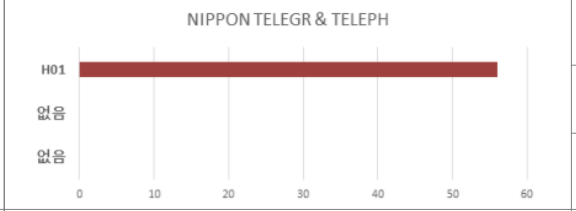
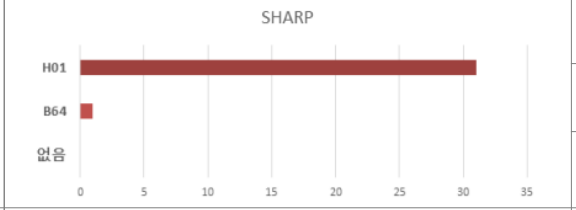
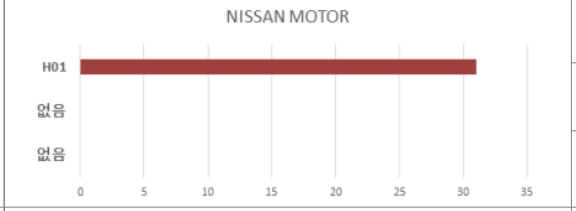
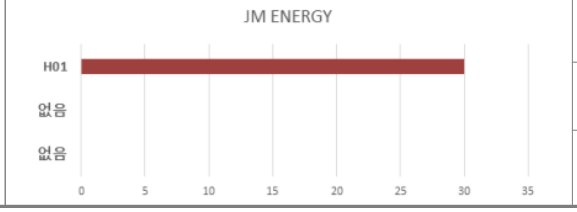
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.20%	0.88%	-45.45%
2	SHANGHAI AOWEI TECHNOLOGY DEVELOPMENT	1.75%	0.70%	45.45%
3	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	1.55%	0.62%	-58.82%
4	OCEAN'S KING LIGHTING SCIENCE & TECHNOLOGY	1.49%	0.59%	950.00%
5	STATE GRID OF CHINA	1.42%	0.57%	2100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
2		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		C01	무기화학
3		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적
4		H01	기본적 전기소자
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C01	무기화학
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학

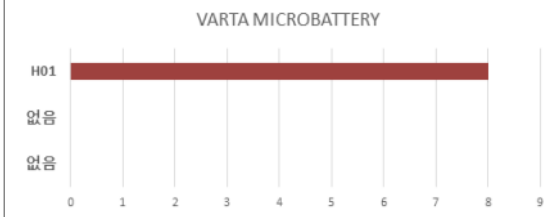
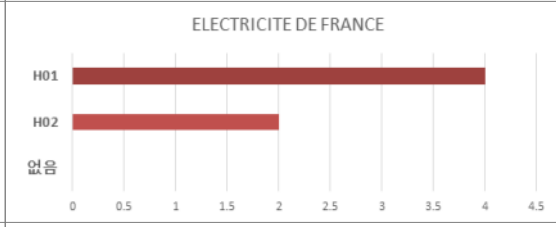
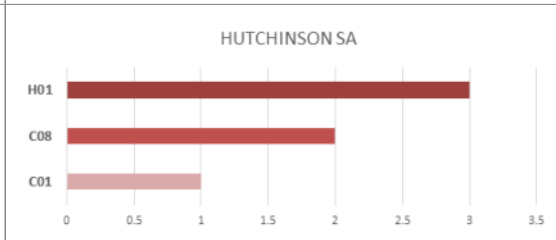
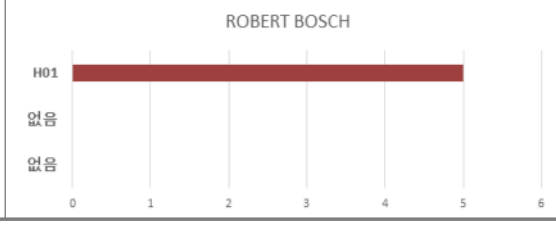
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOYOTA MOTOR	7.83%	2.35%	2.22%
2	NIPPON TELEGR & TELEPH	4.82%	1.45%	266.67%
3	SHARP	2.75%	0.83%	3000.00%
4	NISSAN MOTOR	2.67%	0.80%	1350.00%
5	JM ENERGY	2.58%	0.78%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		–	–
2		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–
3		H01	기본적 전기소자
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		–	–
4		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–
5		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–

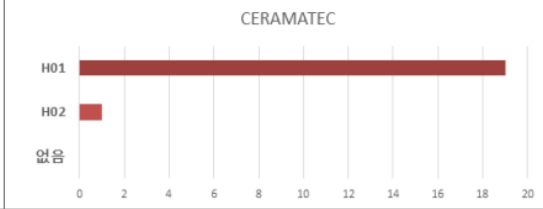
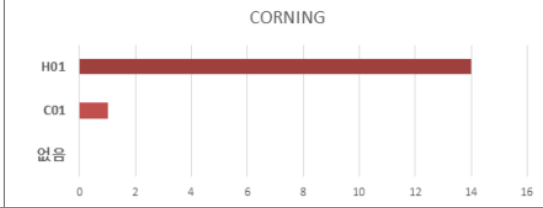
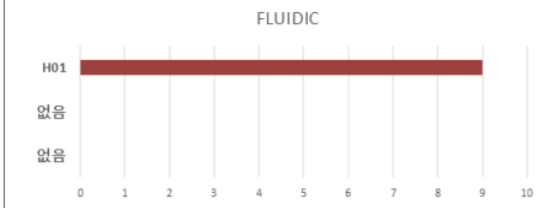
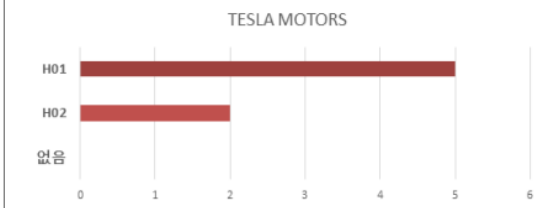
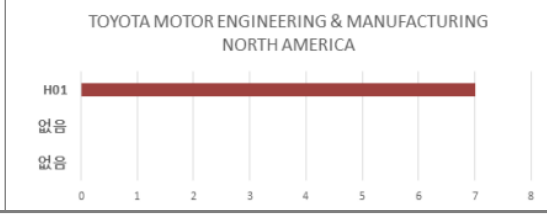
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	7.84%	0.21%	600.00%
2	VARTA MICROBATTERY	7.84%	0.21%	700.00%
3	ELECTRICITE DE FRANCE	5.88%	0.16%	400.00%
4	HUTCHINSON SA	5.88%	0.16%	500.00%
5	ROBERT BOSCH	4.90%	0.13%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		–	–
2		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–
3		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–
4		H01	기본적 전기소자
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C01	무기화학
5		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CERAMATEC	9.13%	0.52%	800.00%
2	CORNING	6.85%	0.39%	1300.00%
3	FLUIDIC	4.11%	0.23%	250.00%
4	TESLA MOTORS	3.20%	0.18%	150.00%
5	TOYOTA MOTOR ENGINEERING & MANUFACTURING NORTH AMERICA	3.20%	0.18%	600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–
2		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		–	–
3		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–
4		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–
5		H01	기본적 전기소자
		–	–
		–	–

75 무선 전력전송·충전 기술



75 무선 전력전송·충전 기술

중점과학기술 개요

- 전기에너지를 전자기파로 변환하여 전기선 없이 근거리·원거리에 위치한 다양한 전기기기들에 전기에너지를 자유롭게 전송할 수 있는 기술
- 무선으로 실시간으로 끊김없이 전력 전달이 가능하여 첨단 모바일 기기 사용의 편의성을 제공하고, 전기자동차, 사물인터넷(IoT) 기기, 대화형 로봇, 산업용 로봇, 개인용 이모빌리티(e-mobility), 첨단 생체 삽입형 의료 센서와 같은 차세대 융합형 산업을 견인 및 활성화하는 기술
- 장기적으로 재해, 재난 지역 원거리 무선전력 공급 및 우주 태양광 발전 활용을 통해 인류의 지속 성장을 가능케 하는 무한 신재생에너지 확보를 위한 핵심 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

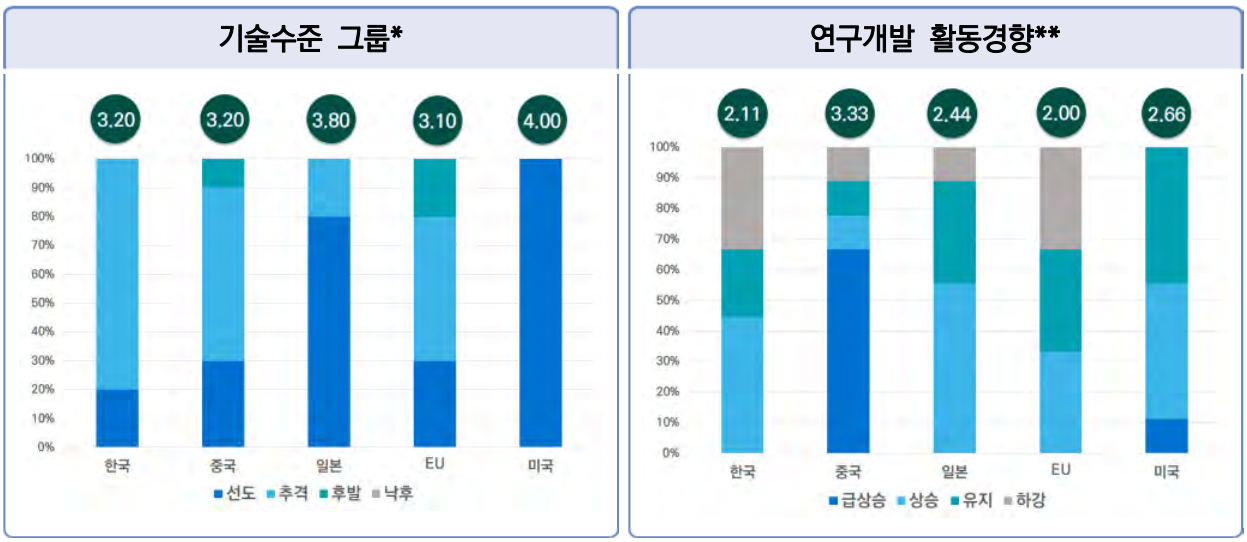
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.0	추격	보통	우수	유지
중국	82.5	1.5	추격	보통	우수	상승
일본	90.0	1.0	선도	우수	우수	유지
EU	80.0	2.0	추격	우수	보통	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.0	80.0	80.0	80.0	3.6	2.0	2.0	3.0	0.9
중국	85.0	1.5	82.5	73.0	85.0	10.5	1.5	1.0	3.0	1.2
일본	90.0	1.0	90.0	86.0	95.0	6.3	1.0	1.0	1.5	1.0
EU	80.0	2.0	80.0	72.0	82.0	7.1	2.0	2.0	3.0	1.1
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

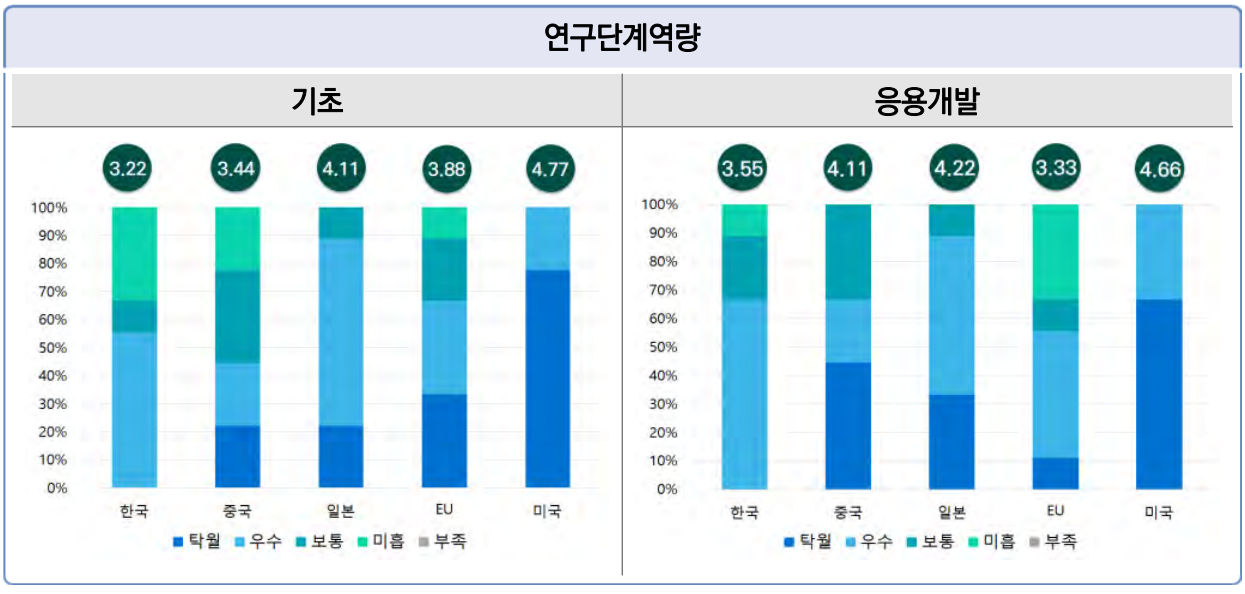
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 2010년~2014년까지 카이스트 중심으로 많은 투자가 이루어졌으나, 원천 기술에 대한 연구보다는 사업화에 많은 노력을 쏟았었음. 이로 인해 원천기술은 미국/일본/EU 등 주요 선진국에 비해 뒤쳐지고, 자동차 회사나 지자체의 도입 의지약해 사업화도 제대로 이루어지지 않아, 현재는 추격그룹으로 뒤쳐짐 • 전기연구원 등에서 고주파 무선전력송수신 연구 수행 중 • 주로 스마트폰에 적용되는 자기 유도 기술에 대한 상용화 기술은 국내 기업이 매우 우수하나, 원천 특허 등은 홍콩, 유럽, 미국 등이 보유 • 마이크로파를 이용한 기술은 미국 등에서 이미 근거리 및 중거리 센서 응용 기술이 활발하게 진행 중이나, 국내는 일부 대학을 중심으로 기술의 검증 수준 • 주로 연구계를 중심으로 연구는 활발히 하고 있지만, 학계 및 중기업체들의 기술적 수준 및 기초연구, 기술개발을 위한 인프라 부족 • 대학과 기업 간 공동연구 등 협력인프라가 약함 • 상용화하기 위한 인프라는 발전했으나, 시스템 기술 부족 • 국가 과제 방향도 시스템 중심 방향으로 접근해야 함 • 여러 결과를 발표하고 있지만, 미국의 원천특허를 피하거나, 일본과 같이 뚜렷한 상용화 가능한 결과가 없음 • 삼성과 엘지 등 대기업 중심으로 모바일 무선충전 분야에서 양산까지 적용하고 있으며, 현재는 자동차 무선충전 분야에 대해 관심을 가지고 학계에서 활발히 연구 수행 중이나 상용화까지는 시간 필요
중국 (82.5%)	• 자기유도 및 자기공진에 대한 적극적인 미국 논문을 따라 확인하는 논문 수준에서 많은 발표 있음 • 무선전력송수신과 관련한 연구 활동에 대한 연구가 초기 단계로 판단되지만 특정연구 분야에 대한 상세 연구는 현재 진행 중 • 홍콩을 포함한 중국 대학들을 중심으로 우수한 논문 및 특허 출원 건수가 기하급수적으로 증가함. 특히, 자기 유도 기술 분야의 표준을 홍콩에서 최초로 시작하였고, 최근까지도 Convenient power, 중국 가전 업체들에 의한 다양한 응용 분야 개발 주도 • 융복합 및 초소형 고효율 자기 결합 무선전력전송 기술에서는 최근 중국이 유럽, 일본 및 한국을 뛰어 넘는 논문 및 특허활동 수행 • 기술적 수준이 급속도록 앞서고 있고, 새로운 무선전력전송 토폴로지 개발 선도
일본 (90.0%)	• 근본적인 문제 인식이 빠르고 이에 대한 답을 찾기 위한 노력 중 • 장거리 무선전력 송수신 기술에 관심과 연구가 활발 • 고주파뿐만 아니라 레이저를 통한 장거리 무선전력 송수신 연구 활발 • 무선전력전송관련 기반기술은 있으니 최근 논문 및 특허 등 활동이 줄어들고 있고, 기술개발의 속도가 늦추어 지고 있음 • 소형기기 및 자동차용 수십Kw급 용량의 연구 및 적용 관련 연구 주도 • 파나소닉 등 2010년도에 활발히 진행되었으나, 그 이후로는 기술이 정체됨 • 자동차 분야에서 도요타와 니산에서 무선충전 기술 분야에서 상용화가 일부 되었으며 활발히 기술 진보 중

국가 (기술수준)	판단근거
EU (80.0%)	• 무선전력 송수신에 대한 연구 활발 • Imperial College London, University of Aveiro 등에서 가장 활발하게 연구 수행 중 • 근거리 무선전력전송은 주로 인증 시스템 개발 및 상용화에 매우 앞서 있고, 마이크로파를 이용한 방식에 대한 연구 활발 • 2010년에 노키아와 필립스를 중심으로 무선충전 활성화를 하였으나 현재는 기술이 정체되고 있으며, BMW만 전기자동차 분야에서 기술 우위 확보 • 한국의 Mw급 대용량 무선급전 연구를 바탕으로 항만설비의 적용을 위한 연구를 선도하여 실용화에 대한 연구 진행 중 • 자동차 부분에 있어서 전기차 충전을 위한 연구는 계속하고 있지만, 중소출력에 대한 연구 부족 • 지속적인 정부 투자, 연구 및 기술개발활동을 통한 논문 및 특허 발표
미국 (100%)	• 근역장을 이용한 전송거리 확장을 위한 MIMO 기술 및 공진 cavity 구조 등 다양한 새로운 접근 노력 • SAE J2954 등 표준 제정 통해 미국 내 모든 자동차 회사 연구 개발 투자 활발 • 고주파 무선전력송수신 기술에 대한 연구 활동 활발 • 3차원 무선전력전송 기술, 마이크로파 무선전력전송 기술에 대한 연구 분야 및 연구자 수가 독보적으로 많고, 의료 및 무인기 등 다양한 분야에 대한 응용 주도 • 정부투자와 관심을 바탕으로 폭발적인 논문과 특허 출원하며, 최근 몇 년간 기술이 급부상. 특히 자동차 무선전력전송분야에서 두각을 나타냄 • 다양한 무선전력전송분야와 관련된 논문 및 기술 주도 • 휴대용 기기 및 자동차용 수십Kw급 용량의 연구 및 적용 연구 주도 • 무선 전력 전송 시범 도시를 만들 만큼 많은 기업들이 무선 충전 제품 생산 중. 다양한 분야로 접근 시도 • Mid range의 무선전력전송에 대한, 특허로 대표되는 원천기술 보유 • 지속적인 정부 투자와 연구 활동을 바탕으로 지속적으로 우수한 연구 성과 발표 • 퀄컴과 와이트리시티 등 기술을 선도하였으나, 최근 몇 년간 기술이 정체되어 있는 추세, 하지만 원천기술을 다량 보유

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 전기연구원에서 고주파 무선전력 송수신 연구 수행 • 카이스트, 철도기술연구원 등 중심으로 적용 기술 개발 위주로 진행 • 근거리 융복합 무선전력전송기술 및 초소형 고효율 자기 결합 무선전력전송 기술 등은 기업체 중심으로 개발 보급됨 • 기존 원천기술을 변형하여 다양한 세부기술을 개발하는 것은 탁월 • 실용화, 제품화 • 2010년 초반 관심이 급속히 증대 • TTA, ETRI 등 관련 산업 기술에 시험 방법 등에 대한 인프라는 갖추어짐 • 국내 스마트폰 제조 기업 중심으로 근거리 무선 충전 시스템 상용화 인프라 구축	• 연구비 및 개발 인력의 보완 필요 • 적용 기술 개발은 진행했으나, 산업체의 투자가 미흡해 실제 제품으로 이어지지 않음. 이로 인해 무선전력전송 시스템에 대한 기술 수준은 하강 • 멀티로드 및 다중기기 무선전력전송 기초연구 및 응용기술에 대해서는 미흡한 기초연구단계 수준 • 향후 인력양성 및 인프라 확산을 위해서는 산학연 연계 연구 및 기술개발 필요 • 연구과제의 조급한 결과에 대한 기대와 빠른 상용화에 대한 기대로 원천기술에 대한 근본적인 연구 상실 • 시스템 접근 미비
중국	• 연구 개발에 대한 목표가 수립되는 경우 집중적이고 대규모의 인적 물적 투자가 수행될 전망 • 많은 논문 및 특허 출원. 원천 기술 관련한 논문들이 최근 3년 정도 사이 발표됨 • 무선 전력 전송 기술 관련 기초연구와 토폴로지에 대한 응용기술을 최근 주도 • 다양한 무선 전력 전송 기술 분야에 대해 연구하는 대학들이 많아 인력양성 및 인프라 측면에서 강점 보유 및 향후 강화 가능 • 무선 전력 시범 도시를 만들만큼 대대적인 국가적 차원의 지원 • 다양한 충전 제품 출시 • 수많은 대학 기관에서 무선 전력 전송 관련 논문 발표 • 우수한 인력의 집중 투자 및 연구 • 과감한 인프라 투자	• 본 기술에 대한 인식 미흡 • 논문과 특허는 다량 쏟아지고 있으나 아직 기초 분야에서는 고전을 하고 있는 양상 • 한국의 약점과 유사 • 원천기술 • 제품의 완성도는 낮은 편 • 원천 기술에 대한 확보 미흡 • 추격형 기술
일본	• JAXA 및 대학에서 고주파와 레이저 무선전력 송수신 연구 활발 • 토요타, 닛산 등의 자동차 업체들 위주로 제품 개발을 진행 중이며, 전력 전자 기술이 강한 몇몇 대학에서 관련 연구 중 • 무선 센서 네트워크, 사물인터넷 기기를 위한 중장거리 고효율 무선전력전송 기술에 강점	• 대규모의 연구비용 투자는 미흡 • 무선전력전송 관련 논문 및 특허출원 등 활동이 감소 추세 • 인력 부족, 자동차 중심으로 재편됨 • 기술고집 • 새로운 원천 기술에 대한 투자 및 연구가 다소 미흡

국가	강점분야	기타
	• 꾸준한 연구가 계속됨. 하이브리드를 포함한 전기차로의 응용에 대한 상용화가 구체적으로 보이는 환경이 최대 강점 • 목적 기초, 인력 수준 우수 • 부품 소재 기술 경쟁력으로 무선 전력 전송 제품 상용화시 벨류 체인에서 우수한 경쟁력 확보. 예) 고효율 커패시터, 차폐 부품, 인덕터 부품 기술 보유	• 인프라
EU	• 독일 등 일부 국가에서 기존의 무선전력 송수신 연구 수행 • 스위스 취리히 공대의 J.W. Kolar 교수 팀에서 코일 설계, 인버터, 컨버터 설계 및 제어 기법 등에 관해 시스템적인 접근 방식을 도입해 많은 연구 진행. 특히 전력 전자 분야에서 특출한 연구를 많이 했었기 때문에 논문들의 영향력이 큰 편 • 근거리, 중거리, 원거리 융·복합형 무선전력 전송 기술, 초소형 고효율 자기 결합 무선전력 전송 기술, 고효율 마이크로파 변환 기술에 있어서는 오랜 기술 역량 및 인력, 인프라 등의 강점 • 꾸준한 연구가 강점 • 에너지 하비스팅 관점에 무선 전력 전송 접근	• 대규모 투자나 연구 성과가 나타나지 않음 • 최근 빠르게 성장 중 • 무선 센서 네트워크, 사물인터넷 기기를 위한 중장거리 고효율 무선전력전송 기술 분야에 있어서는 개발단계로 미흡 • 자동차 중심으로 재편됨 • 새로운 기술에 대한 관심 다소 적음 • 상품화 • 원천 기술에 대한 확보 미흡 • 근거리 무선충전 기술에 대한 EU 기업들의 관심이 상대적으로 낮음 • 인프라
미국	• 군 및 NASA와 산업체에서의 무선전력 송수신에 대한 연구 및 기술 개발 수행 • 위스콘신 주립대학, 유타대학, 플로리다 대학 등 많은 대학에서 수준 높은 기초 연구 진행 및 관련 인력 양성 • GM, Ford, Tesla 등 최고의 자동차 업체에서 SAE J2954 표준 활동에 참여해 실제 제품 개발에도 많은 투자 진행 중 • 다양한 무선전력전송 기술 분야 주도 • 기초원천기술, 인력 및 인프라 우수 • 원천기술과 같은 탁월한 아이디어 제시. 지금도 상용화의 걸림돌이 되고 있는 기술 장벽을 넘기 위한 새로운 시도의 연구는 주로 미국에서 진행 • 무선 전력 전송에 대해 시스템 관점에서 접근. 구현, 문제점, 안정성 등 전 방위적으로 연구 개발 수행. FCC, 대기업 등 규제 관련도 기업과 기관이 긴밀한 협조로 선도	• 대규모의 연구비용 투자는 미흡 • 인프라가 아직 활성화 되고 있지 않음 • 상품화

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	2위	3위	5위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산학연간 원천기술을 상용화까지 가는데 있어 중소중견기업은 원천분야가 매우 취약한 수준으로 협력 연구 추진 • 현재 학연산별로 전문 기술이 별도로 수행되고 있어 이를 활성화하기 위한 융복합 사업을 통해 국내 협력 방안 마련 • 초기에는 중소·중견기업들이 참여했으나, 현재는 대기업이 단독으로 기술을 상용화하여 기술 파급효과가 크지 않음. 대기업을 제외한 중소·중견기업들이 좋은 아이디어로 상용화 제품을 개발할 수 있도록 협력 추진 • 국가연구소가 중심이 되어 학계와 기업체가 컨소시엄을 구성하고 표준화과제 등을 통하여 무선충전 표준화부터 인증시험까지 협력 • 현재 기업 및 국가연구소가 주도하고 있어 기능적인 기술수준은 앞서 있지만 세계를 선도할 만한 새로운 토폴로지 및 제어, 커플러, 소재기술 등 타 국가에 비해 부족한 수준. 이를 개선하기 위해 기업과 국가연구소 및 대학과 국내협력연구 촉진을 위한 통합지원 체계 필요 • 국내 연구개발 및 실용화 기반기술은 충분히 확보됐으므로 실용화를 위한 대상목표를 설정하여 연구를 진행할 경우 원활한 협력체계 구축 가능 • 유도형 및 자기 공진 기술은 기업이 최초 접근 시 시스템 구성이 어려우므로 시스템 레벨에서 기업에게 기술 제공 가능한 협력 관계 구축 필요
국제협력 촉진	• 최첨단 기술을 보유한 미국과 생산 및 활용 기술을 보유한 일본과의 기술 협력 체계 구축 • 국제 협력 표준화 단체에 참여하여 공동 대응 및 이에 대한 인력양상 사업 병행 • 국제협력 부분도 국내협력촉진과 연계하여 추진 • 유럽과 RF 에너지 하비스팅 기술 협력. 취리히 공대의 경우 자동차용 무선 충전 시스템 개발을 시스템 레벨인 전력전자시스템 연구실에서 주도하여 부품, 발열, 문제 등을 해결함. 취리히 공대, 샌디에이고대학 등 시스템 레벨에서 접근하는 연구실 혹은 연구자와 협력 필요
인력양성 및 유치	• 현재 미국은 기술개발의 정체로 전문가들의 활용이 미흡하므로 미국 전문가의 유치 가능성이 매우 높음 • 학교에서는 이 분야의 커리큘럼 확대 및 엔니지어 양성 사업을 기획 및 예산 할당 등을 통해 인력 양성 추진 • 기업, 국가연구소 및 대학의 협력 연구 및 연계 시스템을 통한 인력양성 추진 • 무선 전력 전송 관련으로 기업이 많지 않기 때문에 무선 전력 전송 관련 벨류체인을 분석하여 각각에 맞는 인력 양성 필요. 시스템 관련 인력은 매우 부족함
인프라 구축	• 무선 전력 전송을 이용한 버스는 벌써 5년째 시범운행 중이므로 지자체에서 적극 지원해 법/제도 개선 및 인프라 구축하면 상용화에 성공 가능 • 본 시험의 기술개발을 위해서는 고전압을 생산하는 인프라 구축 및 이에 대한 적극적인 투자 필요 • 무선전력전송 시장 개척 및 활성화를 위한 무선충전 인프라 구축 사업 추진 • 모바일 환경에서 커피숍, 공공장소 등 무선충전 인프라 구축 및 EV 등 무선충전 활성화를 위한 자동차와 충전소 협력 인프라 구축

	정책제언
	• 전기자동차, 스마트폰 등에 무선전력기술을 확대 접목할 수 있도록 개별적인 무선전력충전기술 활용보다는 멀티로드 충전 제어 기술 및 멀티모드 근거리 무선충전 인프라 기술 등 확산보급을 위한 기술개발 확대 및 인프라 필요 • 경북 TP 및 TTA에 테스트 관련 인프라는 구축됨. 벨류체인을 분석하여 각각에 필요한 테스트/실험 환경 구축 필요
법·제도 개선	• 국제적인 수준에 준해 국내 수준 재정 • 에너지, 전기 분야에서 세계는 전기차, 신재생에너지, 수소에너지를 이용해 변화 중. 기후협약에 대응한다는 명목으로 많은 신기술을 발전시키고 있음. 무선 전력 전송뿐만 아닌 에너지 신기술 관련 법/제도를 만들어 기업 투자를 촉진하고, 창업을 적극 지원해 벤처 붐을 일으켜야 함 • 각 전문 기관이 산학연에 다양하게 분포되어 있으므로 이에 따른 융합연구의 효율화를 위한 제도 개선 필요 • 각종 무선전력 전송에 필요한 전력규제를 완화하여 실용화를 최우선적으로 적용 시험 • 무선전력전송 전기안전, 전자파안전, 인체영향 보호기준 등에 대한 지속적인 연구 및 법규 지원 체계 마련 • 무선전력전송 기술을 적용하기 위한 실용화 기술기준 및 인증에 대한 연구를 시급히 진행하여 국제기준과 대등한 적용기준을 마련하고, 국가적 고시절차 진행 • EMI 기준 및 무선기기 전자파 인증에 각종 표준 관련 기준 선반영
연구비 확대	• 상용화 연구는 산업계가 활발히 수행 중이므로 원천, 기반연구에 집중 • 중점 연구 분야 선정 후 연구비 확대 및 관리 강화 • 현재 무선 전력 전송의 한계를 극복할 수 있는 기술 연구 개발에 투자. 특히, 무선전력전송 기술을 기반으로 한 새로운 융합 산업에 대한 발굴을 위한 연구 확대 • 무선 전력 전송 시스템을 구성하는 부품 개발 확대 • 무선 전력 전송 기술의 협력촉진과 발전을 위해 기업 및 연구소뿐만 아니라 대학이 필수적으로 참여 할 수 있도록 연구지원제도와 연구비 확대 • 법제도 제정 및 인력양성/유지, 국내 협력 체계 구축을 통한 선도적인 무선 급전 기술의 연구 및 실용화를 통한 관련 산업의 활성화와 고용창출 및 경제성장을 위해 연구비 확대 • 기초연구-상용화연구-상용화 나누어 연구비 운용 필요. 분야별(특정 주제)로 기초연구센터를 지원하는 것은 바람직하지 않음
기타 의견	• 장거리 대용량 무선 전력 전송 시스템은 우주분야의 우주 태양광 발전 위성과 연계하여 개발 • 무선 전력 전송 기술은 다양한 타 기술과의 융복합이 가능. 전기가 필요한 모든 현재의 기기에 필요하며, 미래 첨단 기기에도 적용되는 기술. 현재 무선전력전송 기술은 기존의 한계를 극복할 수 있는 한계 극복기술에 대한 연구 수행이 필요하며, 새로운 무선전력전송 기술의 실용화를 위한 무선전력전송 플랫폼 사업 필요 • 무선 전력 전송 기술은 모바일뿐만 아니라 산업 전반에 걸쳐 응용될 분야로 기존 반도체 웨이퍼 및 LCD 기판 이송장치 분야와 향후 물류와 협력 필요 • 정부출연, 대학교에서 과제 기획 시 특정 분야 혹은 최근 이슈 되는 분야에 무선 전력 전송 기술을 적용하는 과제는 바람직하지 않음. 기초 기술(설계 방법, 시스템 설계 기술 등)을 좀 더 심도 있게 정부출연, 대학교에서 수행 필요 • 지난 수년간 수행된 과제 내용이 단순히 적용분야 제품만 바꾸고, 의미 없는 높은 스펙만 달성하는 내용이었음. (예를 들면 효율제시 없는 전송거리 확대 등). 지금 상용화의 걸림돌이 되고 있는 핵심기술 개발의 과제 제안 및 수행 필요

다 주요 분석 결과 요약

(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	무선 전력전송·충전 기술	2,179	1,112	149.8%	307.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

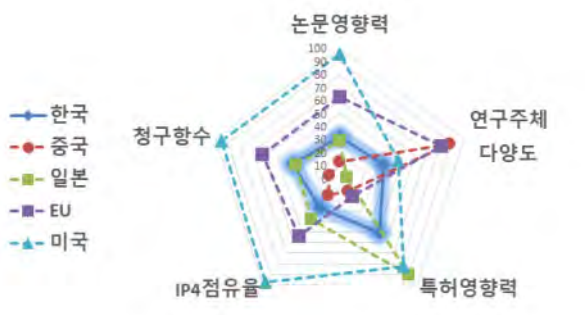
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	미국	일본
	31.9%	29.2%	14.2	23.9
한국	4위	2위	3위	3위
	12.6%	28.8%	6.8	12.4
5개국 평균[2]	-	-	8.3	16.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

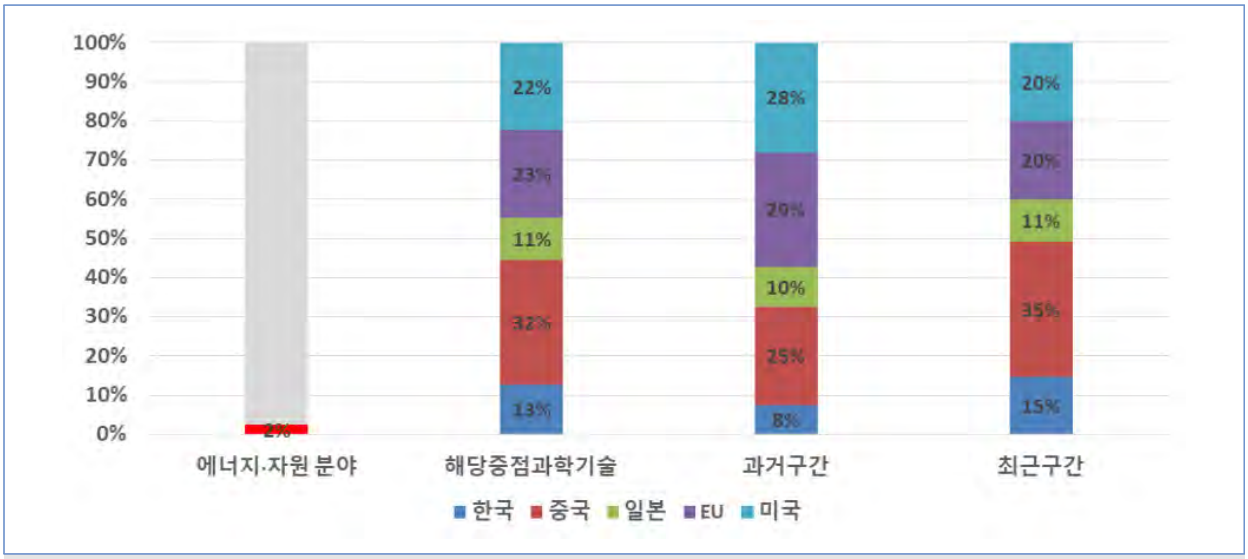
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(12.6%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(6.8)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 중국(31.9%), EU(22.6%), 미국(22.2%), 한국(12.6%), 일본(10.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(383.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(14.2), EU(9.4), 한국(6.8), 일본(6.5), 중국(4.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.89)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(28.8%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(12.4)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(29.2%), 한국(28.8%), 일본(25.0%), 미국(11.7%), EU(5.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(1966.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 미국(5.7)이 가장 높음
  - 특허 영향력은 일본(23.9), 미국(20.6), 한국(12.4), EU(3.2), 중국(1.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(46.2%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(13.2)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	12.6%	31.9%	10.6%	22.6%	22.2%
	논문 증가율	383.0%	246.2%	162.5%	70.9%	78.2%
	논문 영향력	6.8	4.6	6.5	9.4	14.2
	연구주체 다양도	0.81	0.88	0.73	0.89	0.87
특허 분석	특허 점유율	28.8%	29.2%	25.0%	5.3%	11.7%
	특허 증가율	324.6%	1966.7%	127.1%	36.0%	193.9%
	해외출원도	1.1	0.1	2.2	4.3	5.7
	특허 영향력	12.4	1.0	23.9	3.2	20.6
	IP4점유율	7.5%	1.2%	12.2%	18.6%	46.2%
	청구항수	5.9	2.1	5.7	8.2	13.2

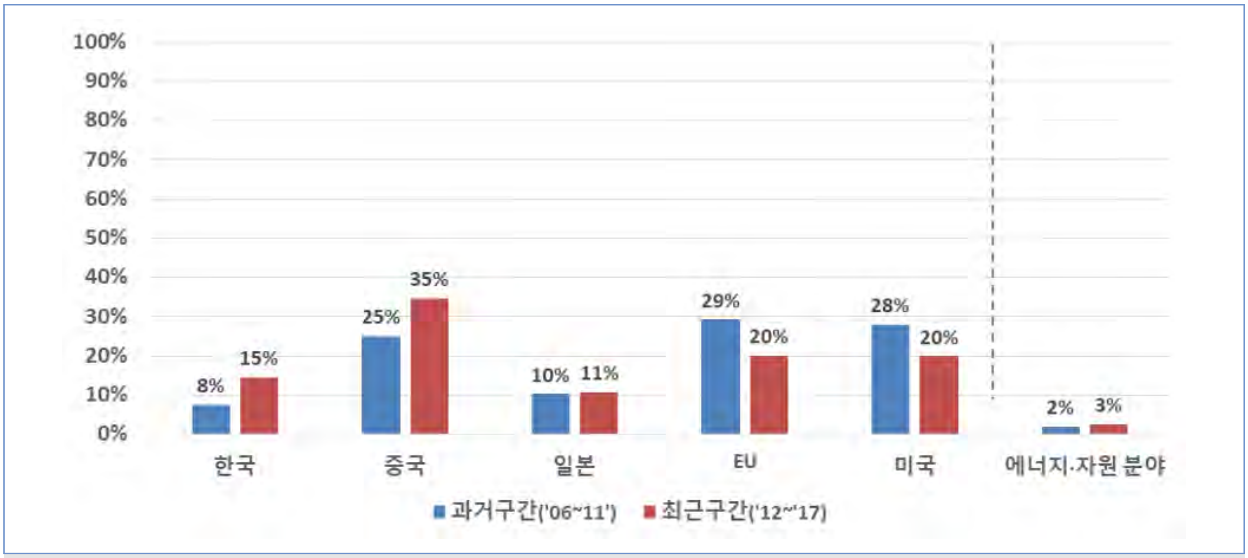
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 무선 전력전송·충전 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 696건으로 전체 논문의 32%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 미국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 무선 전력전송·충전 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 2%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

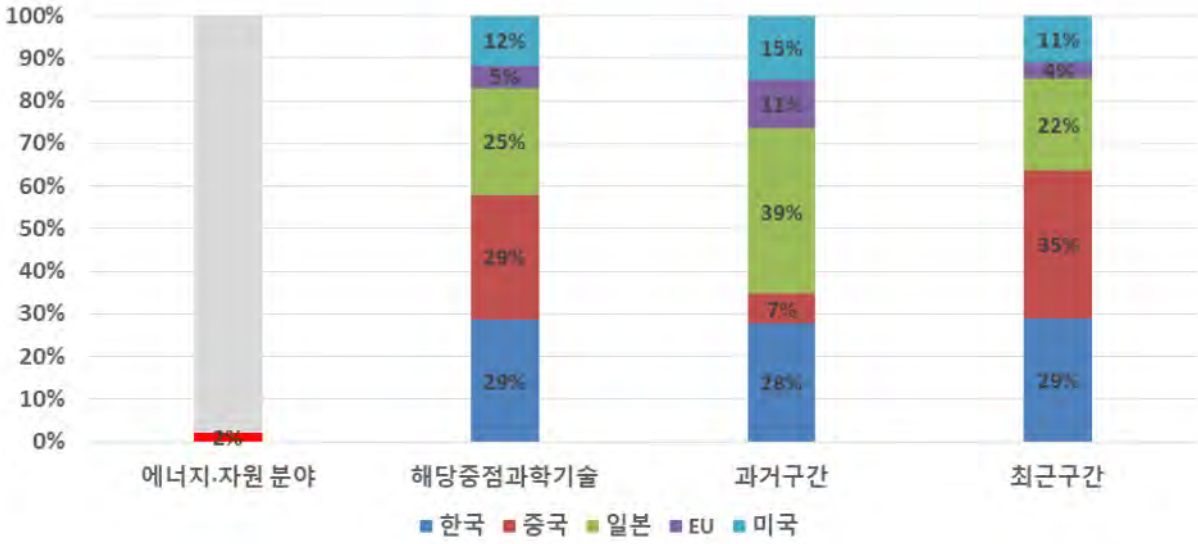


- 무선 전력전송·충전 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 383%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	47	227	274	383.0%
중국	156	540	696	246.2%
일본	64	168	232	162.5%
EU	182	311	493	70.9%
미국	174	310	484	78.2%
전체	623	1,556	2,179	149.8%

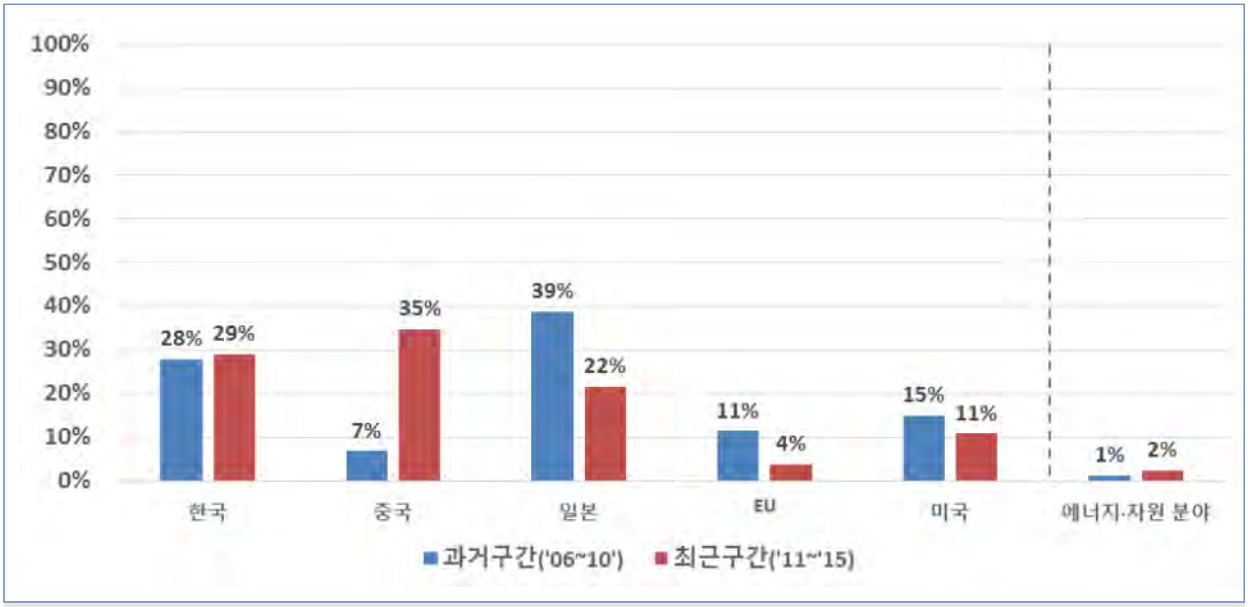
(4) 특허 점유율(전체)



- 무선 전력전송·충전 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 325건으로 전체 특허의 29%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 무선 전력전송·충전 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



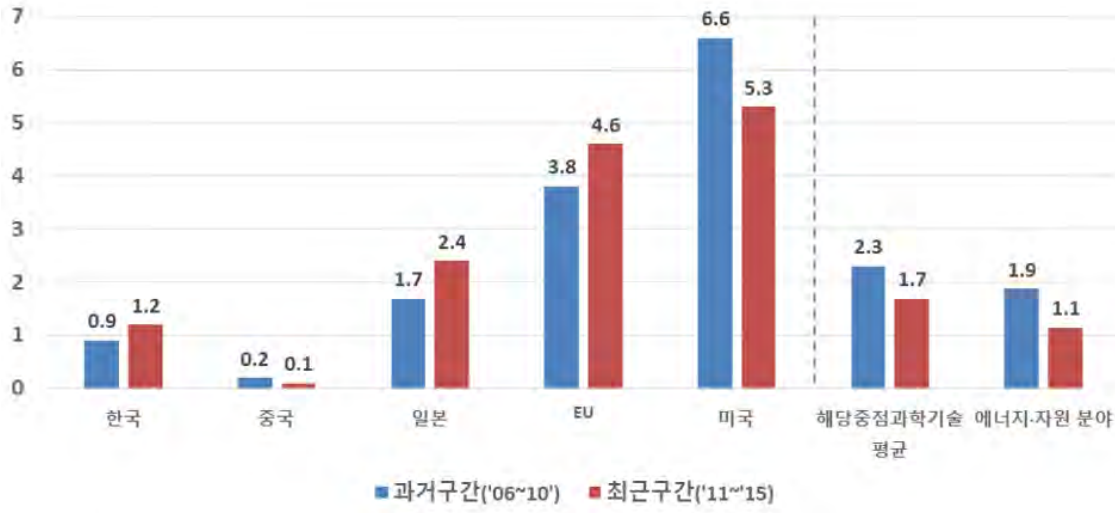
● 무선 전력전송·충전 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 324.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	61	259	320	324.6%
중국	15	310	325	1966.7%
일본	85	193	278	127.1%
EU	25	34	59	36.0%
미국	33	97	130	193.9%
전체	219	893	1,112	307.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

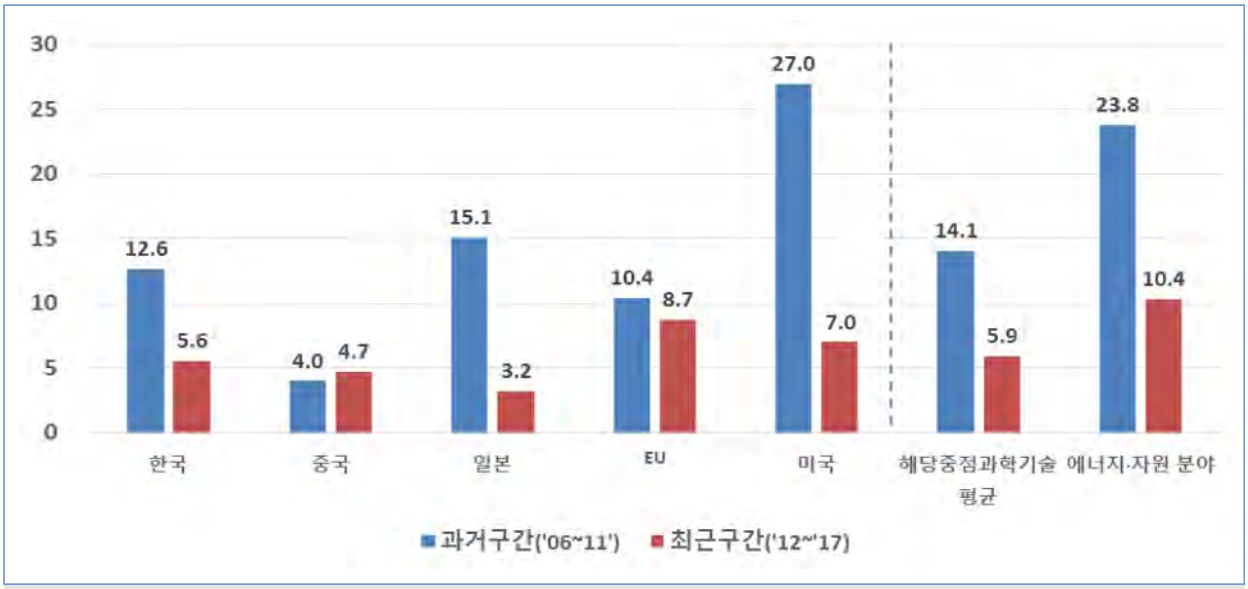


● 무선 전력전송·충전 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 미국의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

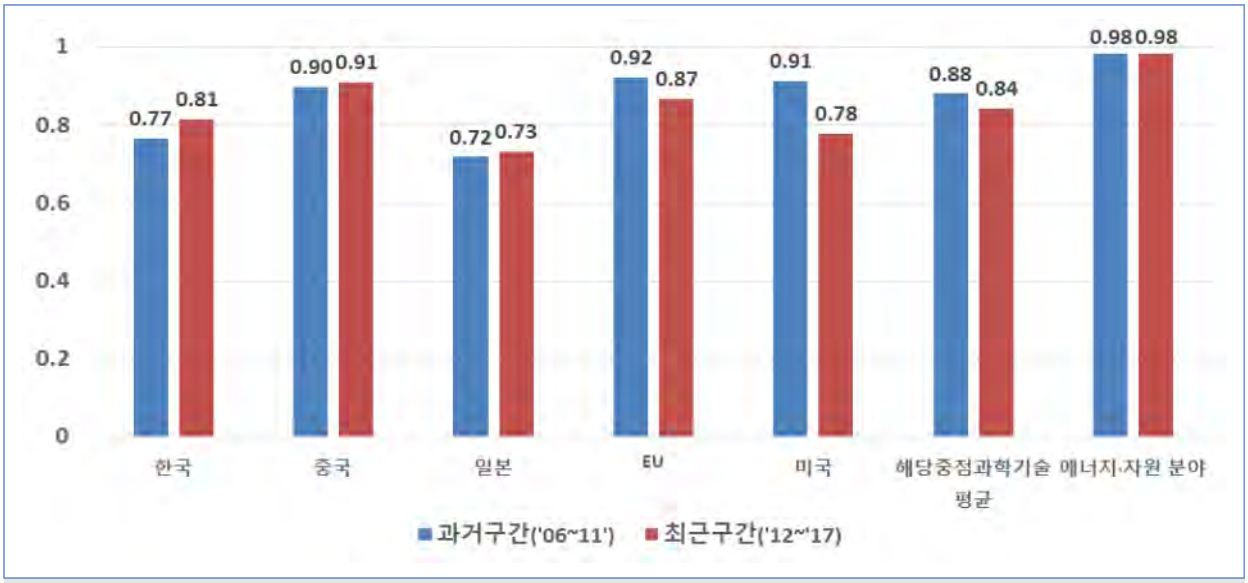
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



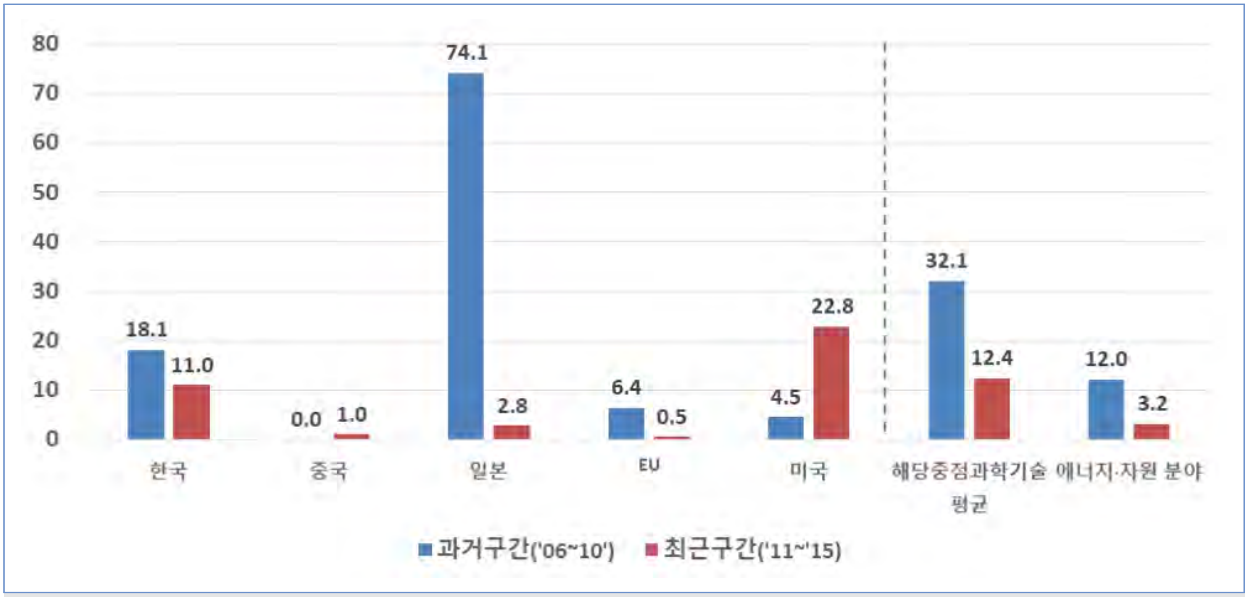
● 무선 전력전송·충전 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



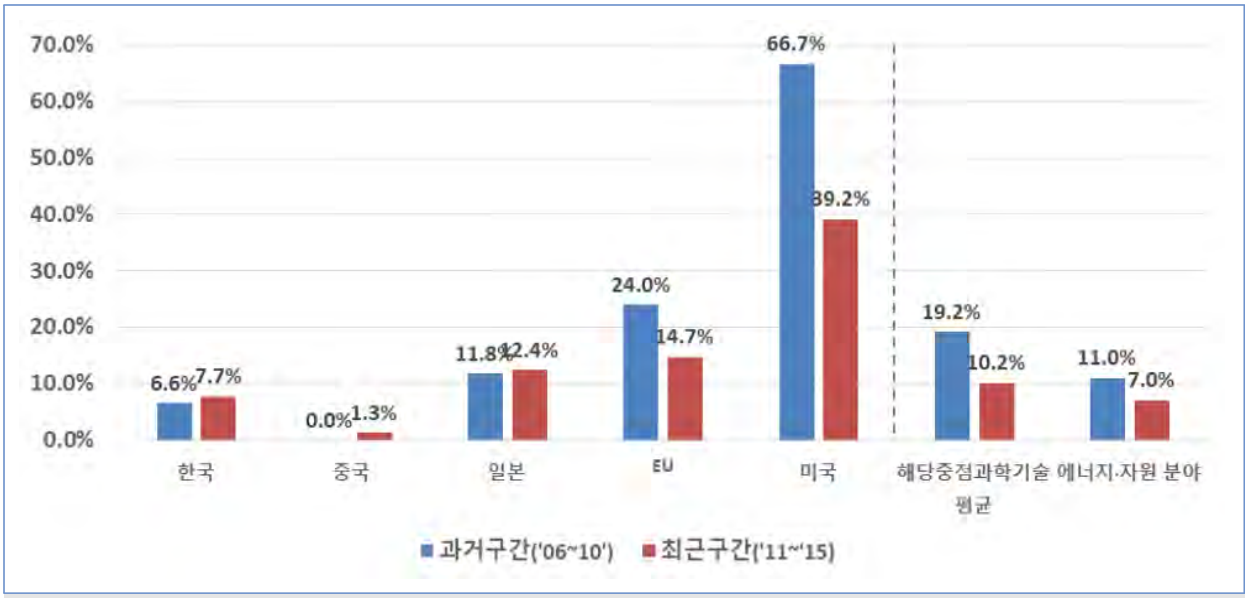
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



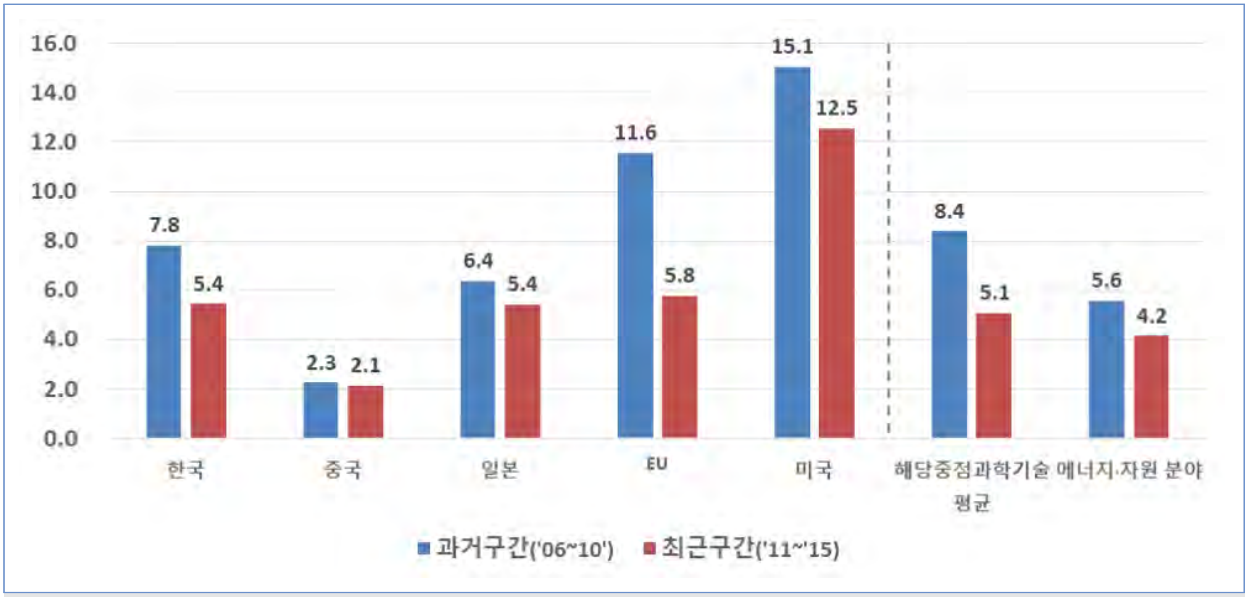
● 무선 전력전송·충전 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 무선 전력전송·충전 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 무선 전력전송·충전 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

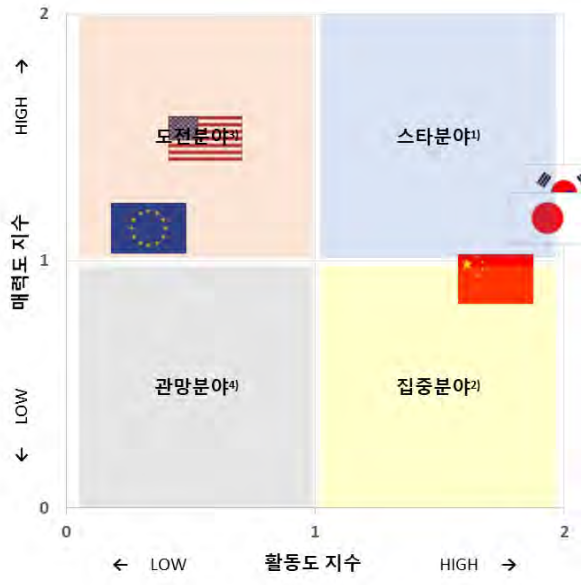
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

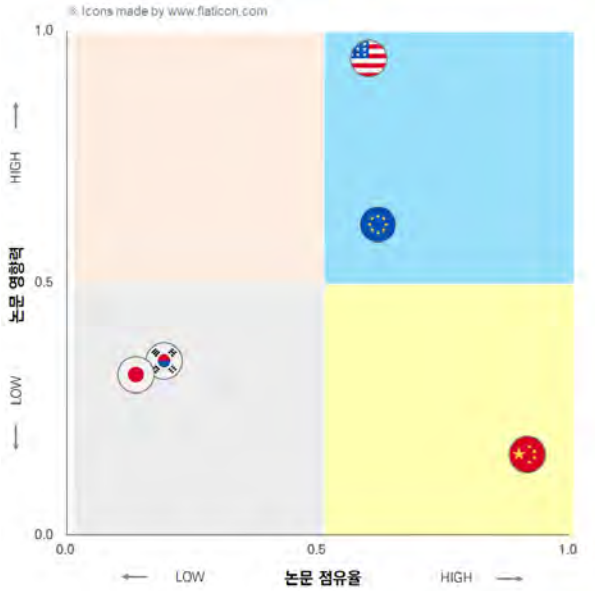
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 무선 전력전송·충전 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

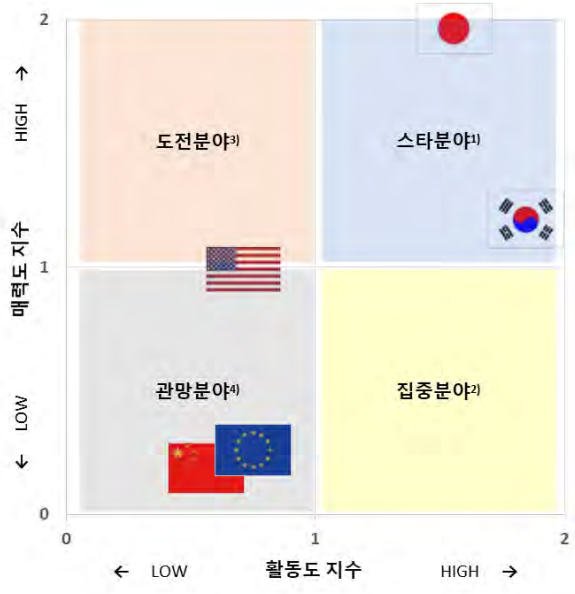


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 무선 전력전송·충전 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 일본의 'UNIVERSITY OF TOKYO(1.33%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국과학기술원'이 5.84%(글로벌 점유율은 0.73%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	일본	12.50%	1.33%	162.50%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	3.88%	1.24%	700.00%
3	SOUTHEAST UNIVERSITY	중국	3.02%	0.96%	150.00%
4	CHONGQING UNIVERSITY	중국	2.87%	0.92%	466.67%
5	FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY	미국	3.93%	0.87%	750.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	5.84%	0.73%	1500.00%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.65%	0.46%	800.00%
3	CHOSUN UNIVERSITY	2.92%	0.37%	700.00%
4	FUTURE IT RESEARCH CENTER	2.55%	0.32%	600.00%
5	KOREA UNIVERSITY	2.55%	0.32%	500.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.88%	1.24%	700.00%
2	SOUTHEAST UNIVERSITY	3.02%	0.96%	150.00%
3	CHONGQING UNIVERSITY	2.87%	0.92%	466.67%
4	NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY	2.16%	0.69%	550.00%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.58%	0.50%	1000.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	12.50%	1.33%	162.50%
2	RESEARCH INSTITUTE FOR SUSTAINABLE HUMANOSPHERE	7.33%	0.78%	42.86%
3	KEIO UNIVERSITY	3.02%	0.32%	600.00%
4	NAGOYA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.02%	0.32%	600.00%
5	FUJITSU LABORATORIES LIMITED	2.59%	0.28%	400.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTO DE TELECOMUNICAÇÕES	2.23%	0.50%	1000.00%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.42%	0.32%	33.33%
3	UNIVERSITY OF SALENTO	1.01%	0.23%	400.00%
4	UNIVERSITY POLITEHNICA OF BUCHAREST	1.01%	0.23%	400.00%
5	UNIVERSITY OF BOLOGNA	1.01%	0.23%	300.00%

6 미국

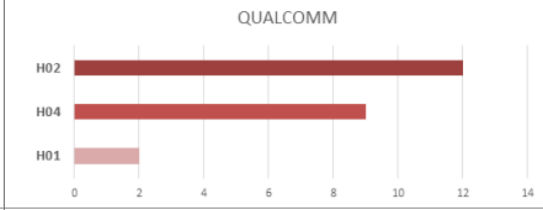
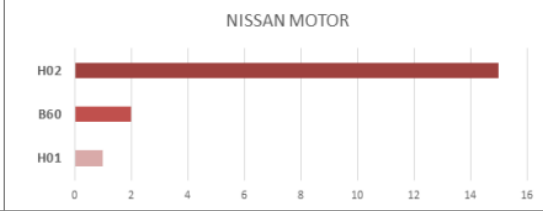
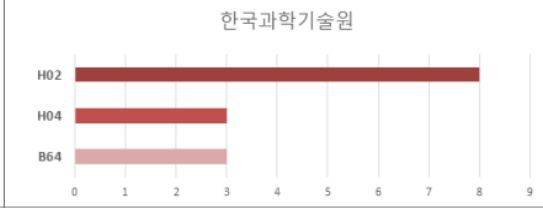
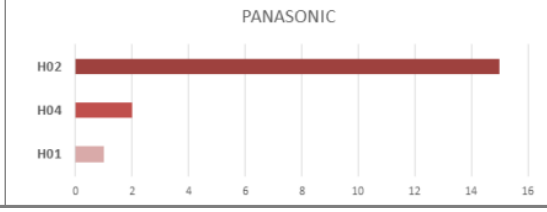
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY	3.93%	0.87%	750.00%
2	INSTITUTE FOR INFOCOMM RESEARCH	3.10%	0.69%	550.00%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	2.48%	0.55%	1100.00%
4	UNIVERSITY OF TEXAS AT ARLINGTON	1.86%	0.41%	25.00%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.65%	0.37%	200.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'QUALCOMM(2.07%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 6.88%(글로벌 점유율은 1.98%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'QUALCOMM'은 H02(전력의 발전, 변환, 배전)에 해당하는 특허를, '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

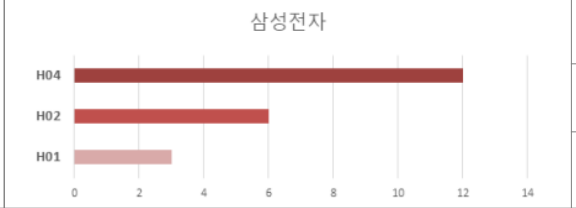
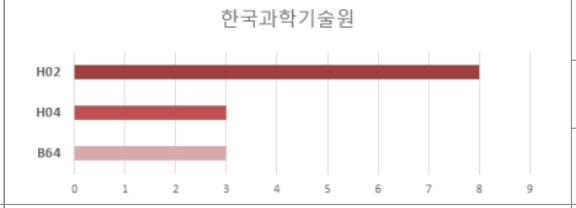
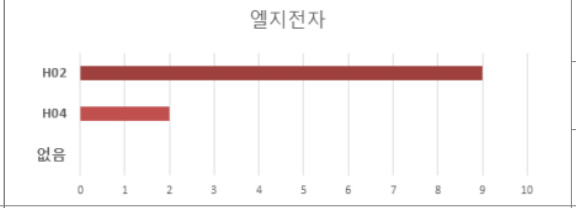
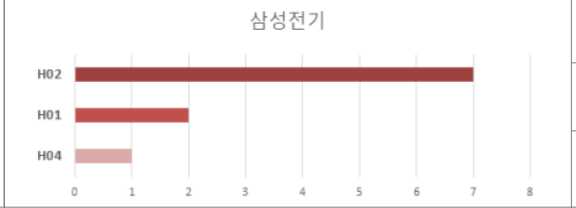
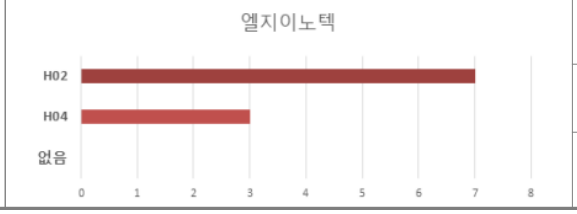
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	미국	17.69%	2.07%	260.00%
2	삼성전자	한국	6.88%	1.98%	114.29%
3	NISSAN MOTOR	일본	7.19%	1.80%	1800.00%
4	한국과학기술원	한국	5.94%	1.71%	750.00%
5	PANASONIC	일본	6.47%	1.62%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
2		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		B64	항공기; 비행; 우주공학
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자

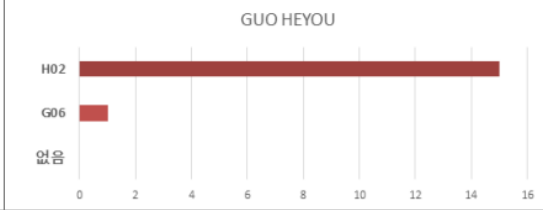
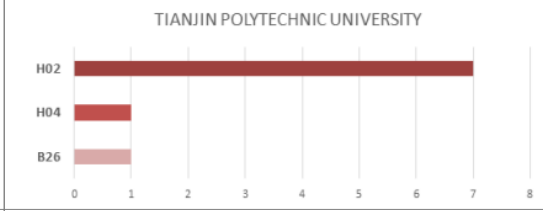
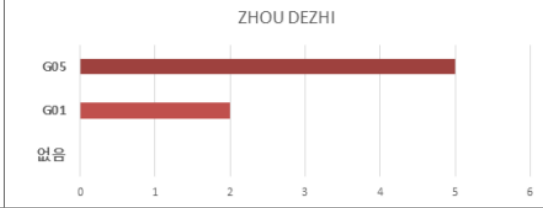
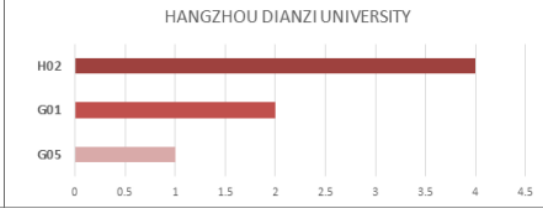
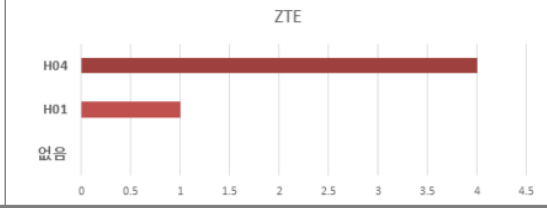
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	6.88%	1.98%	114.29%
2	한국과학기술원	5.94%	1.71%	750.00%
3	엘지전자	3.44%	0.99%	900.00%
4	삼성전기	3.13%	0.90%	800.00%
5	엘지이노텍	3.13%	0.90%	900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		B64	항공기; 비행; 우주공학
3		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H03	기본전자회로
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		–	–

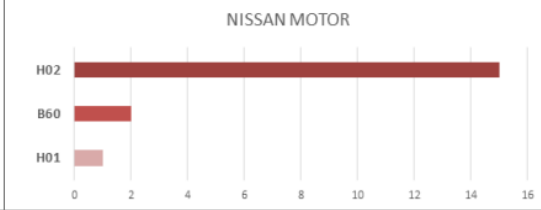
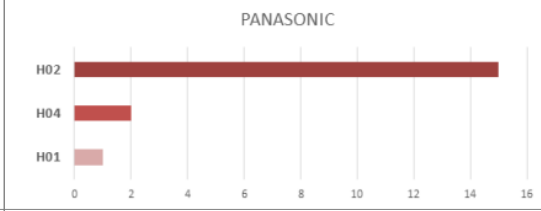
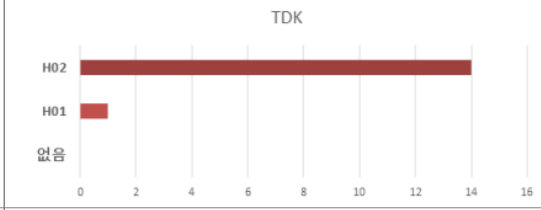
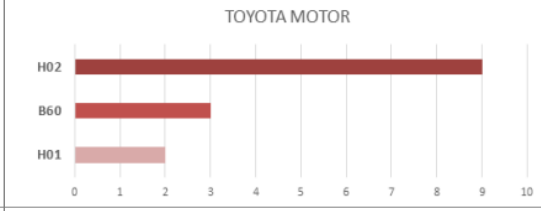
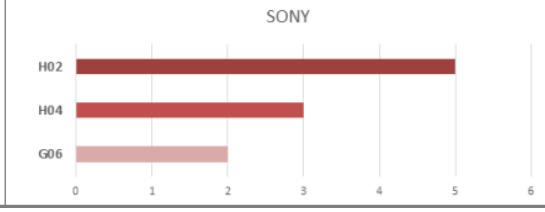
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GUO HEYOU	4.92%	1.44%	1500.00%
2	TIANJIN POLYTECHNIC UNIVERSITY	2.77%	0.81%	800.00%
3	ZHOU DEZHI	2.15%	0.63%	600.00%
4	HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY	2.15%	0.63%	600.00%
5	ZTE	1.54%	0.45%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		B26	절단 수공구; 절단; 절단기
3		G05	제어; 조정
		G01	광학
		–	–
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G05	제어; 조정
5		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		–	–

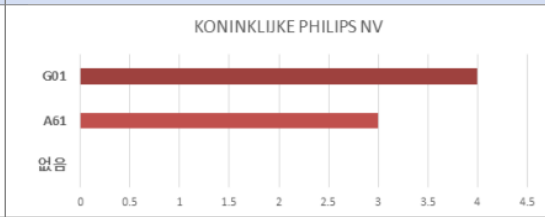
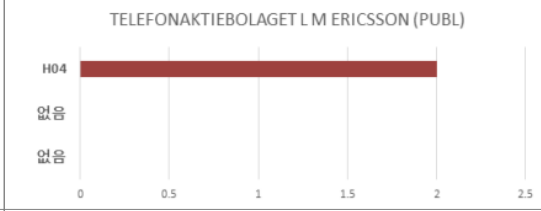
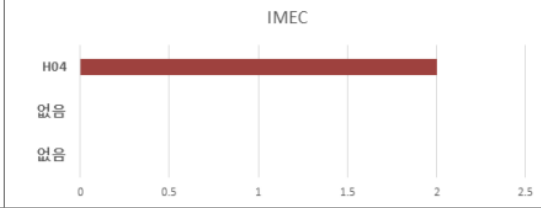
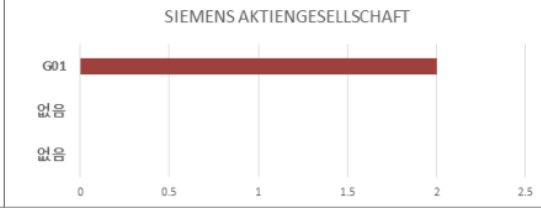
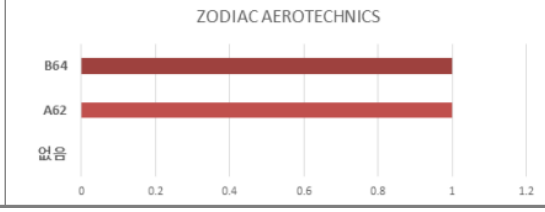
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NISSAN MOTOR	7.19%	1.80%	1800.00%
2	PANASONIC	6.47%	1.62%	25.00%
3	TDK	5.40%	1.35%	50.00%
4	TOYOTA MOTOR	5.40%	1.35%	550.00%
5	SONY	3.96%	0.99%	-77.78%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		-	-
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		H01	기본적 전기소자
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

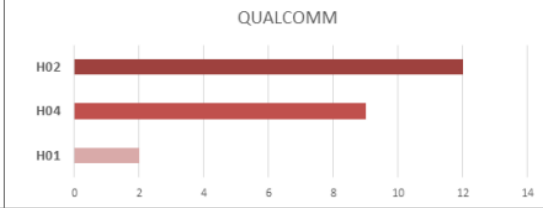
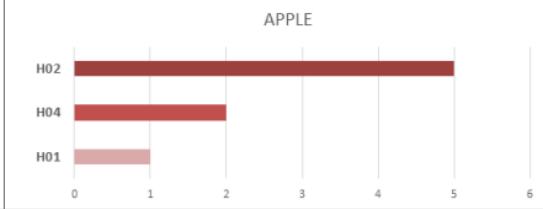
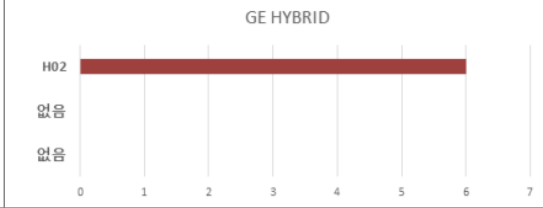
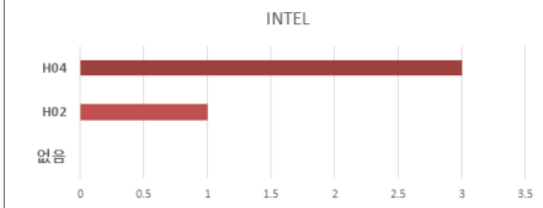
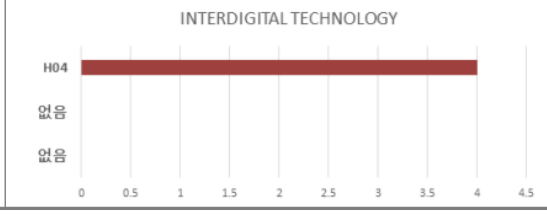
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	11.86%	0.63%	600.00%
2	TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)	3.39%	0.18%	-100.00%
3	IMEC	3.39%	0.18%	0.00%
4	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	3.39%	0.18%	-100.00%
5	ZODIAC AEROTECHNICS	3.39%	0.18%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
2		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
3		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
4		G01	광학
		-	-
		-	-
5		B64	항공기; 비행; 우주공학
		A62	인명구조; 소방
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	17.69%	2.07%	260.00%
2	APPLE	6.15%	0.72%	600.00%
3	GE HYBRID	4.62%	0.54%	500.00%
4	INTEL	3.08%	0.36%	200.00%
5	INTERDIGITAL TECHNOLOGY	3.08%	0.36%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–
		–	–
4		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–
5		H04	전기통신기술
		–	–
		–	–

76 스마트 에너지그리드 기술



76 스마트 에너지그리드 기술

중점과학기술 개요

- 기존 전력망에 정보기술을 접목하여 공급자와 소비자 간의 실시간 정보교환으로 전력의 자유로운 소비와 판매, 에너지 효율향상 및 전력계통 안정성 향상을 도모하는 기술
- 스마트 그리드를 특정지역에 적합하도록 축소판 형태로 특화시켜, 기간 전력망 연결 운전이나 독립 운전이 가능한 형태인 마이크로 그리드 기술
- 지역난방의 기반이 되는 열에너지의 저장과 운영 최적화를 위해 전력기반의 스마트 그리드 개념을 도입한 열에너지 네트워크 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

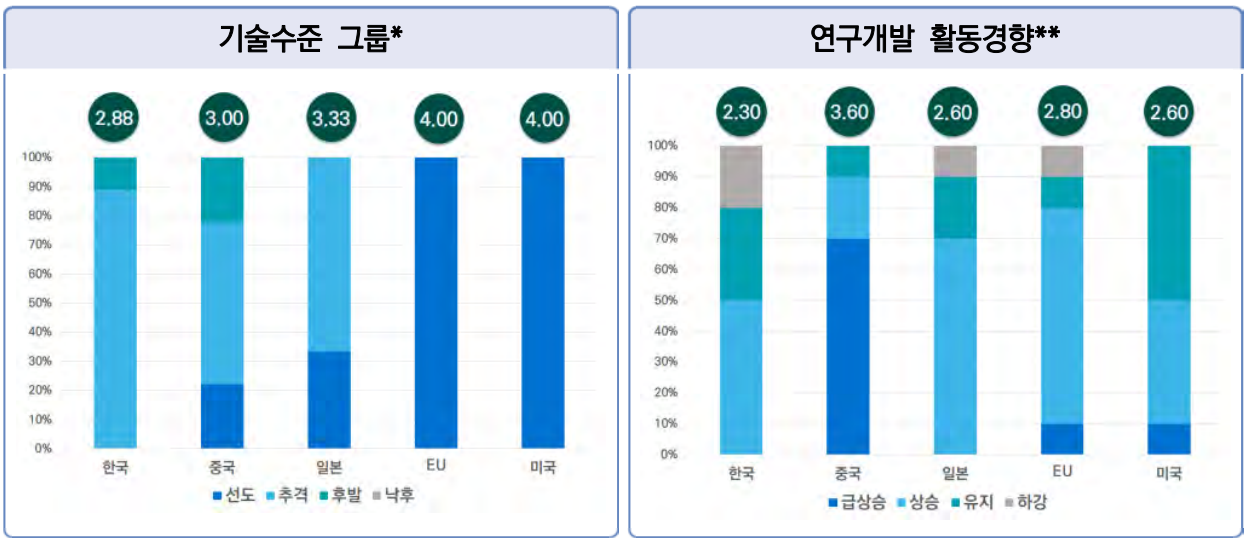
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.5	추격	보통	보통	유지
중국	80.0	3.0	추격	우수	우수	급상승
일본	85.0	2.0	추격	우수	우수	상승
EU	95.0	0.5	선도	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	우수	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.5	80.0	75.0	85.0	4.6	2.5	2.0	2.5	0.8
중국	82.5	3.3	80.0	75.0	85.0	12.1	3.0	2.0	3.5	1.5
일본	85.0	2.5	85.0	80.0	90.0	7.4	2.0	1.5	3.0	1.0
EU	97.5	0.3	95.0	95.0	100.0	3.5	0.5	0.0	0.5	0.4
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.2

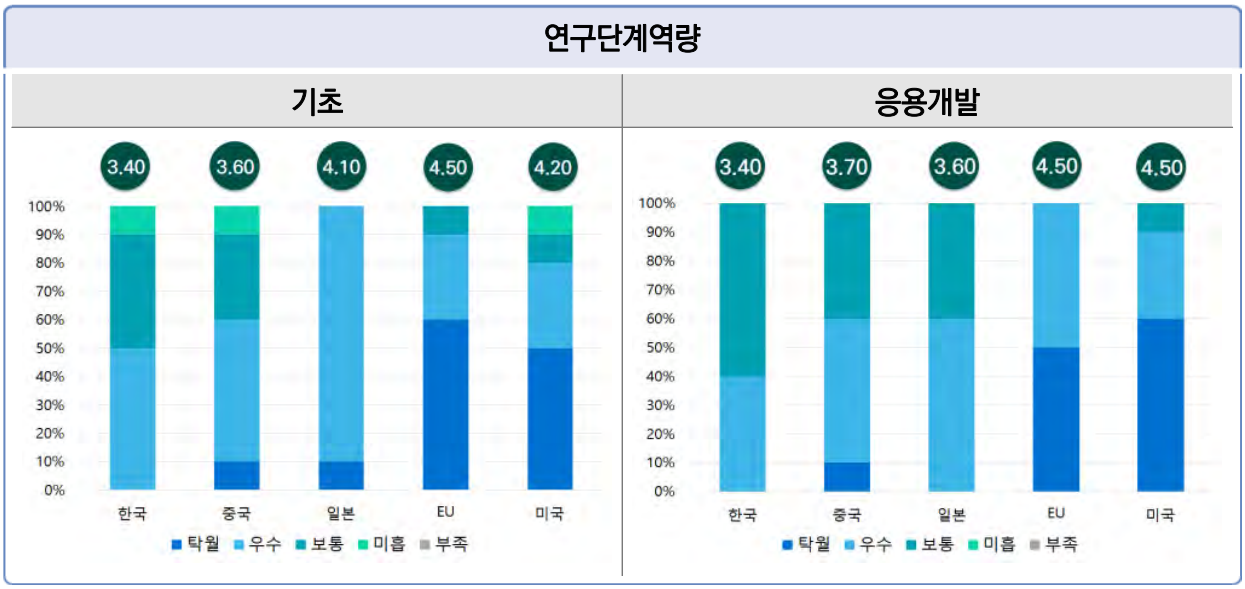
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 정책 견인 부재로 관심도가 떨어지는 추세 • 정부 및 한국전력공사 주도의 기술개발을 하고 있어 많은 금액과 인력을 투자하지만 전력시장의 개방이 늦어 민간의 참여 저조. 정부 주도의 파일럿 프로젝트를 통한 스마트그리드 실증 경험은 장점이지만 실증 프로젝트 이후의 후속정책은 부족한 점이 많음. 스마트그리드 관련 시장의 미성숙으로 산업과 기술개발을 이끌 기업 성장에 한계 • 비교적 조기에 수행한 연구 활동으로 요소기술의 기술 수준은 높은 편이나, 해당 기술을 활용한 상용화 기반 취약으로 기술 고도화 연구에 대한 유인 부족 • 기존에 녹색성장을 중심으로 진행되던 스마트그리드 관련 제도 및 프로젝트 들이 지난 5년 동안 답보 상태였으나, 재생에너지 중심의 새로운 정책 선도를 통해 다시 이슈화됨 • 스마트그리드 기술과 마이크로그리드, 스마트시티 등 초기시장 구성 • 최근 5년 이내 국가 R&D 기술개발 과제 추진이 활발하며 한국전기연구원, 한국전력공사 등을 주축으로 논문/특허의 연구 진행 중 • 선도그룹과 비슷한 수준의 기술개발과 실증이 전반적인 스마트 그리드 분야에서 활발하지만, 분야별 규제에 의해 혁신적인 사업모델의 실증과 사업화로 이어지지 못함 • 제조기술을 기반으로 스마트에너지관련 사업을 추진 중
중국 (80.0%)	• 전략적 투자 및 풍부한 연구 활동 지원으로 최신 기술수준에 빠르게 추격 중 • 최근 몇 년 동안 논문 및 특허 관련 연구 활동 활발하며, 정부에서도 지속적으로 관심과 지원을 아끼지 않음 • 북경과 상해 등 주요도시를 중심으로 스마트그리드 기술 추진 중 • 환경 이슈를 해결하기 위한 수단으로 스마트에너지 기술 도입 중 • 해외기술을 바탕으로 자체기술 개발
일본 (85.0%)	• 전력시장을 개방하고 신재생에너지 전원을 확대 장려하고 있으며 히타치 등 세계적인 기업이 유럽의 선진기업을 따라 기술개발 중 • 상대적으로 지체된 관련 기술 개발에 대한 관심으로 핵심 기술 및 상용화 기반 부족. 일본 내 에너지 산업 환경의 변화로 관련 기술개발 및 고도화에 대한 필요성 고조 • 원전사태 이후 신재생에너지의 보급 및 촉진과 더불어 지속적으로 스마트그리화를 추진하고 있으며, 정부에서도 제도적으로 지원 중
EU (95.0%)	• 관련 논문 등재 건수, 피인용수 최상위권 • ABB, Siemens 등의 스마트그리드 선진기업을 바탕으로 전 세계 스마트그리드 시장에서 높은 점유율 보유. 신재생에너지, 직류송배전 등 최첨단의 전력기술에 대한 기술개발과 실증 등으로 경쟁력 확보 • 충분한 기초 연구를 통한 핵심 기술 보유 및 일부 상용화 달성 • 에너지 산업 환경에 따른 관련 기술 개발의 지속 필요성 존재 • 기존의 연구 및 기술개발 활동이 지속되고 있으며, 국가적으로도 에너지 전환 측면에서 관련 제도와 기술 지원 • 지진과 같은 재난에 대비하기 위해 스마트에너지 기술이 확보되어 있으며, 다양한 지원정책이 있음 • 배터리 제조기술이 세계 최고 수준

국가 (기술수준)	판단근거
	• 독일을 중심으로 마이크로그리드 기술 구현 • 독일은 태양광관련 제조기술, PCS 제조기술이 뛰어나고, 활발한 실증 및 상업운전 사례 보유
미국 (100%)	• 관련 특허 피인용수 최상위권 • 여러 개의 독립적인 전력시장을 바탕으로 다양한 전력회사가 있으며 이들 전력회사에서 스마트그리드 신기술 적용 중. 각 전력회사에서는 시장 경제를 바탕으로 스마트그리드 기술을 적용하므로 경쟁력 있는 기술을 가진 전 세계 기업이 앞 다투어 진출하고 기술개발의 결과는 시장 참여자의 이윤이 되므로 기술개발과 실증에 동인이 지속됨 • 캘리포니아, 텍사스 등에서는 신재생에너지와 관련된 정책으로 관련 기술 개발에 적극적 • 충분한 기초 연구를 통한 핵심 기술 보유 및 일부 상용화 달성 • 주 별로 스마트그리드 기술을 구현 • 최근 연도별 특허 동향 및 논문 동향의 근거로 다른 국가에 비해 지수가 월등히 높고 국가전력망공사가 스마트그리드 요소기기에 대한 적용 등 적극 추진 • 분산 에너지 자원의 급증이 예상되는 배전망의 운영체계를 수립하고, 이를 망에 이용하는 다양한 보조서비스, 스마트 그리드 기술 및 전력거래에 대한 트랜스액티브 그리드에 대한 기술개발 및 실증 활발 • 다양한 사업자들이 시장에서 활용되는 기술 개발 중 • 지원정책 및 제도 우수. 활발한 실증 및 상업운전 사례를 통해서 스마트에너지 시스템의 기술 확보 • 배전자동화 확대를 통해 스마트그리드 투자는 세계적으로 높은 수준. 다만 발전사협회 등의 소송 등으로 인한 시장이 감소하고 있으며 이에 대한 연구 활동이 최근 둔화됨

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 선행 연구를 통한 기반 기술 풍부 • 전략적 지원 통한 산업화 추진 동력 유지 • 요소기술 개발 수준은 매우 선도적으로 향후 관련 기술 상용화 조기 달성 기초 구축 • 스마트 미러링 및 빅데이터 • 지속적인 관심에 따라 꾸준히 연구 및 기술개발이 진행 중 • 2016년부터 15개 광역 지자체에서 8개 컨소시엄이 3722억 원(국비 660억 원)을 투자해 가정, 공장, 빌딩 등을 대상으로 AMI 기반 전력서비스, 지능형 전력 공급·소비 효율화 서비스를 제공하는 스마트그리드 확산사업을 추진 • 2017년 8월 기준 AMI 7만 5,000호, 에너지관리시스템(EMS) 180개소, 분산전원 40㎿를 구축, 연말까지 AMI 12만호, EMS 400개소 등이 보급될 전망	• 사업모델 수립에 방해되는 규제와 법제도로 인한 사업화 속도가 낮음 • 실증연구 미진 • 국내 에너지 산업 환경으로 인한 관련 기술개발의 유인 부족 우려 • 시스템적 접근이 필요한 부분임에도 불구하고, 개별 기기 및 서비스 단위의 접근이 주를 이룸 • 전반적으로 국내 기업의 제품 경쟁력은 좋은 평가를 받고 있지만, 핵심 소재와 통합 솔루션 기술은 부족한 것으로 분석 • 에너지저장기술, 열네트워크기술 • 정부 주도의 실증사업 위주로 진행되므로 사업 종료 후의 후속조치 미흡과 시장의 부재로 기업의 이윤 창출과 지속적인 기술개발이 어려움 • 경제성 결여된 전기요금 체계로 관련시장이 왜곡되고 핵심기술성장에 방해가 됨

국가	강점분야	기타
	• 지능형 송배전기술 • 정부와 한전 주도의 스마트그리드 실증사업을 바탕으로 일부 가시적인 효과 거둠 • 한전 자금력 바탕으로 해외협력 사례 축적 • 정부 정책에 의한 스마트에너지그리드 분야의 인력, 인프라가 지속적으로 상승 중	• 기술개발 및 전력 및 에너지 인프라는 우수하나, 기초 연구 능력은 다소 미흡 • 2014년 대비 2016년 기초연구분야에서 0.5%, 응용개발연구 분야 0.1%, 기술 분야 0.3% 수준 하강함
중국	• 주요도시를 중심으로 연구개발이 진행되고 있으며, 연구 인력을 대폭 확대함. 특히, 전기차 중심의 연구개발 활발 • 전략적 국가지원을 통한 연구능력 집중 • 다양한 파생기술 개발 가능성 높음 • 열에너지 네트워크 기술 • 스마트 미러링 및 빅데이터 기술 • 전기차 충/방전 기술 • 세계 각국에서 교육 및 훈련을 받은 자국 인력들이 본국으로 돌아가 기술 개발 및 혁신 주도 • 최근 스마트그리드에 많은 투자를 하는 국가로 전력자원의 최적배분, 송전계통 강화 측면에서 스마트그리드 사업을 추진 • 전체 전력망 지능화 완성을 위해 2020년까지 총 1조 7천억 위안 투자 계획 발표 • 2016~2020년 스마트그리드 투자는 총 450억 달러에 달할 것으로 전망 • 중국 자국 내의 전력설비의 수요가 높아 신규 투자가 많으며 초고압 HVDC, 신재생에너지 기술과 접목하여 첨단 기술 개발 • 중국 시장에서의 사업 기회를 미끼로 해외 기업을 유치하여 노하우를 전수받고 있으며 선진국과의 격차가 빠르게 줄어듦 • 국가연구소, 대학 등의 연구 인력에 많은 투자를 하여 고급인재 양성 • 2014년 대비 2016년 기초연구분야에서 5.6%, 응용개발연구 분야에서 9.3%, 기술수준 7.4% 수준 급상승함	• 지역적으로 진행되고 있으며, 전기중심의 연구로 일부 전기차에 집중 • 기초 기술 부족으로 기술 고도화를 선도하기에는 다소 시간이 소요될 것으로 예상 • 논문 및 특허 등의 신규 등록이 높아 신규 기술 개발이 원활하게 이루어지고 있으나 인용건수는 현저히 낮아 보유기술에 대해 전체 시스템에 적용하기가 어려울 것 • 민간 주도 실증단지 구축 노력이 없음 • 초고압송전 등의 일부 분야를 제외하면 전력설비의 기술력은 세계적인 수준과 격차가 있음 • 상대적으로 기초연구, 응용개발연구, 기술수준이 낮음
일본	• 전국적인 전력망을 중심으로 추진되고 있으며, 국가 차원에서 인력 인프라와 실증사업 등 추진 • 높은 수준의 기초 기술 보유로 빠른 속도로 기술 수준 향상 가능성 존재 • 마이크로 그리드 에너지 프로슈머 기술 • 중전기기 산업과 같은 연계 산업의 세계 경쟁력이 높아 시너지 효과 창출 가능	• 국제표준화 역량 미흡 • 세부적인 기술들에 대한 연구개발보다는 개괄적인 기술을 중심으로 진행 • 자국 내 에너지 산업 환경 변화로 인해 관련 기술 고도화 및 상용화에 대한 유인 증대 • 스마트그리드 시장이 상용화/보급화에 이르고 있어 새로운 연구개발 및 특허 출원등의 신규

국가	강점분야	기타
	• 국가차원의 신재생에너지 자원을 수용할 수 있는 마이크로그리드 개념의 신전력 인프라 개발 및 시범단지를 구축, 개발 기술의 상용화 촉진 • 대학을 중심으로 하는 관련 기초기술 우수 • 히타치, 파나소닉, NTT 등 세계적인 수준의 전력기기 회사 보유 • 자국 전력시장을 개방해 경쟁체제를 확대하여 배전계통 레벨에서 신시장과 경쟁 유발 • 신재생에너지 전원, 분산전원 등의 시장 확대 • 닛산, 도요타 등 전기차 분야에서 앞선 기술 보유 • 2014년 대비 2016년 기초연구분야에서 2.3%, 응용개발연구 분야에서 1.6%, 기술수준 1.9% 수준 상승함	R&D 부분은 다소 미진 • 원전 재가동으로 인한 전력회사 중심의 집중형 그리드 체제가 당분간 지속될 전망 • 기술이 외부에 공개가 잘 안되어 기술 수준 파악이 어려움
EU	• EU 중심의 기술개발체계를 갖추고 있어 기술개발 인력 및 체계 우수 • 독일을 중심으로 마이크로그리드 기술을 추진하고, 열과 전기 등 에너지 전 분야에 대해 네트워크기술과 효율향상 기술 전개 • 고도의 기초기술 수준 및 인력, 인프라 보유 • 상용화를 통한 기술 고도화 및 필요 기술에 대한 이해가 높음 • 각국 내 기술 분야별 집중투자: 영국은 에너지 프로슈머/열에너지 네트워크 기술/비주얼 전력소, 독일은 지능형 송배전 등 • 중전기기 산업과 같은 연계 산업의 세계 경쟁력이 높아 시너지 효과 창출 가능 • 회원국의 다양한 특징을 하나의 스마트그리드 정책으로 묶기 위해 EU Frame Work Project를 통해 스마트그리드 정책 추진 • 2020년까지 스마트미터 보급에 연간 95억 달러 투자 예정 (2020년까지 온실가스 배출량 20% 감축(1990년 배출량 대비), 재생에너지의 에너지 부담률 20% 증대, 에너지효율성 20% 향상) • 재생에너지 연계에 기초하는 국가 간 퍼그리드 시장의 잠재력이 지대함 • 세계 최고의 전력기기/시스템 회사 (스위스 ABB, 독일 Siemens) 및 전력기기, 관리시스템 등의 핵심기술을 보유 • 유럽 및 북아프리카를 연계하는 슈퍼그리드, 스마트시티 등 최신의 기술을 개발하고 적용하는 데에도 적극적	• EU의 각 연구개발기관의 협력으로 추진되는 기술개발에 비해 사업화 속도는 늦음 • 유럽 내 국가 간 연구협력을 통한 체계적인 연구기반 구축. 미국과는 다른 방향으로 관련 기술의 상용화 추진 • 국가별 경제적 상황 및 적용 환경이 달라 격차가 발생 • 이탈리아, 독일, 프랑스 등 국가재원이 풍부한 서유럽은 스마트그리드 분야에서 앞서 있으나, 동유럽 국가들의 투자는 상당히 뒤처짐 • 최근 논문 및 특허 등록 건수가 하락 추세 • 2014년 대비 2016년 기초연구분야에서 3.8%, 기술 분야에서 1.6% 수준 하강함

국가	강점분야	기타
미국	• 기술선도를 통한 시장창출 능력이 강점으로 전 세계 시장 주도 • 캘리포니아 등 우수기술을 구현해 나가고 있으며, 이에 다른 인력과 실제의 인프라 구축으로 실증 중 • 고도의 기초기술 수준 및 풍부한 전문 인력 보유 • 상용화를 통한 기술 고도화 및 필요 기술에 대한 이해가 높음 • 스마트 미러링 및 빅데이터 • 전기 에너지 충/방전 기술 • 마이크로 그리드 • 민간 분야가 주도적으로 기술개발에 앞장서고 있으며, 경기부양과 연계하여 전력망의 현대화 및 계량기 보급 추진 • 주로 민간이 중심이 되어 기술개발에 앞장서고 있으며, 2001년 EPRI(Electric Power Research Institute)를 중심으로 IntelliGrid를 비롯하여 Modern Grid Initiative 등 다양한 R&D 사업 진행 • 에너지 자립과 노후한 전력망의 현대화를 통한 경기 부양을 목표로 2030년 'Grid 2030'이라는 국가 비전 발표 및 45억 달러 투자 결정(전력망 현대화, 스마트 계량기 보급 추진) • 대학을 중심으로 하는 관련 기초기술 우수 • 세계 최대의 시장을 가짐: 여러 전력시장과 다수의 전력회사에서 독립적인 스마트그리드 등 최신기술의 적용을 앞 다투어 추진하여 다양한 기술 축적 가능 • 신재생에너지(태양광, 풍력)의 경제성이 확보되어 관련 산업이 활성화 됨 • 국가연구소 중심의 기초/응용연구가 활발하며 우수한 인재들이 많음 • 학계·연구계 인력, 인프라 및 기술수준 우수	• 주 정부 차원에서 추진하고 있으며, 일부 주에 국한 • 국가 수준의 전략적 지원 수단 부족으로 기술 개발 속도가 점차 완화. 민간 주도의 기술개발로 인해 상용화가 가능한 실질 기술 개발 가능성 높음 • 연방정부의 에너지 관련 정책 기조 변화에 따라 동력이 약화됨 • 최근 5년간 신규 기술에 대한 특허 및 논문 등의 증가가 보이지 않아 기술 수준이 약간 하락세에 있음 • 시장 형성이 가시적이지 않음 • 전력기기 등 요소기술은 유럽(ABB, Siemens), 일본 등에 의존 • 2014년 대비 2016년 기초연구 및 응용개발 연구의 변화가 적음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	3위	2위	1위	5위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 기업 간의 협력, 기술교류 등이 활성화 될 수 있는 기반 마련 • 한전 중심에서 벗어나 민간과 연구기관들이 다양하게 연구하고, 실증 할 수 있도록 협력체계 구축 • 산업간 협력 필요. 예를 들면 전기차 양방향 충전 의무화를 위한 자동차 제조사의 협력, DC배전을 통한 에너지효율화를 위한 가전의 DC가전과 DC기반의 IT 설비의 개발 등 • 국내 학회(대한전기학회, 전력전자학회, 신재생에너지학회, 기타관련 학회 등)들 간에 스마트그리드 기술을 공유할 수 있는 학술대회 추진
국제협력 촉진	• 스마트그리드 국제 표준 제정에 꾸준히 참여하여 국내외 정보의 불균형을 막을 수 있는 지속적이며 일관된 정책 필요. 또한 국내기업과 해외 우수기업과의 교류를 활성화 할 수 있는 지원책 필요. 국내 공기업 중심의 국제 협력에 비용의 낭비와 사후관리가 부재 등 문제 여부 검토 필요 • 국내 실정에 맞는 연구개발과 실증 사례를 발굴하고 국제협력 추진 • 스마트 에너지 분야의 선도국가인 미국, EU뿐만 아니라 슈퍼그리드를 고려하여 중국의 기술력을 협력하여 공동 R&D 추진 • 에너지 산업 구조 및 아키텍처의 연구에 이에 대하여 앞서가는 미국과 영국 등과 협력 추진 • 미국, 유럽, 일본 등 각 국가별 스마트그리드 현황들을 벤치마킹 할 수 있도록 상호 협력 프로그램 마련
인력양성 및 유치	• 우수한 인력이 지속적으로 에너지 분야에 진출할 수 있도록 지원. 특히 석/박사급의 우수 인력이 에너지 공기업에 취업하여 전문적인 지식이 현장에서 활용될 수 있도록 하고 중요한 의사결정에 대한 참여 기회 확대 • 산학연에 많은 인력이 존재하나 실제적인 연구와 실증사업의 제약 있음 • 스마트 에너지 그리드 및 계통 해석 등의 전문분야의 인력양성을 위한 커리큘럼 및 특성화 대학 유치 • 디지털 기술(AICBM)과 에너지 기술의 융합이 더 커질 것으로 예상되어 융합학제의 편성을 통한 전문 인력 양성 필요 • 스마트 에너지그리드 기술관련 국내 국책 연구기관들에 의한 교육 강좌개설이 필요하고, 산업계 전문가들을 활용한 교육 프로그램도 필요
인프라 구축	• 전기차, 신재생 전원, 마이크로그리드, 전력거래, 에너지 빅데이터 등 스마트그리드 신기술을 적용할 수 있는 인프라 구축 • 우리나라는 단일계통의 단일요금체계로 되어있어 다양한 스마트그리드 기술의 구현에 장애가 있으므로 구역별로 구분하여 추진 필요 • 분산 전원망을 이용한 배전망 구축을 통해 다양한 트랙레코드를 쌓을 수 있는 기반이 요구됨 • 신재생에너지의 확대 및 다양한 디지털기술의 적용에 따른 다양한 사업자의 출연으로 발전-송배전-판매-시장 등 전반적인 전력시스템의 구조에 대한 고민과 비용효과적인 인프라 구성방안에 대한 고민과 구축 필요. 타 에너지 분야(수도, 가스 등)에서의 AMI 인프라를 이용한 원격검침 및 데이터 기반 부가서비스 도출을 위한 인프라 조성 필요 • 전기차 충전소 인프라 구축이 많이 보급을 통한 전기차 보급 활성화

	정책제언
법·제도 개선	• 전기차, 신재생 분산에너지, 에너지 데이터를 활용한 혁신적인 기업이 나올 수 있도록 법과 제도적 지원 • 에너지 시장의 관련 제도 정비를 통해 해당 기술들이 잘 개발 및 적용될 수 있는 환경을 조성해 산업계의 적극적인 참여 및 투자 유도 • 전기사업법에 대한 제약이 많고 전력분야의 송배전분야를 한전중심으로 이루어져 있으므로 다양한 기술을 구현할 수 있는 실증 및 연구개발이 어려움. 스마트그리드는 전력중심으로 이루어져야 하지만 가스와 열 등 타 에너지원과 같이 이루어져야 하며, 발전원간 상호 보완관계를 이룰 수 있도록 개선 필요 • 에너지의 민간 거래 활성화 제도와 분산전원의 확대를 위한 법제도 개선 • 스마트 에너지 그리드 수준 향상을 위해 전체적인 사업영역에서 민간영역에서 개발하는 사업 모델을 실현할 수 있도록 규제 등 법제도 개선이 필요하고, 체험단지 등에서 규제 샌드박스를 적용해 다양한 스마트그리드 기술과 사업모델을 실증, 평가할 수 있는 리빙랩 구축 필요 • 스마트 에너지그리드는 시스템 기술로 개별 요소 기술들은 많이 이미 개발이 많이 되어 있어 요금제 및 전력산업 구조 등 제도 개선 시급 • 마이크로그리드관련 기술은 도서지역에서 실증이 완료된 상태이며, 비즈니스 모델을 만들기 위하여 전력거래 기준 마련이 필요. 전기차 보급을 위한 충전요금 및 V2G 전력거래 제도 및 수용가용 전기요금제도의 에너지프로슈머, VPP를 고려한 개선 필요
연구비 확대	• 스마트그리드 분야의 혁신적인 기술개발을 위한 지속적인 연구비 확대 • 다양한 연구개발과 실증을 위한 연구비 확대 • 스마트 에너지 그리드를 위한 요소기기 및 통합 운영에 대한 기초 연구 및 응용연구와 실증연구에 대한 연구비 확대 • 분산에너지자원과 다양한 사업모델이 출현하는 배전망 플랫폼에 대한 새로운 아키텍처에 대한 연구가 필요하고, 이 통합 에너지 플랫폼에서 계획, 운영 및 거래기술의 연구 및 정립 필요 • 국내외 협력촉진의 연구비 증액을 통해 스마트그리드 기술 상호 보완
기타 의견	• 정책의 견인이 전제되어야 기술의 발전이 따라갈 수 있는 분야이므로 탑다운 형태로 강한 드라이브 필요 • 스마트시티와 분산형 전원, 신재생에너지 등과 연계 및 융복합 추진 • 스마트 에너지 기술 분야와 융복합 할 수 있는 분야는 송배전망의 DC 전력 공급 체계를 연구하는 HVDC 및 LVDC 사업과 연계하여 추진할 경우 시너지가 높을 것 • 스마트그리드가 스마트 시티로 확장됨에 따라 건물에너지, 교통 (C-ITS), 공유 플랫폼 등 타 기술과의 융복합이 필요하고, 이런 기술적 융복합을 통해 사업모델을 개발 확산 필요

다 주요 분석 결과 요약

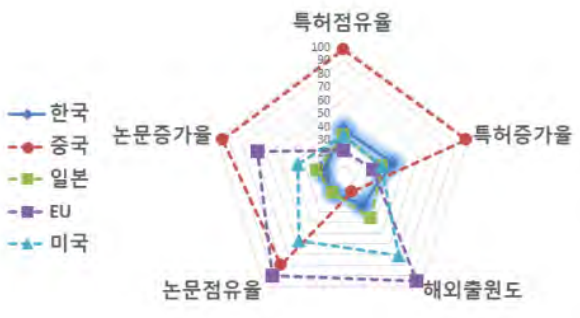
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	스마트 에너지그리드 기술	5,535	2,385	265.9%	373.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

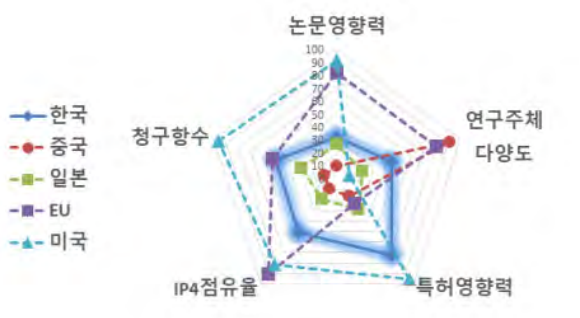
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	37.3%	59.3%	14.6	17.4
한국	5위	2위	3위	2위
	4.2%	14.0%	8.8	11.2
5개국 평균[2]	-	-	10.9	12.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

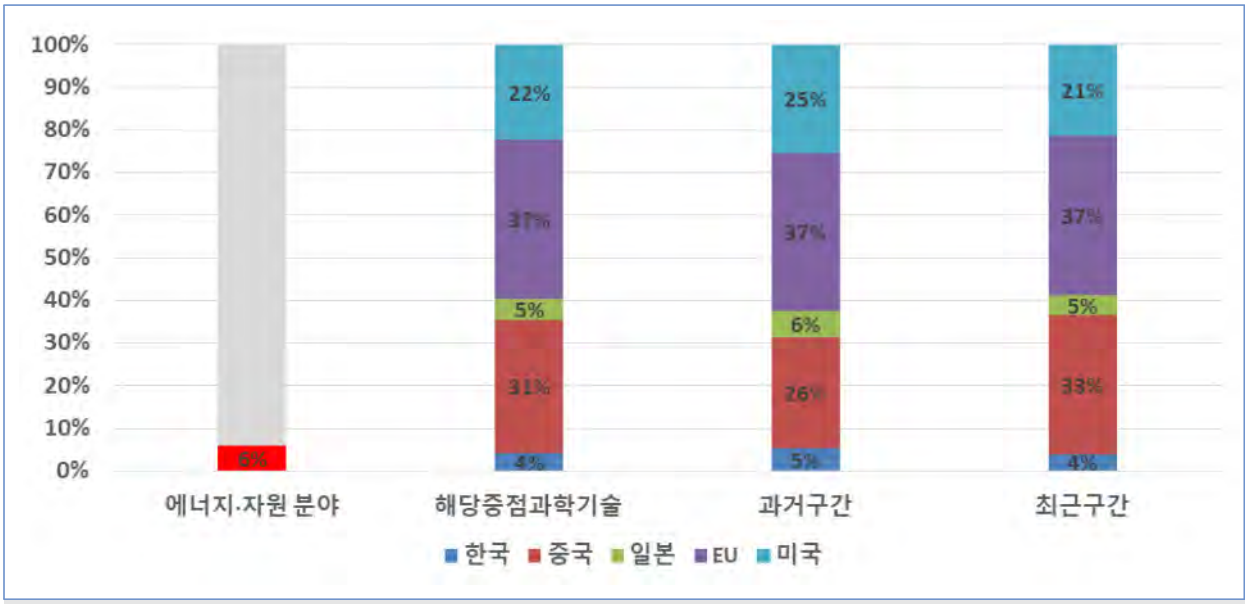
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(8.8)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(37.3%), 중국(31.3%), 미국(22.3%), 일본(4.9%), 한국(4.2%) 순이며, 논문 증가율은 중국(361.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(14.6), EU(13.1), 한국(8.8), 일본(8.3), 중국(6.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 미국(0.94)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.0%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(11.2)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(59.3%), 한국(14.0%), 미국(11.2%), 일본(11.2%), EU(4.4%) 순이며, 특허 증가율은 중국(824.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(17.4), 한국(11.2), 일본(4.6), EU(3.6), 중국(2.1) 순이며, IP4 점유율은 EU(11.4%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.2%	31.3%	4.9%	37.3%	22.3%
	논문 증가율	161.5%	361.7%	175.0%	268.7%	208.3%
	논문 영향력	8.8	6.3	8.3	13.1	14.6
	연구주체 다양도	0.87	0.86	0.83	0.93	0.94
특허 분석	특허 점유율	14.0%	59.3%	11.2%	4.4%	11.2%
	특허 증가율	201.2%	824.6%	136.7%	83.8%	138.0%
	해외출원도	0.8	0.1	1.3	4.2	2.6
	특허 영향력	11.2	2.1	4.6	3.6	17.4
	IP4점유율	6.0%	0.4%	2.3%	11.4%	9.7%
	청구항수	6.1	2.5	4.5	6.3	11.4

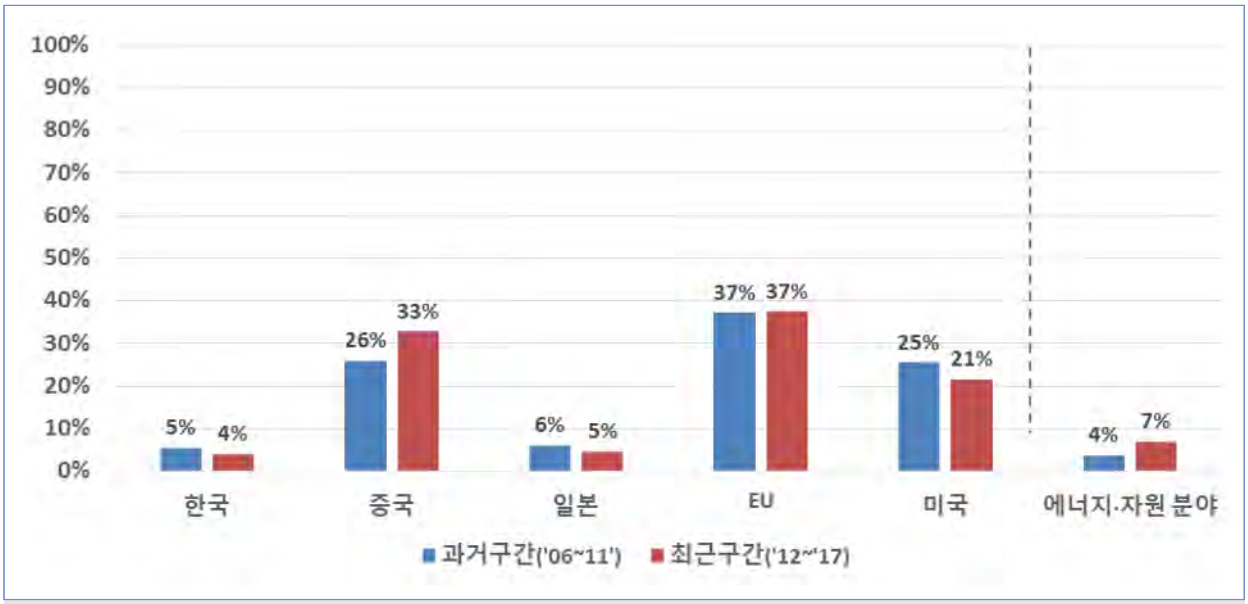
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 스마트 에너지그리드 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2067건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 에너지그리드 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

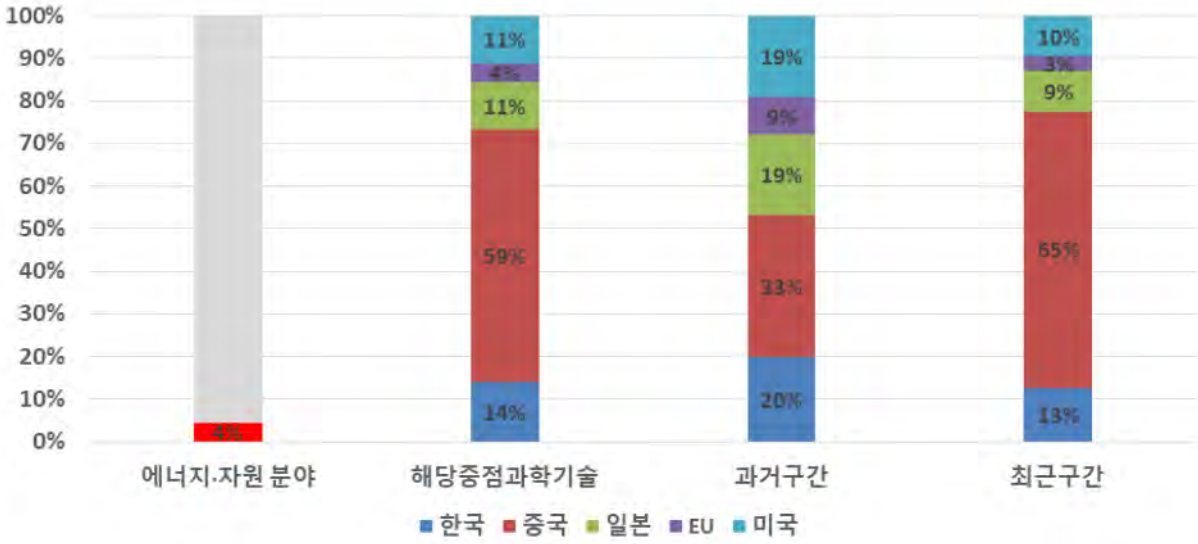


- 스마트 에너지그리드 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 161.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	65	170	235	161.5%
중국	308	1,422	1,730	361.7%
일본	72	198	270	175.0%
EU	441	1,626	2,067	268.7%
미국	302	931	1,233	208.3%
전체	1,188	4,347	5,535	265.9%

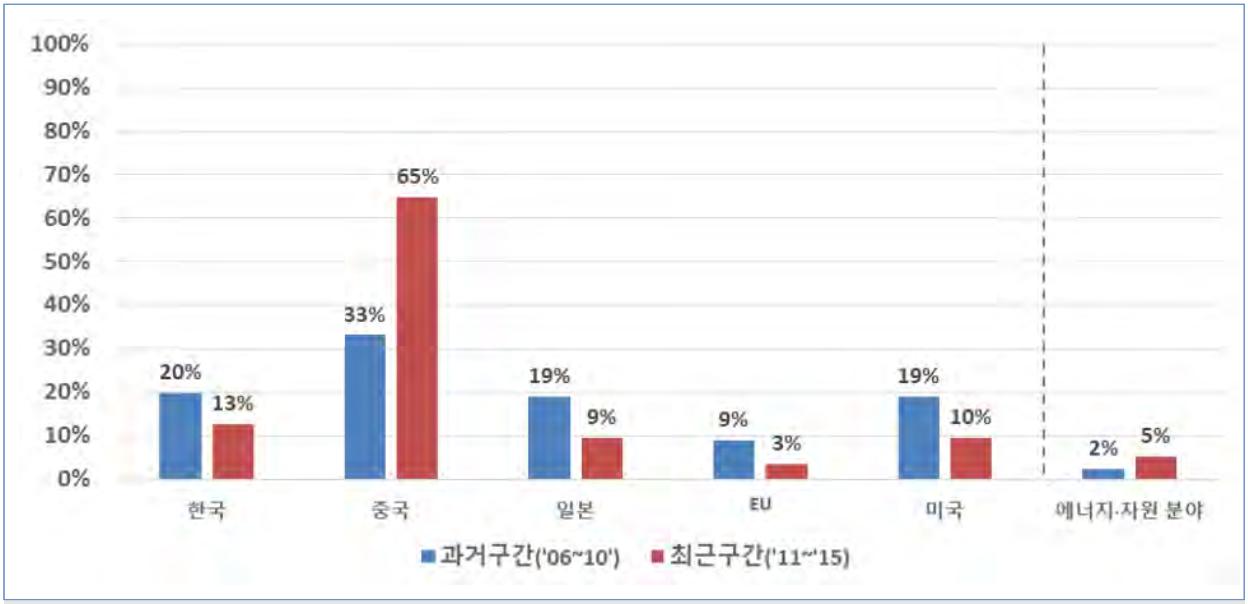
(4) 특허 점유율(전체)



● 스마트 에너지그리드 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1414건으로 전체 특허의 59%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 에너지그리드 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 4%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 스마트 에너지그리드 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 201.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	83	250	333	201.2%
중국	138	1,276	1,414	824.6%
일본	79	187	266	136.7%
EU	37	68	105	83.8%
미국	79	188	267	138.0%
전체	416	1,969	2,385	373.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

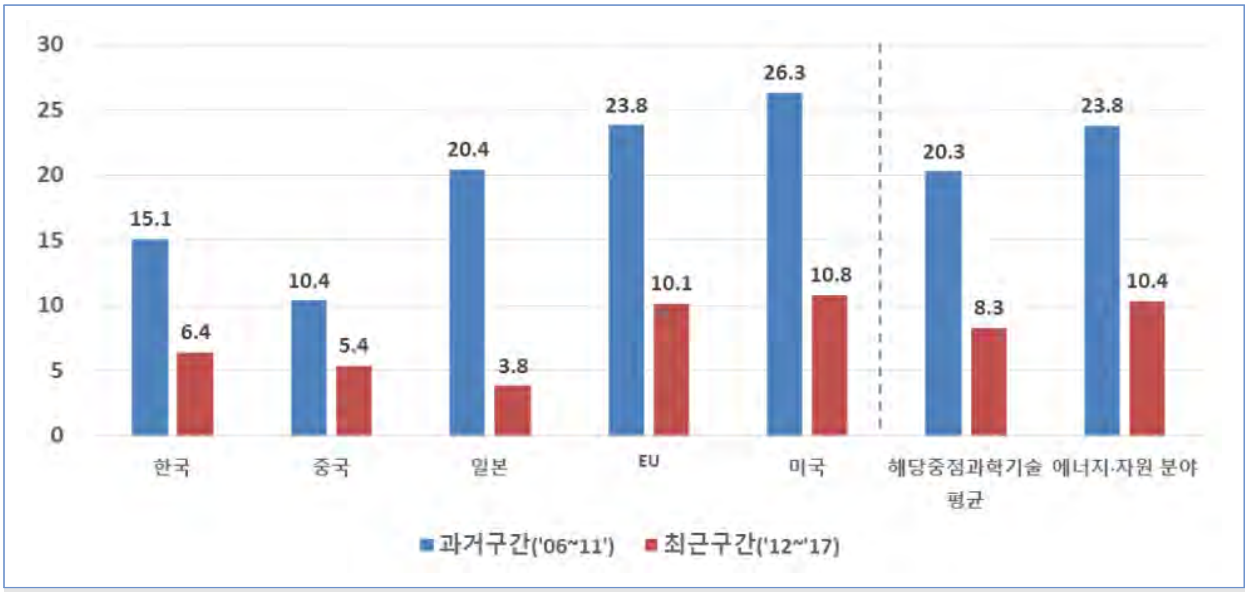


● 스마트 에너지그리드 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

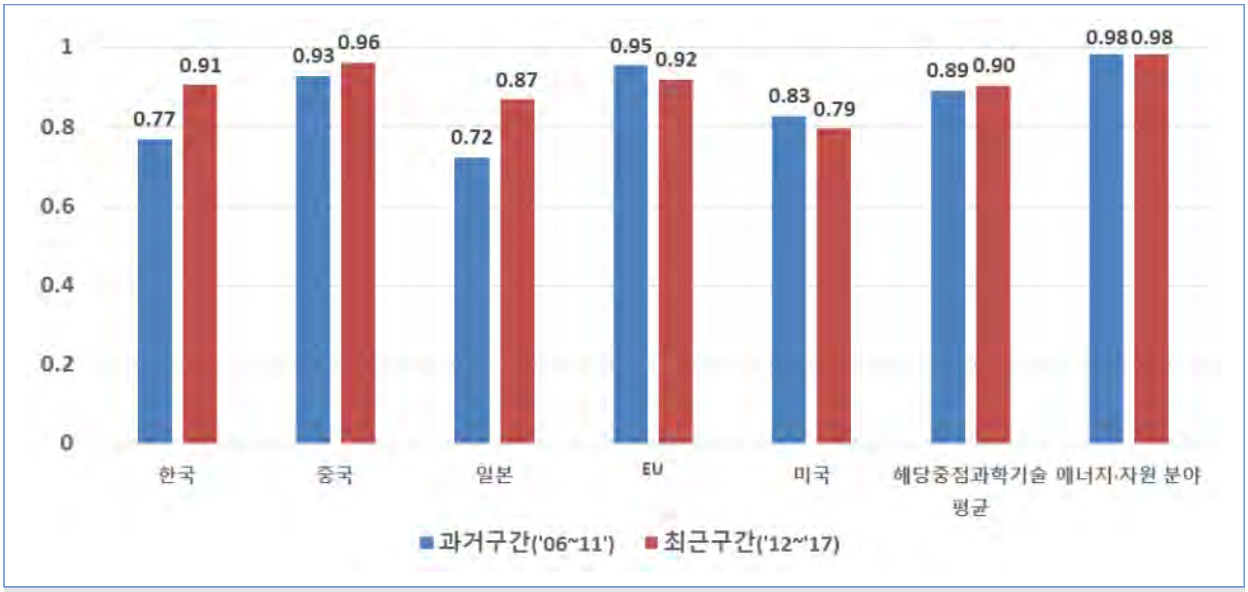
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



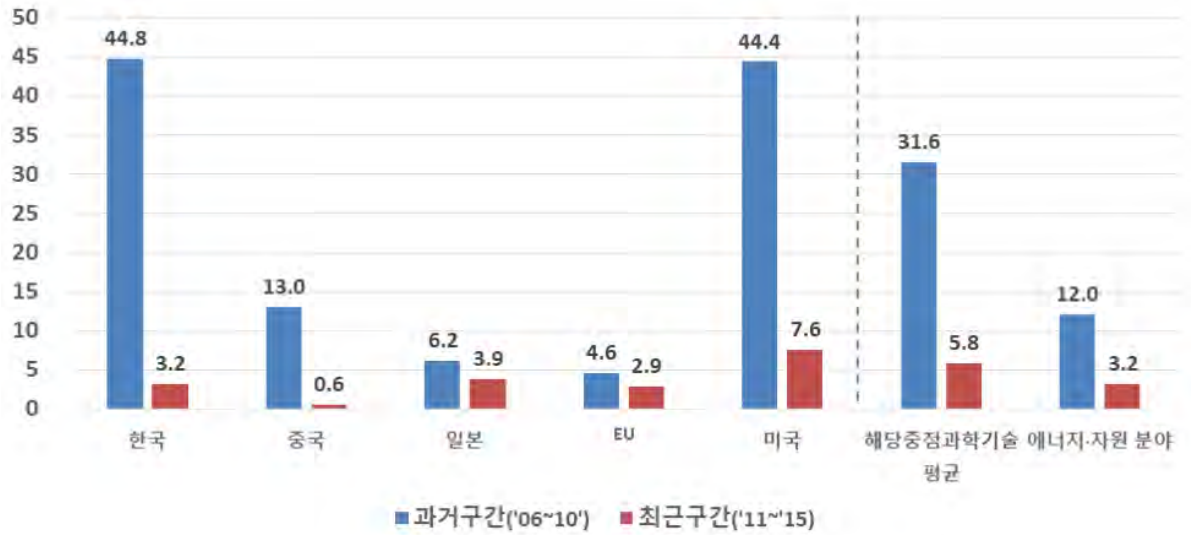
● 스마트 에너지그리드 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



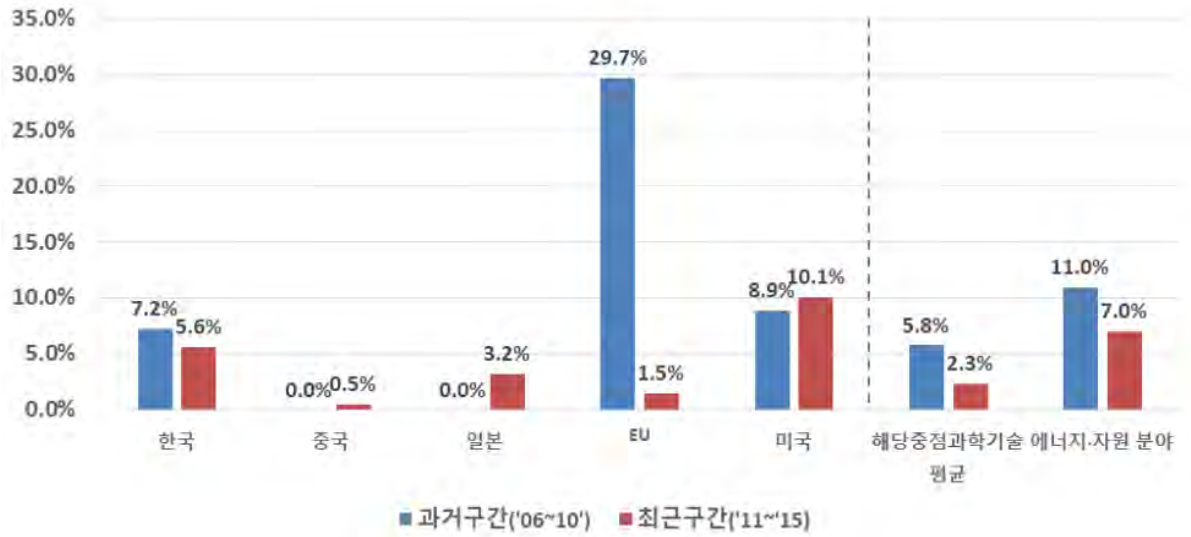
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



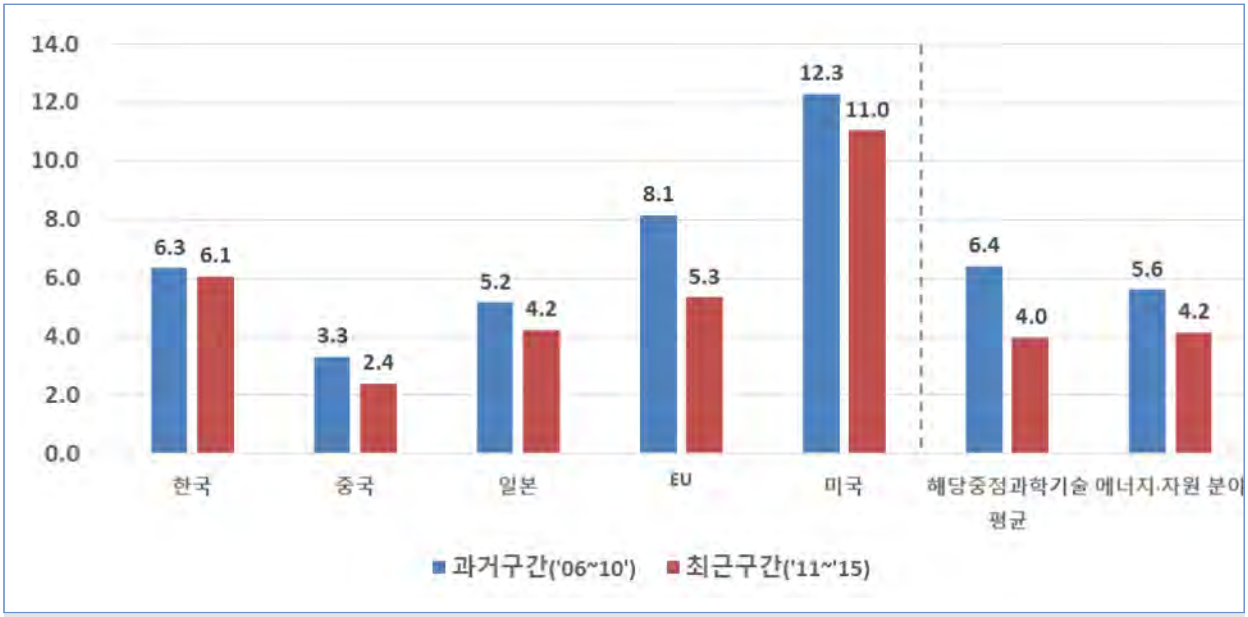
● 스마트 에너지그리드 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

4) IP4 점유율



● 스마트 에너지그리드 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 스마트 에너지그리드 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

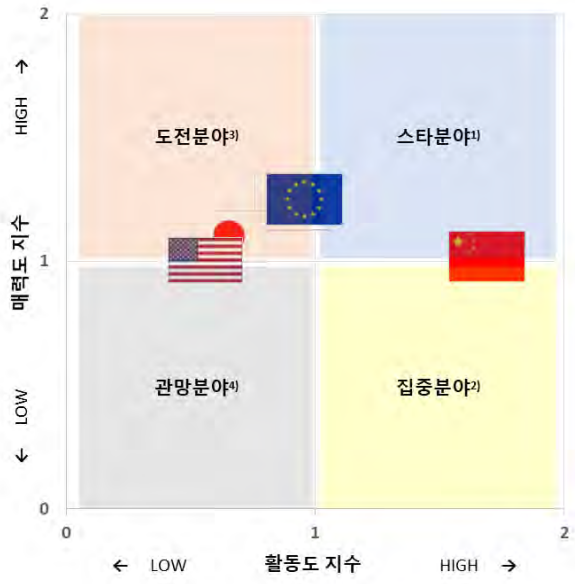
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

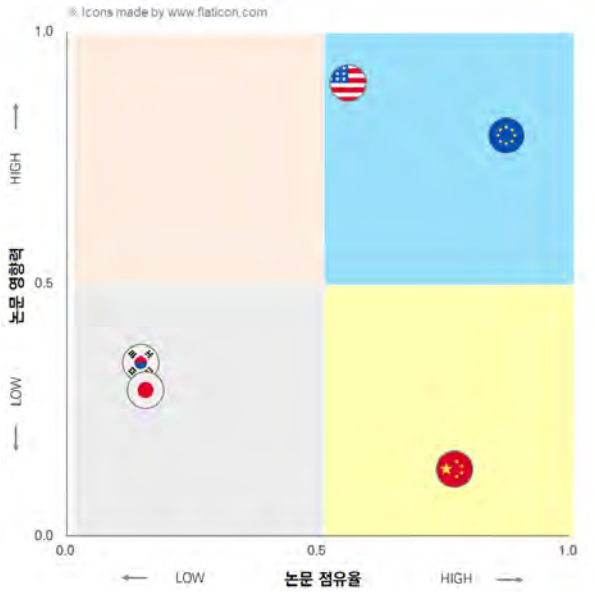
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트 에너지그리드 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

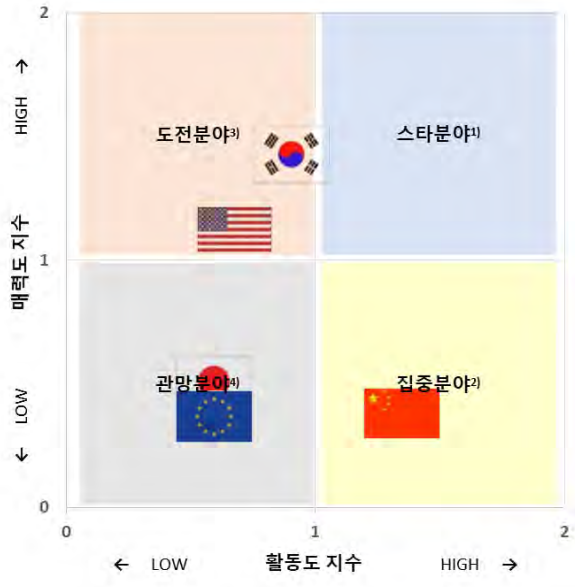


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

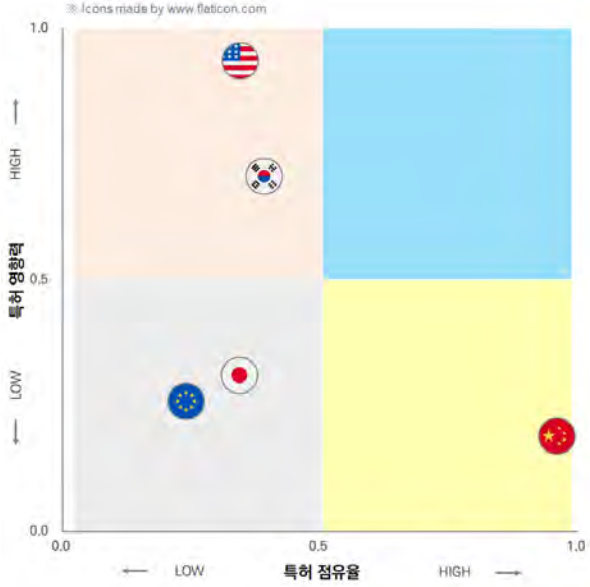
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트 에너지그리드 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 중국은 특허활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY(1.75%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한양대학교'가 6.38%(글로벌 점유율은 0.27%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	중국	5.61%	1.75%	240.91%
2	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	중국	3.41%	1.07%	221.43%
3	AALBORG UNIVERSITY	EU	2.66%	0.99%	2550.00%
4	SOUTHEAST UNIVERSITY	중국	2.49%	0.78%	414.29%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	2.25%	0.70%	775.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HANYANG UNIVERSITY	6.38%	0.27%	14.29%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	4.26%	0.18%	300.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.26%	0.18%	0.00%
4	YONSEI UNIVERSITY	3.40%	0.14%	700.00%
5	SOONGSIL UNIVERSITY	2.98%	0.13%	500.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	5.61%	1.75%	240.91%
2	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	3.41%	1.07%	221.43%
3	SOUTHEAST UNIVERSITY	2.49%	0.78%	414.29%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.25%	0.70%	775.00%
5	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	1.97%	0.61%	225.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	7.41%	0.36%	50.00%
2	KEIO UNIVERSITY	5.56%	0.27%	1300.00%
3	OSAKA UNIVERSITY	4.81%	0.23%	-37.50%
4	UNIVERSITY OF THE RYUKYUS	4.44%	0.22%	1100.00%
5	WASEDA UNIVERSITY	4.07%	0.20%	75.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	AALBORG UNIVERSITY	2.66%	0.99%	2550.00%
2	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	1.40%	0.52%	214.29%
3	EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.35%	0.51%	266.67%
4	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.02%	0.38%	100.00%
5	AALTO UNIVERSITY	1.02%	0.38%	2000.00%

6 미국

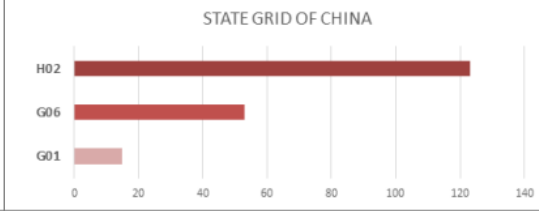
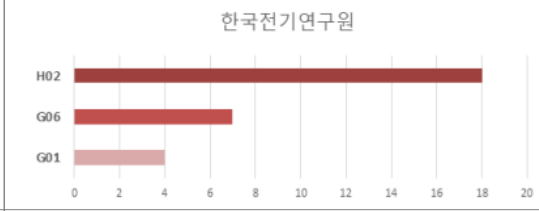
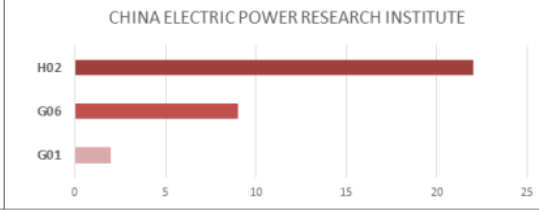
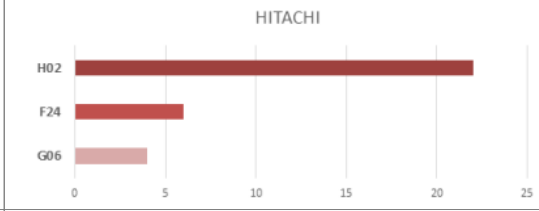
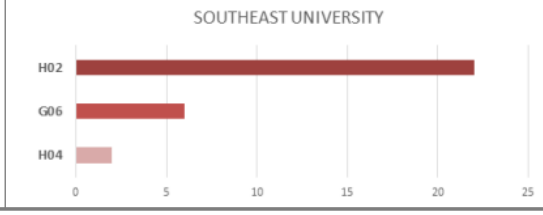
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.35%	0.52%	283.33%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.54%	0.34%	71.43%
3	MICHIGAN TECHNOLOGICAL UNIVERSITY	1.30%	0.29%	1500.00%
4	FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY	1.30%	0.29%	1500.00%
5	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	1.22%	0.27%	300.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'STATE GRID OF CHINA(8.68%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국전기연구원'이 10.21%(글로벌 점유율은 1.43%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'STATE GRID OF CHINA'와 '한국전기연구원'은 H02(전력의 발전, 변환, 배전)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

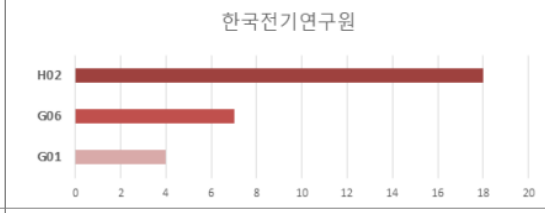
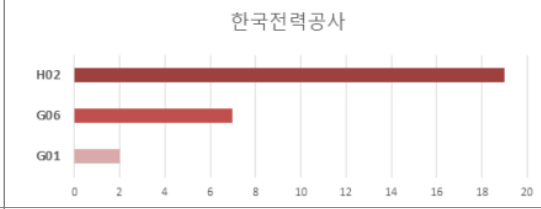
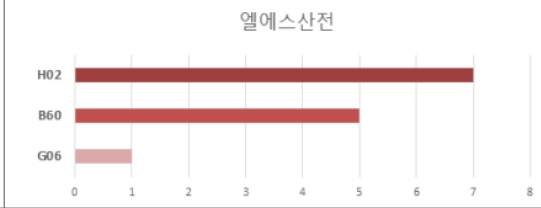
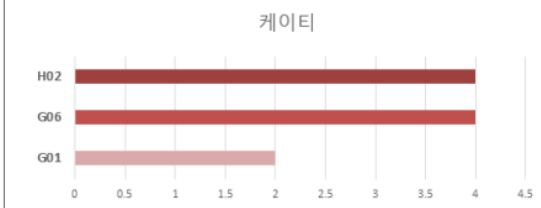
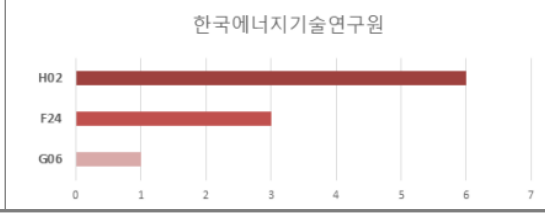
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	중국	14.64%	8.68%	20600.00%
2	한국전기연구원	한국	10.21%	1.43%	61.54%
3	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	중국	2.40%	1.43%	1500.00%
4	HITACHI	일본	12.41%	1.38%	212.50%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	중국	2.33%	1.38%	625.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술

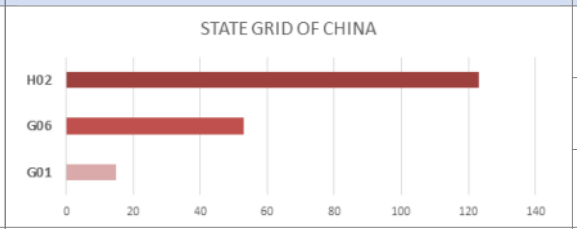
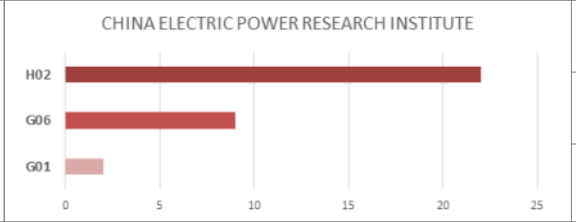
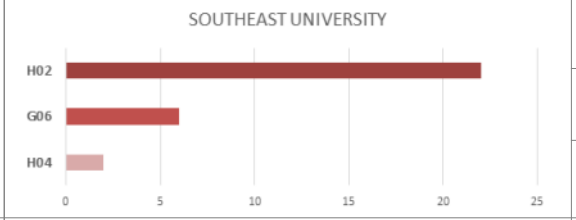
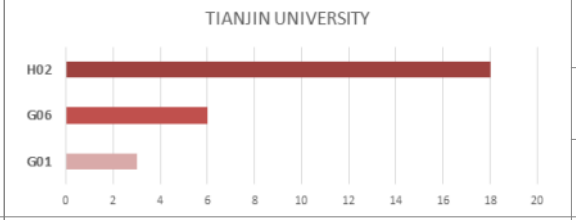
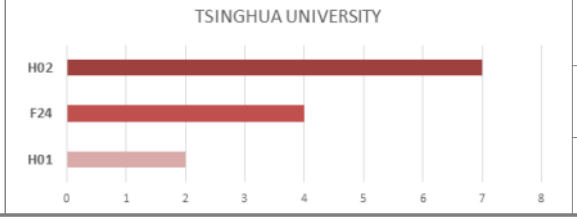
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전기연구원	10.21%	1.43%	61.54%
2	한국전력공사	8.41%	1.17%	80.00%
3	엘에스산전	4.20%	0.59%	1300.00%
4	케이티	3.60%	0.50%	1000.00%
5	한국에너지기술연구원	3.60%	0.50%	1100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

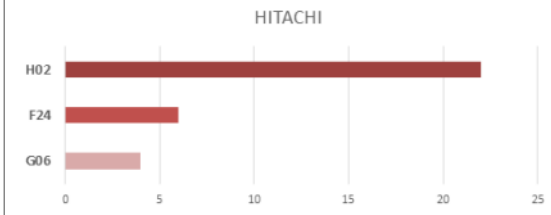
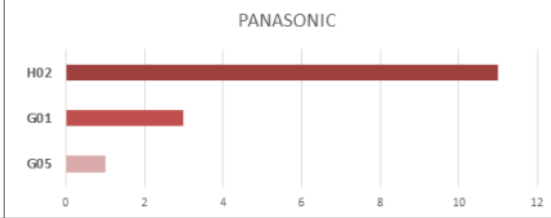
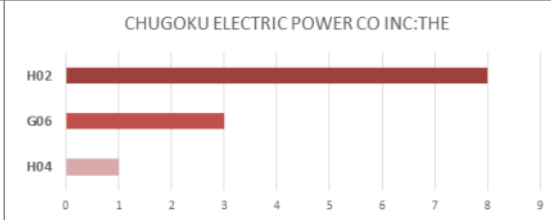
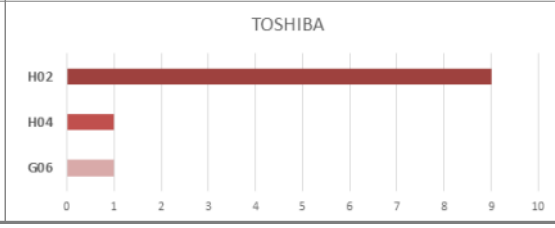
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	14.64%	8.68%	20600.00%
2	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	2.40%	1.43%	1500.00%
3	SOUTHEAST UNIVERSITY	2.33%	1.38%	625.00%
4	TIANJIN UNIVERSITY	2.05%	1.22%	90.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	1.34%	0.80%	116.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H01	기본적 전기소자

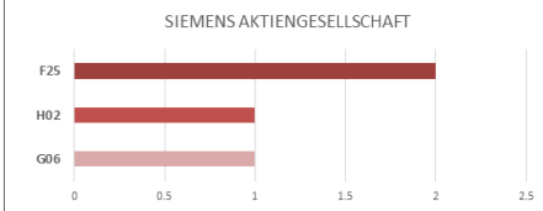
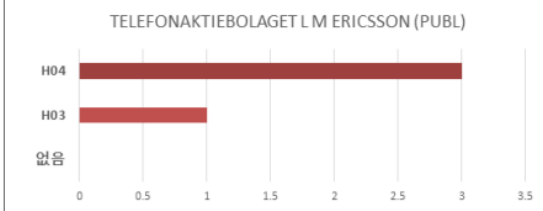
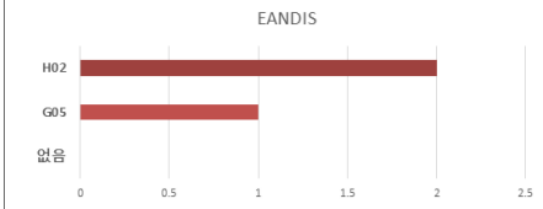
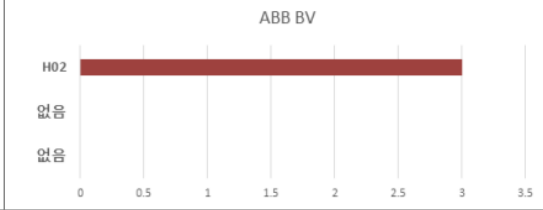
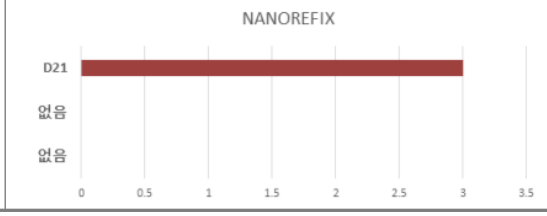
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI	12.41%	1.38%	212.50%
2	KYOCERA	6.39%	0.71%	1500.00%
3	PANASONIC	6.02%	0.67%	600.00%
4	CHUGOKU ELECTRIC POWER CO INC:THE	4.89%	0.55%	125.00%
5	TOSHIBA	4.14%	0.46%	166.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G05	제어; 조정
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

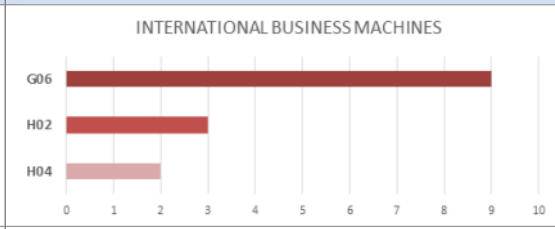
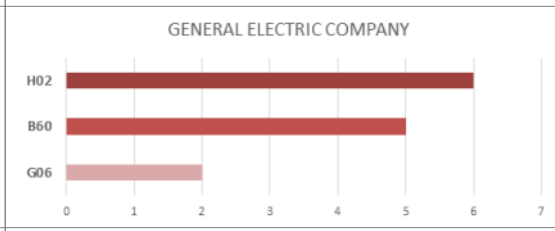
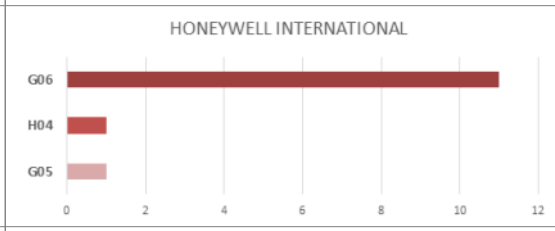
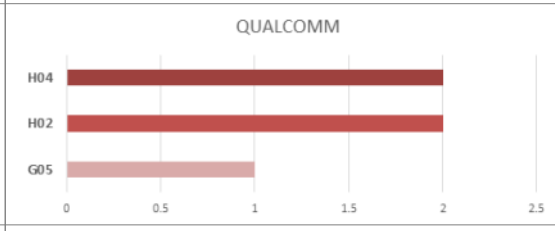
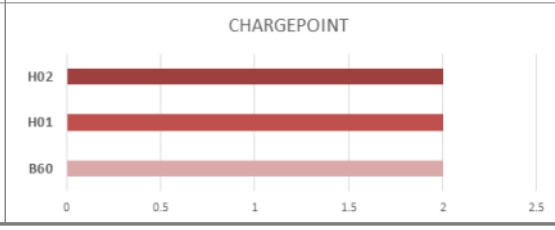
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	6.67%	0.29%	600.00%
2	TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)	3.81%	0.17%	0.00%
3	EANDIS	2.86%	0.13%	-100.00%
4	ABB BV	2.86%	0.13%	200.00%
5	NANOREFIX	2.86%	0.13%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		H03	기본전자회로
		-	-
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
		-	-
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		-	-
		-	-
5		D21	제지; 셀룰로스의 제조
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	7.87%	0.88%	500.00%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	7.49%	0.84%	0.00%
3	HONEYWELL INTERNATIONAL	4.87%	0.55%	1200.00%
4	QUALCOMM	2.25%	0.25%	100.00%
5	CHARGEPOINT	2.25%	0.25%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H04	전기통신기술
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
4		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		B60	차량일반

77 고효율 전력수송 기술



77 고효율 전력수송 기술

중점과학기술 개요

- 국가 계통망의 송전에서 배전까지의 전력망에 직류 송배전, FACTS(Flexible AC Transmission System), 디지털 변전, 초전도 케이블 등 신전력기기를 적용하여 전력시스템의 효율성과 신뢰성을 획기적으로 증가시키는 차세대 전력수송기술
- 기존 교류망을 직류화하는 직류 송배전기술, 직류배전 전력의 디지털 변전기술, 직류 송배전을 고효율화하기 위한 초전도 케이블 기술과 전체 직류 전력망에 대한 통합 운전과 제어를 위한 전력망 운영기술 등의 핵심기술로 구성

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

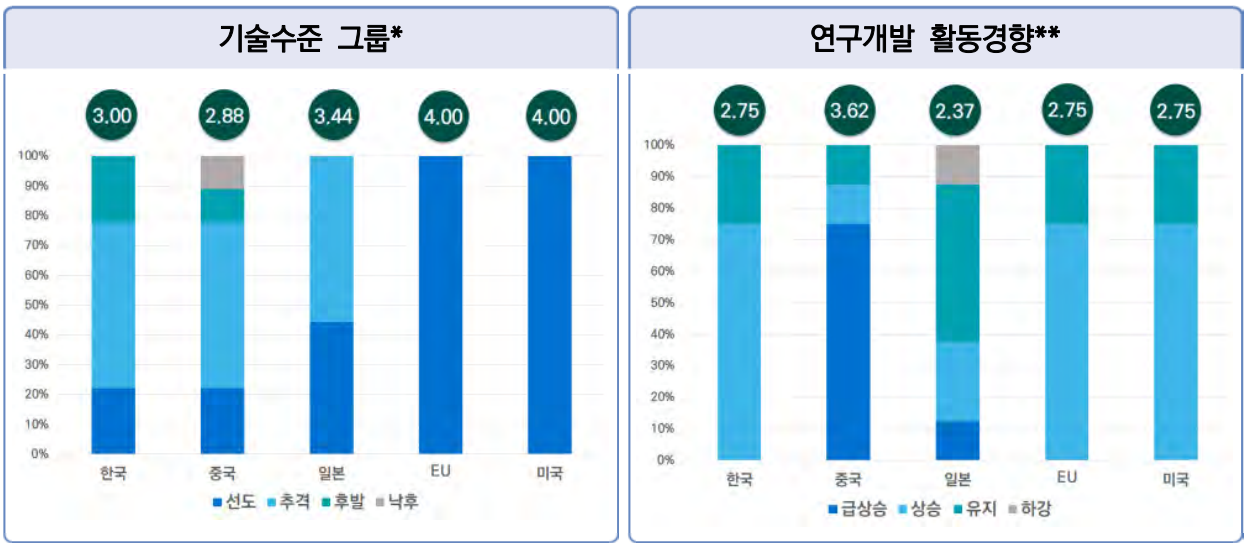
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	88.0	2.5	추격	보통	우수	상승
중국	85.0	2.5	추격	우수	우수	급상승
일본	90.0	1.5	추격	우수	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.5	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	89.0	2.3	88.0	85.0	90.0	12.9	2.5	2.0	3.0	1.8
중국	86.5	2.3	85.0	84.0	88.0	12.7	2.5	2.0	4.0	2.7
일본	91.0	1.8	90.0	90.0	95.0	7.7	1.5	1.5	2.0	1.2
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.3
미국	100.0	0.0	100.0	97.0	100.0	2.2	0.5	0.0	1.0	0.7

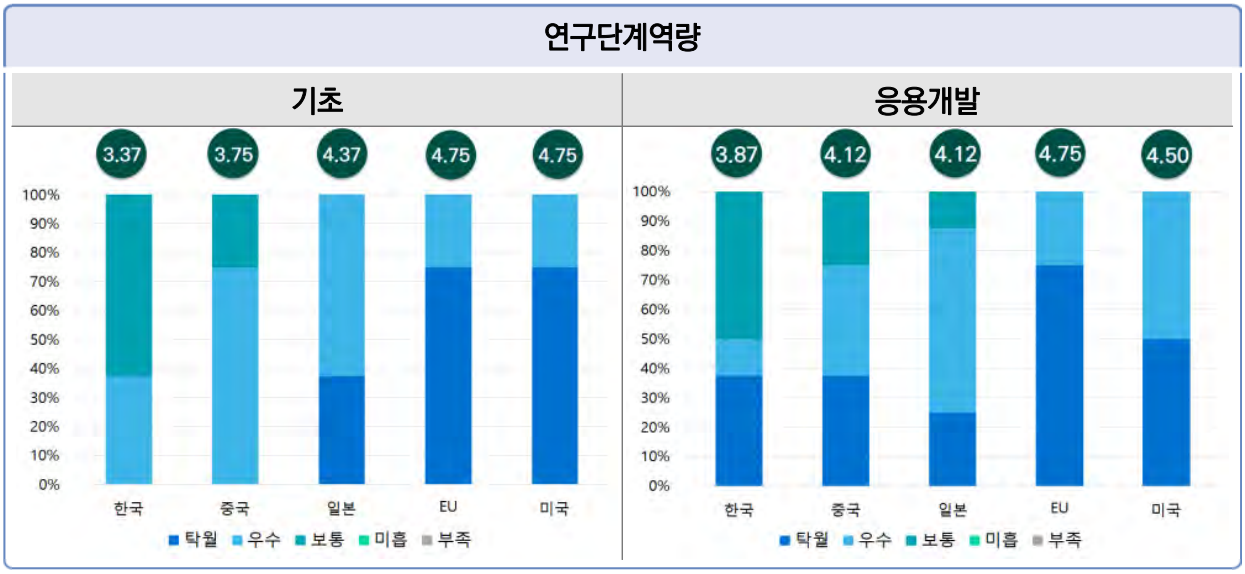
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (88.0%)	• 정부주도의 적극적 투자 • 초전도케이블 실계통 설치 준비 중 • 직류배전 분야에서 기술 개발이 활발히 이뤄짐 • 직류송전에 대한 사업 착수 • 디지털 변전 기술 개발에서 선도 기술 확보를 위해 활발히 이뤄짐 • 현지 HVDC는 한전과 민간 기업에서 적극적으로 기술개발과 사업을 진행하고 있어 향후 몇년 안에 선도그룹에 편입될 전망 • 미래 전력분야 산업화 모델 개발을 위한 국가 지원 과제를 통해 전력사, 제조사, 연구 기관 및 학교의 기술 및 연구력이 크게 증대됨 • 최근 증가되는 해외 특허, 전력전자기반 송전 설비 해외 수주 증가를 통한 해외 전력사의 국내기술 관심 증대는 매우 고무적 • LS, 효성, 일진, 대한전선, 현대 등이 유럽, 미국의 선도그룹과 한전과의 협약을 통한, HVDC 구축과 직류배전, 고효율, 친환경기기의 연구개발 기술 확보 및 다수의 실증단지를 구축 운영하고 차세대 DC송배전 핵심기반 기술연구 고급트랙 추진 • DC 송/배전 전력기기 핵심기술 개발 필요
중국 (85.0%)	• 초전도케이블 실계통 설치 계획 중 • 직류 송전분야는 자국시장을 바탕으로 일류 기술을 확보, 다른 전력 분야 기술 역시 연구개발이 가속화됨 • 대체적으로 기술개발 쪽과 사업추진이 동시적으로 진행되고 있어 향후 5년 안에 원천기술을 확보할 전망 • 유럽의 선도 기업에 의한 HVDC, LVDC 등의 중국 내 실증단지 설치운영 경험이 많음. 선도기업과의 합작으로 기술 개발 활발히 추진 • 정부의 대규모 투자로 선도그룹과 기술 격차 축소
일본 (90.0%)	• 지속적 연구 활동 • 초전도케이블 사고 상황 연구 중 • 원천기술을 보유한 일본기업인 Toshiba, Hitachi 등이 해외진출을 시도하고 있어 조만간에 기술격차가 줄어들 전망 • 유럽, 중국 등에서 살필 수 있는 활발한 과제 수주, 국제적인 연구 활동은 위축된 편이나, 고전압 분야, 전력계통 분야의 핵심기술 보유 • 직류배전 및 초전도 등에 대해 세계 최고 수준 • Toshiba, Fuji, Hitachi 등의 선도 기업에 의한 HVDC 초고압송전 원천기술 확보 • 스미토모, 후루카와, 쇼와전선 중심으로 초전도전력케이블 개발 추진 • 동경 시내에 동경전력과 스미토모전기공업 공동 연구개발로 66kV급 초전도전력케이블을 설치 운전 경험
EU (100%)	• 초전도케이블 실계통 운전 중이며 지속적인 연구개발 진행 중 • 직류송전기술과 초전도 분야에서 기술 우위 유지 • 다양한 기술 선도 협력 과제 수행을 통한 경험, 지식 축적, 시너지 창출, 차세대 DC전력망 글로벌 과제 수주, 설계, 운영의 경험 축적

국가 (기술수준)	판단근거
	• 유럽 3사의 글로벌 전력설비 시장 선도 체제는 계속 유지되고 있음 • ABB, Siemens, Alstom, Schneider 등 전기전력 분야의 글로벌 업체가 고효율 전력 수송 기술 확보와 세계시장 주도
미국 (100%)	• GE를 선두로 상용화가 활발히 이루어지고 있으며, 국내에서도 EP 프로젝트, 고덕, 당진 프로젝트가 GE의 기반기술로 진행되고 있음 • IEEE 전시 참조 • 초전도케이블 실계통 설치 준비 중 • 직류송전 및 국가 간 전력 배전 분야에서 기술 우위 점유 • 직류송전 및 배전에 대한 연구 활발함 • 유럽의 다국적기업들과 협력하여 기술성과 급속도로 축적 중 • GE, WH 등의 글로벌 기업이 친환경 고효율 전력수송 보호기술 선도 • 지속적인 국가의 투자와 관심 • AMSC에서 전력회사를 상대로 자사의 초전도케이블 비즈모델인 REG 프로젝트 기획 및 추진

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 직류 송변전 및 배전기술 확보를 위한 한전 전력연구원과 기업체 협력하여 연구회와 실증단지 구축 등 활발히 추진 • 직류송배전 관련 사업 발굴 • 연구인력 확대 • 응용기술과 사업화 기술에 상당한 노하우를 가지고 있어 원천기술 확보 시 기술사업화에 대한 가치사슬 확보 가능 • 다양한 기초 및 실증 과제 확대로, 경험 축적 및 IP 확보, 저명 학술지 논문 증대 및 국제학회 활동에 따른 지명도 상승 • 한전과 LS전선 등 초전도케이블 분야 우수한 기업 보유 • 세계 최고 수준의 초전도체회사 보유	• 기초기술 취약 • 전략, 투자 미흡 • 전기재료 소재산업에 대한 기초연구에 정부의 더욱 집중적인 투자가 필요하며 R&D사업평가에 대해 정산을 1년 단위로 추진하다 보니 현장에서 기초연구의 어려움을 종종 겪고 있음 • 연구력, 경험 등 국제적 인지도 부족 • 논문 및 학술활동 통해 인지도 제고 필요 • 송전급 실용화 사업 추진 지연 • 초전도에 대한 인프라 미흡
중국	• HVDC, LVDC 설치 운영기술 인프라 확보 • 국가의 대규모 연구개발로 기술 격차 축소 • 직류 송전 등 응용분야는 선진 기술 도달 • 인력 인프라와 연구비를 바탕으로 연구개발 사업이 급속 성장 • 국가적 차원으로 신기술에 대해 경제성의 유무와는 상관없이 시장에 적용해 신기술에 대한	• 기초기술 취약 • 지적재산권에 대한 리스크가 상당히 존재함 • 중국 보유 핵심 기술에 대한 국제적 신뢰도 확보 • 실계통 적용 수준 미흡

국가	강점분야	기타
	사업화 속도가 빠르고 원천 기술 확보를 위한 시행착오를 짧은 시간 안에 극복할 수 있는 국가적 체계 우수 • 최근 전 산업 분야에서 매우 빠른 속도로 기술 수준 상승 • 정부 지원 세계 최초 멀티터미널 및 초고압 전력설비 실증, 경험 축적, 전력분야 연구인력 확충, 저명 학술지 논문 급 증가, 국제적 인지도 급상승 • 중국 내부의 큰 시장 규모 • 다수 기관의 초전도 응용 진행 중	
일본	• 원천기술 확보 등의 연구개발 활동 활발 • 우수한 인력 보유 • 기초 및 응용기술에서 강점 보유 • 전기재료에 대한 강한 기초연구로 응용사업 분야로 진행 될 것이며 소재산업에 대한 절대적인 기술우위 차지할 전망 • 전력분야 핵심, 원천기술 보유 • 다수의 전선업체에서 초전도케이블 개발 참여 • 초전도체회사 보유	• 연구개발 인력과 인프라가 점차 약화됨 • 초전도에 대한 인프라 미흡 • 응용기술과 사업화에 대한 시장 참여는 시간이 다소 걸릴 것으로 예상 • 직류 및 초고압 설비 연구 실증 인지도 감소 • 국제적 연구 활동 위축 • 국가 내부 전력분야의 침체로 연구개발 답보 상태
EU	• 전 세계적 대전력 송전기술 논문발표/공유등의 학회를 프랑스에서 매회 개최하여 기술교류 및 인프라 구축 • 선도 기술을 다수 보유하고 있고 기초기술에서 강점을 가짐 • 효율적인 관련 기술 인력 양성 • 다국적 기업들의 특성상 타국가의 기술에 대한 현황 파악과 연구투자가 집중적으로 이루어짐 • 세계 최고 수준의 제조사 보유 • EU 선도 차세대 전력 분야 연구 및 실증 • 글로벌 리더쉽, 국가 간 협력/시너지 보유 • 지속적인 연구개발 진행 • EU의 협력으로 슈퍼그리드 확대를 대비한 공동연구 진행 중 • 초전도체회사 보유	• 기술수준의 변화가 느림 • EU 비젼의 실현 과제화 지연 • HVDC로의 연구 변화 예상 • 초전도에 대한 인프라 미흡
미국	• GE, WestingHause 등의 친환경 전력수송 분야 원천기술 확보 • 전 세계 관련분야 고급기술자들의 지속적인 유입	• 기술수준의 변화가 느림 • 전력시장 환경 내 신 전력설비 투자 위축 • 미국 내 실증 연구 감소 • 미국 내 송전급 초전도케이블 제조업체 미확보

국가	강점분야	기타
	• 향후 수익성이 담보되는 사업이라고 판단될 경우 시장 지배력을 확실히 행사할 수 있는 고부가가치 기술을 사업화 할 가능성 큼 • 세계 최고 수준의 연구 인력 및 환경, 기초연구 선도 • 국가 안보 차원의 계통 안전 운전을 목적으로 초전도케이블 추진 • 초전도체회사 보유	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	6위	1위	2위	5위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 중전기기의 제작사(주로대기업)와 계측제어 제작사(주로 중소기업)와의 기술협력을 통한 해외 동반 진출 • 아카이브 통합, 오픈소스 확대, 상시적 프로젝트 제안 및 참여 가능한 시스템 구축 • 국내 전력회사, 송배전기기회사간의 수평적 협력 관계 정립 • 관련 전문가 집단 간의 교류 활성화, 관련 기업의 공동 연구 및 투자 유도, 시장의 활성화가 이뤄질 때까지 공동 연구 지원 • 산학연 협력 지원 사업비를 증액하고 성과가 충분히 도출될 수 있도록 사업기간을 최소 3년 이상 다년간 사업으로 진행 • 사업화를 위해 구매조건부 사업 등과 연계될 수 있도록 공기업 참여 유도 • 정부 주도 하에 국내 기업, 연구기관, 대학들이 모두 함께 주기적으로 모여서, 직류 송전/배전기술과 초전도기술, 디지털 변전기술, 국가 전력망 운영기술 및 신 전력기기/전력시스템 시험기술 등의 기술공유 교류회의 총체적인 추진 • DC 송/배전 전력기기 핵심기술 국산화 개발
국제협력 촉진	• 한전의 국내 HVDC 설치 시 외국의 제작사에 일괄 의뢰하지 말고 국내 제작사 의무적으로 참여하는 방안 모색 • 미래 사업화를 전제로 한 후보 국가를 대상으로 선행 협력 연구 • 아시아 수퍼그리드 추진을 위한 아시안 협력체계 구축 • 해외 전문가 유치 및 국제 공동 연구 추진, 국가 간 기술 협력 약정 지원 • ODA 사업을 적극 활용해 무상원조사업에 국내기술의 해외 적용 계기 마련 • 정부 차원에서 세계 선도 기술 확보 다국적 기업인 ABB, Siemens, Alstom, GE, Hitachi, Toshiba 등과 함께 국내 대기업(핵심 요소기술 확보한 중견중소기업 포함)과 컨소시엄으로 해외 시범사업 추진

	정책제언
	• CIGRE, IEEE 등에서 기술 발표 및 기술 교류를 위해 산자부 주관 대학과 기업에 참가 지원 • 해외 유수대학과 교류회 지원
인력양성 및 유치	• 기술 지도를 통한 인력풀(은퇴자 포함) 추적 관리 • 고전압, 중전기기 개발에 필요한 인력양성 • 국내 관련 전문가 양성 교육 프로그램 발굴 및 지원, 관련 인력양성사업 추진 • 특수 대학원 및 특성화 대학 등에 인력 양성 프로그램을 운영, 또한 현재 기술사 및 NCS 8단계 과정과 박사과정을 통합하여 과학기술인력을 배출할 수 있는 교육과정 개설. 대학원 박사학위 졸업 요건으로 기술사 취득, 논문, NCS 8단계 교육 이수 등으로 연계 및 각 대학의 평생교육원을 특화하여 과학기술인력 양성 • 국내외 산업 발전 비젼 및 로드맵 대비. 박사후 연구원 지원 프로그램 강화 필요 (졸업 후 연구력 및 글로벌 경쟁력 강화, 타 분야로의 고급 인력 이탈 방지 목적) • 국내 대학·기업 인재를 선발해 EU, 미국, 일본, 중국 등의 대학에 파견 • 해외 기술자를 적극 유치하여 기업과 대학교, 연구기관 등에서 고효율 전력수송 연구개발 프로젝트 참여 유도해 후배 양성
인프라 구축	• 특허의 블록체인(국가 투자) 관리로 기술 국외 유출 방지 • HVDC 기기, 송배전케이블 등의 장기 신뢰성 평가와 국제 경쟁력 강화 목적의 공인시험을 위한 시험설비 구축 등 HVDC 공인 평가 시설 인프라 구축 • 해외 진출 트랙레코드 확보를 위한 국내 실증사업 연구 및 연구 인프라 확충 사업 지원 • 공공기관 주도 하에 신기술을 적용할 수 있는 신사업으로 인프라 구축 • 정부, 한전, 전기/전자/통신/재료 학회, 대기업, 핵심기술보유 중소중견기업의 연구개발/기술자를 밸류 체인으로 묶어 기술의 실증 시범단지 구축
법·제도 개선	• 중소기업간 또는 산학을 통한 이종기술(ex: 전력+AI) 협업으로 시너지 창출 시 세제 지원 • 개발 단계의 법제도에서 실계통 적용, 국민수용성을 위한 준비 강화 • 직류 송배전 기술 및 신 전력기기 기술의 도입 가속화를 위한 네거티브 규제 기준 적용 및 관련 제도 사전 연구 지원 • 전력 수송 분야에 대해서 신기술을 적용할 수 있도록 현장에 우선적용 할 수 있도록 조달 시 수의 계약 요건을 낮출 수 있는 법 개정 • 연구 과제 중복성 검토의 유연성 확보, 설비 성능 및 가치에 대한 기술 평가 강화 (저가 입찰제 한계 극복) • DC 배전 표준전압 조기결정. DC 배전에 필요한 차단기, 계량기 등 각종 기자재 개발을 통한 인프라 확충 • 주관기관 책임 하에 검증 시험 완료한 직류 송전 배전시스템의 설치를 일정장소, 지역에 법적 허용 및 의무화
연구비 확대	• HVDC의 보호, 계측, 제어, 전력기기예방진단분야에 정부 또는 한전의 연구개발과제 확대 • 정량적 확대보다 정성적 확대 방안 모색 • 개발단계에서 기업의 투자와 함께 정부의 지속적인 연구개발비 지원 • 현재의 시장규모가 아닌 미래 시장 가치에 방점을 두고 연구예산의 배정 및 확대 • 연구기간을 3년 이상으로 하고 실제 사업비에서 인건비와 재료비 비중을 높여 참여 기관의 안정적인 인력 구조와 연구 개발에 시간을 충분히 가질 수 있도록 함. 또한 1년 단위의 회계편이성의

	정책제언
	정산구조가 아닌 실질 사업비 투하 시점(성과 도출)을 위한 정부 회계 정산 기준 변경 필요. 1년 단위 사업비 집행정산 때문에 많은 불필요한 사업비 낭비와 예산집행의 시간차로 인해 연구개발에 적지 않은 인력낭비와 예산이 낭비됨 • 연구원 및 전력사, 산업체의 채용 제약으로 인해 배출 된 박사인력의 타 분야 이탈을 방지하고, 국제적인 연구력/기술력 강화를 위한 박사 후 연구원 지원 프로그램 지원, 내실 강화를 위한 지속적인 연구 기반 마련 • 각 분야에 걸쳐 에너지기술평가원 연구 과제를 통한 신규과제 형태로 연구개발 프로젝트 집중 배정 • 기술검증을 위한 실증 시험/연구 설비의 추가 설치 및 구축비용 • 고효율 전력수송기술이 차세대 국가 먹거리이므로, 정부 R&D 예산 증액 배정 필요
기타 의견	• 신기기나 신기술의 실용화에 필요한 제도나 법규를 현실에 맞게 제정 또는 수정. 새로운 기기 특히 고전압기기의 적용 시 국민의 수용성을 높이기 위한 실행 계획과 사회적 공감대 확대를 위한 노력 필요 • 소재(금속, 비금속, 세라믹, EP 등 재료)기술과 구조기술 분야, 디지털 소프트웨어/통신기술 분야와 전력전자기술과의 합력 연구개발[우주선 발사]

다 주요 분석 결과 요약

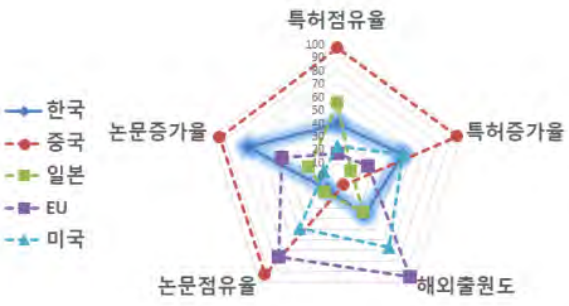
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	고효율 전력수송 기술	4,882	3,232	62.1%	152.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	EU	미국
	39.1%	47.2%	13.8	7.9
한국	5위	3위	5위	4위
	5.1%	15.9%	5.8	2.3
5개국 평균[2]	-	-	9.4	6.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

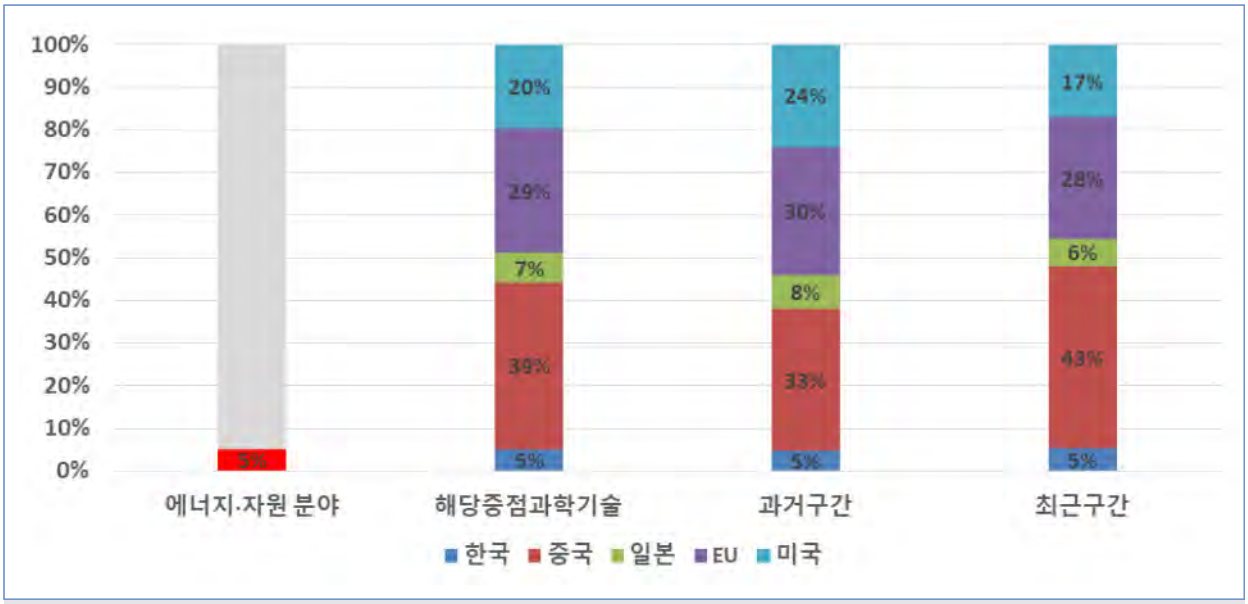
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.8)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 중국(39.1%), EU(29.2%), 미국(19.7%), 일본(6.9%), 한국(5.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(109.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(13.8), 미국(11.6), 일본(6.8), 중국(5.9), 한국(5.8) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 미국(0.91)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(15.9%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(47.2%), 일본(21.9%), 한국(15.9%), 미국(8.8%), EU(6.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(309.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(7.9), 일본(5.9), EU(3.2), 한국(2.3), 중국(2.3) 순이며, IP4 점유율은 EU(33.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.1%	39.1%	6.9%	29.2%	19.7%
	논문 증가율	75.8%	109.2%	32.2%	52.5%	15.7%
	논문 영향력	5.8	5.9	6.8	13.8	11.6
	연구주체 다양도	0.76	0.85	0.87	0.87	0.91
특허 분석	특허 점유율	15.9%	47.2%	21.9%	6.2%	8.8%
	특허 증가율	148.0%	309.7%	25.5%	74.0%	147.6%
	해외출원도	1.5	0.1	1.4	4.3	2.6
	특허 영향력	2.3	2.3	5.9	3.2	7.9
	IP4점유율	22.5%	0.1%	5.8%	33.5%	13.0%
	청구항수	4.5	2.8	4.1	7.0	12.6

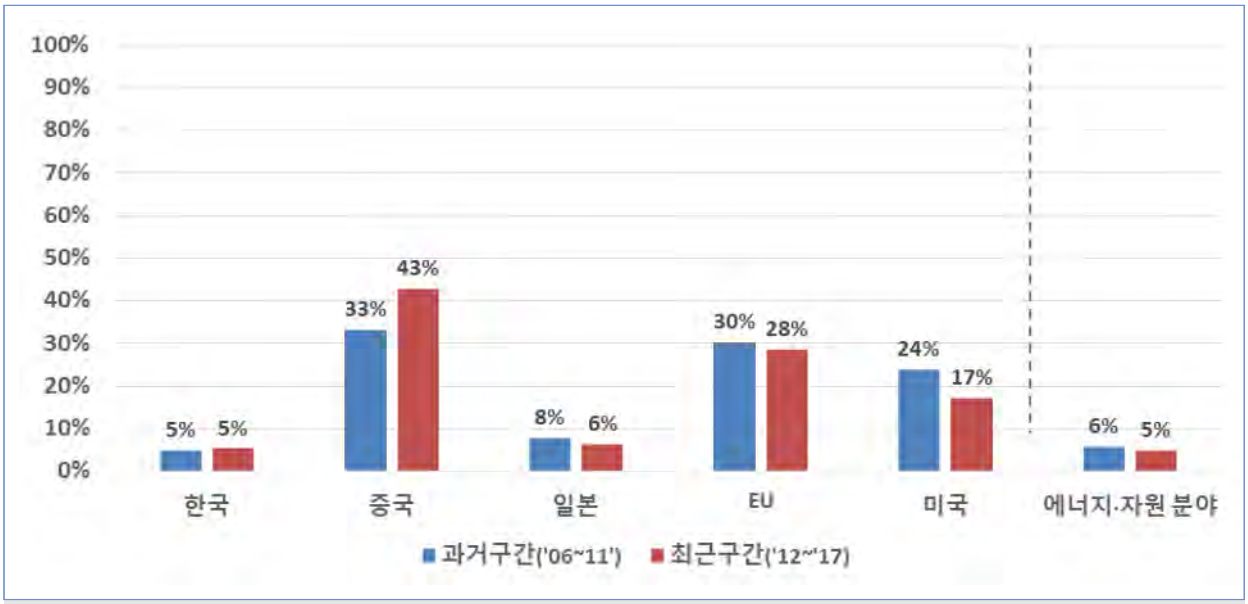
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 고효율 전력수송 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 1908건으로 전체 논문의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율 전력수송 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 5%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

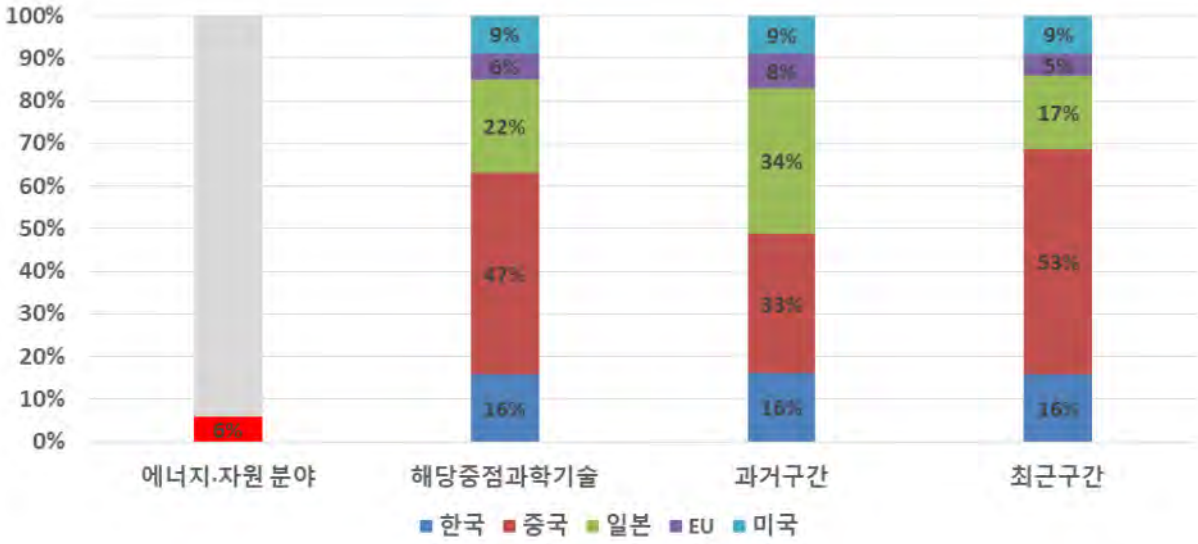


● 고효율 전력수송 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 75.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	91	160	251	75.8%
중국	617	1,291	1,908	109.2%
일본	146	193	339	32.2%
EU	564	860	1,424	52.5%
미국	445	515	960	15.7%
전체	1,863	3,019	4,882	62.1%

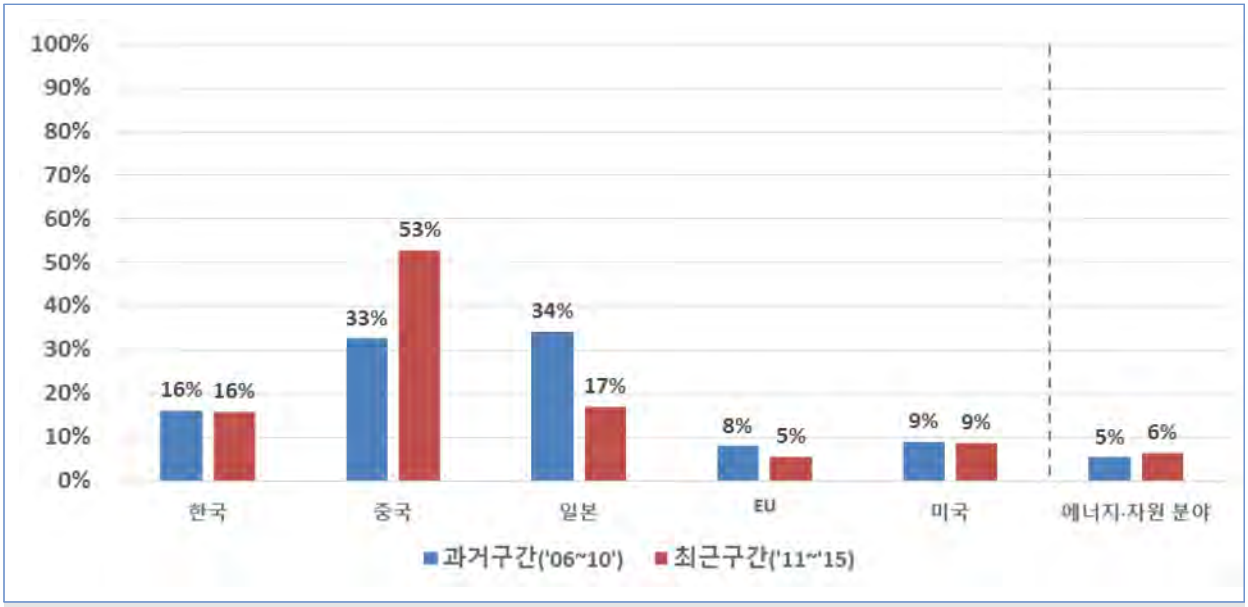
(4) 특허 점유율(전체)



- 고효율 전력수송 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1524건으로 전체 특허의 47%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율 전력수송 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



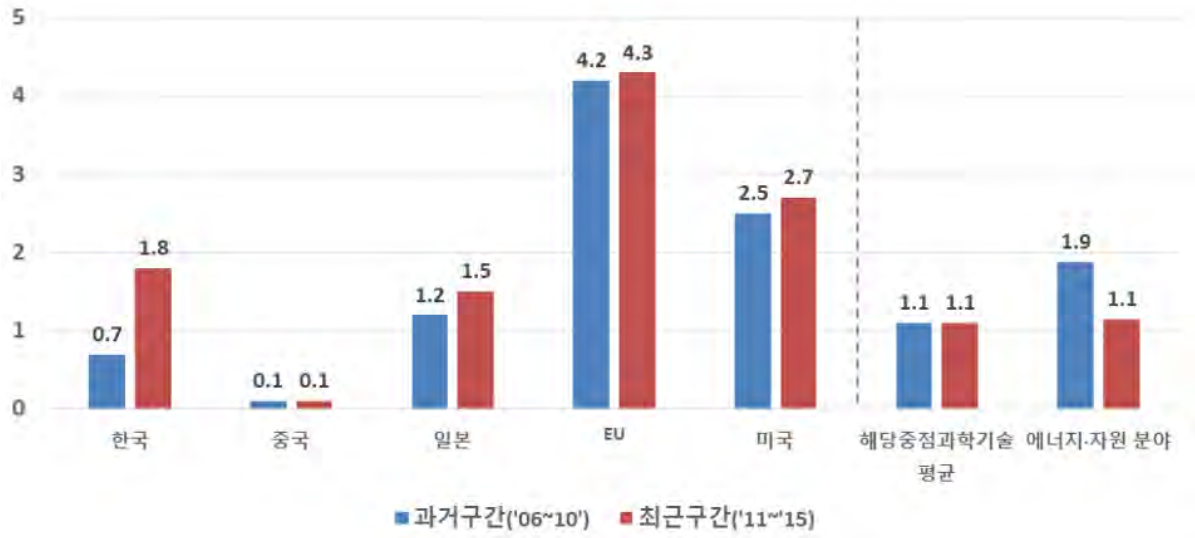
● 고효율 전력수송 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 148%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	148	367	515	148.0%
중국	299	1,225	1,524	309.7%
일본	314	394	708	25.5%
EU	73	127	200	74.0%
미국	82	203	285	147.6%
전체	916	2,316	3,232	152.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

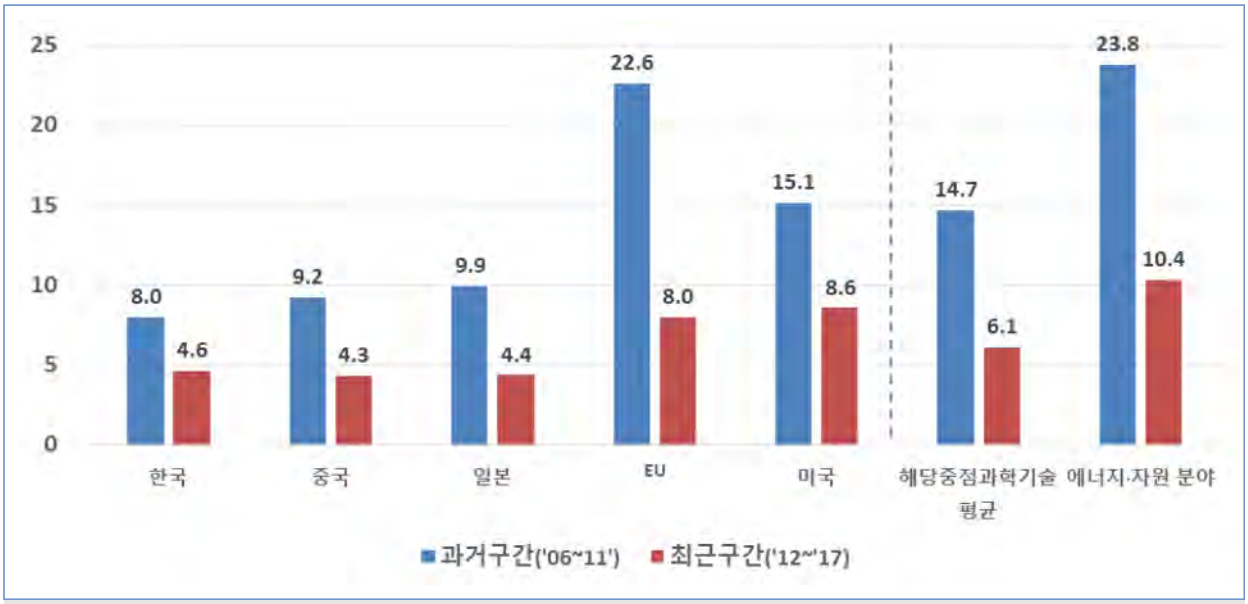


- 고효율 전력수송 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

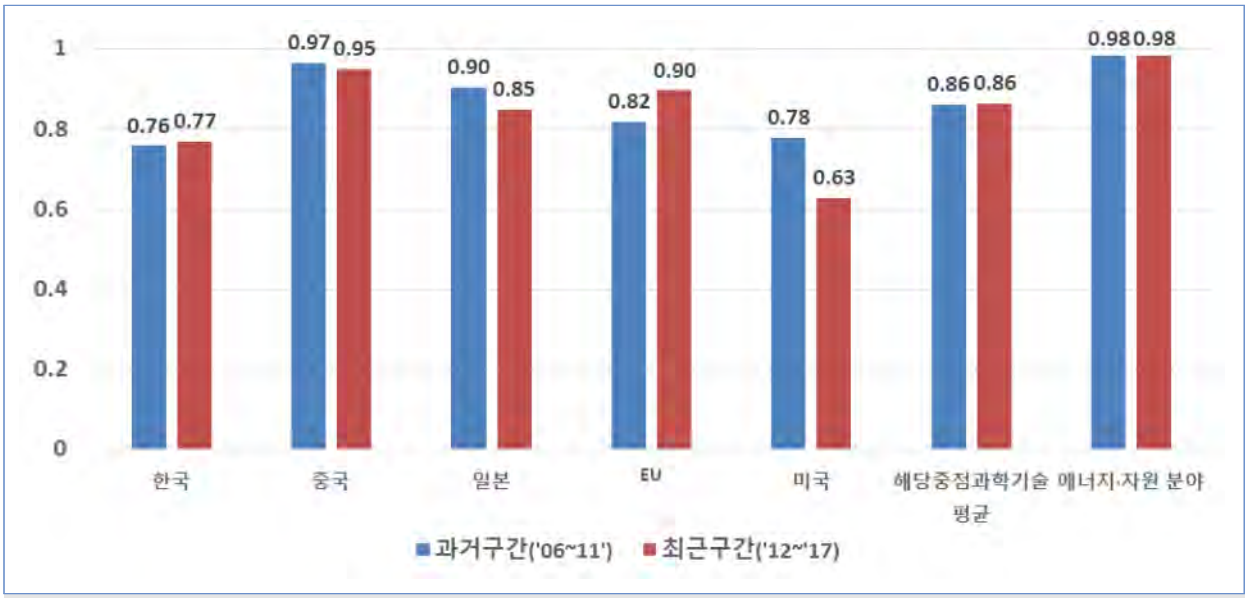
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



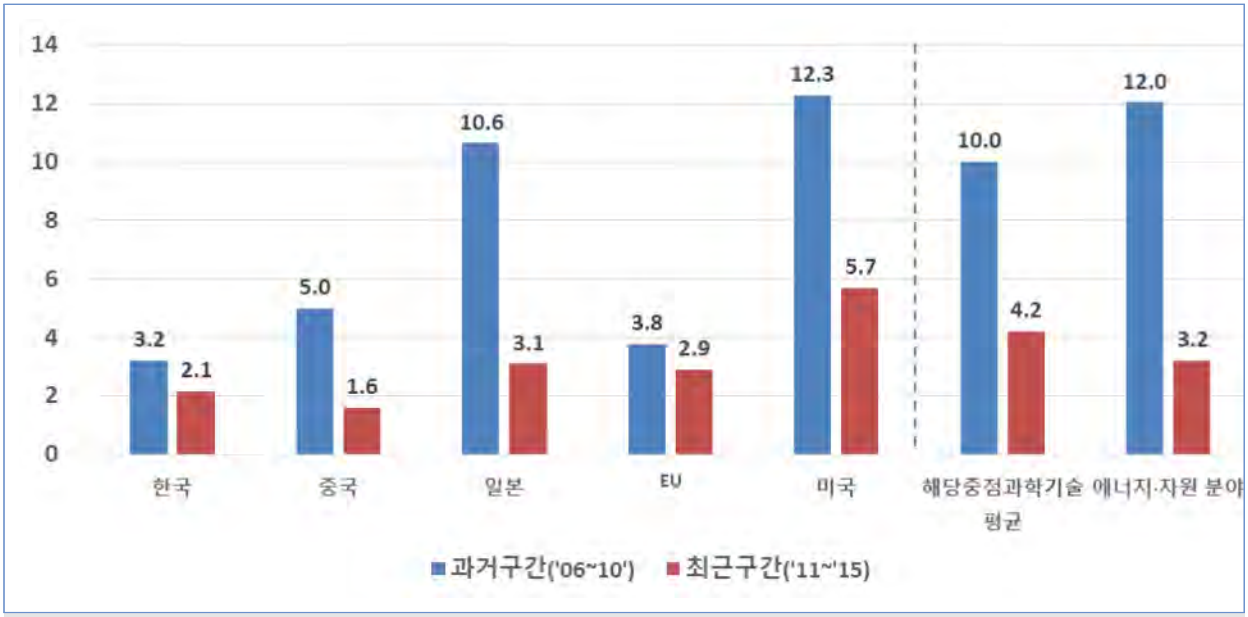
● 고효율 전력수송 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



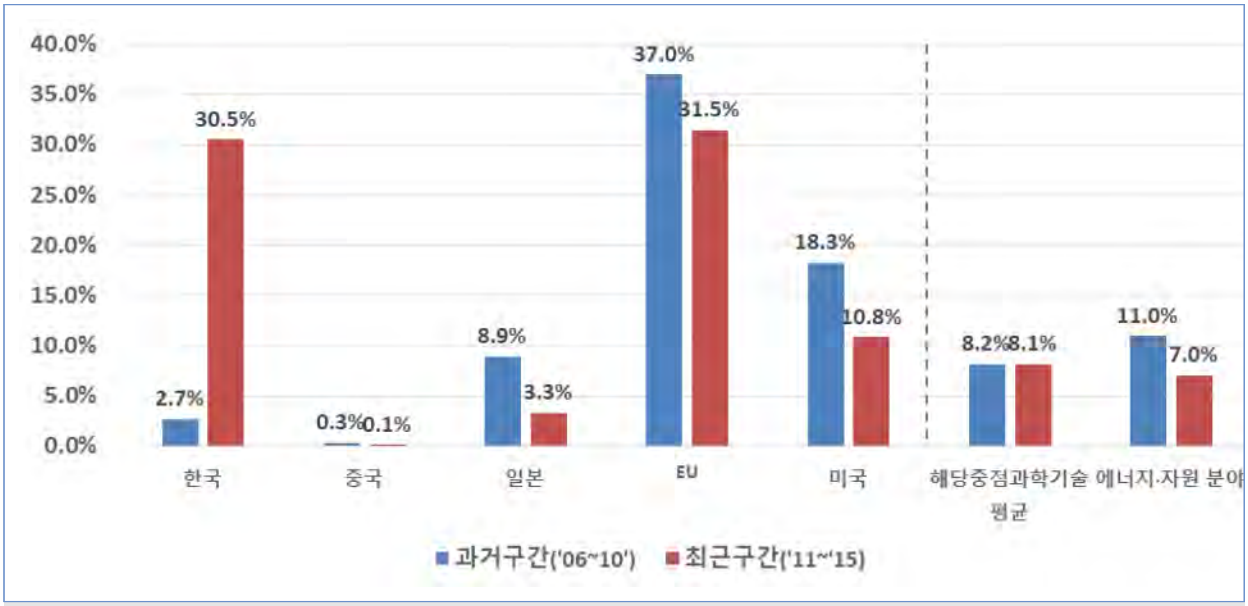
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



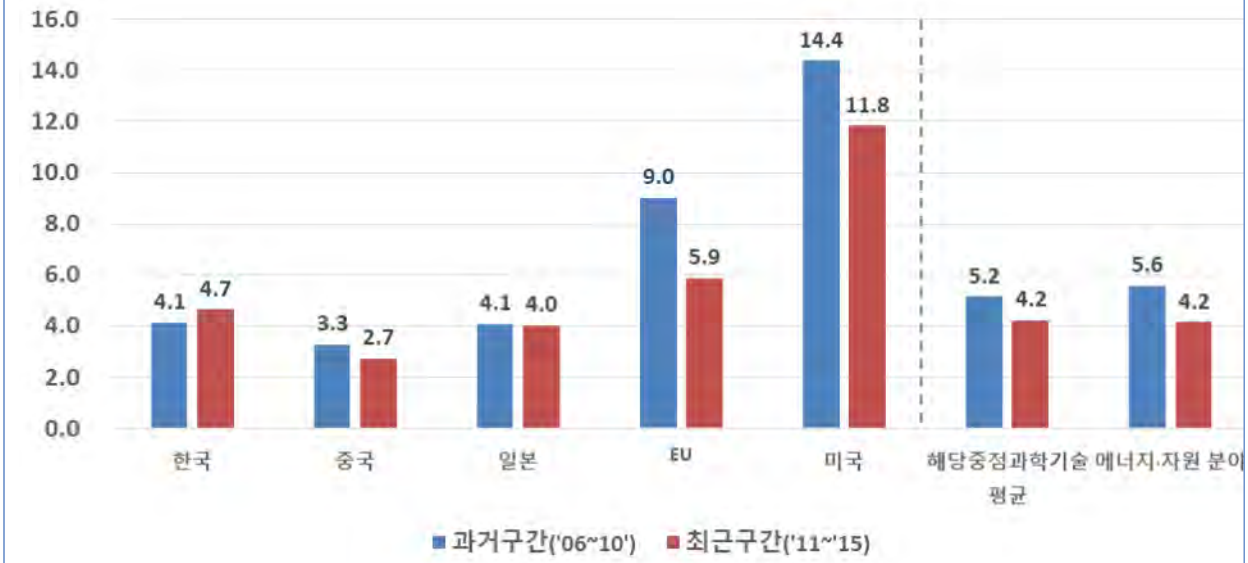
● 고효율 전력수송 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 고효율 전력수송 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 고효율 전력수송 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

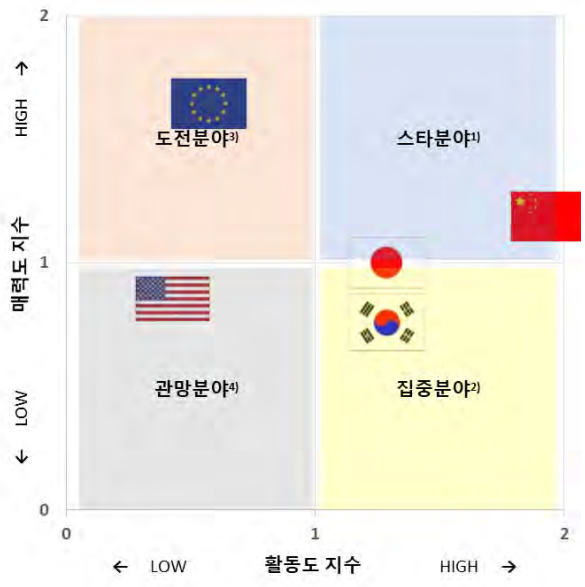
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

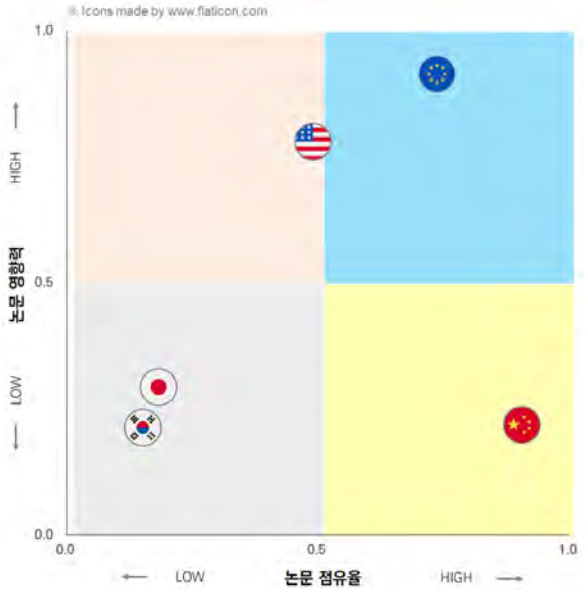
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 고효율 전력수송 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

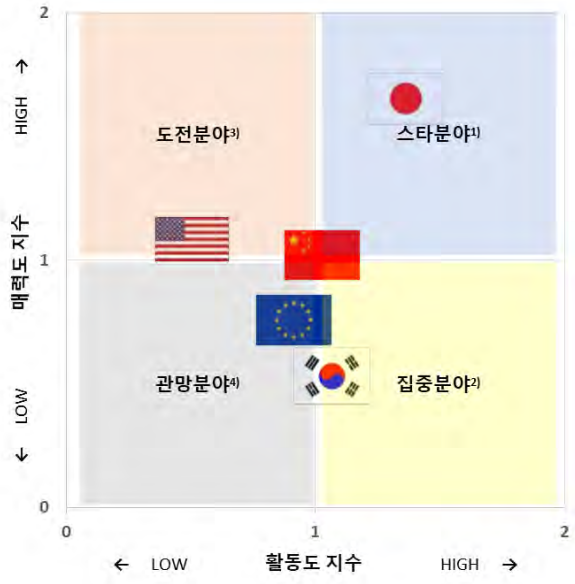


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

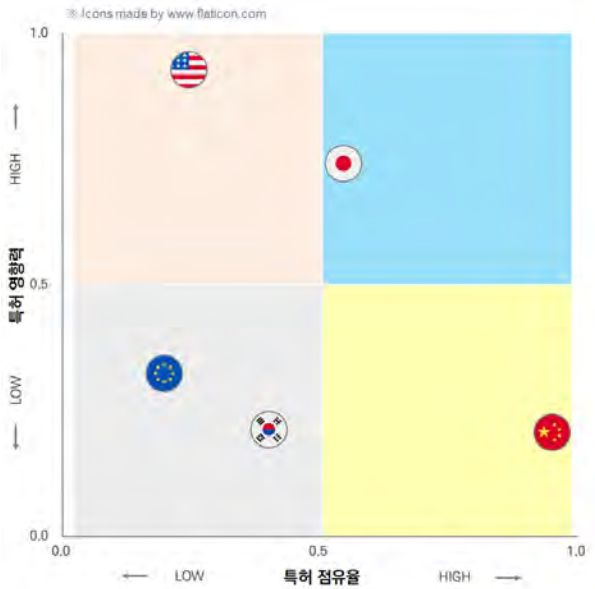
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 고효율 전력수송 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 일본의 'CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE(1.93%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '성균관대학교'가 5.98%(글로벌 점유율은 0.31%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	중국	4.93%	1.93%	161.54%
2	IEEE	EU	5.34%	1.56%	-98.67%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	3.46%	1.35%	147.37%
4	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	중국	3.30%	1.29%	52.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	3.20%	1.25%	65.22%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	5.98%	0.31%	175.00%
2	KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE	5.98%	0.31%	-12.50%
3	KOREA UNIVERSITY	5.98%	0.31%	175.00%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.58%	0.29%	33.33%
5	MYONGJI UNIVERSITY	3.59%	0.18%	250.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	4.93%	1.93%	161.54%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	3.46%	1.35%	147.37%
3	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	3.30%	1.29%	52.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	3.20%	1.25%	65.22%
5	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	2.83%	1.11%	25.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YAMAGUCHI UNIVERSITY	5.60%	0.39%	275.00%
2	OSAKA UNIVERSITY	4.42%	0.31%	-12.50%
3	SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LTD.	3.83%	0.27%	-37.50%
4	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.24%	0.23%	20.00%
5	KYUSHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.95%	0.20%	133.33%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	IEEE	5.34%	1.56%	-98.67%
2	AALBORG UNIVERSITY	2.18%	0.63%	1350.00%
3	UNIVERSITY OF STRATHCLYDE	1.90%	0.55%	100.00%
4	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.62%	0.47%	260.00%
5	UNIVERSITY OF NOTTINGHAM	1.12%	0.33%	-22.22%

6 미국

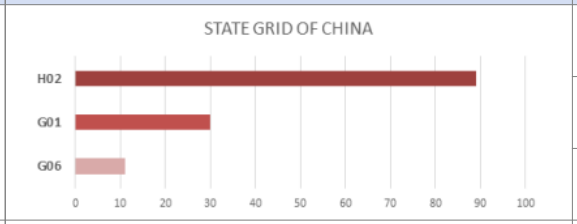
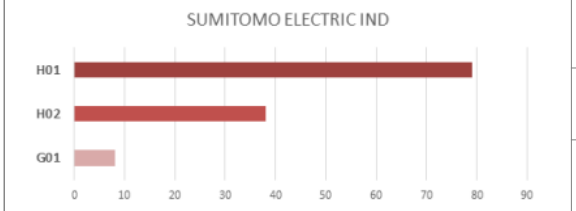
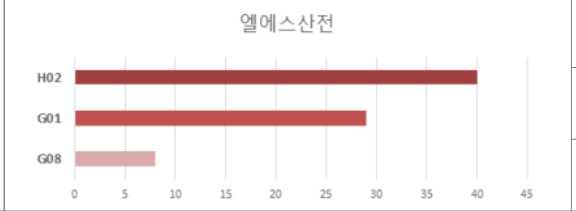
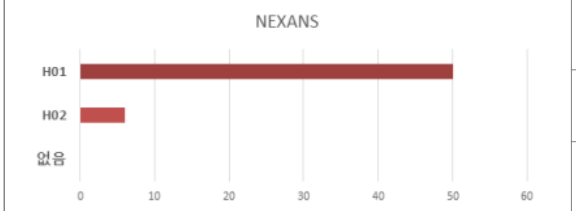
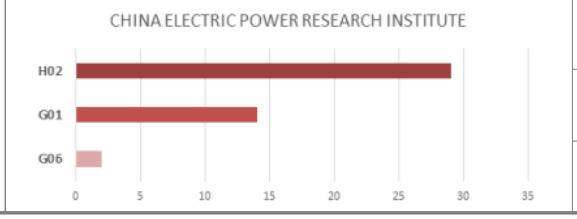
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTER FOR ADVANCED POWER SYSTEMS	2.60%	0.51%	157.14%
2	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	2.50%	0.49%	280.00%
3	UNIVERSITY OF SOUTH CAROLINA	2.29%	0.45%	114.29%
4	NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY	1.67%	0.33%	-40.00%
5	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.35%	0.27%	-55.56%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'STATE GRID OF CHINA(4.42%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '엘에스산전'이 17.28%(글로벌 점유율은 2.75%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'STATE GRID OF CHINA'와 '엘에스산전'은 H02(전력의 발전, 변환, 배전)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

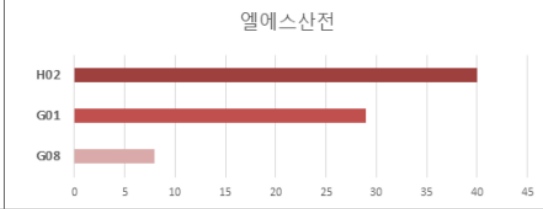
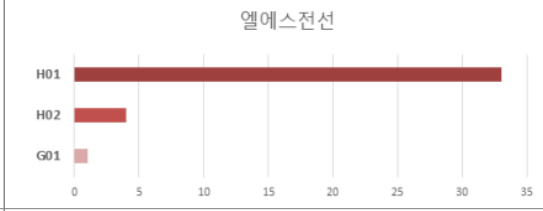
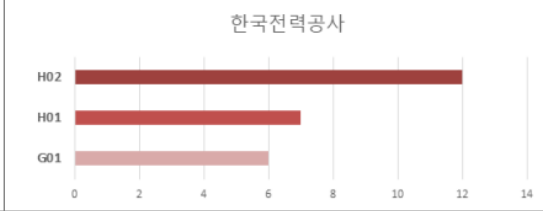
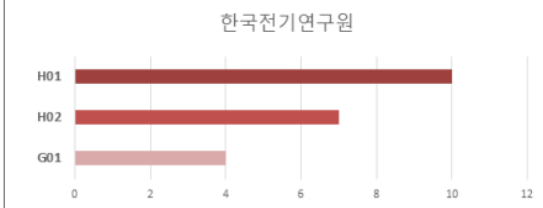
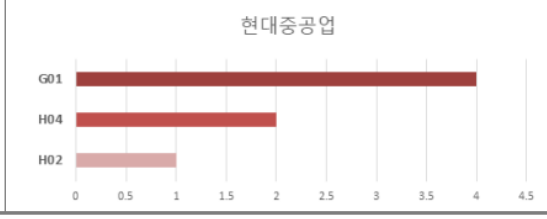
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	중국	9.38%	4.42%	3375.00%
2	SUMITOMO ELECTRIC IND	일본	17.80%	3.90%	3.23%
3	엘에스산전	한국	17.28%	2.75%	435.71%
4	NEXANS	EU	28.00%	1.73%	54.55%
5	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	중국	3.08%	1.45%	135.71%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G08	신호
4		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		-	-
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

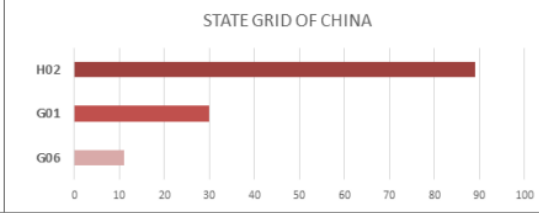
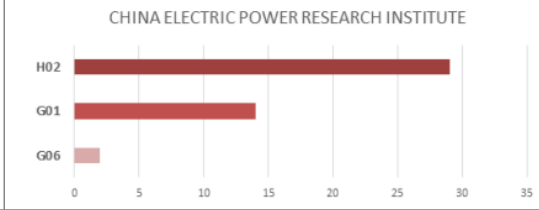
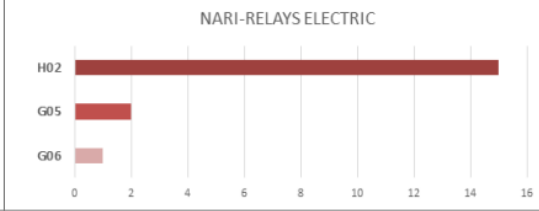
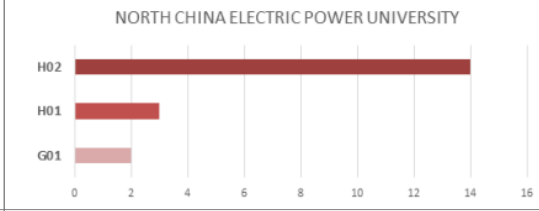
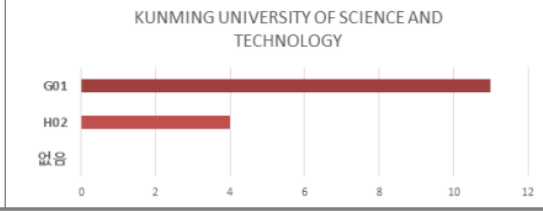
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	엘에스산전	17.28%	2.75%	436%
2	엘에스전선	7.57%	1.21%	-5.00%
3	한국전력공사	5.05%	0.80%	60.00%
4	한국전기연구원	4.08%	0.65%	33.33%
5	현대중공업	1.75%	0.28%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G08	신호
2		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
5		G01	광학
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

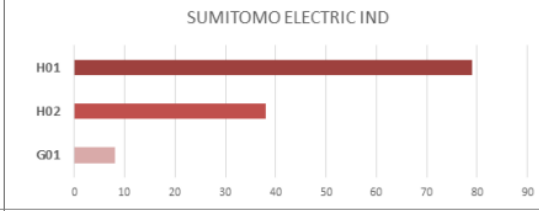
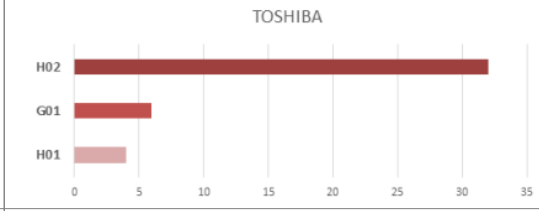
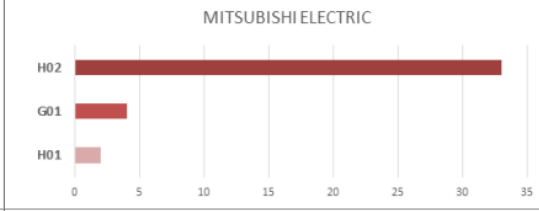
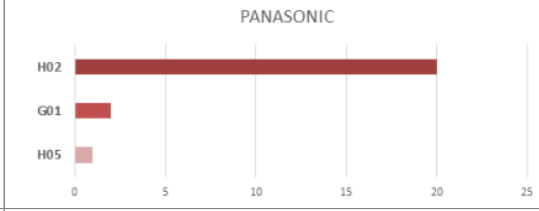
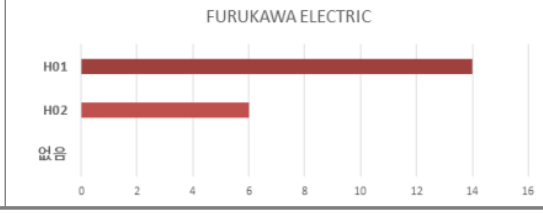
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	9.38%	4.42%	3375.00%
2	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	3.08%	1.45%	135.71%
3	NARI-RELAYS ELECTRIC	1.25%	0.59%	1800.00%
4	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	1.25%	0.59%	275.00%
5	KUNMING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	0.98%	0.46%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
5		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–

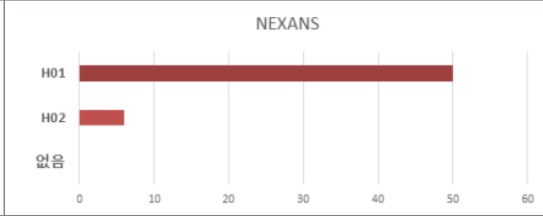
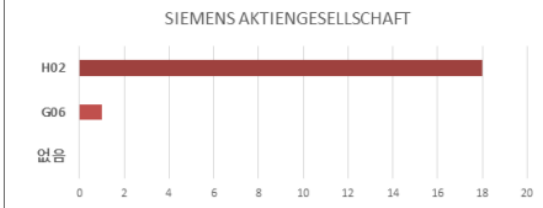
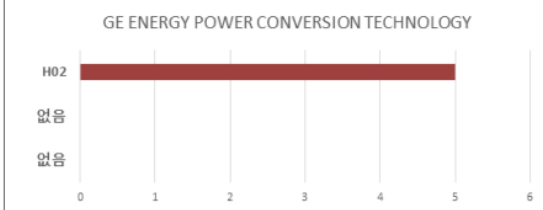
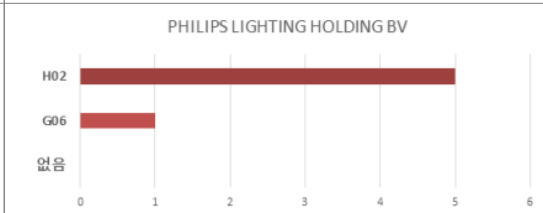
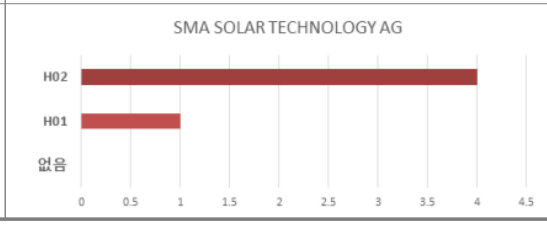
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SUMITOMO ELECTRIC IND	17.80%	3.90%	3.23%
2	TOSHIBA	6.07%	1.33%	4.76%
3	MITSUBISHI ELECTRIC	5.65%	1.24%	85.71%
4	PANASONIC	3.67%	0.80%	-55.56%
5	FURUKAWA ELECTRIC	2.82%	0.62%	1900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
5		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		-	-

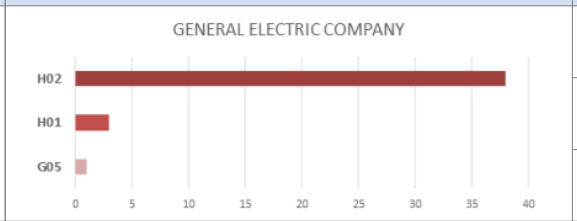
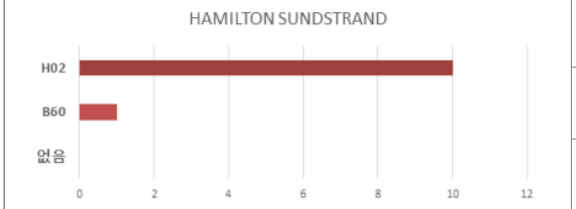
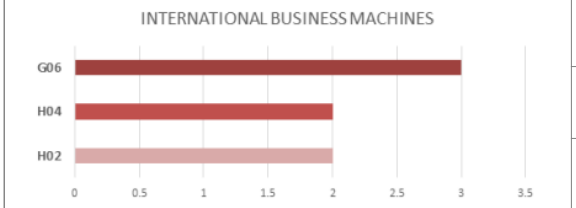
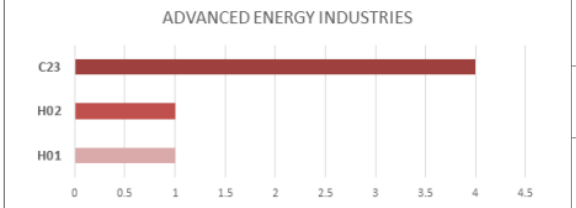
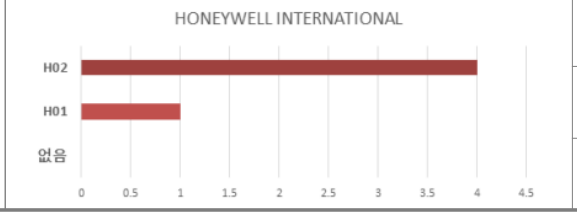
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NEXANS	28.00%	1.73%	54.55%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	9.50%	0.59%	275.00%
3	GE ENERGY POWER CONVERSION TECHNOLOGY	3.00%	0.19%	500.00%
4	PHILIPS LIGHTING HOLDING BV	3.00%	0.19%	500.00%
5	SMA SOLAR TECHNOLOGY AG	2.50%	0.15%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–
		–	–
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC COMPANY	15.09%	1.33%	660.00%
2	HAMILTON SUNDSTRAND	3.86%	0.34%	900.00%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	2.81%	0.25%	-66.67%
4	ADVANCED ENERGY INDUSTRIES	2.11%	0.19%	100.00%
5	HONEYWELL INTERNATIONAL	1.75%	0.15%	-75.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		G05	제어; 조정
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B60	차량일반
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		-	-

78 고효율 가스발전 기술



78 고효율 가스발전 기술

중점과학기술 개요

- 석탄을 고온, 고압 하에서 가스화시켜 일산화탄소(CO), 수소(H2)가 주성분인 합성가스를 제조·정제한 후 가스터빈 및 증기터빈을 구동하여 전기를 생산하는 친환경 신발전기술
- 천연가스를 직접 연소시켜 발전기를 구동하는 가스터빈과 잔열로 증기를 발생시켜 발전기를 구동하는 증기터빈을 조합하여, 전기 생산 효율 60% 이상의 고효율 복합발전기술
- 연료전지와 가스터빈을 연계한 발전효율 60% 이상의 복합 3중 발전 기술과 초임계 CO2를 작동유체로 사용하는 차세대 발전기술 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

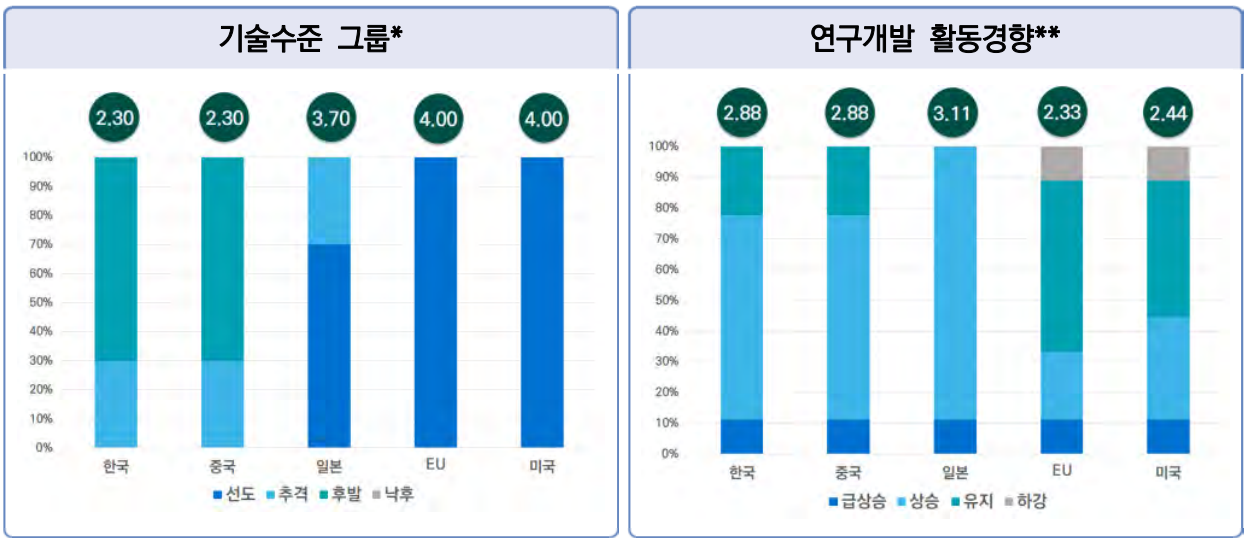
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	57.5	8.5	후발	미흡	미흡	상승
중국	58.5	7.0	후발	보통	보통	상승
일본	88.0	2.5	선도	우수	우수	상승
EU	98.5	0.0	선도	우수	탁월	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	61.0	8.0	57.5	50.0	65.0	12.3	8.5	6.0	10.0	2.0
중국	62.0	7.0	58.5	50.0	65.0	10.6	7.0	6.0	10.0	2.1
일본	90.0	3.0	88.0	85.0	92.0	5.8	2.5	0.5	3.0	1.9
EU	100.0	0.0	98.5	95.0	100.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

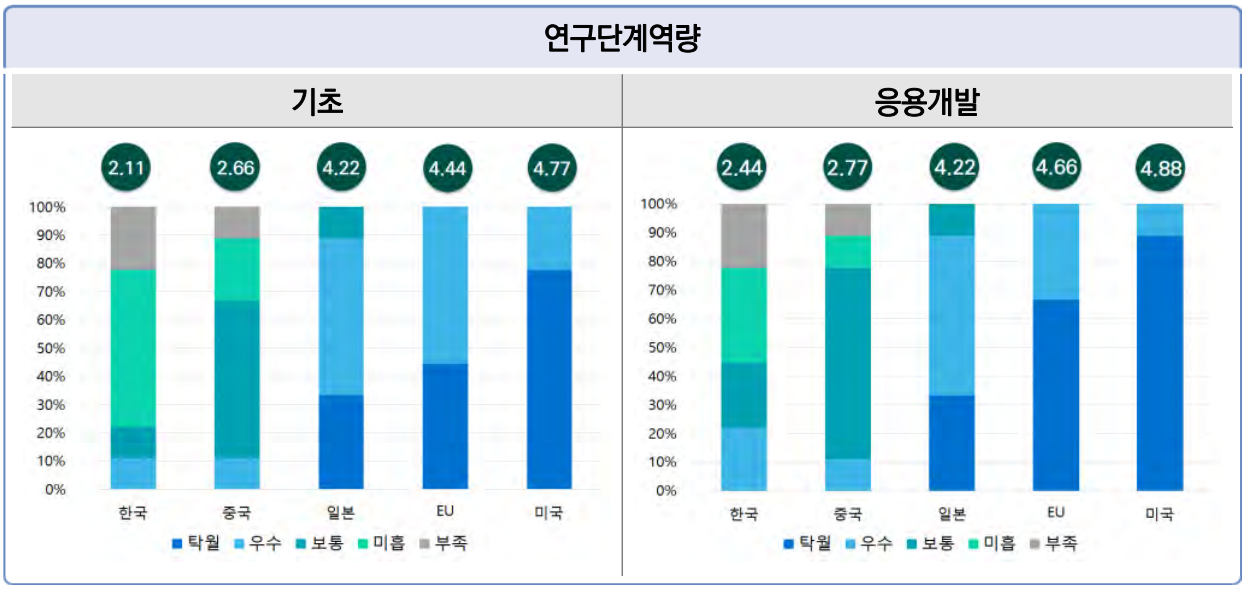
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (57.5%)	• 선도 기술 도입 및 독자기술 개발 준비 • 산업부의 국가연구개발사업의 투자 및 특정 민간기업의 공격적인 민간 투자로 발전용 가스터빈 엔진에 대하여 연구/개발 수행 중이지만, 주요조건에 따른 가스터빈 성능해석 부터 주요 핵심 보기류의 설계-제작-시험평가 기술의 대부분을 M&A(안살도 등)를 통해 수집하여 개발 중 • 시험평가/인증에 대한 인프라(테스트베드) 부재 등의 사유로 단시간 안에 세계선도 기술을 확보하기는 어려우며, 가스터빈 엔진의 원천기술이 있어야 ICT 기술 등을 활용하여 발전시스템의 튜닝이 가능한 사항으로 가스터빈(고효율 가스엔진) 시스템 설계 및 엔지니어링, 제작, 시험평가 기술 우선 확보 필요 • 국가가 지원하여 개발한 기술에 대하여 시험평가/수정/보완/인증(표준화)하여 상용화까지 추진함에 있어서 기업차원에서의 투자와 함께 정부차원에서도 신소재 및 성능(효율) 증대를 위한 핵심기술 확보에 대한 지속적인 투자 필요 • 한국 최고의 두산중공업에서 개발 중인 G급 발전용 가스터빈의 조립완료가 2019년 예정으로, 당 기술수준은 2000년 초 선도국 수준 • 사업 특성 상 막대한 연구개발이 필요하나, 정부의 적극적 지원 부족 • 대기업을 중심으로 대형가스터빈을 개발추진 중이며, 일부 부문별로는 선진기술 수준으로 도달하였으나, 발전용 고효율 가스터빈 핵심설계 및 회전주요부품 기술부문은 선진기술국과의 기술협력이 무산되고 독자기술 개발경험부족, 개발기간 장기화, 성과위주의 기업문화로 인한 추진 지원체계 미흡 등으로 진척이 활발하지 못함 • 독자모델 개발 후 debugging 필요
중국 (58.5%)	• 현재로서는 자체 개발된 발전용 가스터빈 제품은 없으나, 로켓, 항공 엔진 등 관련 기반기술을 확보하고 있으므로, 개발 잠재력은 확보 중 • 정부차원의 투자와 다양한 연구개발 사업을 통해 연구 기반 확대 • Shanghai Electric을 비롯한 국영기업 주도로 EU Ansaldo Energia 사 지분 확보 등으로 사업 기반 확충 • 정부 정책지원으로 국책연구기관과 대학을 중심으로 초내열합금 신소재 특성기술개발과 이에 따른 산업기술로의 응용기술 개발진행 • 독자모델 개발 후 debugging 필요 • 미국 및 유럽의 가스터빈 부품 제작 업체를 중국에 보유
일본 (88.0%)	• 독자 기술 보유 • 기존 축적된 기술을 바탕으로, 최신 기술을 선보이며 선두 그룹 추격 • GE, Siemens와 동일한 수준의 발전용 가스터빈 출시 중 • 정부 지원으로 차세대 1,700C급 발전용 가스터빈 핵심기술 선행개발 국가지원 사업 진행 중 • 지속적이고 일관된 정부지원 정책에 더불어 국책연구기관과 대학 및 학회를 중심으로 특성 확보를 위한 초내열합금 신소재 기술개발에 주력하고 있으며, post J급 신형 발전용 가스터빈 고효율 설계분야와 산업기술로의 응용기술 개발이 활발히 진행 • MHI 위주로 일본정부의 투자 지속 • 가스터빈 산업에 늦게 참여하였으나, 지속적인 성장세를 유지

국가 (기술수준)	판단근거
EU (98.5%)	• EU 컨소시움 형태로 산학연에 연구개발 투자 • Siemens는 현존 최고성능의 H급 발전용 가스터빈을 미국의 GE와 유사한 시기에 출시 • 미국에 버금가는 기술 보유 • 신소재 초내열 합금개발을 거쳐 현재는 발전용 가스터빈 효율 극대화 개발에 무게를 두고, post H급 대형 신형 가스터빈 설계개발과 발전설비시장 확대에 주력 • 미국 GE의 최고경쟁업체는 Siemens • EU의 지속적인 투자 • 미국과 대등한 산업체 기술력을 보유하고 있으며 가스터빈 용량별 특화된 기술 보유
미국 (100%)	• DOE에서 1990년도부터 국가단위에서 산업계, 연구계, 학계에 직접 투자로 연구/개발 및 상업화를 진행 • 고온소재 기술 및 터빈 쿨링 기술 관련 선도적 입지(정부지원, 논문, 특허 분야에서 우세), post H class 개발을 위해 연소기의 연소최적화, 터빈의 고온소재/쿨링, 2차유로 시스템 튜닝 등의 연구개발 활발 • 가스터빈 세계 시장점유 1위 (GE), 논문등재 및 특허 부분 세계 1위 • 지속적인 연구 개발을 통해 최신 기술 보유 • GE를 중심으로 복합발전효율 63% 이상급 발전용 가스터빈 출시 • DOE를 중심으로 핵심기술 선행개발 국가지원 사업 진행 중 • 희토류금속을 기반으로 하는 신소재 초내열 합금개발을 활발히 추진하였으나 2010년 이후 시장 경쟁력 확보를 위해 합금특성개발보다는 발전용 가스터빈 효율 극대화 개발에 무게를 두고, post H급 대형 신형 가스터빈 압축비, 연소능력 및 열전달 냉각능향상, 설계 개발에 중점적 연구개발 투자주력 • 가스터빈 엔진의 기본설계부터 제작 시운전 튜닝에 있어서 전 세계 최고의 기술 보유. 특히, GE Power의 경우 다양한 가스연료의 구성성분에 따른 연소기술 최적화 엔진의 시스템 튜닝에 따른 열효율 최적화 기술이 세계 최고수준(정부의 에너지 정책의 뒷받침에 따른 GE사의 자발적이고 공격적인 연구개발 투자에 따라 관련 요소기술부터 시험평가(인프라 포함), 인증기술까지 보유)

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 다년간의 F급 발전용 가스터빈 OEM 생산 경험을 통한 벤치마킹 가능 • 초임계 CO2 발전기술 분야 연구 활발 • 국산 고유모델 개발에 전력투구 중 • 해외 선진사 협업 등 통해 확보한 가스터빈 엔진 원천기술의 연구개발 추진(국내 대기업의 투자로 기술력 강화 생태계 구축) • 관련기술 보유 • 발전용 대형 가스터빈 기술을 개발하고 있으며 현재 설계능력 보유	• 터빈 고온 부품 설계 및 제조기술, 소재분야 기술력 미흡. • 차세대 기술 개발 의지 및 전략 미흡 • 기초원천기술개발과 응용기술 연계미흡 및 체계종합기술 경험이 없으며, 관련기술 개발인력과 인프라 부족 • 해외 선진사를 추격하기 위해서는 민간의 노력뿐만 아니라 정부의 투자 그리고 테스트베드(발전사 운용중인 가스터빈 발전 시스템)의 활용 극대화 필요

국가	강점분야	기타
	• 최근 진행 중인 개발 사업으로 기본적인 연구개발 인프라 구축 중 • 대형가스터빈 개발과제를 통해 개발체계를 갖추어 가고 있는 중 • 2013년부터 대형가스터빈 시스템 투자로 인한 시너지 효과 가능	• 단위 구성품에서의 개발을 있었으나 상용화가 거의 전무 • 적극적 투자를 통해 연구개발에 필요한 인프라를 확충하고 인력 양성 필요 • 선진국을 추격하기 위해 추가 연구 개발 필요
중국	• 로켓, 항공엔진 등 관련 기반 산업기술 저변을 확보한 상황으로, 대규모 집중 투자 시 발전용 가스터빈 개발을 단기간에 완료할 수 있는 잠재력 확보 • 지속적인 정부지원 정책과 국책연구기관의 기초/원천기술개발 추진 활발 • 항공용 가스터빈 기술의 확보를 통한 고효율 가스엔진 기술의 원천기술 확보 • 인력 • OEM 사의 가스터빈 부품 제작하여 공급하며 기술 축적 중 • 많은 대학과 연구소에서 다양한 수준의 연구개발 진행 • 정부의 대규모 투자에 힘입어 논문 수나 질이 급격히 향상됨	• 현재까지는 중국 정부가 가스발전기술 개발에 큰 관심을 갖고 있지 않음 • 질적 성장은 높이 평가될 수 없음 • 국제규격과의 연계성 및 표준화 부족 • 표준화 되어 있지 않은 고온 터빈소재 기술 및 전문기업 부재 • 기술, 인프라 • 구체적으로 개발한 실적보다는 미국, 독일 등 가스터빈 세계 주도국으로부터의 투자 및 branch 교두보로서의 효과 수혜 • 전 분야에서 미흡
일본	• 소재/설계/엔지니어링 및 제작기술, 인프라 설비 및 장비 분야는 미국과 거의 유사한 수준 • 국가의 주도적 선행기술 개발 투자 • 산업체의 장기적이고 안정적인 기술 개발 전략 구현 • 발전용 고효율 가스터빈 발전설비 설계 및 제작 기술, 기술 인력과 관련 인프라 우수 • 고온소재 기술, 시험인프라 기술, 전문 인력, 정부의 투자, 기업의 투자 등 • 서방에 비해 늦게 산업에 진출하였으나, 자체 설계 제작 능력을 갖추고 동남에 시장을 목표로 하고 있음 • 미국과 EU 그룹을 추격 중. 다양한 수준의 연구개발 활발히 진행 중 • 꾸준한 기술 개발을 통해 미국, 독일과의 격차를 지속적으로 줄이는 중	• 미국 대비 AM(Additive manufacturing) 기술 및 Digitalization 기반 기술 부족. 초임계 CO2 발전기술 분야 미흡 • 발전용 가스터빈 성능개선 시스템 엔지니어링 기술 • 선도 기술 미흡 • 1700 C 연소기 개발 등을 통해 개발 리드 역할 담당 • 기술, 인력, 인프라 등에서 미국 및 독일 선도 그룹에 못 미침
EU	• 100여 년간 지속적인 기술적 진화의 가속도 유지 중 • 3D printing 기술 등 선행기술 투자 활발 • 발전용 고효율 가스터빈 발전설비 설계 및 제작	• 미국 대비 초임계 CO2 발전기술 분야 미흡 • 미국에 비해 기술개발 적극성 결여 • 첨단 ICT 기술의 접목을 통한 발전 시스템 모니터링 및 성능개선 기술

국가	강점분야	기타
	기술, 기술 인력과 관련 인프라 구축이 탁월 • 가스터빈 핵심부품 요소기술, 고온소재 기술, 시험인프라 기술, 전문 인력, 정부의 투자, 기업의 투자 등 • 산업체 규모는 미국보다 다소 작으나, 용량, 용도별 특화된 전략 수행 • 가스터빈 관련 사업은 부진하나, 연구개발은 지속적으로 진행 중 • GE보다 Siemens의 수익성은 적으나 기술이 우수함	• 선도 기술 다소 미흡 • 최근 가스터빈 마켓 매출 난조로 OEM사가 어려움을 겪고 있음
미국	• 각 요소분야 최고수준의 인력 확보 • 대형 인프라 설비 및 장비에 강점 • AM(Additive manufacturing)기술 기반 제조기술 혁신 진행 중 • Digitalization 기반 최적 MRO 기술 구축 중 • 초임계 CO2 발전기술 실증 연구 추진 중 • 제품의 기술 경쟁력 확보에 필요한 선행 기술 개발에 대한 국가적 투자 탁월 • 발전용 고효율 가스터빈 발전설비 설계, 제작 기술 탁월 • 전 분야의 최고의 기술 보유 • 개발된 가스엔진의 시험평가를 위한 테스트 베드와, 주요 핵심 부품별 시험평가 시스템/연구 장비 등이 굉장히 많아 전문 인력이 끊임없이 연구개발에 매진할 수 있는 환경 • 첨단 ICT 기술 등을 활용하여 발전시스템의 개선 및 차세대 시스템 엔지니어링/신뢰도 평가 기술 확보 가능	• 첨단 ICT 기술의 접목을 통한 발전 시스템 모니터링 및 성능개선 기술 • 기술수준 정체 • 최근 가스터빈 마켓 매출 난조로 OEM사가 어려움을 겪고 있음 • 가스터빈 사업 부진으로 인력 구조조정 중. 하지만 축적된 기술을 활용한 연구개발은 지속적으로 진행

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	3위	1위	4위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 관련기술 보유 기관 및 연구자간 유기적인 협력 네트워크 구성 • 대형가스터빈 국책사업으로 인해 산학연간 인프라 초기형성 및 구축이 되어 있는데 산학연 각각이 직무에 맞는 역할과 책임을 수행하는 것이 필요하고 각 발전사에 설치된 가스터빈의 운전 및 운용을 포함한 정보공유 및 각 이슈해결을 위한 과제화가 가스터빈 인프라 확대 필요 • 정부의 R&D 사업으로 개발 중인 270MW 급, 효율 40% 이상의 가스터빈을 국내 발전소(사용자)와 구체적인 협업을 통하여 다양한 조건에서 전력을 생산해 보고 시스템을 최적화 하는 파일럿 테스트 진행 필요 • 본 기술은 범국가적인 역량을 결집해야 성공이 가능한 기술 난이도가 높은 분야이므로, 개별 기업들의 독립적 연구를 지양하고, 국가 주도의 기술개발 협력체제 필요 • 개발, 시험과 실증에는 많은 비용과 시간 필요. 경험 보유 중소기업의 기술력 향상을 위한 지원, 기 구축된 시험 설비의 활용, 실증을 위한 기존 발전회사의 협력 등 필요 • 국내 관련 기업의 기술 분야별 엔지니어링 소스 허가 및 공급망 구축 • 중소기업들이 협력할 수 있는 공급망 구축 및 대기업간의 역할 분담 • 전략적으로 국내연구진을 기술별로 또는 부품별로 전문화 필요. 예를 들면 A기관은 공력, B대학은 제어 등. 다양한 그룹을 융합할 관제탑 필요
국제협력 촉진	• 가스터빈 개발 역량을 갖춘 OEM사 협력기관 혹은 인력과의 협력을 통해 가스터빈 개발의 촉진 및 신속화를 이루는 것이 가스터빈 개발 및 성능 향상에 지대한 영향인자를 발굴할 수 있는 좋은 아이템 • 국내 업계(두산중공업)은 미국에 가스터빈 R&D센터 설립하여 기술교류를 위한 투자를 하고 있으므로 국내 정부와 전문기관도 미국의 DOE 및 DOE가 선정한 46개의 혁신 에너지 연구소(Energy Frontier Research Centers: EFRCs)와 연계하는 프로그램 필요 • 전반적으로 선진기업 및 국가에서 기술유출을 극도로 제한하므로 국외에서 선진기술을 도입하기는 어려울 것이나, 개발 시간 단축을 위해 협력이 가능한 부분은 외국 기술의 도입 확대 필요 • 기술선진국들과 국제 기술개발협력(RSP 등)을 통해 선진기술 습득 및 글로벌 공급망 구축
인력양성 및 유치	• 핵심기술개발 인력의 연속성 있는 기술개발 지원방안 마련 • 운전 실적을 통한 성능 및 RAM (reliability, availability and maintainability)의 결과는 경험인력의 보유로부터 시작되기 때문에 경험인력의 스카웃 및 충원이 절대적이며, 이런 인력을 지속적인 유지 및 인력양성을 위해 지속적인 연구 개발의 지원이 필수적 • 선진 OEM사에서 진행 중인 학회활동을 통해 연구 및 개발에 인프라의 활용적인 측면에서 좋은 사회의 구성을 통한 인력 인프라 저변 확대 • 국내 업계는 유럽에 가스터빈 전문 인력 확보와 네트워크 확대를 위한 ATSE(Advanced Turbomachinery Systems in Europe) 설립으로 전문 인력 유치에 힘쓰고 있으므로 마찬가지로 정부도 EFRCs와 정기적인 국제협력 컨퍼런스, 기술교류를 통해 우수인력 양성 프로그램 필요 (에너지 장학금 등을 통한 후학양성 프로그램 등 개발)

	정책제언
	• 우수한 인력이 관련 산업에 종사하게 하는 것이 중요한데, 현재로서는 국내 관련 산업 분야의 비전이 불투명함. 이를 극복하기 위해 정부에서 관련 산업분야 육성 의지를 강력하고 지속적으로 보여주어야 함 • 일부 대학을 중심으로 관련 인력이 배출되고 있지만, 우수 연구원 양성을 위해서는 연구 저변 확대 필요. 관련 산업의 규모가 한정되어 양성된 인력이 관련 산업에 지속적인 진출하기 쉽지 않은 상황이므로, 연구 개발 투자 확대를 통해 기업의 채용 의지 확대 필요 • 가스터빈 기술의 지속가능한 성장을 위해서는 고급 설계 및 개발 인력의 지속적 양성 및 유지가 필수적 • 관련 핵심 기술 분야별 선진기술 개발과 시제개발 시, 해당 시제품의 시험, 평가, 인증부분을 수행할 수 있는 기술 전문 인력 양성 • 선진기업 및 국가에서 기술 유출을 극도로 제한하기 때문에 국내 기업에서 필요한 인력 양성이 필수적
인프라 구축	• 연구 및 기술개발 산학연 협력연구 토대 마련 • 고부가 가치 창출에 강점을 가진 고온부품 설계 및 제작, 그리고 후공정에 대한 체계적인 기술 습득 체계 및 방법을 고민하고 이를 해결하기 위한 기초과학 및 응용학에 역점을 둔 개발 장려 • 상품화 및 사업화를 위한 업체 발굴 및 지원 • 설계기술 향상을 위한 가스터빈 각 구성품 설계인자의 성능 영향 요소의 구체화 방안을 위한 개발 필요. 각 설계치를 검증하기 위한 각 구성품 시험검증 설비의 국책연구소 보유를 위한 지원 등이 국내 기술의 해외반출 방지 및 국내 인프라 확충 기대 가능 • 두산중공업은 향후 발전용 가스터빈의 서비스 사업 확대를 위한 미국 ACT사를 인수하는 등의 투자 진행, 그러나 기업에서 투자하는 기술은 상용화를 위한 것으로 기초-응용-핵심기술 개발과 함께 시험을 진행할 수 있는 복합 시험평가 인프라(압축기, 연소기, 터빈, HRSG 주요 보기류 등)를 구축하되 시험평가 비용이 많이 소요되므로 수요처, 사용량, 유지보수의 주체를 명확히 확인 후 사업타당성 검증을 통해 추진 필요 • 커미셔닝 및 인증을 위한 파일럿 플랜트 인프라 구축에 막대한 예산이 소요되므로, 정부차원의 지원 필요 • 소재개발, 설계, 제작, 성능시험 등 개발 및 상업화 단계에서 많은 고가의 장비와 설비, 고급 연구/개발 인력 필요. 민간 기업의 투자만으로는 필요한 인적 물적 인프라 구축이 어려우므로, 정부 투자를 통해 기업의 투자 의지 향상 필요 • 관련 핵심 기술 분야별 기술개발과 시제개발 시, 해당 시험, 평가, 인증부분을 수행할 수 있는 시험평가 설비 인프라 구축 • 인프라 구축은 참여 기업에서 수행하되 실증을 위한 인프라는 국가 차원에서 구축 • 개발비용 절감 및 개발자료 모호 차원에서 국내 다양한 가스스팀터빈 부품 및 엔진전체 시험장비(대형 고온 고속 고압 등)를 구축 필요 • 인적 연구협력 인프라 및 연구와 평가 설비 인프라 구축
법·제도 개선	• 핵심기술개발 지원을 위한 법제도 개선 추진 시급 • 국내 기반 가스터빈 개발품의 실증 인증을 위한 발전사에 개발품의 리스크를 보충할 수 있는 법제도의 개선

	정책제언
	• 현재의 고효율 우선 급전순위 시스템 하에서는 우리나라의 시장진입이 사실상 불가능함. 에너지 산업은 국가 기간산업이므로 시장 논리로만 접근하지 않고, 국산개발품 도입 시 해당 발주처에 인센티브를 주는 등 파격적인 지원 방안 필요하며 개발 단계에서 수행하는 다양한 실험 과정에서 생산되는 전력의 판매가 가능하도록 하는 전력거래 제도의 도입 필요 • 고효율 가스 발전 기술 확보가 산업 전반에 미치는 영향이 매우 크지만, 정책적 지원 없이는 그 중요성이 부각되거나 인정받지 못함. 현실적인 발전 대안인 가스발전기술 개발을 위한 정책적 지원 필요. 정부차원에서 가스발전의 장점과 필요성을 강조하여 투자의 당위성 제공 • 개발 제품들의 국내외 시장 확보를 위한 국가적 규모의 실증 시험이 필요하나, 개발 기술의 '실증'에 대한 법적, 제도적 규정이 명확하지 않음 • 국내개발 설비 완제품 또는 부분품 및 부품 등 국산품 사용에 대한 공급 우선권과 경영평가 제도 개선 • 에너지 산업은 국가의 가장 근간이 되는 분야이나 초기 진입 장벽이 높기 때문에 국가적인 지원 필요. 특히 초기 개발 제품은 성능이 낮기 때문에 현재 국내 최저 발전단가 급전 시스템 및 고장에 대한 경영평가의 반영은 발전사에서 선택하기 어려움. 따라서 기업에서 개발해서 실증할 수 있도록 제도 및 법 개선이 필수적 • 국내에서 개발한 주기기 (가스터빈 스팀터빈)을 사용하는 발전사에 대해 법적인 경영평가적인 지원을 하여 국내에서 개발한 기술 실증. 국내 실증 후 수출하는 전략으로 산업화 추진 • 가스터빈 확대 적용 및 천연가스 도입
연구비 확대	• 국가 및 민간기업 기술개발비 공동분담 토대 마련 • 가스터빈 개발은 천문학적인 개발비가 필요하기 때문에 국가적인 지원이 필수적. 미국, 독일, 일본의 선진사들은 가스터빈 개발을 위한 막대한 투자를 통해 개발품의 사업화 및 해외수출 중. 또한 산과 학연을 분리하여 연구비 개발 투자 및 평가체계를 갖추고 이를 수행하고 있는데 이 또한 수용해서 국내에 적용 필요 • 이미 기술격차가 매우 큰 대형 GT 개발에 집중하기 보다는 상대적으로 기술격차가 작은 연료전지 연계 발전, 초임계 CO2 발전 등 신개념 가스발전기술 분야의 연구비를 확대하는 것이 유효하며 시장성이 좋은 MRO(Maintenance, Repair and Overhaul) 및 retrofit 분야의 지원 필요 • 선진국의 경우, 정부의 지속적인 지원을 통해 산업체, 연구소, 학계가 단절 없는 연구를 수행하고 있고, 꾸준한 기술개발이 지원됨. 대규모가 아니더라도 지속적인 연구비 지원을 통해, 해당 산업 종사자들이 장기 계획을 갖고 연구 개발에 임할 수 있는 분위기 조성 필요 • 관련 핵심기술개발 기관들의 기술개발 예산 확대 • 효과적으로 될 수 있는 우선순위 선정을 통한 필요 연구비 지원 • 연구비가 절대적으로 부족. 해외 주요국 대비 연구비 투자가 절대적으로 적으므로 한국의 투자도 10-100배 증가 필요
기타 의견	• 고효율발전 달성을 위해서는 가스터빈 기술, 열교환기 기술, 고효율 고온가스 생성 및 유지 기술, 미래청정 복합발전 기술 등과의 융복합 기술개발이 필수적이며, 고효율 가스-전기 변환기술 개발에 집중 필요 • 가스터빈은 경험과 역사적 자료에 기반한 고부가 가치 창출 사업으로 현재 널리 알려진 ICT와의 접목이 필수적. 외국 OEM사에서는 오래전부터 DB 기반 모델 베이스 컨트롤로부터 시작하여 개발한 가스터빈의 중요 인자들에 대해 ICT를 접목한 기술개발을 출시하기 시작하여 GE는

	정책제언
	디지털 트윈의 트레이드마크로 지속적인 투자 및 개발을 추진하고 있어 우리나라도 이와 유사한 기술개발분야를 기작동중인 보일러, 스팀터빈 등에 적용하여 기술개발 진행. 복합 화력 발전의 주기기인 가스터빈도 이와 맞춰 진행하여 가스터빈 + 스팀터빈을 구성하는 복합화력 발전에 ICT를 접목한 기술을 개발하면 시너지를 충분히 성취 가능 • 산업용 고효율 가스터빈 기술개발은 항공/방위산업의 항공기 가스터빈 기술과 연계가능하며 현재 방사청(군용 항공기 가스터빈 기술), 산업부(발전용 가스터빈 전담, 항공용 가스터빈 부품 개발), 국토부(민수 항공용 GT 부품 및 시스템의 시범인증을 통한 국가 상호인증체계 확보와 실용화 : 기획연구 단계)로 나누어 개발됨. 고효율 가스화기기 개발에 대한 중복투자 최소화 및 효과적이고 기술집약적인 연구개발을 유도하기 위해서는 기술개발의 전주기(설계-개발-제작-시험평가-표준-인증-국제조화-실용화)를 전담 부처별로 집중하여 추진이 필요하며, 방사청은 군용 항공기 GT, 산업부는 에너지 발전용 GT, 국토부는 민수 항공용 GT/시범인증 인프라 구축으로 분리하여 개발하고 다부처 협의체 등을 통하여 법령으로 정례화된 서로의 기술교류와 산업의 spin on/off의 활성화가 필요할 것 • 고부가가치 부품 생산 위해 고온소재, 3D 프린팅 등 최신 제조기법 등과 협력 • 발전용/항공용 가스터빈은 공통기술이 많으므로 공통 핵심기술의 국가 주도적 개발 필요 • 완제품 개발은 산업체가 주도, 선행기술 및 시험 인프라 기술은 국가 주도 추진 • 실증 시험 설비의 지속가능한 유지 • 가스터빈이 개발되면 유지보수사업의 수익성이 좋기 때문에 빅데이터 AI 등을 이용한 가스터빈 상태 진단기술도 개발 필요. 또한 현재 3D printing이 다양한 생산방법을 가능하게하기 때문에 이와 연계한 가스터빈 개발 프로그램 필요. 즉 Industry 4.0의 가장 대표적인 대상이 가스터빈임

다 주요 분석 결과 요약

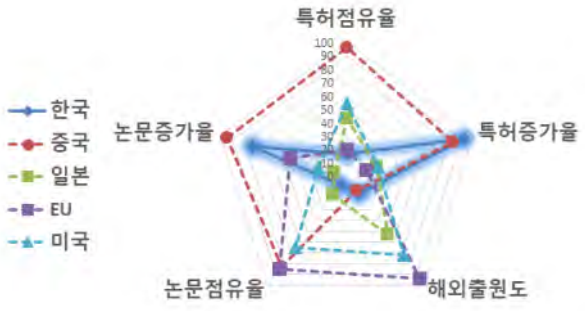
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	고효율 가스발전 기술	2,885	1,866	27.2%	95.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

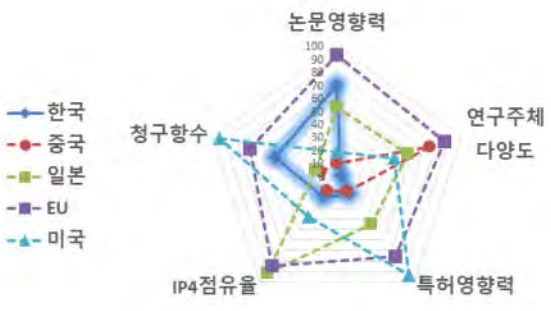
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	미국
	30.6%	40.9%	14.1	8.4
한국	5위	5위	2위	4위
	5.6%	9.1%	12.3	0.3
5개국 평균[2]	-	-	11.2	7.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

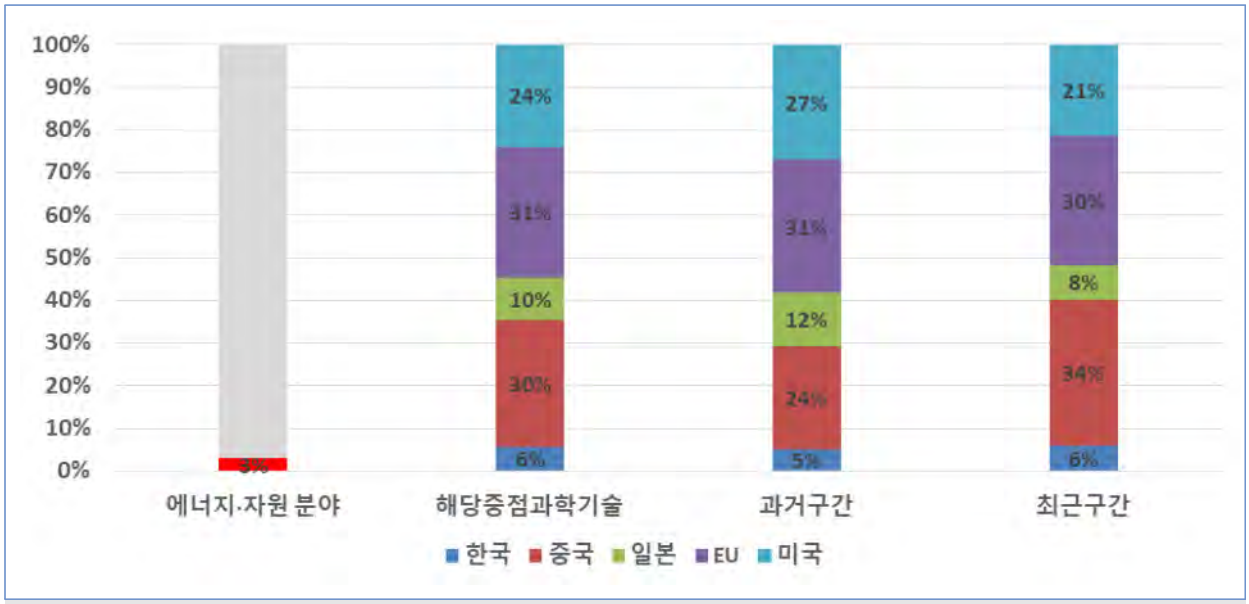
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(12.3)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(30.6%), 중국(29.8%), 미국(23.9%), 일본(10.0%), 한국(5.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(79.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(14.1), 한국(12.3), 일본(11.5), 미국(9.8), 중국(9.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.92)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(9.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(0.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(40.9%), 미국(21.4%), 일본(18.1%), EU(10.5%), 한국(9.1%) 순이며, 특허 증가율은 한국(259.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.4), EU(5.7), 일본(3.1), 한국(0.3), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 일본(22.2%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.0)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.6%	29.8%	10.0%	30.6%	23.9%
	논문 증가율	49.2%	79.2%	-15.9%	22.7%	1.2%
	논문 영향력	12.3	9.2	11.5	14.1	9.8
	연구주체 다양도	0.67	0.85	0.84	0.92	0.85
특허 분석	특허 점유율	9.1%	40.9%	18.1%	10.5%	21.4%
	특허 증가율	259.5%	210.2%	34.7%	2.1%	37.5%
	해외출원도	0.4	0.1	2.5	5.3	3.5
	특허 영향력	0.3	0.0	3.1	5.7	8.4
	IP4점유율	2.4%	0.1%	22.2%	19.4%	7.5%
	청구항수	6.0	3.8	4.2	7.0	9.0

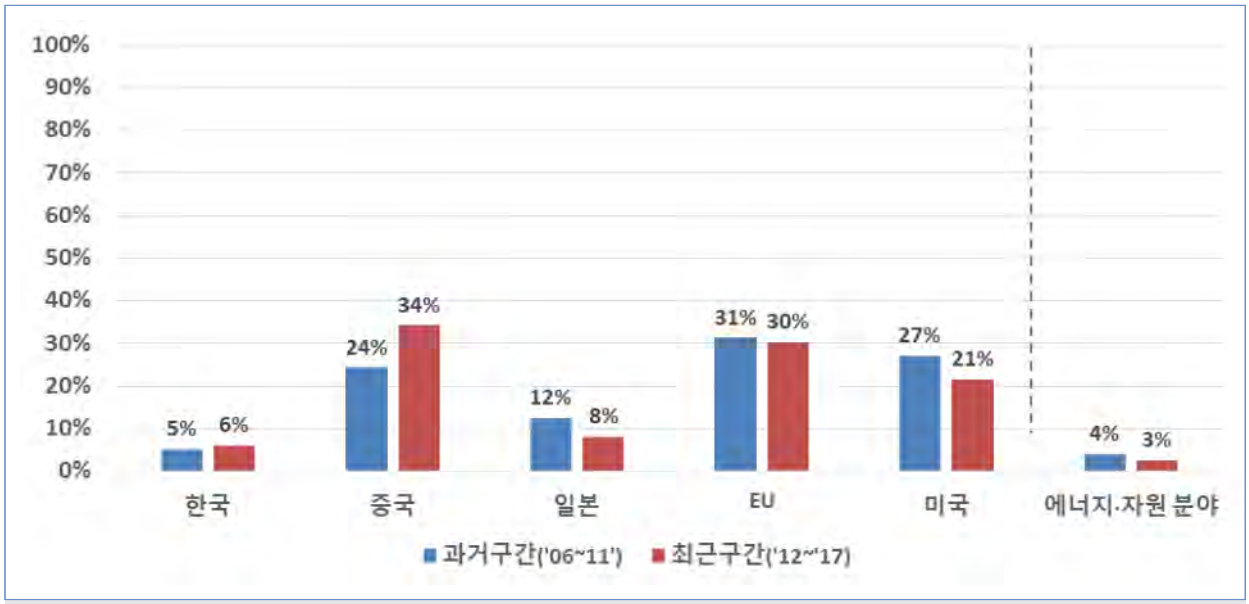
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 고효율 가스발전 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 884건으로 전체 논문의 31%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율 가스발전 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 3%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

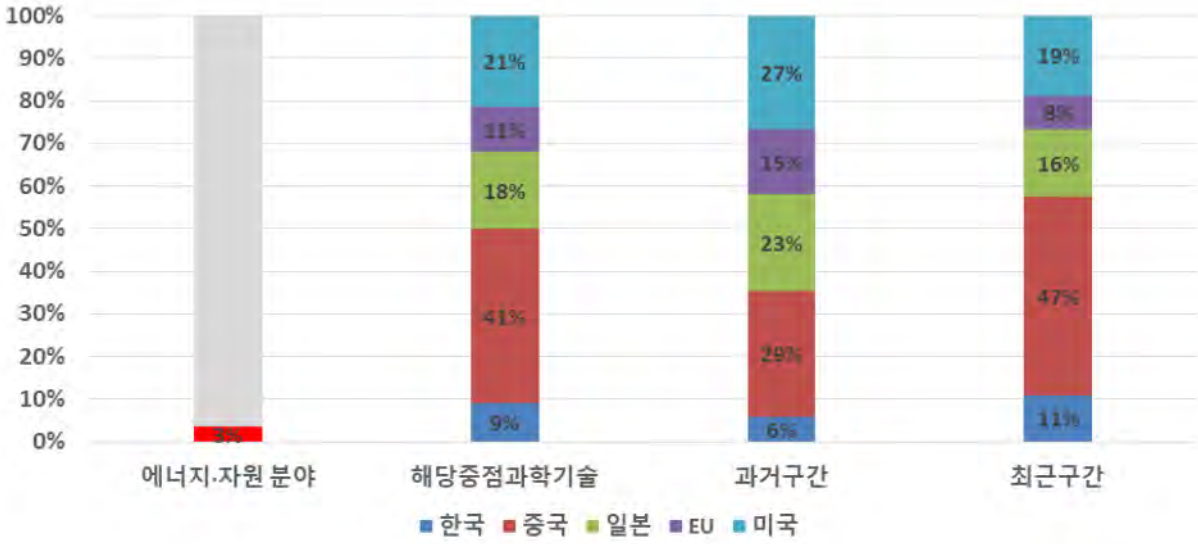


● 고효율 가스발전 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 49.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	65	97	162	49.2%
중국	308	552	860	79.2%
일본	157	132	289	-15.9%
EU	397	487	884	22.7%
미국	343	347	690	1.2%
전체	1,270	1,615	2,885	27.2%

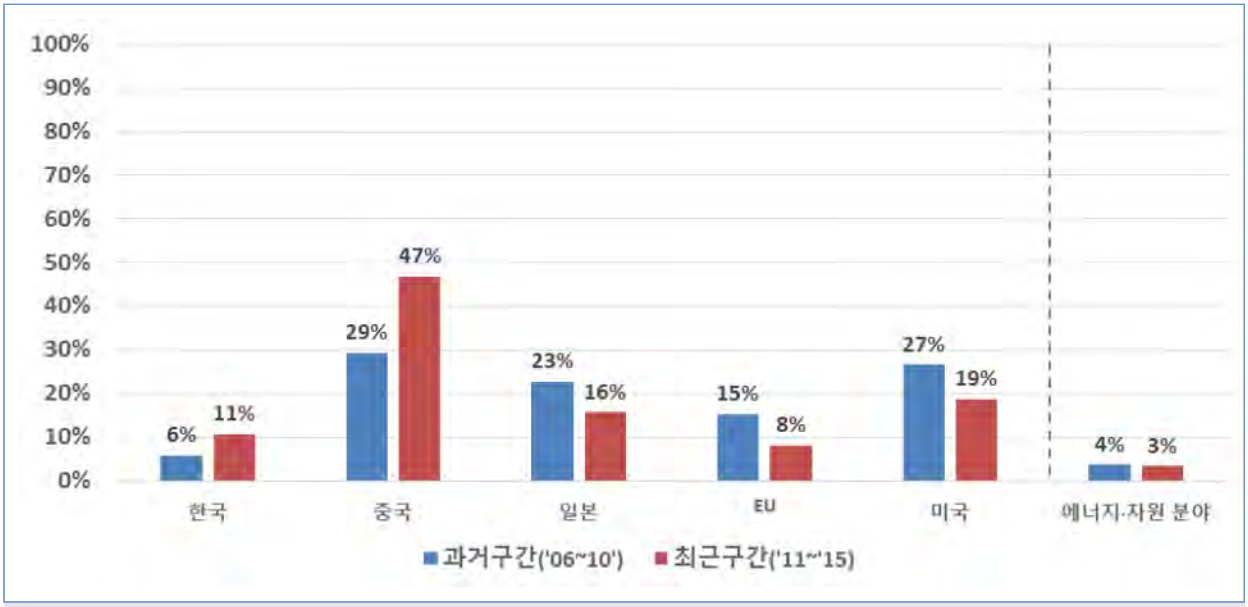
(4) 특허 점유율(전체)



● 고효율 가스발전 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 763건으로 전체 특허의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, EU, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율 가스발전 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



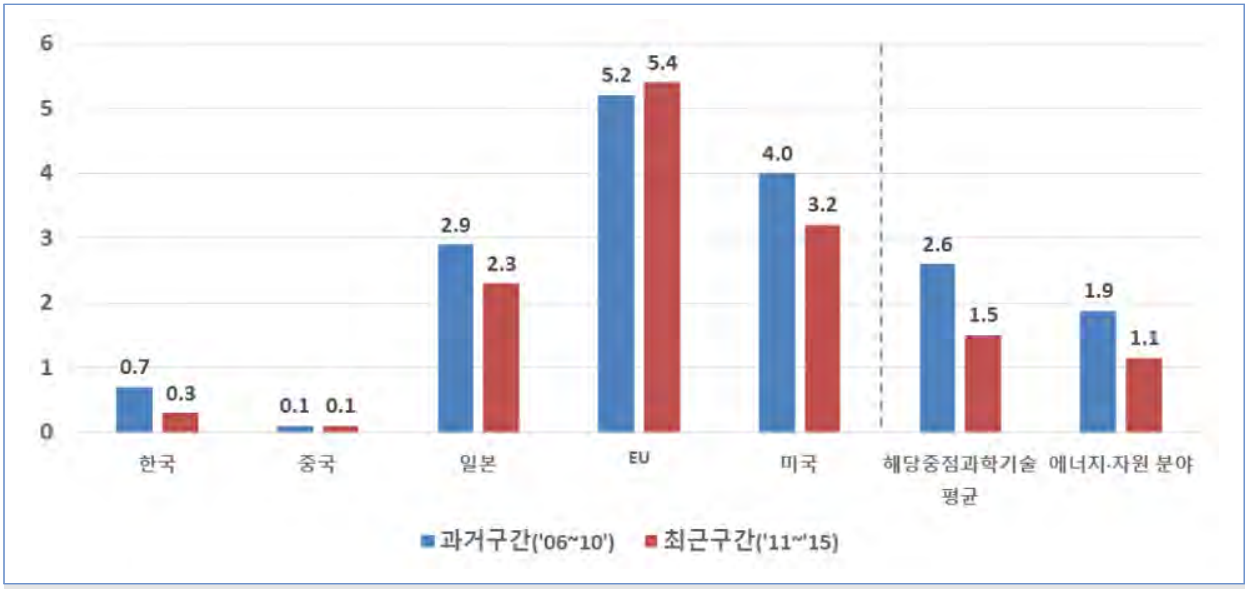
● 고효율 가스발전 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 259.5%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	37	133	170	259.5%
중국	186	577	763	210.2%
일본	144	194	338	34.7%
EU	97	99	196	2.1%
미국	168	231	399	37.5%
전체	632	1,234	1,866	95.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

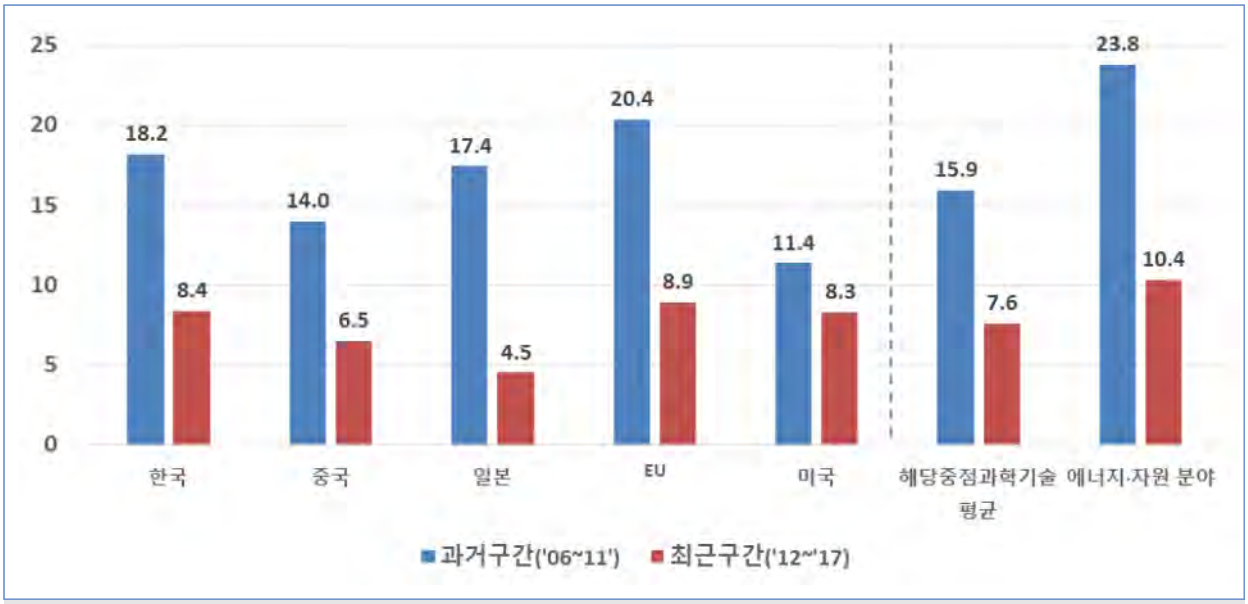


- 고효율 가스발전 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

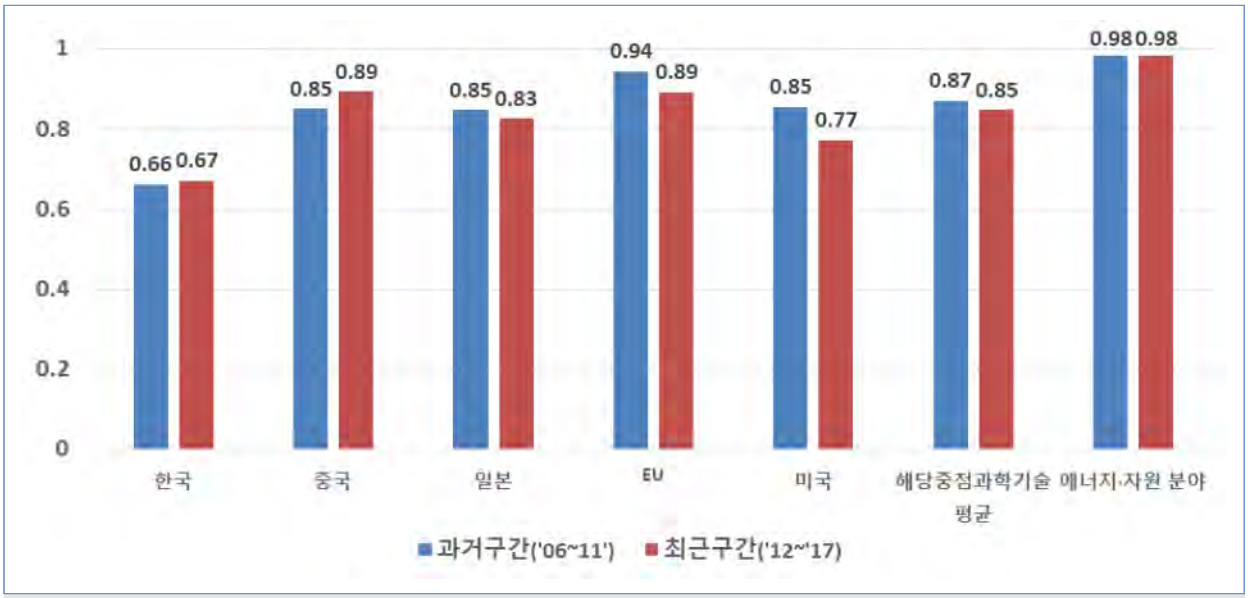
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



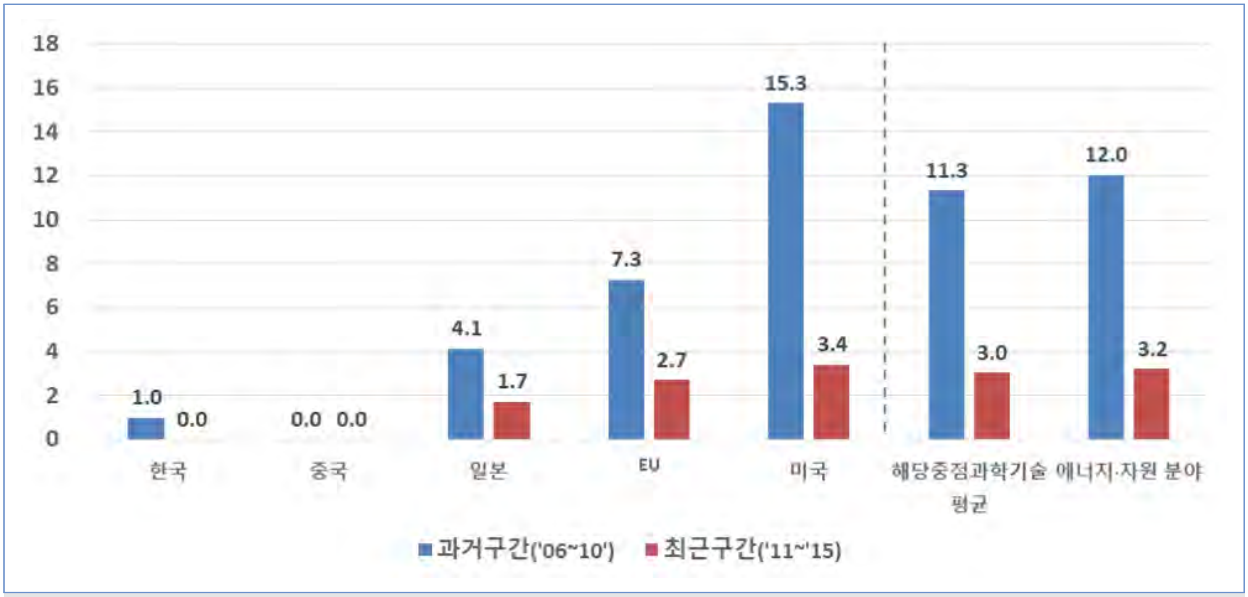
● 고효율 가스발전 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



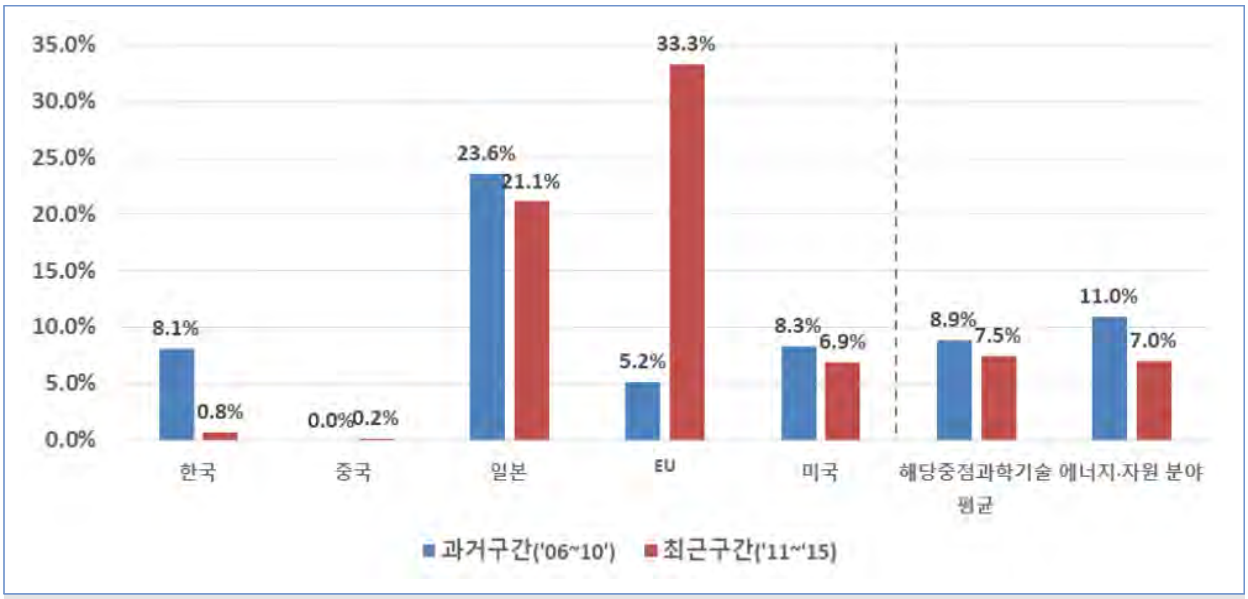
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



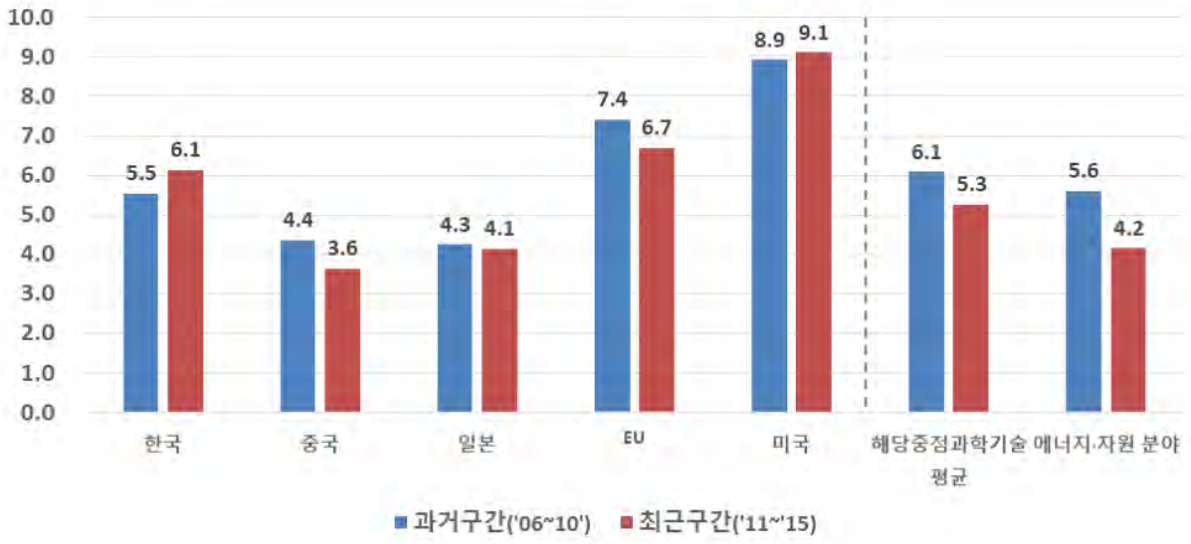
- 고효율 가스발전 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 고효율 가스발전 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 고효율 가스발전 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

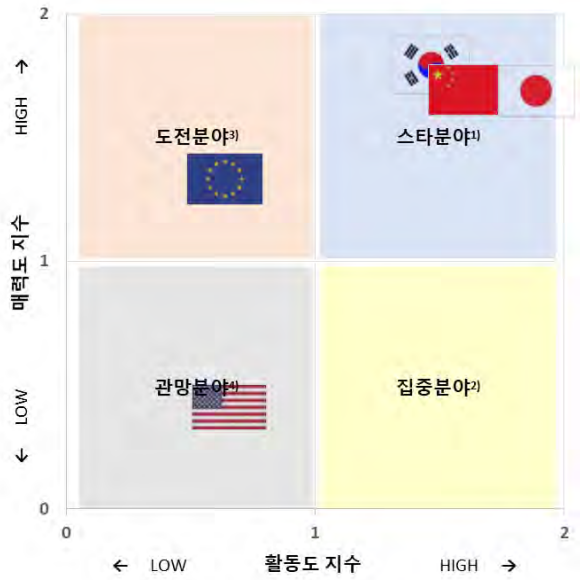
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

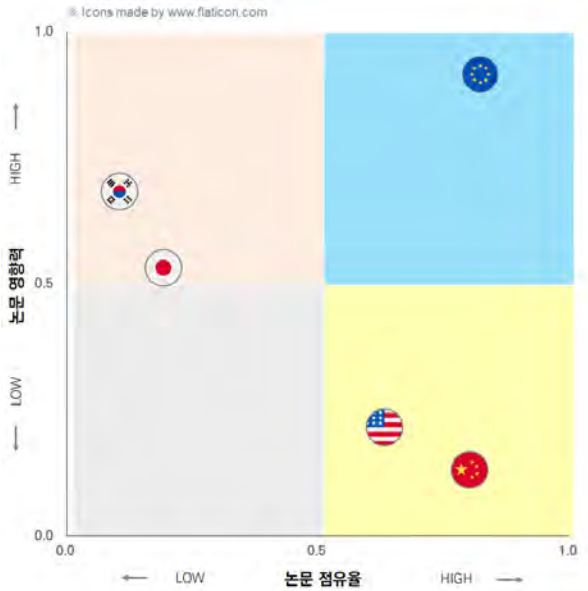
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 고효율 가스발전 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 질적 연구 성과는 높은 상황이며, 일본의 연구 활동이 활발한 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

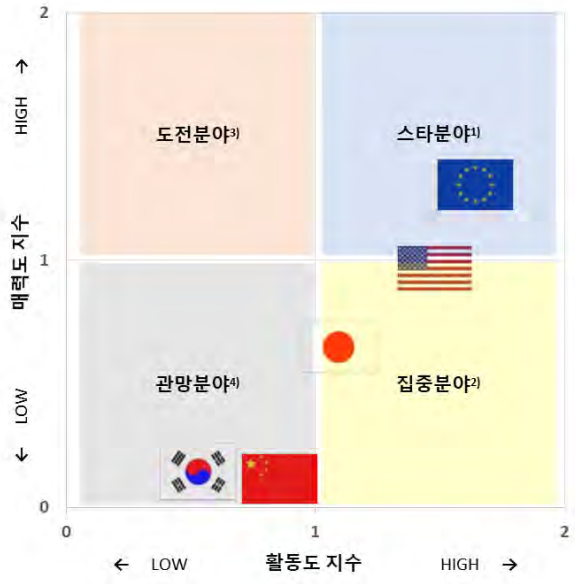


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

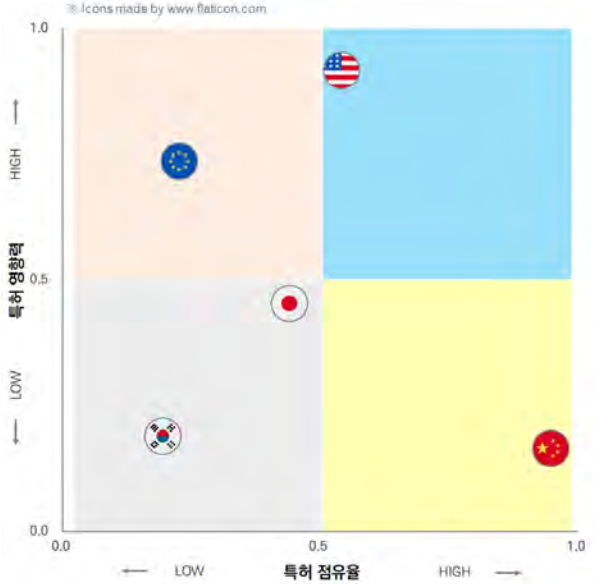
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 고효율 가스발전 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY(1.98%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '인하대학교'가 11.73%(글로벌 점유율은 0.66%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY	미국	8.26%	1.98%	-3.45%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	4.30%	1.28%	136.36%
3	INSTITUTE OF ENGINEERING THERMOPHYSICS	중국	4.30%	1.28%	211.11%
4	CENTRAL MINING INSTITUTE	EU	2.94%	0.90%	320.00%
5	CRANFIELD UNIVERSITY	EU	2.38%	0.73%	10.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INHA UNIVERSITY	11.73%	0.66%	-53.85%
2	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	11.11%	0.62%	250.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.17%	0.35%	0.00%
4	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	4.32%	0.24%	-100.00%
5	PLANT ENGINEERING CENTER	4.32%	0.24%	33.33%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	4.30%	1.28%	136.36%
2	INSTITUTE OF ENGINEERING THERMOPHYSICS	4.30%	1.28%	211.11%
3	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	2.21%	0.66%	-27.27%
4	SOUTHEAST UNIVERSITY	2.21%	0.66%	-81.25%
5	STATE KEY LABORATORY OF MULTIPHASE FLOW IN POWER ENGINEERING	2.09%	0.62%	0.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ENERGY TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE	5.88%	0.59%	-30.00%
2	CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY	5.88%	0.59%	42.86%
3	KUMAMOTO UNIVERSITY	3.46%	0.35%	0.00%
4	RESEARCH LABORATORY FOR NUCLEAR REACTORS	3.46%	0.35%	-100.00%
5	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.46%	0.35%	-33.33%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTRAL MINING INSTITUTE	2.94%	0.90%	320.00%
2	CRANFIELD UNIVERSITY	2.38%	0.73%	10.00%
3	UNIVERSITY OF CAGLIARI	1.92%	0.59%	83.33%
4	SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.36%	0.42%	100.00%
5	GERMAN AEROSPACE CENTER (DLR)	1.24%	0.38%	20.00%

6 미국

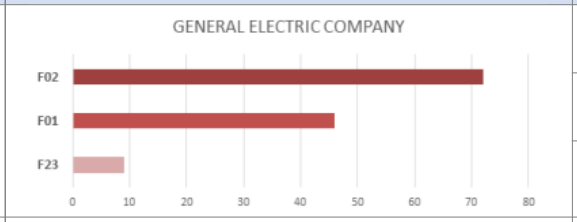
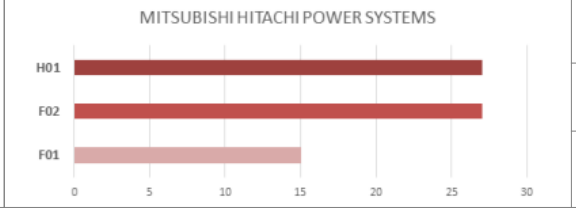
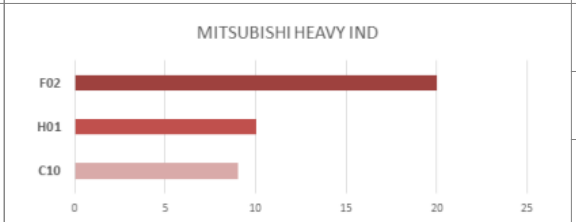
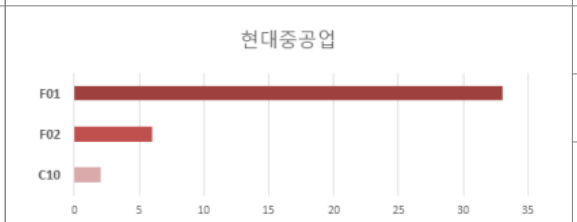
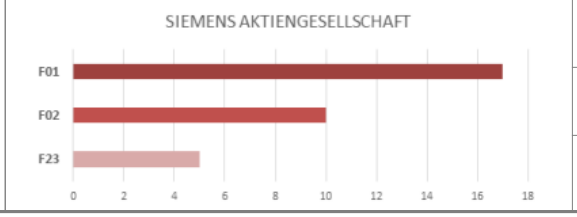
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY	8.26%	1.98%	-3.45%
2	ENERGY CONVERSION AND CONSERVATION CENTER	2.75%	0.66%	116.67%
3	NATIONAL FUEL CELL RESEARCH CENTER	2.61%	0.62%	-61.54%
4	SOUTHWEST RESEARCH INSTITUTE	2.46%	0.59%	42.86%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.74%	0.42%	100.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'GENERAL ELECTRIC COMPANY(8.20%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '현대중공업'이 24.12%(글로벌 점유율은 2.20%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'GENERAL ELECTRIC COMPANY'는 F02(연소기관)에 해당하는 특허를, '현대중공업'은 F01(기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

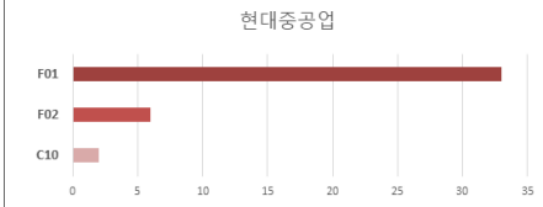
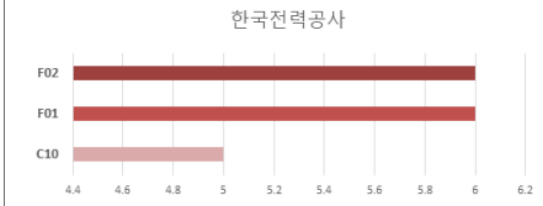
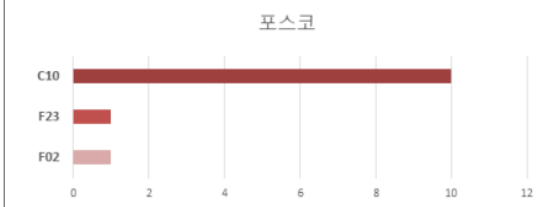
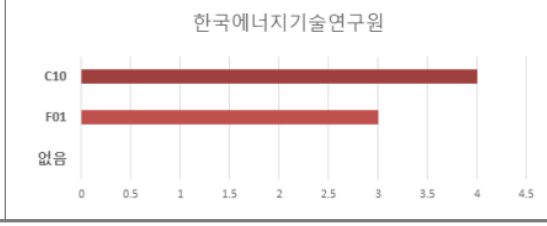
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC COMPANY	미국	38.35%	8.20%	39.06%
2	MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS	일본	23.67%	4.29%	600.00%
3	MITSUBISHI HEAVY IND	일본	14.20%	2.57%	-34.48%
4	현대중공업	한국	24.12%	2.20%	3900.00%
5	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	EU	20.92%	2.20%	141.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F23	연소장치; 연소방법
2		H01	기본적 전기소자
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
3		F02	연소기관
		H01	기본적 전기소자
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
4		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F02	연소기관
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
5		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F02	연소기관
		F23	연소장치; 연소방법

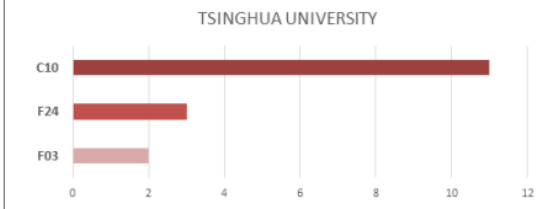
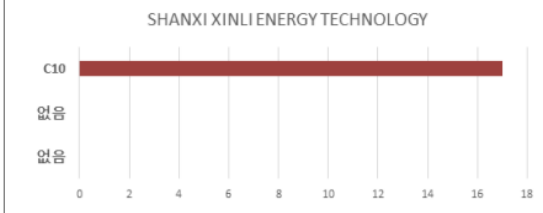
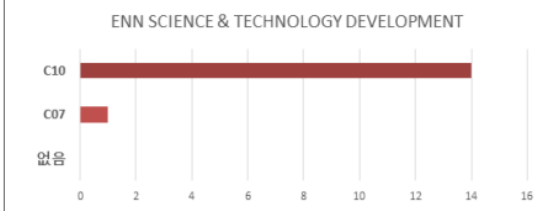
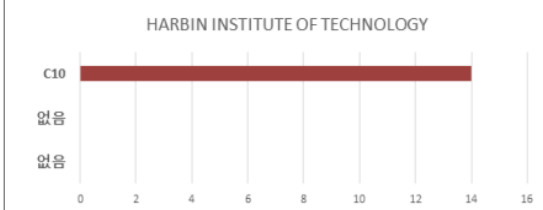
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대중공업	24.12%	2.20%	3900.00%
2	한국전력공사	12.35%	1.13%	10.00%
3	두산중공업	11.76%	1.07%	1800.00%
4	포스코	8.82%	0.80%	175.00%
5	한국에너지기술연구원	4.12%	0.38%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F02	연소기관
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
2		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
3		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F02	연소기관
4		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F23	연소장치; 연소방법
		F02	연소기관
5		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		–	–

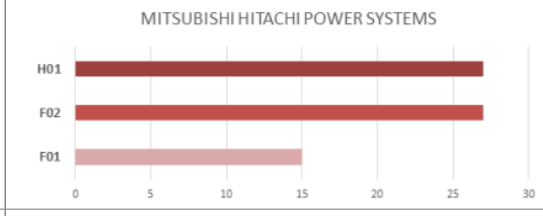
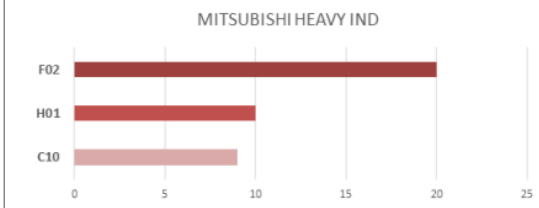
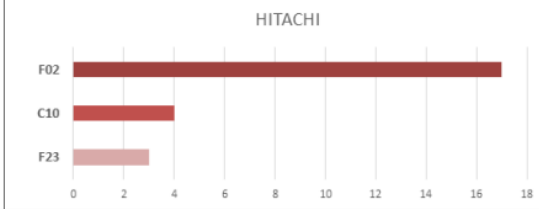
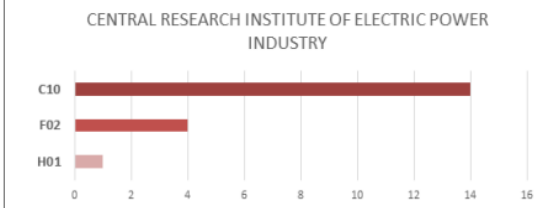
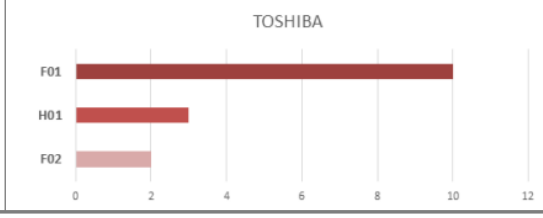
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.49%	1.02%	116.67%
2	SHANXI XINLI ENERGY TECHNOLOGY	2.23%	0.91%	1600.00%
3	ENN SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT	1.97%	0.80%	175.00%
4	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.83%	0.75%	1300.00%
5	ENN RESEARCH AND DEVELOPMENT	1.70%	0.70%	-91.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		F03	액체용 기계 또는 기관
2		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		-	-
		-	-
3		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C07	유기화학
		-	-
4		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		-	-
		-	-
5		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)

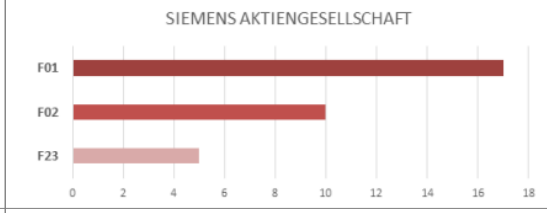
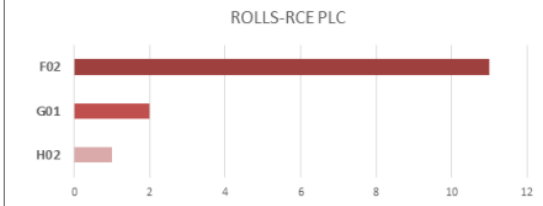
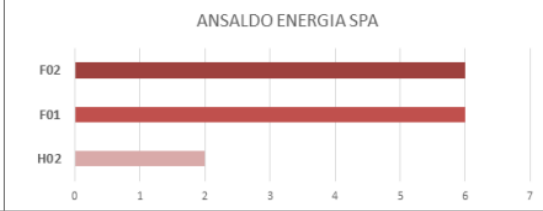
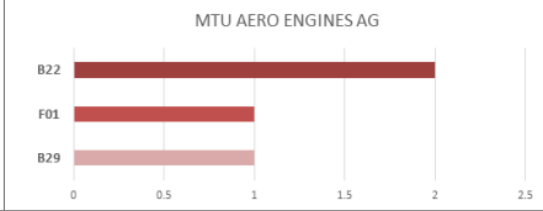
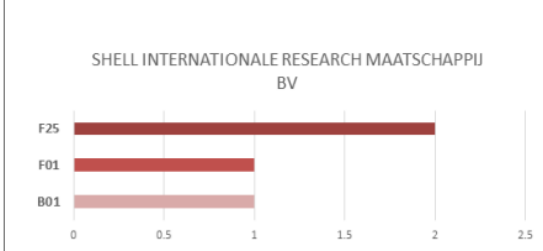
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS	23.67%	4.29%	600.00%
2	MITSUBISHI HEAVY IND	14.20%	2.57%	-34.48%
3	HITACHI	8.58%	1.55%	-38.89%
4	CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY	6.21%	1.13%	10.00%
5	TOSHIBA	5.03%	0.91%	-11.11%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
2		F02	연소기관
		H01	기본적 전기소자
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
3		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F23	연소장치; 연소방법
4		C10	석유,가스또는코크스공업;일산화탄소를 함유하는공업가스;연료;윤활제;이탄
		F02	연소기관
		H01	기본적 전기소자
5		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		H01	기본적 전기소자
		F02	연소기관

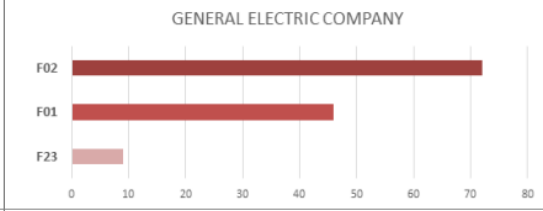
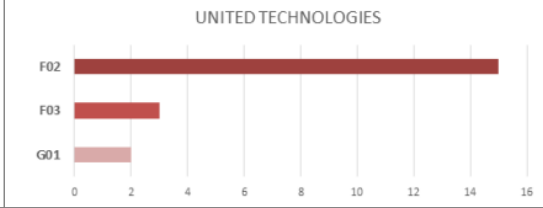
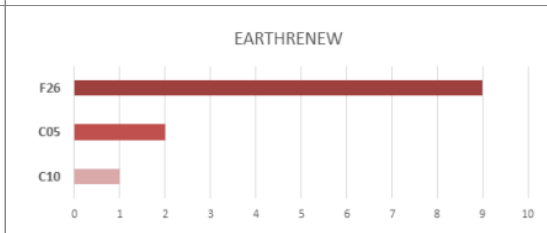
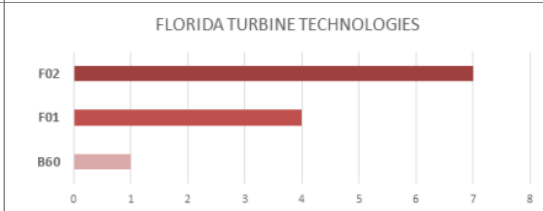
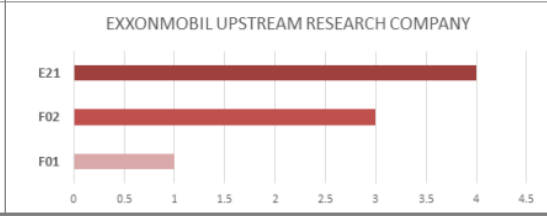
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	20.92%	2.20%	141.67%
2	ROLLS-RCE PLC	8.16%	0.86%	-66.67%
3	ANSALDO ENERGIA SPA	8.16%	0.86%	120.00%
4	MTU AERO ENGINES AG	3.06%	0.32%	0.00%
5	SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ BV	2.04%	0.21%	-66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F02	연소기관
		F23	연소장치; 연소방법
2		F02	연소기관
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		B22	주조; 분말야금
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
5		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC COMPANY	38.35%	8.20%	39.06%
2	UNITED TECHNOLOGIES	6.52%	1.39%	125.00%
3	EARTHRENEW	3.01%	0.64%	-80.00%
4	FLORIDA TURBINE TECHNOLOGIES	3.01%	0.64%	100.00%
5	EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY	2.01%	0.43%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F23	연소장치; 연소방법
2		F02	연소기관
		F03	액체용 기계 또는 기관
		G01	광학
3		F26	건조
		C05	비료; 그 제조
		C10	석유,가스또는코크스공업;일산화탄소를 함유하는공업가스;연료;윤활제;이탄
4		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		B60	차량일반
5		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관

79 바이오 및 폐자원 에너지화 기술



79 바이오 및 폐자원 에너지화 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 산업부산물, 생활계잔재물, 생활계폐기물로부터 가연성폐기물과 불연성폐기물로 분리하는 고형연료 제조기술과 고형연료 고효율 연소기술 및 폐열 에너지 회수기술(waste to energy)
- ☑ 바이오매스를 생화학적·물리적 변환을 통한 액체·가스·고체 연료나 전기·열에너지 형태로 이용하는 열에너지 변환기술과 수송용 연료 전환기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

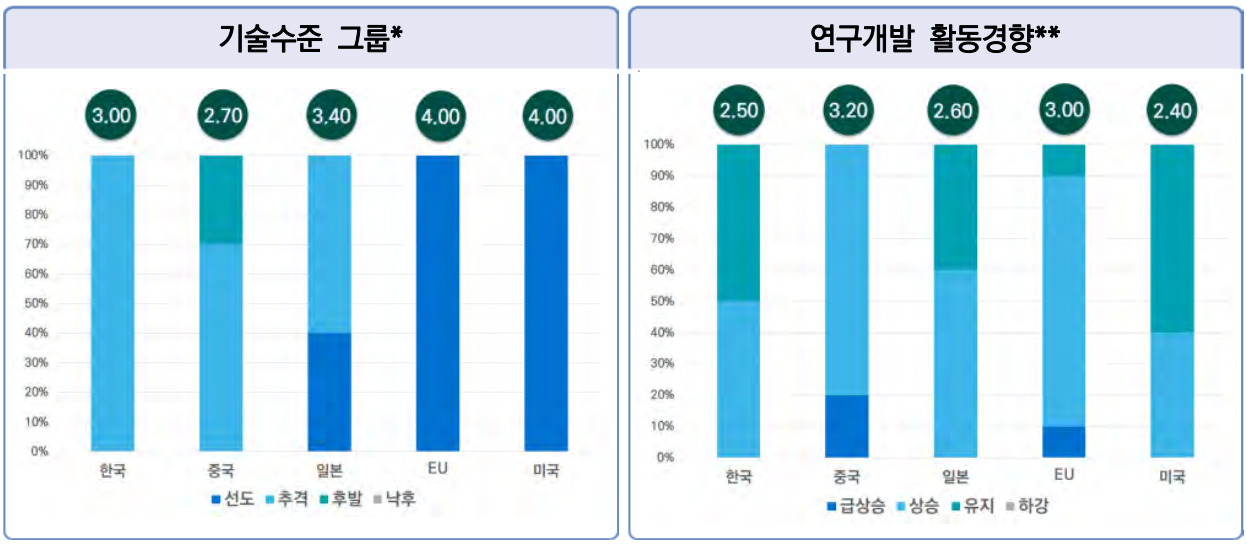
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	71.5	4.8	추격	보통	우수	상승
중국	70.0	4.8	추격	보통	우수	상승
일본	85.0	3.0	추격	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	우수	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	72.5	4.8	71.5	70.0	80.0	5.5	4.8	4.0	5.0	1.1
중국	70.0	4.5	70.0	65.0	78.0	7.7	4.8	4.0	5.5	1.3
일본	85.0	3.0	85.0	75.0	88.0	6.1	3.0	2.0	3.0	0.9
EU	100.0	0.0	100.0	97.0	100.0	3.4	0.0	0.0	0.5	0.4
미국	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	3.5	0.0	0.0	1.0	0.5

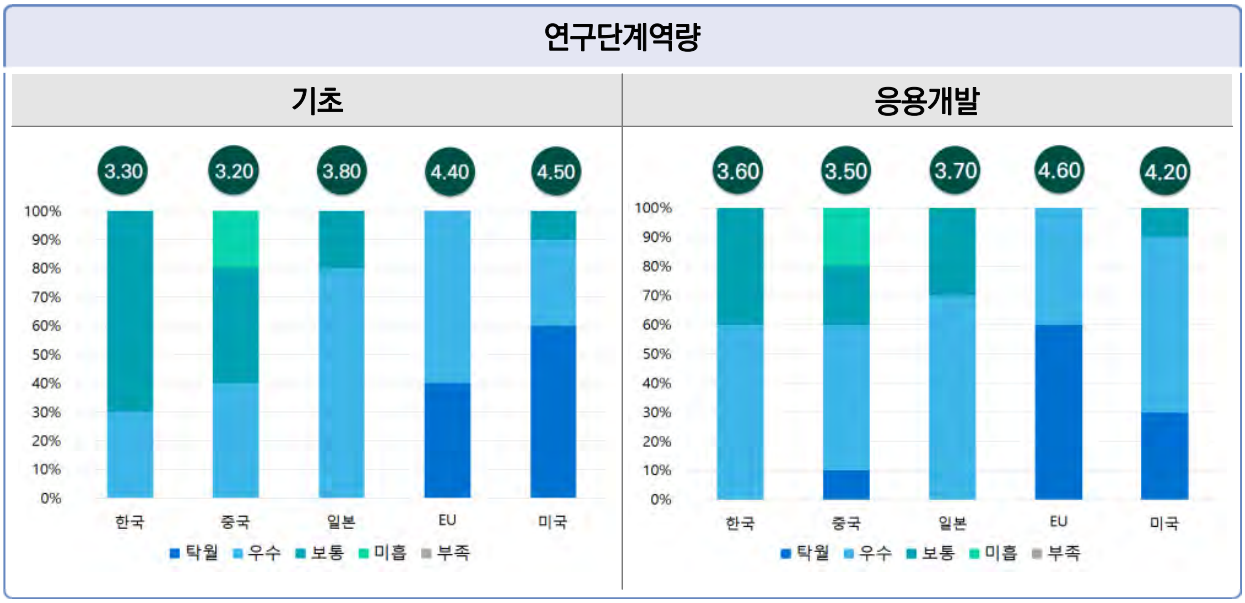
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (71.5%)	• 주변 환경과 삶의 질 향상을 위한 국민의 경각심은 높으나 기본적인 기초연구와 이를 바탕으로 융합되거나 개선될 수 있는 실증연구에 대한 신뢰성 확보가 어려워 관련기술이 개선되지 않고 있음 • 바이오에너지 분야에서 현장 적용이 시작되고 있으며, 폐자원 에너지화 기술은 연구개발과 사업화에 대한 경험 축적이 상당히 진척되어 선도그룹에 대비 경쟁력 확보 시작 • 바이오 액상연료 파일럿 실증 • 스케일-업 단계 • 요소기술은 선진그룹과 거의 유사하지만 통합플랜트 등 트랙 레코드 확보를 통한 실증 데이터 기반 성능 향상 필요 • 바이오매스 및 폐기물 에너지화 연구는 활발하나 상용화 실적 미흡 • 미국, EU 대비 바이오디젤과 바이오가스 분야에서 일부 상업화 하였으나, 규모 및 기술 수준에서 비교 열위에 있고 정부 투자가 적으며 가용 바이오매스 자원량 및 세부 기술 분야별 산업 생태계가 작음
중국 (70.0%)	• 직접적인 환경영향을 받아 반드시 수행되어야 하는 국가차원의 해결이지만 기초연구와 응용연구를 위한 기반시설을 갖추고 있는 시점이어서 단기간에 선도그룹이 되기 어려움 • 바이오 액상연료 파일럿 실증 • 스케일-업 단계 • 선진국의 관련 기술이 빠르게 현지에 진입하고 있으므로 현장 데이터 축적이 진행되면 다른 기술처럼 빠르게 선진 기술 반열에 진입할 수 있는 제도적 기반 확보 • 해당분야의 연구를 늦게 시작하였지만, 가장 활발하게 연구 수행 • 전반적으로 기술 수준이 낮고 선진국 기술 모방 단계에 있으나, 정부 투자와 관심이 높아 개발 기술 기반 및 역량 확보 중 • 일부 분야에서는 경쟁력이 높음
일본 (85.0%)	• 사회 전반적으로 바이오 및 폐자원 에너지화 기술이 상대적으로 집중화되지 못하지만 꾸준한 기초연구를 바탕으로 얻어진 성과가 선도그룹 유지 • 바이오에너지 분야에서는 우수한 기술력과 현장 적용 능력을 가지고 있지만 폐자원 에너지화 기술 분야에서는 미흡 • 바이오 액상 연료 데모 공정 실증 • 미세조류 바이오연료 파일럿 실증 • 일부 실용화 및 실증화 단계 • 바이오매스 에너지화에 대한 연구논문이 적은 편이고, 정책도 소극적 • 폐기물 에너지화 상용화 우수 • 선진국 대비 자원과 토지가 적지만 최근 바이오매스 발전분야에 강점 • 일부 분야에서는 적극적이나 전체적으로 기대에 미치지는 못함
EU (100%)	• 기초연구결과로부터 확보한 실증운영 데이터의 축적으로 에너지 활용에 대한 효율향상 안정화 • 연구개발, 사업화 및 현장적용 활발 • 바이오액상연료 상용화 • 미세조류 바이오연료 실증 상용화 로드맵 미 제시

국가 (기술수준)	판단근거
	• 실용화 및 실증화 단계 • 정부의 정책 지원과 제도적 규제로 바이오 및 폐자원 에너지화 기술이 시장에 정착될 수 있는 환경이 형성돼 자연스럽게 관련 기술이 시장 경쟁을 통해 선도적으로 발전 중 • 바이오가스화 상용화실적이 가장 많음 • 바이오매스 에너지화 정책이 가장 적극적 • 폐자원 에너지화 관련 기술 우수 • 바이오가스, 바이오디젤, 열화학적 전환 분야 우수 • 미국과 거의 동등한 기술 수준 및 상업화 현황을 보이고 있으며, 다양하고 넓은 연구 기반 및 상업화 역량 보유
미국 (100%)	• 기초연구가 활발하게 진행되어 연구 성과인 논문과 융합연구로 다양하게 응용돼 대량의 바이오매스 에너지화 기술이 실용화에 도달 • 바이오에너지 분야는 선도그룹이나 폐자원 에너지화 기술 개발 미흡 • 바이오액상 연료 기술 상용화 • 미세조류 바이오연료 기술 실증 및 상용화 로드맵 발표 • 실용화 및 실증화 단계 • 대형과제 및 정부주도의 연구로 상업적 규모뿐만 아니라 최고의 핵심기술 결과 발표 • 원천기술은 우수하지만, EU 대비 상용화 실적 미흡 • 폐기물에너지 분야는 원천기술도 EU보다 낮은 편 • 바이오액상연료 생산 관련 기술 우수 • 차세대 바이오 에너지화 기술 중점 투자 • 정부의 지속적 원천 및 응용 연구 지원 뿐 아니라 연구소, 대학, 기업의 다양한 협력 실증 연구 결과와 계획을 세부기술별로 제시 및 선도 • 학술적 연구 및 상용화에 비교적 앞서 가고 있으며 정책적으로 지원

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 요소기술 다수 확보 및 기술 수준 향상 • 실험실 수준에서 경쟁국 대비 동등 수준 기술 확보 • 기술, 인력, 인프라 구축을 위한 정부지원 확대 • 재생가능 에너지 전환 및 공급기술은 연구 및 기술개발 수준이 보통이고, 바이오매스계 자원 재활용기술의 산업기술력 우수 • 정부정책의 긍정적 변화 • 연구 인력 우수 • 최근 바이오중유 시범보급 사업으로 발전용 바이오연료 사용량이 증가하고 있으며 이와 관련한 기술개발 추진 중	• 바이오매스 자원 한계로 상용화 어려움 • 바이오제품 사용에 대한 인센티브가 부족해 상용화나 실증연구에 대한 니즈 낮음 • 바이오에너지 및 폐자원에너지에 대한 정부 지원 미흡, 사업대상 지역 찾기 어려움 • 자원순환 관련 기술들에 대한 연구와 기술개발 수준이 유지되거나 뒤지는 경향으로 기술수준 변화가 지속적으로 유지됨 • 정책이 일부 신재생에너지 분야로 집중 • 연구지원의 중복 컨트롤 타워 부재 • 정부의 태양광, 풍력 위주의 신재생에너지 확대 전략으로 바이오 및 폐기물 에너지화는 정책

국가	강점분야	기타
	• RFS 제도에 의해 최근 바이오디젤 의무 혼합율이 3.0% 상승 • 국내 대기업에서 바이오부탄올 실증플랜트 조성 및 상업화 추진 중이며 펠릿 및 Bio-SRF 보급량 증가 중 • 부산물 활용 기술, 고부가화 관련 기술 등 다양한 세부 기술별로 연구개발 활동 상승	지원이 약화됨 • 기술, 인력, 인프라가 다소 미흡함 • 정부 정책 기조의 변화가 필요하며 인간 삶과 직결됨으로 정책에 기반한 사업화 플랜트 구축의 지속적인 지원 필요
중국	• 해외 과학자 유치를 통한 기초 연구 역량 확대 • 풍부한 자원 바탕으로 급속한 기술력 향상 • 기술, 인력, 인프라 구축 위한 정부지원 확대 • 재생가능 에너지 전환 및 공급기술에 대한 산업 기술력이 상대적으로 높은 강점 • 원천기술이 빠르게 증가하고 상용 연구를 통한 사업화가 선진기술 도입을 통해 빠르게 현장에서 진행되어 내부적 기술 급성장 • 우수한 신재생에너지 수요처 • 전반적으로 낮은 토지 가격과 인건비로 바이오매스 자원의 대량 확보가 용이하며 칭화대 및 정부 연구기관에서 지속적 바이오 및 폐자원 에너지화 관련 연구 진행 중 • 자국 나름대로의 자체 개발 기술을 이용한 상업화 사례 보유	• 바이오에너지 및 폐자원에너지에 대한 정부 지원 미흡 • 사업 대상 지역 찾기 어려움 • 자원순환 관련 기술수준이 연구, 기술개발 및 산업기술력에서 보통의 수준을 유지하고 있고 기술추세 유지 중 • 기술 축적이 빠르게 진행됨 • 기술력 미흡 • 세부기술별로 취약한 부분 다소 존재 • 기술, 인력, 인프라 미흡
일본	• 전통적으로 촉매 분야 강점 • 기술, 인력, 인프라 우수 • 재생가능 에너지 전환 및 공급, 바이오매스계 자원재활용 기술에 대한 기술개발 및 산업기술력 수준이 상대적으로 증가하는 추세 • 탈원전 기조를 유지하며 관련 바이오 및 폐자원 에너지화 기술을 정책적으로 지원하여 연구개발 활용이 지속적으로 증가, 실증 및 상용화를 통한 사업화 꾸준히 추진 중 • 인구밀도가 높아서 신재생에너지의 효용성과 관련된 사회적 인프라 우수 • 보존 바이오매스 자원량은 작으나 다양한 세부 기술별로 지속적인 연구 개발을 진행. 최근 바이오매스 발전소 건설 추진 활발 • 장기적인 연구개발을 하고자 하는 의지가 있으며 일부 분야에서는 상업화가 이뤄짐	• 바이오에너지에 대한 수요는 많으나 폐자원 에너지에 대한 수요는 찾기 어려움 • 바이오매스계 자원재활용 기술의 연구수준이 유지되거나 뒤짐에 따라 기술수준 변화가 크지 않음 • 사업화로 기술개발의 기조 변화 • 정책 추진이 미흡한 편 • 바이오에너지 분야에서 비교적 소극적
EU	• 사회적, 정책적 관심 높음 (바이오제품에 대한 인센티브) • 기초-실용화 연구 역량 탁월	• 기술 다양성에 따라 우수기술을 파악하는 것이 어려우며, 경쟁이 심함 • 폐기물처리 중간처리의 기술개발 수준이 상대

국가	강점분야	기타
	• 기술, 인력, 인프라 우수 • 재생가능 에너지 전환 및 공급 기술 분야의 연구, 기술개발, 산업기술력 우수 • 바이오매스계 자원재활용(도시쓰레기, 식품산업, 농림수산계 폐기물 등) 기술 우수 • 선진 원천기술을 기반하여 상용플랜트가 현장에 적용하고 사업화 중으로 관련 기술의 성장성과 전문 인력의 배양 등 관련 인프라 구축이 지속적으로 향상됨 • EU차원에서 지속적으로 연구 수행 • 인구밀도가 높아서 바이오매스 및 폐기물분야의 에너지화 효과 큼 • 바이오디젤, 바이오가스 분야 세계 최고 수준의 기술 및 상업화 현황 보유 • 고체 바이오연료, 부산물 활용 기술 분야에서도 두각을 나타냄 • 우수한 연구소, 대학의 기술 개발 역량과 기업의 활발한 연구 및 상업화 활동이 정부의 신재생에너지 강화 정책에 부응하여 지속적으로 상승 중	적으로 낮고 폐기물 최종처리기술에 대한 기술개발과 산업 기술력이 유지되는 경향 • 바이오가스 분야에 치우쳐짐 • EU의 특성상 국가간 의견 조율이 잘 이루어지고 있지 않음
미국	• 에너지성, 농무성 중심으로 투자 • 촉매, 효소, 미생물 분야 강점 • 바이오매스 자원 풍부 • 자원순환을 위한 재활용, 중간처리, 최종처리 등에서 연구 수준은 높은 강점 • 바이오매스계 자원재활용 기술의 연구와 기술개발 수준이 상대적으로 앞섬 • 현재는 경제성장을 목표로 바이오 및 폐자원 에너지화 기술이 다소 정체기 • 바이오에탄올 분야 기술, 인력, 인프라 세계 최고 수준 • 바이오디젤 분야도 급성장하는 추세이며 타 세부 분야별 기술, 인력, 인프라 저변 넓음 • 최근 고체 바이오연료 국제 표준 개발 추진 • 지속적 정부 투자와 더불어 넓은 실증 부지 및 자본 확보를 통한 상업화 역량에 강점 • 바이오에탄올 중심으로 오랜 연구 및 상업화 역사를 지니고 있으며 장기적 정책 보유	• 중점 투자분야였던 cellulosic ethanol 기술은 기대와 달리 고전 중 • 바이오에너지에 대한 수요는 많으나 폐자원 에너지에 대한 수요는 찾기 어려움 • 폐기물 중간처리를 위한 연구, 기술개발 및 산업 기술력이 상대적으로 뒤지거나 유지됨 • 정책적 지원이 급격이 줄어듦 • 신재생에너지에 대한 사회적 요구가 낮은 편 (예: 국토가 넓어서 폐기물 매립처분) • 정부의 신재생에너지 정책 지원 다소 감소 • 최근 트럼프 정부의 지원 의지가 강력하지 않음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	5위	2위	1위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 적정기술 지원과 같이 국내에서도 연구와 실증에 필요한 협력을 지원하고 이를 통해 산업이 활성화 될 수 있는 시스템 변화 • 바이오 및 폐자원 에너지화 기관 및 기업의 협회 창설하고 정보 공유 강화 • 국내 정부 기관과 사업기관과의 연계를 통하여 민간주도 정부지원 체계 구축으로 기술개발 및 사업화에 공동 참여하고 이를 통하여 정부 및 민간의 공동 성장 달성 • 바이오 및 폐자원 에너지화 기술 사업화 정부 기업을 만들어 민간기업과 공동 사업화하게 할 수 있는 협력관계 구축 • 국내 기관 간 협력이 가능한 대형 사업 발굴 지원 • 바이오매스 관련 업계 (생산/물류/처리/펄프)와 바이오/화학 연구자들과의 긴밀한 협력 및 정보 공유 • 연료생산자와 사용자 간의 협력 강화 촉진 • 분야별 기술수준 향상도 지속적으로 필요하나, 분야 간 협력 가능 분야를 발굴해 시너지(에너지 생산 효율 및 경제성 개선 등) 창출 방안 마련과 경쟁력 확보 필요 • 국내 관련 산-학-연의 실질적인 협력을 추진하되 장기간 협력 가능한 구조 구축 지원
국제협력 촉진	• 국제적으로 기술 협력이 필요한 곳에 대한 정보 시스템 구축 • 바이오 및 폐자원 에너지화 분야 국제 공동연구 지원 및 공동 사업화 지원 강화 • 정부 주도 하에 바이오 및 폐자원 에너지화 관련 국제회의 및 전시회를 진행하여 기업의 국제 역량 강화 필요 • 바이오매스 공급 차원에서의 긴 안목의 준비 • 국내 자원의 한계 극복과 일자리 창출을 위해 성숙된 국내 기술의 해외시장 진출이 가능하도록 다각적인 국제 협력에 대한 정책적 지원 방안 마련 • 기술 선진국과의 애로기술 해결과 자원이 풍부한 국가에서의 기술 직접 적용을 위한 실증 등 다자간의 협력
인력양성 및 유치	• 지속적인 고용만이 해결이 아니라 내가 노력해서 변화를 이끌었을 때 자신의 가치 상승에 의한 만족을 얻는 문화개선 필요. 이를 위해 기존인력과 신규인력의 소통 강화 • 바이오 및 폐자원 전문가를 대상으로 실무교육대학 신설 등 • 미래 바이오자원 활용 분야 산업을 위한 인력양성 • 대학, 출연연 등에서 연구과제와 함께 전문 인력양성이 되고 있으나 기업 현장의 요구 수준의 인력양성을 위한 현장형 전문가 양성 프로그램 필요. 실무형 인력 양성을 위해 인프라 구축과 병행 요망 • 관련 학문의 다학제적 인력 양성
인프라 구축	• 산업계의 활성화를 위해 연구계와 학계에서 능동적으로 지원할 수 있는 장소, 장비, 인력을 활용할 수 있는 정책 제도화. 상호 융합될 수 있는 인프라 구축이 매출이나 고용에 긍정적이라는 믿음(실적) 필요

	정책제언
	• 바이오 및 폐자원 에너지화 관련 자문단 구성 • 바이오 및 폐자원 에너지 활용 인프라 구축(바이오 및 폐자원 에너지화 단지 등 조성) • 국내 개발 바이오연료 기술 실증 인프라 구축 • 신규 바이오, 폐기물 연료의 사용시설 건설 강화 • 원료의 안전적이고 경제적인 수급과 요소 기술의 실제 환경에서 검증 지원 인프라 구축 • 연구성과 분석에 대한 방법론 정립 • 각 분야별 벤치급 또는 파일롯 규모 테스트베드, 실증 등에 필요한 공통 요소 설비와 관련 부대설비 등에 대해 통합 인프라 또는 개별적으로 분산된 설비, 인력 등의 함께 참여해 일할 수 있는 프로그램형 인프라 구축 필요. 이를 통해 연구 산업화를 통한 일자리 창출, 고급 실무형 인력양성 및 공급과 연계 추진 • 바이오 및 폐자원의 에너지화를 위한 법제도 개선과 연관된 인프라 구축
법·제도 개선	• 국민과의 원활한 소통을 통해 축적된 데이터로 삶의 질을 개선할 수 있다는 믿음을 우선적으로 확보 필요 • 바이오 및 폐자원 에너지화 지원법과 조직 개선 • 바이오 및 폐자원 에너지 사용 기업에게 인센티브 부여하여, 화석연료 사용 저감 노력 • 바이오에너지 보급 시장 조성을 위한 지원 정책 시행 • 바이오 및 폐자원 에너지화 기술은 기술 완성도는 높지만 지역 민원, 법규제 등에 제약이 커 개발 기술의 성숙을 위한 관련 법제도 개선 시급 • 바이오연료 생산 시 시장형성이 가능하기 위해서 (바이오디젤 외) 바이오연료/케미컬을 사용할 수 있는 법/제도 마련 필요 • 바이오 및 폐기물 에너지의 REC가중치 상향 조정 • 보급량 대비 정부지원이 매우 부족하므로, 기업의 안정적인 투자를 위한 제도 개선 시급 (RFS 확대, 국내 현실에 맞도록 조정 등) • 각 분야 산업 활성화와 통합에너지 복합플랜트 기술 등이 빠르게 시장에 진입할 수 있도록 연구 및 실증 설비에 대한 인허가를 산업 설비와 구분해 적용하고, 바이오에너지 및 연료, 요소부품, 플랜트 등 시장 활성화를 위해 Positive 규제에서 Negative 규제로 법제도 개선 정비 시급 • 바이오 및 폐자원의 에너지화 산물을 제도적으로 실제 적용할 수 있는 법, 제도적 근거 마련
연구비 확대	• 실용화, 실증화 연구의 경우에도 일정금액을 기초연구(재료비 및 인건비)에 사용 할 경우 구체적인 근거와 기대효과 제시로 수용할 수 있는 연구비 확대 필요 • 정부 구매 조건부 연구과제 확대로 실제로 상용화 가능한 기술개발 수행 • 연구의 선택과 집중으로 단위 장치 개발보다는 전체 시스템 개발과제를 통하여 바로 현장에 적용 가능한 연구 확대 • 바이오에너지핵심 기술 R&D에 대한 지원 확대 • 시장이 없는 상황에서 기업에서 주도적으로 하기는 어려우므로, 정부차원에서 국내외 연구협력을 위한 연구비 확대 • 실증 연구 강화를 위한 예산증액 • 단순한 제품 개발 위주의 연구에서 상업화 가능한 원천 연구로 방향 전환 • 기술 선도국과의 격차 해소를 위해 각 분야별 경쟁력 강화를 위한 연구비 확대 시급. 특히, 바로 국내외 적용 가능한 부분에 실증 및 실용화 연구비 확대를 통해 산업 생태계와

	정책제언
	국내외 일자리 및 부가가치 창출 기반 조성 필요 • 타 신재생에너지 분야에 비하여 상대적으로 지원이 약하고 단기성과 위주인 점을 고려해 연구의 특성에 따른 단기, 중기, 장기적인 연구비 확대
기타 의견	• 폐자원 에너지화를 위해서는 기존의 전기나 가스 에너지를 사용하여 최종처리하거나 열, 스팀, 전기로 에너지를 재생산할 수 있으므로 적정하게 에너지를 활용할 수 있는 시스템 구축 필요. 이를 위해 전기나 재생에너지를 분산 공급할 수 있는 ICT 기술과의 융합 정책 필요 • 매립지정비 택지개발(환경부+건설교통부), 의료 폐기물 에너지화(환경부+보건복지부), 해양 폐기물 연료화(환경부+해양수산부), 축산 분뇨 에너지화(환경부+농림수산부), 매립지 신재생 에너지단지(환경부+건설교통부+산업통상자원부) 등 많은 융복합기술의 개발 및 사업화를 지원하는 단일 기관 설치 • 폐바이오매스 또는 폐플라스틱의 액체연료화 기술을 집중적으로 추진. 최근 폐플라스틱 대란 문제해결을 위한 대안으로 가능 • 국내 또는 해외로 개발된 또는 개발 중인 기술의 사업화 촉진 및 상용화를 위해 다양한 수요 맞춤형 융복합 기술 개발로 기술 수준 향상과 더불어 산업 생태계 조성에 기여 가능한 방향으로 추진 필요. 산업 생태계는 기본적으로 수익구조(BM)가 완성되어야 하며, 이 과정에서 경제성 향상을 위한 새로운 기초응용 연구에 대한 연구개발 수요가 발생하며 이에 대한 지원도 병행해 적극적 추진 필요 • 바이오에너지는 탄소중립으로 인정되나 탄소네거티브로 전환하기 위한 BE-CCS 연계 기술 개발 필요

다 주요 분석 결과 요약

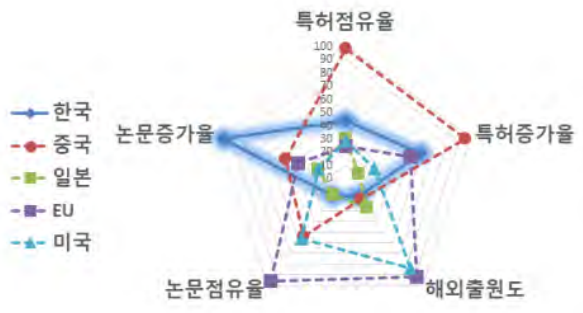
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	바이오 및 폐자원 에너지화 기술	5,400	3,135	122.6%	73.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

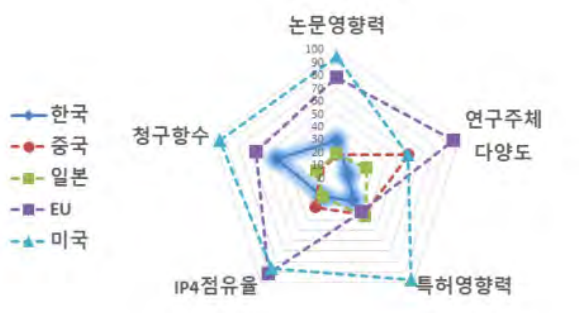
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	47.2%	55.3%	35.7	13.7
한국	4위	2위	3위	5위
	4.6%	17.0%	17.4	1.1
5개국 평균[2]	-	-	26.1	9.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

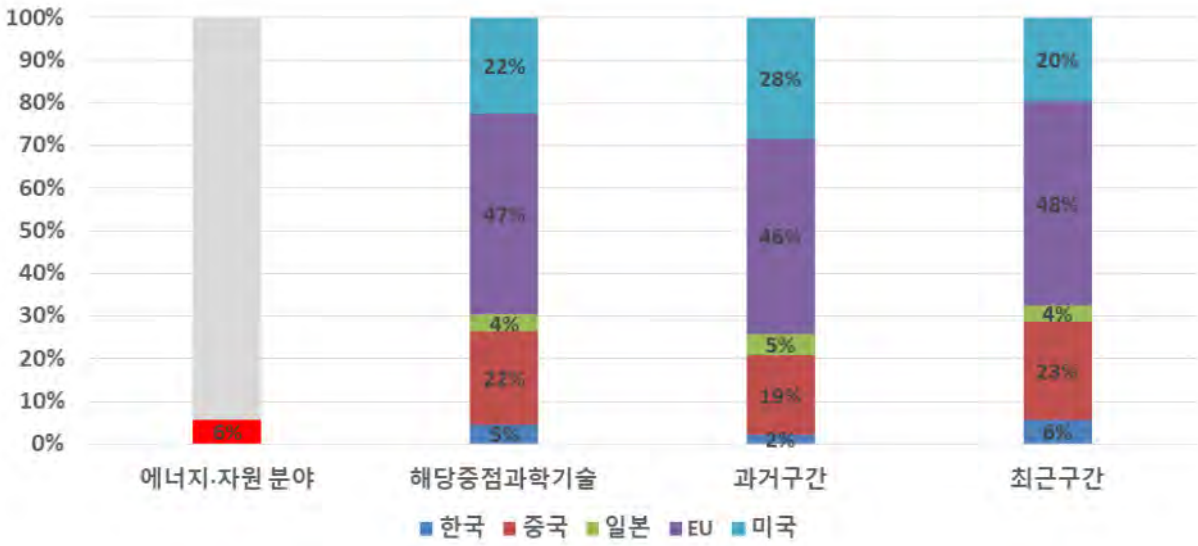
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.6%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(17.4)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(47.2%), 미국(22.4%), 중국(21.7%), 한국(4.6%), 일본(4.1%) 순이며, 논문 증가율은 한국(508.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(35.7), EU(28.8), 한국(17.4), 일본(14.5), 중국(14.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(17.0%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(1.1)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(55.3%), 한국(17.0%), 일본(10.6%), 미국(9.8%), EU(7.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(133.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(13.7), 일본(3.3), 중국(2.9), EU(2.6), 한국(1.1) 순이며, IP4 점유율은 EU(20.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.6%	21.7%	4.1%	47.2%	22.4%
	논문 증가율	508.6%	176.3%	54.0%	133.1%	54.5%
	논문 영향력	17.4	14.3	14.5	28.8	35.7
	연구주체 다양도	0.84	0.89	0.86	0.94	0.90
특허 분석	특허 점유율	17.0%	55.3%	10.6%	7.3%	9.8%
	특허 증가율	60.0%	133.9%	-19.0%	48.9%	8.8%
	해외출원도	0.5	0.7	1.2	5.2	4.4
	특허 영향력	1.1	2.9	3.3	2.6	13.7
	IP4점유율	2.8%	5.2%	2.7%	20.1%	18.2%
	청구항수	4.7	2.8	3.0	5.4	7.6

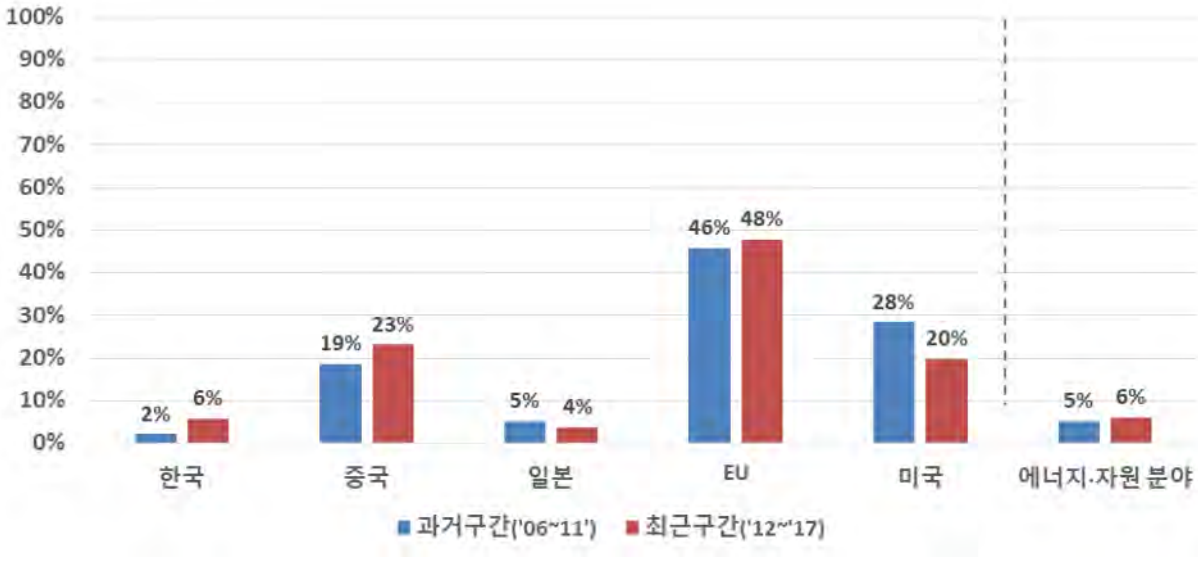
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 바이오 및 폐자원 에너지화 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2548건으로 전체 논문의 47%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 바이오 및 폐자원 에너지화 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

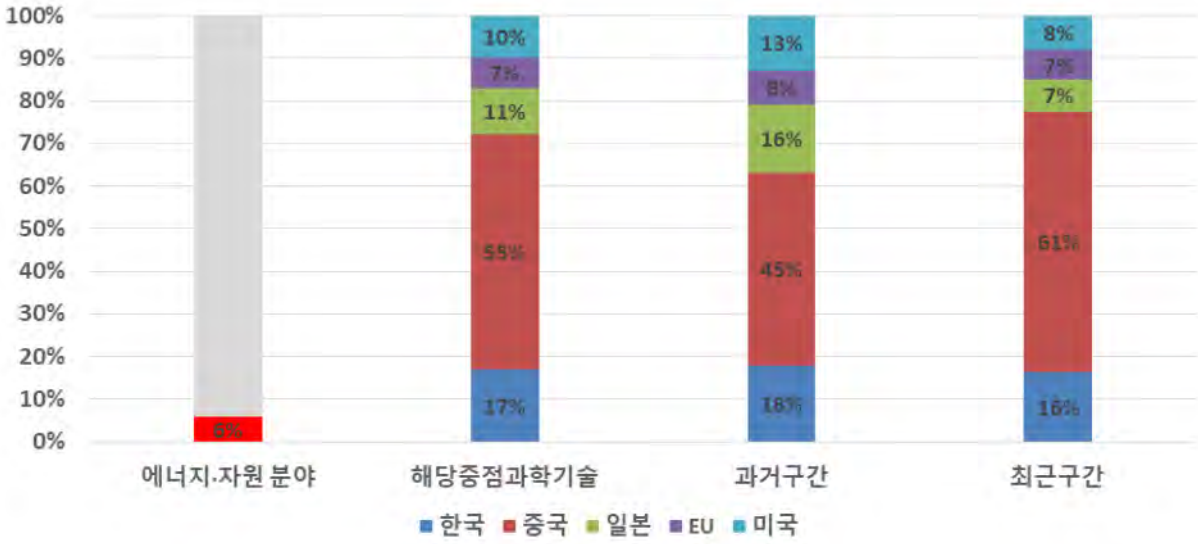


● 바이오 및 폐자원 에너지화 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 508.6%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	35	213	248	508.6%
중국	312	862	1,174	176.3%
일본	87	134	221	54.0%
EU	765	1,783	2,548	133.1%
미국	475	734	1,209	54.5%
전체	1,674	3,726	5,400	122.6%

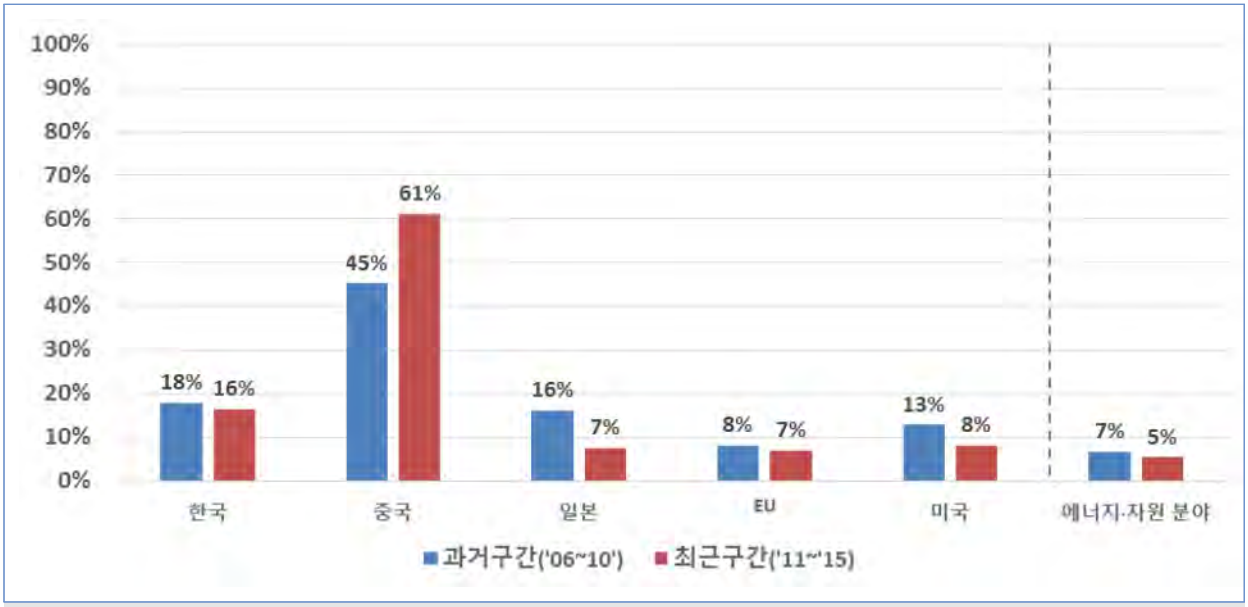
(4) 특허 점유율(전체)



● 바이오 및 폐자원 에너지화 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1733건으로 전체 특허의 55%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 바이오 및 폐자원 에너지화 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



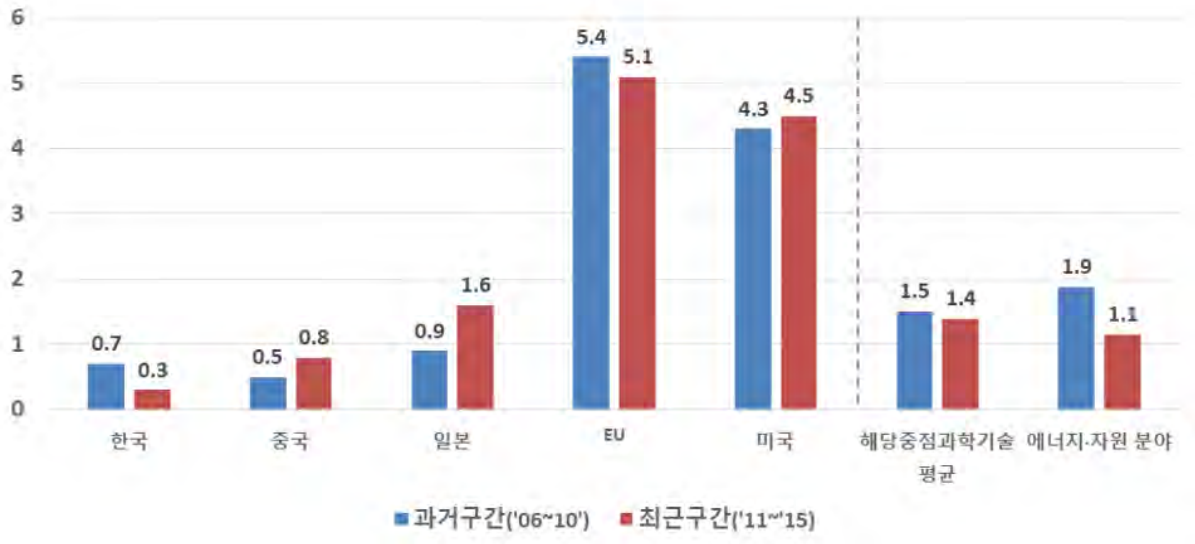
● 바이오 및 폐자원 에너지화 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 60%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	1구간	2구간		
한국	205	328	533	60.0%
중국	519	1,214	1,733	133.9%
일본	184	149	333	-19.0%
EU	92	137	229	48.9%
미국	147	160	307	8.8%
전체	1,147	1,988	3,135	73.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

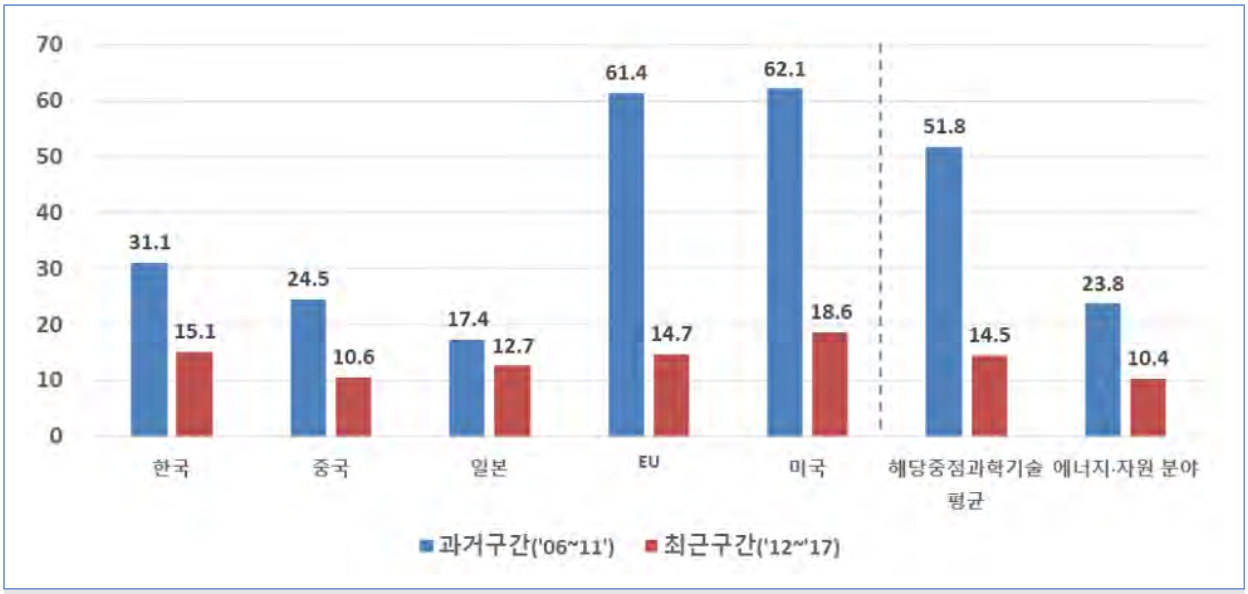


- 바이오 및 폐자원 에너지화 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

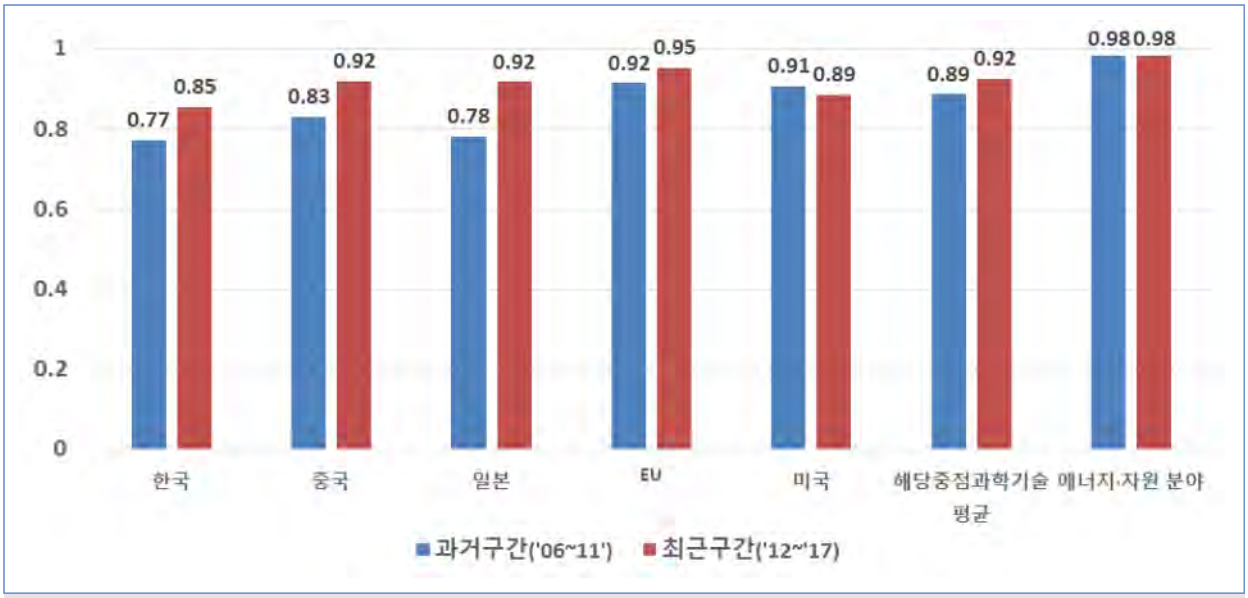
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



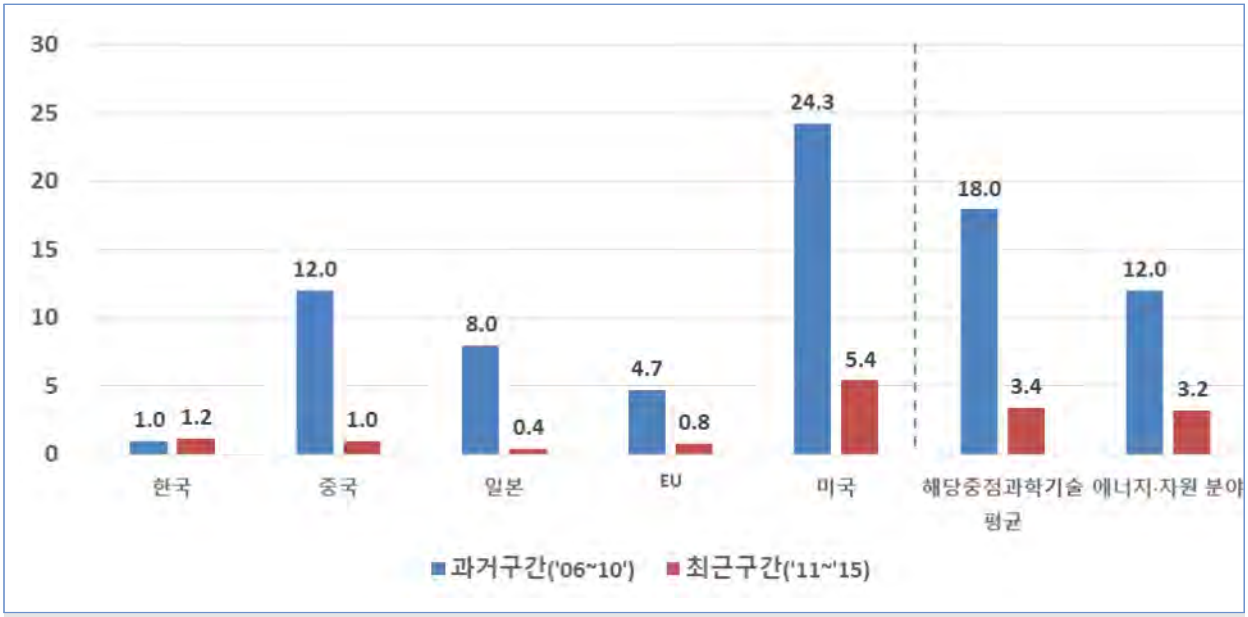
● 바이오 및 폐자원 에너지화 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



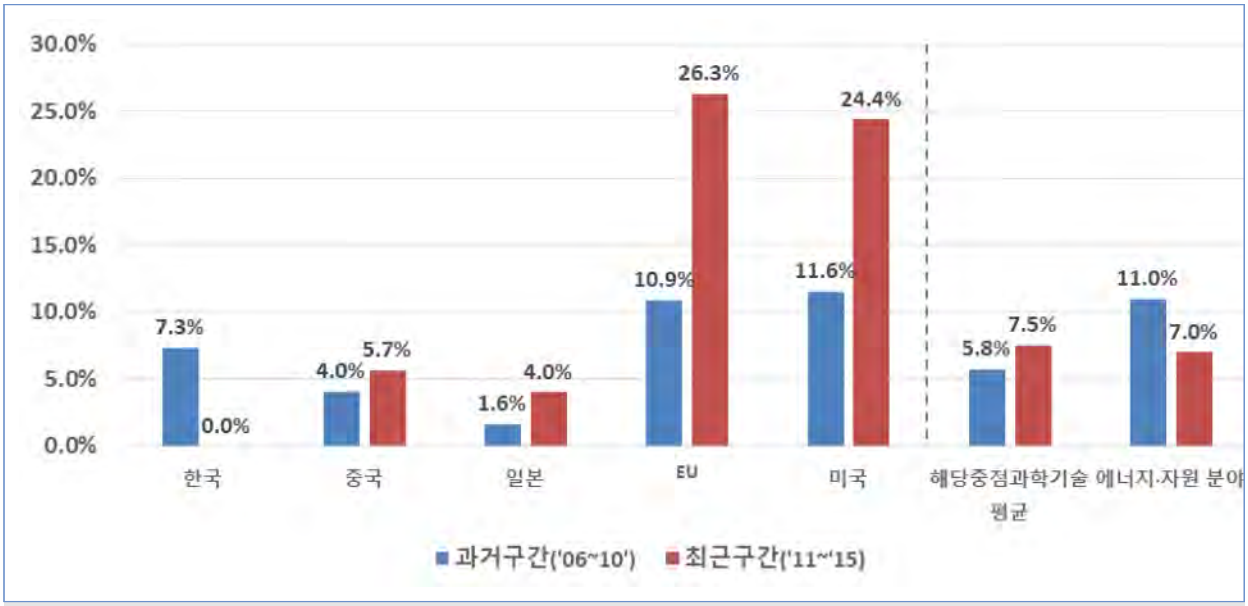
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



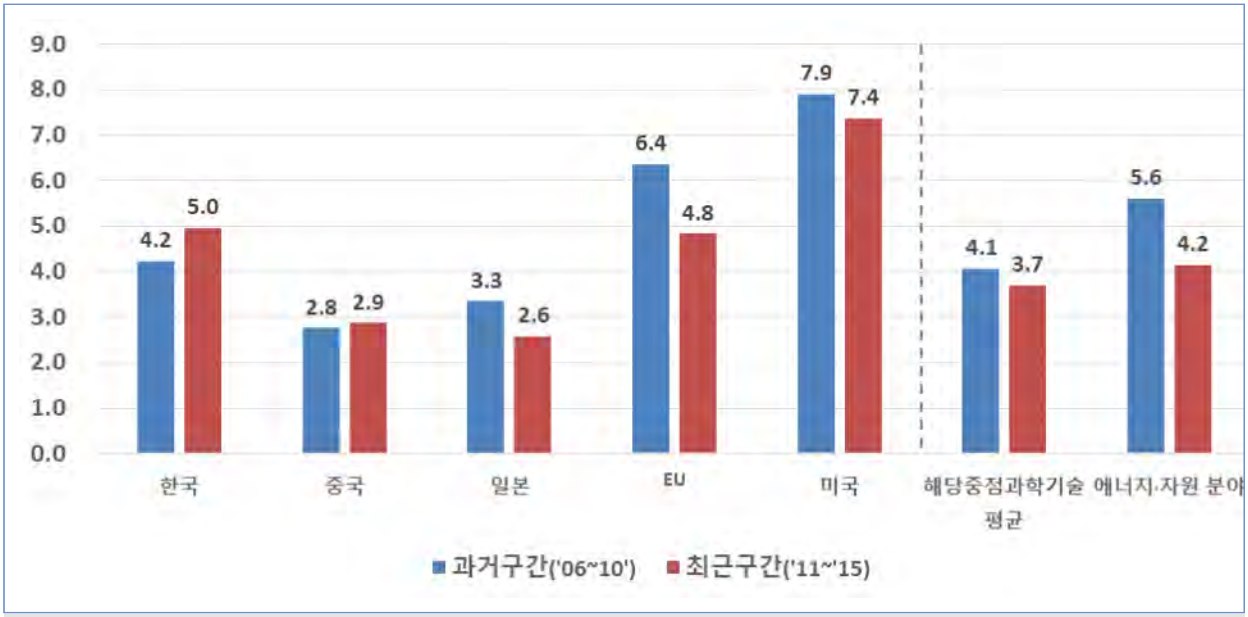
● 바이오 및 폐자원 에너지화 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 바이오 및 폐자원 에너지화 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 바이오 및 폐자원 에너지화 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

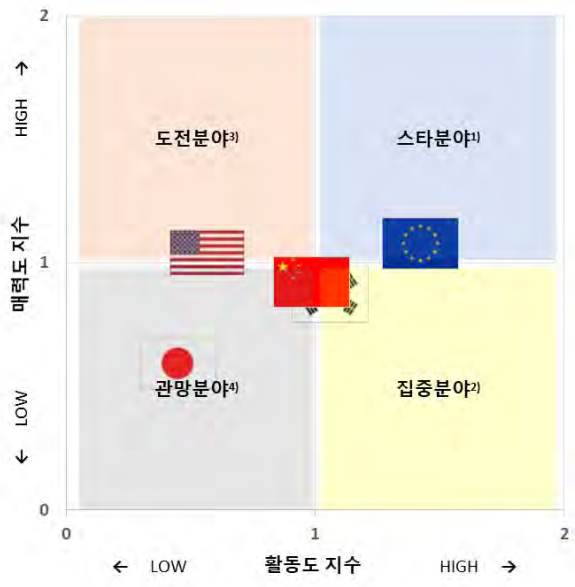
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

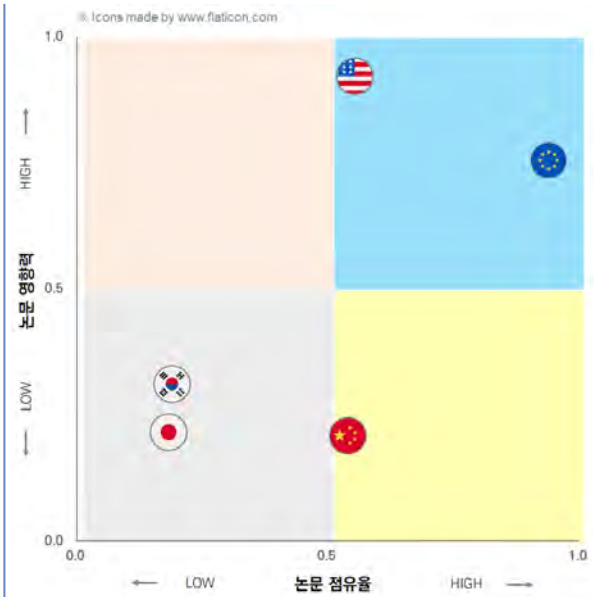
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 바이오 및 폐자원 에너지화 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

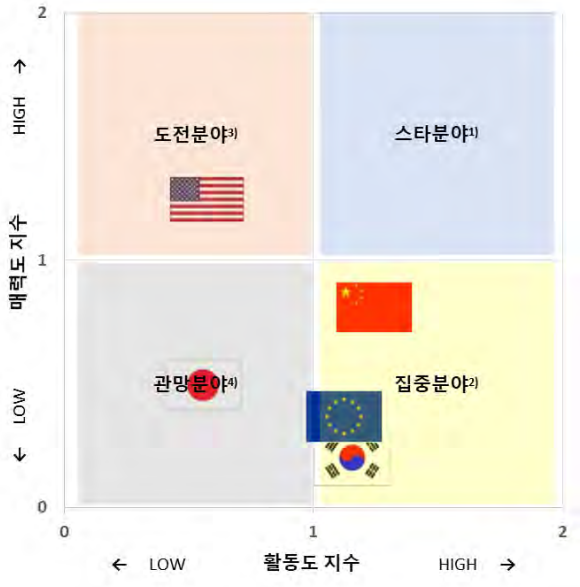


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

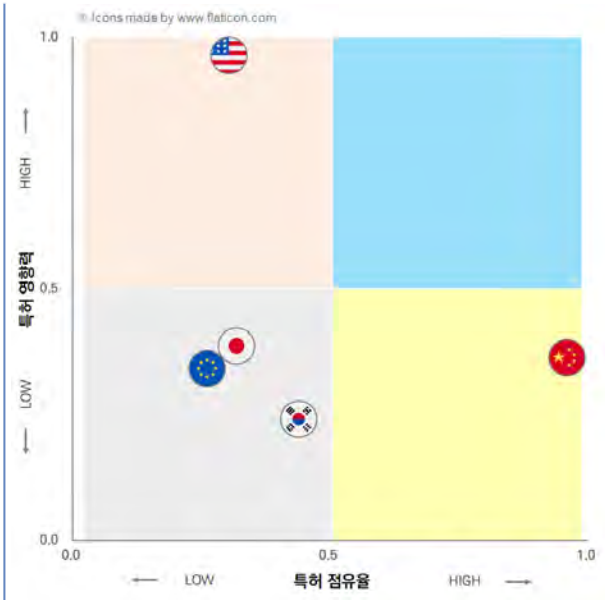
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 바이오 및 폐자원 에너지화 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 EU의 'CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY(0.93%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 4.84%(글로벌 점유율은 0.22%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	EU	1.96%	0.93%	77.78%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	3.32%	0.72%	29.41%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	3.24%	0.70%	750.00%
4	TIANJIN UNIVERSITY	중국	2.73%	0.59%	-11.76%
5	MISSISSIPPI STATE UNIVERSITY	미국	2.56%	0.57%	38.46%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	4.84%	0.22%	1100.00%
2	KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH	4.44%	0.20%	75.00%
3	HANYANG UNIVERSITY	4.44%	0.20%	1000.00%
4	KOREA RESEARCH INSTITUTE OF BIOSCIENCE AND BIOTECHNOLOGY (KRIBB)	3.63%	0.17%	800.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	3.23%	0.15%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.32%	0.72%	29.41%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	3.24%	0.70%	750.00%
3	TIANJIN UNIVERSITY	2.73%	0.59%	-11.76%
4	SOUTHEAST UNIVERSITY	1.45%	0.31%	12.50%
5	INSTITUTE OF ENGINEERING THERMOPHYSICS	1.28%	0.28%	-50.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	4.98%	0.20%	-42.86%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	3.17%	0.13%	-100.00%
3	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.17%	0.13%	500.00%
4	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.17%	0.13%	-60.00%
5	KYUSHU UNIVERSITY	2.26%	0.09%	-33.33%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.96%	0.93%	77.78%
2	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	1.22%	0.57%	242.86%
3	LINKÖPING UNIVERSITY	1.06%	0.50%	-50.00%
4	EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.98%	0.46%	-43.75%
5	UNIVERSITY OF NOTTINGHAM	0.75%	0.35%	37.50%

6 미국

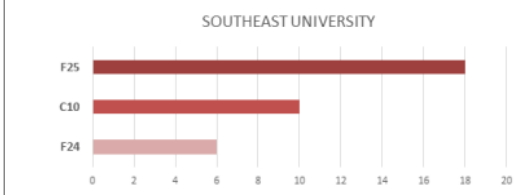
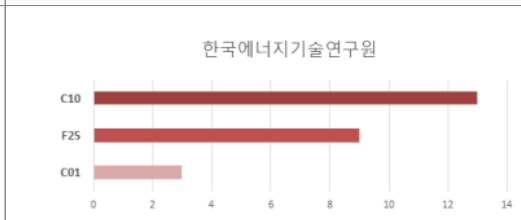
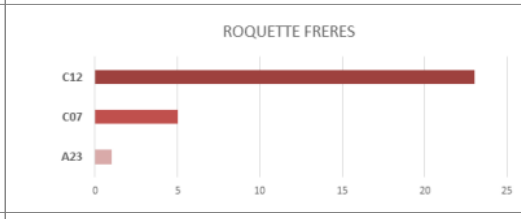
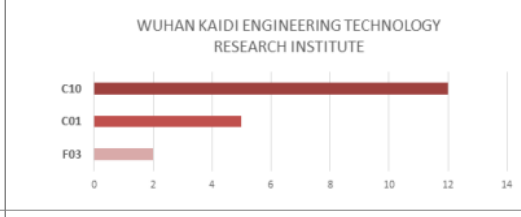
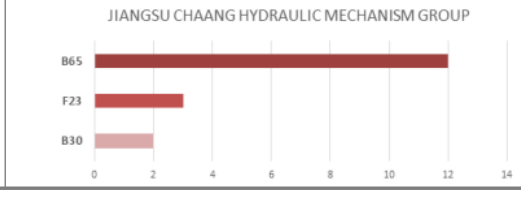
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	MISSISSIPPI STATE UNIVERSITY	2.56%	0.57%	38.46%
2	IOWA STATE UNIVERSITY	2.32%	0.52%	500.00%
3	KANSAS STATE UNIVERSITY	2.23%	0.50%	-41.18%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.99%	0.44%	40.00%
5	NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY	1.82%	0.41%	75.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'SOUTHEAST UNIVERSITY(1.24%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국에너지기술연구원'이 5.82%(글로벌 점유율은 0.99%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SOUTHEAST UNIVERSITY'는 F25(냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화)에 해당하는 특허를, '한국에너지기술연구원'은 C10(석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

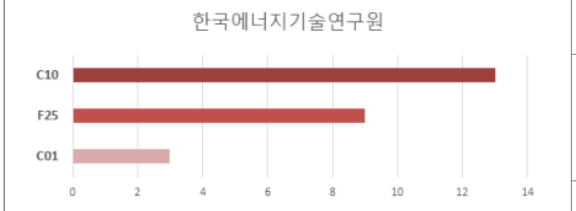
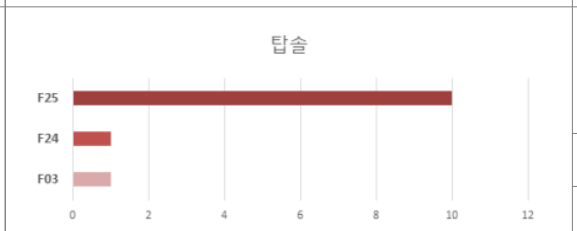
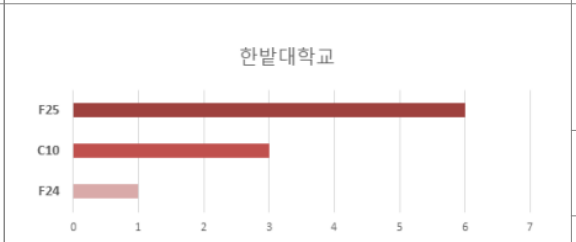
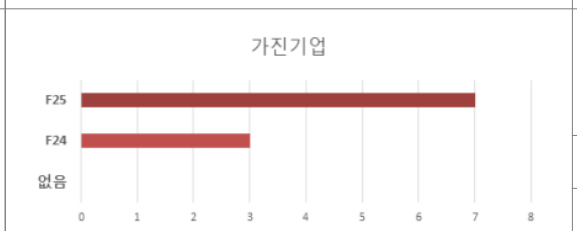
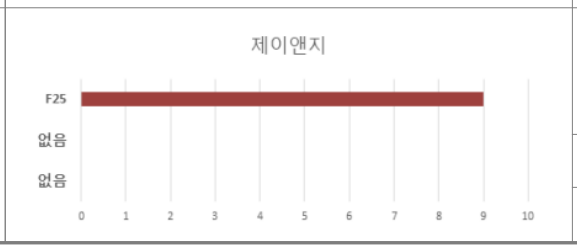
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOUTHEAST UNIVERSITY	중국	2.25%	1.24%	78.57%
2	한국에너지기술연구원	한국	5.82%	0.99%	58.33%
3	ROQUETTE FRERES	EU	12.66%	0.93%	2800.00%
4	WUHAN KAIDI ENGINEERING TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE	중국	1.38%	0.77%	280.00%
5	JIANGSU CHAANG HYDRAULIC MECHANISM GROUP	중국	1.21%	0.67%	-9.09%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		C01	무기화학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
4		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C01	무기화학
		F03	액체용 기계 또는 기관
5		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		F23	연소장치; 연소방법
		B30	프레스

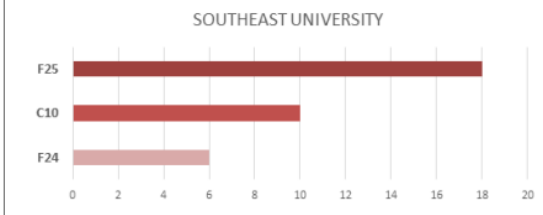
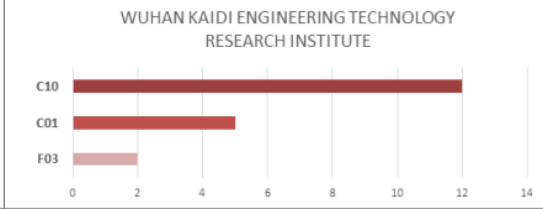
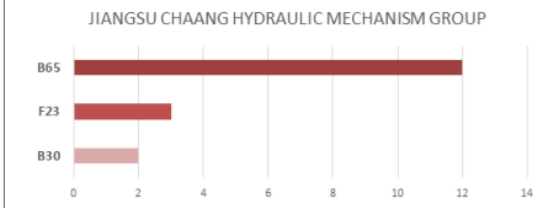
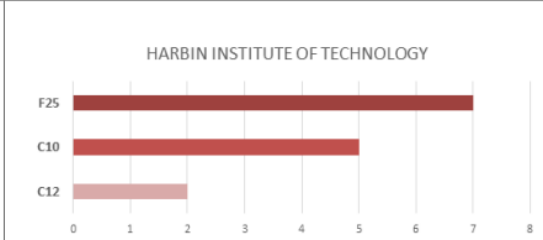
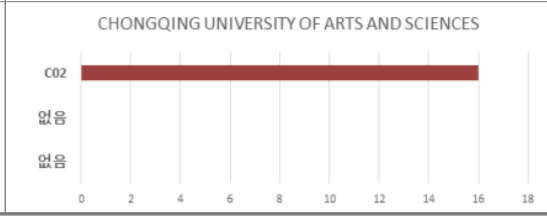
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국에너지기술연구원	5.82%	0.99%	58.33%
2	탑솔	2.25%	0.38%	-66.67%
3	한밭대학교	2.06%	0.35%	-90.00%
4	가진기업	1.88%	0.32%	133.33%
5	제이앤지	1.69%	0.29%	-20.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		C01	무기화학
2		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		F03	액체용 기계 또는 기관
3		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
4		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		–	–
5		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		–	–
		–	–

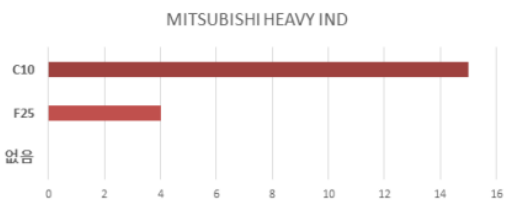
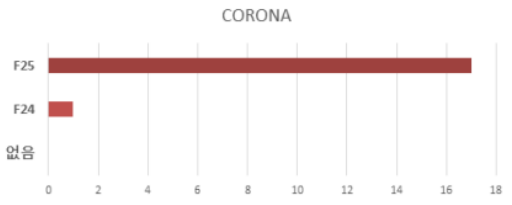
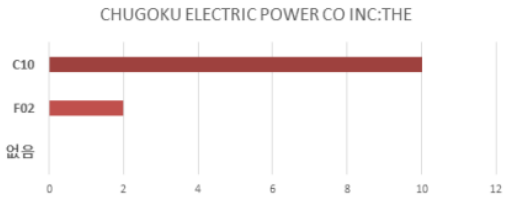
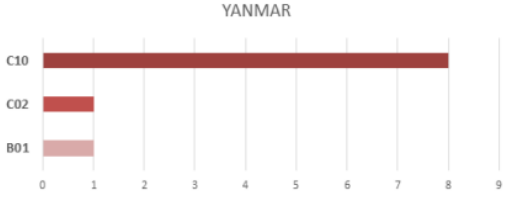
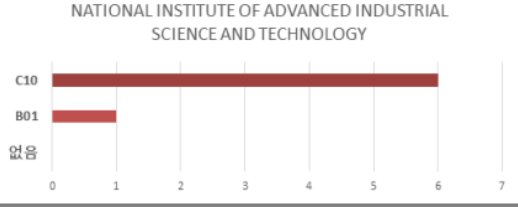
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOUTHEAST UNIVERSITY	2.25%	1.24%	78.57%
2	WUHAN KAIDI ENGINEERING TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE	1.38%	0.77%	280.00%
3	JIANGSU CHAANG HYDRAULIC MECHANISM GROUP	1.21%	0.67%	-9.09%
4	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.98%	0.54%	-30.00%
5	CHONGQING UNIVERSITY OF ARTS AND SCIENCES	0.92%	0.51%	1500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C01	무기화학
		F03	액체용 기계 또는 기관
3		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		F23	연소장치; 연소방법
		B30	프레스
4		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		-	-
		-	-

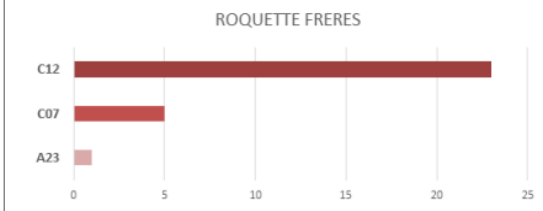
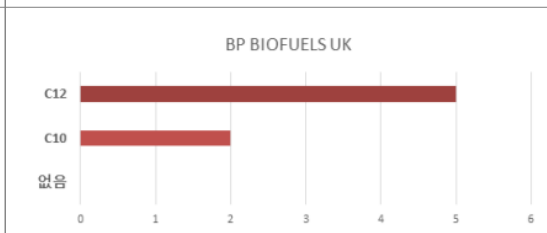
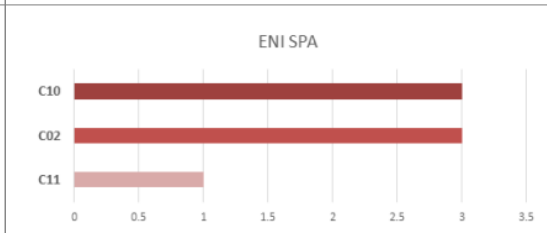
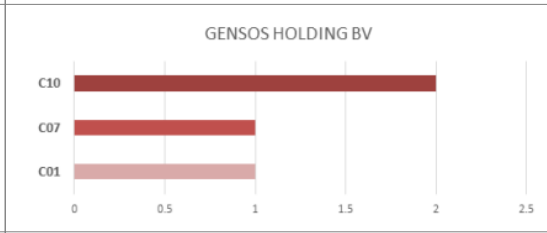
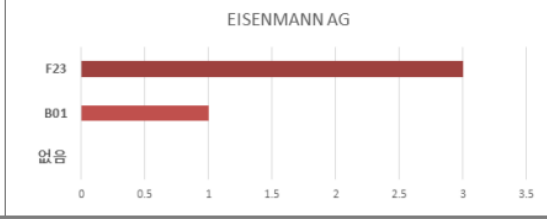
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI HEAVY IND	5.71%	0.61%	-81.25%
2	CORONA	5.41%	0.57%	100.00%
3	CHUGOKU ELECTRIC POWER CO INC:THE	3.60%	0.38%	40.00%
4	YANMAR	3.00%	0.32%	-75.00%
5	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.10%	0.22%	-25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		-	-
2		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
3		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F02	연소기관
		-	-
4		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
5		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-

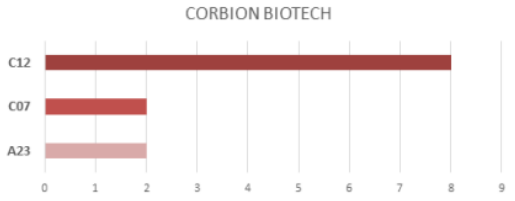
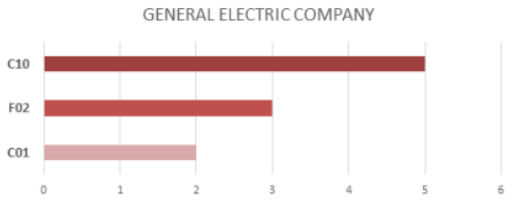
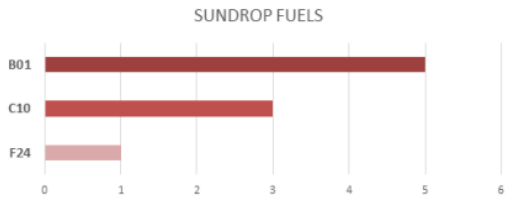
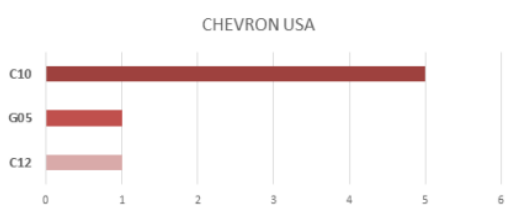
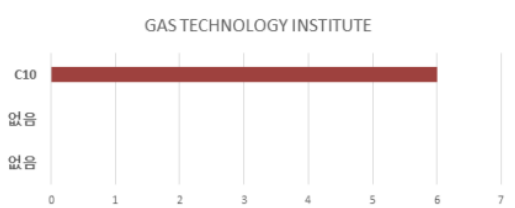
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ROQUETTE FRERES	12.66%	0.93%	2800.00%
2	BP BIOFUELS UK	3.06%	0.22%	-60.00%
3	ENI SPA	3.06%	0.22%	600.00%
4	GENSOS HOLDING BV	1.75%	0.13%	300.00%
5	EISENMANN AG	1.75%	0.13%	-66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		-	-
3		C10	석유,가스또는코크스공업;일산화탄소를 함유하는공업가스;연료;윤활제;이탄
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		C11	동물성 또는 식물성유, 지방, 지방성 물질 또는 납; 그것에 유래하는 지방산; 세정제; 양초
4		C10	석유,가스또는코크스공업;일산화탄소를 함유하는공업가스;연료;윤활제;이탄
		C07	유기화학
		C01	무기화학
5		F23	연소장치; 연소방법
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CORBION BIOTECH	4.23%	0.41%	1200.00%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	3.91%	0.38%	400.00%
3	SUNDROP FUELS	3.26%	0.32%	50.00%
4	CHEVRON USA	2.61%	0.26%	-100.00%
5	GAS TECHNOLOGY INSTITUTE	1.95%	0.19%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
2		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F02	연소기관
		C01	무기화학
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
4		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		G05	제어; 조정
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		-	-
		-	-

80 지열에너지 기술



80 지열에너지 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 지열에너지 기술은 인구밀집 도심에 적용 가능한 지열냉난방 기술개발과 지열발전 관련 원천기술 및 용량확대 기술로 구분
- ☑ 지열냉난방기술은 일상생활에서 필요한 열을 사용자에게 직접 공급하거나 열펌프의 열원으로 공급하여 냉난방에 활용하는 기술이며, 제로에너지 지향 집단주거시설의 고밀도 대용량 (MW급) 지열시스템 구현 기술을 포함
- ☑ 지열발전기술은 지하심부로부터 고온의 물 또는 증기를 추출하여 작동유체를 가열하여 발전에 활용하는 기술로, 방향성 시추를 통하여 타겟 지층에 도달하면 수압파쇄를 통해서 심부지층에 균열을 만들어 지열을 이용하는 기술 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

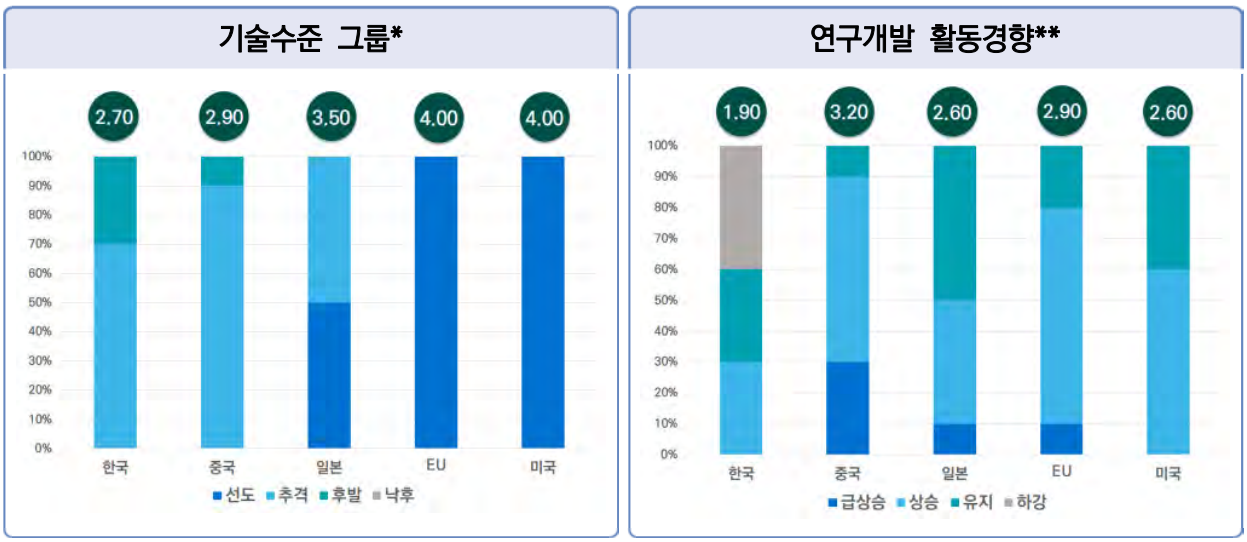
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	68.5	5.0	추격	보통	보통	유지
중국	71.0	5.0	추격	보통	보통	상승
일본	90.0	2.8	선도	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준 (%)	Q1	Q3	표준 편차	격차 (년)	Q1	Q3	표준 편차
한국	68.5	5.0	68.5	65.0	75.0	7.1	5.0	5.0	5.5	0.7
중국	71.0	5.0	71.0	68.0	75.0	8.7	5.0	4.0	6.0	2.1
일본	90.0	2.3	90.0	87.0	90.0	2.5	2.8	2.0	3.0	0.7
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.3

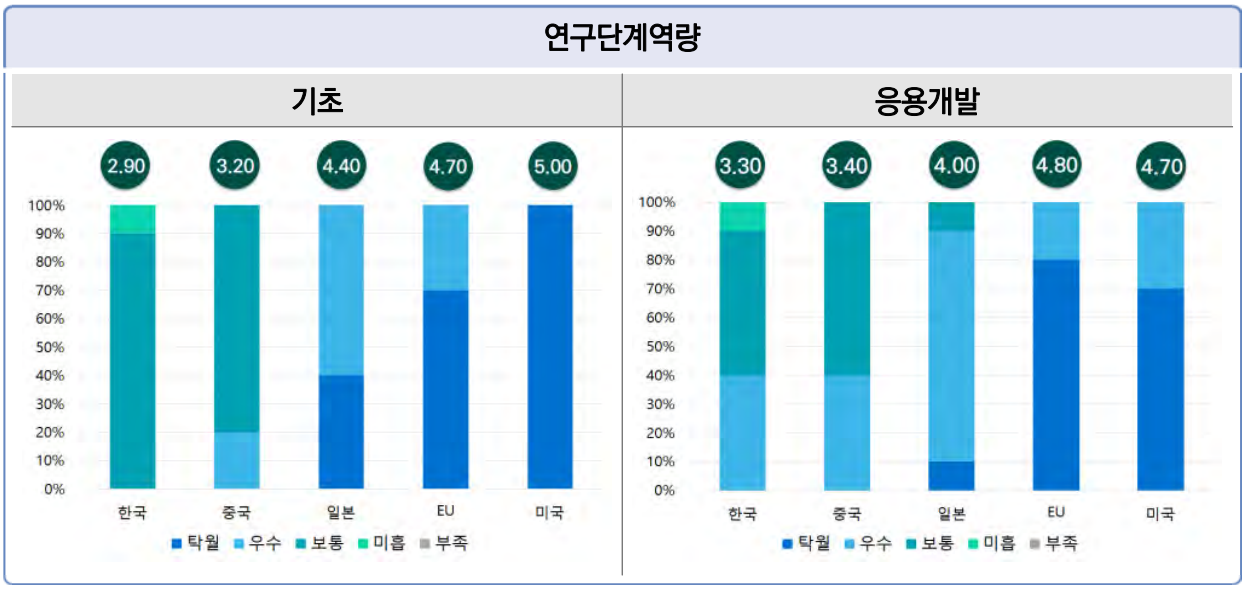
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (68.5%)	• 포항지진 이후로 EGS 지열발전 프로젝트가 중단되고 다른 프로젝트의 착수도 연기되어 관련 기술의 개발에 타격 • 실증경험이 적고, 연구개발 투자 부족 • 심부 시추 및 인공저류층 형성을 위한 수압파쇄 현장 실증 경험 • 지열 냉난방 기술의 개발은 신기술 개발보다 새로운 형태의 적용에 대한 연구가 주로 이루어져 보급 상황에 비해 기술의 발전이 더딘 편 • 지열 열생산, 심부지열 기술의 격차가 벌어짐 • 저온지열에너지는 정부의 신재생에너지 보급정책에 힘입어 매우 빠르게 성장하였으나 시설 업체의 규모가 매우 작고 영세함 • 대학과 국가출연연구소의 지열에너지에 관한 연구개발이 과거에 비해 매우 활발히 이루어지고 있으나 지열에너지 내의 특정 분야에 대한 선택과 집중 필요 • 전국적인 지열에너지 조사가 매우 정밀하고 광범위하게 이루어짐 • 지하수열 이용 저온지열에너지의 연구와 보급 필요 • 기술적으로 비전문이고 인력풀이 잘 갖추어지지 않은 에너지공단이 시장을 주도하고 있으며, 기술개발을 조도하는 에너지기술평가원을 통해 개발된 기술이 시장으로 진입하는데 어려움이 있어, 연구주제의 발굴부터 매우 어려운 등 기술개발 및 확산에 대한 체계가 매우 미흡. 정부 주도와는 별개의 민간시장의 기술개발이 전반적인 기술향상을 이끌고 있으므로 기술발전이 매우 더딤
중국 (71.0%)	• 최근 EGS 지열발전 프로젝트도 시도하고, 지열냉난방의 보급량도 세계 최고수준이나 기술 표준화나 선도 기술 개발까지는 시간이 다소 걸릴 전망 • 실증경험이 적으나 공격적인 연구개발 투자 진행 • 심부시추를 할 수 있는 대형시추기 보유 • 집단 지역난방, 지열 히트펌프의 개발 보급이 활발히 진행되고 있으며, 티벳 지역을 중심으로 고온 지열에너지 개발 및 지열발전 기술의 적용이 부각됨 • 많은 경우 무분별하게 지열자원이 개발되고 있어 관리가 필요하나 제조 경쟁력 강세 • 최근 지열발전 5개년 계획이 수립되어 진행되는 등 정부차원에서의 지열발전 지원이 매우 활발. 곧 세계 최고 수준의 기술력 확보 예상 • 한국보다 늦게 시작되어 기술개발의 시작은 매우 늦었으나, 정부주도의 시장관리체계 및 막대한 시공물량을 바탕으로 기술개발이 활발히 일어나고 있어 조만간 한국 기술을 앞설 전망
일본 (90.0%)	• 실제 운영 중인 지열발전소가 있으나 연구개발 성장 속도가 늦음 • 지열냉난방 관련 기술은 최고 수준이나 심부 지열 활용 분야는 다소 부진 • NEDO 중심의 정부 전략과 산학연의 기술개발 의지로 기술 시장 선도 • 지열히트펌프 시스템은 지중기술보다 주요핵심장비인 지열히트펌프 유닛의 기술이 매우 높으며, 이를 바탕으로 지열시장 선도 • 후쿠시마 원전 사태 이후로 지열발전 분야 및 super critical geothermal system에 정부의 관심 및 투자 진행 • 냉난방 분야에서는 지하수활용, 냉난방 potential map 작성 등에 활발한 연구 수행 • 지열히트펌프 및 지열발전용 터빈분에서 선도적인 기술 보유

국가 (기술수준)	판단근거
	• 최근 저온지열에너지의 연구와 보급이 매우 활발 • 지질학적으로 고온 지열에너지에 매우 유리하며 오래 전부터 고온지열에너지의 활용에 대한 연구 수행 • 최근 정부와 연구기관에서 고온지열에너지의 연구에 매우 관심이 많으며 실제적으로 연구 수행 • 최근 지진 등에 의해 원전 의존도가 약해지면서 지열에 대한 관심이 다시 급증. 과거부터 지열발전에 대한 기술력을 계속 확보해오고 있으며 연구 성과도 세계적인 수준에 도달
EU (100%)	• 심부 지열수 이용한 지역난방 및 EGS 지열발전의 효율성 부분 선도 • 지열냉난방 분야에서도 표준화를 선도하고 있고 다양한 하이브리드 솔루션 개발 • 실증 사례가 많고, 실제 지열발전소 운영 • 천부지열을 활용하여 주택의 냉난방에 꾸준한 적용 하고, 심부지열을 활용하여 설치면적대비 난방열생산량을 높이는 기술개발도 활발하며 심부지열발전 기술도 높음 • 유체주입에 의한 유도지진 발생과 관련한 연구 활동 주도 • 미국에 이어서 산업체가 요구하는 기술의 상당량 보유 • 국가 아젠다로서 지열발전을 이용한 에너지정책을 이끌고 있으며 연구개발에 집중투자. 또한 제일 문제시 되고 있는 유발지진에 대한 연구도 상당히 선도 • 독일은 국가출연연구소에서 대규모 지열에너지 활용에 관한 연구가 활발하고 네덜란드는 저온지열에 대한 연구와 보급에 매우 열성적 • 지열분야의 연구비가 가장 활발히 지원되고 있으며, 많은 국가에서 지열에너지 개발에 큰 관심을 보이면서 독일, 영국, 스위스, 프랑스 등을 중심으로 세계 최고수준의 기술력을 유지
미국 (100%)	• 심부 시추나 EGS 지열발전 분야에서 세계선도 • 실증사례가 많고, 지역발전소 운영 • 주택의 냉난방은 천부지열을 활용하여 꾸준한 적용을 하고 있고 특히 지열발전이 증가 추세 • Geysers 등 상업적 규모의 시설 운영 경험 보유 • 유도지진 관련한 연구 활동 활발 • DOE를 중심으로 기초연구 및 응용연구에 대한 국가 전략을 철저히 세우고, 적극적으로 연구사업에 투자 • 협회, 대학, 연구소를 중심으로 시장기술을 접목한 기술발전을 이끌어가고 있으며, 응용연구의 연구 주제는 현장에서 필요한 기술을 충분히 반영하고 있고, 연구 결과가 현장에 활용되어 실질적인 기술발전을 가져와 기술 선도 • 실제 현장에 적용되는 상당 기술이 미국소유의 기술 • 저온 고온 지열에너지 연구개발 활발 • 지속적인 미국정부의 지원 • 대학과 국가연구소가 균형 있게 연구개발 수행

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 2006~2010 사이 관리 제도를 초기 시장에 맞게 정비하고 연구와 보급을 같은 기관에서 관리해 기술개발이 실질적으로 이루어져 지열 기술이 시장에 안정적으로 안착했고, 선도그룹의 기술을 단기간에 추격 • 시장에서 기술에 대한 신뢰성이 확보되어 체계적이고 전문적인 전략을 통해 선도그룹으로 기술 향상 가능한 잠재력 보유 • 전 세계에서 시추 비용이 가장 저렴하여, 시추 심도 2,000m 내의 경우 가장 우수한 시추 경쟁력 보유 • 지열히트펌프 기술은 선진국대비 성능은 다소 떨어지나 가격경쟁력 어느 정도 보유 • 히트펌프기술은 에너지공단의 인증기준 도입으로 상당한 수준에 도달 • 신재생에너지의무화에 따라 보급이 활성화 되고 많은 홍보가 됨 • 협회의 꾸준한 홍보, 교육이 기여 • 심부 시추 및 인공저류층 형성기술 현장 실증 경험 • 정부의 신재생에너지 보급 정책이 강점 • 약 20년 동안의 저온지열에너지 시설 보급이 매우 빠르게 진행됨 • 지열개발에서의 부분적인 소프트 기술은 많이 개발 진행 중	• 연구기술개발을 통해 획득한 기술을 관리체계에 접목해서 시장의 기술을 끌어올려야 함에도 불구하고, 에너지공단은 기술적인 전문성이 부족해 기 개발된 기술을 관리체계에 도입할 수 없어 산학연의 기술개발 의지 및 현장기술의 발전 저해 • 10수년전 외부 전문가 지원 하 마련한 기술기준으로 현재 시장을 관리하는 등 낙후성이 오히려 선도그룹과의 기술 격차 심화 • 민간 투자가 위축된 관계로 실증이나 상업화 연구 부족 • 지열냉난방 분야에서도 지속적 모니터링에 의한 정량적 효과 분석이 부족하며, 기타 신재생에너지원과 융합하는 노력 부족 • 정부정책이 3~4년 단위에 변하면서 지속적인 연구개발 투자 미흡 • 최근 풍력, 태양광 분야에 집중적으로 투자가 되고 있어 지열 연구개발이 중단됨 • 지난 7, 8년간 꾸준히 연구, 시도 되어왔던 EGS 지열발전 관련 연구들이 2017년 포항 지진으로 파일럿 프로젝트가 중단됨에 따라 지속성을 확보하기 어려운 위기 • 그간 학계와 연구계에 많은 이론 연구와 경험이 축적되었으나, 현재는 유지 상태 • 기술개발보다 가격위주의 시장 변천 우려 • 전반적으로 기술력이 매우 뒤쳐짐 • 개발형 저온지열에너지 활용에 대한 과도한 법규제 • 몇 몇 대학 및 연구소에서 개별적으로 수행하는 연구개발의 대대적 확장 필요 • 꾸준하고 장기적인 투자가 이루어지지 못함 • 원천기술 개발, 인프라 구축, 인력양성 필요
중국	• 정부의 주도 하에 막대한 건축물 수요와 맞물려 내수시장의 탄탄한 지원 하에 시장에서 요구하는 실용적인 기술개발 수행 • 최근 EGS 지열발전 프로젝트 착수 • 대도시에 지열수를 이용한 난방이나 시설영농 성공사례가 다수 알려짐 • 전 세계에서 지열보급이 가장 빠르게 이루어지고 있어 제조 지열분야 장치산업에 대한 기술력을	• 기술 교류 및 정보 공유가 잘 이루어지지 않아 정확한 기술 수준 파악이 어려움 • 기술 표준화, 정량화까지는 시간이 요구됨 • 내구성 있고 신뢰성 있는 제품은 출시 못하고 있음 • 검증된 기술력이 없고, 앞으로 많은 문제가 발생할 것으로 예상 • 연구개발 인력 및 인프라의 확충 필요

국가	강점분야	기타
	지속적으로 축적 중 • 시장이 크기 때문에 시장요구에 의해서 기술이 따라가고 인력이 증가하는 추세 • 정부의 강력한 의지로 지열히트펌프보급이 급격이 증가하는 추세 • 지열발전에 필요한 대형시추기 보유 • 새로운 지열발전 컨셉을 발표하고 대규모 투자를 통해 급상승 중 • 최근 들어 고온 저온 지열에너지 연구개발에 매우 적극적 • 특허 및 논문의 증가가 매우 빠름. • 매우 공격적인 실증연구 진행 • 전통 석유 가스 인프라를 기반으로 지열발전 인프라 구축	• 시스템 적인 기술력 부분에서 선진국에 비해 다소 뒤쳐짐 • 중복투자 • 신기술/원천기술 개발 부족 • 실증연구경험 부족
일본	• 전통적으로 강한 히트펌프를 바탕으로 신뢰할 수 있고 효율적인 시스템을 구축 가능 • 후쿠시마 원전 사태이후에 지열발전에 대한 투자가 다시 활성화되고 있고, 자원의 부존 특성에 적합한 소규모 지열 열병합 발전 적용사례 증가 • 화산지대의 특성을 살려 5km급 심부 시추를 통해 초임계 지열발전을 시도하고자 하는 단계 • 후쿠시마 원전사고 이 후 지열발전플랜트가 급속하게 늘고 있으며, 초기에는 발전플랜트를 유럽에서 수입하였으나 현재는 자체 개발을 추진 중 • 지중 특성상 지열발전 다수 적용 • 지열발전을 1990년대부터 시험 적용 • 지열냉난방 강점 • 기술, 인프라, 인력 우수 • 고온 지열에너지의 연구개발 경험 보유 • 최근 AIST 및 몇몇 대학을 중심으로 저온지열에너지의 연구개발에 매우 적극적	• 지열냉난방 분야의 연구 수준은 높으나 활발한 보급은 아직 부족한 편 • 온천사업자의 반대로 지열발전 기술개발의 전폭적인 확대가 되지 않고 있음 • 신진 연구 인력의 확충 필요 • 법적 제한 해결 필요(예, 국립공원법 등) • 연구개발 투자가 공격적이지 않음 • 지열발전 관련 개발이 정체되어 있었기 때문에 다소 뒤쳐진 부분이 발생했으나 다시 회복 중 • 심부지열발전 부진
EU	• EU를 구성하고 있는 국가들이 자기들의 자연환경에 적합한 기술을 개발하여 선두적인 기술을 보유하며 인프라가 우수 • 지역별 지열 자원 부존 특성에 적합한 활용기술의 상업화 부분에서 탁월한 성과발표 • EGS지열발전과 열병합 발전을 연계한 성공적 사례가 꾸준히 보고됨 • 열냉난방 분야에서 스마트 열그리드 프로젝트들 시도 중	• EGS 발전 분야에서 여전히 고전 • EU 국가들 간의 기술력 격차가 심함 • 독일이 지열에너지의 연구개발 주도 • 네덜란드의 저온지열에너지 연구개발 및 보급이 매우 활발함

국가	강점분야	기타
	• 독일, 스위스 등 중심으로 지열냉난방 및 지열 발전 분야에서 꾸준히 기술 개발 중 • 2030년 신재생에너지원 중 지열분야 보급이 가능할 것 • 신재생에너지의 관심이 증가로 지열에 대한 개발이 일찍이 시작됨 • 단독주택가정용에는 지열시스템이 보일러의 약 30%까지 적용될 정도로 일반화 됨 • 히트펌프의 디자인기술이 최고수준 • 냉매가 지중과 직접열전달하는 방식의 지중열 교환기를 개발 적용하여 경제성 향상 • 소비자의 지열적용이 매우 긍정적 • 스위스 취리히 공대를 중심으로 정부, 학계, 연구계가 공동으로 인력양성과 연구개발 진행 • 유럽연합 국가 간 국제공동연구 활발 • EU 국가 간의 기술 전파가 비교적 빠름 • 신진 연구 인력이 매우 급속히 증가	
미국	• 국가정책이 정교하고 지속적이며 일관됨 • 기술, 인프라, 인력, 관리제도 등 모든 면에서 선두그룹으로 시장 주도 • 지하 유체 모델링 연구 분야에서 인력 및 연구 수준 모두 세계 선도 • 석유분야의 우수한 인프라가 지열발전 분야의 기술 개발 선도 • 국가의 꾸준한 투자로 지열냉난방 및 지열발전(심부지열) 부분에서 여전히 선도 • 국가적인 신재생 에너지분야 관심으로 1970년부터 꾸준한 연구개발이 이루어짐 • 국제지열협회를 창설하여 세계적으로 홍보 활동, 교육, 라이센스 부여하면서 인력양성 • 지열설계프로그램을 개발하여 세계적으로 판매 보급 • 단독주택에 지열히트펌프적용은 보편화됨 • 상업적 시설 운영 경험	• 정부의 R&D투자가 답보 수준이라 새로운 도전적 프로젝트가 시도되지 않고 있음 • EGS 분야 정부 지원이 상당하게 감소 중 • 지진 피해 저감 방안에 대한 연구는 상대적으로 미진 • 공화당의 집권으로 신재생에너지 정책의 변화로 인한 정부의 연구투자 불확실 • 신진 연구 인력의 확충 필요 • 유발지진에 대한 관심 증가

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	4위	3위	2위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내에 지열분야 전문가의 수가 상대적으로 많지 않아, 관련 학회의 분과차원에서 정기적인 기술 교류 기회 마련 필요 • 정부출연연구소 및 대학의 장비 공동 활용 연구 촉진 • 산학연 공동연구와 및 국내 실증현장 확보 위한 지자체와의 긴밀한 협력 • 실질적인 기술력과 관심을 가지고 있는 민간기관의 협력을 이끌어 내고 전문성이 결여된 공단 담당자의 개인적인 생각이 아니라 전문가가 제시하는 방향을 행정적으로 뒷받침하는 구조 필요 • 대규모 건설회사, 석유공사, 및 한전을 비롯한 발전 사업자들의 지열발전/지열 직접이용 시장에 적극적인 투자 및 프로젝트 개발 유도/지원 • 국내 지열산업의 발달 저해 요인으로써 기업 간의 지나친 단가 경쟁, 지열관련 각종 협회, 학회 등의 단체 간의 협업 미흡이 지적됨. 특히 국내 지열 기업들 간의 경쟁력이 치열하기 때문에 자사가 채택하는 특정 공법에 대한 시장을 선점하기 위해서 타 공법을 배척하고 가치 평가 절하하는 기업문화가 팽배하여 지열산업 발전에 상당한 저해요인 • 지열에너지 개발은 특정 기관 혹은 특정 그룹에서 독자적으로 진행하기에는 매우 어려운 다학제적인 지식과 경험 요구. 다양한 기관(산, 학, 연 모두 포함)의 다양한 그룹에서 지열에너지 개발에 필요한 연구 및 협력을 적극적으로 추진할 수 있도록 정부차원의 연구 및 실증 플랫폼을 지속적으로 마련
국제협력 촉진	• 에기평 등의 연구과제 신청 시 국제공동연구에 참여하거나 국제협력의 증빙이 있는 경우에 확실한 가산점을 부여하는 방식의 지원·유도 방안 • EU HORIZON 2020 프로젝트 등 기존 프로젝트와의 공동협력 추진 실증현장을 공동으로 활용하는 국제협력 확대 • 해외 협력을 통하여 수출과 연계되도록 정부주도 해외협력 추진 • 해외 연구개발 선도 기관과의 협력을 통한 관련 기술 습득 및 기술 추격 • 외국과의 경험 공유, 특히 인접국가인 중국과의 기술 협력과 시장 진출 • 국제 에너지기구 지열분과(IEA Geothermal TCP) 등 다자간 국제 공동 연구 활성화 • 국제 지열협회(IGA) 단체 가입 및 이사회 활동 지원 • 지열냉난방의 해외 공법을 적극적으로 벤치마킹하여 안전하고 반영구적인 시공 기술 확보 • 비화산지대에서 적용 가능한 ESG 지열발전은 선진국에서도 잠정적 중단한 사례가 있어 이에 대한 철저한 국제협력을 통하여 한국에 가장 적합하며 안전한 심부지열 공법을 우리나라 지온경사도와 유사한 국가인 독일, 스위스 등과 공동연구 필요 • EU, USA 등 고급기술을 보유한 국가들과의 공동연구 프로젝트, 상호연구진교환 등 다양한 방법의 협업방식을 도입하여 선진기술을 확보 • 선진화된 지열 연구 개발을 배울 필요가 있기 때문에 선도국과의 국제 협력 필요. 특히 유럽의 나라 중에는 지열에너지 측면에서 자연 조건이 우리나라와 비슷한 국가가 많이 있기 때문에

	정책제언
	이들의 경험이 우리나라의 지열발전에 도움 될 것 • 국내 연구진들 또는 산업계 종사자들이 국제 협력을 통해 핵심 기술력을 확보하고 경험을 축적할 수 있도록 국제협력에 대한 적극 지원 절실
인력양성 및 유치	• 인력양성은 국제협력과 동시에 추진되어야 하며, 특히 우리나라의 대학원생이나 젊은 과학자들이 외국기관에 파견되어 외국의 프로젝트에 직접 참여하는 기회 확대가 매우 중요 • 대학원 고급 인력을 대상으로 한 인력양성 프로그램 개발 • 관련분야의 전문기술인력의 자격을 부여하는 제도 • 관련 연구개발 및 현장운영 인력의 지속적인 양성 및 교육프로그램 개발 • 업체의 매출과 영업 이익이 커지면 업체가 자체적으로 공조기술자의 재교육을 통해 충분히 인력을 공급할 것 • 해외 단기/장기 연수 지원 프로그램으로 국내에서 양성하기 어려운 장심도 시추/고온 지열개발 기술/지열발전소 운영기술 등에 대한 선진국 기술 습득 기회 마련 • 국내 계속교육을 통해 현업 종사자들의 기술 수준 향상 • 대학 내 지열 에너지 학과 설치 및 UST 대학원 내 전문 과정 설치 • 현재 산업부 및 지자체 산하 지열전문연구소 또는 전문연구기관이 서로 연합 및 업무 분장을 통하여 지열분야를 특화시키고 거기에 합당한 전문 인력 양성 필요 • 국내외 전문가 초청 활용 • 현재 지열에너지는 극소수의 지질학과, 기계공학과, 토목건축학과 등에서 매우 적은 수의 인력이 배출됨. 우선적으로 이러한 학과에서 지열전공분야를 다루는 교수의 충원 필요 • 지열에너지 분야 중 특히, 심부 지열에너지와 관련된 분야의 국내 대학에서의 커리큘럼은 일부 대학에만 존재할 정도로 열악함. 인력양성에 필요한 교수의 충원 및 기타 교육 지원 정책 필요
인프라 구축	• 국내에서는 심부 시추공을 이용한 조사나 심부 지하 환경을 모사하는 실험 인프라 부족. 적극적으로 심부 탐사, 검증 및 실험 인프라 및 테스트 베드 구축 필요. 특히 이미 굴착된 심부 시추공을 보전하여 새로운 기술의 시험장이 될 수 있도록 적극적인 지원 필요 • 중심도 지열직접이용, 지하연구실 등 실증시설 • 국내 지리적 면적이나 밀집도를 감안하면 이전의 지중열전도 값을 활용하여 시공단축이나 비용절감 할 수 있는데도 불구하고 설계에 활용할 수 있는 지중열물설치맵 마련하지 못하였고 이전에 이와 관련하여 연구 과제를 수행한 기관 등도 있으나 현재는 아직 마련되지 않아 기존의 활용 데이터 이용 방안 필요 • 지하 심부의 제반 불확정성 극복을 위해 현장실험시설 구축을 통한 기술검증 및 노하우 축적 • 기술개발을 뒷받침할 수 있는 지열냉난방의 실증단지 개발 및 지열분야에 대한 해박하고 실질적인 전문가를 발굴 및 전문가 풀 구성 • 장심도 시추/장심도 조사를 위한 시험 및 계측 인프라 구축 • 심부지열 또는 지열발전과 관련한 기술은 국내 수요뿐만 아니라 해외 수출도 가능한 제품이므로 국내 인프라 시급. 특히 심부지열 지중열교환기, 지상플랜트 기술 등은 반드시 관련 인프라 확보 필요 • 지열에너지는 석유산업과 기술적인 면에서 유사성이 많이 있으나 우리나라는 산유국가가 아니어서 지열에너지의 기반기술이 취약함. (예: 수압파쇄, 시추 등). 따라서 국가에서 이러한 기반기술에

	정책제언
	대한 인프라 구축에 투자 필요 • 아직까지 국내에는 심부지열개발을 위해 필요한 인프라가 거의 전무. 포항 사업을 통해 어느 정도의 인프라가 구축되고 있었으나, 지진의 여파로 구축된 인프라의 활용에 제약. 대심도 시추, 검층, 물리탐사, 지구역학 모델링 등 대심도 지열에너지 개발에 필요한 인프라를 지속적으로 확충하기 위해 정부차원에서의 관련 지원 사업 등 활성화 필요
법·제도 개선	• 건설관련 기관, 기업 등과 유기적인 시공의 단일화된 제도 및 지열분야 기업을 보호할 수 있는 제도 마련(지열분야 전문기업이 필요하며 전문기업에서 지열설치를 하여야 기술의 진보와 제품신뢰 강화 가능) • 심부 지열수 또는 증기 자원은 지하자원의 성격을 가지므로, 광업법의 특례 조항 삽입 등을 통해 일정 기간 탐사권과 개발권을 부여하는 방식으로 개발을 촉진하고 투자자를 보호하는 법적 장치 필요 • 초기투자비가 크고 회수기간이 긴 지하자원 개발의 특성에 부합하도록 유럽 국가와 같은 risk guarantee 제도와 보험제도 도입 • 지열적용을 확대해야 기술수준이 향상되므로 적용관련 제도개선 시급 • 전체 건물에너지에서 급탕·냉난방에 관련된 열사용이 50%이상이기 때문에 신재생에너지 공급의무화 에서 열공급(RHO) 포함 필요 • 국내 신재생에너지 공급가중치를 조정하여 실질적인 에너지 절감 기여를 할 수 있도록 해야 함(지열은 설치에너지양에 비해 가중치가 적기 때문에 열이 많이 필요함에도 불구하고 가중치 높고 설치 간단한 연료전지 등으로 공급비율을 해결하는 경우 많음) • 지열발전을 위한 유체 주입 과정에서 발생 가능한 유도 지진 등에 대한 제도적 관리방안 수립 • 지열에너지에 대한 법과 제도를 담당하고 있는 에너지공단이 전문성이 전혀 없는 상태에서 시장의 방향을 임의로 이끌고 있고 건전한 운영이 되고 있지 않음. 10년 전의 초기 시장 정책을 아직도 시행. 에너지공단의 체질개선 혹은 담당 기관의 변경 필요 • 지열발전의 초기 Risk 경감을 위한 탐사시추 지원/보전 제도, 보험제도 등 마련을 통해 초기 Risk 때문에 투자를 꺼려하는 대규모 건설회사, 석유공사, 발전 자회사들 등의 진입장벽 완화 • 지하수 활용 시스템의 적극적인 보급을 위한 규제 완화 • 신규건물에는 신재생에너지 일정 비율 적용을 정부에서 관리하고 시공단가를 정부에서 감독하는 시스템 도입 • 한국에너지공단에서 일괄적으로 시공단가 상한선을 책정하여 기업들의 불만이 고조되고 있어 차라리 하한선을 정하는 것이 바람직 • 지열에너지는 산업화될 경우 발생할 수 있는 사회적, 경제적 파급효과, 부작용등에 대한 연구도 병행해 우리나라 실정에 맞는 법제도 마련 필요 • 지하수열 이용(개방형 냉난방 시스템)에 대한 정부 지원 • 지열에너지 개발 관련 단기성과가 아닌 국가 장래를 위해 장기적인 계획차원에서의 지원 정책 및 법제도 개선 시급
연구비 확대	• Top-down방식과 Bottom-up 방식의 균형적 연구과제 구축 • 지진 발생 이후 사업과는 별개로 유도 지진 원인 규명 및 대응책 마련에 연구개발비 투자 필요 • 연구 결과를 시장에 활용할 수 있도록 연구 및 관련제도 개선 및 지열 냉난방 분야가 실질적인 어플리케이션에서 실증 할 수 있도록 연구비 구성

	정책제언
	• 기업체 주관의 보급형/실증형 연구과제 위주의 지원제도 지양 • 고온/고압 하의 심부 지층 내 계측 기술 등 기초 원천 기술 지원 • 국가주도 Scientific Deep Drilling Project 등 통한 기초/기반 기술 확보 • 선진국 수준의 친환경 지열신공법에 대한 지열신공법 개발 필요 • 도심형 대용량 지열 개발 필요 • 수직 밀폐형에 치중한 국내 지열은 인구밀도가 높고 국토면적이 좁은 국내 환경에 적합하지 못하므로 대용량 도심형 개방형 지열 개발 필요 • 양질의 연구는 인력양성, 국제협력, 국내협력 등을 가능하게 하는 충분한 연구비 지원 필요 • 현재 지열에너지의 연구비는 규모가 작고 연구기간이 짧으므로 장기적인 대규모 연구에 연구비 지원 필요 • 지열에너지의 중요성 대비 국내 관련 연구비 지원은 너무 부실. 기초연구 없이 실증만 강조해서는 성공적인 개발 사례가 나오기 어려움. 기초 연구 및 다양한 스케일의 실증 연구에 대한 정부의 지속적인 투자 필요
기타 의견	• 자원개발 분야 등과 공통되는 기술이 많으므로 융복합 여지가 큼 • 심부 지열개발과 땅속 깊은 곳에 사는 미생물 연구 및 그 활용 연계 • 기초과학 분야가 될 수 있으니 세계 최장심도 시추(현재 12km)를 목표로 하는 대형 프로젝트 발굴 (관련 기초과학, 계측, 에너지, 미생물, 지구과학계 참여) • 국내 지열은 수직 밀폐형으로 대부분 시공되고 있으며, 이는 도심에 적용하기에 많은 한계점이 있음. 기존의 개방형을 개선한 대용량 개방형 지열기술개발 필요 • EGS 방식은 선진국에서 많은 시행착오를 거치면서 개발에 어려움이 발생하고 있는 방식. 포항 지진발생이 EGS 방식과 무관하지 않다는 언론보도 및 국민적 우려가 있는 상황에서 ESG 방식을 추진하기 보다는 석모도 등 현재 온천수가 풍부한 지질자원을 지열발전에 적극 활용하는 것이 타당. 특허 석모도에서는 현재의 지열수를 이용하더라도 수백 kW 지열발전이 가능하므로 이를 국가 차원에서 개발 필요 • 유발지진은 지질조건에 대한 충분한 데이터가 없는 것에 기인하므로 Structural geology, Geophysics, Geomechanics 등 타 지구과학학문 분야와의 융복합 필요 • 태양에너지와 지중 열저장 시스템 결합에 대한 연구가 절실하며, 이 시스템은 대규모의 대상 건물에 적용 가능 • 타 신재생에너지와의 융합 연구(예, 태양에너지의 지중열저장 시스템 등)

다 주요 분석 결과 요약

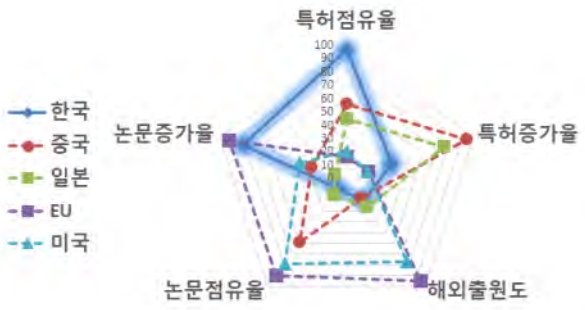
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	지열에너지기술	2,561	1,179	52.8%	44.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

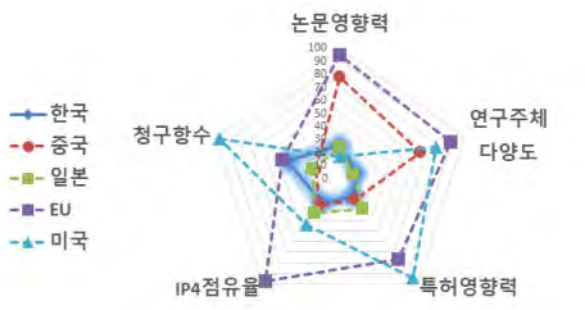
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	한국	EU	미국
	36.4%	43.5%	11.3	6.3
한국	5위	1위	3위	5위
	3.4%	43.5%	9.0	1.8
5개국 평균[2]	-	-	10.1	5.4

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

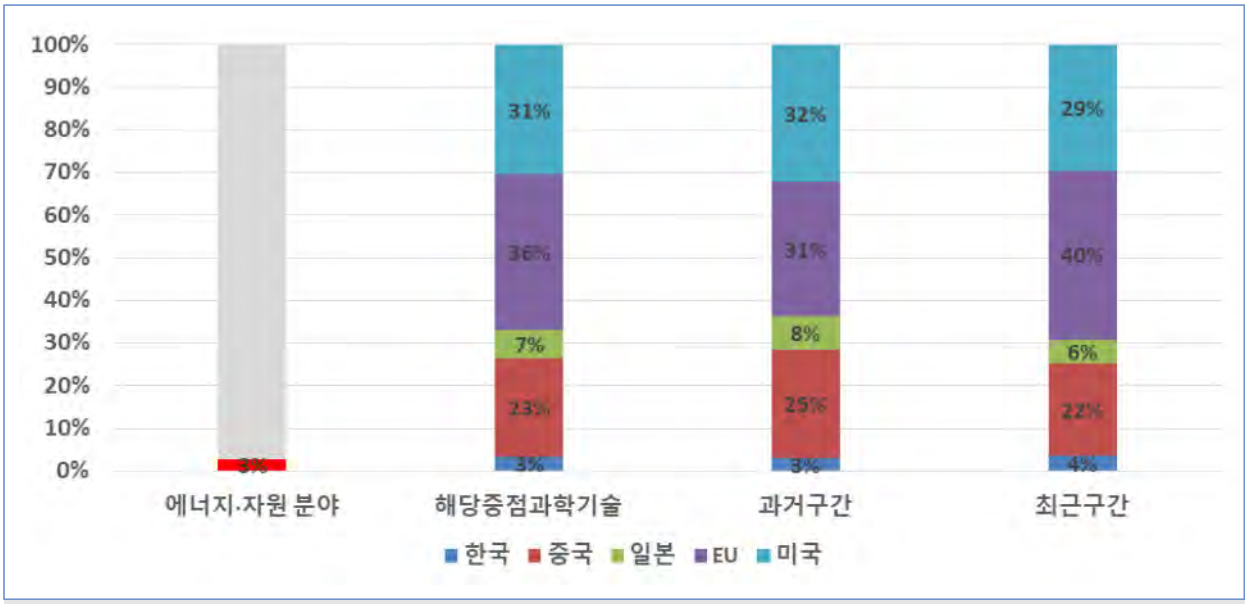
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.4%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(36.4%), 미국(30.5%), 중국(23.1%), 일본(6.6%), 한국(3.4%) 순이며, 논문 증가율은 EU(94.0%)가 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(11.3), 중국(10.4), 한국(9.0), 일본(8.9), 미국(8.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.93)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(43.5%)은 주요 5개국 중 1위이며 특허 영향력(1.8)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 한국(43.5%), 중국(21.8%), 일본(18.2%), 미국(9.1%), EU(7.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(125.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(6.3), EU(4.7), 일본(2.5), 중국(2.0), 한국(1.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(26.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.4%	23.1%	6.6%	36.4%	30.5%
	논문 증가율	77.4%	30.9%	7.3%	94.0%	39.1%
	논문 영향력	9.0	10.4	8.9	11.3	8.7
	연구주체 다양도	0.69	0.84	0.67	0.93	0.88
특허 분석	특허 점유율	43.5%	21.8%	18.2%	7.5%	9.1%
	특허 증가율	25.0%	125.3%	81.6%	-4.4%	-5.5%
	해외출원도	0.2	0.1	0.5	4.2	2.8
	특허 영향력	1.8	2.0	2.5	4.7	6.3
	IP4점유율	0.0%	0.8%	2.8%	26.1%	5.6%
	청구항수	3.8	2.0	2.2	4.1	9.7

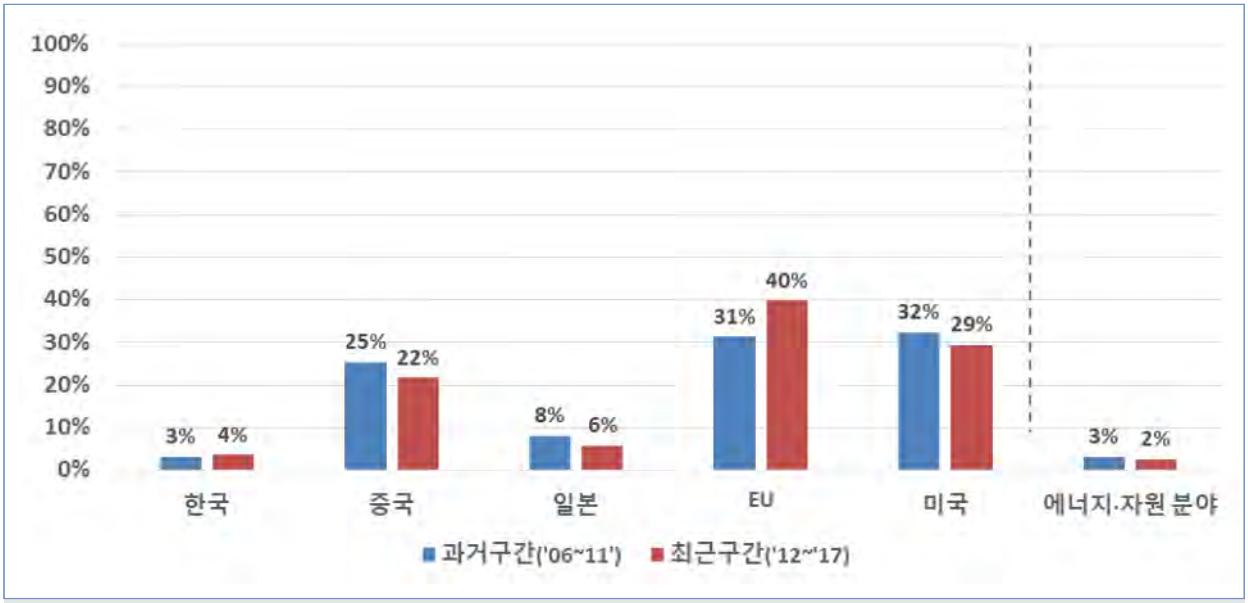
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지열에너지기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 932건으로 전체 논문의 36%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지열에너지기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 3%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

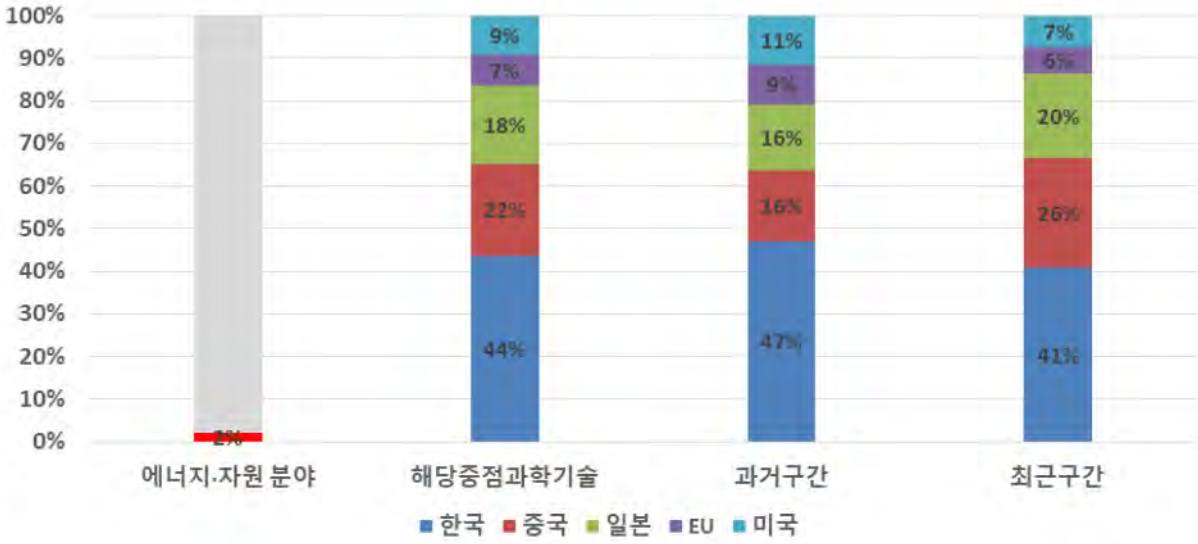


● 지열에너지기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 77.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	31	55	86	77.4%
중국	256	335	591	30.9%
일본	82	88	170	7.3%
EU	317	615	932	94.0%
미국	327	455	782	39.1%
전체	1,013	1,548	2,561	52.8%

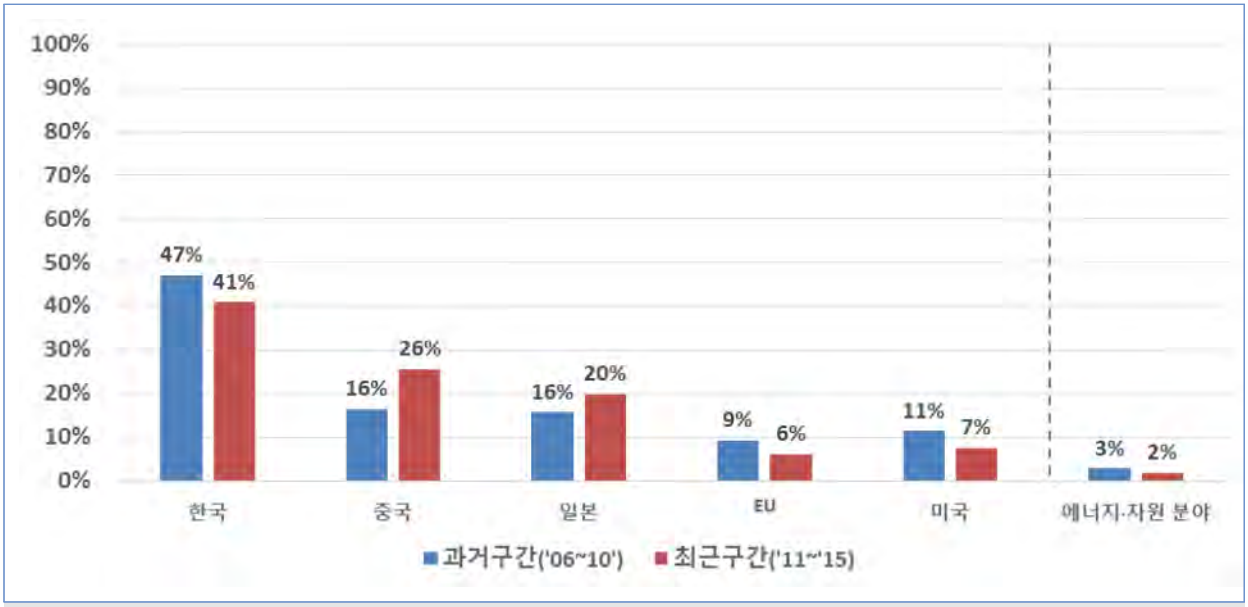
(4) 특허 점유율(전체)



- 지열에너지기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 한국이 513건으로 전체 특허의 44%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지열에너지기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



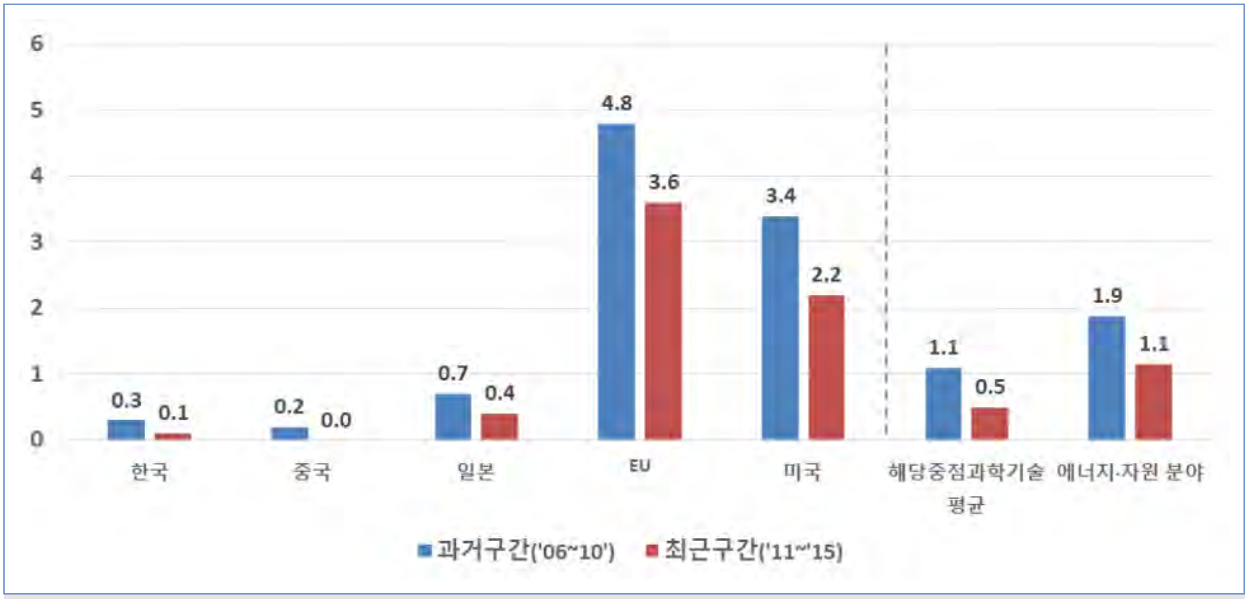
- 지열에너지기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 한국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 25%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 1위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	228	285	513	25.0%
중국	79	178	257	125.3%
일본	76	138	214	81.6%
EU	45	43	88	-4.4%
미국	55	52	107	-5.5%
전체	483	696	1,179	44.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

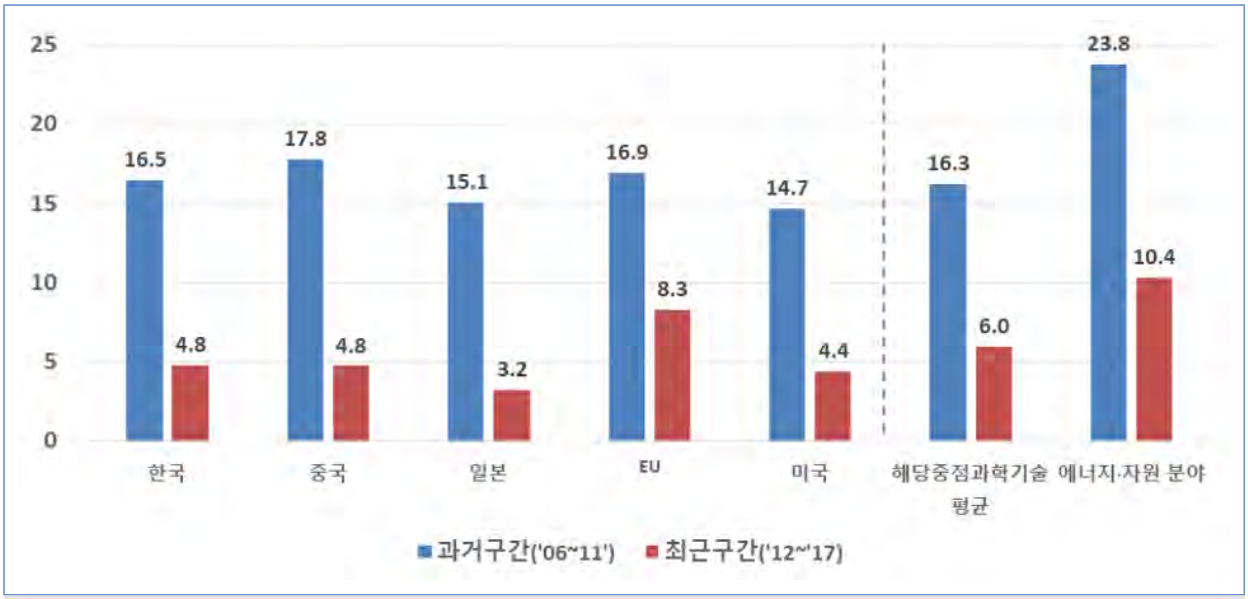


- 지열에너지기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

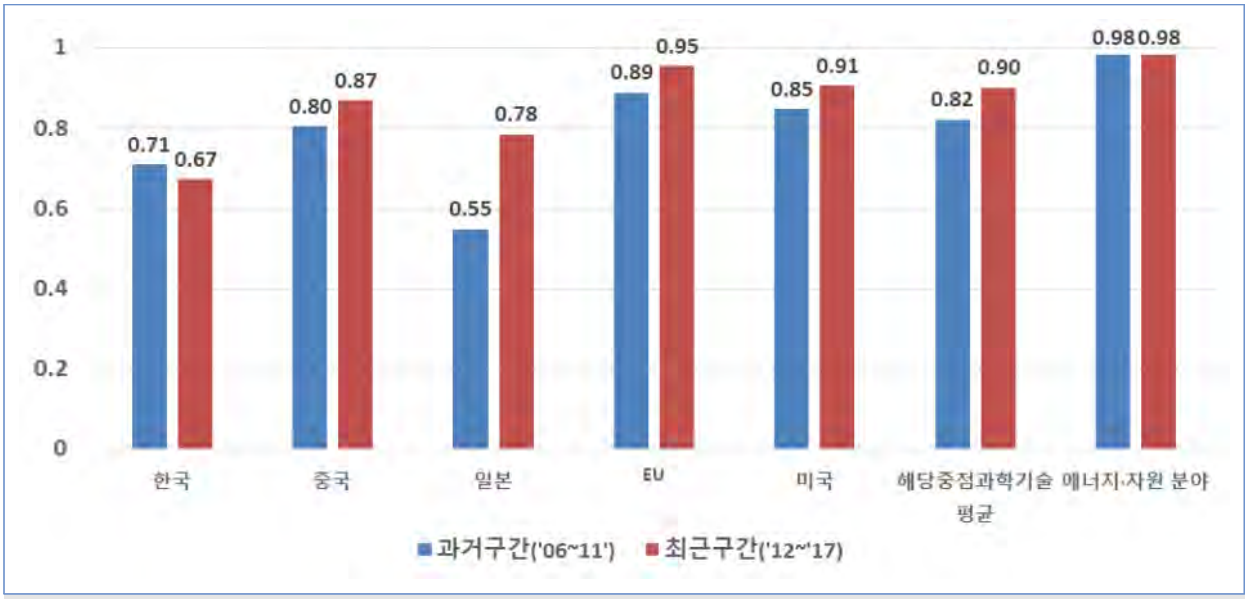
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



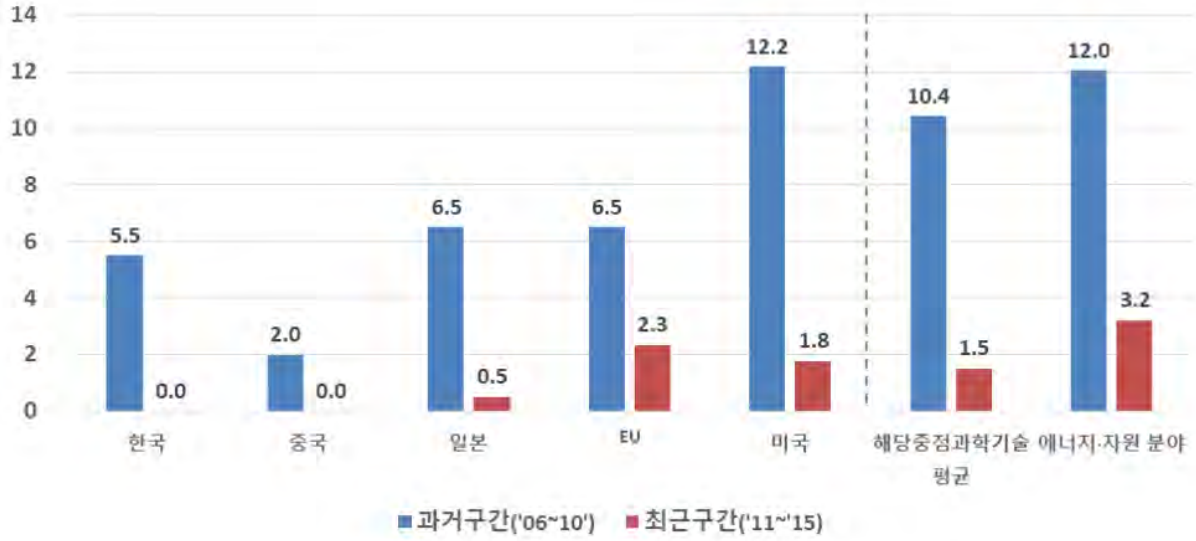
● 지열에너지기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 중국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



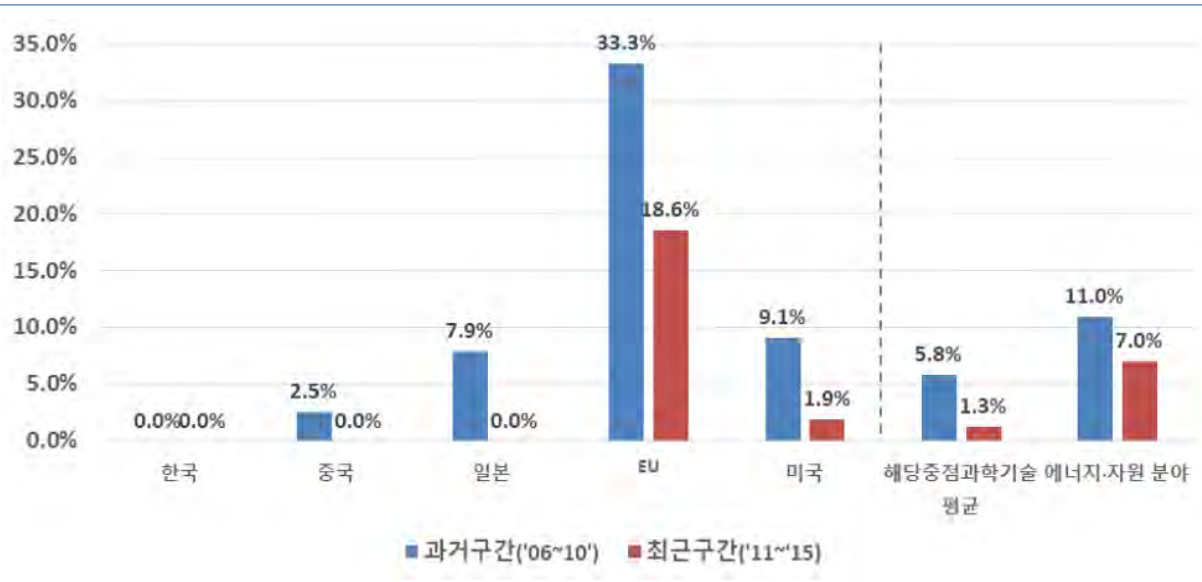
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



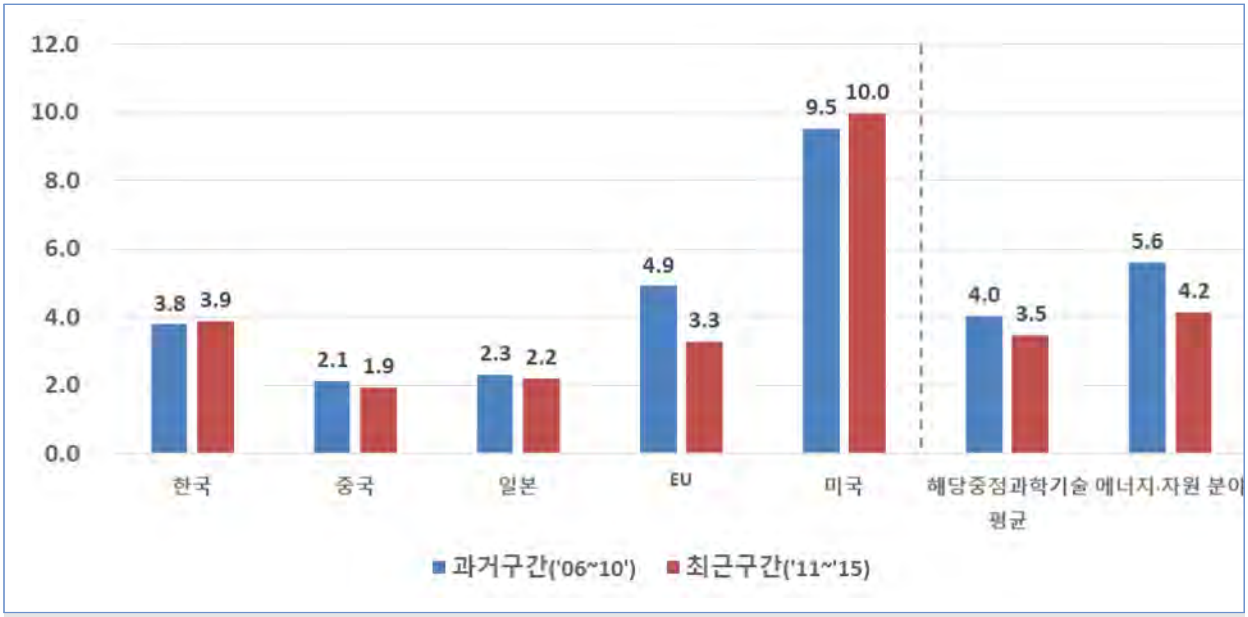
● 지열에너지기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지열에너지기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 지열에너지기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

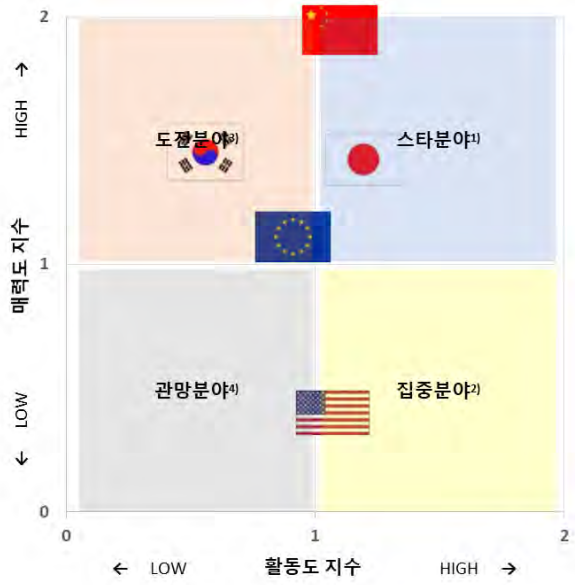
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

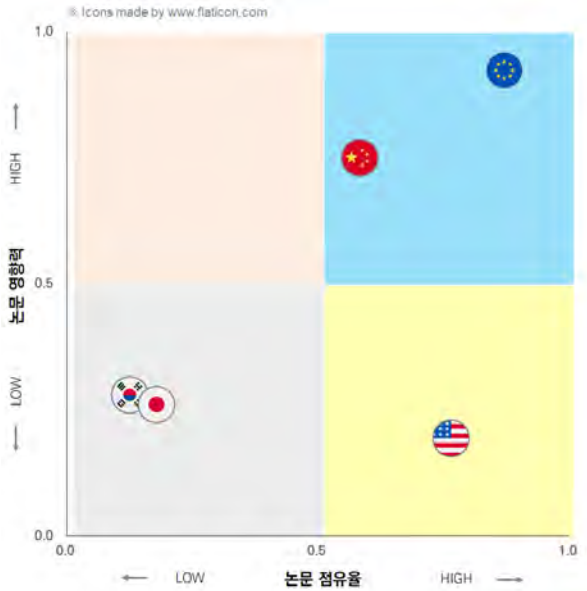
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지열에너지기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

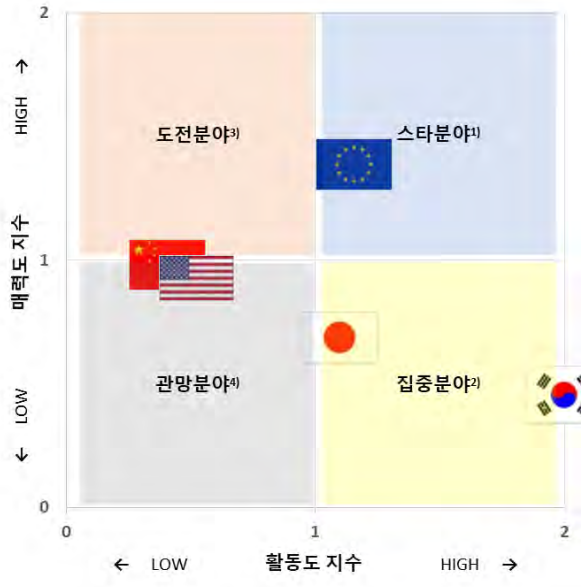


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

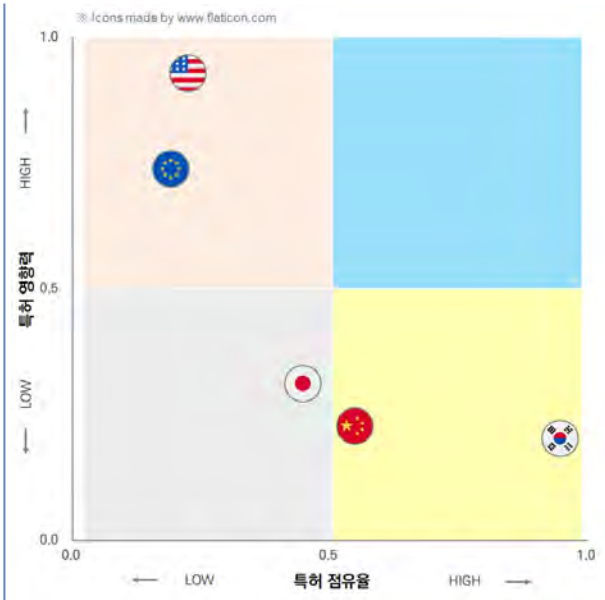
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지열에너지기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 일본의 'KYUSHU UNIVERSITY(1.17%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 12.79%(글로벌 점유율은 0.43%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUSHU UNIVERSITY	일본	17.65%	1.17%	-69.57%
2	TIANJIN UNIVERSITY	중국	4.40%	1.02%	-47.06%
3	GEO-HEAT CENTER	미국	3.07%	0.94%	-66.67%
4	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	3.55%	0.82%	-38.46%
5	UNIVERSITY OF NEVADA	미국	2.56%	0.78%	50.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	12.79%	0.43%	75.00%
2	HANBAT NATIONAL UNIVERSITY	8.14%	0.27%	150.00%
3	KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH	4.65%	0.16%	0.00%
4	KANGWON NATIONAL UNIVERSITY	3.49%	0.12%	-50.00%
5	KOREA INSTITUTE OF GEOSCIENCE AND MINERAL RESOURCES	3.49%	0.12%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TIANJIN UNIVERSITY	4.40%	1.02%	-47.06%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.55%	0.82%	-38.46%
3	JILIN UNIVERSITY	3.38%	0.78%	-18.18%
4	TIANJIN GEOTHERMAL RESEARCH AND TRAINING CENTER	2.54%	0.59%	300.00%
5	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	2.20%	0.51%	1100.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUSHU UNIVERSITY	17.65%	1.17%	-69.57%
2	AKITA UNIVERSITY	4.71%	0.31%	200.00%
3	HOKKAIDO UNIVERSITY	3.53%	0.23%	-100.00%
4	CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY	2.94%	0.20%	300.00%
5	TOHOKU UNIVERSITY	2.94%	0.20%	300.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	GFZ GERMAN RESEARCH CENTRE FOR GEOSCIENCES	1.82%	0.66%	83.33%
2	SZCZECIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.61%	0.59%	-100.00%
3	UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE	1.39%	0.51%	450.00%
4	UNIVERSITY OF MISKOLC	1.29%	0.47%	100.00%
5	UNIVERSITY OF PISA	1.29%	0.47%	200.00%

6 미국

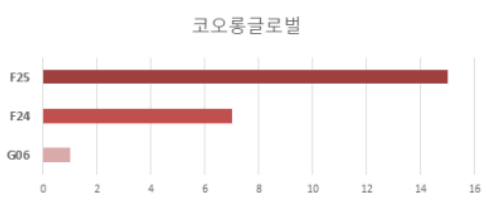
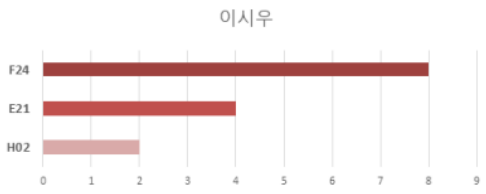
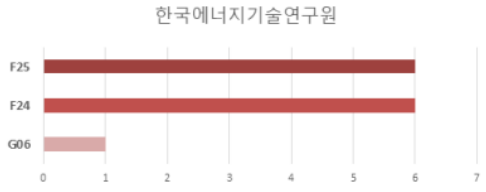
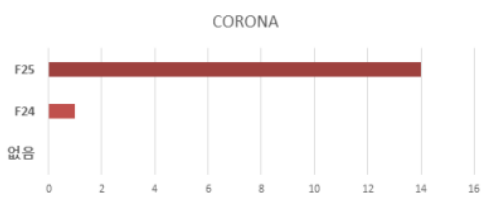
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	GEO-HEAT CENTER	3.07%	0.94%	-66.67%
2	UNIVERSITY OF NEVADA	2.56%	0.78%	50.00%
3	NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY	2.17%	0.66%	140.00%
4	GEOTHERMEX INC.	2.05%	0.62%	-100.00%
5	ARGONNE NATIONAL LABORATORY	1.79%	0.55%	150.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '코오롱 글로벌(1.95%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '코오롱 글로벌'이 4.48%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '코오롱 글로벌'은 F25(냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

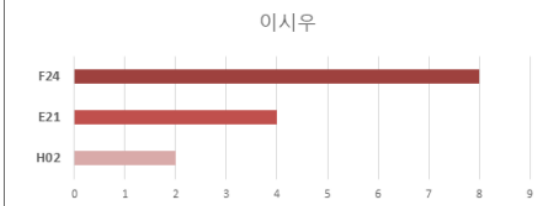
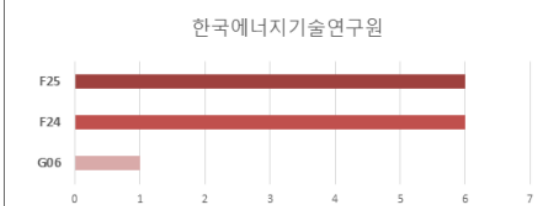
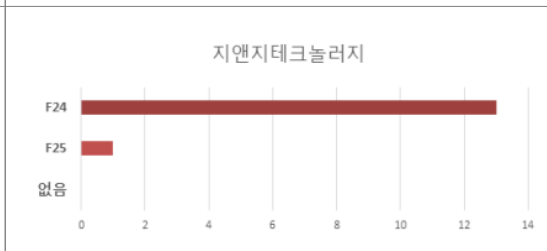
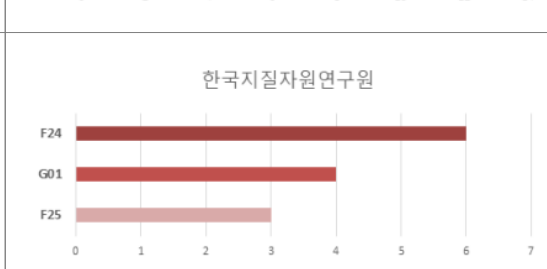
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	코오롱글로벌	한국	4.48%	1.95%	-90.48%
2	이시우	한국	3.12%	1.36%	66.67%
3	한국에너지기술연구원	한국	2.92%	1.27%	300.00%
4	CORONA	일본	7.01%	1.27%	550.00%
5	지앤지테크놀러지	한국	2.73%	1.19%	266.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		–	–
5		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		–	–

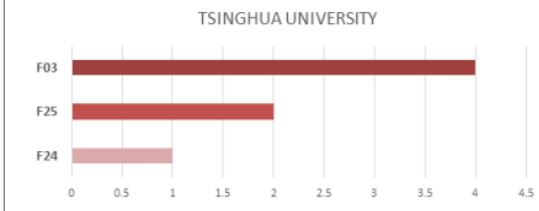
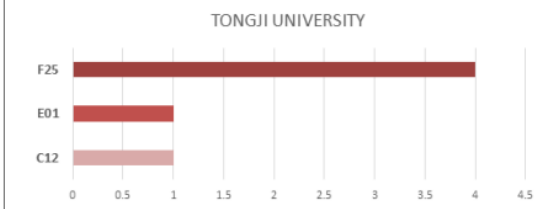
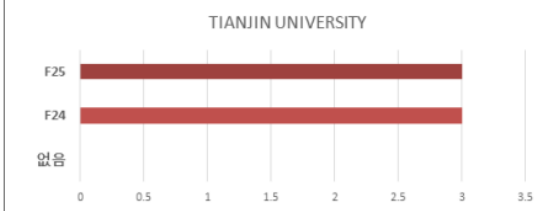
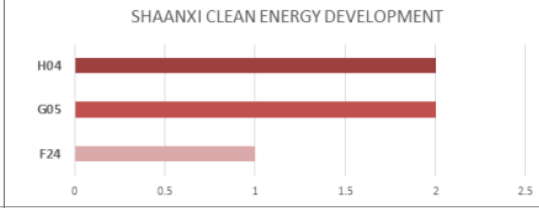
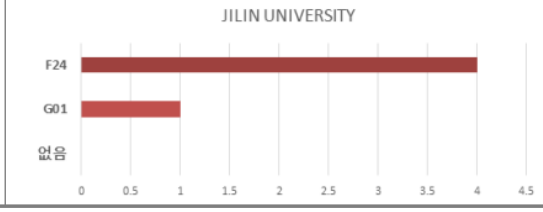
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	코오롱글로벌	4.48%	1.95%	-90.48%
2	이시우	3.12%	1.36%	66.67%
3	한국에너지기술연구원	2.92%	1.27%	300.00%
4	지앤지테크놀러지	2.73%	1.19%	266.67%
5	한국지질자원연구원	2.73%	1.19%	-25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		–	–
5		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G01	광학
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화

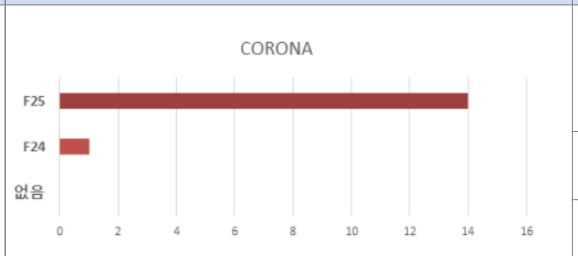
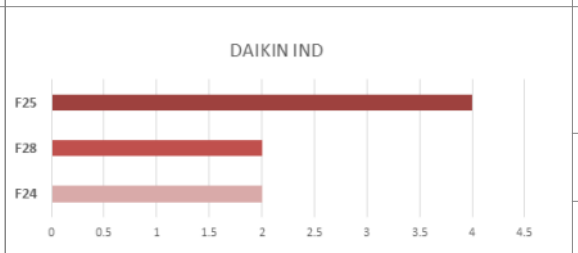
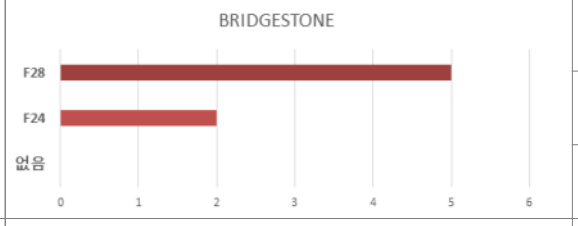
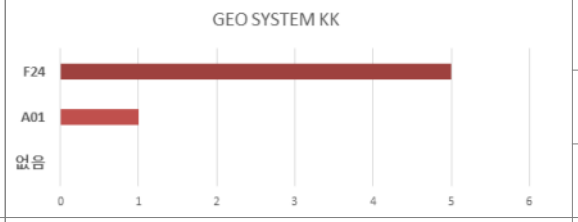
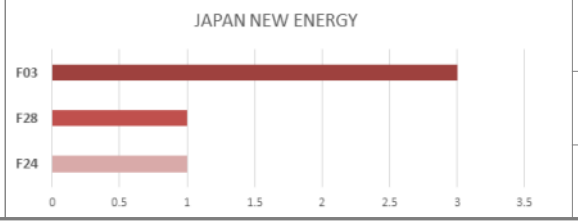
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.72%	0.59%	150.00%
2	TONGJI UNIVERSITY	2.33%	0.51%	-80.00%
3	TIANJIN UNIVERSITY	2.33%	0.51%	0.00%
4	SHAANXI CLEAN ENERGY DEVELOPMENT	1.95%	0.42%	400.00%
5	JILIN UNIVERSITY	1.95%	0.42%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		E01	도로, 철도 또는 교량의 건설
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		–	–
4		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
5		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G01	광학
		–	–

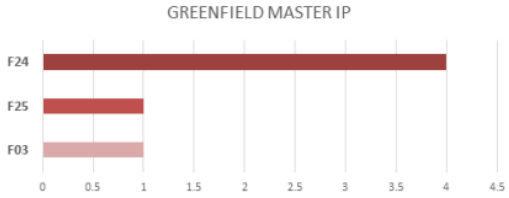
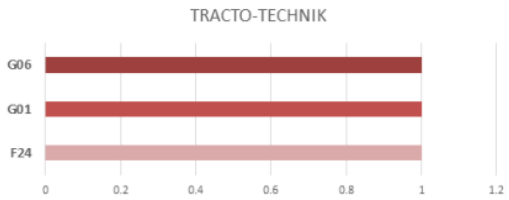
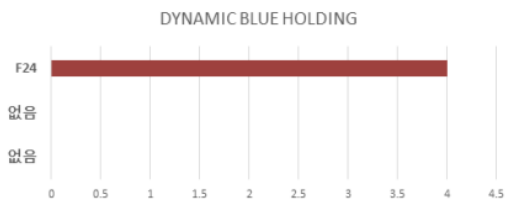
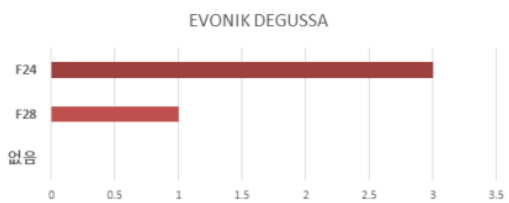
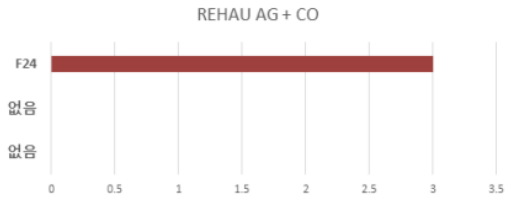
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CORONA	7.01%	1.27%	550.00%
2	DAIKIN IND	3.74%	0.68%	66.67%
3	BRIDGESTONE	3.27%	0.59%	600.00%
4	GEO SYSTEM KK	2.80%	0.51%	500.00%
5	JAPAN NEW ENERGY	2.34%	0.42%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		–	–
2		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F28	열교환 일반
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
3		F28	열교환 일반
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		–	–
4		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		F28	열교환 일반
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)

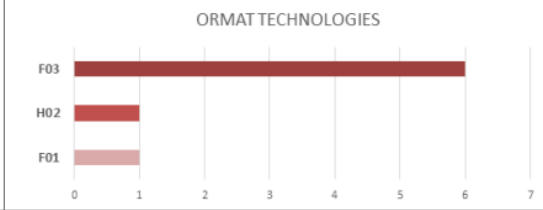
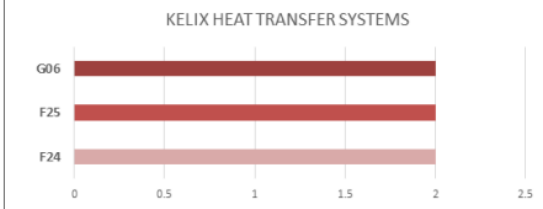
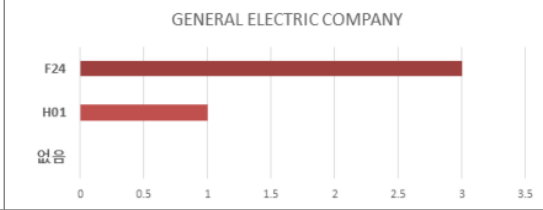
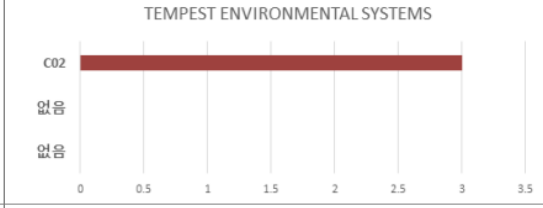
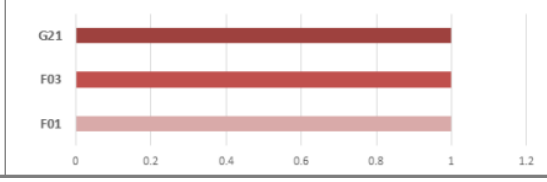
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GREENFIELD MASTER IP	6.82%	0.51%	400.00%
2	TRACTO-TECHNIK	4.55%	0.34%	0.00%
3	DYNAMIC BLUE HOLDING	4.55%	0.34%	200.00%
4	EVONIK DEGUSSA	4.55%	0.34%	-100.00%
5	REHAU AG + CO	3.41%	0.25%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F03	액체용 기계 또는 기관
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
3		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
		-	-
4		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		F28	열교환 일반
		-	-
5		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ORMAT TECHNOLOGIES	8.41%	0.76%	100.00%
2	KELIX HEAT TRANSFER SYSTEMS	6.54%	0.59%	-60.00%
3	GENERAL ELECTRIC COMPANY	3.74%	0.34%	-100.00%
4	TEMPEST ENVIRONMENTAL SYSTEMS	2.80%	0.25%	200.00%
5	NIKOLA LAKIC	2.80%	0.25%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
3		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H01	기본적 전기소자
		-	-
4		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		-	-
		-	-
5		G21	핵물리; 핵공학
		F03	액체용 기계 또는 기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관

81 고효율 태양전지 기술



81 고효율 태양전지 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 태양전지 상용화를 위하여 대량생산이 가능한 혁신적 제조 공정 기술
- ☑ 실리콘 웨이퍼를 사용하여 태양에너지를 직접 전기에너지로 전환하는 실리콘 태양전지 기술의 가격 경쟁력 확보를 위하여, 실리콘 사용량을 축소하고 핵심소재를 절감할 수 있는 기술 포함
- ☑ 친환경 도시 맞춤형 차세대 건물 태양광 발전 기술 포함
- ☑ 유기 태양전지, 나노 기반 태양전지, 화합물 박막 태양전지 등 차세대 고효율 태양전지 기술 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

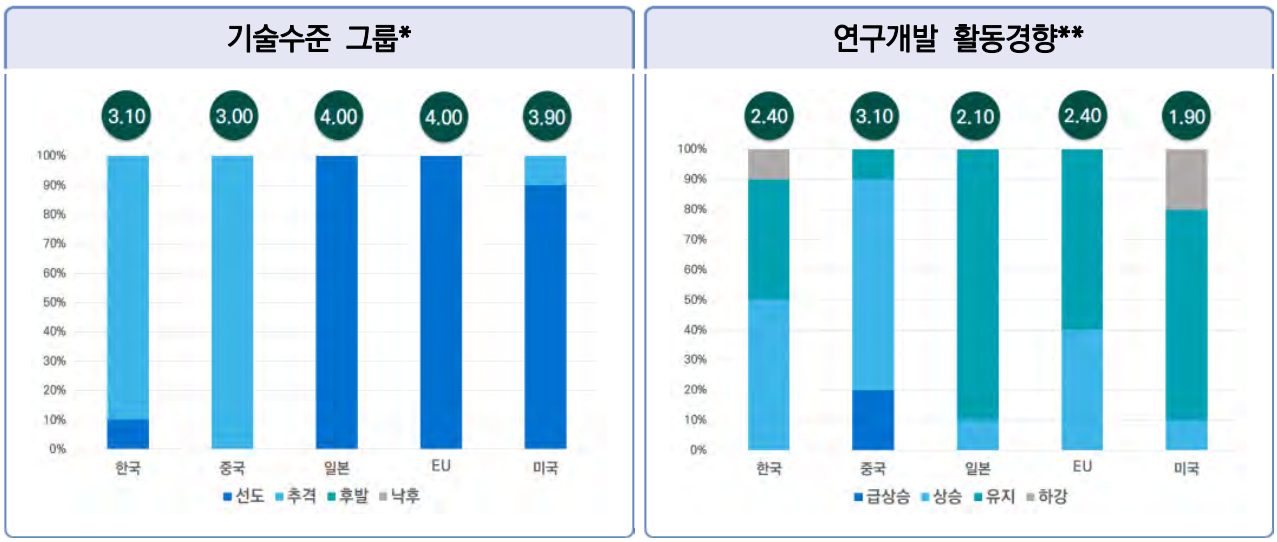
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	87.5	2.0	추격	우수	우수	유지
중국	80.0	3.0	추격	보통	우수	상승
일본	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지
미국	96.0	0.8	선도	탁월	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	86.5	2.0	87.5	85.0	90.0	5.4	2.0	2.0	2.0	0.7
중국	80.0	3.0	80.0	80.0	83.0	1.8	3.0	2.5	3.0	0.6
일본	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.5
미국	97.5	0.5	96.0	90.0	99.0	4.5	0.8	0.5	2.0	0.8

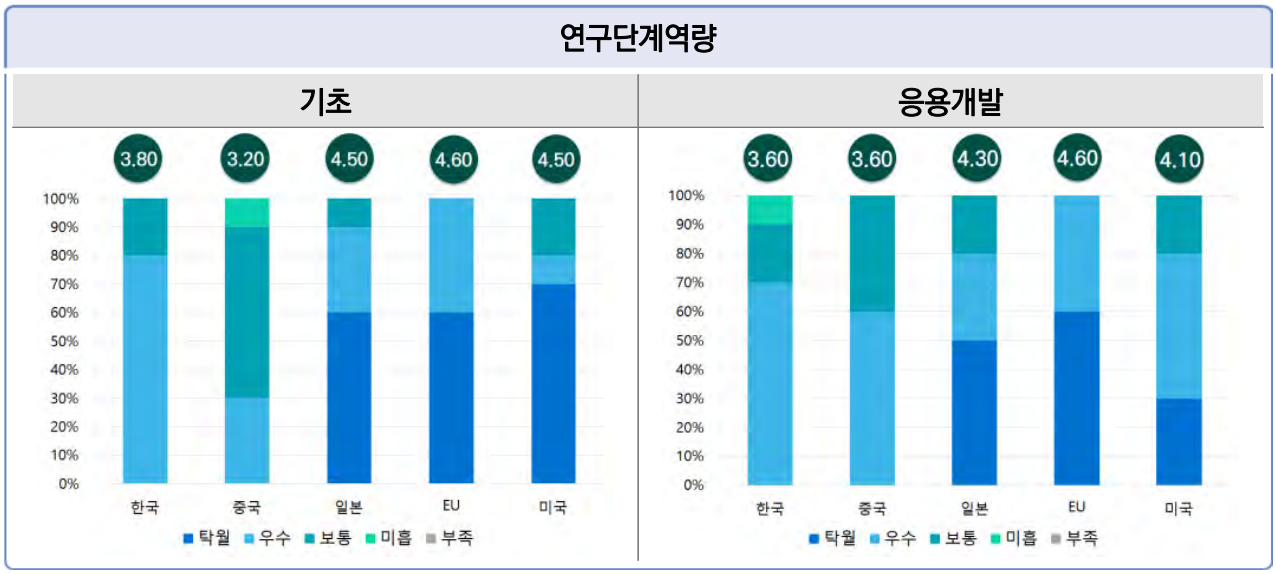
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (87.5%)	• 태양광 시장의 비활성화 및 차세대 태양전지 시장 진입 지연으로 태양전지 연구 실적이 전반적으로 기초 연구 수준 • 대면적, 실증화 기술 등은 추격형 연구로 일부에서만 가능한 수준 • 페로브스카이트 태양전지(나노기반 신개념 태양전지) 분야에서 한국화학연구원 등에서 세계 최고 기술 보유 • 선진국과의 기술 수준이 좁혀지고 있음 • GaAs Single cells concentrator 최고효율 보유 • 결정질 실리콘 태양전지는 최고기술보유국 대비 거의 유사한 수준 • 화합물반도체, 유기 등 여타의 태양전지 및 그 응용 제품 등의 기술력은 다소 미흡 • 태양광 분야의 지속적인 정부 투자와 기업의 상용화 기술개발을 통하여 높은 수준의 기술을 확보 • 국내 최고 효율은 기업에서 달성하고 있으며 양산효율은 세계최고 • 태양전지에 대한 꾸준한 국가 R&D 지원으로 실리콘 태양전지, 차세대 태양전지 및 화합물 박막 태양전지에서 우수한 결과 달성
중국 (80.0%)	• 저가격을 바탕으로 Si 기반 태양전지 시장을 상당부분 점유하고 있으며, 이와 관련한 고효율 연구 진행 중 • 차세대 태양전지는 많은 논문이 발표되고 있으나 아직 기초 연구 수준 • 전반적으로 에너지 변환 효율이 선도그룹 및 한국 대비 미흡 • 정부의 전폭적인 지원을 얻어 대규모 사업 추진으로 인한 원가 경쟁력은 독보적 • 태양전지 기술은 해외 유수 연구소들과의 제휴 및 기업 인수 합병을 통해 얻은 것이 많고 최근에는 중국 자체 연구기관에서도 고효율 태양전지 기술 개발이 활발함 • 학술적인 관점에서 최근 매우 눈부신 결과를 발표하고 있으나, 상용화에 대한 연구는 뒤처짐 • 정부 및 기업의 적극적인 투자지원 하에 연구인력 확보 및 인프라 확충이 진행되고 있으며 태양전지 상용화 주도 • 고효율태양전지를 연구하는 기관이 적고 기업이 상용화 주도 • 결정계 태양전지에서 효율 향상 중
일본 (100%)	• 지속적인 고효율 태양전지 기술 발표 • 용액공정기반 차세대 유기태양전지의 대면적 소자에서 세계 최고 성능 보유 • 원천 기술 개발 집중 • 태양광 발전단가 저감을 위한 태양전지 기술향상을 꾸준히 진행하고 있으며 실리콘 태양전지를 비롯한 다양한 태양전지 기술 분야 선도 • 일본의 결정질 실리콘 태양전지 산업은 중국, 한국대비 약세지만, 국가 태양전지 R&D 로드맵은 잘 계획되어 있어 꾸준히 정부 투자가 이루어짐. 그 결과 최근 10년간 최고효율은 일본에서 달성해 왔음. • Amorphous Silicon 기술을 결정계에 활용한 heterojunction back contact 기술 분야에서 세계 최고 기술을 확보하고 있고 화합물 태양전지인 CIGS에서 효율 및 생산기술 측면에서 세계 최고기술 확보

국가 (기술수준)	판단근거
EU (100%)	• 독일은 유기태양전지 분야에서 지속적인 연구 성과와 실증화 기술을 발표. 특히 태양전지 재활용 기술에서도 우수한 실적 보고 • 진공증착기반 차세대 유기태양전지의 상용화에서 선도 기술 보유 • 화합물 박막 태양전지 세계 최고 기술 보유 • 원천 연구에 강점을 지니고 있으며 상용 응용 분야에 다양한 시도 • Si multicrystalline cell 최고효율 보유 • 차세대 태양전지 기술개발에 지속적인 투자를 진행하고 있으며 태양전지 성능평가 분야에서 세계 최고 수준의 기술 확보 • 실리콘 태양전지와 Perovskite의 tandem형 전지에서 영국과 벨기에가 27% 이상의 효율을 달성하여 선두그룹 유지
미국 (96.0%)	• 기존 태양전지 고효율화 및 차세대 태양전지 분야에서 우수한 성과를 지속적으로 발표 • LCOE 경쟁력 확보의 목표를 가지고 태양전지의 효율뿐 아니라 다양한 시스템 관련 성능 및 원가 절감 기술 개발 (Sunshot 2030) • 차세대 태양전지의 경우 최근 상용화 기술에 대한 연구가 주춤하고 있으나, 기본기가 탄탄하여 필요시 빠른 추격 및 생산이 가능할 것 • 태양전지 기초 및 원천분야의 최고기술을 보유하고 있으며 건물용 태양광발전과 같은 미래기술 상용화에 많은 투자 진행 • 태양전지 생산업체가 많지 않음 • 기업에서 사업과 꾸준한 R&D 진행하여 미국 최고효율 달성 • 태양전지에 대한 국가 R&D 지원은 최근 감소 추세 • III-V족 화합물 반도체 분야에서 많은 기록을 보유하고 있으나 시장 파급효과는 크지 않음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 지속적인 연구투자와 기술개발을 통하여 다양한 기술 분야에서 높은 수준의 기술을 확보하고 특히, 차세대 태양전지 분야에서 세계최고 수준의 기술과 연구 인력 확보 • 실리콘 태양전지 분야의 산업 인프라 페로브스카이트(신개념) 태양전지 분야 인력 및 기술 인프라 우수 (한국화학연구원 등에서 세계 최고 효율 발표) • 반도체 및 화학 분야 연구 역량의 강점을 활용하여 조기에 선진국 기술 수준에 근접 • 자체 기술 확보를 위한 기업의 활동과 대학 및 연구기관의 신기술 개발 활동이 활발히 일어나고 있음 • 페로브스카이트 태양전지 기술과 결정질 실리콘 사업화 능력 우수	• 응용 및 상용화 기술 수준은 높은 편이나 소재 및 소자 등의 기초원천 분야 기술 확보는 아직 미흡 • 실리콘 이외의 태양전지 산업화 침체 • 최근 산업화 부진으로 인해 혁신적인 태양전지 연구 부족 • 정부지원 연구개발 과제는 지나친 기업 주도의 연구 분위기 강요로 연구의 질 하락 • 연구자들의 지나친 목표치 설정을 유도, 경쟁하게 하여 실질적인 상용화 실적에서 멀어지게 만드는 경향 • 제품화를 통한 사업 실현을 위한 원가 경쟁력 확보 미흡하여 국내에서 사업을 하기 위한 국가 지원 미흡함

국가	강점분야	기타
	• LG 전자, 신성솔라에너지 등 우수한 양산 기술 보유 • 최근 10년 정도 국가 R&D 지원이 활발히 이루어져 원천기술개발 인력 및 기술수준은 우수. 특히 양산기술은 세계 최고 수준 • Perovskite에 기술력이 탁월	• 차세대 태양전지를 이용한 응용제품 및 도심형 발전 응용기술 개발 미흡 • 최근 국가의 지원이 보급 활성화를 위한 태양광발전시스템에 집중되어 있음. 태양전지 기초 연구를 꾸준히 지원하기 위한 로드맵 작성이 필요 • 결정계와 Perovskite의 tandem 구조는 양쪽 소재 모두에서 우수한 효율을 달성해야만 가능하기 때문에 협업 필요. 결정계에서 고효율화 기술은 미진 • 셀 개발 단계에서의 수익 확보가 어려워지면서 조립 업체 위주의 성장세 유지하며 자연스럽게 연구 개발 지연됨
중국	• 많은 그룹에서 많은 인력이 소재에 대한 연구에 집중하고 있어, 최근 새로 개발되고 있는 소재에 강점 • 상용화 기술과 더불어 차세대 태양전지 분야의 기술투자 확대로 빠른 기술개발 • 막대한 투자와 생산량을 바탕으로 고효율 태양전지 기술을 빠르게 확보 • 원천 기술 측면에서 세계 수준과의 차이가 존재하나 빠르게 극복 • 다양한 업체의 지속적인 투자로 시장 점유율 급상승 • 해외 거주 중국 과학자들의 파격적인 지원 정책으로 기초 연구에서도 우수성과 발표 • 막대한 정부지원을 통해 사업화의 경쟁력을 확보하고 있으며, 그러한 경쟁력은 세계적인 기술개발 및 신재료 개발을 선도하는 원동력이 되어 사업화 기술에 강점 • 실리콘 태양전지 박막 태양전지 등 다양한 태양전지 열구개발 활동 상승 • 세계 1위의 생산량 및 자국 태양광 설치 시장 • 양산기술 개발을 중심으로 연구개발 진행 • 전 세계 top 10 태양전지 제조업체의 대부분이 중국 업체 • 기초연구는 부족하나 결정계 태양전지의 모든 밸류 체인에서 규모와 생산기술 우수 • CIGS 태양전지에 대한 투자 활발하게 진행	• 대면적 및 상용화에 대한 기반기술 약함 • 기초 및 원천기술 확보가 아직 미흡 • 시장에 집중하다보니 기초 연구에 대한 깊이가 다소 부족. 그러나 이러한 부분은 상당부분 빠른 기간 내 개선될 전망 • 정부지원이 경쟁력에 막대한 요소로 작용하고 있으므로 이것이 없어지게 되면 자체적인 경쟁력 확보가 될 것인지 의문 • 결정계에 대한 기초기술이 다소 부진
일본	• 기업 중심의 상용화 기술에 강점 • 태양전지 기초 및 응용기술 전반에 대한 기술력 보유 • 화합물 박막 고효율 태양전지 분야의 기술과	• 실리콘 및 화합물 박막 태양전지 기술은 강점을 나타내고 있으나 페로브스카이트 등과 같은 차세대 태양전지의 기술경쟁력은 상대적으로 높지 않음 • 대형화 및 시장 진입에 어려움을 겪고 있음

국가	강점분야	기타
	산업을 선도하는 Solar Frontier 존재 • 태양전지 소재 및 공정 분야 원천 기술 보유 • 태양전지별 기술 인프라 및 인력의 집중도가 높고 목표 지향적이며 협력적인 연구개발 체계 보유 • 기존 전기, 전자 분야 및 장비 분야의 우수한 기술력을 바탕으로 태양전지 전반에 걸쳐 우수한 경쟁력 보유 • 고급 기술인력 확보되어 기초연구 활발 • 정부 정책적 지원 및 연구 역량 우수 • Si crystalline cell, CIGS 등 다수의 세계 최고 효율 보유 • Panasonic, Solar Frontier 등 양산 기업 기술력 우수 • 지난 20년 이상 국가 로드맵에 맞춰 NEDO에서 꾸준히 연구개발 지원	• 사업화 가능한 원가절감 기술에 대한 연구개발 미흡 • 연구개발 기술의 산업화 이전 속도 및 응용이 매우 미흡. 10년 전에는 일본 기업들이 태양전지 제조업체의 주류였지만 그 동안 양산효율의 정체 및 생산라인의 투자가 미흡하여 지금은 중국 및 한국에 뒤쳐짐
EU	• 탄탄한 기반기술을 바탕으로 상용화에 적합한 기술 개발 • 건물용 태양광발전과 같은 차세대 응용분야 발굴에 노력 • 스위스 로잔공대를 중심으로 나노분야 신개념 차세대 태양전지 분야 인력 및 연구 인프라 우수 • 기초연구와 응용개발이 균형적으로 진행되고 있으며 다양한 태양전지 분야에서 두각을 나타냄 • 연구거점별 플랫폼이 잘 형성됨 • 독일, 스페인, 영국 등 제도적 지원을 바탕으로 태양전지 기초 연구 및 응용 연구에 강점. 최근 태양전지 재활용 기술에 대해서도 기술 및 시장을 리드 • 다양한 연구기관들이 많이 포진해 있으며 정부와 기업으로부터의 다양한 Fund를 통해 기초연구에서 응용분야까지 기술개발 활발 • 최근 유럽 연구기관들이 컨소시엄을 이루어 태양전지 원천 및 산업화 기술개발을 활발히 진행 • Perovskite와 결정계 tandem 기술이 유럽에서 급격하게 성장	• 아직까지 태양광 전반에 대한 세계 최고 수준의 기술력을 확보하나 기업 활동의 위축으로 인해 향후 상용화 기술 분야에 대한 경쟁력이 약화될 가능성이 높음 • 중국의 저가 공략에 의한 시장 점유율 하락, 이로 인한 기초연구 지연 등에 문제 • 강력한 환경 규제 때문에 차세대 태양전지 연구개발에 한계가 있음 • 태양광 신규설치 규모 정체 • 유럽은 현재 태양전지 제조업체가 없음. 대부분 장비 및 소재개발 업체들로 태양전지 산업을 형성하고 있으며 중국 및 한국에 관련 장비 및 재료 수출 • 양산화 기술에 대한 인프라가 취약함
미국	• III-V족 태양전지와 같은 초고효율 태양전지 기술과 태양전지 성능평가 분야에서는 세계최고수준의 기술력 유지 • 기초분야 및 사업화 관련 인력과 인프라 우수 • 원천기술을 상용화하는 구조 우수 • 차세대 태양전지 분야에서 지속적으로 우수한	• 관련기업의 경쟁력 약화로 인해 기존 상용 태양전지 및 차세대 태양전지 기술에 대한 경쟁력 약화 추세 • 유럽과 유사한 특성을 보임 • 상용화에 대한 경험 및 기술 부족하며, 최근 미국 정부 정책이 신재생에너지 육성과 조금 다른 양상

국가	강점분야	기타
	성과를 보임 • 국가적인 시책을 통해 단순 태양전지 기술이 아닌 발전 기술에 중점을 두고 다양한 분야에 대한 기술 개발 활발 • 차세대 고효율 태양전지 기술 개발 역량 우수 • CdTe, GaAS thin film, CZTSS 등 세계최고 효율 기술 보유 • 모듈화 연구나 응용에 강점 • 시스템 분야 연구개발 확대	으로 추진 • 현재 대규모 태양전지 제조업체 2개 정도로 산업 형성 • 태양전지 R&D 국가 지원 감소 추세 • 태양광발전시스템에 대한 연구개발 및 실증에 대한 투자 진행 • 제조 산업이 취약하여 연구소나 학교에 대한 연구비 지원도 줄어든 상황이라 효율향상에 대한 기여도 감소 중

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	4위	2위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 유사 연구 분야를 추진하고 있는 그룹 간 공동 연구 및 과제 선정 시 경쟁 팀 선정을 통한 상호 경쟁/보완 정책 • 국가적 규모의 기술개발 프로젝트를 추진하여 국내의 학계, 산업계(셀, 모듈, 장비, 부품업체 등) 간의 공동연구 활성화 • 대학, 연구소등에서의 연구비 수주가 기관의 운명과 함께하는 구조를 가지고 있어 지나친 경쟁을 조장하고 오히려 국내 연구기관 사이에 터놓고 자료를 공개하고 공동연구를 할 수 있는 분위기 방해. 함께 연구할 수 있는 시스템 구축 필요 • 출연연 융합 프로그램 운영 • 태양전지 분야별 기술 교류회 활성화 지원. '과제 중복성' 문제로 인한 장기 고효율화 핵심 기술 도전 기회 상실. 세부기술별 핵심 필수 기술을 파악하여 이전에 수행했던 유사한 주제라도 지속적인 기술 수준 향상이 가능하도록 유도 • 산학연 연계를 통해 원천기술과 상용화 기술사이의 간극을 줄이고 상호 협력을 강화할 수 있는 연구 네트워크 활성화 • 국내 태양광기술(태양전지, 모듈, 시스템)개발은 산학연 협력체계가 잘 구성되어 있지 않음. 개별 기관의 연구개발 능력은 우수하나 협력체계가 약하여 R&D 결과대비 사업화 연결실적 저조. 협력을 이끌 수 있는 태양광기술별 R&D 거점센터(플랫폼) 구축 필요
국제협력 촉진	• 원천 기술 획득형 기술에 대한 대형 과제 추진 및 구체적 평가 지표 마련 • 벨류 체인 구축형 국제 공동 사업 추진 • 국제 협력의 목적(기술도입, 공동개발, 기초과학진흥, 인력교류, 국제사회기여 등)에 따른 기 진행 협력 사례들의 실용성을 조사해 미비한 점 보완 • 국내 단독 연구가 불가능하거나 인프라가 부족한 우주용 태양전지, 다중접합 태양전지, 이종 하이브리드 태양전지 등의 연구개발을 위한 국제 협력 프로그램 마련

	정책제언
	• 미확보 기술에 대한 조기 확보 및 선진적 기술 도입을 위한 국제 연구 및 인력 교류 프로그램 확대 • 전체예산 규모가 일반 기술개발사업 대비 부족하므로 예산 증대를 통한 국제협력 활성화 필요
인력양성 및 유치	• 대학의 산발적 연구 분야 정리하여 대학, 연구소, 기업의 명확한 역할 정립을 통한 체계적 인력 양성 방안 구축 • 태양전지 전체 벨류체인에 걸쳐 각각의 분야별 전문 인력 양성 기관 설립 • 해외 선진기술 보유 연구기관의 인력 유치 및 자국인력 파견을 통한 기술 습득 • 박사급 우수 인재 양성을 위한 학연 융합 프로그램 운영 • 핵심원천 및 상용화 기술의 지속적인 연구개발을 위해 고급 인력 및 산업 인력 양성 • 태양광 기술별 인력양성센터를 지정하여 장기 프로젝트(5+5년) 추진하고 지속적인 전문 인력 양성 및 현장 재직자, 신입사원을 위한 교육, 실습 트랙 필요
인프라 구축	• 지역 거점 연구소를 중심으로 한 인프라 구축/활용 방안 필요. 현재는 대학의 산발적 인프라 운영이 문제. 인력양성 사업과 연계하여 산업계에서 필요로 하는 스케일의 인프라 구축 및 활용 방안 필요 • 서울대 반도체 공동연구소와 같은 개념의 연구 인프라를 구축하여 소정의 사용료를 지불하고 많은 학교와 기업체가 사용할 수 있는 인프라 구축 • 공공기관을 통하여 지속적인 연구가 가능한 인프라를 구축한 이후, 기업을 통한 사업화가 잘 진행될 수 있도록 유도 • 국내 고효율 태양전지 기술 확보를 위한 세계 최고 수준의 인프라를 보유한 R&D 허브 구축 • 다양한 태양전지 소자, 모듈, 시스템 단위의 고유 특성 및 신뢰성 평가를 위한 기반 구축 및 표준화 • 현재 태양광분야 연구개발의 한축이 대학이나 기업 및 정부출연연구소 대비 인프라 구축에 어려움이 많고 국가 인프라 구축사업의 경우 원천적으로 대학이 배제되는 경우가 많음. 전문 기술인력 양성을 위한 대학 인프라 구축사업 신설이 필요 • 박막태양전지 팹센터 지원
법·제도 개선	• 차세대 태양전지에 대한 소재/소자/모듈/재활용에 대한 법령 및 보험 등 통합적 관리 방안 확립하여 환경 규제 및 산업화 되지 못하는 연구의 산발적 개발 방지하되 원천 소재 개발은 폭넓은 연구 지원 방안 마련 • 박막태양전지 및 차세대 태양전지 등 신제품의 산업화를 촉진하기 위한 지원정책 • 태양전지 사업을 하는 기업에서도 매출의 90% 이상이 해외에서 발생. 신재생 에너지 확대와 기업체의 안정적 운영을 위해서라도 자국 내 발전 사업에 대한 각종 규제와 지역민의 이해관계를 잘 조율하여 법제정 필요 • 최근 빠르게 발전하고 있는 신재생에너지와 관련하여 여러 부처가 협력해 해결해야할 법과 제도의 개선 다수 존재. 이를 위한 정기적이고 지속적인 창구 마련 • 새로운 태양전지 및 태양광 모듈의 상용화를 통한 시장 확대를 위하여 제품 및 설치관련 규제 최소화 • 현재 국가 R&D 예산의 경우 회계 연도 일치를 위해 10개월 단위로 평가, 보고 및 예산 집행이 이루어짐. 충분한 연구개발 시간을 확보해주기 위해 평가, 보고 횟수 최소화 필요(2-3년에 1회 등)

	정책제언
연구비 확대	• 원천과제와 상용화/개발과제의 목표 구분 필요. 산업화 촉진을 위한 개발/응용과제도 세계최고 수준의 연구소 수준의 연구결과물을 기반으로 하여 목표를 설정하여 연구결과물 산업화 활용에 일부 문제점 존재. 산업화에 필요한 연구 확대와 더불어 목표 현실화 필요 • 태양전지는 제품의 수명자체가 25년이 넘는 최장수명의 제품 중 하나. 이러한 수명의 제품의 개발은 상당한 기간 필요. 국가 차원의 큰 컨소시엄과 프로젝트를 발굴하여 다양한 기술개발 및 산업화하기 까지는 상당한 시일이 소요 되므로 중장기적으로 안정적인 연구개발이 가능하려면 현재의 단기간에 걸친 과제비도 필요하지만 중장기적인 과제(예: 원천기술)도 많이 발굴하여 지속적인 기술개발 필요. 그러나 도덕적 해이 현상을 방지하기 위해 지원 단계에서부터 철저한 사전검증을 하고 충분한 지원을 하되 결과물에 대해서도 끝까지 관리 필요 • 태양전지 효율 향상, 다기능 차세대 태양전지 원천기술 개발, 차세대 태양전지 사업화를 위한 파일럿 모듈 개발 등에 대한 연구비 확대 • 장기적인 관점에서 단기 실용화 과제 지원 패턴을 벗어난 원천 기술에 대한 장기적인 관점에서의 연구비 지원 확대 • 사업화가 이미 진행된 결정질 실리콘 태양전지 분야에 연구비 편중. 향후 태양전지 소자 및 미래 응용제품 개발, 시장 선점이 가능한 분야에 정책적인 육성과 연구비 확대 필요 • 현재 국내 태양광산업의 경우 태양전지 및 모듈과 같은 핵심소재 제조는 2-3개의 기업으로 재편되고 있으며 향후 글로벌 경쟁에서 우위를 확보하기 위해 기술개발 지원 확대는 필수적 • 양산지원 확대, 팹센터 추진, 융합과제, 에너지 신사업 창업과제 • 매칭 펀드 없앰, 인건비지원 확대
기타 의견	• 태양전지 기술은 발전형 태양전지를 제외하고는 단독으로 사용하는 경우가 적음. 즉, 기타 센서, 창호, 자동차 등과 연계하여 사용하려는 기술 개발이 활발함. 그러나 아직까지 창호와 센서를 제외하고는 태양전지 기술을 이용한 융복합 연구 과제가 잘 기획되지 못함. 기획되고 있는 부분 또한 과제 수가 부족하거나, 실제 연구 환경에서 평가 및 공인 규격들이 부제하여 기업체들의 수요를 끌어올리는데 한계. 더 나아가 기획 기관 및 기업체의 경우 당장 돈이 되는 태양전지 분야에만 융합 기술을 시도하려고 하여 장기적으로 차세대 태양전지에 대한 기술 경쟁력이 약화됨 • 태양전지 리사이클링에 대한 전략적 접근이 시급. 단순히 연구과제, 사업체 발굴이 아니라 법, 보험, 시민단체 등이 모두 참여하여 합리적 리사이클링이 가능한 제도를 만들면서 동시에 기술 개발 수행 필요 • 대학, 출연연 등의 열악한 국내 연구 집단들이 서로 협업을 통하여 시너지를 낼 수 있는 방안을 찾는 것이 국가 R&D 타워의 가장 중요한 미션 • 에너지 수확 및 소비 관점에서 무궁무진한 융복합 응용분야 발굴이 가능하여, 신규 과제 기획에 있어 '융복합'이 대세로 자리를 차지할 가능성이 있으나 주객이 전도되어 태양전지 본연의 기술을 향상시키기 보다는 주변 기술에 매몰되는 함정에 빠지지 않도록 세심한 정책 지원 필요 • 차세대 태양전지 및 새로운 태양광 응용분야에 대한 지속적인 연구투자 및 기술발굴을 통한 기술선도 정책 • 발전단가 저감, 임야/수상광 안전공사를 위한 시공표준화, 건설 분야와 건자재 일체형 모듈 • 태양전지와 배터리, 센서, IOT 소자, 웨어러블 소자 등 다양한 분야와의 협력을 위한 정책적 지원과 육성 프로그램 개발

다 주요 분석 결과 요약

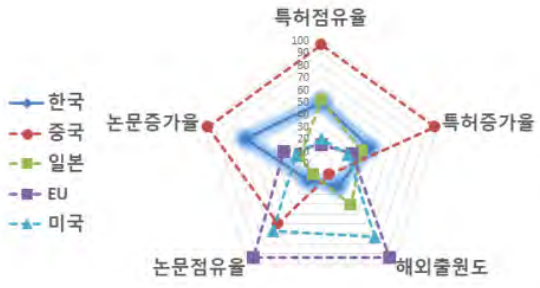
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	고효율 태양전지 기술	8,117	5,156	137.6%	112.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

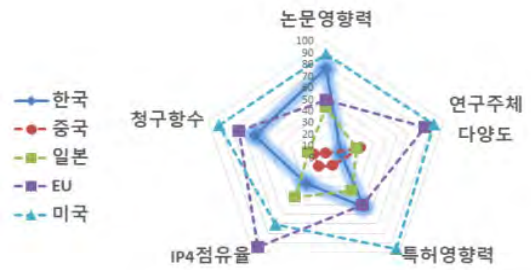
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	34.6%	40.8%	38.6	8.2
한국	4위	3위	2위	2위
	10.8%	19.9%	34.9	4.1
5개국 평균[2]	-	-	28.7	5.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

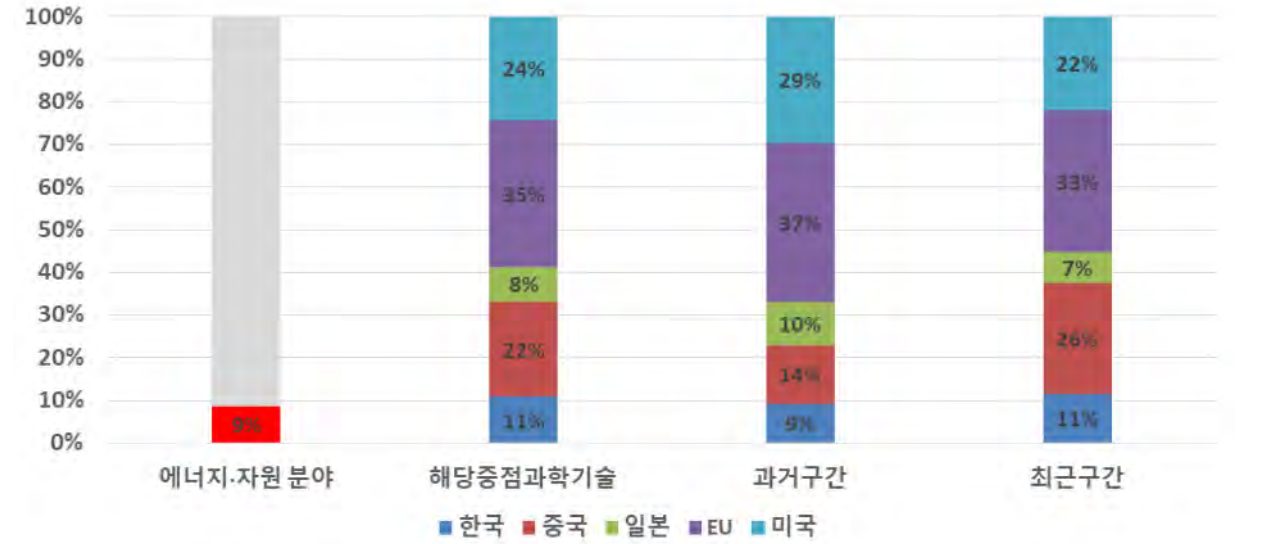
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(10.8%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(34.9)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(34.6%), 미국(24.2%), 중국(22.4%), 한국(10.8%), 일본(8.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(353.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(38.6), 한국(34.9), EU(28.9), 일본(27.6), 중국(15.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 중국(0.96)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(19.9%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(4.1)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(40.8%), 일본(20.5%), 한국(19.9%), 미국(10.3%), EU(8.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(286.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.2), 한국(4.1), EU(4.0), 일본(3.1), 중국(0.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(46.2%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	10.8%	22.4%	8.1%	34.6%	24.2%
	논문 증가율	200.9%	353.2%	64.1%	111.3%	77.3%
	논문 영향력	34.9	15.0	27.6	28.9	38.6
	연구주체 다양도	0.82	0.96	0.85	0.94	0.86
특허 분석	특허 점유율	19.9%	40.8%	20.5%	8.5%	10.3%
	특허 증가율	73.4%	286.8%	54.7%	31.2%	21.3%
	해외출원도	1.1	0.1	2.2	6.0	4.0
	특허 영향력	4.1	0.8	3.1	4.0	8.2
	IP4점유율	11.7%	0.5%	18.1%	46.2%	29.6%
	청구항수	6.2	3.1	3.5	6.9	8.4

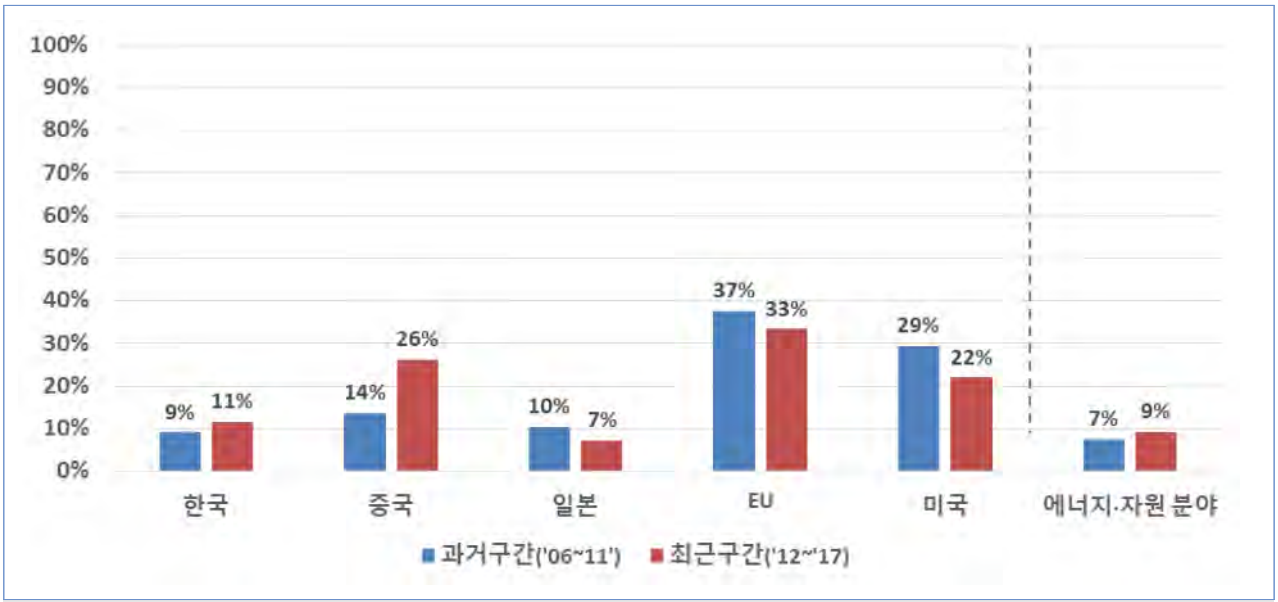
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 고효율 태양전지 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2805건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율 태양전지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 9%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

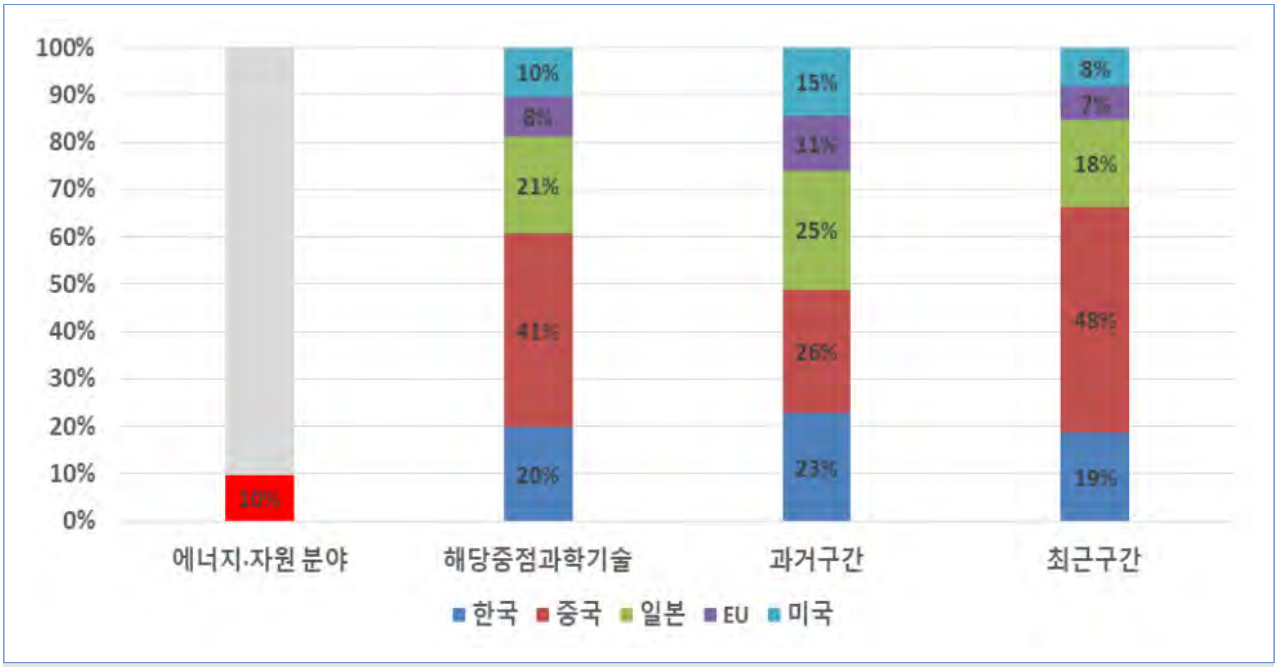


● 고효율 태양전지 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 200.9%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	218	656	874	200.9%
중국	329	1,491	1,820	353.2%
일본	248	407	655	64.1%
EU	901	1,904	2,805	111.3%
미국	708	1,255	1,963	77.3%
전체	2,404	5,713	8,117	137.6%

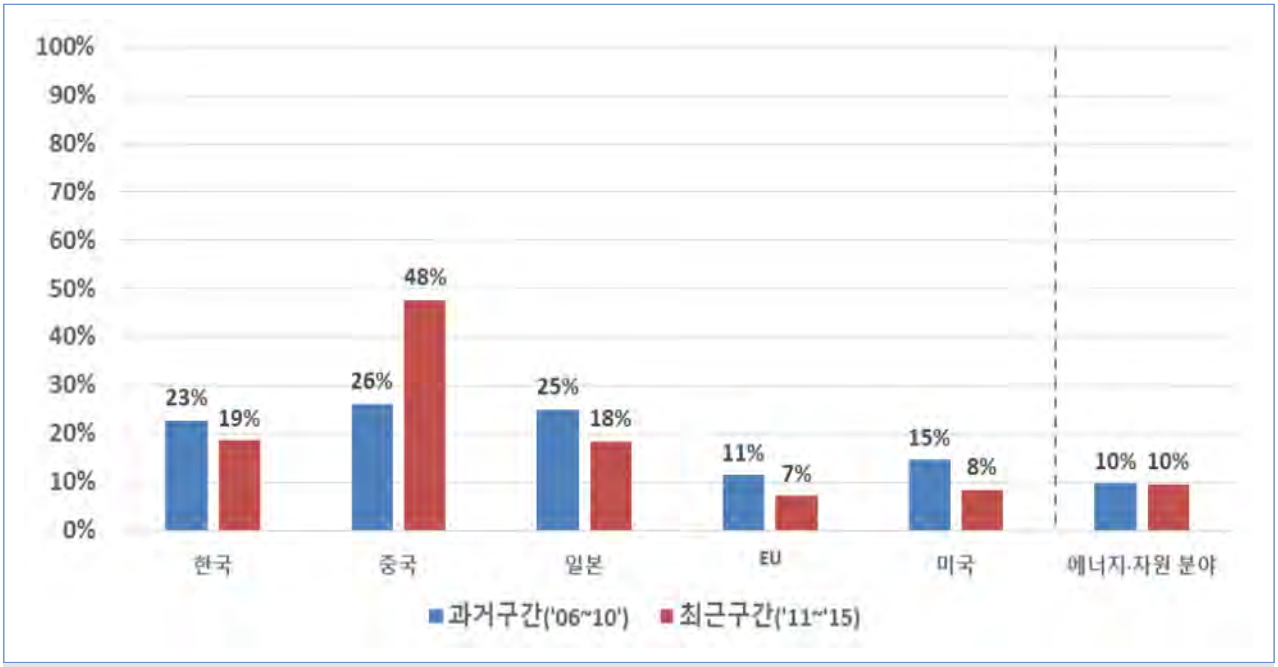
(4) 특허 점유율(전체)



- 고효율 태양전지 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2103건으로 전체 특허의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율 태양전지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 10%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



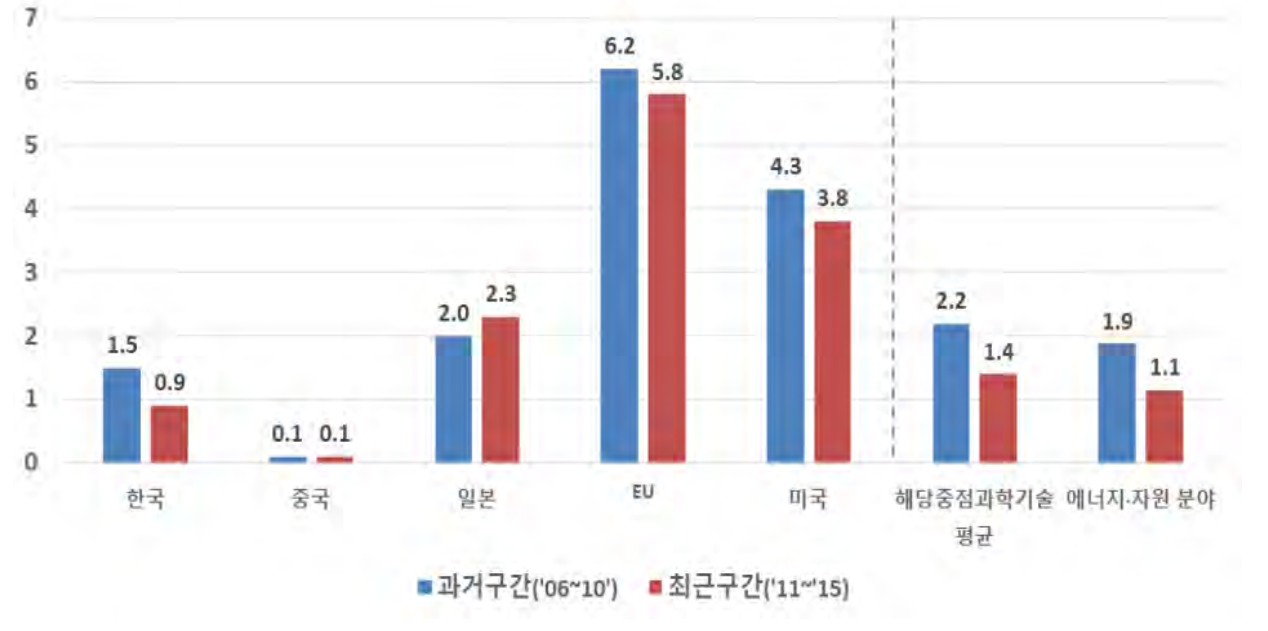
- 고효율 태양전지 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 73.4%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	1구간	2구간		
한국	376	652	1,028	73.4%
중국	432	1,671	2,103	286.8%
일본	415	642	1,057	54.7%
EU	189	248	437	31.2%
미국	240	291	531	21.3%
전체	1,652	3,504	5,156	112.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

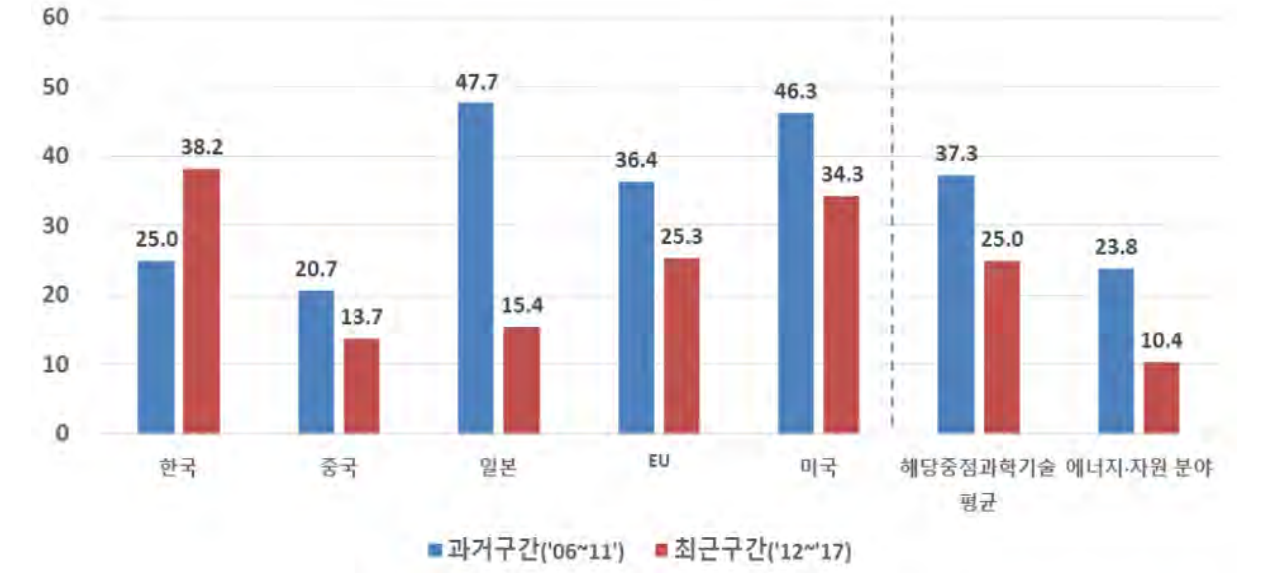


- 고효율 태양전지 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

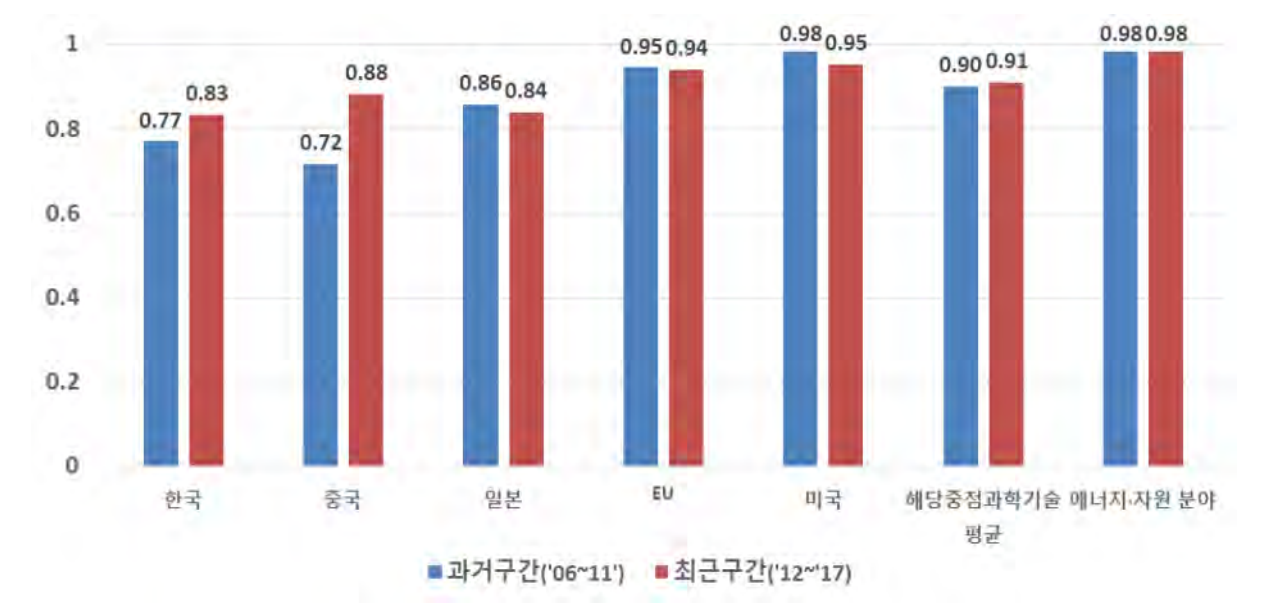
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



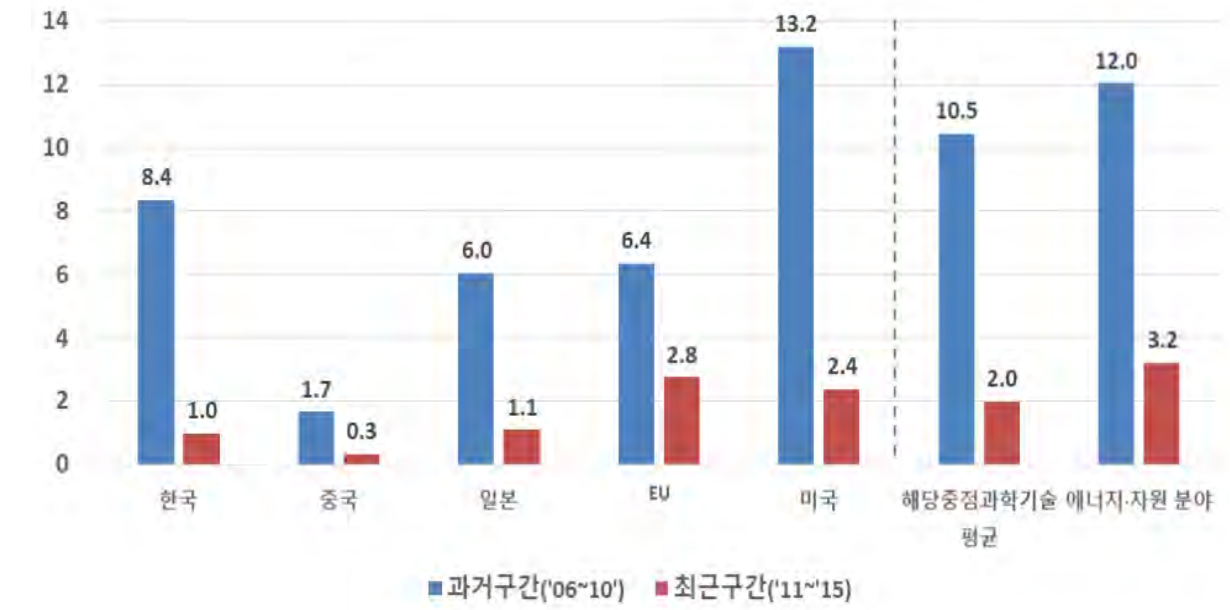
● 고효율 태양전지 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 한국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



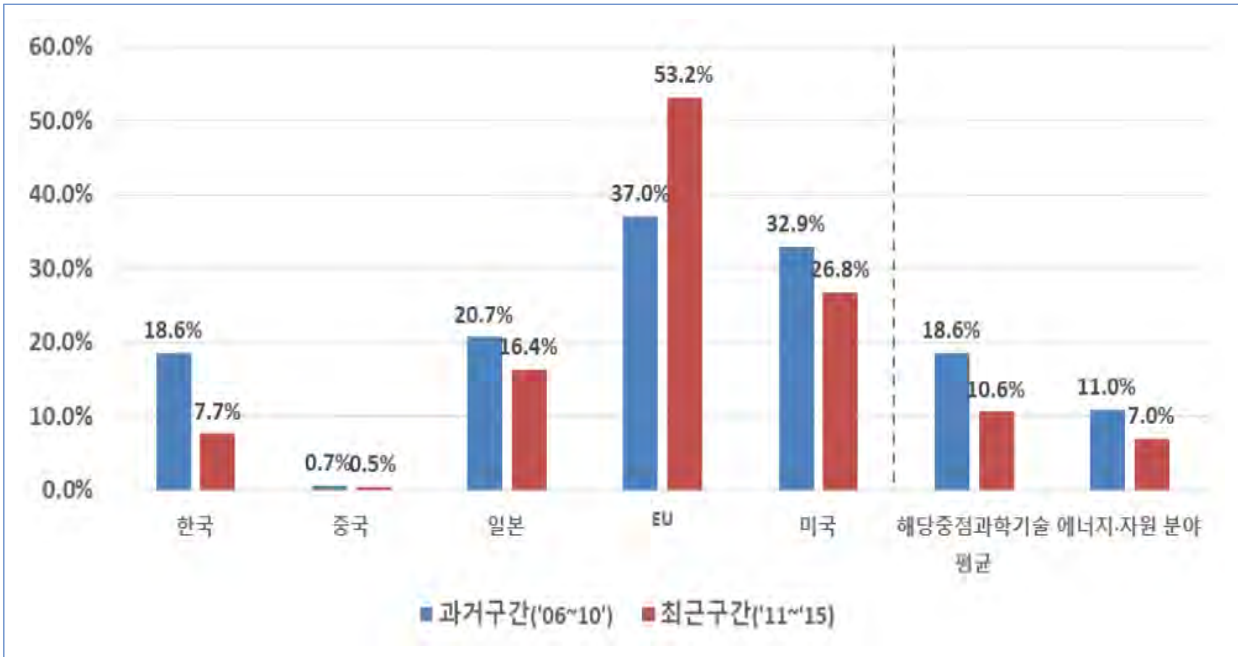
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



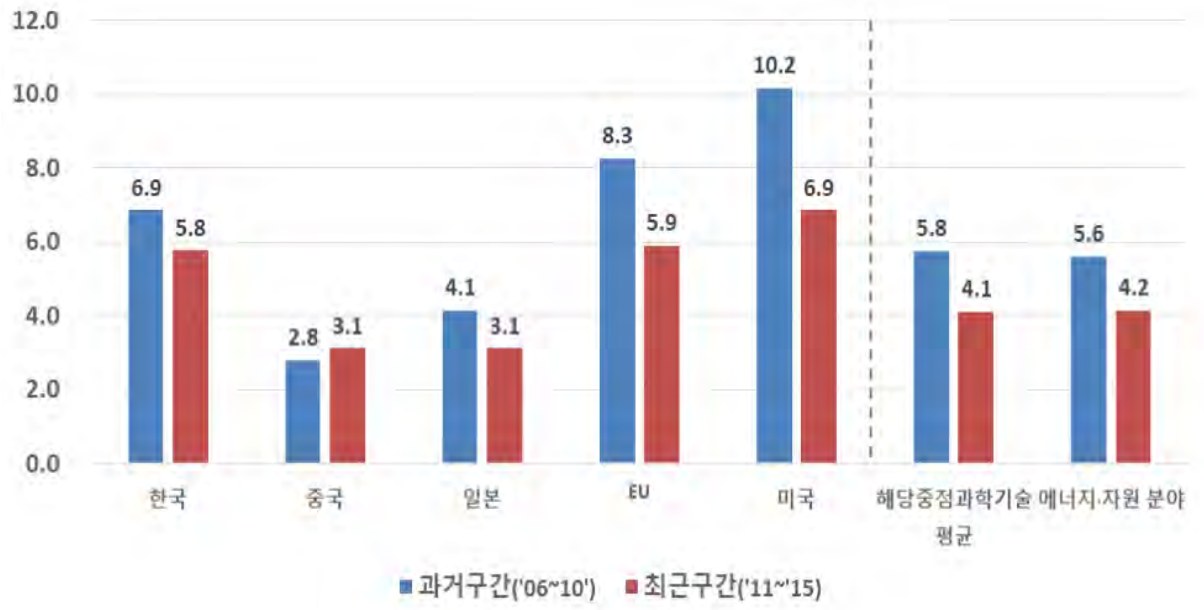
● 고효율 태양전지 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 고효율 태양전지 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 고효율 태양전지 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

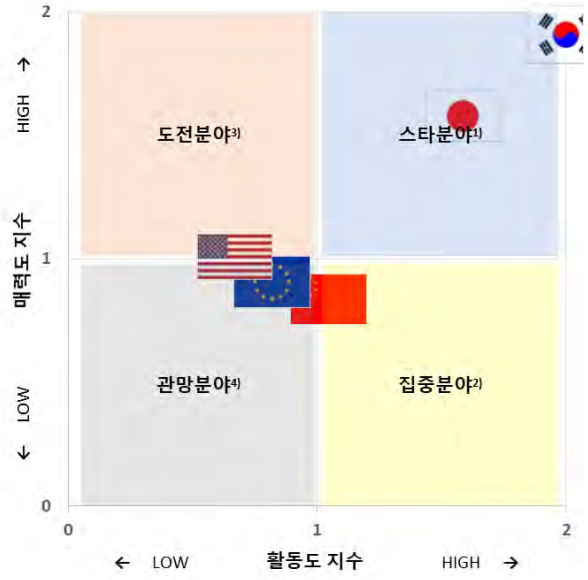
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

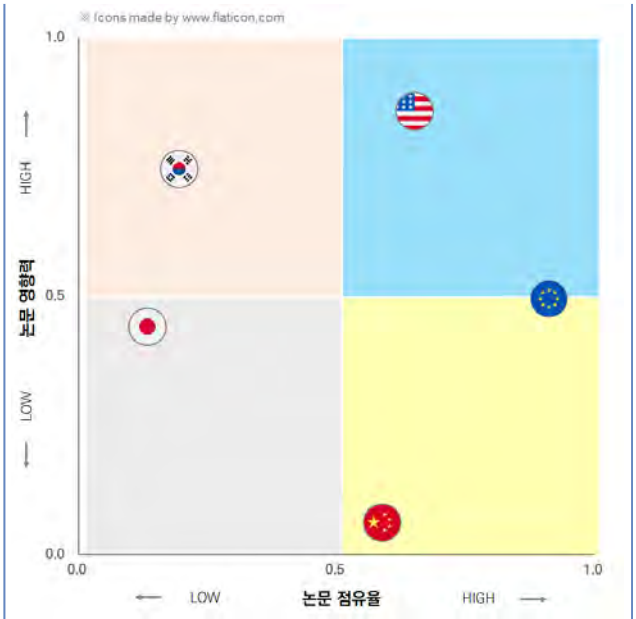
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 고효율 태양전지 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 한국의 질적 연구 성과 또한 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

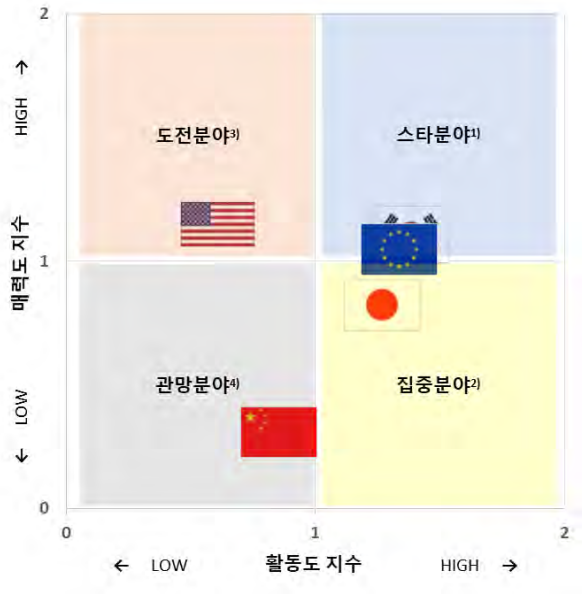


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

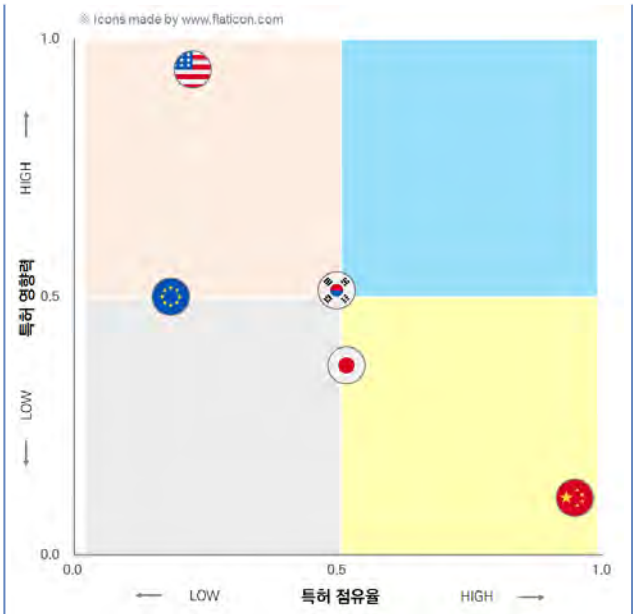
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 고효율 태양전지 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY(0.87%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '성균관대학교'가 5.95%(글로벌 점유율은 0.64%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY	미국	3.62%	0.87%	-13.16%
2	STANFORD UNIVERSITY	미국	3.01%	0.73%	127.78%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.85%	0.69%	129.41%
4	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	한국	5.95%	0.64%	233.33%
5	FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS	EU	1.57%	0.54%	44.44%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	5.95%	0.64%	233.33%
2	YONSEI UNIVERSITY	4.00%	0.43%	675.00%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.66%	0.39%	66.67%
4	KOREA UNIVERSITY	3.43%	0.37%	0.00%
5	KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH	3.09%	0.33%	45.45%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF CHEMISTRY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.65%	0.37%	175.00%
2	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.48%	0.33%	340.00%
3	STATE KEY LABORATORY OF SILICON MATERIALS	1.37%	0.31%	216.67%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	1.26%	0.28%	183.33%
5	STATE KEY LABORATORY OF POLYMER PHYSICS AND CHEMISTRY	1.21%	0.27%	75.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	4.89%	0.39%	257.14%
2	TOIN UNIVERSITY OF YOKOHAMA	3.82%	0.31%	-33.33%
3	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.21%	0.26%	-9.09%
4	KYOTO UNIVERSITY	2.75%	0.22%	0.00%
5	SAITAMA UNIVERSITY	2.44%	0.20%	66.67%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS	1.57%	0.54%	44.44%
2	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	1.43%	0.49%	244.44%
3	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.89%	0.31%	300.00%
4	UNIVERSITY OF OXFORD	0.89%	0.31%	2300.00%
5	UNIVERSITY OF KONSTANZ	0.78%	0.27%	533.33%

6 미국

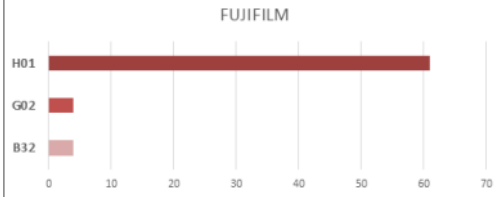
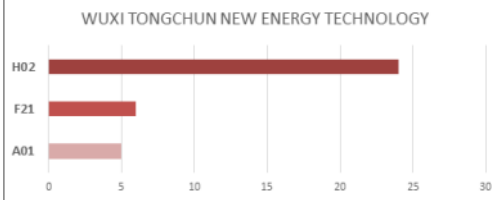
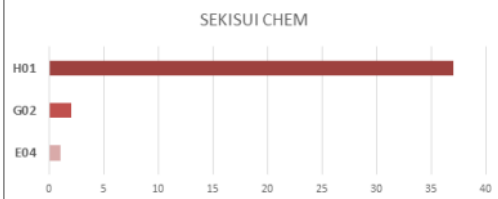
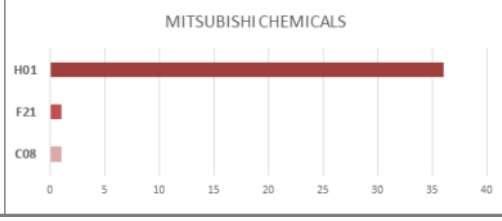
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY	3.62%	0.87%	-13.16%
2	STANFORD UNIVERSITY	3.01%	0.73%	127.78%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.85%	0.69%	129.41%
4	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.24%	0.54%	20.00%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.73%	0.42%	140.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'FUJIFILM(1.47%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '엘지화학'가 2.43%(글로벌 점유율은 0.48%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'FUJIFILM'과 '엘지화학'은 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

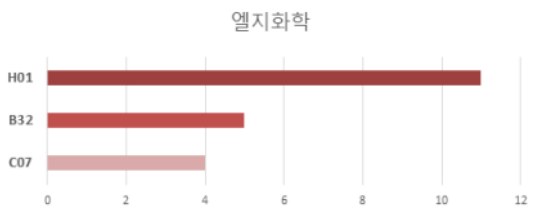
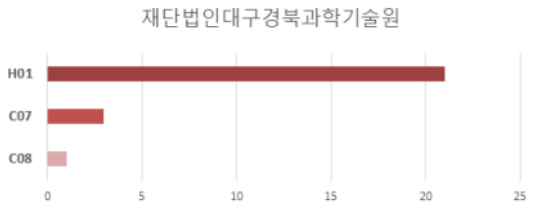
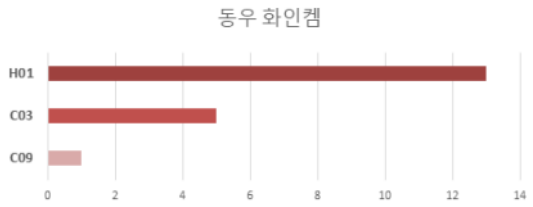
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUJIFILM	일본	7.19%	1.47%	-5.13%
2	WUXI TONGCHUN NEW ENERGY TECHNOLOGY	중국	2.09%	0.85%	4300.00%
3	IDEMITSU KOSAN	일본	4.07%	0.83%	-40.74%
4	SEKISUI CHEM	일본	3.78%	0.78%	800.00%
5	MITSUBISHI CHEMICALS	일본	3.60%	0.74%	750.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		G02	광학
		B32	적층체
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F21	조명
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
3		H01	기본적 전기소자
		C07	유기화학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
4		H01	기본적 전기소자
		G02	광학
		E04	건축물
5		H01	기본적 전기소자
		F21	조명
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	엘지화학	2.43%	0.48%	475.00%
2	재단법인대구경북과학기술원	2.24%	0.45%	77.78%
3	한국과학기술연구원	2.14%	0.43%	183.33%
4	한국에너지기술연구원	2.14%	0.43%	166.67%
5	동우 화인켐	1.85%	0.37%	116.67%

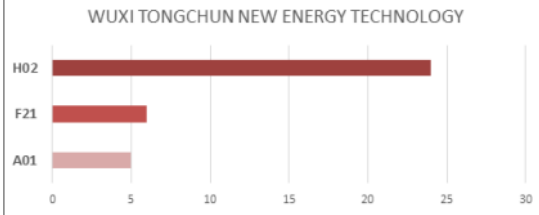
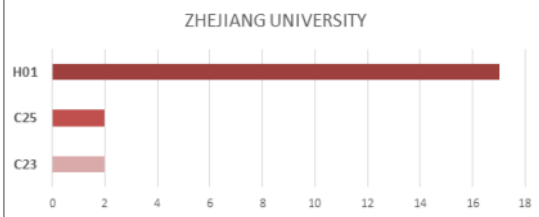
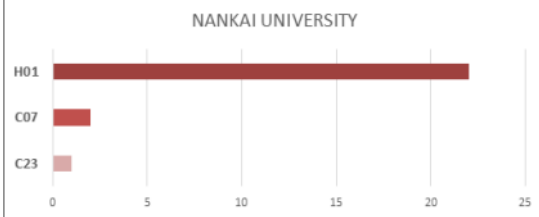
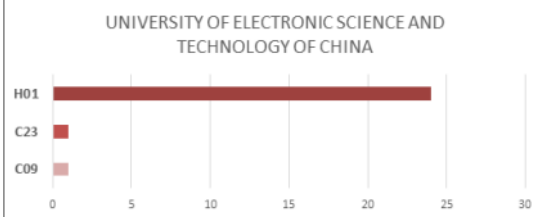
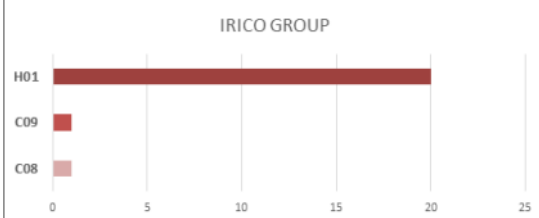
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		B32	적층체
		C07	유기화학
2		H01	기본적 전기소자
		C07	유기화학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
3		H01	기본적 전기소자
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C07	유기화학
4		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
5		H01	기본적 전기소자
		C03	유리;광물또는슬래그울(SlagWool)
		C09	염료;페인트;광택제;천연수지;접착제;기타조성물;재료의기타응용

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	WUXI TONGCHUN NEW ENERGY TECHNOLOGY	2.09%	0.85%	4300.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.38%	0.56%	283.33%
3	NANKAI UNIVERSITY	1.24%	0.50%	36.36%
4	UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	1.24%	0.50%	666.67%
5	IRICO GROUP	1.19%	0.48%	27.27%

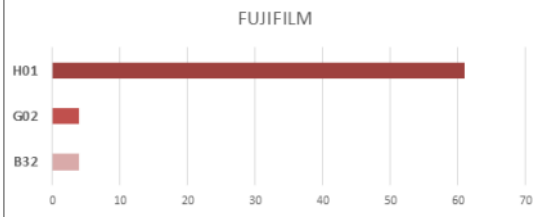
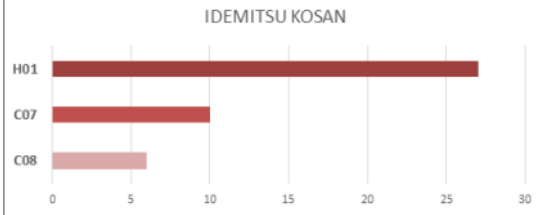
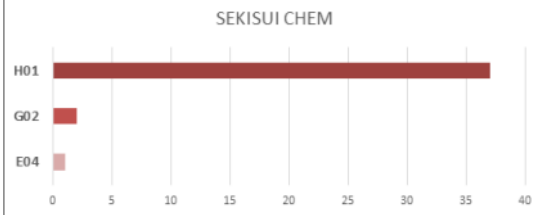
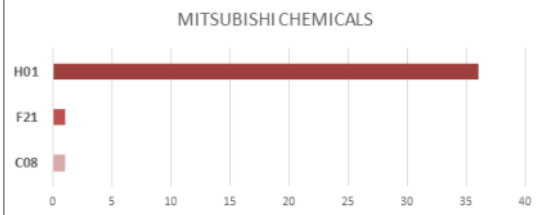
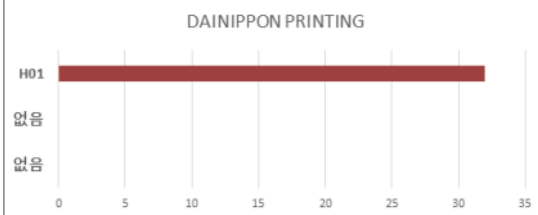
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F21	조명
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
2		H01	기본적 전기소자
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
3		H01	기본적 전기소자
		C07	유기화학
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
4		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
5		H01	기본적 전기소자
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물

4 일본

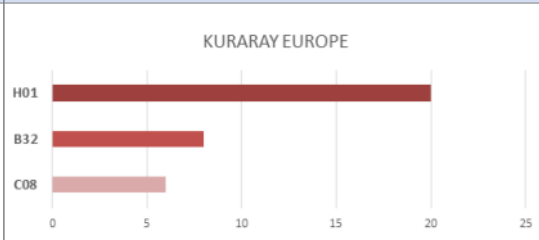
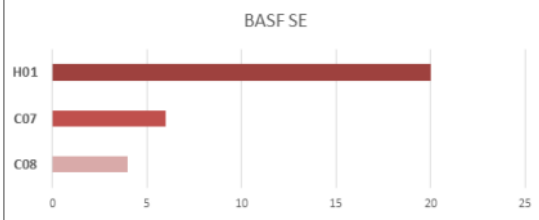
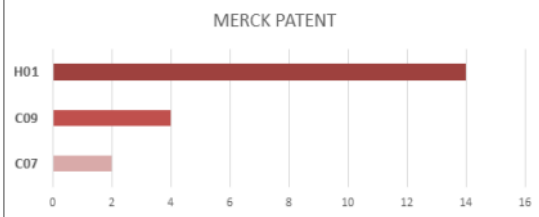
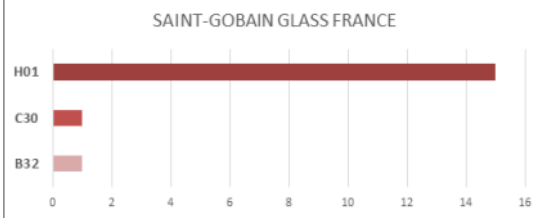
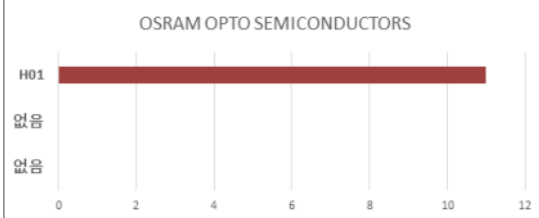
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUJIFILM	7.19%	1.47%	-5.13%
2	IDEMITSU KOSAN	4.07%	0.83%	-40.74%
3	SEKISUI CHEM	3.78%	0.78%	800.00%
4	MITSUBISHI CHEMICALS	3.60%	0.74%	750.00%
5	DAINIPPON PRINTING	3.03%	0.62%	-54.55%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G02	광학
		B32	적층체
2		H01	기본적 전기소자
		C07	유기화학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
3		H01	기본적 전기소자
		G02	광학
		E04	건축물
4		H01	기본적 전기소자
		F21	조명
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
5		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-

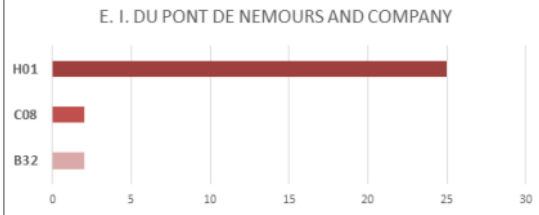
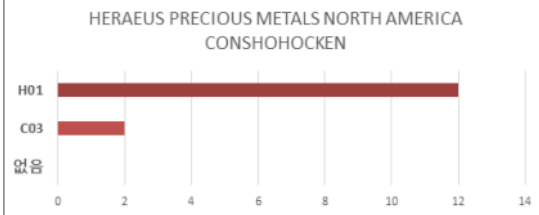
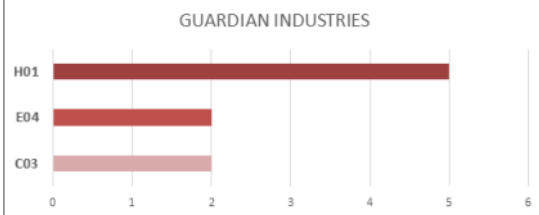
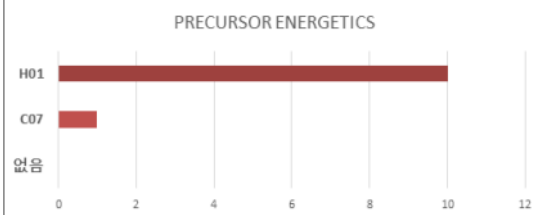
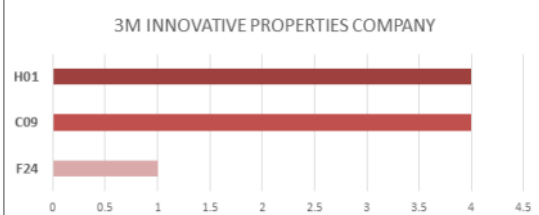
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KURARAY EUROPE	8.01%	0.68%	-70.37%
2	BASF SE	8.01%	0.68%	5.88%
3	MERCK PATENT	4.81%	0.41%	850.00%
4	SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE	3.89%	0.33%	1500.00%
5	OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS	2.52%	0.21%	-42.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		B32	적층체
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
2		H01	기본적 전기소자
		C07	유기화학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
3		H01	기본적 전기소자
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		C07	유기화학
4		H01	기본적 전기소자
		C30	결정성장
		B32	적층체
5		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY	5.84%	0.60%	-17.65%
2	HERAEUS PRECIOUS METALS NORTH AMERICA CONSHOHOCKEN	2.64%	0.27%	1300.00%
3	GUARDIAN INDUSTRIES	2.07%	0.21%	20.00%
4	PRECURSOR ENERGETICS	2.07%	0.21%	166.67%
5	3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY	1.69%	0.17%	800.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B32	적층체
2		H01	기본적 전기소자
		C03	유리;광물또는슬래그울(SlagWool)
		-	-
3		H01	기본적 전기소자
		E04	건축물
		C03	유리;광물또는슬래그울(SlagWool)
4		H01	기본적 전기소자
		C07	유기화학
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		C09	염료;페인트;광택제;천연수지;접착제;기타조성물;재료의기타응용
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)

82 풍력발전 기술



82 풍력발전 기술

중점과학기술 개요

- 바람의 운동에너지를 기계적 운동을 거쳐 전기에너지로 변환하는 기술로 블레이드, 축구동계, 전력변환계로 구성
- 블레이드: 바람의 운동에너지를 회전운동으로 변환, 축구동계: 블레이드의 회전운동을 전력으로 변환, 전력변환계: 회전운동을 전기에너지로 변환
- 풍력발전에 대한 주민 수용성을 대폭 강화한 단지설계 및 운영기술 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

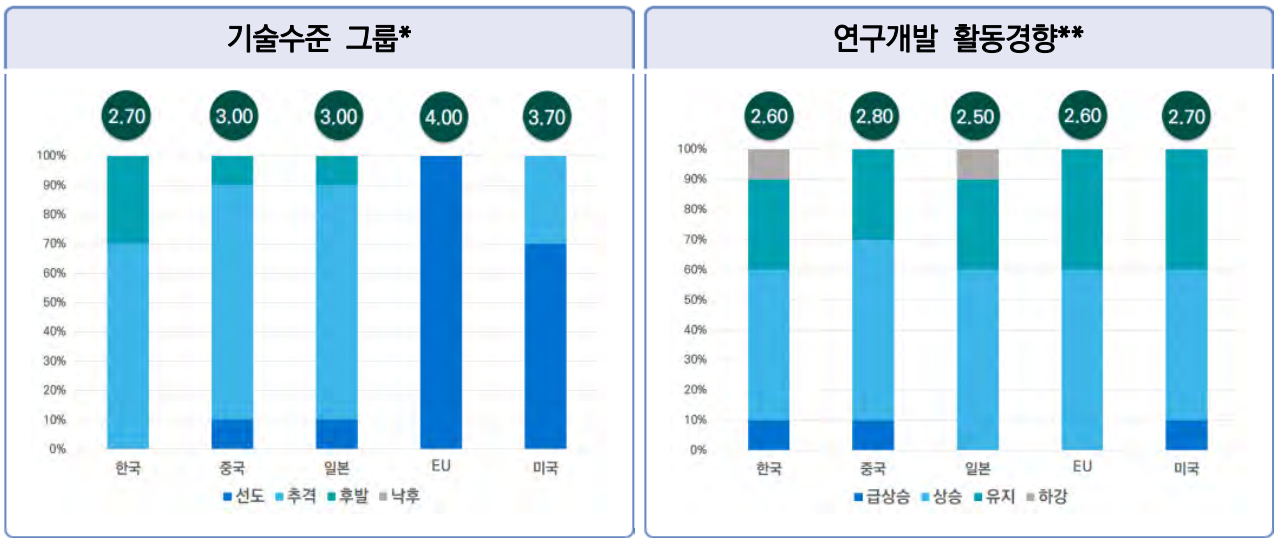
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	74.0	5.0	추격	미흡	보통	상승
중국	78.5	4.0	추격	보통	우수	상승
일본	76.5	4.0	추격	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	90.0	1.8	선도	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	71.5	5.0	74.0	70.0	79.0	11.2	5.0	4.0	7.0	2.7
중국	78.5	3.8	78.5	75.0	80.0	9.3	4.0	3.5	5.0	2.0
일본	80.0	4.5	76.5	70.0	80.0	9.7	4..0	3.5	5.0	1.6
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
미국	90.0	1.8	90.0	90.0	92.0	10.7	1.8	1.0	2.0	1.5

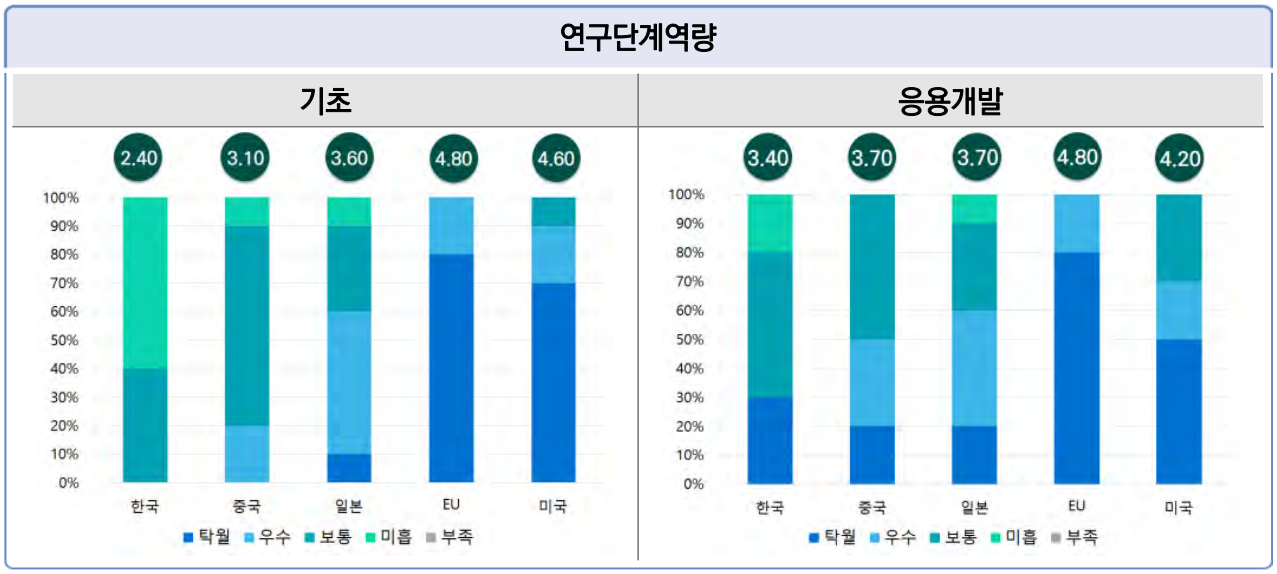
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (74.0%)	• 조선해양 산업인프라와의 연계전략을 통한 해상풍력산업 활성화 전략 수립 • 소규모 실증단지 개발 • 정부 정책 및 국내 제한된 시장, 서프라인 미구축, 트랙레코드 부족에 의해 해외 시장진출 제한적 • 정부의 3020정책 이행해상풍력단지 구축 확대 • 풍력산업 활성화는 규제 및 낮은 수용성에 대한 정부의 역할 중요 • 정부의 확고한 정책 부재와 정부와 기업의 연구개발 투자에 소극적 • 2022년 8MW 풍력발전기 시제품 개발 완료 예정 • 현재 4MW 급 이상 풍력터빈을 개발하는 단계이며, 과거 삼성중공업, 현대중공업 등 기업들이 풍력사업을 중단하면서 6MW 급 대형풍력발전기술이 정체됨 • 최근 두산중공업에서 정부 R&D 과제를 이용한 8MW 이상급 풍력터빈 개발에 착수하였지만, 초대형 풍력터빈 및 부유식 풍력터빈에 대한 기술개발 필요 • 초대형 풍력터빈 개발 및 인증, 해상풍력설치기술개발, 부유식 풍력터빈 실증을 위해 다소 시간 소요
중국 (78.5%)	• 세계 최고수준의 시장을 기반으로 중국기업들의 지속적인 기술개발 및 운전경험 확대 • 해상풍력개발 가속화에 따른 해외 터빈제작사와의 기술협력 강화를 통한 자국 내 기업들의 기술수준 향상 • 소규모 실증단지 개발 • 풍부한 자국시장 교두보로 대단위 단지구축 및 점유율 지속에 대한 터빈 사업의 활성화 • 규모의 경제 실현 • 5MW 풍력발전기 개발을 2017년 완료 • 3~4MW 급 풍력터빈을 주력으로 하고 있으며, 6MW 급 대형 해상풍력발전기술이나, 부유식 풍력발전기술 부족 • 초대형 풍력터빈 개발 및 인증, 부유식 풍력터빈 실증을 위해 다소 시간 소요 • 거대한 내수시장을 바탕으로 누적 설치용량과 함께 많은 설치운영 노하우는 세계적 수준
일본 (76.5%)	• 보급위주의 정책에서 기술력 향상으로의 전환이 아직까지 쉽지 않음 • 7MW 이상급 부유식 해상풍력 실증 사업완료 이후 본격적인 상용화 개발 추진 • 시장은 작으나, 해상풍력 집중 투자 • 소규모 실증단지 개발 • 외적으로 활발하지 않으나 기존 확보 기술을 통한 성장가능성 높음 • 2016년 5MW 풍력발전기 개발 완료 • MHI-Vestas의 출범으로 초대형 해상풍력분야의 기술이 많이 높아졌으며, Hitachi, MHI 등의 기업을 중심으로 5~7MW 이상 급 부유식 풍력터빈 실증 등 연구 활동 활발
EU (100%)	• 해상풍력에서 주도적인 기술력 향상 • 지속적인 재생에너지 확산정책에 따른 안정적인 시장 확산 • 북해를 중심으로 한 세계최대 규모의 해상풍력 상업 프로젝트 개발 가속화 및 장기간 운영경험 축적 세계최초의 대규모 부유식 해상풍력실증단지 개발 및 운용(스코틀랜드 해상, 30MW)

국가 (기술수준)	판단근거
	• 터빈부터, 타워, 제작, 설치까지 전부분에 대한 다양한 노하우 보유 • 5MW 터빈 상용화 및 8MW이상의 초대형 터빈 실증 및 개발 활발 • MW터빈의 가격경쟁력 기반의 해외 단지조성 참여 • 해상풍력 단지 구축 시장 확대(영국, 덴마크, 독일) • 재생에너지에 대한 정부정책에 지원에 따라 지속적인 기술개발 • 8MW 이상 대용량 풍력터빈의 상용화 단계 진입 • 풍력발전기 대용량화를 선도하고 있으며 덴마크의 Vestas가 8MW급 풍력발전기를 2012년에 개발함 • Vestas, Siemens/Gamesa, Enercon, Nordex Acciona, Senvion 등 시장 점유율 10대 기업을 가장 많이 보유하고 있으며, 대형 해상풍력, 부유식 풍력, 풍력단지제어 등에 대한 연구에서 가장 선도
미국 (90.0%)	• 해상풍력 외 분야에서는 EU와 동등 또는 그 이상의 기술력 보유 • 정부정책의 영향으로 관련 산업 주춤 • 터빈 시스템사의 초대형 풍력발전기 개발 • 국가연구기관을 중심으로 연구 활동 활발 • 유럽기술을 근접하여 추격하나 선도적이고 독창적인 기술 개발 미흡 • GE는 2016년 6MW 시제품 개발 • Top 10 풍력터빈 제조사인 GE를 중심으로 4.8MW 육상 풍력터빈을 생산하고 있으며, 6MW 해상풍력터빈 공급경험 보유 • 최근 12MW 해상풍력터빈 개발 중 • 해상 풍력 단지 개발 기술 및 부유식 풍력에 대한 기술 부족

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 세계최고수준의 조선해양산업 인프라 구축 • 에너지전환정책의 일환으로 해상풍력개발 및 시장 확대 기대 심리에 의한 해외기업들의 국내 투자 활성화 • 우수한 기술력의 제작 및 시공회사를 보유 • 부품 조립 등의 가공 조립에 경쟁력 • 두산중공업, 유니슨, 효성중공업, 한진산업 등 2MW 이상의 풍력터빈 제조사 보유 • 두산중공업과 유니슨은 각각 3MW, 2.3MW 저풍속 풍력터빈을 보유하고, 현재 5.5MW, 4MW급 풍력터빈의 인증 준비 중 • 최근 두산중공업은 8MW 이상급 풍력터빈 개발에 착수하였으며, 유니슨은 750kW 풍력터빈을	• 기술개발만 투자되고 있고, 인프라에 대한 투자 미흡 • 주요 조선중공업사들의 풍력터빈개발 포기(삼성중공업, 현대중공업, 대우조선해양) • 여전히 불확실하고 구체적이지 못한 풍력산업 시장 확대 추진전략 • 터빈 및 주요부품 해외기관 설계의존도 높음 • 대규모 해상풍력단지 개발 경험 부족 • 시스템 제조사의 국내 시장의 수익창출 어려움, 낮은 수용성, 해외 시장 진출 초기 단계 • 미미한 국내 시장 규모로 풍력발전기 제작사의 열악한 재무구조 및 이로 인한 기술개발 잠재력 약화

국가	강점분야	기타
	이용한 부유식 풍력터빈 실증 준비 중	• 국내 풍력터빈 제조사의 경우 두산중공업과 유니슨이 각각 누적 설치용량으로 100MW 이상의 설치운영실적을 보유하고 있지만, 해외 선진제조사의 풍력터빈 대비 기술경쟁력 및 가격경쟁력 향상 필요 • 초대형 풍력터빈 및 MW급 이상의 부유식 풍력터빈 실증기술 개발 필요 • 전문 기관 및 기업 부족 • 획기적 발전을 위한 critical mass 부족 • 환경규제로 육상풍력 트랙레코드 확보에 실패하고 해상으로 진출하고자 하나 서남해상 해상풍력도 계속 지연되며 기술력 성장도 매우 더딤
중국	• 대량 생산에 의존하던 패턴에서 벗어나 적극적인 특허방어 전략 등으로 기술력 확보 • 세계최고의 내수시장을 기반으로 한 해외 기업의 기술 및 자본투자 확대 • 자국기업과 해외기업의 조인트 벤처 설립 의무화를 통한 국내기업 기술력 확보 전략 • 장기간의 OEM 터빈 제작 경험을 통한 중국 터빈 제작사 기술역량강화 및 세계 최고수준의 가격 경쟁력 확보 • 풍부한 시장을 바탕으로 정부 주도의 풍력산업 활성화 기조에 따른 성장력 지속 • 세계적 풍력발전기 제작사의 국내법인 설립 및 Local Contents 제도를 통해 자국 시장 설치 예정 풍력발전기의 핵심 부품의 일정 비율을 중국 내에서 생산해 기술력 급상승 • 2017년 말까지 중국의 풍력누적설치용량은 세계 최고인 188GW에 달함 • Goldwind, Envision, Mingyang 등을 포함하여 10개 기업 이상의 MW 풍력터빈 제조사를 보유하고 있어, 관련분야 인력, 인프라 등이 우수	• 시장의 폐쇄로 해외기술 도입이 지연 • 유럽과 미국 대비 뒤쳐지는 원천 및 기초기술개발 역량 • 터빈 제조 및 운영기술 선두 그룹과 여전히 기술 격차 있음 • 세계 최대 시장국이지만 제품 내구성과 효율 등 신뢰도 취약 • 거대한 중국내 시장을 바탕으로 다수의 풍력터빈 제조사가 대량생산을 하고 있어, 선진풍력터빈 대비 가격경쟁력을 갖추고 있지만, 기술경쟁력 확보 필요 • 해상풍력을 위한 6MW 이상의 초대형 풍력터빈 기술 및 부유식 풍력터빈 기술개발 필요 • 시험센터, 인증기관 등 기술자립화, 고도화를 위한 인프라 부족
일본	• 대규모는 아니지만 지속적으로 섬세한 분야의 응용연구 진행 • 해외시장은 투자 위주로 참여 부유식 해상풍력 대규모 투자 • 자국의 내부 환경적 문제로 인한 부유식 해상풍력 산업의 집중 육성 • 조선중공업 사들의 성공적인 해상풍력산업으로의 전환(미쯔비시, 후지중공업 등) • 다양한 산업 기술력 보유	• 자국 기술만으로 해결하려고 함 • 풍력단지 개발기간의 장기화로 기술개발 속도 지연 • 육상풍력 및 고정식 해상풍력 발전시장의 확대 한계 아직은 본격화되지 않은 부유식 해상풍력 산업 • 정부정책에 대한 혼선에 의한 기업 투자의지 약화 • 지리적 특성으로 인해 대수심용 부유식 해상풍력 위주의 기술개발

국가	강점분야	기타
	• 초대형 터빈 개발 및 실증 진행 중 • 제조업 분야의 세계적 경쟁력을 기반으로 미쓰비시는 덴마크 Vestas사와 합작법인 설립을 통해 세계시장 진출 도모 • MHI, Japan Steel Works, Hitachi 등의 2MW 이상의 풍력터빈 제조사 보유 • 후쿠시마 원전사태 이후 부유식 해상풍력에 대한 연구를 활발히 추진하여, 현재 반잠수식 부유체를 이용한 MHI 7MW 풍력터빈과 Spar 형식의 부유체를 이용한 Hitachi 5MW 풍력터빈의 실해역 실증을 통해 부유식 풍력분야에서 세계적인 기술력 확보	• 협소한 내수시장 규모
EU	• 해상풍력 및 부유식 등의 경험축적으로 가속화 중이며 라이다 활용, 위성영상 활용 등 기초원천 기반 기술력 향상도 병행 • 선도적 정책 및 우수한 역할 분담 • 독일, 네덜란드, 덴마크를 중심으로 한 기초연구 개발 및 참여 연구진의 역량 우수 • 우수한 인프라 기반의 육해상 실증연구단지를 통해 다양한 주제의 연구결과 검증 • 장기간의 해상풍력실증단지 운영을 통한 기술 및 경험 축적 • 세계 최고 수준의 내수시장 • 과거 해상풍력을 개척한 경험으로부터 오랜 기간의 경험 보유 • 사회적 합의해 의한 주민수용성 높음 • 터빈의 가격경쟁력 확보에 따른 해외 진출 확대 중 • 세계적 경쟁력을 갖춘 공급망 확보 • Vestas, Enercon, Siemens Gamesa, Nordex Acciona, Senvion, 등 다수의 시장점유율 Top 10 풍력터빈 제조사 보유 • DTU, TUM, POLIMI, TU_DELFT 등의 대학들과 ECN, Fraunhofer, RISOE-DTU 등의 연구소들을 포함하는 기관들이 기업들과 함께 공동의 EU 프로젝트를 수행하며 기술개발 선도	• EU 카르텔 형성 • 미래 기술을 위한 협업 연구 선도 • 기술 및 제품 개발에 도전적, 창의적 접근이 미흡하여 기술 발전 속도가 다소 느림
미국	• 풍력단지 자동제어 등 빅데이터를 이용한 활용 분야에 풍력발전 예보 등의 기술력 향상 • 트럼프 화석연료 정책드라이브 중에도 해상풍력 개발 진행 중 • 기초기술의 응용을 통한 상업화 연계를 위해 산학연 연계 및 역할 분담이 명확함	• 아직은 육상에 치중 • EU 기술을 벤치마킹 • 정부 정책 영향에 의한 연구투자 및 활성화 미흡 • 유럽 제조사들의 강력한 경쟁력 대비 취약한 보급 실적 • 해상풍력발전단지 용량이 2016년 말 기준 30MW에

국가	강점분야	기타
	• 우수한 인프라가 갖추어진 실증연구단지를 통해 다양한 주제의 연구결과 검증 • 중장기 연구개발 계획 수립을 통한 체계적인 연구개발 추진체계 • 높은 육해상 풍력단지 개발 수요 및 실효성 높은 시장 확대 지원 정책 • 자금력과 해외의 풍부한 실적으로 세계시장 점유율 증가 추세 • 해외 풍력전문기업의 인수합병을 통해 경쟁력 향상(GE사의 스페인 Gamesa 인수) • 시장점유율 기준 Top 10 풍력터빈 제조사인 GE를 보유하고 있으며, 유럽과 함께 풍력터빈에 대한 오랜 역사를 바탕으로 세계적인 기술력 보유 • 국가연구기관으로는 NREL이 풍력터빈 시뮬레이션 프로그램인 FAST와 풍력단지유동해석 프로그램인 SOWFA 등을 통해 시뮬레이션 분야에서 세계적인 기술력을 보유하고 있으며 Sandia National Laboratories에서도 다양한 풍력분야 연구를 수행	불과하며, 차후 해상풍력단지개발을 위한 기술개발 필요

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	6위	5위	1위	2위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 우선 자국 시장에서 최대한 국산 풍력터빈을 수용하여 트랙레코드를 쌓을 뿐 아니라 운영경험 축적 필요하며 이를 위한 국내 협력촉진 필요 • 경쟁 가능한 국내 공급망 구축을 위한 협력체계 구축 • 발전 단가 절감을 위한 국내 육해상 풍력사업 공급망에 대한 객관적인 분석, 분야별 우선순위를 할당을 통한 집중육성전략을 수립 • 국내 산업계, 학계, 연구소등이 공동 참여할 수 있는 프로젝트 개발 • 정부의 에너지정책, 세계기후협약 등에 대한 달성 가능성, 대응 방안 및 지속가능한 에너지 확보에서 대규모 풍력 단지 구축에 대한 인허가, 규제 등 관련부서의 초당적인 협력과 사회적 합의 도출 • 국내 풍력발전시스템 제작사(두산, 효성, 유니슨, 한진산업)들 간 국산화(R&D)하는 과정에서 기 확보된 기술을 조사해 확보된 기술은 서로 공유토록 위원회(가칭)또는 예기평 PD가 총괄하여 중복성 및 시행착오 해소 • 증속기 및 전력변환장치 등의 풍력발전기 핵심 부품 개발은 시스템 제작사와의 협업이 중요하며,

	정책제언
	시스템 개발은 성능시험 및 인증기관과의 협조 필요. 이러한 산업 특성을 반영하여 국내 부품사, 시스템 제작사 등의 협력적 기술개발 체계 구축 필요 • 국내 지자체나 공기업에서 보유하고 있는 단지의 경우 터빈별 10분 발전량 자료 등을 연구기관(대학, 연구소)에 공개하여, 관련 연구에 도움이 될 수 있도록 지원 • 정부지원으로 과제가 수행된 경우 최종결과보고서를 공개하여, 개발된 기술의 보급 촉진
국제협력 촉진	• 발전 단가 저감을 목표로, 풍력단지 생애주기와 국내 공급망 분석 결과를 반영하여 해외기관과의 국제협력분야를 결정하고 집중 지원. 특정분야(예, 풍력터빈설계 및 제작 등)에 한정된 국제협력은 발전 단가 저감을 유도하는데 도움이 되지 않으므로, 반드시 전체 공급망 관점에서의 협력방안 도출 필요 • 유럽 등 풍력선진국과의 세미나 등 개최하여 선진국 기술 습득 • 초대형 터빈 개발에 대한 시스템사 또는 핵심부품사와의 공동연구를 통해 시장 연계형 협업 • 해외 단지 구축에 대한 적극적인 투자 또는 참여를 통해서 국내 제조 터빈의 해외 시장 교두보 확보 • 국내제작사 및 부품개발사 각각에 대하여 기술력이 확보 안 된 기술인 경우 미국 NREL, 덴마크 Riso, 네덜란드 TNO 등 국외 연구기관과 협력하여 해결되도록 창구 마련 및 연구비 지원 • 국내 출연기관과 해외 국립 연구소 중심의 협력체계 구축. 대학 중심의 국제협력은 실질적 기술교류 보다는 인력교류 중심으로 치우치는 경향이 강하며, 기업 단위의 협력은 실현 가능성이 낮음 • 국제협력연구의 자유도를 높이기 위해 대상 국가를 정하지 않고, 자유공모로 지원이 가능하도록 변경하고 해외 선진기술 보유기관의 경우 해외기관 연구비를 국내에서 지원하는 것도 국제협력을 촉진할 수 있는 방안. 연구과제 공동수행을 통해 네트워크가 형성되면 자연스럽게 기술교류 및 연구협력이 촉진될 것
인력양성 및 유치	• 풍력분야는 중공업 기반으로 시장이 형성되면 인력양성은 자연스럽게 따라옴 • 지원사업의 수를 축소하고, 지원규모 확대 • 기업의 적극적인 참여가 없으면 인력양성사업은 취업과 연계되어 성과를 내기가 어려운 구조이므로 정부지원을 통해 연구개발과제에 참여하는 기업들의 1개 이상 인력양성사업에 의무적으로 참여하도록 하는 방안 고려 • 기존 인력양성 사업을 추진해 왔으나, 대학원생 및 학부생 인력 양성이 위주였고 풍력시장의 한계로 졸업생들이 타분야로 진출함. 기업 내 인력 재교육으로 방향 전환에 대해 고민 필요 • 향후 해상풍력, 부유식 시장 활성화에 필요한 전문 인력 양성 필요하므로 대단위 단지구축에 대한 유지보수 인력, 설치 장비 등 전문성 교육기관 연계 필요 • 1) 육해상 풍력발전시스템 설계, 2) 풍력발전 요소 부품개발, 3) 부유식 해상 풍력발전 등 지역별로 특성화 대학으로 지정하여 인력양성 • 풍력산업의 근로조건을 개선하고 기업에서는 핵심 기술 분야에 대한 해외 인력을 국내 유치하여 선진기술의 보다 빠른 습득 추진 • 현재 풍력인력양성사업은 약 4억의 예산으로 여러 대학이 컨소시엄을 구성하여 추진해야 하며, 참여기업 대상 애로기술해소 R&D를 수행해야 하고, SCI 논문을 비롯한 많은 실적을 달성해야 하는 등 부담이 크므로 완화 필요
인프라 구축	• 시장을 만들고 시장에 진입하는 전략 우선 추진 • 풍력터빈부품실증단지, 인증시험단지의 확대

	정책제언
	• 분야별 인프라가 부족한 경우가 많아, 사업 추진 시 불균형 발생 • 공급망 분석 및 이에 대한 지원 • 수용성에 대한 국내 실정에 맞는 가이드라인 수립 • 터빈의 요소부품에 대한 인증기관 구축(대형화에 따른 연구 장비 미흡) • Type Testing Site : 국내에 최소 5 – 8 개 정도 인증사이트를 발굴하여 개발된 시제품을 적기에 설치하여 인증될 수 있도록 사전 구축 • Track Record Site : 인증된 시스템이 최소 50기 정도 실증할 수 있는 확보·설치하기 위해 기 설치된 육상 외국산 시스템을 국산화로 Repowering에 투입 방안 강구 • 대규모 해상풍력단지 건설을 위한 해상변전소 등 인프라 구축 • 국산 풍력터빈의 신뢰성 향상을 위해 국가적 차원에서 10MW 이상 핵심부품 시험평가 설비 (블레이드 및 풀낫셀 시험 설비) 구축 • 국내 개발 풍력발전기 및 부품 등에 대해 현자에서 수년간의 장기 성능시험을 수행할 수 있는 인프라가 결여되므로 기업에서는 성능 개량형 모델을 개발해도 장기 실증시험 부지확보와 민원 해결에 많은 애로를 겪고음. 이 분야에 대한 국가 차원의 인프라 구축 필요 • 현재 국내에는 소형, 중형, 대형 풍력터빈을 장기간 설치하여 성능을 검증하고 엔지니어링 할 수 있는 테스트 사이트 부족. 복잡지형에서 풍력터빈을 실증하고 엔지니어링 할 수 있는 테스트 사이트 구축 필요
법·제도 개선	• 환경규제 등으로 인해 국내 시장진출이 매우 어려우므로 법제도개선은 보다 전략적인 측면에서 진행 필요. 단순히 규제철폐가 아니라 정책연구를 통해 규제완화가 어떤 경제적, 산업적 이득이 되는지 주장 필요 • 풍력발전사업이 원활하게 진행 될 수 있는 법, 제도 개선이 반드시 선행. 사업자들의 사업개발 위험도를 낮출 수 있고, 원활한 인허가가 진행될 수 있도록 관련법령을 개정. 육해상 풍력단지 개발 국가지구지정 등의 절차가 빠른 시간 내에 완료되고 공표되어야 함 • 인허가 절차에 대해, 지역 간 편차 관행 정리 • 신재생에너지에 대한 인센티브제도 추가 • 수용성 개선 방안 도출 및 사회적 합의(주민, 발전사, 시스템, 지자체 등) • 기후변화, 에너지 절약, 화석연료, 환경이슈에 대한 홍보 및 안내 강화 • 국내 대규모 풍력단지 건설을 원활히 추진하기 위한 법제도 개선 시급. 일정 기간 내수시장을 바탕으로 국내 풍력산업이 성장할 수 있도록 시장보호를 위한 제도 마련 필요 (국내인증제도 개선, 정부 주도 대규모 단지에 70% 이상 국산화율 의무화 등) • 풍력산업 발전 및 보급 확대를 위해서는 각종 인허가 과정의 복잡함과 주민 민원을 해결할 수 있는 법제도의 정비 • 3년간의 과제수행 기간을 6개월-9개월-12개월-9개월 등 4차년으로 운영하는 등 연구기간이 일정치 않은 문제 개선 필요. 대학의 경우 시제품 제작 등과 관련하여, 현재 내부자 거래 문제로 인해 교내 공장동에서 제작 후 과제비로 정산불가. 과제비로 시작품 제작 시 교내 공장동 활용을 할 수 있도록 제도개선 필요 • 연구소 인력과 유사하게 대학 교원에 대해서도 연구비에서 일정금액의 상한을 두어 인건비를 책정할 수 있도록 하여 교원의 참여와 연구개발의 질 향상 • 기술개발은 간접적으로 풍력터빈의 보급과도 관련되어 있기 때문에 보급을 활성화 할 수 있는 정책 필요. 소형풍력의 경우 태양광과 유사하게 FIT 제도를 신설할 필요가 있으며, 중형풍력(100~200kW)의 경우 대형풍력에 준해 인증비용이 들어가고 있는데 이에 대한

	정책제언
	개선 필요. 대형풍력의 경우 단지타당성분석 후 개발과 연계되는 과제를 R&D 과제로 추진 필요
연구비 확대	• 인프라를 위한 대규모 연구비 확대보다 소규모 연구비로 다양한 시장진입 전략을 만들어가는 것이 바람직 • 시장이 확대되면 기업들의 자체 연구개발비 투자 또한 자연스럽게 유도되므로 터빈 또는 부품 등의 상용화 개발에만 집착하지 말고 전체 풍력단지 생애주기 별로 연구비 투자 필요 • 기술개발 보다 산업 확대를 위한 단지 개발 지원 등으로 방향 전환자 • 초대형 10MW 이상 터빈의 요소부품 개발, 블레이드, 발전기 등의 적극적인 지원으로 5년 후 기반 기술 확보에 의한 선두그룹 경쟁력 확보 및 시장진입 추진 • 바람자원 예측에 대한 단지 제어등 대규모 단지 이용률 향상 기술 등 ICT, AI 기반의 기술 개발 지원 • Track Record Site 구축 및 운용에 집중 투자 • 현재 산업부에서 발주되는 풍력 관련 연구개발 주관기관들의 그 동안의 기술개발 및 사업화 실적 등을 고려할 때 연구비 확대는 정부 R&D 예산으로 연명하는 기업들을 증가시키는 우를 범할 수 있으며, 동시에 현재 풍력산업 발전 수준 및 시장현황 고려 시 예산 낭비 소지가 큼 • 대학에서 진행하여 기업으로 기술이전을 할 수 있는 기초연구 필요
기타 의견	• 장기적인 관점에서 대규모 해상풍력이 보급되면 야간에 생산되는 잉여전력을 수전해를 통한 H-ESS로 활용하는 방법에 대한 융복합 연구 필요. 초기에는 장기적 관점에서 필요성에 대한 기획연구부터 진행 필요 • 에너지 저장 기술 • 태양광, ESS 등 융복합 사업 검토. 국내는 육상-ESS 융복합의 실적은 비교적 높은 편으로 해상풍력-ESS에 대한 기술, 인증체계 등에 대한 연구 필요. 에너지 자립성이 현재는 태양광 위주로 되어 있으며, 소형풍력-태양광-ESS-(디젤발전) 융복합 연구 필요 • 해상풍력단지 내, 해양에너지 융복기술 타당성조사 및 실증 연구기획(조류, 파력 등등) • ESS(에너지저장장치시스템)연계를 통한 전력품질, Peak cut, Energy Shift, 주파수 조정 등 • 소형 풍력은 국내 시장이 연간 수십kW 규모로 유명무실함. 발전용량 30kW 이하의 소형 풍력발전에 대해서는 FIT의 재도입 필요 • 해상풍력은 조류발전 및 파력발전 등 해양에너지 이용기술과의 융합연구 추진

다 주요 분석 결과 요약

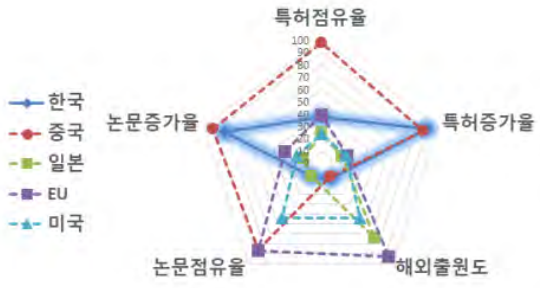
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	풍력발전 기술	3,818	2,290	230.0%	225.7%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

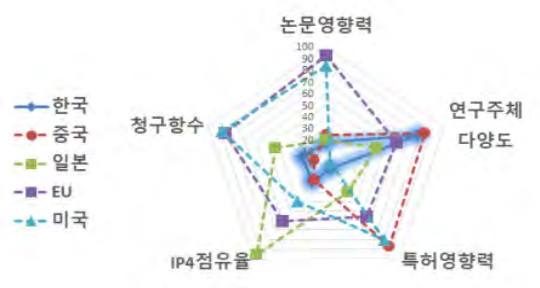
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	중국
	35.1%	56.5%	13.7	7.0
한국	5위	3위	5위	5위
	4.1%	14.1%	4.7	2.9
5개국 평균[2]	-	-	9.7	5.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

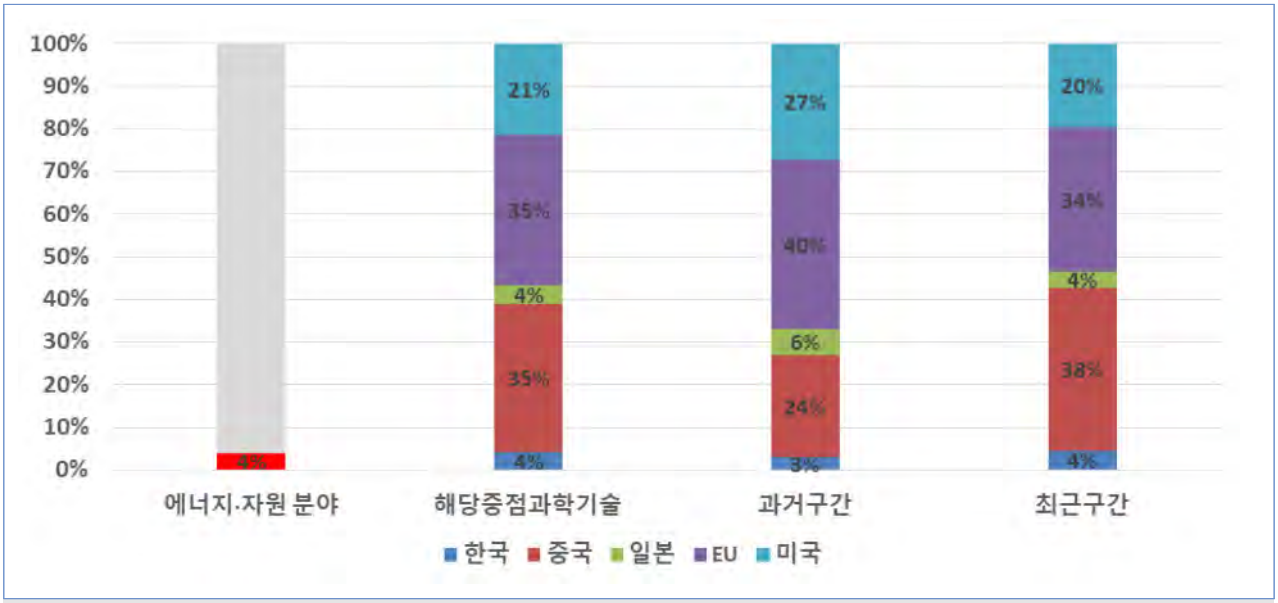
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(4.7)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(35.1%), 중국(34.9%), 미국(21.5%), 일본(4.3%), 한국(4.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(431.8%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(13.7), 미국(12.0), 중국(5.6), 일본(5.1), 한국(4.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 한국(0.92)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.1%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.9)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(56.5%), EU(15.1%), 한국(14.1%), 일본(7.4%), 미국(7.0%) 순이며, 특허 증가율은 한국(444.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 중국(7.0), 미국(6.6), EU(5.5), 일본(4.5), 한국(2.9) 순이며, IP4 점유율은 일본(27.2%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.1%	34.9%	4.3%	35.1%	21.5%
	논문 증가율	364.3%	431.8%	107.4%	179.9%	138.8%
	논문 영향력	4.7	5.6	5.1	13.7	12.0
	연구주체 다양도	0.92	0.84	0.86	0.89	0.90
특허 분석	특허 점유율	14.1%	56.5%	7.4%	15.1%	7.0%
	특허 증가율	444.0%	410.4%	25.3%	53.7%	46.2%
	해외출원도	0.3	0.1	3.4	4.9	2.4
	특허 영향력	2.9	7.0	4.5	5.5	6.6
	IP4점유율	0.9%	0.2%	27.2%	12.2%	6.9%
	청구항수	4.0	2.7	6.1	9.9	10.3

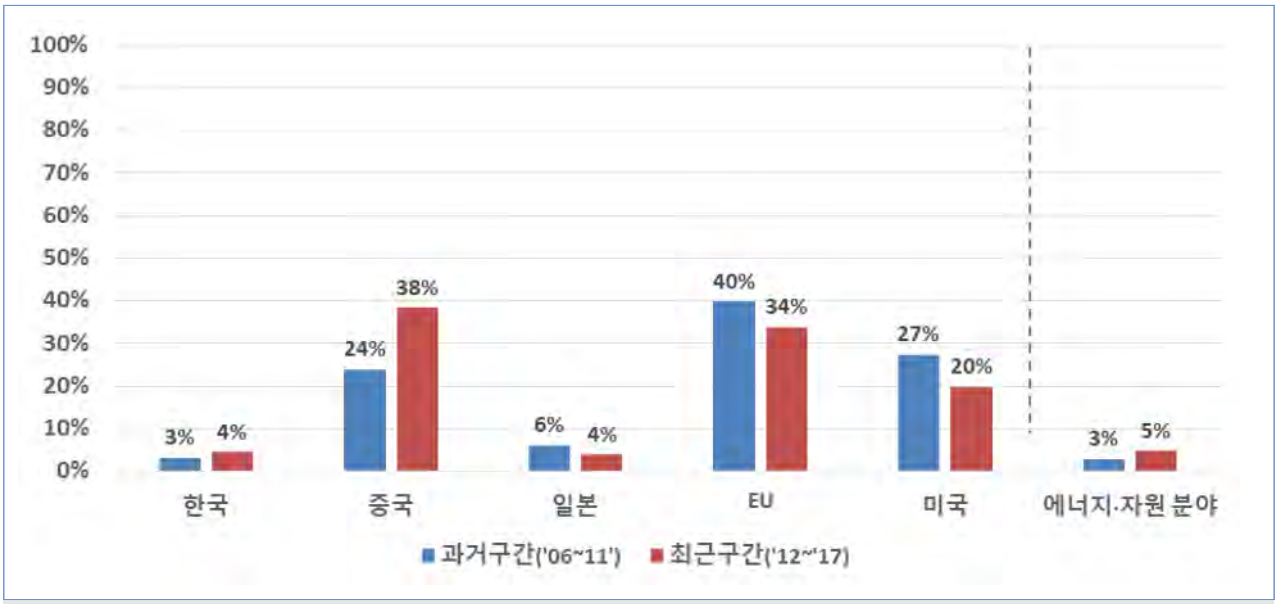
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 풍력발전 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1341건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 풍력발전 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

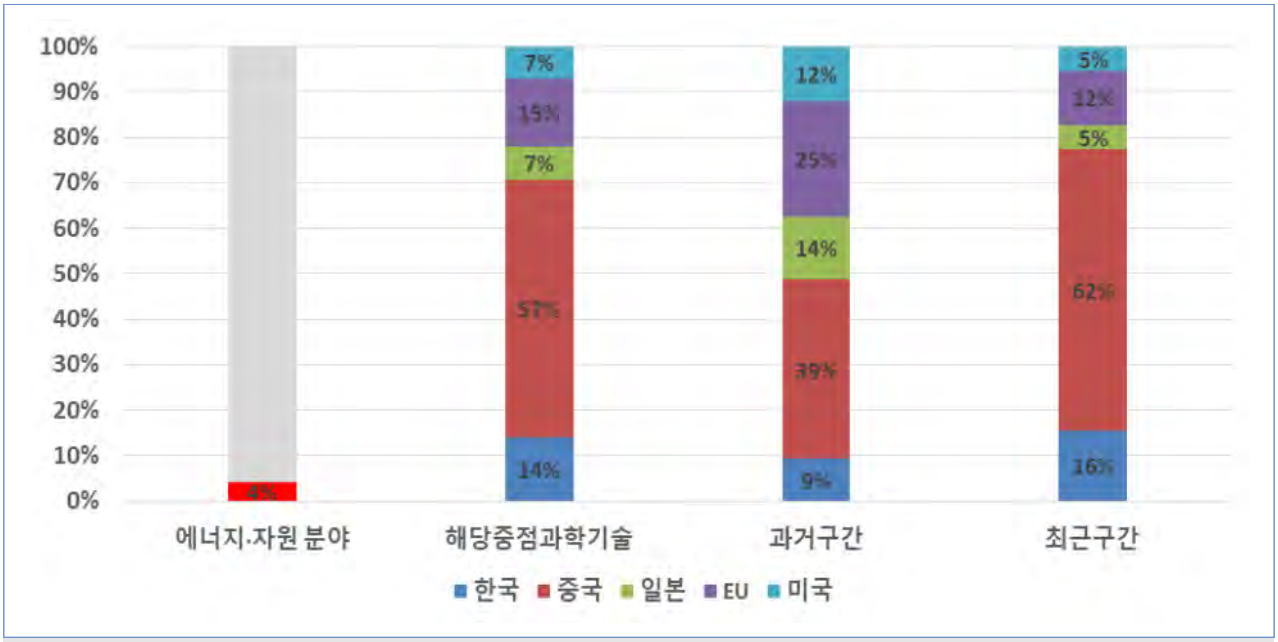


● 풍력발전 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 364.3%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	28	130	158	364.3%
중국	211	1,122	1,333	431.8%
일본	54	112	166	107.4%
EU	353	988	1,341	179.9%
미국	242	578	820	138.8%
전체	888	2,930	3,818	230.0%

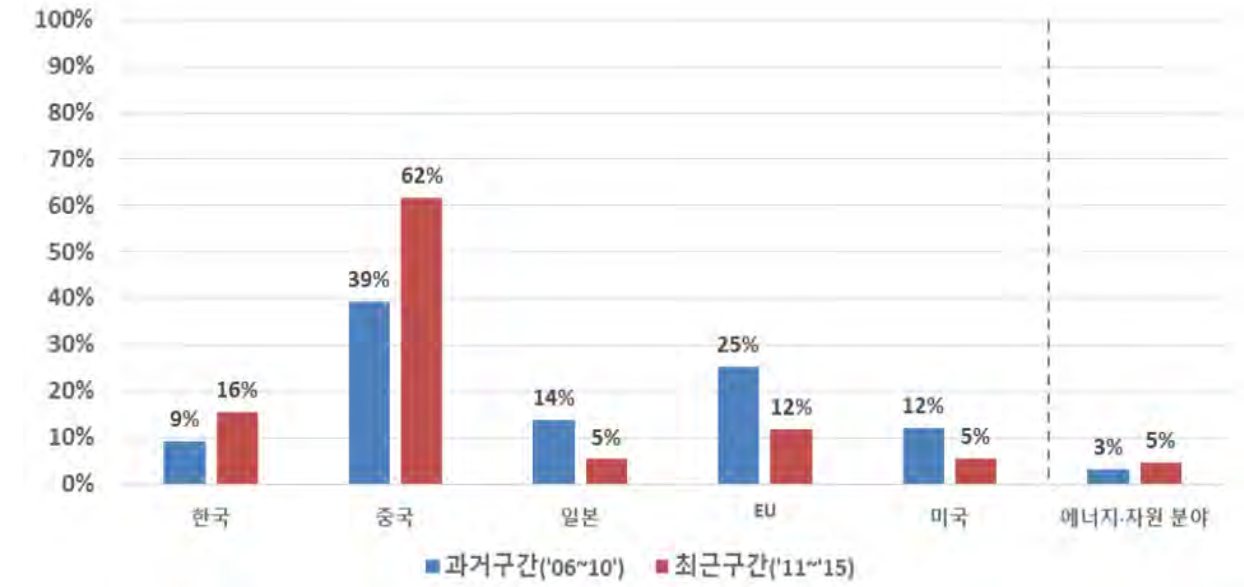
(4) 특허 점유율(전체)



● 풍력발전 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1294건으로 전체 특허의 57%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 한국, 일본, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 풍력발전 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 4%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 풍력발전 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 444%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	50	272	322	444.0%
중국	212	1,082	1,294	410.4%
일본	75	94	169	25.3%
EU	136	209	345	53.7%
미국	65	95	160	46.2%
전체	538	1,752	2,290	225.7%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

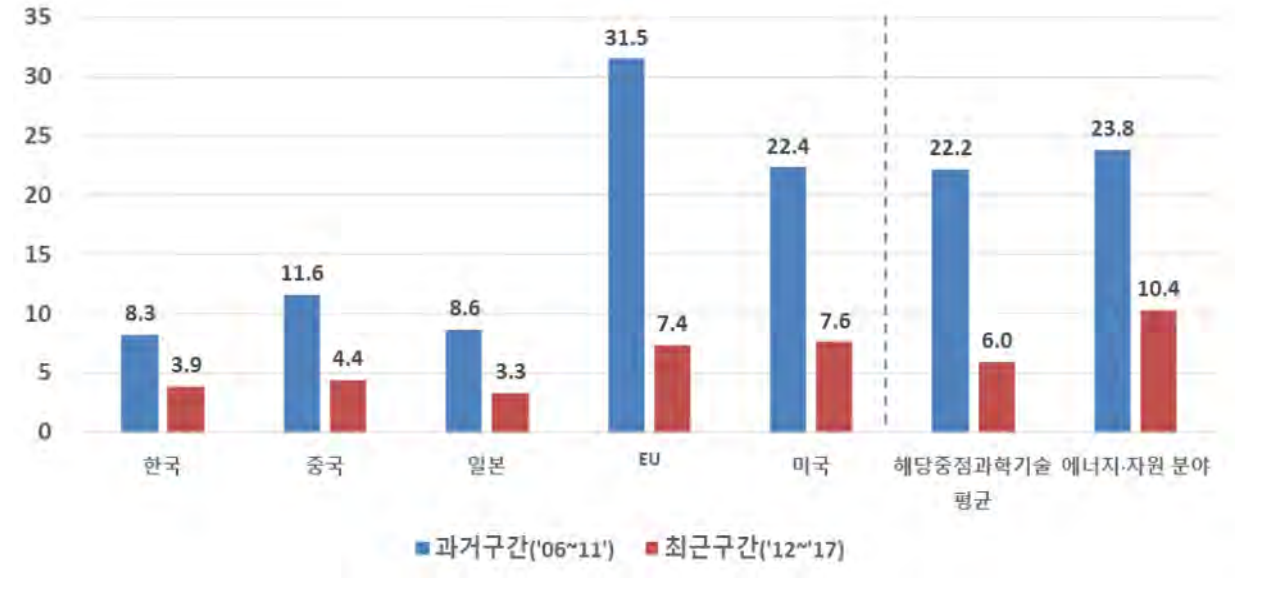


- 풍력발전 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

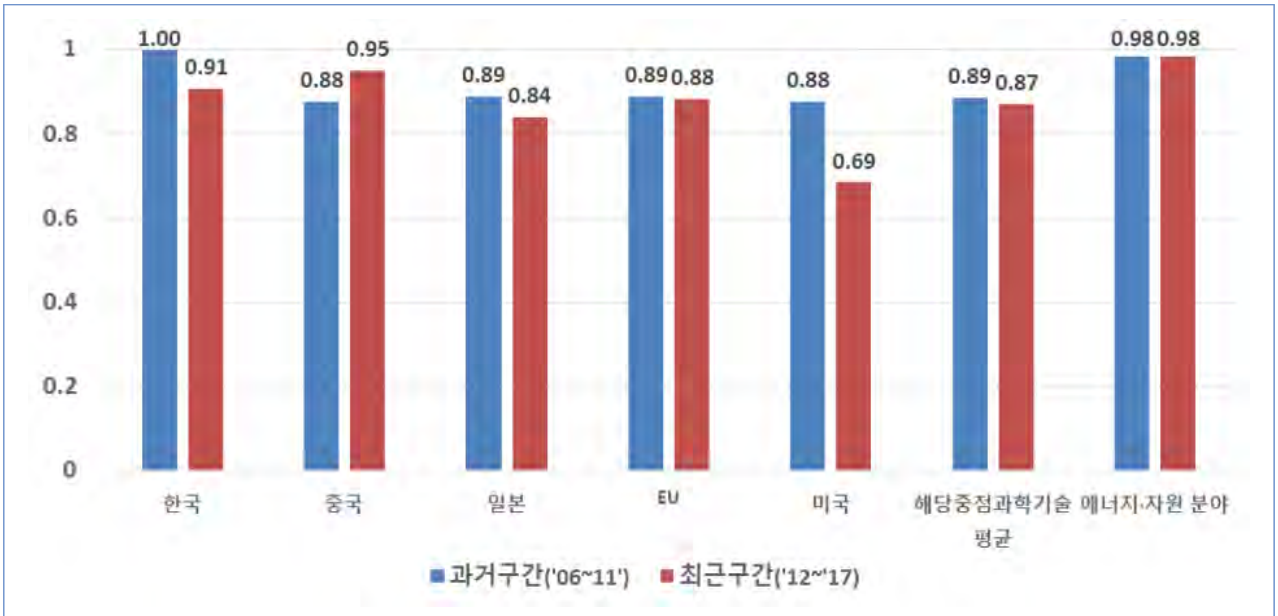
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



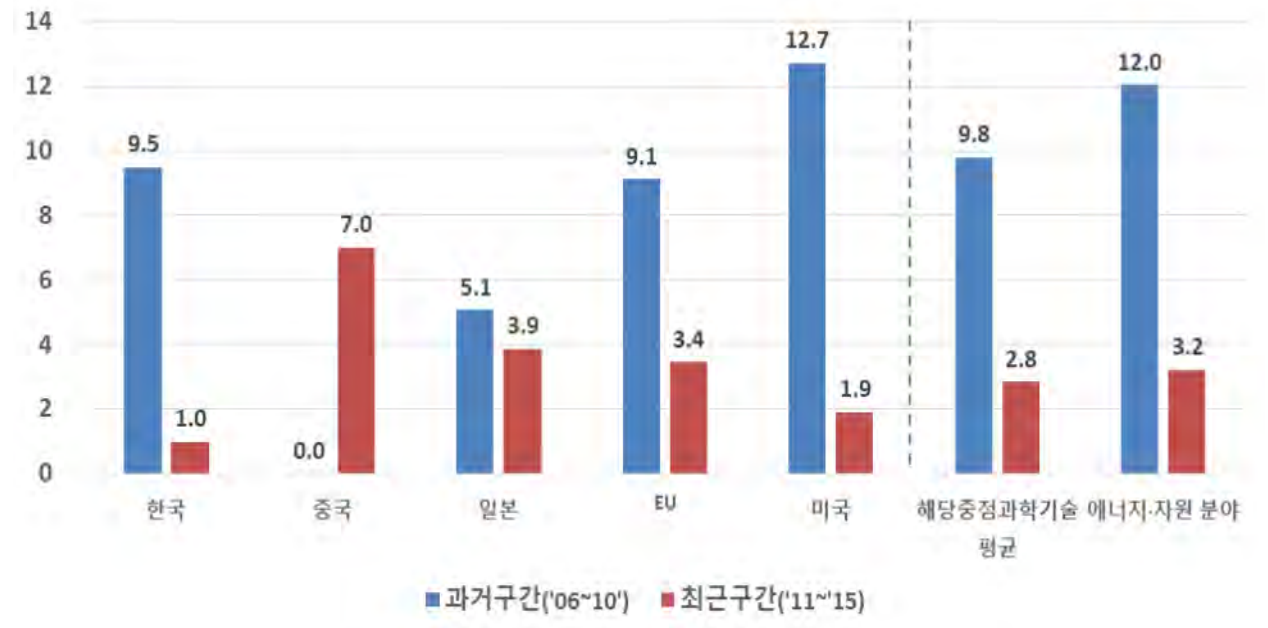
● 풍력발전 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



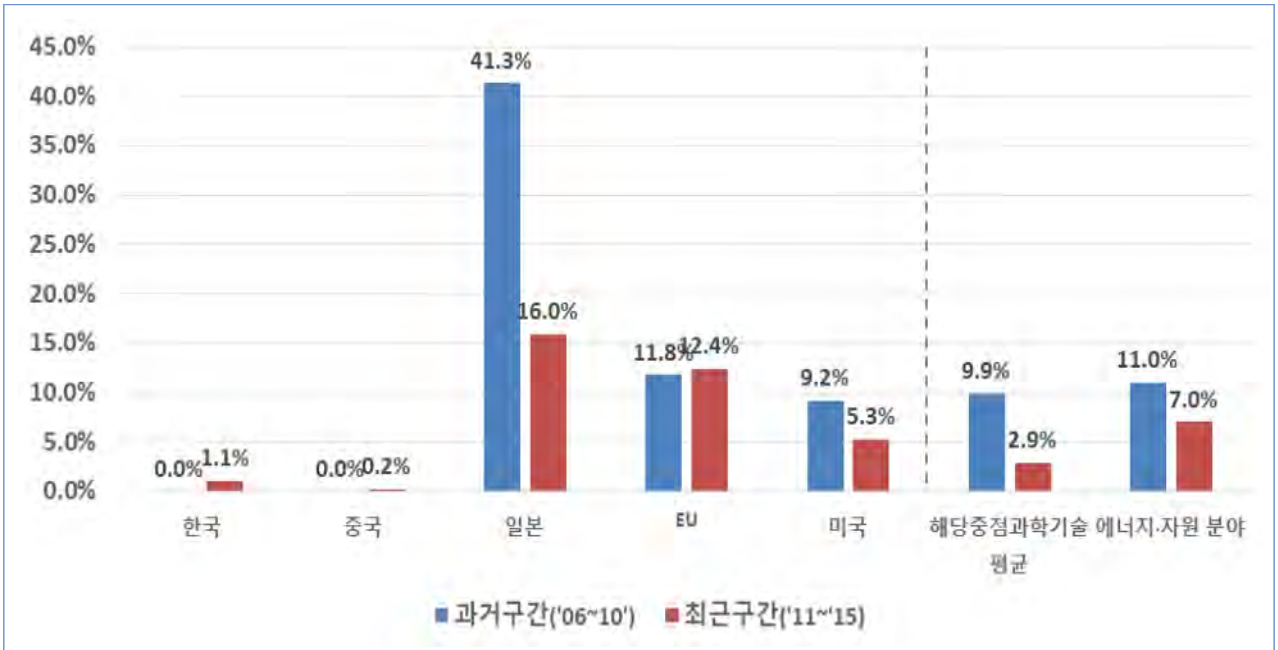
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



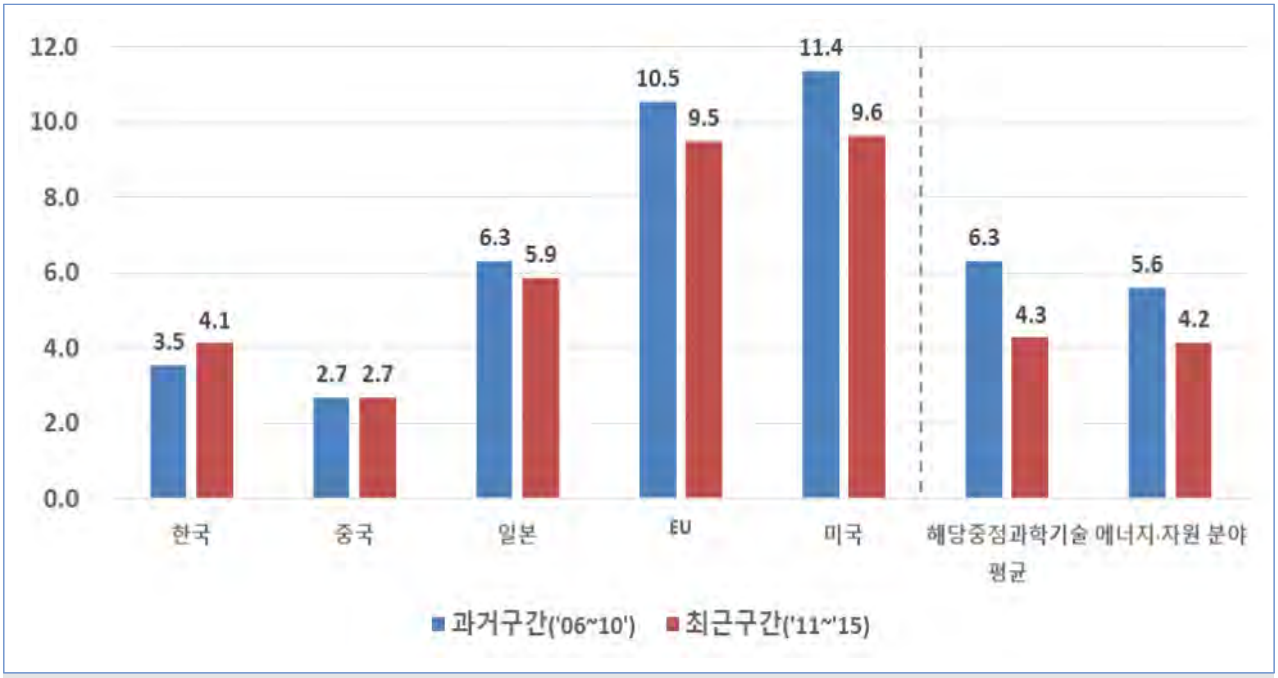
● 풍력발전 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 중국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 풍력발전 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 일본의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 풍력발전 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

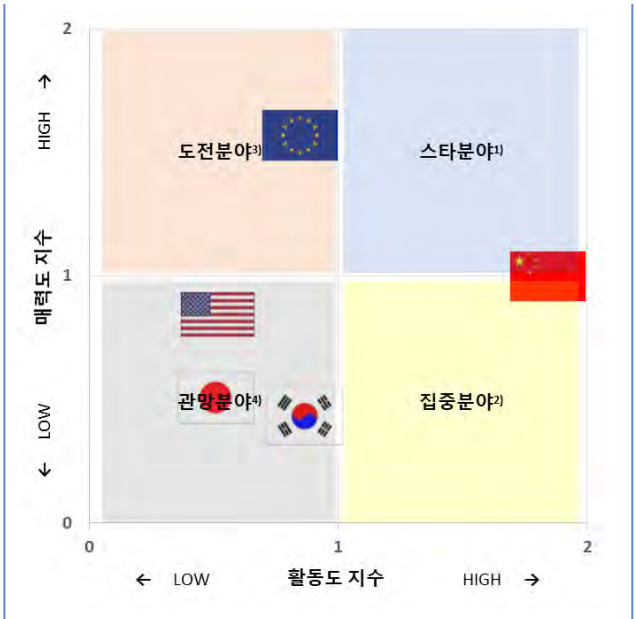
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

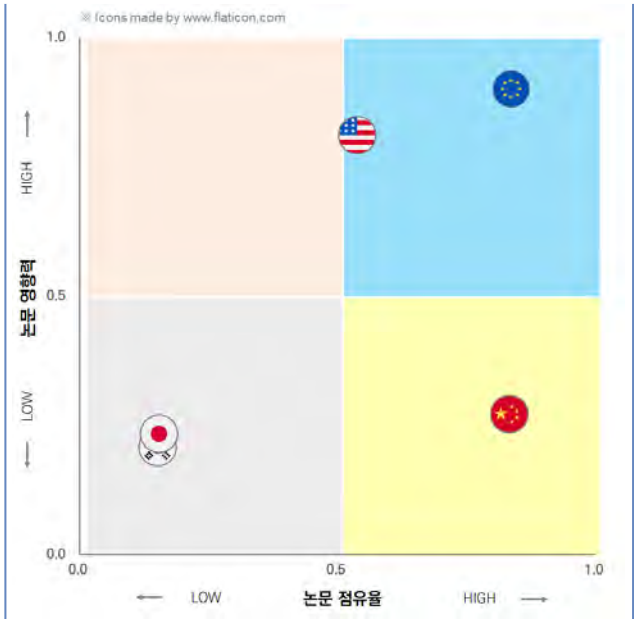
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 풍력발전 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

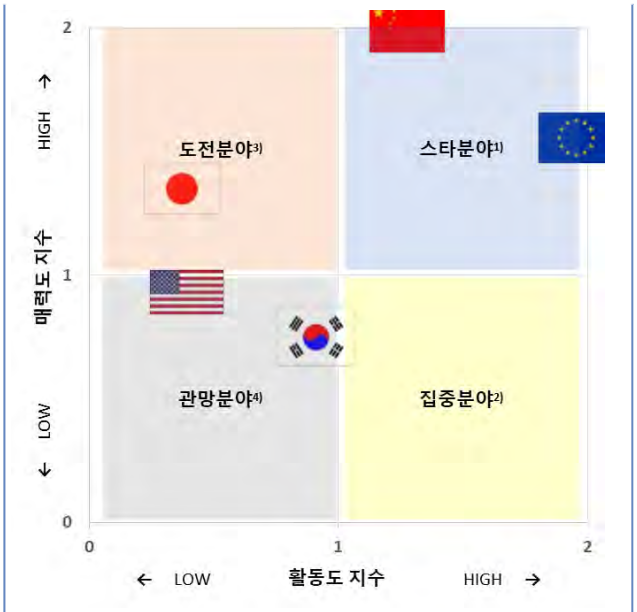


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

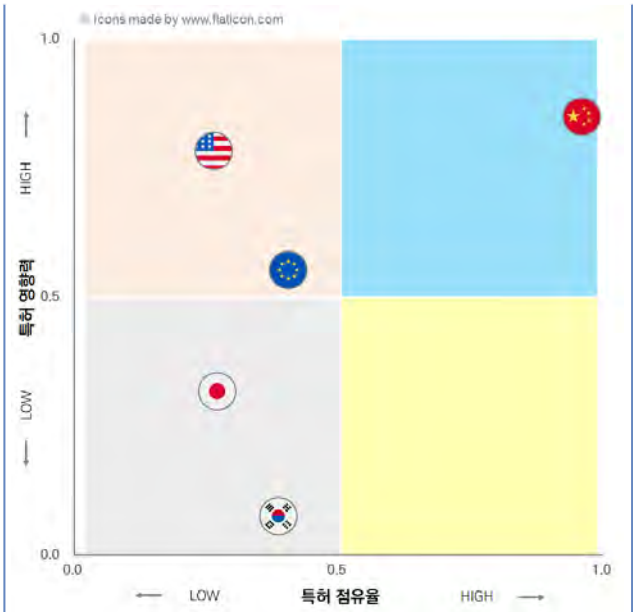
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 풍력발전 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 중국의 'NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY(1.70%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 5.06%(글로벌 점유율은 0.21%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	중국	4.88%	1.70%	1100.00%
2	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	중국	4.35%	1.52%	1733.33%
3	AALBORG UNIVERSITY	EU	4.18%	1.47%	309.09%
4	STATE KEY LABORATORY OF ALTERNATE ELECTRICAL POWER SYSTEM WITH RENEWABLE ENERGY SOURCES	중국	3.08%	1.07%	4000.00%
5	UNIVERSITY OF STRATHCLYDE	EU	2.61%	0.92%	300.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.06%	0.21%	600.00%
2	JEJU NATIONAL UNIVERSITY	3.16%	0.13%	400.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	3.16%	0.13%	50.00%
4	KOREA UNIVERSITY	3.16%	0.13%	400.00%
5	HANYANG UNIVERSITY	2.53%	0.10%	300.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	4.88%	1.70%	1100.00%
2	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	4.35%	1.52%	1733.33%
3	STATE KEY LABORATORY OF ALTERNATE ELECTRICAL POWER SYSTEM WITH RENEWABLE ENERGY SOURCES	3.08%	1.07%	4000.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	2.48%	0.86%	271.43%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.10%	0.73%	200.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY	6.63%	0.29%	1000.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	4.22%	0.18%	500.00%
3	KYOTO UNIVERSITY	3.61%	0.16%	-80.00%
4	RESEARCH INSTITUTE FOR APPLIED MECHANICS	3.61%	0.16%	500.00%
5	MIE UNIVERSITY	3.61%	0.16%	500.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	AALBORG UNIVERSITY	4.18%	1.47%	309.09%
2	UNIVERSITY OF STRATHCLYDE	2.61%	0.92%	300.00%
3	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.39%	0.84%	120.00%
4	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	2.01%	0.71%	70.00%
5	CRANFIELD UNIVERSITY	1.79%	0.63%	400.00%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY	2.68%	0.58%	114.29%
2	TEXAS A AND M UNIVERSITY	2.44%	0.52%	133.33%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.07%	0.45%	-11.11%
4	ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	2.07%	0.45%	650.00%
5	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	1.46%	0.31%	1100.00%

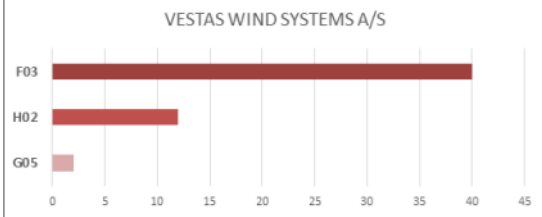
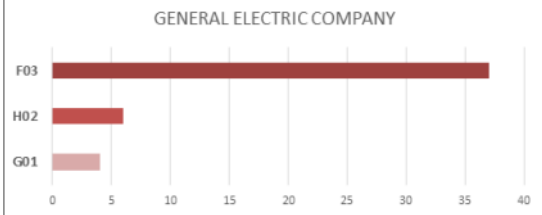
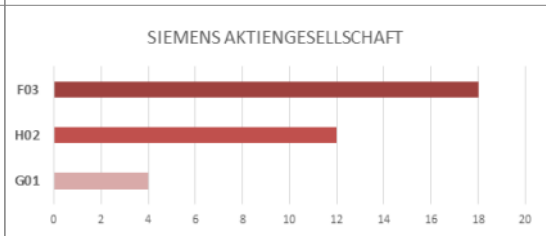
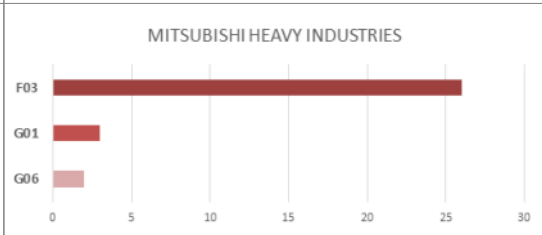
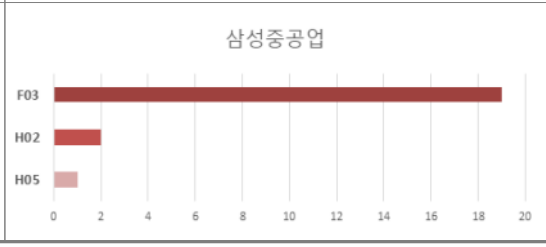
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 EU의 'VESTAS WIND SYSTEMS A/S(2.40%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성중공업'이 9.94%(글로벌 점유율은 1.40%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'VESTAS WIND SYSTEMS A/S'와 '삼성중공업'은 F03(액체용 기계 또는 기관)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	VESTAS WIND SYSTEMS A/S	EU	16.52%	2.49%	275.00%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	미국	33.75%	2.36%	215.38%
3	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	EU	11.59%	1.75%	800.00%
4	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	일본	19.53%	1.44%	-16.67%
5	삼성중공업	한국	9.94%	1.40%	1400.00%

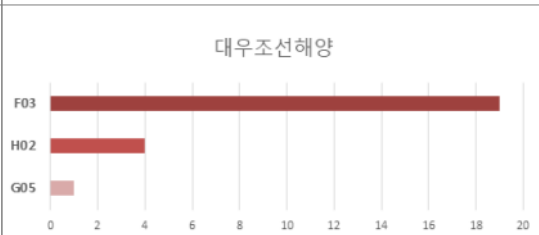
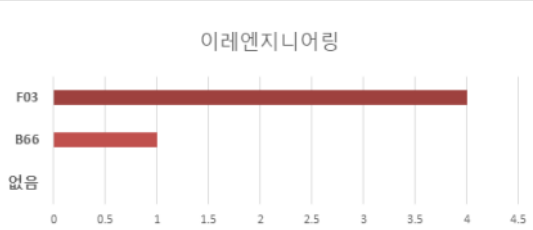
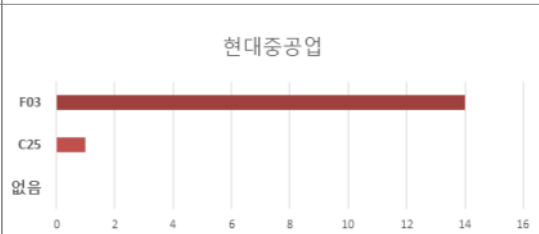
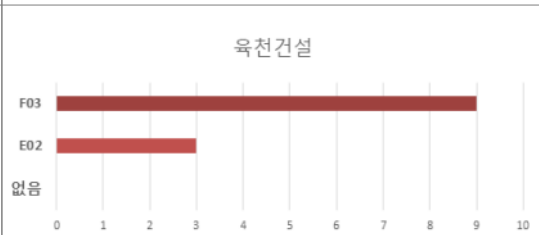
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
3		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성중공업	9.94%	1.40%	1400.00%
2	대우조선해양	9.63%	1.35%	187.50%
3	이레엔지니어링	5.90%	0.83%	1800.00%
4	현대중공업	5.59%	0.79%	700.00%
5	육천건설	4.35%	0.61%	1300.00%

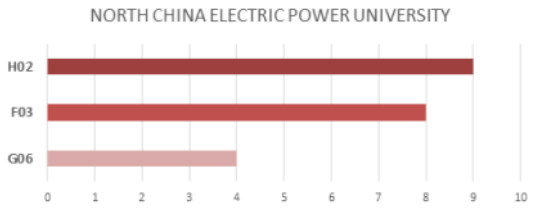
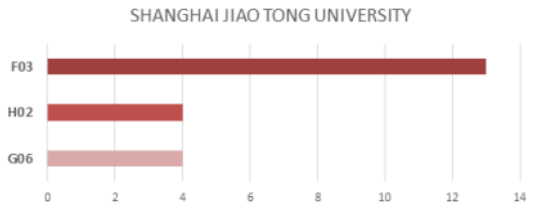
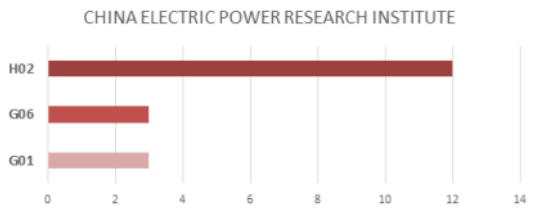
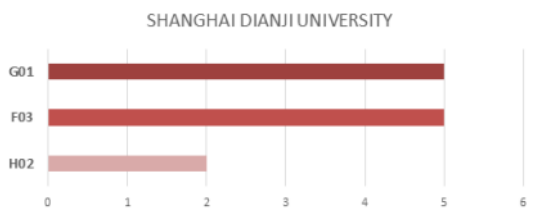
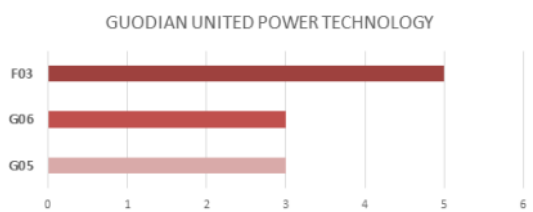
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
3		F03	액체용 기계 또는 기관
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		–	–
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		–	–
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		–	–

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	1.93%	1.09%	633.33%
2	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.85%	1.05%	2200.00%
3	CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	1.39%	0.79%	1600.00%
4	SHANGHAI DIANJI UNIVERSITY	1.16%	0.66%	1300.00%
5	GUODIAN UNITED POWER TECHNOLOGY	1.16%	0.66%	1300.00%

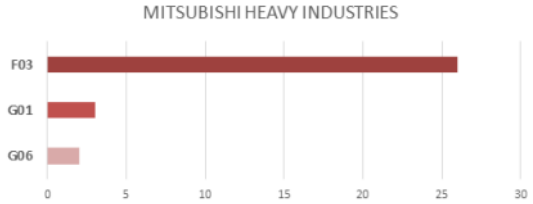
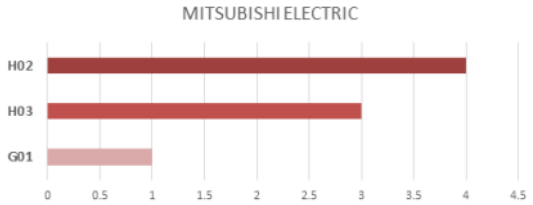
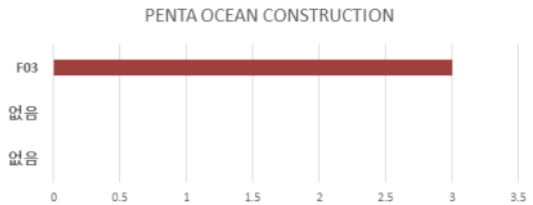
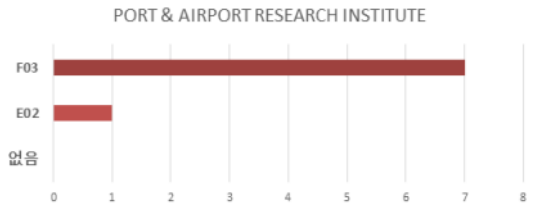
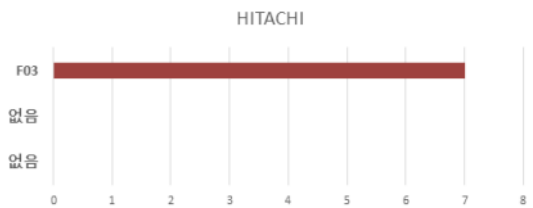
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F03	액체용 기계 또는 기관
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		G01	광학
		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	19.53%	1.44%	-16.67%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	5.33%	0.39%	25.00%
3	PENTA OCEAN CONSTRUCTION	5.33%	0.39%	25.00%
4	PORT & AIRPORT RESEARCH INSTITUTE	4.73%	0.35%	66.67%
5	HITACHI	4.14%	0.31%	-60.00%

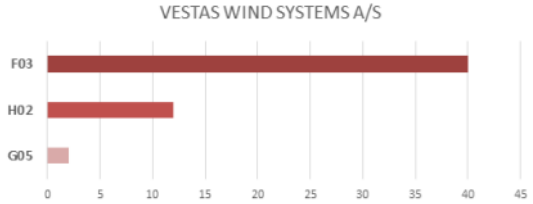
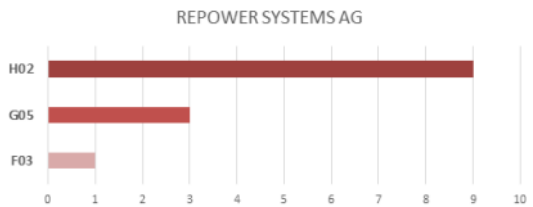
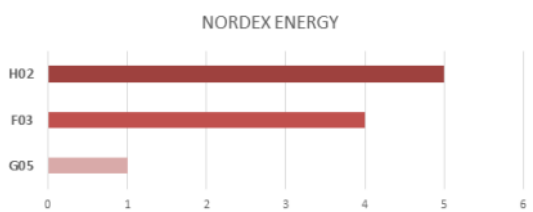
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H03	기본전자회로
		G01	광학
3		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		-	-
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	VESTAS WIND SYSTEMS A/S	16.52%	2.49%	275.00%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	11.59%	1.75%	800.00%
3	REPOWER SYSTEMS AG	3.77%	0.57%	-100.00%
4	WOBBEN PROPERTIES	3.19%	0.48%	1000.00%
5	NORDEX ENERGY	2.90%	0.44%	-75.00%

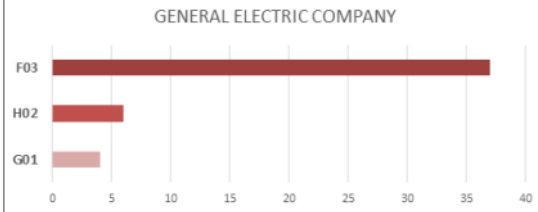
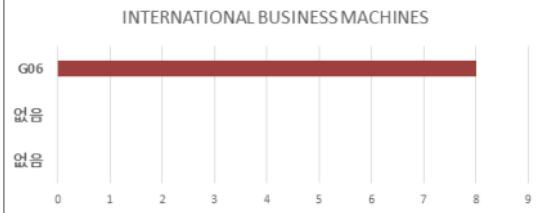
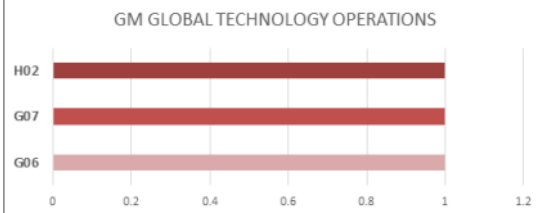
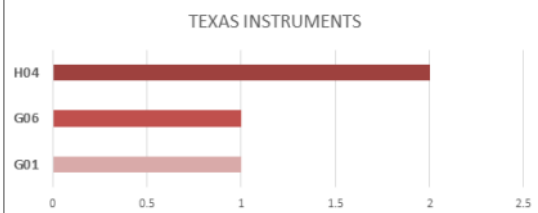
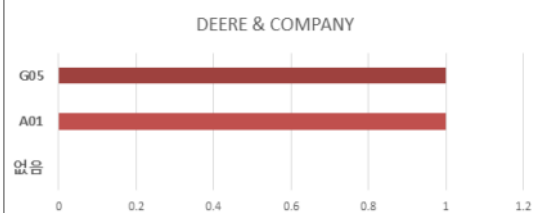
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
		F03	액체용 기계 또는 기관
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F03	액체용 기계 또는 기관
		G05	제어; 조정

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC COMPANY	33.75%	2.36%	215.38%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	5.00%	0.35%	600.00%
3	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS	3.13%	0.22%	50.00%
4	TEXAS INSTRUMENTS	2.50%	0.17%	300.00%
5	DEERE & COMPANY	1.25%	0.09%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G07	검사장치
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		G05	제어; 조정
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-

83 수소·연료전지 기술



83 수소·연료전지 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 수소에너지의 생산·저장·이송에 관한 기술과 수소를 연료로 전기와 열을 생산하는 고효율 발전기술인 연료전지 기술을 포괄
- ☑ 수소전기차 연료 보급을 위한 수소충전 인프라 기술을 포함
- ☑ 주택 건물용 분산전원, 휴대용 전원, 중대형 발전설비뿐만 아니라 수소전기차, 잠수함, 무인비행기, 인공위성 등 수송용 전원으로 활용할 수 있는 다양한 연료전지 기술을 포함
- ☑ 발전기술에 국한하지 않고 재생에너지 기술과의 융복합을 통해 수소를 효과적인 에너지저장 및 이송 매체로 활용하고 에너지 신산업에 활용할 수 있는 복합발전기술로서 미래의 수소경제사회를 구현하기 위한 제반 요소기술을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

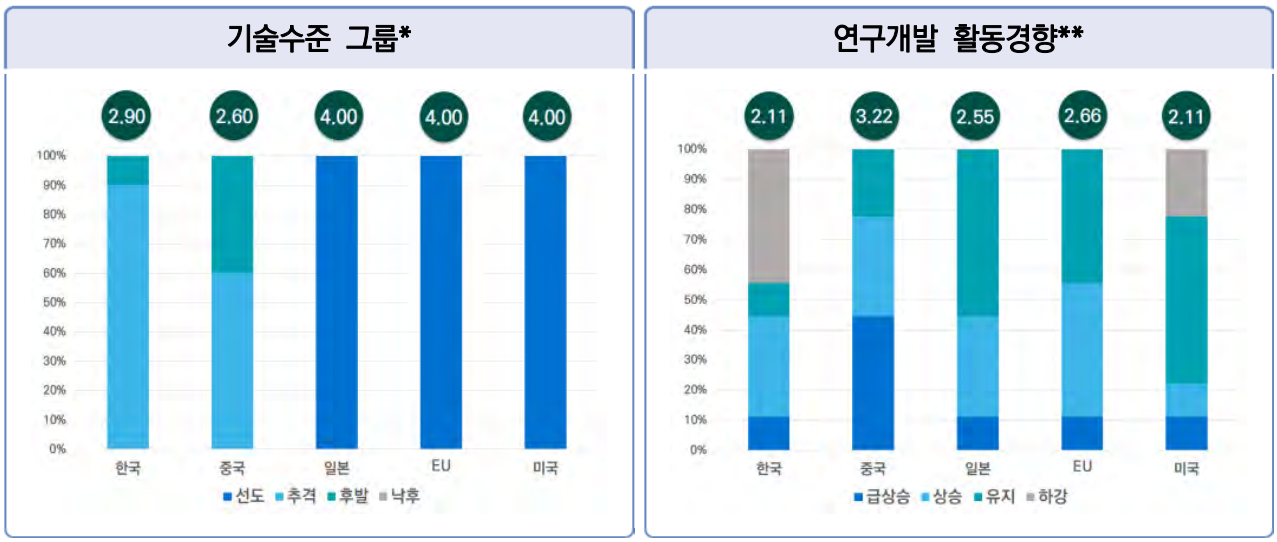
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	78.3	3.0	추격	보통	보통	유지
중국	70.7	5.0	추격	보통	보통	상승
일본	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
EU	96.0	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	97.5	1.0	선도	탁월	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	3.0	78.3	75.8	80.8	4.9	3.0	3.0	5.0	2.5
중국	70.0	3.5	70.7	70.7	75.8	6.0	5.0	3.0	5.0	3.9
일본	100.0	0.0	100.0	90.9	101.0	4.7	0.0	0.0	0.5	0.4
EU	95.0	0.5	96.0	90.9	99.0	6.4	1.0	0.5	1.5	1.5
미국	98.0	1.0	97.5	90.9	101.0	4.5	1.0	0.0	1.0	2.5

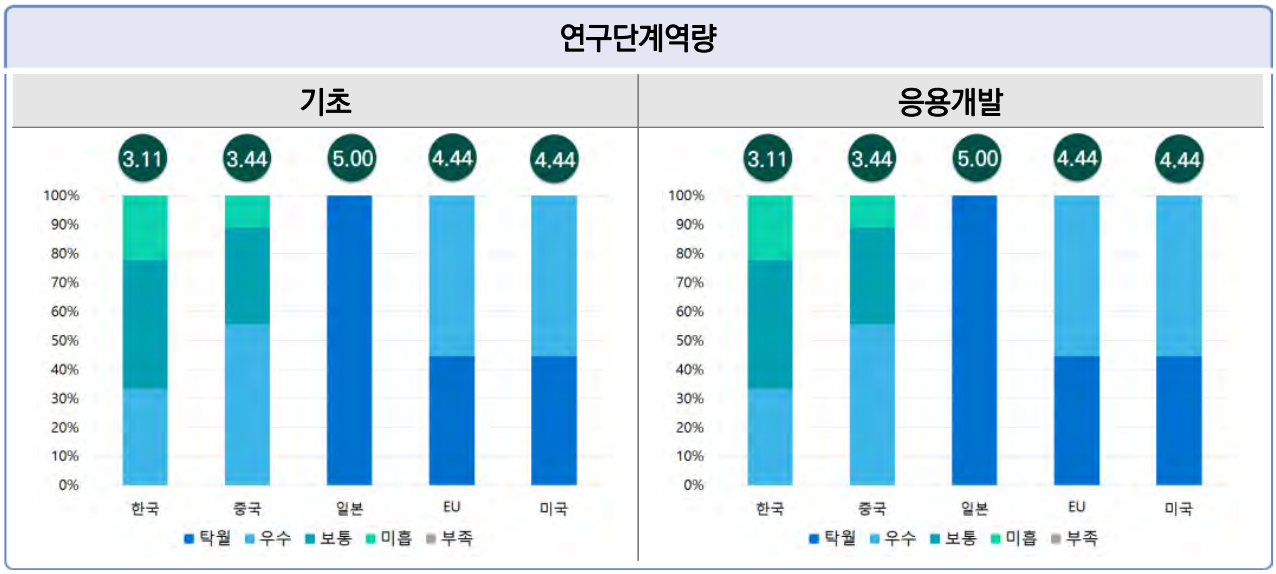
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (78.3%)	• 발전용 연료전지 분야는 우리나라가 선도하고 있으며, 수소 충전 인프라의 경우 15년 융복합 충전소 실증사업을 중심으로 점차 확대 추세 • 선도그룹을 벤치마킹하여 현대차를 중심으로 한 수소전기차 산업이 빠르게 성장하고 있으며, 상대적으로 연료전지 발전 분야와 수소 생산 분야의 기술 개발 활동은 선진국을 추격하고 있는 양상 • 현대자동차 및 출연연구기관의 기술 개발에 대한 의지 높음 • 자동차용 PEMFC의 경우 선도그룹과 약간의 기술차가 있으나 수전해 기술의 경우 기술 격차가 큼 • 화석연료 기반 수소생산의 대부분은 나프타 열분해, 천연가스 개질 방법을 통해 수소를 생산하고 있으며, 대부분 자체 기술은 확보하고 있지 않고, 해외 라이센서 의존도가 강함
중국 (70.7%)	• 발전용 연료전지는 현재 한국 수준과 거의 동등한 기술 보유 • 상대적으로 기술적 난이도가 낮은 수소버스 등에 집중하고 있으며, 수소 충전 인프라도 확대 추세 • 정부의 적극적인 친환경차 정책에 힘입어 수소전기차 산업이 엄청난 속도로 발전 • 연료전지 및 수소관련 시장의 잠재성이 매우 크며, 선진 기술의 적극적인 벤치마킹 및 전문 인력 확충을 통해 수소 및 연료전지 시장 형성 주도에 노력 • 정부주도의 기술개발 정책을 통해 가장 적극적으로 기초연구부터 실용화에 이르기까지 기술개발시기를 단축시키고자 노력 • 기초연구분야에서 많은 연구 인력을 바탕으로 양질의 연구결과 발표
일본 (100%)	• PEMFC 분야 실증 사업 선두그룹. 발전용 연료전지도 연구 활발 • 초기 연료전지 및 수소차 상용화에 투자하였으며 수소차의 경우 우리나라와 비교열위하고 수소 충전 인프라의 경우 독일 린데기술을 바탕으로 기체수소에서 액체수소로 변화 중 • 일관되고 구체적인 정책에 따라 수소인프라 구축을 진행하고 있고 최근에는 수소의 생산 및 도입에 대한 정책 또한 수소충전소 설립에 대한 구체적인 방안 공개 에네팜 사업을 통한 가정용 연료전지 보급과 2020년 동경올림픽에 맞추어 수소연료전지차, 가정용 연료전지 및 분산발전용 연료전지 실증 보급 • 아베정부의 수소에너지 사회 선언 이후 정부의 적극적인 투자와 관련 업계의 참여로 기술 및 산업이 빠르게 성장 • 2020년 동경올림픽을 목표로 수소 연료전지 관련 연구가 가장 활발 • 수소 사회 실현을 위해 정부와 산업계가 꾸준히 노력 • 후쿠시마 지역에 세계 최대 규모의 수소공장 2019년 완공 예정으로 태양광 발전으로 생산한 전력으로 물을 분해하여 수소 생산 및 2020년 도쿄올림픽 전력으로 활용 계획 • 연료전지 기술의 경우 기술을 선도하고 있으며 수소사회로의 진입을 위한 장기적인 연구개발실증 계획을 가지고 꾸준히 실행 중 • 화석연료 개질 수소생산 부분에서 세계 최고의 효율을 보이며 수전해 기술에서도 세계 최고의 기술 보유
EU (96.0%)	• 요소기술에 있어서는 일본과 동일한 수준에 있다고 판단되지만 상용화 보급에 있어서 일본과 격차를 보임 • 최근에는 유럽에서도 양산화 시스템이 구축되고 있어 일본과 더불어 초기 시장을 선도 예상 • 수소에너지에 대한 시장의 수요가 강하고 기술수준 또한 매우 높음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 수소 전기차 버스 및 선박 도입에 적극적으로 참여 • 원천기술 R&D보다는 상용화 쪽에 펀드 강화 • 수전해 분야에서는 세계 최고이나 최근 일본에 뒤쳐지기 시작했고 개질 수소생산에서는 후발 주자임 • 화석연료 개질 수소생산기술에 대한 메이저 라이센서가 있으며, 전 세계 각지 수소공급이 필요한 화학공정에 상용화 되어 공급됨
미국 (97.5%)	• 최근 연구개발 투자는 다소 미흡 • 기존의 액체수소 원천기술을 바탕으로 수소 융복합 충전소 등 다양한 시범사업 추진 • 중대형 연료전지 개발 및 보급에 집중하고 있고 대표적으로 Bloomenergy사가 본격적인 분산발전 시스템을 지속적으로 구축 • 트럼프 행정부의 기후변화 등에 대한 신재생에너지 정책 변화 주시 필요 • 수소연료전지 기술과 관련하여 연구가 다소 축소되고 있으나, 원천적인 연구결과가 가장 빈번하게 발표됨 • 자동차용 PEMFC 부분 기술 선도 • 연료전지 부분에서는 세계 최고이나 수소생산 분야에서는 일본 유럽에 기술이 뒤쳐짐 • 화석연료 개질 수소 생산기술에 대한 원천 라이센스를 가진 메이저 라이센서들이 있으며, 미국에 사용되는 대부분의 수소 (90% 이상)는 스팀메탄 개질방법을 통해 생산 • DOE는 수소이용 확대를 위해 단기적으로 천연가스 고효율 스팀개질기를 개발에 초점을 맞추고 있고 중기적으로는 바이오매스와 석탄가스화, 장기적으로 신재생에너지 이용 물분해 수소로 기술개발 전략 수립 – 기술 성숙으로 원천기술 R&D관련한 펀드는 줄이고 상용화 관련 연구 펀드를 지속적으로 지원 • 최근 연료전지트럭 개발을 선도하고 있으며 캘리포니아를 중심으로 다양한 형태의 수소충전소 시범사업에 박차

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 기체수소 충전 인프라의 경우 16년 본격 구축이 시작되어 정책적 지원 지속 중으로 양적으로는 선진국 수준에 근접 예상 • 연구개발 인력 및 인프라 충분 • 가정용 연료전지(PEMFC, SOFC) 분야도 높은 수준에 올라와 있음 • 선도 그룹의 기술 차별성 확보를 위한 원천기술 개발에 집중 (촉매 저가화 및 내구성 개선에 대한 연구는 우수한 편) • 우수한 연구결과가 지속적으로 발표되고 있으며, 최근 5년 동안 현대자동차가 수소전기차 넥소를 개발하는 등 연구개발 주도 • 최근 수소인프라 구축과 관련하여 정부가 선도적	• 액체수소 기술 및 인프라 미확보로 일정기간 성장 후 정체 우려 • 기초연구 투자 부족, 편협한 연구 분야 및 실증 연구 인프라 부족 • 선도 그룹대비 수소생산, 저장 등의 기초연구 기술이 미흡. 규제가 까다로워서 진입장벽이 높음 • 정부의 의지는 있으나 장기 계획이 미흡함 • 일관되고 구체적인 정책 부재 • 단기적 성과에 치우친 대기업들의 투자성향으로는 장기적인 수소연료전지 분야에 대한 신규 및 지속 투자 어려움 • 부품 소재 분야개발이 취약하고 인프라 확충에 대한 지속적인 지원 부재.

국가	강점분야	기타
	으로 대응 • 제품 시장 확대 • 장기간 정부의 기술 개발 지원 • 정부의 신재생에너지 보급 정책 강력 • 제품 보급 시 보조금제도 활성화	• 최근 정부 주도의 연구개발이 착수될 것으로 보이나, 지난 5년 동안 지원이 부족했던 관계로 현상 유지 경향 예상 • 인력 확보 어려움
중국	• 수소연료전지 버스분야 대량생산을 목표로 대규모 투자 진행 중. 연료전지 버스 충전을 위한 수소충전소도 활발히 구축 예상 • 정부의 강력한 친환경차 보급 의지 • 급속도로 확대된 다양한 산업기반으로 추격속도가 가속화 전망 • 선도 기술 도입을 위해 정부 및 산업계에서 해외 인력 영입 및 관련 사업 홍보에 적극적 • 수소 연료전지 사업화를 위한 시장 잠재성 • 최근 5년 동안 가장 빠른 기술 성장세를 보이고 있으며, 과학기술 개발을 국가가 주도하고 있어 선도 기술개발 추세	• 상대적으로 기술적인 난이도가 낮은 대형차 중심으로 투자 중이며 버스 보급계획 대비 낮은 수소충전소 보급 로드맵 수립 • 선도 그룹대비 수소생산, 저장 등의 기초연구 기술이 미흡 • 선진국의 기술도용 포착 • 아직까지 기술, 인력, 인프라 모든 면에서 미흡 • 이차전지 대비 기술수준 향상 속도는 더딤 • 산업화 속도 느림
일본	• 기술표준 주도권 확보를 위해 시험인증 인프라 구축에 박차를 가함 • 앞서 소재기술을 바탕으로 수소취성에 대빙한 망간 함유량 표준화 추구 • 가와사키 중공업을 중심으로 액체수소 선박 및 수소터빈 기술개발에 중점 • 꾸준한 실증사업 진행 • METI의 강력한 지원과 정부의 수소에너지 사회 선언 등 소형 개질기 제조업체의 기술력이 상당함 • 도요타가 수소 전기차 개발하는 등 기술 우수 • 일관되고 구체적인 정책 수립 및 실행 • 산학연의 효율적인 연구개발 • 자본력이 우수하고 오랜 경험을 기반으로 한 대기업들의 사업화 추진 • 한 분야에 치우치지 않고 소형부터 중대형까지 고른 기술개발 • 상용화를 위한 요소 기술의 저가화 및 성능개선에 대한 기술을 꾸준히 개발 • 수소인프라 구축을 선도하고 있으며, 고급인력 상시 배출 • 기업이 기술을 주도하여 실질적으로 응용 가능한 기술개발 진행 • 미국 기술 프로그램 적극 도입 • 창조적 원천기술 개발 (CREST프로그램)	• 16년 액체수소플랜트 개발 완료 및 시운전 • 액체수소충전소의 경우 독일 린데 기술에 의존 • 규제가 까다로워서 진입장벽이 높음 • 올림픽 개최까지는 기술 수준이 지속적으로 향상될 전망 • 관련 사업의 벤처투자 취약 • 발전용 기술 보급 속도 느림

국가	강점분야	기타
EU	• 다양한 신재생에너지원 및 연료전지기술이 융복합된 수소충전인프라 기술 선도 • 신재생에너지를 활용한 수소에너지 실증 프로젝트 활발 • 일관된 정책 실행과 산학연의 효율적인 연구개발이 가장 큰 장점 • 다양한 분야에서 오랜 기간 축적된 연구개발 데이터 풍부 • 신재생에너지 활용(태양, 풍력)을 통한 물분해 수소 및 잉여 전력 활용에 대한 R&D 지원 강화 • 유로 6 기준 강화를 통해 수소 전기차 기술 및 인프라 확충에 대한 관심이 높음 • 응용성이 강한 기술 개발에서 우수한 능력 보임. 특히, 수소 생산과 저장 분야에 있어서 심도 있는 결과를 발표	• 다임러의 수소차 상용화 시기 지연으로 연구개발 활동 지체 • 미국 일본 대비 제조업체의 기술력이 다소 떨어짐 • 일본과 비교하여 사업화를 진행하는 대기업이 부족해 연구개발을 중단하는 회사 또는 인수합병 되는 회사 등이 발생 • 기술 성숙에 따른 원천 기술 R&D 펀드 감소 • H2 Mobility 등의 연구 체계도를 볼 때, 기술수준은 지속적으로 향상될 전망
미국	• 이산화탄소 배출 기준 충족을 위해 자동차 분야 중 트럭 등 상용차 개발에 집중 • 수소충전 인프라는 바이오매스, 태양광등과 연계된 액체수소충전소 건설 진행 • 액체수소부품의 성능평가 및 인증평가기술개발 활발 • 원천기술, 인프라 및 인력은 최고수준 • DOE의 강력한 지원 • 기존 에너지자원이 풍부하고 면적이 큰 국가로서 중대형 연료전지에 많은 지원을 하고 있음. 특히 SOFC의 경우에는 바이오가스, 석탄가스 등을 활용하는 계획을 수립하고 있으며 실제로 바이오가스를 적용할 경우에 추가 인센티브를 주는 프로그램 등은 한국에서도 검토 필요 • 기술 상용화를 위한 R&D 펀드가 꾸준하며, 수소전기차 및 충전소 보급을 위한 지속적인 관심 • 원천기술 개발결과가 꾸준히 발표됨 • 사업화가 용이하며 시장 진입이 용이	• 연료전지발전, 수소연료전지차 기술 상용화에서 상대적으로 열위 • 무엇보다도 트럼프 행정부의 환경 및 에너지 정책의 변화 필요 • 기술 성숙에 따른 원천 기술 R&D 펀드의 감소 • 미국 내의 연구비 지원이 감소되고 있어 연구개발 동향이 하강 국면에 있음 • 수소연료전지보다 이차전지 상용화에 매진

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	4위	1위	2위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 특정 연구그룹에 의한 유사한 연구가 수십 년째 반복되고 있으며, 이를 극복하기 위한 다양한 분야의 연구그룹과의 협력 연구 필요 • 범부처 합동 수소산업 육성 로드맵 수립을 통한 중장기 전략 마련 및 로드맵 수립을 근거로 사업예산 및 연구개발 예산 투자 근거 마련 • 수소연료전지분야 민간기업 참여 유도 정책 마련 • 수소를 신재생에너지 보조금제도 지급 대상에 포함 • 기존 신재생에너지 설비 업체와 수전해 설비 업체의 기술 교류 및 실증화 사업 • 세부기술 분야 별 국내 최고 전문가로 구성된 대형 연구 사업단 기획 및 출범 • 국내 수소연료전지 유관산업체 및 연구기관의 협력방안 모색 • 정부 주도의 차세대 발전용 SOFC 제품 국산화를 위해 국내 연구소(원천 기술)와 산업계 협력 촉진 • 수소 스테이션 국산화를 위한 산학 협력 시급하며 특히 발전용 선도 기술로 대두되고 있는 SOFC 특별 프로그램 마련 필요 • 수소/연료전지 기술은 기초원천기술개발보다는 실용화에 우선을 두는 기술 분야로 현재까지 기초연구 수행 주체와 사업화 수행 주체 간 연구적인 소통 없는 상태의 연구가 국내에서는 주로 수행됨. 기술개발 우선순위가 필요한 기술에 대해서는 기술수요기업과 반드시 연계하여 실용화에 필요한 기술수준에 맞춘 연구방향성 설정, 기술목표 설정 필요
국제협력 촉진	• 실증 영역에서는 협력 연구에 한계가 있으며, 원천기술에서부터의 적극적인 협력을 통한 특허 등의 가치 창출 노력 • 태양광 등 신재생에너지 설치가 용이한 국가를 대상으로 국제 공동협력 체계 구축 • 수소 및 연료전지 분야에 있어서 일부 요소기술들은 선진국 수준으로 올라와 있기도 하지만 국내에서 아직 자립화되지 못한 부품소재 기술 등에 있어서는 적극적인 국제 협력을 통해 동반 성장 필요. 현재 국제공동연구개발 프로그램 등이 진행되고 있으나 해외 기술과 협력할 대상기술 등을 우선 명확히 설정하고 적극 지원 필요 • 액화수소설비의 국내 도입을 위한 국제 협력 촉진 • 기초원천 관련 연구는 구축하는 대형 연구 사업단을 통해 추진하고, 응용 및 상용 관련 사업은 수소산업협회를 중심으로 협력 추진 • 수소연료전지 해외 선도그룹의 연구자들뿐만 아니라 정책전문가들과의 협력 추진 • 해외 연구프로그램의 절대적인 벤치마킹 지양 • 국제 기술 분야 현황 및 동향을 파악할 수 있는 플랫폼 구축
인력양성 및 유치	• 산업계의 수요 창출을 위해 정부 차원의 적극적인 산업계 지원 • 수소 산업과 zero emission 분야 연계를 통한 인력 양성 추진 • 경기북부 접경지역을 중심으로 수소전문대학원 설립 검토 • 국내 중소기업 등에서는 현실적으로 고급인력을 확보하는데 있어 어려움이 있어 결국 자체적으로

	정책제언
	인력을 양성 중. 현재 수소 및 연료전지 분야의 인력양성사업은 선 선정된 대학의 실험실 석박사 학생들 위주의 인력양성에 그침. 결국 이런 수혜를 받은 석박사 학생들이 중소기업에 취업할 확률은 거의 없음. 중소기업의 인력들이 해당 전문지식을 확보할 수 있도록 인력양성사업 프로그램을 변경할 필요가 있으며 전문대학 및 공업고등학교 학생들을 대상으로 한 인력양성 병행 필요 • 수소충전소의 운영(안전 관리자)과 유지보수 인력의 교육과 양성 • 산업화를 위한 엔지니어 양성 교육기관 • 수소연료전지 전문 인력 양성을 위한 사업을 출연기관과 대학이 공동으로 운영할 수 있는 프로그램 마련 • 수소생산 및 연료전지 관련 소재/부품 등의 요소기술 개발 인력과 함께 실제 공정구축을 위한 프로세스개발 인력 양성
인프라 구축	• 부생수소 산업단지 연계 도시를 중심으로 수소공급 배관망(grid) 구축 • 고속도로 휴게소를 중심으로 수소충전하이웨이 구축하되 단기적으로 경부고속도로 중심 투자하고 현재 설계단계인 서울-세종고속도로에 수소충전하이웨이 설계 반영(24년 개통) • 서울시 등 수도권 내 수소인프라 구축 추진: 현재 개발예정인 용산을 수소경제구현 특구로 지정 운영 • P2G 설비의 인프라 구축으로 수소생산비용 절감 효과 기대 • 수소연료전지의 시장형성 및 산업화 촉진을 위해 검증된 해외관련 기술을 초기 도입하여 안전에 대한 인식 확대 • 발전용 SOFC 산업화를 위한 대규모 성능 평가 및 제조 설비 인프라 구축 시급. 일본의 경우 각 기관당 20기 이상의 평가 인프라 구축 중이나, 국내의 경우 1~2기로 전무한 실정 • 수소생산 및 연료전지 관련 실용기술 실증을 위한 테스트베드 구축
법·제도 개선	• 산업계 주도의 인프라 구축을 유도하기 위한 법 제도 개선 • 선진 국제기관과의 격차는 대부분 실증 기관에서의 노하우 축적 정도에 의해 벌어지고 있으며, 이를 극복하기 위해선 정부 차원에서의 법 제도 개선 등의 적극적인 지원 필요 • 수소충전소 수소가스 저장용 압력용기 설계기준을 ASME SEC 8 DIV 3로 보완 • 액체수소 이송용 탱크로리 및 ISO 컨테이너 기준 신설 • 가스연료운반차량 터널화재 사고대응 제도 마련 및 국제기준 정합화 • 안전설비구축을 전제로 수소충전소 설치를 위한 학교 환경위생 정화구역법 완화 • 수소충전소를 수소에너지보급 허브로 활용하기 위한 제도 개선: 수소충전소 저장된 수소를 배관망을 이용하여 가정용으로 공급 가능하도록 제도 마련 • 과감한 법·제도의 규제 완화 : 열심히 개발한 시제품들 중에는 법·규제에 묶여 시장에 진출하지 못하는 경우가 있으므로 기술적 가치가 있고 상용화에 기여할 수 있는 제품들을 위한 법과 제도 수립 • P2G의 경우 잉여 전력을 grid를 통하지 않고 수전해 설비를 통한 수소생산이 가능하게끔 법 제도 개선 • 연료전지 관련하여 안전 규정에 대한 보완이 필요하며, 기술선도국가를 추월하기 위해서는 수소 관련 촉진법의 제정 시급 • 기술 국산화의 안정적인 정착을 위한 수소 및 에너지관련 법안 확대 및 보강 • 재생에너지 보급에만 치중되어있는 현행제도에 수소연료전지의 의무사용 및 보급 비중을 높일 수 있는 제도개선

	정책제언
	• 발전용 연료전지 보급 촉진을 위해 LNG 가격을 가스터빈 발전용 가격으로 저감 • 발전용 SOFC 인증 표준화 제도 마련 시급 • 태양전지 확대사업과 비슷한 수준의 연료전지 사업에 대한 인센티브 구축
연구비 확대	• 원천, 응용, 실용화 등 다양한 분야에 연구비 지원 확대 • 35톤급 수소트럭 개발을 위한 연구비 확대 • 보잉 팬텀아이급 항공기 개발을 위한 연구비 투자 확대 • 액체수소 저장용 복합재료용기 개발 연구비 확대 • 대용량 액체수소플랜트(10톤/DAY급)원천기술개발 연구비 지원 확대 • 수소취성 예방을 위한 소재기술분야 연구비 확대 • 연구아이템이 과거 지원된 과제와 중복성이 있어도 글로벌 경쟁력 확보를 위해서 개선하고 업그레이드 될 수 있도록 지원하고 과제선정 평가위원들의 자질 문제 해결 필요 • 소형 개질기와 수전해설비의 경우 국산화가 되었으나 상업화를 할 수 있는 대형 개질기와 수전해설비의 국산화 연구개발 필요 • 이차전지 성장으로 인해 최근 10년 동안 연료전지에 대한 연구비 지원이 많이 위축된 관계로, 원천 및 응용, 상용화에 대한 연구비 확대 시급 • 수소연료전지 보급 확대 측면에서는 산업체 주도의 시범 및 실증 프로젝트의 확대 • 현재 국내에 대규모로 수입되고 있는 외국 제품 불룸에너지사 보급 확대(약 500 MW 계약 추진)에 대응 가능한 SOFC 국산화 개발을 위해 특별 연구 지원 프로그램 마련 절실 • 실용가능성 있는 요소기술들의 통합공정 구축으로 실용기술 확보를 위한 통합공정 구축 연구비 확대
기타 의견	• 수소도시와 스마트 시티의 연계 : 기 건설 예정인 스마트 시티에 수소도시 개념 연계 • 육상형 액체수소 플랜트 기술과 액체수소 운반 선박 제작기술 연계: 수소 밸류체인 관점에서 상호 보완 및 협력체계 구축 • 수소충전소에 설치되는 계량표준 기술과 IOT기술과의 연계: 수소충전소용 계량표준의 신뢰도 범위를 좁히기 위한 기술개발, IOT기반 기술 및 SW구성을 통한 보정기술개발, 개발된 기술의 수용성 확인을 위한 실증기술 개발 • 수소 사회 구현을 위해서는 "수소 저장 및 운송 기술"을 중점적으로 추진 필요. • 수소 생산 측면에서 원자력에너지의 활용 고려 • 타기술과의 융복합: 기존 전력생산 시스템의 효율개선 및 컴팩트화 설계기술적용 가능성 검토도 신재생에너지 시스템 구축에 도움 될 것. 신재생에너지의 간헐적 공급의 문제를 기존 에너지 저장시스템 기술 활용 • 수소 및 연료전지 기술은 다양한 산업군들과의 융합 및 연계가 용이한 분야로 다른 산업군들과 융합기술로서 사업화가 활성화될 수 있도록 인센티브제도 등 필요하며 전기자동차의 충전용 전원을 연료전지 전원으로 대체하거나 무인기 등에 연료전지를 적용하는 방안 등 다양한 융합기술의 사업화를 통해서 수소 및 연료전지 산업의 육성 방안 마련 필요

다 주요 분석 결과 요약

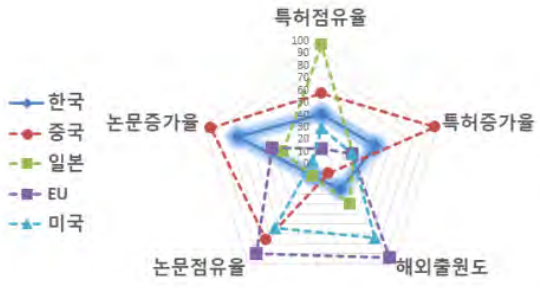
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	수소·연료전지 기술	4,522	4,867	45.0%	3.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

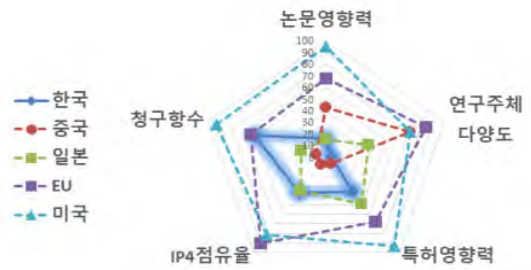
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	일본	미국	미국
	30.3%	38.3%	35.9	5.7
한국	5위	3위	4위	4위
	10.6%	17.5%	13.3	2.2
5개국 평균[2]	-	-	23.9	3.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

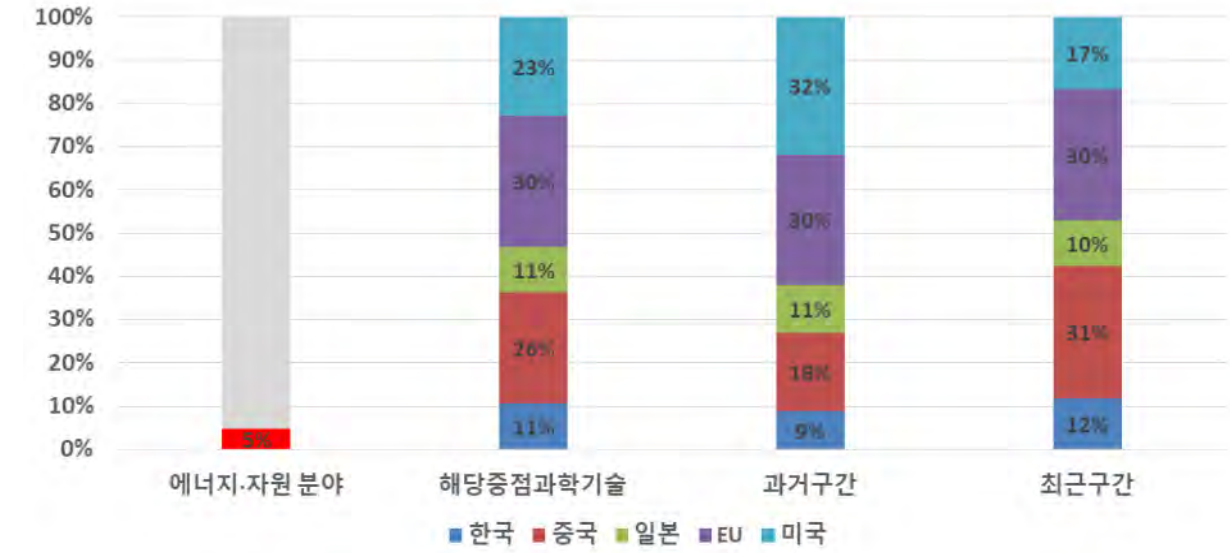
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(10.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(13.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(30.3%), 중국(25.6%), 미국(22.9%), 일본(10.7%), 한국(10.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(147.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(35.9), EU(25.6), 중국(20.1), 한국(13.3), 일본(13.1) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(17.5%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.2)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 일본(38.3%), 중국(21.9%), 한국(17.5%), 미국(14.4%), EU(8.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(155.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(5.7), EU(3.7), 일본(2.8), 한국(2.2), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(36.4%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	10.6%	25.6%	10.7%	30.3%	22.9%
	논문 증가율	91.5%	147.7%	32.9%	47.3%	-24.1%
	논문 영향력	13.3	20.1	13.1	25.6	35.9
	연구주체 다양도	0.76	0.92	0.86	0.95	0.91
특허 분석	특허 점유율	17.5%	21.9%	38.3%	8.0%	14.4%
	특허 증가율	11.9%	155.0%	-24.7%	-26.5%	-25.2%
	해외출원도	1.4	0.1	2.2	5.9	4.0
	특허 영향력	2.2	0.0	2.8	3.7	5.7
	IP4점유율	15.5%	0.6%	14.9%	36.4%	31.2%
	청구항수	6.5	3.3	4.4	6.7	8.9

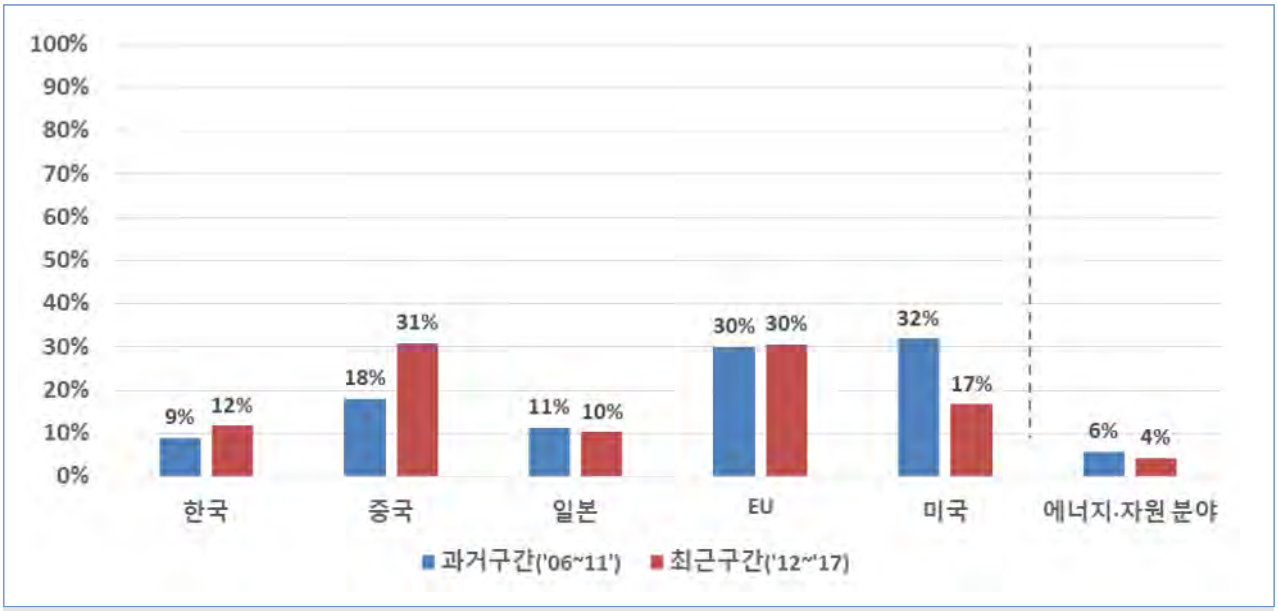
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 수소·연료전지 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1370건으로 전체 논문의 30%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 수소·연료전지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 5%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

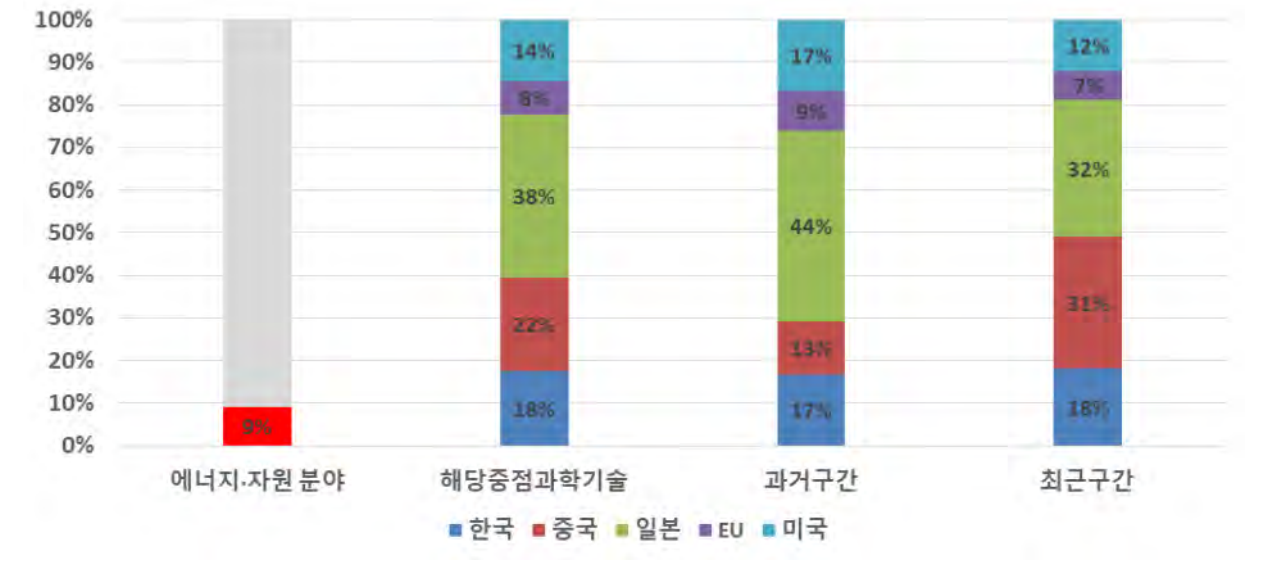


● 수소·연료전지 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 91.5%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	164	314	478	91.5%
중국	333	825	1,158	147.7%
일본	207	275	482	32.9%
EU	554	816	1,370	47.3%
미국	588	446	1,034	-24.1%
전체	1,846	2,676	4,522	45.0%

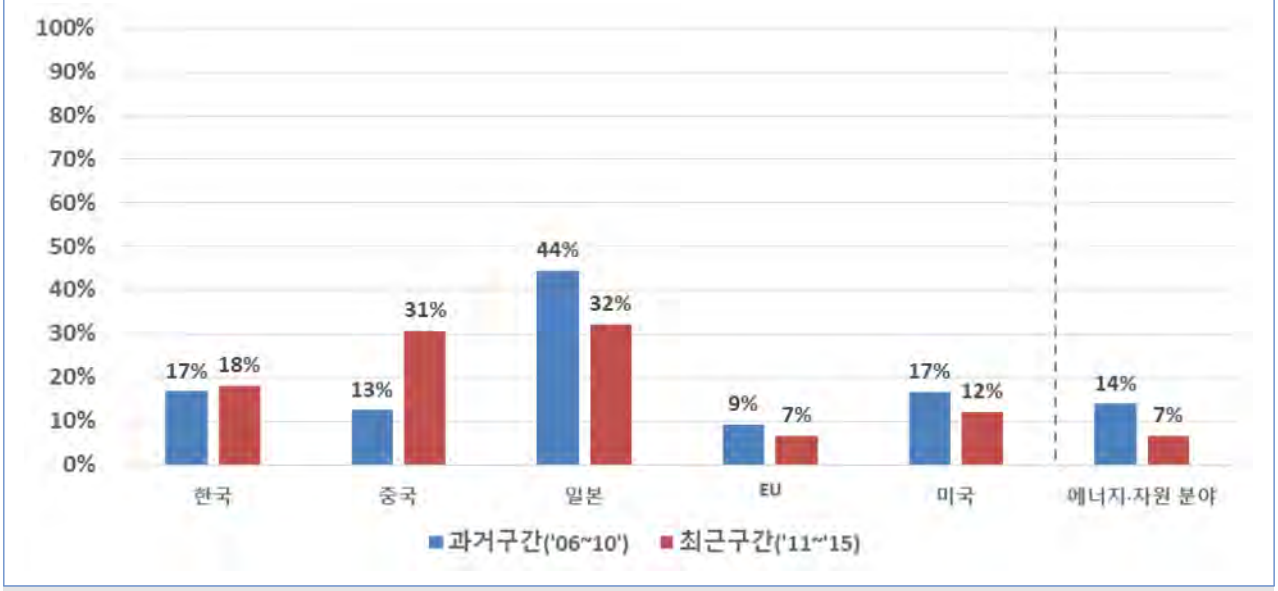
(4) 특허 점유율(전체)



● 수소·연료전지 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 일본이 1862건으로 전체 특허의 38%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 수소·연료전지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 9%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



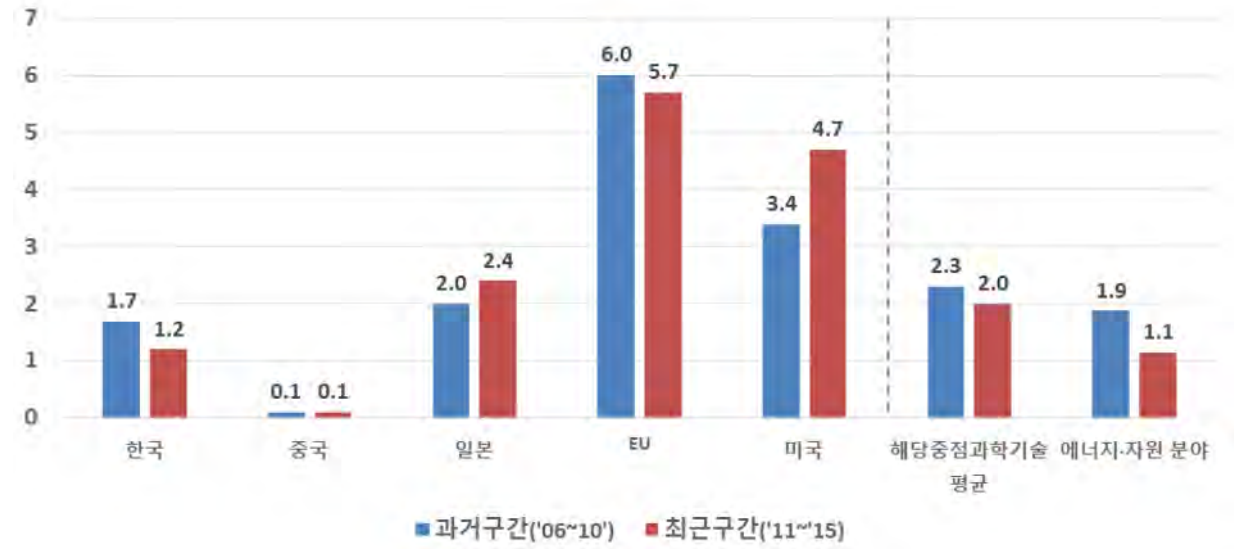
● 수소·연료전지 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 일본의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 11.9%이고, 한국은 과거구간에 2위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	402	450	852	11.9%
중국	300	765	1,065	155.0%
일본	1,062	800	1,862	-24.7%
EU	223	164	387	-26.5%
미국	401	300	701	-25.2%
전체	2,388	2,479	4,867	3.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

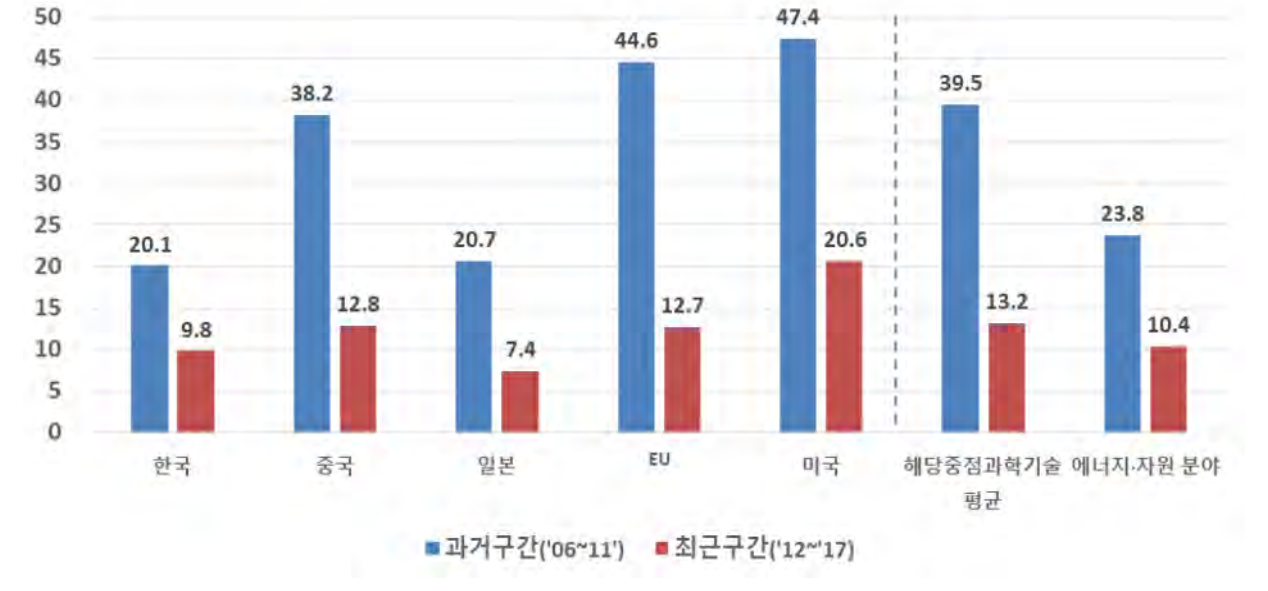


● 수소·연료전지 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

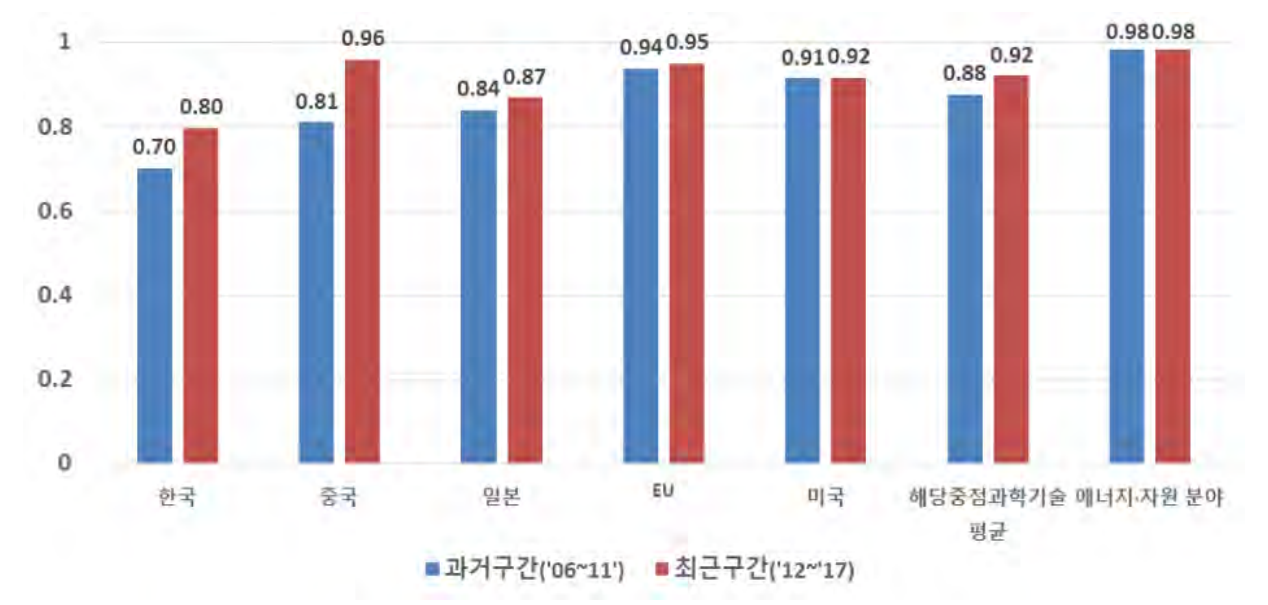
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



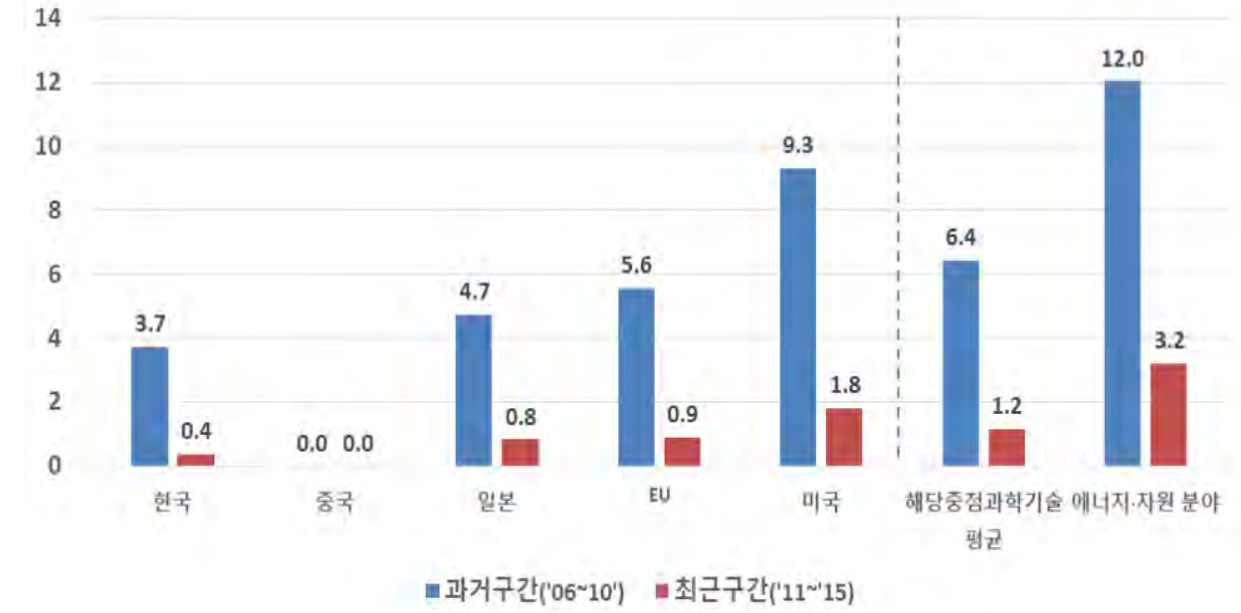
● 수소·연료전지 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



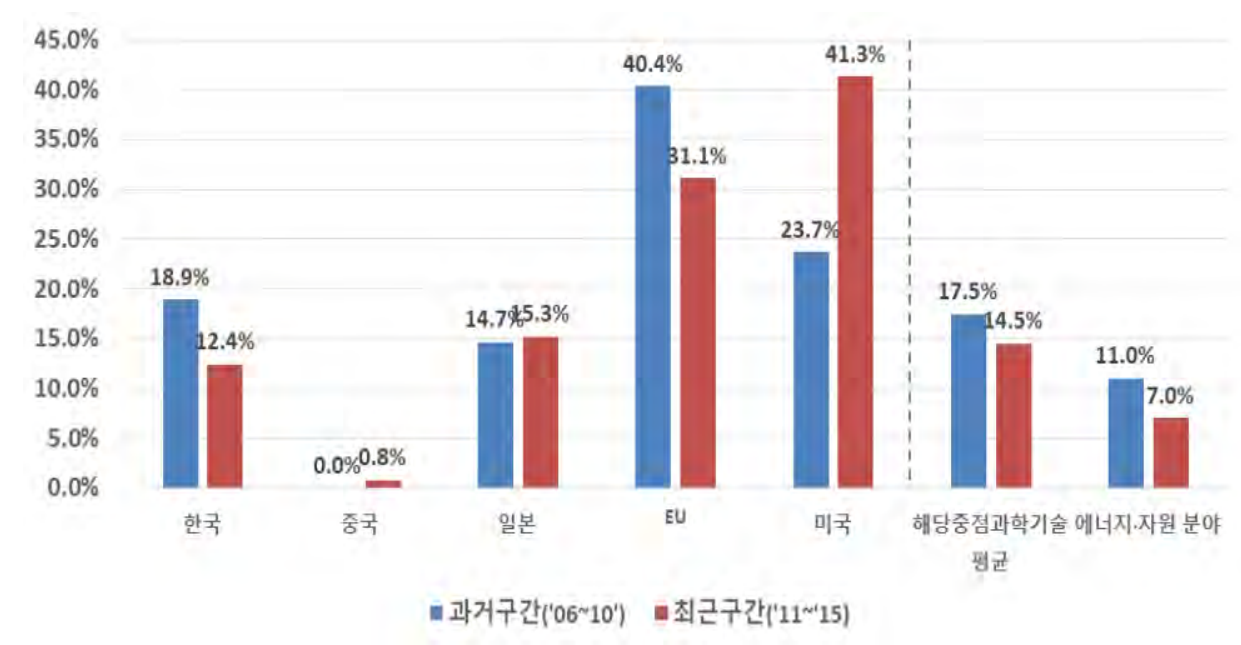
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



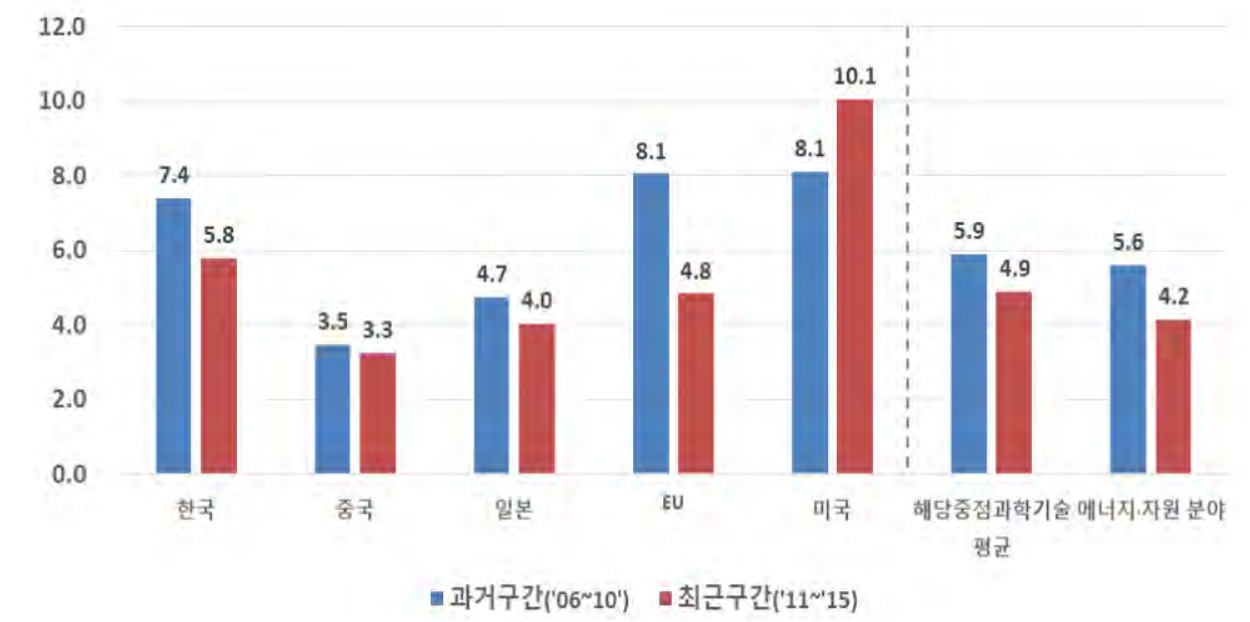
● 수소·연료전지 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 수소·연료전지 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 수소·연료전지 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

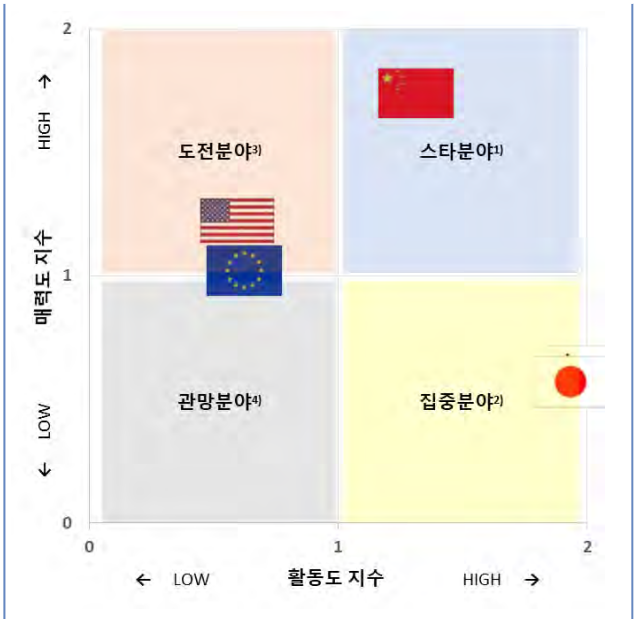
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

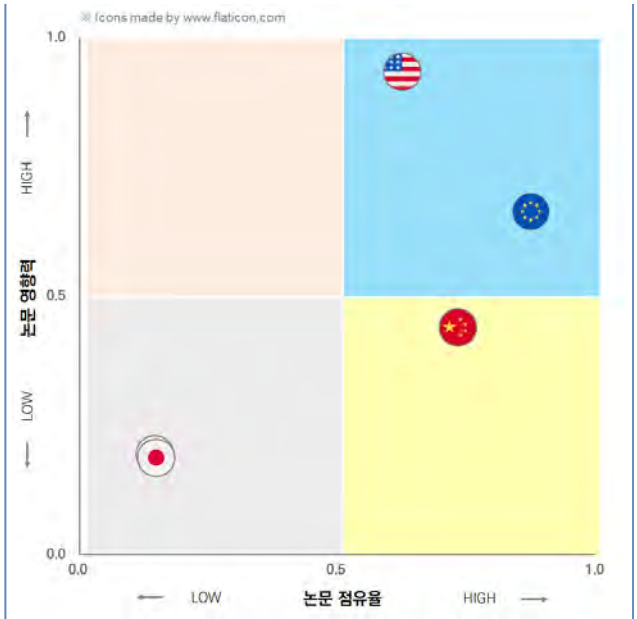
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 수소·연료전지 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

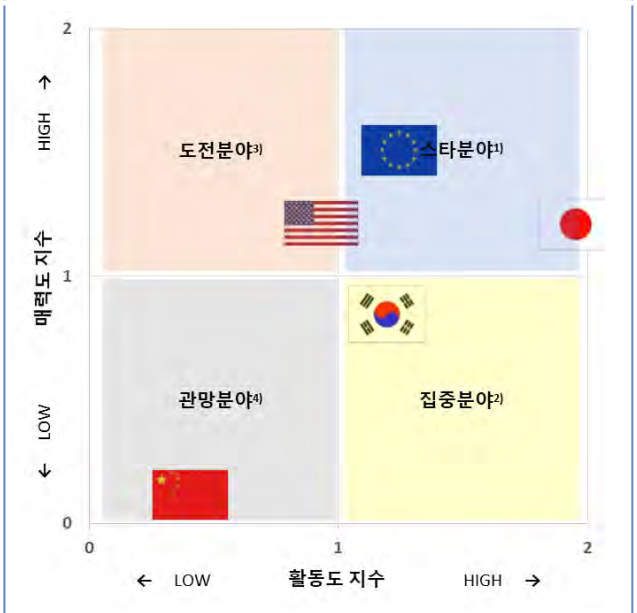


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

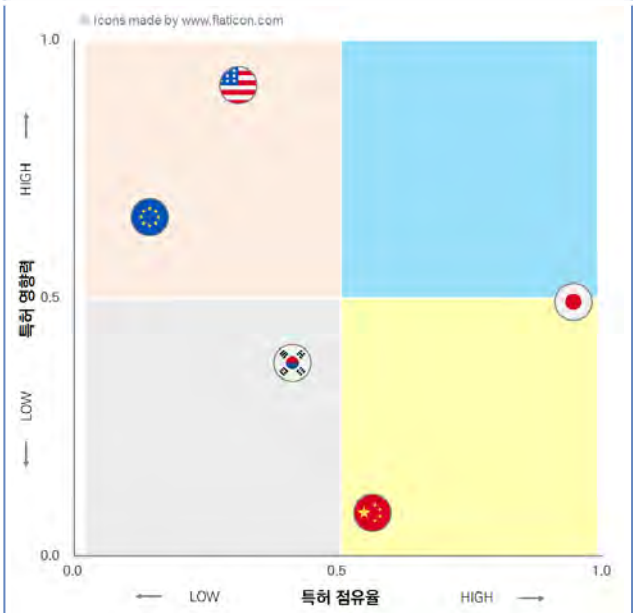
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 수소·연료전지 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 일본의 'KYUSHU UNIVERSITY(0.84%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 'FUEL CELL RESEARCH CENTER'가 5.23%(글로벌 점유율은 0.55%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUSHU UNIVERSITY	일본	7.88%	0.84%	92.31%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	2.25%	0.57%	450.00%
3	FUEL CELL RESEARCH CENTER	한국	5.23%	0.55%	300.00%
4	CLEAN ENERGY RESEARCH CENTER	한국	5.02%	0.53%	100.00%
5	UNIVERSITY OF SOUTH CAROLINA	미국	2.32%	0.53%	-15.38%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	FUEL CELL RESEARCH CENTER	5.23%	0.55%	300.00%
2	CLEAN ENERGY RESEARCH CENTER	5.02%	0.53%	100.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	4.60%	0.49%	-16.67%
4	INSTITUTE OF CHEMICAL PROCESSES	4.60%	0.49%	114.29%
5	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	4.18%	0.44%	22.22%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.25%	0.57%	450.00%
2	CAS KEY LABORATORY OF MATERIALS FOR ENERGY CONVERSION	1.81%	0.46%	150.00%
3	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.73%	0.44%	200.00%
4	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.73%	0.44%	-33.33%
5	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	1.47%	0.38%	-69.23%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUSHU UNIVERSITY	7.88%	0.84%	92.31%
2	KYOTO UNIVERSITY	3.94%	0.42%	-27.27%
3	TOYOTA MOTOR CORPORATION	3.11%	0.33%	50.00%
4	INTERNATIONAL RESEARCH CENTER FOR HYDROGEN ENERGY	2.49%	0.27%	1000.00%
5	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)	2.49%	0.27%	-66.67%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STATE KEY LABORATORY OF MATERIALS-ORIENTED CHEMICAL ENGINEERING	1.61%	0.49%	114.29%
2	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	1.46%	0.44%	133.33%
3	ENERGY RESEARCH INSTITUTE	1.39%	0.42%	750.00%
4	ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI	1.17%	0.35%	-22.22%
5	GERMAN AEROSPACE CENTER (DLR)	1.09%	0.33%	-12.50%

6 미국

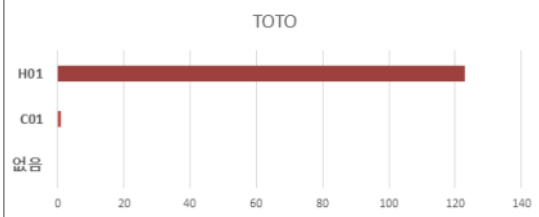
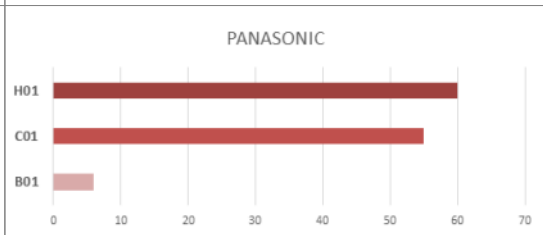
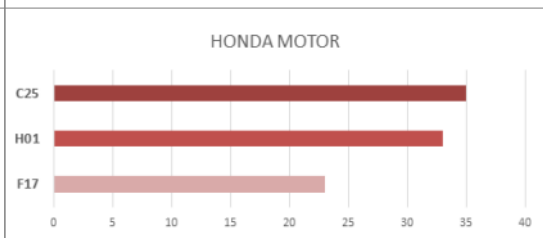
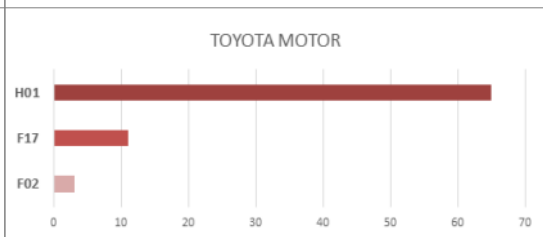
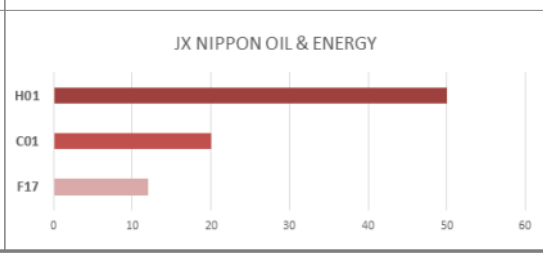
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF SOUTH CAROLINA	2.32%	0.53%	-15.38%
2	NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY	2.32%	0.53%	-40.00%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.22%	0.51%	-64.71%
4	ARGONNE NATIONAL LABORATORY	2.03%	0.46%	-76.47%
5	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.03%	0.46%	-9.09%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'TOTO(2.55%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성SDI'가 7.28%(글로벌 점유율은 1.27%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'TOTO'와 '삼성SDI'는 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

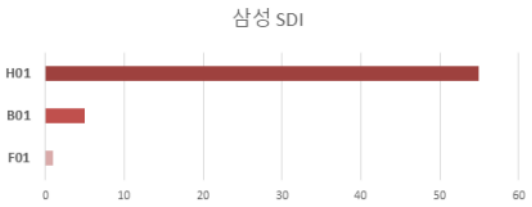
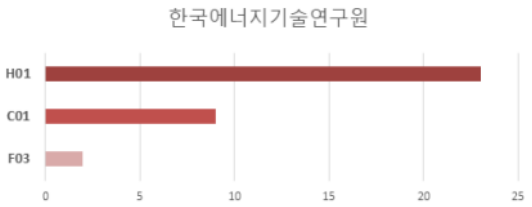
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOTO	일본	6.66%	2.55%	276.92%
2	PANASONIC	일본	6.55%	2.51%	-51.22%
3	HONDA MOTOR	일본	6.39%	2.45%	-60.00%
4	TOYOTA MOTOR	일본	4.94%	1.89%	-73.97%
5	JX NIPPON OIL & ENERGY	일본	4.83%	1.85%	-26.92%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		-	-
2		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
3		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		H01	기본적 전기소자
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
4		H01	기본적 전기소자
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
		F02	연소기관
5		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성 SDI	7.28%	1.27%	-68.09%
2	한국에너지기술연구원	4.93%	0.86%	80.00%
3	현대자동차	3.87%	0.68%	-26.32%
4	삼성전기	3.52%	0.62%	-33.33%
5	두산중공업	3.52%	0.62%	-57.14%

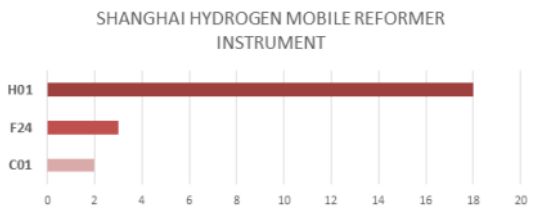
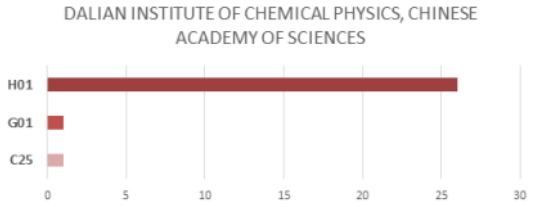
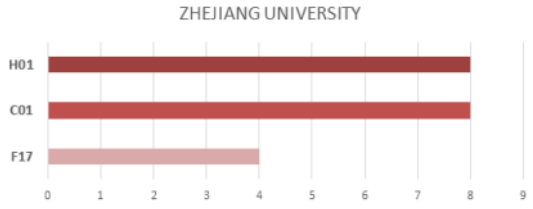
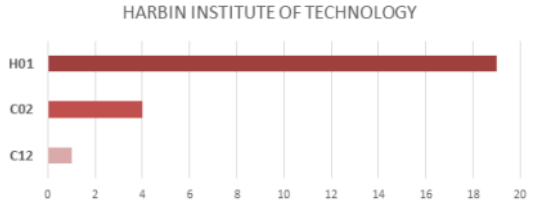
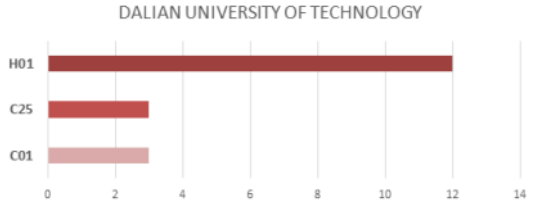
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
2		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		F03	액체용 기계 또는 기관
3		H01	기본적 전기소자
		B60	차량일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
4		H01	기본적 전기소자
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		H01	기본적 전기소자
		B22	주조; 분말야금
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SHANGHAI HYDROGEN MOBILE REFORMER INSTRUMENT	3.10%	0.68%	3200.00%
2	DALIAN INSTITUTE OF CHEMICAL PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	3.10%	0.68%	75.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.91%	0.64%	316.67%
4	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.35%	0.51%	112.50%
5	DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.88%	0.41%	85.71%

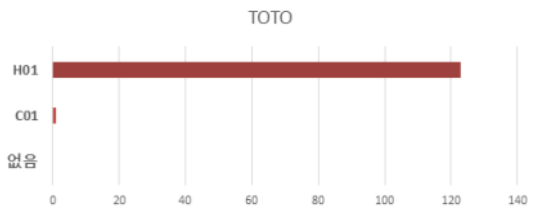
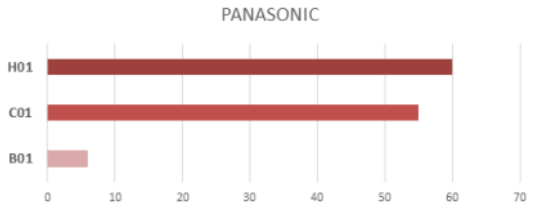
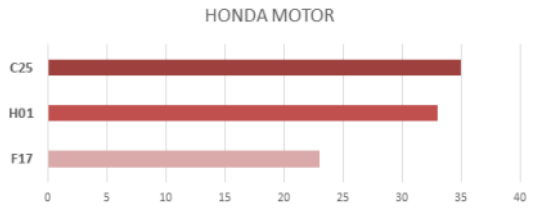
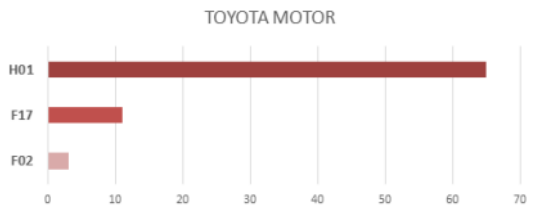
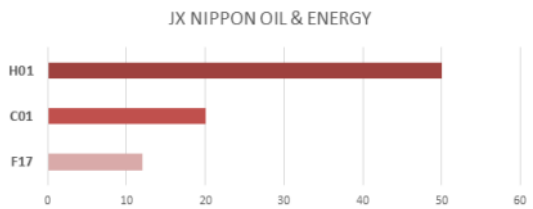
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		C01	무기화학
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
3		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
4		H01	기본적 전기소자
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		H01	기본적 전기소자
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		C01	무기화학

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOTO	6.66%	2.55%	276.92%
2	PANASONIC	6.55%	2.51%	-51.22%
3	HONDA MOTOR	6.39%	2.45%	-60.00%
4	TOYOTA MOTOR	4.94%	1.89%	-73.97%
5	JX NIPPON OIL & ENERGY	4.83%	1.85%	-26.92%

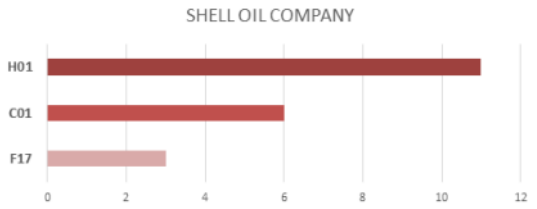
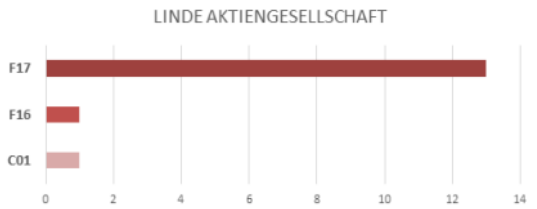
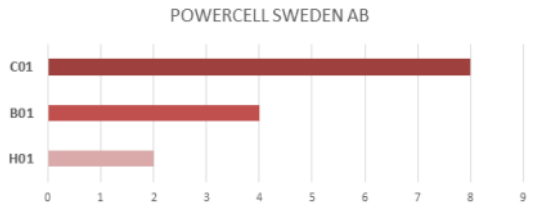
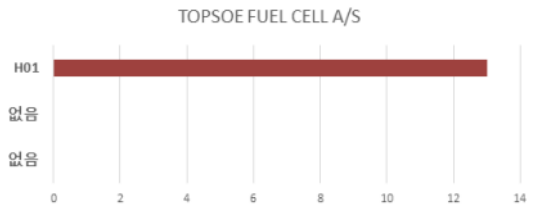
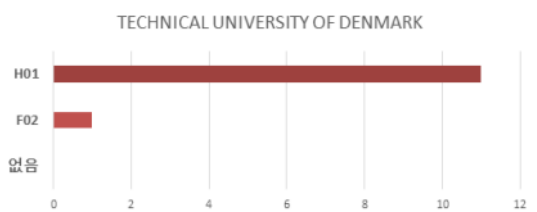
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		-	-
2		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
3		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		H01	기본적 전기소자
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
4		H01	기본적 전기소자
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
		F02	연소기관
5		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SHELL OIL COMPANY	5.17%	0.41%	-18.18%
2	LINDE AKTIENGESELLSCHAFT	4.13%	0.33%	-66.67%
3	POWERCELL SWEDEN AB	3.88%	0.31%	-75.00%
4	TOPSOE FUEL CELL A/S	3.36%	0.27%	-81.82%
5	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	3.10%	0.25%	-90.91%

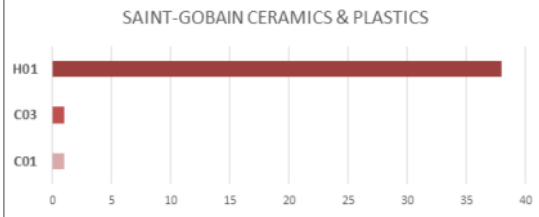
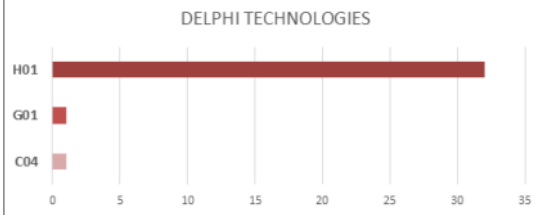
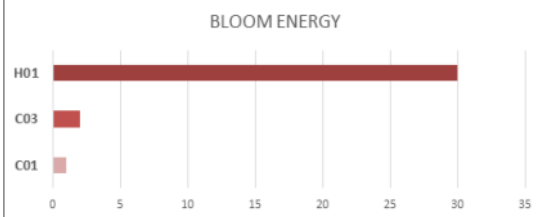
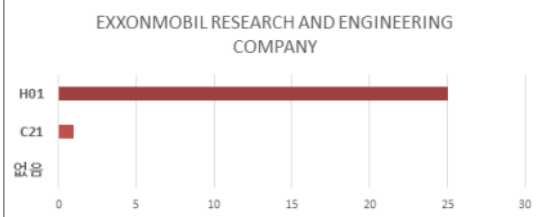
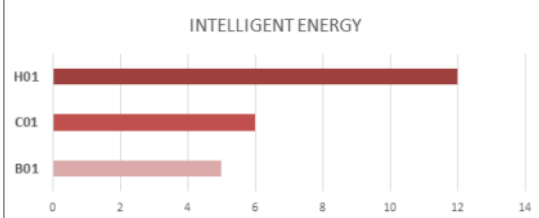
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
2		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		C01	무기화학
3		C01	무기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H01	기본적 전기소자
4		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		F02	연소기관
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS	5.71%	0.82%	-26.09%
2	DELPHI TECHNOLOGIES	4.85%	0.70%	-86.67%
3	BLOOM ENERGY	4.85%	0.70%	42.86%
4	EXXONMOBIL RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY	3.71%	0.53%	2500.00%
5	INTELLIGENT ENERGY	3.42%	0.49%	142.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		C03	유리; 광물 또는 슬래그울(Slag Wool)
		C01	무기화학
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
3		H01	기본적 전기소자
		C03	유리; 광물 또는 슬래그울(Slag Wool)
		C01	무기화학
4		H01	기본적 전기소자
		C21	철 야금
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		C01	무기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

84 해양에너지 기술



84 해양에너지 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 해양에서 나타나는 물리적 현상(조석, 조류, 파랑, 해수 온도차 등)이 가진 위치에너지 및 운동에너지를 기계적 에너지로 변환하고 이를 그대로 사용하거나 다시 전기 에너지로 변환하여 전력을 생산하는 시스템 엔지니어링 및 제작 기술
- ☑ 해양에너지 실용화 촉진을 위한 실해역 실증, 성능시험 및 관련 인프라 조성기술
- ☑ 해양에너지 보급 확대를 위한 해양에너지 발전단지 설계 및 조성기술
- ☑ 해양에너지 효율성 및 활용도 제고를 위한 해양에너지 복합(하이브리드) 발전시스템 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

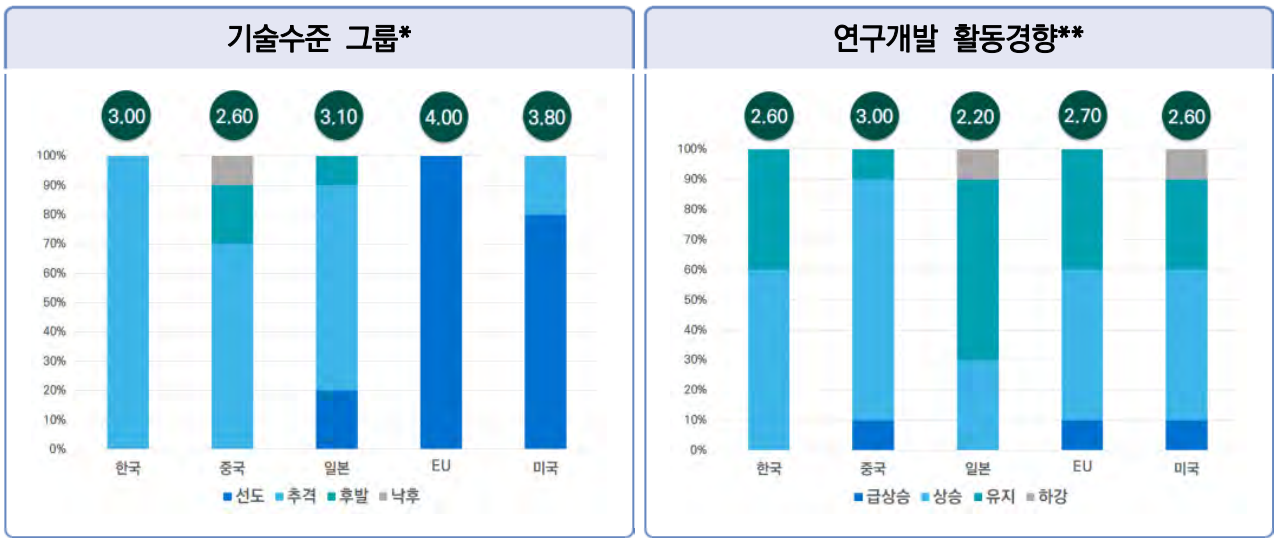
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	81.5	4.3	추격	우수	우수	상승
중국	71.5	5.5	추격	보통	보통	상승
일본	86.5	4.0	추격	우수	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	93.5	1.8	선도	우수	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	4.3	81.5	80.0	85.0	2.4	4.3	3.0	5.0	2.1
중국	72.5	5.5	71.5	70.0	75.0	5.4	5.5	5.0	6.0	2.0
일본	84.5	4.0	86.5	80.0	89.0	4.5	4.0	2.0	4.0	2.3
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
미국	93.5	1.8	93.5	92.0	95.0	1.9	1.8	1.0	2.0	0.9

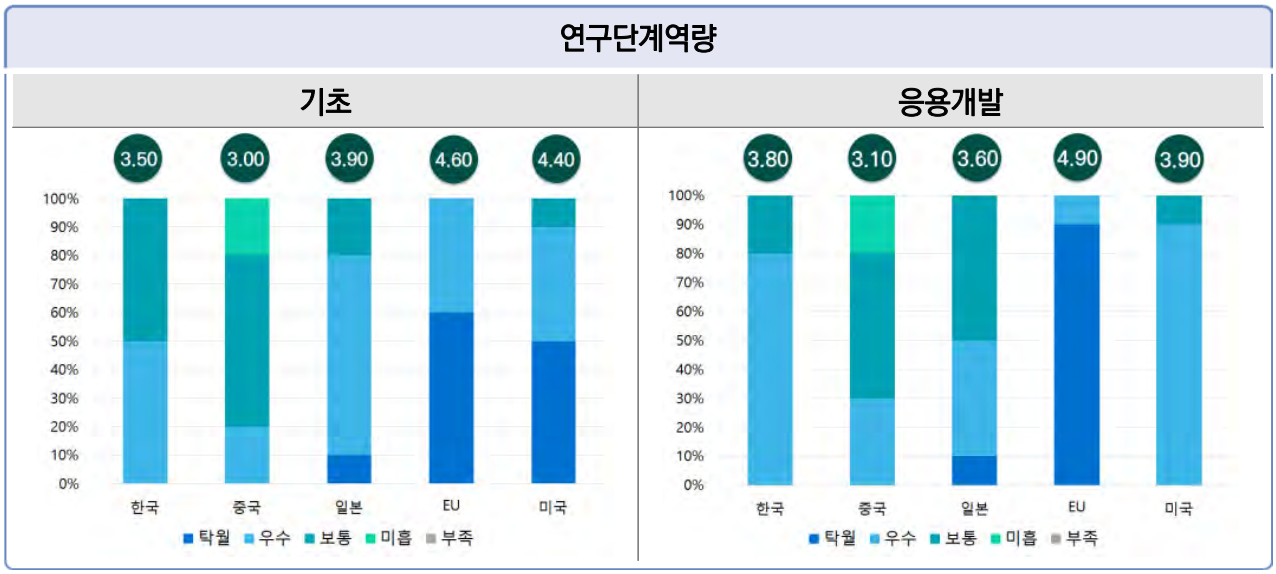
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (81.5%)	• 300kW급 부유식 진자형 파력발전장치 실증 준비(설치단계) • 500kW급 진동수주형 파력발전장치 실증 운용 중 • 파력 및 조류발전 실 해역 시험장 구축 중, 파력발전 시험장 2019년 완료 • 200kW 능동제어형 수평축 조류발전 지지구조물 설치 성공 후 2018년 하반기 터빈 설치 예정 • 2016년까지 조류, 파력, 온도차 등에서 실증연구 이후 추가적인 후속 실증 및 도서지역 에너지공급 및 복합발전 등으로 확대연구 진행. 다만, 유럽의 대기업과 미국의 연구소/대학 등과 같은 체계적인 기술개발 로드맵 수립 필요 • 신개념 시스템의 도출, 설계를 위해 해석기술 체계화/고도화, 장기 실 해역 시험을 통한 실증데이터 확보 등 필요 • 선진사례를 참고로 급속 기술적 완성도 향상 중 • 최근 조력 및 조류 발전에 대한 기술 개발이 정체되어 있으나, 새로운 발전 기술인 염분차 발전에 대한 세계 최고 수준의 기술 확보와 파력 발전의 기술 수준 증대에 따라 전년 대비 기술 수준 상승 • 분야별 약간씩 차이는 있으나 현재 준상용화단계에 진입 • 저변확대 필요(특히 설계업체 육성 필요) • 해수온도차발전과 냉난방이용 기술수준이 선진국과 대등한 수준으로 진입 중 • 조력발전의 선도국이며, 조류발전, 파력발전 및 해수온도차 분야에서 실증연구가 진행 중으로, 능동제어형 조류발전, 진동수주형 파력발전, 하이브리드 해수온도차 발전 등에서 선도국 수준의 기술력 확보
중국 (71.5%)	• 파력 및 조류발전 시험장 구축 진행 (Zhoushan, Wanshan) • 100kW급 파력발전장치 설치 • 120kW급 조류발전 터빈 실증 • 파력, 조류 등에 대한 각종 실증연구 다수 수행. 또한, 대련대, 상해교통대 등에서 많은 논문 투고하나 대학의 학술적 연구, 연구소의 실증연구, 기업의 상용화 연구 등이 조화를 맞추지 못하고 별도로 진행 • 싱가포르, 대만 등의 중화권도 활발한 연구개발이 이루어지고 있어 추후 성장전망은 매우 큼 • 분야 전반에 대해 주로 대학 수준에서 활발한 기초연구 다수 진행 • 파력 발전을 중심으로 중국 국가연구소의 지속적인 투자 확대 • 중장기 개발계획 수립(13차 5개년 계획) • 기술개발투자 확대 및 상용화 기반 구축 • 해양에너지별 전문기관이 기초연구 및 파일럿 실험 중이며, 선도 그룹의 발전 속도에 비해 빠른 속도로 추격 • 선도국 유망기술의 모방형 연구를 중심으로 기술개발 진행 중
일본 (86.5%)	• 100kW급 부유식 조류발전 실증 중, 2MW급 발전장치로 개선 예정 • 소형 부유식 파력발전장치 실증 진행 중, 1.2MW급 파력발전장치로 개선 예정 • Kawasaki 중공업에서 개발된 조류발전 터빈을 영국 EMEC(European Marine Energy Center)에서 실증 중

국가 (기술수준)	판단근거
	• 복합발전(부유식 해상풍력) 중심의 연구와 실증이 활발하게 수행, 소형 파력발전과 조류발전에도 투자 • 부유식 해양플랜트 기술 개발의 실증을 통한 미래 해양에너지 분야의 선도 그룹 진입을 추진 중 • 상용화 진입을 위한 기술개발 투자 확대 주변기술에 강점 보유 • 해류발전 분야에서 다양한 기술을 일부 실증 진행 중 • 해양에너지 개발 및 이용을 위한 연구개발 지속. 1980년대 및 2000년대 연구경험 바탕으로 실용화를 위한 기초연구 및 실증실험 지속 • 해수온도차 기술도 선도국에 근접한 기술력 보유
EU (100%)	• EMEC 중심으로 1MW급 부유식 파력발전장치(Wello Penguin) 실증 시험 진행 • 1MW급 파력발전장치 (Wavestar) 상용운전 추진(2020년) • 파력 및 조류 실 해역 시험장 운용으로 가장 앞선 기술력 보유하고 상용화에 근접 • 지속적인 정부 투자와 관심을 바탕으로 연구개발 및 실증연구 수행 • 세계 최초의 조류발전 상업단지인 Meygen 398mw 착수하여 PHASE 1A(1.5MW * 4기) 설치 완료 후 6GWh 이상 상용 발전 성공 • 영국을 중심으로 기술 선도. EU의 Horizon 2020로 스페인, 영국, 프랑스 등에서 세계적 수준의 과제 진행, Voith, Altantis, Andritz, Giemens 등의 대기업과 Wello Oy.(Fortum)과 같은 기술 중심 기업들이 각종 프로젝트 진행 • 또한, EMEC, BIMEP, SEM-REV등의 각종 실증 인프라도 선도적으로 구축운용하고 있어 가장 선도적인 기술 보유 • 해양에너지(파력, 조류) 관련 실 해역 성능평가 사례가 가장 많고, 국가 차원의 제도적 지원, 펀딩의 확보 등에서 선도적 활동 • 다양한 분야의 실증시험장을 운영 • IEC 활동을 통한 국제표준화 선도 • EU차원의 중장기 계획 속에 회원국들이 각기 다양한 해양에너지에 대한 원천기초 연구개발을 심화하고 학술 교류하면서, 상용화를 위한 통합 실 해역 실증실험을 선도 • 영국은 조류발전 및 파력발전 분야의 최고기술 선도국으로 특히 조류발전 분야에서 상용기술 확보
미국 (93.5%)	• 다양한 해양에너지 시험장 구축(WETS, NETS, SETS 등) • 부유식 파력발전장치 실증 시험 진행(10kW), 다수 해양에너지 발전장치 실증 계획 중 (CPT, NEWI, Verdant Power) • DOE 지원으로 Sandia National Lab, National Renewable Energy Lab., Pacific Marine Energy Center(U. of washington)등의 국가연구소와 대학을 중심으로 기술개발을 추진하여 유럽에 근접하는 수준의 기술개발 진행 • 조선, 해양구조물 설계 경험을 바탕으로 해양에너지 개발 관련 기반설계기술 확보. 특히 부유식 해상풍력 설계 기술에 우위를 보임 • 2030년까지 GW급 해상풍력 단지 조성 및 2050년까지 파력 발전 보급량을 7%까지 확대 계획 • IEC 활동을 통한 국제표준화 선도 • 미국 해역별 적정 해양에너지 개발 및 이용을 위한 연구개발을 지속하고 있으며, 1980년대 및 2000년대 연구 성과를 바탕으로 상용화 시기 도래 시 실용화하기 위한 검토 지속

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 해양에너지 관련 정부 주도의 오랜 연구 추진으로 실증까지의 성과 확보 가능 • 파력 및 조류발전 실 해역 시험장 구축 추진으로 관련 기반 인프라 마련 중 • 시화 조력발전 등 상용화가 달성된 부문이 있으며, 2016년 500kW 고정식 파력발전장치의 준공, 2018년부터 부유식 파력발전장치의 실 해역 성능평가 착수되고, 1MW 능동형 조류발전장치 개발 등이 진행되어 실 해역에서의 경험 축적 • 현재 부유식 해상풍력, 파력-풍력 복합발전 등의 연구개발 본격화 중 • 정부의 과감한 투자로 다수의 실증연구가 이루어져 기술수준이 향상됨 • 에너지원들 간의 연계성이 큰 파력과 풍력의 복합발전분야 기술개발성과가 있으며, 추후 경제성 확보를 위해 필요한 분야 • KIOST, KRISO 등을 중심으로 대형 실증사업 및 실 해역 시험장 구축사업 추진 중 • 해양수산부에서 해양에너지 2030 실행계획을 발표하여 정책적으로 지원 강화 • 학연에 전문 인력 유지 연구소 중심으로 개별적 실 해역 실험 및 실증기반 구축 중 • 관련기업의 기술력 미흡	• 전력요금 보조를 위한 산업 유인책 미흡(조류발전만 REC 존재) • 해양에너지 상용화를 목적으로 해 기초연구에 대한 투자 미흡 및 인력 확보 어려움 • 해양에너지 실 해역 시험장 등 기반을 토대로 단위모듈형태로 개발된 장치의 성능평가가 진행 중 • 대규모 해양에너지 단지 조정을 위한 기획연구 진행 중 • 대규모 실증위주의 사업에 치중하여 신개념, 설계/해석 기술수준 답보 • 장기 실증지원체계가 부재하여 실증데이터 확보와 후속기술개발이 이루어지지 못함. 이러한 상황은 제한된 연구비의 실증지원으로 이어져, 새로운 개념의 도출과 비교검토의 기회를 제한시키는 요인이 됨 • 터빈 제작 상용화 기술 부족 • RPS REC 상향 필요 • 정부 지원책 및 추가 상용화 연구 대폭 투자 필요 • 해양에너지 산업이 성숙하지 않아 관련 공급망 부족 • 실증시험 시 민원 문제 등으로 인하여 연구개발 지연 • 인프라 미흡 • 일부 해양에너지는 저밀도 및 변동성으로 자국 내 상용화가 충분하지는 않은 상황으로 기술 확보에 치중 및 해외 진출 모색
중국	• 다양한 형태의 해양에너지 장치 연구개발 추진 • 파력 및 조류발전 실 해역 시험장 구축 추진으로 관련 기반 인프라 마련 중 • 다양한 해양에너지 장치에 대한 개념정립 단계의 연구개발 진행 중 • 주로 대학 단위에서의 소규모 연구가 대부분이나 인력이 비교적 많아 잠재력이 높음 • 해양에너지 실 해역 시험장 구축 계획 보유 • 정부의 과감한 투자로 실증연구 다수 수행 • 상용화 지원을 위한 기술표준화작업이 IEC TC114 문서의 채택을 통해 진행 • 조류발전 연구 초기 단계 • 절강대학을 비롯하여 여러 대학에서 해양에너지 시스템에 대한 연구개발 및 실증사업 추진 중	• 상용화 촉진, 산업 활성화를 위한 연계 제도 미흡 • 기본적으로 타 기술 선진국에 비해 개발단계는 낮다고 평가될 수 있으나, 기존 개발된 선도국 장치 모방, 답습을 통해 기술 성장 속도는 빠를 것으로 예상 • 실증연구와 대학위주 기술개발이 연계되지 못함 • 효과적인 투자계획 및 예산분배가 이루어지지 않음 • 민간위주가 아닌 정부주도의 기술개발의 한계로 추정 • 기초원천기술 개발 부족 • 전문 인력 및 인프라 미흡 • 창의적 연구 미흡

국가	강점분야	기타
	• 파력, 조류, 온도차 등의 기술 확보를 위한 기초연구 및 파일럿 테스트 실험 중 • 대학 및 연구소 중심으로 개별적 실 해역 파일럿 실험 및 기반 구축 중	
일본	• 정부 주도로 오랫동안 해양에너지 관련 연구 추진하여 다양한 실증성과 확보 중 • 기초 연구관련 오랜 연구경험 보유 • 1980년대 파력발전에 대한 본격적인 연구를 추진하고 실 해역 실증까지의 경험을 확보하는 등 선도적 위치 차지, 2000년대 이후 파력, 조류 및 해류발전에 대한 대학 단위의 연구개발과 소규모 실증 추진 • 후쿠시마 사고 이후, 해양에너지에 대한 사회적 수요에 맞추어 후쿠시마 부유식 해상풍력, 나가사키 고토 부유식 해상풍력 등 본격적인 해양에너지 실증을 추진하여 수준 높은 경험치와 기술 축적 중 • 해양에너지 분야의 오랜 전통과 최고 수준 기술력 보유, 해양에너지에 대한 관심 높음 • 개발된 터빈의 EMEC에서 실증 중 • 풍부한 조류자원 및 연구 인프라 • 쿠로시오해류를 이용한 해류발전 실증사업 진행 중 • 해수열(냉난방)은 실용화 보급 중 • 대학, 연구소 또는 기업이 개별적 실 해역 실증실험 기반 구축	• 오랫동안 해양에너지 연구를 추진해 왔으나 산업 유인책 부족 • 최근 해양에너지 관련 투자가 정체됨 • 현재 시범적으로 추진된 코토 부유식 해상풍력은 연이은 추가 설치를 계획하고 있으며, 이를 기반으로 해양에너지 관련 기술의 확장 예상 • 부유식 풍력분야의 연구를 우선진행하고 있고, 이에, 파력, 조류, 온도차 등의 분야에서는 활발한 연구가 되고 있지 않음 • 해양에너지 시스템의 높은 LCOE로 인하여 연구개발투자 약화 • 일부 해양에너지 저밀도 및 변동성으로 자국 내 상용화가 충분하지는 않은 상황으로 기술 확보에 치중 및 해외 진출 모색
EU	• 해양에너지 관련 정부 주도의 다양한 산업 유인책 마련(전력요금 보조 등) • 정부의 지원을 바탕으로 해양에너지 관련 기업 등장 및 해양에너지 관련 인력 확대 • 오래전부터 해양에너지 실증 시험장 구축하여 다양한 파력 및 조류발전장치 시험 경험 보유 • 영국을 중심으로 덴마크, 아일랜드, 독일 등 EU 각국에서 파력, 조류발전의 활발한 개발과 실 해역 성능평가가 진행되어 학습된 경험을 바탕으로 기술 선도 • 영국의 WaveHub 및 EMEC, 스페인 Bimap, 프랑스 SEM-REV 등 다수의 파력발전 및 조류발전실 해역 시험장 확보로 상용화 기반이 구축됨 • Atlantis, DCNS, Wello oy., Voith 등의 해양에너지 분야 기업의 기술개발 매우 활발 • 조류발전 발전 지원금 정책 우수 터빈 개발사 다수(8개사 이상) 대규모 상업용 조류발전 개발	• 다수의 파력, 조류 등의 실 해역 실증시험을 지속적으로 추진하여 기술적 리스크를 경감하고 실전 경험을 축적하고 현재 준상용화 단계의 장치를 상용화로 견인 • 조류분야는 사업화를 위한 단계가 착수됨 • 파력분야는 EC의 지원 하에 여러 프로젝트진행 중 • 상용화 수준에 도달하고 있으나 아직 신뢰성 및 경제성 제고 필요 • 단지개발을 위한 환경분야 연구 진행 중

국가	강점분야	기타
	기착수 • MeyGen 상용화 조류발전단지 운영 중 • 신뢰성 고도화 및 TRL 단계별 연구 및 실험시설을 지원하는 프로그램 운영 중 • 공동 실 해역 실증실험 기반(EMEC) 구축 및 운영 표준화 및 인증체계 추진 • 단위기 개발에서 단지개발로 기술개발 방향 전환(상용화에 근접) • 기술표준화 등 인증분야 선도	
미국	• 해양에너지 관련 정부 주도의 다양한 산업 유인책 마련(전력요금 보조 등) • 최근 해양에너지 연구 활동 투자를 강화하고 관련 연구 활동 촉진 중 • 해양에너지 관련 다양한 정부 연구소 존재(NREL, SNL, PNNL, ORNL) • 다양한 형태의 해양에너지 시험장 구축·운용 • 대규모 조선해양플랜트 설계에 대한 경험과 기술적 노하우를 집약하고 있어 해양에너지 관련 장치의 설계와 제작, 시공기술 선도 • 부유식 해상풍력 구조물, 복합발전 구조물의 설계는 기존 확보된 해양플랜트 설계기술을 바탕으로 기술적 우위 선점 • 인프라(PMEC, WETS) 구축 중 • 해양에너지 시스템에 대한 실증시험장을 하와이, 워싱턴 주 등에서 운영 중 • 여러 국립연구소에서 해양에너지 기초연구를 활발히 진행 중 • DOE에서 해양에너지 시스템에 대한 연구개발을 지속적으로 지원 • 파력, 온도차 등의 기술을 상용화하기 위한 실증실험 추진 • 대학, 연구소 또는 기업이 개별적 실 해역 실증실험 기반구축 • 세계 최고수준의 기술 잠재력 • 기술개발을 위한 산학연관의 유기적 역할 분담 및 효율적 추진체계 운영	• EU 대비 해양에너지 관련 연구인원 배출 부족 • EU 대비 파력 및 조류에 대한 개발, 실 해역 성능평가는 상대적으로 부족 • 민간 기업들의 활발한 활동은 미진함 • 실증경험은 유럽에 비해 다소 부족 • 상용화 시도를 하고 있으나 아직 신뢰성 및 경제성 제고 필요 • 시장 형성 미흡 • 신재생에너지에 관한 관심 부족 • 해양에너지 세부기술별로 기술수준이 차이가 크므로 세부기술별 기술동향 평가 필요 • 소규모 상용 발전 이후 추가 사업 없음 • 기술개발에 대한 투자 다소 감소

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	4위	1위	3위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 해양에너지 관련 연구기관, 산업체들이 교류할 수 있는 기회를 확대하여 국내 해양에너지 분야의 산학연 체제를 확대하고, 관련 체제로부터 해양에너지 정책에 관한 의견 수렴 추진 • 조류발전의 성공적인 사업화를 위해서는 발전사, 터빈 제작사 및 건설사의 컨소시엄 구성 • 각종 부품업체, 건설 협력사, 유지보수 장비 제작사 및 대학과 정부출연 연구소 등의 협력 관계 촉진 • 해양에너지 관련 개발은 대규모 자금 및 협력이 요구되는 바, 중심기구(예: 사업단) 구성을 통해 전체가 협력할 수 있도록 촉진책 마련 필요 • 해양에너지와 관련하여 연구소와 대학의 경우 기초부터 다양한 연구를 수행하고 있으나 산업계에서의 참여가 부족하므로 다양한 인센티브제도 등을 도입하여 산업계와의 협력 추진 • 부품소재 및 단위장치에 대한 연구개발을 산업부가 지원 및 육성하고, 시스템 통합 및 실해역 성능평가, 해양환경 및 수산인 수용력 향상은 해수부가 종합하는 협력 강화. 이러한 R&D 및 시범사업을 산학연관 협력 속에 추진하고, 산업부의 신재생에너지 지원 사업으로 보급 확산되도록 추진체계화 • 산학연의 유기적인 역할 분담 및 협력체계 구축이 필요하며, 특히 중소기업 중심의 해양에너지 산업계의 기술개발 인프라 및 인력 부재를 감안하여, 산업계와 학연기관의 컨소시엄에 의한 단계적 기술개발을 촉진하는 R&D 프로그램의 신설 필요
국제협력 촉진	• 조류발전 조기 상용화를 위해 EU 선진사들과의 터빈 공동연구를 통해 터빈 국산화를 우선적으로 추진하여 터빈 기술 격차의 조속한 해소와 국내외 조류발전 시장 공동 개발 및 선점 • 해양에너지 국제표준화 활동(IEC TC114, OES 등) 지원 • 우리나라는 조선, 해양토목, ICT 등의 기술적 우위를 바탕으로 시장 선점을 위해 서구와 경쟁하고 있으므로 학술적, 연구적 차원에서의 국제 협력이 실질적으로 가능할 것 • 해양에너지 분야 국제공동연구 과제, 특히 TRL 5 이상의 실증 위주 국제공동연구 발굴 및 확대를 통해 실질적인 상용화를 위한 국제 협력 필요 • 국제협력은 필요하나 선진국에선 대부분의 핵심기술 및 주변기술에 대한 보호가 철저하여 실질적 협력이 어려움. 오히려 후진국(동남아 등)에서 기술공여 요청이 있는 상태 • 해양에너지 개발 희망국들은 다른 자원량과 변동성을 가지고 있고, 기술 보유국들도 다른 강점의 특화기술을 보유하고 있으므로 해역에 적합한 기술의 조합 및 적용이 실용화를 위한 첩경이 될 수 있어 대승적 협력을 위한 교류 및 교환 플랫폼 필요. 특히, 특정 국가나 해역에서의 지속가능개발목표(SDGs) 달성을 위하여 융복합 적용하는 협력 체계의 강화와 비영리 협조 체계의 추진 필요
인력양성 및 유치	• 해양에너지의 연구 및 산업 발달을 위해서는 인력의 양성이 필수적이나 제한된 연구비와 산업의 발달로 관련 인력이 부족하고 연구와 산업의 발달이 촉진되지 못하고 있음. 학교를 중심으로 인력양성을 추진하고, 해양에너지 관련 기업의 인력채용에 인센티브 지급 필요 • 조류발전 사업화를 위한 해수부의 해양에너지 인력양성사업 추가 확대 및 조선 해양, 토목, 기계, 전기 등의 전공자들이 터빈, 지지구조, 부품, 발전기 및 전력 계통 등의 원천 기술

	정책제언
	개발을 할 수 있는 인력 양성 • 다학제생을 위한 해양에너지 단기 교육프로그램과정 신설(해양환경, 에너지원별 발전원리, 설계SW교육, 금융, 창업교육, 사회수용성 등) 후 교육 및 실습 • 해양에너지 산업이 본격화 되지 못한 상황에서 인력양성은 한계가 있음. 현재는 연구기관 중심으로 관련 인력의 기술력 향상이 추진되고 있는 바, 기술개발 단계의 진전과 함께 시장의 형성 시기가 도래하면 본격적인 인력 양성을 위한 정부 정책 마련 필요 • 현재 해양에너지 전문 인력 양성은 여러 지원프로그램으로 운영되고 이를 통하여 적지 않은 수의 인력이 양성되고 있지만, 이러한 인력을 요구하는 산업계 부족. 또한 연구소의 경우 비정규직 정규직화와 관련하여 신규 인력채용 경로가 매우 좁으므로 인력양성과 함께 산업 육성 필요 • 해양에너지 산업은 장치 및 시스템의 개발과 제조, 설치 및 보수유지 서비스, 에너지 생산 및 관리 고도화 서비스 등에서 가능할 것이므로 산업 수요를 고려한 인력 양성 및 연구개발과 실증 과정에 참여하여 취업 또는 창업이 가능하도록 인력을 양성하면서 직업 매력도를 유도해 나가는 육성 전략 필요
인프라 구축	• 해양수산부에서 조류발전 4.5MW급 테스트베드 구축 사업이 진행 중이므로, 조류발전 인프라는 몇 년 안에 확보될 전망 • 각 에너지원별 실증 인프라 구축 지원 및 운영 지원 • 민간기업의 실증 인프라 활용 시 인센티브 제공 • 해양에너지 관련 기술개발은 실 해역에서의 실증을 통한 성능 입증이 매우 중요하며 이때 해양송전 케이블이 포설될 실 해역 실증 인프라의 확보가 매우 중요함. 현재, 마련된 파력발전, 조류발전 등의 실 해역 시험장 인프라가 제 기능을 유지할 수 있도록 연구비 혹은 사업비의 지속적인 지원 필요 • TRL 6 이상의 해양 플랜트 실증 사업 추진을 통한 인프라 구축 및 해양에너지 통합 실증 플랫폼 구축을 통해 플러그 인 타입의 육해상 에너지 복합발전 기술 실증 및 인증 필요 • 해양에너지 기술개발에 필수적인 모형시험 시설 및 실 해역 실증시험장 구축
법·제도 개선	• 해양에너지의 실증, 보급사업 등을 추진하기 위하여 인허가 등이 필수적이나 복합하고 다양한 인허가의 과정으로 인해 소규모 기업이 해양에너지 개발을 추진하는데 걸림돌이 많음. 해양에너지 개발 관련 인허가 절차 간소화 필요 • 현재 조류발전 RPS REC는 2.0으로 현재 수준에서는 조류발전 사업의 경제성 확보가 어려움. 세계 최초의 조류발전 상용 단지인 Meygen Project를 추진하는 영국처럼 사업 초기에는 REC를 3.0~3.5로 상향 적용하고 5년마다 REC를 하향 조정하는 정책이 우선시되어야 함 • MSP(해양공간계획)내 해양에너지 분야 확대 및 적극적 공간 확보, MSP를 효과적인 추진 확대추진을 위해 범부처화 • 해양에너지 관련 기술개발에서 특히 실 해역 성능평가에 있어서는 공유수면 점사용 허가 등 해역을 활용에 따른 민원 등이 장애요인으로 작용. 해양에너지 관련 해역의 지정 또는 공유수면 점사용 허가 완화 등 해역이용의 장애를 해소할 수 있는 법제도의 개선 필요. 또한, 당분간 기술개발이 완료단계에 이른 해양에너지에 대한 발전 차액 보전 방안을 강구하여 상대적으로 고비용이 소요되는 해양에너지 발전 비용을 보전하는 정책 필요 • 해양에너지 기술에 대한 신재생에너지 가중치 조정. 새로운 해양에너지기술 (예, 염분차발전, 해수이용 배터리 등)에 대한 신재생에너지 SMP 및 REC 적용 적극 검토를 통해 국가 신재생에너

	정책제언
	지 보급률 확대 방안 모색 • 해양에너지는 해상풍력과 같이 여러 이해관계자간의 협의가 필요한 해양공간을 이용하는 분야로 관련 법제도가 매우 복잡하게 얽혀 있음. 따라서 실증뿐만 아니라 상용단지를 구축하는 데에도 적지 않은 비기술적 장애요인이 많이 있고, 이러한 문제를 해결할 수 있도록 관련 법제도 개선 필요 • 상용화뿐 아니라 연구개발 및 실증실험을 위한 추진과정에서도 해역이용에 대한 갈등이 발생하고 있으며, 실용화 사업 추진에는 기존 이용자 및 신규 희망자 간의 갈등이 격화될 수 있으므로 다양한 이해관계자가 공동 이용할 수 있는 공유수면의 지정이 필요하며, 해양에너지 이용의 수혜가 개발자 뿐 아니라 지역 주민에게도 공유되는 수용성 향상 제도 필요 • 해역이용협의 등 주민수용성 관련 제도와 해양공간이용계획 등 국가적 해양개발 관련 법령에 해양에너지 기술의 실 해역 실증 및 보급 확산을 촉진할 수 있도록 개선
연구비 확대	• 해당 분야는 파력, 조류, 온도차, 조력 등 여러 에너지원으로 분류됨에도 불구하고 해양에너지로 묶여있어 다른 발전원에 비하여 연구비가 나뉘게 되어 실질적으로 에너지원별로 낮은 수준의 연구비 투자가 이루어짐. 해양에너지원별로 구분해 보다 큰 규모의 연구비 투자 필요 • 현재 국내에서 개발되는 조류발전 터빈은 200kw급 한 기이며, 유럽의 기 개발된 7~9개의 터빈사와의 경쟁이 어려움. 다양한 터빈 개발 및 지지구조 개발을 위한 연구비의 대폭 확충 필요 • 해양에너지 분야는 상용화 이전에 추가적인 기술개발이 필요한 분야로서, 기존에 비행 성능(가격)을 개선한 신개념 시스템 개발 및 실증 추진, 설계를 위한 체계적 해석기술 확보, 기 개발된 장비의 장기 실증 및 성능개선을 통해 기술력 확보 등 및 관련된 연구비 확대 필요 • 해양에너지 기술개발은 여타 연구개발에 비해 고비용이 소요됨. 이는 주로 실제 해역을 대상으로 하는 경우 더욱 심화됨. 해양에너지 관련 연구에 있어 실증단계까지 기술개발 목표가 정해지는 경우는 실질적인 성과를 달성할 수 있도록 연구비 확대 필요 • 기존의 조류 및 파력 발전에 대한 상용화를 앞당기기 위한 지속적이고 대규모적인 투자가 필요하며, 지자체를 중심으로 각 지자체에 적합한 새로운 해양에너지 발굴 사업 및 지자체 현안 문제 해결형 해양에너지 기술 개발에 대한 투자 필요 • 현장실증에 따르는 위험요소에 대비하기 위한 예비·대비 성격의 연구비 지원 • 상용화를 위한 산업지원 연구비 뿐 아니라 새로운 원리 또는 시스템 개발을 통해 해양에너지 신기술 확보 및 시장 선점이 가능하도록 기초핵심 연구비 투입도 병행 필요
기타 의견	• 해상풍력발전, 에너지저장장치(ESS), 수소생산기술 등과의 융복합 • 현재 영국의 2021년까지의 조류발전 매입가격은 300euro/Mwh로 391.5원/Kwh의 수준. 한국의 조류발전 RPS REC는 2.0으로 SMP 고려시 발전단가가 영국의 절반 수준. 조류발전의 조기 상용화를 위해서는 사업 초기 단계(예: 19~22년)는 REP REC를 3.0~ 3.5로 상향 조정 후 상용화단계(예: 23~30년)에서는 2.0~2.5로 조정 필요. 조류발전의 상용화를 위해서는 RPS REC의 상향 적용과 인허가 간소화 및 조류발전 상용화 R&D 예산의 대폭 확충 필요 • 해양에너지는 해상풍력 및 해상태양광 기술과 융복합이 가능한 장점이 있으며, 특히 전기 공급이 어려운 도서지역 등에 대하여 이러한 기술을 복합 적용할 경우 상당히 큰 이점이 있으므로 산업계의 참여가 부족한 해양에너지 분야의 산업화를 위하여 도서지역에 적합한 다양한 지원정책 마련 필요 • 국내기업의 기술수준 향상이 시급함

다 주요 분석 결과 요약

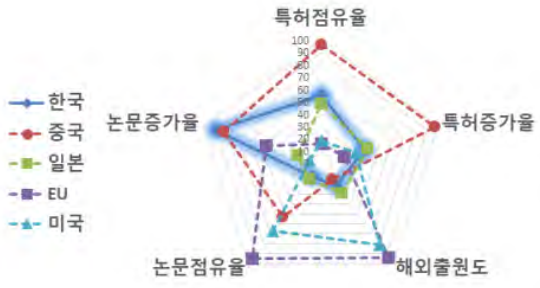
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	해양에너지 기술	8,152	5,197	121.6%	84.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

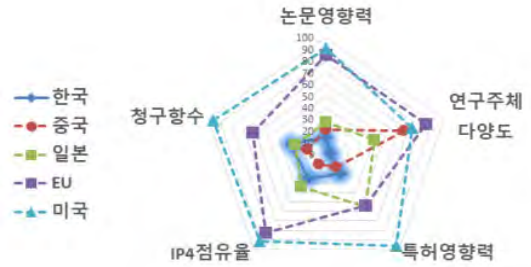
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	40.8%	38.8%	16.5	8.9
한국	5위	2위	5위	4위
	5.4%	21.5%	5.1	2.1
5개국 평균[2]	-	-	12.5	6.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

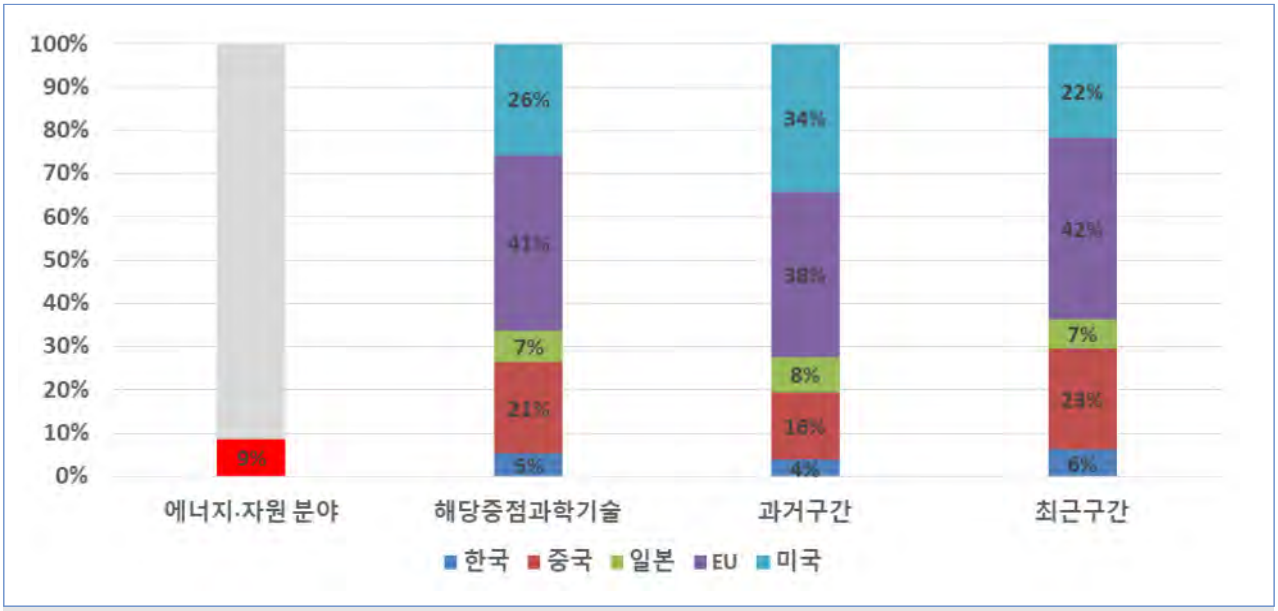
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.4%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.1)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(40.8%), 미국(25.6%), 중국(21.1%), 일본(7.1%), 한국(5.4%) 순이며, 논문 증가율은 한국(257.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.5), EU(15.2), 일본(7.2), 중국(6.3), 한국(5.1) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.93)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(21.5%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(2.1)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(38.8%), 한국(21.5%), 일본(19.6%), 미국(10.7%), EU(9.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(265.1%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.1)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.9), 일본(4.6), EU(4.6), 한국(2.1), 중국(1.5) 순이며, IP4 점유율은 미국(21.4%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.4%	21.1%	7.1%	40.8%	25.6%
	논문 증가율	257.3%	231.2%	81.1%	143.4%	41.3%
	논문 영향력	5.1	6.3	7.2	15.2	16.5
	연구주체 다양도	0.77	0.89	0.86	0.93	0.92
특허 분석	특허 점유율	21.5%	38.8%	19.6%	9.5%	10.7%
	특허 증가율	40.3%	265.1%	45.8%	-11.8%	20.2%
	해외출원도	0.7	0.2	1.3	6.1	4.6
	특허 영향력	2.1	1.5	4.6	4.6	8.9
	IP4점유율	5.5%	0.8%	7.5%	18.1%	21.4%
	청구항수	4.5	2.7	4.1	7.5	12.9

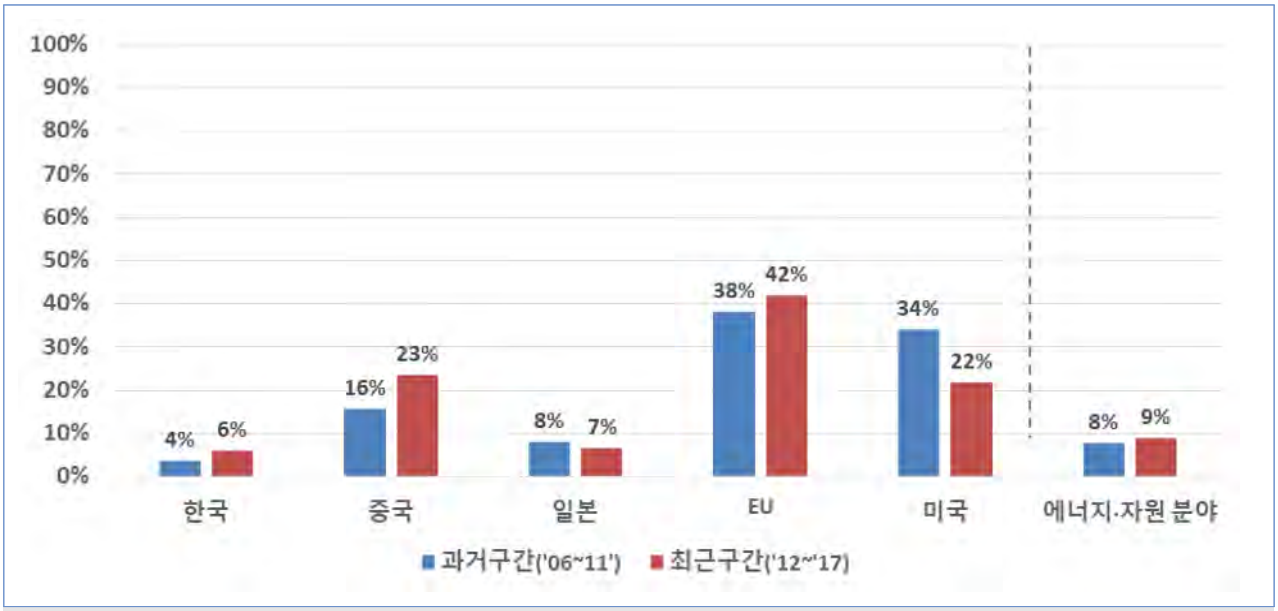
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 해양에너지 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3328건으로 전체 논문의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 해양에너지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 9%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

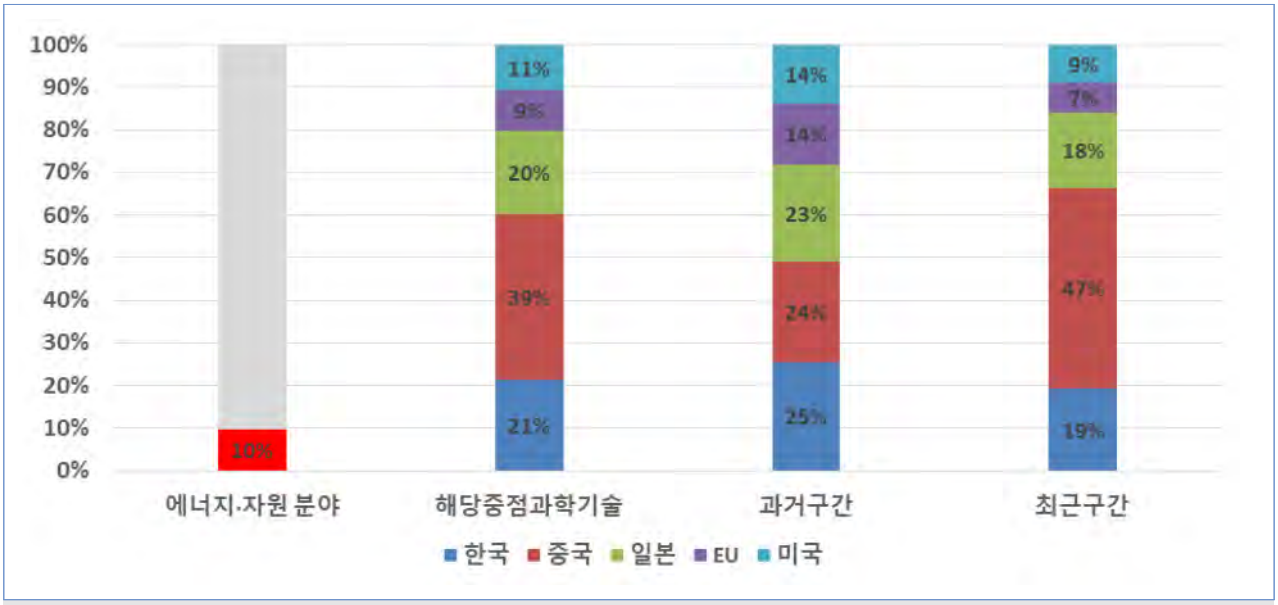


● 해양에너지 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 257.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	96	343	439	257.3%
중국	398	1,318	1,716	231.2%
일본	206	373	579	81.1%
EU	969	2,359	3,328	143.4%
미국	866	1,224	2,090	41.3%
전체	2,535	5,617	8,152	121.6%

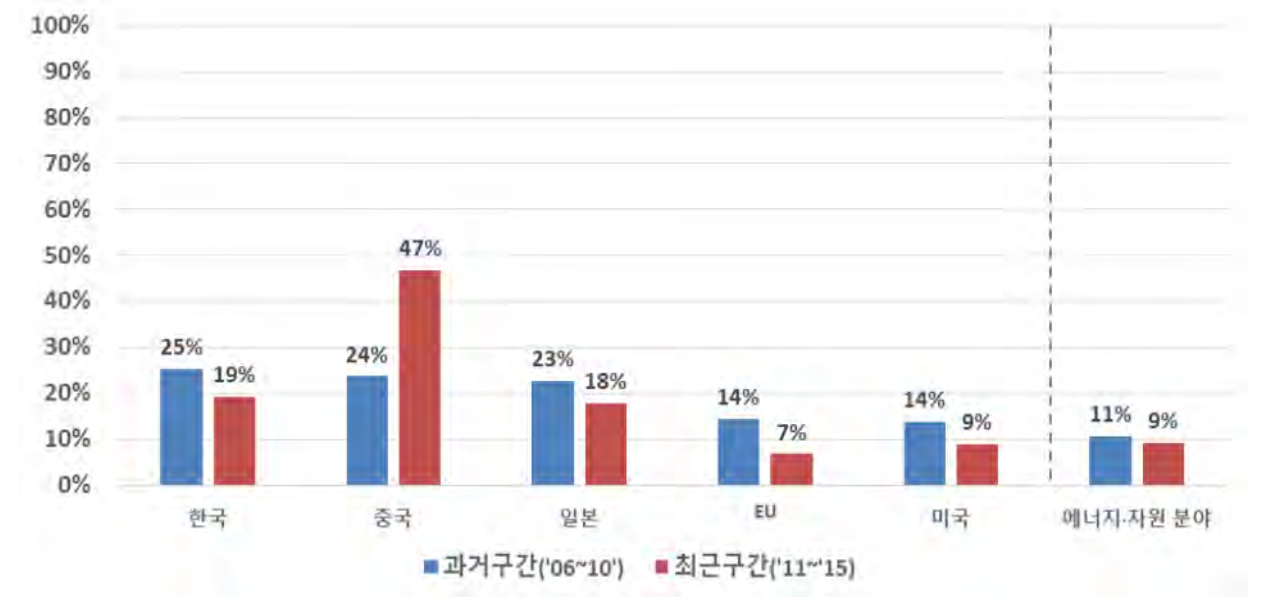
(4) 특허 점유율(전체)



● 해양에너지 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2014건으로 전체 특허의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 해양에너지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 10%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



● 해양에너지 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 40.3%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	464	651	1,115	40.3%
중국	433	1,581	2,014	265.1%
일본	415	605	1,020	45.8%
EU	262	231	493	-11.8%
미국	252	303	555	20.2%
전체	1,826	3,371	5,197	84.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

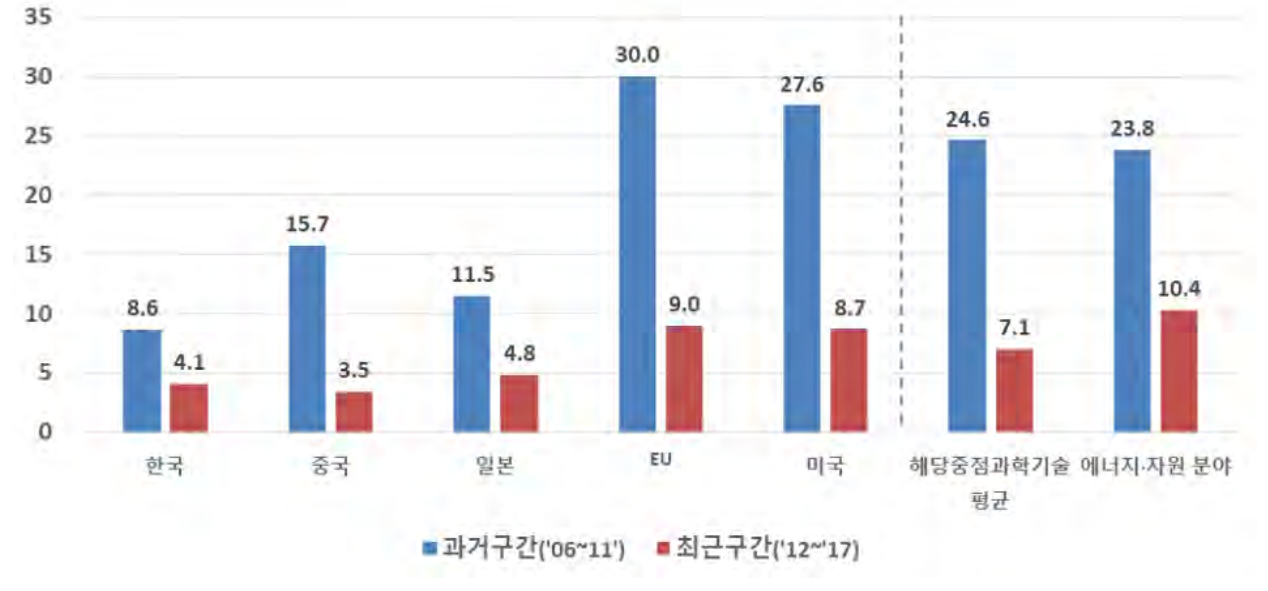


● 해양에너지 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

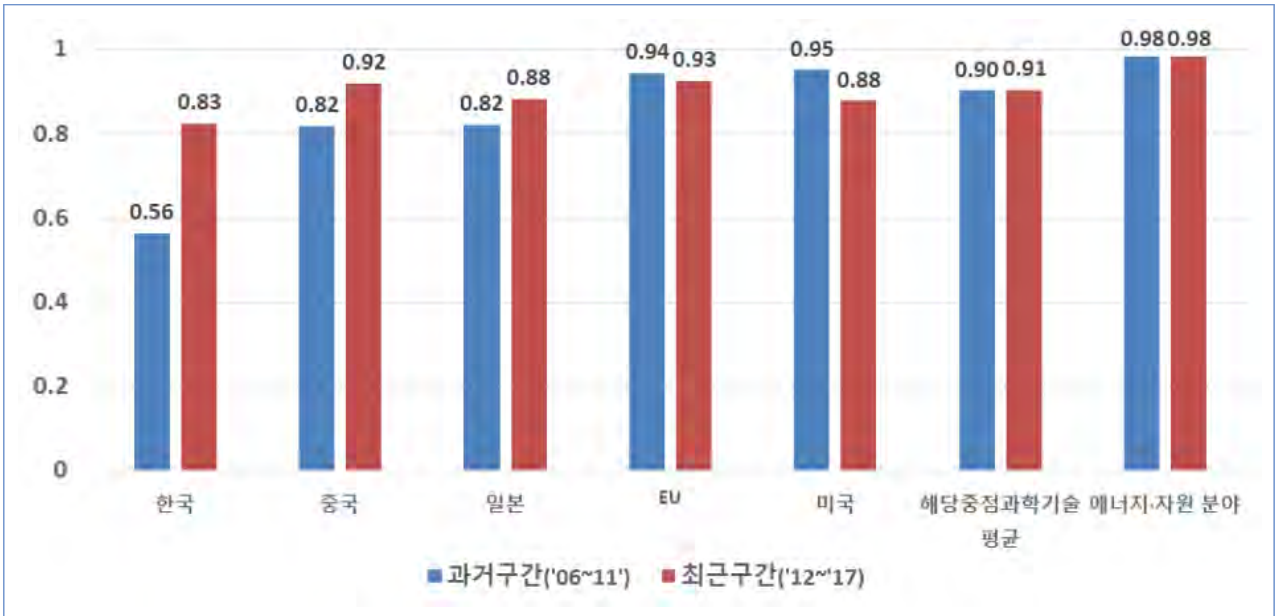
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



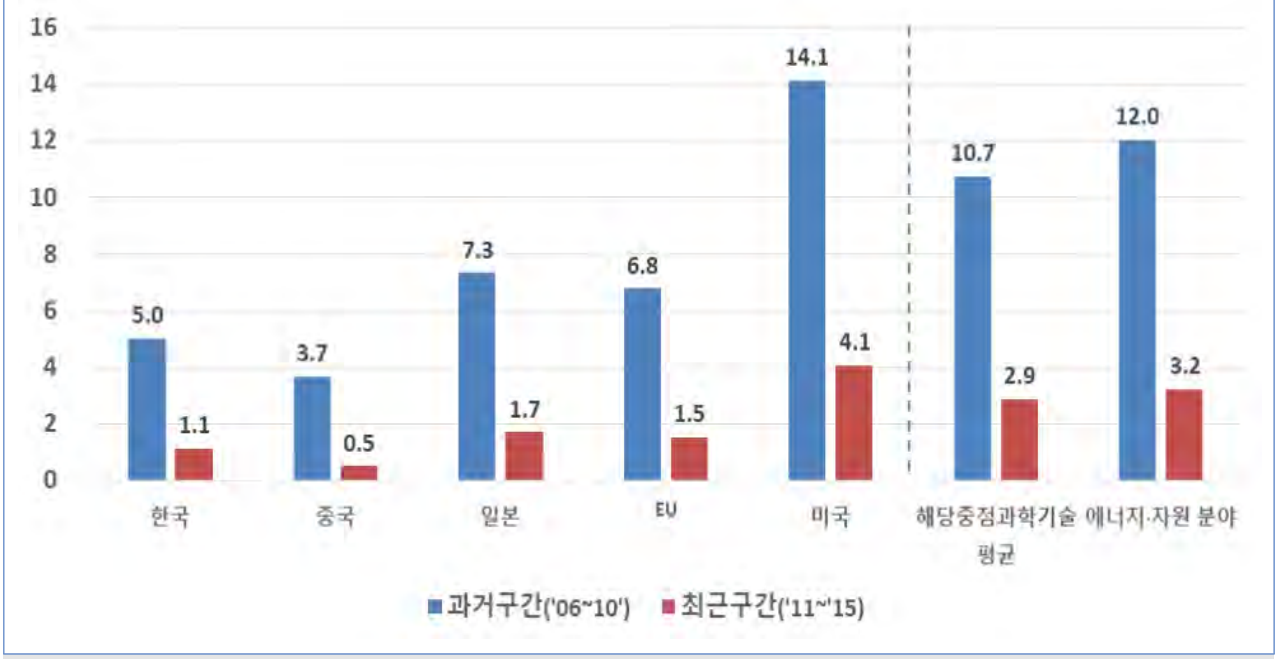
● 해양에너지 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



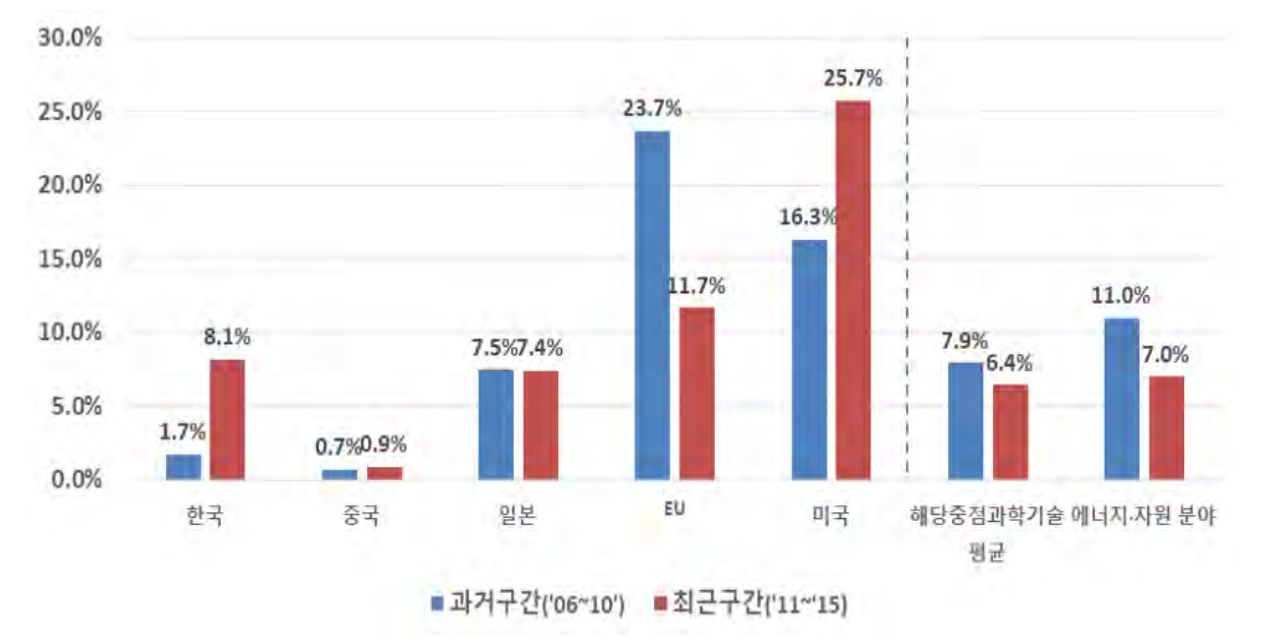
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



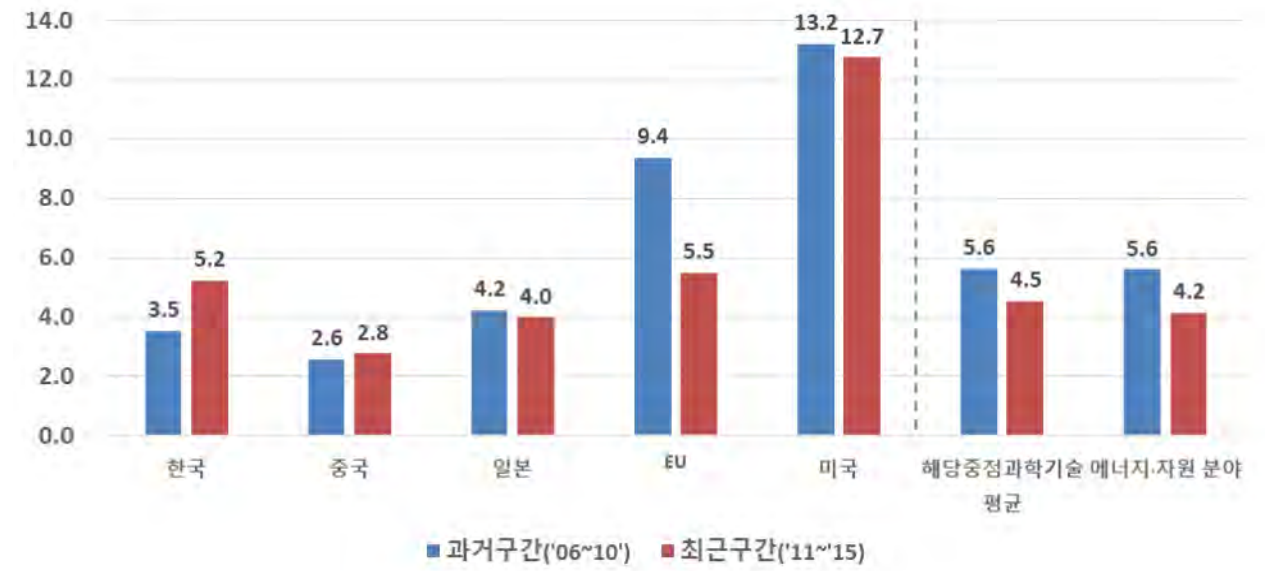
● 해양에너지 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 해양에너지 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 해양에너지 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

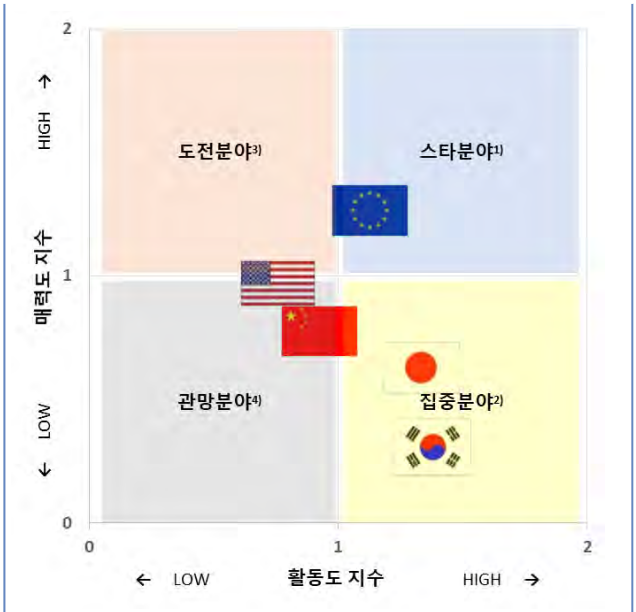
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

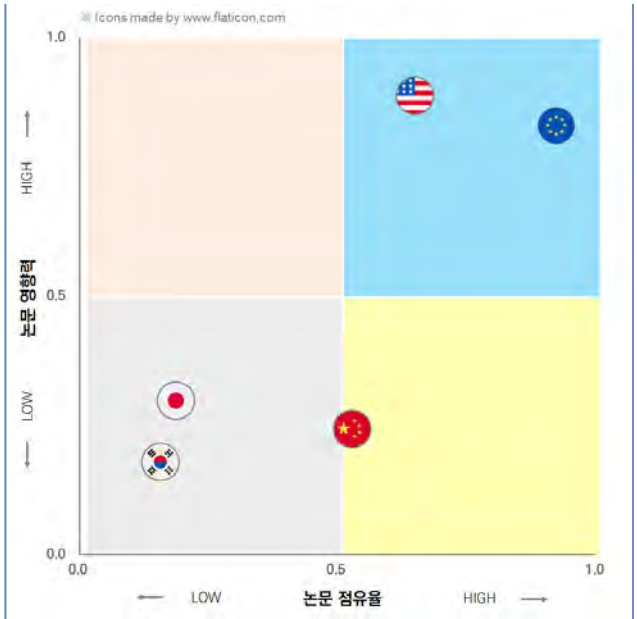
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 해양에너지 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

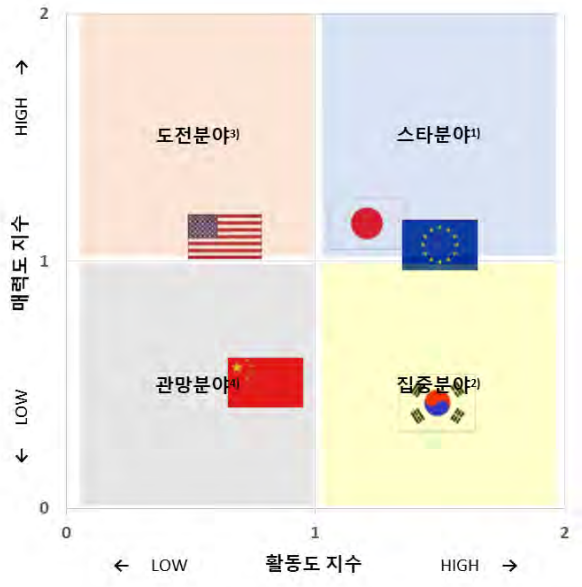


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

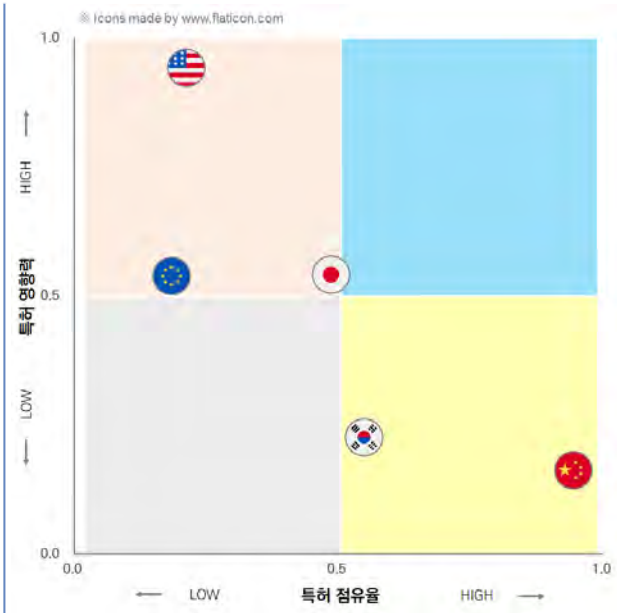
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 해양에너지 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 중국의 'HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY(0.99%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '인하대학교'가 9.79%(글로벌 점유율은 0.53%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	중국	4.72%	0.99%	475.00%
2	UPPSALA UNIVERSITY	EU	2.13%	0.87%	243.75%
3	INSTITUTE FOR ENERGY SYSTEMS	EU	1.71%	0.70%	59.09%
4	OCEAN UNIVERSITY OF CHINA	중국	3.26%	0.69%	111.11%
5	UNIVERSITY OF PLYMOUTH	EU	1.56%	0.64%	542.86%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INHA UNIVERSITY	9.79%	0.53%	86.67%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.42%	0.18%	50.00%
3	KOREA OCEAN RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE	2.96%	0.16%	-81.82%
4	KOREA RESEARCH INSTITUTE OF SHIPS AND OCEAN ENGINEERING	2.73%	0.15%	1100.00%
5	ULSAN UNIVERSITY	2.73%	0.15%	-80.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	4.72%	0.99%	475.00%
2	OCEAN UNIVERSITY OF CHINA	3.26%	0.69%	111.11%
3	TIANJIN UNIVERSITY	1.86%	0.39%	66.67%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.75%	0.37%	175.00%
5	DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.46%	0.31%	27.27%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NIHON UNIVERSITY	4.49%	0.32%	88.89%
2	INSTITUTE OF OCEAN ENERGY	3.80%	0.27%	-16.67%
3	KYUSHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.45%	0.25%	466.67%
4	TOHOKU UNIVERSITY	2.42%	0.17%	266.67%
5	KYOTO UNIVERSITY	2.25%	0.16%	-37.50%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UPPSALA UNIVERSITY	2.13%	0.87%	243.75%
2	INSTITUTE FOR ENERGY SYSTEMS	1.71%	0.70%	59.09%
3	UNIVERSITY OF PLYMOUTH	1.56%	0.64%	542.86%
4	INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO	1.35%	0.55%	700.00%
5	AALBORG UNIVERSITY	1.17%	0.48%	357.14%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.44%	0.63%	55.00%
2	OREGON STATE UNIVERSITY	2.01%	0.52%	62.50%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.96%	0.50%	27.78%
4	STANFORD UNIVERSITY	1.58%	0.40%	20.00%
5	NAVAL RESEARCH LABORATORY	1.58%	0.40%	-16.67%

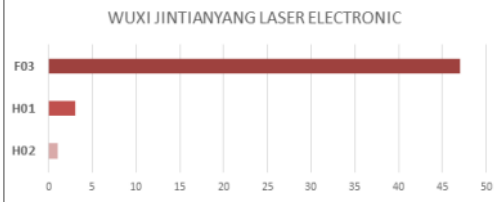
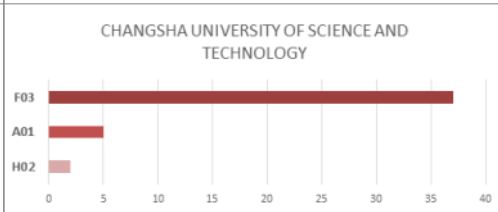
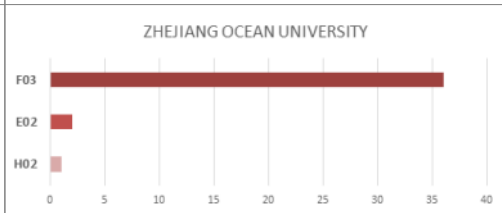
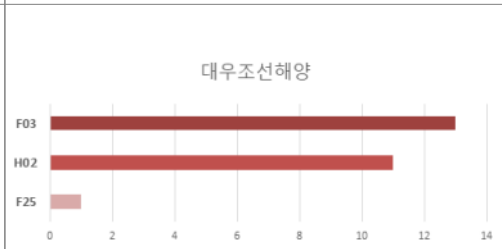
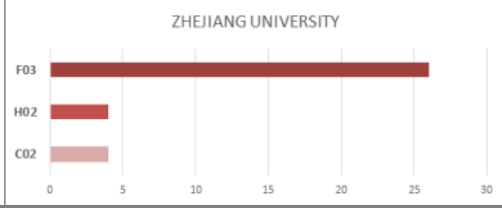
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'WUXI JINTIANYANG LASER ELECTRONIC(0.98%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '대우조선해양'이 3.95%(글로벌 점유율은 0.85%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'WUXI JINTIANYANG LASER ELECTRONIC'과 '대우조선해양'은 F03(액체용 기계 또는 기관)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	WUXI JINTIANYANG LASER ELECTRONIC	중국	2.53%	0.98%	5000.00%
2	CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	2.43%	0.94%	4800.00%
3	ZHEJIANG OCEAN UNIVERSITY	중국	2.28%	0.89%	4500.00%
4	대우조선해양	한국	3.95%	0.85%	2000.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	2.18%	0.85%	200.00%

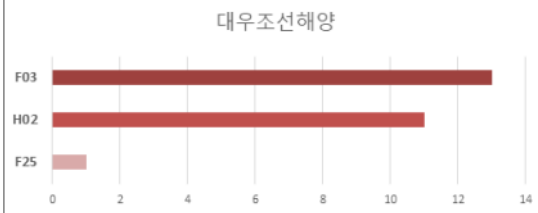
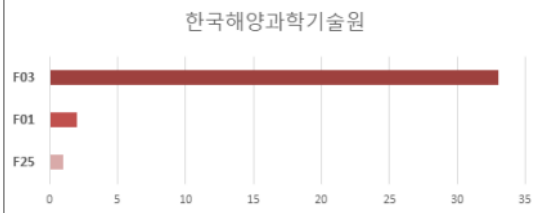
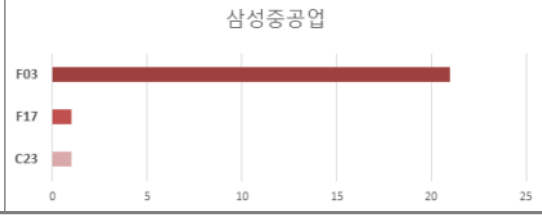
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		F03	액체용 기계 또는 기관
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대우조선해양	3.95%	0.85%	2000.00%
2	한국해양과학기술원	3.32%	0.71%	1650.00%
3	김종근	3.23%	0.69%	25.00%
4	한국전력공사	2.60%	0.56%	7.14%
5	삼성중공업	2.33%	0.50%	60.00%

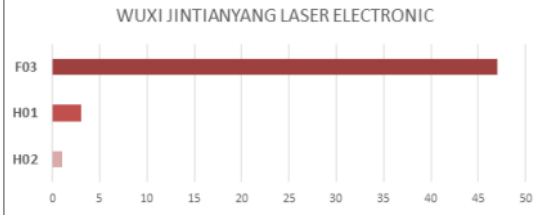
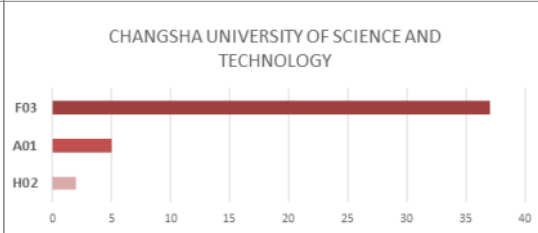
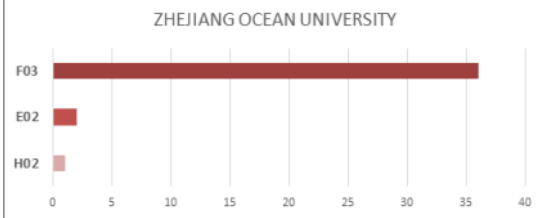
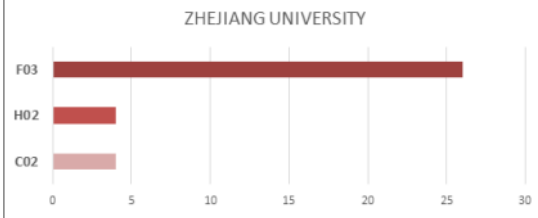
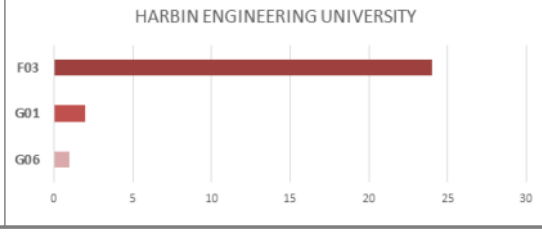
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
3		F03	액체용 기계 또는 기관
		–	–
		–	–
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료

3 중국

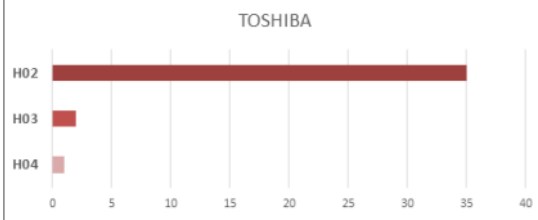
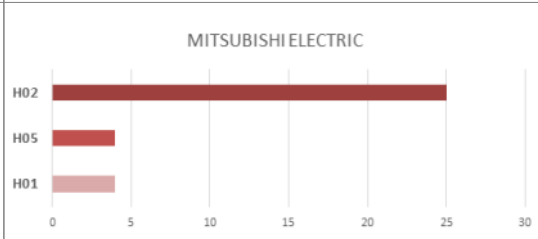
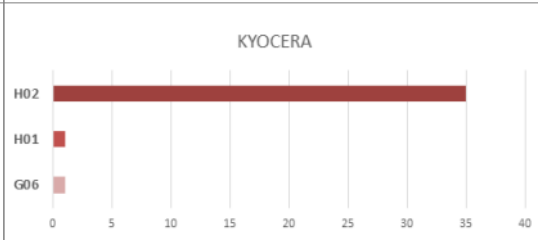
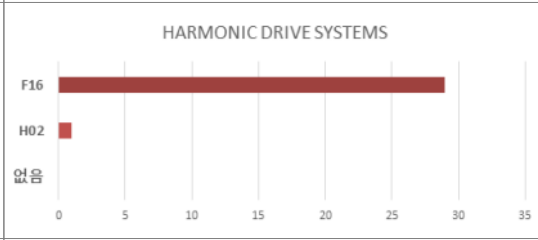
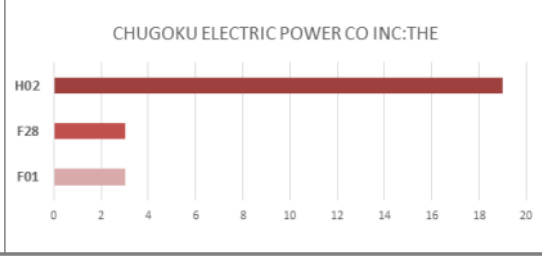
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	WUXI JINTIANYANG LASER ELECTRONIC	2.53%	0.98%	5000.00%
2	CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.43%	0.94%	4800.00%
3	ZHEJIANG OCEAN UNIVERSITY	2.28%	0.89%	4500.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.18%	0.85%	200.00%
5	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	1.64%	0.63%	460.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		F03	액체용 기계 또는 기관
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

4 일본

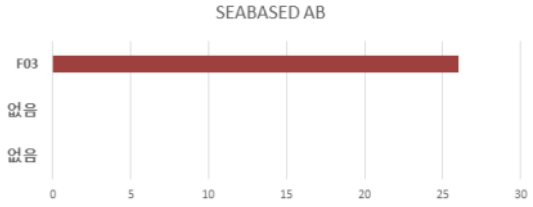
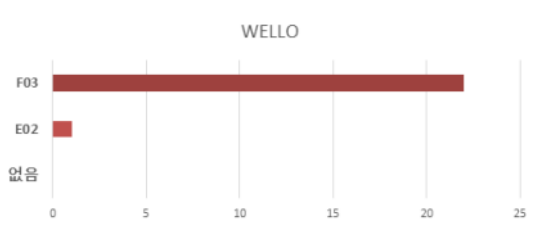
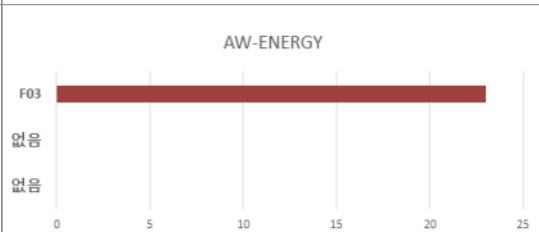
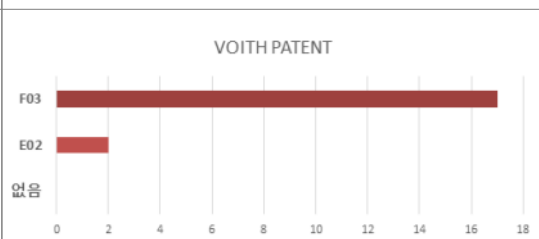
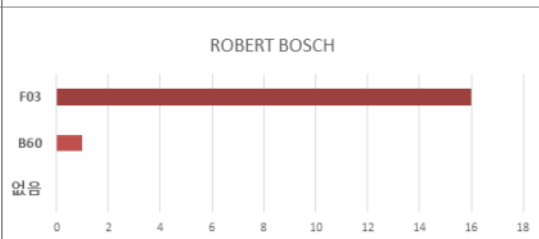
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	3.92%	0.77%	-26.09%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	3.63%	0.71%	84.62%
3	KYOCERA	3.63%	0.71%	1650.00%
4	HARMONIC DRIVE SYSTEMS	2.94%	0.58%	550.00%
5	CHUGOKU ELECTRIC POWER CO INC:THE	2.75%	0.54%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H03	기본전자회로
		H04	전기통신기술
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F28	열교환 일반
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SEABASED AB	5.27%	0.50%	-100.00%
2	WELLO	4.67%	0.44%	128.57%
3	AW-ENERGY	4.67%	0.44%	87.50%
4	VOITH PATENT	4.26%	0.40%	-38.46%
5	ROBERT BOSCH	3.45%	0.33%	650.00%

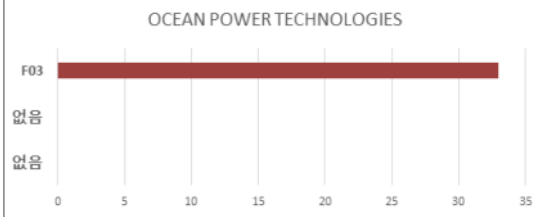
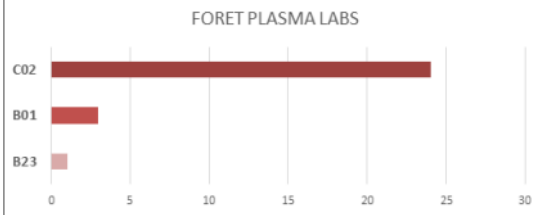
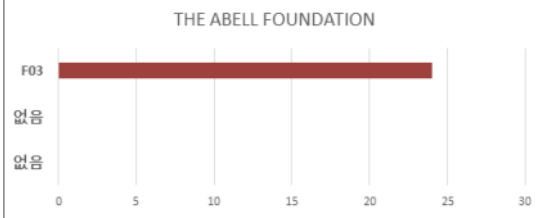
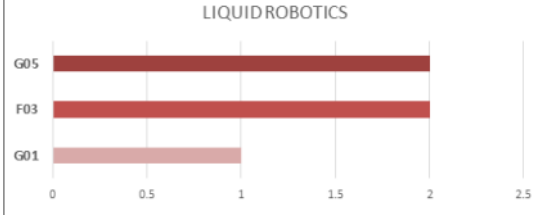
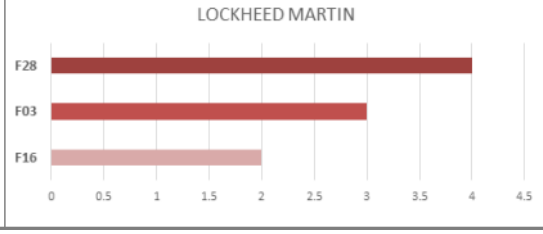
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		-	-
3		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		-	-
5		F03	액체용 기계 또는 기관
		B60	차량일반
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	OCEAN POWER TECHNOLOGIES	6.31%	0.67%	-33.33%
2	FORET PLASMA LABS	5.05%	0.54%	80.00%
3	THE ABELL FOUNDATION	4.32%	0.46%	1000.00%
4	LIQUID ROBOTICS	3.60%	0.38%	133.33%
5	LOCKHEED MARTIN	2.52%	0.27%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-
2		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
3		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-
4		G05	제어; 조정
		F03	액체용 기계 또는 기관
		G01	광학
5		F28	열교환 일반
		F03	액체용 기계 또는 기관
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반

85 원자력 에너지 기술



85 원자력 에너지 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 안전성과 경쟁성이 향상된 다목적 중소형로, 피동형원자로, 미래형원자로를 개발하는 원자로, 핵연료, 핵심기기의 설계 및 제작 기술
- ☑ 설계기준사고 및 설계초과사고 시 원자로를 안전하게 정지시키고, 중대사고나 대형자연재해에도 대응능력을 강화하여 사고영향을 최소화하는 기술
- ☑ 가동원전의 안전성 향상을 위한 경년열화감시, 환경피로평가, 형상관리, 설비개선 등의 원전 신운영기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

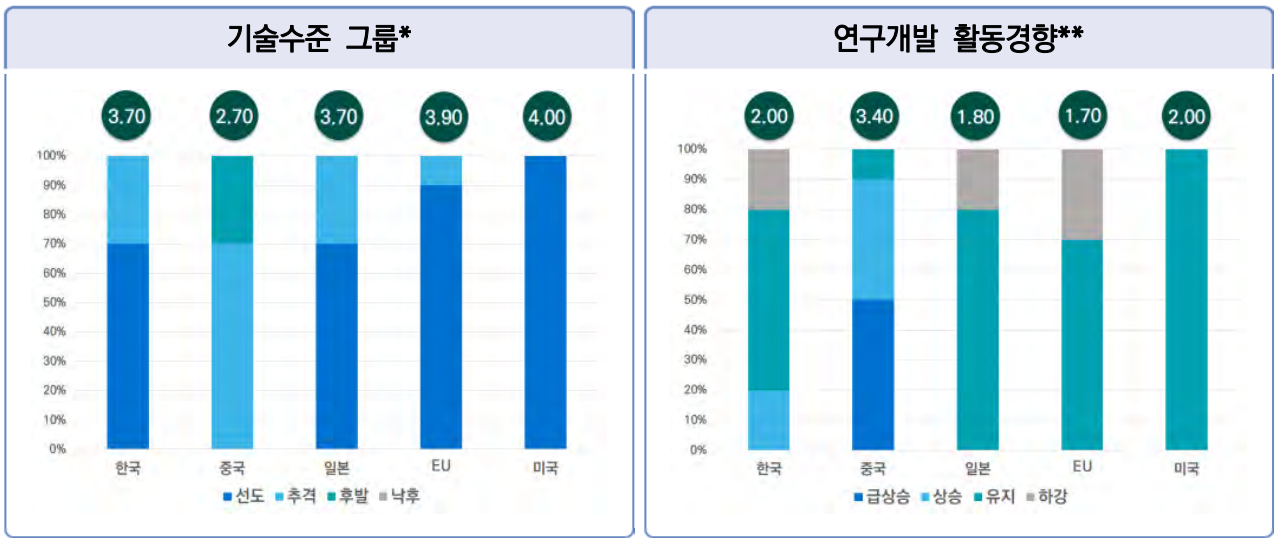
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	88.8	4.0	선도	우수	우수	유지
중국	82.5	5.3	추격	우수	보통	상승
일본	91.0	3.0	선도	우수	우수	유지
EU	93.8	1.0	선도	우수	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	87.5	4.0	88.8	85.0	90.0	7.7	4.0	2.0	5.0	2.1
중국	80.0	5.5	82.5	70.0	85.0	12.2	5.3	4.0	10.0	3.1
일본	91.0	3.0	91.0	90.0	93.0	4.6	3.0	2.5	5.0	1.6
EU	93.5	1.0	93.8	90.0	97.0	7.7	1.0	1.0	5.0	2.5
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.9

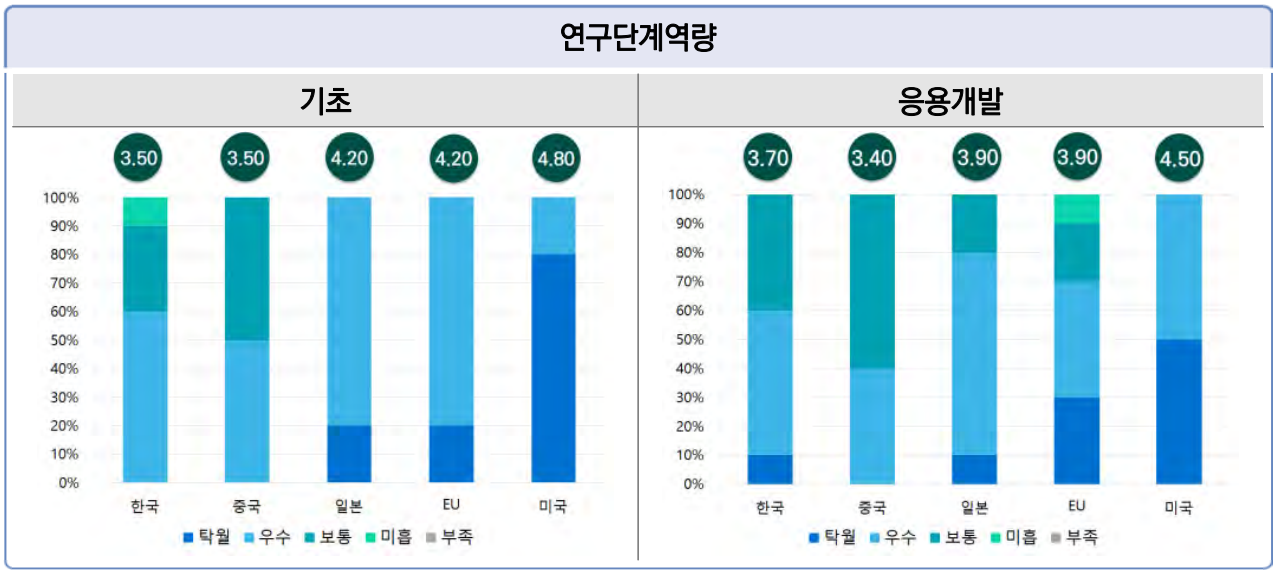
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (88.8%)	• APR-1400 미국 인증절차 종료 임박에 따른 기술 검증이 마무리됨에 따라 기술격차 감소 • 원천기술을 상당수 확보하였고 다수의 건설경험을 통한 기술축적을 하였지만 요소기술에 있어서는 기술격차 존재 • 차세대원전(1400MW) 최초 해외 완공 실적으로 증명된 뛰어난 제작/시공 기술 • 여전히 설계 및 시험, 검증 분야에서는 기술적 격차 존재 • 노형의 기반 기술 부족 • 일부 항목은 우수하나 전반적인 연구 인프라 부족 • 원전 주요 기기 제작기술 선도 안전해석 전산코드, 중대사고 평가기술 추격 단계 항공기 충돌, 극한 성능평가기술 추적 단계 리스크 정보 기반 규제체계 도입단계
중국 (82.5%)	• 원천기술이 아직 부족한 상황이지만, 다수의 건설경험과 기술협력을 통해 기술격차 감소 중 • 논문과 특허 등 학술적 정량 성과가 탁월하나, 이것이 안정적 기술력으로 표현되기 위해서는 약간의 시간 필요. 원자력에 대한 지속적 국가 투자를 감안했을 때 기술격차 단축 가능성 높음 • 원전개발 국가정책에 따른 후광효과로 빠르게 성장 중. 안전성 확보에 대한 폐쇄성 등 정책에 의한 성장의 한계 예상 • 경수로 기술 도입 후 자국 기술화 중 • 원전 주요 기기 제작기술 추적 단계 안전해석 전산코드, 중대사고 평가기술 추격 단계 항공기 충돌, 극한 성능평가기술 추적 단계 리스크 정보 기반 규제체계 미흡
일본 (91.0%)	• 후쿠시마 이후 원자력 안전 기술 투자 증대 및 교훈 반영한 안전심사 강화로 안전기술 성장 속도 빨라짐 • 기술적 측면(특히 지진 등)에서는 최고 수준이나 최근 에너지 정책 변화로 선도그룹과 격차 발생 • 전반적인 기술수준은 높으나 일부 분야(소재 등)에서는 약간 부족 • ABWR 개발, 건설 • 후쿠시마 사고 이후 원전설계에 대한 정체 • 내진설계기술, 내진성능 향상기술, 구조물 및 기기 극한성능 평가기술 선도 원전 기기 및 구조물 무인 점검기술 선도 핵연료 재활용(재처리) 기술 추적
EU (93.8%)	• 최고기술보유국이 확보한 H/W, S/W 및 알고리즘의 성능 대비 거의 유사한 수준에 도달했으나, 최고기술보유국 대비 기반/기초 기술 부족 • 건설경험 저하와 에너지 정책 변화로 기술격차 발생 • 3세대 원전인 EPR 건설 연기 • 노형의 기반기술 확보 • 피동안전설계에서 미국에 뒤쳐짐 • 코어캐쳐 및 이중격납건물 설계를 통해 중대사고 및 항공기충돌 대처기술 선도 • 원전 해체 기술 및 고준위방사성폐기물 처분에 필요한 기술 선도
미국 (100%)	• 기존 보유기술에 외국의 최신기술을 꾸준히 반영하여 최신기술 기준을 선도하고 있으며, 최근 SMR DC 문서 최초 개발하여 검증 과정에 있는 등 여전히 최고기술 유지 • 다수의 원천기술 보유 • 전 세계적인 기술 주도권을 유지하기 위한 정부 지원

국가 (기술수준)	판단근거
	• 과거에 비해 줄어들기는 했지만 여전히 높은 국가적 투자 수준과 기존 성과의 유지 • 많은 원전의 가동에 따른 운영, 안전 기술 존재 • 신규원전이 없어 제작/시공 측면에서는 위축되어 있으나, 가동원전 및 설계, 시험 검증 등 모든 분야에서 여전히 활발 • 투자 침체기이나 노형의 기반기술 확보 • 60년 설계 개발과 50년 운전경험 • 원전이 확대되지 않고 있는 상황에서도 피인용도 높은 논문 및 특허 등이 지속적으로 발표됨 • 여전히 원전 및 핵연료 설계, 열수력 및 안전해석 전산코드 등에 대한 원천기술 보유 • 리스크 정보 기반의 효율적 원전 규제체계, ATF(사고저항성핵연료) 개발 등을 통해 가동원전 안전성 선도 • 원전 해체 및 사용 후 핵연료 건식저장 기술 선도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 기술, 인력, 인프라 등 전반적으로 선도그룹에 근접한 수준이며, 특정 원천기술은 자체 보유하고 공급망도 우수 • 국내 원전관련 기술개발이 활성화된 가장 큰 원인은 정책적인 배려가 주요인 • 제작 및 시공, 운영과 관련된 기술은 세계 최고의 수준 • 경주 지진 강화 및 스트레스테스트 결과 반영, 후쿠시마 후속저치 강화	• 정부의 탈원전 정책으로 기술 유지 어려움 • 전통적으로 기초연구에 대한 투자가 적었으며, 에너지 정책 변화로 특히 인력 부분의 하강이 뚜렷함 • 설계 및 검증단계의 인력 및 기술수준은 상대적으로 부족 • 안전해석 전산코드, 중대사고 평가기술 추격 단계 항공기 충돌, 극한 성능평가기술 추적 단계 리스크 정보 기반 규제체계 도입단계 전문가 풀 부족 • 폐쇄적인 운영으로 인한 인력교류 미흡 • 비효율성
중국	• 인력이 많고 투자가 활발함 • 중국 정부의 전폭적인 지원을 통해 무서운 속도로 발전 • 아직 기술이 부족한 부분이 있으나, 인력 및 인프라는 세계 최고 수준이며, 원자력산업의 긴 주기를 감안했을 때, 기술격차는 몇 회의 신규 원전 건설 이후에 급격히 줄어들 전망 • 자국의 기술기준을 만들기 위해 관련 설계, 제작, 시험, 검증 등의 분야로 점차 연구의 관심도 확대됨 • 중대사고 자체 역량 강화 중	• 응용연구에 치우침 • 원전 개발의 주체가 통일되지 못하고 여럿으로 나뉨 • 규제 부분에 대한 투명성이 적어, 정확한 기술력을 가늠하기 어려움 • 고급 정밀 기술 약간 부족한 편 • 기술에 대한 개방성이 낮고 폐쇄적으로 운영 • 관련 연구기관의 수가 많아 서로 경쟁하며, 체계적인 협력관계를 구축하지 않음 • 원전 주요 기기 제작기술 추적 단계 안전해석 전산코드, 중대사고 평가기술 추격 단계 항공기 충돌, 극한 성능평가기술 추적 단계 리스크 정보 기반 규제체계 미흡 • 중대사고 해석 코드 개발 부족

국가	강점분야	기타
일본	• 기존 연구결과 및 인프라가 튼튼함 • 후쿠시마 사고에도 불구하고 정부의 원전 복귀 결정 및 지원으로 회복 중 • 전통적으로 기술수준이 높으며, 특히 자연재해와 관련된 원자력 설계기술은 여전히 최고 수준 • 기초연구에 대한 투자도 꾸준히 되고 있어 차세대 산업을 이끌어 갈 원동력 유지 • 주요 원전관련 연구시설 및 설비 활용률 증가하는 것으로 볼 때 연구도 점차 증가 중 • 선진국 대비 미국으로의 인재유출이 적음 • 내진설계기술, 내진성능 향상기술, 구조물 및 기기 극한성능 평가기술 선도 • 원전 기기 및 구조물 무인 점검기술 선도 핵연료 재활용(재처리) 기술 추적 • 통일된 정책으로 요소 기술력 우수	• 국민적 불안감이 정책에 반영되어 안전연구 위주의 투자로 연구개발에 불균형 • 후쿠시마 원전사고 이후 정책적 지원이 급작스럽게 후퇴하였으나, 차츰 개선됨 • 주된 노형인 BWR원전의 노후화 개선 연구는 일부 진행 중
EU	• 기존 연구결과 및 인프라가 튼튼함 • 프랑스는 전력 생산 중 원전 비율이 가장 높은 나라로 전통적으로 우수한 기술 확보 • 기반 기술, 많은 운전 중인 발전소, 원전 운영 경험 등 • 프랑스는 정책적인 배려로 원전 관련 연구도 활발 • 중국, 중동, 아프리카 등 원전 수요가 많아지고, 한국의 입지가 좁아지는 것을 기회로 핀란드 원전에서의 실패를 딛고 회복 • 코어캐쳐 및 이중격납건물 설계를 통해 중대사고 및 항공기충돌 대처기술 선도 • 원전 해체 기술 및 고준위방사성폐기물 처분에 필요한 기술 선도 • 유럽 국가 연합으로 다양한 기반/응용 기술 보유 • 광범위한 인력 교류로 우수한 인력 확보 • 고도화된 규제기술	• 국가 간 정책의 부조화로 연구개발 투자의 변동성이 큼 • AREVA가 재무적인 문제로 프랑스 원자력 공사에 인수되는 등 침체 • 신규 건설 등이 부족하여 지식수준이 얕아지고 있고, 국가 정책적 지원이 하락세 • 전반적인 재생에너지 증가에 따른 반대적인 원자력 투자 감소 가능성 • 독일의 탈원전 여파로 프랑스 및 스웨덴 정도만 관련 연구 존재하나 원전이외에도 적용 가능한 시험, 검증 관련 연구는 독일도 활발 • 일부 국가 탈 원전 기조 • 대형원전에 대한 건설 침체 • 최고의 기술수준을 보유하고 있으나, 원자력 산업이 하락세를 보이면서, 기초연구의 유지 정도로만 연구를 진행 중
미국	• 정부의 원전 지원 정책으로 소형 모듈형 원자로를 중심으로 서서히 회복 중 • 최고의 기술수준 유지를 위한 정책적 지원 • 최고 수준의 기술자 그룹이 여전히 유지되고 있고, 산업의 방향 리드 • 기반기술, 기술 인프라, 운전 중인 많은 원전, 발전소 운영 경험 등 • 원전 설계 및 시험, 해석, 검증, 안전 분야에서 꾸준한 실적과 격차 확보 • 다른 선진국의 기술을 흡수하는 역량 또한 탁월	• 신규원전 건설이 장기간 중단되어 실제 응용기술의 유지 여부가 불확실함 • 30여 년간 신규 원전 건설하지 않아 침체됨 • 셰일가스로 인한 원자력의 경쟁력 하락으로 산업계가 어렵고, 신규 물량이 적어 공급망이 하락 수준 • 한동안 원전 건설 부족, 신기술 적용처 부족 및 인력 부족 등 • 공급망 붕괴로 인한 신규원전 중단(뉴저지)으로 대변되듯이 원전산업 제조/생산기술 약화 추세

국가	강점분야	기타
	(교류, 이직 등) • 블랙홀과 같이 세계 우수인력을 교육에서부터 고용 및 성장에 이르기까지 단계별로 흡수하여 활용 • 대형 실험 및 실증 설비 구축 등 실용화를 위한 인프라 시설도 꾸준히 보강됨 • 원전 및 핵연료 설계, 열수력 및 안전해석 전산코드 개발, 원전 해체 및 사용 후 핵연료 건식저장 기술 분야 선도 • 리스크 정보 기반의 원전 규제체계 구축 • 기존의 많은 연구/개발 및 많은 대학에서 선도적인 연구 수행 • 중소형원자로, 피동형원자로, 미래형원자로 개발에 선도적 역할	• 연구 인력의 노쇠화와 4-50대 장년층의 공백 뚜렷함 • 대형원전 건설 및 부품 공급망 • 타 에너지원 대비 경쟁력 취약 • 대형원전에 대한 건설 침체

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	3위	2위	5위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 보유기술의 교류 촉진이 중요하므로 이를 위해 기술이전 인센티브를 과감히 확대 (예: 기술실시 보상금 비율을 수입금의 50%에서 75%로 확대) • 국내는 한전 또는 한수원을 중심으로 어느 정도 국내협력의 뼈대가 갖추어져 있어, 산업 방향만 정해지면 국내협력 또한 일관성 있게 이루어질 것 • 유사한 기술개발을 수행하고 있는 국내 기관 간의 교류협력이 확대되도록 관련 기술별 교류회 등을 구성하여 협력 촉진 노력 • 정부-발전사업자-설계자-제조자로 이어지는 기존의 연결라인을 상생의 관점에서 접근 필요. 일반 국민의 눈높이도 중요하지만 해당 산업에서 요구하는 사항을 공공화 하여 의견으로 수렴 필요 • 재생에너지와의 시너지를 위한 노력 탈원전 정책으로 인해 위협받고 있는 국내 원전 생태계 보호를 위한 투자 • 원자력 산업의 크기가 국내에서 경쟁구도로 이루어지기는 어려움. 국내의 원자력관련 기관 간에 상호 협력에 의한 효율성 확대 필요 • 국내 안전 분야 연구기관 분야별 연구회 등을 활용하여 국내 협력 촉진 • 한정된 국내 전문가 풀의 효율적인 활용을 위해 기술 중립적인 규제, 진흥 연구에 대한 정보공유 강화 방안 마련 • 한전과 한수원이 병행하여 추진하고 있는 원전수출에 대해 경쟁의 의미는 좋지만 각자도생하는 면이 있음. 추진은 한전, 이행은 한수원 등으로 일원화 또는 분야별 협력이 바람직

	정책제언
국제협력 촉진	• 국내에서 지면도 있는 국제기구 (예: IAEA, OECD/NEA 등)로의 진출을 장려하기 위한 유인책 (예: 국내 이전 직장의 휴직인정 기간 연장) 실시 • 미래형 원전, 핵융합, 원전 안전성 향상 등에 대한 연구개발 협력을 정부에서는 촉진토록 노력하고, 운영 중인 원전의 효율성 향상 부분은 운영회사가 잘 수행할 수 있도록 지원에 초점 • EU, 미국 등 선진국과의 활발한 기술 교류, 특히 원천 기술이 취약한 분야의 협력 강화 • SMART 원자로 등 소형모듈형원자로 개발 협력 4세대 원자로 개발 등 국제 협력 강화 • 미국 일변도의 협력체제에서 벗어나 신흥 강국으로 부상하고 있는 중국, 러시아 등과의 국제협력을 다 방면에서 추진
인력양성 및 유치	• 인력절벽이 빠르게 다가올 전망. 이는 단기적으로 일자리가 있고 없음에 문제가 아니라 장기적으로 사양사업이라는 인식과 자신감, 자부심 결여로 인해 전공을 기피하는 경향이 뚜렷해짐 • 핵심 분야 선정, 해당 분야 인력 양성 및 해외에 있는 한국기술자를 유치하는 노력 필요 • 신규 원전의 건설이 없는 경우라도, 가동 원전의 안전성을 확보하기 위한 기술 개발에 필요한 인력 유지 정책 필요 • 기존에 구축한 시스템이 잘 돌아갈 수 있도록 지원 • 탈원전 정책으로 인해 원자력 전공자 급감 현상을 해결하기 위한 지원책 • 투자가 있으면 인력은 확보 가능. 단, 원자력 관련 기관이 대부분 국가연구기관이나 공기업인 상황에서 우수인력을 확보하기 위해서는 높은 급료를 제공하고 단기간 고용하는 제도 확대 필요 • 급격한 정책 변화에 따른 전문 인력의 선호도 감소 중. 전문 인력의 감소는 장기적인 기술경쟁력의 하락이 예상되어 신규사업(수출 등)의 감소를 초래하고 이는 다시 전문 인력의 감소로 이어지는 악순환 예상. 이에 대한 치밀하고 전문적인 대응이 필요 • 정부의 에너지전환정책 추진에 따른 타분야로의 원자력 인력유출을 막기 위한 인력양성프로그램 개발, 우수인력 유치를 위한 홍보 강화 및 정부의 예산지원
인프라 구축	• 주요 기술개발 인프라는 정부 차원에서 적극적 투자가 가능토록 해당 예산을 확대토록 추진 • 국제 수준의 인프라 구축을 위한 중장기적인 투자 바람직 • 정부가 추진하고 있는 4차 산업은 기존에 잘 구축된 전통산업을 대신하는 부분도 있으나, 개선하여 접목시킬 때 의의가 있음. 기존의 전통산업(원전)을 인프라로 생각하고, 여기에 4차 산업을 접목시켜 발전 희망 • 원자로 개발을 위한 임계 실험 시설 구축 • 국내 경제 규모상 원자력의 모든 부분에서 투자를 확대하기는 어려움. 국가 경쟁력 제고 차원에서 핵심 분야를 선정하고 정책적 지원 필요. 원전의 건설시장 유지 및 수출 지원, 건설성과 경쟁력을 만족하는 신노형의 개발, 잠수함 탑재 노형 개발 등이 대상이 될 수 있음 • 안전연구 인프라를 대학에도 확대 • 시험시설 등 연구 인프라는 비교적 잘 구축되었으므로 현행 유지 • 사용 후 핵연료 건식저장, 고준위방사성폐기물 처분, 해양원자로, 중소형원자로(SMART), 소듐냉각고속로(SFR) 등 미래수요에 대한 원천기술 확보 및 기반기술 개발
법·제도 개선	• 원전 분야는 안전에 대한 균형감 있는 법제도 마련, 국가 전체적인 전력산업 구조조정을 통한 원자력의 역할 정의 등 기반산업으로서의 제도적 안정성 마련 필요 • 규제는 한 번 강화하면 완화하기가 어려운 특성이 있으므로 원전의 안전성 관련하여서도 규제 강화만이 아닌 원전의 공공성 강화 필요

	정책제언
	• 원자력에 대한 필요성을 인식하여야 법 및 제도의 개선이 이루어 질 것. 국민의 안전을 위한 규제와 산업경쟁력 확보를 위한 원자력산업의 유지 및 발전에 대한 국민적 합의 필요 • 안전에 대한 지나친 우려와 법적 강제 장치들이 과도하여 관련 기술발전의 장해물로 작용되지 않도록 제도의 개선에 앞서 충분한 전문가 그룹의 검토 필요 • 외국 준용기준에 대한 국내 제도화, 미래규제수요에 대한 선제적 대응을 위한 법, 제도 적기 개발
연구비 확대	• 전 세계적으로 탄소배출권 시장이 확대되며, 지구 온난화에 따른 재난이 가속화되는 시점이므로 탄소소비세를 신설하고, 본 수입원을 이용하여 저탄소배출 기여하는 에너지 연구 (예: 원자력)에 일정 기금 배정 • 산업이 융성한다는 시그널이 전달되면 연구비는 자연스럽게 확대되거나 필요에 따라 배분될 것 • 안전성 향상, 미래형 원전 등 기초적 연구개발에 정부 투자를 확대하고, 가동원전 운영 등에 대해서는 운영회사에서 투자하도록 정부 지원 축소 • 기획 주기를 최소 5년 정도 유지하고, 그 기간 동안 안정적인 연구비 제공 • 원자력 기술의 발전을 위해 연구비 확대 필요. 현재는 원전의 안전에 대한 지나친 우려와 폐로 시장에 대한 지나친 기대로 원자력 안전과 폐로 분야에 지나친 연구비 쏠림 현상이 있음. 소형모듈형원자로를 비롯한 신개념 원자로 개발에도 지원 필요 • 새로운 노형의 설계 등에 대한 기초 원천연구에 대한 장기적이고 전략적인 투자가 지속되어야 경쟁력의 유지가 가능할 것
기타 의견	• 중점 분야로 '사용 후 연료 중대사고 평가' 분야를 추진. 현재 국내 원전에서는 부지 내에 사용 후 연료 저장이 지속되고 있으며, 최종처분장의 건설은 아직 요원하기에 부지 내 사고 가능성 검토 필요. 사용 후 연료 용융이 동반되는 '중대사고의 가능성 검토 및 중대사고발생시 선원항 정량화'가 중요하며, 이는 최근 법제화된 사고관리 법령 (원전 사고가능성 있는 모든 위치에서 사고관리프로그램 (AMP) 수행 및 100TBq 선원항 기준 부합 평가) 이행에도 필수적. 특히, 중수로 월성 원전의 사용 후 연료는 양도 많고 경수로에 비해 조밀하게 저장되어 있어, 중대사고시 연료피복재 화재 (Zircaloy fire) 발생 가능성이 높은데 반해, 세계적으로도 해석용 전산코드가 개발되지 않은 단점이 있어 더욱 중요도가 높음. 본 기술 분야는 중대사고 평가분야와 핵연료 연구 분야 간의 융복합 연구 필요 • 우주, 해양, 북한비핵화 등 유관분야에서의 원자력 에너지 현안을 엮어 위 기술들에 대한 새로운 R&D 영역을 넓힐 수는 있겠으나 기술유지, 일자리확보 등을 위해서라도 산업과의 연계성이 가장 중요. 산업계 현안이나 단기간 산업화로 연계될 수 있는 주제 하에서, 부처 간 응용연구 강화 요망

다 주요 분석 결과 요약

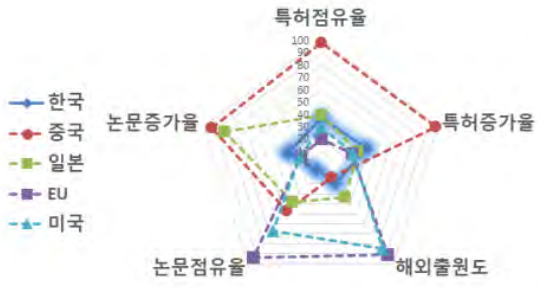
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	원자력 에너지 기술	9,095	4,619	112.5%	115.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

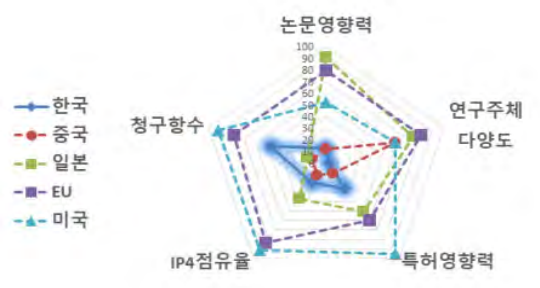
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	일본	미국
	29.5%	54.9%	5.0	6.2
한국	5위	3위	4위	4위
	10.0%	14.0%	2.5	1.7
5개국 평균[2]	-	-	3.8	4.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

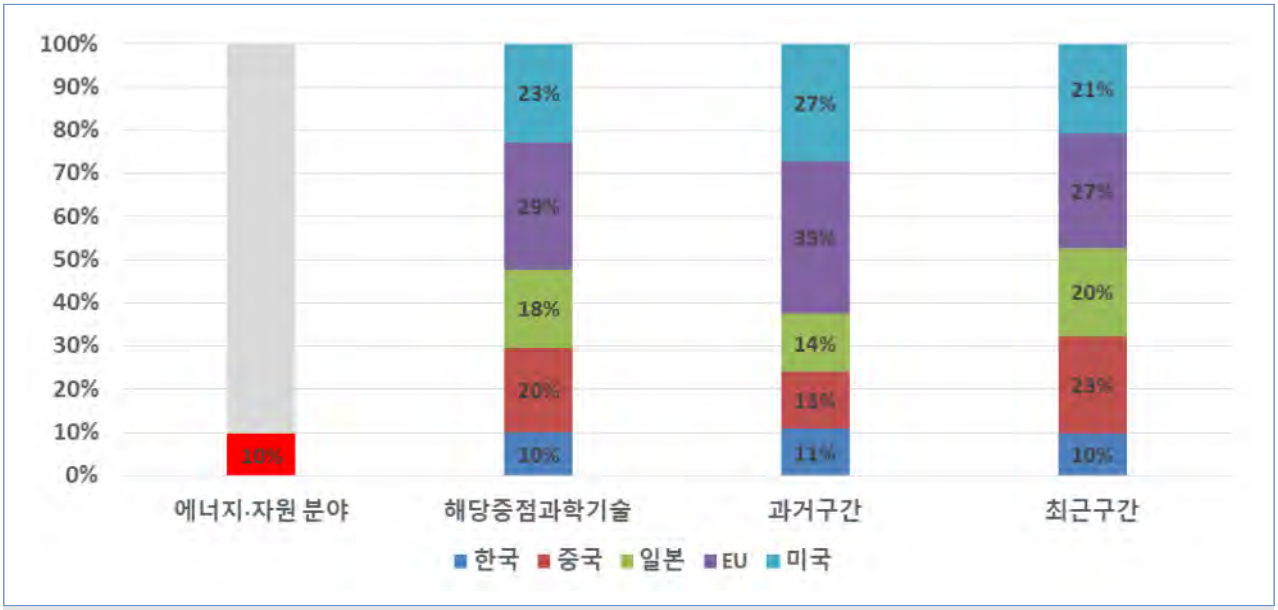
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(10.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(2.5)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(29.5%), 미국(22.7%), 중국(19.6%), 일본(18.2%), 한국(10.0%) 순이며, 논문 증가율은 중국(265.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 일본(5.0), EU(4.5), 미국(3.7), 한국(2.5), 중국(2.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.90)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.0%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(1.7)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(54.9%), 일본(15.1%), 한국(14.0%), 미국(10.6%), EU(5.4%) 순이며, 특허 증가율은 중국(268.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(6.2), EU(3.4), 일본(3.0), 한국(1.7), 중국(0.4) 순이며, IP4 점유율은 미국(35.0%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.1)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	10.0%	19.6%	18.2%	29.5%	22.7%
	논문 증가율	90.8%	265.3%	220.4%	59.8%	62.3%
	논문 영향력	2.5	2.5	5.0	4.5	3.7
	연구주체 다양도	0.58	0.80	0.88	0.90	0.85
특허 분석	특허 점유율	14.0%	54.9%	15.1%	5.4%	10.6%
	특허 증가율	45.5%	268.8%	24.5%	10.1%	11.7%
	해외출원도	0.6	0.1	1.5	5.3	4.6
	특허 영향력	1.7	0.4	3.0	3.4	6.2
	IP4점유율	4.9%	0.5%	11.8%	29.2%	35.0%
	청구항수	6.0	3.0	3.5	8.4	10.1

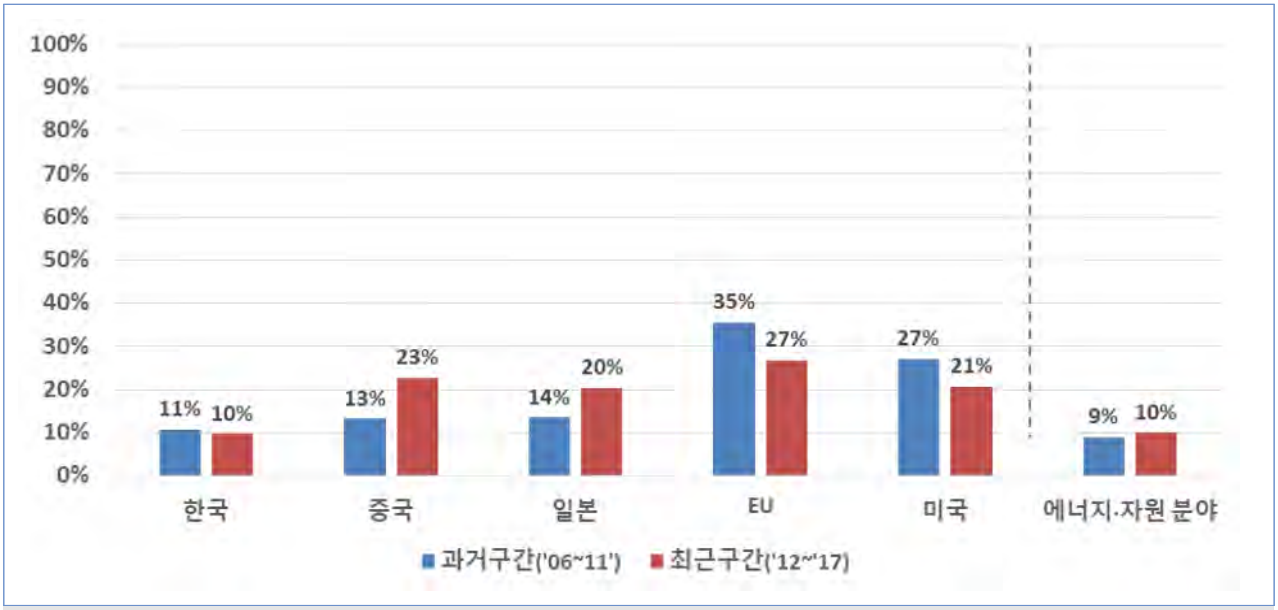
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 원자력 에너지 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2681건으로 전체 논문의 29%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 원자력 에너지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 10%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

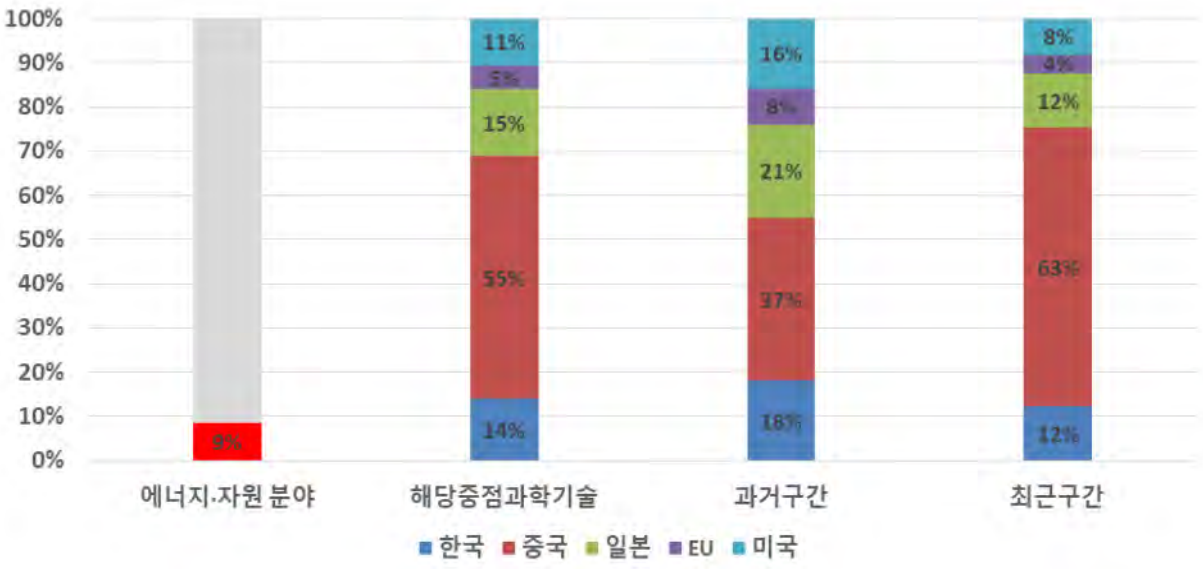


● 원자력 에너지 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 90.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	314	599	913	90.8%
중국	383	1,399	1,782	265.3%
일본	393	1,259	1,652	220.4%
EU	1,032	1,649	2,681	59.8%
미국	788	1,279	2,067	62.3%
전체	2,910	6,185	9,095	112.5%

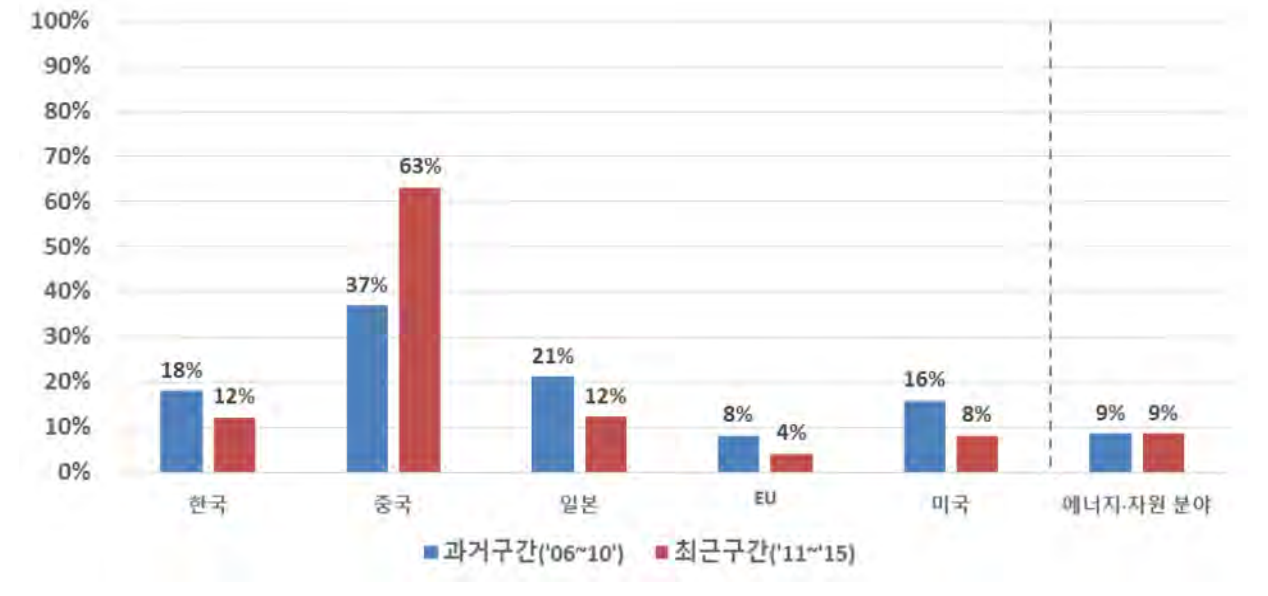
(4) 특허 점유율(전체)



- 원자력 에너지 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2536건으로 전체 특허의 55%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 원자력 에너지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 9%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



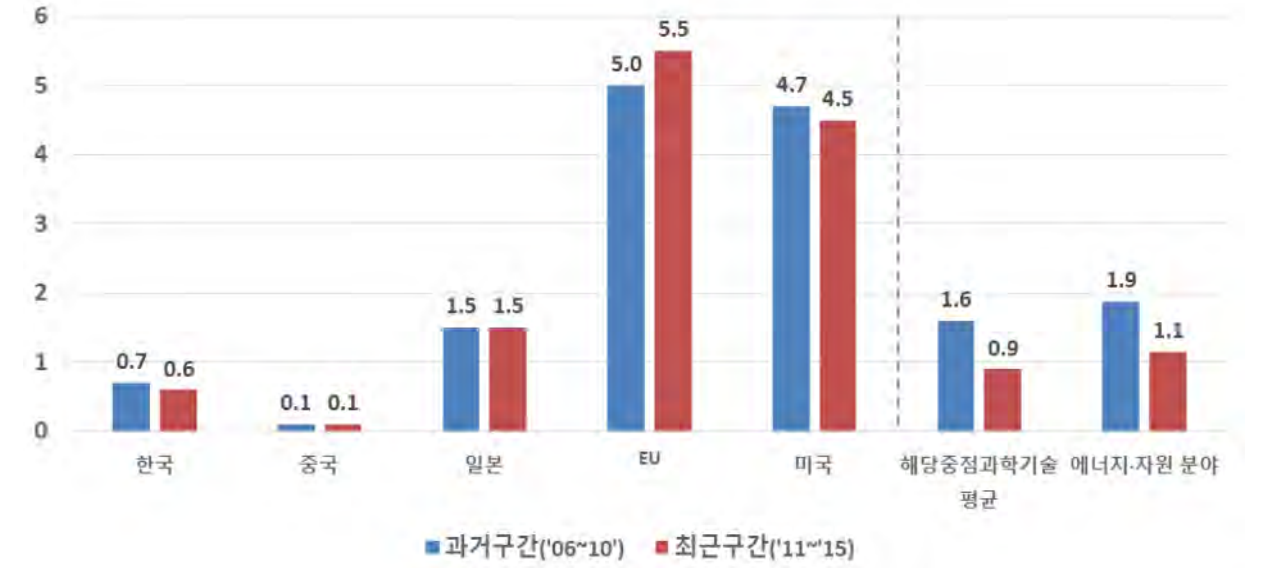
- 원자력 에너지 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 45.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	264	384	648	45.5%
중국	541	1,995	2,536	268.8%
일본	310	386	696	24.5%
EU	119	131	250	10.1%
미국	231	258	489	11.7%
전체	1,465	3,154	4,619	115.3%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

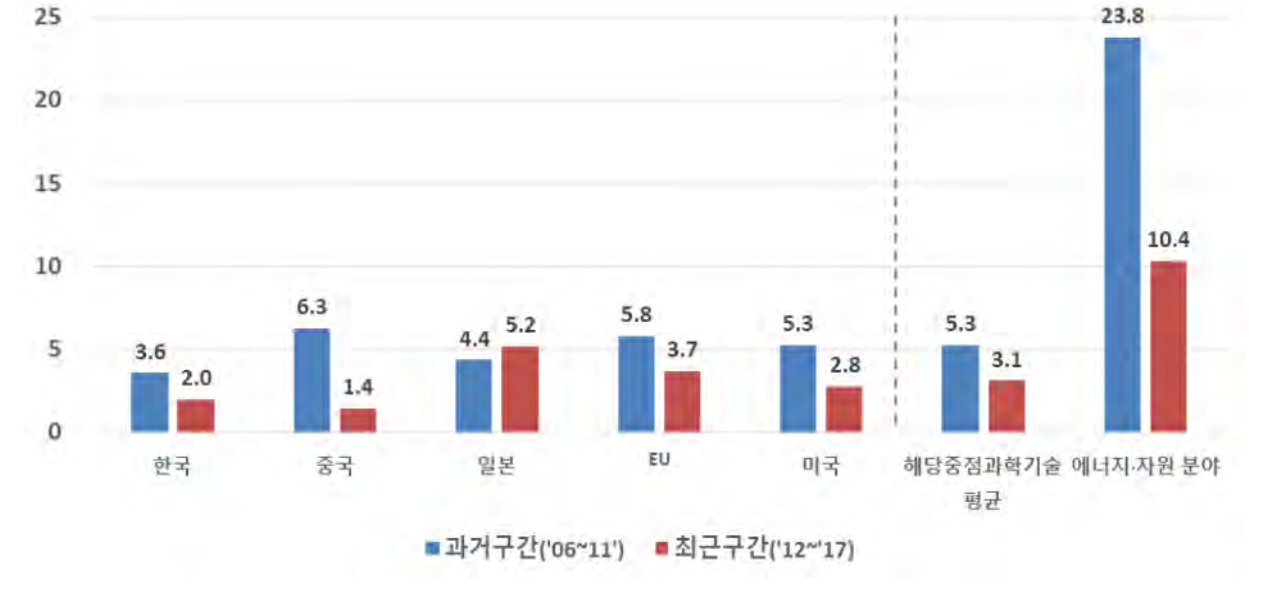


- 원자력 에너지 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



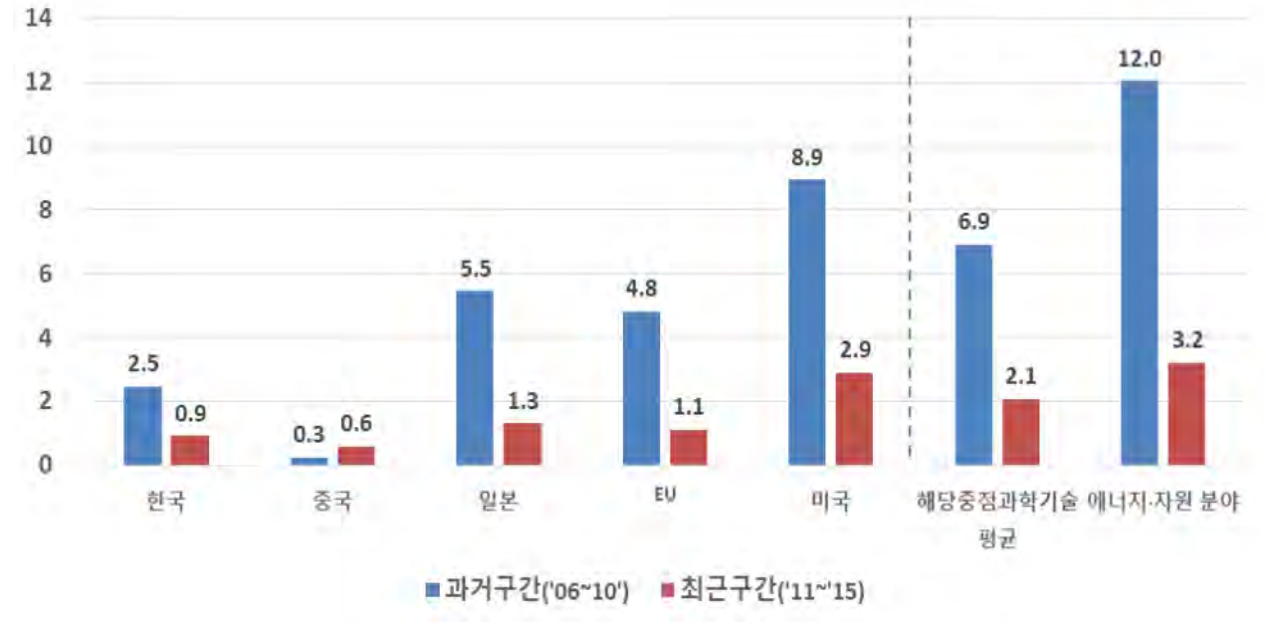
● 원자력 에너지 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 중국, 최근구간에는 일본의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



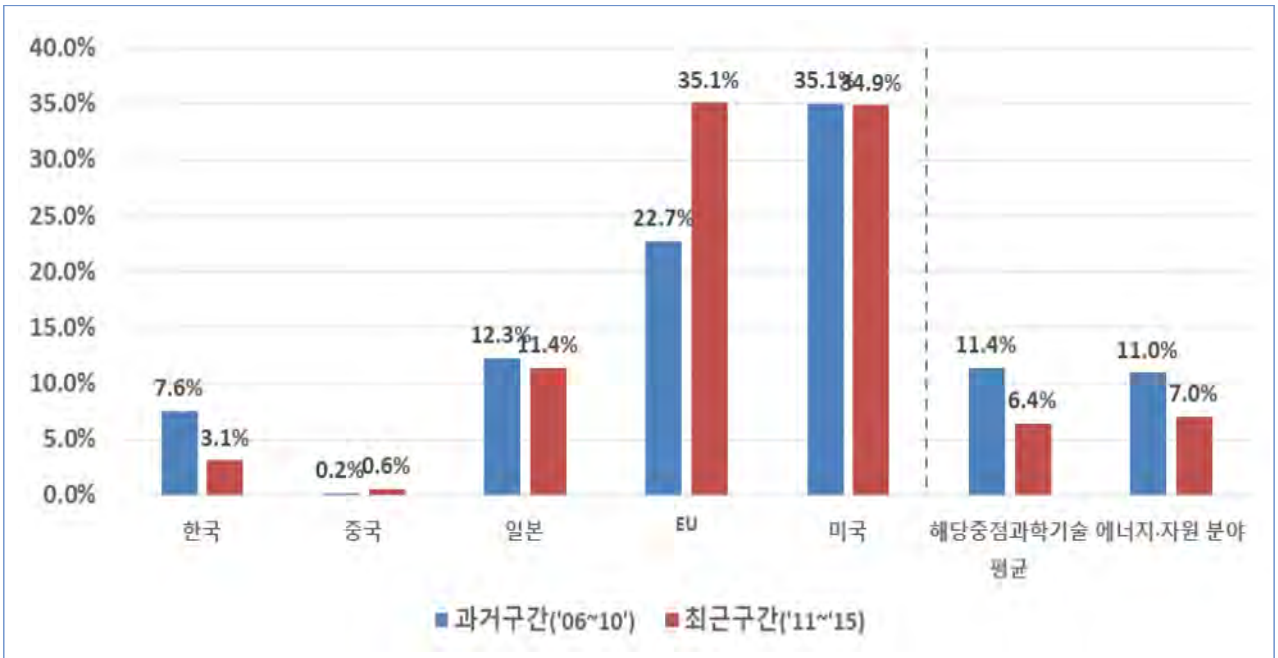
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



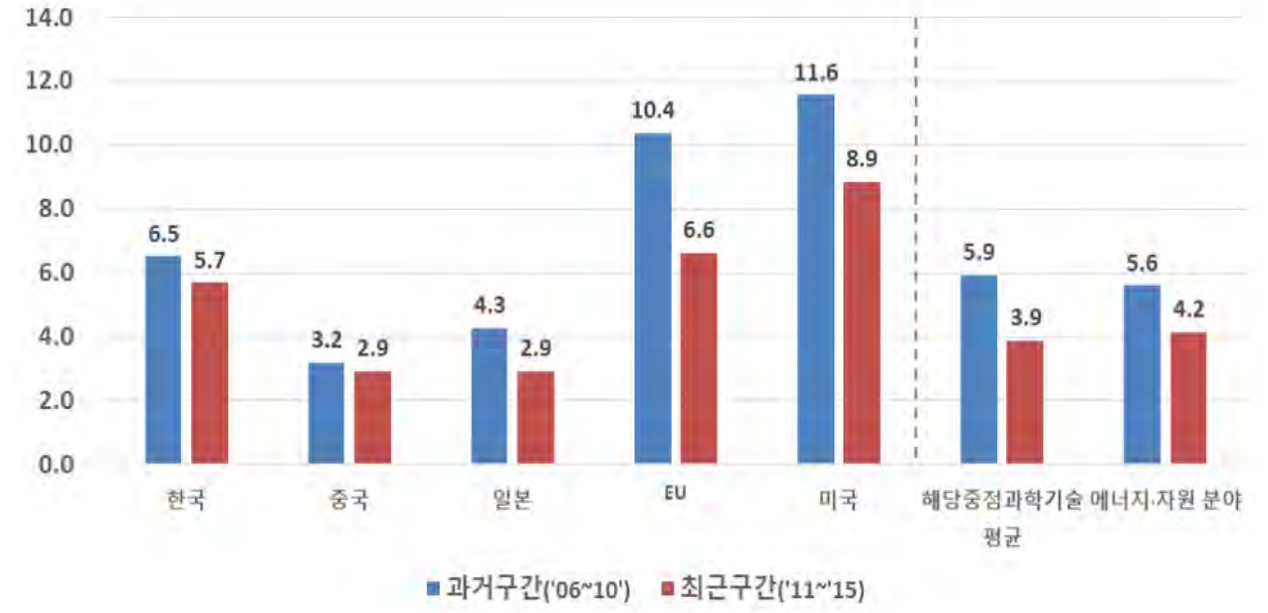
● 원자력 에너지 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 원자력 에너지 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 원자력 에너지 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

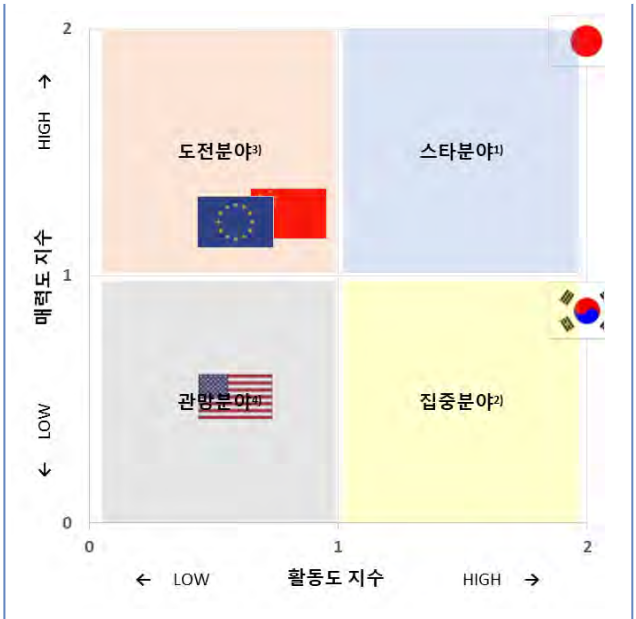
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

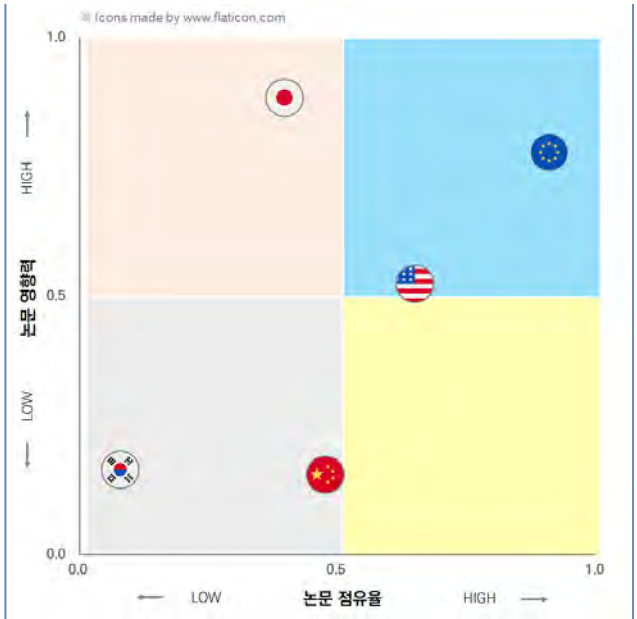
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 원자력 에너지 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

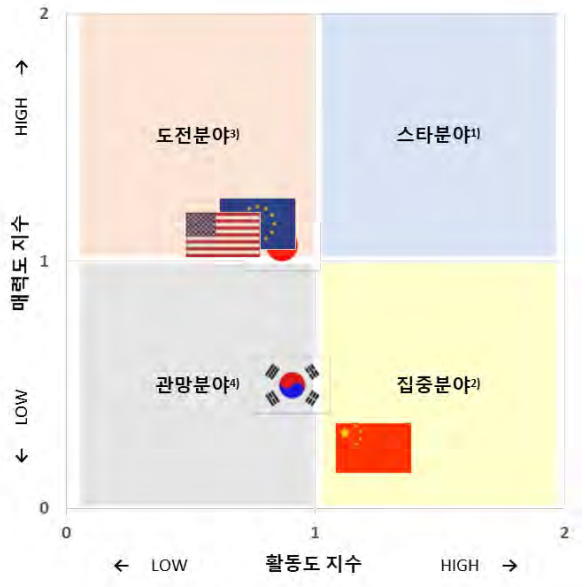


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

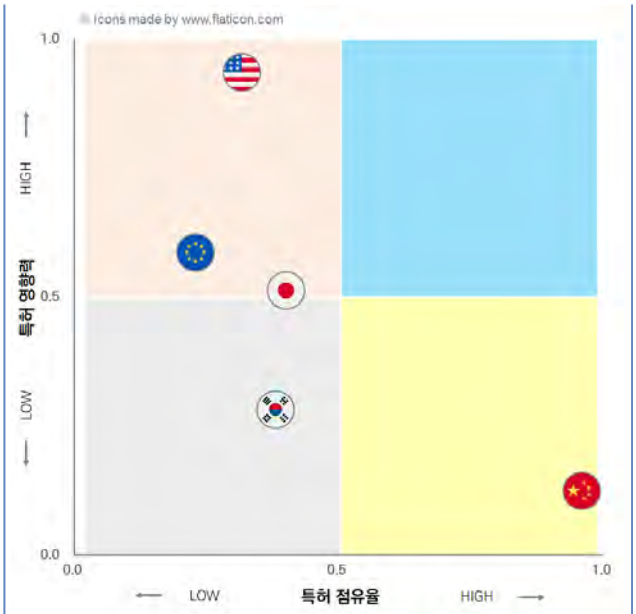
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 원자력 에너지 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 한국의 '한국원자력연구원(2.59%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율도 '한국원자력연구원'이 25.85%로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	한국	25.85%	2.59%	59.34%
2	IDAHO NATIONAL LABORATORY	미국	5.37%	1.22%	100.00%
3	SHANGHAI NUCLEAR ENGINEERING RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE	중국	5.05%	0.99%	175.00%
4	INSTITUTE OF NUCLEAR AND NEW ENERGY TECHNOLOGY	중국	4.94%	0.97%	138.46%
5	NUCLEAR AND RADIATION SAFETY CENTER	중국	4.32%	0.85%	3650.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	25.85%	2.59%	59.34%
2	KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY	7.34%	0.74%	-44.19%
3	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	6.24%	0.63%	85.00%
4	KYUNG HEE UNIVERSITY	3.07%	0.31%	500.00%
5	KOREA HYDRO AND NUCLEAR POWER CO. LTD.	2.63%	0.26%	-28.57%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHANGHAI NUCLEAR ENGINEERING RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE	5.05%	0.99%	175.00%
2	INSTITUTE OF NUCLEAR AND NEW ENERGY TECHNOLOGY	4.94%	0.97%	138.46%
3	NUCLEAR AND RADIATION SAFETY CENTER	4.32%	0.85%	3650.00%
4	HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY	3.70%	0.73%	64.00%
5	CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO. LTD.	3.25%	0.64%	444.44%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY	3.21%	0.58%	207.69%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	2.78%	0.51%	70.59%
3	HOKKAIDO UNIVERSITY	2.60%	0.47%	86.67%
4	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES LTD.	2.48%	0.45%	41.18%
5	NUCLEAR SAFETY RESEARCH CENTER	2.42%	0.44%	300.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF PISA	2.76%	0.81%	-70.18%
2	JOŽEF STEFAN INSTITUTE	2.13%	0.63%	71.43%
3	INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (IRSN)	1.34%	0.40%	1000.00%
4	LABORATORY OF NUCLEAR INSTALLATION SAFETY	1.27%	0.37%	-82.76%
5	LITHUANIAN ENERGY INSTITUTE	1.19%	0.35%	-31.58%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	IDAHO NATIONAL LABORATORY	5.37%	1.22%	100.00%
2	OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY	3.05%	0.69%	170.59%
3	SANDIA NATIONAL LABORATORIES	2.71%	0.62%	7.41%
4	ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE	2.56%	0.58%	-23.33%
5	ARGONNE NATIONAL LABORATORY	2.37%	0.54%	208.33%

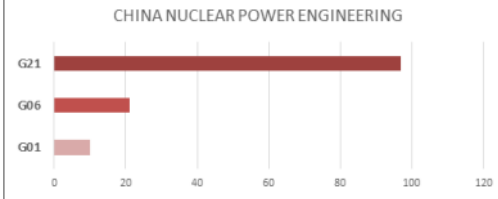
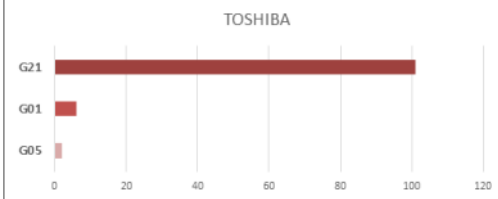
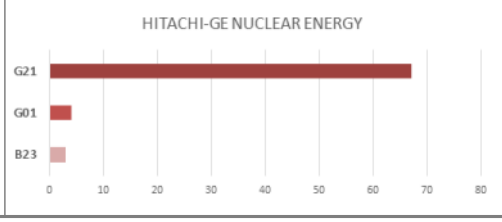
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING(3.36%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국원자력연구원'이 23.46%(글로벌 점유율은 3.29%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING'과 '한국원자력연구원'은 G21(핵물리; 핵공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING	중국	6.11%	3.36%	661.11%
2	한국원자력연구원	한국	23.46%	3.29%	53.33%
3	TOSHIBA	일본	16.52%	2.49%	-5.08%
4	한국수력원자력	한국	13.12%	1.84%	247.37%
5	HITACHI-GE NUCLEAR ENERGY	일본	11.06%	1.67%	13.89%

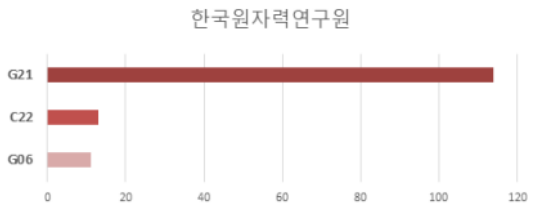
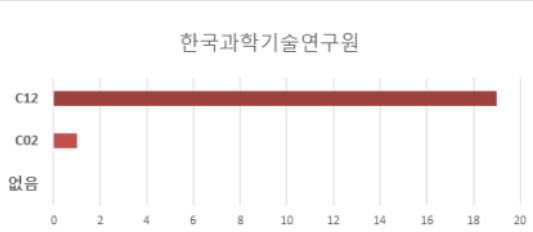
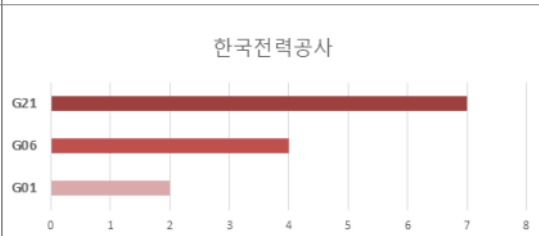
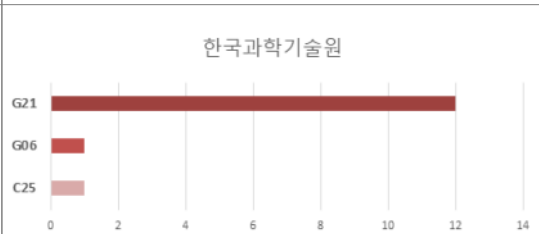
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G21	핵물리; 핵공학
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		G05	제어; 조정
4		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국원자력연구원	23.46%	3.29%	53.33%
2	한국수력원자력	13.12%	1.84%	247.37%
3	한국과학기술연구원	3.09%	0.43%	-94.74%
4	한국전력공사	2.31%	0.32%	-100.00%
5	한국과학기술원	2.31%	0.32%	1400.00%

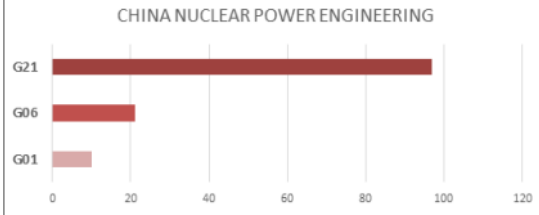
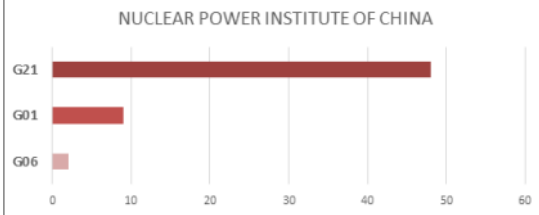
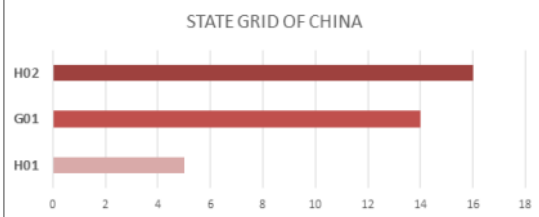
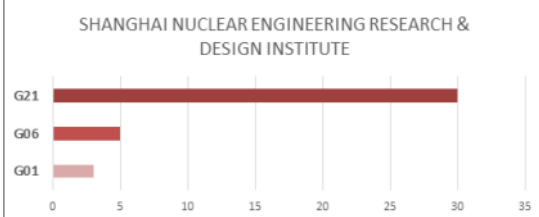
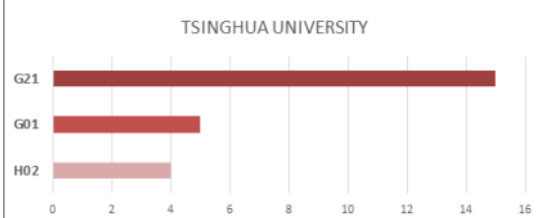
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		G21	핵물리; 핵공학
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
5		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING	6.11%	3.36%	661.11%
2	NUCLEAR POWER INSTITUTE OF CHINA	2.76%	1.52%	500.00%
3	STATE GRID OF CHINA	1.81%	1.00%	4500.00%
4	SHANGHAI NUCLEAR ENGINEERING RESEARCH & DESIGN INSTITUTE	1.66%	0.91%	4000.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	1.38%	0.76%	50.00%

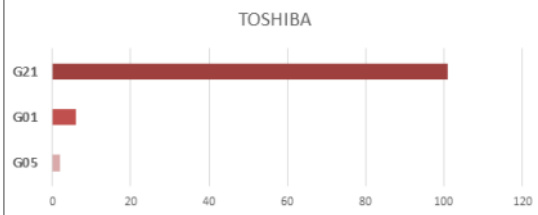
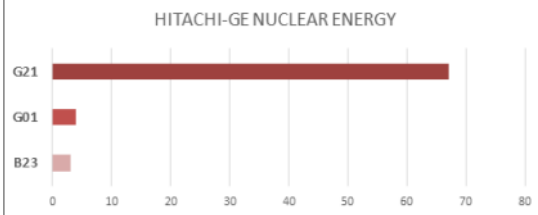
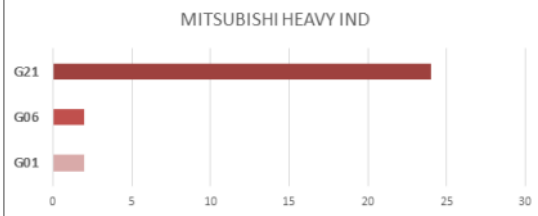
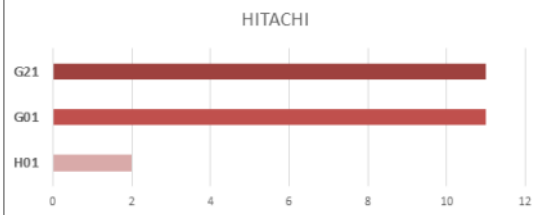
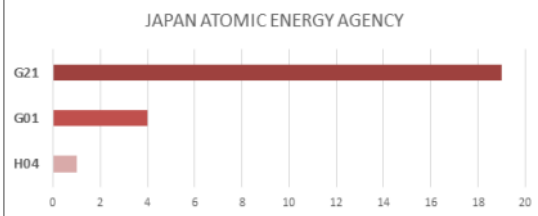
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
4		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

4 일본

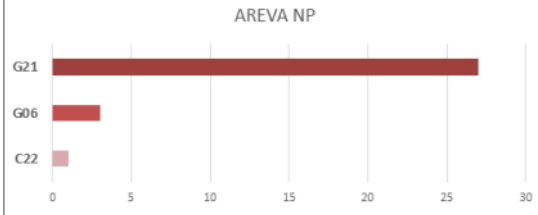
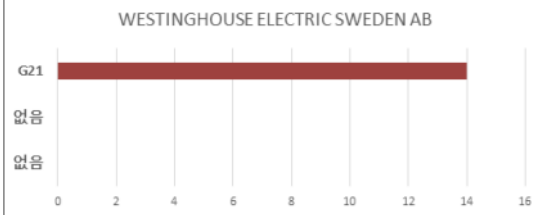
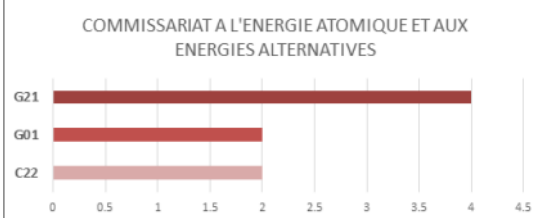
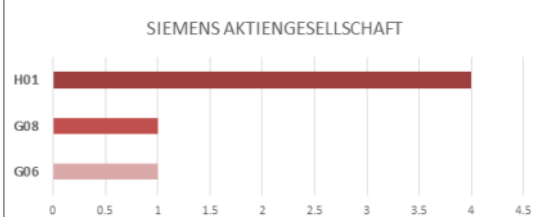
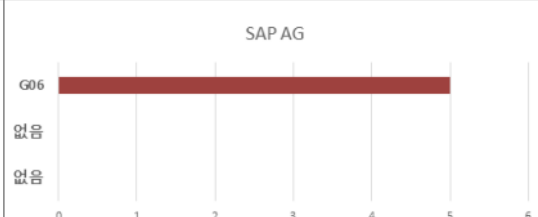
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	16.52%	2.49%	-5.08%
2	HITACHI-GE NUCLEAR ENERGY	11.06%	1.67%	13.89%
3	MITSUBISHI HEAVY IND	4.60%	0.69%	66.67%
4	HITACHI	3.74%	0.56%	171.43%
5	JAPAN ATOMIC ENERGY AGENCY	3.45%	0.52%	-58.82%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		G05	제어; 조정
2		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
3		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
5		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		H04	전기통신기술

5 EU

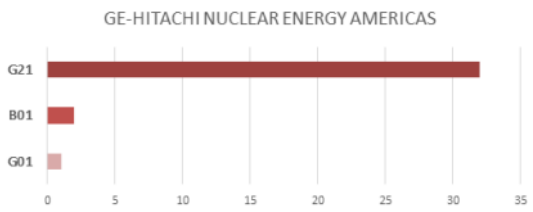
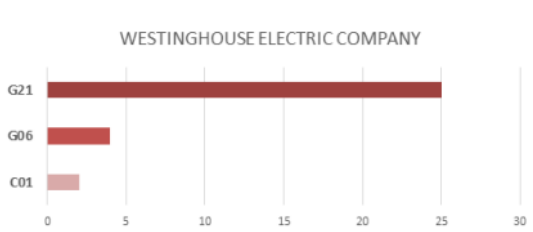
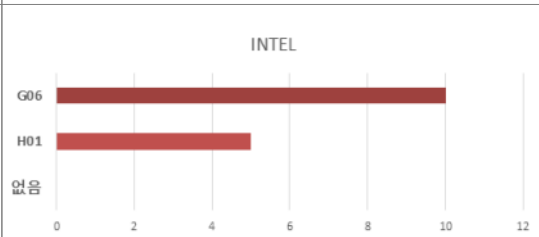
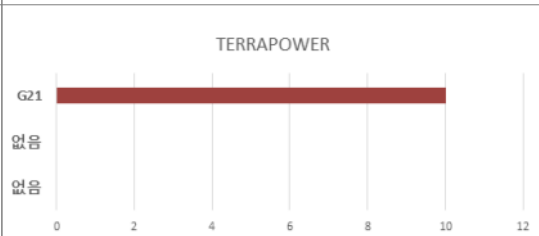
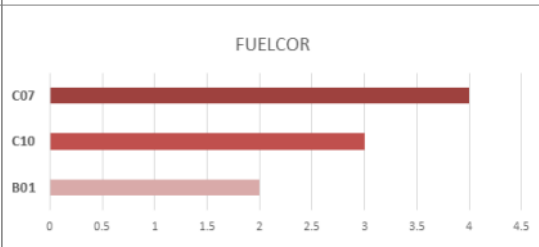
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	AREVA NP	12.80%	0.69%	-60.87%
2	WESTINGHOUSE ELECTRIC SWEDEN AB	5.60%	0.30%	-60.00%
3	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES	4.00%	0.22%	800.00%
4	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	2.80%	0.15%	500.00%
5	SAP AG	2.00%	0.11%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
2		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
3		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
4		H01	기본적 전기소자
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS	7.16%	0.76%	-25.00%
2	WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY	6.34%	0.67%	6.67%
3	INTEL	3.07%	0.32%	-33.33%
4	TERRAPOWER	2.04%	0.22%	50.00%
5	FUELCOR	1.84%	0.19%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		G01	광학
2		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C01	무기화학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
5		C07	유기화학
		C10	석유,가스또는코크스공업;일산화탄소를함유하는공업가스;연료;윤활제;이탄
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

86 원자력 환경방호 기술



86 원자력 환경방호 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 원자력 이용과정 중 발생하는 방사선으로부터 인간과 환경을 보호하고, 사용후 핵연료를 비롯한 방사성폐기물을 안전하게 취급·관리하면서 인간생활권으로부터 친환경적 방법으로 영구 격리하는 기술
- ☑ 영구 정지된 원자력시설과 부지를 안전하게 철거하거나 방사성오염을 제거함으로써 부지를 재이용할 수 있도록 복원하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

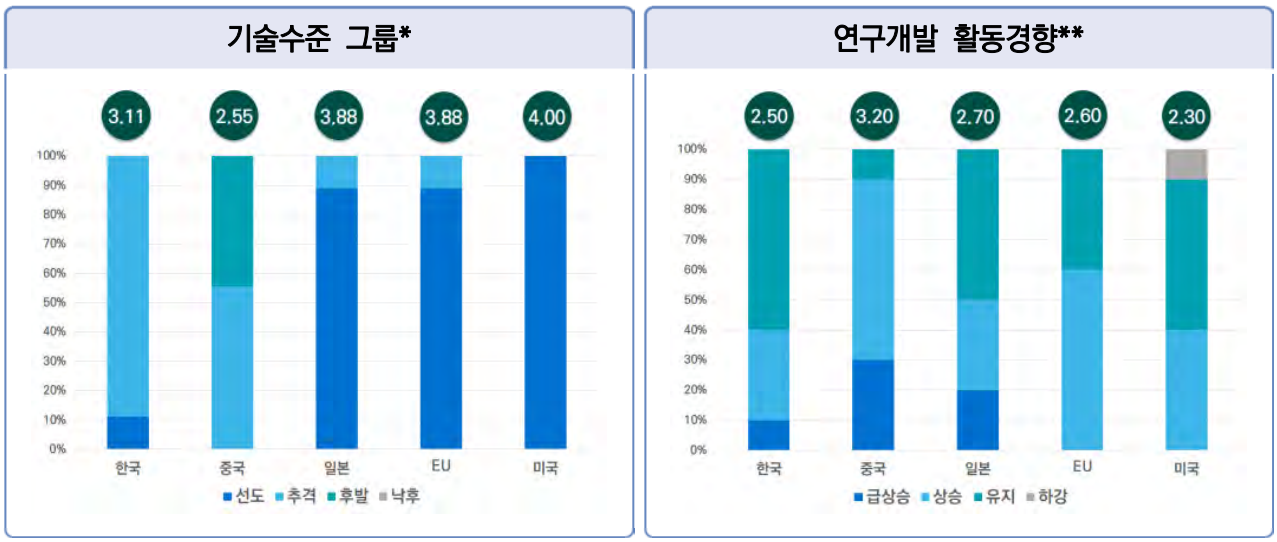
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	78.0	4.5	추격	보통	우수	상승
중국	70.0	5.8	추격	보통	보통	상승
일본	90.0	2.5	선도	우수	우수	상승
EU	95.0	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	76.5	4.8	78.0	75.0	80.0	6.8	4.5	3.3	5.0	2.4
중국	70.5	5.8	70.0	70.0	75.0	8.6	5.8	4.8	8.0	2.5
일본	90.0	2.3	90.0	90.0	90.0	1.3	2.5	1.5	3.3	1.3
EU	95.0	1.0	95.0	94.0	95.0	3.9	1.0	0.8	1.5	1.2
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0

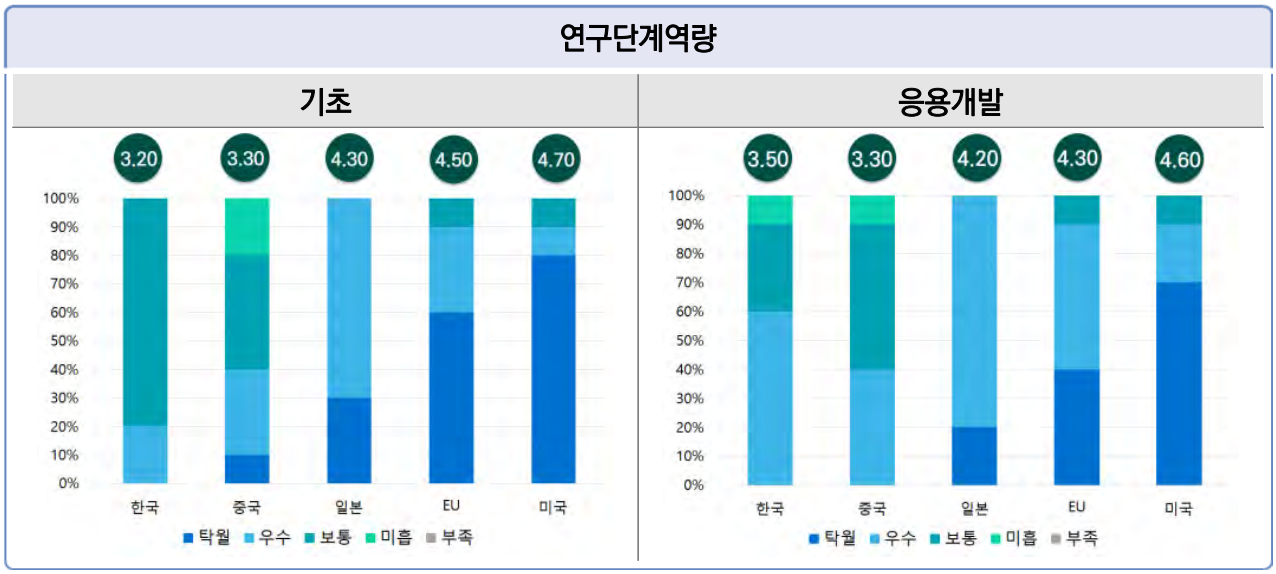
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (78.0%)	• 최근 투자를 확하고 있으나, 아직까지 원천기술을 자립하지 못함 • 실물 사용 후 핵연료 연구에 국제적 협약으로 인한 제약이 많고, 사회적 공론 미흡으로 관련 연구실용화에도 제약이 많음 • 한국형 원전개발 및 고리, 월성의 원전해체기술 연구, 방사성폐기물 처리 등으로 인하여 원자력방호 기술 분야에 활발한 연구 활동이 수행되어 왔으나 최근 정부의 탈원전 정책에 의하여 이러한 연구 활동이 위축되어 향후 선도그룹과의 기술격차가 확대 우려 • 원전을 이용한 전력생산은 국제적 수준이나, 후행핵주기에 대한 기술투자 및 경험, 인력 부족이 문제시됨. 다만, 원전 설계, 운영 경험을 활용하여 후행핵주기 분야에 투자할 경우 국제적 수준 확보 가능 • 산업 및 기술의 발전 정도가 미국/유럽에 뒤처짐. 비핵산과 관련하여 사용 후 핵연료 관련 연구에 많은 제한 존재. 논문 게제 및 특허 신청은 많으나 피인용 지수 관점에서 많이 부족
중국 (70.0%)	• 일부 기술 분야(사용 후 핵연료 재활용)에서는 우리나라와 동등 이상의 수준이나, 다른 기술 분야는 아직까지 기술개발 필요성이 크지 않아 투자가 활발한 편은 아님. 하지만 원전 이용기간이 늘어나 사용 후 핵연료와 방사성폐기물 관리 기술 수요가 증가를 한다면, 급속한 투자확대와 기술개발 활성화 예상 • 활발한 원자력발전소의 건설 등으로 원자력 관련 기술의 축적과 적용 등 진행 • 사회주의 체제 하에 관련 분야 관심 저조 • 원자력 발전 시설에 투자를 시작한 후발 그룹으로 아직까지는 발전에 최우선을 두고 있으나, 후행 분야에서도 처분장 부지 선정 등 일부분에서는 적지 않은 경쟁력 보유 • 논문 및 특허 피인용지수가 비교적 낮음
일본 (90.0%)	• 학회 및 국제 연구 활동 • 원천기술 수준에 비해 응용기술 수준과 운영경험이 선도국 대비 다소 떨어짐 • 재처리를 포함한 사용 후 핵연료 전반 분야에서 매우 경험이 많으나 해체 등 일부 분야는 최고 기술국 대비 연구경험과 전문성이 떨어짐 • 쓰나미에 의한 후쿠시마 원전 사고 이후 환경 보호 및 복원 차원의 기술 수준은 향상되었으나 사용 후 핵연료의 처리/처분 관련 기술 수준은 정체 상태 • 일본 고유의 기준 보유, 특정 분야에서는 오히려 미국이나 EU보다 앞서 있으나 여전히 새로운 이슈 발생 시 미국과 EU에 의존
EU (95.0%)	• 일부 기술 분야(고준위 방사성폐기물 처분기술)에서 일부 EU 회원국이 선도적 위치 • 해체를 제외한 전 분야에서 기술 수준이 높으며 매우 경험이 많음 • EU의 관련 보고서 및 논문 등의 수준으로 볼 때, 일부 국가는 미국과 비슷한 기술 수준을 보유하나 전체적으로는 수준이 낮은 상태 • IAEA를 비롯한 독일, 프랑스 등의 유럽국가에서도 원자력관련 국제문서 발간 등을 통하여 우수한 기술 수준 유지

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 미국 국립연구소 및 정부의 꾸준한 연구 활동과 예산지원 • 세계 최대 원전이용국가로서, 풍부한 운전경험과 데이터를 바탕으로 신기술을 지속적으로 개발 • 상기 각 분야에 대해 가장 연구경험이 많음 • 원자력발전의 환경 안전과 비발전 분야의 방사선방호 분야의 최고 기술 보유 • 동 분야 연구논문 활동 활발 • 자국의 경험과 기술기준을 바탕으로 국제 표준 선도 및 실천

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 사용 후 핵연료 관련 국가정책 미수립에 따른 사업의 타당성 추진 • 원전시설 운영에 대한 기술, 인력 및 인프라를 바탕으로 사용 후 핵연료 운반, 저장, 처분에 대한 사업을 할 수 있는 여건 확보 • 현재까지 지속적인 원전 건설, 원전 해외수출 및 관련 연구로 기술발전과 인력양성 등 인프라 구축에 꾸준히 상승 • 24기 원자로 가동 중이며 원자력 발전소 건설 기술이 우수하여 해외 발전소 건설 수주 • 최근 사용 후 핵연료 관리가 현안으로 등장함에 따라 동 분야에 대한 정부 관심과 투자가 확대됨 • 최근까지 다량의 논문과 특허 양산 • 관련 분야 기본적인 연구 추진 • 최근 해체 정책이 명확해짐	• 실제 사업을 통한 노하우 미흡 • 정부의 탈원전 정책에 의하여 관련 연구의 위축에 따른 우수한 논문이나 특허의 현저한 감소 우려 • 예산 및 주민수용성에 영향을 받는 인프라 구축에 매우 미비 • 비핵확산과 관련되는 사용 후 핵연료 관련 기술 개발에 장애 존재 • 그동안 상대적으로 정부 관심과 투자가 소홀해 최근의 투자확대에도 불구하고 기술개발 수준이 선도국에 비해 다소 떨어짐 • 과거 관련 분야의 개발비를 증가시켜 왔지만 선도 그룹의 기초기술을 보유하기에는 국제정치학적 어려움과 국내 연구 인력의 낮은 기술수준으로 격차를 줄이지 못함 • 관련 분야 인력 풀 협소 • 국내 가동 중이나 향후 도래할 발전소 해체 기술 확보 시급 • 사용 후 핵연료 임시/영구저장 및 재활용 기술 확보가 시급하므로 이에 대한 국가차원에서 기술 확보 필요 • 폐기물 정책, 해체 관련 국가 정책이 다소 정체되어 있어 관련 기술개발에 적극적이지 못함
중국	• 특허 및 연구 활동 증가 • 원전시설 설계, 건설, 운영뿐만 아니라 사용 후 핵연료 재활용 기술에 대한 주요 선진국의 기술을 습득하여 빠르게 성장 중	• 사회주의 특유의 목표 지향형 사업을 추진함에 따라 안전에 대한 독립적인 규제가 미흡한 단점 존재 • 아직 원자력 이용 초창기여서, 사용 후 핵연료와

국가	강점분야	기타
	• 사회주의 특유의 사회적 리더십이 결합하여 처분 시설 부지 확보에도 문제가 없는 등 주요 선진국이 수십 년 이상 걸린 사업을 단기간 내에 수행할 수 있는 잠재력 보유 • 급속한 경제성장 및 원자력발전소 건설의 증가로 인하여 관련 분야의 인프라 구축이 향상되고 있으며 아직 기반기술에 대한 연구는 다소 미흡한 수준이나 향후 관련 분야의 연구 실적이 급증할 전망 • 우수한 과학기술력 • 중국 정부의 거대한 투자로 훌륭한 인력과 시설의 연구 인프라를 기반으로 기술 수준 향상의 속도가 매우 높음 • 사회 발전에 따라 관심 증가 예상	방사성폐기물 발생량이 많지 않아 동 분야 기술 개발 필요성 및 수요가 크지 않으므로 전반적 기술수준이 다소 떨어지지만, 앞으로 상황이 변하면서 기술수준도 급속히 향상될 전망 • 사회적 관심 저조
일본	• 꾸준한 연구 활동 및 연구기반 구축 • 자국 고유의 기술 기준을 바탕으로 원전시설 해체, 사용 후 핵연료 운반, 저장, 재활용에 관련된 부분에서 독자적인 사업을 진행할 수 있는 수준의 강점 보유 • 오래 전부터 플루토늄 재처리를 추진한 경험이 있고, 후쿠시마 원전사고 이후 폐기물 관련 기술이 급성장 중 • 후쿠시마 원전 사고에도 불구하고, 최근 원전 재가동을 결정하는 등 정부의 원자력에 대한 지원 의지와 투자 확고 • 후쿠시마 사고 대처를 통한 필요에 의한 관련 분야 비약적 발전	• 후쿠시마 원전시설 해체 관련하여 자국 기술로의 해결이 어려워 EU와 미국의 도움을 요청하는 부분에서 일부 미흡한 부분 존재 • 신규 원전 건설에 대해 회의적 • 후쿠시마 원전 해체 및 부지 복원을 위한 인력양성 및 기술개발에 막대한 투자 결정 • 후쿠시마 사태 이후 관련 분야의 논문 발표의 감소 • 시간 흐름에 따른 관심 감소 • 원자력 분야의 하향세로 인한 논문, 특허의 생산이 선도그룹에 비하여 가장 저조한 상황 지속
EU	• EU 회원국 간 경험을 바탕으로 국제 표준을 선정하고 이를 각 회원국들이 공유하여 우수한 기술, 인력, 인프라 보유. 특히, 독일은 EU 내에서도 선도하고 있으며 국제적인 경쟁력 확보 • 프랑스의 재처리 기술, 스웨덴의 고준위폐기물 기술, 영국의 해체 기술 등 분야별로 유럽 국가들이 강점을 보임 • 원자력 환경방호 분야에 주도적인 역할을 수행하며 논문이나 특허도 활발하게 생산 • 해체 및 재활용 관련 우수한 기술 확보	• EU국 내부에서도 회원국 간 기술 격차 존재. 스웨덴, 핀란드는 처분 사업 최고선도 그룹이라고 할 수 있으며, 독일은 처분 사업은 뒤쳐져 있으나, 운반 및 저장 관련 기술은 국제적 수준 • 일부 국가가 강점은 있으나 고준위 폐기물 및 해체 분야가 다소 정체된 수준 • 원자력 발전에서 신재생에너지로 관심 이동 • EU 회원국 간 기술과 인력수준 상향평준화를 위해 노력 중 • EU국가의 일부에서 원전 정책의 후퇴로 미국과의

국가	강점분야	기타
	• 프랑스, 핀란드, 스웨덴, 독일 등 원천기술 수준이 높고 다양한 원자력시설 운영 경험을 보유한 회원국 다수 • EU 역내에서 기술 인력의 자유로운 이동이 가능하여, 신속한 기술전파 및 긴밀한 협력 가능 • 기존 자원 풍부	격차를 좁히지 못하고 있음 • 연구 인력 고령화
미국	• 독자적 기술기반 구축 및 안정적 기초연구 강화 다양한 옵션을 도출한 연구개발 활성 • 경험 및 기술 개발 내용을 바탕으로 국제 표준을 제시하고 이를 바탕으로 실제 사업을 수행하면서 기술, 인력, 인프라 확보 • 세계 최대의 원전과 다양한 원자력시설을 보유하여, 이들 시설의 풍부한 운영 경험과 데이터 확보하고 이를 토대로 첨단 기술과 시스템 개발 • 관련 기초 및 기반, 응용 기술의 인프라가 세계 최고 수준	• 고준위 폐기물 처분 사업은 기술관점이 아닌 정책적 변화에 따라 중단 되어 EU와 비교 시 기술 수준이 미흡한 부분 존재 • 원자력발전에 대한 관심은 낮은 수준 • 1980년대 이후 수십 년간 신규원전 건설이 없어, 신규 전문 인력 양성이 제대로 이뤄지지 않아 아직까지도 정상적인 인력수급에 난행 • SMR 위주의 R&D 투자로 원자로개발의 기술 수준이 향상되고 있으나 원자로개발의 전체적인 수준은 정체 상태. 이에 따른 사용 후 핵연료 관련 기술도 정체상태

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	4위	2위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 부처별 관련 연구개발 중복성 검토 • 학계, 연구기관, 엔지니어링 업계, 일반 산업체의 전문성을 고려한 분업화를 통해 관련 산업이 육성될 수 있는 협력 체계 구축. 특히 폐기물 처분과 해체산업 분야에서 연구기관이 엔지니어링 또는 비지니스를 제외한 순수 연구에 매진할 수 있는 국내 협력 체계 구축을 위한 정책 필요 • 관련분야의 연구는 현재 연구계가 산업계 대비 압도적으로 주도하고 있어 산업계의 주도 필요성이 높으므로 사용 후 핵연료의 운반 및 저장용기 상용화 등의 연구를 통하여 산업계의 적극적인 참여 유도 필요 • 원자력 후행핵주기 분야는 특정 기관, 특정 회사에 의해 주도 될 수 없으며 정부의 정책적 방향 제시 및 이에 따른 각 유관 기관의 협력이 중요하므로 국가 차원의 정책 목표를 제시하고 이를 달성하기 위하여 각 유관기관이 참여할 수 있는 사업을 발주 필요

	정책제언
	• 과기부에서 수행하는 원천 기반기술들이 상용기술 개발로 잘 연계되고, 또한 산업계의 필요에 부응한 기반기술 연구개발이 수행되어야 함. 이를 위해서는 다부처에서 공동으로 기획하고 공동목표 달성을 위한 협력 연구 수행 필요 • 대학과 기술개발 기관과의 연계 방안 구축
국제협력 촉진	• 해체기술의 국제협력 방안 수립 • 핵심기술, 특허 등 구체적 개발 방안 수립 • 국가별 협력 아이템 도출하여 우리가 앞설 수 있는 기술 아이템 도출 • 기술 난제 분야에 대해 미국, EU 등과 공동연구를 할 수 있는 양자간 협력체계 구축 • 미국 및 유럽 등 실제 재처리, 고준위폐기물 시설을 운영하는 국가들과 협력이 필요하나 그동안 다양한 협력이 이뤄진 바 있으므로 무조건적인 과거 답습형 협력을 지양하고, 실질적으로 연구 성과를 얻어 공유, 활용할 수 있는 국제협력이 이뤄지도록 추진 • 과거 20년 이상 미국, 캐나다, 유럽 등의 국가들과 많은 국제협력을 수행함. 국제협력의 결과물을 데이터베이스화하여 중복된 국제협력은 배제하되 절실한 국제협력은 우선적으로 중점 지원하는 정책 필요 • 현재 방사성폐기물 및 사용 후 핵연료 관련 기술은 미국, EU, IAEA 등 선진국의 프로토콜을 이용하여 각 기술기준에 부합하게 적용하고 있으므로 정부에서는 이 기술기준을 기반으로 국내의 여건에 맞도록 수정 보완하는 연구 수행 • 사용 후 핵연료와 관련하여 안전과 보안에 대한 민감한 기술은 국제적인 협력에 한계가 있음. 정부 차원에서 선진 기술 이전을 위해 국제 협력에 관한 high-ranking간 협력을 공식화하고, 세부 기술 관련 분야는 전문가들이 그 주제를 선정, 확보할 수 있도록 지원 필요 • 후행핵연료주기 분야에 대해서는 선진국의 기술수준이 우리나라보다 높으므로 가장 기본적이고 부족한 분야에 대한 국제협력 필요. 특히 핵 비확산과 관련되는 분야의 국제협력은 필수적
인력양성 및 유치	• 기초분야 연구지원 활성화 대책 및 전문 인력 해외 유출 방지 방안 시급 • 전국 원자력공학과에 후행핵연료주기 전공 교수 수를 확대하고, 관련 전공과목 또는 전공과정 개설 지원 • 원자력기관에서 관련분야 인력 채용 시 후행핵연료주기 전공 학생들에게 우선권 제공 • 전문성과 실무적 능력을 보유한 인력을 확보가 필요하므로 관련 분야 필요한 전문성과 역량을 정의하여 이에 부합하는 인력 양성 및 유지할 수 있도록 지원프로그램 필요. 원자력 전공뿐만이 아니라 화공, 재료, 지질 등 다양한 분야의 필요인력에 대해 수급을 분석하여 과학적인 대처 필요 • 해체 및 폐기물 관련 산업의 전문 인력은 중성자와 감마를 다루는 핵공학 그룹과 기타 공학의 조합으로 볼 수 있으므로 기존의 원자력공학과의 교육에서 실무적인 내실화와 더불어 인력 육성을 위한 장학금 증액이 필요. 비원자력 전공 분야는 기존 기계 및 토건 산업체계에 원자력의 특수성을 인지하는 교육으로도 충분하며 원자력교육센터 등의 원자력 교육기관을 이용 • 원전해체 및 고준위 방사성폐기물 관리는 국내에서 수행된 경험이 전무한 분야로서 관련기술의 확보를 위하여 매우 많은 분야에서 기술의 구축이 요구되기 때문에 이러한 다양한 기술개발을 위하여서는 각 분야 별 연구 인력의 충원 및 양성이 절대적

	정책제언
	• 에너지 전환 정책에 따라 후행핵주기를 체계적으로 배울 수 있는 원자력 공학 관련 학과의 인재 이탈 및 지원 감소 중. 이러한 분야의 인력을 적은 수라도 매년 각 유관 기관에서 꾸준히 채용할 수 있도록 정책적 지원을 하여 학생들의 미래에 대한 우려 해소
인프라 구축	• SNF 및 고준위폐기물 처리처분 기술 개발을 위한 연구시설과 경험 미비 • 중장기 계획을 수립하여 인력양성 및 인프라 구축 사업 기획안 수립 • 인프라를 한 곳에 집중하기 보다는 시설(장비) 중복을 피해 전국 여러 곳에 분산 배치하여, 연구자들이 보다 쉽게 접근하여 활용 가능하도록 지원 • 영구처분 및 사용 후 연료 재활용에 있어 일부 연구/시험인프라 구축 필요 • 향후 신규 인프라 구축은 지양하고, 기존 인프라의 활용을 효율화 필요하나 원자력시설 해체 등 구체적인 사업 및 활동에 한하여 신규 인프라 구축이 필요한 경우는 그 목적과 활용계획을 구체적으로 수립하여 제한적으로 구축 • 국내협력체계 구축과 연동하여 기관 간 중복 되지 않도록 인프라 구축. 특히 연구기관에서는 엔지니어링 관련 인프라 보다는 외국에 비해 취약한 기반 기술(예, 핵자료 생산을 위한 실험 등의 인프라)에 집중할 수 있도록 지원 • 원전 주변 중소·중견기업이 참여하는 해체 기술 개발 프로그램 구축·활성화 • 원자력연구원에 주요 설비가 설치되어 있으나, 연구소가 대전시에 위치하고 시설의 내구연한이 지남에 따라 제2원자력연구원과 같은 관련 인프라 시설을 갖추고 기초 연구 및 실증 연구를 할 수 있는 시설을 지역인구가 적은 지방에 구축 필요 • 국제협력, 연구비 투자 등을 통해 후행핵연료주기 연구개발에 필요한 인프라 구축 시급
법·제도 개선	• 사용 후 핵연료 및 고준위폐기물 관리를 위한 정부정책 수립 시급 • 다부처 사업으로 추진 중인 사용 후 핵연료 표준화사업의 실현을 위한 적극적인 범부처 협력 • 처분장 선정을 위한 법/제도 개선 • 인허가 기관의 선제적 참여 • 안전성 강화 일변도의 규제보다는 안전성을 훼손하지 않는 범위에서 신산업이 창출될 수 있는 여지를 줄 수 있도록 규제합리화 • 사용 후 연료 재활용, 폐기물 영구처분과 관련하여 국가 정책은 아직 결정되지 않은 부분이 많아 이를 결정하는 것이 우선(추진일정, 방법 등). 국가 정책 결정을 통하여 이후 필요한 기술, 인프라, 인력에 대한 수준과 수요를 분석하고, 이를 바탕으로 필요한 연구 지원 • 원자력산업의 Public Acceptance 특수성 때문에 법/제도 구축 전에 산업 발전의 진척이 있을 수 없음. 대학과 연구 기관에서의 연구 단계와 병행하여 관련 규제기술의 개발을 병행하고, 산업화 단계 이전에 법제화 필요. 즉, 규제기관이 미국 등의 규제기술을 단순히 인용하는 비합리적인 규제와 심사 행위 저감 필요 • 고준위 방사성 폐기물 영구처분 기술이나 사용 후 핵연료 재활용 기술은 범국가적인 수준에서 기술개발이 수행되어야하기 때문에 부처 간에 서로 상충되거나 중복되는 관련 규제 및 법령의 검토와 개선 필요 • 제염 해체 폐기물 및 해체 부지 방사성 폐기물 관리 기준 구축

	정책제언
	• 원자력 발전 위주의 법제도에 추가로 후행핵주기와 관련된 시설의 건설 운영이 가까운 시일 내 예상됨에 따라 좀 더 정교한 원자력 안전법 및 방사성폐기물 관련 법령의 제·개정이 이루어질 수 있도록 관련 부처 간 정례적 논의의 장 필요 • 후행핵연료주기 사업이 가지고 있는 가장 리스크 중의 하나는 법과 제도에 의한 것. 현재 필요한 법과 제도의 개선을 위해 산업계와 규제기관 사이의 정기적인 논의와 협력의 장 필요. (현재는 규제기관의 독립성을 강조하다 보니 산업계와의 바람직한 협력도 이루어지지 않음)
연구비 확대	• 연구비 확대 보다는 기술개발 아이템 도출하여 세부개발계획 수립 하기 사항들과상충 • 우리가 개발해야할 기술과 외국에서 도입해야할 기술을 분류하여 전략적인 기술개발 계획 수립 • 개발할 기술 별 원가 산출 방식 도입 • 후행핵연료주기분야를 정책분야로 지정하여, 연구비 집중 지원 • 국가 정책이 아직 명확하게 결정되지 않은 부분이 많은 상태에서 절대적인 연구비는 부족하지 않음. 단순한 시설 유지, 인력 유지를 위한 연구는 지양할 필요가 있으며 기존 인프라의 효율화, 다양한 분야로의 응용/확장, 해체 등 현재 국가정책이 확정된 분야 등을 중심으로 연구를 운영하되 전체적인 연구비 총액 확대는 신중하게 추진 • 해체와 폐기물 관련 산업에서 가장 중요한 부분이 중성자와 감마선 등의 정확한 선원항 평가임. 이런 기본이 되는 분야의 연구비투자는 연구와 규제 모두에 유용함. 이외에도 해체와 폐기물의 처분 등은 궁극적으로는 완벽한 방사선 방호를 담보하여야 하므로 원자력 환경 및 방사선안전 관리 분야의 중요성을 고려한 연구비 배분 필요 • 국내의 원전해체 및 고준위 방사성폐기물 저장소 확보 등 현재 다양한 원자력 안전 확보기술을 구축하기 위하여 관련 분야의 요소기술 개발을 위한 연구비 증대 • 해체 기술 개발 핵심 요소 기술 연구비 확대 • 신재생 에너지 분야에 집중되고 있는 국가 연구비 책정에 대한 큰 흐름은 바꿀 수 없다 하더라도 에너지 발전 및 진흥에 투입되던 예산의 삭감분을 원자력안전 및 후행핵주기 관련 시설에 대한 기술 자립을 위해 투입할 수 있도록 지원 • 후행핵연료주기 관련 분야에 대해 한 가지 방안에 집중하여 투자하기보다 여러 가지 대안들에 대한 연구개발도 소홀히 하면 안 되므로 연구비가 확대 필요. 그러나 연구 관리도 철저히 하여 정말 필요한 분야에 연구비가 투자되도록 범정부 차원에서 기술개발 로드맵을 수립하고 각 기관별로 협력하여 효율적인 기술개발 필요
기타 의견	• ICT 첨단기술을 활용한 원자력해체, EMP 방호 핵심기술, 핵실험 탐지 및 검측 핵심기술 개발 미래전략분야 혁신의 가능한 핵심요소기술과 원자력 기술 간의 기술접목으로 국가 전략기술의 시너지 도모 및 원자력 기술역량의 경제/사회적 활용 확대를 위한 사업 시급 • 방사선피폭 저감을 위한 원격 기술, 일반인과 환경 보호를 위한 무선통신 기반의 방사능감시 및 방재 기술 등 중점 개발 • 폐기물 및 사용 후 핵연료 등 연구 분야 전반에서 다부처 협업이 반드시 필요하고 사회적 수용성 등 인문학적 조사 및 연구와 병행하여야 실제 활용할 수 있는 기술개발이 가능할 것 • 4차 산업 기술(VR, IOT, AR, MR 등)과의 융복합 원격 인공 현실 기반 해체 실용화 및 안전 기술개발

다 주요 분석 결과 요약

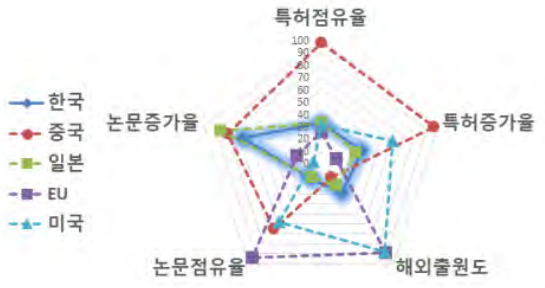
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	원자력 환경방호 기술	2,259	1,119	31.7%	166.9%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

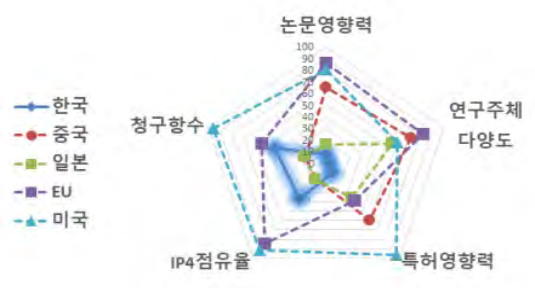
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	미국
	38.4%	74.0%	13.0	5.5
한국	4위	2위	5위	5위
	7.5%	8.3%	8.0	0.7
5개국 평균[2]	-	-	11.9	4.1

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

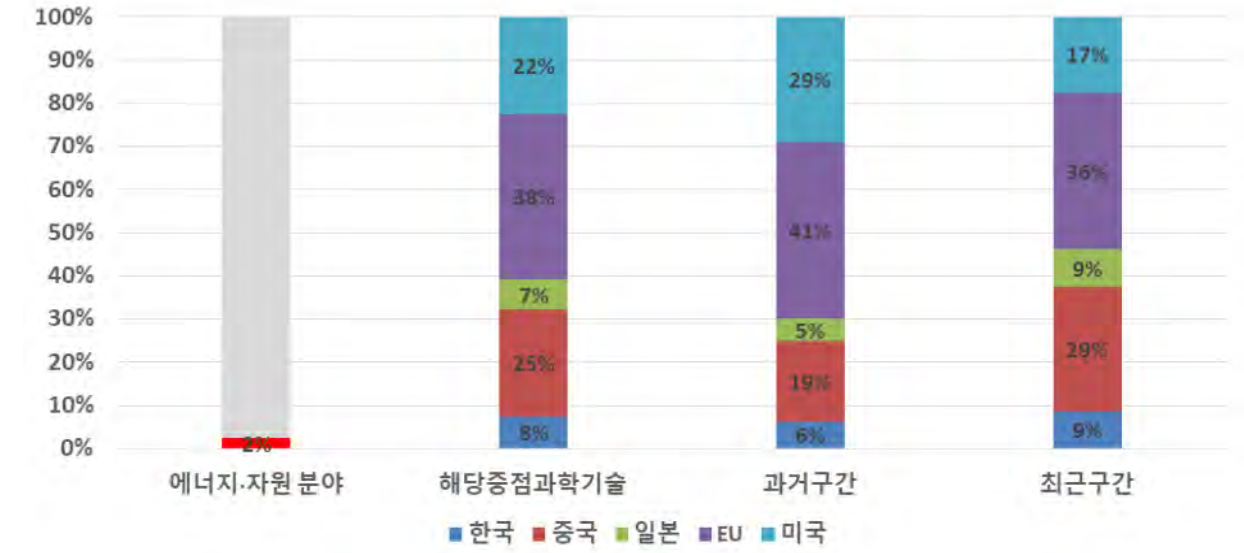
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(7.5%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(8.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(38.4%), 중국(24.6%), 미국(22.4%), 한국(7.5%), 일본(7.1%) 순이며, 논문 증가율은 일본(115.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(13.0), 미국(12.6), 중국(11.6), 일본(8.8), 한국(8.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(8.3%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(0.7)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(74.0%), 한국(8.3%), 일본(7.9%), 미국(7.1%), EU(2.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(245.2%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.7)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(5.5), 중국(3.2), EU(2.3), 일본(2.2), 한국(0.7) 순이며, IP4 점유율은 미국(38.8%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(13.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	7.5%	24.6%	7.1%	38.4%	22.4%
	논문 증가율	83.3%	103.3%	115.7%	17.3%	-20.6%
	논문 영향력	8.0	11.6	8.8	13.0	12.6
	연구주체 다양도	0.63	0.90	0.88	0.97	0.92
특허 분석	특허 점유율	8.3%	74.0%	7.9%	2.7%	7.1%
	특허 증가율	44.7%	245.2%	31.6%	-23.5%	107.7%
	해외출원도	1.2	0.1	0.7	4.7	4.6
	특허 영향력	0.7	3.2	2.2	2.3	5.5
	IP4점유율	11.8%	0.7%	1.1%	33.3%	38.8%
	청구항수	6.5	3.7	3.9	7.5	13.7

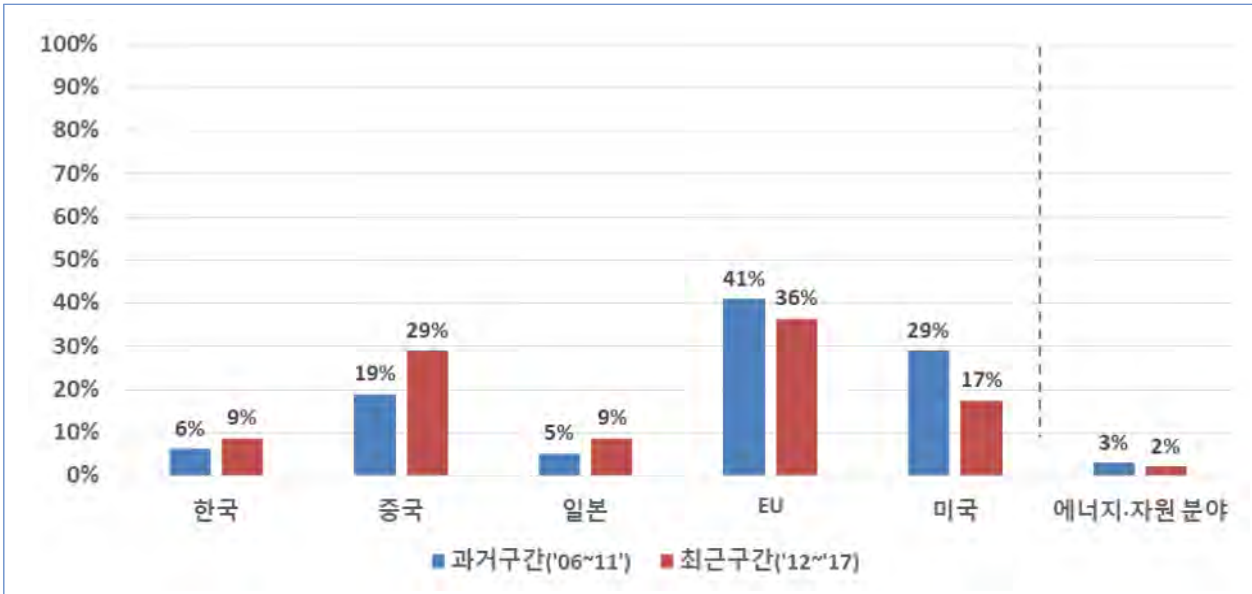
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 원자력 환경방호 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 867건으로 전체 논문의 38%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 원자력 환경방호 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 2%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

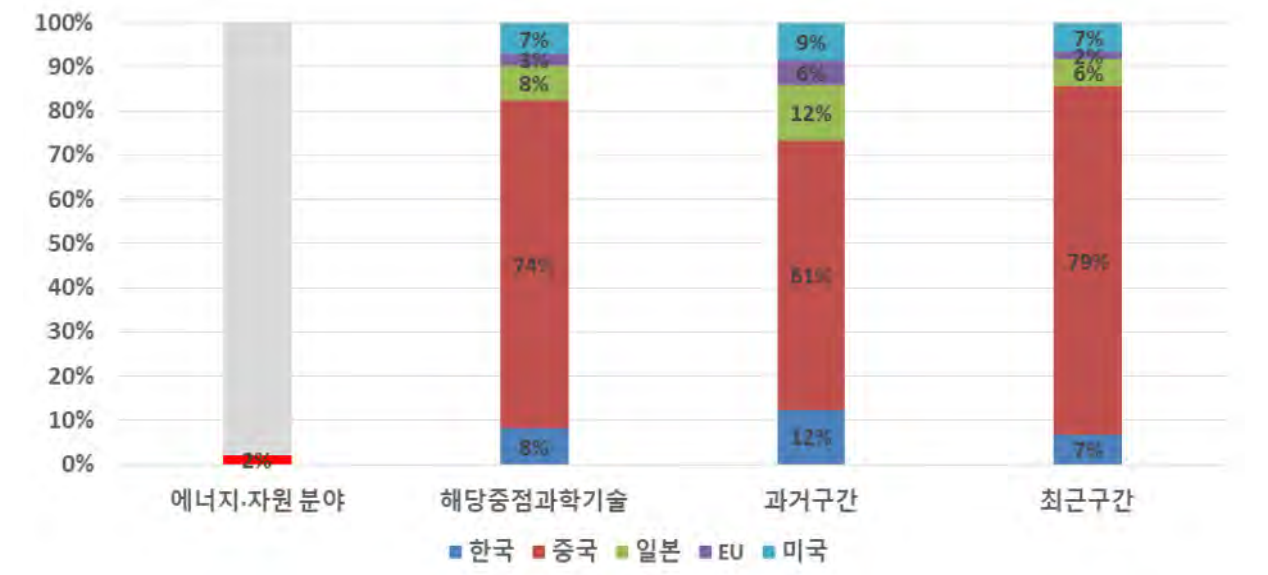


● 원자력 환경방호 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 83.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	60	110	170	83.3%
중국	183	372	555	103.3%
일본	51	110	161	115.7%
EU	399	468	867	17.3%
미국	282	224	506	-20.6%
전체	975	1,284	2,259	31.7%

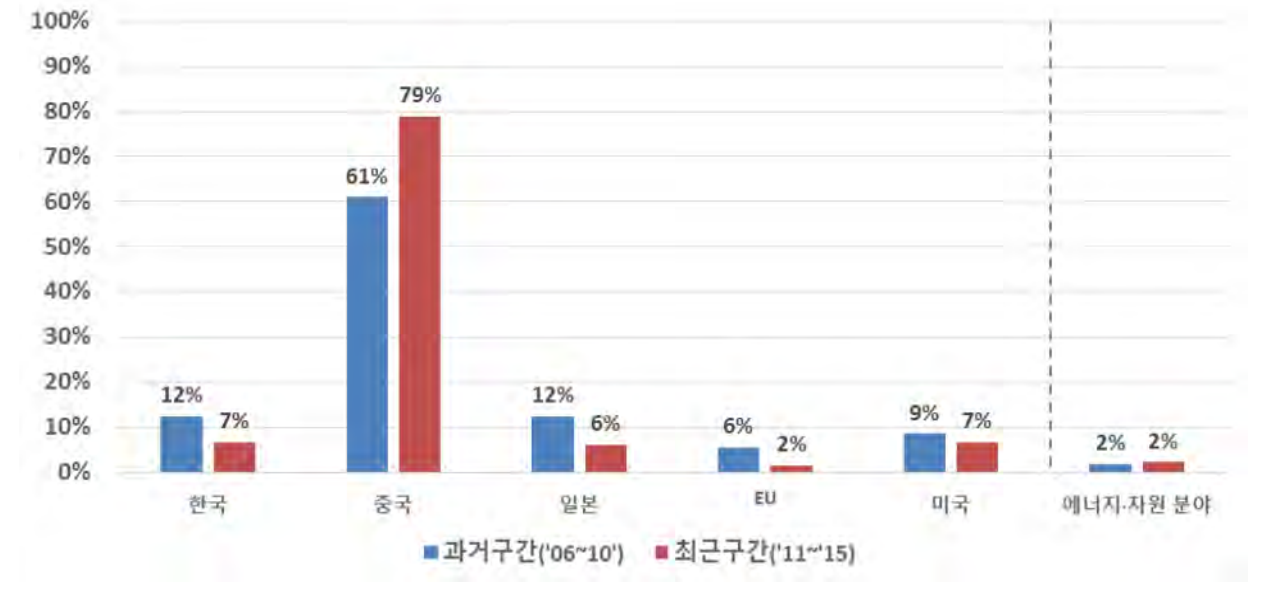
(4) 특허 점유율(전체)



● 원자력 환경방호 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 828건으로 전체 특허의 74%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 원자력 환경방호 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



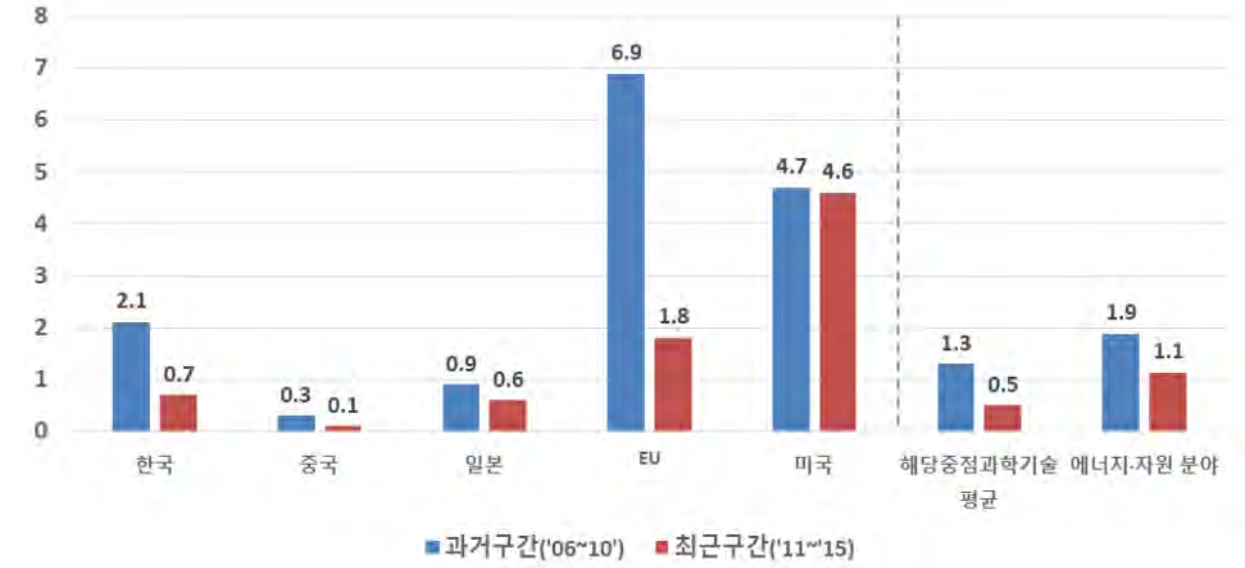
● 원자력 환경방호 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 44.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	38	55	93	44.7%
중국	186	642	828	245.2%
일본	38	50	88	31.6%
EU	17	13	30	-23.5%
미국	26	54	80	107.7%
전체	305	814	1,119	166.9%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

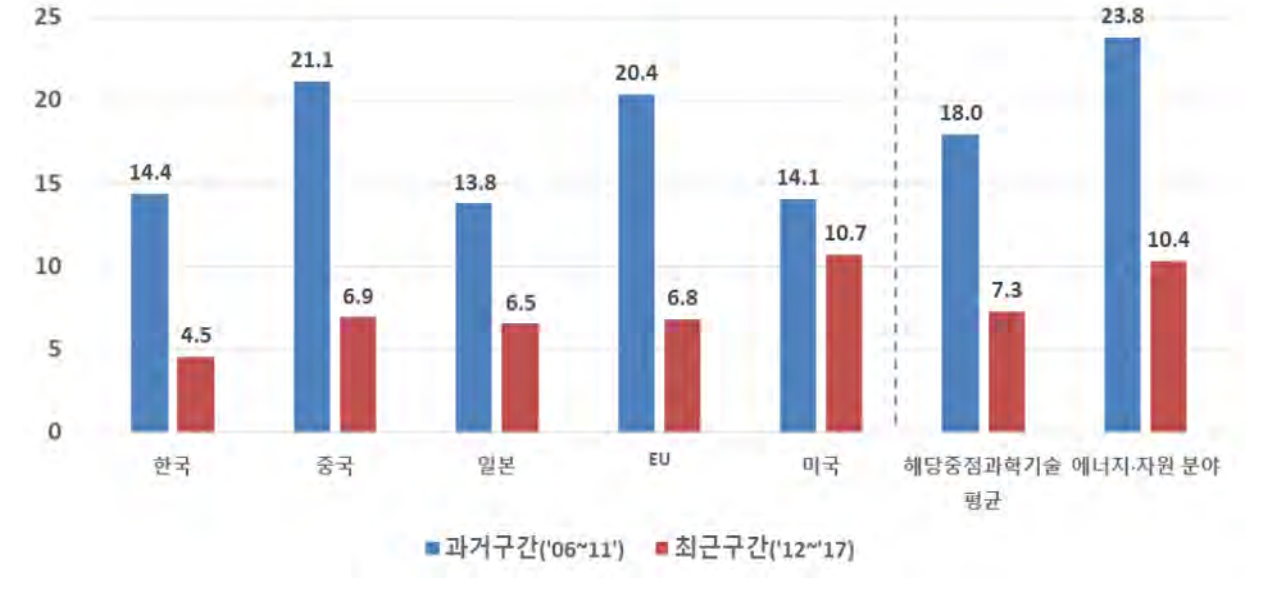


- 원자력 환경방호 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 EU의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

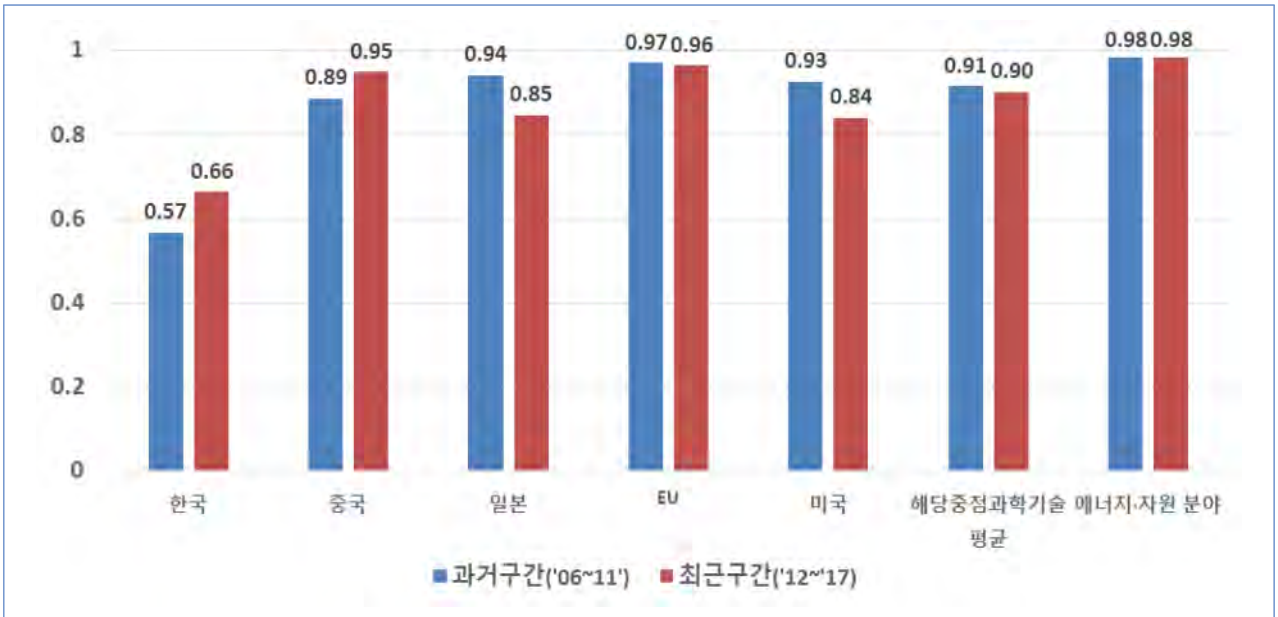
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



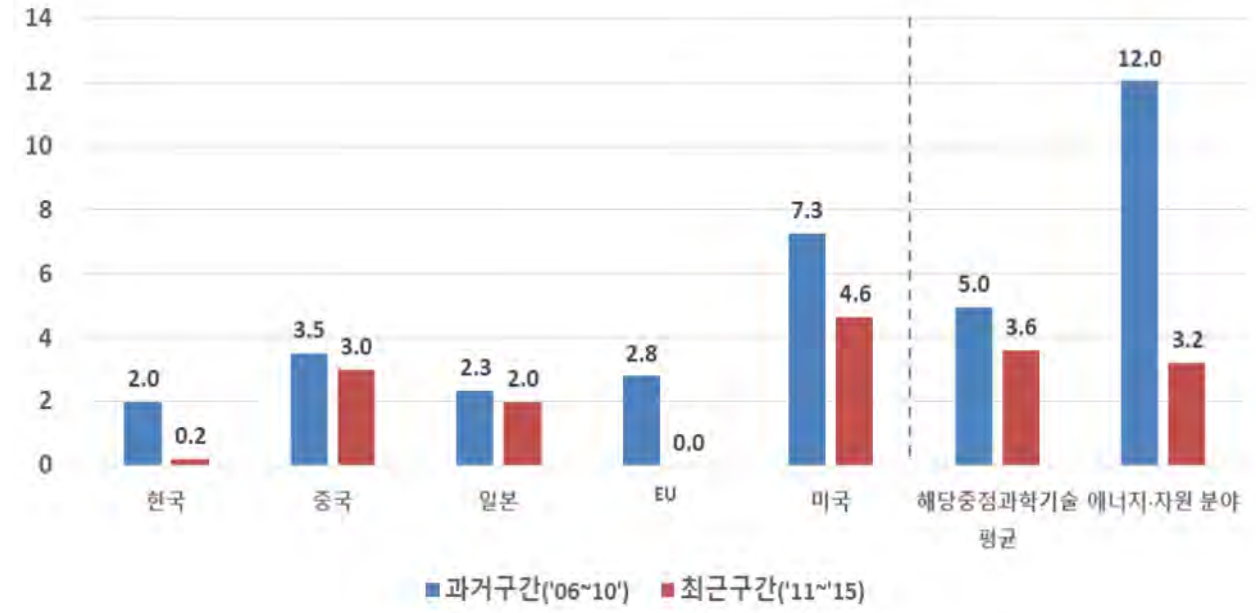
● 원자력 환경방호 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 중국, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



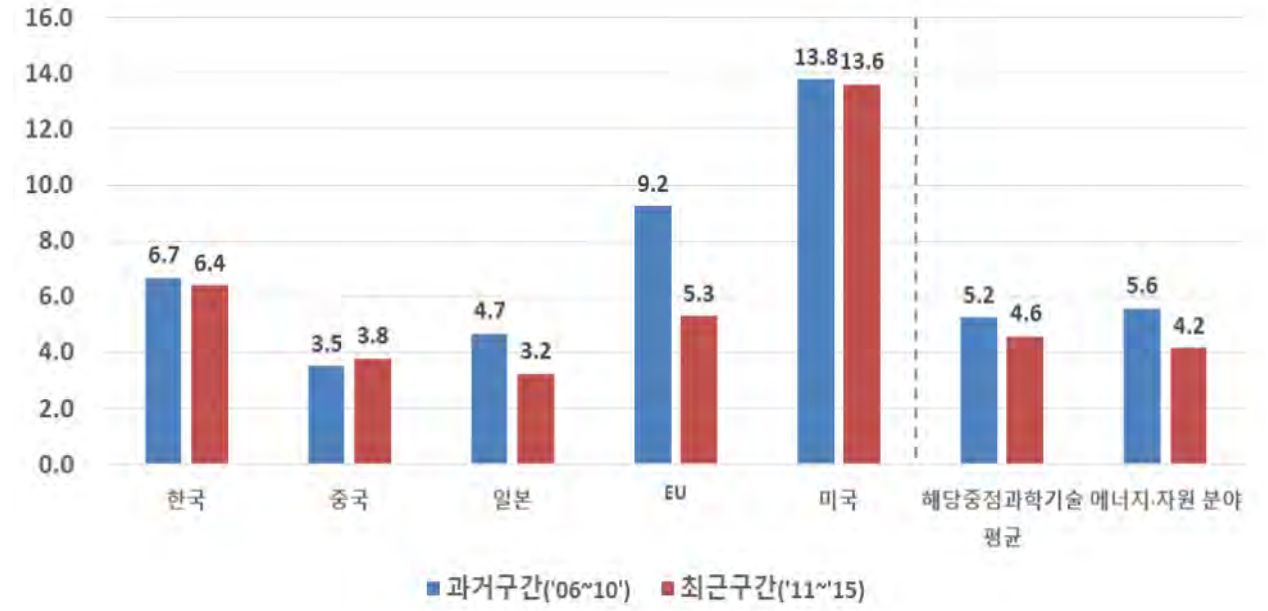
● 원자력 환경방호 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 원자력 환경방호 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 원자력 환경방호 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

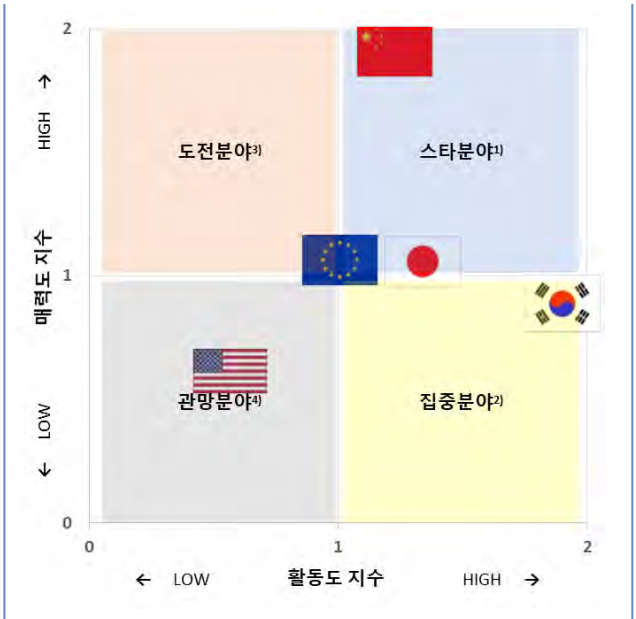
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 원자력 환경방호 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

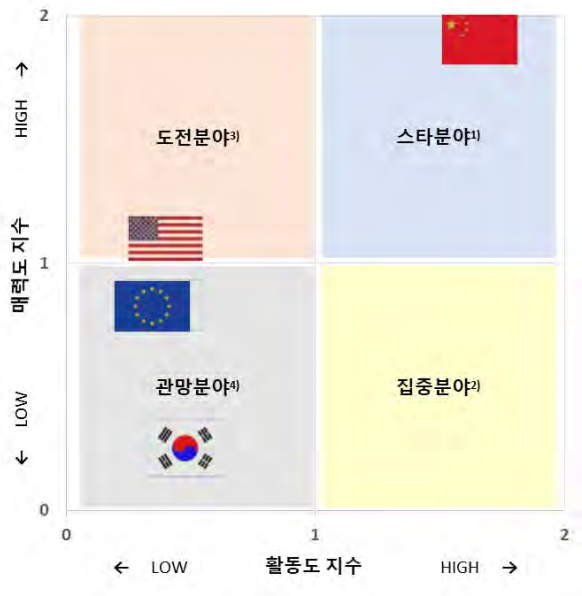


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

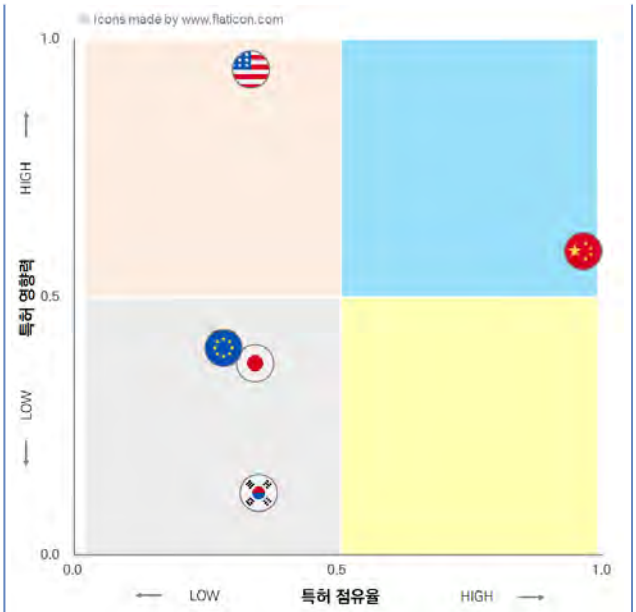
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 원자력 환경방호 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 한국의 '한국원자력연구원(1.86%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율도 '한국원자력연구원'이 24.71%로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	한국	24.71%	1.86%	21.05%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	5.59%	1.37%	-17.65%
3	SAVANNAH RIVER NATIONAL LABORATORY	미국	2.17%	0.49%	-100.00%
4	STATE KEY LABORATORY OF POLLUTION CONTROL AND RESOURCES REUSE	중국	1.98%	0.49%	75.00%
5	IDAHO NATIONAL LABORATORY	미국	1.98%	0.44%	0.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	24.71%	1.86%	21.05%
2	KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY	5.29%	0.40%	250.00%
3	KOREA UNIVERSITY	2.94%	0.22%	300.00%
4	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.35%	0.18%	200.00%
5	POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.76%	0.13%	-100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	5.59%	1.37%	-17.65%
2	STATE KEY LABORATORY OF POLLUTION CONTROL AND RESOURCES REUSE	1.98%	0.49%	75.00%
3	SOUTHEAST UNIVERSITY	1.80%	0.44%	133.33%
4	CHINA INSTITUTE OF ATOMIC ENERGY	1.62%	0.40%	700.00%
5	INSTITUTE OF NUCLEAR AND NEW ENERGY TECHNOLOGY	1.26%	0.31%	500.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.73%	0.27%	500.00%
2	HOKKAIDO UNIVERSITY	3.11%	0.22%	300.00%
3	KYUSHU UNIVERSITY	2.48%	0.18%	200.00%
4	CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY	2.48%	0.18%	300.00%
5	TOHOKU UNIVERSITY	1.86%	0.13%	200.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF LEEDS	0.81%	0.31%	150.00%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.81%	0.31%	-25.00%
3	SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA	0.69%	0.27%	0.00%
4	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	0.58%	0.22%	50.00%
5	WAGENINGEN UNIVERSITY	0.58%	0.22%	-75.00%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SAVANNAH RIVER NATIONAL LABORATORY	2.17%	0.49%	-100.00%
2	IDAHO NATIONAL LABORATORY	1.98%	0.44%	0.00%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.58%	0.35%	66.67%
4	OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY	1.38%	0.31%	33.33%
5	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.38%	0.31%	150.00%

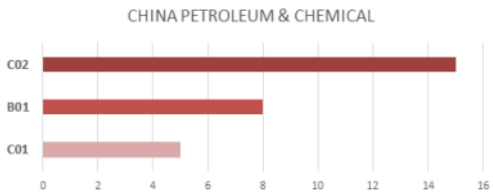
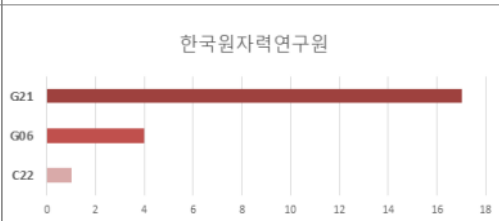
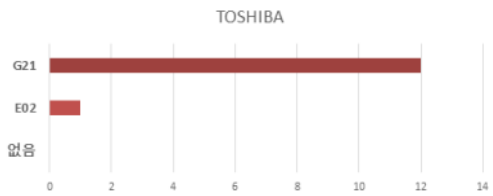
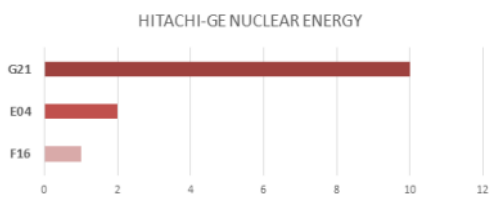
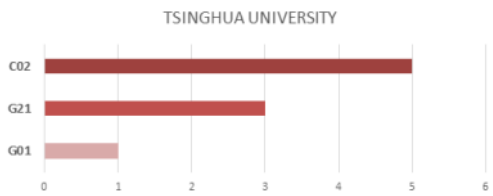
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'CHINA PETROLEUM & CHEMICAL(2.86%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국원자력연구원'이 26.88%(글로벌 점유율은 2.23%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'CHINA PETROLEUM & CHEMICAL'는 C02(물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리)에 해당하는 특허를, '한국원자력연구원'은 G21(핵물리; 핵공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	중국	3.86%	2.86%	155.56%
2	한국원자력연구원	한국	26.88%	2.23%	27.27%
3	TOSHIBA	일본	14.77%	1.16%	16.67%
4	HITACHI-GE NUCLEAR ENERGY	일본	14.77%	1.16%	60.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	1.21%	0.89%	50.00%

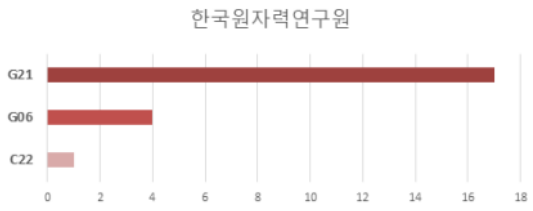
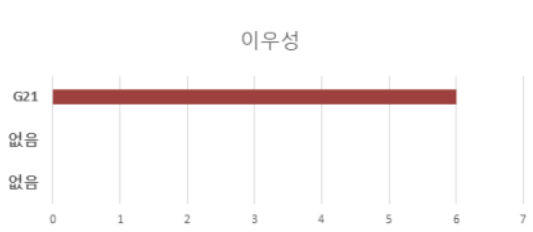
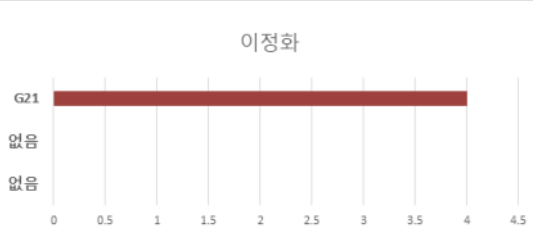
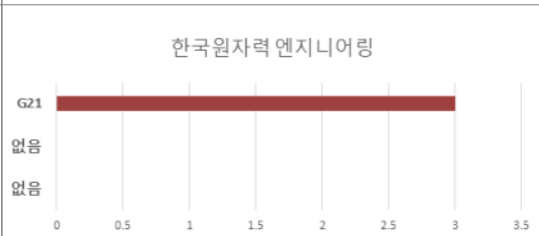
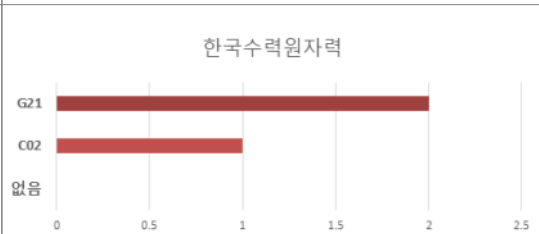
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C01	무기화학
2		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
3		G21	핵물리; 핵공학
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		E04	건축물
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
5		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국원자력연구원	26.88%	2.23%	27.27%
2	이우성	6.45%	0.54%	500.00%
3	이정화	4.30%	0.36%	200.00%
4	한국원자력 엔지니어링	3.23%	0.27%	-50.00%
5	한국수력원자력	3.23%	0.27%	100.00%

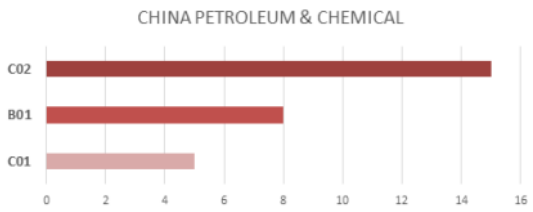
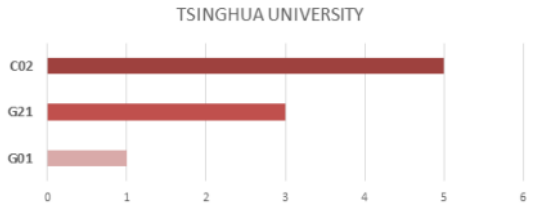
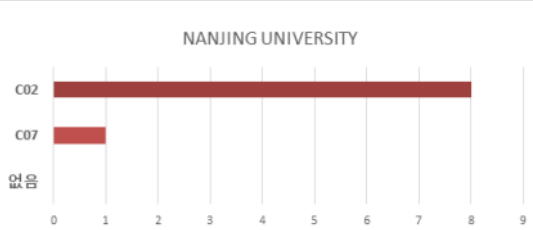
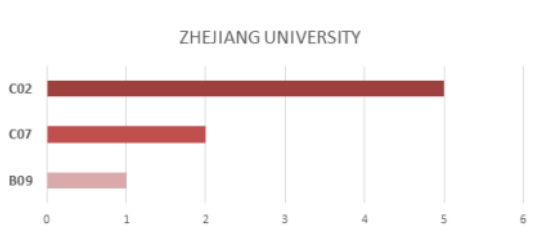
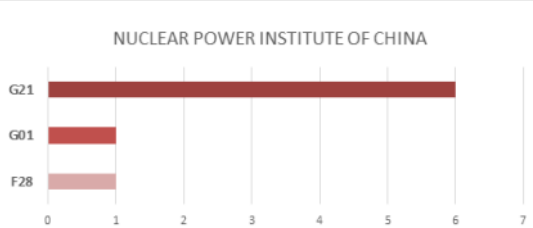
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
2		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
3		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
5		G21	핵물리; 핵공학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		-	-

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	3.86%	2.86%	155.56%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	1.21%	0.89%	50.00%
3	NANJING UNIVERSITY	1.09%	0.80%	25.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.09%	0.80%	100.00%
5	NUCLEAR POWER INSTITUTE OF CHINA	1.09%	0.80%	700.00%

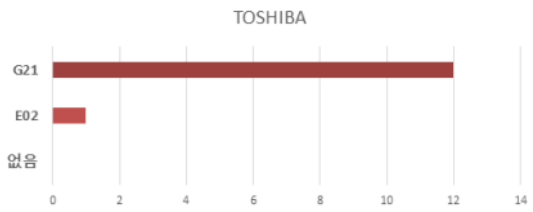
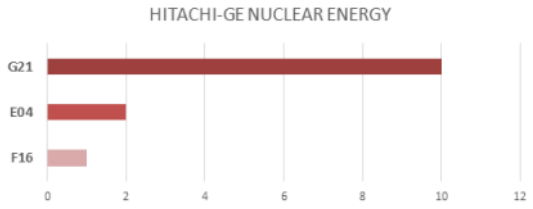
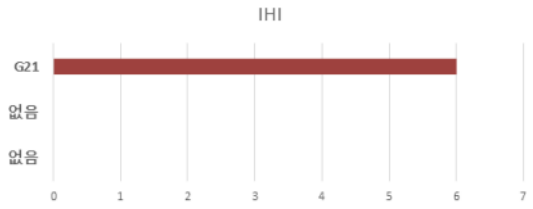
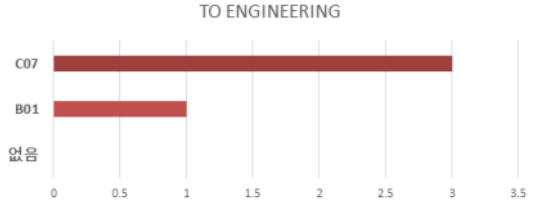
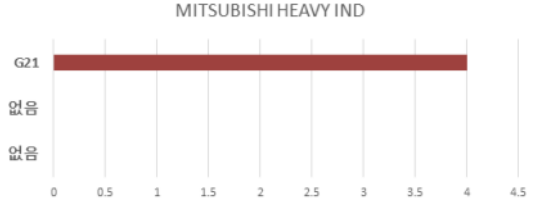
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C01	무기화학
2		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
3		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		C07	유기화학
		–	–
4		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		C07	유기화학
		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
5		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		F28	열교환 일반

4 일본

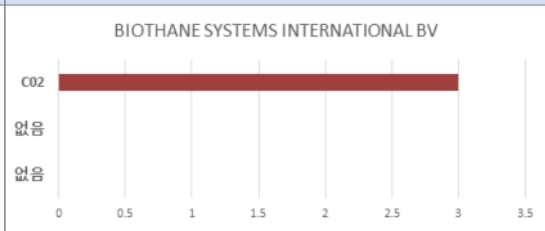
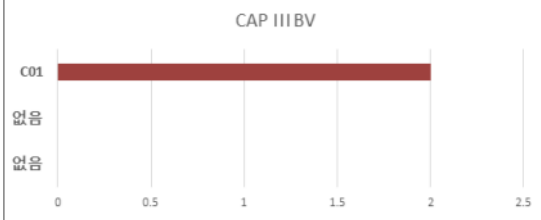
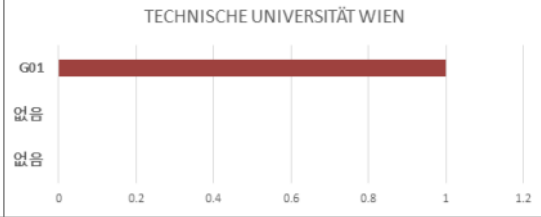
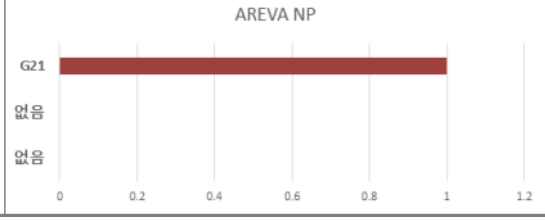
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	14.77%	1.16%	16.67%
2	HITACHI-GE NUCLEAR ENERGY	14.77%	1.16%	60.00%
3	IHI	6.82%	0.54%	500.00%
4	TO ENGINEERING	4.55%	0.36%	-100.00%
5	MITSUBISHI HEAVY IND	4.55%	0.36%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		–	–
2		G21	핵물리; 핵공학
		E04	건축물
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
3		G21	핵물리; 핵공학
		–	–
		–	–
4		C07	유기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		–	–
5		G21	핵물리; 핵공학
		–	–
		–	–

5 EU

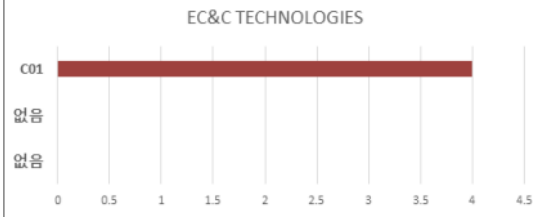
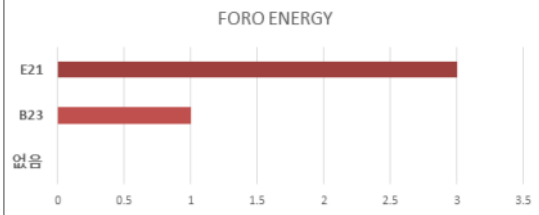
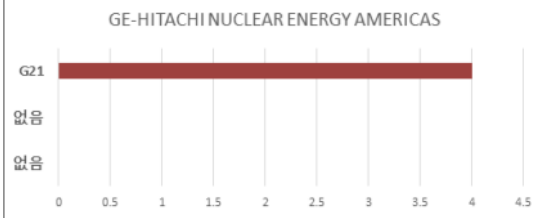
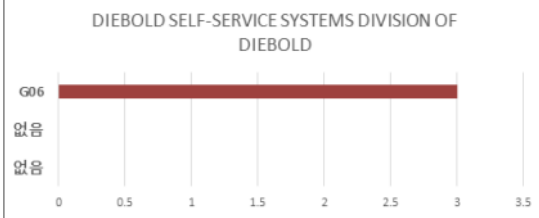
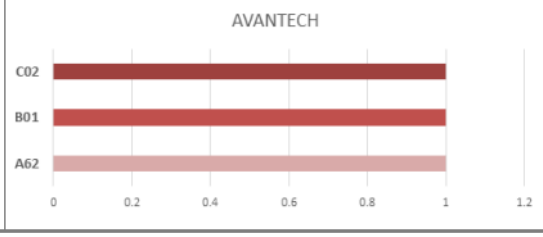
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BIOTHANE SYSTEMS INTERNATIONAL BV	10.00%	0.27%	-100.00%
2	CAP III BV	6.67%	0.18%	100.00%
3	L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME À DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L' EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE	3.33%	0.09%	-100.00%
4	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN	3.33%	0.09%	-100.00%
5	AREVA NP	3.33%	0.09%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		-	-
		-	-
2		C01	무기화학
		-	-
		-	-
3		C01	무기화학
		-	-
		-	-
4		G01	광학
		-	-
		-	-
5		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	EC&C TECHNOLOGIES	5.00%	0.36%	-100.00%
2	FORO ENERGY	5.00%	0.36%	300.00%
3	GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS	5.00%	0.36%	300.00%
4	DIEBOLD SELF-SERVICE SYSTEMS DIVISION OF DIEBOLD	3.75%	0.27%	200.00%
5	AVANTECH	3.75%	0.27%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C01	무기화학
		–	–
		–	–
2		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		–	–
3		G21	핵물리; 핵공학
		–	–
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–
5		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		A62	인명구조; 소방

87 핵융합에너지 기술



87 핵융합에너지 기술

중점과학기술 개요

☑ 초고온 플라즈마 상태의 수소동위원소(중수소, 삼중수소) 핵융합 반응으로부터 생성되는 고에너지 중성자의 운동에너지를 이용하여 핵융합 연료인 삼중수소를 자체 증식함과 동시에 안전하고 효과적으로 열에너지 형태로 회수하여 전기에너지로 바꾸어 대용량 전력을 생산하는 핵융합로 개발과 관련된 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

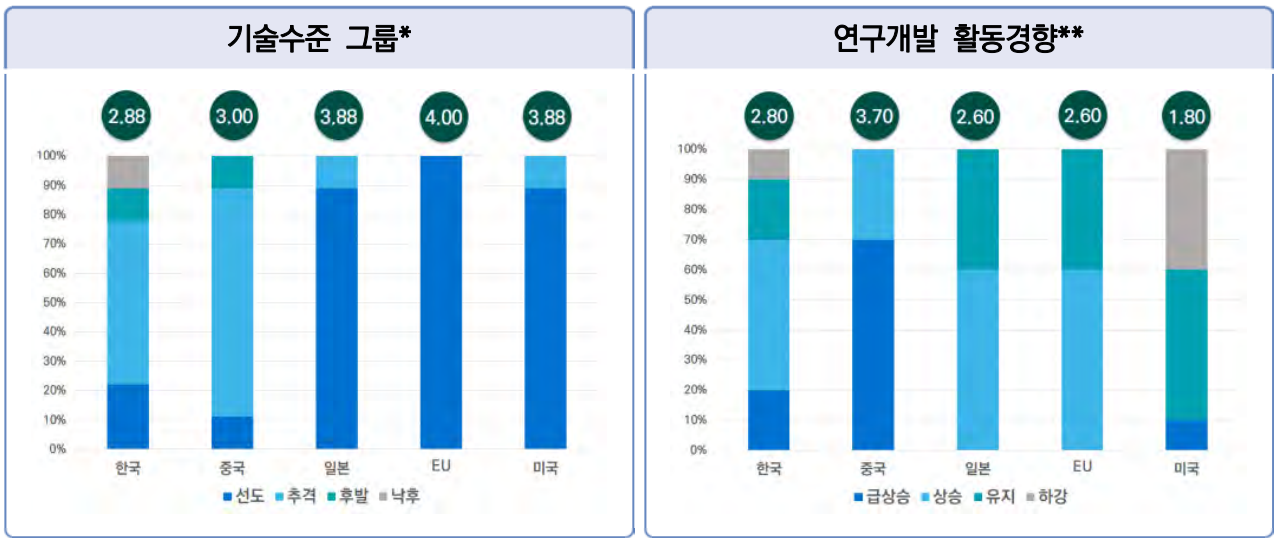
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.0	7.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.0	5.0	추격	우수	우수	급상승
일본	90.0	2.0	선도	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	75.5	6.0	75.0	70.0	80.0	9.3	7.0	5.0	7.0	2.8
중국	75.0	5.0	75.0	75.0	75.0	2.4	5.0	3.5	7.0	2.5
일본	90.0	1.8	90.0	85.0	93.0	6.8	2.0	1.0	2.0	1.0
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.4
미국	100.0	0.0	100.0	85.0	100.0	8.2	0.0	0.0	3.0	1.9

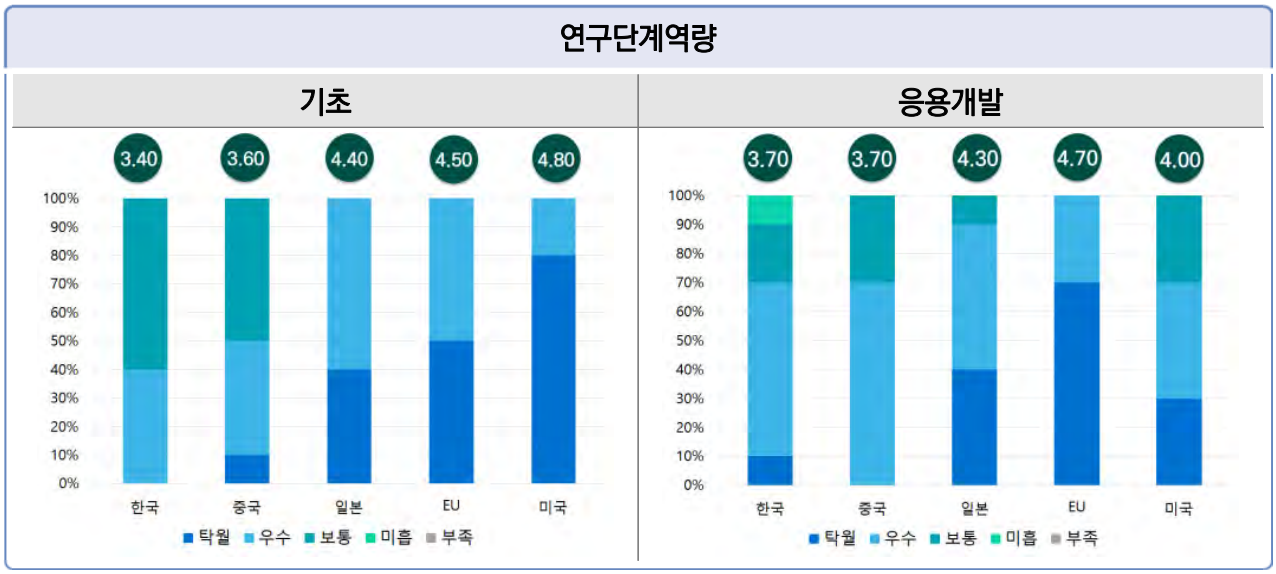
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.0%)	• KSTAR 안정적인 운영 (다만 연중 가동기간이 짧고, 운영인력 부족으로 투자 필요), ITER 참여를 통한 산업체/연구계 투자 지속으로 선도그룹과의 격차는 줄여가고 있으나, 학계(핵융합 기초사업 진행중), 연구계(원천기술개발사업 기획 중) 역량 향상을 위한 투자 필요 • 순차적 프로젝트 개념으로 선행프로젝트의 성공을 후속프로젝트 수행 조건으로 삼는 소극적 전략으로 실기하며 장기적 프로젝트 목표보다 단기적 성과 위주의 정책으로 효과와 효율 저하 • KSTAR의 성능향상을 통한 핵융합 플라즈마 관련 기술력 확보 및 ITER 건설의 주도적인 역할을 담당하고 있으나, 실증로 개발을 위한 체계 구축 및 기술 확보가 요구됨 • 융합 장치 유지보수 기술을 발전시키고 있으며 고성능 플라즈마 운전 및 불안정성 제어 등에서 괄목할 만한 성장을 보임 • ITER 건설을 제외한 핵융합로 관련한 기술 부분에 투자가 16년 수준 유지
중국 (75.0%)	• 정부 주도로 핵융합 기술 분야에 인프라 구축 등 투자 적극 착수 • ITER 뿐만 아니라 중국형 실증로 개념을 적용한 CFETR 개발 위해 대규모 투자를 통한 기술력 확보 및 핵융합 인력 확보를 위해 노력 • 대규모의 집중적인 연구투자로 급성장했으나, 기초연구에서의 저변에 다소 불균형적인 성장으로 인해 선도그룹과 낙후그룹이 혼재됨 • 최근 CFETR 개발이 승인됨에 따라 핵융합기술 전반에 걸쳐 발전 기대 • EAST에서 장시간 운전, HL-2A에서 물리연구 그리고 최근 대학장치지원으로 기술 축적 중 • 2020년까지 2 MJ 레이저 시설인 SG-III를 면양에 건설 중이며 60 kJ의 SG-II가 상해에서 운영 중 • SG-III 시설은 현재 500 kJ을 플라즈마 내폭실험에 사용 중 • 레이저 시설은 미국, 유럽과 비교해도 작지 않지만 정교하지 못하고 타겟, 정밀제어 등에서는 아직 시간 필요
일본 (90.0%)	• EU와의 BA프로그램, 실증로 개발 지원, ITER의 지속적 참여나 국내 JT60SA의 집중 투자 등으로 EU와의 격차를 좁혀가고 있음 • 일본은 유럽과 공동으로 JT-60SA 완공을 눈앞에 두고 있어 핵융합장치기술에 큰 진전 • IFMIF를 통해 재료기술 한층 발전 중 • DEMO 설계를 위해 공동특별설계팀을 구성, 운영해 기술개발에 적극 • LHD의 DD 운전을 통해 스텔러레이터 운전기술 발전 중 • JT-60U를 업그레이드하여 초전도 토카막으로 개조하는 작업을 진행하여 2019년 완성을 계획하고 있고 ITER 이전의 가장 큰 대형 초전도 토카막으로 ITER 실험을 보완하는 역할을 할 전망 • 최고기술 보유국과 협력하여 핵융합로 관련한 기술 개발 중으로 격차 감소
EU (100%)	• ITER의 현지건설, 이에 따른 국제적인 전문 인력과 연구가 집중되고 있으며, 물리 지원 역할을 수행하는 토카막의 안정적 운영, 실증로 프로그램의 재기획 등으로 세계 핵융합연구를 선도 중 • 핵융합에너지 기술 전 분야에 대해 투자를 통한 기술 주도

국가 (기술수준)	판단근거
	• 지속적이며 적극적인 투자와 장기적인 로드맵에 의한 일관성 있는 정책 추진 • ITER 건설의 지속성과 산업체의 적극적 참여 유도로 분위기 성숙 • 핵융합 에너지 상용화를 위한 산학연 전문가 그룹이 활발히 활동하고 있으며, 구체적인 추진 계획을 수립하여 추진 • JET 장치를 통해 중수소-삼중수소 실험을 준비하면서 핵융합에너지 기술 전반에 걸쳐 발전 중 • 핵융합에너지 전기 생산 로드맵에 따라 8대 미션을 수립하여 조직적으로 개발 • Horizon 2020으로 안정적인 재정 지원 • JET의 설계 제작 및 운영 경험과 ITER의 설계를 주도하고 있으며, Tritium을 사용한 경험이 있어 타국에 비해 우수한 기술 능력 보유 • ITER 주도국으로서 핵융합로 관련한 기술 부분에 투자 유지하고 있으며 연구 성과도 지속적으로 창출
미국 (100%)	• 과거의 인프라나 원자력 연계된 공학적 연구 기반으로 세계적인 연구수준이나 장기적인 인력/예산의 투자미흡으로 기술유지도 버거움 • 전통적인 이론과 대용량컴퓨팅 기술의 우위 속에 기초분야 선두 기술 확보 • 기 축적된 기술력을 바탕으로 국제협력을 통해 핵융합 관련 기술 강화 중 • 소극적인 정부투자에 따라 10년 내에는 선도그룹 유지에 어려울 뿐만 아니라 추격그룹으로 하락할 것으로 예상 • 최근 논문발표 수가 많이 감소하였으며 중수소-삼중수소 실험을 준비하고 있는 JET에 비해 상대적으로 발전 미미 • 최근 NSTX-U 장치 지연으로 타국가와의 기술격차가 줄어들고 있음 • 2017년 NIF의 레이저핵융합 실험에서 57kJ/pulse의 핵융합에너지를 얻었으며, 2018년에는 레이저출력을 1.8MJ에서 2.1MJ로 향상시킴. 타겟 주변의 사소한 몇 가지 문제를 해결하면 2~3년 내 점화 실증도 가능할 것으로 예상 • 핵융합로 개발의 근간이 되는 노심 설계 및 해석기술이 세계 최고수준이며, DIIID, NSTX 장치에서 핵융합 연구를 선도하는 연구결과 발표 • ITER 건설을 제외한 핵융합로 관련한 기술 부분에 투자 감소

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 고유 구조재, 고유 안전해석코드 및 설계 기술 등 원천기술 확보가 진행 중이어서 향후 선도 분야 확보 가능 • 안정적 투자 기반으로 ITER 사업을 통한 산업체 연계 강화 • 한일, 한중 국제협력을 통하여 레이저 시설 안정화 및 내폭플라즈마 계측을 위한 X-선 분광, X-선 영상, 간섭계를 이용한 충격파 계측 등 계측 관련	• KSTAR/ITER의 인력/기술 연계 부족 • DEMO 지원이 상대적으로 작아 연계성확보나 관련기술의 협력 수행 미흡 • 학계/연구계 인프라 부족 • 단기적 시각의 정책으로 장기적 정책 수립 마련 못함 • 선형적인 프로젝트 수행으로 실기하거나 효과적인 인력 양성, 산업체 육성 어려움

국가	강점분야	기타
	연구 수행 중 • KSTAR 장치를 이용한 핵융합 플라즈마 연구 • 저방사화재료 개발로 핵융합로 내벽부품 재료 기술도 크게 발전 • 3차원 자장을 이용한 경계면 불안정성연구에 선두주자로 부상함과 동시에 장시간, 고성능 플라즈마 유지에 성공함으로 ITER의 선행 연구 장치로서 부각 • KSTAR 개발을 통해 세계 최초의 초전도 토카막 장치를 건설해 봄으로써 자석 및 챔버 등에 대한 우수한 기술을 보유하였고 최근에는 H-mode 장시간 운전을 가능하게 하는 ELM suppression 및 진단 기술을 확보하고 있어 기술적으로 선진국과 견줄 정도를 실력이 급상승 • DEMO에 가장 근접한 기술 보유	• 기초이론 연구가 많이 발전하였으나 아직 상대적으로 미약함 • 관성핵융합 기술은 정체상태 • 일련의 진단 장치와 해석능력에 집중투자가 요구되며, 인력 확보 및 양성에 배가의 노력 필요 • 토카막 장치의 제작 기술은 우수한 편이나 핵융합로 설계, 해석, 운전과 관련된 소프트웨어개발능력이 부족하고, 핵융합로의 성공에 중요한 고성능 가열장치 및 핵융합로 공학과 연계된 원천기술에 대한 체계적인 개발과 인력양성을 위한 투자 부족 • 핵융합 실증로 개발을 위한 체계적인 전략 필요 • 이론적 백그라운드, 측정기술 새로운 개념의 플라즈마 기술 • 한국원자력연구원의 1 kJ 레이저시설이 있으나 핵융합과 관련 연구비가 없어 최근 3년간 내폭실험은 중단됨 • TBM을 중심으로 한 로공학 분야 원천기술 기반 확보하였으나 이를 활용한 DEMO 기술 개발과의 연계가 부족해 이에 대한 해결방안 필요
중국	• 연구계/산업계의 기술표준 등이 부족해 다소 체계적이지 못한 면이 있으나, 빠르게 극복하고 있어, 다른 여러 나라대비 가장 빠른 기술수준 상승 • 세계 최초의 데모건설계획 확정으로 세계적 관심이 집중 • 적극적 관련 산업 육성을 통해 산업기술 능력 상승 • NIF와 같은 규모인 SG-III를 건설 중이며 현재 1/4인 500 kJ을 내폭플라즈마 발생 및 계측 분야에 사용. 핵무기 개발 활용을 겸하고 있는 사천성 면양의 SG-III와는 별도로 상해에 60 kJ급의 SG-II 시설이 운영되고 있으며 핵융합, 고에너지밀도플라즈마 등 분야에 활용 • EAST 장치를 이용한 핵융합 플라즈마 연구 및 핵융합 인프라 구축에 투자 확대 • CFETR이 승인됨에 따라 전반적으로 핵융합기술 발전 중 • 대학을 중심으로 스텔러레이터 등 토카막 대안 장치연구 본격화 • 최근 막대한 인력이 투입되어 핵융합연구에 박차를 가하고 있음	• 논문/특허/개념 등의 타국 모방이 여전 산업계 기술 부족하나 ITER 수주 등을 통해 빠르게 극복 중 • 전략적 개발정책 보다 물량 투입에 의한 저효율 정책 • EAST에서 고성능 플라즈마 운전에 제약 • 단기간에 재원 및 자원의 집중투자가 장기간의 목표와 부합되어 설정되어 있지 않음 • 핵융합로 연구에 집중적인 투자를 계획하고 있고 타국에 비하여 ITER 이후에도 핵융합로 실증을 위한 장치건설에 적극적인 자세를 취하고 있어 장기적으로 핵융합로 분야의 선두그룹으로 도약할 전망 • 응용기술의 급상승 발전으로 향후 위협적일 것

국가	강점분야	기타
	• 집중적인 투자로 장치연구와 인력확보에 상당한 기술력을 확보해나가고 있으며, 일부 연구 분야에서는 타장치와 차별적인 결과를 창출, 해석할 수 있는 능력 확보 • KSTAR와 비슷한 시기에 EAST 초전도 토카막을 완성하여 최신의 토카막 관련 기술을 보유하고 있으며, EU와 협력을 통해 기술 확보에 집중적인 투자 진행	
일본	• JT-60SA, ITER 참여, BA 및 DEMO 프로그램 등 지원 • 학계 인력/인프라/기술수준이 높아 기초연구 수준 높음 • 일관되고 장기적인 핵융합기술개발 전략 • 정부가 중심이 된 정책 수립과 집행으로 정책신뢰도 향상 • 전통적으로 강한 산업체 유인 노력 지속 • Gekko XII 시설에 세계 최대 규모의 PW 시설인 LFEX를 완공해 고소점화실험에 활용 • 레이저 재료, 타겟 제조기술 분야에서 세계 최고의 기술 보유 • 핵융합 기술에 지속적인 투자 • Broader Approach를 통해 유럽과 공동협력을 통해 JT-60SA 건설을 눈앞에 둠 • 핵융합에너지개발에 필요한 기술을 각 기관별로 적절히 안배하여 효율적으로 개발 중 • 최근 슈퍼컴퓨터 구축으로 전산모사 기술의 발전 기대 • 슈퍼컴을 활용한 물리해석연구에 상당한 기술력을 확보했으며, 연구 인력에 대한 지속적인 후원이 기초연구에 집중하도록 지원 • JT-60U에서 DD를 이용한 Q~1(환산 시)을 달성했고, 이후 LHD를 이용한 연속운전용 스텔라레이터를 개발 운영하는 한편 JT-60U를 업그레이드한 JT-60SA 초전도 토카막으로 개조하는 작업을 진행하여 2019년 완성을 계획 • ITER 이전의 가장 큰 대형 초전도 토카막으로 ITER 실험을 보완하는 역할 예상 • 핵융합 관련 인프라를 통한 응용개발 연구	• 연구계 인력의 부족으로 대형연구, DEMO 개발에는 다소 느리게 대응 • 지속적 연구개발 동력 확보 • 보수적 개발 전략으로 선도적 기술개발 후순위 • JT-60SA 건설 중인 관계로 현재 운전 중인 주 핵융합장치 부족 • JT-60SA에 대한 건설기간이 장기화됨에 따라 해당기술력과 실험연구능력의 회복에 상당한 시간과 노력 필요 • 미국, EU에 비하여 기술적인 측면에서 결코 뒤쳐지지 않으며, 장치 및 인력양성에 많은 노력을 경주하여 JT-60SA 완성 이후로 ITER 이전에 핵융합로 고성능 연속운전 연구를 선도 전망 • DEMO에 근접한 실용적인 기술 약간 부족
EU	• 전 분야의 고른 투자와 산업체 적극 유인책 • 참여국들의 국내 프로그램의 전략적 특성화로 필요한 기술 개발	• DEMO 개념이나 정책의 잦은 변화 (많은 나라의 참여에 따른 의견 조율 문제) • IETR 지연

국가	강점분야	기타
	• 구체적인 로드맵에 대한 유럽의회의 장기적 투자 계획 마련 • 미국의 NIF와 동일 사양의 레이저인 LMJ (2 MJ/pulse)가 프랑스에 건설 중으로 향후 2~3년 내 완공 예상. 영국은 Vulcan 레이저를 대체할 30 kJ의 Orion 레이저를 완공하였으며 체코, 헝가리, 루마니아에서 초단펄스 고출력 레이저인 ELI 과제 수행 • 핵융합 물리 및 로공학 분야 지속적 투자 • JET는 유럽의 탁월한 조직력을 바탕으로 소속 국가들의 우수한 인재들을 적절히 배치하여 핵융합 에너지기술 개발을 매우 효율적으로 진행 • JET를 중심으로 ITER 이전 중수소-삼중수소 기술을 확보하고자 총력. 이를 통해 핵융합로 연료주기 기술이 특히 발전 중 • Broader Approach를 통해 일본과 공동협력을 강화하고 향후 JT-60SA를 통해 핵융합로 노심 기술을 확보 노력 • ITER에서의 현안해결을 위한 실험 장치로서 JET를 활용하고, ASDEX-UG/TCV의 디버터 연구에 특화된 결과물을 지속적으로 창출 • JET의 설계 제작 및 운영 경험과 Tritium을 사용하여 Q~1을 달성한 경험이 있고 DT 실험을 위한 장점을 가지고 있으며, 독일, 영국 프랑스 등 EU내 참여 각국의 기술과 인력 인프라를 잘 활용하고 역할을 조율하여 핵융합 연구를 진행하면서 ITER의 설계 및 건설 주도	• 보수적 개발전략으로 선도적 기술개발이 차순위 • JET, ASDEX Upgrade 등 주요장치의 내벽재료를 금속재질로 바꿈에 따라 고성능 운전모드 연구에 제약 존재 • W7-X에 관심이 긍정적이나 ITER까지로 포괄적으로 연계되기에는 현격한 갭 존재 • 현재 ITER를 건설하면서 EU내 세계최초의 Q=10 토카막 장치를 보유하게 되어 장기적으로 핵융합 연구를 선도할 가능성이 크며, 건설과 동시에 DEMO 건설을 위한 조직을 구성하고 연구 방향을 설정하는 등 독자적인 움직임 있음 • DEMO에 근접한 실용적이 기술이 약간 부족
미국	• 소형토카막(MIT등)을 활용한 에너지 개발이나 중성자원 확보, 산업/국방 응용 등 진행 (주로 벤처, 학계) 원자력기반의 삼중수소, 냉각, 안전해석 등 핵융합 연계 기술 수준 높음 • 기초연구와 대용량컴퓨팅 분야 강점 유지 다양한 인력자원 유입 경로 유지 • NIF에서 57kJ 핵융합에너지도출 실험에 성공하였으며 2018년도에는 레이저출력을 1.8MJ에서 2.1 MJ로 향상시킴 • 2017년에 유럽의 ELI에 PW 레이저 시설을 제공하였고, 프랑스 LMJ도 미국의 NIF 시설을 확장함 • 전통적으로 플라즈마 이론 및 핵융합로공학의 기초연구에 강점을 보이고 있으며 관성핵융합 기술의 경우 독보적인 위치 차지	• 인력/인프라 감소 자국 내 투자 미비로 외국 대형 과제와의 협력을 주로 수행 • 정부의 투자 감소 • 과학으로서의 핵융합연구개발정책의 한계점 산업적 기반과 기술 개발 참여 기회 제약 • 최근 PPPL에서 NSTX-U 장치 문제로 인해 공학 기술의 문제점이 드러남 • 많은 우수한 인력 은퇴. 토카막 장치들이 노후화 되고 있으며 NSTX-U 이후 새로운 장치 없음 • 연구의 차세대를 이끌 수 있는 장치의 부재로 계산능력의 선두 외에는 이후에 현격하게 해외의 존도가 증가할 전망 • TFTR 이후 대형토카막을 건설하는 연구보다는 DIIID, NSTX 등 연구용 실험장치를 건설하여

국가	강점분야	기타
	• 진단 및 해석도구의 탁월함을 기반으로 물리연구의 선두주자 • 세계적으로 핵융합 연구개발 초기부터 핵융합로 개발에 많은 투자를 하여왔으며, PLT, TFTR, Alcator-C, DIIID, NSTX 등의 중대형 토카막을 건설하고 실험을 진행하여 핵융합 연구의 근간이 되는 핵융합로 설계 및 해석기술이 세계 최고 수준	물리연구 및 인력양성 유지에 힘씀 • 신규 인프라 구축은 미흡하지만 국제협력을 통해 해결 • 빠른 기술의 개발과 효율적인 대응

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	4위	3위	2위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 학계의 기초연구 저변확대, 연구계의 원천기술 확보 및 인프라 구축, 산업계의 지속 기술성 유지 및 원천기술 활용 등을 위한 유기적인 협력체계 구축 • 연구소를 중심으로 대학과 산업계의 역할 재정립, 목표와 로드맵에 대한 공유, 연구와 인력양성 그리고 기술 개발에 대한 역할 분담 등 조직적으로 치밀하면서 전략적이지만 유연한 협력 • 핵융합 기술 개발 관련 산학연 협력이 필요한 분야가 다수 존재함에도 불구하고 협력연구를 수행할 제도, 체계, 예산 등 부재 • 핵융합연구소를 중심축으로 하고 대학과 타 연구기관이 핵심기술에 공조 연구할 수 있는 방향이어야 일관성 있는 성취를 이룰 수 있을 것 • 정기적인 학회를 통해 분야 별로 서로 실질적인 협력 논의의 장 마련 • 현재 국내 레이저핵융합 관련 기관 또는 대학이 매우 제한적이지만 국가에서 지원하는 레이저핵융합 연구를 위한 프로그램이 만들어진다면, 원자력공학과, 물리학과 등을 중심으로 국내 협력 활성화가 가능할 것 • 각 세부 기술 분야별 유관 연구기관 및 대학들이 기술을 개발하거나 고도화할 수 있는 정책 필요
국제협력 촉진	• 이미 ITER 국제협력이 매우 활성화 되어 있어, 이를 잘 활용하는 방안 필요하되 ITER의 건설이 기초/원천 연구와 동떨어진 조달품 제작에만 집중되어 있어 별도의 협력프로그램을 통한 ITER 기술 확보 방안 마련 필요. 특히, ITER 협력 기반의, 한일/한중/한중일 협력이 느슨해지고, EU/미국 등과의 협력 프로그램이 없어서 선도국과의 협력 필요 • 한국에서의 KSTAR를 국제협력의 센터로 활용할 수 있도록 기존 국내 프로그램에 "별도예산" 책정으로 국제협력을 통한 실험과 교류가 될 수 있도록 제도화 • JET DT 참여가 가장 시급 • ITER 인력파견을 위해 인력양성, 재원확보 등 다방면으로 노력 필요 • 미국 중심의 국제협력을 지양하고 ITER를 주관하는 유럽과 협력을 강화하여 균형을 맞추고

	정책제언
	향후 JT-60SA와의 협력 강화 • 유럽연합과 같이 한중일 동북아를 중심으로 하는 레이저핵융합 국제협력 분위기가 형성되어 있으나 현재 양국 간 협력 사업이 중심인 국제 협력 사업을 확대/조정해서 3개국 공동 연구 사업을 지원할 시점 • 실질적으로 국제협력이 필요한 분야는 핵융합로 노심코드(안정성, 비선형 MHD, 수송코드 등) 전문가 양성 및 관련코드 국산화 분야
인력양성 및 유치	• 현재 핵융합기초연구를 통해 인력양성이 지원되고 있으나, 지원 우수인력의 핵융합계로의 유입은 매우 저조. 인력양성과 활용이 연계되는 방안 필요. 예를 들어 포닥/포석의 활용 확대 등 • 지속적인 인력 양성을 위한 선순환 고리를 완성하고 취업과 끊어진 고리의 연결을 통한 안정적인 전문가 양성 방안과 국제적인 연구 환경 구축으로 세계의 핵융합전문가 유치 방안 마련 • 관련 연구자들의 연구 환경 및 처우개선 등을 통해 해외인력 및 신규인력이 자발적으로 참여할 수 있도록 유도하는 정책 필요 • 대폭적인 연구 인력의 양성과 확보에 중점을 두어야 KSTAR를 넘어서 ITER에서 활동할 수 있는 양질의 인력을 수급할 수 있을 것이며, 이와 별개로 연구원으로서 적절하지 않은 인력을 퇴출내지는 타 분야로 이직할 수 있도록 대규모의 쇄신이 필요 • 유관기관에 병역특례요원 TO 확보로 인력 유실 방지 • 유관기관이 양성된 인력을 수용할 수 있고 충분한 포닥 및 정규직을 확보하도록 정부에서 지원 • 핵융합 분야의 인력을 양성하더라도 연구기관이 하나로 한정되어 있어 양성된 인력을 수용할 수 없음. 또한 기존에 참여했던 유관 연구기관에서는 KSTAR 건설 사업이 종료된 이후 관련 프로젝트가 규모가 매우 제한적이어서 후속연구를 통해 관련 연구를 고도화하고 ITER 또는 이후의 핵융합로 건설에 필요한 고도화된 기술을 개발할 수가 없어 인력양성 및 우수한 인재를 유치하기가 매우 어려움
인프라 구축	• KSTAR, ITER 이외에 핵융합 실증로 기반기술 개발에 필요한, 중대형 연구시설 필요 (핵융합로 종합실증실험 장치를 통한 열수력/코드 연계 개발/검증, 중성자원 개발을 통한 소재 조사시험 기반 확보, 삼중수소 취급시설 확보를 통한 회수/저장/관리 연구 진행) • 핵융합연구소의 KSTAR 장치의 지속적 향상으로 세계적 수준의 연구 환경을 유지하고 주요 거점 대학의 교육용이면서 새로운 개념의 구별된 연구용 장치 구축으로 연구의 다양성과 다변화 • 세계적인 수준의 연구 분야에는 집중적으로 진단과 분석능력을 배가할 수 있도록 배려하고, K-DEMO을 위해서는 필수적이나 절대적으로 미진한 분야 (예. 고속입자측정 및 분석 및 경계면/디버터 연구)에 인프라 구축 • KSTAR 고가열 파워 확보가 가장 시급 • 대학에 소규모 장치를 건설 또는 기존 장치를 최대한 활용하여 핵융합기술을 개발할 수 있도록 지원 • 국내 기초연구를 수행할 인프라는 구축되었지만 국가주도 관성핵융합 프로그램이 없어 시설 운영이 어려움 • 향후 핵융합 기술수준 향상을 위한 가장 중요한 핵심 인프라는 대용량 핵융합 고속중성자 조사시설이므로 향후 이러한 장수명 대용량 핵융합 고속중성자 조사시설에 대한 정부의 정책적 핵융합 인프라 구축 방향 수립 필요

	정책제언
	• 최근 완료한 실증로 개발 로드맵에 따라 실증로 적용 기술과의 격차를 메우기 위해 관련 핵신기술들을 개발하기 위한 인프라 투자를 확대
법·제도 개선	• 현재 진흥계획은 충분히 지원체계를 담고 있어 추가 보완은 불필요함. 진흥계획 이행을 위한 로드맵이나 정책연구는 매년 진행되고 있으나, 이를 뒷받침할 지원(신규 사업 등)이 없어 이행이 잘 안 됨 • 산업계의 선도적 핵융합 투자를 유인할 수 있는 규제 완화와 민간 부분의 투자 확대를 기대할 수 있는 기술 이전이나 기술 협력 제도 개선 • 핵융합관련 연구를 수행할 때 법과 제도에 의해 제약을 받을 수 있는 가능성이 있으므로 기술 선도를 위해서는 개선의 여지가 있음 • 국가핵융합연구소를 독립기관으로 위상을 제고시켜 불필요하게 부설기관으로 지나치게 오랜 기간 종속시켜온 것을 탈피시키는 것이 바람직 • 핵융합안전규제에 대한 연구 강화 • 산업체에서 ITER 인력 파견 시(특히 중소기업의 경우) 정부의 충분한 지원/보상 필요 • 핵융합진흥법이 현재 존재하므로 이를 국내외 상황을 반영하여 지속적으로 개선
연구비 확대	• KSTAR, ITER에 몰입된 연구비의 분산 혹은 신규 사업 마련을 통한 핵융합 실증로 기반연구 지원 • 연구 인력 양성의 선순환에 필요한 인건비, 핵융합 실증을 위한 원천 기술 개발, 기존 핵융합 연구 장치의 성능 향상을 위한 시설 투자 등에 필요한 연구비 증액 (핵융합에너지 개발 총 투자비 연 2,500 억 수준) • 핵융합 연구시설 인프라 구축 및 국내/국제 협력, 인력양성 등 관련 기술향상 및 기술자립을 위한 연구비 확대 • 연구비의 대폭적인 확대를 지향하되 물리연구에 절대적으로 필요한 "진단"장치의 질적 우위를 확보할 수 있는 것과 연구비는 연구에 직접적으로 종사하는 인력과 장비에게만 사용될 수 있도록 엄정 관리 (예. 비연구적인 용도로는 사용하지 않도록 관리) • 핵융합기초연구사업 종료 이전 핵융합원천기술개발 사업을 대규모로 실시하여 공학적인 기술 확보 단계로 도약 필요 • ITER 인력파견을 지원할 수 있도록 연구비 확대 • 핵융합원천기술개발 사업에 발맞추어 KSTAR 업그레이드를 실시하고 이를 지원할 연구비 확보 • 토카막 중심으로 편성된 국내 연구비 중 일부를 대안 핵융합으로써 레이저핵융합 관련 연구비 관련 정책적 지원
기타 의견	• 원자력시설로서의 핵융합장치 개발이 진행되어야 하므로, 원자력기술과의 융복합이 매우 중요. 특히 대용량 중성자원(발생장치) 공동개발/활용이나 원자력기반 조사저항성이 큰 구조재 개발, 원자력 건설코드 등재, 안전해석코드 개발 및 검증, 삼중수소증식재 농축기술 등 다양한 원천기술들이 기 확보 혹은 기반기술이 있는 원자력과 연계 가능 • 핵융합연구는 궁극적으로 방사환경 내에서 remote handling을 필수적으로 요구하므로 "방사환경 내에서의 Robotics"를 구현하기 위해 물성/기계특성/전기/신호 등을 통합운영기술이 요구되며 이에 대한 선제적연구가 국가적으로 유용함 • ITER 및 DEMO를 위한 핵융합로 시스템통합 시뮬레이터 기술 개발 • 원자력 재료 분야와의 협력을 통한 핵융합재료기술 개발 시급 • 기계학습을 핵융합 플라즈마에 적용하여 물리적 한계 극복을 위한 노력 • 국방 탄약에너지 분야의 기초데이터 제공을 위한 고에너지밀도플라즈마물리 연구

다 주요 분석 결과 요약

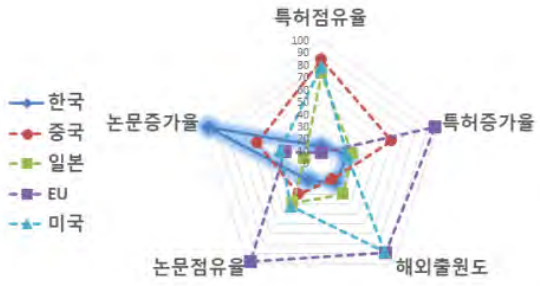
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	핵융합에너지 기술	1,874	348	41.2%	54.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

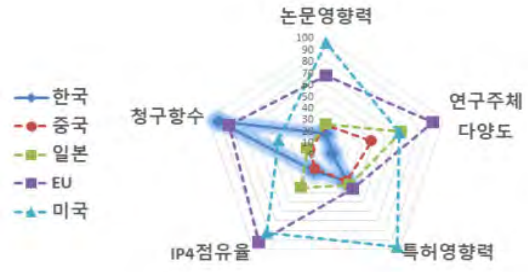
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	50.2%	26.7%	8.7	5.6
한국	5위	4위	5위	4위
	5.0%	12.6%	2.5	0.0
5개국 평균[2]	-	-	5.3	2.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

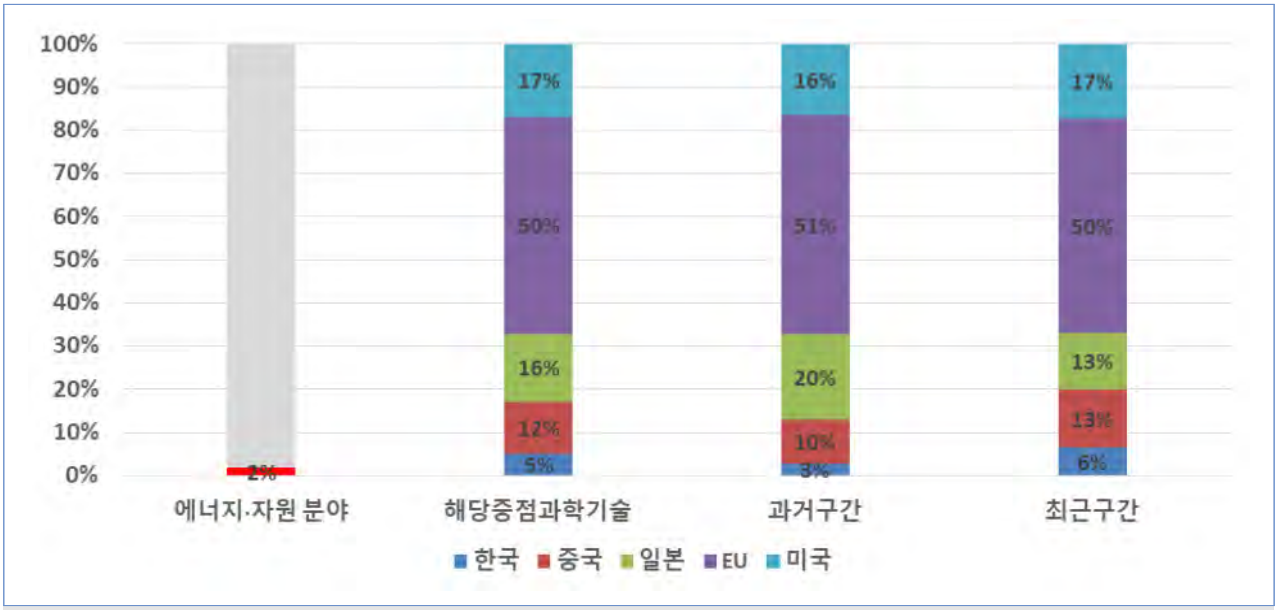
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(2.5)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(50.2%), 미국(16.9%), 일본(15.8%), 중국(12.1%), 한국(5.0%) 순이며, 논문 증가율은 한국(222.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(8.7), EU(5.7), 일본(3.1), 중국(3.1), 한국(2.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.89)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(12.6%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(26.7%), 미국(25.3%), 일본(24.1%), 한국(12.6%), EU(11.2%) 순이며, 특허 증가율은 EU(450.0%)가 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(5.6), EU(0.5), 일본(0.3), 중국(0.0), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(64.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 한국(6.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.0%	12.1%	15.8%	50.2%	16.9%
	논문 증가율	222.7%	87.3%	-6.5%	38.2%	47.7%
	논문 영향력	2.5	3.1	3.1	5.7	8.7
	연구주체 다양도	0.38	0.60	0.72	0.89	0.72
특허 분석	특허 점유율	12.6%	26.7%	24.1%	11.2%	25.3%
	특허 증가율	0.0%	172.0%	15.4%	450.0%	-4.4%
	해외출원도	0.5	0.1	1.5	6.3	6.1
	특허 영향력	0.0	0.0	0.3	0.5	5.6
	IP4점유율	2.3%	0.0%	16.7%	64.1%	51.1%
	청구항수	6.6	1.8	2.1	5.8	3.5

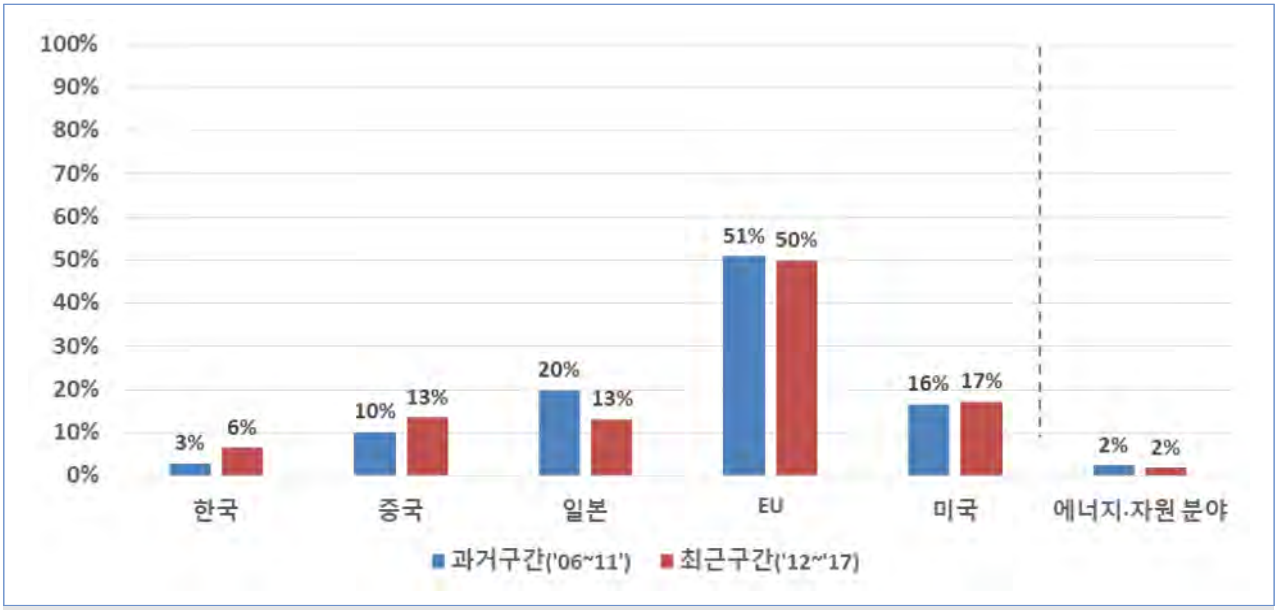
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 핵융합에너지 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 941건으로 전체 논문의 50%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, 중국, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 핵융합에너지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 2%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

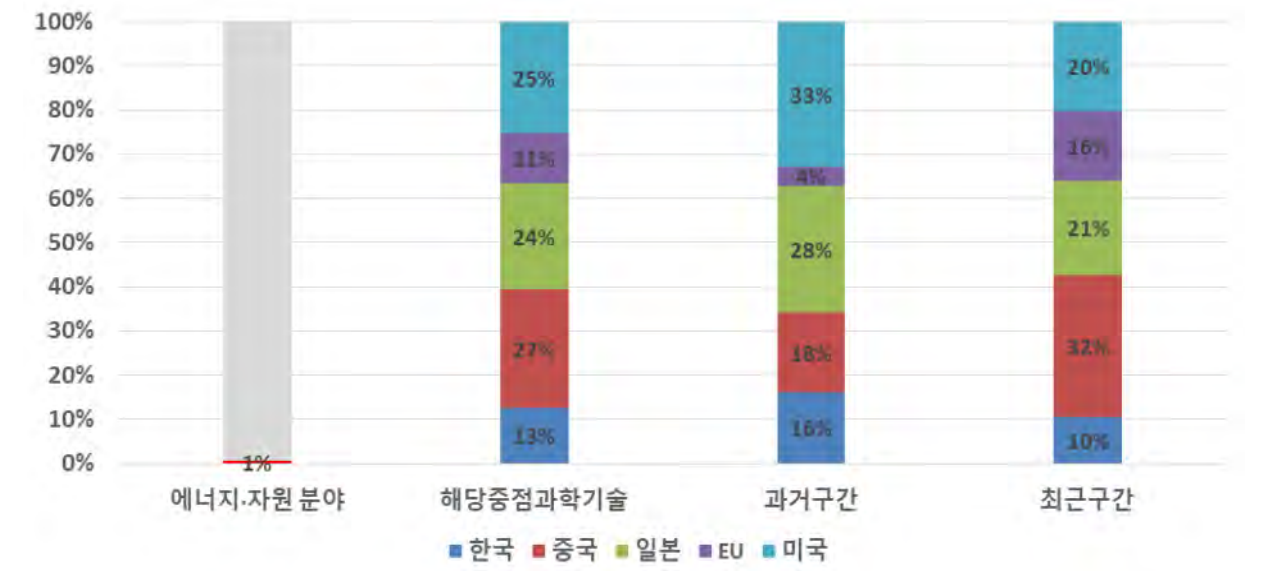


● 핵융합에너지 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 222.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	22	71	93	222.7%
중국	79	148	227	87.3%
일본	153	143	296	-6.5%
EU	395	546	941	38.2%
미국	128	189	317	47.7%
전체	777	1,097	1,874	41.2%

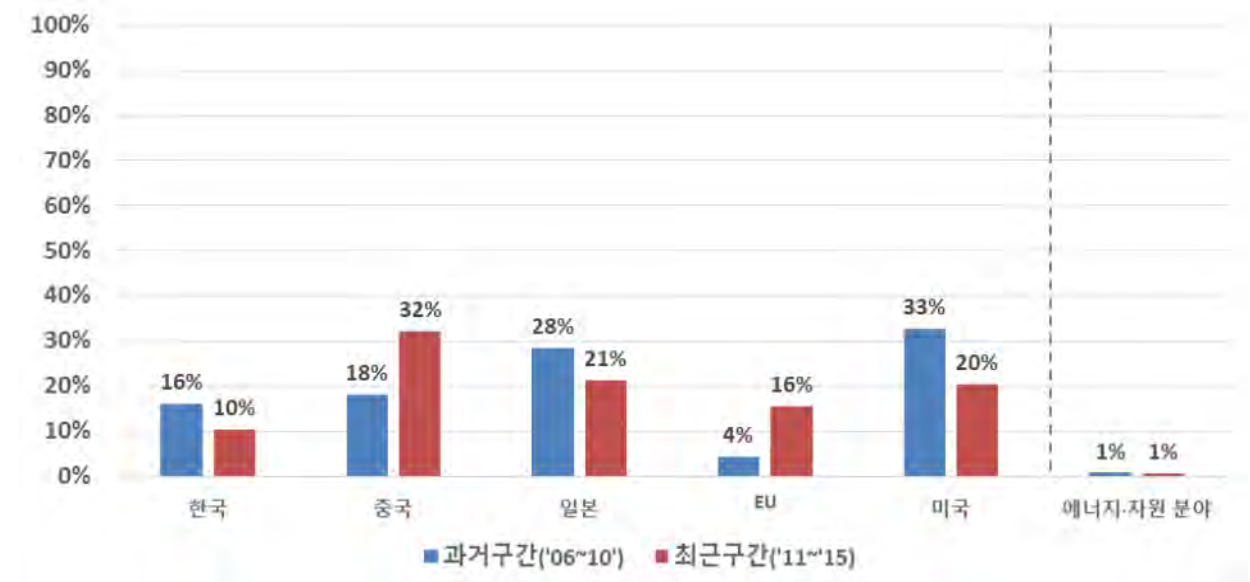
(4) 특허 점유율(전체)



● 핵융합에너지 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 93건으로 전체 특허의 27%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 핵융합에너지 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 1%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



- 핵융합에너지 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 0%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 5위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	22	22	44	0.0%
중국	25	68	93	172.0%
일본	39	45	84	15.4%
EU	6	33	39	450.0%
미국	45	43	88	-4.4%
전체	137	211	348	54.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

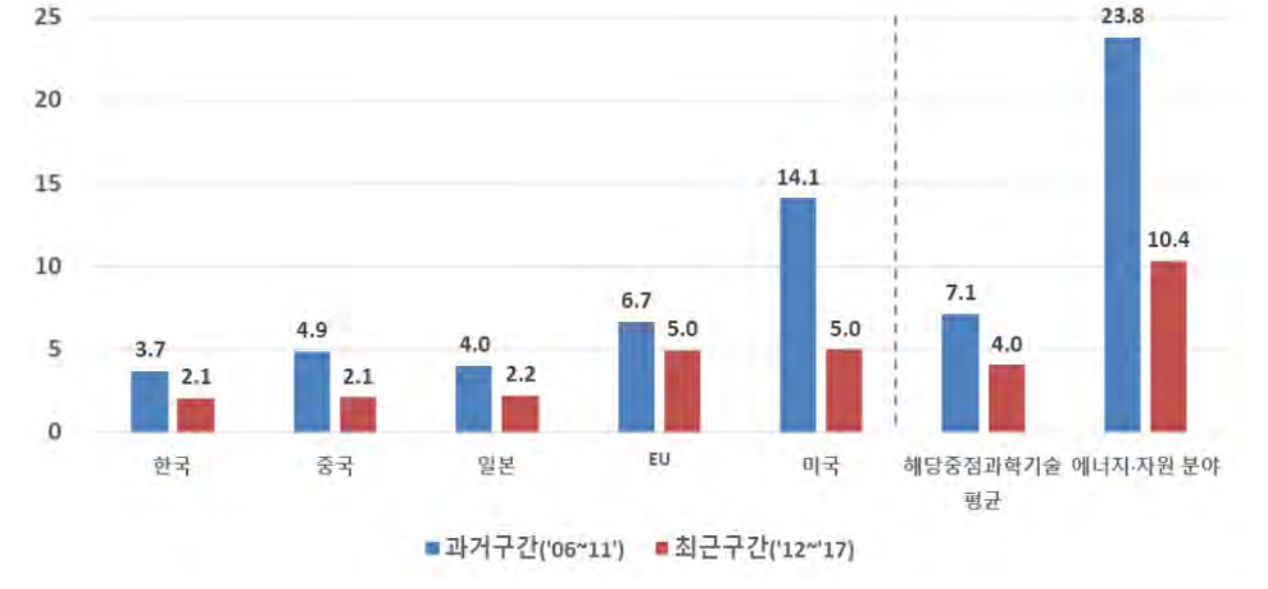


- 핵융합에너지 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

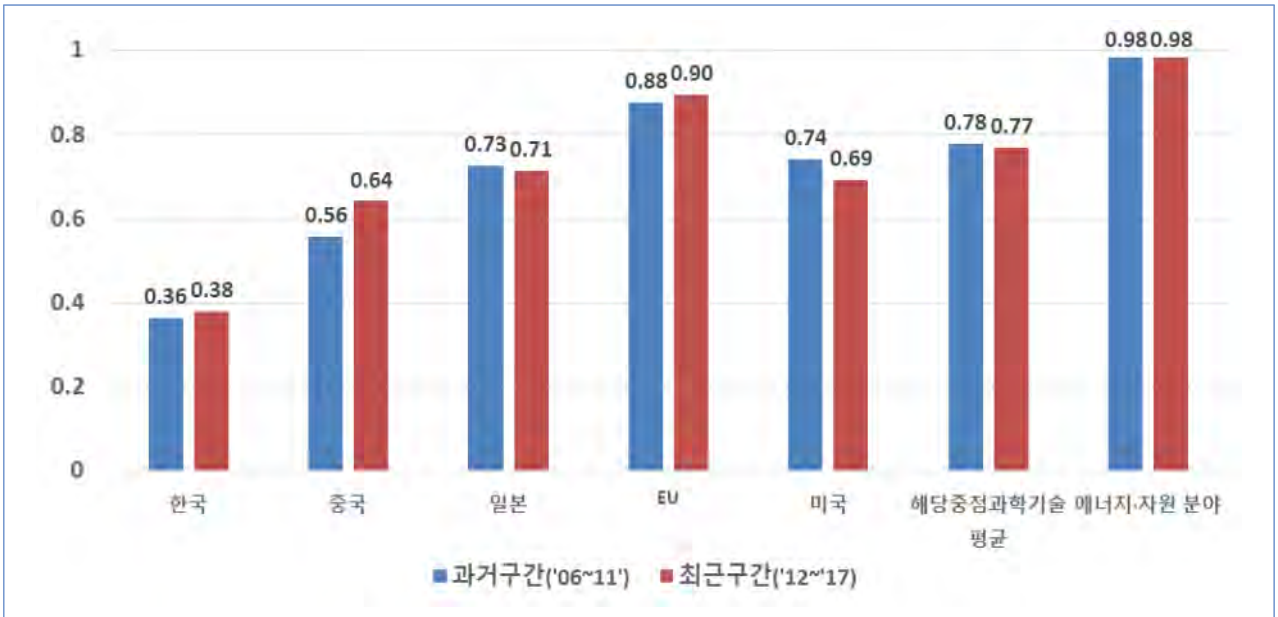
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



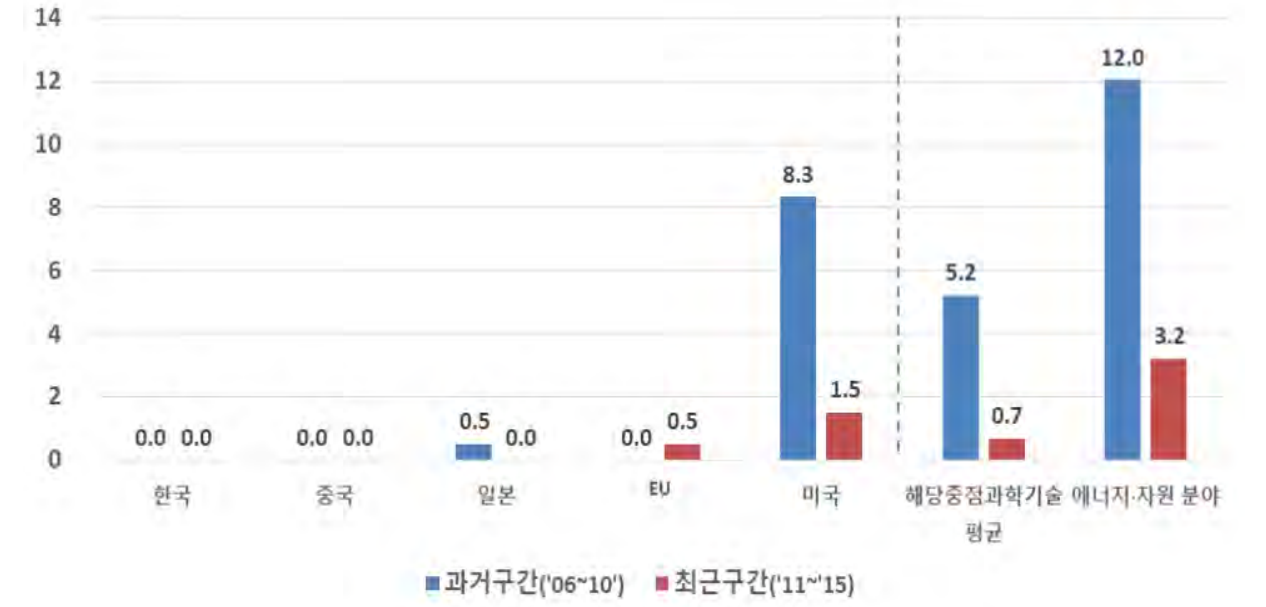
● 핵융합에너지 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



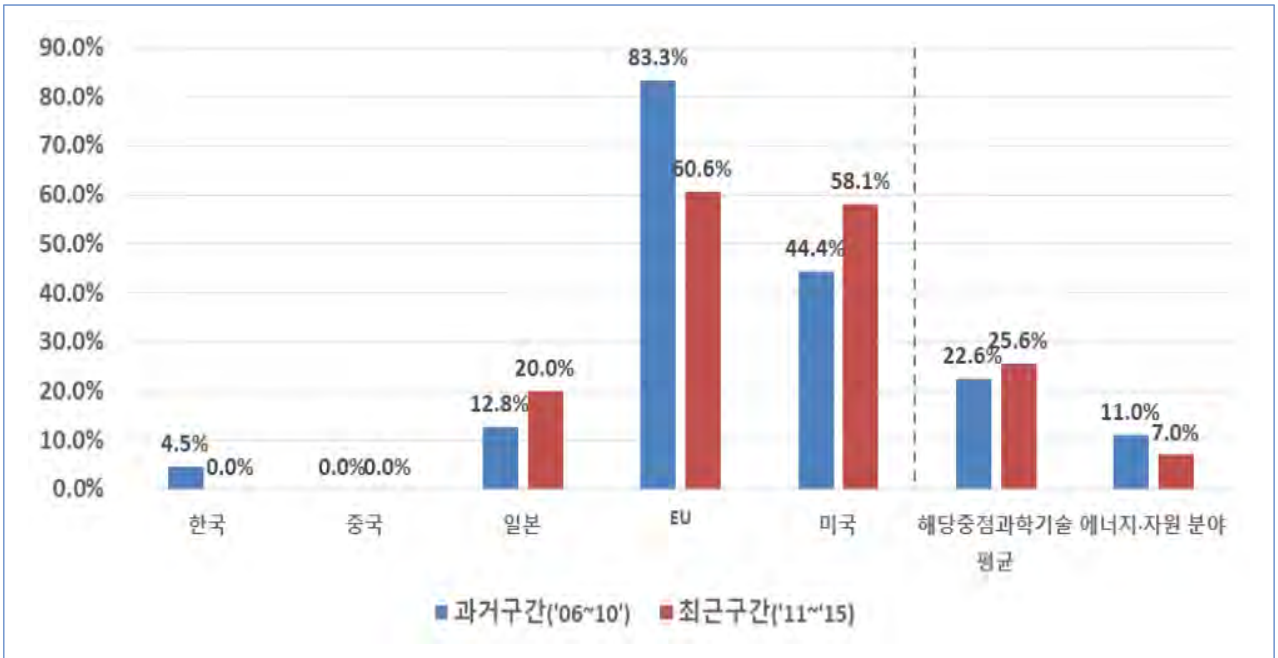
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



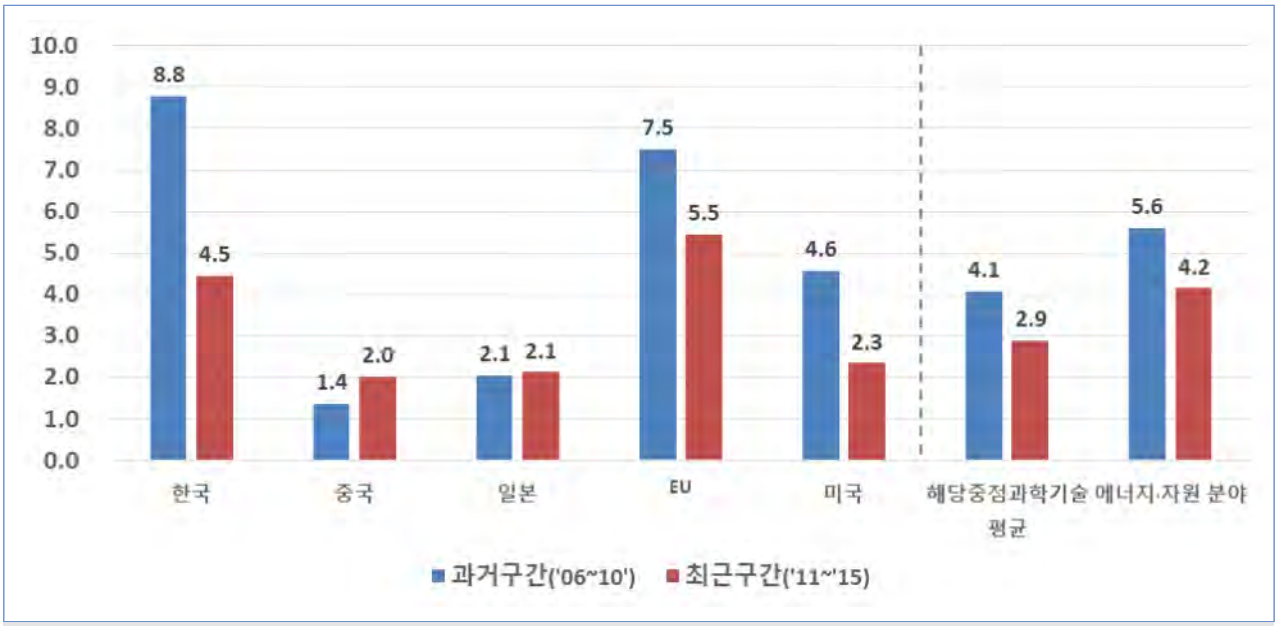
● 핵융합에너지 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 핵융합에너지 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 핵융합에너지 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 EU의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

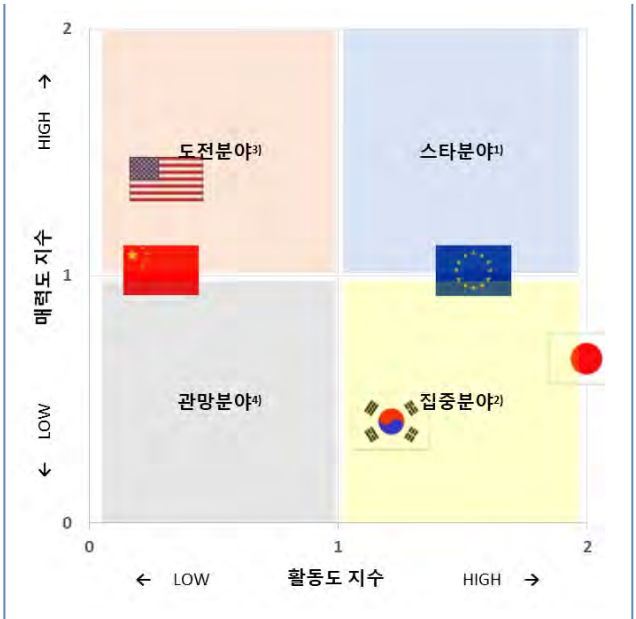
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

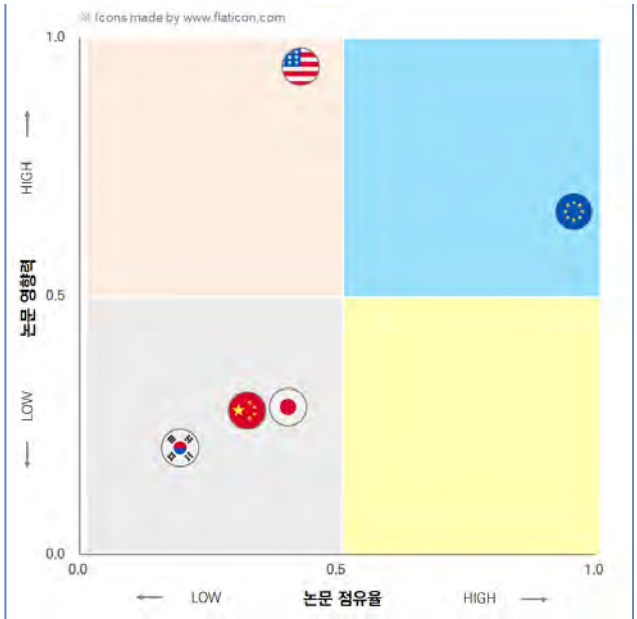
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 핵융합에너지 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

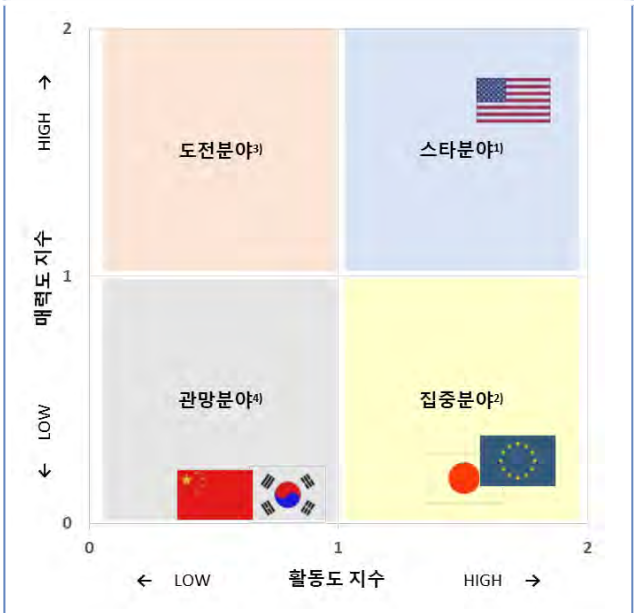


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

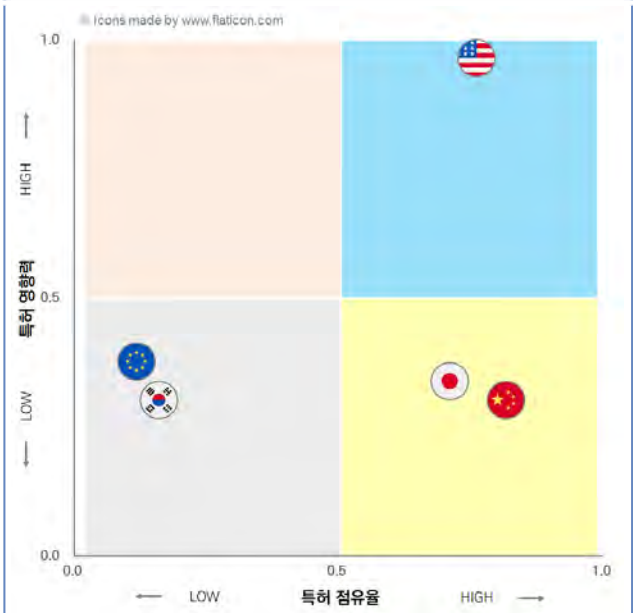
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 핵융합에너지 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'INSTITUTE OF PLASMA PHYSICS(2.45%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '국가핵융합연구소'가 31.18%(글로벌 점유율은 1.55%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF PLASMA PHYSICS	중국	20.26%	2.45%	218.18%
2	NATIONAL INSTITUTE FOR FUSION SCIENCE	일본	12.16%	1.92%	-28.57%
3	NATIONAL FUSION RESEARCH INSTITUTE	한국	31.18%	1.55%	766.67%
4	OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY	미국	7.89%	1.33%	77.78%
5	MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK	EU	2.55%	1.28%	-66.67%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL FUSION RESEARCH INSTITUTE	31.18%	1.55%	766.67%
2	YONSEI UNIVERSITY	9.68%	0.48%	800.00%
3	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	7.53%	0.37%	-83.33%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.38%	0.27%	400.00%
5	DANKOOK UNIVERSITY	4.30%	0.21%	300.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF PLASMA PHYSICS	20.26%	2.45%	218.18%
2	HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	5.29%	0.64%	1100.00%
3	BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	4.85%	0.59%	-100.00%
4	KEY LABORATORY OF MATERIALS MODIFICATION BY LASER	3.52%	0.43%	0.00%
5	CHINA INSTITUTE OF ATOMIC ENERGY	3.08%	0.37%	-83.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL INSTITUTE FOR FUSION SCIENCE	12.16%	1.92%	-28.57%
2	KYOTO UNIVERSITY	3.72%	0.59%	-42.86%
3	RESEARCH INSTITUTE FOR APPLIED MECHANICS	3.72%	0.59%	75.00%
4	INSTITUTE OF LASER ENGINEERING	3.38%	0.53%	0.00%
5	ECOTOPIA SCIENCE INSTITUTE	3.38%	0.53%	133.33%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK	2.55%	1.28%	-66.67%
2	INSTITUTO DE PLASMAS E FUSÃO NUCLEAR	2.44%	1.23%	-23.08%
3	INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO	2.13%	1.07%	300.00%
4	LABORATORY OF NUCLEAR INSTALLATION SAFETY	1.70%	0.85%	600.00%
5	UNIVERSITY OF GOTHENBURG	1.59%	0.80%	1300.00%

6 미국

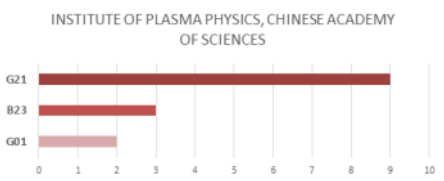
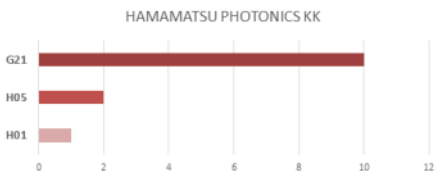
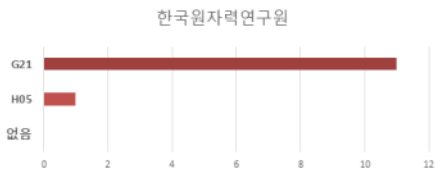
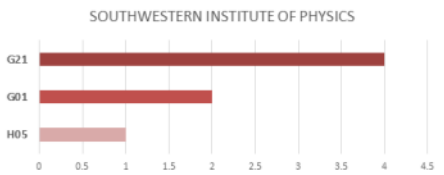
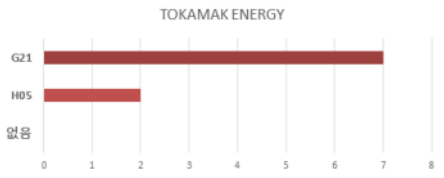
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY	7.89%	1.33%	77.78%
2	LEHIGH UNIVERSITY	5.36%	0.91%	1600.00%
3	LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY	4.42%	0.75%	-72.73%
4	LOS ALAMOS NATIONAL LABORATORY	4.10%	0.69%	450.00%
5	PURDUE UNIVERSITY	3.47%	0.59%	-42.86%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'INSTITUTE OF PLASMA PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES(5.46%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국원자력연구원'이 27.27%(글로벌 점유율은 3.45%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'INSTITUTE OF PLASMA PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES'과 '한국원자력연구원'은 G21(핵물리; 핵공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

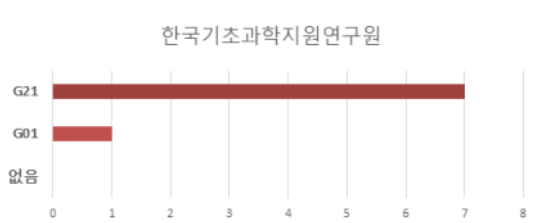
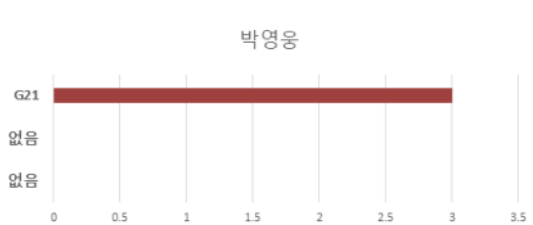
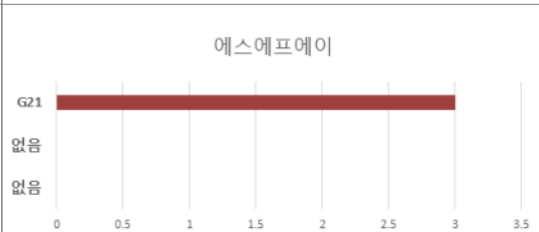
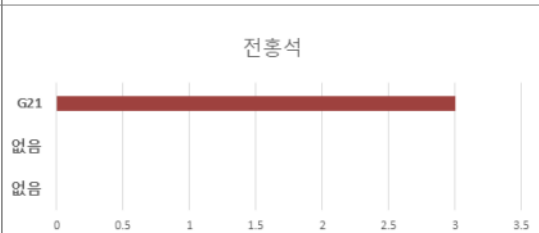
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INSTITUTE OF PLASMA PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	중국	20.43%	5.46%	180.00%
2	HAMAMATSU PHOTONICS KK	일본	15.48%	3.74%	60.00%
3	한국원자력연구원	한국	27.27%	3.45%	-50.00%
4	SOUTHWESTERN INSTITUTE OF PHYSICS	중국	10.75%	2.87%	800.00%
5	TOKAMAK ENERGY	EU	23.08%	2.59%	800.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G21	핵물리; 핵공학
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G01	광학
2		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
3		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
5		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국원자력연구원	27.27%	3.45%	-50.00%
2	한국기초과학지원연구원	18.18%	2.30%	-40.00%
3	박영웅	6.82%	0.86%	-100.00%
4	에스에프에이	6.82%	0.86%	200.00%
5	전홍석	6.82%	0.86%	200.00%

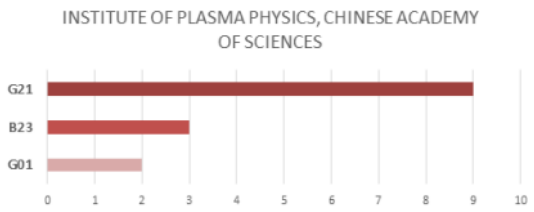
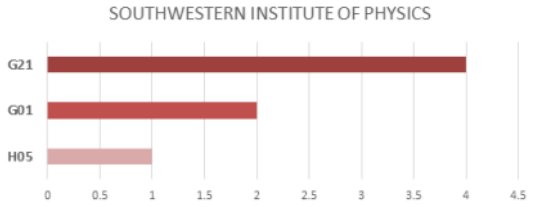
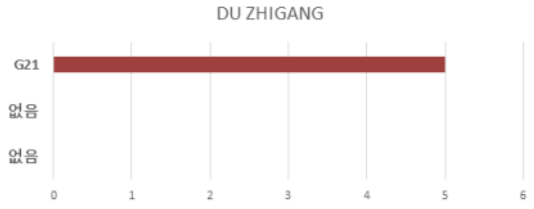
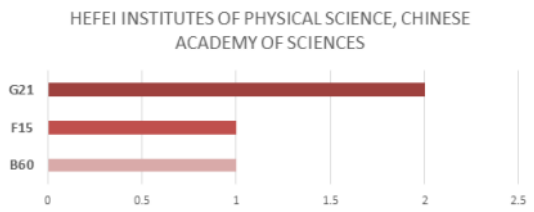
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
2		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		-	-
3		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
5		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INSTITUTE OF PLASMA PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	20.43%	5.46%	180.00%
2	SOUTHWESTERN INSTITUTE OF PHYSICS	10.75%	2.87%	800.00%
3	DU ZHIGANG	5.38%	1.44%	-33.33%
4	HEFEI INSTITUTES OF PHYSICAL SCIENCE, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	5.38%	1.44%	400.00%
5	HUANG ZHENQIANG	2.15%	0.57%	-100.00%

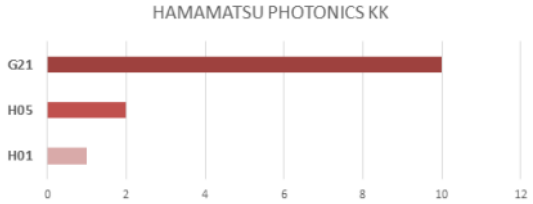
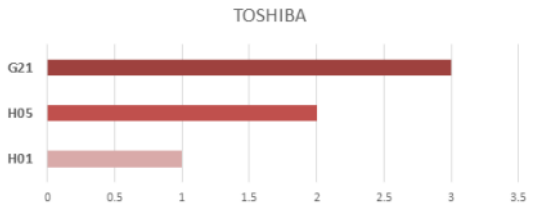
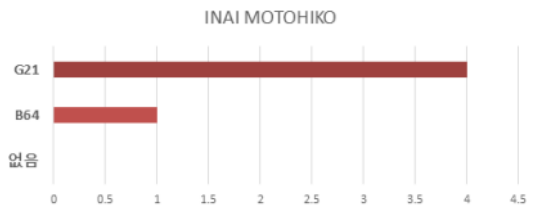
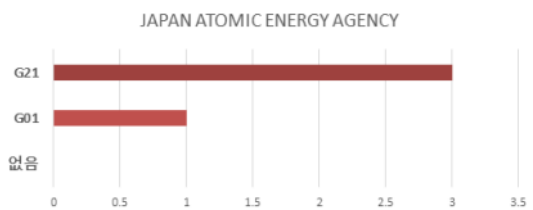
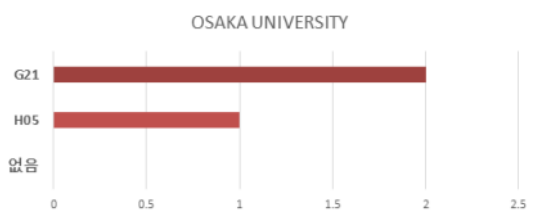
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		G01	광학
2		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
3		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		F15	액체압 액튜에이터; 유체학 또는 공기역학 일반
		B60	차량일반
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G21	핵물리; 핵공학
		-	-

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HAMAMATSU PHOTONICS KK	15.48%	3.74%	60.00%
2	TOSHIBA	8.33%	2.01%	150.00%
3	INAI MOTOHIKO	5.95%	1.44%	-100.00%
4	JAPAN ATOMIC ENERGY AGENCY	4.76%	1.15%	-66.67%
5	OSAKA UNIVERSITY	3.57%	0.86%	-50.00%

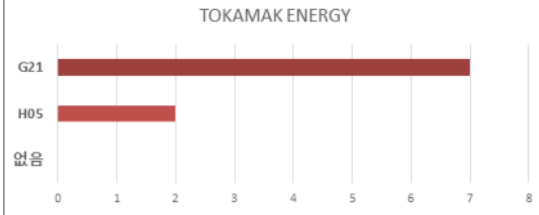
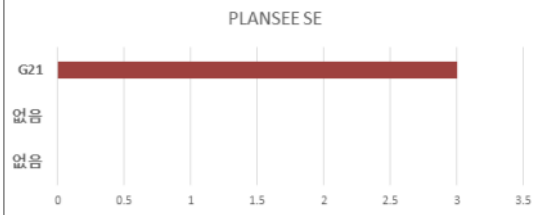
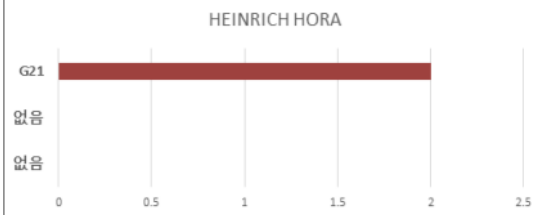
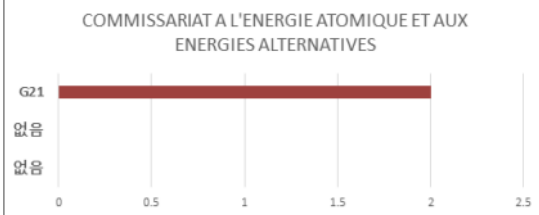
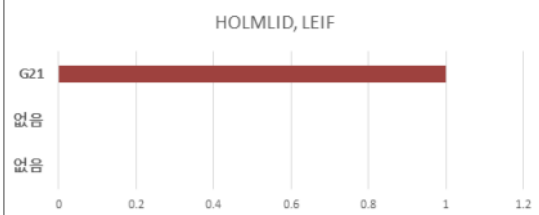
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
2		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
3		G21	핵물리; 핵공학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		-	-
5		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-

5 EU

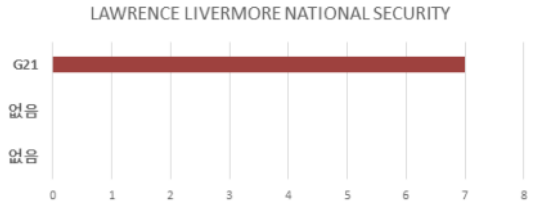
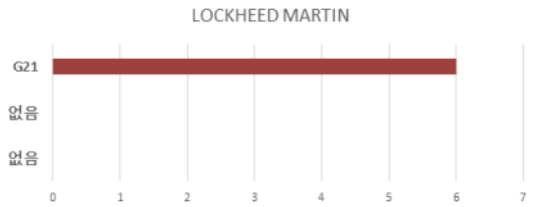
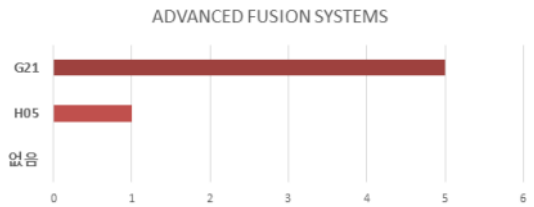
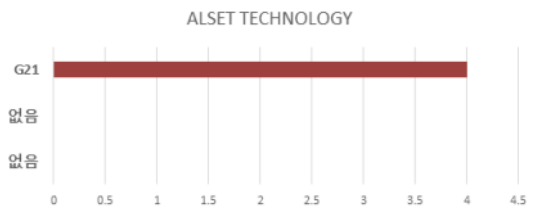
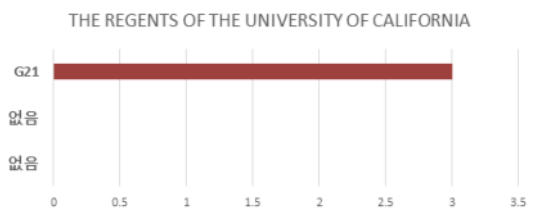
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOKAMAK ENERGY	23.08%	2.59%	800.00%
2	PLANSEE SE	7.69%	0.86%	-50.00%
3	HEINRICH HORA	5.13%	0.57%	100.00%
4	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES	5.13%	0.57%	100.00%
5	HOLMLID, LEIF	2.56%	0.29%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
2		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
3		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
5		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY	7.95%	2.01%	500.00%
2	LOCKHEED MARTIN	6.82%	1.72%	500.00%
3	ADVANCED FUSION SYSTEMS	6.82%	1.72%	-100.00%
4	ALSET TECHNOLOGY	4.55%	1.15%	-100.00%
5	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.55%	1.15%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
2		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
3		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-
5		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
		-	-

88 차세대가속기 기술



88 차세대가속기 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 살아있는 세포나 물질의 펨토초 이하의 실시간 관찰을 통하여 새로운 과학영역을 개척하기 위한 4세대 X-선 자유 전자 레이저 가속기 기술, 기존 3세대형 저장링의 전자빔 회절한계 극복을 통한 극한 방사광 저장링 기술 등의 개발과 연X-선, 경X-선 영역의 고휘도 방사광 실험환경을 동시에 제공하는 장치기술
- ☑ 대전류 이온원, 초전도 가속관, 초전도 전자석, 고주파 발생장치 등 수소부터 우라늄까지 고출력·고에너지 중이온빔의 가속을 통하여 고강도·고성능 희귀동위원소 빔을 생성하기 위한 장치기술
- ☑ 하전입자와 표적물질과의 핵반응을 이용한 난치성 암치료 및 다양한 빔에너지를 가지는 전자빔·이온빔의 산업적 활용 등 소형 가속장치 활용기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

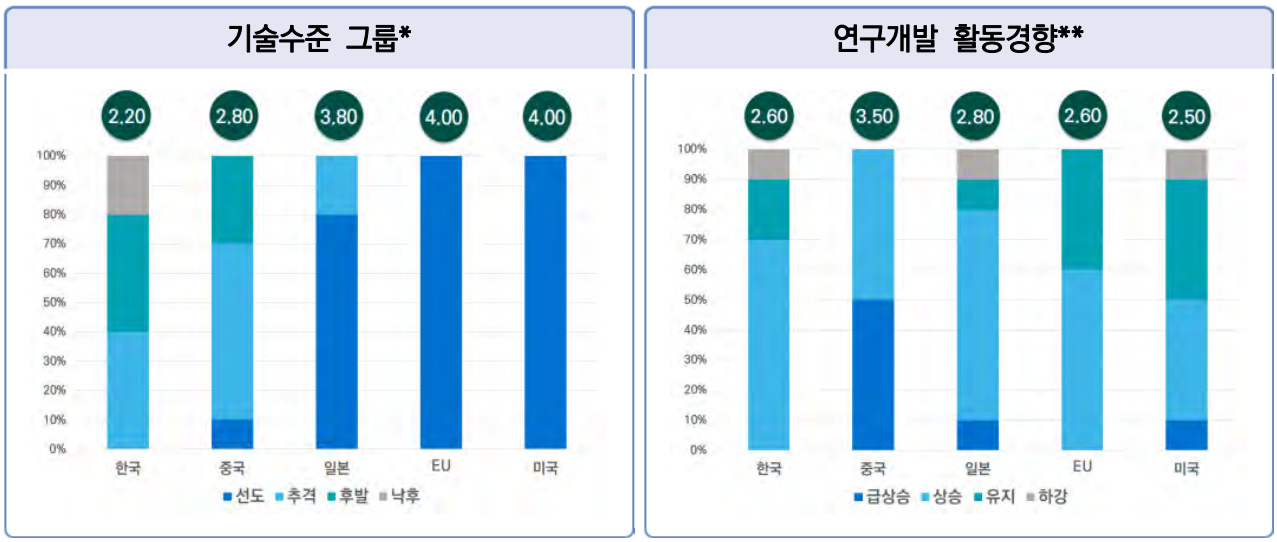
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	64.0	6.0	후발	보통	보통	상승
중국	75.0	4.8	추격	우수	우수	급상승
일본	91.5	1.0	선도	우수	우수	상승
EU	95.5	0.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	59.0	6.0	64.0	50.0	74.0	22.1	6.0	4.0	9.0	14.6
중국	72.0	4.8	75.0	68.0	85.0	13.1	4.8	3.0	8.0	8.4
일본	91.5	1.0	91.5	81.0	100.0	9.2	1.0	0.0	2.5	3.0
EU	95.5	0.0	95.5	90.0	100.0	4.5	0.0	0.0	1.5	1.2
미국	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	4.2	0.0	0.0	0.5	2.1

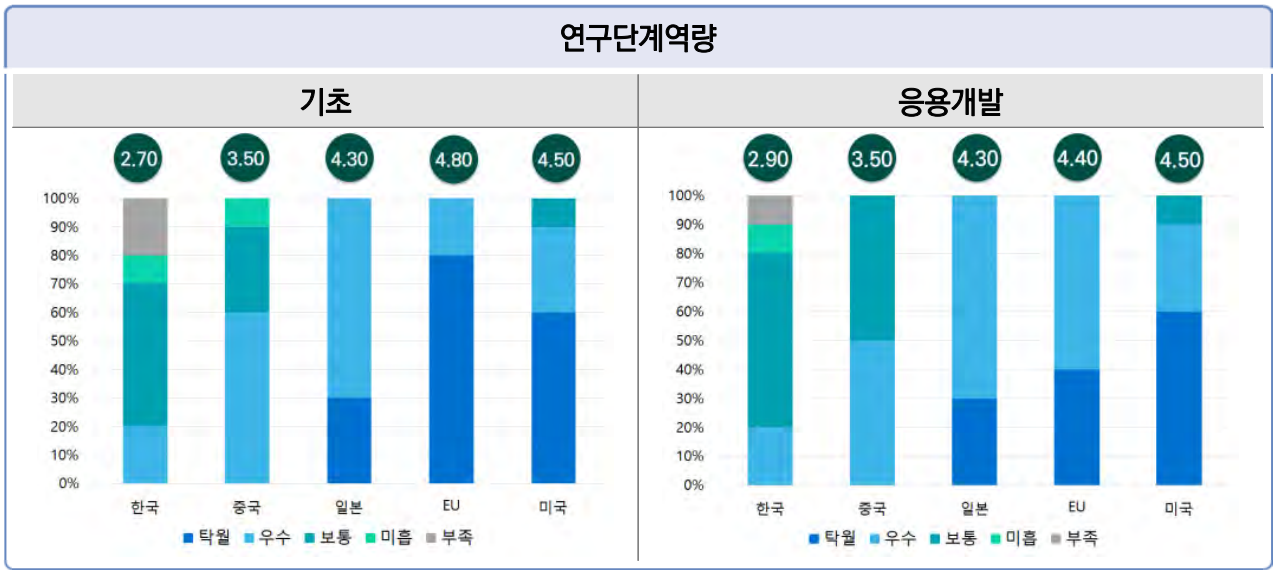
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (64.0%)	• 4세대 방사광 실험환경이 구축되었으며, 중이온 가속기 시설 준비 중 • 가속기 기술을 도입하면서 설계 및 제작 기술 학습 • 설계기술만 있을 뿐 구체적인 제조 및 운영 기술의 부족 • 현재 중이온 가속기 개발 및 설립 중 • 포항가속기 연구소의 4세대 XFEL의 성공적인 구축 및 운영과 관련 개술의 국내 개발로 기술선진화가 이루어지고 있으며, IBS의 중이온빔 가속기개발 구축 중 • ISOL 중이온빔 인출 및 SCL demo 빔 인출 성공 등으로 관련 기술의 완성도를 향상 • 전체 연구 인력은 부족하지 않으나 분야별 집중배분이 필요하며 이러한 문제로 발생하는 격차는 연구 인력의 전략적 배분 및 정부지원으로 줄일 수 있을 것
중국 (75.0%)	• Shanghai에 성능이 3, 4세대 방사광 가속기 구축 • 초전도기술 기반의 CADS 구축 중 • 초전도 선형가속기와 원형가속기로 이루어진 중이온가속기 HIAF 구축 시작 • 초전도가속관의 성능은 선진국 대비 다소 미흡 • 선도적인 가속기 기술을 도입하면서 국산화 성공에 적극 추진 • 현재 연구를 위한 수준 • Synchrotron, 양성자 가속 cyclotron 등의 발전된 기술을 보유하고 있으나, XFEL 또는 Rare Isotope 생성용 beam 발생 기술에 대한 연구, 투자는 활발하지 않음 • 수준은 선도그룹보다 많이 떨어지지만 정부의 지원과 인력의 수가 많아서 격차를 줄이는 추세. 차세대 방사광 가속기 개발이 일본보다 앞서 완성될 시점에서는 일본보다 앞설 전망
일본 (91.5%)	• 희귀동위원소 분야에 선도적인 연구 결과를 발표하며 연구 활동 활발 • 최고기술 보유국과 비슷한 수준의 가속기 성능 달성 • 1MW 양성자가속기 J-PARC 구축 • 다양한 collider 구축 • 사이클로트론 기반 350 MeV/u 중이온가속기 구축 • 중이온용 low beta 초전도가속관 개발은 초기 단계 • 선도적으로 가속기 개발을 수행하면서 우수한 기술 보유 • 중공업 업체들과 국가적인 개발 지속. 상업적인 가속기 판매를 통한 기술 개발 속도가 다른 나라에 비해 빠름 • 지속적인 산학연구 투자와 개발로 초전도자석을 이용한 중이온 가속기 및 치료기의 성공적 개발 및 임상 적용에 성공 • RIKEN의 SACLA, RIBF를 중심으로 하여 4세대 XFEL 과 Rare Isotope 관련 연구 분야를 지속적으로 주도하는 안정적인 기술 보유 • 원래는 선도그룹과 격차가 없거나 앞섰지만 세대교체나 국가 지원이 부족하면서 격차 발생
EU (95.5%)	• 정부의 지속적인 지원으로 차세대 가속기시설이 건설 중이며 구축 후에 활용 기대가 높음 • 초전도 기술력 우위 학보 • 가장 높은 에너지의 LHC 구축 • 세계 최초로 초전도 4세대 방사광가속기 구축 (Euro XFEL)

국가 (기술수준)	판단근거
	• 3세대 방사광가속기 Ultimate Storage Ring 구축 중 • 가장 성능이 뛰어난 elliptical 타입 초전도가속관 개발 • 다양한 low beta 초전도가속관 개발 • 선도적으로 가속기 개발을 수행하면서 우수한 기술 보유 • 세계의 많은 연구자들을 흡수하는 연구소 보유 • 상전도자석을 이용한 중이온 가속기 및 치료기의 개발 및 임상 적용 성공 • 독일, 프랑스 등 개별국가의 투자 외 EU 11개국이 참여하는 European XFEL의 완공으로 ultrashort X-ray 발생관련 기술 완성 • Cern은 LHC는 현존하는 최대 에너지 프론티어 가속기로 14TEV를 만들어냄 • 차세대 방사광 가속기 개발이 활발하게 진행되고 있으며 빔물리 완성도는 미국보다 떨어지나 아이디어와 분야 개척은 뛰어남 • US와 협업 연구가 활성화 되어 거의 대등한 기술 수준
미국 (100%)	• 정부의 지속적인 지원으로 차세대 가속기시설이 건설 중이며 구축 후에 활용 기대가 높음 • 혁신적인 아이디어와 기술로 연구 방향 주도 • 세계 최초 1.4 MW SNS 양성자 초전도선형가속기 구축 • 세계 최초 상전도 4세대 방사광가속기 LCLS 구축 • LCLS를 초전도 4세대 방사광가속기로 업그레이드 중 • 3세대 방사광가속기 Ultimate Storage Ring 구축 중 • 400kW 중이온가속기 FRIB 구축 중 • 가장 성능이 뛰어난 low beta 초전도가속관 개발 • 선도적으로 가속기 개발을 수행하면서 우수한 기술 보유 • 연구진 유출 주요한 가속기 연구소들의 부진 • 관련분야에 영향력 높은 연구 및 영향력 높은 특허기술 보유 면에서 최고선도 그룹이며, 지속적인 연구개발의 투자로 Rare Isotope beam 등 구축의 기술개발 성과를 이루고 있음 • 차세대 방사광 가속기 개발이 활발하게 진행되고 있으며 (APSU, ALSU) 빔물리 완성도가 높음 • 기초과학 및 응용과학에 대한 광범위한 투자 지속. 현재는 과거에 비해 투자가 줄었다고 볼 수 있으나, 지난 투자의 성과를 누림

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국가적인 대형 가속기 사업 진행 • 최근 중이온가속기, 4세대 방사광가속기 구축 등 최첨단 가속기 시설을 구축 중이거나 완료되어 가속기 전반의 연구개발과 인력 양성이 이루어지고 있음 • 선도 기술을 추격하면서 부분적으로 기술발전이 이루어지고 있고 일부 세부기술은 선도할 가능성	• 가속기를 한군데 모아 건설해야 하는데, 지역별로 분산하여, 가속기 콤플렉스 건설이 원천적으로 불가능하게 발전 중. 기초과학을 목적으로 하지 않고, 경제적인 관점으로 다루려고 함 • 중이온가속기의 경우 지도부가 가속기 전문가가 아니라서 리스크가 증가하고 있으며 일정이 지연될 개연성 존재

국가	강점분야	기타
	존재 • 최근 복수의 가속기 설치가 이루어지면서 기술 개발의 기대를 높임 • 가속기 제작 및 운영 기술 우수	• 기초연구에 대한 장기적인 투자 부족, 응용개발 연구에 대한 연구인력 부족 • 국내외 협력 부족 • 다양한 가속기 사업을 통한 연구진 분배 • 설계기술 이회 제조/운영 기술 부족 • 자체적인 기술로 대형가속기 제작 경험 없음 (많은 부분을 여전히 해외의존) • 회사들의 투자 부족 • 임상적용 활용은 미착수
중국	• 국가 차원의 전폭적 지원으로 중점 투자가 이루어지고 있으며 가속기 시설의 규모와 숫자에서 급성장 • 전반적인 연구에 대한 투자가 증대 되고 있다고 생각되며, 의료용 입자가속기에 대해서는 일본을 추격하는 자체 기술개발 중 • 연구 인력의 저변이 급성장 • 정부적 차원의 지원이 강화되어 많은 응용사업이 이뤄짐 • 자체 제작한 중이온 가속기 존재로 부수적인 연구 성과가 기대됨 • 자체적 대형가속기 및 상업 가속기 제조 시작	• 인프라 미흡 • 기술수준이 선진국 대비 아직 미흡 • 후발그룹의 성급함으로 응용 부분에 집중되는 양상은 차후 한계를 보일 수 있음 • 가속기 제작 및 운영 기술 육성 필요 • 유럽/미국 등에서 중국 연구자들 흡수 • 임상적용 활용은 개발단계
일본	• 광범위하고 깊이 있는 연구와 다양한 종류의 가속기 구축을 통해 기술과 노하우 보유 • 입자선 가속기를 의료에 적용하는 분야 탁월 • 꾸준한 정부의 중장기적 투자와 인력양성을 통해 성장 지속 • 실질적 응용분야에서 많은 성과를 거둠 • 임상적용 활용도 최상위권 • 히타치/도시바/미쯔비시 등 중공업을 기초로 하는 회사들의 인프라 및 상업시장 보유 • 국가에서 지원하는 많은 연구소 및 학교들을 통한 꾸준한 인력양성 • 가속기 제작 기술 우수	• 젊은 인력이 부족해 가는 양상 • 연구자의 층이 미국이나 EU 대비 미흡 • 응용분야 대비 기초부분에 아쉬움 • 우수 연구 인력의 은퇴로 연구 역량 약화
EU	• 세계 최고수준의 가속기 시설 구축에 전략적으로 투자 중, 두터운 전문가 그룹 존재 • 기존 보유기술 및 지속적인 투자 우수 • 꾸준한 정부의 중장기적 투자와 인력양성을 통해 세계 최고 기술력 보유 • 기초과학과 응용개발 연구 균형을 이룸 • 거대 가속기의 성공적인 운영을 통한, 기초분야의 획기적 성과를 거둠. 최근 레이저방식의 가속기술	• 젊은 인력이 부족해 가는 양상 • 응용분야에서 미흡한 부분 존재 • 우수 연구 인력 축소

국가	강점분야	기타
	에 활발한 연구 진행 • 임상적용 활용도 상위권 • 우수한 연구진들을 흡수할 수 있는 연구소 및 문화 보유 • 10년, 20년을 바라보는 다양한 가속기 및 기초 연구 수행 • 세계 유일의 대형가속기를 통한 기초 연구 추진	
미국	• 세계 최고 수준의 가속기 시설 구축에 전략적으로 투자 중, 두터운 전문가 그룹 존재 • 기존 보유기술 및 지속적인 투자 우수 • 꾸준한 정부의 중장기적 투자와 인력양성을 통해 세계 최고 기술력 보유 • 기초과학과 응용개발 연구 균형 이룸 • 기초연구의 성과로 여러 응용분야로의 연구가 활발하게 진행됨 • 가속기 기술 전 분야에 탁월한 성과 거둠 • 양성자 가속장치에 장점 보유 • 우수한 인력을 활용한 연구 주제 선점 • 선택과 집중을 통한 최고 수준의 연구 추진	• 젊은 인력이 부족해 가는 양상 • 정부지원 감소추세 • 가속기 기술은 탁월하나, 응용분야의 중이온 치료기와 같은 특정 분야에서 미흡 • 최근 정부 차원의 투자가 결정되었으나, 개발보다는 도입 쪽으로 결정 • 몇 개의 상업적인 양성자치료기/방사선치료기 회사들을 제외하고는 회사/인프라가 위축되고 있음 • 정치적 유동성 존재 • 임상적용 활용 미착수 • 다소 기초연구들을 수행하는 가속기 연구소들의 부진 기술 및 연구진들 유출 나사를 제외하고는 꾸준한 과학적인 기초연구들에 대한 투자 감소

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	4위	1위	3위	6위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 4대의 가속기가 설치 및 설치 예정으로 운영되므로 각 가속기 이용자 및 사용자의 협력 체계 필요 • 국내 가속기 사업단과 가속기 연구개발을 진행하고 있는 대학 간의 연구협력 시스템을 정부에서 구축하여 학연 협력연구가 진행될 수 있도록 법 제정 필요. 가령 포항가속기 4세대 구축사업은 정부사업임에도 불구하고 포항공대 외 타 대학과 협력연구를 진행하지 않아 결과적으로 4세대 가속기 인력양성에 매우 미흡한 결과를 가져옴 • 개발기술에 연관된 국내 관련 산업의 육성·발전에 대한 지속적인 정책유지 • 해당분야 인력이 모두 한군데 모여 일할 수 있도록 일본의 KEK와 비슷한 연구소를 만들어 공동연구 지원 • 사회연결망 분석을 통하여 국내외 협력관계 분석 도입

	정책제언
국제협력 촉진	• 미국, 유럽, 일본의 가속기 선도국과 긴밀한 협력을 위한 국가적 중재 프로그램 시급. 실제적이고 적극적으로 가속기 국제협력을 진행하고 있는 대학에 정부에서의 적극적인 국제 협력 지원 사업 마련 시급 • 해외가속기 개발에 일부분이라도 참여하여 개발 경력 축적 • 국제 저명인사의 국내 체류 시 연구비 전폭 지원 • 국내에서 투자되는 가속기는 isotope의 생산 및 폐기, 중이온가속기의 응용분야로, 국제적 연구를 통하여 좀 더 근본적인 연구 필요. 중이온가속기의 기초 연구 분야는 메존 연구가 있을 수 있으나, 좀 더 근본 입자의 연구에 접근하기에는 다소 부족하므로, 국제 협력을 통해 보완 필요
인력양성 및 유치	• 국내에서 가속기를 전문으로 양성되는 인력은 턱없이 부족하고, 다수 국외에서 실질적인 훈련을 받을 수 있음. 양질의 우수 인력을 양성할 수 있는 특화된 전문 교육시설과 관리 필요 • 소장, 단장 등 관리자가 바뀔 때마다 무분별하게 인력을 재배치하는 후진적 관행에서 벗어나 한 분야에서 국제적으로 경쟁력 있는 전문가가 차분히 양성될 수 있는 환경 조성 필요 • 가속기 전문 인력양성을 하고 있는 대학에 정부에서의 적극적인 지원 사업 시급 • 대학교/대학원 강화 기초교육 강화 • 박사 후 연구원등의 인건비를 국가 차원에서 인상. 국가출연연 이외의 연구소에서도 대학원 학생의 학위를 수여할 수 있는 제도 마련 • 가속기 및 기초 물리학 인력의 우수한 많은 인력이 선도국에서 양성되고 국내로 들어오지 못함. 다양한 국제 협력을 통하여 국내 인력 양성 필요. 실제로 거대가속기의 경우 입자 실험 그룹만이 참여하고 있어 기술적 습득은 미미
인프라 구축	• 국내 4대 가속기를 중심으로 한 구체적인 인프라 구축 사업 • 기 구축된 가속기의 성능을 증대 시키는 투자 지속. 가속기가 완성된 후 유지/운영만 해서는 안 되며 세계 최고성능이 유지되도록 지속적인 연구 개발 투자 필요. 10년/20년 중장기 발전계획을 마련하여 추진 필요 • 최첨단 연구를 수행하기 위해서는 관련 인프라 구축이 필수적. 최첨단 가속기 시설의 구축 및 운영은 과학, 산업 분야 발전에 기여함과 동시에 우수인력 양성에도 기여하며 국산화를 통해 가속기 관련 분야 기술의 진보를 가져옴 • 가속기 전문 인력양성을 하고 있는 대학에 인력양성을 위한 소형 가속기 인프라의 구축 지원 사업 시행. 가령, 가속기 연구소 및 연구단에서 사용실적이 낮은 가속기 연구시설을 대학에 이전하여 활용할 수 있도록 지원 • 현재 건설 중인 중이온가속기와 그 부지를 일본의 kek, 중국의 ihep, 유럽의 cern, 미국의 fermi 연구소와 같은 곳으로 육성 • 국산화, 상용화를 위해 기업체 과제 확대
법·제도 개선	• 현재 설치 예정중인 중입자, 중이온 가속기 시설 구축에 있어서 불필요한 허가 프로세스 문제로 인한 구축 지연 사례가 발생 할 수 있어 이에 대한 개선 필요 • 전국 5개 가속기 통합 운영을 위한 연구소 설립이 논의되고 있으나 이로 인한 효율보다 비효율이 클 수 있음. 미국의 경우 각 국립연구소와 여러 대학에 가속기 시설이 있으나 통합운영을 하지 않고 오히려 연구소간 경쟁이 효율성 향상

	정책제언
	• 국내 대형 가속기 구축사업 시 구축일정에 쫓기어 개발에 다소 소홀히 하는 경향이 있으므로 구축사업 시 일정액을 연구비로 책정하도록 법 제정을 하여 대학/산업체에서도 연구에 참여하여 가속기 연구 및 기술 향상을 가져올 수 있도록 지원 • 현재 원자력법의 규제가 발전소 수준으로 너무 강하게 되어있어 가속기 및 치료기의 도입 등에 상당한 허들로 작용. 따라서 이에 대한 법, 제도 개선을 총하여 합리적인 규제와 안전 확보 필요 • 가속기 예산, 해외대형실험 참여 예산, 기타 핵 입자물리 이론 실험 모든 예산을 모아 고에너지물리 연구로 통합하여, 해외의 연구제도 도입 • 전략물자 등의 법을 국제 교류 시 활발히 할 수 있도록 필요한 부분만 적용되도록 완화 • 연구비 및 국책연구소의 운영에 관한 법/제도를 개선하되 특히, 평가의 경우 결과만을 쫓는 분위기를 배제할 수 있는 제도 개선. 근래 국책연구소의 자체 평가 강화는 바람직하나, 국책연구소가 다루는 전문 소분야가 다양하여, 좀 더 구체적인/실질적인 자문단을 통하여 결과위주의 평가 해소
연구비 확대	• 가속기가 완성되면 그것으로 개발 연구가 끝난 것이 아니라, 개발 연구가 이제부터 시작된다는 인식 전환 필요. 선진국은 이와 같은 방향으로 최고 성능의 가속기 기술 개발에 매진하고 있고, 연구비 확대 중 • 최근 5년간 중국의 약진이 두드러지는 것은 최첨단 가속기 시설 구축에 연구비를 공격적으로 투입하기에 가능. 연구비의 확대가 국내와 국외의 우수한 인력을 끌어들이고 이들에 의한 기술수준의 진보로 이어지는 선순환으로 이어짐 • 연구재단 등 연구비 신청비 가속기분야도 별도로 정해지기 않아 타 전공분야에 속하여 연구과제 경쟁을 하여야 하는 불리함 지속. 연구과제 분야에 가속기분야를 마련하여 가속기 분야 연구자에게 연구비 확대 필요 • 대부분의 연구비가 특정 분야의 특정인들이 독점하는 구조이므로 기초 및 임상연구 등을 위해 보다 많은 연구자들에게 수혜가 이루어져야함 • 국제 공동연구를 통한 선진기술 도입을 안정적으로 유지할 수 있는 장기적인 연구 개발의 연구비 지원정책 수립 요망. 국내 사용자 그룹의 관련연구 활성화를 위한 장기적인 지원이 지속되길 요망
기타 의견	• 가속기와 의료분야의 융복합 분야로써 "암 치료용 소형 양성자 선형가속기 개발"이 세계적으로 활발히 진행되고 있으며 국내에서도 국산화 추진 필요 • 중점 추진 기술 분야에 극한 방사광 발생용 저장링 기술 제안

다 주요 분석 결과 요약

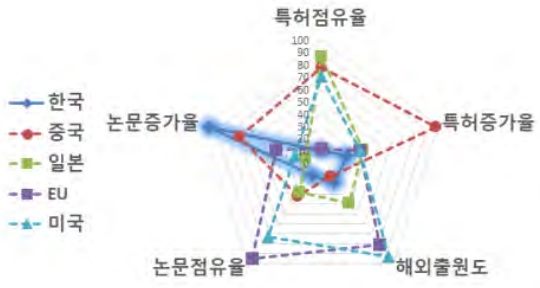
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	차세대가속기 기술	5,791	1,020	8.8%	26.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

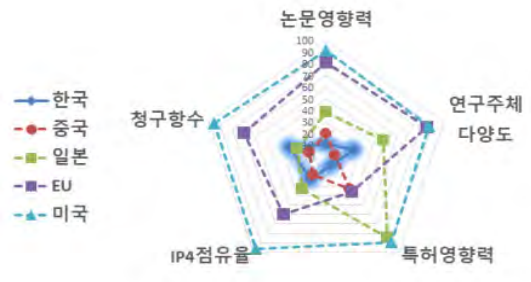
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	일본	미국	미국
	40.5%	28.9%	12.9	12.8
한국	5위	5위	5위	5위
	4.9%	10.1%	5.4	0.8
5개국 평균[2]	-	-	10.4	10.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

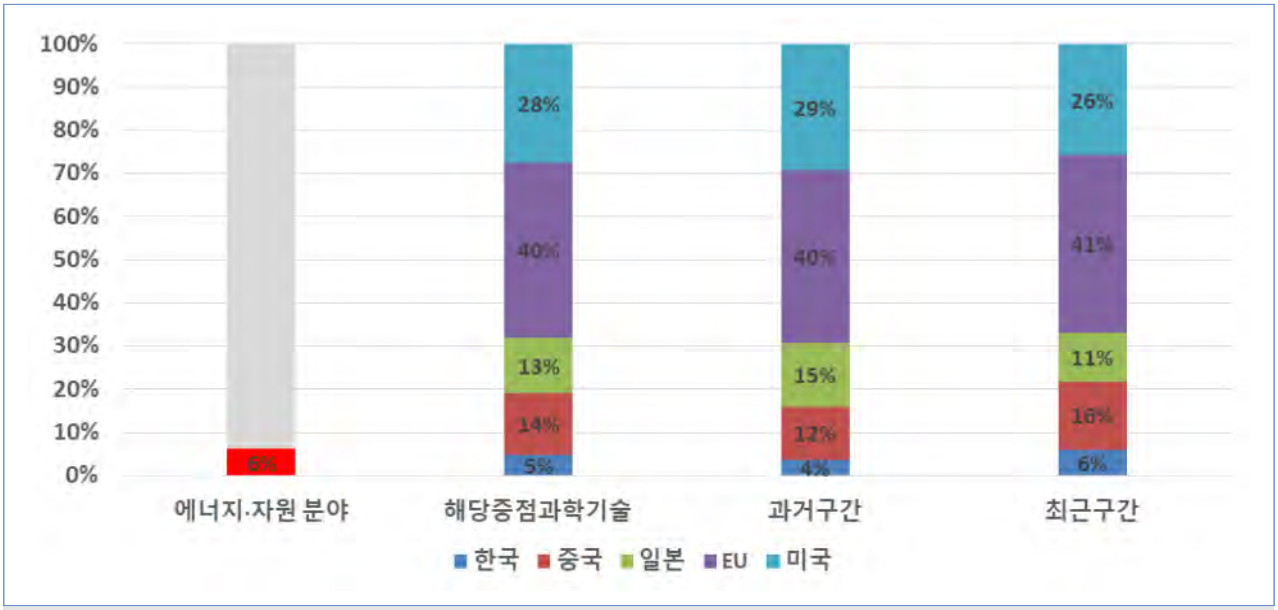
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.9%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.4)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(40.5%), 미국(27.5%), 중국(14.2%), 일본(13.0%), 한국(4.9%) 순이며, 논문 증가율은 한국(79.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(12.9), EU(11.4), 일본(8.1), 중국(6.5), 한국(5.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(10.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(0.8)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 일본(28.9%), 중국(26.1%), 미국(24.3%), EU(10.6%), 한국(10.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(229.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 미국(5)이 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(12.8), 일본(11.7), EU(5.6), 중국(5.3), 한국(0.8) 순이며, IP4 점유율은 미국(25.4%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(14.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.9%	14.2%	13.0%	40.5%	27.5%
	논문 증가율	79.2%	39.8%	-16.1%	11.7%	-4.2%
	논문 영향력	5.4	6.5	8.1	11.4	12.9
	연구주체 다양도	0.82	0.90	0.86	0.94	0.88
특허 분석	특허 점유율	10.1%	26.1%	28.9%	10.6%	24.3%
	특허 증가율	-36.5%	229.0%	3.4%	-3.6%	-3.2%
	해외출원도	0.9	0.5	2.0	4.0	5.0
	특허 영향력	0.8	5.3	11.7	5.6	12.8
	IP4점유율	3.9%	2.6%	6.4%	12.0%	25.4%
	청구항수	6.3	4.2	5.5	10.0	14.4

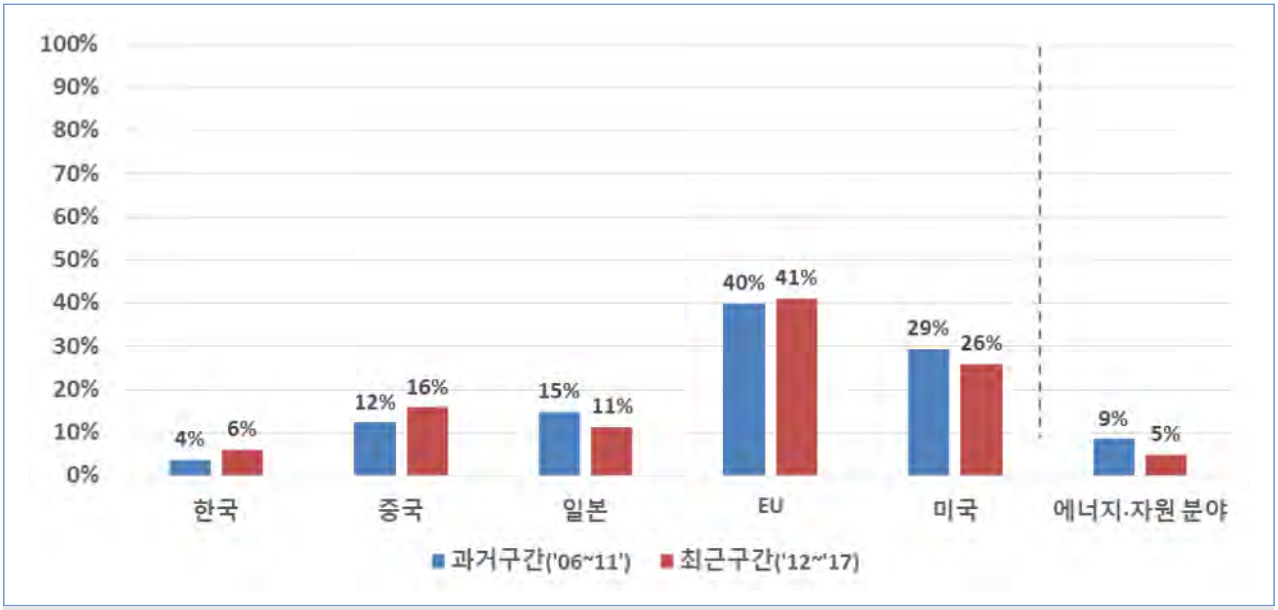
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 차세대가속기 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2343건으로 전체 논문의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 차세대가속기 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

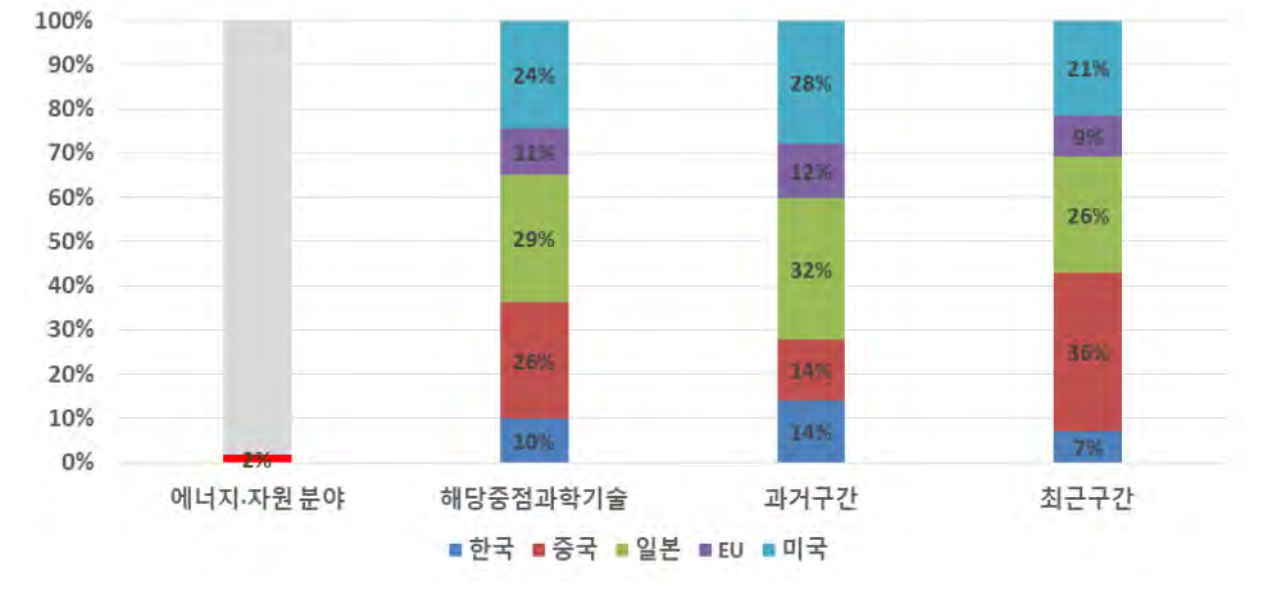


● 차세대가속기 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 79.2%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	101	181	282	79.2%
중국	342	478	820	39.8%
일본	409	343	752	-16.1%
EU	1,107	1,236	2,343	11.7%
미국	814	780	1,594	-4.2%
전체	2,773	3,018	5,791	8.8%

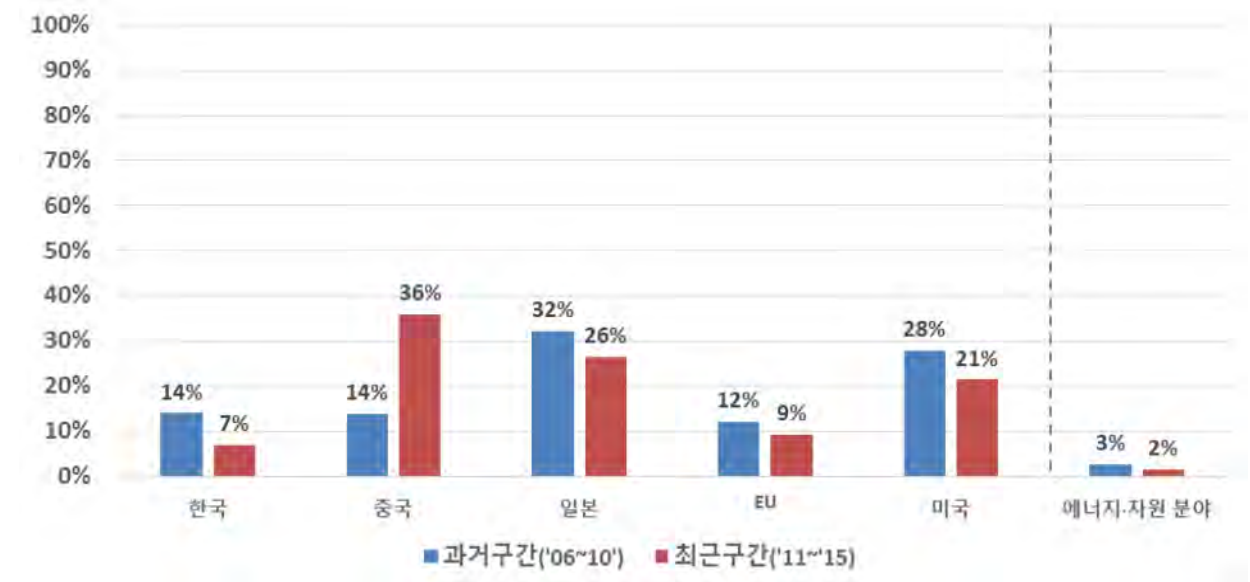
(4) 특허 점유율(전체)



- 차세대가속기 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 일본이 295건으로 전체 특허의 29%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, EU, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 차세대가속기 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



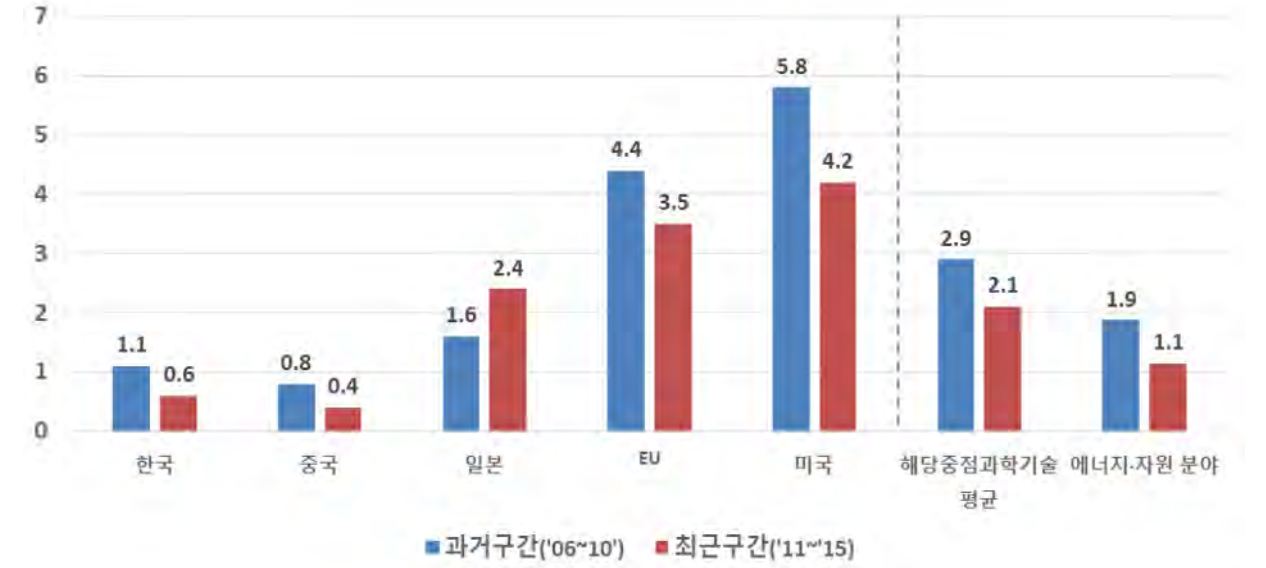
● 차세대가속기 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -36.5%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 5위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	63	40	103	-36.5%
중국	62	204	266	229.0%
일본	145	150	295	3.4%
EU	55	53	108	-3.6%
미국	126	122	248	-3.2%
전체	451	569	1,020	26.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

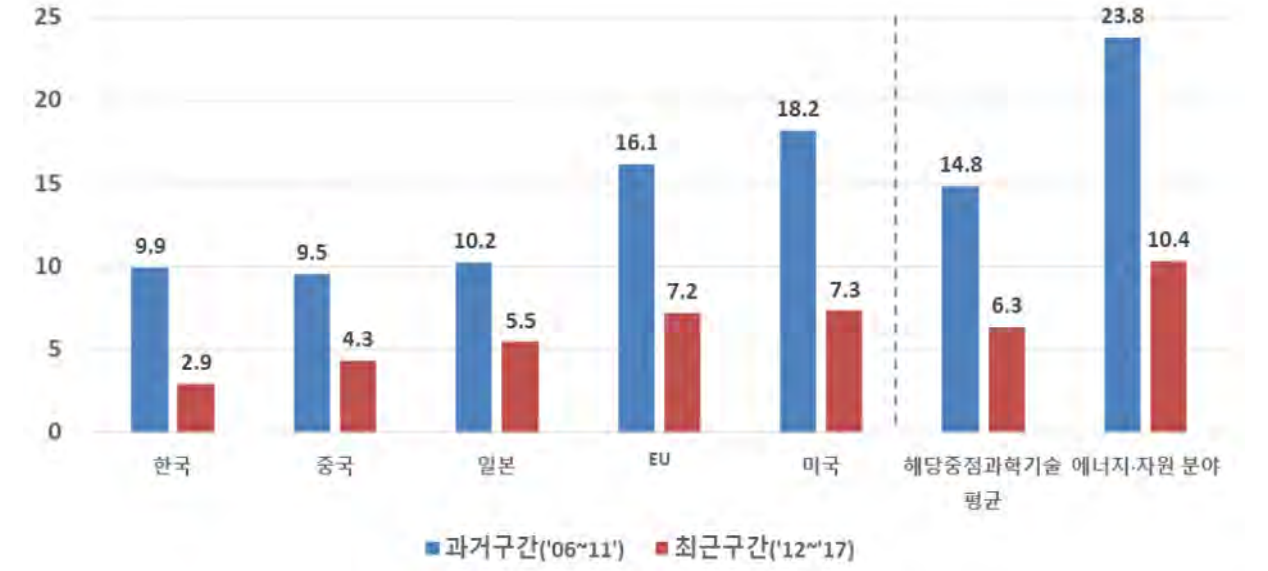


● 차세대가속기 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 미국의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

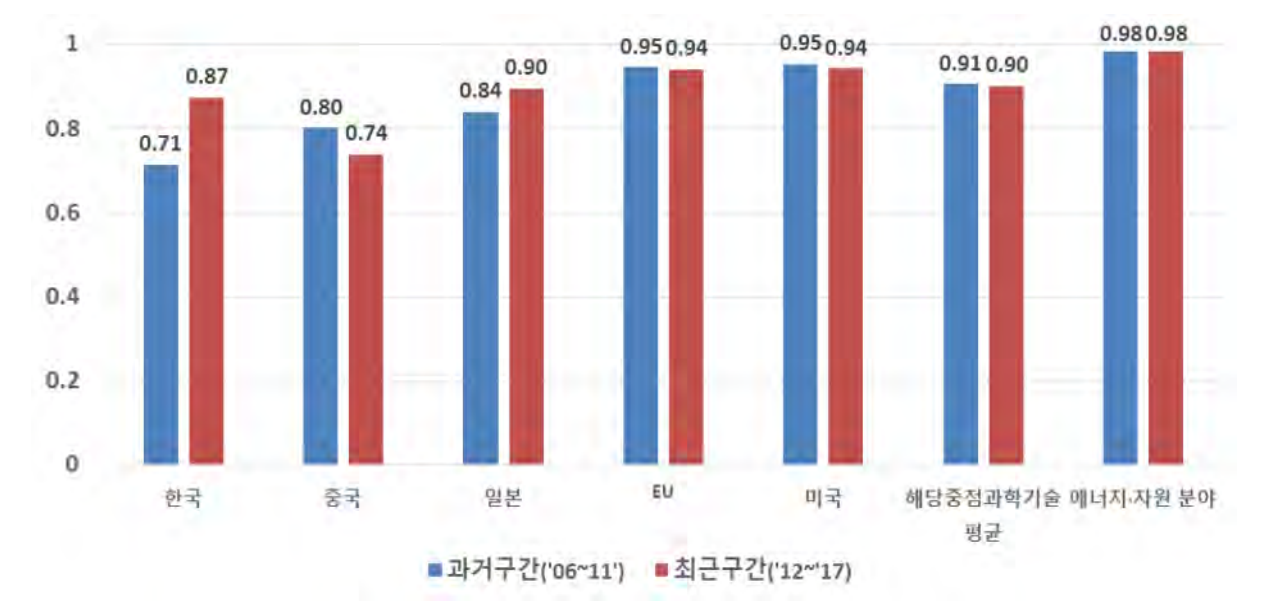
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



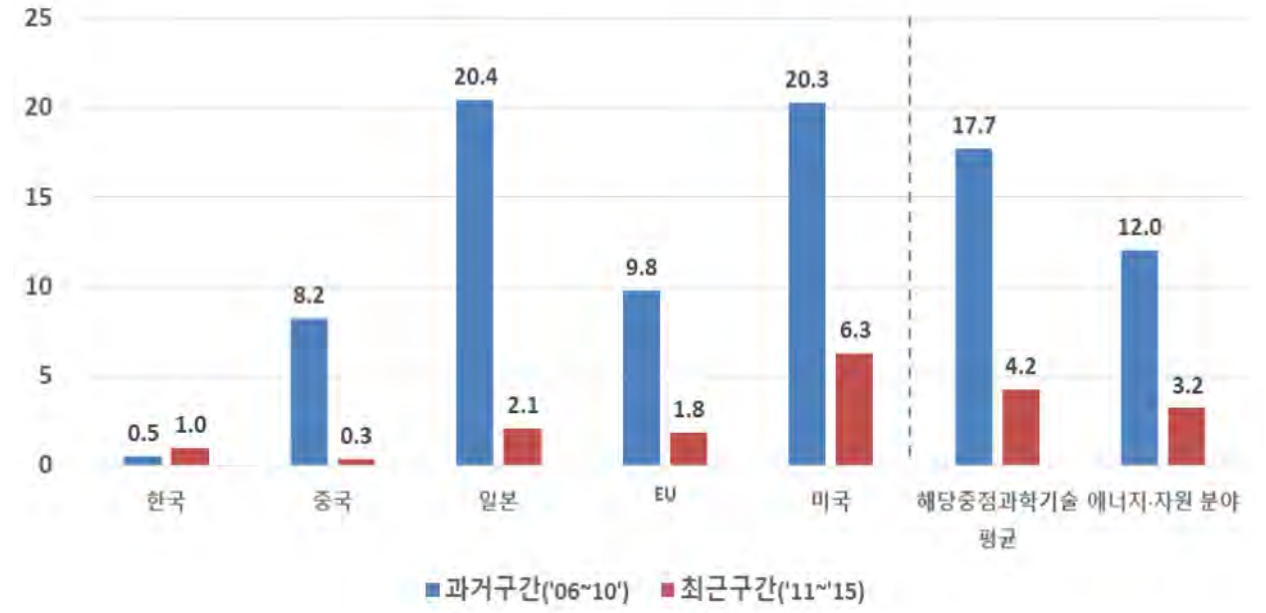
● 차세대가속기 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



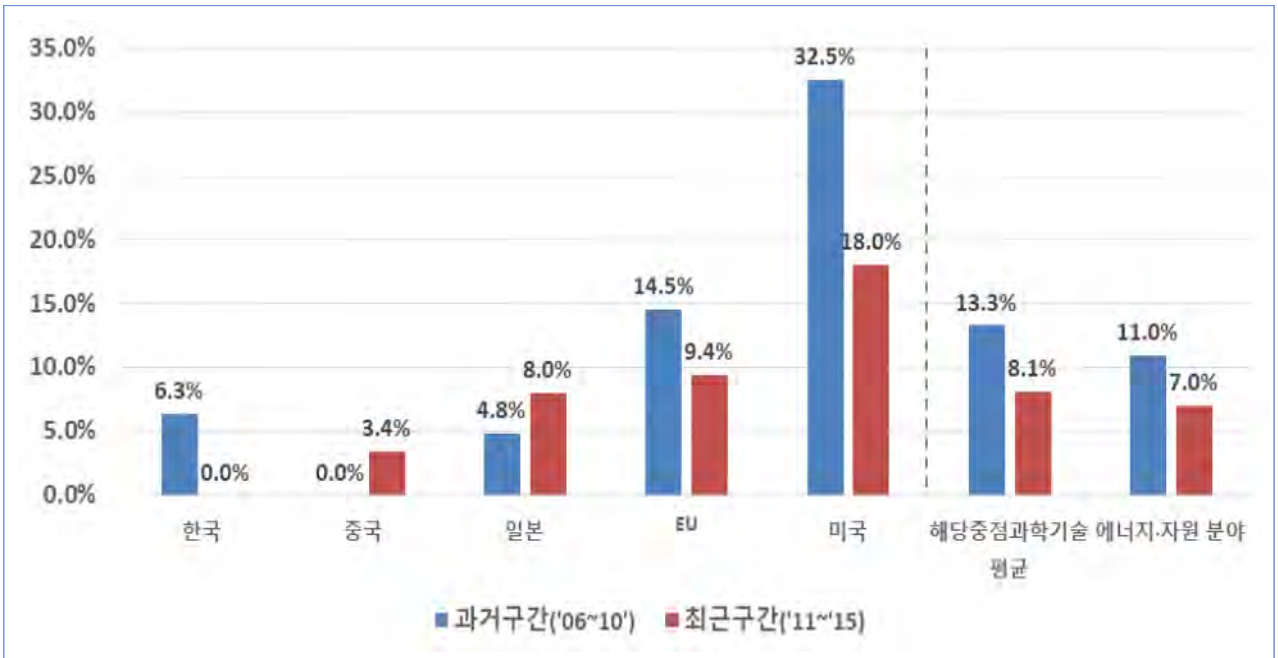
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



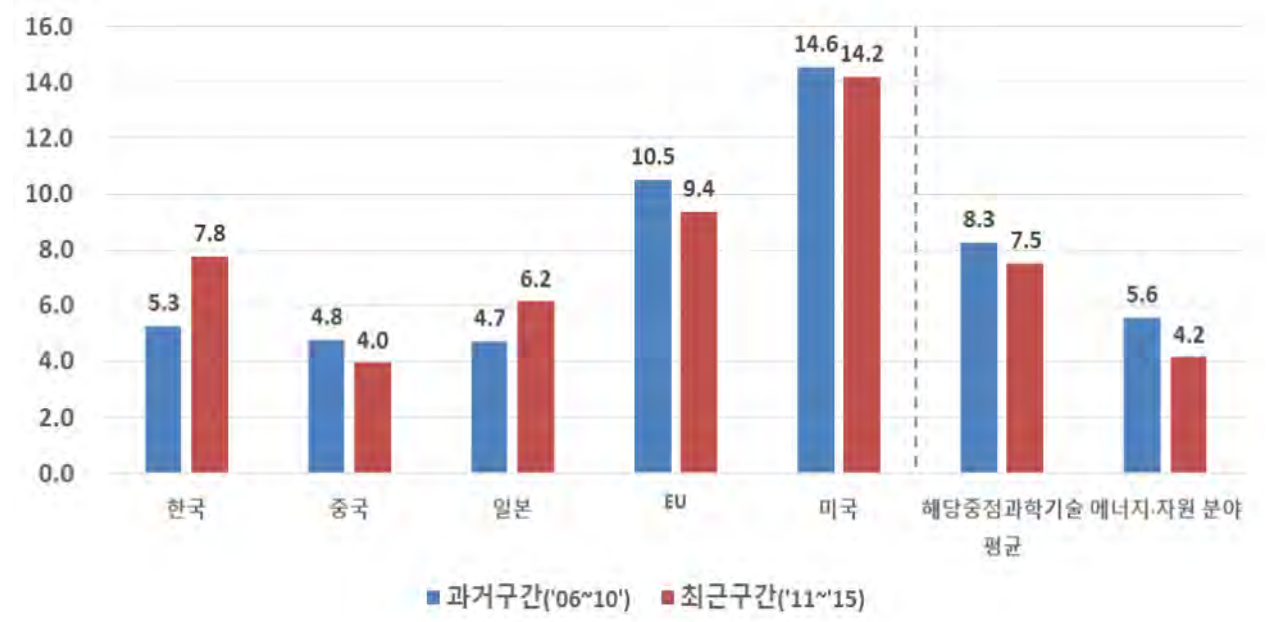
- 차세대가속기 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 차세대가속기 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 차세대가속기 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

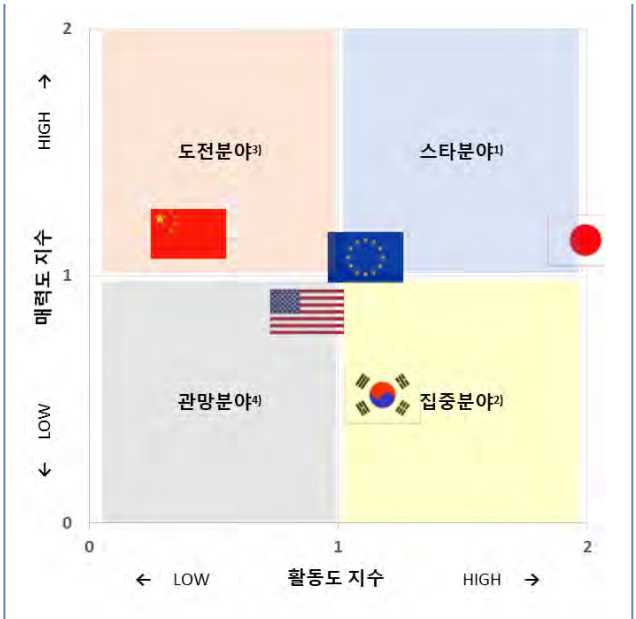
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

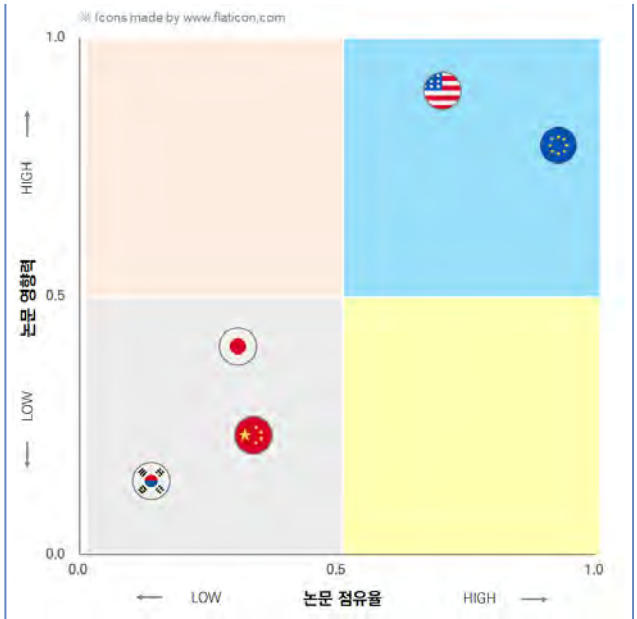
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 차세대가속기 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

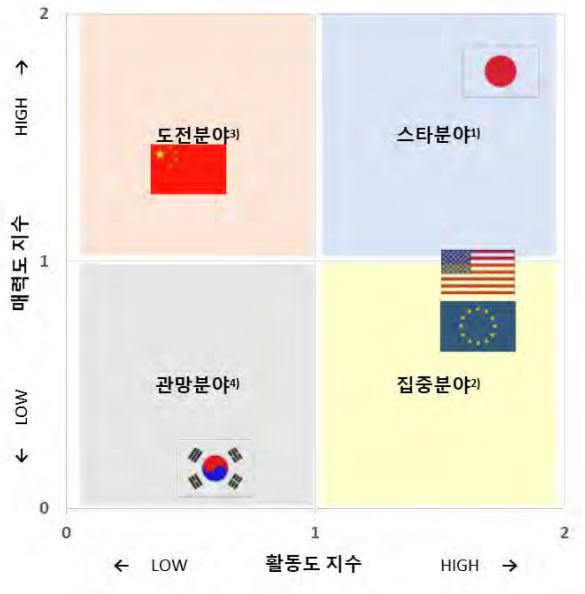


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

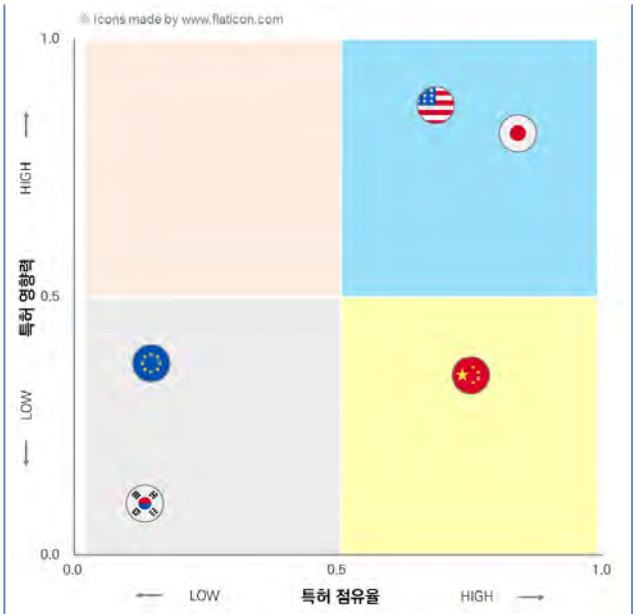
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 차세대가속기 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'SLAC NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY(1.11%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '기초과학연구원'이 12.06%(글로벌 점유율은 0.59%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SLAC NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY	미국	4.02%	1.11%	200.00%
2	LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY	미국	3.20%	0.88%	31.82%
3	FERMI NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY	미국	2.82%	0.78%	146.15%
4	ARGONNE NATIONAL LABORATORY	미국	2.38%	0.66%	-27.27%
5	JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH	EU	1.54%	0.62%	100.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE FOR BASIC SCIENCE	12.06%	0.59%	3300.00%
2	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	9.22%	0.45%	60.00%
3	POHANG ACCELERATOR LABORATORY	5.67%	0.28%	-40.00%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.96%	0.24%	-44.44%
5	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	4.26%	0.21%	400.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHANGHAI INSTITUTE OF APPLIED PHYSICS	2.68%	0.38%	114.29%
2	SHANGHAI INSTITUTE OF OPTICS AND FINE MECHANICS	2.32%	0.33%	-41.67%
3	JIANGSU UNIVERSITY	2.32%	0.33%	750.00%
4	INSTITUTE OF HIGH ENERGY PHYSICS	2.07%	0.29%	83.33%
5	INSTITUTE OF MODERN PHYSICS	1.95%	0.28%	333.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	3.32%	0.43%	-75.00%
2	KYOTO UNIVERSITY	2.93%	0.38%	-70.59%
3	KYUSHU UNIVERSITY	2.79%	0.36%	-76.47%
4	HIGH ENERGY ACCELERATOR RESEARCH ORGANIZATION	2.79%	0.36%	10.00%
5	NATIONAL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES	2.39%	0.31%	-50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH	1.54%	0.62%	100.00%
2	INSTITUTE OF PHYSICS	1.54%	0.62%	25.00%
3	UNIVERSITY OF STRATHCLYDE	0.85%	0.35%	-46.15%
4	INSTITUTE OF ELECTRONIC SYSTEMS	0.85%	0.35%	-82.35%
5	INSTITUTE OF PLASMA PHYSICS	0.73%	0.29%	1500.00%

6 미국

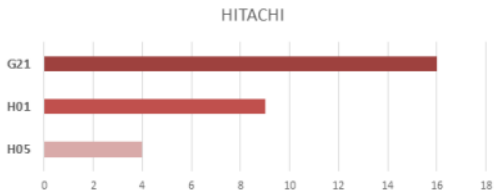
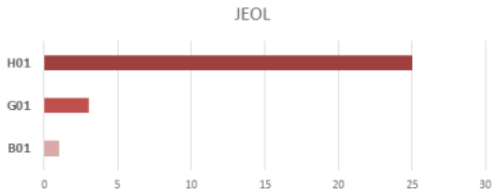
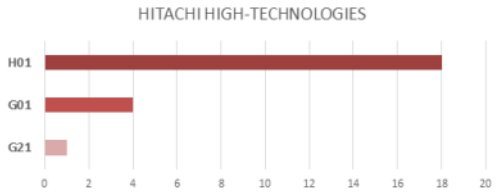
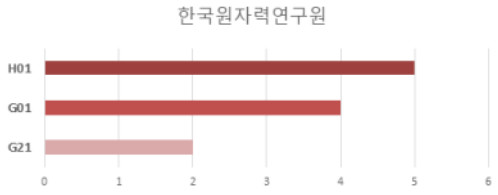
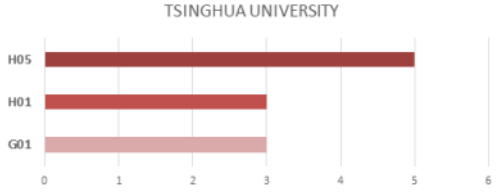
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SLAC NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY	4.02%	1.11%	200.00%
2	LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY	3.20%	0.88%	31.82%
3	FERMI NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY	2.82%	0.78%	146.15%
4	ARGONNE NATIONAL LABORATORY	2.38%	0.66%	-27.27%
5	LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY	2.01%	0.55%	-66.67%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'HITACHI(3.43%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국원자력연구원'이 16.50%(글로벌 점유율은 1.67%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'HITACHI'는 G21(핵물리; 핵공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유하였고, '한국원자력연구원'은 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

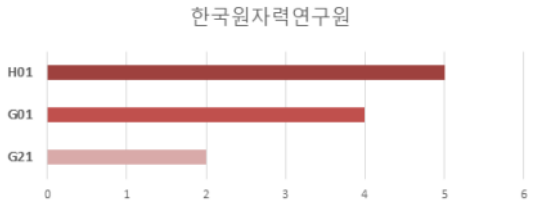
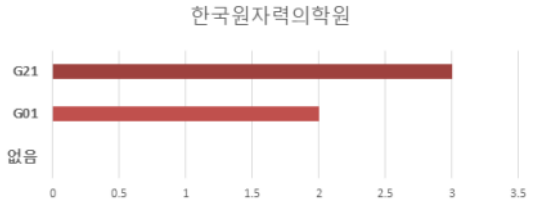
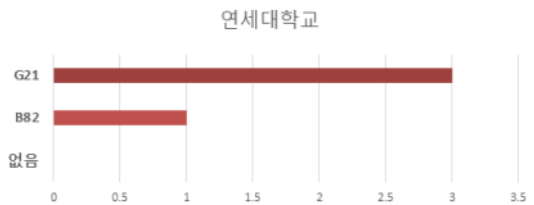
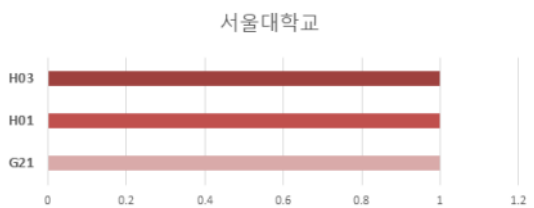
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI	일본	11.86%	3.43%	5.88%
2	JEOL	일본	9.83%	2.84%	-47.37%
3	HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES	일본	7.80%	2.25%	-46.67%
4	한국원자력연구원	한국	16.50%	1.67%	-86.67%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	6.02%	1.57%	28.57%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G21	핵물리; 핵공학
		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
3		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G21	핵물리; 핵공학
4		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G21	핵물리; 핵공학
5		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국원자력연구원	16.50%	1.67%	-86.67%
2	한국원자력의학원	4.85%	0.49%	-33.33%
3	한국기초과학지원연구원	4.85%	0.49%	400.00%
4	연세대학교	3.88%	0.39%	-66.67%
5	서울대학교	3.88%	0.39%	-66.67%

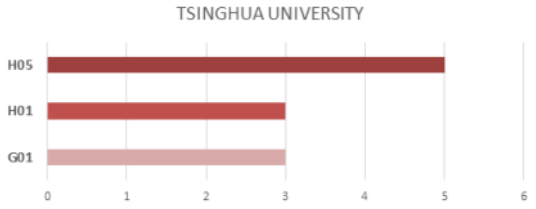
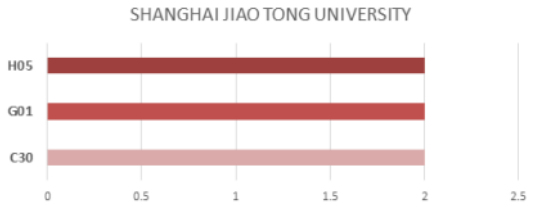
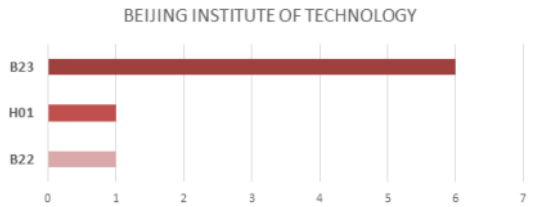
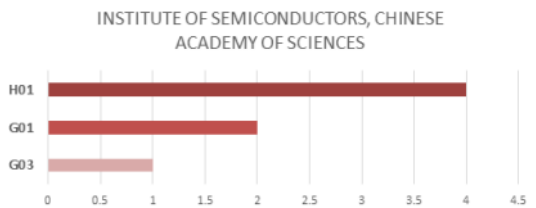
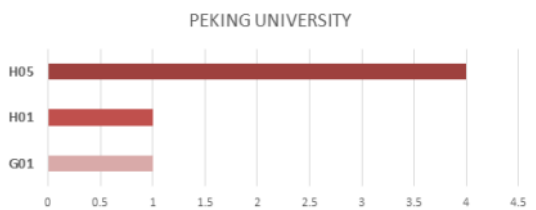
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G21	핵물리; 핵공학
2		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
		-	-
3		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
4		G21	핵물리; 핵공학
		B82	나노기술
		-	-
5		H03	기본전자회로
		H01	기본적 전기소자
		G21	핵물리; 핵공학

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	6.02%	1.57%	28.57%
2	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	3.01%	0.78%	700.00%
3	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.01%	0.78%	700.00%
4	INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	2.63%	0.69%	-25.00%
5	PEKING UNIVERSITY	2.26%	0.59%	100.00%

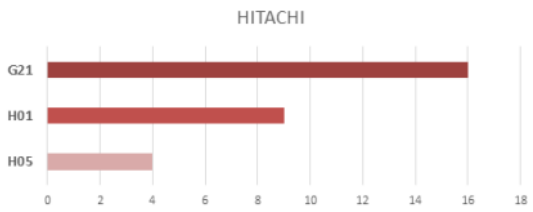
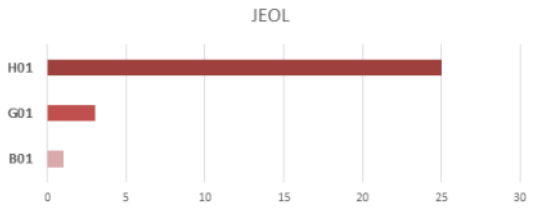
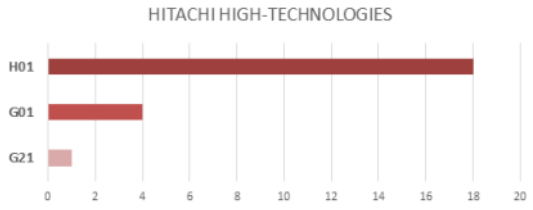
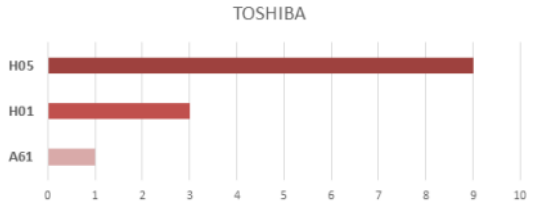
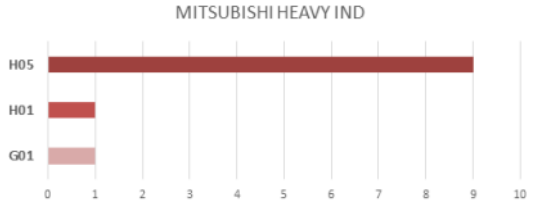
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
2		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G01	광학
		C30	결정성장
3		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		H01	기본적 전기소자
		B22	주조; 분말야금
4		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
5		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학

4 일본

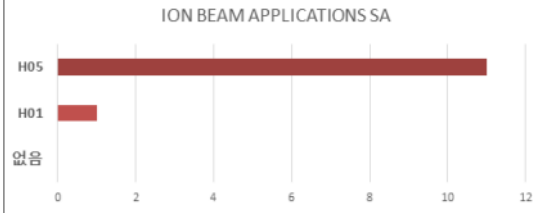
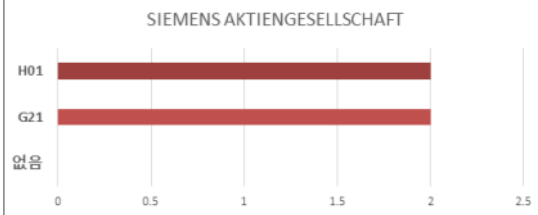
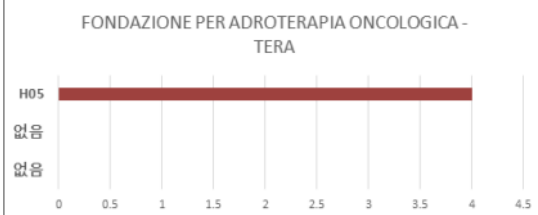
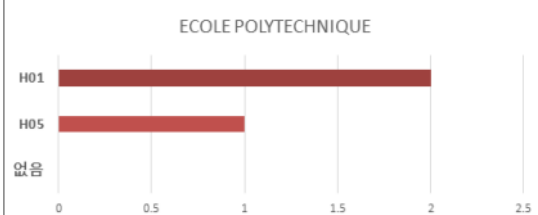
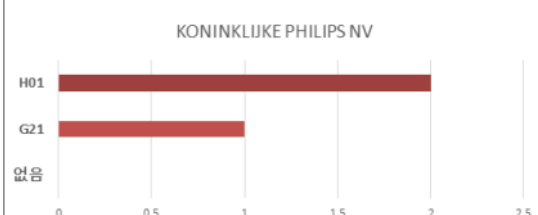
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI	11.86%	3.43%	5.88%
2	JEOL	9.83%	2.84%	-47.37%
3	HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES	7.80%	2.25%	-46.67%
4	TOSHIBA	4.41%	1.27%	16.67%
5	MITSUBISHI HEAVY IND	4.07%	1.18%	-80.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G21	핵물리; 핵공학
		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
3		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G21	핵물리; 핵공학
4		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학

5 EU

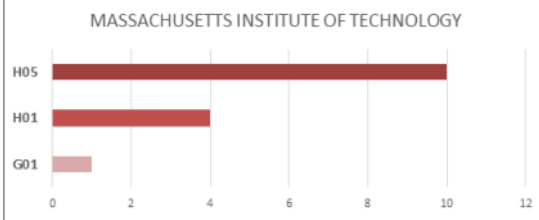
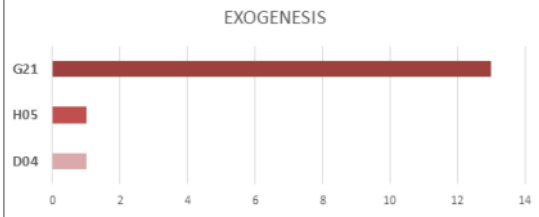
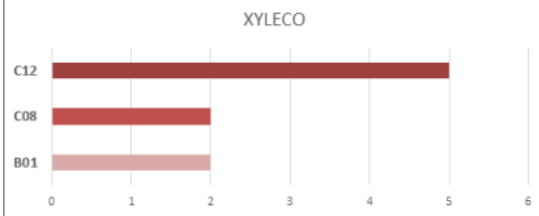
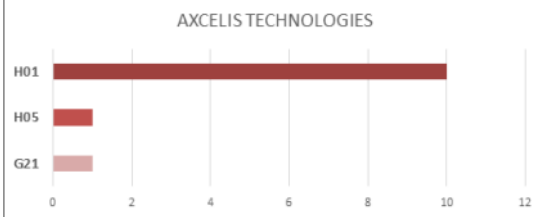
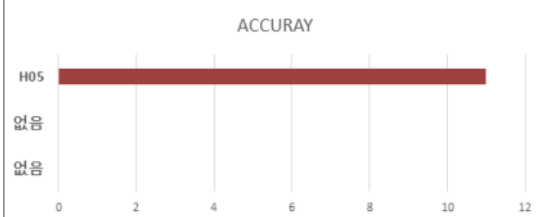
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ION BEAM APPLICATIONS SA	11.11%	1.18%	100.00%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	3.70%	0.39%	-100.00%
3	FONDAZIONE PER ADROTERAPIA ONCOLOGICA - TERA	3.70%	0.39%	-100.00%
4	ECOLE POLYTECHNIQUE	2.78%	0.29%	-50.00%
5	KONINKLIJKE PHILIPS NV	2.78%	0.29%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
		-	-
2		H01	기본적 전기소자
		G21	핵물리; 핵공학
		-	-
3		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		G21	핵물리; 핵공학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	6.05%	1.47%	14.29%
2	EXOGENESIS	6.05%	1.47%	50.00%
3	XYLECO	4.84%	1.18%	40.00%
4	AXCELIS TECHNOLOGIES	4.84%	1.18%	-66.67%
5	ACCURAY	4.44%	1.08%	-16.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
2		G21	핵물리; 핵공학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		D04	부직포; 트리밍; 편물; 레이스뜨기; 꼰끈
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
4		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G21	핵물리; 핵공학
5		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
		-	-

89 지능형 융합 자원탐사 기술



89 지능형 융합 자원탐사 기술

중점과학기술 개요

- 심부화, 저품위화 되는 광물자원의 탐사를 위해 개별 탐사기술의 가탐심도를 증가시키고, 정밀도를 향상시키며 획득된 탐사자료를 3D 지질모델링 기술을 기반으로 인공지능 기술을 적용·융합·해석하여 높은 신뢰도로 광물자원을 확보하는 광물자원탐사 기술
- 탐사 난이도가 높은 한계 및 복잡 구조 등 지하 부존 석유가스 자원을 탐사하기 위하여 고효율 복합 지질·지구물리 자료취득, 대용량 복합 탐사자료의 고성능 자료처리, 지능형 기반·해석 평가를 통한 유망구조 도출, 저류층 부존 평가 등을 수행함으로써 탐사성공률을 높이는 지능형 통합 석유가스자원 탐사기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

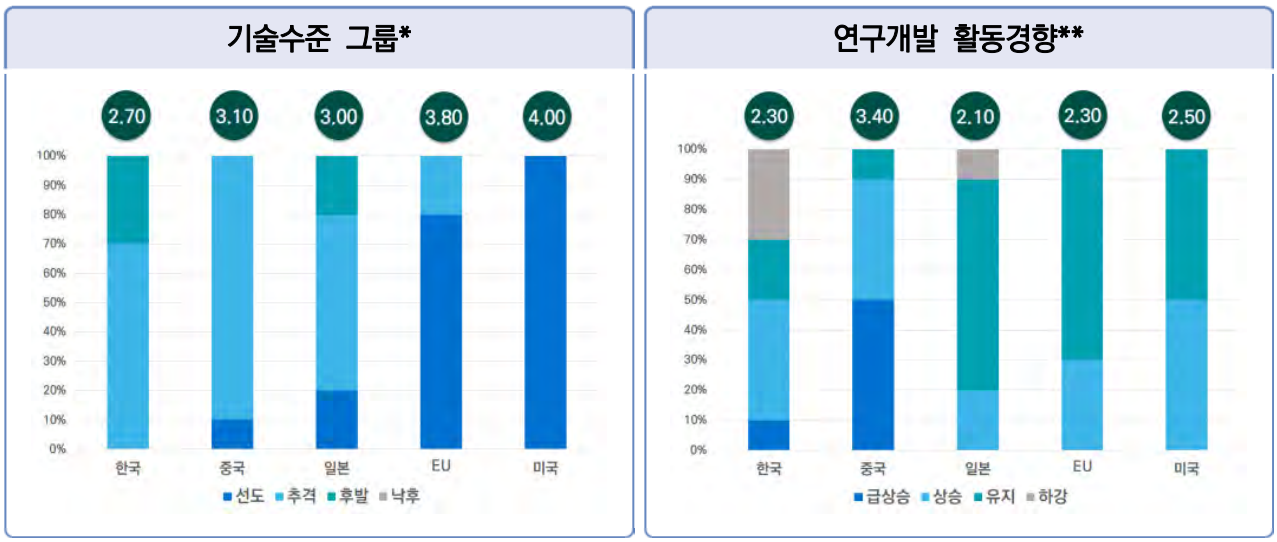
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	62.5	6.0	추격	보통	보통	유지
중국	80.0	3.3	추격	우수	우수	상승
일본	75.0	4.3	추격	우수	우수	유지
EU	90.0	2.0	선도	탁월	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	65.0	6.3	62.5	50.0	70.0	18.5	6.0	5.0	10.0	2.9
중국	81.0	3.3	80.0	67.0	85.0	10.5	3.3	2.0	6.0	2.2
일본	75.0	4.5	75.0	60.0	80.0	11.8	4.3	2.0	8.0	2.8
EU	90.0	2.0	90.0	75.0	95.0	10.6	2.0	0.5	3.5	2.0
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

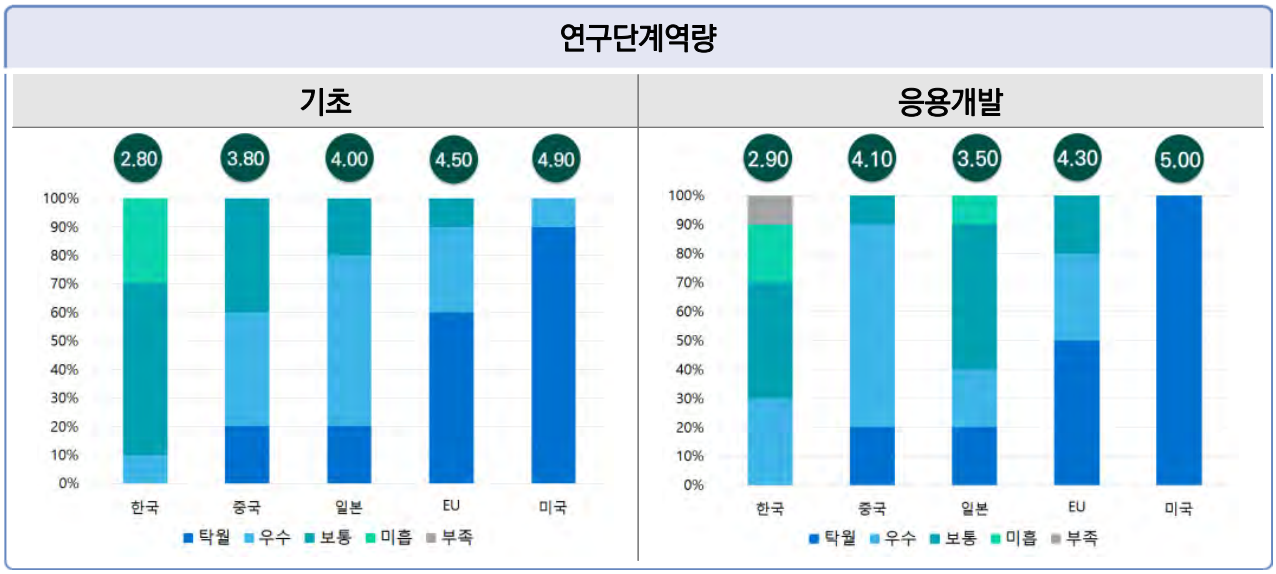
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (62.5%)	• 3D 모델링 플랫폼 기반 광물자원기술개발 추진 및 Geo-ICT 융합기술개발 추진 중 • 지속적인 연구개발로 어느 정도 연구수준 유지 • 해당분야 핵심기술의 개발과 적용에 어려움 존재 • 국내 자원탐사 시장과 인프라, 인력, 예산 여건 부족 • 활발한 연구를 통한 논문이 증가하고 있으나, 선도그룹을 추격하기에는 다소 시간이 걸릴 예정 • 심해저 광물자원 탐사 분야는 연구와 다양한 실험 및 실 해역 조사를 통해 많은 데이터를 축적하고 있어 빠른 미래에 선도그룹에 진입 예정
중국 (80.0%)	• 선광제련 기술개발이 강점 • 관련 연구인력 최대 정부의 지속적인 지원 • 자원융합탐사 기술 측면에서 미국 대비 다소 미흡한 수준 • 전통 기술 측면에서는 동등한 수준이나 최근의 ICT 융합, 인공지능, 빅데이터 플랫폼 측면에서 미국 대비 미흡 • 최근 10년간 연구와 현장적용을 지속하여 기술수준 안정화 단계 • 자국 내 다수의 유가전 보유 • 다수의 3D 석유탐사선 및 시추선 보유 • 중국지질조사소(GSC)를 컨트롤 타워로 국가주도의 지속적인 자원탐사 및 개발 추진 • 중국 내 부존자원이 많고, 정부에서 집중적인 인프라 및 인력 투자와 글로벌 시장 진출을 통하여 기술 수준이 지속 향상 • 정부의 지속적인 투자 및 우수인력 유치를 통해 선도그룹을 추격 • 최근에는 선도국에 비해 많은 특허 출원
일본 (75.0%)	• JOGMEC을 중심으로 디지털 광산개발 등 모색 • 관련 분야 연구인력 축소 • 연구를 위한 인적자원 부족 • 최근 자원분야 기술개발 활동이 위축되면서 미국·EU와의 격차 증가 • 중국이 국내외 대규모 자원탐사 및 개발 사업들을 전개하면서 기술수준이 중국에 역전되고 있음 • 대형 3D 석유탐사선 보유 • 민간연구소도 첨단 3D 탐사선 보유 • 자국 내 해상 유가전 운영 • 자국 자원탐사 시장 부족으로 최고기술보유국 대비 상당한 기술 격차 보임
EU (90.0%)	• 북유럽을 중심으로 북극 대륙붕 해빙을 통한 생산성 향상기술 주도 독립기술 베이스 알고리즘 확보 가능성이 약 75% 수준 • CRM(Critical Raw Material) 광상 데이터화 우선 추진 • 범 유럽의 GIS 데이터 관리 및 시각화 • Rio Tinto: ‘Mine of the Future’ 프로그램 – ‘디지털 광산’ 시스템 구축 • 신재생 쪽의 연구 역량 강화로 일부 메이저 석유회사를 제외하면 연구개발 정체 • 자원탐사 및 개발에 대한 연구 활동 활발하나 인적자원 다소 부족

국가 (기술수준)	판단근거
	• 전통적으로 미국과 대등하거나 앞서는 수준이었으나, 최근 자원산업분야의 ICT 융합, 인공지능, 빅데이터 플랫폼 측면에서 미국 대비 약간 미흡 • 유럽과 전 세계적인 부존자원에 대해 유럽 내 글로벌 자원탐사 회사 및 대학에서 기술 개발 결과 발표 • 우수한 기초 수학과학 역량 강화와 인력 양성 지속
미국 (100%)	• 방향성시추와 셰일가스 외에 타이트가스/오일 생산을 위한 기술개발 주력 독립기술 베이스로 자원생산 능력은 세계 최고 수준 • IOT /AI 활용 무인화/자동화/정보화 - 최적화, 안전성/생산성 향상 • 자동드릴시스템 등 • 메이저 석유회사들의 지속적인 연구개발 • 관련된 논문을 주로 미국에서 발표하고 있으며 연구 활동도 활발 • 광물/석유가스 자원 탐사, 개발 기술의 전통적 강국으로 최근 ICT 융합, 인공지능, 빅데이터 플랫폼 등 융복합 자원기술 선도 • 지난 150년의 실무와 연구를 바탕으로 언급한 세부기술 전반에 대하여 핵심기술 보유 • 육상 및 해상에 수많은 전통/비전통 유가스전 보유 • 유가전 탐사 및 생산관련 첨단 기술을 적용할 수 있는 다양한 테스트베드 제공 • 탐사 및 생산관련 자료/정보의 활발한 공유 • 전 세계를 대상으로 미국 내 다국적 자원탐사 회사 및 대학에서 최고수준의 기술개발 및 연구 활동 수행 • 최근 특히 특허분야는 중국에 비해 적음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 해당분야의 중요성 인식 • 전문연구소 등을 통한 ICT 융합 자원탐사개발 기술개발 활발 • ICT, AI, Big Data 플랫폼 등 4차 산업 관련 기술의 신속한 도입 및 자원분야 적용 • 산업이나 전문 인력의 규모 측면에서 절대 열세이나 융복합 기술화를 위한 속도와 응용력 측면에서 장점 보유 • 원천기술 일부에 대한 기술력만 인정됨 • 지난 10여 년간 국가주도 자원탐사 및 개발 관련 인력 양산지원으로 인적자원 풍부 • 심해 자원탐사분야에서 우수한 결과 도출	• 일부 기술영역에 대하여 핵심기술을 가지고 있지만, 이를 바탕으로 한 종합적인 응용이나 활용이 매우 부족 • 정부지원 부족으로 우수인력의 해외유출 • 국내 유가스전 부재(2020년 동해-1 가스전 생산 종료) • 국내 유가스 탐사 및 생산관련 자료 및 정보에 대한 접근불가로 관련기술 개발 및 적용이 매우 제한적 • 정부 및 민간지원의 자원탐사/생산관련 연구 개발 지원 부족 • 국내 테스트베드 부재
중국	• 최근에 대학과 기업뿐만 아니라, 국가적으로 연구를 장려하고 지원하므로 관련분야 기술발전이 현저	• 다양한 연구와 시도가 이루어지는 과정 • 기술의 질적 부분이 미국 대비 다소 떨어짐

국가	강점분야	기타
	히 이루어짐 • 중국 제조 2025 등을 기반으로 활발한 인프라 투자 등 진행 • 최근 국내외에서 대규모의 자원탐사 및 개발 활동 전개 • 미국, EU 등 선진 외국에서 자원관련 학위 및 기업 경험 인력 풍부 • 자원산업 분야에의 거침없는 대규모의 기술개발 투자 • ICT, AI, Big Data 플랫폼 분야에서의 기술모방 속도 매우 빠름 • 정부 투자 강화로 기술과 인력 확보에 집중 • 자국 내 육상 및 해상광구 다수 보유 • 유가스전 탐사 및 생산관련 충분한 인프라 확보(다수의 3D 탐사선 및 시추선 보유) • 국가주도의 관련 기술인력 양산 • 사회주의 국가의 특성으로 볼 수 있는 장기적인 연구지원 • 석유/광물 분야 엄청난 연구인력 • 자국 내 관련 산업 팽창에 따른 다양한 테스트베드 확보	• 인프라는 다소 낙후된 상황 • 기초분야는 응용개발에 비해 상대적으로 뒤쳐지고 있음 • 사회구조의 경직성 존재
일본	• 타분야 기초연구가 우수하고 핵심기술을 많이 가지고 있어 해당분야에 관심을 갖고 연구하고 투자하면 그 잠재력이 매우 큼 • 국영 공기업 등의 자원개발 활발 • 자원분야 전통적 강소형 기술기업 보유 • 분야별 기술 수준은 세계 선도적 수준 유지 • 정부 투자 강화로 기술과 인력 확보에 집중 • 유가스전 탐사 및 생산관련 인프라 확보(3D 물리탐사선 및 시추선 보유)로 관련기술 개발추진 가능 • 해양탐사분야에서 자국 내의 다양한 탐사를 통해 많은 연구결과 확보	• 타 분야 대비 해당분야의 기술 개발 보통 • 인프라는 다소 낙후된 상황 • 시장 부족 • 해양탐사에 비해 육상의 자원 탐사가 약한 상황 • 정책우선순위 배제 • 연구인력 감소 • 속도/규모 측면에서는 미국이나 중국에 뒤처지고 있음
EU	• 유럽자본의 다국적 자원개발전문기업의 역할 막중 • 광물자원 및 유가스 자원 분야의 전통적인 기술 강자 • 막강한 전통 자원산업 규모 및 기존 기술 인프라 • 아프리카 등 기존 식민지 국가에서의 자원탐사 및 개발 활동 지속으로 관련 기술개발 활동 활성화 • 매우 높은 수준의 ICT, AI, Big Data 플랫폼 및 융복합 활용 기술 보유 • 유가스전 탐사/생산정보의 활발한 공유 • 민간차원의 활발한 R&D 지원 • 국가/민간 주도의 다양한 유가스전 탐사 및 생산	• 인력이 충원에 문제 • 기술 수준 중 IoE 및 ICT 기반 관련한 시스템 부족으로 융합적 신규시스템 기술 일부 부족 • 최근 중국의 우수연구인력 유치로 인해 인력이 조금씩 줄고 있는 상황 • 정책우선순위에서 자원분야 뒤쳐짐 • 최근 기술개발이나 응용에 대해 주목할 만한 변화 없음

국가	강점분야	기타
	관련 기술교육센터 운영 • 심해저 탐사분야에서 지속적인 투자를 통해 많은 연구 결과 도출 • 원천기술	
미국	• 핵심기술, 응용기술, 현장적용 등 기술, 인력, 인프라 등에서 탁월하며 기술 선도 • 디지털 기술개발력 및 자본력 등 • 유가스 자원 분야의 막강한 산업 규모 및 기존 기술 인프라 • 셰일가스 개발 등 대규모 투자가 필요한 창의적 도전 • 세계 최고 수준의 ICT, AI, Big Data 플랫폼 및 융복합 활용 기술 선도 • 탐사 및 생산기술 적용이 가능한 다양한 테스트베드 제공 • 유가스전 탐사/생산정보의 활발한 공유 • 민간차원의 활발한 R&D 지원 • 메이저 석유 기업의 강한 자본력과 석유관련학과들의 경쟁력	• 기술 수준 중 IoE 및 ICT 기반 관련한 시스템 부족으로, 융합적 신규시스템 기술이 일부 부족 • 기후변화 관련 이슈로 북극자원 탐사 및 개발관련 투자 미흡 • 최근 중국의 우수연구인력 유치로 인해 인력이 조금씩 줄고 있는 상황 • 광물자원 분야 관련 연구인력/자본 취약

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	4위	1위	3위	6위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 연구소 주도의 산학연 협력 • 자원개발기술과 4차 산업혁명 기술의 융합을 위해 자원개발기술(Domain knowledge) 기반으로 ICT를 접목하고 국내 광산과의 협력을 통해 테스트베드 광산으로 활용하여 기술 검증 • 공기업과 민간 기업에 산재해 있는 역량을 결집하여 성과를 향상시키는 에너지자원 탐사/개발 분야의 대형화 추구 • 지능형 융합탐사는 여러 기술의 종합응용이 필요한 분야로 국내에 각 분야에서 코어기술을 가진 팀들의 협력이 매우 중요 • 국내 대륙붕 탐사자료의 통합관리 및 공개를 통하여 산학연 협력 활성화 (현재 자료취득이 어려운 심부 탐사 및 시추자료에 대한 접근이 매우 어려워 유망지역에 대한 공개적인 평가 및 이를 활용한 기술개발 추진에 한계). 미국은 자국 내 대륙붕에서 취득한 탐사자료는 산학연 구분 없이 5년 이후 미국지질조사소(USGS)의 데이터베이스인 NAMSS(National Archive of Marine Seismic Surveys)에 의무적으로 공개 • 선진 해외 상업화 기술 활용 시 국내 관련 기관에 기술습득 기회 제공

	정책제언
	• 처리 및 해석 플랫폼 표준화 • 국내 협력을 위한 과제 수행 시 융합형으로 진행하고 과제의 결과에 대해 정부차원에서 공유
국제협력 촉진	• 메이저 급 개발사에서 국내 산학연 연구진과 국제공동협력을 추진할 메리트 부족. 국가별 협력을 적극 추진하거나 메이저급 개발사들의 약한 부분을 찾아서 협력을 추진하는 장기간 전략 필요 • 선진국 기술획득 • 자원부국은 자원관련 기술이전에 대한 욕구가 매우 많으므로, 기술이전을 매개로한 자원공동개발 등 추진(특히 드론, 빅데이터, 인공지능을 이용한 자원개발 기술에 관심이 많아 이에 대한 국내기술을 파악하고, 상대국과의 협상에 적극 활용) • 해외자원 개발 사업에 있어서 정부가 주도권을 갖고 국가 차원의 협상력 제고를 통한 주요 에너지자원 탐사/개발 진두지휘 • 국내에서 개발된 기술의 현장적용을 위해 국제협력 활용 • 북극권, 심해 등 자원 프런티어 지역과 관련한 선진기관과 국제협력 사업 지원 확대를 통해 다양한 환경 하에서 연구개발 추진 가능토록 지원 • 실증 테스트 베드 확보 • 선진국과의 지속적인 연구 교류를 위한 국제세미나, 국제공동연구 등
인력양성 및 유치	• 기초 생태계가 약한 상태에서 양성과 유지가 매우 어려움. 국내 대중소기업이 함께 성장할 인프라 구축과 함께 연계하여 성장하는 전략 필요 • 대학에서의 융복합 기술 전문 인력 양성 기능 강화 • 자원특성화대학의 커리큘럼에 기존의 자원개발기술뿐만 아니라 인공지능이나 IoT기술 등에 대한 강좌 필수화 • 현재 국내 에너지자원 탐사/개발 관련 전문 인력을 가장 많이 보유하고 있는 곳은 정출연, 대학, 공기업으로 이들 인력이 자원개발 서비스기업을 창업하거나 겸직이 가능하도록 하여 전문 인력 확보/양성 지원 • 석사 후 또는 박사 후 인력들이 현장에서 실무경험을 쌓을 수 있도록 산학연 인력지원 사업 확대 • 자원 탐사 기술인력 공동 양성 및 활용 • 지속적인 연구개발을 위해 석박사급의 우수한 인력의 해외 연수 지원 및 타 분야(특히 빅데이터 및 데이터 처리 분야) 연구원 유치
인프라 구축	• 국내 민간 기업이 제 역할을 하는 기초 생태계가 매우 미약하므로 국내 인력양성과 함께 연계하여 성장하는 전략 필요 • 플랫폼 구축 시급 • 4차 산업 관련 핵심 광물인 에너지저장광물(리튬, 코발트, 바나듐 등)은 전 세계적으로 광산개발-소재화-배터리-전기차/ess가 수직계열화로 이루어져, 소재광물의 안정적 확보를 토대로 한 장기 생산 계획 수립이 가능하나 국내는 이러한 생태계가 이루어지지 못함. 정부차원의 장기 전략을 통해 관련업체를 묶는 노력 필요 • 자원개발전문기관(정출연, 공기업) 등에 기술지원 센터를 설립하여 자원개발 기술서비스 기업들이 공동 활용할 수 있는 S/W, H/W를 구입하고 공동 활용을 추진하며 필요 시 컨설팅 등의 지원 업무도 수행 • 해저 3D/4D 물리탐사선의 원활한 건조를 위한 정부차원의 적극적 지원(제도, 예산, 운영지원 등) • 국내외 대륙붕에서 심부시추가 가능한 시추선 도입 및 첨단시추기술 확보(두성호 매각으로

	정책제언
	인하여 국내 해상 시추기술 사장) • 대형 연구기반 구축 및 공동 활용 활성화 • 운영유지비 및 기술인력 안정적 지원 • 클라우드 기반은 많은 업체 및 연구소에서 제공하고 있으므로, 이를 활용할 수 있는 인프라 구축 필요
법·제도 개선	• 객관성을 가지고 자원개발 정책과 광구평가/경제성평가 등을 추진할 객관적 기관 필요 • 관련 규제 등 탐색 및 해소 • 국내 광산을 테스트베드로 한 기술 개발이 중요하며 이를 위해 기존의 광업에 대한 정부지원을 시추 지원 등에서 mining software, 광산통신 등 소프트 파워를 높이는 쪽으로 방향 선회 • 에너지자원 전담부처를 보유하고 정부정책의 일관성 유지 • 국내 대륙붕 개발 활성화를 위한 국내 대륙붕 탐사자료 관리체계 구축 및 법제화(대륙붕에 대한 지속적인 탐사, 자료관리 및 광구관리에 대한 법제화) • 탐사 데이터에 대한 공유를 위한 제도 개선
연구비 확대	• 중대형 사업단 규모의 중장기 지능형 탐사기술연구 • 광업의 경우 국내의 4차 산업 핵심광물 보유 광산을 대상으로 지능형 융합 자원탐사 기술과 스마트 마이닝 기술이 연계되는 대형 프로젝트 창출 • 종래에는 대학과 연구기관 중심으로 원천기술 개발과 관련된 연구가 주로 이루어져왔으나 앞으로는 자원개발 기술서비스 기업을 중심으로 단기간 내 현장적용이 가능하거나 자원개발 기술서비스 기업의 경쟁력 확보에 필수적인 기술 분야를 선정하여 연구비 지원 필요 • 기업의 현재문제 해결형 R&D보다는 중장기적/도전적 대형과제 추진 • 위축된 자원탐사 및 개발관련 산업의 활성화를 위한 연구비 확대 및 지원 • 자원탐사 관련 정부 R&D 예산 확대 • 자원 개발 대형공기업의 산학연 R&D 지원 확대 및 성과 공유 • 지속적인 연구를 위해 정량적인 결과 평가 대신 정성적 결과 평가를 통한 연구비 확대
기타 의견	• 가스 분야는 수소와의 연계성이 매우 크므로 플랜트 쪽과 연계하여 진행하면 큰 파급력 발생 가능 • 광물은 정제련 기술이 매우 중요하므로 화공계열 사업과의 연계성을 확보하면 좋을 것. 자원개발의 경우 현존하는 모든 기술과의 융복합 가능 • 심해 및 극한지 유/가스전의 개발/생산 관련 기술과 같이 기술자립화가 필수적인 핵심기술을 융복합 형태로 정부 주도 하에 개발하되, 산업체 동반성장 및 파급효과를 위하여 민간으로 기술 이전. 이는 민간 서비스 산업 육성 및 공공 부문의 국내 서비스의 이용 장려라는 선순환 구조로 세계 시장 진출도 가능할 것 • 자원탐사와 관련하여 세부기술개발도 중요하지만 제일 중요한 것은 자원 부존 가능성이 있는 지역(특히 북극, 심해 등 프론티어 지역 포함)에 대한 탐사가 우선적으로 지원이 되어야 하며 그 다음단계가 지역의 환경에 맞는 세부기술 개발 추진 필요하므로 정부는 특정 기술개발에 대한 지원을 우선시하기 보다는 실제 개발되었고 개발되어야 할 기술들을 활용할 수 있도록 탐사에 대한 우선적 지원 필요 • 현재 빅데이터 및 AI분야와의 융복합 연구 필요

다 주요 분석 결과 요약

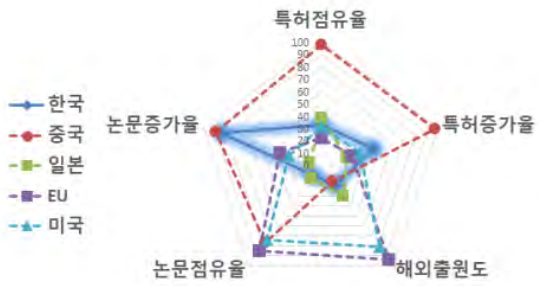
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	지능형 융합 자원탐사 기술	7,319	2,770	42.0%	154.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

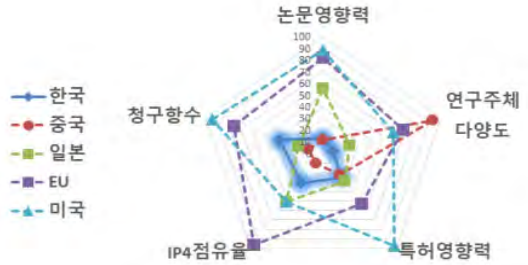
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	34.8%	61.8%	13.0	9.0
한국	5위	3위	4위	4위
	1.6%	10.6%	5.0	2.8
5개국 평균[2]	-	-	9.9	7.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

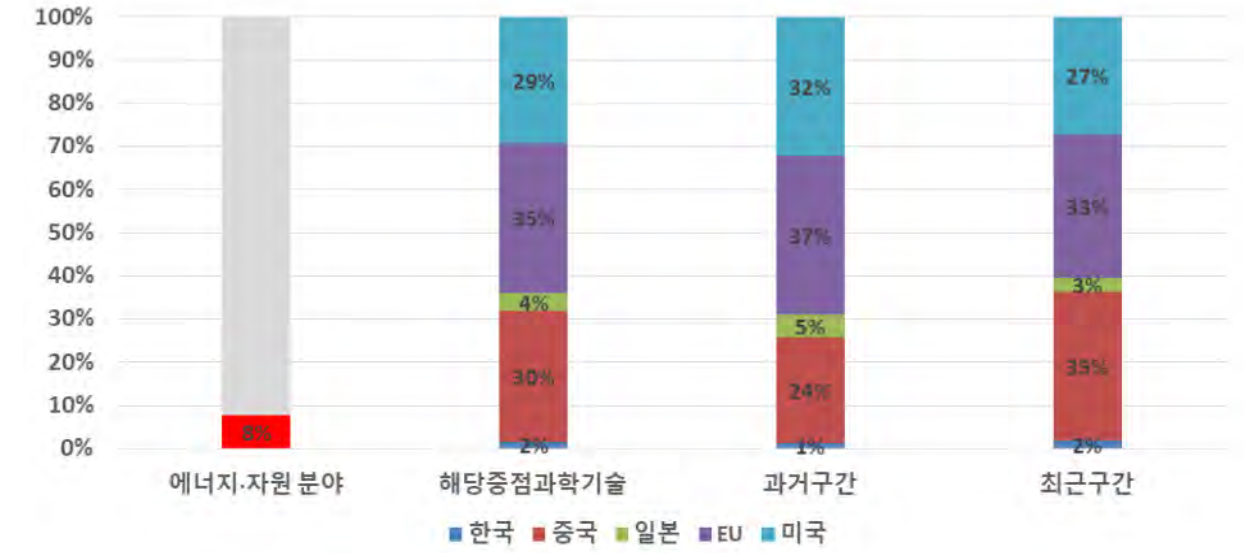
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(1.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(34.8%), 중국(30.4%), 미국(29.3%), 일본(4.0%), 한국(1.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(100.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(13.0), EU(12.0), 일본(9.3), 한국(5.0), 중국(4.8) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 미국(0.98)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(10.6%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.8)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(61.8%), 일본(13.8%), 한국(10.6%), 미국(9.6%), EU(4.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(388.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.8)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.0), EU(4.6), 일본(3.1), 한국(2.8), 중국(2.6) 순이며, IP4 점유율은 EU(10.4%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	1.6%	30.4%	4.0%	34.8%	29.3%
	논문 증가율	90.0%	100.4%	-11.0%	28.5%	19.4%
	논문 영향력	5.0	4.8	9.3	12.0	13.0
	연구주체 다양도	0.91	0.95	0.92	0.95	0.98
특허 분석	특허 점유율	10.6%	61.8%	13.8%	4.2%	9.6%
	특허 증가율	74.8%	388.7%	-18.6%	-1.7%	30.2%
	해외출원도	0.4	0.1	1.0	4.8	3.6
	특허 영향력	2.8	2.6	3.1	4.6	9.0
	IP4점유율	2.7%	0.1%	4.5%	10.4%	4.5%
	청구항수	5.4	2.8	3.9	8.8	11.6

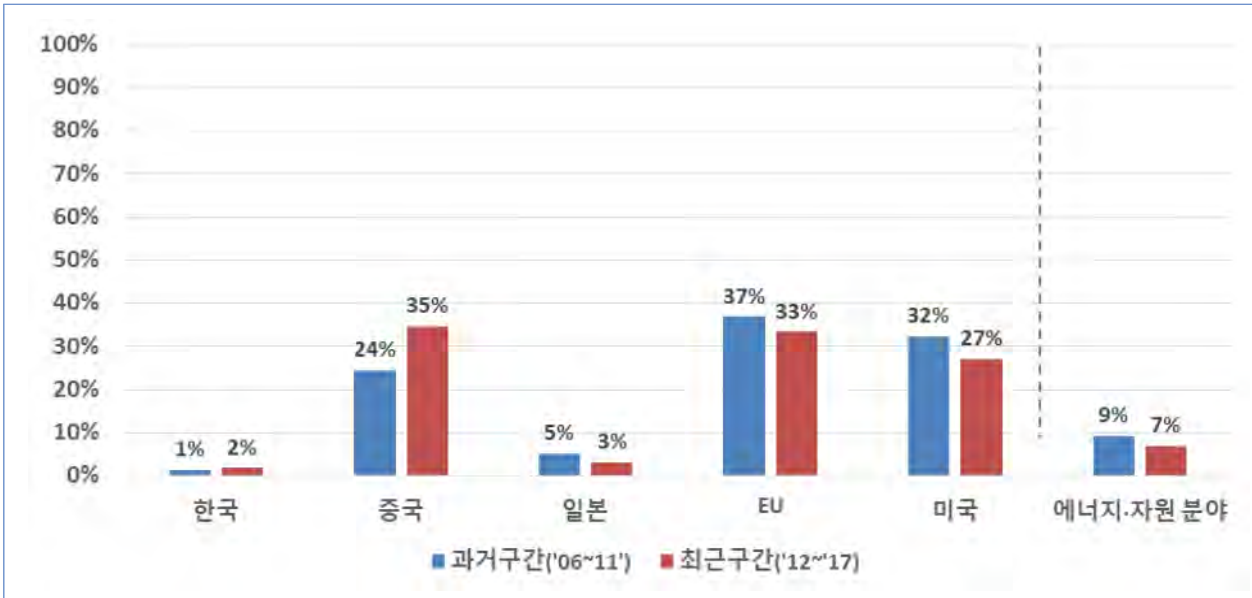
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지능형 융합 자원탐사 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2546건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 융합 자원탐사 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

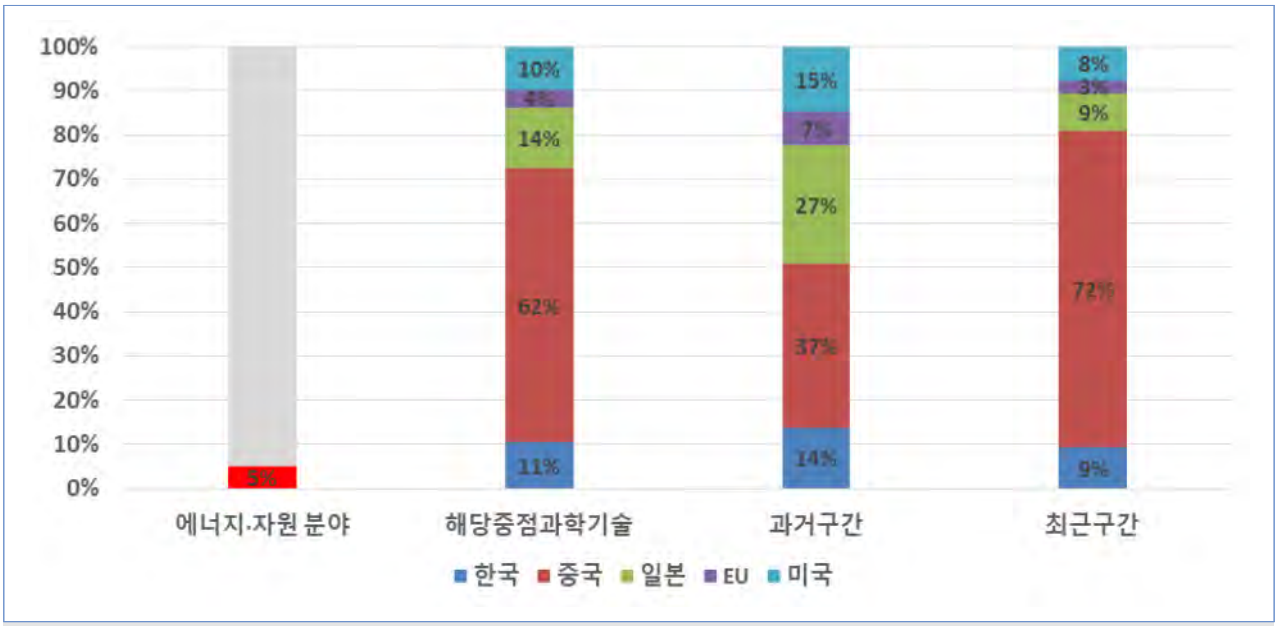


● 지능형 융합 자원탐사 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 90%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	40	76	116	90.0%
중국	740	1,483	2,223	100.4%
일본	155	138	293	-11.0%
EU	1,114	1,432	2,546	28.5%
미국	976	1,165	2,141	19.4%
전체	3,025	4,294	7,319	42.0%

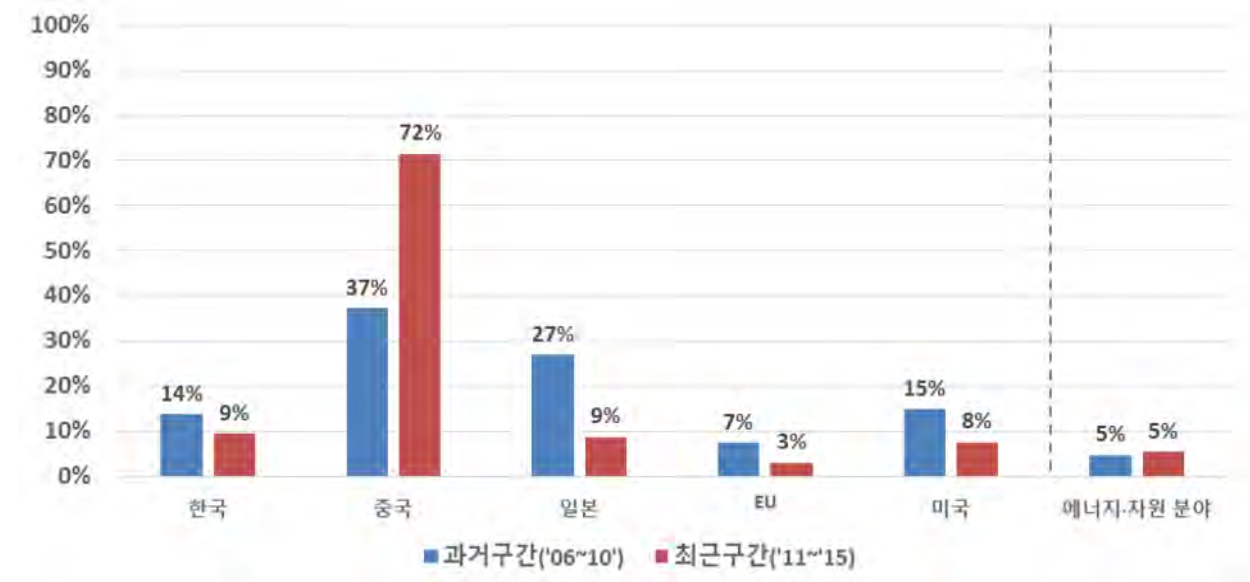
(4) 특허 점유율(전체)



- 지능형 융합 자원탐사 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1713건으로 전체 특허의 62%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 융합 자원탐사 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



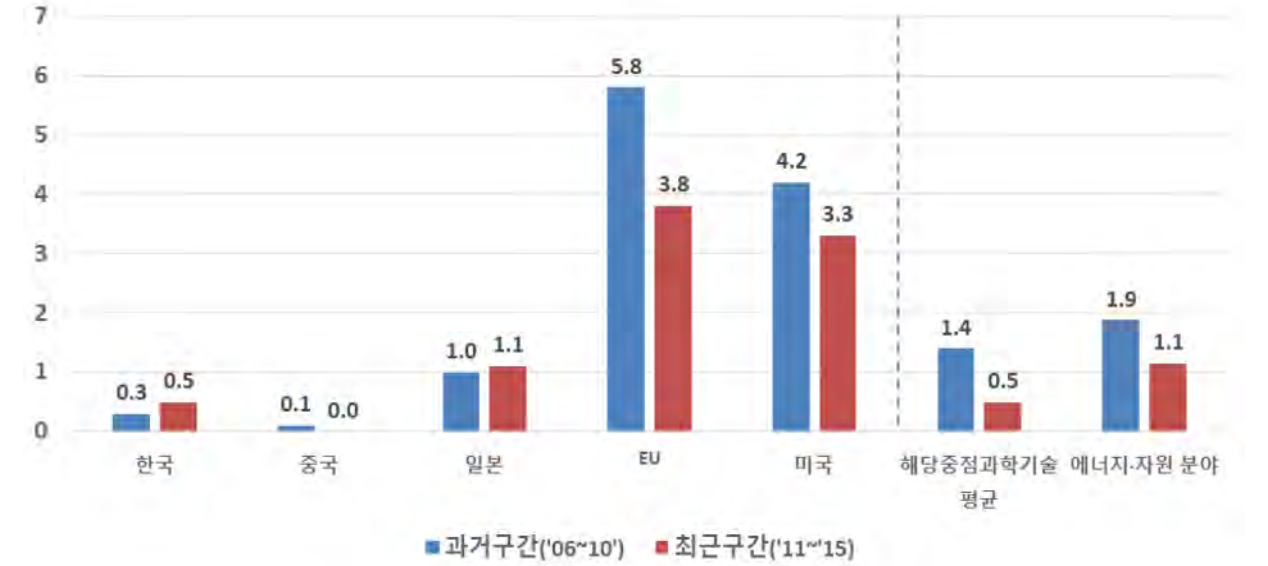
● 지능형 융합 자원탐사 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 74.8%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	107	187	294	74.8%
중국	291	1,422	1,713	388.7%
일본	210	171	381	-18.6%
EU	58	57	115	-1.7%
미국	116	151	267	30.2%
전체	782	1,988	2,770	154.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

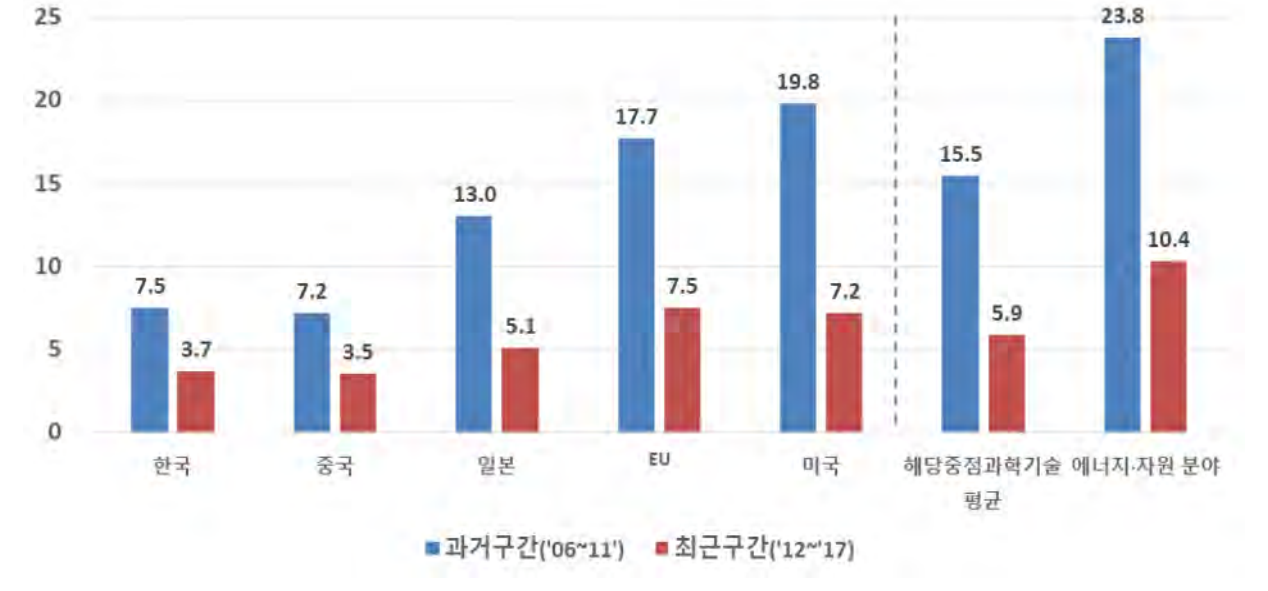


● 지능형 융합 자원탐사 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

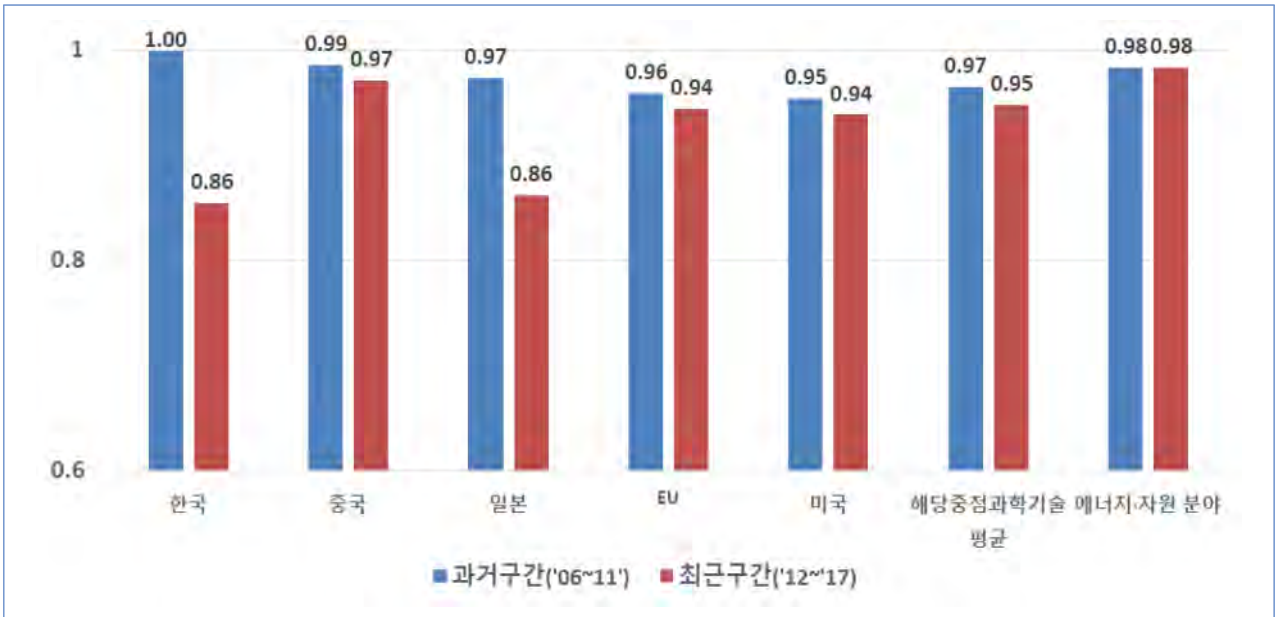
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



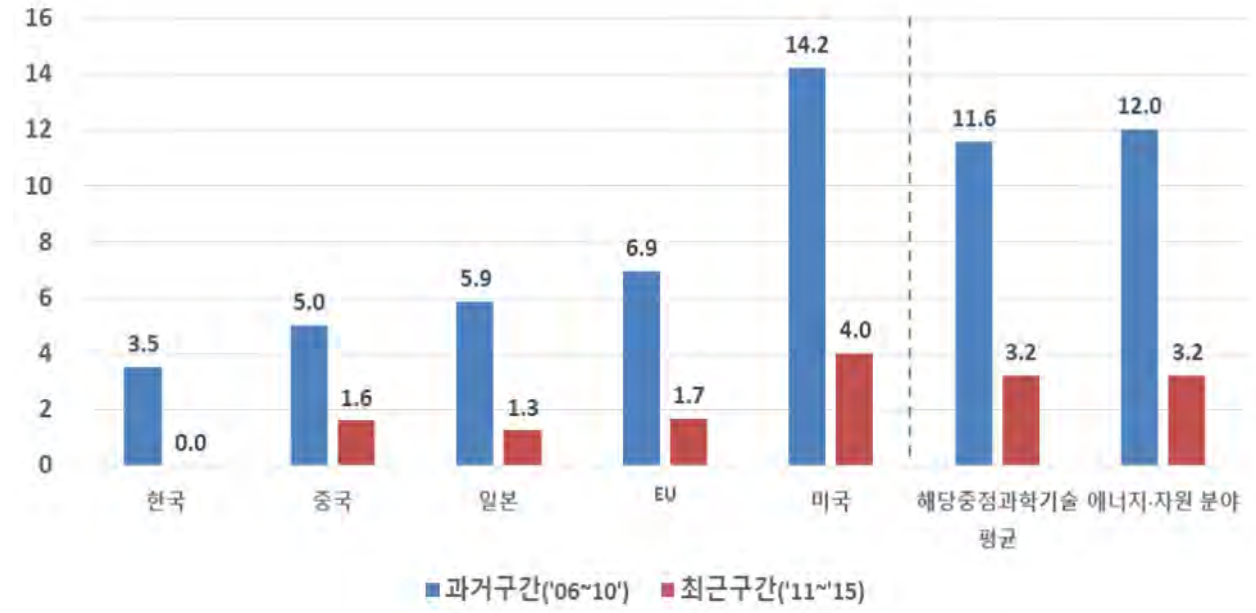
● 지능형 융합 자원탐사 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



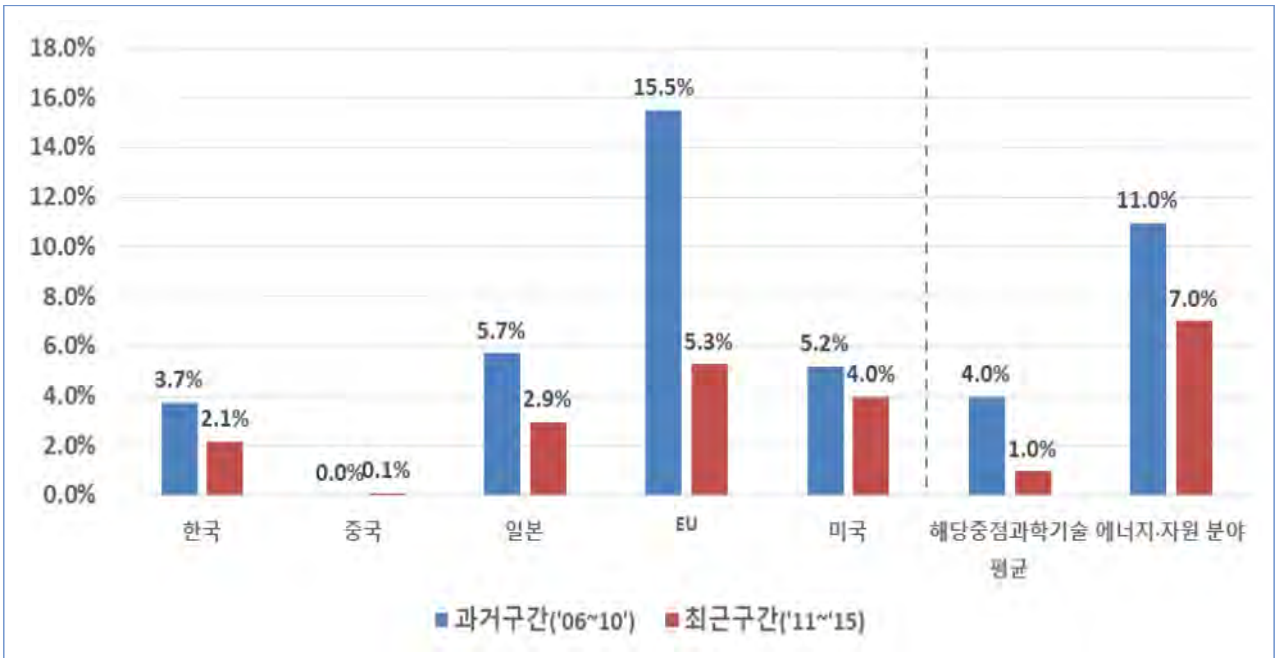
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



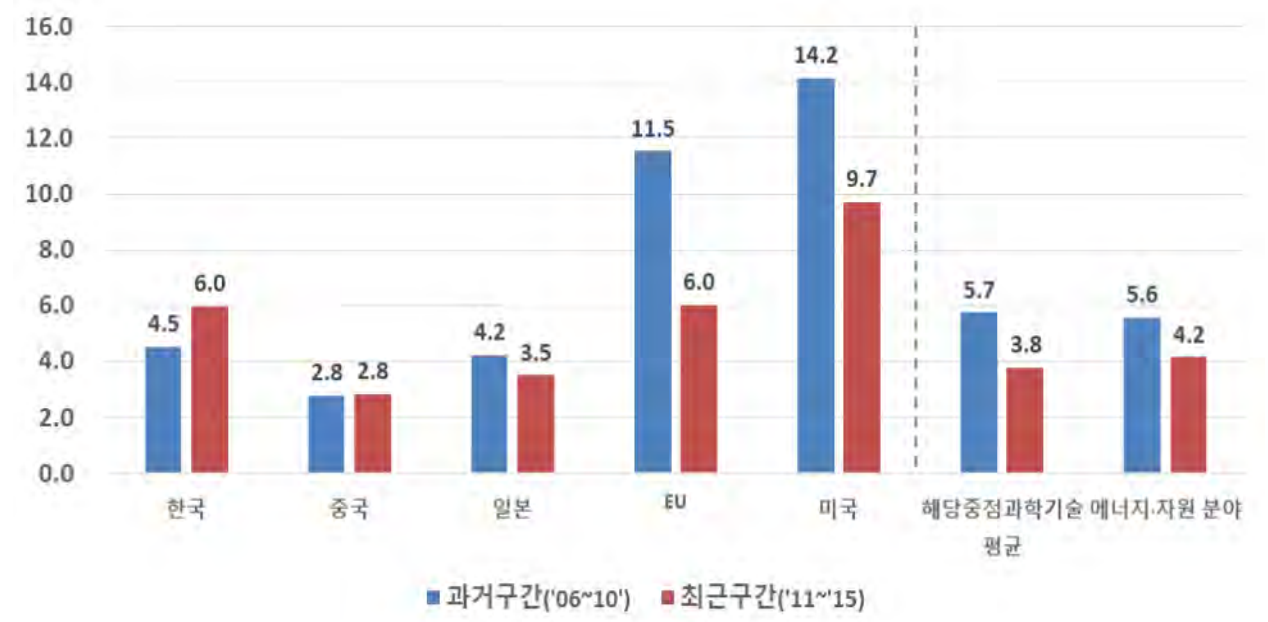
● 지능형 융합 자원탐사 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지능형 융합 자원탐사 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 지능형 융합 자원탐사 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

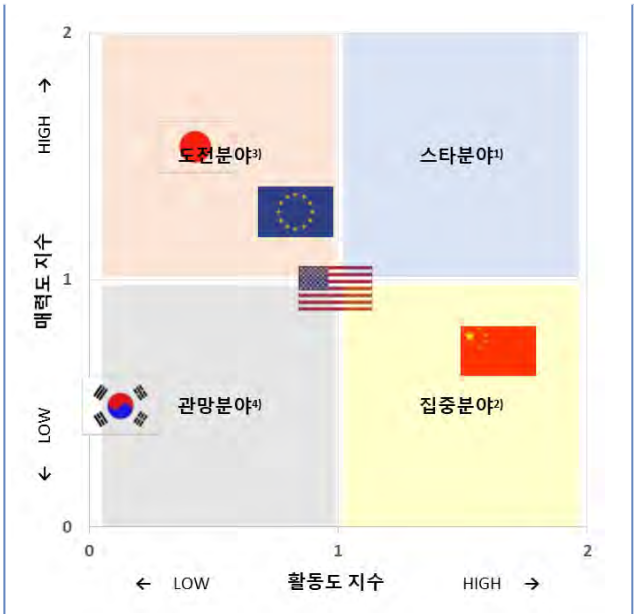
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

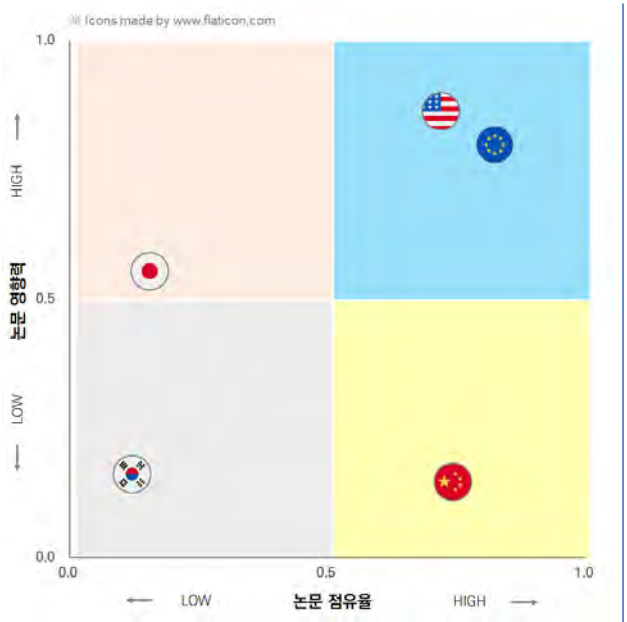
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지능형 융합 자원탐사 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

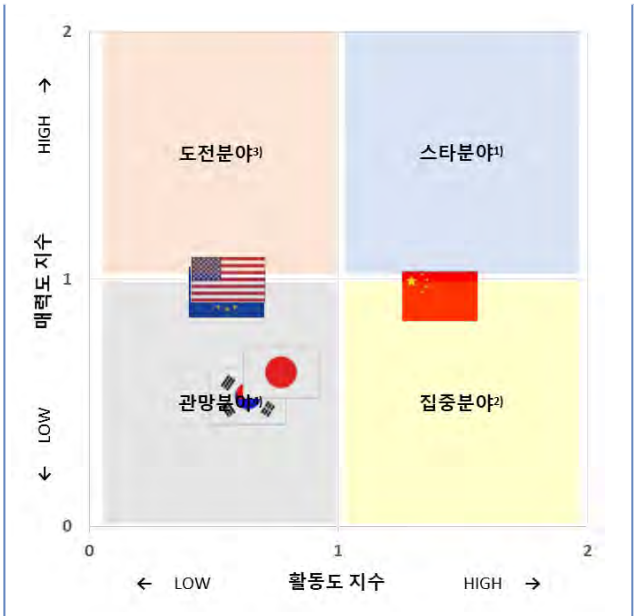


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

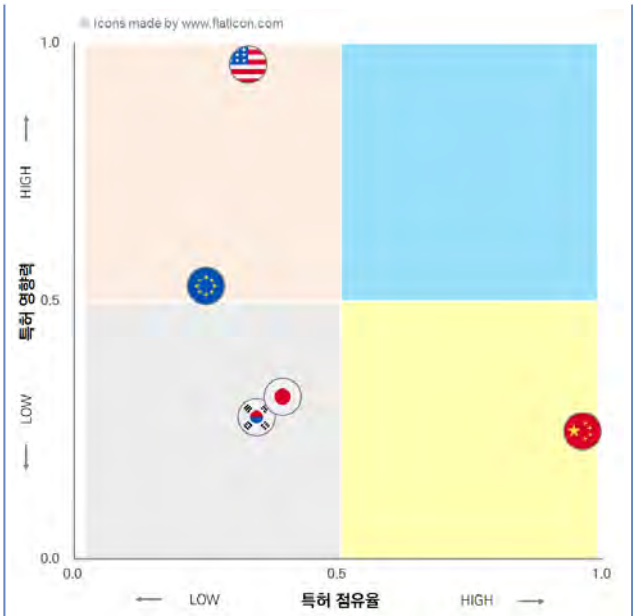
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지능형 융합 자원탐사 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 중국의 'CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES(0.75%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '건국대학교'가 5.17%(글로벌 점유율은 0.08%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES	중국	2.47%	0.75%	50.00%
2	CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM	중국	2.16%	0.66%	280.00%
3	RESEARCH INSTITUTE OF PETROLEUM EXPLORATION AND DEVELOPMENT	중국	1.66%	0.51%	170.00%
4	STATE KEY LABORATORY OF PETROLEUM RESOURCES AND PROSPECTING	중국	1.48%	0.45%	350.00%
5	PETROCHINA RESEARCH INSTITUTE OF PETROLEUM EXPLORATION AND DEVELOPMENT	중국	1.35%	0.41%	800.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KONKUK UNIVERSITY	5.17%	0.08%	100.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.17%	0.08%	100.00%
3	KOREA OCEAN RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE	3.45%	0.05%	-66.67%
4	SEJONG UNIVERSITY	2.59%	0.04%	200.00%
5	GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.59%	0.04%	-50.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES	2.47%	0.75%	50.00%
2	CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM	2.16%	0.66%	280.00%
3	RESEARCH INSTITUTE OF PETROLEUM EXPLORATION AND DEVELOPMENT	1.66%	0.51%	170.00%
4	STATE KEY LABORATORY OF PETROLEUM RESOURCES AND PROSPECTING	1.48%	0.45%	350.00%
5	PETROCHINA RESEARCH INSTITUTE OF PETROLEUM EXPLORATION AND DEVELOPMENT	1.35%	0.41%	800.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KEIO UNIVERSITY	2.73%	0.11%	66.67%
2	HOKKAIDO UNIVERSITY	2.73%	0.11%	200.00%
3	KYUSHU UNIVERSITY	2.73%	0.11%	700.00%
4	KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	2.39%	0.10%	-100.00%
5	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.39%	0.10%	33.33%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.75%	0.26%	71.43%
2	UPPSALA UNIVERSITY	0.67%	0.23%	225.00%
3	UNIVERSITY OF TWENTE	0.59%	0.20%	100.00%
4	AARHUS UNIVERSITY	0.59%	0.20%	300.00%
5	GERMAN AEROSPACE CENTER (DLR)	0.55%	0.19%	-44.44%

6 미국

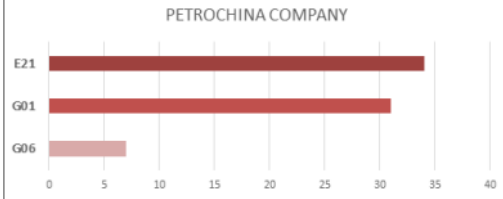
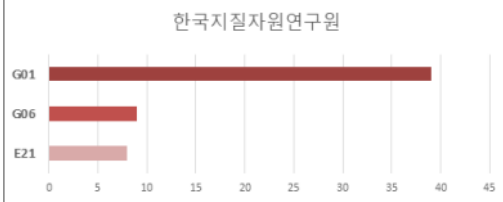
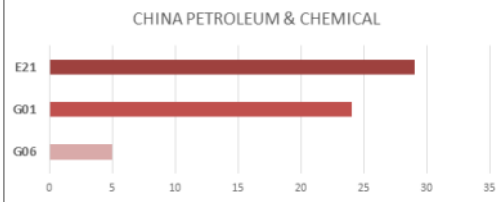
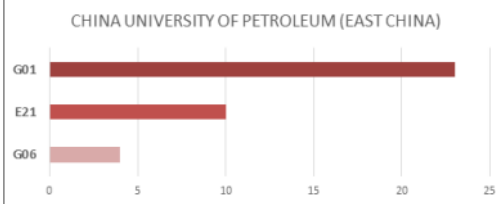
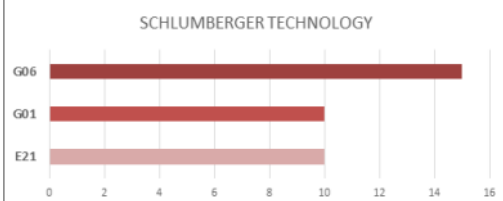
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STANFORD UNIVERSITY	1.03%	0.30%	20.00%
2	NASA AMES RESEARCH CENTER	0.84%	0.25%	25.00%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	0.84%	0.25%	57.14%
4	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.70%	0.20%	100.00%
5	UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN	0.70%	0.20%	100.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'PETROCHINA COMPANY(2.60%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국지질자원연구원'이 21.77%(글로벌 점유율은 2.31%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'PETROCHINA COMPANY'는 E21(지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛))에 해당하는 특허를 가장 많이 보유하였고, '한국지질자원연구원'은 G01(광학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

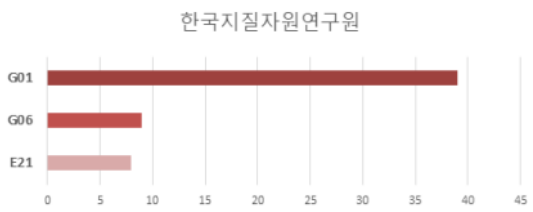
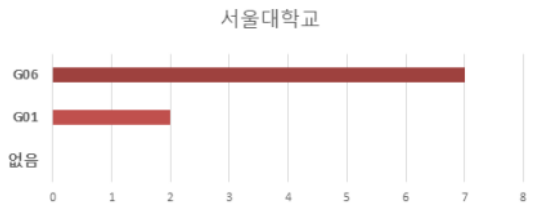
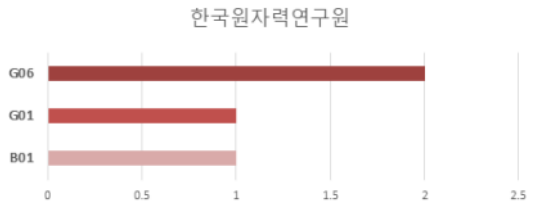
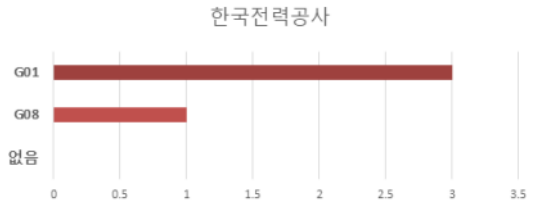
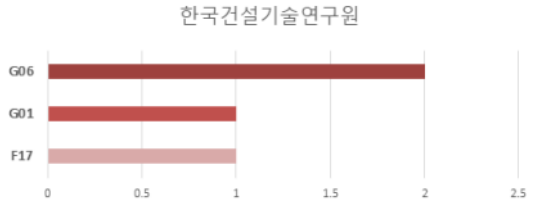
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PETROCHINA COMPANY	중국	4.20%	2.60%	520.00%
2	한국지질자원연구원	한국	21.77%	2.31%	176.47%
3	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	중국	3.44%	2.13%	1275.00%
4	CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA)	중국	2.16%	1.34%	1033.33%
5	SCHLUMBERGER TECHNOLOGY	미국	13.48%	1.30%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
3		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국지질자원연구원	21.77%	2.31%	176.47%
2	서울대학교	3.06%	0.32%	700.00%
3	한국원자력연구원	1.36%	0.14%	200.00%
4	한국전력공사	1.36%	0.14%	200.00%
5	한국건설기술연구원	1.36%	0.14%	200.00%

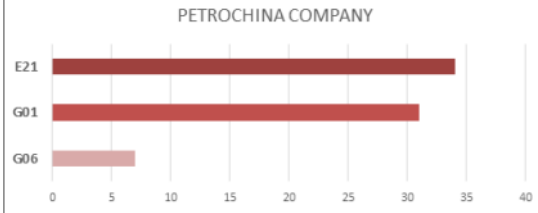
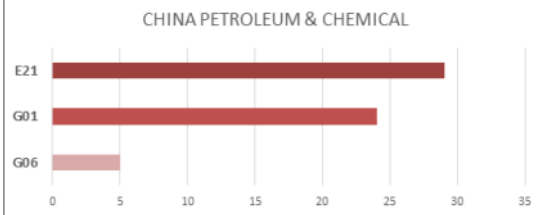
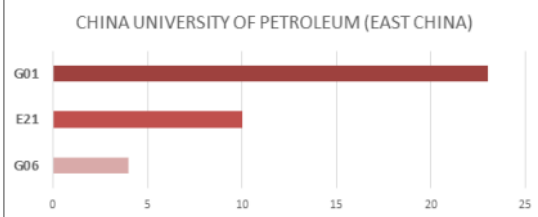
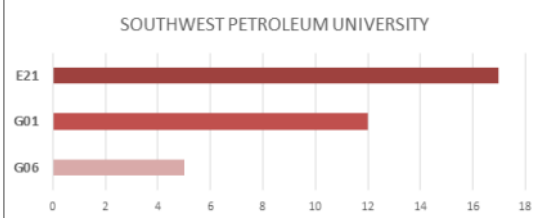
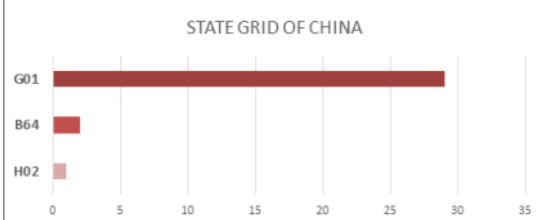
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		–	–
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
4		G01	광학
		G08	신호
		–	–
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PETROCHINA COMPANY	4.20%	2.60%	520.00%
2	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	3.44%	2.13%	1275.00%
3	CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA)	2.16%	1.34%	1033.33%
4	SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY	1.98%	1.23%	3200.00%
5	STATE GRID OF CHINA	1.98%	1.23%	3300.00%

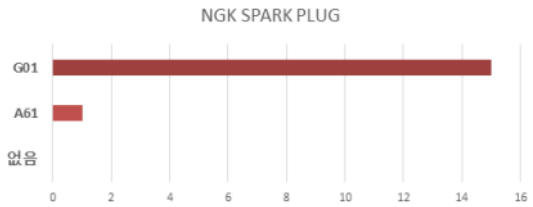
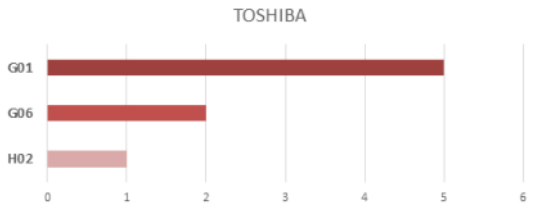
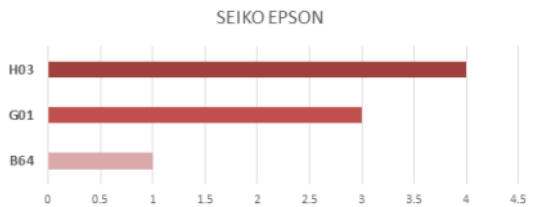
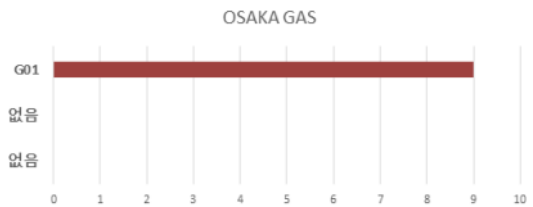
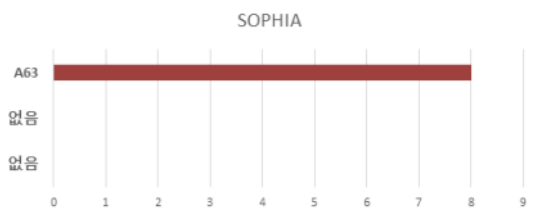
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NGK SPARK PLUG	4.20%	0.58%	200.00%
2	TOSHIBA	2.89%	0.40%	-62.50%
3	SEIKO EPSON	2.62%	0.36%	300.00%
4	OSAKA GAS	2.36%	0.32%	-50.00%
5	SOPHIA	2.10%	0.29%	-100.00%

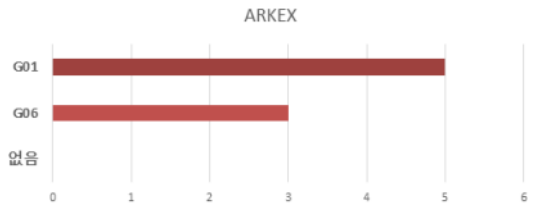
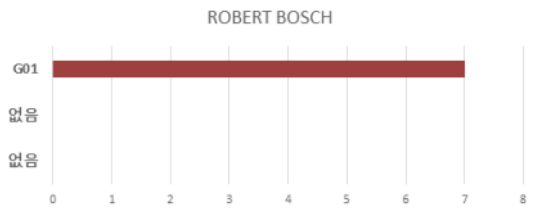
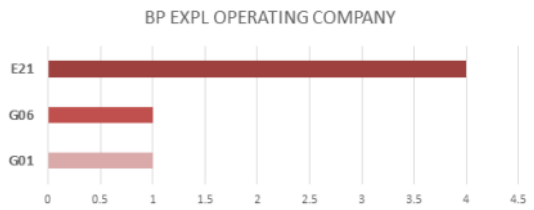
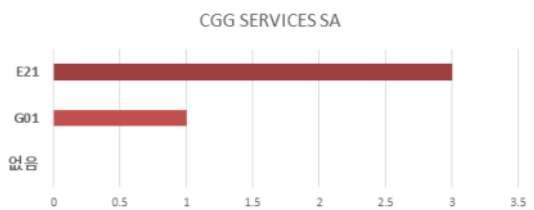
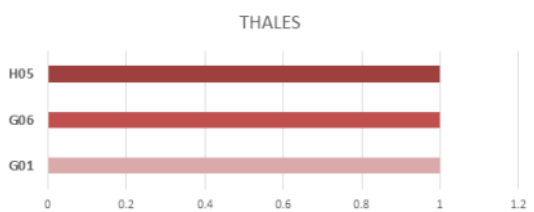
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
2		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		H03	기본전자회로
		G01	광학
		B64	항공기; 비행; 우주공학
4		G01	광학
		-	-
		-	-
5		A63	스포츠; 게임; 오락
		-	-
		-	-

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ARKEX	6.96%	0.29%	-100.00%
2	ROBERT BOSCH	6.09%	0.25%	500.00%
3	BP EXPL OPERATING COMPANY	5.22%	0.22%	100.00%
4	CGG SERVICES SA	3.48%	0.14%	300.00%
5	THALES	2.61%	0.11%	100.00%

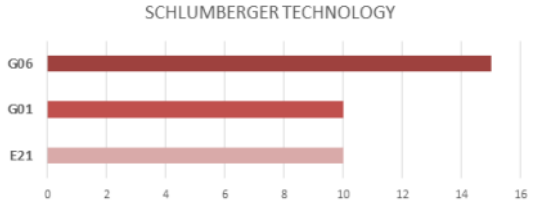
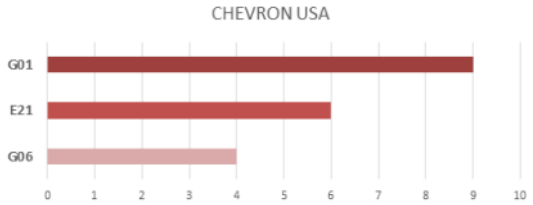
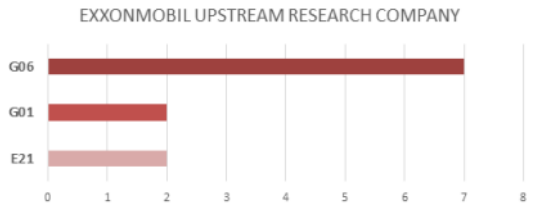
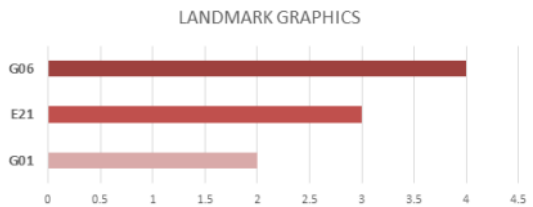
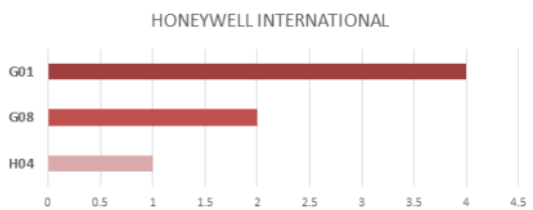
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		-	-
5		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SCHLUMBERGER TECHNOLOGY	13.48%	1.30%	25.00%
2	CHEVRON USA	7.12%	0.69%	37.50%
3	EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY	4.12%	0.40%	-16.67%
4	LANDMARK GRAPHICS	3.37%	0.32%	250.00%
5	HONEYWELL INTERNATIONAL	3.00%	0.29%	66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
2		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
5		G01	광학
		G08	신호
		H04	전기통신기술

90 ICT기반 자원 개발·처리 기술



90 ICT기반 자원 개발·처리 기술

중점과학기술 개요

- ☑ ICT 기반의 무인화·자동화 광물자원개발을 통해 환경영향과 안전사고를 최소화하며 생산성을 극대화하는 기술
- ☑ 광물 및 바다로부터 유가금속을 회수하는 선광·제련 기술
- ☑ 디지털 원격자동화 기술을 통해 극한환경의 석유가스자원을 경제적이고 안전하게 개발하고, 다목적 맞춤형 생산공법을 개발하는 등 활용성이 큰 기술
- ☑ 복잡성이 큰 신석유자원에 대해 다종 디지털자료를 정밀·통합 분석하며, 인공지능기술로 최적의 개발·생산 계획을 수립하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

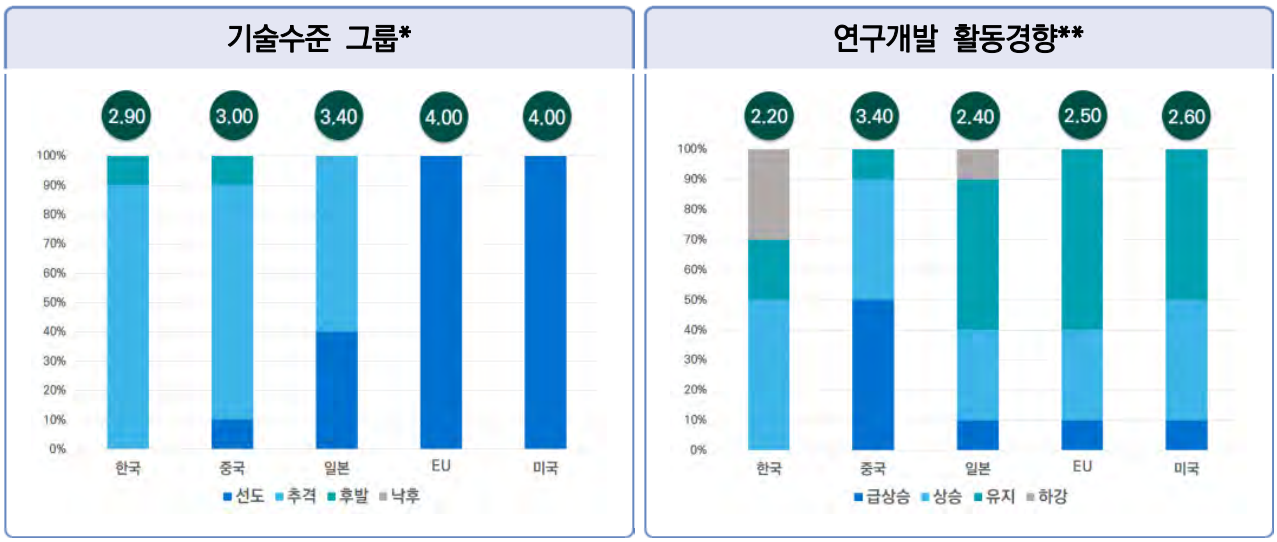
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	60.0	5.0	추격	보통	보통	유지
중국	70.0	5.0	추격	우수	우수	상승
일본	79.5	3.8	추격	우수	우수	유지
EU	92.5	1.0	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	60.0	5.0	60.0	50.0	60.0	10.4	5.0	5.0	10.0	2.6
중국	70.0	5.0	70.0	50.0	75.0	16.9	5.0	5.0	5.0	1.7
일본	75.0	3.8	79.5	60.0	80.0	14.9	3.8	3.0	5.0	1.4
EU	90.0	1.5	92.5	90.0	100.0	6.8	1.0	0.5	1.5	0.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.2

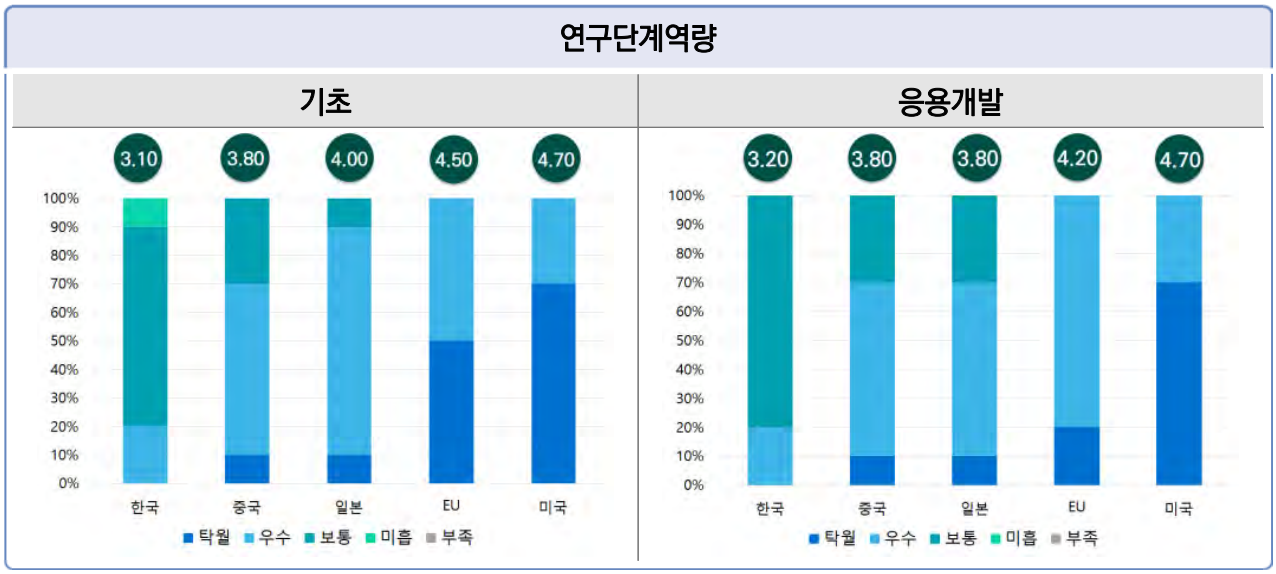
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (60.0%)	• 자원개발 분야는 몇 년 간 R&D 투자 침체로 기술수준은 비슷한 수준이며, 자원 처리/재활용분야 기술개발은 부분적으로 진전을 보임 • 국가적 관심도가 타국 대비 낮고 이부대학에서의 연구 성과가 나옴 • 국내 테스트베드 부족과 해외자원개발 위축으로 기술개발이 부진하나 기초적 연구 및 적용은 꾸준히 진행 • 국내 자원개발 산업구조(정부, 공기업, 민간기업)의 퇴조, 해외자원개발 분야의 급락 유지, 관련 연구개발 지원 감소 추세 지속 • KOGAS, KNOC, SK 등 후발 기관 보유 • 진동 소음을 이용한 분쇄 상태 인식 및 모니터링 기술 개발 활발 • 부유선별 상태 모니터링을 위한 영상 처리 알고리즘 개발 진행
중국 (70.0%)	• 자원개발의 운영 자체는 충분히 진행되고 있지만 이를 ICT 기반으로 운영하기에는 아직 부족 • 국제 광물자원 자격의 변동을 가장 많이 받고 있어서 연구 투자비는 낮은 수준 • ICT 기술의 급속한 발전과 적용으로 자원개발 분야의 기초-응용-개발 전 분야의 기술 향상 속도가 빠름 • 국가 주도의 전폭적이고 공격적인 해외자원 확보 정책 유지, 제반 기술 개발의 급증 추세(인력, 학술활동, 특허 등 제반 양적지표 상승 유지) • CNPC, CNOOC 등 상당 수준의 자원개발 기업 및 관련 대학/연구소 보유
일본 (79.5%)	• 광물자원 처리/재활용 기술 및 신소재 개발 강화 • 해외자원개발에 국가차원의 장기 전략과 공공 투자 지속 증대 • 첨단산업 긴요광물(critical material) 확보 강화 • 글로벌 희토류광 개발 등에 새롭게 뛰어들어 기술개발 중 • ICT 분야의 견고한 기술력과 자원산업의 국가적 지원 지속 • 민간기업의 셰일가스 투자 개선 등 기술력 확장 기조 유지 • 최근 미개척지역의 자원개발에 대한 정부 투자와 관심을 가지고 있으나, 최고기술 보유국과 비교하여 미비한 연구 성과를 제시 • 최고기술 보유국이 지속적으로 발전된 기술을 도출하는 반면, 추격하는 수준의 기술 수준 • JOGMAC, 미쯔비시 등 상당 수준의 자원개발 기업 및 관련 대학/연구소 보유
EU (92.5%)	• 미국의 광물자원과 셰일가스를 포함한 제반 기술 개발 능력에 매우 접근한 실용적 기술 개발 중 • 유전개발에 기술력을 높이고 있으며, 러시아와 함께 셰일가스전의 개발에 박차를 가하고 있음 • 자원 리싸이클링 4.0 전략을 바탕으로 자원개발의 효율성 향상 및 친환경 자원처리기술 개발에 중점 • 많은 연구 성과가 질적으로 최고이며, 대부분상업화가 이루어져 있어서 기술개발의 속도도 매우 빠름 • 광물자원 개발 분야에 ICT 기술 접목을 미국, 호주와 유사하게 적용 • EU 자원보유국의 국영석유기업, 대학, 연구소, 다국적 서비스 기업 등의 기술 우위 유지 • 최고기술 보유국과 비슷한 수준의 연구 성과 결과를 보여주고 있으나, 기술 적용 환경에서 ICT 기술의 활용도가 미비하여 지속적인 기술의 발전이 미비함

국가 (기술수준)	판단근거
	• BP, Total, ENI 등 세계 최고의 자원개발 기업 및 관련 대학/연구소 보유 • 선광 공정의 상태 인식 및 원격 제어 공정 및 운영
미국 (100%)	• 캐나다와 더불어 자원개발의 활성화를 위한 정부의 지원 및 민간 업체의 활발한 R&D가 진행되어 유의한 성과 산출 • 세일가스개발 기술혁신 등 자원개발 분야에 ICT 및 산업인터넷의 접목으로 생산성, 효율성 향상 • 첨단산업 긴요광물(critical materials) 공급 관리의 국가 전략과 투자 강화 • Digital mine에 대한 국가적인 관심도가 높고, 관련 연구 인력이 풍부하며, 적용할 수 있는 광산이 많음 • 호주와 함께 광물자원 산업분야에서 전 세계 유망 광산을 선도적으로 개발하고 있으며 ICT 기술 접목 • 트럼프 정부의 전통석유자원산업 활성화 기조에 따른 셰일가스 부문의 기술개발 지속 • ICT 분야의 선도 기술 보유, 자원개발 산업에 접목, 효율화 개선 확산 추세 • Exxon, Shell 등 세계 최고의 자원개발 기업 및 관련 대학/연구소 보유

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 대학을 위주로 ICT 관련 연구가 활발하고 점차적으로 우수인력의 관심도가 높아짐 • 관련분야 대부분이 수입에 의조하고 있으며 최근 대학과 기업에서 관련분야의 국책과제 연구에 의한 상업화로 수입대체효과가 나타나는 중 • 유관 시장/수요 풍부 • 최근 5G 등 이동 통신 기술의 선도와 인공 지능과 같은 4차 산업 기술에 대한 투자 활발하며 이에 관련 전문 인력 및 사회 인프라 우수 • 자원개발 및 탐사에 정부의 적극적 지원으로 기초연구가 활발히 움직이며, 풍부한 연구 인력 보유 • 국내 축적된 ICT 기술의 접목 가능성 있음 부품소재산업의 발달로 광물자원의 잠재적 수요처 보유	• 국가적 관심도가 자주 변해 기초연구 저조 • 관련 연구 인력이 수십 명에 불과하여 선진국의 수천 명 대비 인력양성이 어려움 • 국내시장이 작아 테스트베드가 적어 해외시장 진출을 위한 제품의 비즈니스 모델이 어려움 • 우수인력 유입을 위한 모멘텀 저조함 • 국내 현장 부족, 자원산업 기반의 약화(정책, 재원, 투자 규모) • 기초연구 투자 축소, 인력양성 약화, 자원개발현장 부족 등 전략적 인프라 매우 취약 • 국가주도형 자원개발의 한계 • 국내 기업의 투자 미비 • 광산 및 선광 공정에 ICT 기술의 융합 시도가 미흡하며, 관련 투자도 해외 대비 적음 • 활발한 기초연구성과에 비하여 응용연구에서 기술의 발전이 부족한 상태
중국	• 국가, 대학, 연구소, 산업체간의 유기적인 지원체제 우수 • 최근 상업제품은 다른 국가에 비하여 성능차이가 별로 나지 않고 가격은 매우 저렴하여 다른 국가에	• 많은 분야에 대한 연구가 이루어지고 있으나 상업화된 제품은 세계수준에 80~90% 성능 유지 • 성능, 디자인 면에서 비약적이 발전이 이루어지고 있음

국가	강점분야	기타
	위협요소가 됨 • 상업제품에 대하여 중국 자체 수요가 많고 적용 피드백을 하는 테스트베드가 많음 • 자국 내 셰일가스 등 자원 보유국의 기술개발 강점 유지 • 국제협력 • 전통 유가스전 개발관련 기술/인력 • 산업 성장에 따른 자원 개발 및 광산 운영에 관한 기술 개발 활발 • 많은 대학에서 전문 인력 확보 가능 • 연간 관련 특허 및 논문 발표 수가 전 세계적으로 가장 많음 • 정부의 적극 투자와 관심, 지난 몇 년 동안 지속적으로 활발한 활동으로 기술추세 증가 • 정부 주도의 적극적 해외자원 개발 • 광물자원 분야의 다양한 투자로 인적, 기술적 능력 축적 • 자국 내 전략금속 자원의 부존으로 연구개발 발전 가능성 높음	• 비용 절감 등 경영관리 효율화에 필요한 유가스전 운영의 첨단 기술 미흡 • 현장 실용적 ICT 기술 접목 발전이 더욱 빨라질 것 • 기초연구지원 미비 • 상업성 중심의 국가적 지원 강화 • 셰일가스, CBM 등 비전통 분야 신기술/인력/인프라 • 낮은 기술 완성도 • 기초연구 및 응용연구 등의 기술수준 변화 급상승 • 환경규제 심화 및 인건비 상승으로 인한 부정적 변화 극복 필요
일본	• 기초연구가 우수하며, 기술 노하우 보유 • 선진국에 비하여 생산제품은 적으나 부품소재에 대한 연구가 활발하여 기초연구의 결과가 상업화로 쉽게 연동됨 • 꾸준한 국가적인 관심도가 높아 언제든 선진국과 기술격차를 줄일 수 있는 역량 보유 • ICT 분야의 견고한 기술력, 공공 및 민간 자원산업 부문 투자 지속 • 중점 강소형 기술 분야 및 다양한 기초연구 인력 구조의 긍정적 토대를 갖춤 • 석유/가스/광물 개발 • 기술/시장 분석 • 공정 운영에 관한 기초 과학 기술 발달 • 연구소-대학 간 연구 교류 활발 • 정부의 적극적 지원으로 연구인력 강화 및 인프라 구축에 성과 확보 • 해외자원개발 예산 확충 • 베트남 등 동남아 자원개발 국가 진출 활발 • 첨단 ICT 기술 인프라 확보	• 관련 국내 시장이 많지 않음 • 해외 투자사업 위주로 관련 산업 인력 정체 • 실용화 기술의 확보 미흡 • 소재 개발 산업에 비해 자원 기술 분야에 사회적 관심이 낮음 • 선도그룹에서 추격그룹과 기술격차를 보유하고 있었으나, 최근 2년간 기술의 수준의 변화 미흡 • 글로벌 기업과의 협력 등 안정적이고 소극적인 투자
EU	• 미국, 중국 대비 질적 양적으로 유사하고 이를 수용할 수 있는 우수기업이 산재함 • 기업차원에서 실용연구 다수 진행	• 우수한 기술, 인력들이 있으나 미국에 비하여 떨어지고 관련인력은 중국에 비하여 적고, 표준화가 잘 이루어지지 않음

국가	강점분야	기타
	• 법과 제도의 정비 • 해외 주요 광산을 대상으로 상용화 기술 및 다양한 운영 노하우 확보 • 현장 경험이 많은 우수 인력 확보 가능 • 자원-기계-전자 전문가 참여한 연구 인프라 구축 • 실증 및 기술적용을 할 수 있는 인프라를 보유하고 있으며, 기초연구의 활발한 활동으로 풍부한 인력 보유 • BHP Billiton, Rio Tinto 등 호주와 영국의 합작인 세계적 광산회사들이 생산성 향상을 위해 ICT 기술접목 활발 • 아프리카, 남미, 아시아 등에서 활발하게 자원개발 사업 진행	• 전통적 자원개발 산업의 정체 • 자원 리싸이클링4.0전략과 같이 친환경 자원개발활용기술의 방향 전환이 강화됨 • 국내 협력 미비(EU를 통한 통합 기술 개발 강화) • 이동 통신 기술과 인공지능 기술의 융합을 통한 차세대 기술 개발 • 기초연구가 활발한 수준에 비해 기술 향상수준은 미비 • 개발대상국가의 정치적 불안과 환경비용의 증가
미국	• 제품의 로직이나 성능 면에서 세계최고 • 세계 고급인력들의 꾸준한 유입으로 제품의 성능 향상 능력이 세계 최고 • 세계최고의 기술수준으로 제품의 상업화가 빠르고 국가의 큰 지원 없이도 기술자립화가 빠름 • 다양한 전문 인력, ICT 및 자원개발 산업의 기술, 산업체 기반의 인프라 • 첨단기술 시스템 발전과 함께 산업현장이 연계 융합하는 인프라 우수 • 우주 탐사, 석유 개발 분야에서 개발된 원격 제어 및 상태 기술에 강점 • 실증 및 기술적용을 할 수 있는 인프라를 보유하고 있으며, 기초연구의 활발한 활동으로 풍부한 인력 보유 • 자국 내 광물자원 개발현장 지속적 유지로 기술 및 인력 축적 • 트럼프 정부의 개발 우선주의로 해당분야 활성화 • 희토류광 포함 전략금속자원 개발에 정부예산 투자	• 우수한 기술력에 비하여 생산기술의 가격이 비싸 관련제품이 있으면 중국제품으로 대체 • 지원 공공재원 규모의 경직성 내지 축소 경향 • 우주탐사 및 석유 분야에의 기술 비중이 매우 큼 • 최근 선도그룹에서 최상위 국가였지만, 기술의 발전추세 및 연구 활동 수준 변화 없음 • 해외 개발 거점의 자원민족주의로 일부 사업 후퇴

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	4위	2위	3위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 정부와 민간기업의 상생을 위한 기반 조성. 정부주도의 사업에 민간의 기술적 협력이 함께 이루어져야함 • 국내 자원산업계 및 광산을 실증기술개발 현장 플랫폼으로 활용 • 국내 공기업 및 민간기업과 대학 간의 산학협력을 촉진할 수 있는 프로그램 개발 • 융복합 과학기술 개발을 위한 인문, 자연, 공학, 예술분야 응용 인자도출 • 개발기술의 상용화와 활용을 위한 플랫폼 구축과 피드백시스템 구축 • 국내 자원개발 기업들이 주도적으로 국내외 자원을 개발할 수 있도록 상용화 기술 확보와 관련 인력확보가 가능한 인프라 구축과 인력양성 지원. 국내 소규모 자원개발업체들이 지속적으로 생겨나고 발전하도록 국가차원의 지원 필요 • 기획 단계부터 개방형, 도전형, 융합형 형태 등의 성격 구분과 전주기적 성과관리가 가능한 협력군 구성 도모 • 석유가스 자원개발, ICT 융복합 기술개발 등은 국가적, 공적 차원의 지원과 견인이 없이는 국내에서 자생적 성장이 어려우므로 공기업/출연연/민간을 복합하는 종합적 계획수립, 국책사업 등의 추진 필요 • 기존 자원 개발 처리 분야의 학연과의 협력 외에 타 분야, 즉 국내 IT 분야의 학연과의 협력이 요구됨. 이를 위해 정부 기관, 연구 담당 부서간의 협력 필요
국제협력 촉진	• 자원개발을 위한 국제적 기업과의 연계와 공동참여 형식의 확대 및 이를 위하여 국가적 지원 체계 • 일본 JOGMEC의 기술솔루션사업과 같은 외국자원부국 현장과 국내기술력의 연계 기술사업 프로그램 추진 • 국내기술로 어려운 문제는 선진국의 인력, 장비를 활용할 수 있는 기술-자문 네트워크 연계시스템 구축 • 해외자원개발의 교두보 확보를 위해 해당 국가의 사회간접자본과 교육 등에 투자하고 민간주도라고 해도 공공기관과의 협력을 통해 위험요소를 분담하면서 해외자원에 투자가 가능하도록 지원 • 충분한 사전준비가 가능하도록 기획 예고제를 갖고 실효적 국제협력팀 구성 유도 • 적절한 인센티브을 통해 우수 연구진 유치 도모 • 전통적으로 미국, 일본, 서유럽 등 기술선도국의 기업들이 중심이 되어 시장을 주도하고 발전해왔던 플랜트엔지니어링 시장이 최근 후발기업들의 가격경쟁력과 선도국들의 기술경쟁력과의 대격돌 상태로 변화 • 선진국들의 고부가가치 시장의 독점력 강화와 새로운 가치창조를 위한 EPC 수주 패턴의 변화와 함께 후발국들의 기술 및 가격 경쟁력 강화에 따른 플랜트 엔지니어링 기업의 포지셔닝 변화 심화 • 시장 경쟁력 강화 및 고부가가치 분야의 시장 점유율 제고를 위한 선진기업과 후발기업의 전략적 제휴 및 M&A등 글로벌 카르텔화에 의한 핵심사업의 컨소시엄 수주 확대 • 글로벌 경쟁체제의 돌입에 따른 특정 국가 및 기업의 핵심기술 및 시장의 독점, 특히 에너지개발

	정책제언
	시장 선점을 위한 국가 간 안보 차원의 투자경쟁이 심화될 전망 • 에너지 자원기술, 환경기술, 기후변화 대응기술 등을 접목한 극한지 자원화 플랜트산업 선점을 위한 국가 간 경쟁 가속화 전망 • 동 분야의 기술/산업적 발전을 위해서는 국내에 사실상 필드(현장)가 부재한 관계로, 관련 실증/장비/인력 측면에서 미국/유럽/러시아 등과의 긴밀한 협력이 매우 중요하며, 역시 에너지 공기업/민간의 네트워크를 활용한 견인 정책/과제 필요 • 국내 자원 산업(광산) 규모 및 관련 인력을 해외와 비교하면 매우 열악함. 이에 자원 개발 및 처리 산업 전반의 투자는 어려움. 따라서 국내 환경에 맞는 개발 기술을 선정하고 이를 집중적으로 발전시켜 선진화하고, 이외의 기술 분야에 대해서는 해외 기술 선진국과의 협력을 통해 기술 발전을 꾀하는 전략 필요
인력양성 및 유치	• 기술인력 고령화, 외국인 노동자 활용 증가에 따른 소통 문제 등으로 생산성 및 품질 저하 심화 우려: 엔지니어링, 플랜트 산업에서 해외진출 확대를 위해서는 인력수급이 매우 중요하나, 기본 및 상세설계를 위한 인력이 절대적으로 부족한 상황 • 자원개발전문가 양성을 위한 교육/훈련 프로그램의 활성화 및 학부 및 대학원생의 교육 강화를 위한 프로그램 마련 • 자원특성화대학 인력양성사업의 활성화 및 국내/국외 현장 연계 실무기술경험 축적 목표로 방향 강화 • 다양한 기술개발을 위한 다양한 전공인력의 크로스 학문 개발원 필요 • 자원개발은 장기간 대규모의 자본이 투입되는 산업이므로 인력양성에 대한 장기 계획을 수립하여 해당 대학과 연구소에서 인력양성이 가능하도록 해야 함. 기존 국내외 거주하는 관련 전문가의 데이터베이스를 구축하고 상시 관리를 통해 세부 전문분야의 수요에 적극 대응 필요 • 안정적 재원 확보 및 장기 일관성 있는 정책 유지 • 현장에서 애로가 큰 노동력, 작업자의 안전문제를 해결하기 위한 현장통합관리, 작업자 안전, 작업능력 증강 등 기술개발 확산 • 대학 수준의 인력양성이 아닌, 실무 중심의 현장인력 양성 필요. 따라서 초기에 현장이 연계된 형태의 국책사업/협력사업 등을 기반으로 전문 인력의 유입과, 국내 인력의 매칭을 통한 기술역량 강화, 양성이 바람직
인프라 구축	• 자원개발에 필요한 기술력의 향상을 위한 기술개발에 국가적 지원 및 국가주도의 공동기기운영 사업단의 추진과 정책적 지원 필요 • 자원산업계 및 자원개발기업의 능동적 활동을 지원하는 공공기능 시스템 강화, 특히 취약한 기술서비스 분야의 학·연·산 협력 시스템 구축 중요 • 분야별 기술, 융복합 기술, 미래기술들에 대한 종합 상설 전시장 구축 (초, 중, 고, 대학생들의 창의력을 발현할 수 있는 실험실습장 제공) • 모든 사람들이 생각하는 것을 자유롭게 기고할 수 있는 플랫폼 구축 (모든 연구자들은 가능한 아이디어를 기술개발로 확장하고 상용화) • ICT 기반 자원개발을 활성화하기 위해서는 테스트 베드의 확보, 운영 및 해당 세부기술의 지속적 관리, 발전과 해당 전문가의 관리가 필수적이며 아울러 해당분야에 무선통신기술, 센서기술 접목이 요구됨 • 일정 장비 구축 보장 및 운영관리 책임 부여 • 전통적으로 미국, 일본, 서유럽 등 기술선도국의 기업들이 중심이 되어 시장을 주도하고

	정책제언
	발전해왔던 플랜트엔지니어링 시장이 최근 후발기업들의 가격경쟁력과 선도국들의 기술경쟁력과의 대격돌 상태로 변화 • 선진국들의 고부가가치 시장의 독점력 강화와 새로운 가치창조를 위한 EPC 수주 패턴의 변화와 함께 후발국들의 기술 및 가격 경쟁력 강화에 따른 플랜트 엔지니어링 기업의 포지셔닝 변화 심화 • 시장 경쟁력 강화 및 고부가가치 분야의 시장 점유율 제고를 위한 선진기업과 후발기업의 전략적 제휴 및 M&A 등 글로벌 카르텔화에 의한 핵심사업의 컨소시엄 수주 확대 필요 • 당초 예상과는 달리 동 분야에 국내 중소/중견기업들이 다양한 형태의 활동을 진행 중. 이들을 활용하고, 지원하기 위해서는 실제 유가스전 개발과 관련 부분/장비/소재의 적용이 가능한 테스트베드, 실증광구의 운영이 필수적이며, 정부/공공 주도의 관련 지원 중요 • 최근 산업간 융합을 통해 국내 기술혁신을 유도할 수 있는 인프라 구축 필요. 이를 통해 국내 타 산업 간의 융합을 통해 상대적 기반이 열악한 자원 산업의 경쟁력 강화 가능하며 이를 위해 자원산업-타 산업 간의 산학연 연구 교류회 등의 연구 협의체 구축 제안
법·제도 개선	• 해외자원개발관련 법령을 수요자 중심으로 변경하여 국가 및 민간이 함께 자원개발에 참여하여 경제적 이익을 획득할 수 있도록 제도적 지원 • 해외자원개발기본계획, 광업법 등의 중장기적 목표 수립 및 특히 지속적 추진을 보장하는 제도 및 자원량 평가 및 정보화의 국제표준에 상응하는 규정/제도 마련 • 개발기술의 보호와 상업화 추진을 위한 선진국의 법제도 연구 • 연구개발 실패에 대한 책임문제의 제도적 보완 • 자원개발에 대한 장기발전계획에 따라 사업추진이 가능하도록 관련 공기업의 독립성 보장을 강화하는 방향으로 제도개선 • 에특회계(에너지 및 자원사업 특별회계)재원이 자원개발 분야에 안정적으로 투입될 수 있도록 최저비율 책정 • 국가 정책, 관련 기본계획 수립 시 다양한 관련 전문그룹 참여 유도 • 기본계획에는 필요한 여러 분야가 포함될 수 있도록 하여 근거 마련 • 세계화 인식의 확산 등에 따라 경제적 장벽이 급속히 허물어지고 있으며, 최근 자유무역협정(FAT) 체결이 증가하면서 글로벌 경제시대 도래하여 주요국간 관계가 한 국가의 패권적 주도에 의해 결정되기 보다는 정책 현안에 따라 협력과 경쟁이 동시에 발현, 교차되어 점차 다극화로 이행되는 과도기 현상에 따른 대응 필요 • 동 분야는 기술 격차가 크고, 기술개발/사업추진/인력수급 환경 등 대부분의 조건이 매우 불리함. 반면, 에너지 안보와 경쟁력 확보는 국가발전의 필수불가결한 요소이며, 지나치게 까다로운 평가, 규제, 제제보다는 성과와 목표달성을 핵심전제로 최대한 유연하고 전폭적인 지원과 유인책 필요 • 자원 개발 및 처리 산업에서 강소기업형 기업 육성 필요 • IT 산업은 국내 산업 환경에 매우 적합하고 강점이 있는 분야이므로 이를 기반으로 자원산업 업체의 기업 육성에 필요한 법/제도적 지원책 마련
연구비 확대	• 자원개발기술의 기초에서 응용 및 실용화에 이르는 종합적인 지원 체계의 구축과 운영 • 현재 유일하면서도 계속 축소되어 없어질 상태에 있는 자원분야 R&D인 에너지기술평가원(KETEP)의 자원개발기술개발사업 재원을 회복하여 대폭 강화해야 함. 자원산업 현장의 문제를 해결하는 것은 기초원천기술개발 투자를 통한 기술 혁신에 있음 • 연구재단 학문평가분류체계(PB)에 자원공학 분야 포함

	정책제언
	• 국가주도 핵심기술에는 과감한 투자와 연구실패에 대한 원인이 비용과 시간문제이면 지속적인 확대 지원 • 비핵심기술도 융복합에 의한 시너지 효과가 있다고 판단하면 과감한 지원 • 자원분야는 국가 기반산업으로 다른 산업에의 파급효과가 크므로 지속적이고 안정적인 연구비 투자가 요구됨. 기존 자원산업분야의 인프라 구축 연구와 ICT융합연구에 병행하여 연구비 투자 필요 • 단기성과 위주의 사업 보다는 중장기 안정적 연구수행이 가능한 환경 조성 필요 • 4차 산업혁명 기술에 기반한 기술융합의 가속화와 고부가가치화 지속되며 원격지 관리 애로 해소를 위한 IoT, AI, CPS, PLM 등을 융합한 자동화 시공, 원격·스마트 관제기술 수요 증가. 스마트 전력 및 워터그리드 연계 플랜트 등 IT기반의 융복합 신산업 출현의 가시화, 글로벌 환경규제 대응 신재생 융합 플랜트의 활성화 필요 • 공공주도의 대형 실증사업 기반의 추진이 필수적이며, 이를 위한 소수의 선택과 집중 및 대형 복합 실증형태의 연구 사업이 추진되고, 이에 소요되는 연구비 지원이 바람직 (최소한 대학과 연구소들을 나열하고 분배하는 형태의 연구과제는 지양되어야 함) • 자원 개발 처리 분야에 있어 가장 큰 이슈는 공정의 효율성, 안정성, 친환경성 등으로 이는 ICT 및 IoT을 기반으로 자원 처리 개발기술의 핵심이기도 하여 ICT 및 IoT이 결합된 산업간 융·복합을 통해 미래 선도형 자원 개발 처리 기술 개발 분야에 연구비 확대 필요
기타 의견	• ICT기반 융복합기술은 기술적인 이슈를 찾아내는 것이 우선. 볼 수 없는 것을 보는 것이기 때문에 기술적인 문제 보다 기술개발이 될 수 있는 요소를 다각적인 측면에서 추론할 수 있는 시스템 개발 필요. Deep learning에 의한 인공지능 시스템의 연구가 우선되어야 함. 인공지능시스템에 의한 각 분야의 추론시스템이 개발되면 연구 분야와 연구자들 간의 네트워크 형성이 쉽게 되므로 ICT 관련 연구기간도 단축되고 성과도 클 것 • 지적재산권 문제, 공동연구 관리매뉴얼 부재 등 국제공동연구 활성화를 저해하는 다양한 이슈를 발굴하고 각각에 대한 해결방안 제시 • 인적 네트워크, 각종 정보, 기술적 기반을 활용하여 우리 기업의 해외 진출을 위한 교두보를 확보 • 중·장기적으로 인력 및 정보 교류, 연구팀의 파견 등을 통한 현지화를 추진하고, 장기적으로 기술센터 설립하여 R&D 효율성과 사업화 촉진에 기여

다 주요 분석 결과 요약

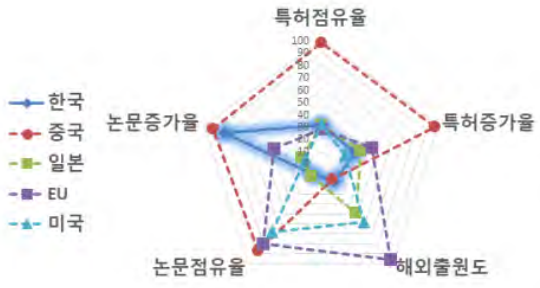
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	ICT기반 자원 개발·처리 기술	6,482	5,212	45.9%	207.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

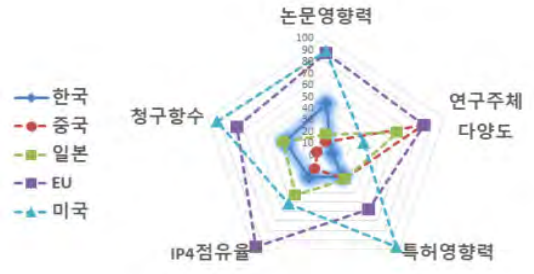
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	미국	미국
	35.4%	79.9%	13.0	15.6
한국	5위	3위	3위	5위
	2.2%	5.6%	8.5	0.8
5개국 평균[2]	-	-	9.7	12.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

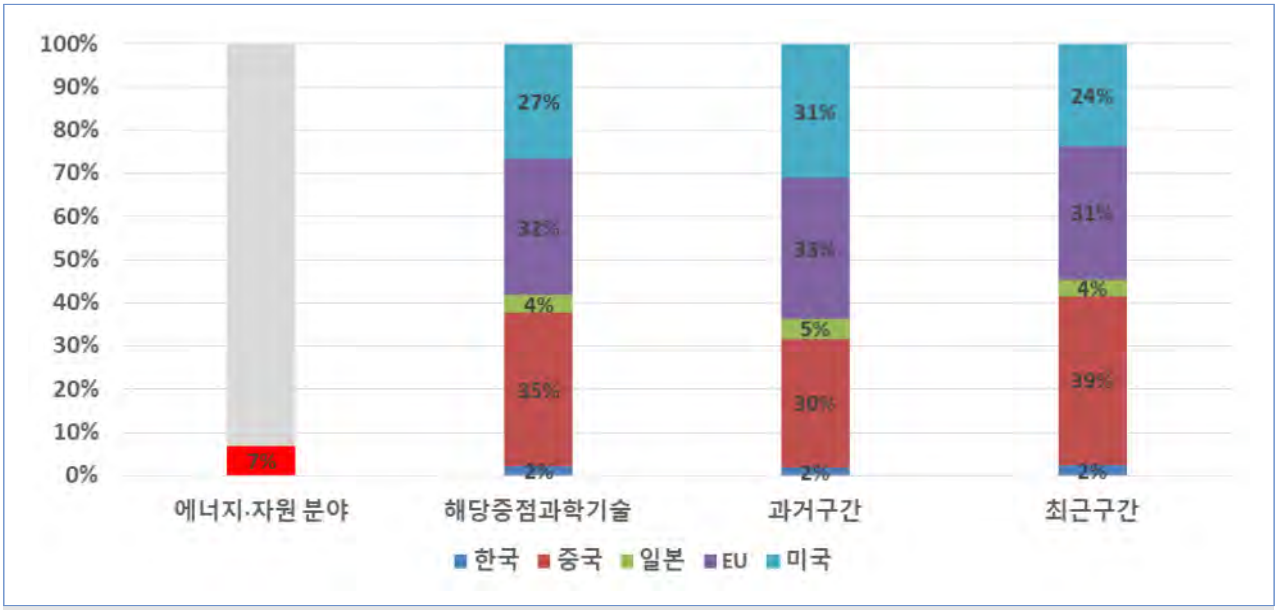
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(8.5)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 중국(35.4%), EU(31.6%), 미국(26.6%), 일본(4.1%), 한국(2.2%) 순이며, 논문 증가율은 중국(93.1%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(13.0), EU(12.7), 한국(8.5), 일본(5.9), 중국(5.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(5.6%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(0.8)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(79.9%), 미국(6.0%), 한국(5.6%), 일본(5.6%), EU(2.9%) 순이며, 특허 증가율은 중국(322.2%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.7)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(15.6), EU(6.1), 일본(1.3), 중국(1.2), 한국(0.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(22.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.1)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.2%	35.4%	4.1%	31.6%	26.6%
	논문 증가율	76.9%	93.1%	15.3%	39.0%	10.6%
	논문 영향력	8.5	5.0	5.9	12.7	13.0
	연구주체 다양도	0.77	0.90	0.92	0.97	0.96
특허 분석	특허 점유율	5.6%	79.9%	5.6%	2.9%	6.0%
	특허 증가율	19.4%	322.2%	36.6%	64.9%	-14.2%
	해외출원도	0.3	0.1	2.1	5.7	2.6
	특허 영향력	0.8	1.2	1.3	6.1	15.6
	IP4점유율	2.7%	0.2%	6.9%	22.5%	8.6%
	청구항수	4.9	2.5	5.0	7.4	9.1

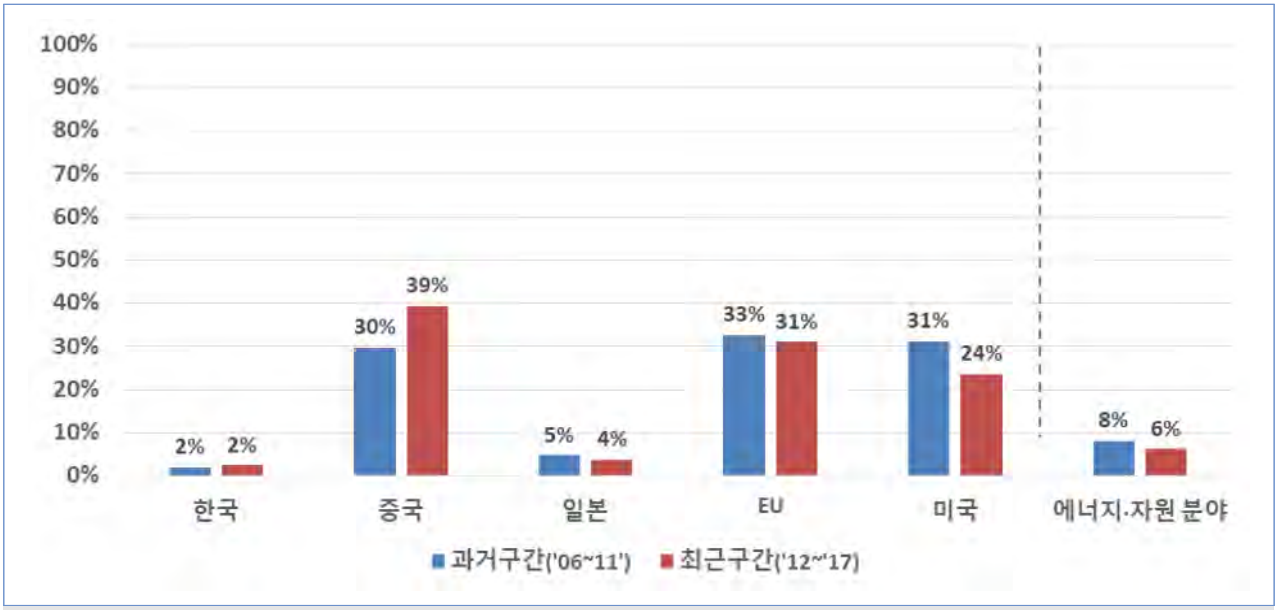
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● ICT기반 자원 개발·처리 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 2295건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. ICT기반 자원 개발·처리 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 7%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

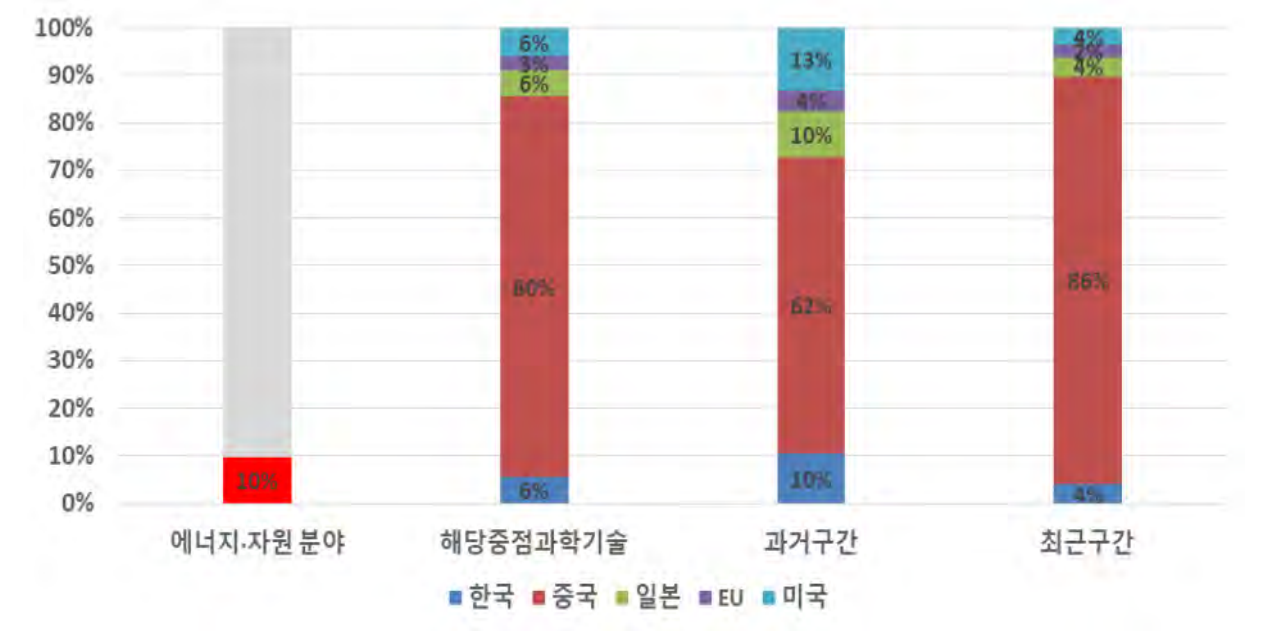


● ICT기반 자원 개발·처리 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 76.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	52	92	144	76.9%
중국	783	1,512	2,295	93.1%
일본	124	143	267	15.3%
EU	858	1,193	2,051	39.0%
미국	819	906	1,725	10.6%
전체	2,636	3,846	6,482	45.9%

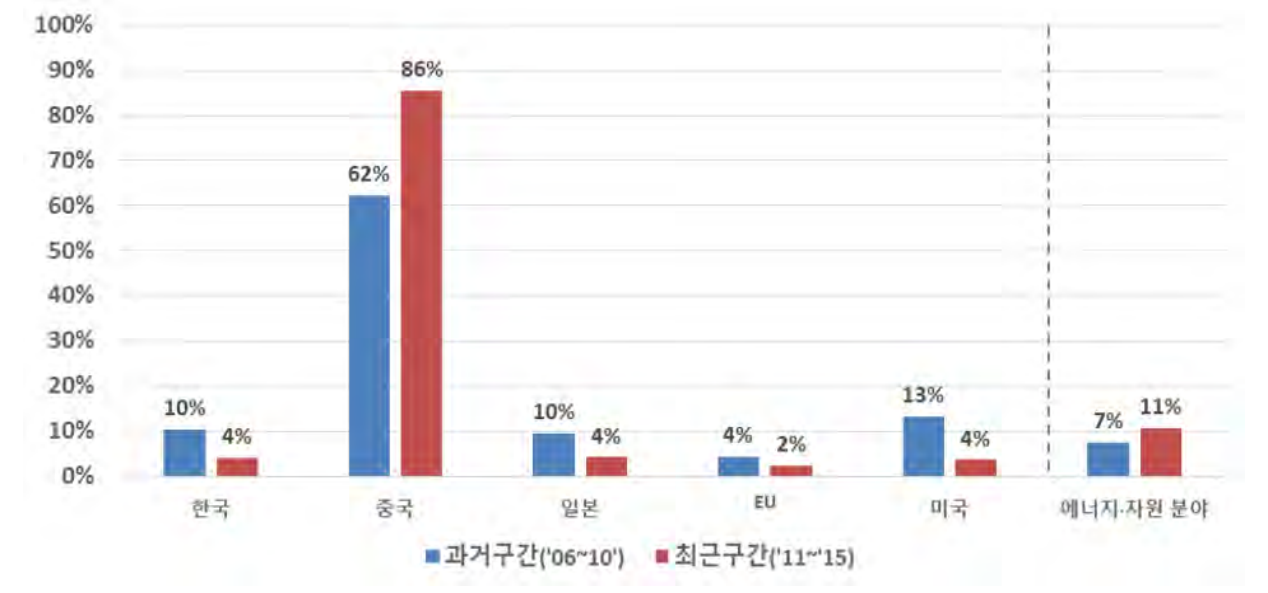
(4) 특허 점유율(전체)



- ICT기반 자원 개발·처리 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 4162건으로 전체 특허의 80%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. ICT기반 자원 개발·처리 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 10%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



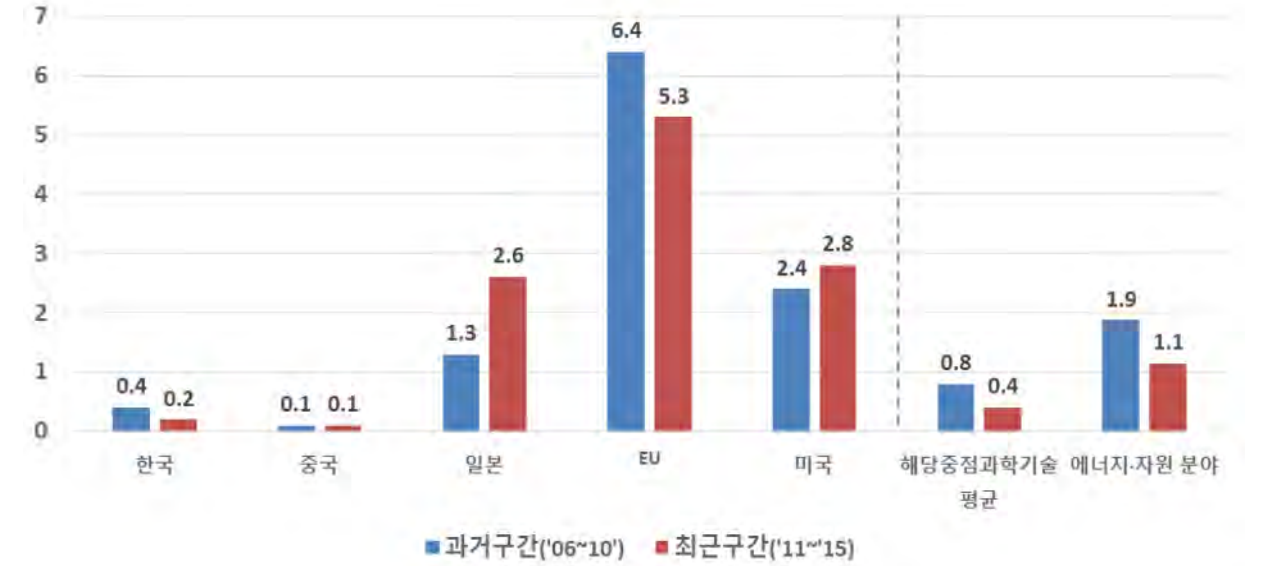
● ICT기반 자원 개발·처리 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 19.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	134	160	294	19.4%
중국	797	3,365	4,162	322.2%
일본	123	168	291	36.6%
EU	57	94	151	64.9%
미국	169	145	314	-14.2%
전체	1,280	3,932	5,212	207.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

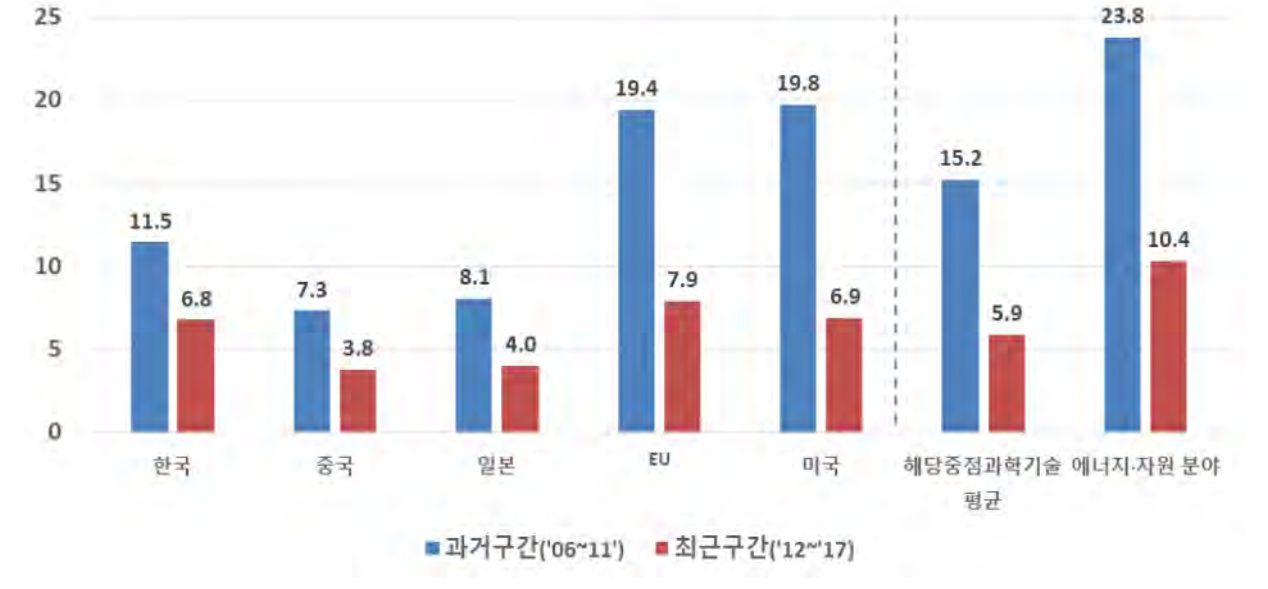


● ICT기반 자원 개발·처리 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

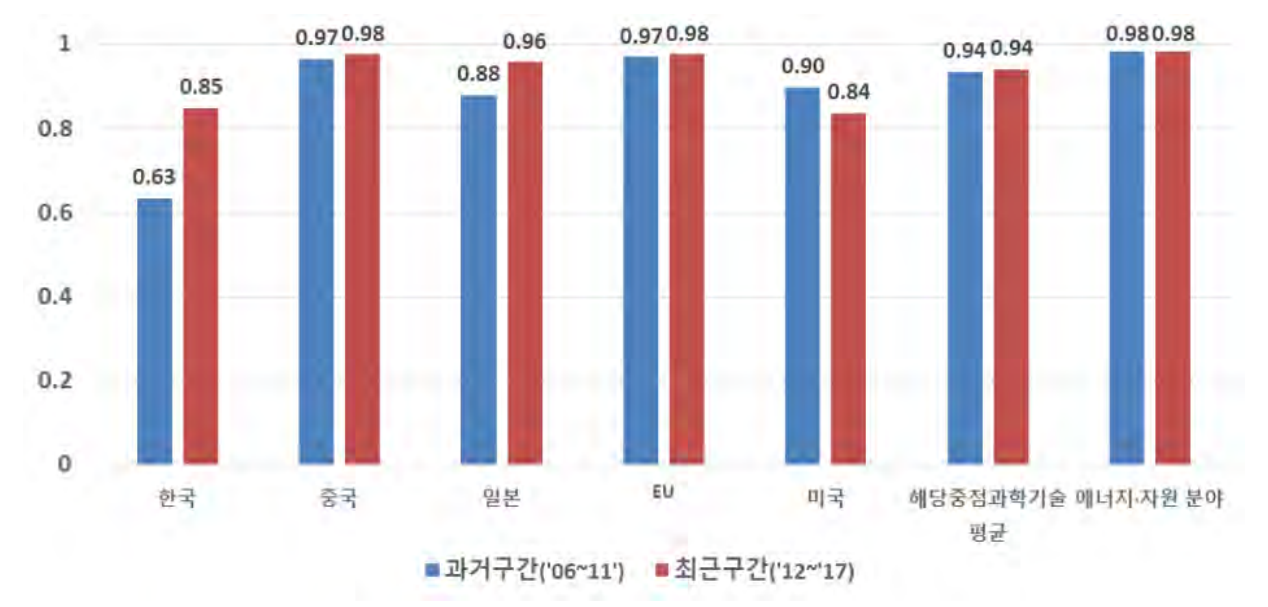
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



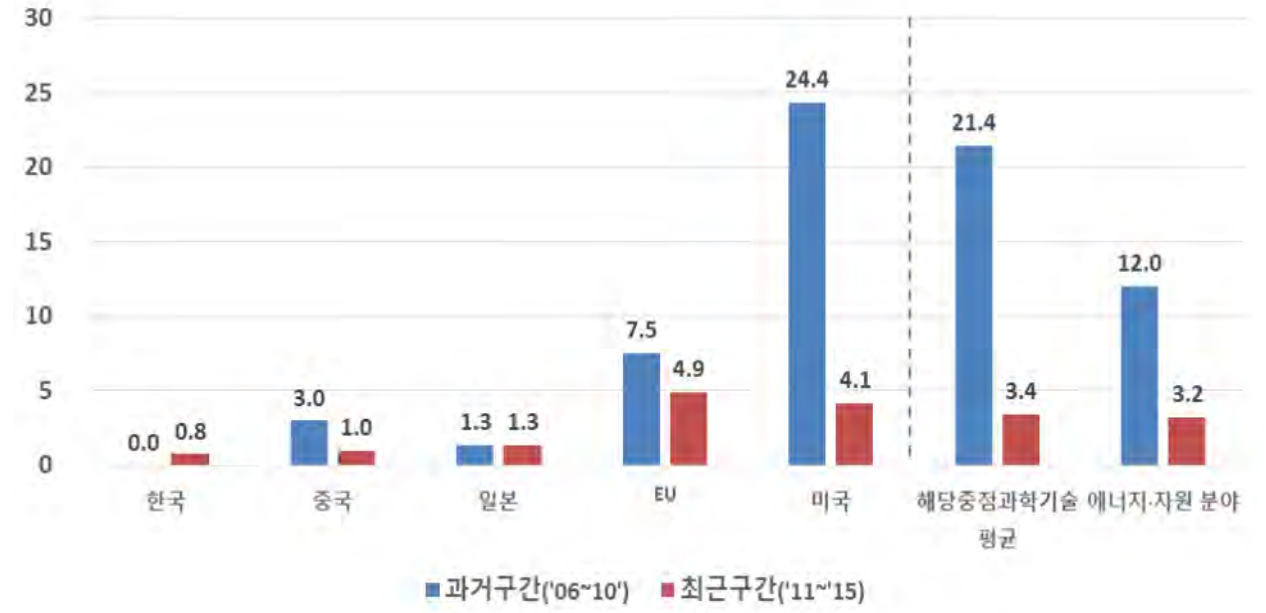
● ICT기반 자원 개발·처리 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



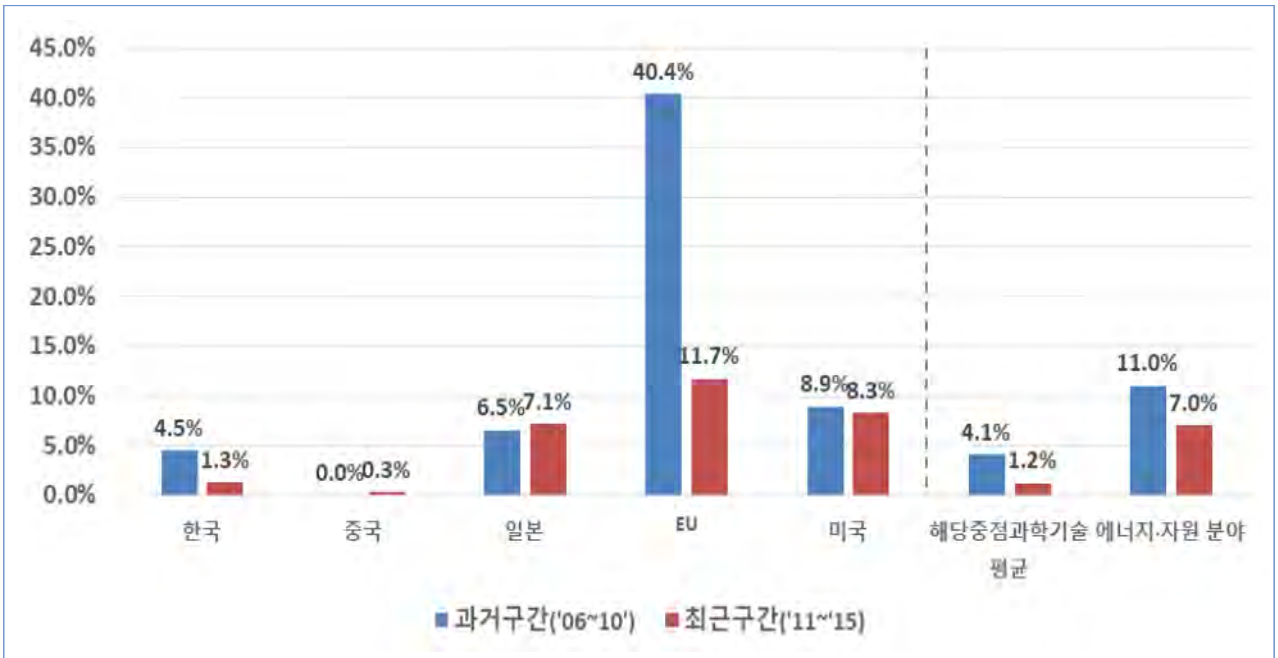
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



● ICT기반 자원 개발·처리 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● ICT기반 자원 개발·처리 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- ICT기반 자원 개발·처리 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

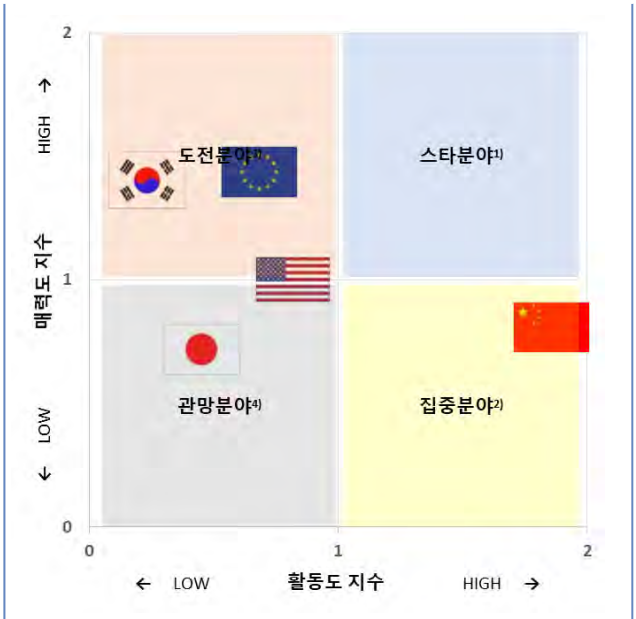
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

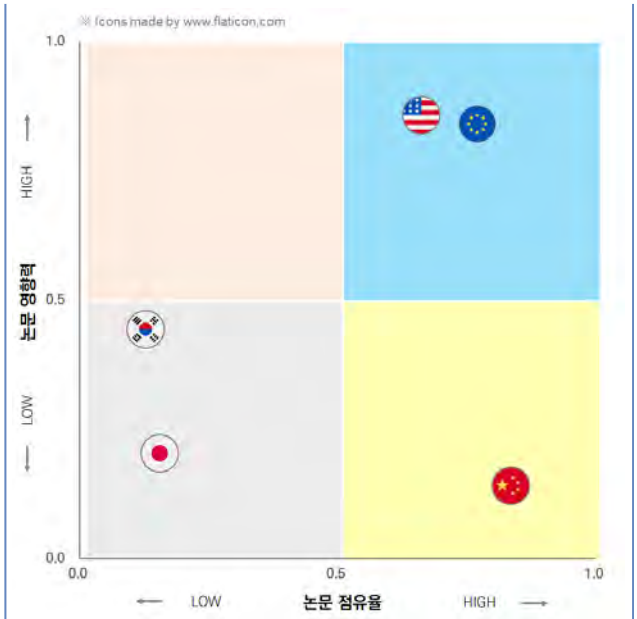
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● ICT기반 자원 개발·처리 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

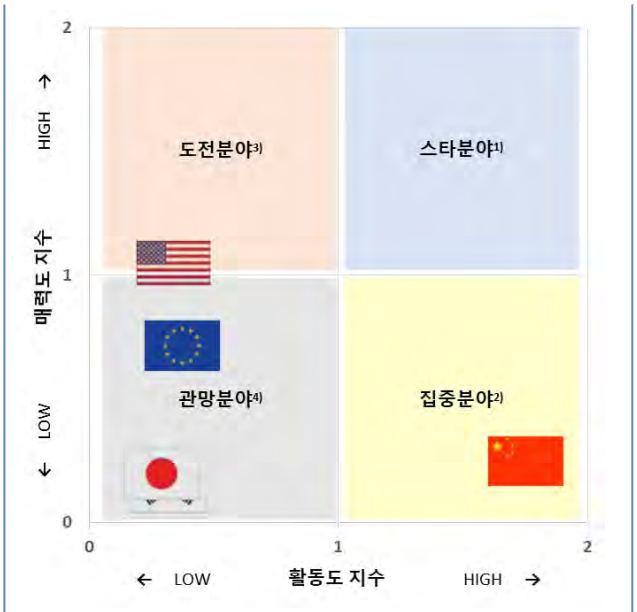


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

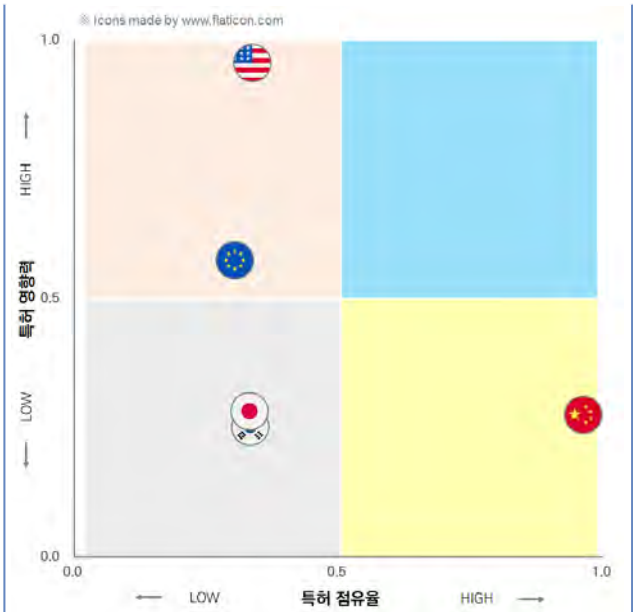
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● ICT기반 자원 개발·처리 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 중국의 'CENTRAL SOUTH UNIVERSITY(1.37%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 8.33%(글로벌 점유율은 0.19%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	중국	3.88%	1.37%	106.90%
2	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	중국	3.18%	1.13%	35.48%
3	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING	중국	1.61%	0.57%	108.33%
4	CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES	중국	1.35%	0.48%	144.44%
5	XI'AN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	1.18%	0.42%	45.45%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	8.33%	0.19%	0.00%
2	KOREA INSTITUTE OF GEOSCIENCE AND MINERAL RESOURCES (KIGAM)	4.17%	0.09%	-80.00%
3	HANYANG UNIVERSITY	3.47%	0.08%	300.00%
4	SEJONG UNIVERSITY	2.78%	0.06%	200.00%
5	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.78%	0.06%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	3.88%	1.37%	106.90%
2	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	3.18%	1.13%	35.48%
3	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING	1.61%	0.57%	108.33%
4	CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES	1.35%	0.48%	144.44%
5	XI'AN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.18%	0.42%	45.45%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE	4.49%	0.19%	0.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	4.49%	0.19%	-66.67%
3	RESEARCH CENTER FOR MATERIAL CYCLES AND WASTE MANAGEMENT	2.25%	0.09%	-100.00%
4	STEEL RESEARCH LABORATORY	2.25%	0.09%	100.00%
5	KYOTO UNIVERSITY	1.87%	0.08%	-33.33%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	0.68%	0.22%	266.67%
2	LULEÅ UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.68%	0.22%	500.00%
3	RWTH AACHEN UNIVERSITY	0.59%	0.19%	0.00%
4	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.54%	0.17%	20.00%
5	UNIVERSITY OF MANCHESTER	0.54%	0.17%	-16.67%

6 미국

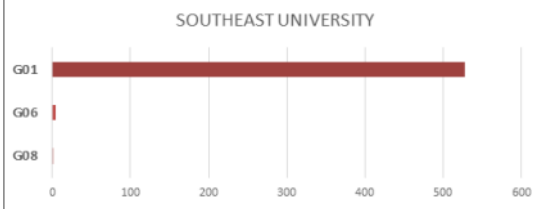
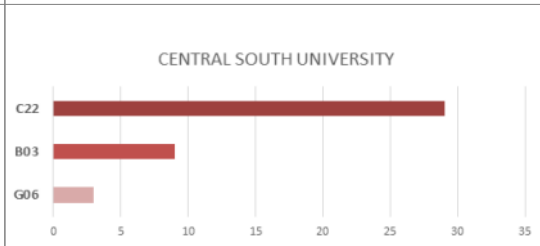
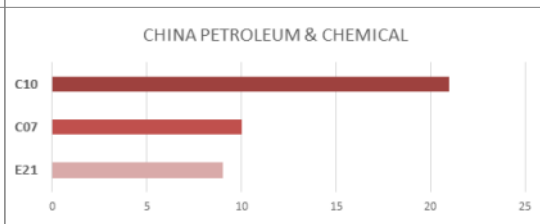
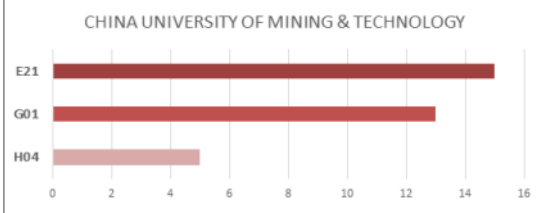
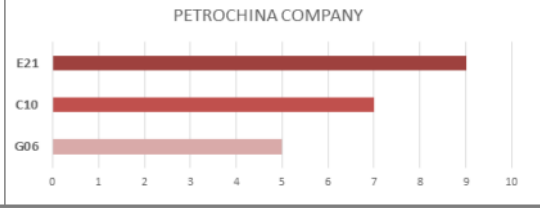
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.04%	0.28%	25.00%
2	TEXAS A AND M UNIVERSITY	0.93%	0.25%	-40.00%
3	WEST VIRGINIA UNIVERSITY	0.93%	0.25%	-40.00%
4	OREGON STATE UNIVERSITY	0.93%	0.25%	-22.22%
5	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.75%	0.20%	60.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'SOUTHEAST UNIVERSITY(10.26%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '포스코'가 6.12%(글로벌 점유율은 0.35%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SOUTHEAST UNIVERSITY'는 G01(광학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유하였고, '포스코'는 C22(합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

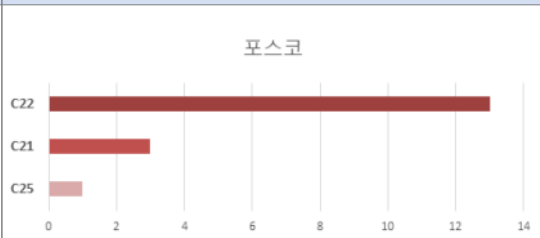
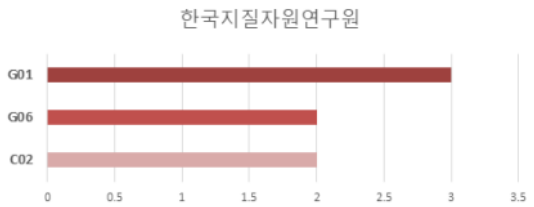
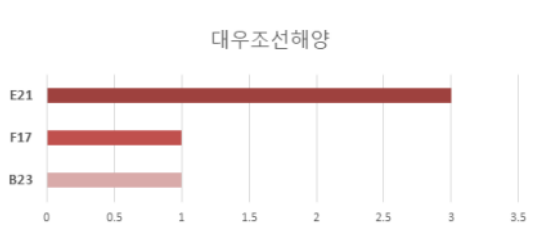
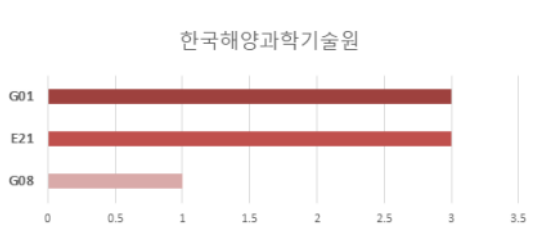
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOUTHEAST UNIVERSITY	중국	12.85%	10.26%	26550.00%
2	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	중국	1.56%	1.25%	125.00%
3	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	중국	1.42%	1.13%	390.00%
4	CHINA UNIVERSITY OF MINING & TECHNOLOGY	중국	1.27%	1.02%	1125.00%
5	PETROCHINA COMPANY	중국	0.96%	0.77%	371.43%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
2		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B03	액체에 의한 또는 풍력테이블 또는 지그에 의한 고체물질의 분리; 자기 또는 정전기에 의한 유체 또는 고체물질로부터 고체물질의 분리; 고압전계에 의한 분리
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C07	유기화학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		H04	전기통신기술
5		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	포스코	6.12%	0.35%	250.00%
2	한국지질자원연구원	4.08%	0.23%	200.00%
3	대우조선해양	3.74%	0.21%	75.00%
4	삼성중공업	2.72%	0.15%	66.67%
5	한국해양과학기술원	2.38%	0.13%	600.00%

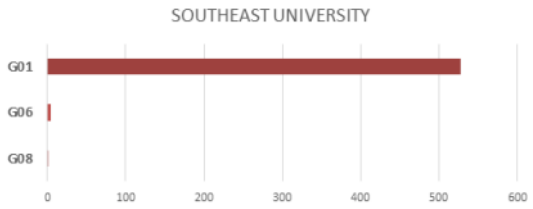
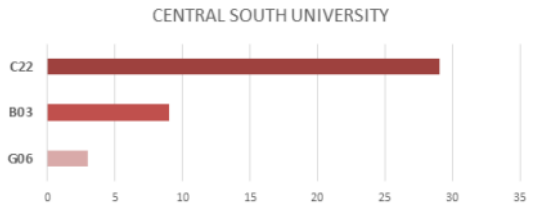
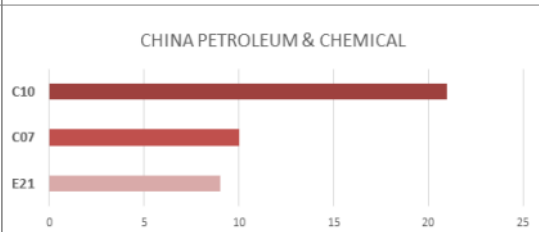
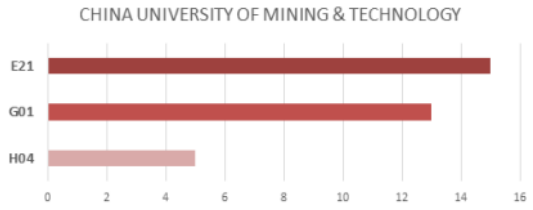
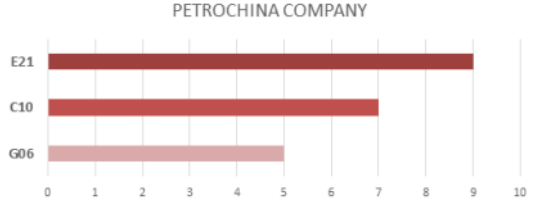
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철 야금
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
2		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		B07	고체상호의 분리; 선별
		–	–
5		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G08	신호

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SOUTHEAST UNIVERSITY	12.85%	10.26%	26550.00%
2	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	1.56%	1.25%	125.00%
3	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	1.42%	1.13%	390.00%
4	CHINA UNIVERSITY OF MINING & TECHNOLOGY	1.27%	1.02%	1125.00%
5	PETROCHINA COMPANY	0.96%	0.77%	371.43%

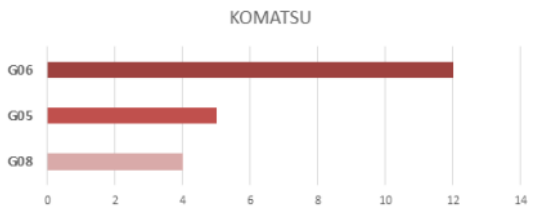
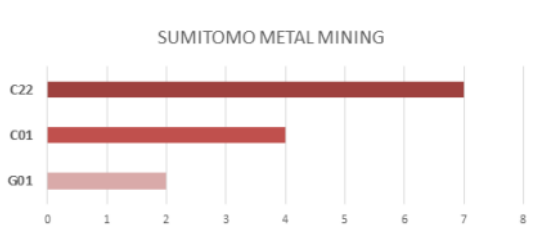
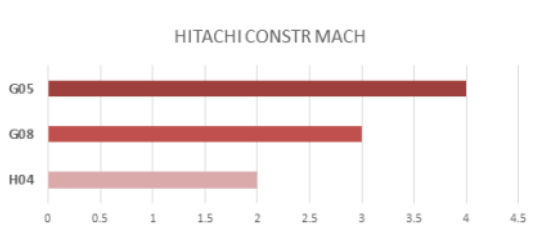
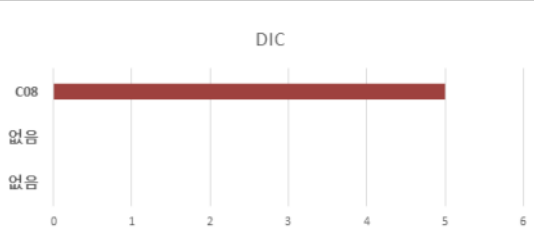
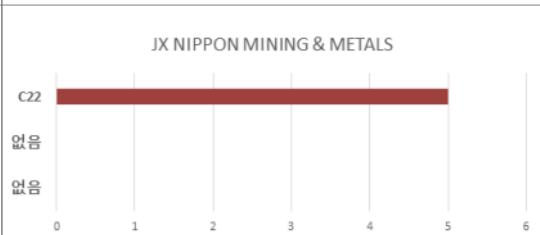
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
2		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B03	액체에 의한 또는 풍력테이블 또는 지그에 의한 고체물질의 분리; 자기 또는 정전기에 의한 유체 또는 고체물질로부터 고체물질의 분리; 고압전계에 의한 분리
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C07	유기화학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		H04	전기통신기술
5		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KOMATSU	9.62%	0.54%	1200.00%
2	SUMITOMO METAL MINING	5.15%	0.29%	175.00%
3	HITACHI CONSTR MACH	4.47%	0.25%	1100.00%
4	DIC	1.72%	0.10%	-75.00%
5	JX NIPPON MINING & METALS	1.72%	0.10%	300.00%

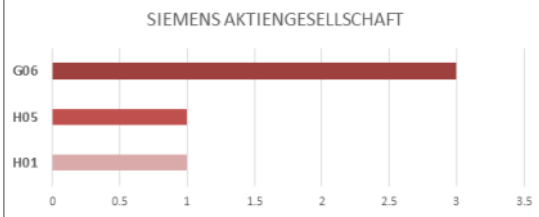
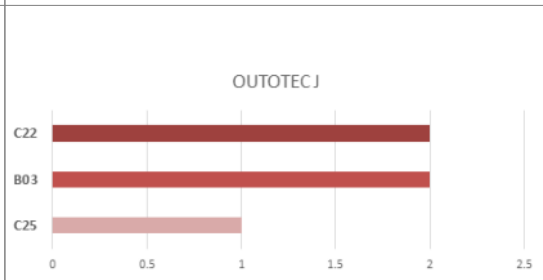
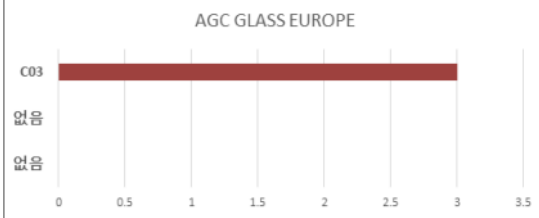
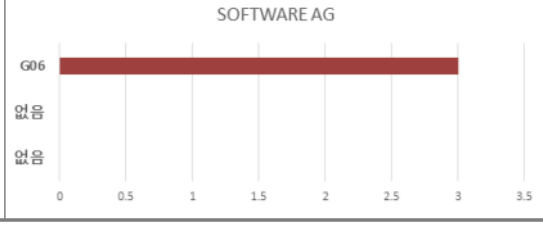
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		G08	신호
2		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C01	무기화학
		G01	광학
3		G05	제어; 조정
		G08	신호
		H04	전기통신기술
4		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
		-	-
5		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		-	-
		-	-

5 EU

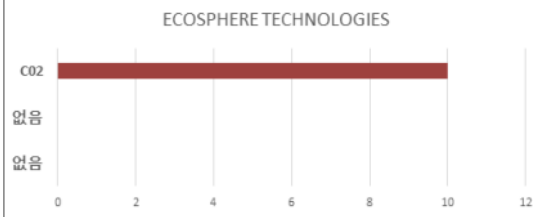
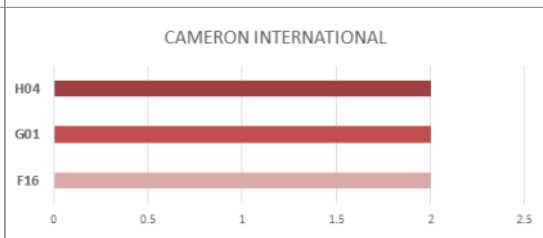
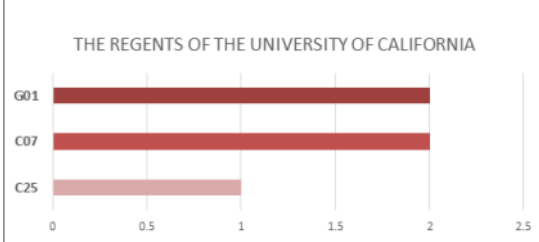
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	3.97%	0.12%	100.00%
2	OUTOTEC J	3.31%	0.10%	400.00%
3	AGC GLASS EUROPE	1.99%	0.06%	-50.00%
4	NUOVO PIGNONE SPA	1.99%	0.06%	-100.00%
5	SOFTWARE AG	1.99%	0.06%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H01	기본적 전기소자
2		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		B03	액체에 의한 또는 풍력테이블 또는 지그에 의한 고체물질의 분리; 자기 또는 정전기에 의한 유체 또는 고체물질로부터 고체물질의 분리; 고압전계에 의한 분리
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
3		C03	유리; 광물 또는 슬래그울(Slag Wool)
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F23	연소장치; 연소방법
		F02	연소기관
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ECOSPHERE TECHNOLOGIES	3.18%	0.19%	50.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	3.18%	0.19%	-57.14%
3	CAMERON INTERNATIONAL	2.23%	0.13%	33.33%
4	ACCESS BUSINESS GROUP INTERNATIONAL	1.91%	0.12%	400.00%
5	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.59%	0.10%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		-	-
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
3		H04	전기통신기술
		G01	광학
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
4		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-
		-	-
5		G01	광학
		C07	유기화학
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치

91 이산화탄소 포집·저장·이용 기술



91 이산화탄소 포집·저장·이용 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 고농도 O_2 및 저농도 CO_2 조건 천연가스 발전소 및 온도·압력·가스 조성별 다양한 산업공정 조건에서 혁신성 있는 적정 연소전·중·후의 포집기술
- ☑ CO_2 전환 미세조류를 활용한 바이오매스와 포집기술의 결합을 통해 음(-)의 배출 달성하고, 고부가가치의 CO2 리파이너리 기술 개발
- ☑ CO_2 저감효과를 극대화할 수 있도록 잉여전력을 활용한 물분해 제조 수소 및 수소화반응을 통한 유용물질 제조 기술
- ☑ 대량의 CO_2 처리를 위해 지중저장된 CO_2의 거동·누출 모니터링 기술, 저장능 향상 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

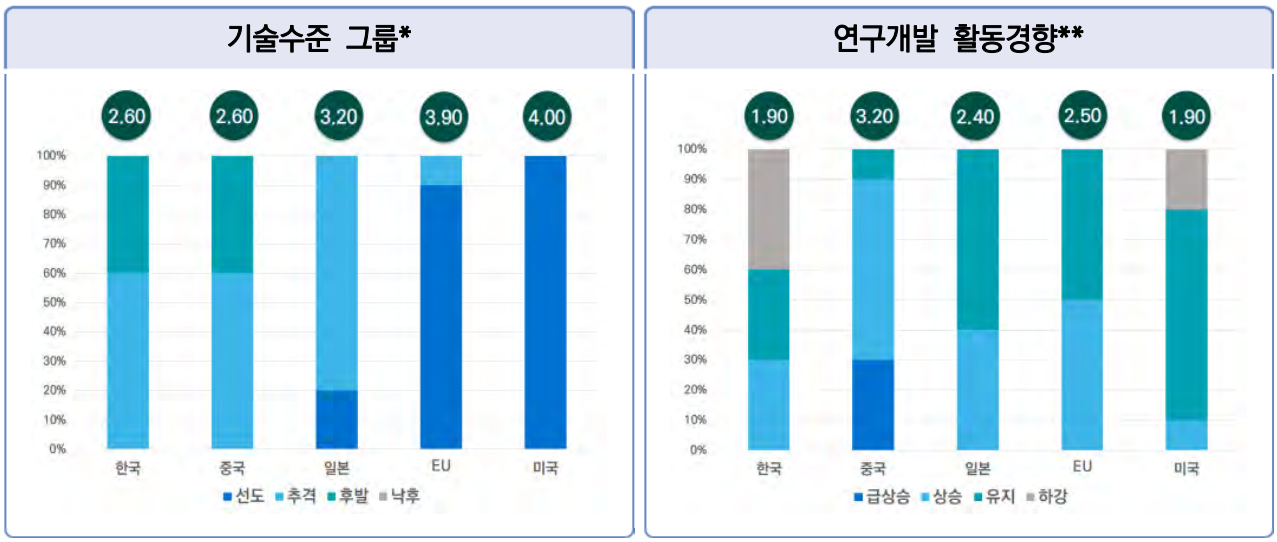
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	5.0	추격	보통	보통	유지
중국	80.0	4.5	추격	우수	우수	상승
일본	90.0	2.0	추격	우수	우수	유지
EU	95.0	0.8	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	5.0	80.0	77.0	85.0	4.8	5.0	4.0	5.0	1.0
중국	80.0	4.5	80.0	75.0	85.0	4.7	4.5	3.5	5.0	1.9
일본	90.0	1.8	90.0	90.0	92.0	3.8	2.0	1.5	3.0	1.1
EU	95.0	0.8	95.0	95.0	98.0	2.4	0.8	0.5	1.0	0.5
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

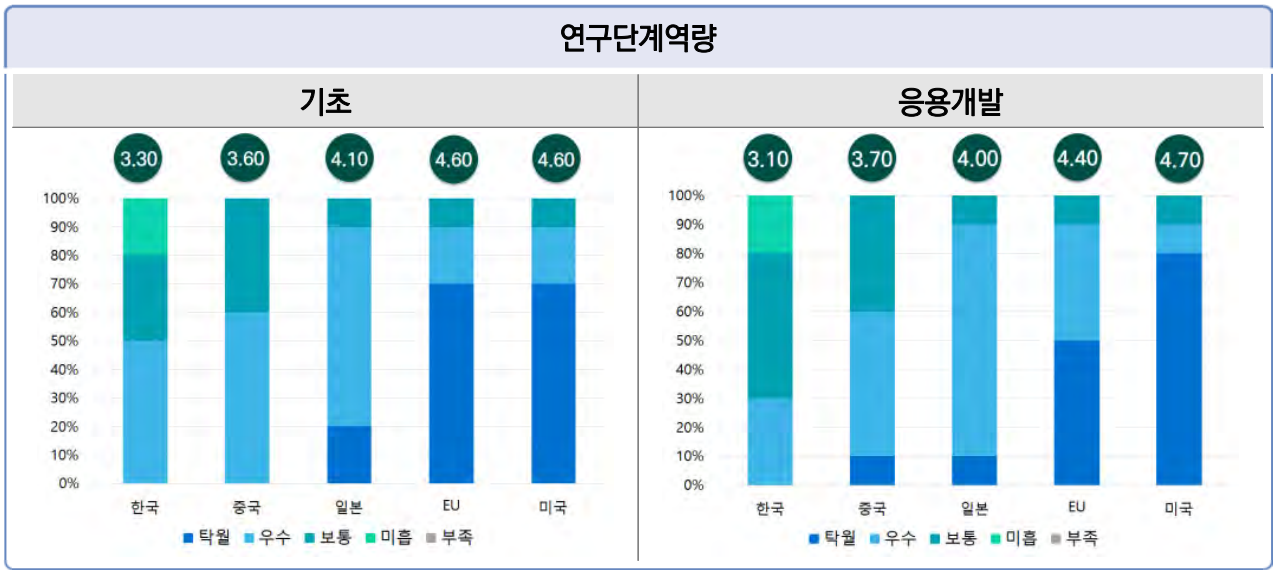
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 산발적 연구개발과 실험실 수준 실험 • 습식 및 건식 포집기술로 석탄화력발전소 10MW급을 설치 및 운영 • 상용화 규모로의 추가적인 기술개발과 저장, 전환 및 이용 관련 기술개발 필요 • 포집 분야에서는 선두권을 추격하고 있으나, 저장, 전환 분야에서는 큰 두각을 나타내지 못함 • 정부의 지원이 크지 않으며, 기업체에서는 관련 연구에 대한 관심이 크지 않음 • CO2 포집, 활용 분야는 선도그룹 국가의 기술격차가 크지 않은 상황이지만 대규모 해양 지중저장/모니터링 분야는 기술격차가 매우 큼 • 육상에서 소규모-중규모 지중저장/모니터링 프로젝트를 수행 중에 있지만 해양 지중저장-모니터링 프로젝트를 준비 • 포집 및 저장 중규모 실증의 수행으로 기술 경험의 축적 과정에 있어 기술적으로 추격 중 • 포집 기술에서 선도 기술로 도약하기 위해 노력 중 • 영일만 해상 플랫폼에서 CO2 주입시험 성공을 통한 지중저장 기술 수준 향상 • 최고기술을 모방한 자국 내 연구 수행 및 일부 기술 개선
중국 (80.0%)	• 연구개발 정립단계 • 세계 학회에서 CO2 포집 및 저장관련 중국 연구자들의 연구발표가 많이 증가함 • 최근 중국 내외에서 기업 활동 시 환경오염발생에 대하여 엄격한 규제를 시행하는 추세로 볼 때, 온실가스 감축을 위한 기술개발 추진동력을 갖출 것으로 전망 • 다양한 포집기술 및 이용기술 개발에 박차를 가하고 있음 • 많은 대규모 CCS 현장을 계획하고 있고 몇몇 프로젝트는 2년 내로 운영을 목표함. 심각한 대기 오염으로 관련 연구도 매우 활발 • MHI 등의 포집 실증/상용화가 가능한 기업체 보유 전환관련 기초 원천 기술 보유 (다수 대학교) • CO2 포집, 활용 분야는 선도그룹 국가의 기술수준과 비슷하며 지중저장/모니터링 분야는 기술격차가 매우 큼 • 육상 및 연안 소규모 지중저장/모니터링 프로젝트를 수행하다 현재 중단된 상태이며, 대규모 해양 지중저장-모니터링 프로젝트는 미수행 • 저장 분야에 석유가스 개발 경험으로 추격 중이며 EOR 활용 여건이 좋음 - 포집 및 활용 분야에서도 자본력과 시장을 무기로 추격 중 • 대규모 CO2-EOR 프로젝트를 통한 저장 기술 추격 • 최고기술을 모방한 자국 내 연구 수행 및 일부 기술 개선
일본 (90.0%)	• 지속적인 연구개발과 실증 시작 • CCS Full Chain을 실증하고 있으나, 상용급 포집설비 실증을 위해 추가적인 연구개발 필요 • 주로 소규모 CCS 현장을 운영한 경험 보유 • 현재 Tomakomai 대규모 CCS 현장 실증 단계에 있음 • 석탄화력 다수 보유로 인한 국가적 차원에서의 CCUS 연구 지원 • 세계 최대 최고 수준의 인력풀을 지녔고, 실증에서부터 기초원천까지 다루고 있음 • 포집 분야에서 세계 최고 수준 유지 • 저장 및 활용 분야에서 포집 기술에 비해 미흡하지만 추격 중

국가 (기술수준)	판단근거
EU (95.0%)	• 지속적인 연구개발과 실험실 규모 실증 • 미국과 더불어 기업에 의한 기술수요 기반 우수 • CO2 광물화와 관련해서는 유럽국가 연구자들이 연구를 선도함 • EU에 의해 시작한 온실가스 감축정책을 지속함으로써 장래에 기술개발 수준이 미국을 앞설 것으로 전망 • TCM 설비 활용 포집기술 및 신재생에너지 활용 전환기술개발 주도 • 유럽 몇몇 국가에서 CCS 현장 운영. CCS 현장 자료를 바탕으로 유럽 국가 컨소시엄에서 연구를 활발히 진행 • 포집 실증 센터 보유 영국을 포함한 CCUS 연구 그룹 다수 포진 • 저장 및 전환 기술 선도
미국 (100%)	• CO2 포집 및 저장기술을 CO2 저장의 측면 뿐 아니라 전통적인 석유시추 산업과 연계하여 실행하고 있으므로, 꾸준한 기술수요 기반이 갖추어져 관련 연구개발 수준을 향상시킬 수 있는 산업여건 우수 • 기업주도의 연구개발 활발 • 여전히 미국 정부는 CO2 발생 감축을 위해 CO2의 광물화-유용자원회수가 동시에 가능한 기술개발을 독려하고자 벤처기업 설립과 운영 자금 지원 • 페트로노바 발전소에 습식 포집기술로 상용급인 240MW 기술 적용 • 현재는 CCS를 접목한 상용 프로젝트들이 주로 연구 됨 • 오랜 오일 생산 경험 바탕으로 CCS 현장 적용 및 운영에 주도적 역할 • 실증 수준에서부터 기초원천기술까지 전 분야 세계선도 • 정부와 관련 기업의 지속적인 투자로 인해 CO2 포집 양과 효율성이 상용화 수준에 도달 • 중규모(10만 톤급) 해양 지중 저장 및 모니터링 프로젝트를 수행 중이며 관련 논문이 상위 저널에 발표됨 • EOR 프로젝트와 연계를 통해 부족한 경제성 보완 • 상용급 포집기술 확보

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 습식 및 건식 포집기술은 10MW 설비를 설치 운영하기 때문에, 두 설비를 테스트 설비로 활용 가능 • 기초 연구는 세계 최고 수준에 어느 정도 도달 • 포집 실증연구(10MW) 2개 사이트 보유하고 나머지는 실험실~파일롯 수준의 장비 • 포집 및 활용분야의 기술, 연구 인력과 인프라 구축 수준은 상당히 높은 편이며 관련 업체의 참여 가능성이 크기 때문에 향후 발전 가능성이	• 이산화탄소 포집, 전환, 이용 기술 관련 연구개발이 축소되는 추세 • 향후 기술력 확보를 위해서는 다양한 포집, 전환, 이용기술에 대한 투자 필요 • 국내실정에 적용 가능한 연구에 집중 투자 필요. 나머지 연구는 대형화 대신 기초 원천 기술 발굴에 초점을 맞추어야 함 • 전체적으로는 연구 및 지원 인력의 수준이 높지 않으며, 그마저도 매우 부족한 상황

국가	강점분야	기타
	매우 높음 • 최근 5년 동안 포집 분야 10MW급 실증, 저장 분야 해상 플랫폼에서 주입시험 성공 등을 통해 기술력 제고, 향후 포집-저장 통합 실증 기초 인프라 확보 • 연구자 개별 능력이 뛰어남 • 해외저널 논문게재 및 특허 등록이 연구과제의 성과와 연구자 개인능력 평가의 잣대이므로 연구개발 수준 향상을 위한 동력 갖춤 • 포집 및 저장 분야 기술 추격 중 • 활용분야는 실증단계 진입 중 • 오랜 CCS 대형과제 유지	• 체계적 지원 미흡 • 포집과 저장 기술의 불균형 • 저장 및 모니터링 분야는 원천기술 확보와 경험이 미비하여 국외 기술 및 경험 의존도가 높음 • 포집-저장 연계 통합 프로젝트 추진 미흡 • 정부 부처별 유연한 협조가 미흡 • 단기의 대형과제 중심의 예산편성으로 체계적 연구개발 어렵고 단기성과 창출 중심의 연구개발 • 담합으로 세부과제 편성, 불필요한 연구 수행 • 정책 일관성 결여: 최근 지진에 의해 CO2저장 사업 주춤(대용량 감축은 저장에 의해서만 가능함을 간과) • CO2 감축 관심이 발전소, 제철, 시멘트산업에만 치중: 관심 산업 분야 확대와 보다 강력한 규제 필요 • CCS 실증 프로젝트 중단 이후 CCS 관련 기술, 정책, 인프라 모든 면에서 답보 상태 • 실증연구에 대한 지속적 투자 미흡
중국	• 관련 연구에 대한 지원을 확대하여 논문 및 특허 등의 건수가 급격히 증가 • 대규모 포집 및 다양한 전환기술에 대한 지원 강화 • 정부주도로 연구를 수행하고 있으며, 산-학-연이 잘 조화가 되어 최고수준의 연구결과 도출 • 세계 최고 수준의 연구 인력을 보유하고 있으며, 연구, 운영, 지원인력의 수가 매우 많음 • 최근 실증 연구에 대하여 큰 진보가 있었으며, 연구 인프라는 과거부터 계속 세계 최고 수준임 • 선도그룹과의 공동연구가 매우 활발함 • 대규모 CO2-EOR 프로젝트 추진을 통한 CCS 기술 개발 활동 상승 • 중국정부가 환경오염에 많은 관심을 갖는 만큼 온실가스 감축에 대해서도 많은 정책적 지원이 따를 것으로 예상 • CO2 저장을 비롯하여 다양한 CO2 저감 기술이 시현될 수 있는 넓은 국토와 지리적/지형적 여건을 갖춤 • EOR 분야 기술개발 강점 • 시장이 크기 때문에 활용분야 강점 • 정부의 드라이브로 CCUS 관련 연구수가 크게 증가함	• 기술수준 개발 정체 • 저장 및 모니터링 분야는 원천기술 확보와 경험이 미비하여 국외 기술 및 경험 의존도가 높음 • 상대적으로 취약한 지재권 보호정책 탓에 기술개발 노력 느슨할 수 있음 • 실증 연구는 앞으로 강세 전망 • 보통의 기초기술력

국가	강점분야	기타
일본	• CCS Full-Chain 실증 연구 진행 • 혁신 흡수제 연구 추진 • MHI등의 실증/상용화 기업 보유 • 세계 최고 수준의 인력 보유 • 다수의 실증사이트 보유. 포집은 기업체, 전환은 대학을 중심으로 연구 인프라 구성 • 토마코마이 CCS 프로젝트 가동으로 저장 및 포집 기술 개발 활동 및 성과 두드러짐 • JCCS를 통한 상업적 규모 프로젝트 수행 체계 탁월 • 자국 내 CO2 저장소가 희귀함에도 불구하고 관련 연구가 오랜 시간 지원되어 상당한 기술력을 갖춤(특히 포집분야) • 지진이 빈번함에도 불구하고 저장을 위한 정부 투자 유지 • 포집 기술 분야 기술개발 역량 강점 • 저장 및 활용 분야 기술개발 보완 중 • 소규모 CCS 현장에 쌓은 경험을 바탕으로 해상 대규모 프로젝트 현장 실증 단계	• CCUS에 대한 연구 지원이 증가하지 않음 • 대학위주의 연구가 많음 • 지원의 부침 • 지중저장 및 모니터링 분야는 다른 선도그룹의 국가에 비해 기술수준이 떨어짐 • 일본의 지질학적 특성으로 CO2 저장관련 정책이 변화될 가능성 • 실증연구는 아직 미흡
EU	• 산업부문 포집과 전환기술 연구 활발 • 이산화탄소 감축에 대한 의지가 강력함 • 신재생에너지원 활용 Power-to-X 과제에 대한 투자 확대 • EU 및 글로벌 기업체의 연구지원을 통해 세계 최고 수준의 연구 수행 중 • 실증 연구를 동시에 수행할 수 있는 사이트를 여러 개 보유하며 대학을 기초로 한 기초연구 인프라도 세계 최고 수준 • 상용화와 가까운 대규모 포집, 해양지중저장, 모니터링 프로젝트를 수행, 성공하여 많은 경험과 기술이 축적됨 • 유럽 메이저 석유회사들과의 연계, 협력을 통해서 관련 원천 기술 및 응용 기술을 확보하고 있으며 메이저 석유회사에 축적된 경험과 기술은 바로 상용화에 활용 • 전환 중심의 연구과제 및 상업화에 집중 • 기술력이 뛰어난 국가 간 공동 대응 가능 • 개방적 연구 환경(다양한 시각으로 연구개발 수행 가능): 아이슬란드 Carbfix 예와 같이 CO2 저장과 광물화 공동연구, 조류 활용 등 • 저장 및 활용 기술 개발 분야 강점	• 영국을 포함하면, EU의 연구개발수준은 아직은 미국과 견줄 만 함 • 현상만 유지 • 국가별로 관련 정책이 다르기 때문에 관련 프로젝트의 진행이 더딤 • 지중저장에 따른 환경 영향의 관심이 매우 높아서 진행속도가 매우 더딤 • 신재생 에너지로의 정책변화로 온실가스 감축 분야가 상대적으로 위축 가능 • 응용 확대 일로

국가	강점분야	기타
미국	• 상용화규모의 포집설비 운영 • 혁신 R&D의 지속저인 추진 • 정부, DOE, EPA 및 각종 기업체 연구지원을 통해 세계 최고수준의 연구 수행 중 • 실증 연구를 동시에 수행할 수 있는 사이트를 여러 개 보유하고 기초연구 인프라는 단연 세계 최고 수준 • 포집, 활용, 저장 모든 분야의 기술, 연구인력, 인프라가 최상위 수준으로 잘 갖춰짐 • 메이저 석유회사들과의 연계, 협력을 통해서 관련 원천 기술 및 응용 기술을 확보하고 있으며 메이저 석유회사에 축적된 경험과 기술은 바로 상용화에 활용되는 수준 • 다양한 시나리오와 규모를 고려한 CCS 프로젝트를 폭넓게 수행 중 • 기업에 의한 기술수요층이 두터움 • CO2 저장에 유리한 지질학적 여건을 갖춤(저장 부지선정 유리) • 연구개발을 돈을 벌기 위한 투자가 아닌 국가안보를 지키는 차원에서 투자. 따라서 장기적이고 과정을 중시하는 연구 수행 가능 • 저장 및 활용 기술 개발 분야 강점 • 오랜 석유 개발 경험 축적으로 모든 면에서 다른 나라에 비해 앞서 있음	• 적용 가능한 연구에 우선순위를 두고 있음 • 다양한 원천기술에도 세계 최고 수준 유지 • 현상만 유지 • 기후협약 탈퇴 이후 정부 관련 정책이 정체되어 있는 상황이어서 관련 학계, 산업체 등의 연구비 조달 및 상용화 투자 지연됨 • 트럼프 정권하에서 CCS 프로젝트 지속 여부 불투명 • 트럼프 정부의 정책으로 온실가스 감축을 위한 투자 감소 • 정부 정책 변화와 파리 기후 협약 탈퇴로 이전 정권에 비해 관련 연구 개발 속도가 더뎌짐 • CCS 인식의 약화에 따른 지속적 연구 의문 • 연구개발 투자비는 보고서 열람비 등으로 회수 (국내에서는 해외 논문과 특허를 독려하므로, 정부예산으로 창출한 모든 기술이 전 세계에 무료로 공개되는 것과 대비 됨)

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	3위	2위	5위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내연구원간 지나친 경쟁 때문에 협업이 안 되고 있어 이를 완화할 수 있는 평가기준 필요 • 국내 산학연의 협력 촉진. 현재는 학계와 연구계에서만 큰 관심을 갖고 있으나 전력사, 에너지 관련기업 및 대기업에서 드라이브를 걸어주어야 학계, 연구계도 탄력을 받을 수 있음 • 포집-수송-저장-활용 분야 간 긴밀한 협력 활성화 • 대규모 CO2 지중저장을 통한 국가 온실가스 감축 목표 달성을 실현하기 위해 국내 대륙붕 탐사자료를 보유하고 있는 유관기관(석유공사, 한국지질자원연구원, 한국해양과학기술원)의 협력 절실. 대규모 저장소 확보는 범정부 차원에서 유관기관이 컨소시엄을 구성해서 추진하도록 유도하는 것이 바람직. 최소한 2022년까지 대규모 저장소 확보가 가능하도록 정부 주도의 협력체 구성 요망

	정책제언
	• 다양한 기술의 체계적 국가 관리와 전문가 풀 구축 • 다수의 과제를 정부 분야별로 따로 추진되고 있는 것을 통합하여 기술별로 묶어서 추진하는 것이 효과적이고 국내 연구단 간의 교류확대 필요 • 이산화탄소 주입은 진유발과의 관련성에 대한 외국 사례 분석 공유
국제협력 촉진	• 해외 선진기술을 도입하는 것은 필요하나, 지나치게 장려하는 국제협업은 국내 세금으로 이루어낸 연구개발기술을 해외에 무상으로 제공하는 것과 같음. 해외 연구자에게 지급된 연구개발비가 국내 기술개발 수준향상에 어떠한 기여를 했는지 제대로 평가 필요 • 한국이 지중저장과 관련하여 중규모 이상으로 실증을 수행한 적이 없기 때문에 대규모(연간 100만 톤급) 실증을 수행한 국외 기관/회사와의 협력 필요 • 노르웨이 슬라이프너 프로젝트, 일본의 토마코마이 프로젝트와의 협력을 통해 대규모 포집-저장 기술 확보 및 상용화 전략에 대한 벤치마킹
인력양성 및 유치	• 우수한 기술은 우수한 인력양성과 처우개선에서 발생함에도, 지진 때문에 연구비지급이 중단되어 지중저장 관련 연구 인력을 유지할 수 없음 • CO2 광물화 등 CO2 전환기술의 경우 관련기술을 (느슨한 규제 때문에) 기업이 도입하지 않고 있어, 학생연구인력 확보가 어렵고 비정규직 활용도 원활하지 않기 때문에 학생의 지원도 거의 없음. 사회에 반드시 필요한 기술임에도 아직 기업이 수용할 준비가 되지 않은 경우 정부의 인력 인큐베이팅 필요. 기업에 의한 인력 및 기술수요가 성장할 때까지 비정규직 법을 개선하여 연구인력 양성을 지원 필요 • CO2 지중 저장을 위해서는 탄성파, 저류공학, 암석역학, 지화학, 지질학, GIS, 정책개발 등 지하 저류층 개발과 관련된 다양한 분야의 인력이 필요하나 CO2 지중 저장과 관련된 일자리는 극히 제한되어 있어 대학과 연구소에서 인력 양성에 소극적. 영일만 CO2 지중 저장이 잠정 중단되어 관련 인력 양성은 더욱 어려워질 전망. 우리나라에서 배출된 CO2를 다른 나라에 팔기 보다는 국내 CO2 지중 저장소를 더욱 적극적으로 발굴 및 개발하여 보다 저렴하게 CO2를 처리하고 일자리 창출 필요 • 학교와 연구소에서는 이산화탄소 포집, 저장, 이용 관련 인력을 꾸준히 배출 하고 있으나, 산업계로의 진출 사례는 거의 전무하다시피 하므로 산업계에서도 관련 업무 인력양성 및 적극적인 유치 필요 • 지중저장소 평가 및 지중 거동/주입 모니터링 분야의 인력이 부족한 상황으로 중장기 인력 수급 대책 필요 • 관련 학과나 학제로 인력을 양성하기 어렵기 때문에 CCS 관련 연구 및 사업이 가능한 연구원, 공사 중심으로 신규 인력 충원과 전문성 강화를 위한 지원 필요 • 실증 파일럿 경험 전문가 육성
인프라 구축	• 인프라는 강력한 법과 제도를 시행하기 위해 정부가 제공하는 환경임에도, 아직까지 CO2 배출량 저감을 위한 인프라는 부족함. 대규모 연구개발 사업비가 하드웨어적 인프라 구축을 위해 집행되나 연구개발 사업이 대형화되어 도전적인 소규모 연구기회가 제한적 • 정부나 기업체의 적극적인 지원 하에 연구 및 실증 인프라(인적, 물적 인프라) 구축 • 지중저장소 평가 및 지중 주입 모니터링 분야에 필요한 인프라는 대부분 석유업계에서 활용되는 것으로 자체 개발한 부분과 임대 활용할 부분을 구분하여 원활한 프로젝트 수행 및 비용 절감을 하는 방향으로 진행 • 저장 및 활용 관련 인프라 부족 보강

	정책제언
법·제도 개선	• 지금처럼 CO2 배출규제가 느슨하면 정부의 연구개발 투자로 개발된 CO2 배출저감 관련기술은 결코 활용되지 않고 배출량은 계속 증가할 것. 규제가 느슨하기 때문에 기업은 CO2 배출저감 기술을 수익창출의 수단으로만 인지하므로 폐수방류기준 등과 같이 강력한 환경규제가 시행되어야 기업이 CO2 배출 저감에 참여할 것 • 이산화탄소 포집, 저장, 이용 관련 연구나 인프라 구축의 경우, 이윤창출이 발생하는 산업이 아니지만, 반드시 수행해야 하는 업무이므로 정부는 법적, 제도적 지원 및 제재를 통해 해당 기술의 수준 향상 필요 • 부족한 경제성을 보완할 수 있도록 제도적 지원 및 인센티브 정책 준비 • 대규모 CO2를 해양의 해저 지층에 주입하여 저장할 경우에 대비한 법제도 정비 및 환경영향 평가에 대한 규정 • 이산화탄소 저감 전환 기술 촉진법 제정 • 국내 이산화탄소 저장에 대한 명확한 법적 지위 확인 (예: 폐기물로 분류)
연구비 확대	• 꾸준한 연구 수행을 위해 지속적인 연구비 투자 유지 필요. CO2 배출량 저감이 가능한 다양한 기술이 있으나, 아직까지 지중저장이 빠르게 대용량 처리가 가능한 기술. 그러나 지진발생으로 연구비지급을 중단한 것은 매우 안타까움 • 영일만 CO2 지중 저장이 잠정 중단되어 관련 국책 연구들도 중단된 상태. 영일만 CO2 지중 저장 재개 유무와 별개로 중단된 연구 중 선별된 과제를 재개하면 향후 다른 저장지 개발에 대비할 수 있을 것 • 지중저장소 평가 및 지중 거동/주입 모니터링 분야는 지하 또는 해저면에서 최소 800m 깊이보다 깊은 곳의 지층을 대상으로 하여 다양한 직접/간접적인 탐사방법을 활용하게 되는데 이러한 탐사 비용이 매우 높음. 향후 저장 분야의 성공적인 수행을 위해서는 많은 연구비 확대 필요 • 저장 관련 기술개발 및 실증 연구에 대한 지원 확대 • 2030년까지 온실가스 감축 목표 달성을 위해서는 대륙붕 해저 지층에 대규모 CO2 지중저장이 필수적이며, 조기 저장소 확보를 위한 연구비 투자 필요. 대규모 포집-저장 시설 구축 기간을 고려할 때 향후 4-5년 이내에 대규모 저장소를 국내 대륙붕 포집원 인근 지역에서 확보해야하며 이를 위해 탐사/평가 시추, 정밀 3D 탐사가 국가 주도로 수행 필요
기타 의견	• CO2 지중저장 이외의 CO2 저감 기술 개발 분야에서는 CO2 저감만이 아닌 수질오염 또는 폐기물처리 등 기타 환경문제와 동시에 해결할 수 있는 기술개발 필요. 기후온난화의 심각성은 매우 위급한 상황이므로 CO2 저감기술은 지중저장 또는 전환 및 광물화 등 특정분야만을 중점적으로 추진해서는 안 됨 • 기술수준 평가 요소 기술에 지중저장지 확보 분야가 누락됨. 현실적으로 지중저장지가 확보되지 않으면 이산화탄소 지중저장을 국가적으로 진행할 수 없으므로 평가 요소 기술에 지중저장지 확보 기술 요소 추가 필요 • 이산화탄소 포집/저장 분야에서 포집량과 연계된 저장지 확보가 결정되지 않으면 국가적으로 이산화탄소 포집/저장 연구가 진행이 어려우므로 정부에서 빠른 지중저장지 확보에 관련된 기술과 연구비의 지원 필요 • CCS 분야는 포집과 저장 분야 기술이 복합적으로 적용되므로 대규모 포집-저장 실증 프로젝트를 조기에 착수하여 기술 수준 향상과 비용 절감을 동시에 실증 필요 • 범부처 사업으로 대규모 포집-저장 실증 사업이 착수될 수 있도록 정책지원과 기술개발 로드맵 제시

다 주요 분석 결과 요약

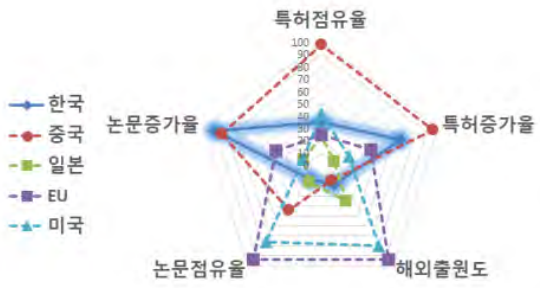
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	에너지·자원	94,581	53,909	90.6%	115.4%
해당 중점과학 기술명	이산화탄소 포집·저장·이용 기술	10,294	4,532	114.2%	110.4%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

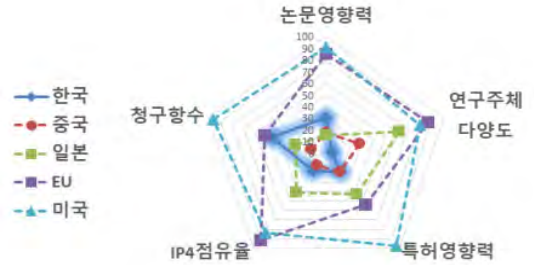
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	42.4%	43.9%	25.6	10.6
한국	5위	3위	3위	4위
	4.0%	15.4%	16.7	2.1
5개국 평균[2]	-	-	22.1	8.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

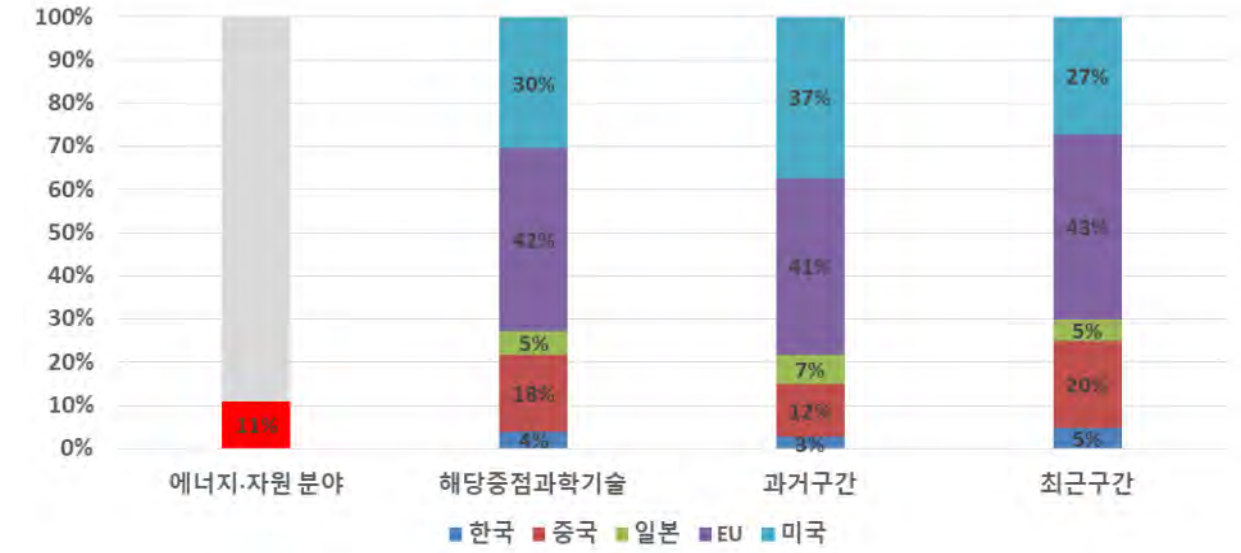
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(16.7)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(42.4%), 미국(30.4%), 중국(17.7%), 일본(5.5%), 한국(4.0%) 순이며, 논문 증가율은 한국(282.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(25.6), EU(24.3), 한국(16.7), 중국(14.7), 일본(14.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(15.4%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(2.1)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(43.9%), 미국(17.4%), 한국(15.4%), EU(11.7%), 일본(11.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(259.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(10.6), EU(5.1), 일본(4.2), 한국(2.1), 중국(2.1) 순이며, IP4 점유율은 EU(28.0%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.0%	17.7%	5.5%	42.4%	30.4%
	논문 증가율	282.4%	250.6%	54.5%	125.0%	56.3%
	논문 영향력	16.7	14.7	14.2	24.3	25.6
	연구주체 다양도	0.82	0.92	0.92	0.97	0.93
특허 분석	특허 점유율	15.4%	43.9%	11.5%	11.7%	17.4%
	특허 증가율	143.8%	259.8%	-19.7%	80.0%	29.1%
	해외출원도	0.6	0.2	1.8	6.3	4.7
	특허 영향력	2.1	2.1	4.2	5.1	10.6
	IP4점유율	4.0%	1.4%	11.5%	28.0%	24.2%
	청구항수	5.2	2.9	4.0	5.5	9.3

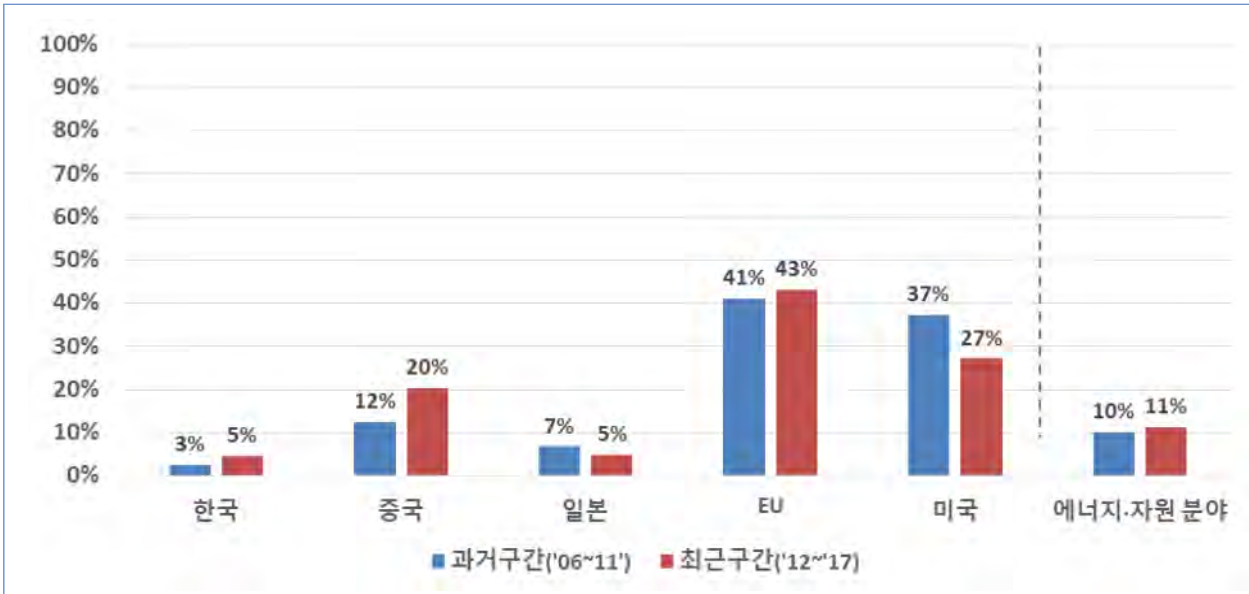
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 이산화탄소 포집·저장·이용 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 4362건으로 전체 논문의 42%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 이산화탄소 포집·저장·이용 기술은 에너지·자원 분야의 전체 논문 중에서 11%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

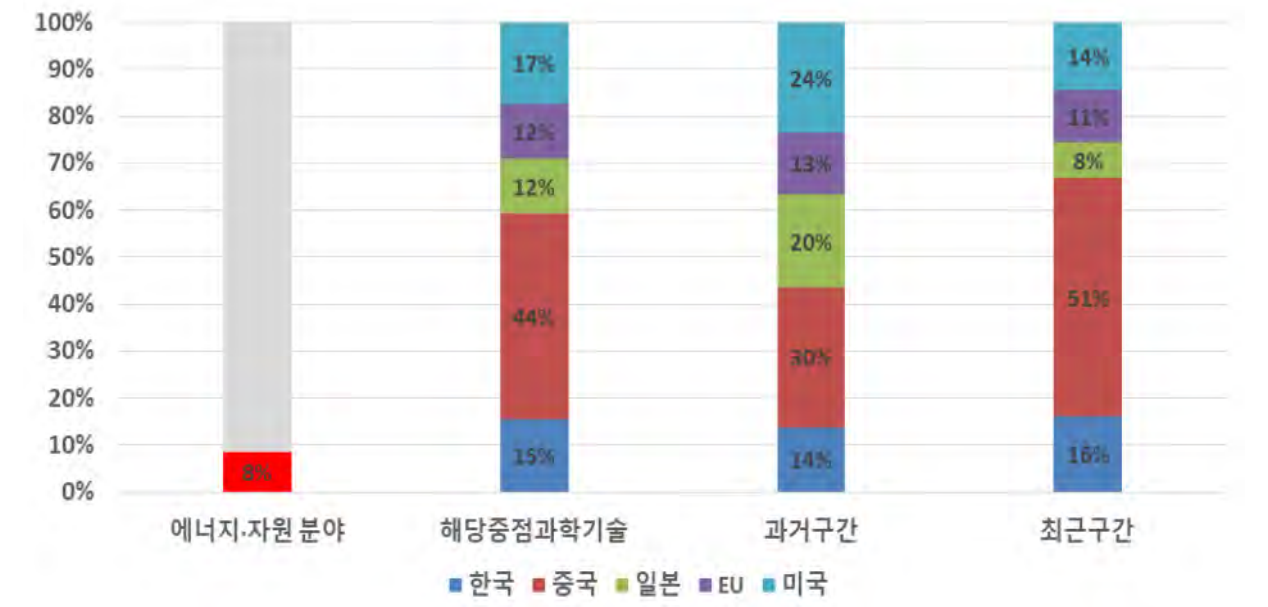


● 이산화탄소 포집·저장·이용 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 282.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	85	325	410	282.4%
중국	405	1,420	1,825	250.6%
일본	222	343	565	54.5%
EU	1,342	3,020	4,362	125.0%
미국	1,222	1,910	3,132	56.3%
전체	3,276	7,018	10,294	114.2%

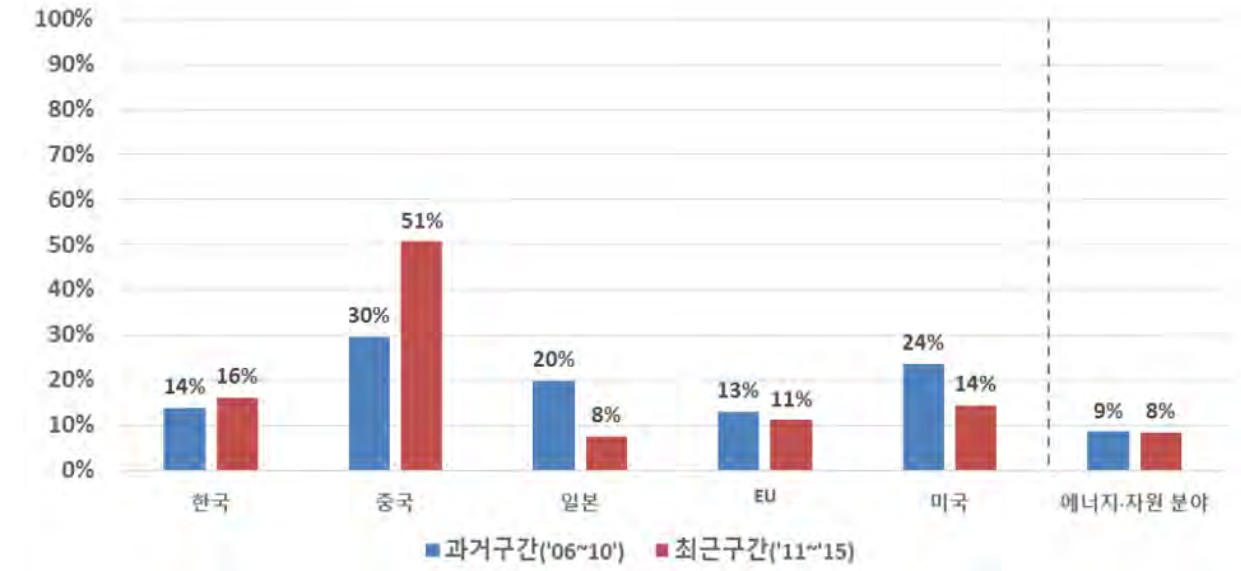
(4) 특허 점유율(전체)



● 이산화탄소 포집·저장·이용 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1991건으로 전체 특허의 44%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 이산화탄소 포집·저장·이용 기술은 에너지·자원 분야의 전체 특허 중에서 8%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



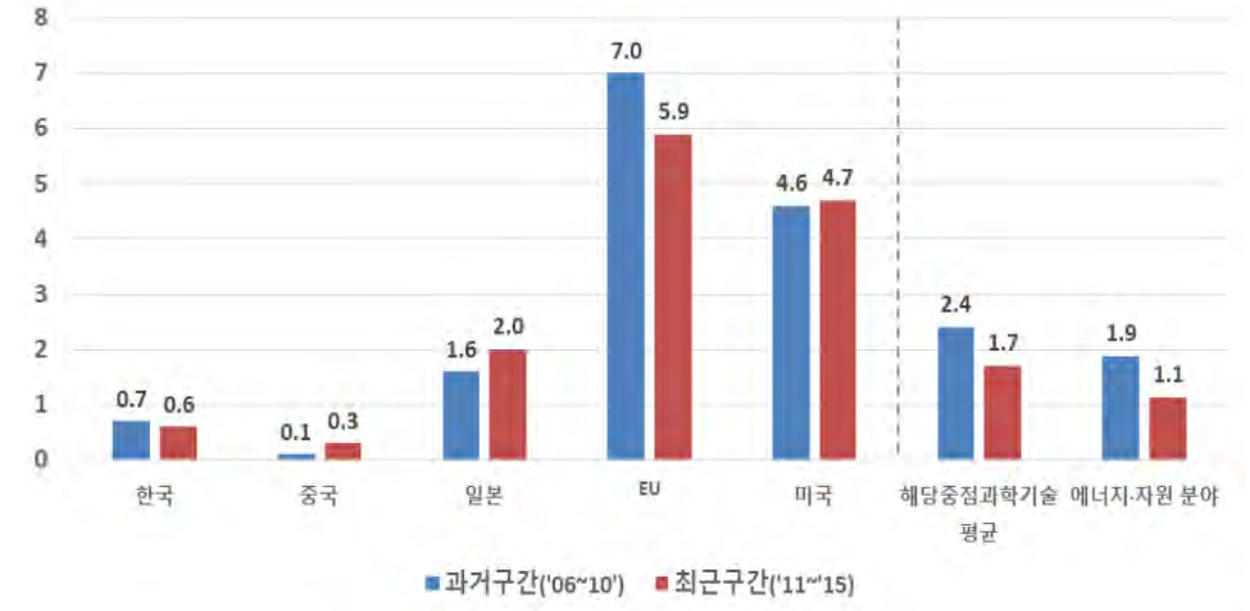
● 이산화탄소 포집·저장·이용 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 143.8%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	203	495	698	143.8%
중국	433	1,558	1,991	259.8%
일본	290	233	523	-19.7%
EU	190	342	532	80.0%
미국	344	444	788	29.1%
전체	1,460	3,072	4,532	110.4%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

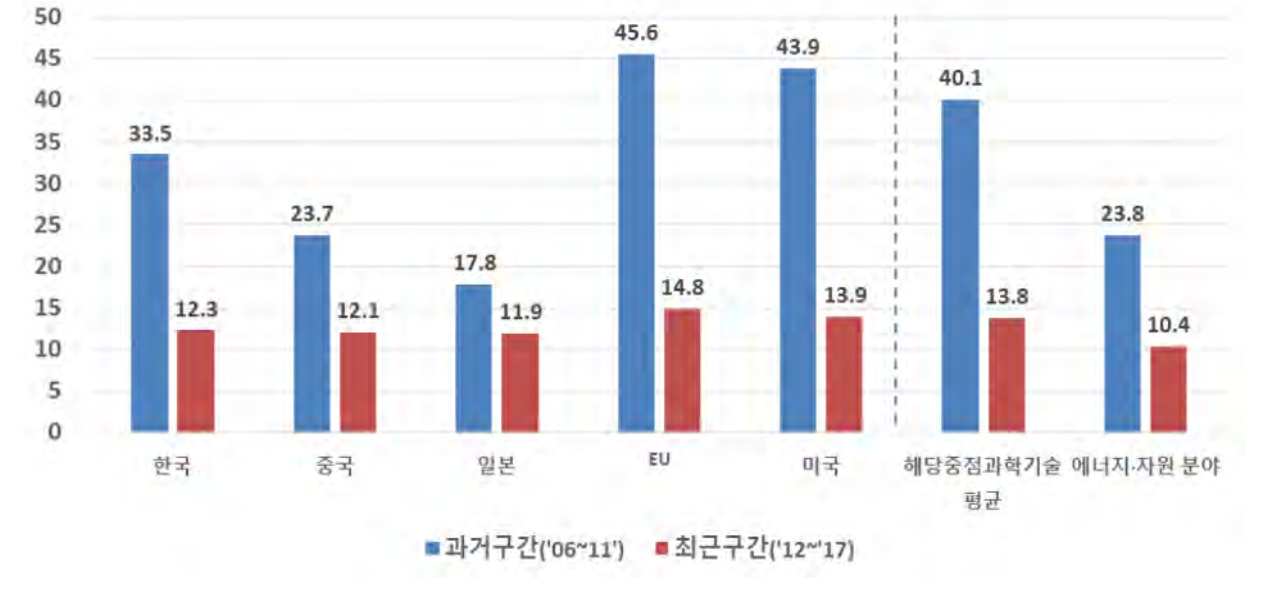


- 이산화탄소 포집·저장·이용 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

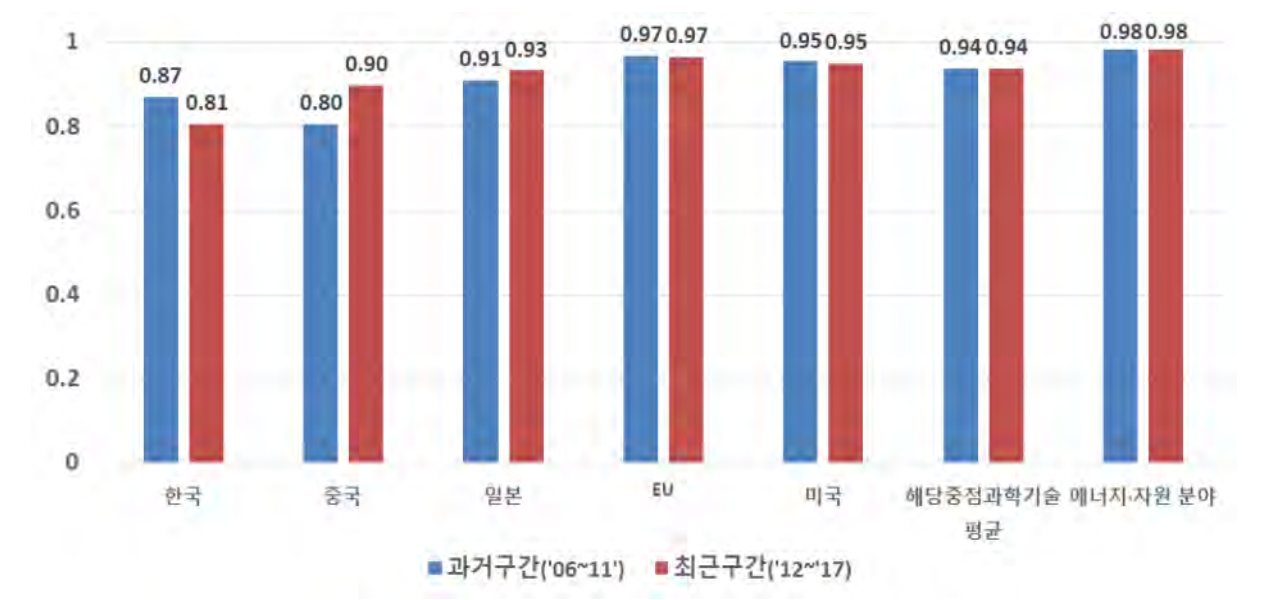
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



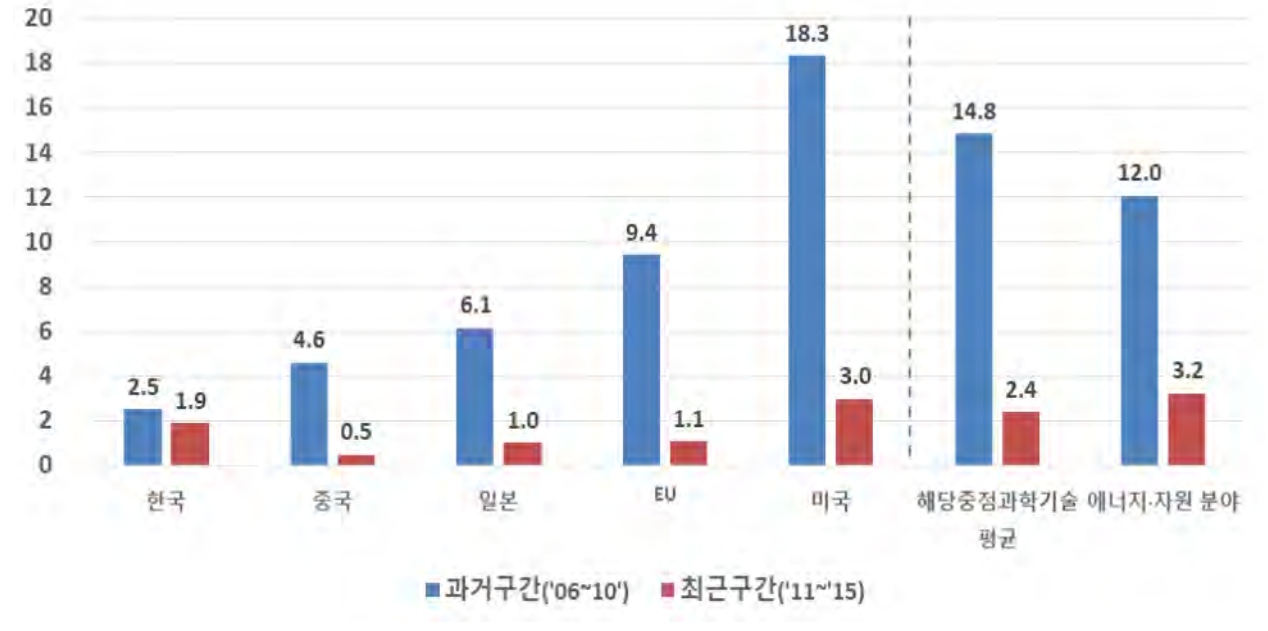
● 이산화탄소 포집·저장·이용 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



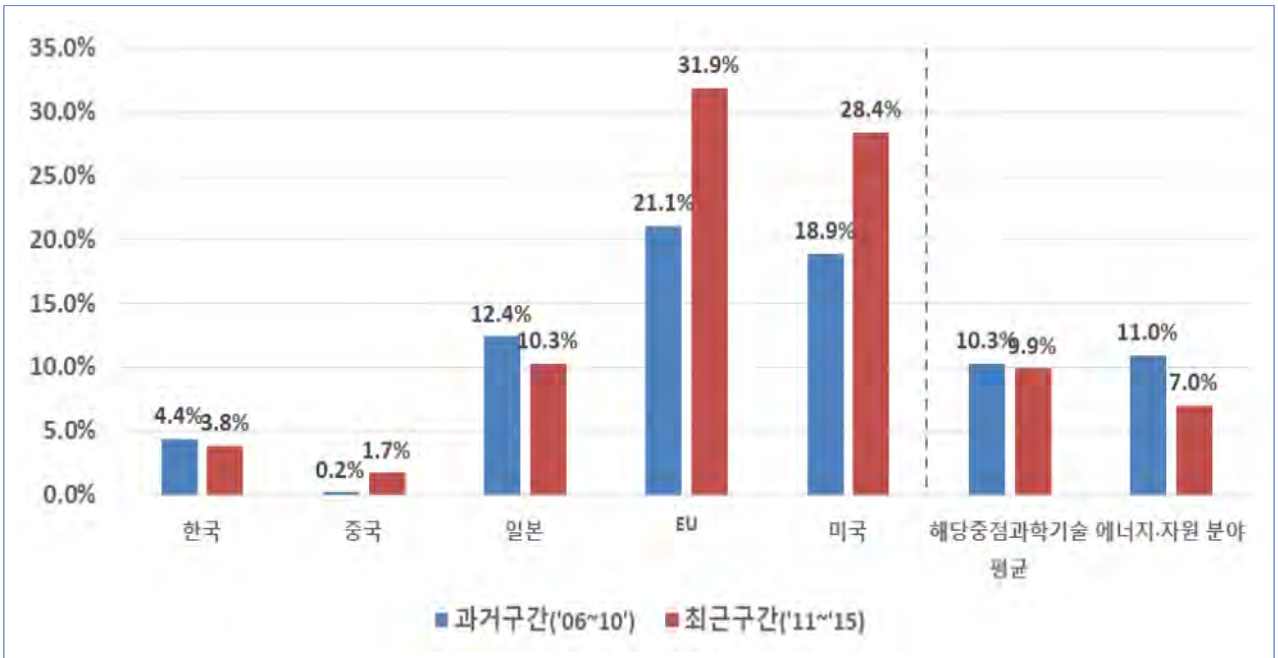
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



● 이산화탄소 포집·저장·이용 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 이산화탄소 포집·저장·이용 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 이산화탄소 포집·저장·이용 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

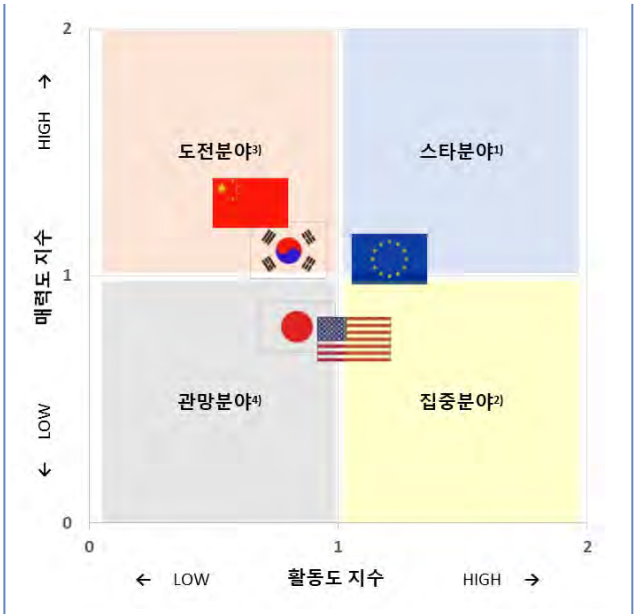
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

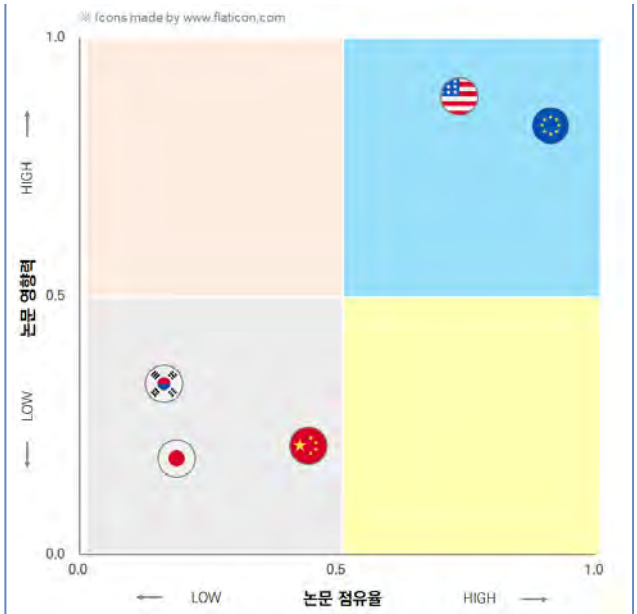
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 이산화탄소 포집·저장·이용 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

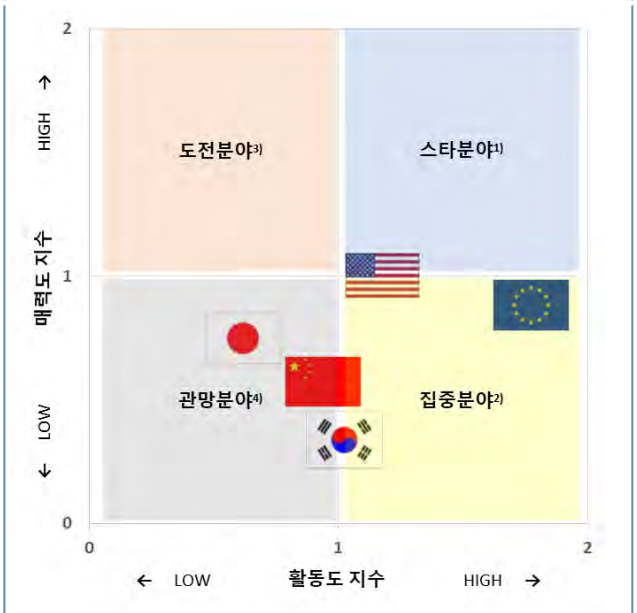


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

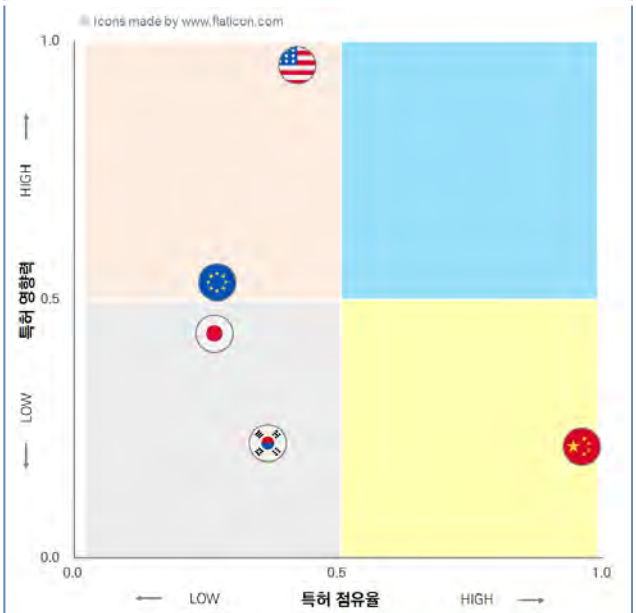
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 이산화탄소 포집·저장·이용 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.55%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 5.61%(글로벌 점유율은 0.22%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.82%	0.55%	135.29%
2	STANFORD UNIVERSITY	미국	1.79%	0.54%	129.41%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.66%	0.51%	47.62%
4	PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY	미국	1.47%	0.45%	260.00%
5	TEXAS A AND M UNIVERSITY	미국	1.44%	0.44%	14.29%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.61%	0.22%	128.57%
2	YONSEI UNIVERSITY	5.37%	0.21%	533.33%
3	HANYANG UNIVERSITY	4.88%	0.19%	466.67%
4	KOREA UNIVERSITY	3.17%	0.13%	450.00%
5	KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH	2.93%	0.12%	40.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.08%	0.37%	37.50%
2	INSTITUTE OF ENGINEERING THERMOPHYSICS	1.86%	0.33%	83.33%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.86%	0.33%	480.00%
4	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	1.26%	0.22%	375.00%
5	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.04%	0.18%	750.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.54%	0.19%	85.71%
2	KYOTO UNIVERSITY	3.36%	0.18%	71.43%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	3.36%	0.18%	-53.85%
4	CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY	2.65%	0.15%	100.00%
5	KYUSHU UNIVERSITY	2.12%	0.12%	400.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.71%	0.30%	-36.84%
2	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.64%	0.27%	200.00%
3	HERIOT-WATT UNIVERSITY	0.64%	0.27%	150.00%
4	AALBORG UNIVERSITY	0.60%	0.25%	2400.00%
5	WAGENINGEN UNIVERSITY	0.55%	0.23%	1000.00%

6 미국

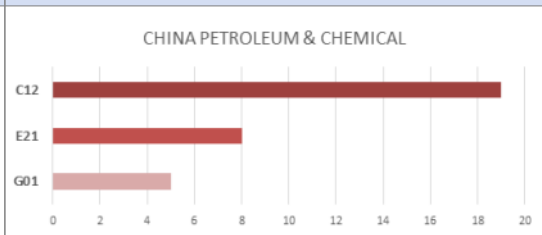
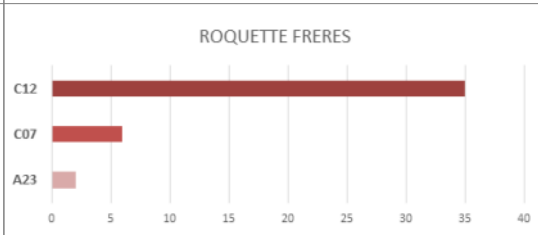
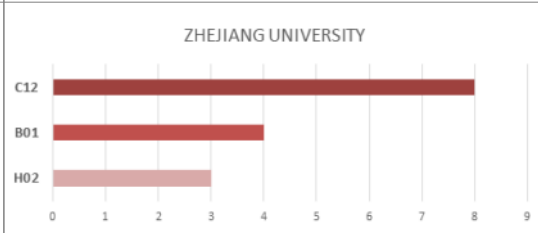
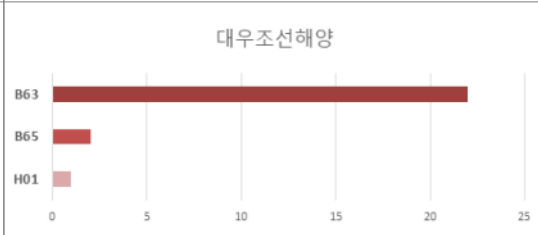
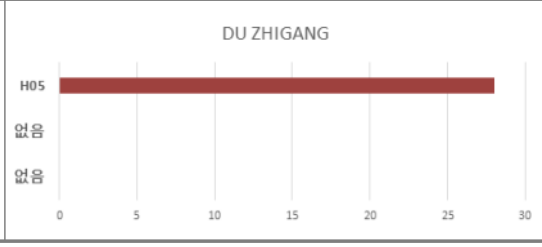
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.82%	0.55%	135.29%
2	STANFORD UNIVERSITY	1.79%	0.54%	129.41%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.66%	0.51%	47.62%
4	PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY	1.47%	0.45%	260.00%
5	TEXAS A AND M UNIVERSITY	1.44%	0.44%	14.29%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'CHINA PETROLEUM & CHEMICAL(1.15%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '대우조선해양'이 4.15%(글로벌 점유율은 0.64%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'CHINA PETROLEUM & CHEMICAL'은 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유하였고, '대우조선해양'은 B63(선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

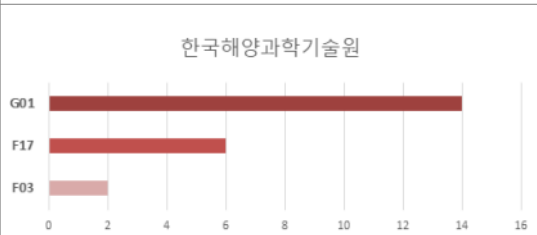
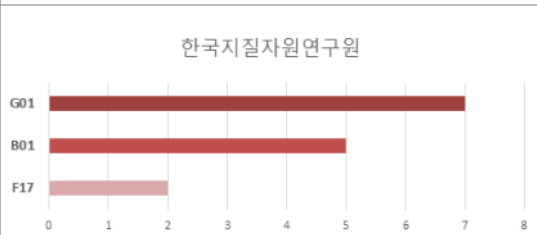
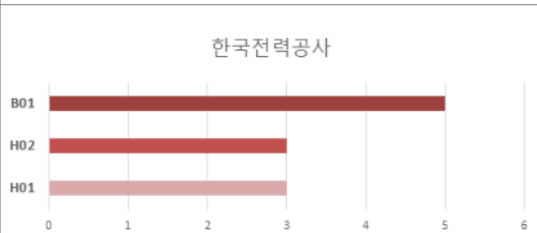
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	중국	2.61%	1.15%	2400.00%
2	ROQUETTE FRERES	EU	8.46%	0.99%	4400.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.56%	0.68%	316.67%
4	대우조선해양	한국	4.15%	0.64%	525.00%
5	DU ZHIGANG	중국	1.41%	0.62%	2700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		H01	기본적 전기소자
5		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		-	-
		-	-

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대우조선해양	4.15%	0.64%	525.00%
2	한국에너지기술연구원	3.72%	0.57%	320.00%
3	한국해양과학기술원	3.58%	0.55%	1050.00%
4	한국지질자원연구원	2.87%	0.44%	-18.18%
5	한국전력공사	2.44%	0.38%	12.50%

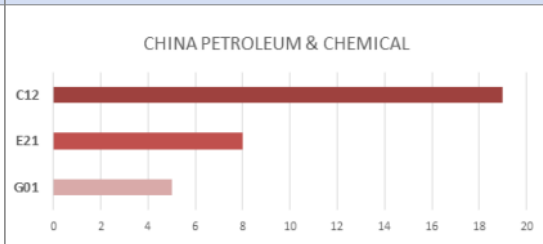
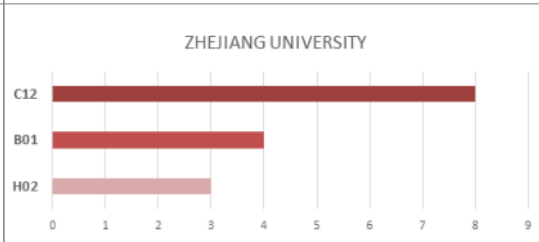
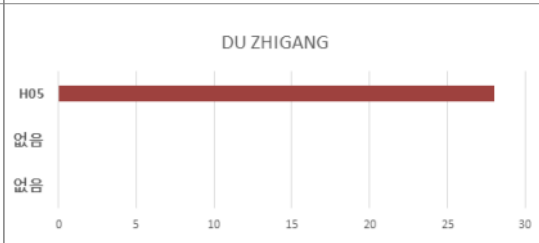
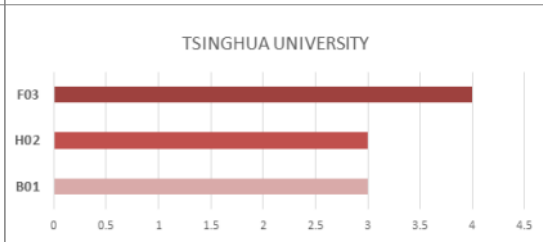
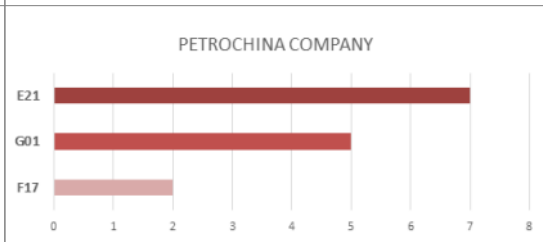
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		H01	기본적 전기소자
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C01	무기화학
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
3		G01	광학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
		F03	액체용 기계 또는 기관
4		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
5		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	2.61%	1.15%	2400.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.56%	0.68%	316.67%
3	DU ZHIGANG	1.41%	0.62%	2700.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	1.05%	0.46%	33.33%
5	PETROCHINA COMPANY	1.05%	0.46%	1900.00%

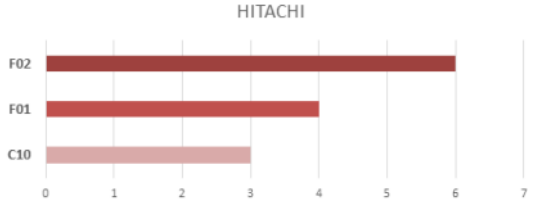
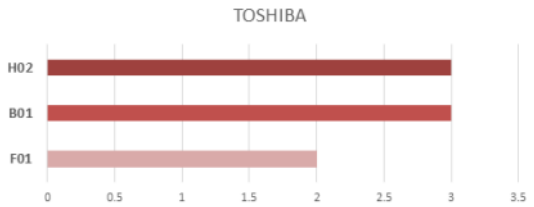
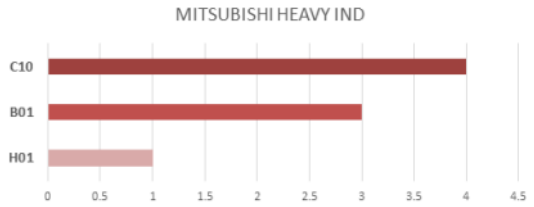
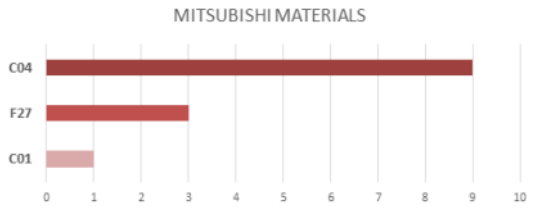
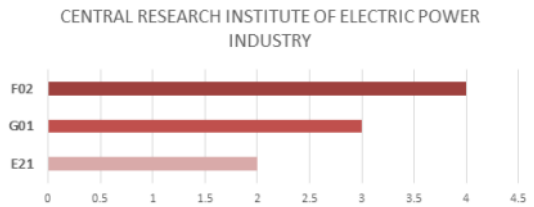
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
2		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		–	–
		–	–
4		F03	액체용 기계 또는 기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
5		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI	4.97%	0.57%	-37.50%
2	TOSHIBA	2.87%	0.33%	-50.00%
3	MITSUBISHI HEAVY IND	2.87%	0.33%	14.29%
4	MITSUBISHI MATERIALS	2.49%	0.29%	-81.82%
5	CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY	2.49%	0.29%	-37.50%

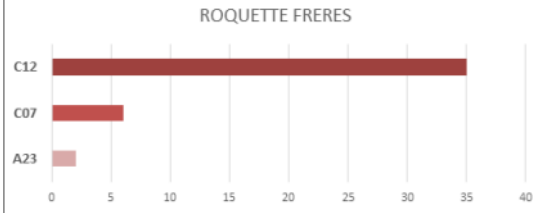
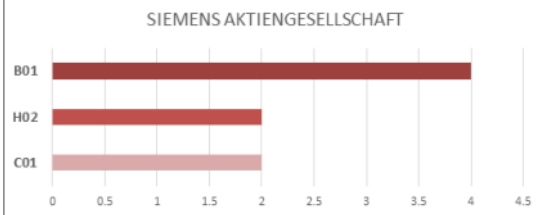
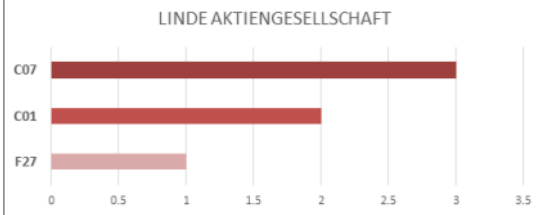
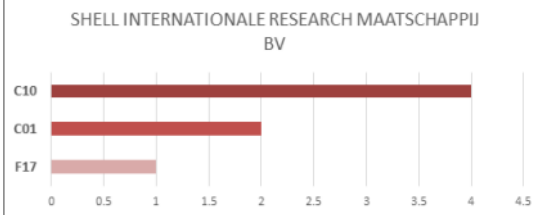
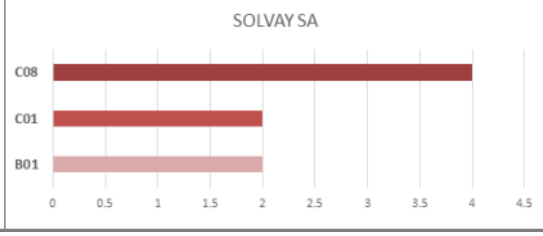
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
3		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H01	기본적 전기소자
4		C04	시멘트; 콘크리트; 인조석; 세라믹스; 내화물
		F27	노(FURNACES), 킬른(KILNS), 오븐(OVENS), 레토르트 (RETORTS); 개방식 소결용 장치 및 세부 또는 부속물로 (furnace); 킬른(Kiln); 오븐(oven); 레토르트(retort)
		C01	무기화학
5		F02	연소기관
		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ROQUETTE FRERES	8.46%	0.99%	4400.00%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	2.26%	0.26%	0.00%
3	LINDE AKTIENGESELLSCHAFT	1.88%	0.22%	0.00%
4	SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ BV	1.69%	0.20%	700.00%
5	SOLVAY SA	1.50%	0.18%	0.00%

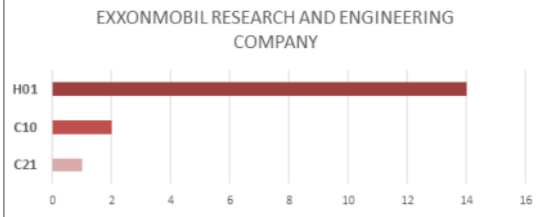
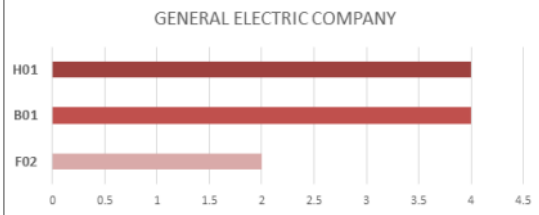
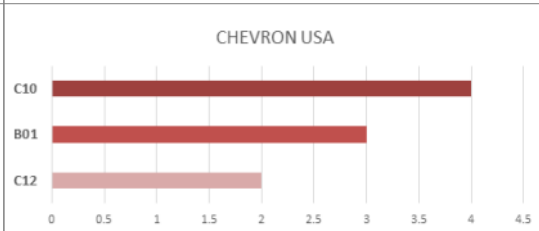
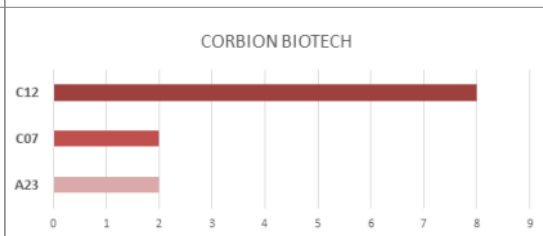
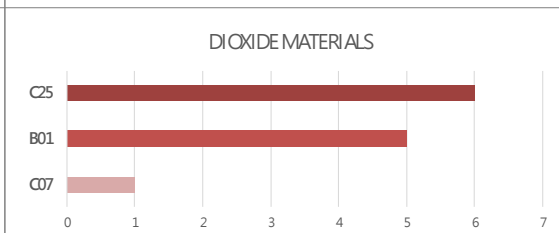
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
2		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		C01	무기화학
3		C07	유기화학
		C01	무기화학
		F27	노(FURNACES), 킬른(KILNS), 오븐(OVENS), 레토르트 (RETORTS); 개방식 소결용 장치 및 세부 또는 부속물로 (furnace); 킬른(Kiln); 오븐(oven); 레토르트(retort)
4		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C01	무기화학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
5		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C01	무기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	EXXONMOBIL RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY	2.28%	0.40%	700.00%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	2.28%	0.40%	25.00%
3	CHEVRON USA	1.78%	0.31%	-44.44%
4	CORBION BIOTECH	1.65%	0.29%	1200.00%
5	DIOXIDE MATERIALS	1.52%	0.26%	1100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C21	철 야금
2		H01	기본적 전기소자
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F02	연소기관
3		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
5		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C07	유기화학

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| 환경·기상 |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

X. 환경·기상

2018년 기술수준 평가

92. 미세먼지 등 대기오염 대응기술 ····· 1
93. 기후변화 감시·예측·적응 기술 ····· 29
94. 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술 ····· 57
95. 자연재해 감시·예측·대응 기술 ····· 87
96. 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술 ····· 115
97. 생활환경 안전성진단 및 예방 기술 ····· 143
98. 스마트 물 순환 및 수자원 확보·관리 기술 ····· 173
99. 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술 ····· 205
100. 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술 ····· 235
101. 토양·지중 환경오염 관리기술 ····· 265
102. 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술 ····· 295
103. 폐자원 재활용 기술 ····· 325

92 미세먼지 등 대기오염 대응기술



92 미세먼지 등 대기오염 대응기술

중점과학기술 개요

- ☑ 미세먼지 등 대기오염 발생·유입 원인을 과학적으로 규명하고, 미세먼지와 전구물질 배출을 효과적으로 저감하여, 깨끗한 대기환경과 국민의 삶의 질 향상에 기여하는 기술
- ☑ 미세먼지 국외유입량과 국내 주요 오염원별 기여도를 정량적으로 규명하고, 배출원별 고효율 미세먼지 저감 기술을 개발·실증하는 기술(집진기술, 탈질기술, 탈황기술 등)

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

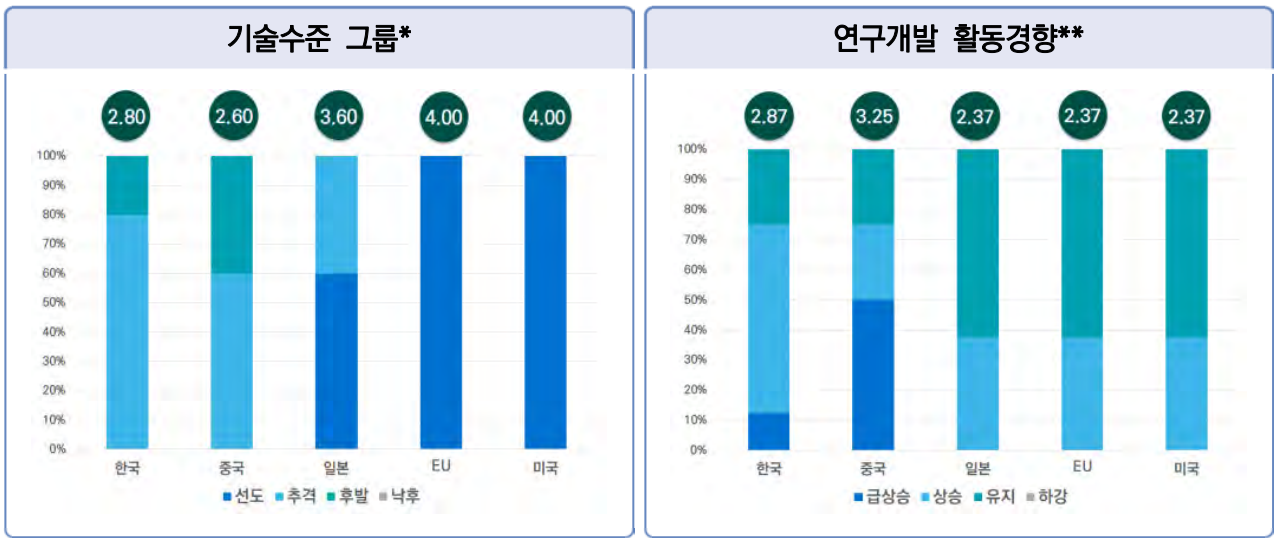
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	65.0	5.0	추격	보통	우수	상승
중국	70.0	5.0	추격	보통	우수	상승
일본	90.0	2.5	선도	우수	우수	유지
EU	96.5	2.0	선도	탁월	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	68.5	5.0	65.0	60.0	80.0	12.1	5.0	3.5	7.0	1.6
중국	70.0	5.0	70.0	50.0	70.0	10.5	5.0	5.0	5.0	1.9
일본	90.0	2.0	90.0	67.0	90.0	13.9	2.5	1.0	3.5	2.0
EU	91.5	2.5	96.5	85.0	100.0	8.5	2.0	0.0	2.5	1.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.4

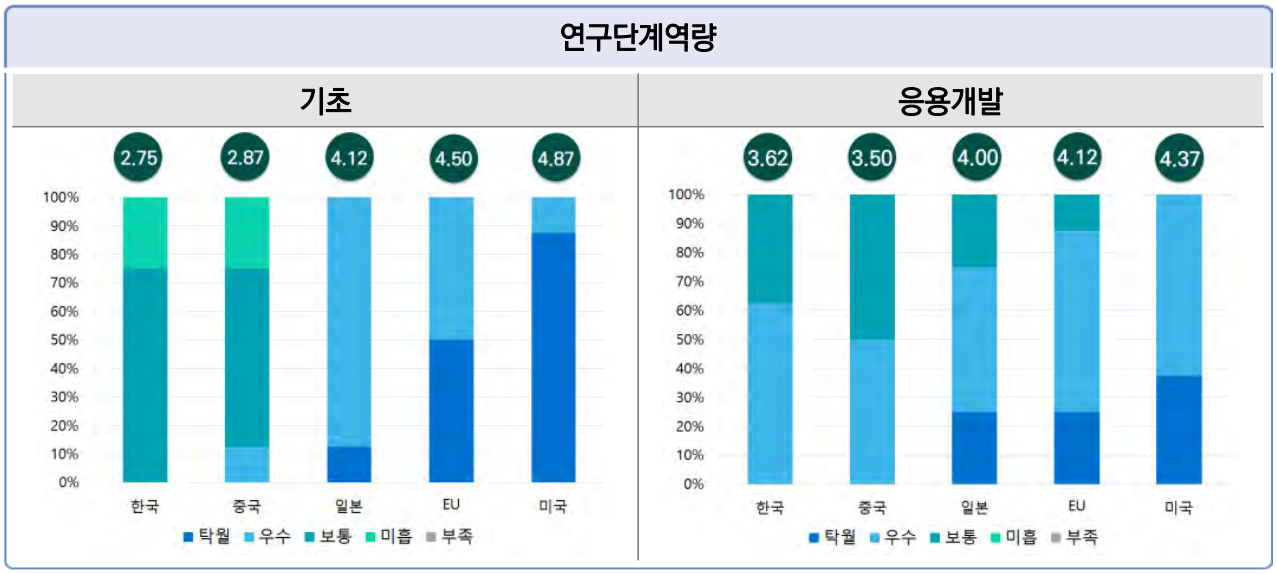
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (65.0%)	• 법령 및 규제를 통하여 많은 노력을 기울이고 있음 • 해외기술 의존형 규제 대응기술(추격형 실증기술) 확보 위주의 기술 개발 • 국내 대기오염 문제 해결을 위한 저감 원천소재 기술 확보와 보급 사각지대 기술 적용을 위한 실증 필요 • 국내 적용 기여도 및 예보 기술 확보 필요 • 최근 10년간 기술개발 업적 변폭 적음 • 미세먼지 등 대기오염 문제에 대한 관심은 높으나 대형 고가 연구 장비의 구입 및 세계적 수준의 활용 등은 다소 부족하며, 기초원천 연구보다는 빠른 성과를 원하는 연구 풍토 등으로 인해 장기간의 지속적인 투자가 이루어지기는 다소 어려운 연구 여건 • 대기오염 대응 관련 기업이 일부 촉매 회사를 제외하고는 대부분 영세한 중소기업이며, 희성촉매 및 오덱과 같은 자동차 배기가스 촉매회사를 제외하고는 대부분 대기환경 시스템을 제조 판매하는 중소기업 • 미세먼지 등 대기오염 저감을 위한 핵심 소재나 제조 관련 기술은 국내 기술력이 매우 미미하고 해외 의존도가 매우 높음 • 기술 다양성이 매우 떨어지기 때문에, 조만간 중국에게도 기술 추월을 허용할 가능성이 있음. 연구개발 구조 자체의 개혁 필요 • 국내는 대부분 해외 기술을 도입하여 진행하고 있어 국내 실증 기술력 확보 시급
중국 (70.0%)	• 사회 문제화하지 못하고 있어 관심도가 낮음 • 연구 시작이 뒤늦게 시작되었으나 많은 인력이 연구를 시작하여 많은 발전을 이루고 있음 • 해외기술 의존형 규제 대응기술 확보 • 현재 상당수 한국 기술수준과 동등하거나 일부 한국 기술력 추월 • 정부차원의 대기환경 분야 투자 활발 • 미국에서 유학한 신진연구자들의 귀환과 이 연구자들에 대한 국가차원의 전폭적인 지지(예를 들어 대형장비 구입을 위한 초기정착금 20억 정도 지원)를 통해 세계적 수준의 연구결과 도출 • 새로운 기술을 직접 발전소 등에 적용하여 실증 기술 확보에 주력 중
일본 (90.0%)	• 한국의 미세 먼지 발생 등이 사회적 이슈화 되면서 관심도 증대 • 규제 대응 상용화 기술 보유 • 환경소재 및 효율화(사전배출저감) 분야 세계 기술 선도 • 미국 및 독일과의 기술 격차가 크지 않음 • 세라믹 필터회사(NGK 등) 및 촉매 관련 세계적 선도 기업 다수 보유 • 관련 기술, 논문 선도 • 기술의 다양성이 미국이나 EU에 비하여 좀 떨어지지만, 국가적으로 필요한 기술에 대한 규모별 적용 수준이 높음 • MHPS사 등 발전소 분야의 환경설비 기술 선도
EU (96.5%)	• 주요 규제 설정국으로 선도적 대응기술 확보 • 규제대응 상용화 기술 보유 • 디젤 배기가스 분야 세계 기술 선도 • 유럽 여러 국가들이 협력하여 대형 인프라 구축이 필요한 기초원천 연구 등에 계속 투자함으로써, 세계를 선도하는 연구결과들 도출

국가 (기술수준)	판단근거
	• 독일은 관련 기술, 논문을 선도하고 있으며 대기환경 대응 세계적 기업 다수 보유. 1차 미세먼지 및 2차 미세먼지 유발원 제거 기술에 대한 소재와 시스템 기술 우수 • 논문이나 기술 수준이 상당히 높고 특히 기초 연구 부문의 실적이 많음 • 미래 기술에 대한 연구와 준비가 우수 • 상대적으로 대규모 설비에 대한 실적은 다른 그룹에 비하여 미비함 • 독일 등의 EU에서는 에어필터 등 규격 보완을 통한 기술의 지속적 향상에 노력
미국 (100%)	• 하버드 등 보건환경 분야의 전 세계 지표를 연구하는 기관이 기준의 지표로 정해짐 • 세계최고의 기술 및 연구 인력 보유 • 주요 규제 설정국으로 선도적 대응기술 확보 • 규제대응 상용화 기술 보유 • 기여도 분야 세계 기술 선도 • 기초원천 연구에 대한 장기적인 지속투자로 미세먼지 원인규명, 위성활용 탐지, 미세먼지 예측모델 개발 등 원천기술 및 장시간이 소요되는 연구 등에 특히 강점 • 국가적으로 환경이슈에 적극 대응 • 1차 미세먼지 및 2차 미세먼지 유발원 제거 기술에 대한 소재와 시스템 기술 우월 • 적용 사례나 기술 적용 다양성 측면에서 월등 • 96년도부터 미세먼지(PM2.5) 기준을 도입하고 06년도에 기준을 강화하면서 선도적으로 미세먼지 관리

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 응용기술력 • 각종 제도가 다른 나라 대비 비교적 우수 • 대기오염 문제 해결에 대한 관심과 수요가 높음 • 미세먼지 이슈화로 정책 지원 및 기술개발 확산 분위기 • 시스템화 부분에서 강점	• 원천기술 개발 보급 및 활용 인프라 미흡 • 원인부터 밝히는 연구가 아직 미흡 • 국내 환경산업의 경쟁력 취약 • 전문가 풀 매우 부족 • 핵심 소재 및 기술 부분에서 미흡
중국	• 응용기술력 • 중앙 정부의 강력한 의지로 관심도 급상승 • 대기오염 문제가 심각하기 때문에 이를 해결하기 위해 정부의 강력한 제도 개선과 함께 인프라 및 연구비의 전폭적 지원 등이 이루어지며 선진국에서 유학한 신진인력들을 중심으로 세계적 수준의 연구결과 도출 • 다양한 기술들의 실증 사이트 역할 수행 미세먼지 타워 등 새로운 기술 시도에 주저함이 없음	• 원천기술 개발 • 2,3성급 도시는 아직 관심도 떨어짐 • 인프라 • 기초연구가 부족한 상태에서 응용개발을 지나치게 앞서나가는 경향 • 전반적인 대응 기술 수준 미흡 • 새로운 시도 필요

국가	강점분야	기타
일본	• 기초 및 원천기술력, 응용력 우수 • 기술개발 체계 • 보급 및 활용 인프라 • 산업화 분야에 강한 면모 • 국립대학을 중심으로 한 연구인력 • 탈황, 탈질 등의 환경설비 기술 분야에 있어서 세계시장 선도 • 촉매, 필터 부분에서 강점	• 인프라 • 대기 산업의 내수시장 정체 • 기초원천 연구에 대한 지속적이고 꾸준한 투자를 하는 연구 분위기가 있으나, 미세먼지 등 대기오염 문제가 대부분 해결되면서 사회적으로 이슈가 되지 않아 대규모의 투자는 이루어지지 않고 있음
EU	• 원천 및 응용 확대 • 기술개발 체계 • 보급 및 활용 인프라 • 많은 국가의 연구 인력 및 기자재 풍부 • 대형 인프라 공동 구축 및 이를 활용하는 연구를 공동 수행 • 환경과 관련된 정책적 성숙도가 높음 • 신재생에너지로의 전환 노력이 우수 • 기초 연구가 탁월하고 관련 세계 1등 기업 다수 보유	• 실효적 기술 개발 • 신재생에너지 분야에 집중하여 기존의 전통적 환경설비 시장 감소 • 선박 환경 규제 등의 변동에 따른 기술 대응 변화가 일부 있음 • 미세먼지 등에 큰 영향이 없어 관심도 유지
미국	• 대학 및 연구소의 인프라 및 연구 인력의 수준이 높고 전 세계 기준을 수립코자 진행 • 기초원천 연구 분야에 대한 지속적인 투자 • 에어필터 등 소재, 재료 분야에서 기술력이 최고 수준 • 대부분의 기술 분야에서 강점을 갖고 있으며 관련 소재, 촉매, 분석/예측 기술 등에서 기술, 인력, 인프라가 매우 우수 • 응용이 뛰어남	• 미국 시장 위주의 기술 개발 • 대기오염 문제가 어느 정도 해결되었으며, 트럼프 정권의 특성상 최근에는 연구비가 크게 증가하지 않음 • 대기 산업 내수시장의 정체 • EPA 규제가 중요하며, 기업 기술 수준을 고려한 규제 조절

(4) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	2위	1위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산학연 협력 촉진을 통해 양산화 가능한 기술의 발굴 • 각종 학회 및 협의회, 협회 등을 통한 단체 구성을 통하여 각 기관들의 장점 집중 가능 • 기존 규제 대응기술의 적용 영역확장을 위한 산연 기술개발 협력 및 사각지대 단기 기술 보급 • 환경 문제 대응을 위해서는 각 문제별로 적용이 가능한 시스템이 개발되어야 하지만 그 시스템을 구성하는 개별 요소 기술들의 융합이 잘 이뤄지는 것이 중요 • 연구의 전문성보다는 트렌드에 따라 휩쓸리는 경향. 자기 연구 분야 전문 연구에 집중하게 하면 국내의 비슷한 분야의 협력은 자연스럽게 이루어질 것
국제협력 촉진	• 일부 기술은 아직 일본이나 미국에서 도입하는 소재나 제품이 많은 상태로 이를 국산화 및 한국 실정에 맞게 협력 추진·진행 • 각종 외국의 학회 및 전문가와의 지속적인 교통 필요. 이를 위하여 전문 기관이 우선적으로 교류의 장 마련 필요 • 유사 주변국 미세먼지 정보 공유 및 저감 기술 환류 • 미세먼지 문제는 국제협력이 매우 중요. 정치적으로 중국의 협력을 끌어내기가 쉽지 않은 상황에서 과학기술적 협력을 활성화할 필요가 있으며, 양자보다는 아시아국가 다자간의 협력을 추진하는 것이 수월할 것이며 또한 미국, 유럽 등 선진국과 협력연구를 추진하여 국제적으로 인정될 수 있는 연구결과를 도출하는 것이 도움이 될 것 • 현재 및 미래 환경 이슈에 대한 선제적 대응을 위해 선진 기초 원천 기술의 활용이 필요하며 이를 위해 선도 그룹과의 국제 협력 필요 • 기업에서 해외 기술 도입이 추진될 경우, 국내 연구진도 합류하여 추진 팀을 구성할 수 있도록 지원 • 미세먼지 분야는 한중일 협력 체계가 매우 중요하므로 한중일 공동 펀드를 모아 제도적으로 미세먼지 정보를 공유하고 대책을 마련할 수 있는 협력 체계 마련
인력양성 및 유치	• 기초학문 분야와 타 공학기술 분야 인력에 대한 대기오염 대응기술 분야 전문가로의 전환 유도 • 산업이 아직 열악하고 인력 지원 등이 부족하므로 관련 인력 양성 시급 • 이공계열의 전문가들이 많이 배출될 수 있는 법적인 뒷받침 필요 • 대기환경 분야 인력 지원 및 사업관리 담당자 전문화 • 기술 분야에 비해 특히 과학 분야는 신진인력이 상당히 취약함. 미국 등 선진 국가 수준의 연구를 위해서는 수월성 있는 인력양성이 매우 중요하며, 선진국에서 유학한 인력들이 국내에 정착할 수 있도록 제도적 뒷받침 필요 • 융복합보다는 전문성이 있는 인력 양성 • 미세먼지 등의 대기환경 분야는 수질이나 폐기물 분야에 비해 시장 규모나 전공 학생이 매우 부족함. 최근 공기 산업 시장이 확대되고 있으므로 규모에 맞는 인력양성 시급
인프라 구축	• 발전소, 제철소 등 국내 기술은 실증 실적이 없이는 진입이 거의 불가능. 중국은 자국의 개발 기술을 자국 사이트에서 실증할 수 있는 기회가 많아 많은 Track-record를 쌓아가고 있으며 국내에서도 국내 기술을 쉽게 실증할 수 있는 시스템 마련이 매우 시급 • 미세먼지 원인규명을 위한 측정/분석 장비는 첨단 실시간 장비들이 계속 개발되고 있음. 예를 들어 HR-ToF-AMS의 경우 중국은 주요 대학들이 모두 보유하고 있으나 우리나라는 국립환경과

	정책제언
	학원 집중측정소와 KIST만이 보유. HR-ToF-AMS 외에도 필수적인 핵심 장비들이 있으나, 국내에서는 고가장비 등 인프라 구축이 어려우므로, 미세먼지 해결을 위해서는 주요 연구시설에 첨단 인프라 장비들이 구축될 수 있도록 제도적 지원 필요 • 기초 연구를 위해 필요한 장비 등이 공유자원으로 이용되지 못함. 국가에서 추진은 하고 있으나 현실적인 접근이 어려움 • 미세먼지 측정과 관련된 장비 구축은 많이 이루어졌으나 관련 제품이나 시스템을 실 환경에서 평가할 수 있는 설비 구축 미흡. 예를 들어 실내외 미세먼지 농도를 잘 모사할 수 있는 대형 이중 챔버 같은 설비 시급
법·제도 개선	• 중소사업장까지 감시 관리가 가능한 법제도 개선 • 법제도로 강제하는 부분이 커질수록 관련기술의 발전과 산업의 발전에 효과적으로 연동될 수 있을 것 • 인간의 삶의 질과 관계되는 내용이므로 우선적인 법 개선 및 제도 적립 필요 • 기술 기반 점진적 규제 강화 • 중국 등 국제협력뿐 아니라, 국내 배출원 관리에 있어서도 법제도의 역할은 매우 중요. 다양한 수요층을 대상으로 현재 법제도상 개선점 및 정책 제안에 대해 조사하고, 이를 법제도 개선에 반영 필요 • 환경 문제는 대부분 규제에 따라 움직이는 경향이 있기 때문에 실효성 있는 법/제도 개선 시급 • 국가 연구 개발 지원이 기술의 상용화를 최대 목표로 하지 않고, 중복 지원 금지에만 초점이 맞추어져 있어서 기술의 지속적이 성장이 이루어지지 못함. 선진국에 비하여 상업화 성공률이 현저히 떨어지는 이유에 대하여 철저한 분석 필요 • 미세먼지는 국민들의 기대 수준이 매우 높으나 법과 제도가 이를 충족시키지 못함. 정부에서는 사업시설별로 현재 대처 가능한 농도 수준과 향후 적용 가능한 기준치에 대한 로드맵을 만들어 이를 제시하고 법제도 개선을 통해 지속적으로 노력 필요
연구비 확대	• 기술개발이 필요한 약점 기술 분야에 대한 집중적인 지원 확대 • 학교 및 관련 연구단체의 지원을 통한 연구수준 향상 • 최종 적용 대상 선정 후 원천기술과 실증기술 개발의 투 트랙 접근 • 최근 미세먼지가 국가적 중요한 이슈로 부각되면서 전체적인 연구비 규모는 확대되고 있는 추세이나 각 분야별로 연구비가 잘 배분되어 미세먼지 문제 해결에 기여할 수 있도록 분야별 연구비 배정에 있어서는 전문적인 검토 및 조정 필요 • 환경 개선은 자발적으로 이뤄지기 어렵기 때문에 연구비, 개발비 등의 지원을 통해 환경 문제 해결 유도 • 미세먼지 등의 대기환경 분야는 최근 이슈로 연구비가 급격히 증가하였으나 전통적으로 연구비가 매우 부족한 분야였음. 최근 공기산업 관련 시장이 급격히 커지고 있고 관련 기술에 대한 수요도 매우 증가하고 있으므로 이와 관련된 연구비 확대 지원 필요
기타 의견	• 대기오염 정화기술 관련 이업종 기초원천 기술 및 소재기술의 융복합 연구 추진 – 공기청정기술, 물을 이용한 정화 등 • 중점 기술 추진 분야로 기본 소재 개발 분야 특히 membrane, activated carbon 체 물질 등 핵심 기술 개발 필요 • 주요 배출원용 저감 기술 성능 개량 (국내 현실 고려) 및 중소배출원 등 보급 사각지대에 적용 가능한 저감/모니터링/사후관리 기술 중점 개발 • 미세먼지 관리는 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등의 4차 산업과 매우 연관이 많으므로 향후 4차 산업과 연계한 미세먼지 저감/관리 융복합 분야에 많은 지원 필요

다 주요 분석 결과 요약

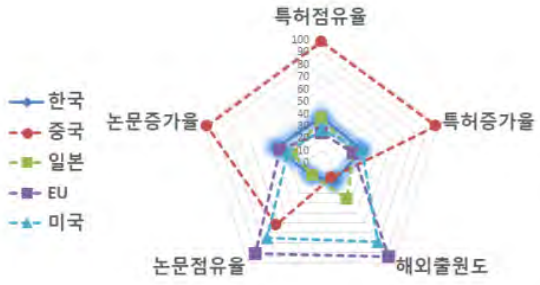
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	미세먼지 등 대기오염 대응기술	9,947	9,163	30.8%	149.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

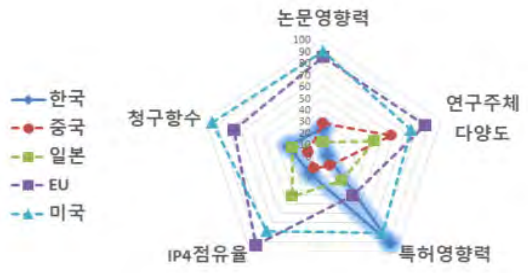
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	한국
	38.6%	69.2%	22.1	12.4
한국	4위	2위	4위	1위
	3.9%	12.0%	13.7	12.4
5개국 평균[2]	-	-	19.0	7.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

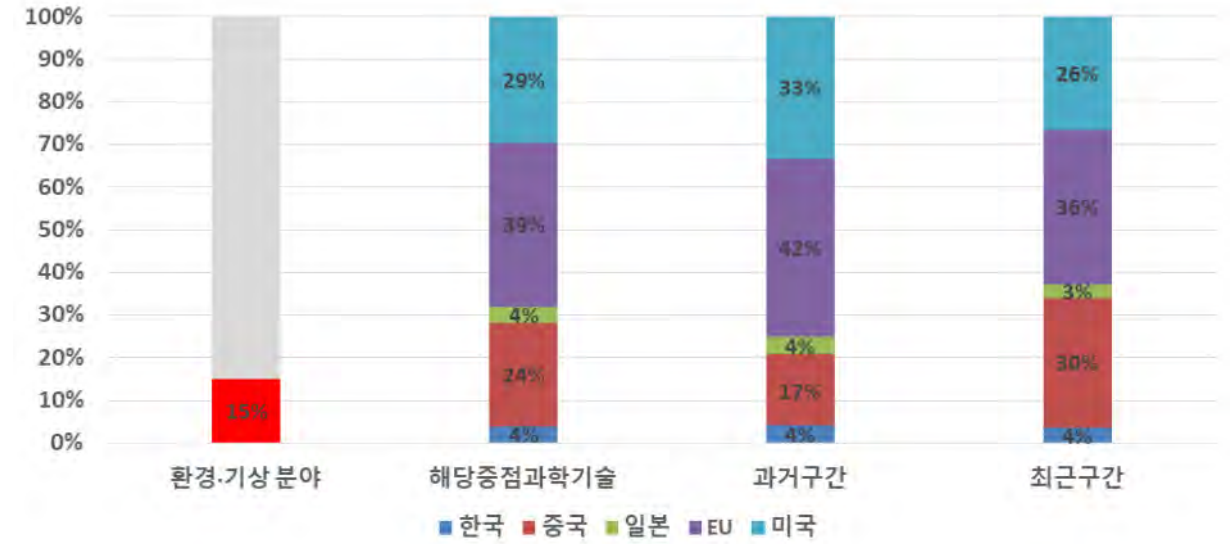
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.9%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(13.7)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(38.6%), 미국(29.4%), 중국(24.4%), 한국(3.9%), 일본(3.7%) 순이며, 논문 증가율은 중국(139.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(22.1), EU(21.1), 중국(14.2), 한국(13.7), 일본(11.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.99)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(12.0%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(12.4)은 주요 5개국 중 1위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(69.2%), 한국(12.0%), 일본(11.4%), 미국(4.8%), EU(2.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(331.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 한국(12.4), 미국(10.3), EU(5.7), 일본(3.9), 중국(1.1) 순이며, IP4 점유율은 EU(19.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.2)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.9%	24.4%	3.7%	38.6%	29.4%
	논문 증가율	18.8%	139.0%	-3.2%	13.6%	4.3%
	논문 영향력	13.7	14.2	11.6	21.1	22.1
	연구주체 다양도	0.77	0.95	0.89	0.99	0.93
특허 분석	특허 점유율	12.0%	69.2%	11.4%	2.7%	4.8%
	특허 증가율	10.8%	331.3%	-17.0%	-15.4%	11.7%
	해외출원도	0.4	0.0	1.5	5.4	3.9
	특허 영향력	12.4	1.1	3.9	5.7	10.3
	IP4점유율	1.9%	0.1%	7.2%	19.5%	14.4%
	청구항수	4.1	2.4	3.9	7.6	10.2

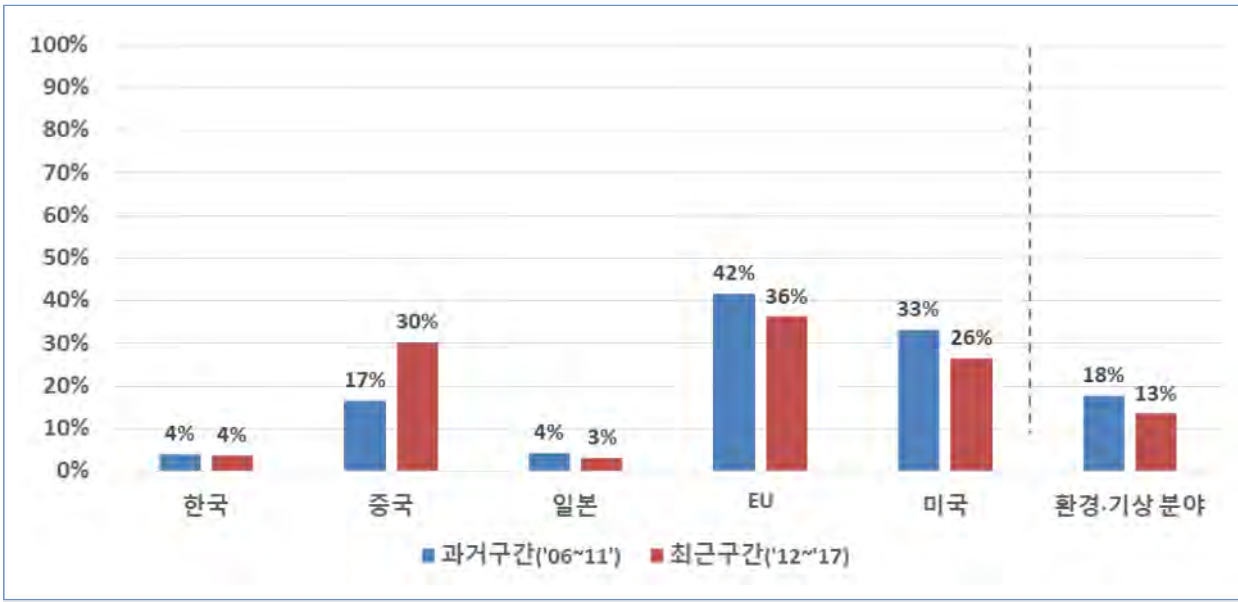
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 미세먼지 등 대기오염 대응기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3841건으로 전체 논문의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 미세먼지 등 대기오염 대응기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 15%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

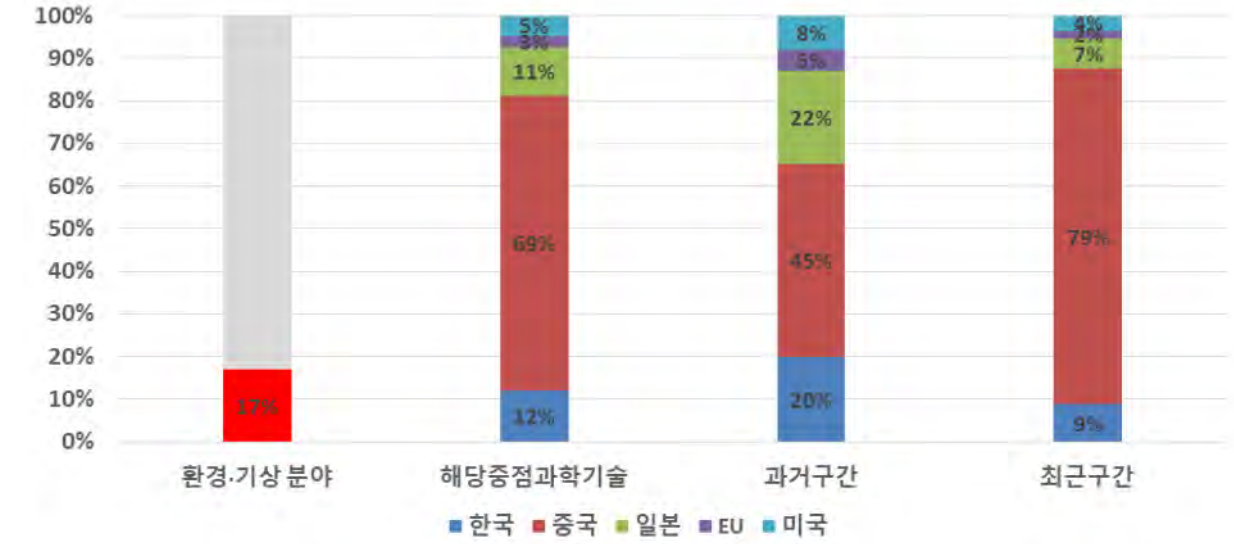


● 미세먼지 등 대기오염 대응기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 18.8%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	176	209	385	18.8%
중국	716	1,711	2,427	139.0%
일본	187	181	368	-3.2%
EU	1,798	2,043	3,841	13.6%
미국	1,432	1,494	2,926	4.3%
전체	4,309	5,638	9,947	30.8%

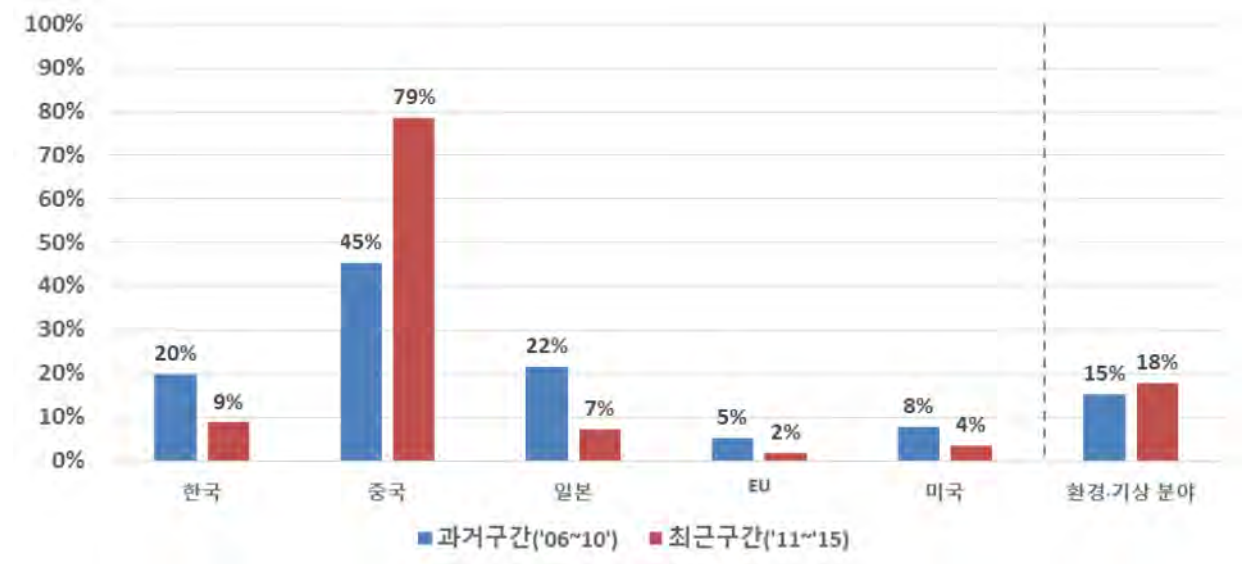
(4) 특허 점유율(전체)



● 미세먼지 등 대기오염 대응기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 6339건으로 전체 특허의 69%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 미세먼지 등 대기오염 대응기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 17%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



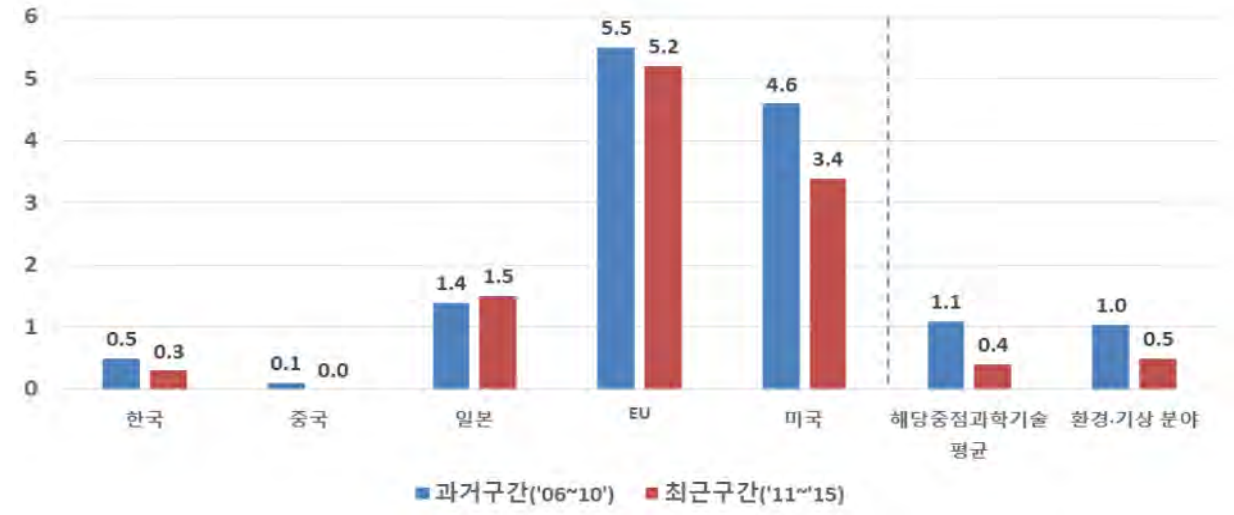
● 미세먼지 등 대기오염 대응기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 10.8%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	520	576	1,096	10.8%
중국	1,193	5,146	6,339	331.3%
일본	569	472	1,041	-17.0%
EU	136	115	251	-15.4%
미국	206	230	436	11.7%
전체	2,624	6,539	9,163	149.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

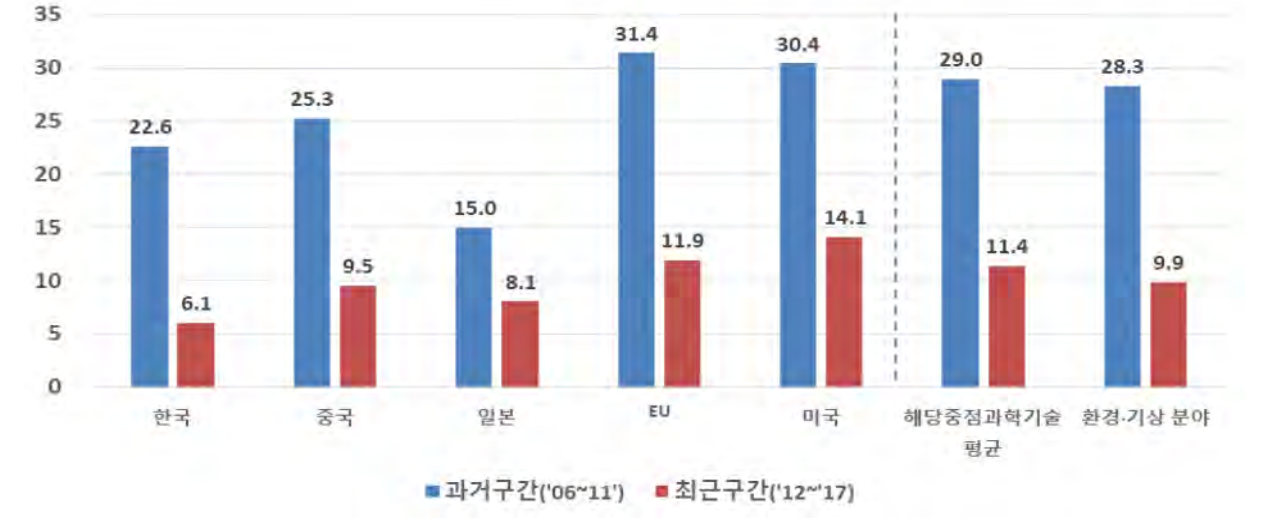


- 미세먼지 등 대기오염 대응기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

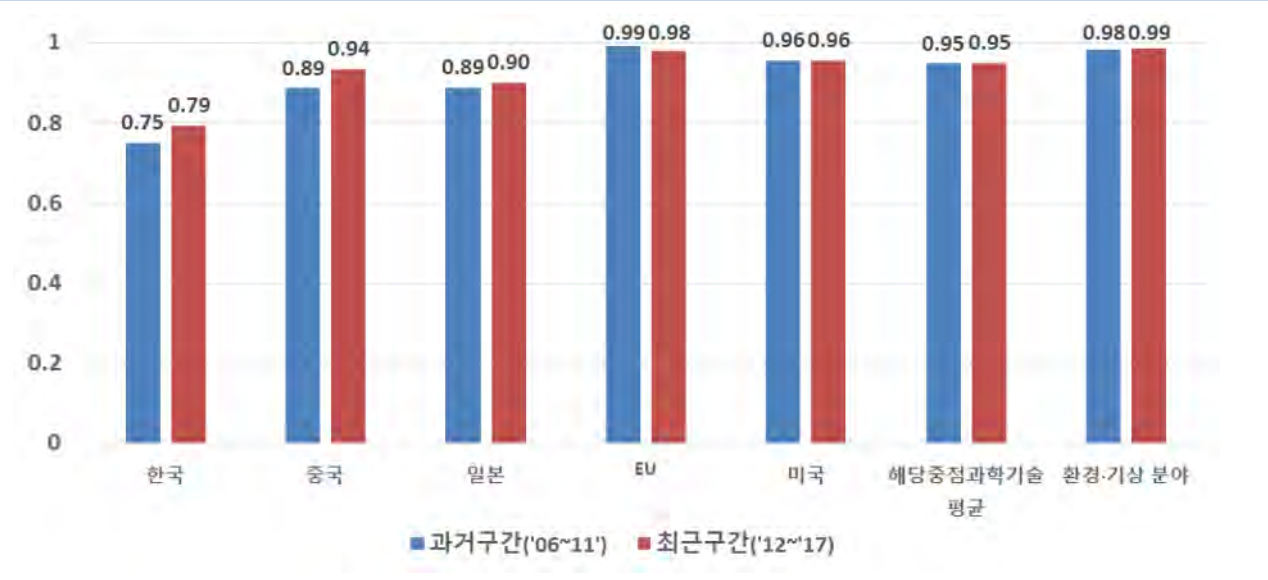
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



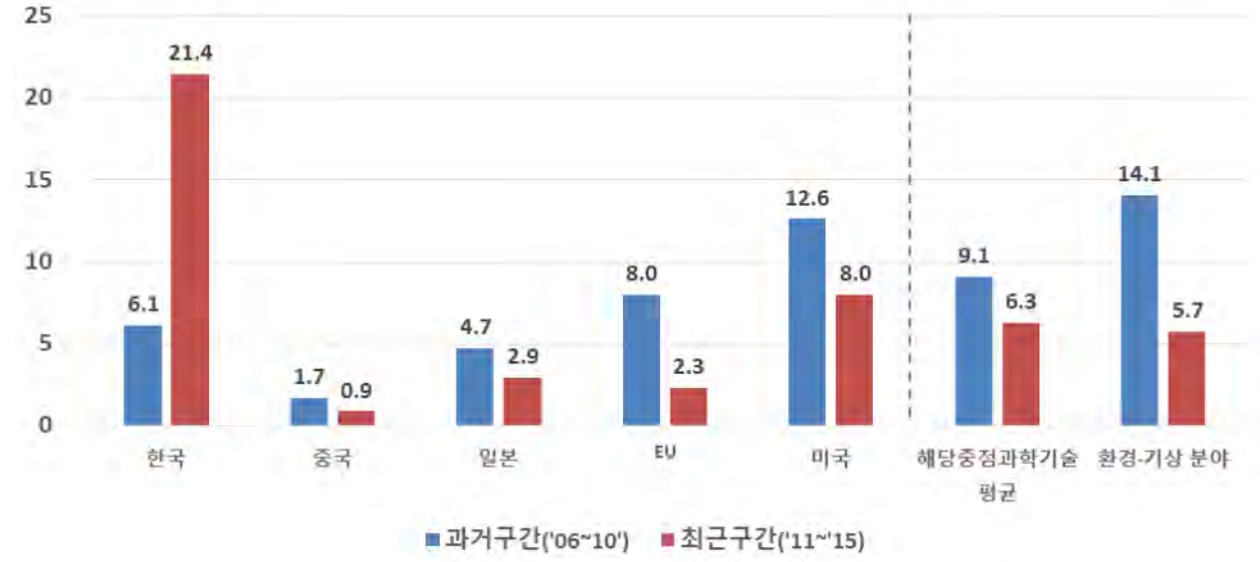
● 미세먼지 등 대기오염 대응기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



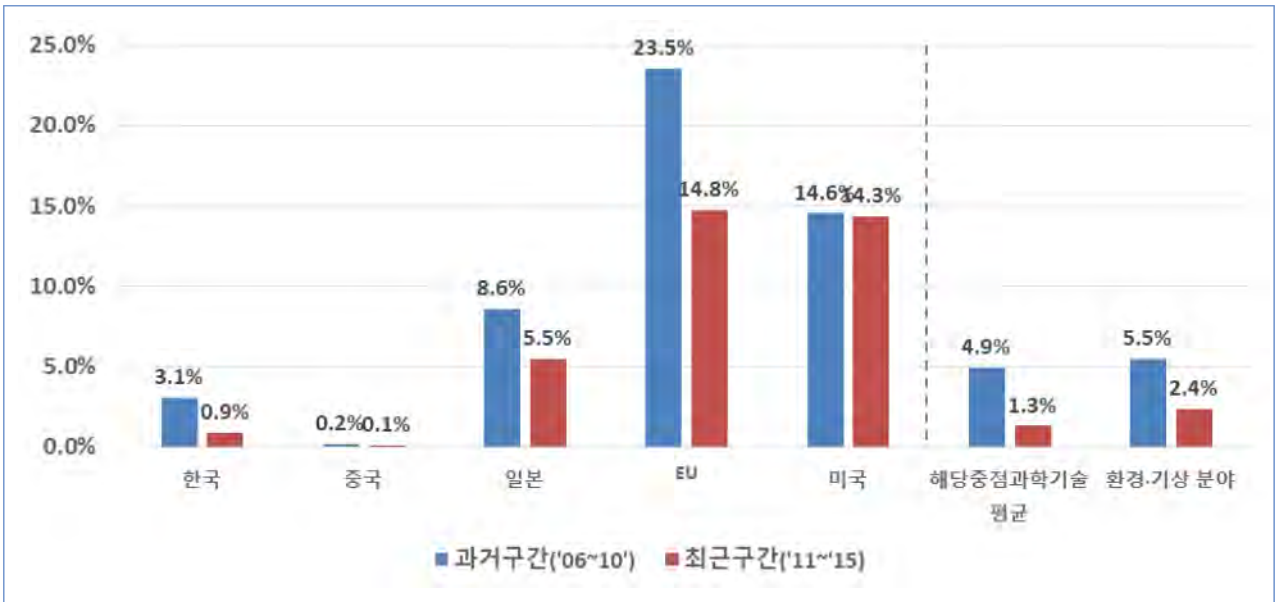
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



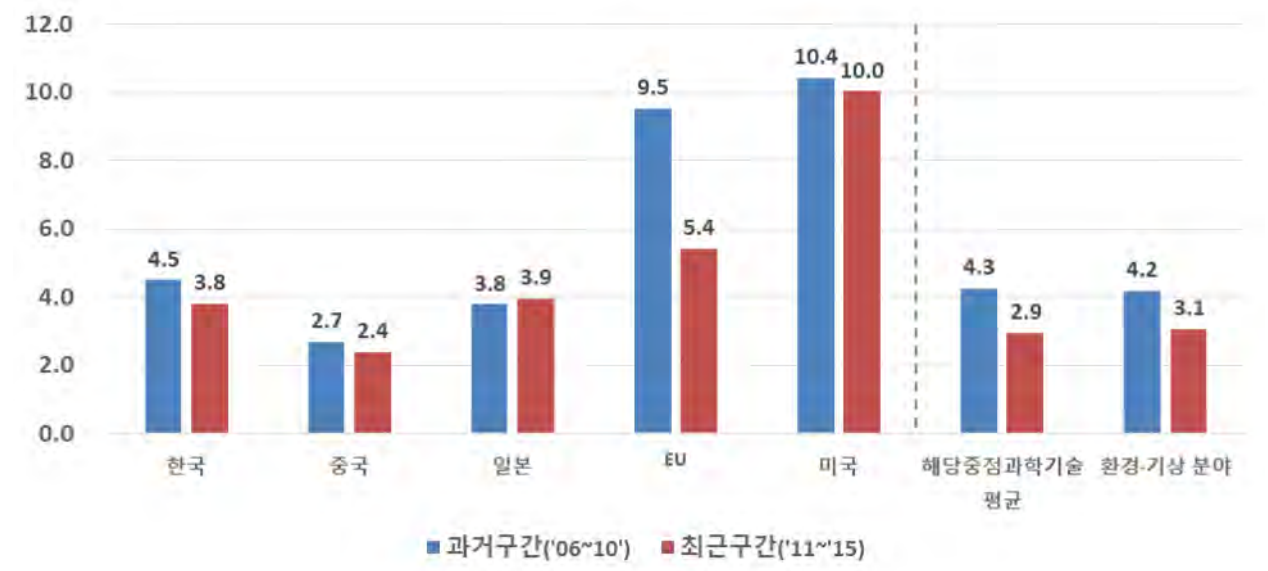
● 미세먼지 등 대기오염 대응기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 미세먼지 등 대기오염 대응기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 미세먼지 등 대기오염 대응기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

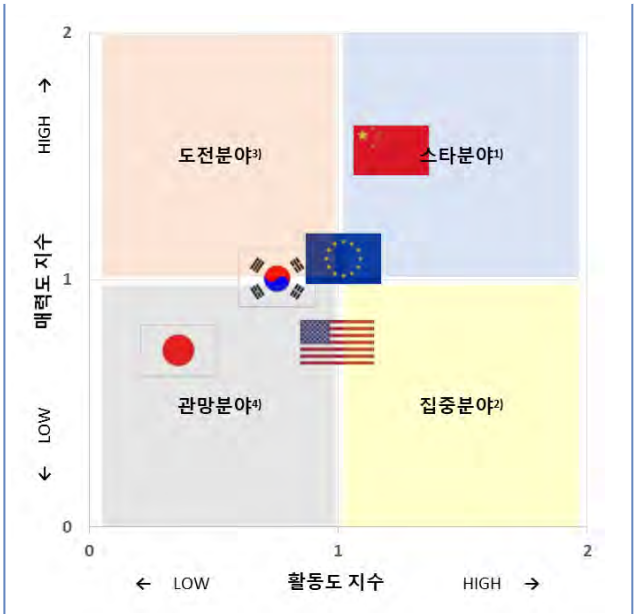
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

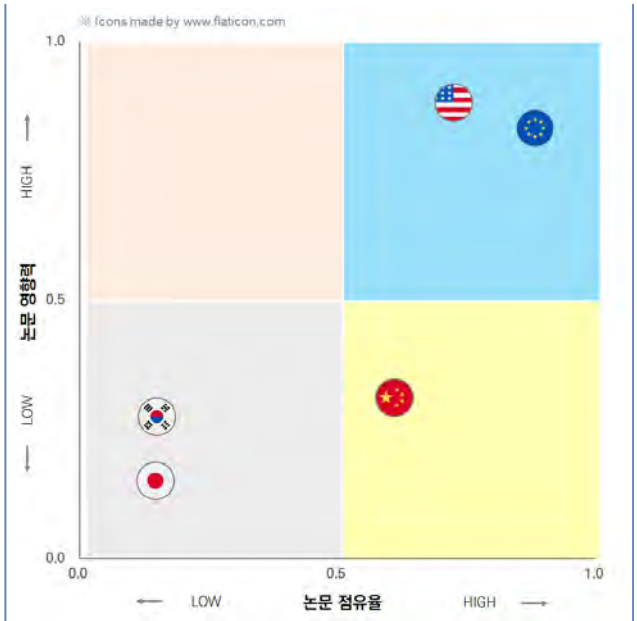
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 미세먼지 등 대기오염 대응기술 의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

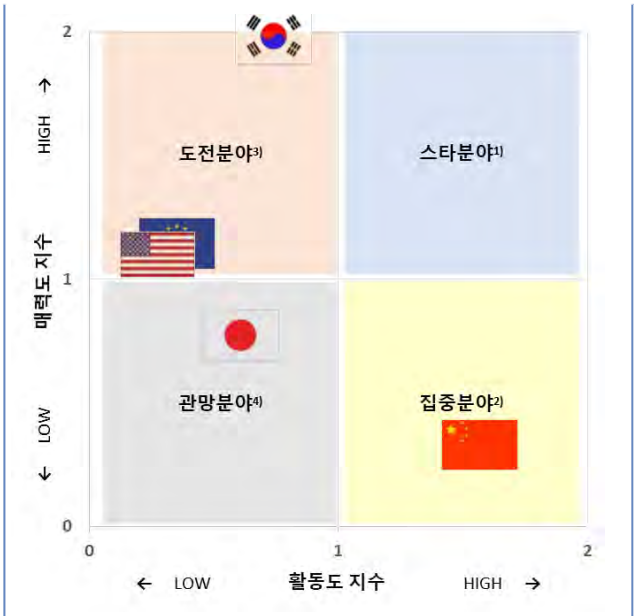


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

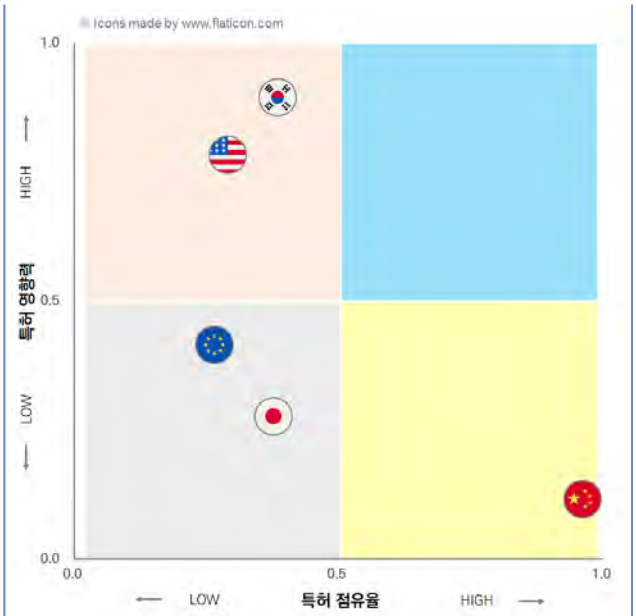
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 미세먼지 등 대기오염 대응기술 의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 중국은 특허 활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.77%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '세종대학교'가 5.71%(글로벌 점유율은 0.22%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.63%	0.77%	20.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	2.31%	0.56%	266.67%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.10%	0.51%	-24.14%
4	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.61%	0.47%	4.35%
5	DESERT RESEARCH INSTITUTE	미국	1.47%	0.43%	-13.04%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEJONG UNIVERSITY	5.71%	0.22%	-42.86%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.71%	0.22%	44.44%
3	KOREA UNIVERSITY	4.42%	0.17%	12.50%
4	HANYANG UNIVERSITY	4.16%	0.16%	120.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	4.16%	0.16%	-66.67%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	2.31%	0.56%	266.67%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	2.10%	0.51%	-24.14%
3	INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING	1.19%	0.29%	90.00%
4	STATE KEY JOINT LABORATORY OF ENVIRONMENT SIMULATION AND POLLUTION CONTROL	1.15%	0.28%	360.00%
5	STATE KEY LABORATORY OF REMOTE SENSING SCIENCE	1.07%	0.26%	16.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES	4.35%	0.16%	-22.22%
2	KYOTO UNIVERSITY	2.99%	0.11%	20.00%
3	HOKKAIDO UNIVERSITY	2.72%	0.10%	-33.33%
4	KYUSHU UNIVERSITY	2.72%	0.10%	-33.33%
5	TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND TECHNOLOGY	2.17%	0.08%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	AARHUS UNIVERSITY	0.91%	0.35%	118.18%
2	UNIVERSITY OF BIRMINGHAM	0.70%	0.27%	700.00%
3	UNIVERSITY OF LEEDS	0.65%	0.25%	27.27%
4	UNIVERSITY OF AVEIRO	0.52%	0.20%	800.00%
5	FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE	0.42%	0.16%	66.67%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.63%	0.77%	20.00%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.61%	0.47%	4.35%
3	DESERT RESEARCH INSTITUTE	1.47%	0.43%	-13.04%
4	RESEARCH TRIANGLE PARK	1.33%	0.39%	78.57%
5	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	0.99%	0.29%	63.64%

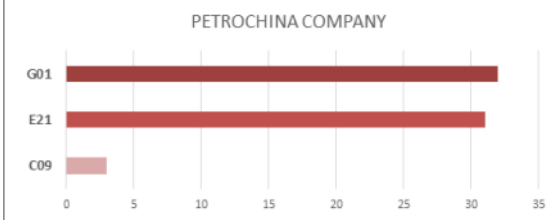
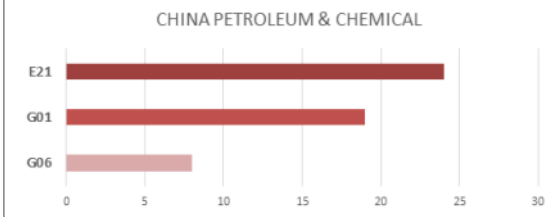
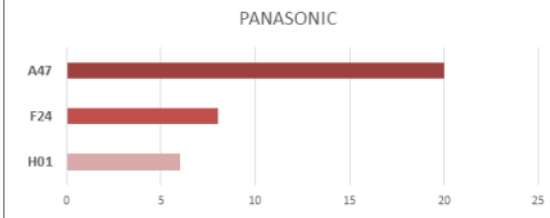
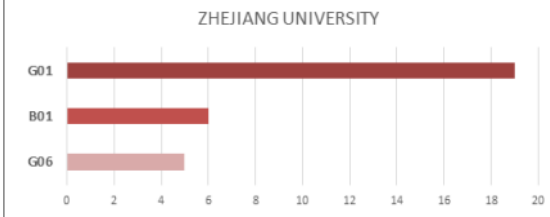
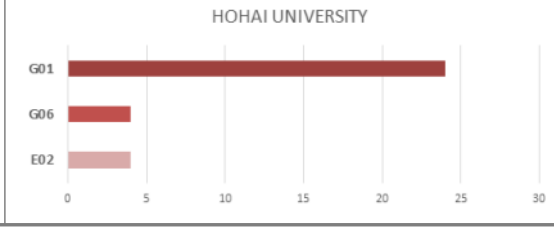
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'PETROCHINA COMPANY(0.83%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국기계연구원'이 2.55%(글로벌 점유율은 0.31%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'PETROCHINA COMPANY'는 G01(광학)에 해당하는 특허를, '한국기계연구원'은 B03(액체에 의한 또는 풍력테이블 또는 지그에 의한 고체물질의 분리; 자기 또는 정전기에 의한 유체 또는 고체물질로부터 고체물질의 분리; 고압전계에 의한 분리)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PETROCHINA COMPANY	중국	1.20%	0.83%	433.33%
2	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	중국	1.03%	0.71%	1966.67%
3	PANASONIC	일본	5.57%	0.63%	-76.60%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	0.79%	0.55%	133.33%
5	HOHAI UNIVERSITY	중국	0.58%	0.40%	1650.00%

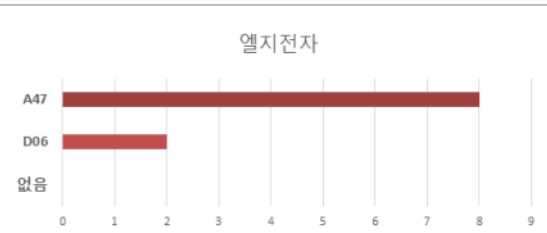
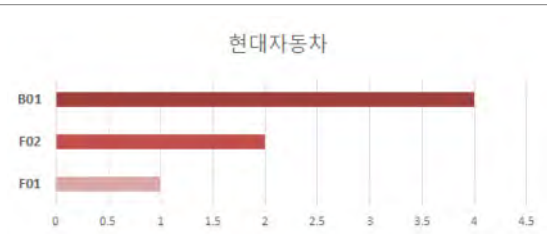
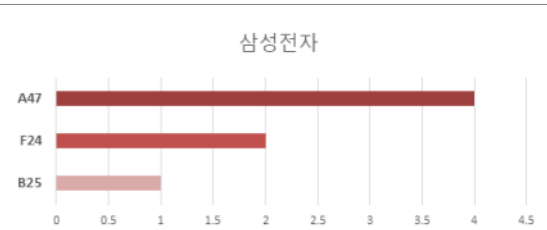
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
2		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H01	기본적 전기소자
4		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국기계연구원	2.55%	0.31%	-25.00%
2	한국에너지기술연구원	1.00%	0.12%	20.00%
3	엘지전자	0.91%	0.11%	50.00%
4	현대자동차	0.82%	0.10%	25.00%
5	삼성전자	0.82%	0.10%	-50.00%

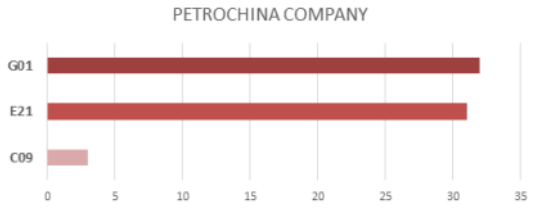
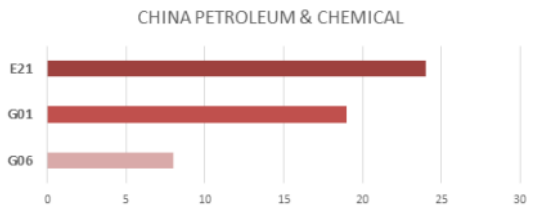
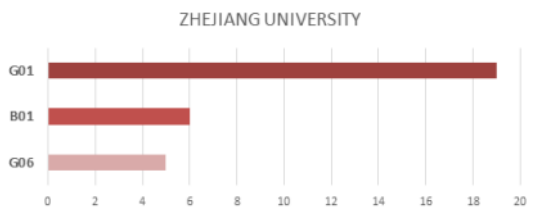
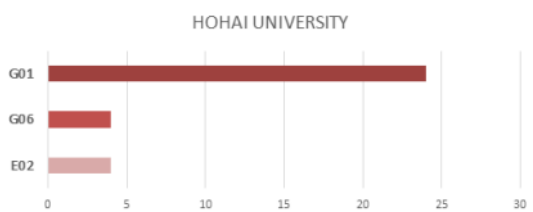
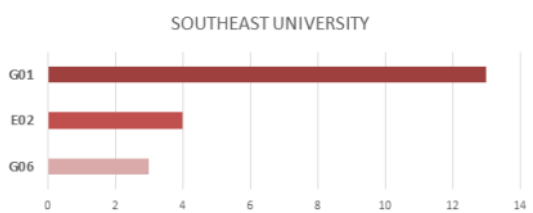
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B03	액체에 의한 또는 풍력테이블 또는 지그에 의한 고체물질의 분리; 자기 또는 정전기에 의한 유체 또는 고체물질로부터 고체물질의 분리; 고압 전계에 의한 분리
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
2		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F28	열교환 일반
		F26	건조
3		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
		-	-
4		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
5		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PETROCHINA COMPANY	1.20%	0.83%	433.33%
2	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	1.03%	0.71%	1966.67%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.79%	0.55%	133.33%
4	HOHAI UNIVERSITY	0.58%	0.40%	1650.00%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	0.49%	0.34%	81.82%

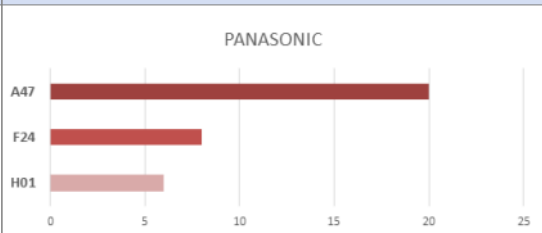
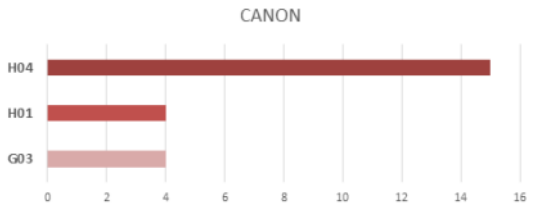
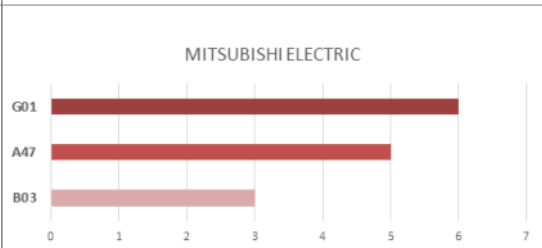
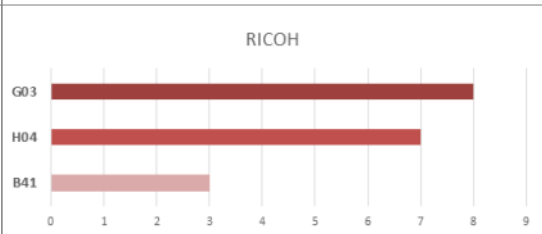
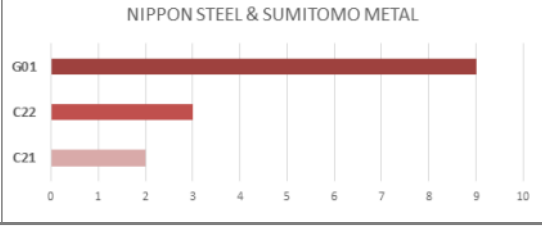
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
2		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
5		G01	광학
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

4 일본

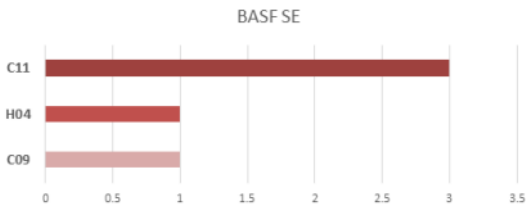
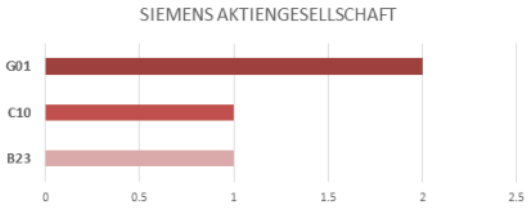
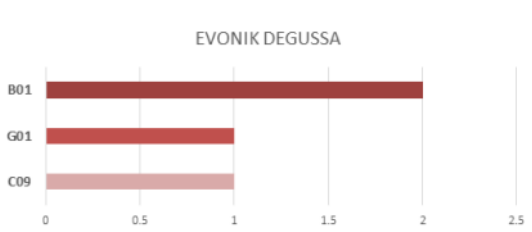
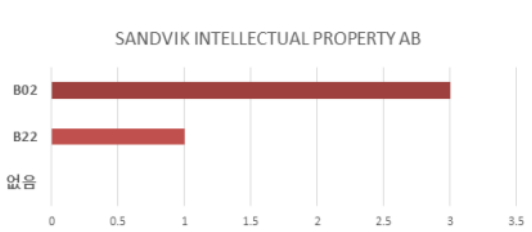
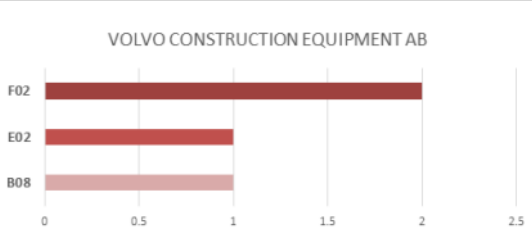
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PANASONIC	5.57%	0.63%	-76.60%
2	CANON	3.17%	0.36%	6.25%
3	MITSUBISHI ELECTRIC	2.59%	0.29%	45.45%
4	RICOH	2.11%	0.24%	44.44%
5	NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL	1.92%	0.22%	133.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H01	기본적 전기소자
2		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
3		G01	광학
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		B03	액체에 의한 또는 풍력테이블 또는 지그에 의한 고체물질의 분리; 자기 또는 정전기에 의한 유체 또는 고체물질로부터 고체물질의 분리; 고압전계에 의한 분리
4		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		H04	전기통신기술
		B41	스탬프; 타이프라이터; 복사기; 인쇄[4]
5		G01	광학
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
		C21	철 야금

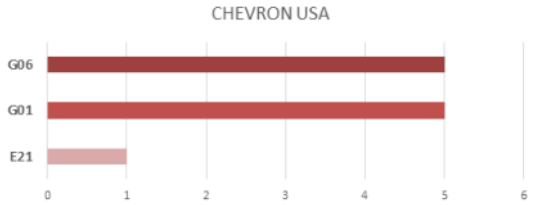
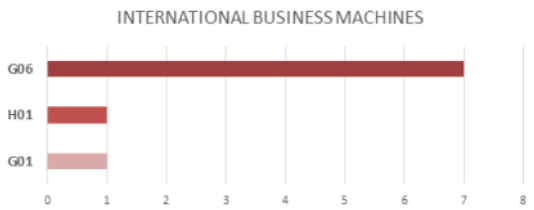
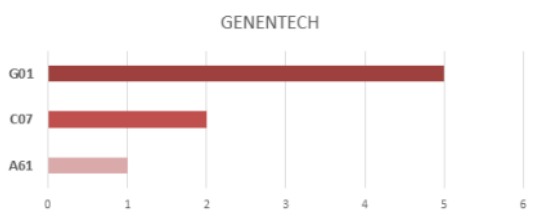
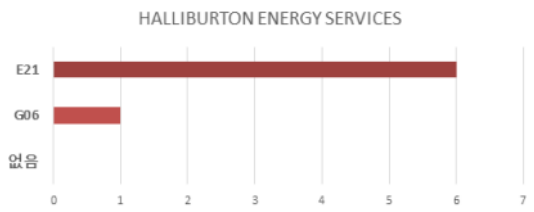
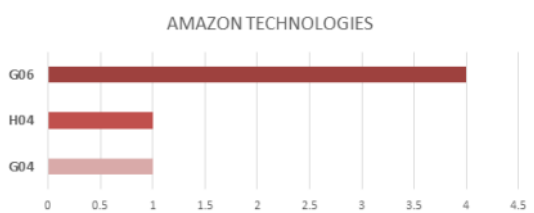
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BASF SE	1.99%	0.05%	-75.00%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	1.59%	0.04%	200.00%
3	EVONIK DEGUSSA	1.59%	0.04%	-100.00%
4	SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY AB	1.59%	0.04%	200.00%
5	VOLVO CONSTRUCTION EQUIPMENT AB	1.59%	0.04%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C11	동물성 또는 식물성유, 지방, 지방성 물질 또는 납; 그것에 유래하는 지방산; 세정제; 양초
		H04	전기통신기술
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
2		G01	광학
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		G01	광학
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
4		B02	파쇄, 분쇄 또는 미분쇄; 제분을 위한 곡립의 전처리
		B22	주조; 분말야금
		-	-
5		F02	연소기관
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		B08	청소

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHEVRON USA	2.52%	0.12%	-42.86%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	2.29%	0.11%	0.00%
3	GENENTECH	1.83%	0.09%	-85.71%
4	HALLIBURTON ENERGY SERVICES	1.61%	0.08%	150.00%
5	AMAZON TECHNOLOGIES	1.38%	0.07%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
3		G01	광학
		C07	유기화학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G04	시계 제작

93 기후변화 감시·예측·적응 기술



93 기후변화 감시·예측·적응 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 장기간의 온실가스 및 기후자료의 산출을 통해 전국 및 지역 기후변화의 원인을 규명하는 기술
- ☑ 지구시스템모델 및 화학기후모델 개발을 통해 탄소순환을 예측하고 장기체류 기후변화 원인물질(이산화탄소) 및 단기체류 기후변화 원인물질(메탄, 대류권 오존, 검댕을 포함한 일부 미세먼지 등)이 기후변화에 미치는 영향을 평가하는 기술
- ☑ 기후변화 취약성 및 적응 정책을 도출하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

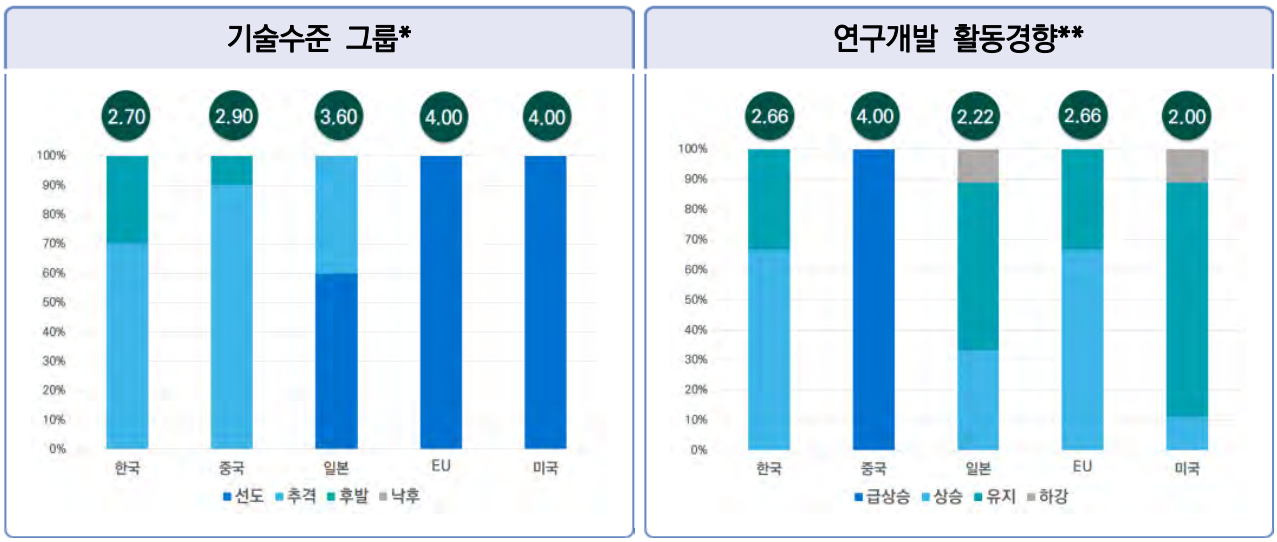
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.0	5.0	추격	보통	보통	상승
중국	80.0	3.0	추격	우수	우수	급상승
일본	90.0	1.0	선도	우수	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	75.0	5.0	75.0	74.0	76.0	3.6	5.0	5.0	6.0	2.3
중국	80.0	5.0	80.0	76.0	80.0	4.6	3.0	2.0	5.0	2.4
일본	90.0	1.0	90.0	85.0	92.0	5.7	1.0	1.0	2.0	0.9
EU	100.0	0.0	100.0	98.0	100.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

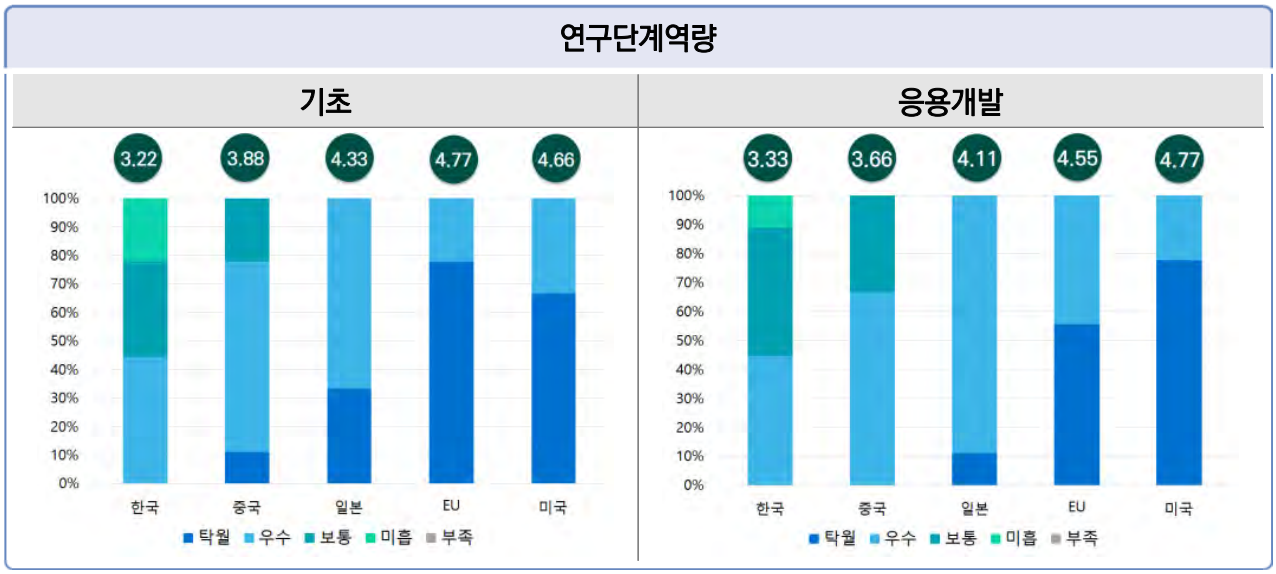
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.0%)	• 기술 개발 및 선도 기술 도입 투자 활발하나 기술 개발 인력이 여전히 부족하고 인력 개발이 지속적이지 않음 • 기후변화 중, 예측 부문에서는 선도그룹에 근접하고 있으나, 감시 및 대응에 있어서는 많이 떨어짐 • 일부 연구자들의 국제 기여도는 높은 반면, 전반적인 인프라, 연구 네트워크 등은 개별적이라 체계적인 기술 수준 향상 저해 • 선도그룹과 추격그룹에 근접하기 위해 지속적인 정부 투자와 노력 필요
중국 (80.0%)	• 선도 그룹과 공동 연구 지속 투자 및 이를 통한 활발한 연구 교류 지속 • 많은 연구결과들을 볼 때, 빠른 속도로 선도그룹 추격 중. 특히 관측 네트워크 및 모델, 논문의 질적, 양적 팽창이 주목할 만함 • 현재 수준은 최고수준에 미치지 못하나 과감한 투자를 통해 맹추격 • 국제적 연구 그룹 참여도가 높아지고 있으며, 논문 및 특허 등 실적이 매우 향상 • 2016년 대비 연구 성과와 정부 투자가 약해짐
일본 (90.0%)	• 선도 기술 적극 도입 및 연구 개발 지속 투자 • 기후변화 중, 온실기체 관련해서는 선도그룹 수준이나, 다른 분야에서는 아직 추격그룹 • 관련 연구자들의 국제 활동이 우수하며, 국내 연구 인프라 및 네트워크 구성 우수 • 지속적인 정부 투자와 관심을 바탕으로 기후변화 감시 예측 적응의 과학기술 수준 유지 • 자체모델링 기술과 위성 관측 기술을 보유하고 있으며 국제적인 기후변화 연구 선도 • 연구결과의 정확성에 대해서는 감시가 필요하지만, 양적인 부분에서 추격 속도가 상당히 높음
EU (100%)	• 최근까지의 기후변화 감시, 예측, 적응 분야의 측정 네트워크, 모델, 논문 등은 대등한 수준 • 특히 수치모형 부분에서 선도 • 논문, 특허 등 가시적 성과가 지속되며, 국제 활동 등 기여도도 높음 • IPCC를 주도하고 있으며, 미국이 UN기후변화협약을 탈퇴한 시점에서 전 지구적 기후변화 문제의 리더십 발휘 • 실제로 EU 회원국 전체 기술 역량은 미국과 우열을 논하기 어려움 • 자체 모델링 기술과 위성관측 기술은 미국보다 역사가 깊고 뛰어나지만 규모 면에서 미국에 뒤처짐
미국 (100%)	• 연구개발 지속 투자 및 선도 기술 개발 노력 • 그동안 축적된 연구역량 독보적으로 앞서 있음 • 방대한 지구관측 프로그램과 기후예측 모델링 기술 보유 • 최근까지의 기후변화 감시, 예측, 적응 분야의 측정네트워크, 모델, 논문 등으로 볼 때 대등한 수준임. 이에는 NASA, NOAA, NCAR 등 선도 연구기관의 역량이 지대함 • 인공위성 등을 활용한 기후변화/온실기체 감시, 기후변화 예측을 위한 기후/지구 시스템 모델링 기술 등에서 연구개발 투자 규모 및 선도적 고급 전문 인력 측면에서 세계 최고 수준 • USGCRP를 중심으로 하는 기후변화 적응 기술 및 취약성 및 영향 평가 기술이 최고 수준 • 논문 발표 실적 면에서도 최고 수준 • 자체 모델링 기술과 위성 관측 기술을 다수 보유하고 있으며 국제적인 기후변화 연구를 선도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• R&D 예산 지원 및 첨단 인프라 • 연구투자, 인프라 등에서의 강점을 바탕으로 비교적 우수한 응용개발 연구 역량 보유 • 원인규명 분야, 감시 분야 • 최근 기후변화 모델링 기술과 위성관측 기술에 발전 • 모방 기술 우수 • 많은 연구개발로, 선진그룹을 추격 중	• 체계적 연구 네트워크 등 부족 • 관련 연구 인력이 안정적으로 연구개발에 종사할 수 있는 제도적 장치 다소 미흡. 특히 해양기후분야는 원천기술보다는 응용기술에 주로 투자해 원천기술이 매우 부족 • 모델링 분야 미흡 • 기술, 인력 부족 • 연구의 규모를 키우는데 한계가 있음. 선택과 집중 필요 • 선진국에 비해 연구 인프라 낙후 • 과학기술부문에 대한 사회적 관심 부재 • 연구논문 질적 수준 취약 • 국가 연구소 등의 부족으로 규모 있는 공동 연구 체계 취약 • 국가 연구소 등의 부족으로 규모 있는 공동 연구 체계 취약
중국	• 개별 연구자들의 연구 성과 및 국제 활동 기여도 탁월 • 인력, 인프라 우수 • 모델링 및 감시분야에 집중 투자 • 최근 기후변화 연구와 관련 기술 개발에 투자 급증 • 미국 등 국외 공동연구 활발하여 단기간에 연구 성과 비약적 상승 • 많은 연구개발로, 과거의 추격모드에서 급격히 상승하고 있으며, 논문, 관측 네트워크, 예측모델, 적응에 질적 향상이 두드러짐	• 체계적인 연구 네트워크 등 미흡 • 기초 및 원천 기술 부족 • 정부지원으로 기술 강화 추세 • 기술수준에 대해서는 지속적인 감시 필요 • 대체로 모방 기술에 집중하는 편 • 활발한 연구 활동과 정부의 적극적인 투자 • 질적인 측면에 대한 고려 부족
일본	• 꾸준한 국제 활동 기여, 연구 네트워크 및 국가적 지원제도 • 연구 인력이 같은 분야에 지속적으로 기술 개발하도록 함 • 모델링 분야 우수 – 지구시스템 모델은 세계적 수준 • 지구 관측 기술 및 연구 인프라 우수 • 기초과학 역량 탁월 • 기후변화의 온실기체 측정 네트워크 및 예측에 있어 선도그룹의 수준에 이름	• 최근 투자가 유지 또는 약간 줄어드는 추세 • 일본 자체 기술력에 의존하는 경향이 큼. 미국과 유럽과 융합되지 못함 • 연구인력 부족으로 절대 성과 부족 • 예산 지원의 지속성에 대한 우려
EU	• 우수한 연구 네트워크 • 모든 세부기술 분야의 기술, 인력, 인프라 등에서 강점 • 특히 기후변화 감시 및 원인 규명 기술, 온실가스	• R&D 예산 하락 등 • 미국 대비 인프라 약간 부족 • 기후변화 연구의 역사는 미국보다 오래되고 축적

국가	강점분야	기타
	배출 시나리오 개발, 지구시스템 모델 기술, 기후변화 적응대책 통합관리 기술 등 탁월 • 모델링 분야 • 지구관측 위성기술 우수 • 대규모 집단 연구 강점 • 과거 미국보다 다소 뒤쳐져 있던 기후변화 부문의 연구역량이 미국을 추월할 정도로 진전됨 • 미국보다 높은 사회적 관심	된 기술력도 뛰어나지만 전 지구적인 감시와 정밀 모델링을 위한 연구를 위해서는 연구의 규모가 뒷받침되지 못함 • 적극적인 연구투자 미흡 • 장기적 지속성에 대한 우려
미국	• 기술 집적 가능 환경 • 모든 세부기술 분야의 기술, 인력, 인프라 등에서 강점 • 특히 기후변화 감시 및 원인 규명 기술, 지구시스템 모델 및 화학기후 모델 기술 등 탁월 • 지구관측 위성 등 지구관측 기술 독보적 • 세계적 연구소 다수 보유로 대규모 집단 연구체계 확고 • 여전히 기후변화 연구에 있어서, 세계적인 선도적 역할 지속	• 트럼프 정부의 기후변화 정책이 과학기술을 위축시키는 분위기 • 기초 기술보다는 응용 분야에 치중 • 최근 기후변화 연구와 기술 개발에 대한 투자 급감 • 미국 정부 연구 투자 감소로 현 상태 유지 혹은 하강 예상 • 기후변화에 대한 정치사회적으로 부정적 인식으로, 연구개발 부문 이외의 경제사회적 부문에서는 지원이 떨어짐

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	4위	1위	3위	6위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 기후변화 분석 및 모델링 관련 해양과 대기 분야 과학자가 모여 관련 연구를 공유하고 토론하는 워크숍 등 정기모임 활성화 • 대학의 기초연구와 정부/공공연구소의 응용연구간 연계 및 협력 • 현재의 연구체계는 장비, 측정, 네트워크 관리, 분석, 모델링 등의 전문분야를 정부기관, 연구소, 대학, 회사 등이 나누어 가지고 있어, 시너지를 내는데 한계 있으므로 이를 위해 국내 장비보유기관-연구자간 협력체계를 강화 필요 • 연구 우수자, 연구기관 간 협력 실적 우수자에 대한 포상 등 우대 요건 확대 • IPCC를 벤치마킹한 KPCC의 설립을 추진해 국내 협력을 촉진하고 기후변화 과학/적응/완화 부문의 균형 있는 발전과 세계적 수준으로의 도약 추구 • 지역의 기후변화 적응 기술 및 취약성 평가 기술을 위하여 지자체와 지역 대학 및 연구가 협력할 수 있는 최적의 방안 모색 • 연구자들 간의 협력관계는 자유롭게 구축이 가능하지만, 기관의 입장이 개입될 경우 협력하기가

	정책제언
	매우 어려움. 국가 연구개발의 발굴 단계에서부터 협력이 가능하도록 촉진하는 방향 고민 필요 • 국내 협력 촉진을 위해 융합기술개발의 원칙 하에 정책지원
국제협력 촉진	• 우리나라 주변해 기후변화에 대한 공통 관심사가 있는 중국과 일본 과학자와 정기적인 교류 모임 지원 및 활성화 • 과학자들의 국제 활동 격려 및 지원책 마련 • 기후변화라는 용어 자체가 전 지구 규모의 협력을 필연적으로 요구하고 있으므로 국제협력 촉진을 위해, 해외출장 및 해외전문가 초빙 등에 연구개발비용의 재량을 연구책임자에게 많이 제공 필요 • 연구 우수자, 연구기관 간 협력 실적 우수자에 대한 포상 등 우대 요건 확대 • CMIP(Coupled Model Intercomparison Project)와 이에 부속된 다수의 endorsed MIP 국제협력 연구 사업에 적극적으로 참여할 수 있는 방안의 모색 절실. 이 참여가 결과적으로 IPCC에 대한 국가적 기여를 확장시키는데 효과적 • 국제 협력은 인력양성 분야와 밀접하게 관련됨. 국내 우수한 인력들이 국제회의에 적극적으로 참여하여 발언할 수 있는 기회를 많이 제공해야하며 중요한 국제 협력 프로그램에 국가적 지원 필요 • 국제 공동연구를 위한 연구비 및 인프라 확대 필요. 현재 국내 연구진의 수준은 선도그룹에 비견될만하지만 국제 공동연구의 부족으로 수준의 낮게 평가되고 있음
인력양성 및 유치	• 기후/기후변화 관련 인력이 지속적으로 관련 분야에 일할 수 있도록 안정적인 연구비 지원 필요 • 대기과학 및 기상기후 관련 대학 지원 대학 확대 • 정부출연 대기과학연구소 설립 • 대학이나 연구기관에 (비록 금액이 많지 않더라도) 장기적으로 안정된 연구비 지급이 필수적 • 해당 분야의 전문 융합대학원 설치 및 인력 양성 • 국내외 우수 연구자 유치 활용을 위한 R&D 사업 내 인건비 및 정원의 현실화 • 인력양성을 위한 기후변화과학 전문 대학원의 설립과 양성된 인력이 안정적으로 취업할 수 있는 양질의 일자리 마련 • 대학을 통한 인력양성 뿐만 아니라 출연연과의 협업을 통한 인력 양성 필요. 특히 대학에서 다루기 어려운 전문 분야의 인력 양성에 출연연이 기여할 바가 큼
인프라 구축	• 지구시스템모형 중 상대적으로 뒤쳐진 해양모형 개발을 위해 해양슈퍼컴 도입 필요 • 대학의 기초연구 단위에서 슈퍼컴퓨터 활용 기회 확대 • 위성과 수치모델 결합을 위한 기후재 분석 자료 생산 기반 구축하여 연산 자원, 인적자원, 관측자원 등의 인프라 고급화 • 기후변화 감시/예측/적응 연구를 총괄하는 국가급 연구센터의 설립 • 인프라는 선택과 집중으로 해당 기관에 장기간 안정적으로 지원하여 세계 일류급의 인프라 구축이 되도록 지원 필요 • 기후변화 시나리오와 같은 대용량 자료 처리 및 활용을 위한 연구 장비(스토리지, 계산용 슈퍼컴 등) 확대 여건 마련 • 기후변화 적응 기술을 위한 핵심 연구소는 현재 존재하나(한국환경정책평가연구원), 기후변화

	정책제언
	감시/예측 기술을 위한 핵심 연구소는 존재하지 않는 만큼, 기상학계가 학회 차원에서 추진하고 있는 대기과학연구원(가칭)의 설립을 정부 차원에서 적극 검토 필요
법·제도 개선	• 해양슈퍼컴 도입을 위한 법 제도 정비 • 기상관련법 개정하여 기술의 민간 이전 지원 확대 및 기상기후 민간사업 활성화 • 국내 감시/예측/적응 분야 간 교류를 활성화 및 국제 협력촉진을 위한 제도적 지원책 마련 • 현행 연구개발 계약의 운영규정, 관련 법을 개정하여 연구자의 부정적인 연구비 사용을 규제하되 연구결과의 성공/실패 평가에 대한 융통성 있는 입장을 가지고 연구자 보호 필요 • 성과지표 구성 등 사업 평가에 대해 정량적 지표도 중요하지만 정성적 평가에 대한 유연한 사고 필요 • 이 분야는 국가 정책에 크게 반영되는 특성이 있지만, 발전 속도를 높이고 기술의 질을 향상시키기 위해서는 연구의 자율성 또한 확보 필요. 기후변화 또는 취약성 평가 등의 결과를 생산하고 배포함에 있어 각 연구주체들의 역할이 보장될 수 있도록 제도적인 뒷받침 필요
연구비 확대	• 안정적이고 지속적인 연구비 투자 필요. 특히 해양기후변화 관련 분야는 우리나라 주변해에 대한 미래 상세전망 자료 생산에 대한 지원이 4차 IPCC 보고서에 사용된 CMIP3 이후 중단됨 • 기후변화와 자연재해 분야 새로운 R&D 기획 및 확대 • 국가적 기후변화 대응에 필요한 원천기술 확보를 위한 연구비 확대 필요 • 기후변화 감시, 예측 등 집약적 과학기술이 필요한 공공기술 부문의 꾸준하고 지속적인 R&D 투자 필요 • 기후변화의 핵심 세 부문, 즉 과학, 적응, 완화에 대한 연구비 투자의 불균형이 지나쳐, 기후변화 기반 수준의 향상을 위해 과학 부문에 대한 연구비의 확대 절실 • 연구비 집행의 효율성 제고 필요 • 기후변화 감시 예측 적응 기술을 대분류로 세부기술에 대한 지속적인 연구비 확대 및 균등한 발전 필요. 또한 연구비 확대에 대한 단계별, 우선순위별 집행 필요
기타 의견	

다 주요 분석 결과 요약

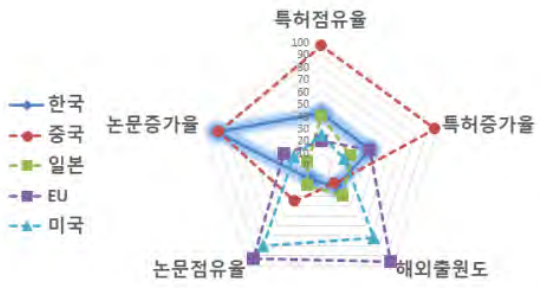
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분6야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	기후변화 감시·예측·적응 기술	8,733	2,212	83.0%	173.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

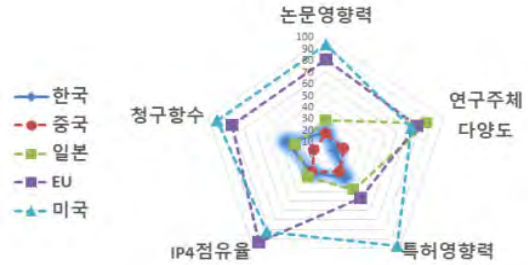
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	45.1%	60.8%	24.9	18.3
한국	5위	2위	4위	4위
	1.9%	15.9%	8.9	1.3
5개국 평균[2]	-	-	19.8	14.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

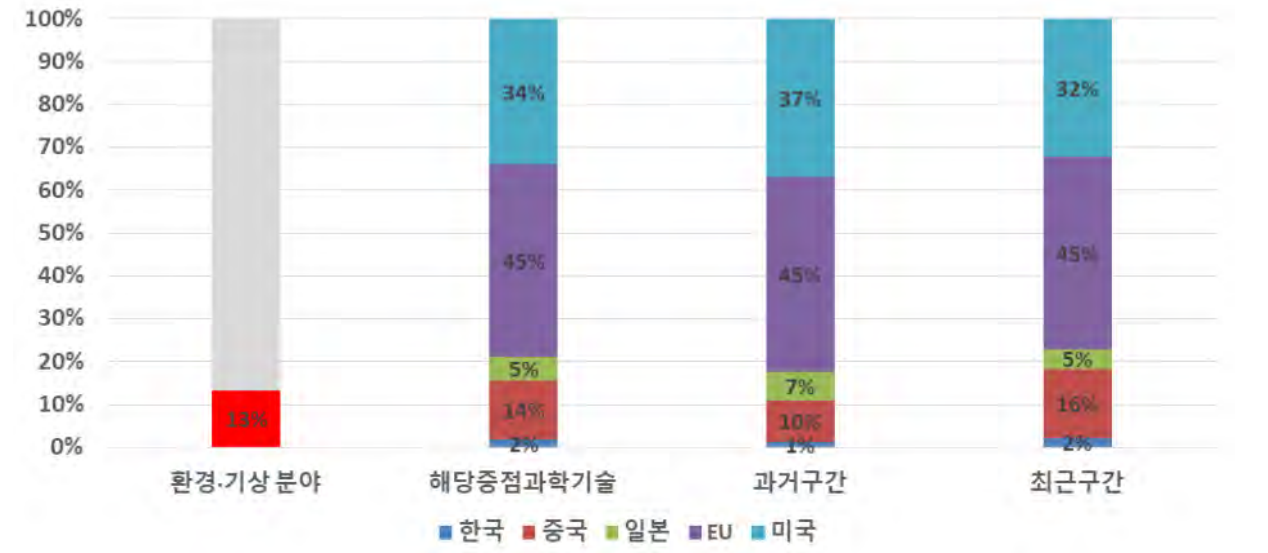
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(1.9%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(8.9)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(45.1%), 미국(33.9%), 중국(13.8%), 일본(5.3%), 한국(1.9%) 순이며, 논문 증가율은 한국(215.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(24.9), EU(20.8), 일본(11.2), 한국(8.9), 중국(8.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 일본(1.00)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(15.9%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(1.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(60.8%), 한국(15.9%), 일본(14.9%), 미국(5.9%), EU(2.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(397.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(18.3), EU(5.1), 일본(3.6), 한국(1.3), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(19.6%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	1.9%	13.8%	5.3%	45.1%	33.9%
	논문 증가율	215.4%	209.5%	23.0%	80.4%	59.9%
	논문 영향력	8.9	8.7	11.2	20.8	24.9
	연구주체 다양도	0.85	0.93	1.00	0.98	0.95
특허 분석	특허 점유율	15.9%	60.8%	14.9%	2.5%	5.9%
	특허 증가율	81.6%	397.3%	16.4%	80.0%	-12.9%
	해외출원도	0.2	0.0	0.8	5.0	2.9
	특허 영향력	1.3	0.0	3.6	5.1	18.3
	IP4점유율	0.6%	0.2%	1.8%	19.6%	15.3%
	청구항수	4.6	2.2	4.0	8.2	9.9

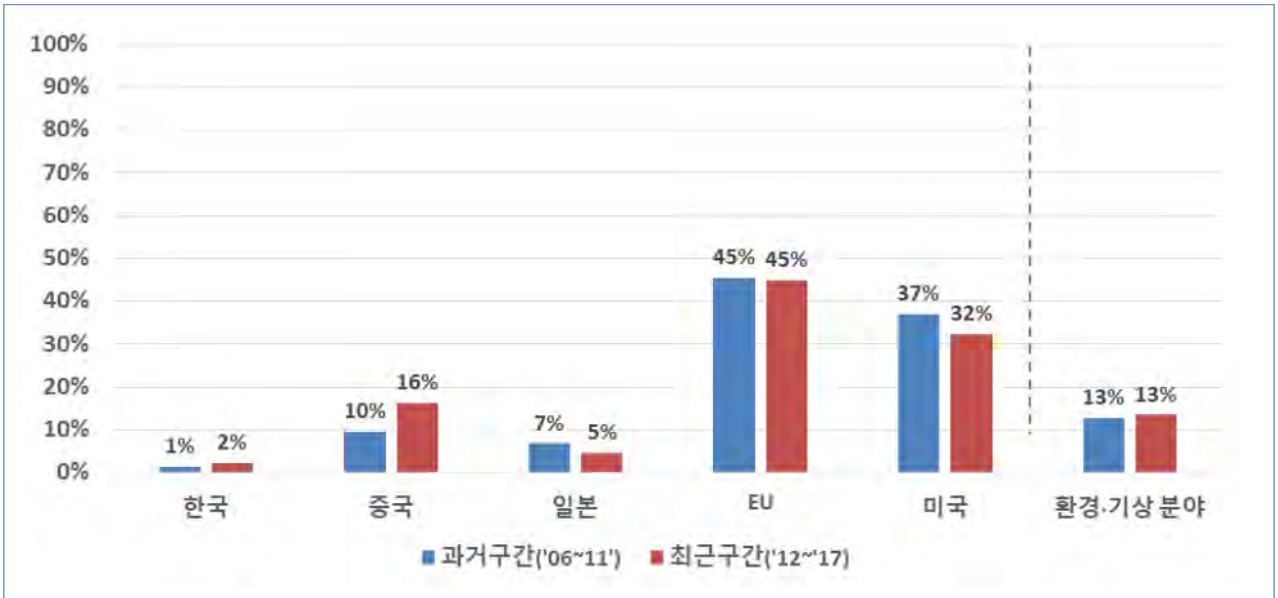
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 기후변화 감시·예측·적응 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3937건으로 전체 논문의 45%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 기후변화 감시·예측·적응 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 13%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

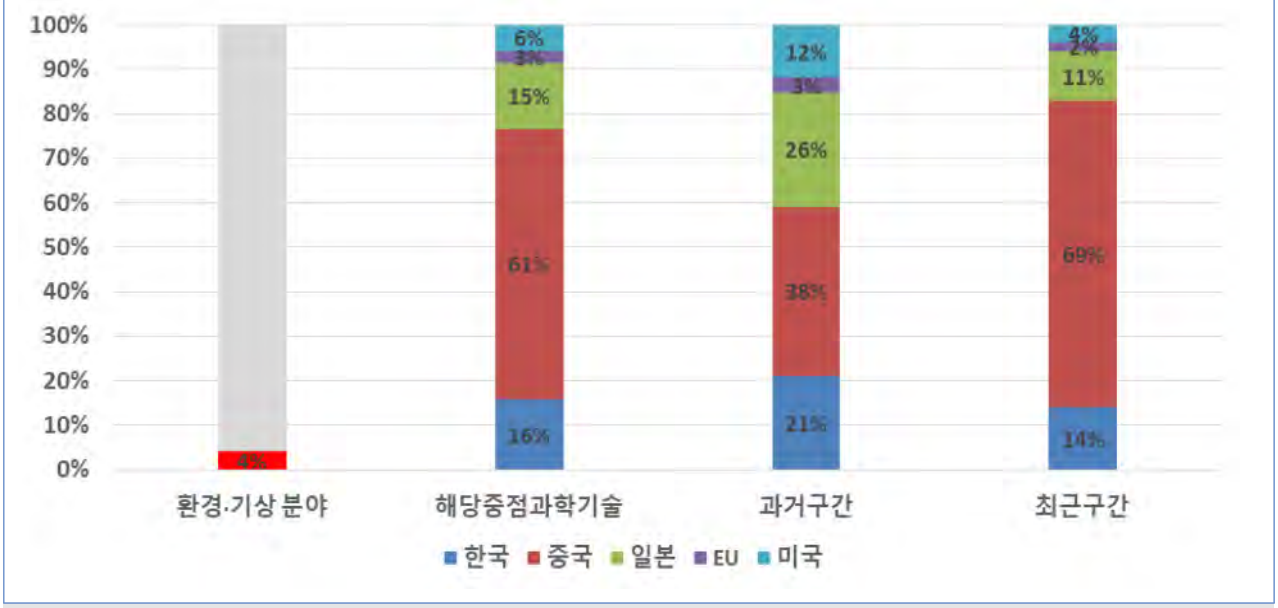


● 기후변화 감시·예측·적응 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 215.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	39	123	162	215.4%
중국	295	913	1,208	209.5%
일본	209	257	466	23.0%
EU	1,404	2,533	3,937	80.4%
미국	1,139	1,821	2,960	59.9%
전체	3,086	5,647	8,733	83.0%

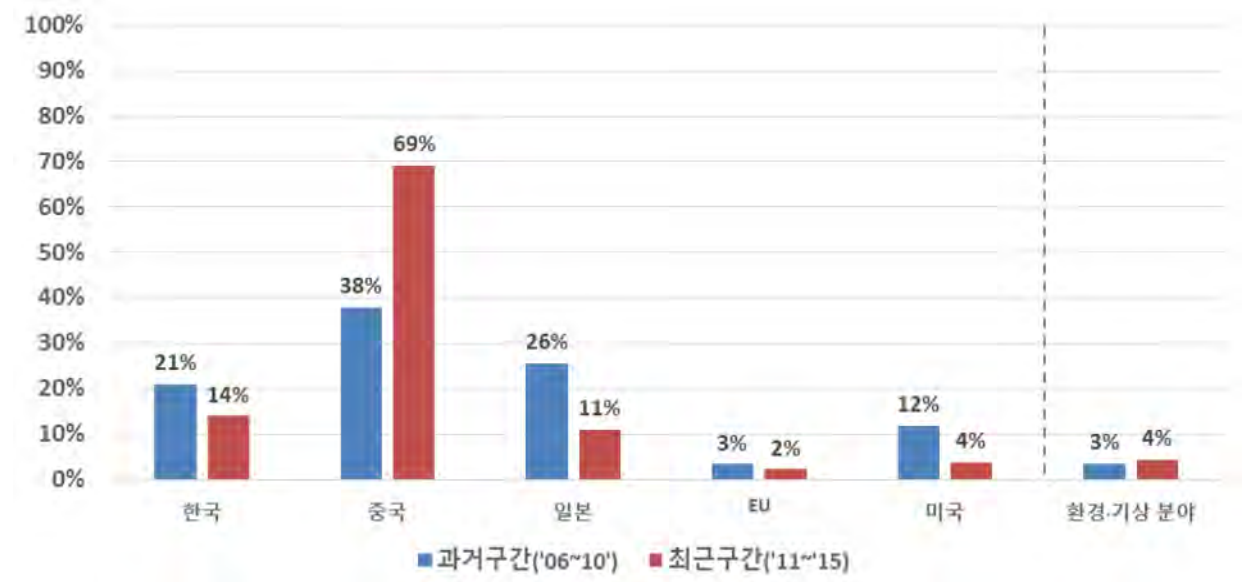
(4) 특허 점유율(전체)



● 기후변화 감시·예측·적응 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1344건으로 전체 특허의 61%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 기후변화 감시·예측·적응 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 4%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



● 기후변화 감시·예측·적응 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 81.6%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	125	227	352	81.6%
중국	225	1,119	1,344	397.3%
일본	152	177	329	16.4%
EU	20	36	56	80.0%
미국	70	61	131	-12.9%
전체	592	1,620	2,212	173.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

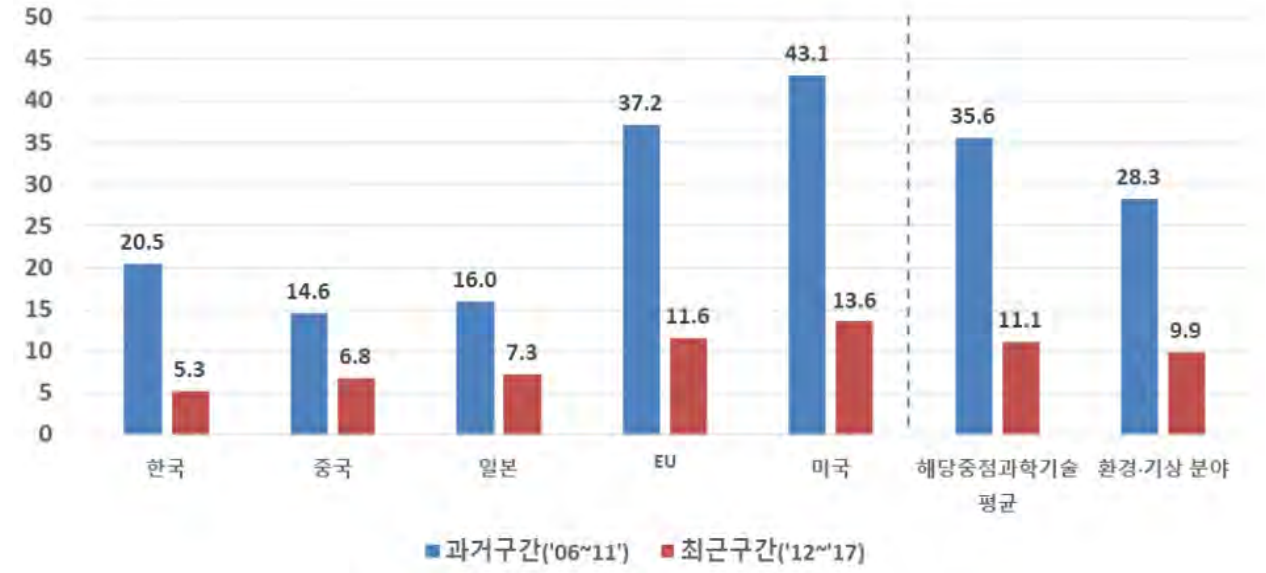


- 기후변화 감시·예측·적응 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

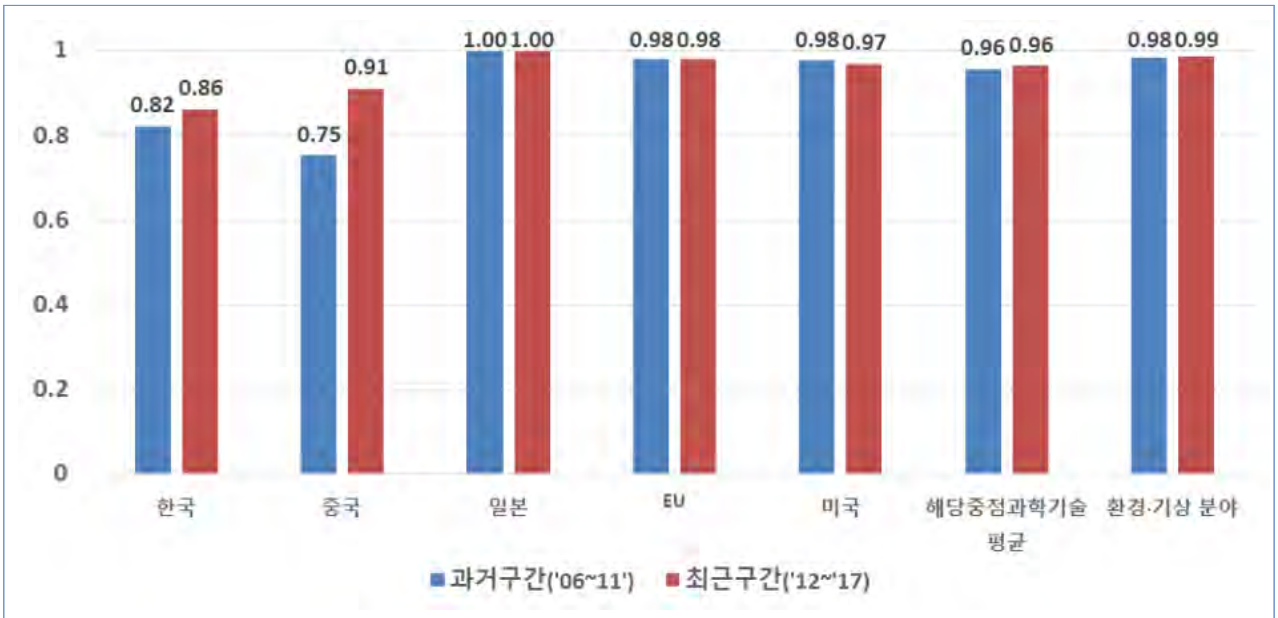
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



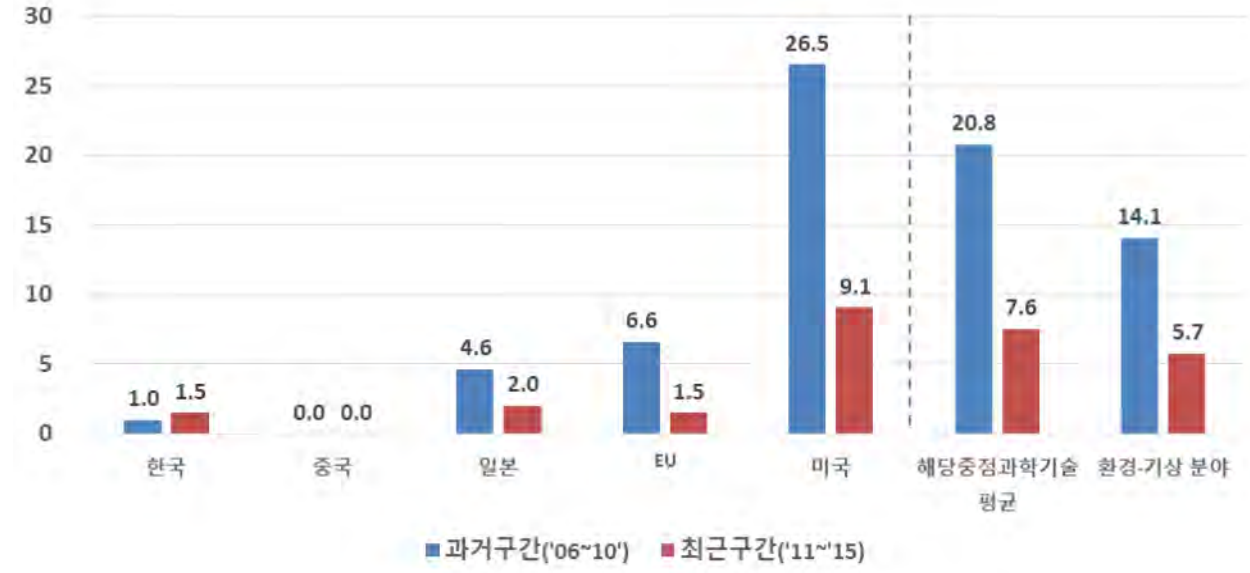
● 기후변화 감시·예측·적응 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



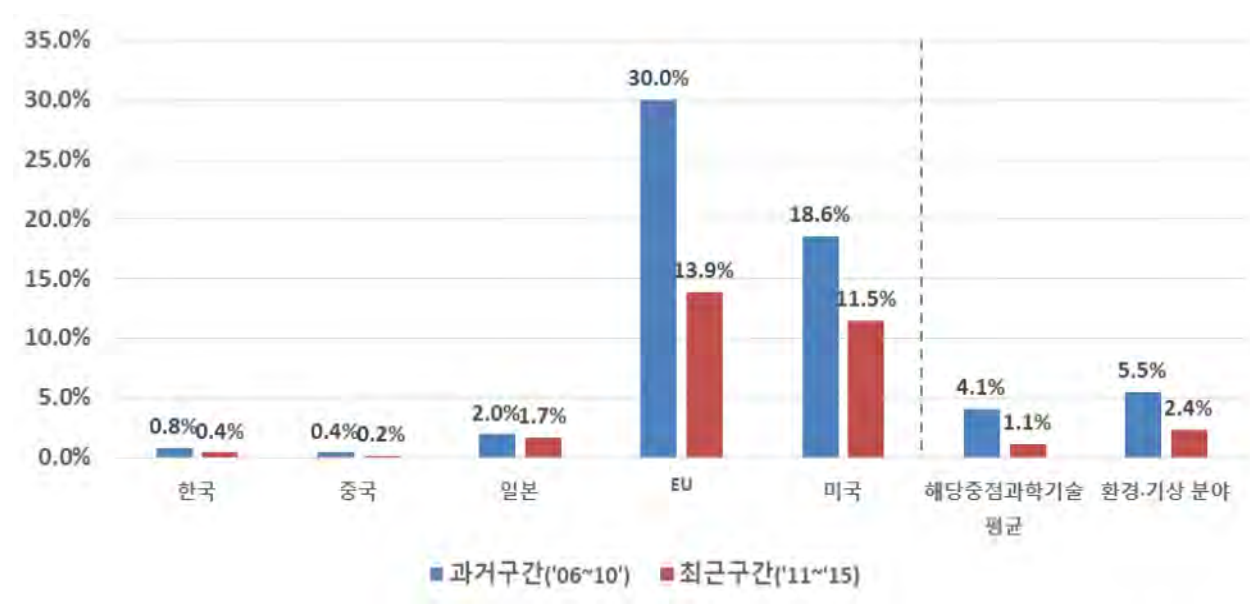
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 일본의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



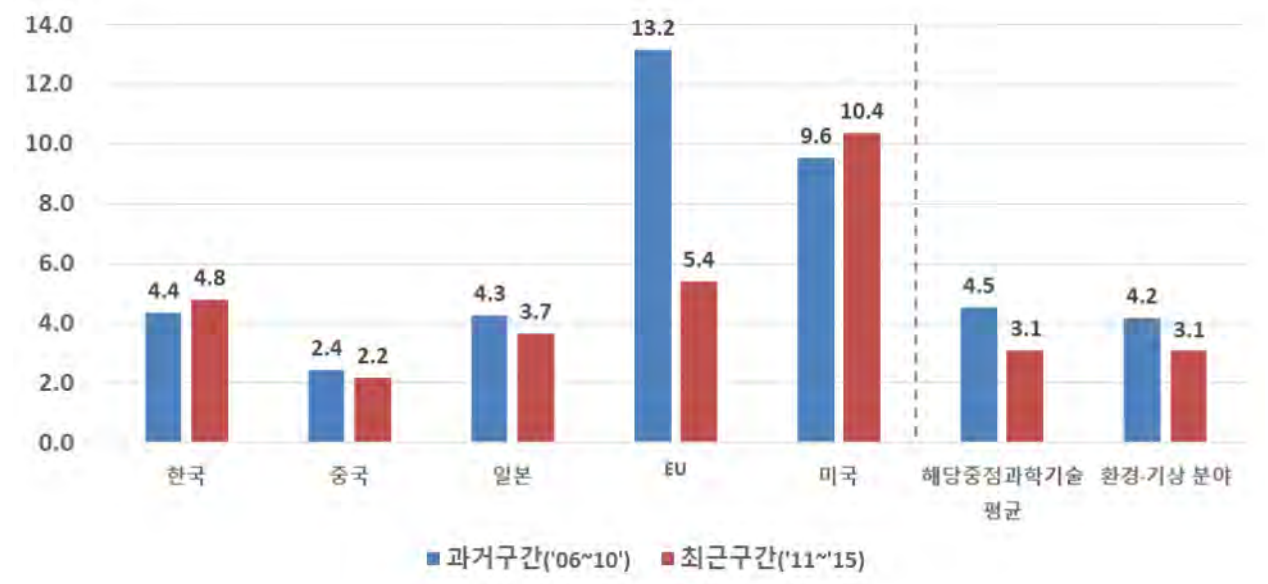
● 기후변화 감시·예측·적응 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 기후변화 감시·예측·적응 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 기후변화 감시·예측·적응 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

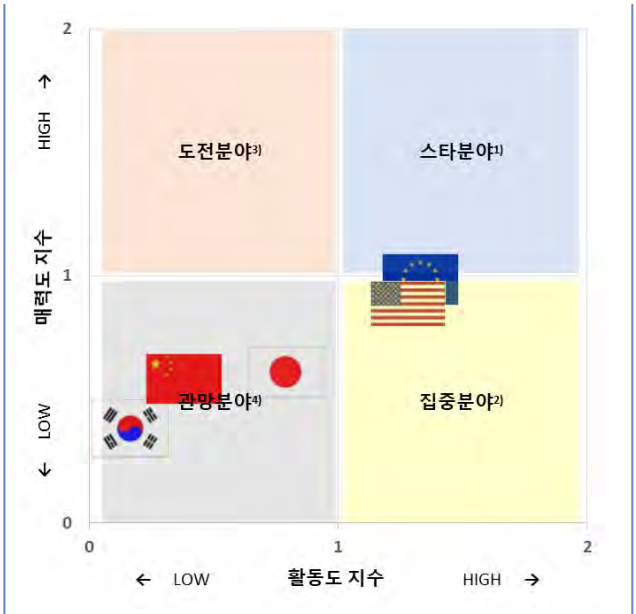
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

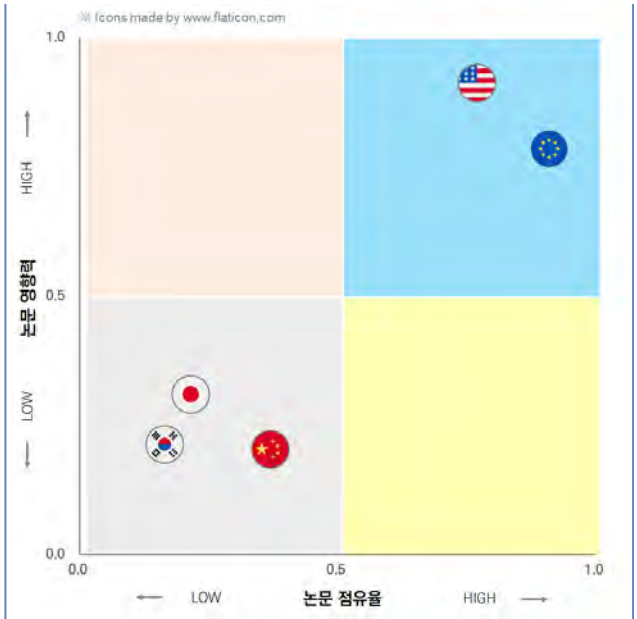
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 기후변화 감시·예측·적응 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

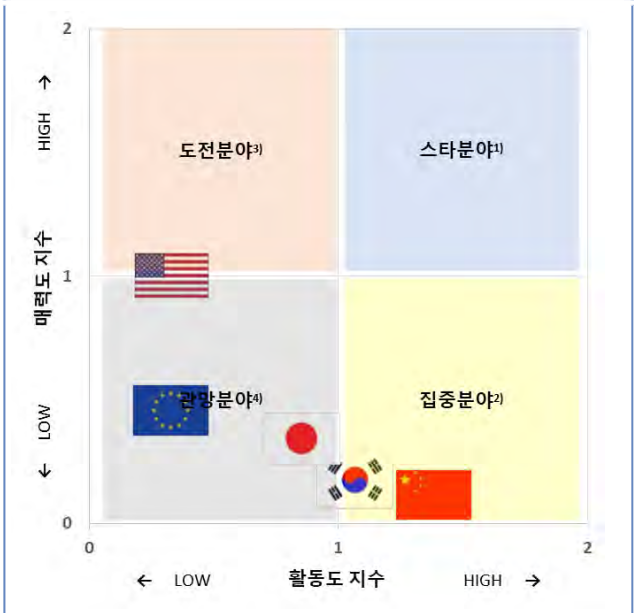


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

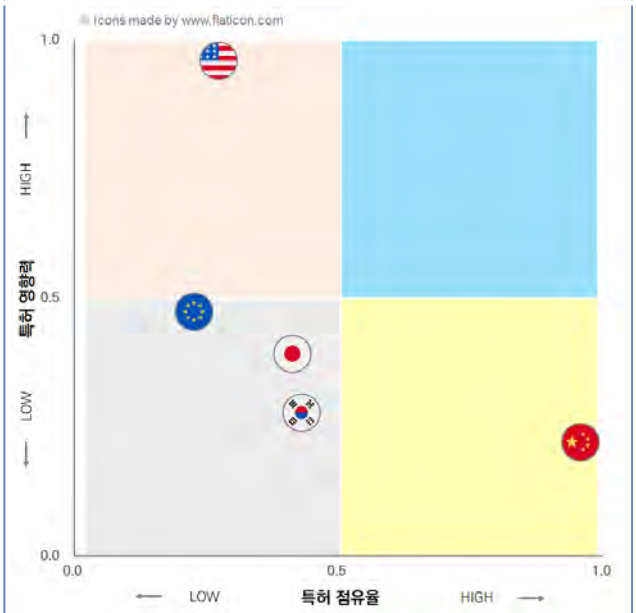
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 기후변화 감시·예측·적응 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.81%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 11.11%(글로벌 점유율은 0.21%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.40%	0.81%	108.70%
2	NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH	EU	1.27%	0.57%	-14.81%
3	NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER	미국	1.25%	0.42%	-31.82%
4	UNIVERSITY OF READING	EU	0.84%	0.38%	212.50%
5	NASA LANGLEY RESEARCH CENTER	미국	1.05%	0.35%	6.67%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	11.11%	0.21%	160.00%
2	YONSEI UNIVERSITY	5.56%	0.10%	250.00%
3	NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL RESEARCH	3.09%	0.06%	300.00%
4	KYUNG HEE UNIVERSITY	2.47%	0.05%	300.00%
5	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	1.85%	0.03%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF ATMOSPHERIC PHYSICS	2.48%	0.34%	228.57%
2	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	2.07%	0.29%	216.67%
3	PEKING UNIVERSITY	0.99%	0.14%	0.00%
4	STATE KEY LABORATORY OF REMOTE SENSING SCIENCE	0.91%	0.13%	166.67%
5	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.91%	0.13%	166.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES	6.22%	0.33%	-6.67%
2	METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE	3.00%	0.16%	0.00%
3	HOKKAIDO UNIVERSITY	1.93%	0.10%	100.00%
4	ATMOSPHERE AND OCEAN RESEARCH INSTITUTE	1.93%	0.10%	100.00%
5	DISASTER PREVENTION RESEARCH INSTITUTE	1.72%	0.09%	600.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH	1.27%	0.57%	-14.81%
2	UNIVERSITY OF READING	0.84%	0.38%	212.50%
3	LUND UNIVERSITY	0.64%	0.29%	112.50%
4	UNIVERSITY OF BRISTOL	0.51%	0.23%	0.00%
5	UNIVERSITY OF EDINBURGH	0.46%	0.21%	100.00%

6 미국

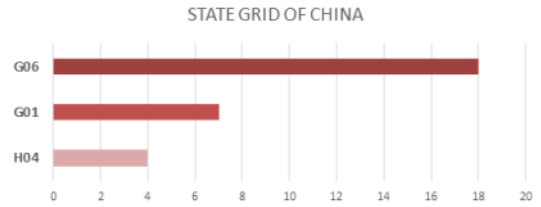
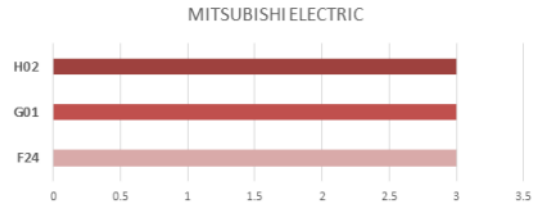
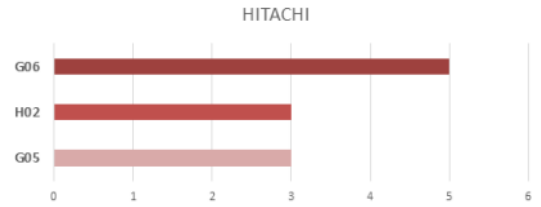
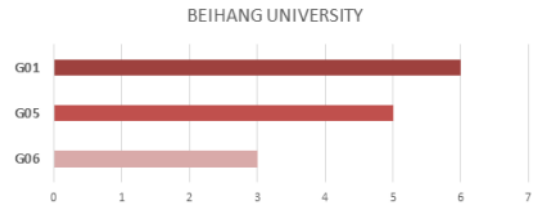
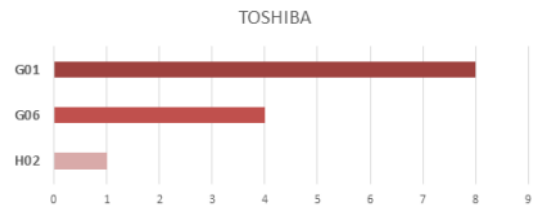
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.40%	0.81%	108.70%
2	NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER	1.25%	0.42%	-31.82%
3	NASA LANGLEY RESEARCH CENTER	1.05%	0.35%	6.67%
4	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.01%	0.34%	30.77%
5	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.01%	0.34%	30.77%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'STATE GRID OF CHINA(1.54%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국해양과학기술원'이 2.56%(글로벌 점유율은 0.41%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'STATE GRID OF CHINA'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를, '한국해양과학기술'은 G01(광학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

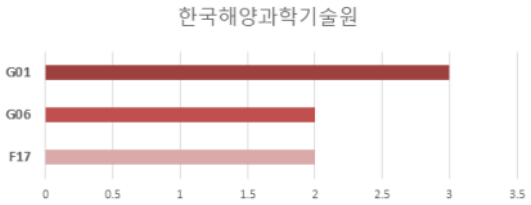
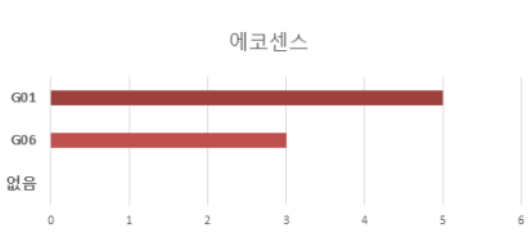
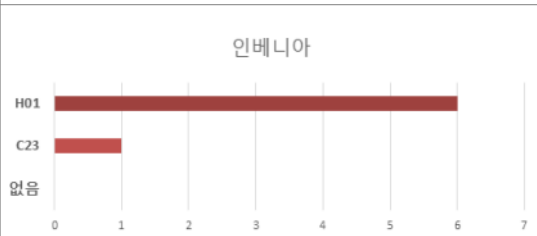
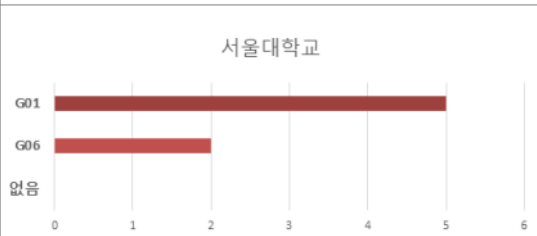
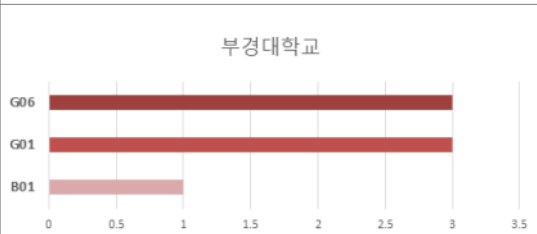
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	중국	2.53%	1.54%	3300.00%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	5.78%	0.86%	37.50%
3	HITACHI	일본	5.17%	0.77%	83.33%
4	BEIHANG UNIVERSITY	중국	1.26%	0.77%	650.00%
5	TOSHIBA	일본	4.56%	0.68%	-12.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
4		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국해양과학기술원	2.56%	0.41%	800.00%
2	에코센스	2.27%	0.36%	-40.00%
3	인베니아	1.99%	0.32%	-25.00%
4	서울대학교	1.99%	0.32%	150.00%
5	부경대학교	1.99%	0.32%	33.33%

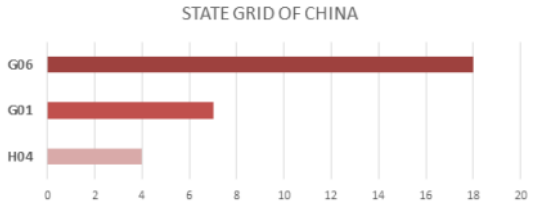
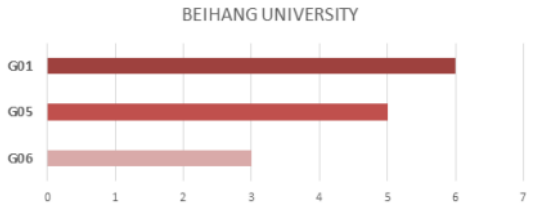
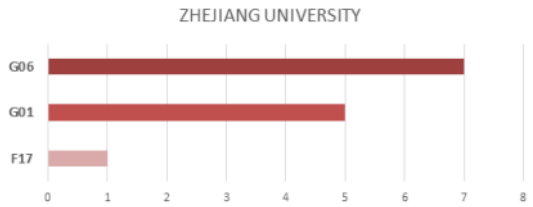
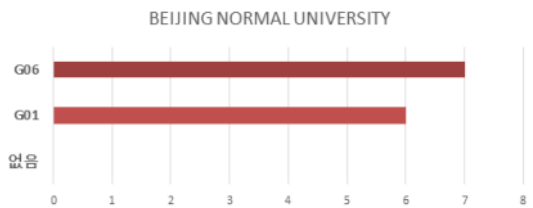
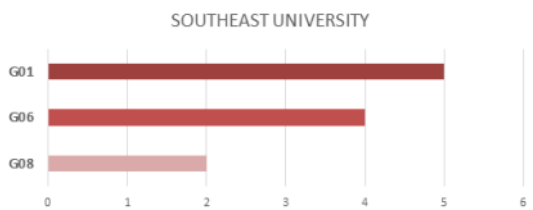
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
2		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		H01	기본적 전기소자
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		-	-
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

3 중국

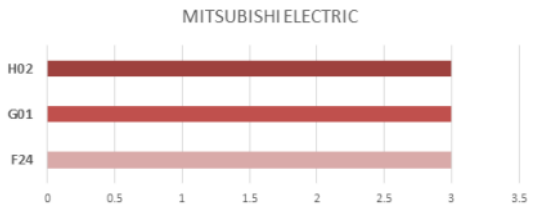
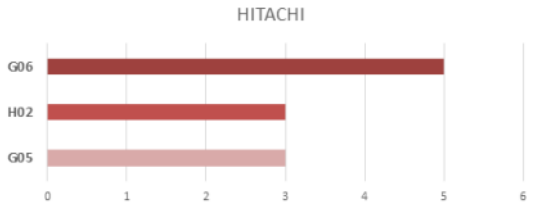
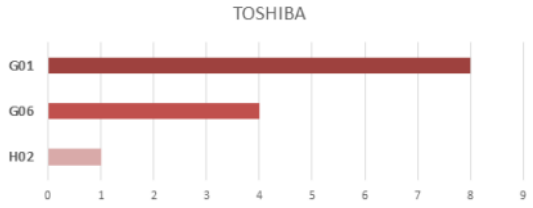
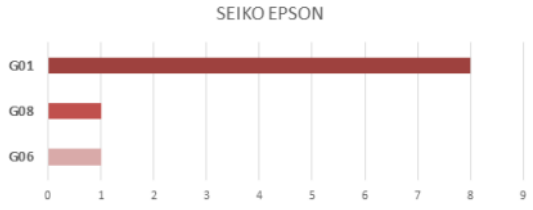
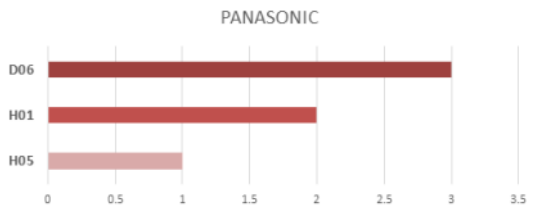
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	2.53%	1.54%	3300.00%
2	BEIHANG UNIVERSITY	1.26%	0.77%	650.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.12%	0.68%	1400.00%
4	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	0.97%	0.59%	450.00%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	0.89%	0.54%	1000.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
2		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		-	-
5		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호

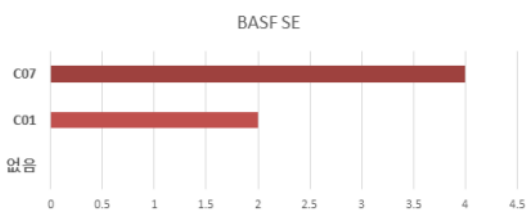
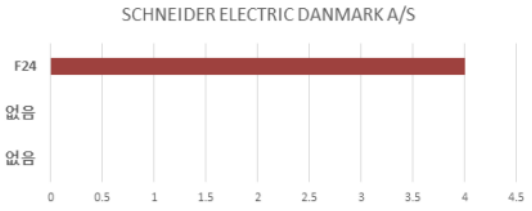
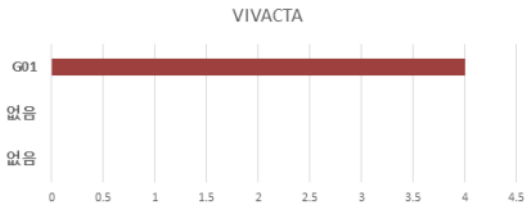
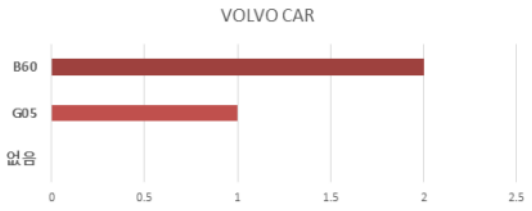
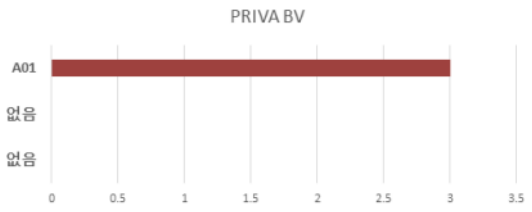
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI ELECTRIC	5.78%	0.86%	37.50%
2	HITACHI	5.17%	0.77%	83.33%
3	TOSHIBA	4.56%	0.68%	-12.50%
4	SEIKO EPSON	3.65%	0.54%	400.00%
5	PANASONIC	3.34%	0.50%	-42.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
3		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		G01	광학
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술

5 EU

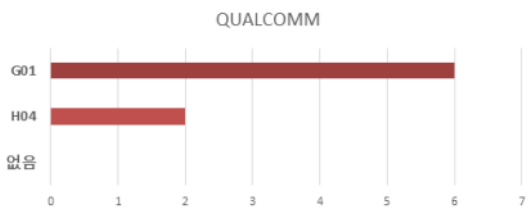
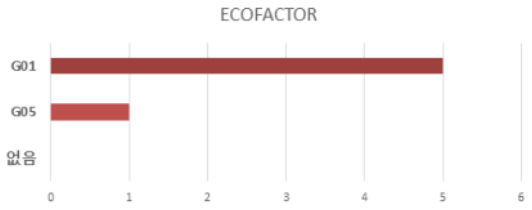
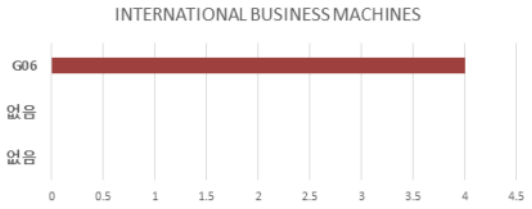
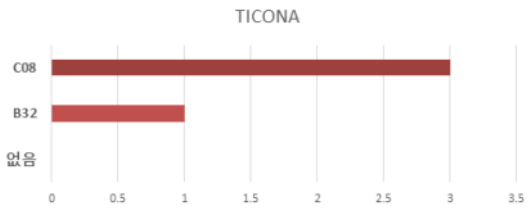
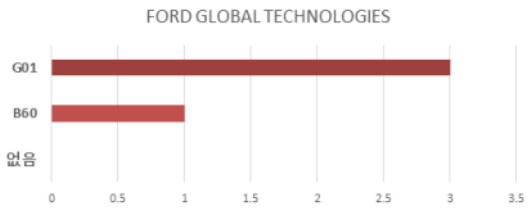
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BASF SE	10.71%	0.27%	0.00%
2	SCHNEIDER ELECTRIC DANMARK A/S	7.14%	0.18%	300.00%
3	VIVACTA	7.14%	0.18%	-100.00%
4	VOLVO CAR	5.36%	0.14%	200.00%
5	PRIVA BV	5.36%	0.14%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C07	유기화학
		C01	무기화학
		-	-
2		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
		-	-
3		G01	광학
		-	-
		-	-
4		B60	차량일반
		G05	제어; 조정
		-	-
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	6.11%	0.36%	-40.00%
2	ECOFACTOR	4.58%	0.27%	0.00%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	3.05%	0.18%	200.00%
4	TICONA	3.05%	0.18%	-66.67%
5	FORD GLOBAL TECHNOLOGIES	3.05%	0.18%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		H04	전기통신기술
		–	–
2		G01	광학
		G05	제어; 조정
		–	–
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
		–	–
4		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		B32	적층체
		–	–
5		G01	광학
		B60	차량일반
		–	–

94 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술



94 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술

중점과학기술 개요

- ☑ UN에서 지정한 7대 온실가스 중에서 CO2를 제외한 6개 온실가스(메탄(CH4), 아산화질소(N2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF6), 삼불화질소(NF3))를 저감시킬 수 있는 기술
- ☑ 온실가스 발생원의 특징에 적절한 친환경성과 고효율성을 가진 저감 기술
- ☑ 지구온난화 지수가 낮거나 온난화 유발효과가 없는 물질로 대체하는 기술, Non-CO2온실가스의 사용을 최소화하는 기술, 그리고 발생되는 Non-CO2물질을 친환경적이면서 고효율로 회수·재활용·파괴하는 기술 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

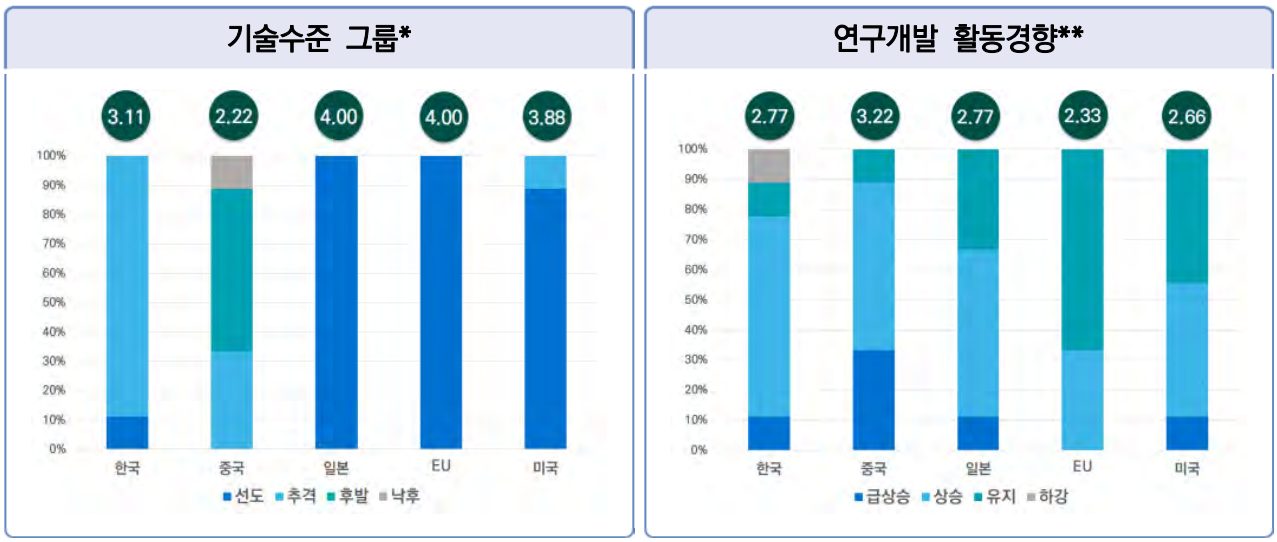
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	81.0	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	70.0	4.5	후발	보통	보통	상승
일본	98.0	1.0	선도	우수	탁월	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지
미국	97.0	0.5	선도	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	83.0	3.5	81.0	75.0	85.0	8.9	3.0	2.0	3.5	0.9
중국	70.0	5.0	70.0	70.0	73.0	10.9	4.5	3.5	5.0	1.1
일본	98.0	1.0	98.0	95.0	100.0	6.4	1.0	0.0	1.0	0.6
EU	100.0	0.0	100.0	90.0	100.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.7
미국	99.0	0.5	97.0	94.0	99.0	4.3	0.5	0.5	1.0	0.6

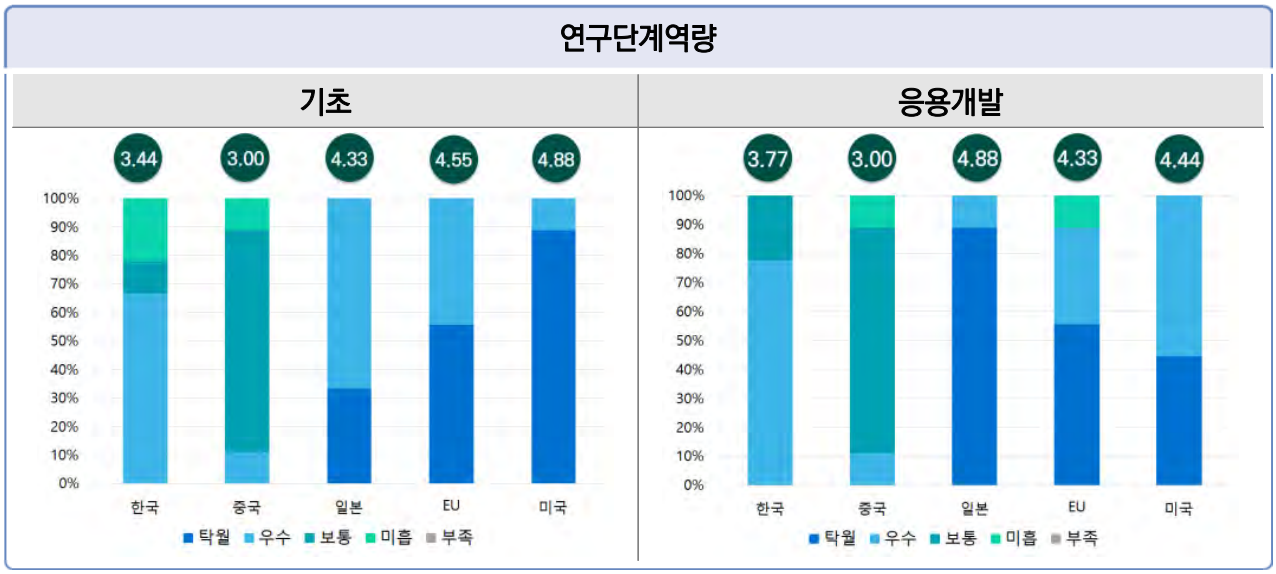
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (81.0%)	• 선진국의 선진기술의 국내 실증 및 상용화 기술 적용을 하고 있으며, 국내에서 Non-CO2 사업단을 중심으로 기술개발을 추진 및 실증 중 • 최근 들어 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있어 기술 적용 증가 추세 • Non-CO2 처리시장은 가장 크나 아직까지 적극적으로 기술 실증에 뛰어들고 있지 않음. 이는 미국과 같은 상황으로 기후변화협약 가입에 대해 소극적인 추세 • 연구소와 대학을 중심으로 축산 및 매립가스 정제기술 등에 진보 • 기초 및 응용 연구 인프라 구축 완료되었으나 기초 분야 확충 요함. 산학 공동 연구 절실 • 국가 지원, 정책자금을 이용한 연구개발은 활발히 하고 있으나, 연구원 중심으로 이뤄져 사업화하는데 한계가 있으며, 연구중심으로 사업화하는 것에 그치는 수준. 중소기업이 주관이 되어서 사업화를 해야만 성공할 수 있을 것
중국 (70.0%)	• 선진국에서 기술 실증은 수행하고 있으나 자국의 기술력은 낮으나 최근 연구기관을 중심으로 적극적인 연구 개발을 추진 • 최근 활발한 연구개발을 통해 많은 논문과 특허 등 발표 • 다방면에 대해 기술개발이 이루어지고 있으나 경제성 갖춘 기술 부재. Non-CO2 처리에 대한 정부 및 기업의 인식이 적어 기술의 진보가 늦어짐 • 반도체 산업 기술 격차 감소로 빠른 미래에 기술 동등 수준 도달할 것 • 2015년 이전까지는 산업화, 경제 성장률에 초점을 맞춰서 하였으나, 중국현지에서 2017년 이후 친환경사업, 온실가스 사업 등에 많은 투자와 국가적 지원이 많음
일본 (98.0%)	• 상용화 기술을 기반으로 한 기술을 확보하고 있는 실정이며 대학을 중심으로 연구개발 수행 • 응용기술에 대한 적용 사례 등이 많으며 특히 반도체 등과 같은 발생원에서 사전 저감할 수 있는 공정기술 적용 • Non-CO2 온실가스 중 F-gas에 대한 기술은 FTIR과 같은 측정 장비의 발전 및 자체 표준규격 보유를 통한 측정기술의 상향평등화 실현 • Non-CO2 전반에 대한 기업 중심의 실증연구가 완료되었고 현재는 효율 향상에 대해 일부 연구개발 추진 중 • 다양한 Non-CO2 저감 기술을 선보이며 미국 상용화 수준과 유사 • 기초 및 응용 연구 인프라 구축 완료 • 오사카가스, 도쿄가스 등 가스회사와 MGC, JGC등 메이저급 건설사 등에서 많은 실증을 하고 있으며, 상용프로젝트 수행 중 • 교토의정서 체제에서 CDM사업의 기술 보급국으로 많은 사업 실적 확보
EU (100%)	• 상용화 기술을 중심으로 기술을 확보하고 있으며 지속적인 연구개발을 추진으로 논문 등에 많은 실적을 보임새 • 독일, 영국, 핀란드 등에서 F-gas 저감기술에 대한 연구는 활발히 진행되나, F-gas를 사용하는 산업군이 많지 않으며, Non-CO2 온실가스 기술개발의 범위가 넓지 않음 • 연구개발을 통한 논문, 특허 발표뿐만 아니라 응용기술에 대한 적용 사례 우수 • 일본이나 미국에 비해 F-gas 처리에 대한 실증연구가 적게 이루어졌을 뿐 기타 CH4나 N2O에 대한 기술은 동급

국가 (기술수준)	판단근거
	• 덴마크, 핀란드 등 북유럽에서 냉매분야 등의 F-gas 저감기술 개발 및 상용화에 크게 진보를 보이고 있음 • 대 국민 홍보 및 정부의 투자와 관심 기반 • 독일, 네덜란드, 노르웨이 등 북유럽 등은 활발히 메탄가스와 Non-CO2 온실가스를 저감하는 기술과 활용기술에 10여전부터 투자하여 현재는 이익을 내는 기업 다수 보유
미국 (97.0%)	• 세계 최고의 최신 타 산업의 상용화 기술과 접목하여 본 분야에 기술 확보 • 확보하고 있는 기술 수준은 우수하나 Non-CO2 전반에 걸친 저감 사업 노력이 다소 낮음 • 미국 EPA 자료를 볼 때 EU와 비슷한 기술수준 • 기초 및 응용 연구 인프라 구축 완료 • CO2 온실가스에 대한 기술개발보다는 신재생에너지 연구개발이나 기술에 초점을 두었으나, 2010년 이후 바이오가스 등 이용한 케미컬 생산 프로젝트를 북미를 중심으로 활발히 진행

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 최근 정부와 산학연 공동으로 Non-CO2 온실가스 저감에 대한 관심이 급증하여 저감 기술 확보를 위한 인력, 인프라 급증 • Non-CO2 사업단 중심의 연구개발 • 배출권거래제 등의 국내 제도에 의하여 산, 학, 연에서 동시에 연구 수행 중으로 응용기술 발달 • 기술, 인력 및 인프라 측면에서 매우 빠르게 선진 그룹 추격 • 환경부 Non-CO2 사업단을 중심으로 한 기초연구와 실증 연구를 수행하고 있어 개발된 기술의 상용화에 많은 노력 • 냉매·매립가스 저감에 대한 기술과 연구 인력 확보 및 지속적인 연구 인프라 조성 • 연구개발 수준은 세계적인 수준	• 대규모 배출원에 대해서 선진국이 선점한 상태이므로 기술 교체 주기를 맞추어서 비교우위에 있는 기술로 대체 필요 • 경쟁기관이 없어 기술 진보 부족 • 기업에 초점 맞추어 기초연구 다소 미흡 • 선진 그룹에 비해 관련 분야에 대한 실효성 있는 정책이 미흡 • 환경부 외 타 부처(산업부)에서 최근 들어 본 분야에 연구개발에 투자하고 있지 않아 기술개발 확장성이 감소하고 있음 • 기술사업화 미흡 • 기업주도보다는 연구소나 출연기관 중심으로 사업화에 장벽
중국	• 다양한 Non-CO2 배출원을 확보하고 있으므로 기술 시장 풍부. 정부의 정책과 연계한 보급전략 가능 • Non-CO2 처리에 대해 최근 관심 집중 • 국내 전자기업의 중국 진출 등에 따라 응용개발 연구가 활발히 진행 중 • 관련 분야에 대한 연구기술, 인력 및 인프라가 매우 빠르게 이루어지고 있음	• 정부의 정책이 연계되지 않을 경우 기술 수요 동력 상실 • 기술의 모방에 중점 • 기초연구 미흡 • 세계 최고의 수준인 선진기술 확보가 낮으며 이에 연관된 관련 산업 수준이 낮아 기술개발 확장성이 낮음 • 기술개발단계로 해외 선진기술 대량 수입

국가	강점분야	기타
	• 선진기술의 확보는 낮으나 최근 들어 연구기관을 중심으로 한 활발한 연구를 추진하고 있어 타 국가보다 논문 게재 및 특허 확보에 있어 높은 성과 제시 • F-gases 저감 연구가 시작되고 농업부분의 메탄 및 아산화질소 연구가 활발히 시작됨 • 2017년 이후 활발히 연구와 기술개발에 투자하고 있으며, 경제 성장률과 더불어 환경기술개발에 노력 • 최근 많은 Non-CO2 사업을 하고 있으며, 성공사례 도출 • 정부 주도 기초 및 응용 연구 활발	
일본	• 기초연구 개발에 기업이 참여한 결과를 바탕으로 하는 상용 기술을 확보하고 있어서 응용기술이 우수함 • 기업 중심의 연구개발 및 실증 • 산-학-연 인프라 구축 우수 • 다수의 기술에 대한 특허 및 표준 보유 • 관련된 기술 및 분야 간의 편차가 거의 없이 높은 수준의 기술을 기 확보함으로써 전반적인 기술수준 우수 • 많은 상용화 기술을 활용해 산업체 적용하고 있으며 직접적인 온실가스 저감에 노력 • 2030년까지 온실가스 감축목표를 2013년 수준 이하로 줄이기 위해 메탄가스 활용을 위한 정제 등 신재생 에너지 분야에 상당한 기술개발 • 가스회사와 발전사 등 중심으로 바이오가스, 바이오매스 등 많은 기술개발 실적과 상용화가 이루어짐 • 지자체에서 환경문제와 연계한 사업으로 다수의 온실가스저감 사업을 주도적으로 추진	• 활발한 시장형성 부족(경제성 개선 등에 대한 추가 노력 부족) • 일본의 기술에 대한 국제표준 다수 시도 중 • 최근 들어 관련 기술에 대한 연구개발 활동이 정체되고 있는 부분 존재 • 기 확보된 기술을 바탕으로 산업화 추진은 높으나 신기술 확보를 위한 논문 및 특허 실적이 낮음 • 기초연구 상대적으로 미흡
EU	• Non-CO2에 대한 관심을 먼저 기울이기 시작해 기술을 선점하였고 CDM 사업을 통해 많은 개발도상국에 기술을 수출, 운용한 경험 보유 • 기업 중심의 연구개발 및 실증 • 산-학-연 인프라 구축 우수 • 학연에서 F-gas에 대한 연구를 통해 많은 논문 발간 • 기존 확보하고 있는 기술력이 매우 높아 이를 바탕으로 한 후발주자 국가의 CDM 사업 적극	• 최근 대규모 신규 배출원 확보가 어려워짐에 따라 기술 진보 정체 • 기존기술의 보급에 주력 • F-gas를 사용하는 기업 보유군의 미흡으로 인하여 응용기술은 다소 미흡 • 일부 국가에 편중되어 연구개발이 이루어짐 • 기존 산업에 적용하고 활용하고 있으며 향후 보다 고효율 제품 개발에 한계

국가	강점분야	기타
	추진 • 대학 중심으로 한 연구개발을 지속적으로 추진 • 혐기성발효에 의하여 발생되는 메탄가스를 분리·정제하여 재활용하거나, 친환경·고효율로 처리하는 기술 및 인력에 강점 • 파리협정 등을 통하여 온실가스 저감 기술에 유럽연합에서 많은 진척이 있었음, 신재생에너지원을 활용하는 분야와 온실가스 전환기술 등 활발히 수행 • 사업화하여 기업 활동이 용이하게 제도적인 장치와 사회적 공감대가 형성되어 좋은 사례 다수 보유	
미국	• 기초연구에 대한 저변이 넓어서 다양한 기술 확보 • 기업 중심의 연구개발 및 실증 • 산-학-연 인프라 구축 우수 • 1900년 후반부터 꾸준히 연구가 진행되어 기초기술의 노하우 탁월, 많은 인력풀 보유 • 우수한 선진기술을 바탕으로 한 산업화를 수행, 해외의 사업화를 추진하고 있으며 많은 연구 인력을 확보하고 있고 신기술에 대한 논문 다수 발간 • 기초연구에 대한 연구역량이 강점이 있으며 연구개발 활동 상승경향 • 최근 Oklahoma에서 LFG를 이용하여 석유제품을 생산하고, 더욱이 캐나다에서도 유사한 사례로 메탄올, 화학물질 생산까지 하는 사업화가 이뤄짐 • Non-CO2 사업화로 기술개발, 개량화로 기술고도화와 전환기술이 뛰어남	• Non-CO2 배출원에 대한 저감 실적 다소 미흡 • 사업 확대에는 소극적 • F-gas 기술은 한동안 정체 양상을 보임 • 이산화탄소 저감 기술 개발 및 적용 대비 상대적으로 미흡 • 기존 상용화 기술 확보에 따른 신규 특허 실적이 낮으며 신기술 확보에 최근 약간 미약 • 기술탐색 능력

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	6위	2위	3위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 연구진 간의 상호 협력을 위해 정기적인 기술교류 및 개발된 기술에 대한 대국민 홍보 강화를 통한 기술 개발과 더불어 보급에 집중 • 기술 개발자, 기술 수요자 간의 정보교류 및 상호 협력 지원 • 산학연의 협력을 통해 우수한 기술 개발과 함께 관련 기술 적용을 원활히 할 수 있도록 환경을 조성하는 것이 관련 기술시장의 진입과 함께 국가 경쟁력을 증진시킬 수 있는 토대가 될 것 • 기술의 효과성 및 신뢰성 확보를 위해 기술 인증을 위한 표준 개발과 이에 따른 기술 인증 방안 모색 • 해당 기술은 국내에서서 어느 정도 기술이 확립되어, 상용화 또는 사업화하는데 필요한 사업지원제도가 절실하며, 국내 기술간 사업간 쌍방향 연계를 위한 협력관계 필요
국제협력 촉진	• 기술 선진국과의 상호 협력을 통한 선진 기술 습득을 통한 기술 선진화를 추구하기 위해, 국제 공동 사업의 추진, 상호 인력 교류, 선진국과 국내의 강점 기술에 대한 상호 거래 등 수행 • 한중일 3국 환경 장관 회의 아젠다에 Non-CO2 온실가스 저감 기술 공동 개발 및 공동 저감 노력 포함 • 현재 대만, 중국의 경우 저감 시설에 대한 관심이 지대하게 높아지고 있으며, 이에 따른 국제 협력을 통한 국내 기술의 해외진출 및 인증사업 확대에 대한 고민 필요 • Biogas, 음폐수 가스처리, 축산분뇨 등 다양한 국내 시설을 통하여 축적된 기술을 바탕으로 해외 프로젝트에 과감히 선투자 • 최근 동향에 근거하여 국제협력은 FS, FID 및 PF 단계에 이르기까지 Equity로 참여할 수 있는 제도 마련 • 국제협력준비가 완료된 기업에 과감한 선투자
인력양성 및 유치	• 기술 선진화를 위해 고도화된 인력이 필요하며 이를 위하여 인력 양성 사업 등과 같은 교육 프로그램을 운용하여 추진 • 자격기준을 갖춘 기술자들이 산업 전반에 포진할 수 있도록 각 대학을 중심으로 Non-CO2 온실가스 저감 기술에 대한 교과 도입 • 환경과 관련된 인적 인프라는 구축되어 있는 것으로 판단되나 특정분야에 대한 고급 전문 인력 양성 프로그램은 아직 미흡하므로 향후 보다 체계적인 양성 프로그램 구축 필요 • Non-CO2 온실가스는 다양한 필드에 다양한 가스가 연계되어 있어 다양한 분야의 인력을 확보할 수 있는 분야별 인력양성 필요 • 에너지 및 환경 관련 융복합 학과 개설 및 트랙 지원 • 연구개발을 수행하는 공공기관의 연구원들이 사업화하도록 인력구조조정
인프라 구축	• 개발된 기술의 실증을 위한 테스트베드 형태의 실증 실험실을 구축하여 개발된 기술에 대한 정확한 기술 증명을 통한 선진기술과 기술 수준의 분석 및 기술개발 전 과정 분석과 실증 인프라를 통한 실증 및 경제성 분석 필요

	정책제언
	• 기존의 인프라를 효과적으로 활용 필요 • 인적 인프라와 함께 연구개발과 개발된 기술을 원활히 적용할 수 있는 산학연 연계프로그램을 구축할 수 있는 각 분야의 핵심적 인프라 구축이 우선적으로 요구됨 • Non-CO2 온실가스의 경우 GWP가 높아 온실가스 저감 효과가 크게 일어날 수 있으며, 분리, 정제, 회수, 파괴에 대한 연구는 많이 진행되고 있으나 GWP가 낮거나 없는 가스에 대한 원천기술 등의 연구 또한, 지속적인 지원을 통해 기술 확보 필요 • Non-CO2 온실가스 관련 지원 센터 증가 • 국내에서 지자체에서 사업을 전개할 경우, 기업의 이익이 보장되도록 인프라는 사회간접자본을 투자하여 구축
법·제도 개선	• 개발 기술의 상용 공정 활용을 위한 관련 법.제도에 대한 개선이 필요. 이를 위한 연구개발 수행 시 개발된 기술이 상용화하기 위한 관련법 개선 연구를 병행하여 수행 필요 • Non-CO2 온실가스 저감에 대한 기술 도입 장려, 저감에 대한 시장 진입 지원이 이루어질 수 있는 법과 제도 정비 • 각 분야에 대한 연구개발과 이를 산업현장에 원활하게 접목할 수 있도록 관련된 법과 제도 역시 그에 맞도록 개선 필요 • HFC가스는 법적 규제 대상임에 따라 제도 개선을 통한 활성화 방안 모색 • Non-CO2 배출량 산정 및 기업에 의무 감축량 할당 • Non-CO2 온실가스 저감에 대한 선진 규제 사례 비교 및 개선 • 관련 법 제정, 신재생에너지원으로 활용하는데 규제 철폐가 절실하며, 기술사업화를 위한 투자개념으로 법으로 규제하는 것이 아니라 개발된 기술을 독려하는 법으로 개편 필요
연구비 확대	• 연구 개발 시 기초·개발·실증 단계를 통한 최종적으로 상용화 기술로 활용이 될 수 있으므로 이를 위해서는 관련 연구비를 확대가 필요하나 너무 기존과 차별성과 중복성을 회피한 기술개발 시 산업에서 요구하지 않는 기술을 개발하게 됨. 따라서 연구비 확대와 더불어 실제 산업에서 요구되는 기술개발로의 확대 시 선진 기술 확보 가능 • 현재 환경부 산하의 Non-CO2 온실가스 저감 기술 개발 사업단을 중심으로 기술 개발을 체계적으로 운영하고 있으므로 효과적인 지원 요망 • 연구비 확대를 통해 우수한 기술을 개발할 수 있는 환경조성을 통해 관련 분야의 환경적 문제점을 보다 적극적으로 해결할 수 있는 토대 마련 • Non-CO2 온실가스의 경우 다양한 제도에 따라 다양한 가스가 존재함으로 명확한 가스별 구분을 통하여 체계적인 기술 향상 방안 구상 필요 • 환경부뿐만 아니라 타 부처에서도 연구개발 지원 필요 • 기술개발 경쟁이 없어 우수한 기술이 개발되고 있지 않으므로 경쟁 촉진 방안 필요 • Non-CO2 온실가스 저감에 대한 지방 정부 R&D 비용 확대 지원 • 본 사업은 상용화 사업으로 대규모의 과감한 투자비를 연구비로 할당하고, 민간 기업에서 적극적으로 참여(중소기업 주도)하고 BOT사업이 가능하도록 연구비를 확대 필요
기타 의견	• Non-CO2 온실가스 저감 기술은 기초기술보다 실용화, 상용화 기술이 필요하므로 해당 산업체와의 협력 필요. 따라서 관련 분야의 생산기술과 Non CO2 저감 기술 함께 추진 필요 • Non-CO2 GHG의 핵심은 저감 효과에 대한 인증에 있으므로 인증을 받을 수 있는 방법론 개발 등의 추가적인 노력 필요

다 주요 분석 결과 요약

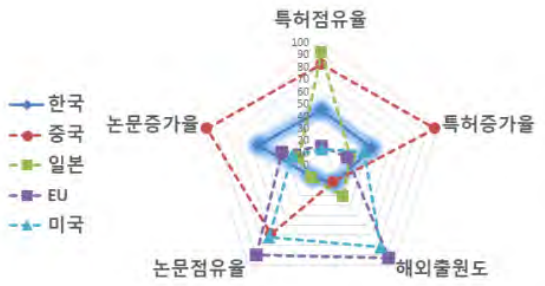
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술	1,110	809	66.2%	33.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

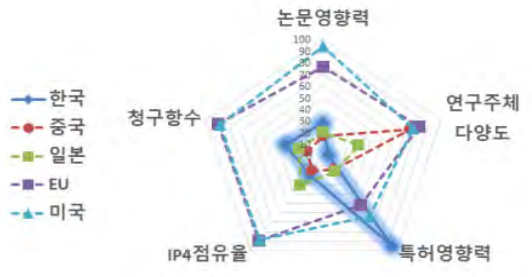
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	일본	미국	한국
	34.1%	37.1%	28.1	23.5
한국	5위	3위	3위	1위
	6.6%	18.4%	11.8	23.5
5개국 평균[2]	-	-	18.5	10.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

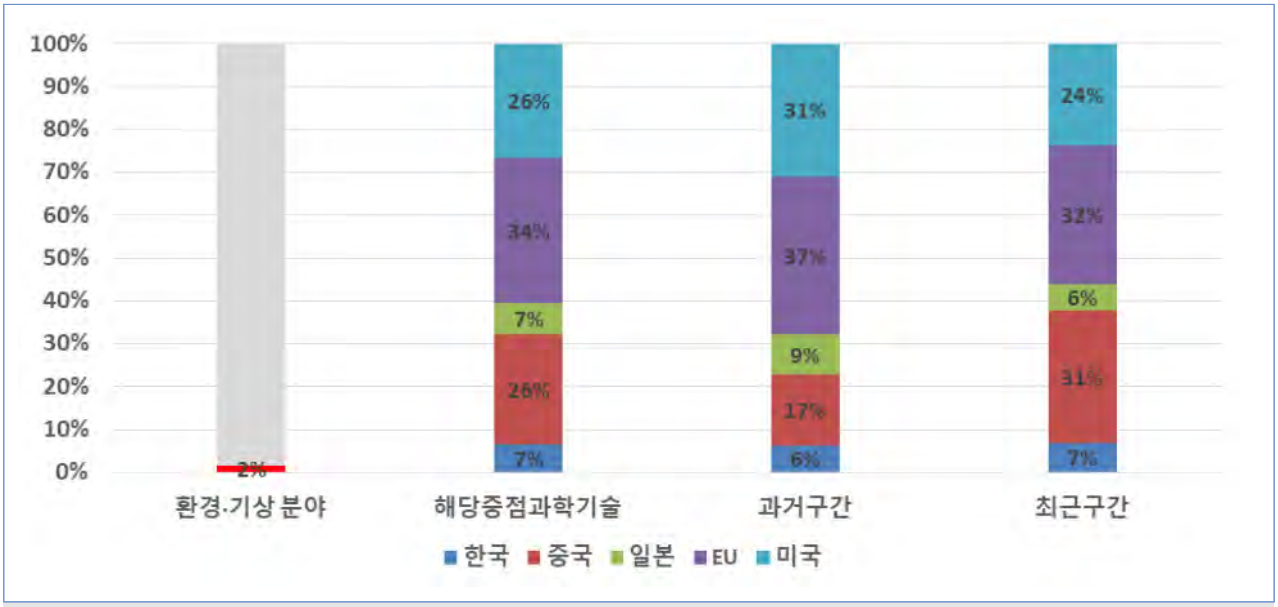
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(11.8)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(34.1%), 미국(26.5%), 중국(25.6%), 일본(7.3%), 한국(6.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(205.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(28.1), EU(21.4), 한국(11.8), 일본(9.8), 중국(9.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.89)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(18.4%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(23.5)은 주요 5개국 중 1위로 분석됨
  - 특허 점유율은 일본(37.1%), 중국(31.4%), 한국(18.4%), EU(7.0%), 미국(6.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(308.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 한국(23.5), 미국(12.5), EU(9.9), 일본(1.4), 중국(0.5) 순이며, IP4 점유율은 EU(42.1%)가 가장 높고, 특허청구항수는 EU(10.3)가 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.6%	25.6%	7.3%	34.1%	26.5%
	논문 증가율	80.8%	205.7%	13.2%	45.5%	27.9%
	논문 영향력	11.8	9.0	9.8	21.4	28.1
	연구주체 다양도	0.66	0.87	0.77	0.89	0.87
특허 분석	특허 점유율	18.4%	31.4%	37.1%	7.0%	6.1%
	특허 증가율	36.5%	308.0%	-28.6%	-41.7%	13.0%
	해외출원도	0.4	0.3	1.7	7.5	5.9
	특허 영향력	23.5	0.5	1.4	9.9	12.5
	IP4점유율	4.0%	1.2%	11.0%	42.1%	40.8%
	청구항수	5.6	3.8	4.6	10.3	10.0

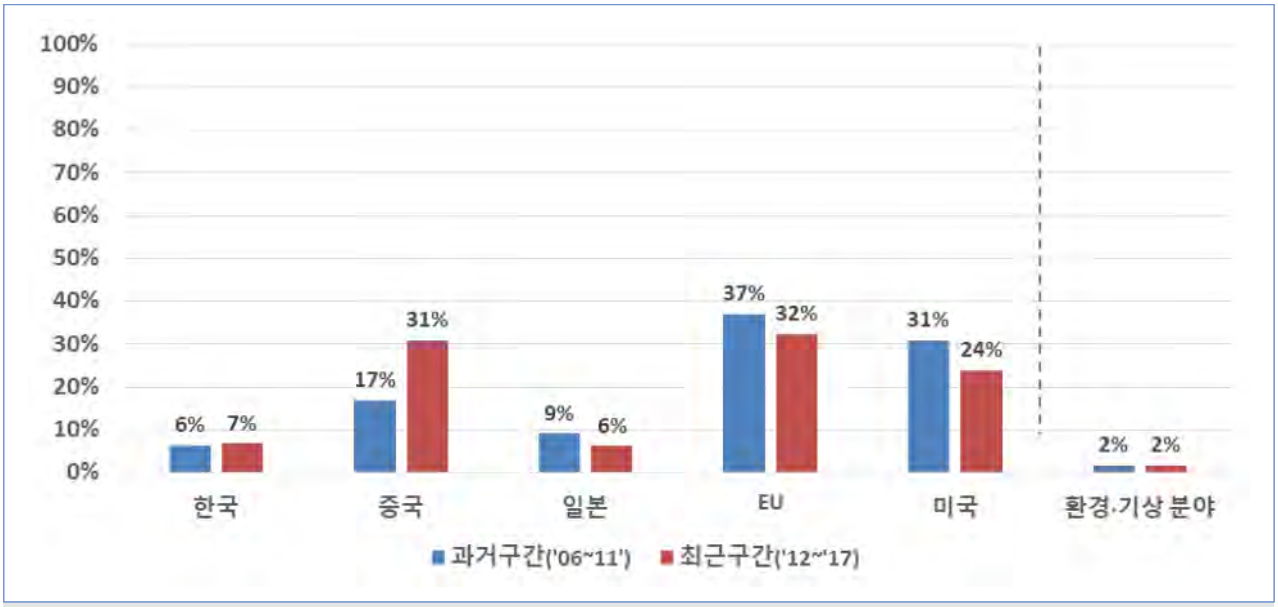
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 378건으로 전체 논문의 34%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 2%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

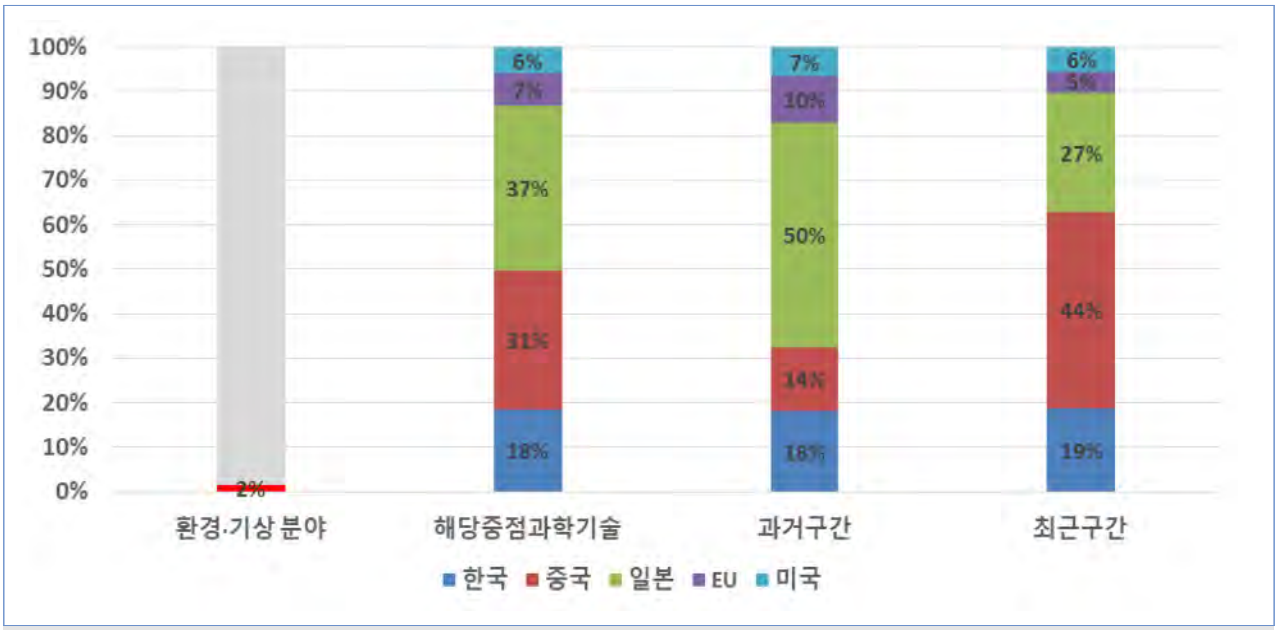


● 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 80.8%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	26	47	73	80.8%
중국	70	214	284	205.7%
일본	38	43	81	13.2%
EU	154	224	378	45.5%
미국	129	165	294	27.9%
전체	417	693	1,110	66.2%

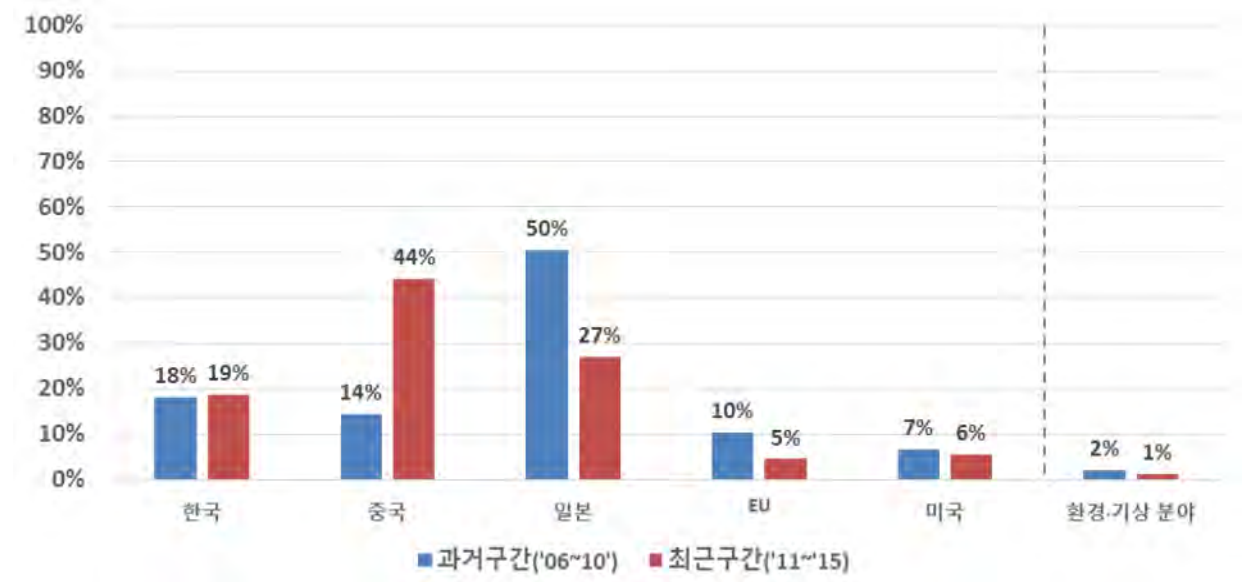
(4) 특허 점유율(전체)



- 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 일본이 300건으로 전체 특허의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 한국, EU, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



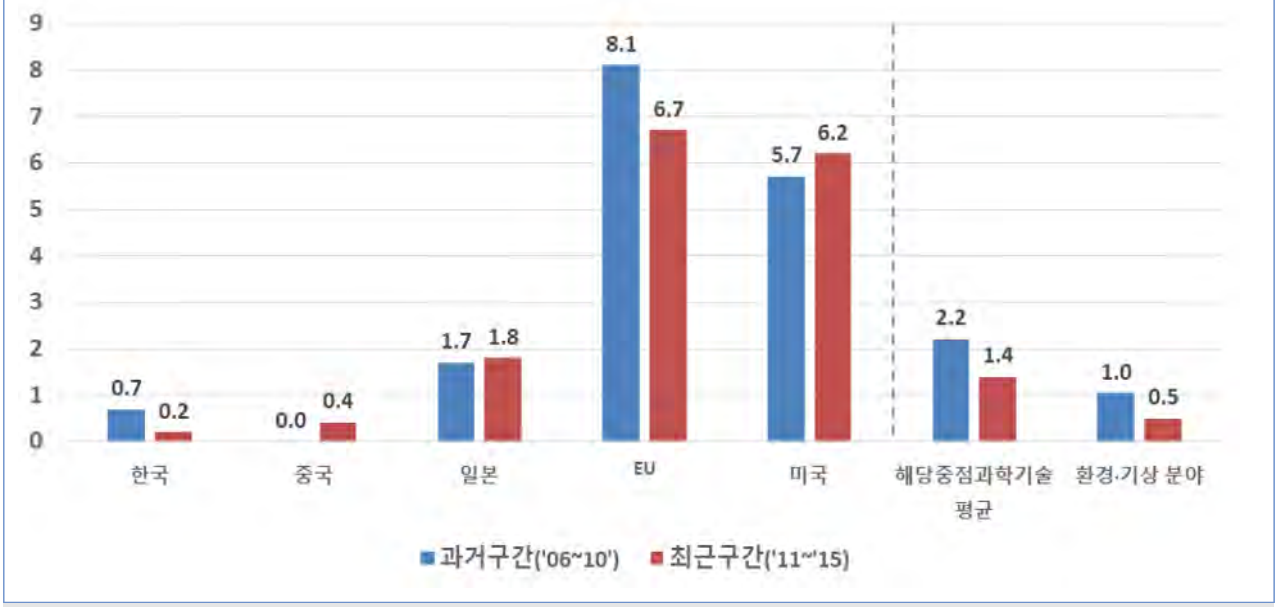
● 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 36.5%이고, 한국은 과거구간에 2위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	63	86	149	36.5%
중국	50	204	254	308.0%
일본	175	125	300	-28.6%
EU	36	21	57	-41.7%
미국	23	26	49	13.0%
전체	347	462	809	33.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

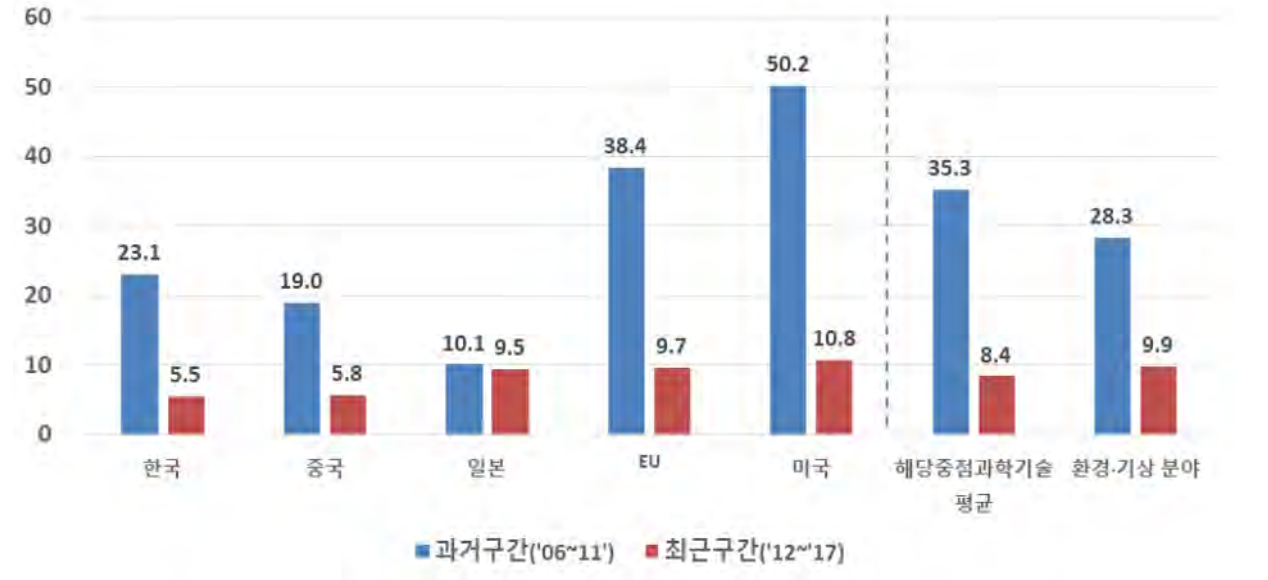


- 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

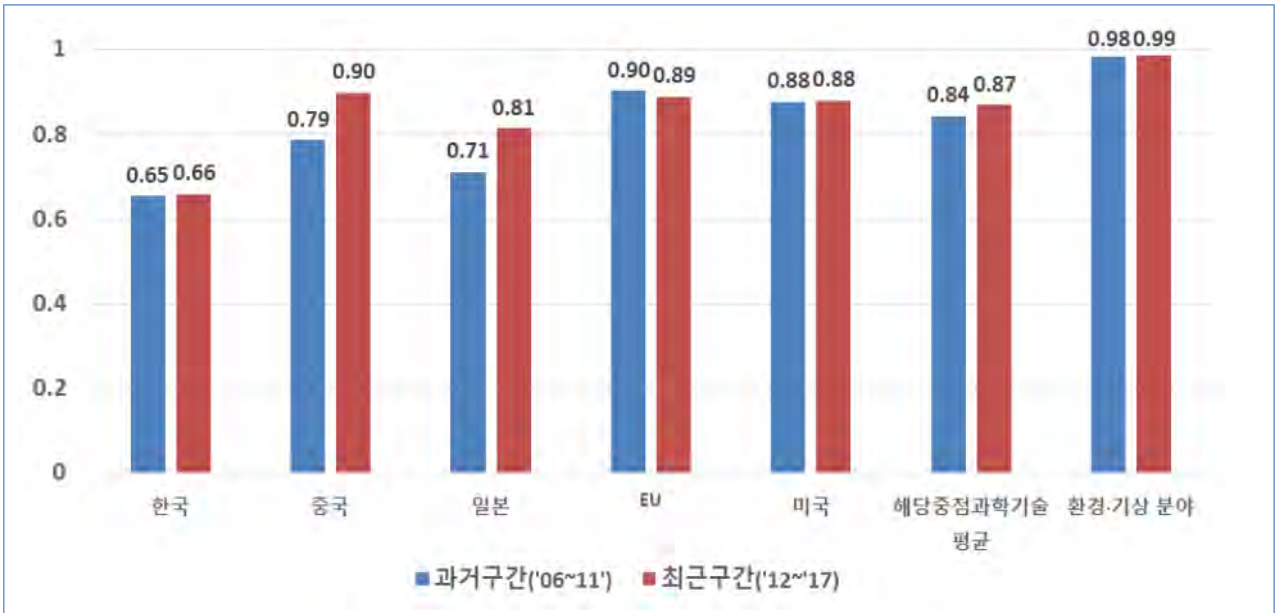
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



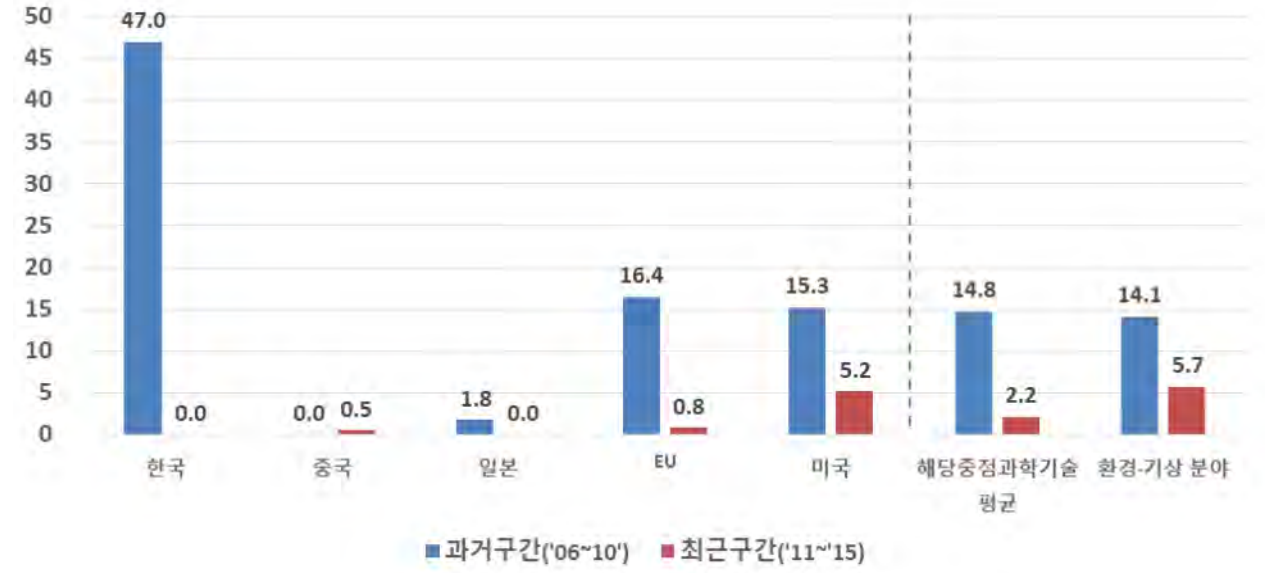
● 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



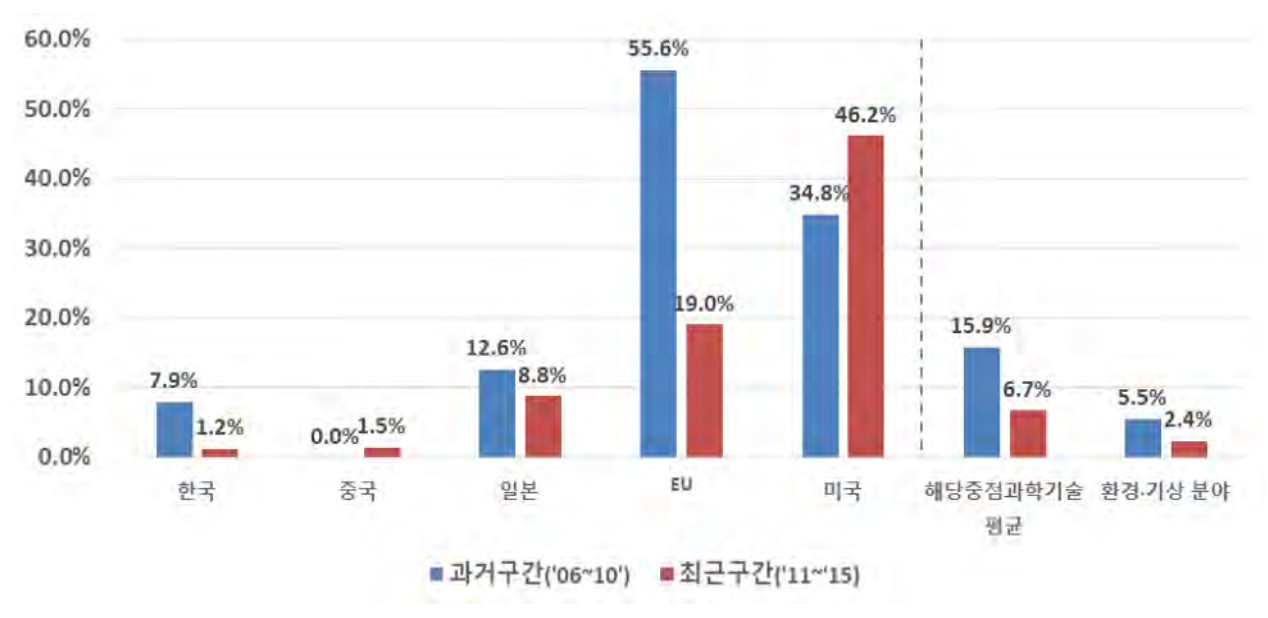
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



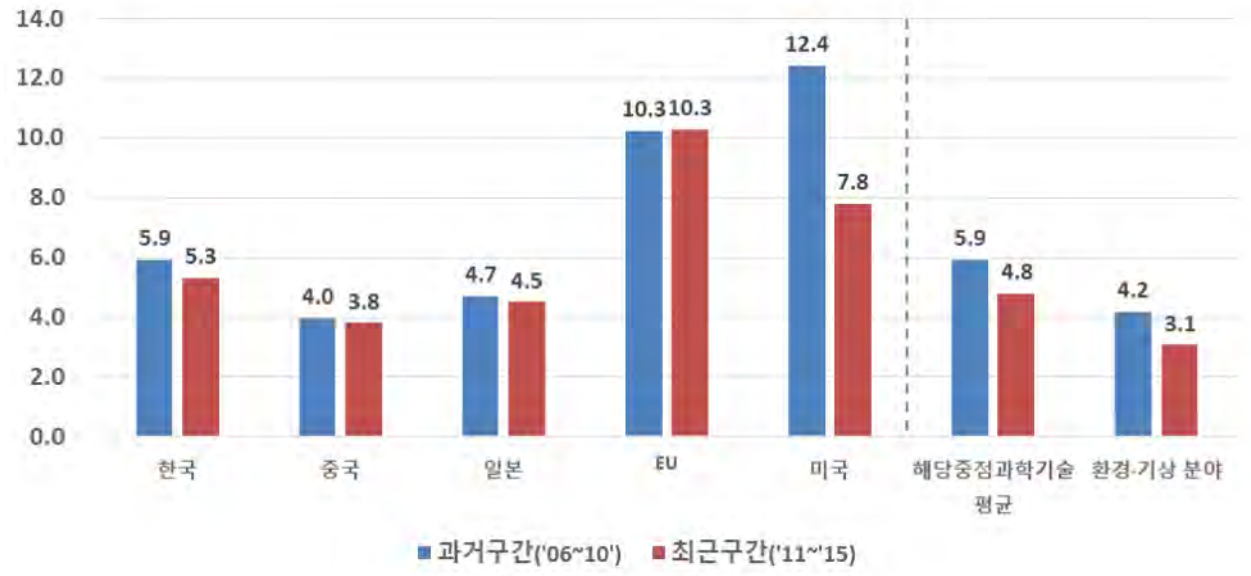
● 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

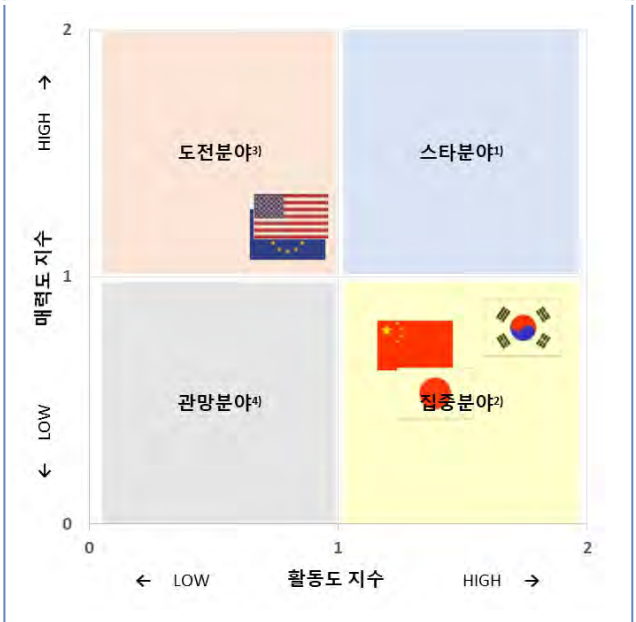
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

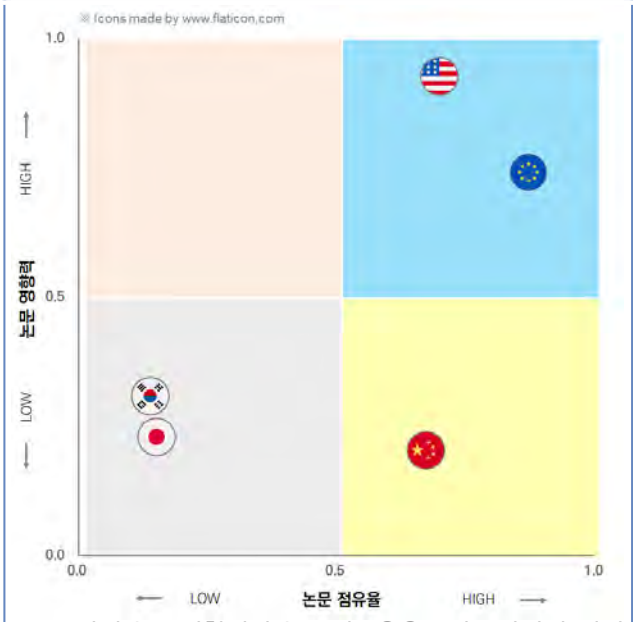
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

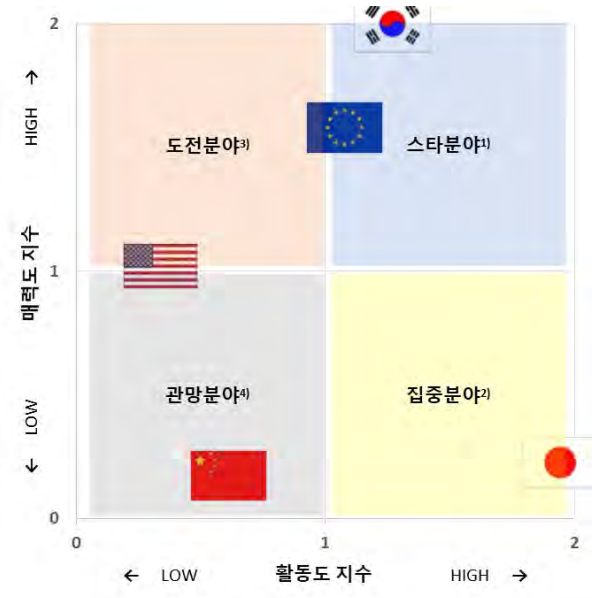


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

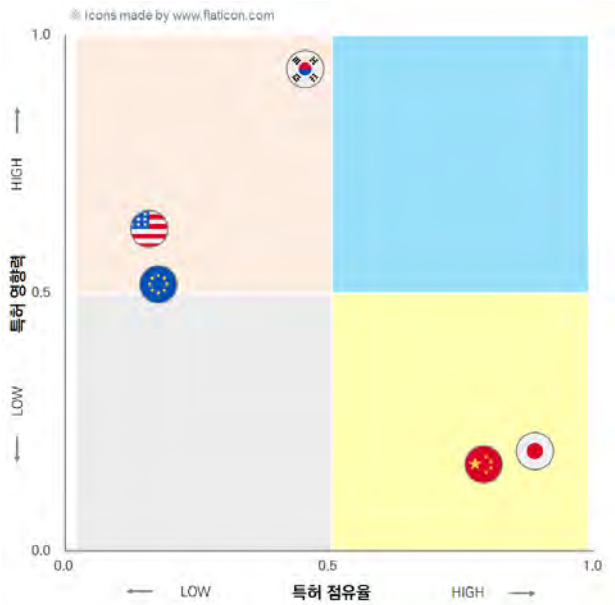
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 고효율 친환경 Non-CO2 온실가스 저감 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 일본은 특허 활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY(1.35%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '충남대학교'가 17.81%(글로벌 점유율은 1.17%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	미국	2.04%	1.35%	100.00%
2	UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL	EU	3.70%	1.26%	150.00%
3	STATE KEY LABORATORY OF HEAVY OIL PROCESSING	중국	4.93%	1.26%	0.00%
4	CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY	한국	17.81%	1.17%	60.00%
5	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	EU	2.91%	0.99%	-16.67%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY	17.81%	1.17%	60.00%
2	KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH	8.22%	0.54%	100.00%
3	HANYANG UNIVERSITY	5.48%	0.36%	0.00%
4	NATIONAL FUSION RESEARCH INSTITUTE	2.74%	0.18%	0.00%
5	SEJONG UNIVERSITY	2.74%	0.18%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STATE KEY LABORATORY OF HEAVY OIL PROCESSING	4.93%	1.26%	0.00%
2	STATE KEY LABORATORY OF COAL MINE DISASTER DYNAMICS AND CONTROL	2.11%	0.54%	500.00%
3	STATE KEY LABORATORY OF SOIL AND SUSTAINABLE AGRICULTURE	1.76%	0.45%	50.00%
4	STATE KEY LABORATORY OF GEOMECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING	1.76%	0.45%	50.00%
5	CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY	1.76%	0.45%	-33.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUSHU UNIVERSITY	6.17%	0.45%	-33.33%
2	TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY	3.70%	0.27%	-100.00%
3	HITACHI RESEARCH LABORATORY	3.70%	0.27%	-50.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	3.70%	0.27%	-100.00%
5	TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND TECHNOLOGY	3.70%	0.27%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL	3.70%	1.26%	150.00%
2	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	2.91%	0.99%	-16.67%
3	AARHUS UNIVERSITY	1.85%	0.63%	500.00%
4	ROTHAMSTED RESEARCH	1.59%	0.54%	100.00%
5	WAGENINGEN UNIVERSITY	1.32%	0.45%	-33.33%

6 미국

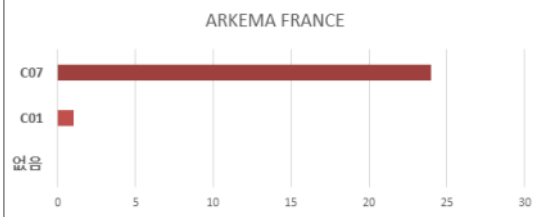
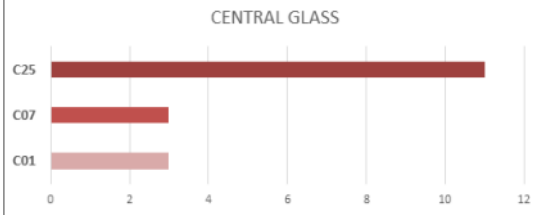
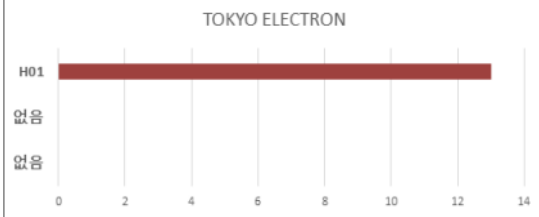
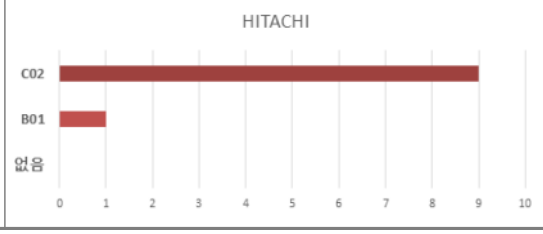
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	2.04%	1.35%	100.00%
2	CORNELL UNIVERSITY	1.70%	0.54%	-33.33%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.70%	0.45%	300.00%
4	UNIVERSITY OF TEXAS AT ARLINGTON	1.70%	0.45%	50.00%
5	STANFORD UNIVERSITY	1.70%	0.45%	400.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 EU의 'ARKEMA FRANCE(3.09%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국화학연구원'가 5.37%(글로벌 점유율은 0.99%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'ARKEMA FRANCE'는 C07(유기화학)에 해당하는 특허를, '한국화학연구원'는 B01(물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27))에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

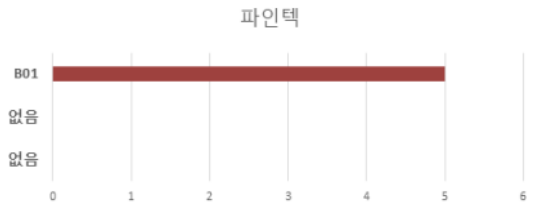
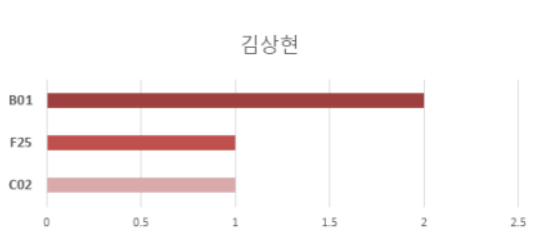
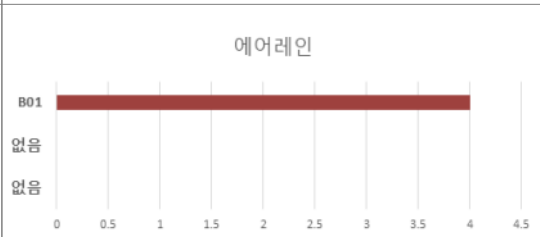
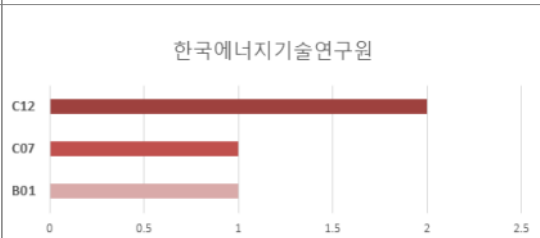
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ARKEMA FRANCE	EU	43.86%	3.09%	8.33%
2	CENTRAL GLASS	일본	6.33%	2.35%	-88.24%
3	TOKYO ELECTRON	일본	4.33%	1.61%	125.00%
4	HITACHI	일본	3.33%	1.24%	-16.67%
5	OSAKA GAS	일본	3.33%	1.24%	-33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C07	유기화학
		C01	무기화학
		-	-
2		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		C07	유기화학
		C01	무기화학
3		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
5		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국화학연구원	5.37%	0.99%	200.00%
2	파인텍	3.36%	0.62%	400.00%
3	김상현	2.68%	0.49%	0.00%
4	에어레인	2.68%	0.49%	300.00%
5	한국에너지기술연구원	2.68%	0.49%	0.00%

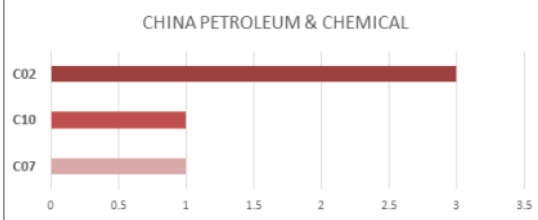
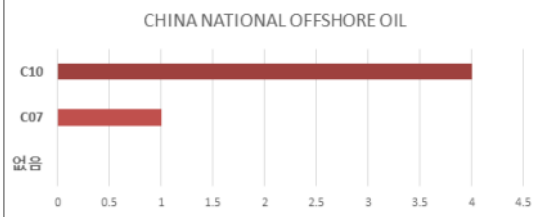
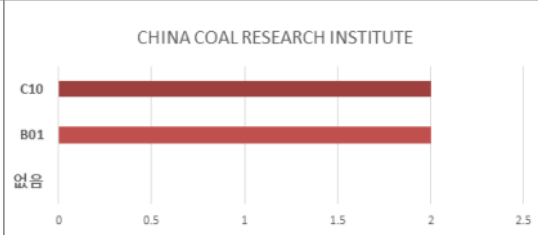
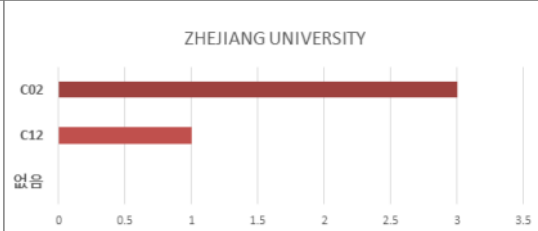
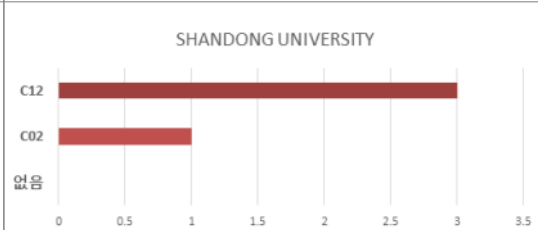
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		C07	유기화학
		–	–
2		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		–	–
		–	–
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
4		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		–	–
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

3 중국

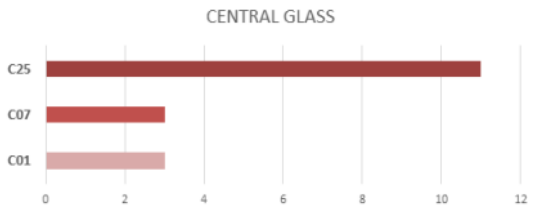
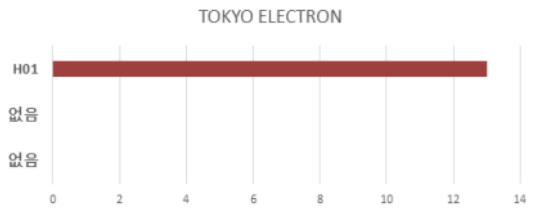
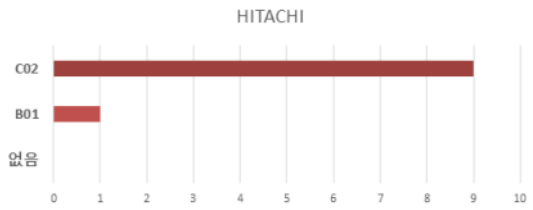
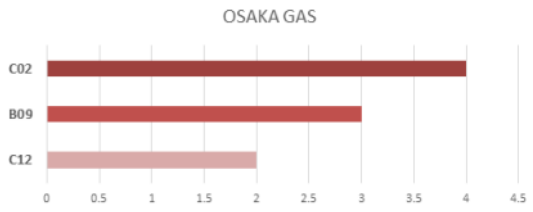
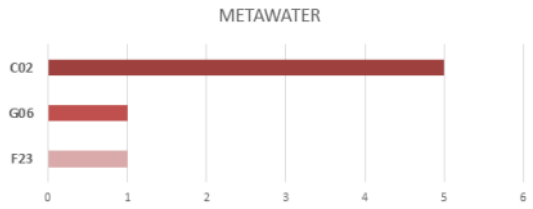
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	1.97%	0.62%	300.00%
2	CHINA NATIONAL OFFSHORE OIL	1.97%	0.62%	400.00%
3	CHINA COAL RESEARCH INSTITUTE	1.57%	0.49%	0.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.57%	0.49%	200.00%
5	SHANDONG UNIVERSITY	1.57%	0.49%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C07	유기화학
2		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		C07	유기화학
		–	–
3		C10	석유, 가스 또는 코크스 공업; 일산화탄소를 함유하는 공업 가스; 연료; 윤활제; 이탄
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		–	–
4		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		–	–

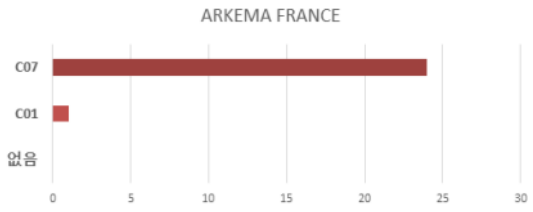
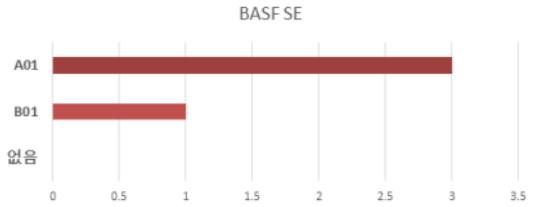
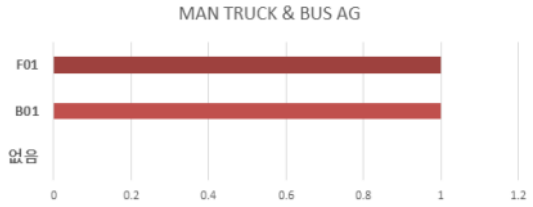
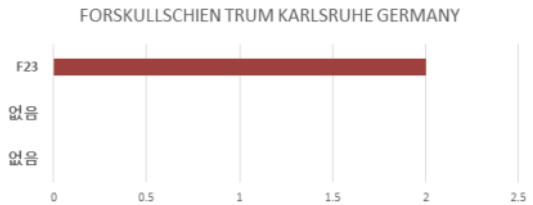
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CENTRAL GLASS	6.33%	2.35%	-88.24%
2	TOKYO ELECTRON	4.33%	1.61%	125.00%
3	HITACHI	3.33%	1.24%	-33.33%
4	OSAKA GAS	3.33%	1.24%	-33.33%
5	METAWATER	3.00%	1.11%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		C07	유기화학
		C01	무기화학
2		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
3		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-
4		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학;효소학;돌연변이또는유전자공학
5		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F23	연소장치; 연소방법

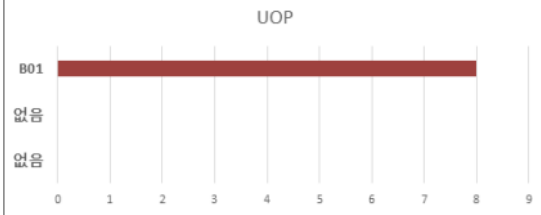
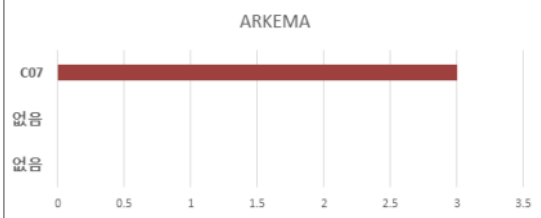
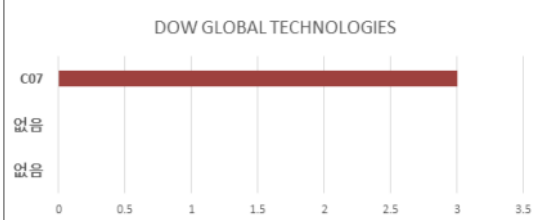
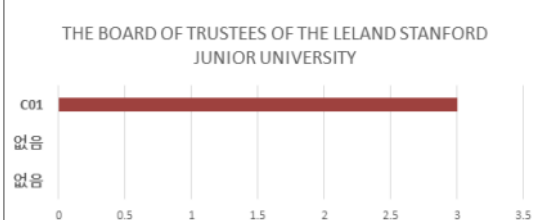
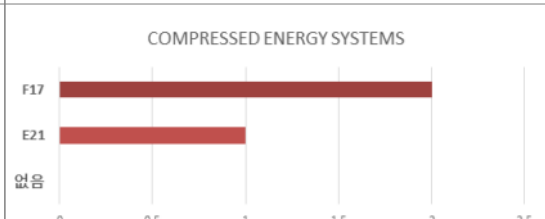
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ARKEMA FRANCE	43.86%	3.09%	8.33%
2	BASF SE	7.02%	0.49%	-100.00%
3	TWISTER BV	3.51%	0.25%	-100.00%
4	MAN TRUCK & BUS AG	3.51%	0.25%	0.00%
5	FORSKULLSCHIEN TRUM KARLSRUHE GERMANY	3.51%	0.25%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C07	유기화학
		C01	무기화학
		–	–
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		–	–
3		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		–	–
		–	–
4		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		–	–
5		F23	연소장치; 연소방법
		–	–
		–	–

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	UOP	16.33%	0.99%	700.00%
2	ARKEMA	6.12%	0.37%	100.00%
3	DOW GLOBAL TECHNOLOGIES	6.12%	0.37%	-50.00%
4	THE BOARD OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY	6.12%	0.37%	100.00%
5	COMPRESSED ENERGY SYSTEMS	6.12%	0.37%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-
		-	-
2		C07	유기화학
		-	-
		-	-
3		C07	유기화학
		-	-
		-	-
4		C01	무기화학
		-	-
		-	-
5		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		-	-

95 자연재해 감시·예측·대응 기술



95 자연재해 감시·예측·대응 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 전 지구적 자연 재해(지진, 해일, 화산 등)를 감시, 원인 규명, 예측하는 기술
- ☑ 국지적인 자연 재해(지진, 산사태, 산불, 재해 기상 등) 발생 시 초기 대응을 위한 예·경보 및 실시간 상황 파악 기술
- ☑ 재해 기상(집중호우, 태풍 등)을 정량적으로 예측하고 조절하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

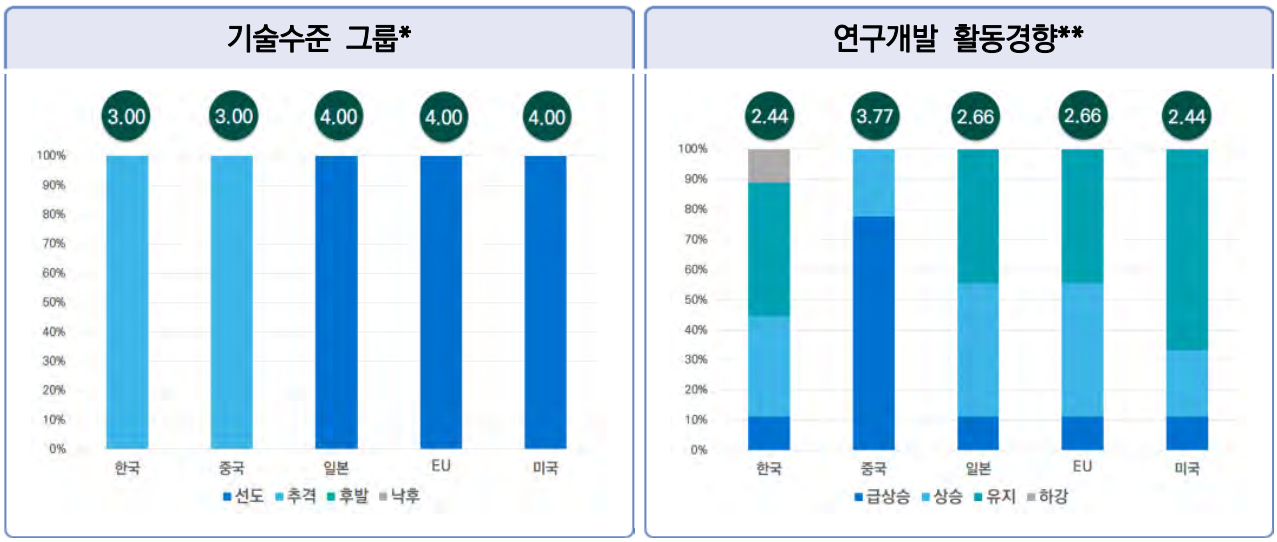
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	5.0	추격	보통	보통	유지
중국	80.0	4.5	추격	우수	우수	급상승
일본	95.0	1.0	선도	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	5.0	70.0	60.0	80.0	13.4	5.0	5.0	6.0	2.1
중국	80.0	5.0	80.0	70.0	82.0	12.6	4.5	3.0	7.5	3.2
일본	95.0	1.0	95.0	90.0	100.0	6.6	1.0	0.5	2.5	1.7
EU	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	3.9	0.0	0.0	0.8	0.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.4

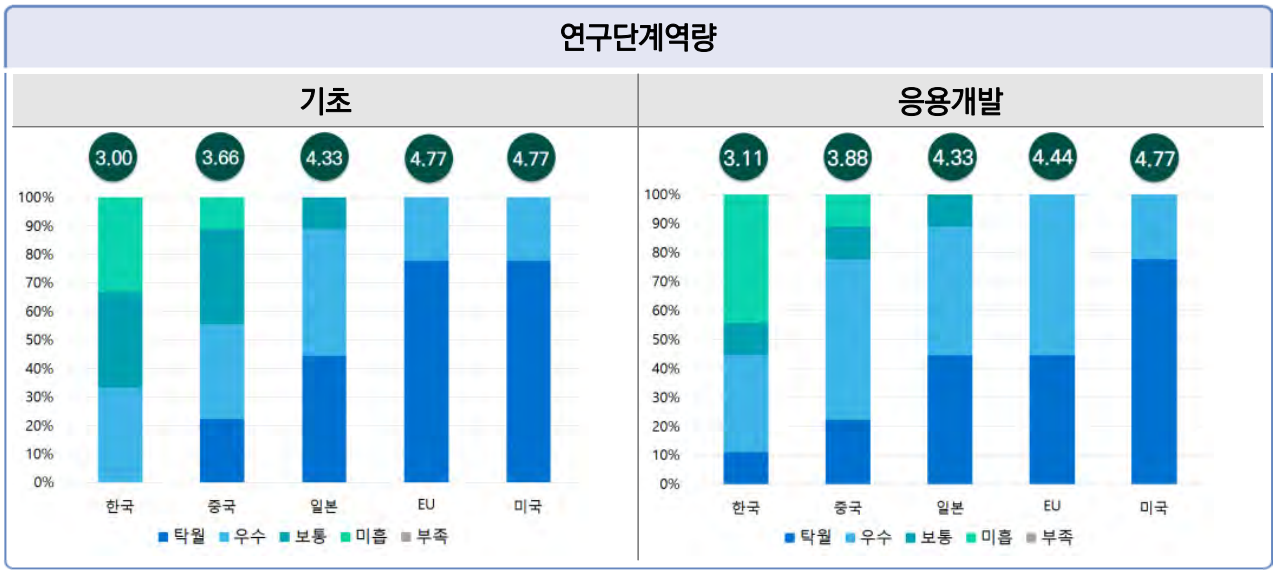
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 기상청과 같은 기관에서 재해 예측에 필요한 수치모델 발전을 많이 시키고 있으나, 장기적인 플랜이 부족하며, 인력 및 예산이 매우 부족 • 후발주자로 출발했으나, 선택과 집중을 통해 효과적으로 추격 중 • 자연재난을 모니터링하기 위한 기초적인 센서 제작 기술 및 복합 자료 처리기술을 위한 기초연구 등이 미흡하여 추격정도의 수준 유지 • 개발도상국으로 기존에는 선진국을 추격하고 있으나, 인력 및 예산의 정체로 기술 수준이 선두그룹에 진입하지 못하고 계속 추격
중국 (80.0%)	• 국가주도의 투자, 기술 또한 우수한 인력 급상승 중이며 특허 및 논문이 비약적으로 증가 중 • 사회적 인식, 종합적인 균질한 기술수준(특정부분은 첨단, 일부 분야는 후진성), 체계적인 활용 부분에서 아직은 개선여지가 많음 • 기상조절 분야에 대한 성과가 우수하고, 인적 물적 투자가 매우 높아 단기간에 선도그룹에 진입할 수 있는 역량 보유
일본 (95.0%)	• 지진 및 해일 실시간 감시 및 예·경보 분야 기술 우수 • 인프라 규모와 범위를 고려할 경우 현재 미국이 그대로 있는 상태라면 빠른 미래에 일본이 근접한 수준에 이를 것으로 예상 • 우수한 수치예측 모델을 보유하고 있으며, 연구 성과의 현업적용 능력 가장 우수 • 장기간의 자연재해, 대응, 복구 경험을 바탕으로 질적 양적 모두 우수한 자료를 확보하고 있어 기술개발의 방향설정이 매우 뛰어나며 부처 간 업무분담이 명확하여 효율적 기술개발 가능 • 높은 수준의 개별 기술을 보유하고 있으나, 다른 국가에 활용성이 상대적으로 낮음 • 자연재해가 타 국가 또는 타 지역에 비해 빈번하고 재해의 규모가 커서 이에 대한 관측과 연구, 국가적인 대비가 큼 • 투자가 증가하고 있으며 현재 기상, 산사태, 홍수 등에 다양한 투자 시스템 구축(도시, 재난 지역 위주)
EU (100%)	• 전체적인 논문 및 특허 편수가 미국과 거의 비슷하기 때문에 선도그룹을 유지하고 있으며, 우수한 수치모델을 구축하고 있으며, 지속적인 장비 및 연구개발 중 • 기후예측, 적응분야 최고수준의 연구인력 및 연구 성과 보유 • 종합적인 연구 성과가 우수하고, 예산과 인력투자가 매우 높음 • 회원국의 다양한 선도 연구기술이 잘 융합되어 측정 장비 개발 및 자연재해 예측, 평가 등 기술 선도 • 다양한 분야에 대한 전문 연구 수행
미국 (100%)	• 전통적으로 선도적인 기술을 보유하고 있고, 종합적 연구 성과 우수 • 인프라, 세부기술, 사회적 인식(재해 대비 경제 등)에서 목표가 될 수 있는 수준 • 우수한 기후예측모델, 연구개발 인력, 장비 보유 • 지진 및 해일감시 관련 기술이 고도화 되어 있으며 실용화 기술 우수 • 기후온난화, 예상치 못한 대형 자연재해(지진 등) 및 빈번한 테러에 의해 발생하는 복합재난에 대처하기 위한 능동적인 정부주도의 기술개발 및 재원 투자 • 최근 연구개발 예산이 줄고 있지만, 여전히 자연재해 감시예측대응에 대한 막대한 인력 및 예산 확보 • 다양한 지원 및 투자를 통한 종합재해방재 시스템 및 대책

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 인프라 우수 • 기술적 측면에서 상승 중 • 기초분야 인력 수준이 매우 높음 • 투자증가, 사회적 인식 제고 • 선진국대비 국가예산 대비 예산투입이 많은 편이고, 기술투자에 대한 정부의 인식이 우호적 • 톱다운 형식으로 필요시 의사결정이 쉽게 이루어지는 강점	• 기관별로 산재되어 있는 기능이 통합되어야 보다 효율적인 기술개발이 가능할 것으로 판단되며, 신뢰할 만한 계측기기 개발이 시급 • 상대적인 인력풀의 부족으로 선도그룹의 추격이 쉽지 않고, 과학연구 인력에 대한 처우가 낮은 상황으로 신기술에 대한 개발이 쉽지 않음 • 연구 환경 미비 • 당장 어떤 결과가 나오지 않지만 장기적이고 지속적인 투자가 요망되는 기초연구와, 이이를 바탕으로 한 응용개발 필요
중국	• 기술, 인력, 인프라 등 급성장 추세 • 향후 복합기술 개발이 가시화된다면 이 분야 최고 기술 수준을 보유 전망 • 일부 첨단기술 확보 중 • 정부주도의 기술개발로 빠른 성장이 가능 • 국가차원의 막대한 투자: 수년 내 선도그룹과의 격차가 줄어들 전망	• 사회적 인식, 기초기술, 인프라 여전히 미흡 • 포커싱이 뚜렷하지 않음 • 기술 공개
일본	• 최근 높아진 자연재해 발생확률(초대형지진, 화산분화 등)에 의해 관측을 위한 인프라 확대 추세 • 사회적 인식, 세부기술 우수 • 제안된 인력과 예산을 효과적으로 운용 • 끊임없는 지속적이고 장기적인 투자	• 규모, 첨단기술 • 신기술 개발보다는 단기간에 활용 가능한 기술력 개발에 집중 • 국제협력
EU	• 많은 비용이 소요되는 관측 인프라 투자 확대로 자연재해 모니터링에 필수적인 관측 영역, 기간 등 확대 예상 • 사회적 인식 우수 • 기초연구와 응용개발의 밸런스가 맞아서 효율적인 인력과 예산투입이 이루어짐	• 투자 감소 • EU 국가와의 협력이 강화되어 여타 국가와의 협력에서 배타적인 경향 • 정치적 환경
미국	• 인프라가 우수한 편 • 미국 정부 기조에 따라 기후변화 관련 연구 활동 지원은 저조하지만 여전히 관련분야 기술/인력 측면에서 강점 • 다양한 분야에 실험적인 투자가 많아 신 개척 분야 선도 가능	• 기후변화 연구비 투자 감소에 따라 이에 대응하기 위한 관련 기술향상 속도 저감 우려 • 첨단기술, 투자 감소 • 지나치게 다양한 분야에 투자가 이루어지고 있어, 예산대비 현업에서의 실적 저조 • 정치적 환경

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	4위	1위	3위	5위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 학제 간 교류협력강화 : 융합과제를 많이 만드는 것보다는 각 분야에서 수행되는 사업을 서로 공유할 수 있는 기회를 제공하거나, 이를 종합적으로 관리할 수 있는 기관이나 조직에서 적극적으로 활용하는 활동 필요 • 예측을 근간으로 한 대학-연구소-기상청-기타 부처 협력체계 마련 • 재해 감시 및 경보 관련된 국가 관측망 자료는 모든 연구자에게 반드시 개방하고, 자료획득에 불편함이 없도록 관계기관의 적극 협력 • 효율적인 자연재해 감시 및 대응 기술 위한 다부처 등의 융합 연구 추진 • 그룹간의 공동연구 차원의 협력 필요. 기상청 등의 R&D 과제가 그룹의 구성과 활성화된 연구로 국내 연구를 촉진 요망
국제협력 촉진	• 미국 및 EU 등의 수치예측모델과 같은 기술을 도입하고, 이것을 기반을 한국형 모델 개발 • 월경성 현상에 대한 주변국들과의 실시간 자료교환을 적극적으로 추진하고, 유사한 현상들에 대한 공동연구/조사 지원 • 국제 협력연구(WCRP등) 분야에 적극 참여하되 기존 관 주도 참여에 한계성이 보이므로, 연구소-대학 주도로 참여 촉진 • 상대적으로 낙후된 연구 분야의 신속한 성장을 위해 해당분야의 세계적인 선도그룹과의 공동 연구 필요 • 주변 국가들과 통합 관측망 공동 운영 방안도 마련해야 하나, 정치적 이해관계 등에 의한 갈등은 외교로 해결 필요 • 선진기관과 지속적인 협력 및 인력 교류 • 세계 최고 수준 석학을 국내로 초빙하여 고용할 수 있는 여건 마련 • 국제 협력 프로그램 가산점 제도 도입
인력양성 및 유치	• 대학원생 및 젊은 연구진들의 연구 활성화를 위한 지원(기초연구지원, 대학원생 생활안정지원 등) • 대학-연구소 협력 R&D 적극 확대로 연구개발-제도 담당할 인력양성 시급 • 국내에 양성된 우수인력을 통한 성과 창출을 위해, 인력 유지를 위한 다양한 인센티브 등의 제공이 필요하고, 신규 인력 양성을 위한 학관연이 연계된 인력 양성 및 채용계획 필요 • 해당기술 분야 현장탐사 인력이 절대 부족한 상황이므로 이를 근본적으로 해결하기 위해 관련 부처 및 산하 정부출연연구소 등에 정규직 인력 확보 등이 필요하며 이를 통해 학계에 필요인력 양성 수요 창출 • 학계뿐만 아니라 인력의 기술을 지속적인 개발을 위한 연구소, 센터 등에서 다양한 교육 프로그램 개발 • 현재 인력양성이 일기와 관계된 자연재해 감시기술 분야보다는 기후변화와 적응 등 미래지구에 대한 대응에 치우쳐져 있어 균형 있게 계획하여 다양한 분야의 인력 양성 필요. 기상청 위주의 자연재해 감시는 기본연구의 접근에서 한계 존재. 기상기후 출연연구소를 만들어 인력이 흡수되고 기술을 집적하는 노력 필요

	정책제언
인프라 구축	• 자연재해 종합감시망, 정보전달, 대응체계 구축 등의 지속적인 개선과 보완 • 계산 성능분야에서는 슈퍼컴 등 우수한 인프라를 유지하고 있으나, 이에 대한 유지를 위한 안정적인 지원이 필요하고, 재난 대비를 위한 첨단 관측 인프라(레이더 등)에 대한 국내 개발 및 유지 관리 역량 시급 • 재해감시 관측기기 국산화를 위한 노력 필요. 관측 자료를 한눈에 파악할 수 있으며 자료 접근이 용이한 국가 자료센터 건립 추진 고려 필요 • 자연재해 예측을 위한 수치모델링 인프라는 슈퍼컴 등으로 풍부한 편이나, 재해 기상 원인 규명을 위한 관측 인프라 및 기상조절을 위한 실험시설 및 장비에 대한 확대 필요
법·제도 개선	• 재해발생이 예상될 경우 좀 더 강력한 행정조치가 가능하도록 제도개선(예: 미세먼지 발생이 예상될 경우에 이루어지는 조치의 강제성 강화) • 예측근간 기상청-과학원 주도의 대응체계 법적 제도 개선 • 국제 공동 관측 연구를 손쉽게 할 수 있는 제도적 기반 마련 • 부처별로 산재되어 있는 재해 관련 업무 일괄처리 가능한 부서를 독립적으로 운영하고 재해 관련 관측요소 등이 빠르게 늘어나는 상황을 반영하여 관련 법 및 제도 업데이트 • 재해 기상 원인 규명 등을 위한 입체적인 관측이 가능하도록 항공기 연구의 활성화가 필요하며, 공역 등 확보할 수 있는 제도 마련 필요 • 전문가 채용 후 전보 등의 제한으로 전문가를 전문분야에서 쓰일 수 있도록 하여야 함(채용 후 요직으로 이동)
연구비 확대	• 장기 기후 및 재해 변동 플랜을 설정하고 단기간의 연구가 아닌 장기간 투자가 필요하며 외국에서 개발한 수치모델이 아닌 한국의 실정에 맞는 재해감시 모델 및 기술 확보를 위한 지속적인 투자 필요 • 대형 자연재해의 특성상 비이상적이고 급작스러우면서 예상하기 어려운 상황에서 발생한다는 점을 감안하여, 당장의 사회적 관심사항이 아니더라도, 꾸준하면서 지속가능한 수준의 연구비 지원을 통해 예측기술의 발전 지원 • 단발성 연구비보다 인력양성-제도가 이어질 수 있는 다년 연구비 마련 • 연구비의 효율적인 활용을 위한 통합적 관리 필요 • 투자된 연구비가 재해 감시 및 예측 현업에 실제 활용될 수 있도록 과제를 기획, 관리 필요. 대부분의 연구가 순수기초과학 단계에 머물러 있음 • 장기간의 기반 연구가 필요한 분야에 대해 지속적인 연구가 수행 가능하도록 재해기상센터 등의 연구비 확대 • 연구비 쓰임에 대한 제약 완화 필요
기타 의견	• 단순히 외국에서 개발된 수치모델을 들여와 튜닝하는 것이 아니라 기상청과 같이 한국의 바다에 실정에 맞는 수치모델을 개발할 수 있도록 장기간의 투자 필요 • 기상현상에 대한 예측 기술 개선 성과가 재해 저감에 직접적으로 활용 가능하도록 기상정보의 생산 분야와 활용 분야를 연계하기 위한 영향예보 기술 개발 필요 • 인공위성 원격탐사/무인기 활용한 실시간 자료획득 및 획득된 빅데이터 처리 기술 등의 마련 시급 • 재해기상에 대한 수문, 지리 등 종합적 재해대책 체계 개발

다 전문가 정성평가 세부내용

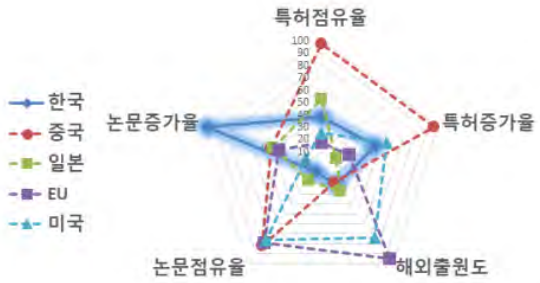
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	자연재해 감시·예측·대응 기술	3,167	1,542	58.3%	109.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

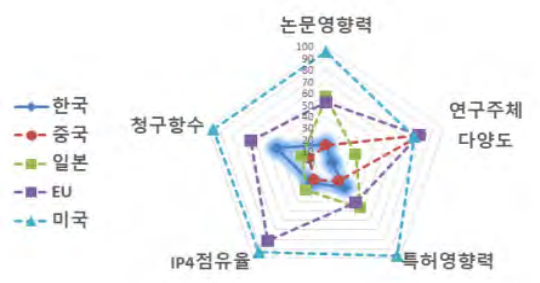
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	미국	미국
	30.1%	54.9%	22.9	11.1
한국	5위	3위	4위	4위
	3.5%	14.1%	5.9	1.0
5개국 평균[2]	-	-	13.2	9.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

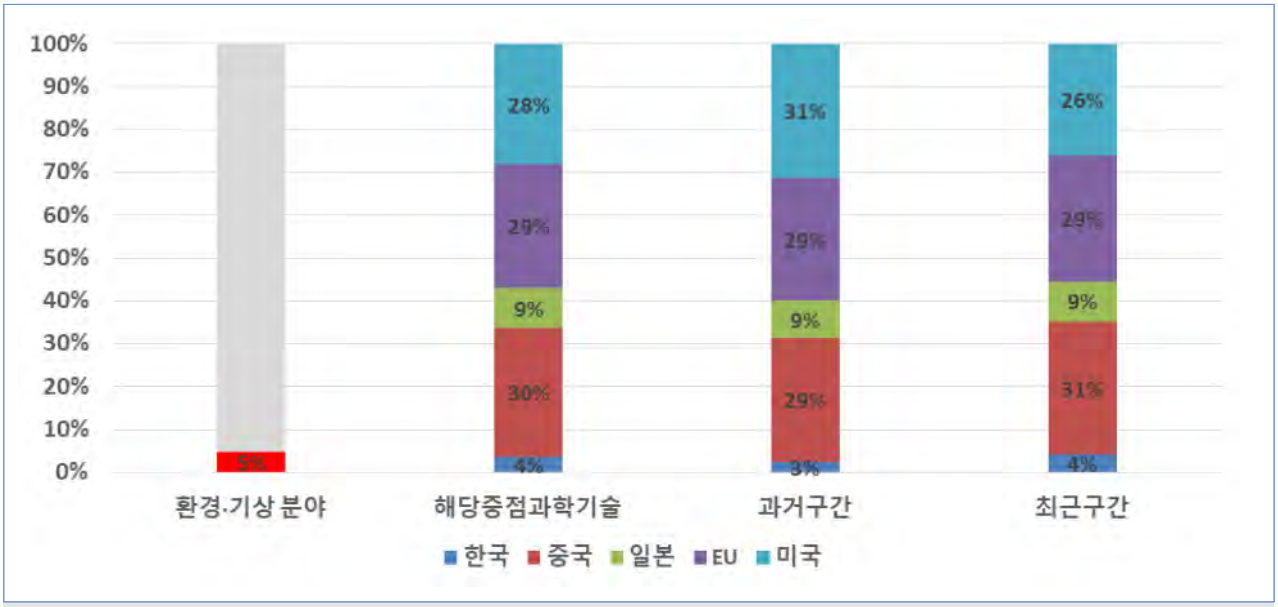
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.5%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.9)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 중국(30.1%), EU(29.1%), 미국(28.0%), 일본(9.3%), 한국(3.5%) 순이며, 논문 증가율은 한국(158.1%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(22.9), 일본(13.2), EU(12.4), 한국(5.9), 중국(5.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 미국(0.96)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.1%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(1.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(54.9%), 일본(21.0%), 한국(14.1%), 미국(7.3%), EU(2.6%) 순이며, 특허 증가율은 중국(313.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(11.1), 일본(3.3), EU(2.7), 한국(1.0), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(16.8%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.5%	30.1%	9.3%	29.1%	28.0%
	논문 증가율	158.1%	71.0%	68.8%	63.1%	31.3%
	논문 영향력	5.9	5.7	13.2	12.4	22.9
	연구주체 다양도	0.77	0.95	0.85	0.96	0.96
특허 분석	특허 점유율	14.1%	54.9%	21.0%	2.6%	7.3%
	특허 증가율	86.8%	313.3%	-39.6%	10.5%	113.9%
	해외출원도	0.2	0.0	0.5	4.3	2.6
	특허 영향력	1.0	0.0	3.3	2.7	11.1
	IP4점유율	0.9%	0.0%	2.5%	12.5%	16.8%
	청구항수	5.0	2.2	3.0	6.8	11.3

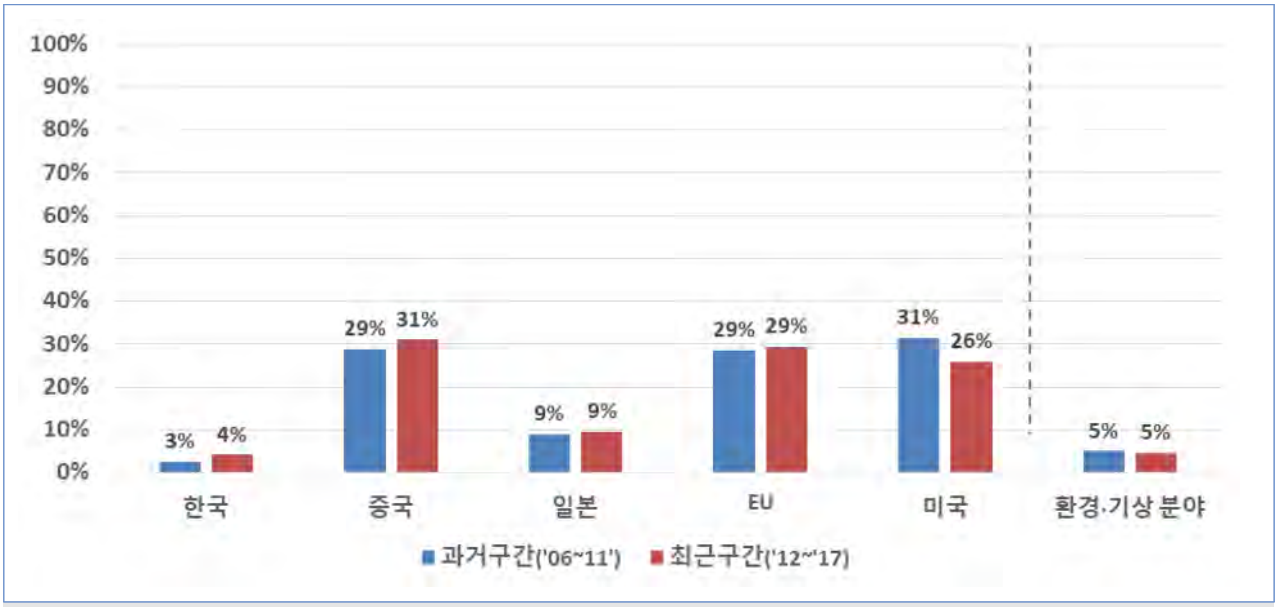
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 자연재해 감시·예측·대응 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 954건으로 전체 논문의 30%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 자연재해 감시·예측·대응 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 5%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

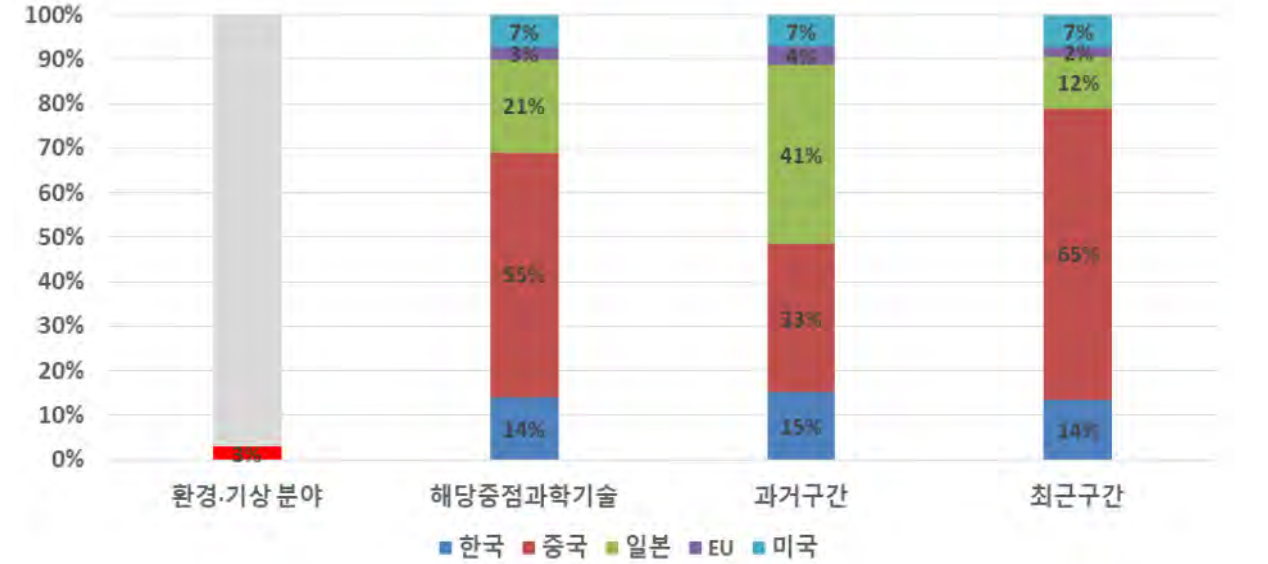


● 자연재해 감시·예측·대응 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 158.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	31	80	111	158.1%
중국	352	602	954	71.0%
일본	109	184	293	68.8%
EU	350	571	921	63.1%
미국	384	504	888	31.3%
전체	1,226	1,941	3,167	58.3%

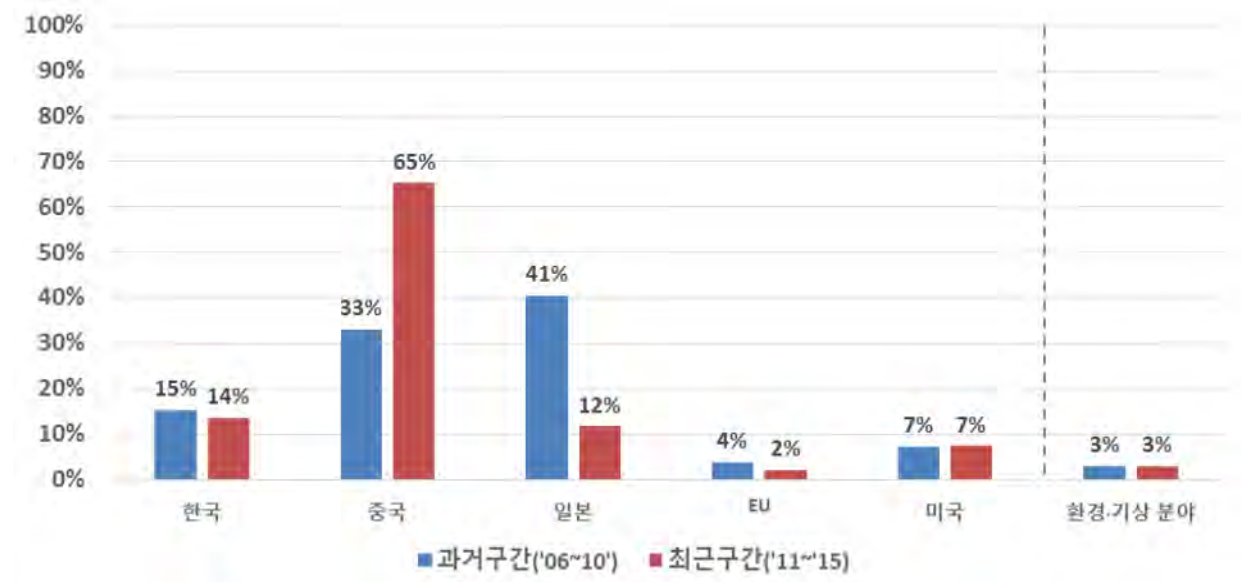
(4) 특허 점유율(전체)



● 자연재해 감시·예측·대응 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 847건으로 전체 특허의 55%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 자연재해 감시·예측·대응 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



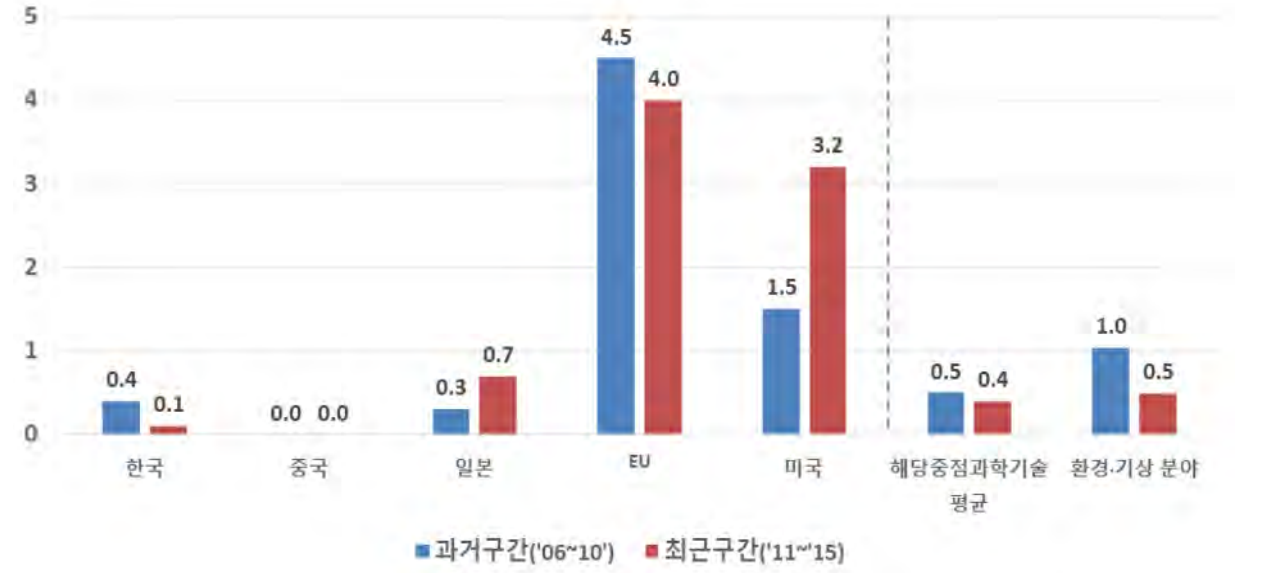
● 자연재해 감시·예측·대응 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 86.8%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	76	142	218	86.8%
중국	165	682	847	313.3%
일본	202	122	324	-39.6%
EU	19	21	40	10.5%
미국	36	77	113	113.9%
전체	498	1,044	1,542	109.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

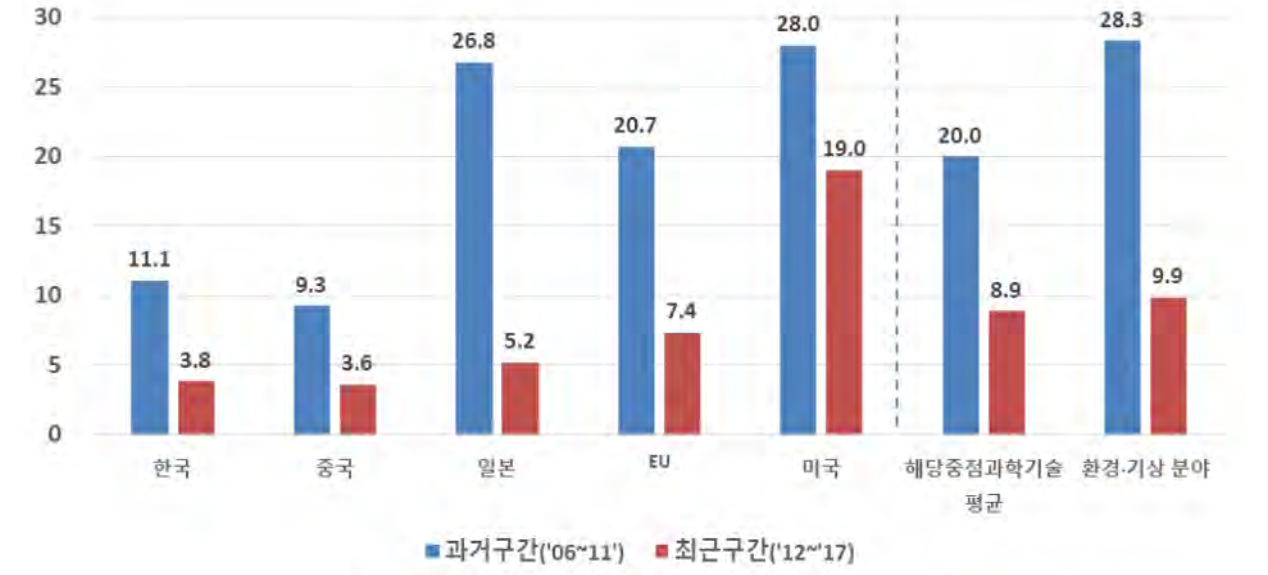


- 자연재해 감시·예측·대응 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

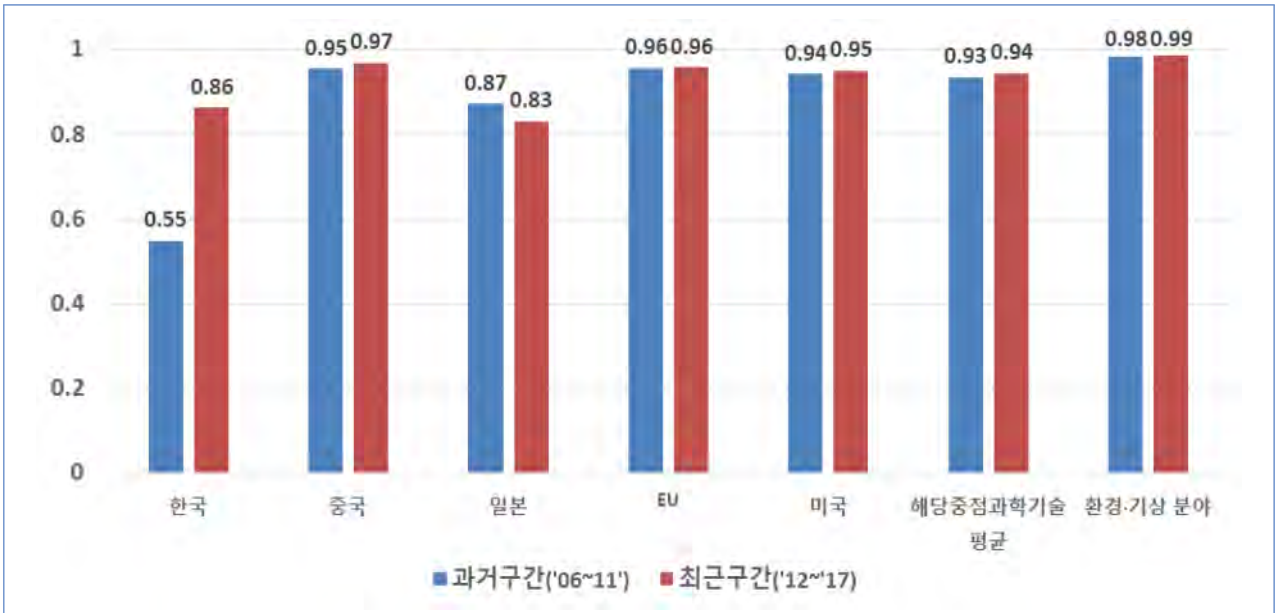
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



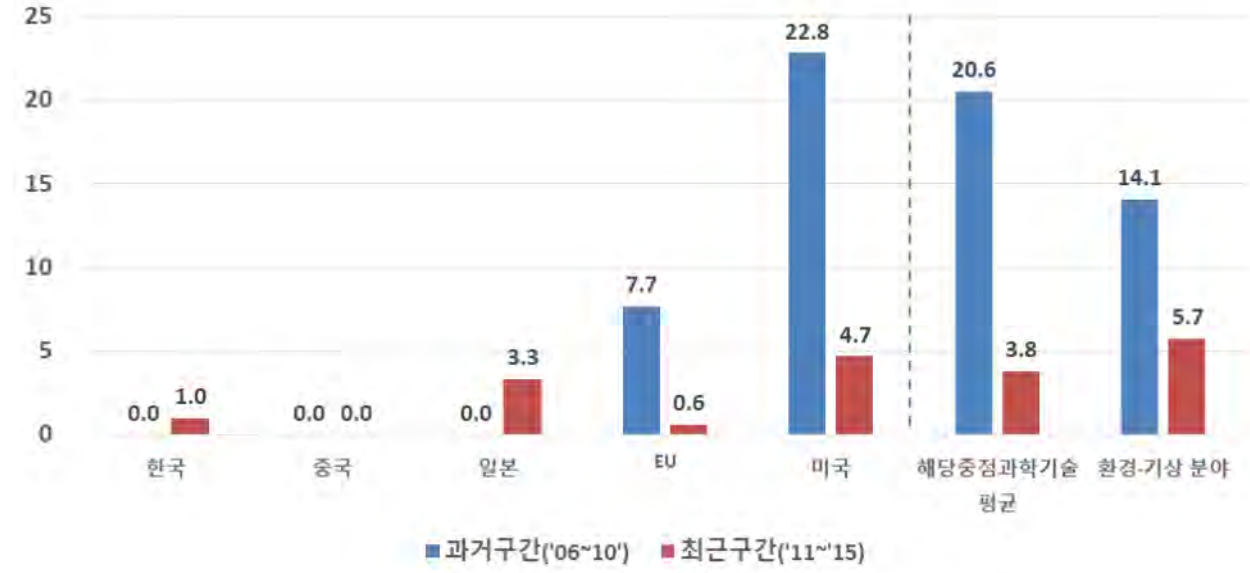
● 자연재해 감시·예측·대응 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



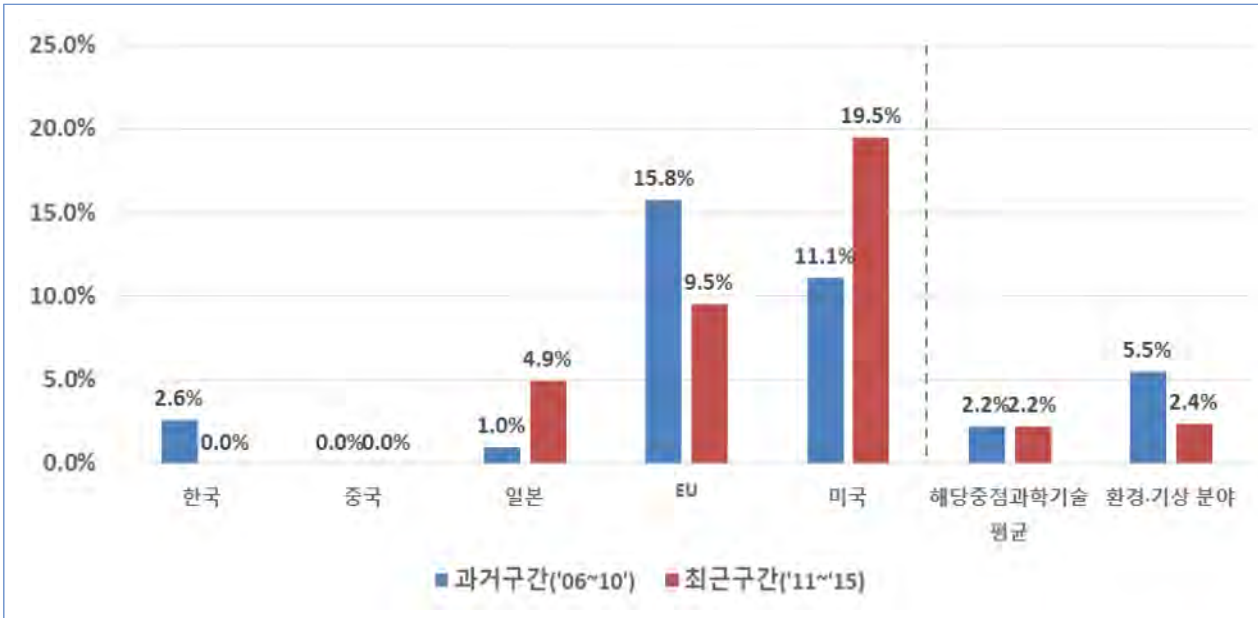
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



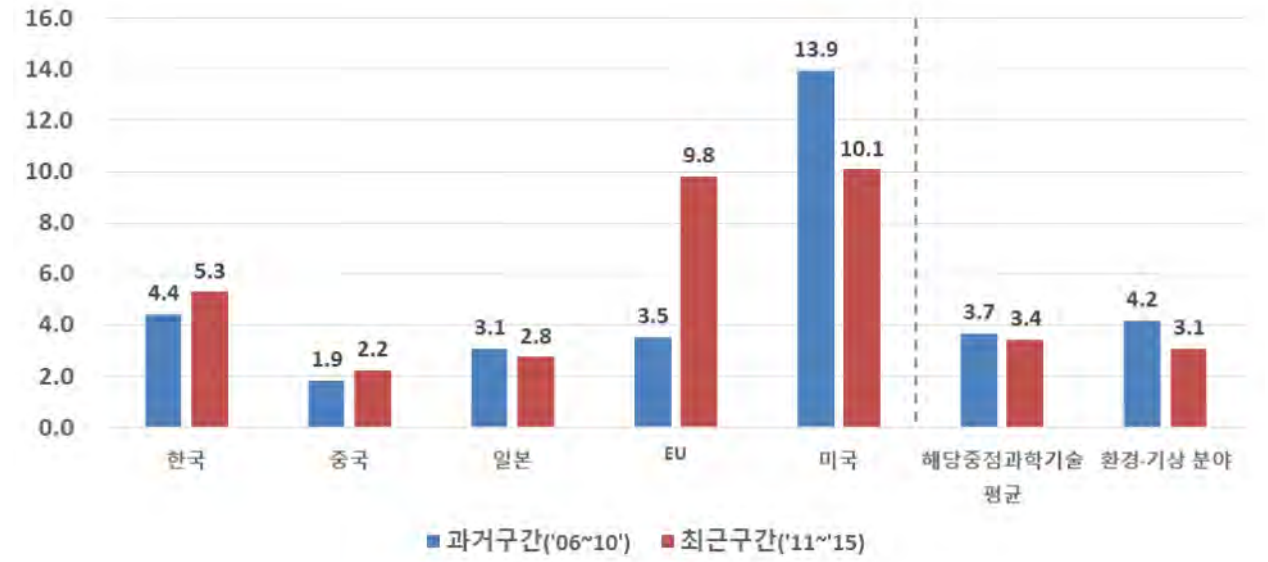
● 자연재해 감시·예측·대응 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 자연재해 감시·예측·대응 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 자연재해 감시·예측·대응 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

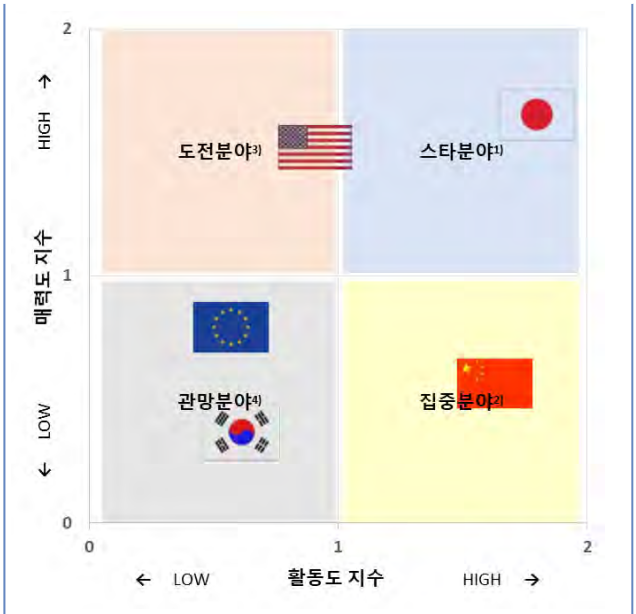
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

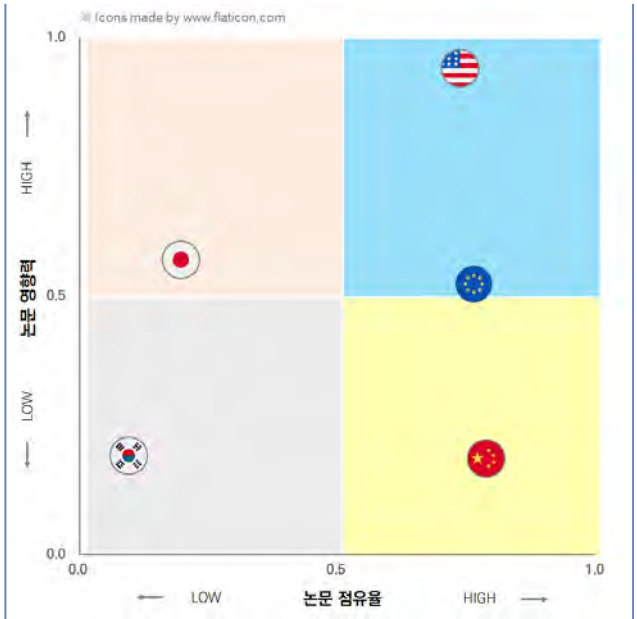
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 자연재해 감시·예측·대응 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

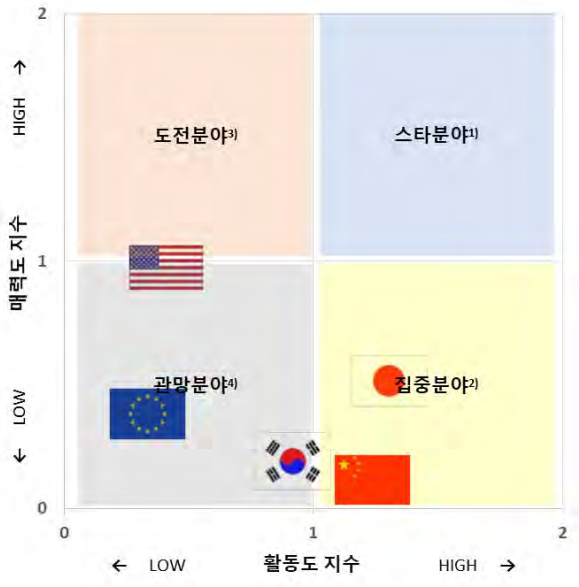


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

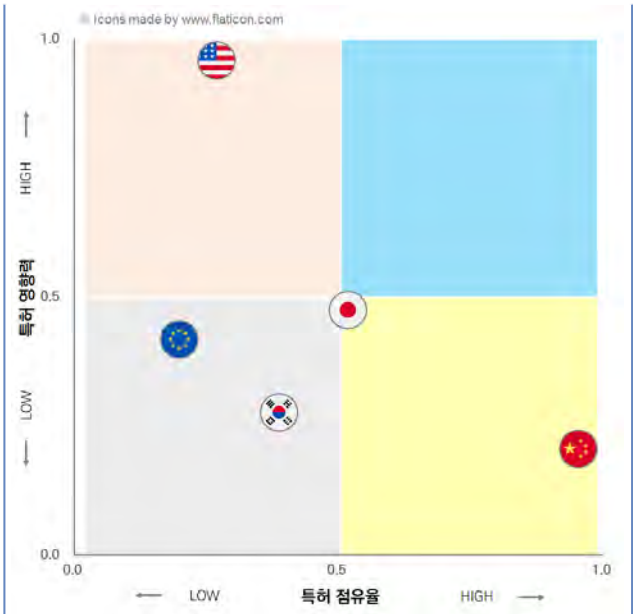
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 자연재해 감시·예측·대응 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 미국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 일본의 'METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE(0.54%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 8.11%(글로벌 점유율은 0.28%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE	일본	5.80%	0.54%	42.86%
2	INSTITUTE OF GEOPHYSICS	EU	1.52%	0.44%	500.00%
3	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	중국	1.47%	0.44%	-25.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	일본	4.44%	0.41%	233.33%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.36%	0.41%	-14.29%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	8.11%	0.28%	-50.00%
2	JEJU NATIONAL UNIVERSITY	4.50%	0.16%	400.00%
3	GANGNEUNG-WONJU NATIONAL UNIVERSITY	3.60%	0.13%	-66.67%
4	ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.60%	0.13%	200.00%
5	DANKOOK UNIVERSITY	3.60%	0.13%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.47%	0.44%	-25.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.36%	0.41%	-14.29%
3	NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH	1.36%	0.41%	125.00%
4	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	1.15%	0.35%	166.67%
5	INSTITUTE OF MOUNTAIN HAZARDS AND ENVIRONMENT	1.15%	0.35%	166.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE	5.80%	0.54%	42.86%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	4.44%	0.41%	233.33%
3	CHIBA UNIVERSITY	3.41%	0.32%	50.00%
4	NAGOYA UNIVERSITY	2.39%	0.22%	33.33%
5	OSAKA UNIVERSITY	2.05%	0.19%	400.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.65%	0.19%	-50.00%
2	UNIVERSITY OF OXFORD	0.65%	0.19%	100.00%
3	UNIVERSITÀ DI NAPOLI FEDERICO II	0.65%	0.19%	-80.00%
4	UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON	0.54%	0.16%	300.00%
5	UNIVERSITY OF NAPLES FEDERICO II	0.54%	0.16%	300.00%

6 미국

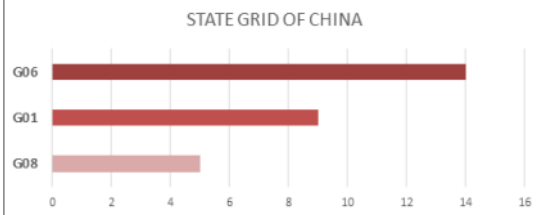
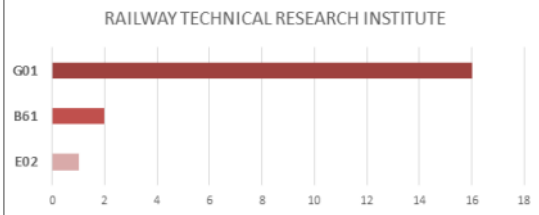
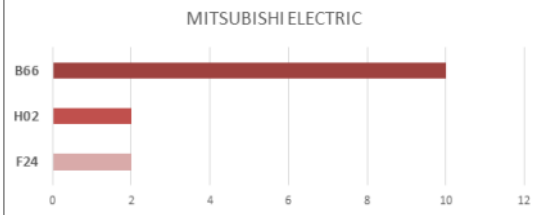
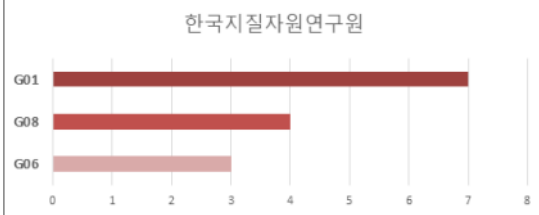
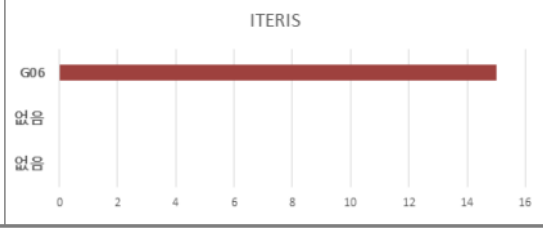
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER	1.13%	0.32%	-57.14%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.13%	0.32%	0.00%
3	LOUISIANA STATE UNIVERSITY	1.01%	0.28%	25.00%
4	JET PROPULSION LABORATORY	0.90%	0.25%	66.67%
5	COOPERATIVE INSTITUTE FOR MESOSCALE METEOROLOGICAL STUDIES	0.90%	0.25%	0.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'STATE GRID OF CHINA(2.08%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국지질자원연구원'이 7.34%(글로벌 점유율은 1.04%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'STATE GRID OF CHINA'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를, '한국화학연구원'는 G01(광학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

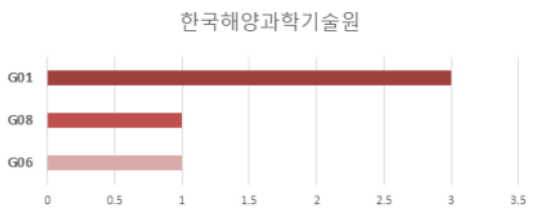
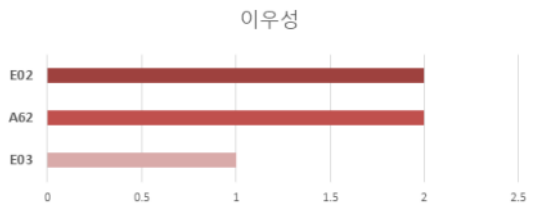
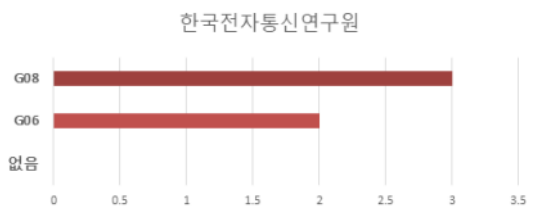
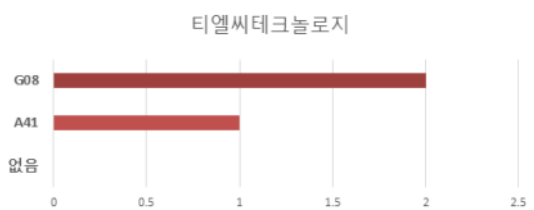
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	중국	3.78%	2.08%	3100.00%
2	RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE	미국	17.70%	1.30%	-46.15%
3	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	5.25%	1.10%	-58.33%
4	한국지질자원연구원	한국	7.34%	1.04%	28.57%
5	ITERIS	미국	13.27%	0.97%	1400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G08	신호
2		G01	광학
		B61	철도
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
3		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
4		G01	광학
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

2 한국

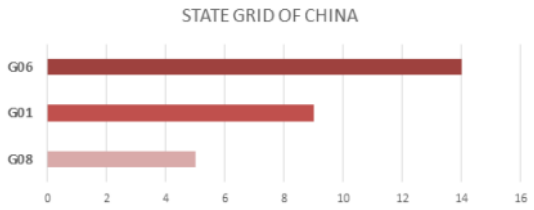
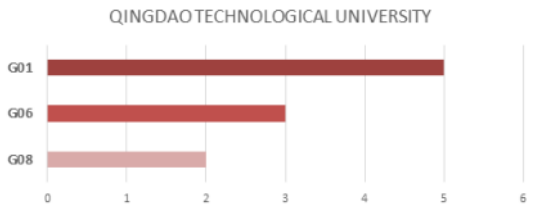
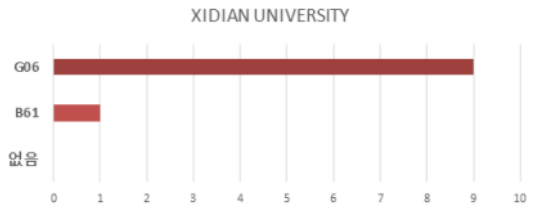
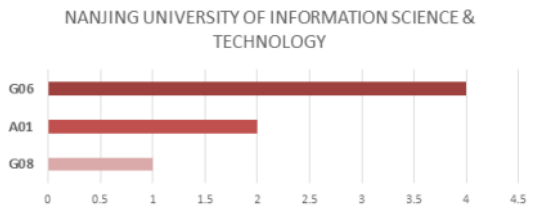
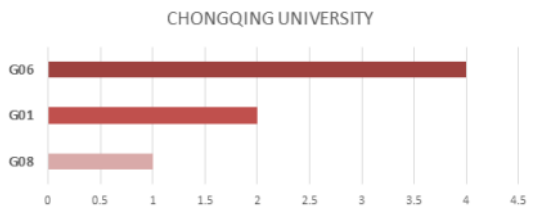
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국지질자원연구원	7.34%	1.04%	28.57%
2	한국해양과학기술원	2.75%	0.39%	500.00%
3	이우성	2.75%	0.39%	0.00%
4	한국전자통신연구원	2.29%	0.32%	-33.33%
5	티엘씨테크놀로지	1.38%	0.19%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G01	광학
		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		A62	인명구조; 소방
		E03	상수(上水); 하수(下水)
4		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G08	신호
		A41	의류
		-	-

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	3.78%	2.08%	3100.00%
2	QINGDAO TECHNOLOGICAL UNIVERSITY	1.30%	0.71%	1000.00%
3	XIDIAN UNIVERSITY	1.18%	0.65%	800.00%
4	NANJING UNIVERSITY OF INFORMATION SCIENCE & TECHNOLOGY	0.94%	0.52%	700.00%
5	CHONGQING UNIVERSITY	0.94%	0.52%	600.00%

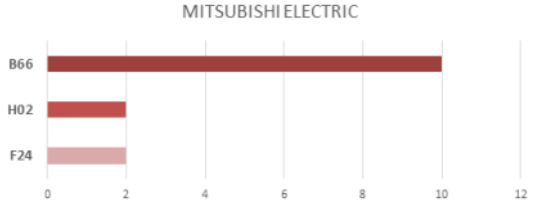
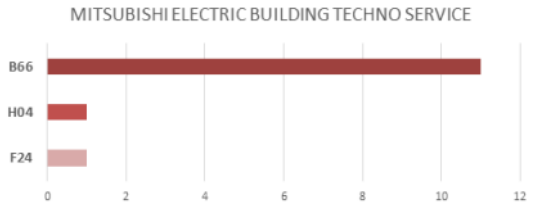
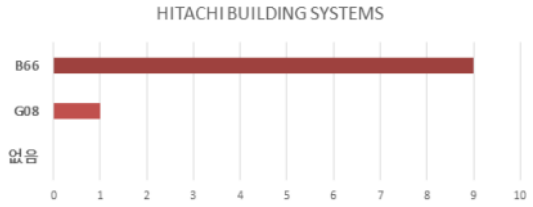
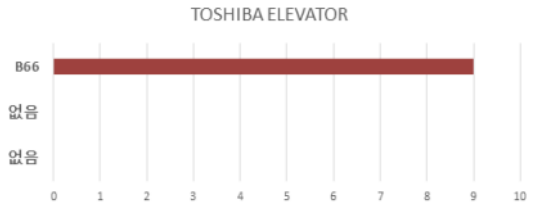
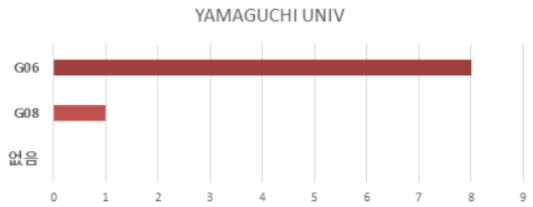
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G08	신호
2		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B61	철도
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G08	신호
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G08	신호

4 일본

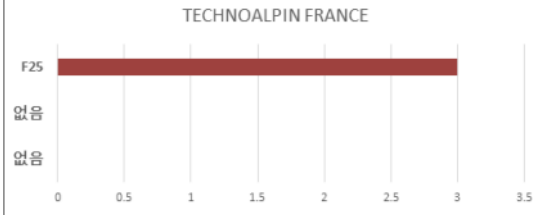
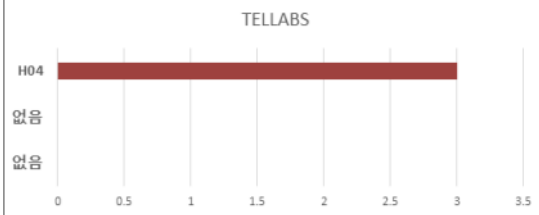
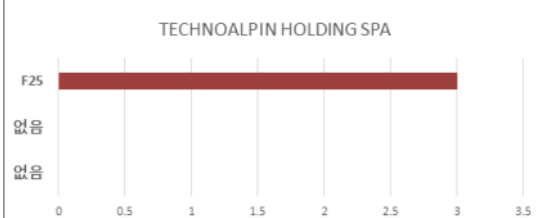
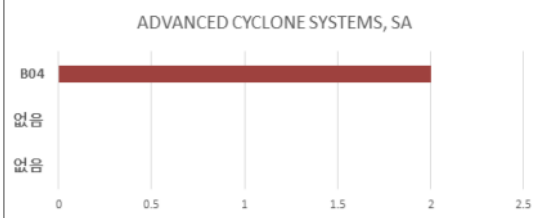
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI ELECTRIC	5.25%	1.10%	-58.33%
2	MITSUBISHI ELECTRIC BUILDING TECHNO SERVICE	4.01%	0.84%	-100.00%
3	HITACHI BUILDING SYSTEMS	3.09%	0.65%	50.00%
4	TOSHIBA ELEVATOR	2.78%	0.58%	-87.50%
5	YAMAGUCHI UNIV	2.78%	0.58%	-87.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		H04	전기통신기술
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
3		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		G08	신호
		-	-
4		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		-	-

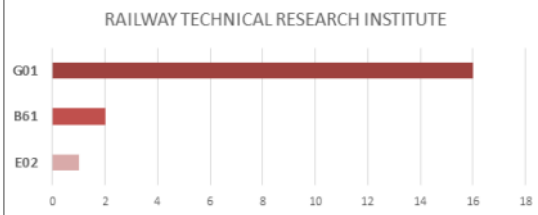
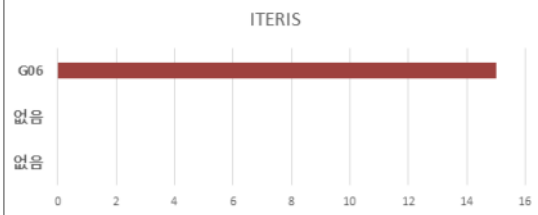
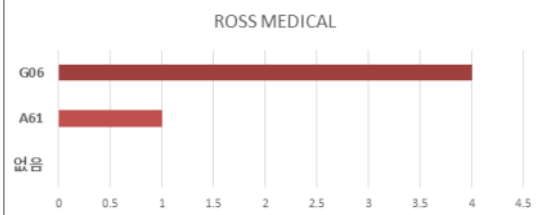
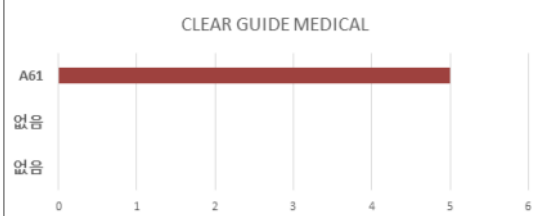
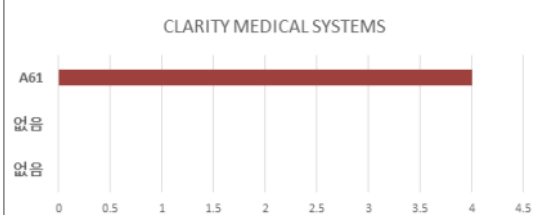
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TECHNOALPIN FRANCE	7.50%	0.19%	200.00%
2	TELLABS	7.50%	0.19%	200.00%
3	TECHNOALPIN HOLDING SPA	7.50%	0.19%	200.00%
4	ADVANCED CYCLONE SYSTEMS, SA	5.00%	0.13%	100.00%
5	HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN DEUTSCHES FORSCHUNGSZENTRUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELT	2.50%	0.06%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		-	-
		-	-
2		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
3		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		-	-
		-	-
4		B04	물리적 또는 화학적 공정을 행하기 위한 원심장치 또는 기계
		-	-
		-	-
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE	17.70%	1.30%	-46.15%
2	ITERIS	13.27%	0.97%	1400.00%
3	ROSS MEDICAL	4.42%	0.32%	400.00%
4	CLEAR GUIDE MEDICAL	4.42%	0.32%	400.00%
5	CLARITY MEDICAL SYSTEMS	3.54%	0.26%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		B61	철도
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-

96 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술



96 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 자연 환경과 생태계의 구조·기능의 지속가능성을 위협하는 이화학적 유해요인의 노출을 민감하고 정확하게 측정하고 예측하는 평가 기술
- ☑ 각종 유해물질이 수서 및 육상 생태계에 미치는 한국형 생태독성의 정밀한 측정 평가와 신속 스크리닝 기술
- ☑ 인체에 건강영향을 초래하는 각종 유해요인의 노출 및 독성영향의 정밀한 측정과 평가 기술
- ☑ NT·BT·IT·ET 융합 소자 및 4차 산업혁명 기술의 이용으로 신속·정밀·다매체통합 노출 및 위해성 저감 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

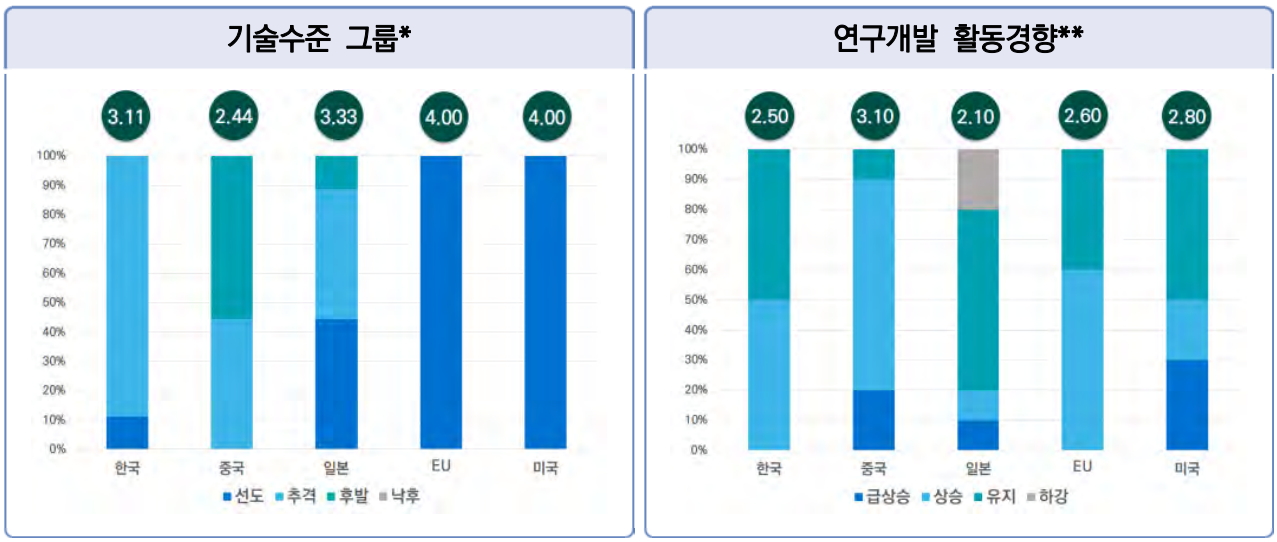
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	72.0	3.0	추격	보통	우수	상승
중국	60.0	5.0	후발	보통	보통	상승
일본	77.0	3.0	추격	우수	우수	유지
EU	95.0	0.5	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	76.5	4.3	72.0	60.0	78.0	17.6	3.0	2.0	8.0	3.1
중국	62.5	5.0	60.0	55.0	70.0	17.6	5.0	4.0	8.0	4.0
일본	77.0	4.3	77.0	70.0	80.0	15.8	3.0	2.0	5.0	2.8
EU	90.5	0.8	95.0	90.0	100.0	19.4	0.5	0.0	2.0	2.3
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.2

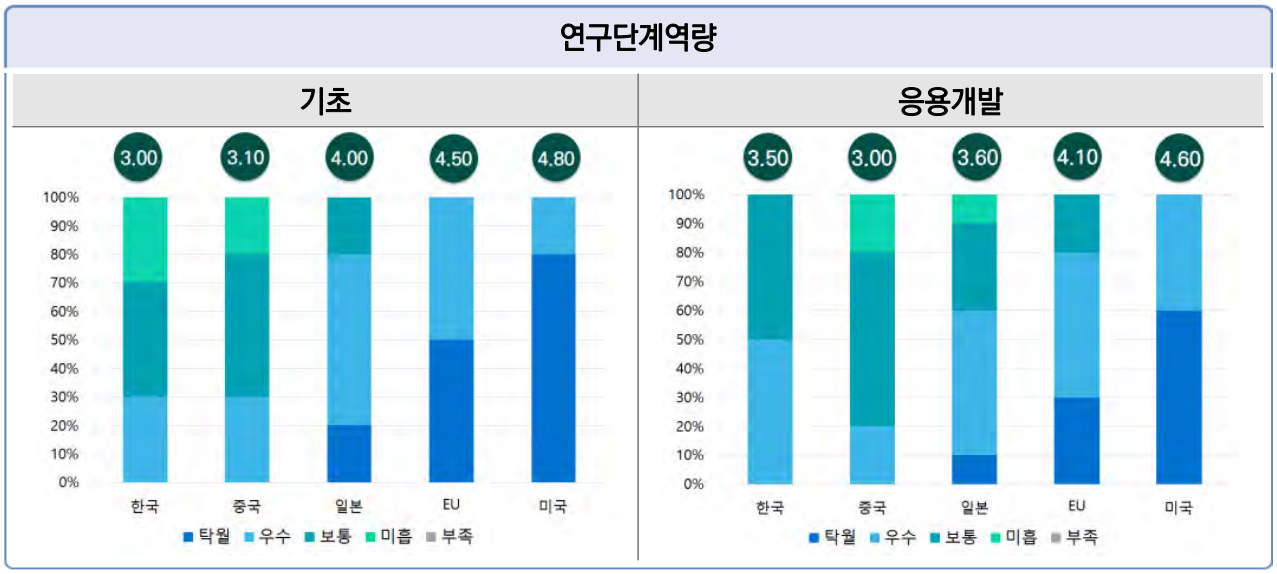
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (72.0%)	• 여전히 기초분야에 대한 투자와 관심이 집중되는 상태로 통합적 시각의 위해평가 부분은 미진 • 미국에서 발표된 내용을 주로 반복적인 내용으로 발표하며 창의적인 연구내용을 주도하지 못함 • 한국은 미국과 유럽의 영향, 특히 미국의 영향을 깊이 받으며 미국의 기술발전을 신속히 도입 중. 현재까지 중국에 앞서지만 과학기술 풍토를 고려할 때 향후 순위가 바뀔 수 있음
중국 (60.0%)	• 늦게 출발하였으나 대규모 사업을 준비 또는 진행 중 • 기존 기술을 활용하여 많은 연구논문을 발표하고 있지만, 양적 성장에 더 초점을 맞춤. 특히 최신 독성평가기술에 대한 연구수준은 선진국에 비해 매우 뒤떨어짐 • 일부 그룹에 대한 집중적 투자가 이루어지고 있어 신속하게 기술 추격 중 • 자국의 생태 맞춤형 유해성평가기술 개발에 국가적 투자 진행. 최고기술보유국의 최신의 연구 성과를 적극적으로 도입하고자 노력 • 미국에서 발표된 내용을 주로 반복적인 내용으로 발표하며 창의적인 연구내용을 주도하지 못함 • 중국의 독성학에 대한 투자규모와 연구실적은 괄목할 만 함. 인체위해성평가 분야와 환경역학 분야도 규모와 물량을 앞세워 빠르게 성장하고 있고 질적으로도 우수한 연구가 쏟아져 나오고 있으며 발전 속도와 그 규모는 한국과 일본을 앞지를 전망
일본 (77.0%)	• 기존의 기술수준은 유럽과 비슷하다고 판단되나, 최신 기술수준에 대한 기술력이 다소 떨어짐 • 독성예측기술, 자료축적 및 활용 등 • 기초분야 수준은 선도적이지만 인체위해성 평가 부분은 선도그룹과 격차 존재 • 화학물질 위해성 관련 정부 투자와 관심 등이 한국에 비해 낮은 수준
EU (95.0%)	• 대부분의 방법이 유럽에서 시작되고 있으며 지속적인 연구개발 수행 중 • 미국과의 기술수준은 유사하나 기술전개, 활용에 있어 다소 뒤떨어짐 • 독성평가, 예측의 기술에 적극 참여하여 개발하고 있으나 미국을 중심으로 의사결정 등이 이루어짐 • 국가수준의 화학물질 안전 의사결정 지원 기구가 있으며 유럽연합 차원의 큰 연구 과제가 지원됨 • 유럽 EFSA와 관련연구기관의 연구범위와 깊이는 위해성평가 기술 전반에서 미국을 따라잡았거나 일부는 능가
미국 (100%)	• 독성평가 기술의 최근 트렌드인 독성예측 기술 주도 • 국제기구에서 의사결정 주도 • 전반적인 연구투자와 연구 인력이 고르게 선진화되어 있으며, 관련 기초분야 수준도 선도적 • 국가차원의 미래지향적 화학물질 위해성 평가 도구 개발 등을 지원하여 발전 선도 • 세계적인 논문 수준과 연구 인력의 인프라가 구축됨 • 21세기 차세대 위해성평가를 위한 원천 및 기반기술 구축에 성공 • 지속적인 정부투자와 관심을 바탕으로 관련된 논문의 발표 주도 • 트럼프 행정부 이후 과학기술 특히 환경과 건강연구에 대한 제약이 있지만 과학기술의 풍토와 관리시스템과 연구 성과는 당분간 선도그룹을 유지할 전망

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 정부의 과학기술 지원 정책으로 인한 연구 인프라 기반 확보 • 연구자의 글로벌화로 인한 연구기술의 세계적 수준 보유 • 단기적인 연구 성과가 좋음 • 선도형 연구의 제한이 많아 추격하는 스타일 • 연구지원 확대 • 관련 법규 정비되어 응용개발 확대 예상 • 국가차원의 R&D 투자가 지속되고 있으며 서구신기술과 개념에 대한 도입이 빠름 • 뛰어난 인적자원이 풍부함 • 화평법 도입, 생활화학제품에 대한 노출 및 위해성평가 기반 구축에 일정부분 성과 도출	• 연구 인력의 지속적인 양성이 시급함 • 연구정책 패러다임의 주기적인 변화 (정권교체 등) • 최신 연구 분야에 대한 적극적 대처 미흡 • 논문 위주의 성과위주로 응용분야 취약 • 연구의 지속성 확대 필요 • 정부주도형, 민간의 참여 결여 • 환경피해에 대한 분석력 • 대학에서 양산되는 인적자원을 국가, 공공기관, 산업체에서 극히 일부만 흡수 • 단기성과와 산업화를 강조하여 내실이 견고하지 못함 • 위해성평가의 정책 활용 제도화 미진
중국	• 풍부한 연구 인력 보유 및 인력 양성 우수 • 연구기술 및 인프라에 대한 정부의 집중 투자 • 연구수준의 급속한 양적 성장 • 단기적인 연구 성과 우수 • 선택과 집중에 의한 투자로 인해 일부 분야는 수년 이내에 선진국 수준 발전 예상 • 규모의 경제를 연구 면에서도 확장시켜 위해평가 및 독성 연구 분야의 굴기를 국가차원에서 장려 • 자국 맞춤형 생태 유해성 평가 기반 구축	• 기초연구가 취약하고 전문 인력 부족 • 연구의 집중화 필요 • 정량적 평가체계 때문에 현재까지 빠른 추격 수준에 머물고 있음 • 다소 양적인 성장에 치중하고 있으나 기술의 질적 고도화도 빠르게 개선 중 • 위해평가 기반, 정책 활용을 위한 노력 미진
일본	• 기초기술에 대한 지속적인 투자와 자유로운 연구수행 분위기 • 과학기술에 대한 꾸준한 정부의 지원 • 연구원 인프라가 넓지 않으나 핵심연구개발에 집중적이며 장기간 투자가 이루어짐 • 기술과 우수한 인력의 지속성 • 탄탄한 기초분야 학문적 내실	• 최신 연구 분야에 대한 적극적인 대처 미흡 • 다양한 핵심 분야를 주도하기보다는 부분적으로 핵심 분야에 집중 • 화학물질 안전 분야 투자의 상대적 감소 • 급격한 성장 동인이 부각되지 않고 있음 • 기존 OECD의 연구개발 성과를 활용하는 수준 • 생태 및 인체 위해성평가에 대한 전반적인 투자 미진
EU	• 국제기구 (OECD, ISO 등) 본부의 유럽 내 유치로 인한 기득권 보유의 지원 • 유럽 내 국가뿐만 아니라 유럽 외 국가들과의 연구소통 강화 정책 • 연구원의 인프라가 상당히 넓고, 기초연구가 활성화됨 • 유럽연합 차원의 연구개발 사업 중에 화학물질 안전관련 주제 확대	• 유럽 국가들 간의 기술격차 존재 • 새로운 연구 분야 발굴에 다소 수동적 • 응용연구가 활발하게 진행될 수 있는 인프라 부족 • 연구 분야의 다양성과 규모, 새로운 기술개발, 인적네트워크 면에서 미국에 뒤짐 • 응용개발 기술연구에 성과 미진

국가	강점분야	기타
	• 화학물질 안전관리 방법의 개선을 위한 노력을 국제적으로 선도(e.g., AOP) • 기초분야의 내실 있는 토대 • 차세대 위해평가를 위한 원천기술 개발 및 인프라 구축에 성공	
미국	• 일관된 연구정책에 따른 고급인력 및 연구 인프라 확보 • 최신 기술의 개발 및 확보에 대한 오픈 마인드 • 센서 개발의 기초투자가 활발 • 국가연구소의 선도적 역량 확실 • 화학물질 안전관리 방법의 개선을 위한 노력을 국제적으로 선도(e.g., AOP) • 차세대 위해평가를 위한 원천기술 개발 및 인프라 구축에 성공	• 자국 중심의 다소 폐쇄적인 연구진행 • 최근 정부기조에 따른 보수화 • 연구 외적인 요인(정치적 요인, 연구비)에 의한 위해평가 부분의 연구개발 제약 예상 • 응용개발 기술 연구의 일부 성과 도출

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	1위	2위	3위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 기관간의 자료 공유와 방법론 공유 • 연구 분야 별 융합연구를 촉진할 수 있는 정책, 기획연구의 활성화, 국내학회의 질적 수준향상을 위한 재정적 지원강화 및 감독 • 위해성 평가와 각 분야의 전문가의 식견을 기초한 통합적 시각의 평가. 특히 국내에서의 평가가 특정한 학문분야에서 주도적으로 이루어지고 있는 형편을 고려할 때 다양한 분야 전문가와의 협업 조장 필요 • 국가 연구소의 위해성평가 인력과 대학의 전문 인력을 중심으로 위해성평가 전문가 네트워크를 형성하고 이들 그룹이 중심이 된 위해성 평가에 대한 체계적인 지식과 정보 교환의 장 마련 • 단위 과제를 특정분야의 고정된 전문 연구진들로만 구성해서 추진하는 방식이 아니라 여러 다른 분야의 연구진들이 협업해서 연구 성과를 공동으로 만들어 나가는 방식의 과제 추진체계를 적극적으로 가능하면 대부분의 과제에서 적용 필요 • 국내 타 기관 연구진간 팀 구성을 장려하는 제도 지속
국제협력 촉진	• 유럽연합과의 정보공유와 진행되는 사업의 소개 • 국제기구를 통한 해외전문가와이 협력기회 확대. 국제기구 대응 주무부처를 두어 활동하지만 공무원의 전문성 부족으로 인한 협력연구의 한계가 존재하므로 정부출연기관의 전문성 적극 활용 필요

	정책제언
	• 기초 독성 정보와 오염물질 분석에 대한 최신 지식을 공유하고 국내 평가에 활용될 수 있도록 국제연구 기관 및 단체와의 협력체계 정비가 필요하고 현재 국내 연구기관과 연구진이 어느 정도 이에 대한 협력체계를 구축하고 있음 • 위해성 평가 전문가 그룹을 국가 중심으로 결성하여, 소속 전문가가 유학했던 국가와의 협력 추진 • 유사한 연구개발 과제가 미국, 유럽연합 등에서 이미 진행되었거나, 진행되고 있는 경우가 대부분이기 때문에 교류 협력을 보다 적극적으로 촉진시키기 위한 노력에 대한 제도적 뒷받침 필요. 단순히 전문가 초빙수준이 아니라 연구 과제간의 공동 워크숍을 정례화 등 한 단계 높은 협력 방식을 모색하는 것에 대해 제도적 지원 필요
인력양성 및 유치	• 전문대학원이나 특성화 대학원을 통한 인재 양성, 기존 인력의 재교육실시와 인증제도 도입 • 위해성평가분야의 인력양성을 위한 실질적 지원 • 해외기관 및 국내 전문연구기관의 연구파견 활성화 • 국내 평가결과의 신뢰성에 가장 큰 영향을 미치는 부분은 노출평가 분야이므로 노출분석과 노출평가 분야에 있어서 다양한 개별 매체를 담당할 수 있는 전문가 양성 필요 • 유해요인 안전관리 전담 전문 인력의 역할을 규정하고 유치 제도화 • 대학 교과과정에 위해성 평가 수업 개설을 통한 체계적인 연구 인력 확충 • 환경 분야에 대한 지속적인 인재 양성 • 학부/대학원에서 양성된 인력이 연구현장과 관리영역에 충분히 흡수되지 못함. 기존의 국가연구직은 지속적인 연구를 수행하기에 양적으로 부족하고, 자기 전문영역이 아니거나 업무연속성이 심각하게 떨어지며 비정규직 비중이 지나치게 많음. 국가연구직의 전문 인력층이 많아야 하고 이를 기반으로 안정적 사업기획과 연구수행, 집행 가능
인프라 구축	• 정보의 제공, 소프트웨어 개발 및 실증 • 일부 고가 및 핵심 장비 구축을 제외한 국내 연구 인프라는 충분하므로 현재 구축된 인프라를 유지, 보완, 업데이트하는 지원 필요 • 위해성평가를 전문적으로 수행하는 기관이나 조직체 구성 필요 • 위해성평가의 대상과 상황이 매우 다양하므로 평가와 평과관련 기반을 지속적으로 개발하고 수행할 수 있는 전 부처 통합 평가기구 필요 • 정보에 대한 실시간적 공유가 가능한 블록체인과 같은 인프라 구축 • 국가기관, 또는 출연연구원 수준에서 구축해야 될 연구 인프라(예: 메조코즘 연구 설비, 또는 대규모 흡입 챔버, 다중이용시설 모의실험 설비 등)에 대한 육성 방안 마련 • 최신의 분석기법들을 다양한 연구에 활용할 수 있는 기회를 제공하기 위해서는 개별 연구자 수준의 협력을 통해서는 현실적으로 한계가 있기 때문에 연구 지원센터를 통한 인프라 구축의 수준 향상 • 지역별로 연구자들의 특화된 연구센터를 개발 • 흩어진 자원과 정보의 통합
법·제도 개선	• 법제도의 선진화 요구되며 산업계의 영향을 최소화 • 형식적인 환경, 인체 위해성 평가를 지양하도록 법, 제도 개선 • 위해성평가 전담 범부처 통합기구 설립을 위한 제도와 예산 확보하고 생산되는 위해성평가 결과를 활용하여 부처별 관리(안) 수립을 위한 총리실 산하의 범부처 상설 통합위원회 설치 • 화학물질 안전 및 위해평가에 관련되는 법제도가 정비되어, 소관부처나 매체 중심이 아닌 사람과 같은 수용체중심의 관리가 이루어질 수 있도록 통합관리 체계 마련

	정책제언
	• 환경보건법 안에서 검토 필요. 특히, 미국과 일본이 잘 되어 있으므로 참조 및 적용 가능 • 전문가와 업계의 의견을 반영하는 법제도의 개선 • 토양, 지중 위해성평가 기술, 한국 생태 맞춤형 유해성평가 기술 등의 경우 국내 제도가 뒷받침되지 않으면 연구가 지속될 가능성이 매우 낮고, 연구 성과물을 축적해 나가는 것도 쉽지 않으므로 생태 위해성 관련한 제도적 개선이 다양한 분야(수질, 토양, 산림, 기후변화 등)에서 적극 추진 • 입찰형 또는 공모형 주관연구기관 선정방식의 개선 필요. 저렴한 과제는 저렴한 결과로 이어짐. 같은 내용이면 싸고 많은 양을 수행하는지 보다 고품질의 과제제안이 선정될 수 있어야 함. 과제선정방식이 평가 당일 연락되고 시간되는 해당영역에 충분한 경험과 지식이 없는 위원에 의해 결정되는 것은 부당하므로 지연연구진간 개별발표, 상호토론을 통해 드러난 장단점을 위원들이 판단해서 선정 필요
연구비 확대	• 공익을 위한 분야이므로 연구비 확대를 통해 정보를 만들고 제공하여 적극적인 위해성관리에 활용 • 환경 및 인체 위해성평가의 기반기술 개발에 연구비가 집중됨. 필요한 기반기술이 개발된 후, 이를 이용한 위해성평가가 수행되는 만큼 필요한 일이지만, 기술들을 활용하여 위해도를 평가하는 통합적인 위해성평가 연구에 연구비 지원 필요 • 연구비의 효율적 사용에 대한 검토 필요. 국내 평가결과의 불확실성에 큰 영향을 미치는 분야(노출평가)에 우선적인 관심과 연구비 우선 지원 요망 • 독성이나 약학 분야뿐만 아니라, 환경보건 분야에서의 연구비 확충 절실 • 기반연구와 응용연구의 구분지원 필요. 기반연구(기초자료생산 및 기반기술개발)의 가치가 저평가되고 있음
기타 의견	• 중점추진 기술 분야로 환경에서의 극미량으로 노출될 수 있는 유해물질의 정성, 정량검출 분석기술 필요 • 수많은 화학물질이 사용되는 현실에서 개별물질보다는 복합물질 노출이 더 일반적이므로 복합물질이 미치는 영향을 파악하기 위한 대용량 고속평가기술 개발 필요 • 현재 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 연구는 대학교수나 일부 연구자를 중심으로 이루어지고 있으나 위해성평가 기술의 특성상 여러 기술 융합이 필수적. 위해성평가 기술을 폭넓게 수행하는 정부지원의 전담연구기관의 확보 필요 • 환경보건, 실내 건축 환경 등과의 융합 가능 : 위해성 평가는 오염물질의 발생이 건강에 미치는 영향을 파악 하는 분야. 실내 공간에서의 오염물질 발생이 증가되는 시점이므로 이 학문 분야와의 융합은 시너지 효과 발생 가능

다 주요 분석 결과 요약

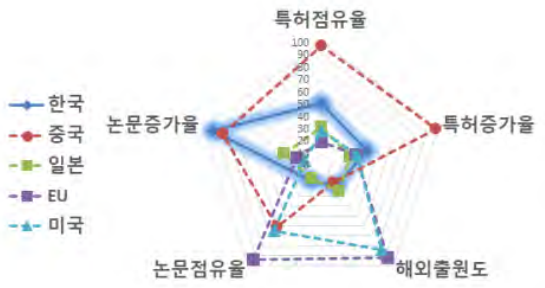
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술	5,879	6,048	127.5%	95.9%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

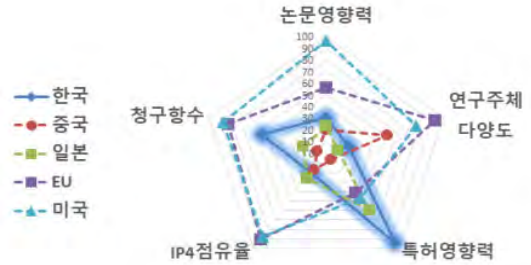
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	한국
	43.4%	54.5%	32.9	10.9
한국	4위	2위	3위	1위
	3.7%	20.3%	16.7	10.9
5개국 평균[2]	-	-	22.2	5.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

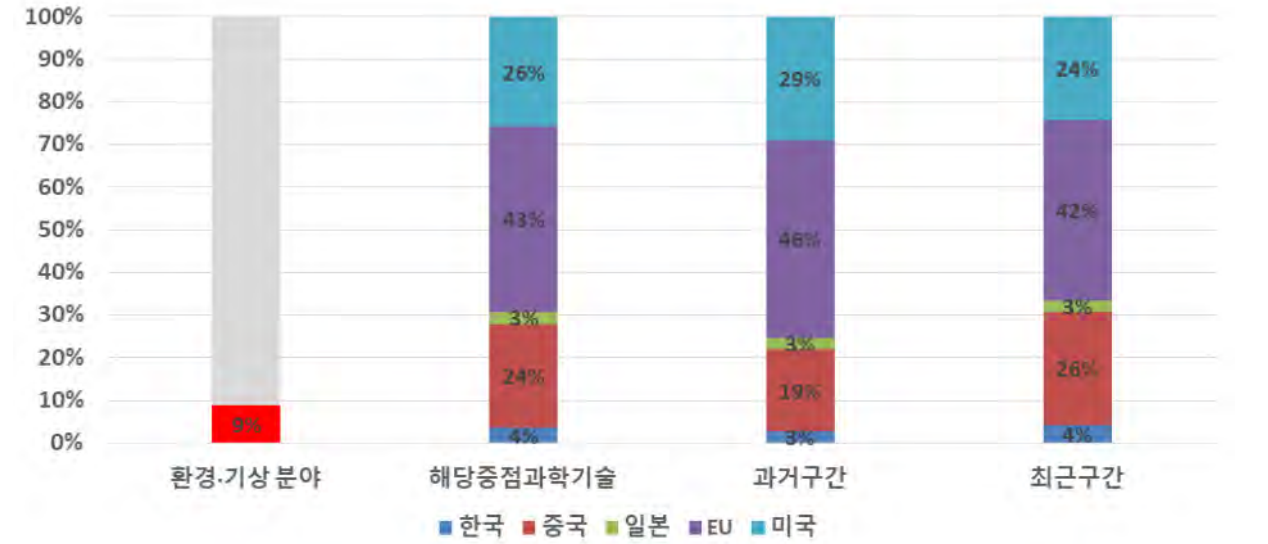
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.7%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(16.7)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(43.4%), 미국(25.7%), 중국(24.2%), 한국(3.7%), 일본(2.8%) 순이며, 논문 증가율은 한국(240.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(32.9), EU(21.2), 한국(16.7), 일본(15.1), 중국(14.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.99)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(20.3%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(10.9)은 주요 5개국 중 1위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(54.5%), 한국(20.3%), 일본(11.3%), 미국(9.4%), EU(4.4%) 순이며, 특허 증가율은 중국(298.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 한국(10.9), 일본(6.2), 미국(5.1), EU(4.6), 중국(0.2) 순이며, IP4 점유율은 EU(34.6%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.7%	24.2%	2.8%	43.4%	25.7%
	논문 증가율	240.0%	215.5%	127.5%	106.6%	92.1%
	논문 영향력	16.7	14.4	15.1	21.2	32.9
	연구주체 다양도	0.93	0.96	0.92	0.99	0.95
특허 분석	특허 점유율	20.3%	54.5%	11.3%	4.4%	9.4%
	특허 증가율	22.1%	298.6%	-26.3%	-7.9%	-7.1%
	해외출원도	0.4	0.0	0.8	6.3	5.2
	특허 영향력	10.9	0.2	6.2	4.6	5.1
	IP4점유율	2.2%	0.2%	5.0%	34.6%	32.7%
	청구항수	5.3	2.2	3.3	7.0	7.4

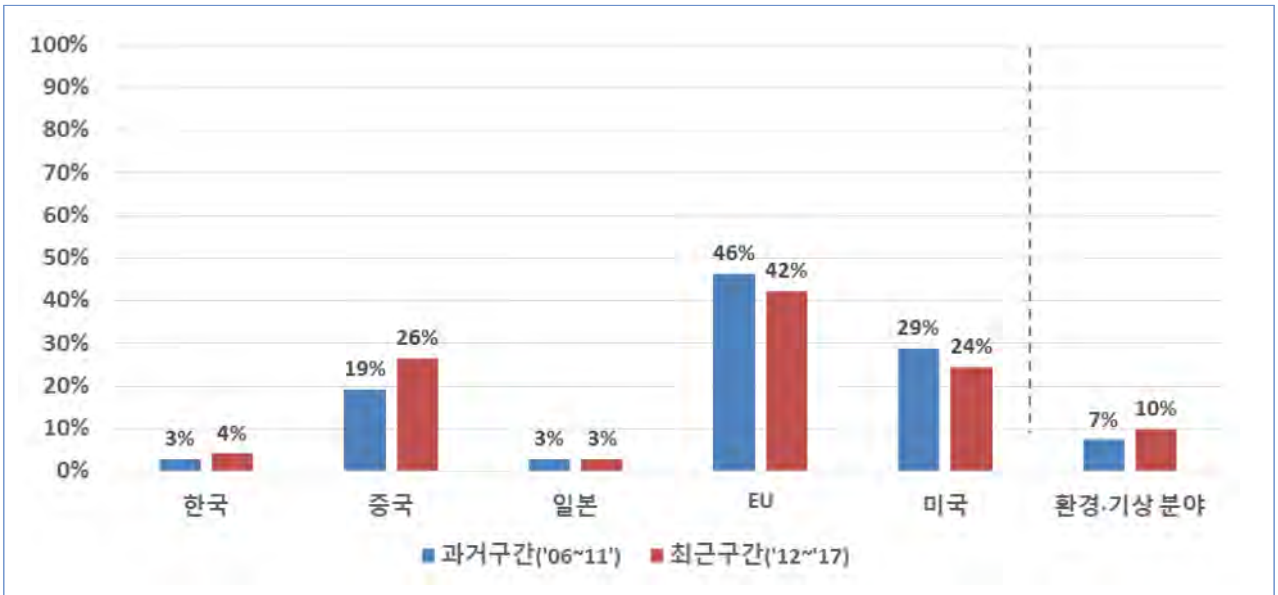
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2554건으로 전체 논문의 43%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 9%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

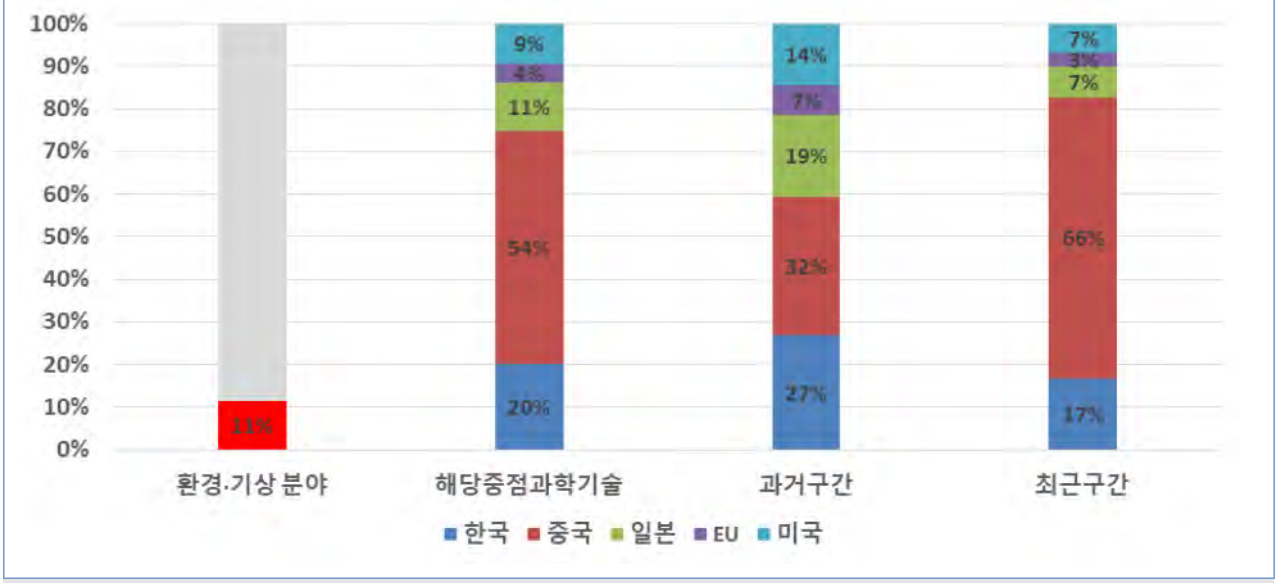


● 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 240%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	50	170	220	240.0%
중국	343	1,082	1,425	215.5%
일본	51	116	167	127.5%
EU	833	1,721	2,554	106.6%
미국	518	995	1,513	92.1%
전체	1,795	4,084	5,879	127.5%

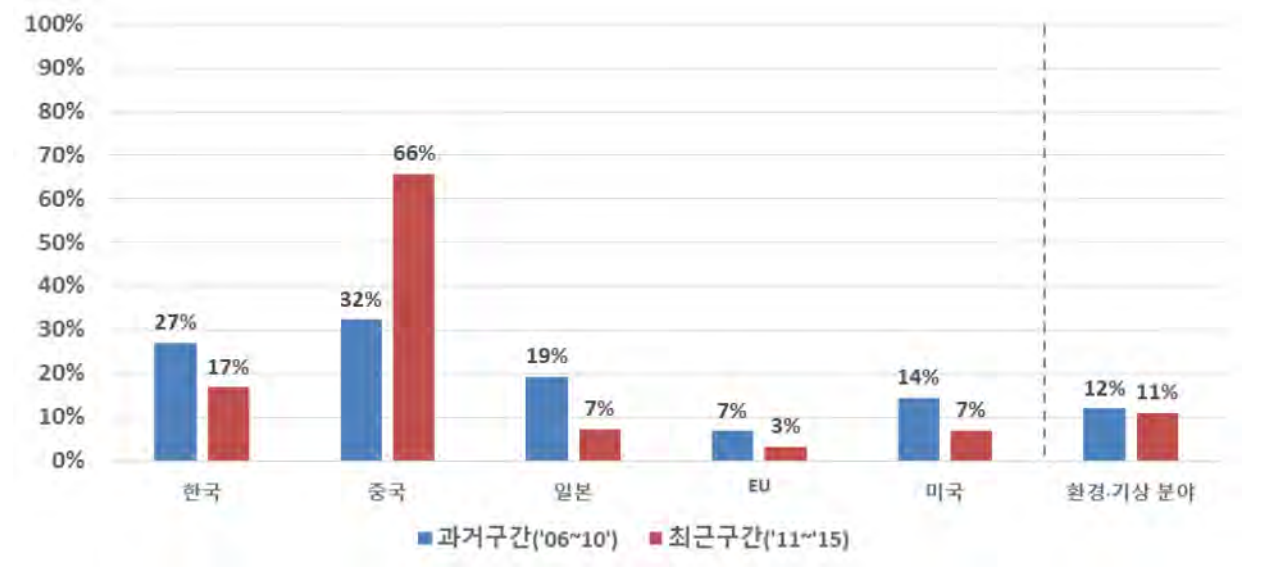
(4) 특허 점유율(전체)



● 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 3296건으로 전체 특허의 54%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 11%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



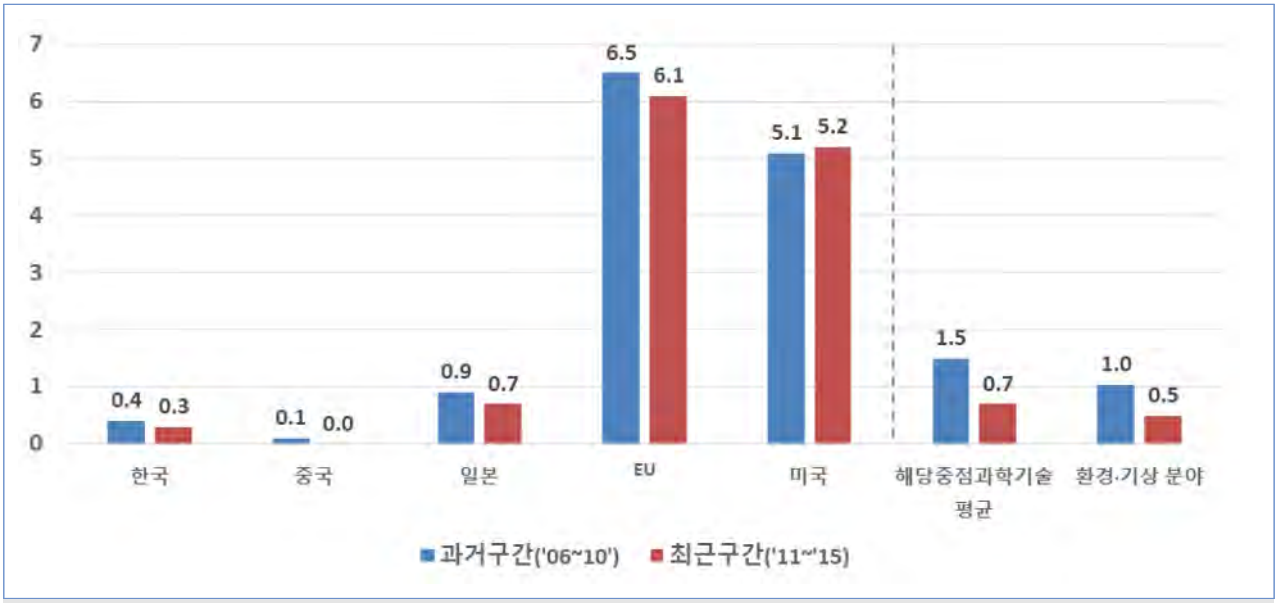
● 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 22.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	552	674	1,226	22.1%
중국	661	2,635	3,296	298.6%
일본	395	291	686	-26.3%
EU	140	129	269	-7.9%
미국	296	275	571	-7.1%
전체	2,044	4,004	6,048	95.9%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

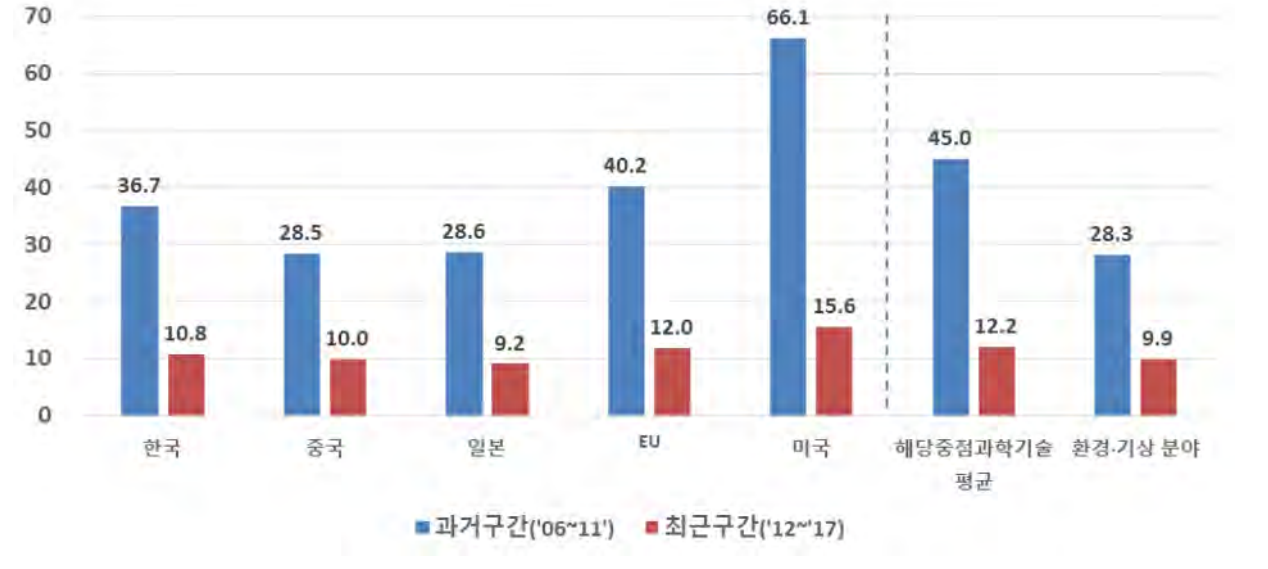


- 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

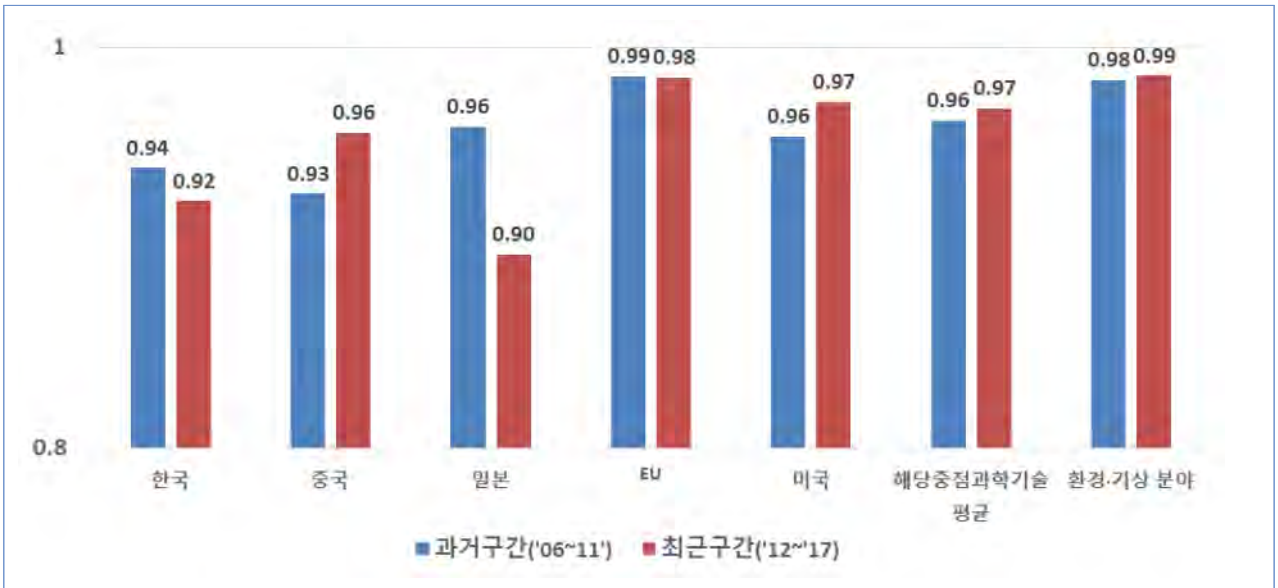
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



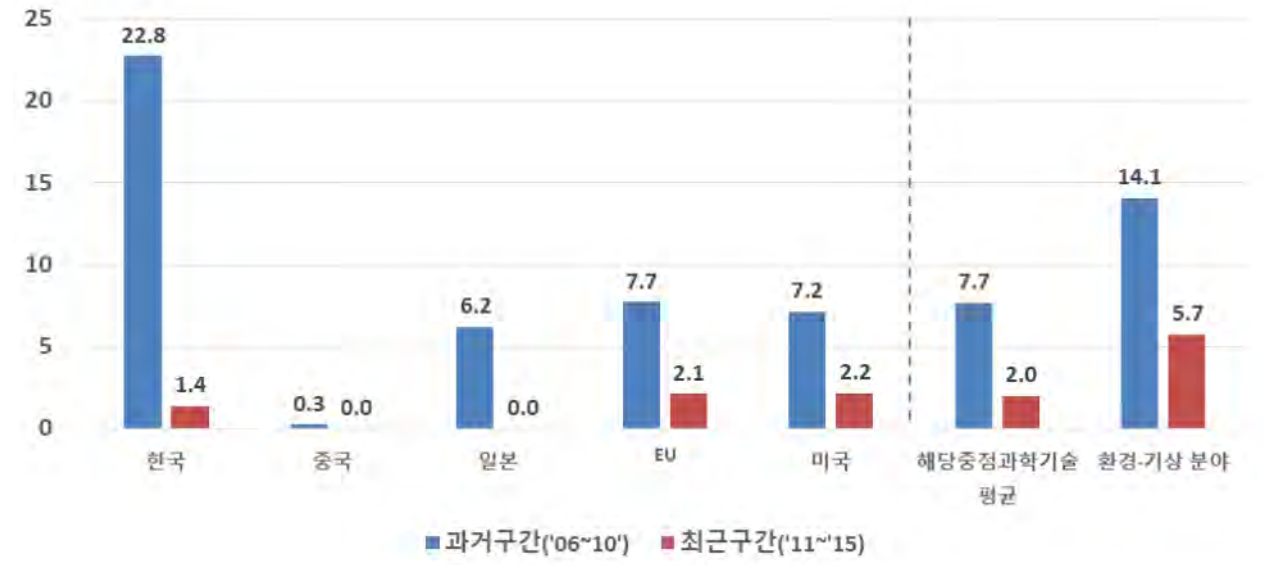
● 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



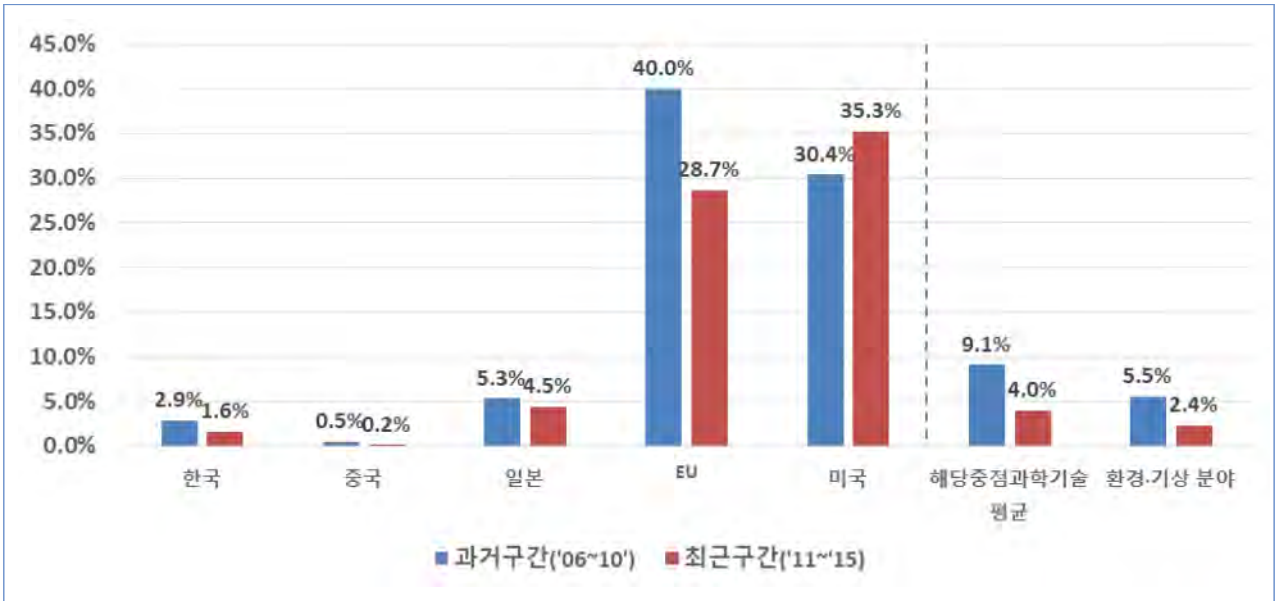
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



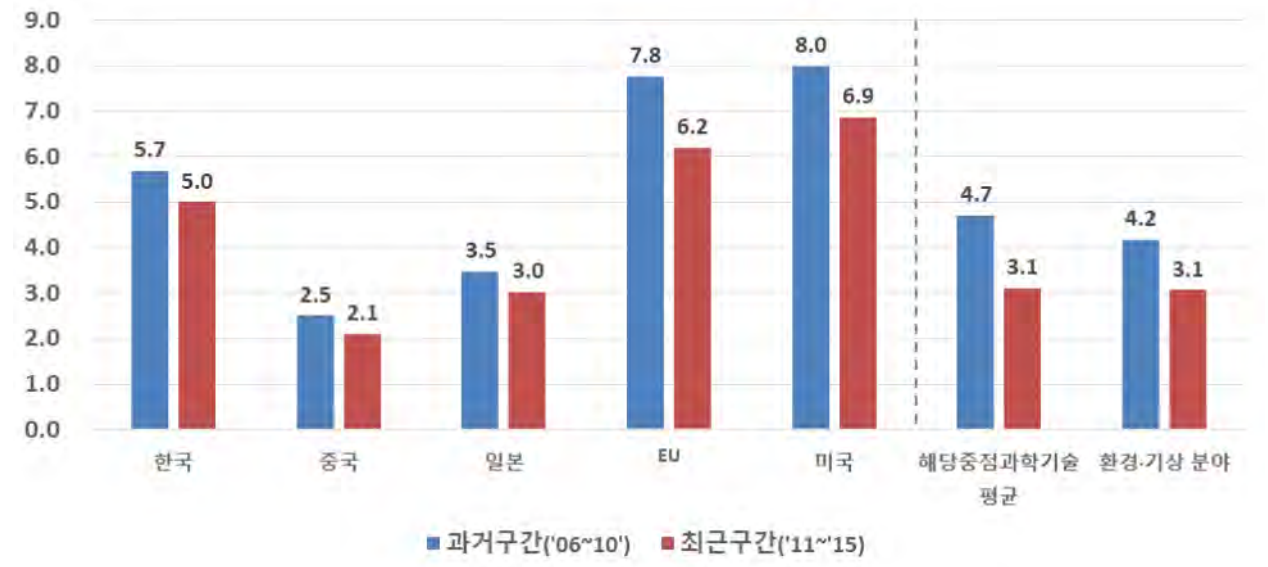
● 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

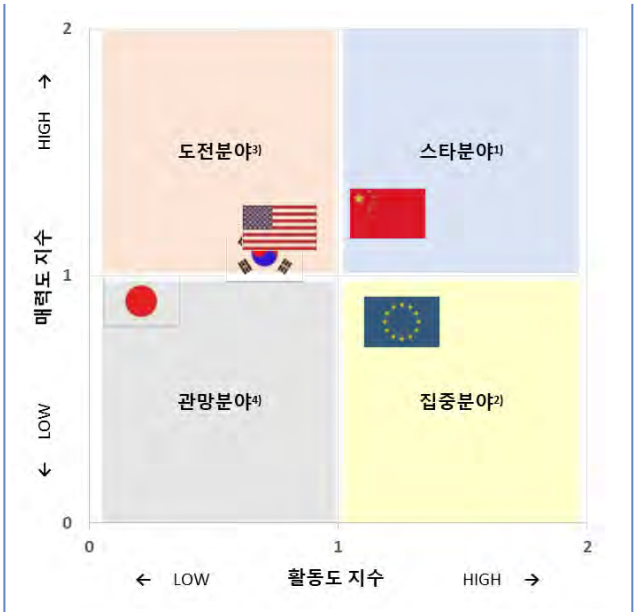
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

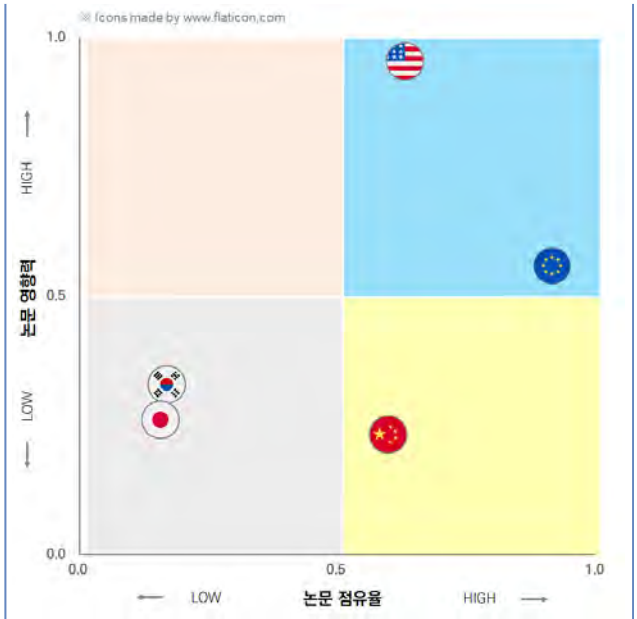
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

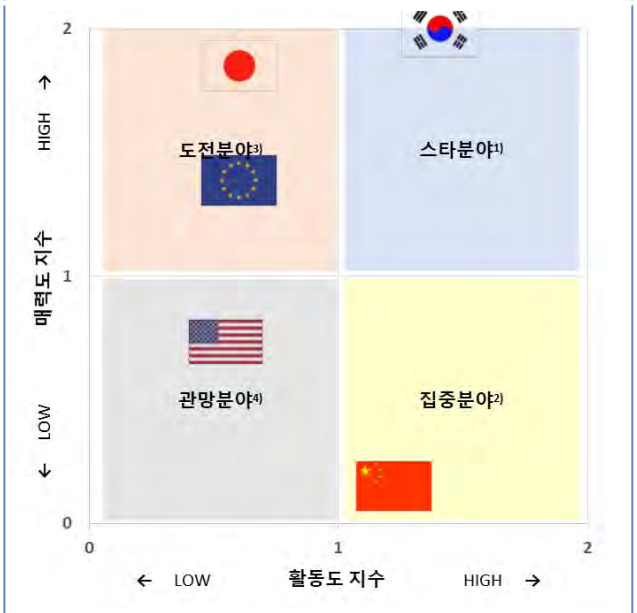


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

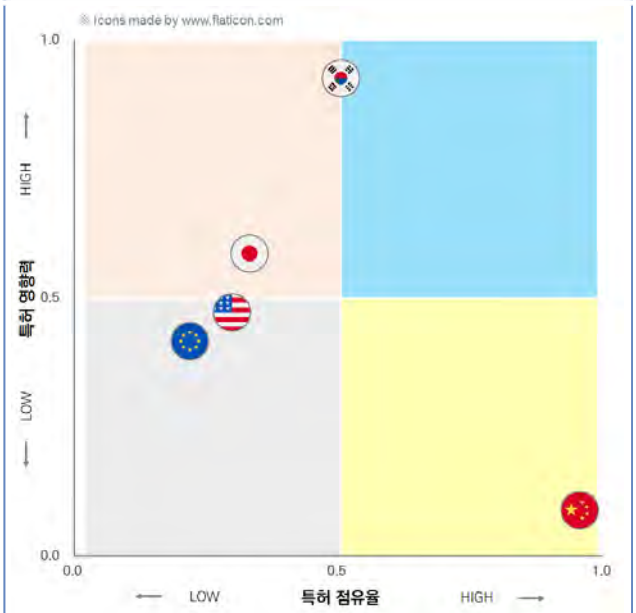
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 유해요인의 환경·인체 위해성 평가 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 특허의 질적 성과도 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(2.31%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '광운대학교'가 3.64%(글로벌 점유율은 0.14%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.31%	0.60%	118.18%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.68%	0.41%	18.18%
3	RESEARCH TRIANGLE PARK	미국	1.39%	0.36%	150.00%
4	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	중국	1.47%	0.36%	-25.00%
5	UNIVERSITY OF AVEIRO	EU	0.78%	0.34%	133.33%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KANGWON NATIONAL UNIVERSITY	3.64%	0.14%	600.00%
2	KONKUK UNIVERSITY	3.64%	0.14%	700.00%
3	HANYANG UNIVERSITY	3.18%	0.12%	600.00%
4	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.73%	0.10%	400.00%
5	KOREA UNIVERSITY	2.73%	0.10%	0.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.68%	0.41%	18.18%
2	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.47%	0.36%	-25.00%
3	STATE KEY LABORATORY OF POLLUTION CONTROL AND RESOURCE REUSE	1.19%	0.29%	366.67%
4	STATE KEY LABORATORY OF URBAN AND REGIONAL ECOLOGY	0.98%	0.24%	1200.00%
5	NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.91%	0.22%	60.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES	3.59%	0.10%	100.00%
2	NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE (NIMS)	3.59%	0.10%	400.00%
3	OSAKA UNIVERSITY	1.80%	0.05%	100.00%
4	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)	1.20%	0.03%	100.00%
5	KANAZAWA UNIVERSITY	1.20%	0.03%	100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF AVEIRO	0.78%	0.34%	133.33%
2	UNIVERSITÉ DE TOULOUSE	0.55%	0.24%	500.00%
3	UNIVERSITY OF COIMBRA	0.51%	0.22%	233.33%
4	UNIVERSITY OF LJUBLJANA	0.47%	0.20%	-28.57%
5	LANCASTER UNIVERSITY	0.47%	0.20%	200.00%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.31%	0.60%	118.18%
2	RESEARCH TRIANGLE PARK	1.39%	0.36%	150.00%
3	NATIONAL CENTER FOR ENVIRONMENTAL ASSESSMENT	0.93%	0.24%	266.67%
4	NATIONAL HEALTH AND ENVIRONMENTAL EFFECTS RESEARCH LABORATORY	0.86%	0.22%	450.00%
5	PURDUE UNIVERSITY	0.79%	0.20%	40.00%

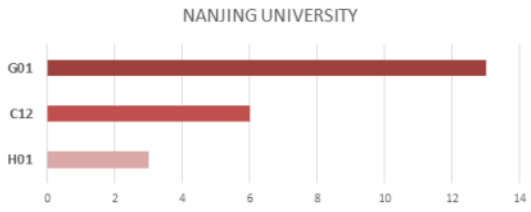
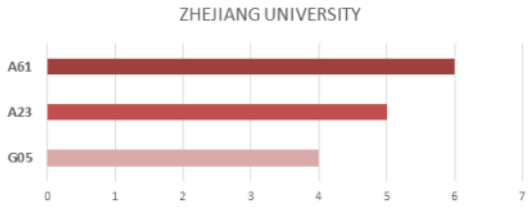
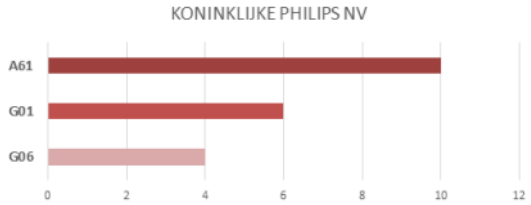
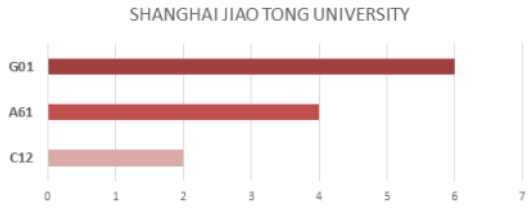
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'NANJING UNIVERSITY(0.53%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국전자통신연구원'이 1.79%(글로벌 점유율은 0.36%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'NANJING UNIVERSITY'는 G01(광학)에 해당하는 특허를, '한국전자통신연구원'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NANJING UNIVERSITY	중국	0.97%	0.53%	257.14%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	0.88%	0.48%	90.00%
3	KONINKLIJKE PHILIPS NV	EU	8.92%	0.40%	-15.38%
4	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	중국	0.73%	0.40%	100.00%
5	한국전자통신연구원	한국	1.79%	0.36%	-42.86%

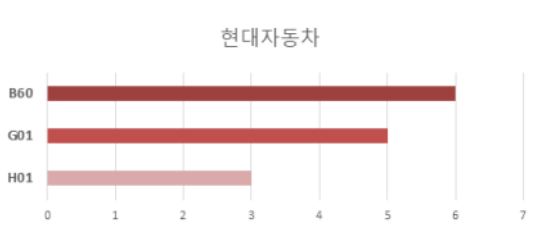
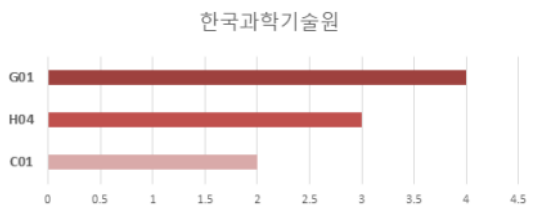
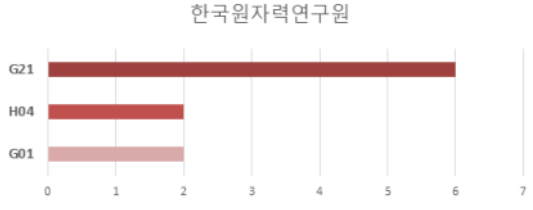
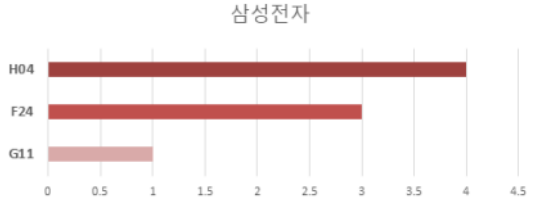
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		H01	기본적 전기소자
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G05	제어; 조정
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전자통신연구원	1.79%	0.36%	-42.86%
2	현대자동차	1.55%	0.31%	71.43%
3	한국과학기술원	1.47%	0.30%	57.14%
4	한국원자력연구원	1.22%	0.25%	50.00%
5	삼성전자	1.06%	0.21%	-70.00%

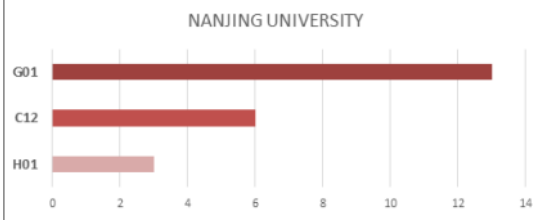
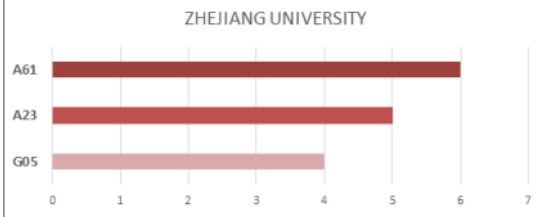
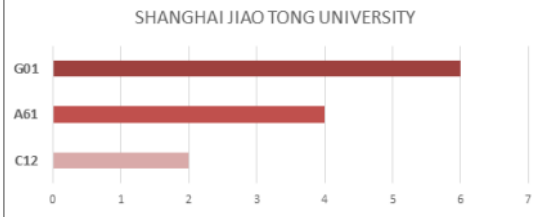
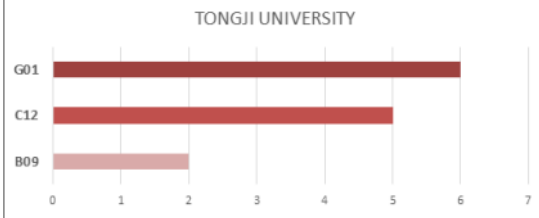
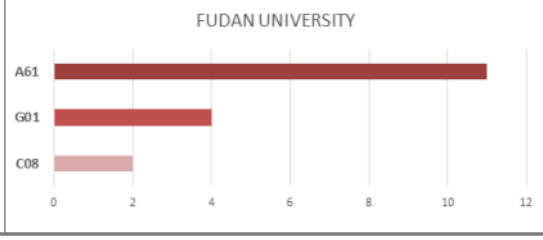
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
2		B60	차량일반
		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
3		G01	광학
		H04	전기통신기술
		C01	무기화학
4		G21	핵물리; 핵공학
		H04	전기통신기술
		G01	광학
5		H04	전기통신기술
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		G11	정보저장

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NANJING UNIVERSITY	0.97%	0.53%	257.14%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.88%	0.48%	90.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	0.73%	0.40%	100.00%
4	TONGJI UNIVERSITY	0.61%	0.33%	200.00%
5	FUDAN UNIVERSITY	0.61%	0.33%	200.00%

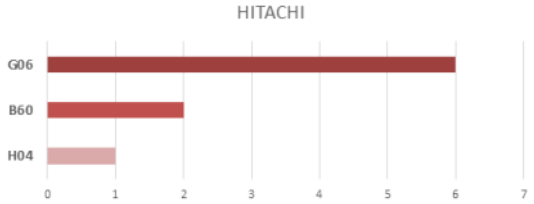
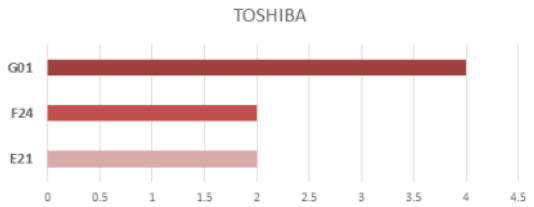
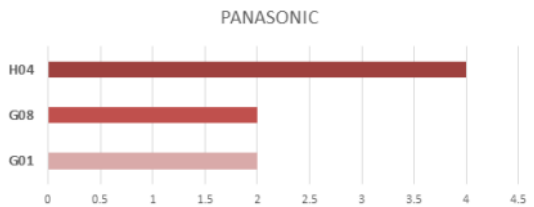
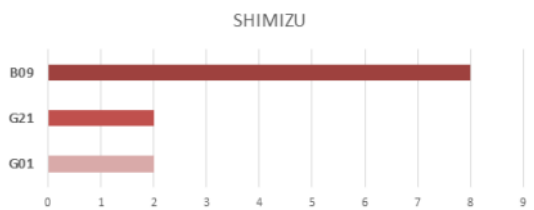
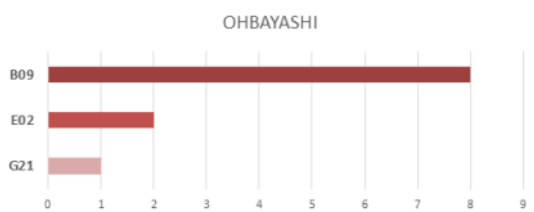
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		H01	기본적 전기소자
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		G05	제어; 조정
3		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물

4 일본

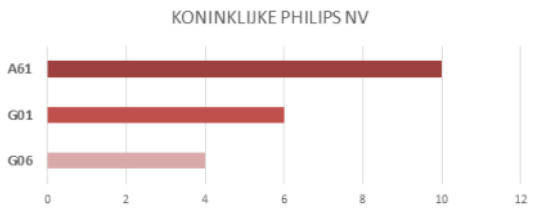
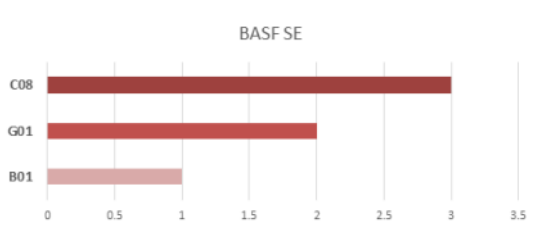
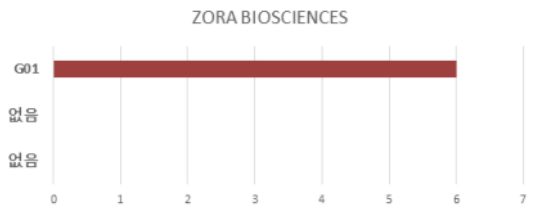
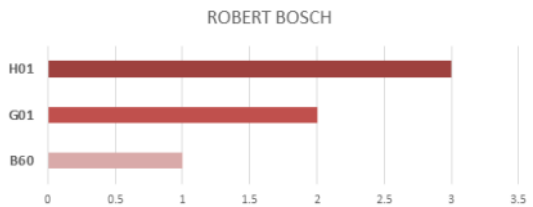
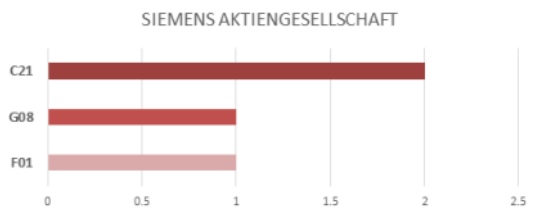
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI	2.48%	0.28%	-30.00%
2	TOSHIBA	2.33%	0.26%	-40.00%
3	PANASONIC	2.04%	0.23%	-72.73%
4	SHIMIZU	1.75%	0.20%	0.00%
5	OHBAYASHI	1.75%	0.20%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B60	차량일반
		H04	전기통신기술
2		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
3		H04	전기통신기술
		G08	신호
		G01	광학
4		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		G21	핵물리; 핵공학
		G01	광학
5		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		G21	핵물리; 핵공학

5 EU

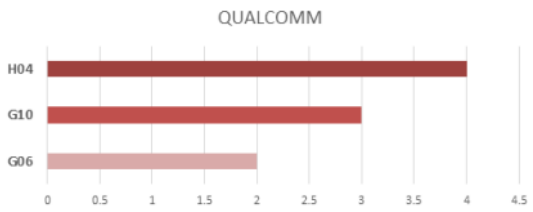
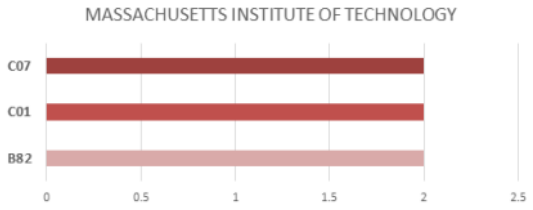
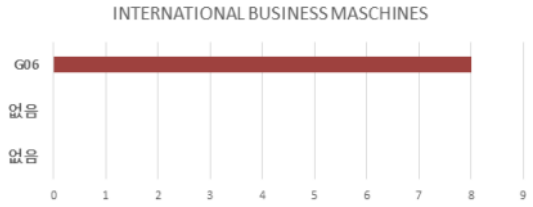
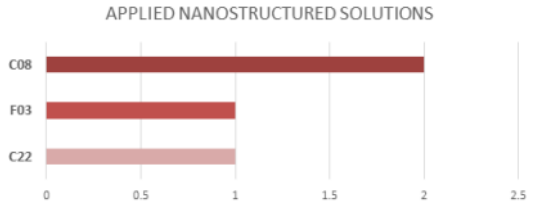
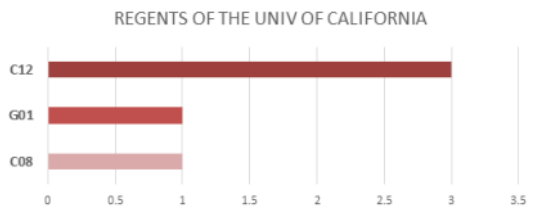
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	8.92%	0.40%	-15.38%
2	BASF SE	2.23%	0.10%	100.00%
3	ZORA BIOSCIENCES	2.23%	0.10%	500.00%
4	ROBERT BOSCH	2.23%	0.10%	400.00%
5	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	1.86%	0.08%	-75.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		G01	광학
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
3		G01	광학
		-	-
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		B60	차량일반
5		C21	철 야금
		G08	신호
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	1.75%	0.17%	-75.00%
2	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.40%	0.13%	-40.00%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MASCHINES	1.40%	0.13%	-40.00%
4	APPLIED NANOSTRUCTURED SOLUTIONS	1.23%	0.12%	-100.00%
5	REGENTS OF THE UNIV OF CALIFORNIA	1.23%	0.12%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		C07	유기화학
		C01	무기화학
		B82	나노기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		F03	액체용 기계 또는 기관
		C22	합금의 처리 또는 비철금속의 처리; 철 또는 비철합금; 야금 또는 철야금
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물

97 생활환경 안전성진단 및 예방 기술



97 생활환경 안전성진단 및 예방 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 생활환경에서 만성 저농도 또는 급성 고농도로 노출되는 유해요인(예, 생활용품 화학물질 등)을 정밀하고 통합적으로 측정하고 해석하는 평가 기술
- ☑ 환경성질환 발생을 예측하고 관리하기 위한 방안을 도출하는 기술
- ☑ 사물인터넷(IoT), ICT 등을 활용한 생활밀착형 생활환경 안전관리 및 환경보건 서비스 제공 기술
- ☑ 예를 들어 생활환경 통합 노출평가 기술, 환경성질환 진단 및 예측 기술, 생활환경 유해요인 안전성 관리 및 그린화학, IoT·ICT 기반 생활밀착형 환경보건 서비스기술 등

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

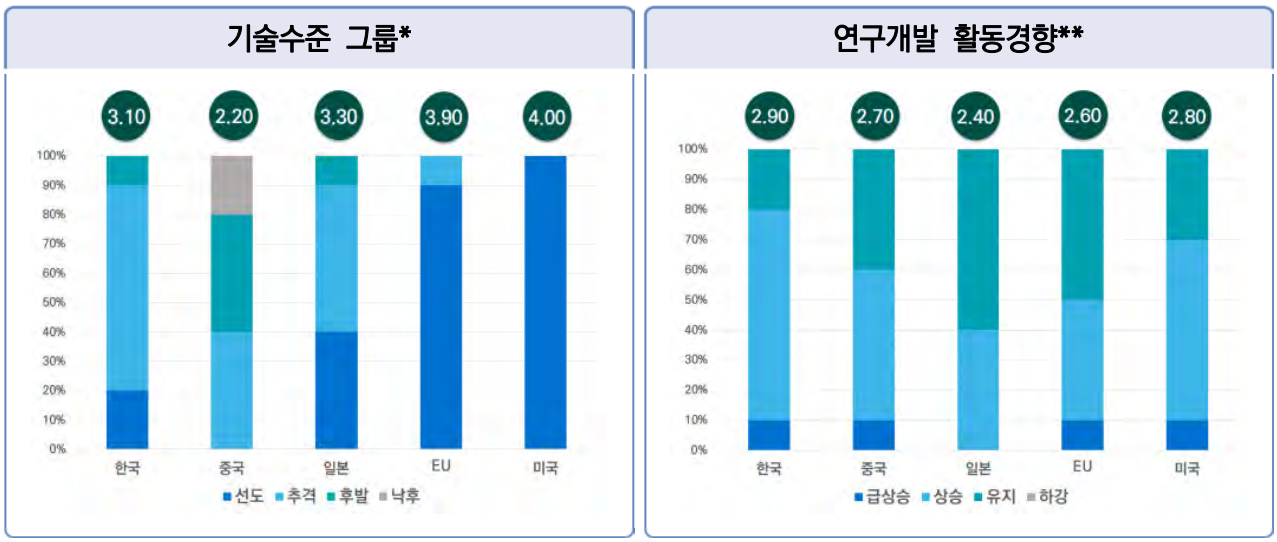
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	76.0	5.0	추격	보통	보통	상승
중국	60.0	6.0	후발	보통	보통	상승
일본	85.0	4.0	추격	우수	우수	유지
EU	90.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	75.0	5.0	76.0	73.2	80.0	4.0	5.0	4.0	5.0	2.3
중국	55.0	6.5	60.0	50.0	61.5	7.5	6.0	5.5	7.0	5.1
일본	82.5	3.5	85.0	80.0	85.1	12.4	4.0	2.0	5.5	3.1
EU	90.0	0.8	90.0	90.0	100.0	5.5	1.0	0.5	1.5	2.1
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	11.1	0.0	0.0	0.0	2.7

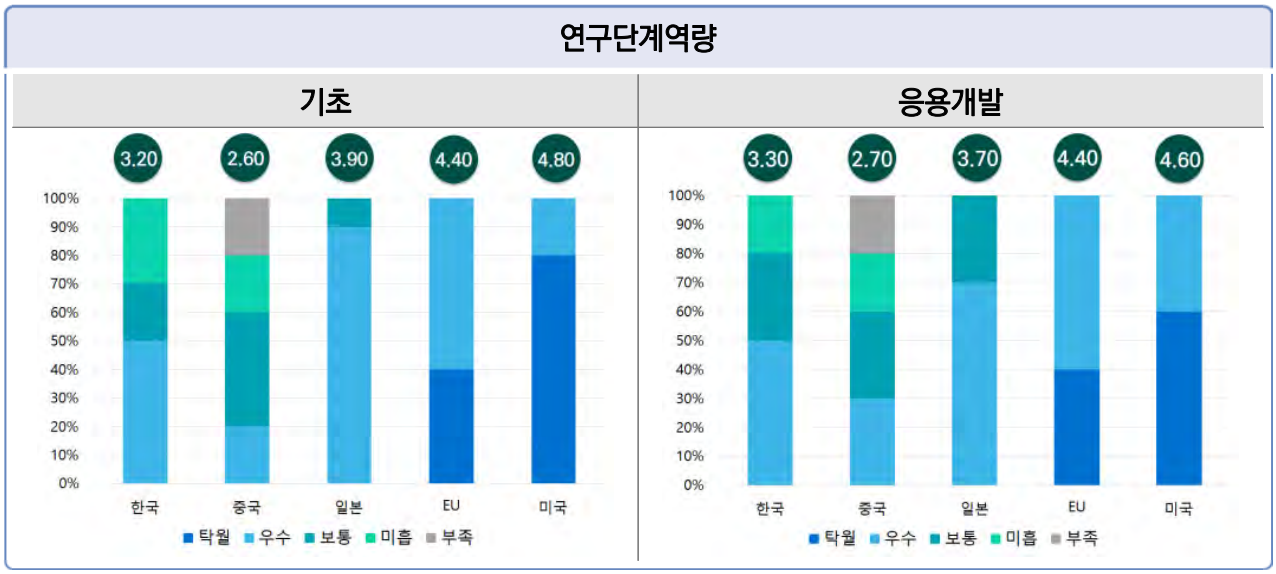
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (76.0%)	• 생활환경 안전성진단 제도 구축 및 소규모 기술개발 지원 • IoT 및 인공지능의 도입을 통한 사전예방 기술 도입 등을 통해 세계적으로 생활환경 분야 기술력에 대해 선진국과 동등 • 아직 대부분의 분야가 미국 및 유럽의 기술력을 모방하고, 따라가는 기술경향 • 최신기술이 많이 발전하고 있음 • 이슈 중심의 정부 지원 (연구비 및 관련 행·재정적 지출 등)으로 포괄적인 생활환경안전보건에 대한 청사진을 제시하는데 역부족 • 관련 연구 및 실용화기술 역시 장기적인 master plan에 의거한 것이라기보다는 단기적인 이슈 해결에 따라감 • 논문 특허의 증가 속도가 붙으면 빠른 기술격차 해소 가능할 것 • 다양한 기술개발이 이루어지고 있으나 지속적인 정부 투자가 필요하며 국가 아젠다의 정책 미흡 • 가습기살균제, 미세먼지, 석면, 라돈 등의 국민생활관련 이슈로 인해 국가적 국민적 관심이 높아 환경피해구제 및 화평법 등 제도발전이 이뤄졌으며 생활환경에 대한 다양한 기술력 증대
중국 (60.0%)	• 생활환경기술 분야에 대해 다른 국가들에 비해 뒤늦게 출발하였으나 최근 활발한 기술개발 등을 통해 기술력 증대 • 최근 생활안전 진단을 위한 독성연구부문에서 특허의 괄목할만한 성장이 나타나고 있으나, 유사한 특허가 많음 • 중국의 특허 출원의 가파른 증가세가 괄목할 만함 • 후발 개발이 이루어지고 있으나 체계적이지 못하며 미흡한 상황 • 인프라 저변 확대 미흡
일본 (85.0%)	• 연구논문 발표 등은 지속적으로 이어지고 있지만 특허 등 관련 기술을 실용화하는데 있어서 신속하지 못함 • 미국 보유 기술대비 약간 미흡한 수준의 기술개발이 다양하게 이루어짐 • 국가 연구 개발 인프라의 효율적 운용
EU (90.0%)	• 생활환경 안전성진단 제도 구축 및 기술개발 지원 • 미국과 거의 동일한 기술수준을 보이고 있으며, 일부 분야의 경우 미국보다 발전된 기술력을 보유하고 있기도 하나 전반적으로 과거 미국 기술력을 기초로 발전 중 • 새로운 기술 개발에 활동적 • 생활환경 예방기술을 위한 제품의 유효성분의 분석 및 유효성분들의 시너지 효과를 중점적으로 연구 • 논문 발표 건수, 인용건수, 특허 등의 결과가 최고 수준이나 기술력은 미국이 다소 우수 • 지속적인 연구 성과물 도출 • 화학물질 안전성, 위해성 및 화학제품 등 관련 기술 선도
미국 (100%)	• 기초연구와 응용·개발연구 모두 최고 수준 • 생활환경 안전성진단 제도 구축 및 기술개발 지원 • 환경보호청과 주정부 및 일부 주요 대학(버클리, UCLA 등)을 중심으로 과거부터 생활환경에 대한 기술개발 및 거주자 건강 보호를 위한 기술, 정책 개발 등이 타 국가에 비해 선도적으로 이루어졌으며, 또한 현재까지 꾸준히 진행 중

국가 (기술수준)	판단근거
	• 생활환경 정밀 예측 진단기술 분야에서 관련된 최고 수준의 논문을 발표하고 있으며, 연구 활동도 활발 • 예방을 위해 인실리코 모델을 이용한 예측모델을 정책적 규제 모델로 만들기 위한 연구 중 • 탄탄한 인프라 (연구인력, 장비 등) • 통합적인 정부 주체 간 협력 • 지속적인 R&D 투자 등 • 응용·개발 연구 수준의 향상성이 매년 10~20% • 국가기관 뿐 아니라 대학연구소 활성화되어 논문 등 다수 발표

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 최근 연구 개발 지원의 증가로 연구 인프라 활성화 및 연구 논문, 특허 건수 상승 • 식품 및 제품함유 유효성분 유해영향 평가기술 • 전통적으로 실내공기 질 및 유해인자의 관리, 라돈, 층간소음 발생 기준 도입, 빛 공해 방지에 대한 관리 및 환경예경보제, 항생제 내성균 관리에 대한 새로운 분야의 위해성 대응 방향으로 정책적 수요 발생 • 미국 EPA와 유럽 ECHA에서 진행되고 있는 유해물질 독성결과의 DB를 활용한 기술에 관심을 가지고 있으며, 선진 연구 활용을 위한 사업 로드맵 혹은 중장기 전략 구축 중 • 인프라 관련 제도 구축 중 • 연구 및 신기술 도로교통 소음, 철도소음 • 우수한 인력 보유 및 전문인력 증대 중 • 가습기 살균제, 미세먼지 등 사회적 이슈가 많고, 이에 대한 정부의 제도화 의지 높음 • 특정 이슈에 대한 단기 집중도 양호 • 정부의 연구비 지원이나 관련 기업 지원은 속도가 빠름 • 최근 국민의 인식 증대와 더불어 생활환경기술 분야의 증대를 가져옴 • 전자, 정보 통신 분야의 선도적 기술의 생활환경 분야로의 도입을 통해 세계적 우위에 있는 기술력 증대	• 유해물질 대체용 신개발 화학물질의 안전성 기술 • 국가 R&D를 통해 관련 연구가 일부 추진되고 있으나 대부분 현황 조사와 같은 조사 연구 R&D가 주를 이루고 있어 원천기술 확보를 위한 기술개발 부족 • 생활환경에 노출되는 유해물질에 대한 정의, 범위를 법제화 하고 있으나, 중장기적인 독성평가 전력수립 필요 • 선도그룹 대비 기술수준이 미흡하고 인프라 및 국가차원의 지원 필요 • 국가차원에서 생활환경안전보건문제를 종합적으로 계획·실행하는 TF구성 필요 • 다양한 생활환경안전보건 분야 연구 및 기술 상용화를 위한 지속적인 투자 필요 • 기초과학 분야의 인력 인프라의 증대 및 기술력 증대가 요구됨 • 타 과학기술 분야에 비해 전문 인력 인프라 구축이 미진하여 관계 전문 인력 인프라 보강 필요
중국	• 연구 인프라 활성화 및 연구 논문, 특히 다른 추격 그룹에 비해 특허 건수 상승 중	• 낙후 기술 인프라 및 예산 확충 미흡 • 환경호르몬 물질의 초기생애주기 노출로 인한

국가	강점분야	기타
	• 신규화학물질환경행정법을 환경위해성 화학물질 관리감독강화를 위해 신화학물질 환경관리법으로 개정하여 관리 강화 • 기술개발 필요성이 높아지고 있음 • 정부의 주도로 관련 연구 인프라 구축에 막대한 투자 중. 단 아직까지 생활환경 안전보건문제에 대한 종합적인 대책 수립은 부족 • 여러 과학 분야 기술의 발전을 통해 생활환경기술 분야 발전 • 기초 및 응용 분야 인력 인프라 양성을 지속하여 전문 인력풀이 풍부함 • 정책적으로 과학기술 개발에 주력함에 따라 생활환경분야 기술 개발에서 급격히 발전	건강영향 탐지기술 • 4차 산업혁명 대응 및 인체/환경 독성연구 선진화에 대한 기초연구, 인프라 구축 시급 • 기술수준이 미흡하나 정부차원의 지원이 이루어질 경우 상승폭이 높을 것으로 예상 • 타 국가에 비해 생활환경기술 분야 기술개발이 늦게 이루어짐 • 생물정보학, 고속대량탐색기법, 시스템생물학 등 비 동물 독성평가기법에 대한 관심은 있으나, 활발한 연구는 아직 수행되고 있지 않고, 인프라 또한 구축되어 있지 않음 • 전반적으로 미흡함
일본	• 유해물질의 실시간 측정을 위한 휴대용 또는 웨어러블 기기 개발 • 화심법에 기존화학물질의 평가에 관한 사항을 포함하여 강화 • 미국 EPA와 유럽 ECHA에서 진행되고 있는 최신 연구 동향 및 사례에 대한 연구를 수행중이며, 특히 in silico 모델을 이용한 computational toxicology 부분에서 독자적인 모델 구축 중 • 인프라 관련 제도 구축 • 도로교통 소음 • 기초과학 분야 인력 인프라가 풍부하므로 생활환경분야 기술 개발에 있어 이들 인력 인프라의 활용 가능성이 높음	• ICT 기반 위험물질 확산과 위험회피행동 유인 기술 • 동물대체시험방법의 활성화를 위한 연구 및 지원 활용 미흡 • 생활환경분야 기술개발보다 타 응용기술개발에 주력 • 기반 연구에 대한 충실성 지속되고 있으나 인프라 확충은 원활하지 않음 • 다른 추격 그룹에 비해 논문 및 특허 출원 건수의 증가 폭이 다소 완화됨
EU	• 미국과의 공동 연구 활성화로 인하여 선도 유지 예상 • 식품 및 제품함유 유효성분 유해영향 평가기술개발 • EU의 살생물제 노출 평가 도구 개발, 화학제품 혼합물에 대한 혼합독성 평가기술 확대강화 등 생활환경 위해성 관리에 선도적 • 유럽 ECHA를 중심으로 in silico, in vitro 모델을 이용한 유해물질에 대한 독성 정보 인프라 구축 • 동물대체 시험법을 이용해 규제 기술 강화 • 인프라 관련 제도 구축 • 생활환경분야 인력 인프라가 과거부터 현재까지 풍부 • 최근 응용기술 분야(빅데이터 분석 및 인공지능, IoT 기술 등)를 접목한 생활환경기술 분야 개발 등에 있어 선도적 기술력 보유	• 환경유해화학물질의 만성 건강영향의 세대전이 효과 및 건강영향 예측 기술 • EU REACH 제도가 성공적으로 운영되면서, 국가별 REACH와 유사한 규제들이 추진·도입되고 있으나, 여전히 단일 화학물질에 좀 더 초점을 두고 수행됨 • in vivo 모델에서의 검증연구는 아직 미흡 • 선도그룹에 비해 체계적인 지원체계 필요 • 영국, 독일, 북유럽 국가 중심으로 R&D 인력 양성 및 연구지원이 이루어지고 있으나 동유럽 등 새롭게 EU에 가입한 국가들에서는 이를 따라가고 있지 못하는 딜레마 존재

국가	강점분야	기타
미국	• 연구 인프라는 계속적으로 발전 중이고, 도전 과제에 대한 관심 및 기술 개발도 활발 • 유해인자 IoT 기반 정보 제공을 통한 국민 체감형 환경보건 서비스 • 90년대 이후 실내오염물질들의 위해성 평가 및 관리기술 개발, 각종 신기술을 이용한 저감 방법 등에 초점을 맞춰 연구 추진 • 생활거주공간과 관련된 빌딩 증후군이나 복합 화학 민감증 등 환경 경제적 측면에서 생활 속의 환경 노출로 인한 인체 영향 규명 기술개발 연구로 확대 • OEC, UN 등에서는 화학제품 전생애주기에 걸친 인체 및 생태계 위해성 관리 강화 • 유해물질관립법인 TSCA가 개정됨에 따라 EPA를 중심으로 생활환경에서 노출되는 유해물질에 대한 adverse outcome 예측 혹은 예방기술에 대한 인프라 구축 중 • 제도화 혹은 규제를 위한 기술과 인력 보강 • 인프라 관련 제도 구축, 기술 및 인력 보유 • 항공기, 철도, 도로 • 생활안전보건 분야 기초연구의 지속적인 수행을 바탕으로 이를 실생활에 접목하는 기업들의 수도 점증 중. 특히 장기적인 master plan을 정부주도로 계획하고 여러 관련 부처가 연계하여 시너지 발휘 • 생활환경 분야 인력 인프라가 과거부터 현재까지 풍부함 • 최근 응용기술 분야(빅데이터 분석 및 인공지능, IoT 기술 등)를 접목한 생활환경 기술 분야 개발 등에 있어 선도적 기술력 보유	• 독성경로모형(Adverse outcome pathway) 기반 생활 화학물질 규제기술 개발 • 제품의 생산 공정보다는 제품으로 인한 유해성, 모든 제품보다는 노출이 우려되는 특정 제품군을 중심으로 관리 • 미국 EPA 내부에서도 유해물질 예측연구와 규제 활용에 대한 실질적 방법이 아직 도출되지 않음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	2위	1위	3위	5위

	정책제언
국내협력 촉진	• 정부와 산업계가 함께 협력을 통해 활용가능성이 높은 기술을 도출하고 그 노하우를 공유하는 체계와 집중적 투자 • 대학 및 정부 출연기관의 기초 연구와 관련 산업계의 기술 및 인력 간 개방적인 협력 • 단독적인 연구보다는 다학제 간 및 산학연 연구를 통한 기술 개발이 이루어질 수 있도록 유도하여 국내 타 분야 연구기술 및 생활환경 안전성진단 및 예방 기술 개발이 병행되어 이루어질 수 있는 정책 마련 • IoT, ICT의 부문과 독성의 유효성 및 노출 부문의 융합연구는 현재 잘 진행되고 있음. 융합연구는 새로운 아이디어가 중요하므로, 아이디어 생산에 필요한 기획과제의 확대 필요 • 생활환경안전보건 관련 사업을 수행 시 경험이 축적된 유관 기관들 간 유기적인 협력이 필요한 시스템을 구축 • 국내 학연에서 보유하고 있는 다양한 생활환경 관련 기술을 바탕으로 기업과의 협력을 촉진하여 국내기술의 제품화 출시를 앞당겨야함 • 최고의 전문가 그룹의 전문성 있는 정책 중장기 단기 마스터 플랜을 수립하여 기술정책의 아젠다를 주도하는 기능의 협력 촉진 • 환경부 영역이나 제도 시행에는 복지부, 산업부, 환경부 등과의 부처 간 협력 필요
국제협력 촉진	• 해당분야의 선진국이 기 개발해온 기술, 정책, 체계를 배우고 국내에 활용하기 위한 국제협력 중요 • EU의 선진 규제 정책 검토 및 국내 산업 구조, 제도, 국민 의식을 반영한 현실성 있는 협력 • 국제공동연구의 장려 및 국제 학술 세미나 개최 등의 장려를 통해 선진 외국 기술 도입의 기회 제고 • 세계 유수의 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 석학들이 국내 연구진들과 협력연구를 진행할 수 있는 연구테마 및 연구과제의 확대 • 미국 유럽 등의 첨단기술뿐만 아니라 앞선 정책 등을 도입하여 국내 생활환경 안전성진단 및 예방 기술개발의 안정화 단계 돌입 선행 필요 • 국제 전문가의 인력풀을 구축하여 중점적으로 연속성 있는 추진 전문가 조직 구축 • 우리나라는 이슈 중심의 단편적 정책을 수립하고 있으며 제도도입과 운영에 필요한 준비과정이 매우 취약. 미국, 유럽 등 선도그룹과 국가차원의 제도 도입 및 운영체계 벤치마킹 필요
인력양성 및 유치	• 전문 인력을 양성하여 집적이 되도록 하고 기술력이 지속적으로 축적 관리되도록 하여야 국내 기술관리 활용 수준이 빠르게 향상될 것 • 대학 뿐 아니라 공공기관 등의 다양한 인력양성 프로그램 활성화 • 생활환경 안전성진단 및 예방 기술 분야의 인력의 경우 타 분야에 비해 매우 빈약하므로 향후 대학 등의 전문가 양성 교육 기관에서 관련 분야의 전문가 양성 프로그램 개발 및 운영을 통한 인력 양성 및 유치 필요

	정책제언
	• 지식과 경험이 있는 교육자와 인력양성 조건 구축 • 인력양성은 산학연 모두 연구비 규모를 바탕으로 증가하는 추세. 즉, 지속적인 연구비 투자 및 법 제도 개선의 선순환 구조가 연력양성에 큰 기여를 할 것 • 관련 분야 인력 양성을 위해 일차적으로 취업 소스 발굴 및 확보 지원 • 국내 관련 연구 인력과 단체에 새로운 R&D 이슈를 제공해 줄 수 있는 최고기술 보유국의 우수 인력 양성 필요 • 선진기술 확보를 위한 중장기적 기술 확보 마스터 플랜 구축 • 국내 대학 및 전문가 집단을 만든 후 계획적인 인력 양성 필요 • 생활화학제품 등 제품 환경성 위해성 평가기술 전문 인력 양성
인프라 구축	• 인력, 기술력, 체계가 집적되고 효율적으로 통합 활용되기 위한 인프라를 구축하고 지속적인 투자 진행 • 안전성 진단을 위한 체계적인 정보 시스템 활성화 • 전문 인력이 타 분야에 비해 빈약하여 인프라 구축이 어렵고, 또한 중견 및 신진 전문가들의 연구 참여의 기회가 타 분야에 비해 어려워 중견 및 신진으로 구성된 인프라가 빈약. 이들 중견 및 신진전문가로 구성된 인력 인프라의 구축 및 강화를 통한 신기술 개발 필요 • 현장의 필요성 및 발전성에 따라 새로운 인프라 구축 • 생활환경 유해물질 관련 데이터 수집 및 정책 활용, 제도의 제정, 개정 등 종합적인 방향 설정을 위한 공공인프라(컨트롤타워)의 구축 필요. 지속적인 공공인프라 구축은 생활환경 문제 해결을 위한 사회기술(social technology)도출을 목표로 함 • 관련 분야 국공립 기관들의 연구 인프라를 확대하여 단순 자료 생산 기관을 넘어서 실질적인 연구를 수행할 수 있는 능력 확보 필요 • 생활환경 분야의 관련 인프라는 그 중요성에 비해 인식이 부족한 편이며 이러한 부족한 인식은 관련 인프라를 확대 하면서 해결될 수 있을 것 • 선진국의 산업화를 분석 후 비즈니스 모델을 앞설 수 있는 인프라 구축 • 국가 기술 아젠다를 획득할 수 있는 인프라 구축의 강화, 지속성 필요 • 노출평가에 필요한 분석기술, 독성 평가기술
법·제도 개선	• 생활환경안전 기술이 정부와 전문기관만의 노력으로 국가 전체에 확산되는 데에는 한계가 있으며, 일반기업들과 국민들도 잘 따를 수 있도록 제도의 뒷받침 중요 • 관련 법 제도의 체계적인 추진 • 구축된 법이나 제도에 따른 기술개발로 인한 편중된 기술 개발보다는 여러 측면의 기술 개발 후 이들 개발된 기술들을 기초로 법이나 제도에 활용될 수 있는 기술들을 선택하여 활용할 수 있는 법적, 제도적 개선 필요 • 현실과 맞지 않는 법제도 철저히 개선 • 국민들이 생활환경 내에서 겪게 되는 케모포비아 현상에 적극적으로 대응하는 법제도의 개정 필요. 지속적인 목표 지향적 연구비 투자로 인해 정책 활용성이 있는 과학적 자료생산이 이를 가능하게 할 것 • 생활환경안전보건 관련 제도들을 유관부처 간 유기적인 협력이 가능하도록 보완 • 현재 일부에서 중요성이 인식되어 생활환경 분야의 안전 문제 및 예방에 대해 관심이 높아지고 있으나 정책적으로 기술개발의 향상을 선도할 수 있는 정부차원의 시도 필요 • 국가의 미래 기술 아젠다는 규제와 법의 리스크를 해결하여 산업화기술을 선도하는 전담팀을 구축, 법·제도를 개선하는 일관된 정책 필요(장관이 바뀌면 없어지는 연속성 결여 방지)

	정책제언
연구비 확대	• 기초 연구와 실용 연구의 적절한 시기 조절 및 특화 전략 • 다양한 주제의 기술 개발이 이루어질 수 있는 연구비의 확대 방안 • 필요한 기술. 실적 및 경험을 토대로 연구비 확대 • 법 제도의 개선을 위한 연구비 확대가 절실. 예를 들면, 생활화학물질 및 살균제의 안전관리에 관한 법률의 경우 "살생물제 관리법 20조 3항 3호"에서는 유효성분들의 상호작용에 대한 자료를 제출하게 되어 있으나, 이에 대한 연구는 아직 시작단계에 불과함. 생활환경 안전성진 및 예방기술에서 관리해야 하는 물질은 정해진 지역에서 대량 사용되는 화학물질과는 다른 방식의 관리가 필요하며, 이에 대한 연구의 확대로 신규 법안 마련 혹은 만들어진 법안들의 세부규정들을 구체화 시키는 자료의 지속적인 생산 필요 • R&D 연구비를 기초에서 응용까지 다양하게 지원 • 국내외 협력 및 인프라 구축, 인력양성 등이 원활하게 이루어 질 수 있도록 다양한 분야의 연구비 확대 • 연구예산의 확충과 생산적이고 효율적인 예산 운영(중첩되는 이중성 연구배제. 미래 신성장 동력의 국가 기술 관리 컨트롤 타워가 없으므로 국가 미래 신성장 기술 관리를 위한 청와대 조직 구축 필요)
기타 의견	• 생활환경안전 관련 기술과 법제도는 해당 기업들과 수요자들이 관리되거나 할일이 추가되는 등의 불편이 따를 수 있지만, 안전 향상을 위해 수고를 기울여야 할 부분임을 충분히 공감되도록 정부가 정책과 함께 홍보 필요 • 부처 간 연계, 대학 정부 출연 연구기관, 전문기관 간 연계를 통한 생활환경 안전성진단 및 예방 기술 추진 • 복합기술 및 같이 할 수 있는 제도 개선 필요 • 선진국은 정보통신기술(ITC)를 활용한 공공인프라가 지능화(smart화)로 진화됨. 미국의 스마트 그리드, 영국의 베드제드 등과 같은 IoT, ICT기반의 생활환경 안전성진단의 테스트베드 구축 필요 • 국가 100년 대계의 로드맵의 마스터 플랜 수립. 해당 부처 공공 연구기관·대학·세계 우수 연구 단체, 기관, 민간 기업 연구소 등등 융합이 충실히 이루어져야 하며, 청와대 대통령 직속 국가기술 총괄 전담실을 신설하여 영속적인 관리운영 필요 • 우선적으로 차세대성장 동력인 수소 관련 산업 기술 선도, 신약개발

다 전문가 정성평가 세부내용

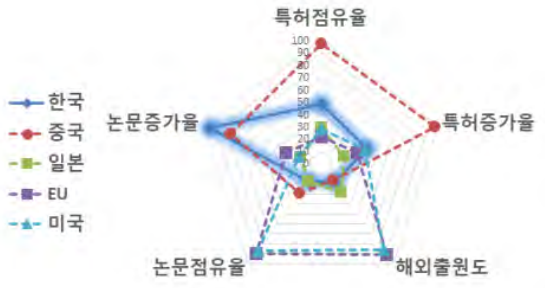
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	생활환경 안전성진단 및 예방 기술	2,828	4,121	28.8%	140.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

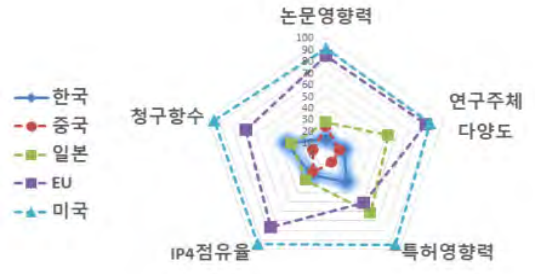
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	43.1%	63.7%	24.6	8.6
한국	4위	2위	5위	4위
	3.4%	19.0%	7.8	2.3
5개국 평균[2]	-	-	21.2	7.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

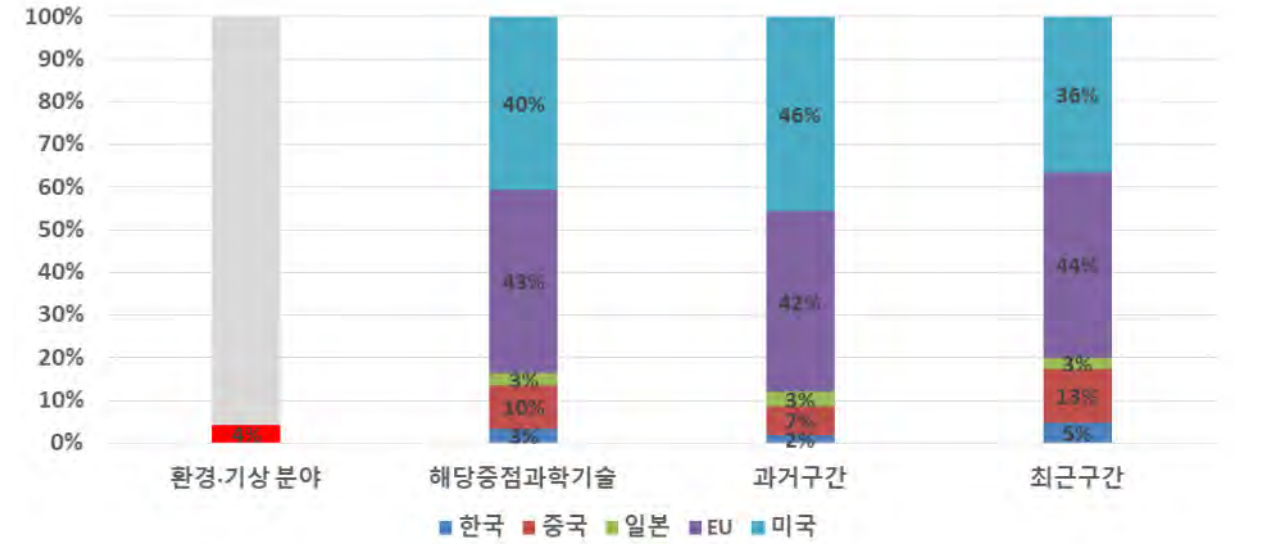
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.4%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(7.8)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(43.1%), 미국(40.5%), 중국(10.0%), 한국(3.4%), 일본(3.0%) 순이며, 논문 증가율은 한국(221.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(24.6), EU(22.3), 일본(11.3), 중국(10.5), 한국(7.8) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 중국(0.99)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(19.0%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(2.3)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(63.7%), 한국(19.0%), 일본(7.5%), 미국(7.2%), EU(2.6%) 순이며, 특허 증가율은 중국(318.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.6), 일본(4.8), EU(4.0), 한국(2.3), 중국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(39.3%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.8)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.4%	10.0%	3.0%	43.1%	40.5%
	논문 증가율	221.7%	146.3%	-4.7%	32.9%	2.7%
	논문 영향력	7.8	10.5	11.3	22.3	24.6
	연구주체 다양도	0.76	0.99	0.88	0.98	0.94
특허 분석	특허 점유율	19.0%	63.7%	7.5%	2.6%	7.2%
	특허 증가율	36.3%	318.6%	-38.7%	5.7%	31.0%
	해외출원도	0.3	0.1	1.1	6.0	5.4
	특허 영향력	2.3	0.0	4.8	4.0	8.6
	IP4점유율	2.2%	0.3%	5.2%	25.7%	39.3%
	청구항수	4.2	1.8	3.9	7.0	10.8

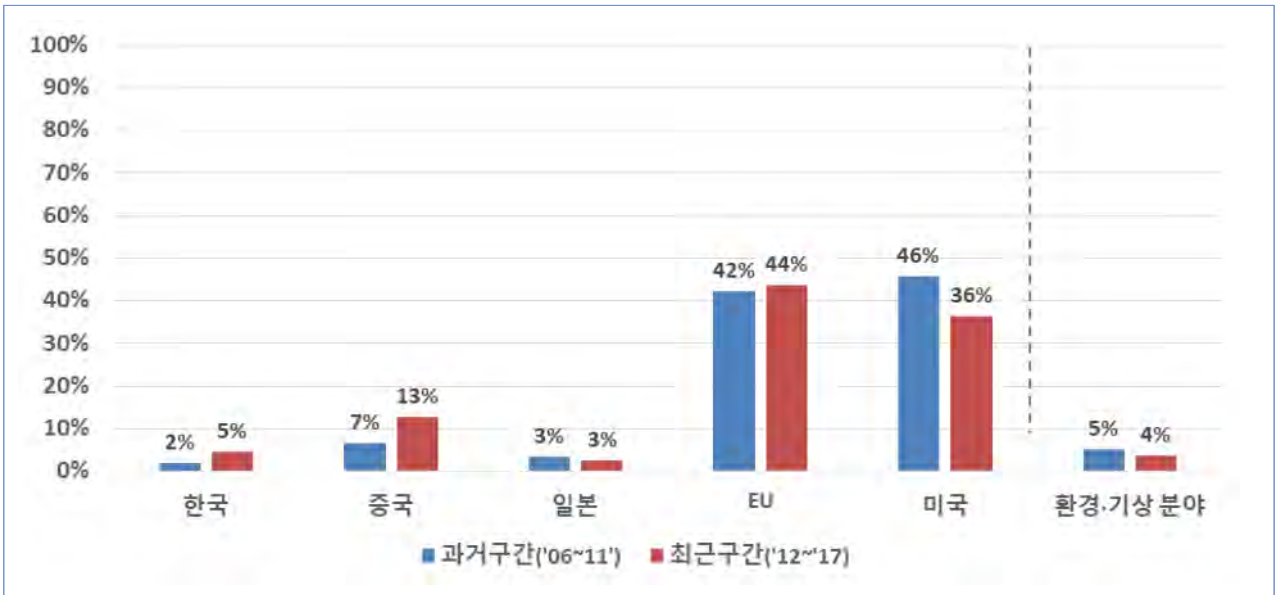
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1218건으로 전체 논문의 43%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 생활환경 안전성진단 및 예방 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

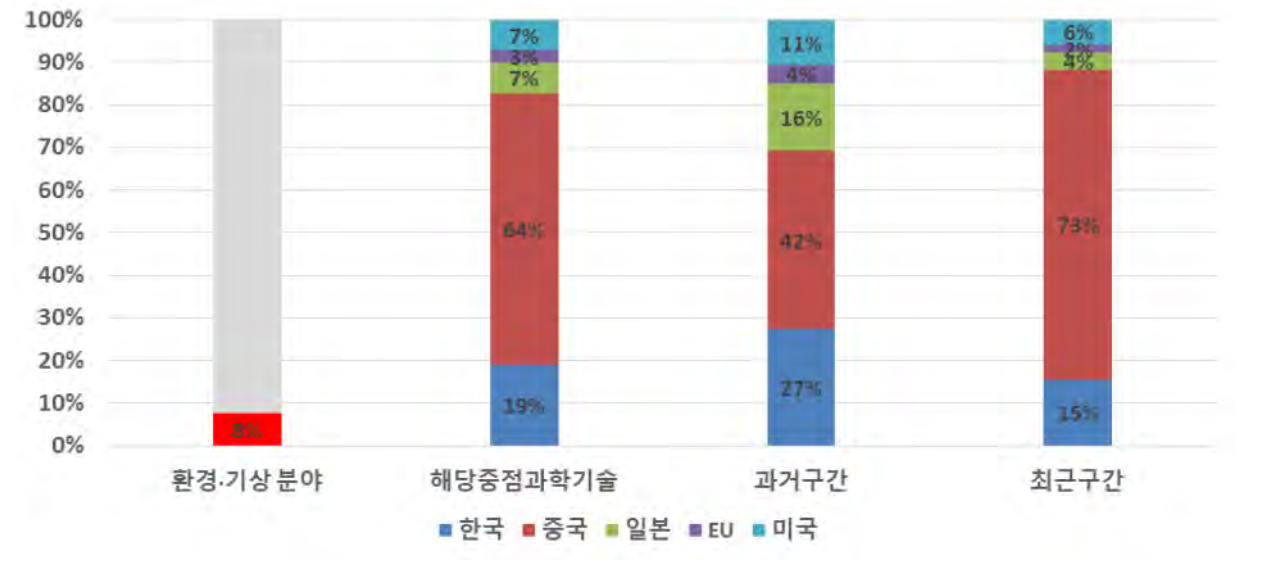


● 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 221.7%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	23	74	97	221.7%
중국	82	202	284	146.3%
일본	43	41	84	-4.7%
EU	523	695	1,218	32.9%
미국	565	580	1,145	2.7%
전체	1,236	1,592	2,828	28.8%

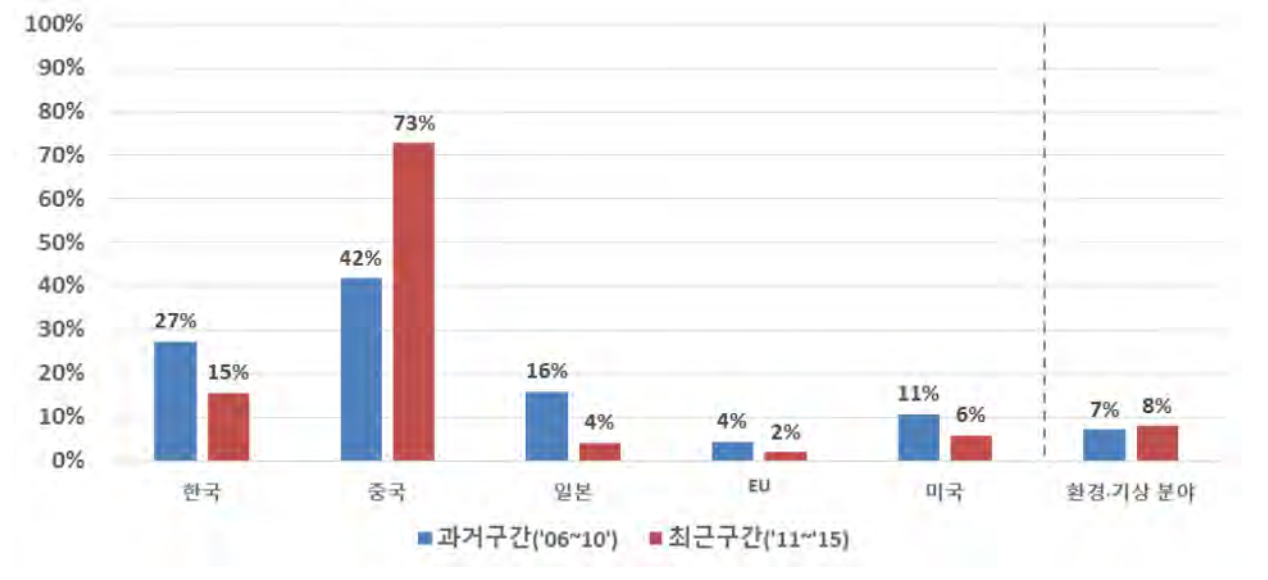
(4) 특허 점유율(전체)



● 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2624건으로 전체 특허의 64%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 생활환경 안전성진단 및 예방 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 8%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



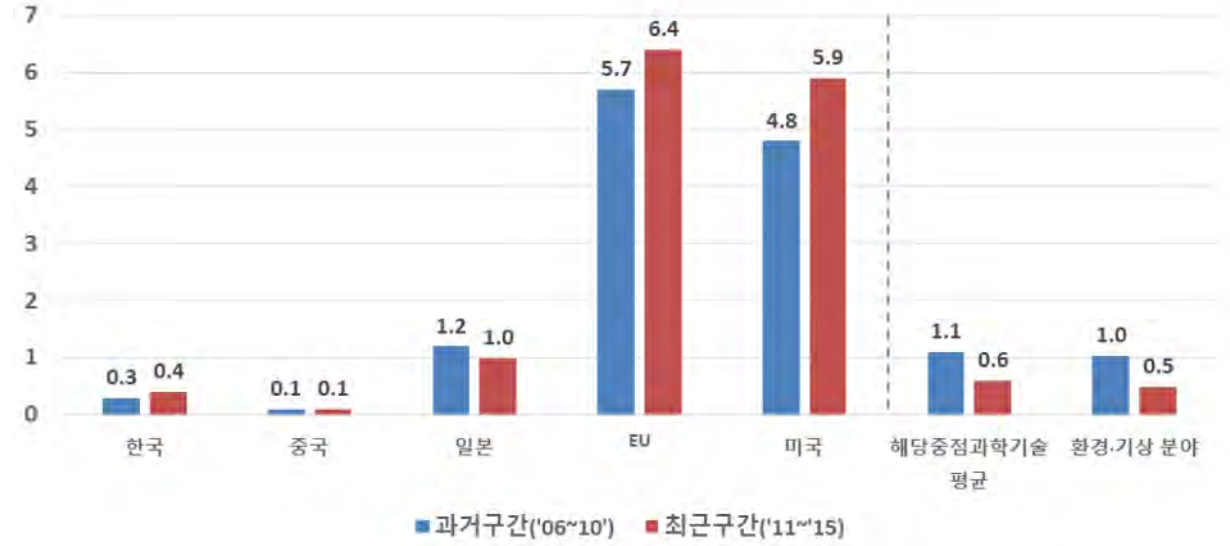
● 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 36.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	331	451	782	36.3%
중국	506	2,118	2,624	318.6%
일본	191	117	308	-38.7%
EU	53	56	109	5.7%
미국	129	169	298	31.0%
전체	1,210	2,911	4,121	140.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

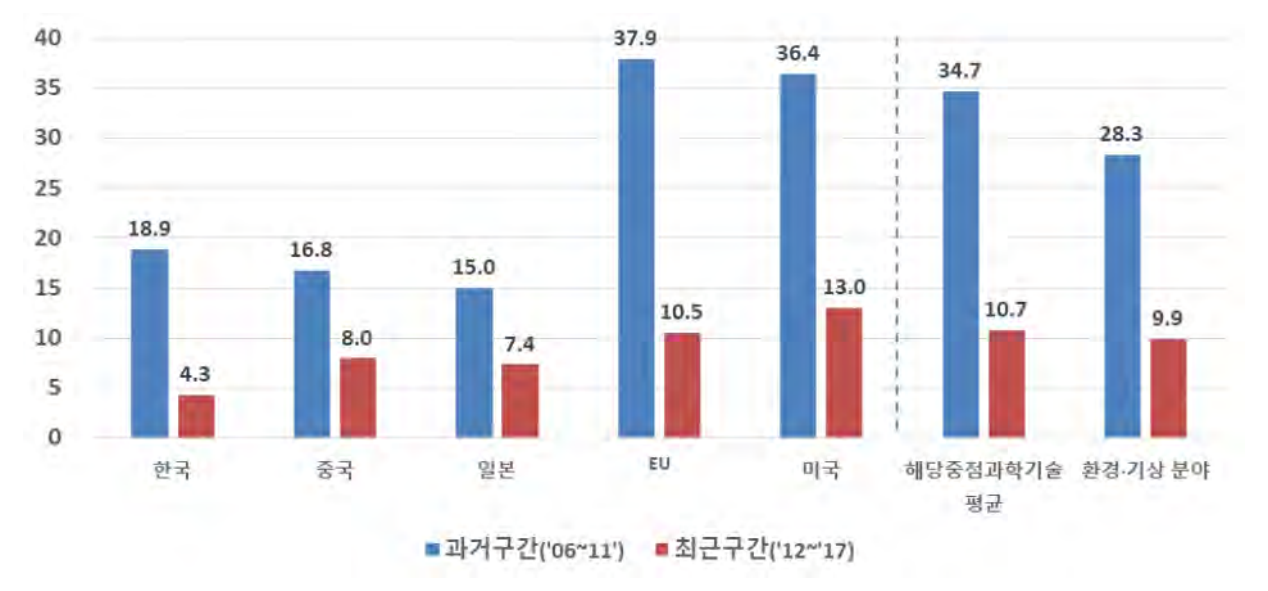


- 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

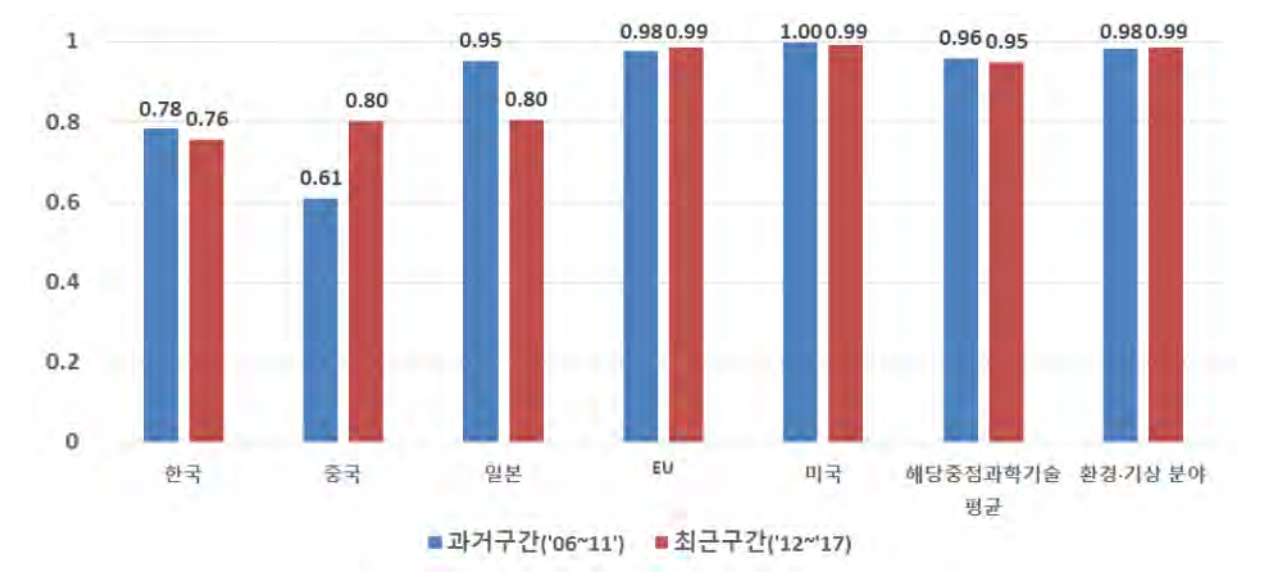
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



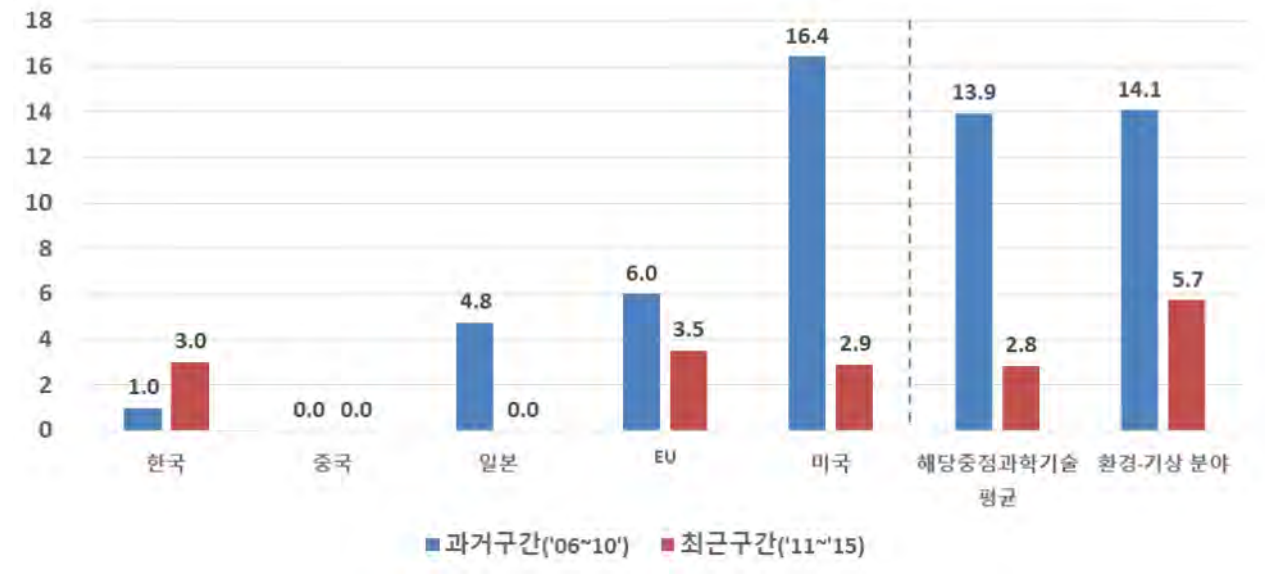
● 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



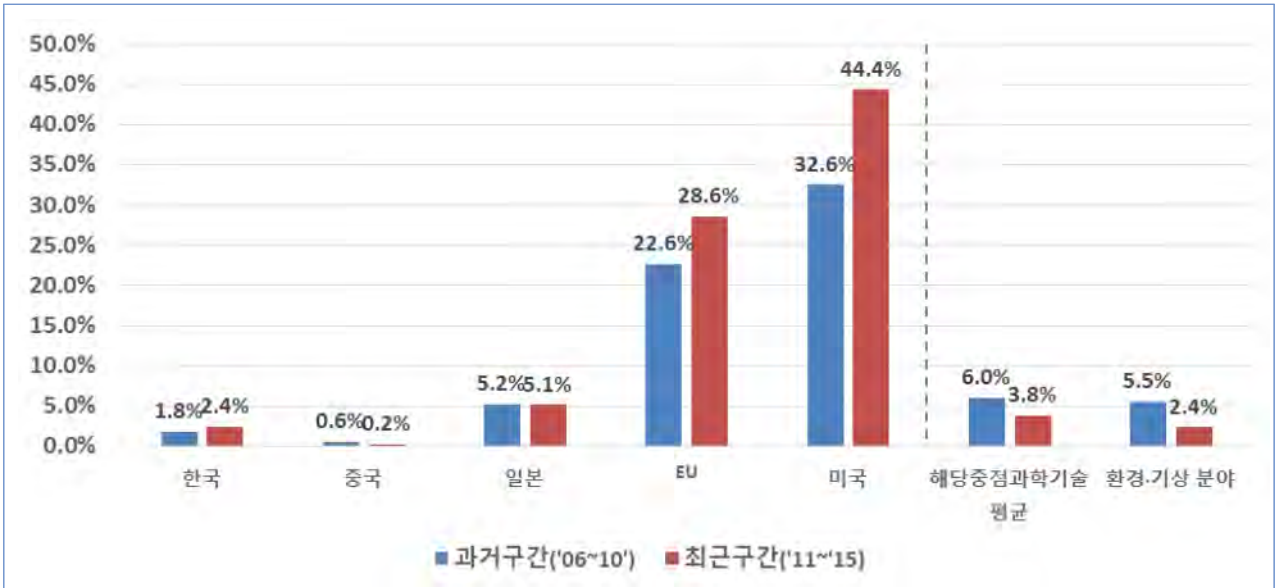
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



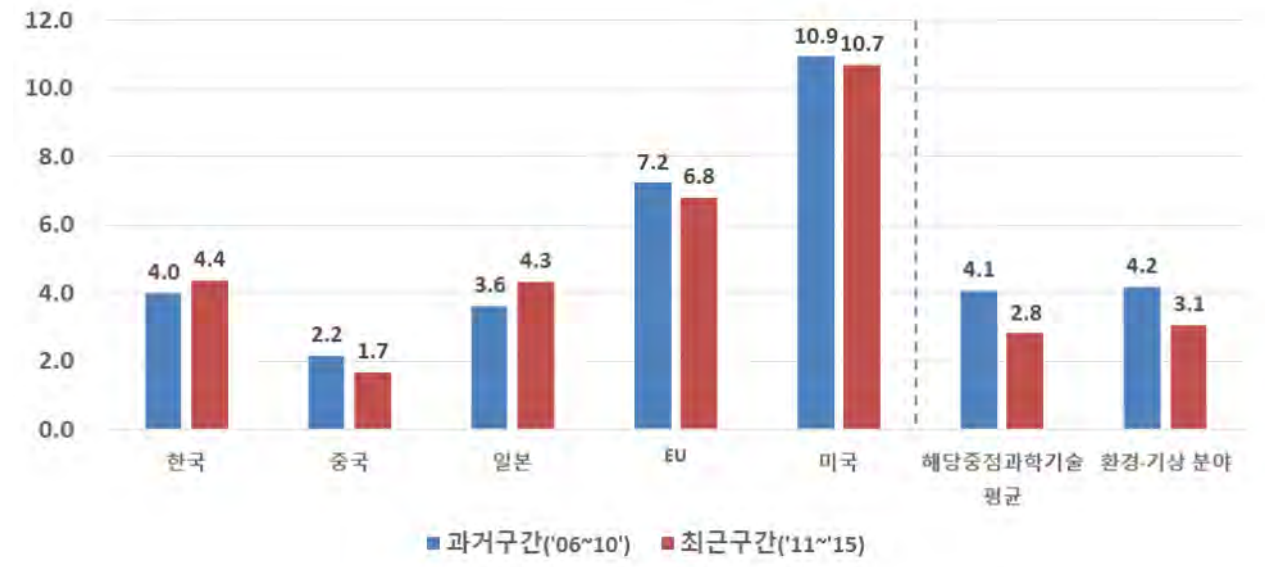
● 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 생활환경 안전성진단 및 예방 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 생활환경 안전성진단 및 예방 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

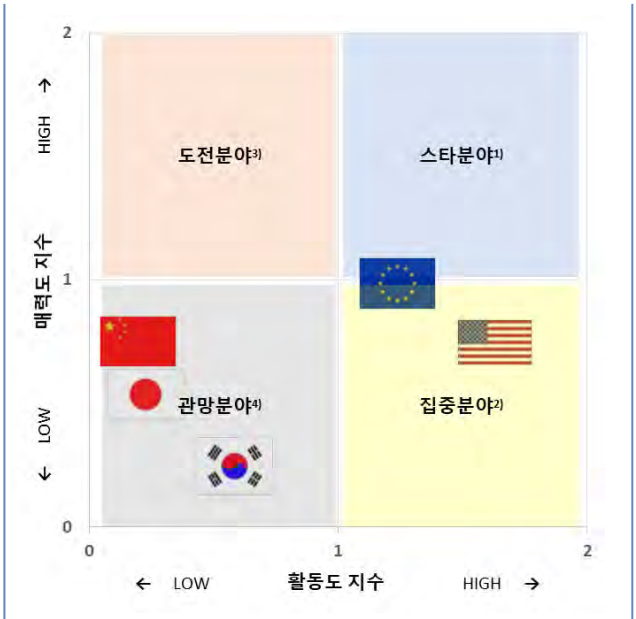
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

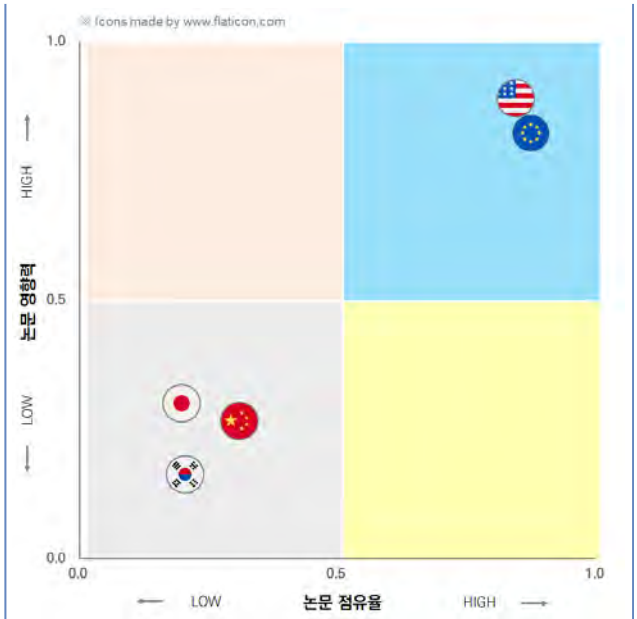
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

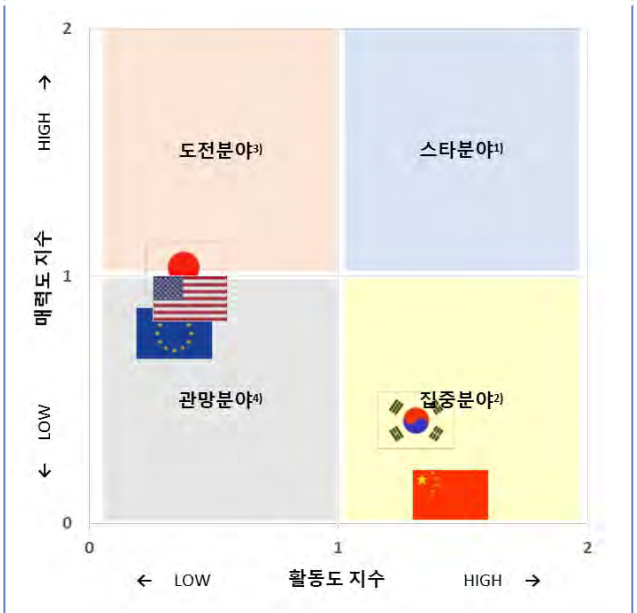


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

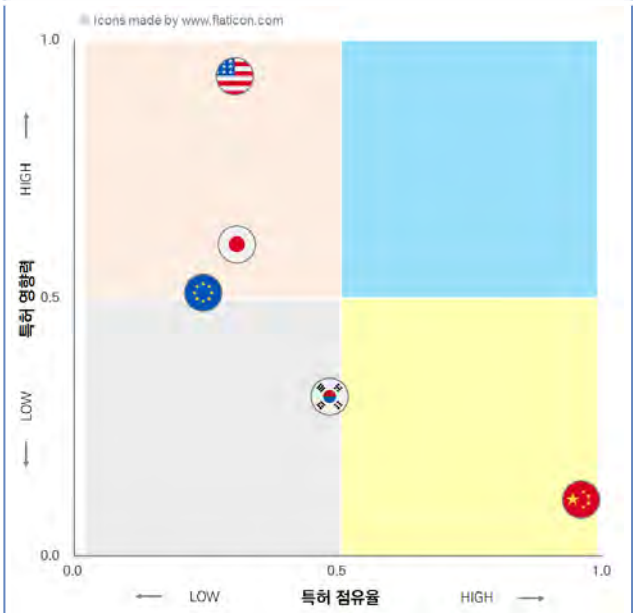
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 생활환경 안전성진단 및 예방 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.81%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 9.28%(글로벌 점유율은 0.32%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.01%	0.81%	55.56%
2	RESEARCH TRIANGLE PARK	미국	1.92%	0.78%	-42.86%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	미국	1.57%	0.64%	25.00%
4	CORNELL UNIVERSITY	미국	1.22%	0.50%	-100.00%
5	NATIONAL CENTER FOR ENVIRONMENTAL ASSESSMENT	미국	1.14%	0.46%	60.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	9.28%	0.32%	250.00%
2	OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH RESEARCH INSTITUTE	5.15%	0.18%	400.00%
3	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.09%	0.11%	100.00%
4	KYUNG HEE UNIVERSITY	3.09%	0.11%	200.00%
5	KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (KIST)	3.09%	0.11%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING	1.76%	0.18%	300.00%
2	CHANG'AN UNIVERSITY	1.41%	0.14%	0.00%
3	SHANGHAI INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.41%	0.14%	0.00%
4	SOOCHOW UNIVERSITY	1.41%	0.14%	0.00%
5	HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING	1.06%	0.11%	-50.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF AIZU	3.57%	0.11%	-50.00%
2	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)	3.57%	0.11%	100.00%
3	HOSEI UNIVERSITY	2.38%	0.07%	-100.00%
4	NATIONAL INSTITUTE FOR MINAMATA DISEASE	2.38%	0.07%	0.00%
5	KANAZAWA UNIV.	2.38%	0.07%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.66%	0.28%	66.67%
2	UNIVERSITY OF BIRMINGHAM	0.57%	0.25%	150.00%
3	KAROLINSKA INSTITUTET	0.49%	0.21%	0.00%
4	TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE	0.49%	0.21%	-50.00%
5	GHENT UNIVERSITY	0.41%	0.18%	400.00%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.01%	0.81%	55.56%
2	RESEARCH TRIANGLE PARK	1.92%	0.78%	-42.86%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.57%	0.64%	25.00%
4	CORNELL UNIVERSITY	1.22%	0.50%	-100.00%
5	NATIONAL CENTER FOR ENVIRONMENTAL ASSESSMENT	1.14%	0.46%	60.00%

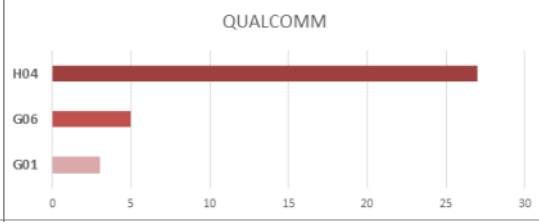
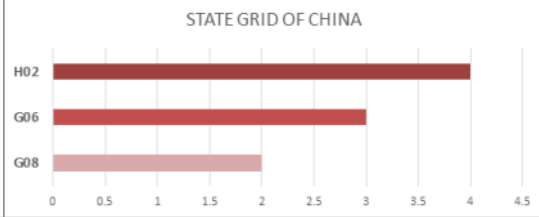
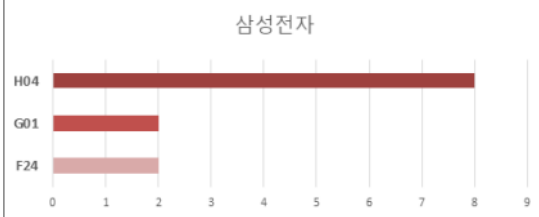
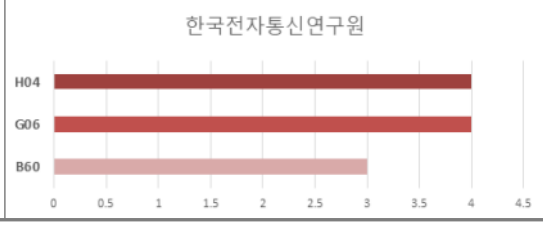
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'QUALCOMM(0.90%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 2.17%(글로벌 점유율은 0.41%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'QUALCOMM'과 '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	미국	12.42%	0.90%	136.36%
2	PLANT PROTECTION AND QUALITY & SAFETY OF AGRICULTURAL PRODUCTS INSTITUTE, ANHUI ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	중국	0.84%	0.53%	2100.00%
3	STATE GRID OF CHINA	중국	0.69%	0.44%	1700.00%
4	삼성전자	한국	2.17%	0.41%	12.50%
5	한국전자통신연구원	한국	1.92%	0.36%	-12.50%

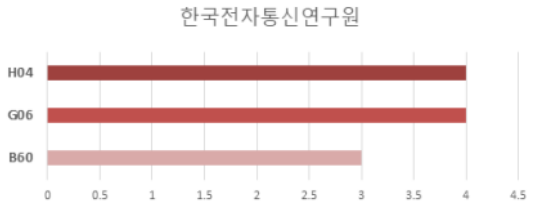
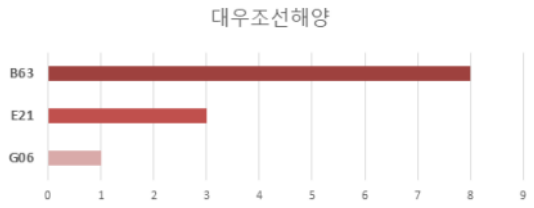
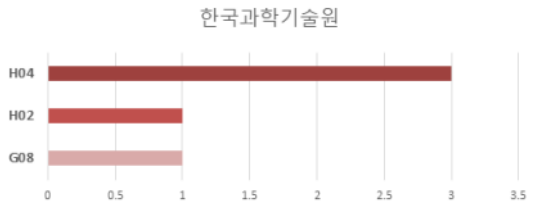
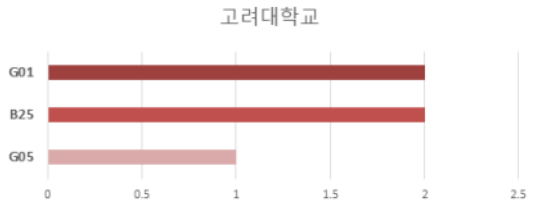
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
3		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
4		H04	전기통신기술
		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B60	차량일반

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	2.17%	0.41%	12.50%
2	한국전자통신연구원	1.92%	0.36%	-12.50%
3	대우조선해양	1.66%	0.32%	60.00%
4	한국과학기술원	1.15%	0.22%	700.00%
5	고려대학교	1.02%	0.19%	-40.00%

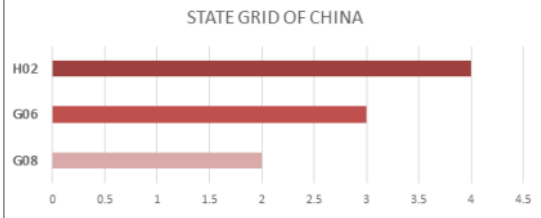
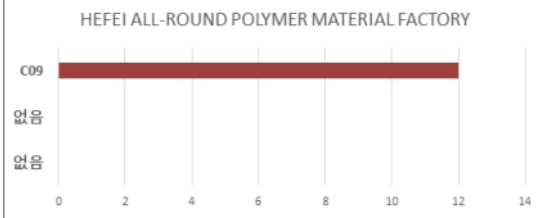
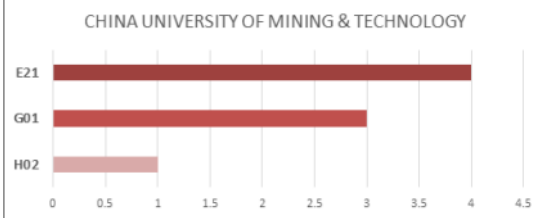
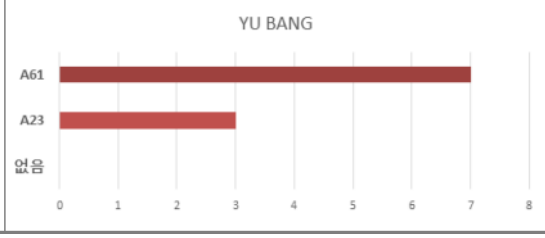
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B60	차량일반
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G08	신호
5		G01	광학
		B25	수공구; 휴대용 동력 구동 공구; 휴대용 기구의 손잡이; 작업장 설비; 매니플레이터
		G05	제어; 조정

3 중국

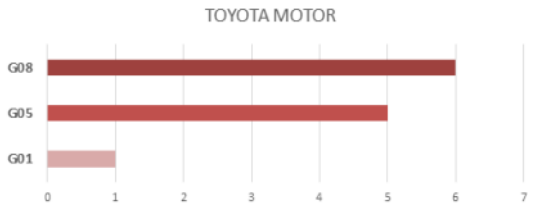
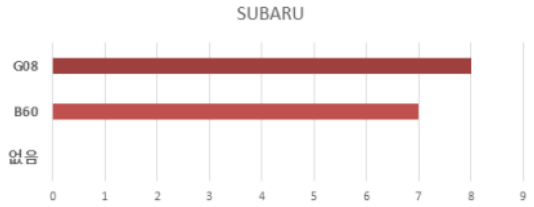
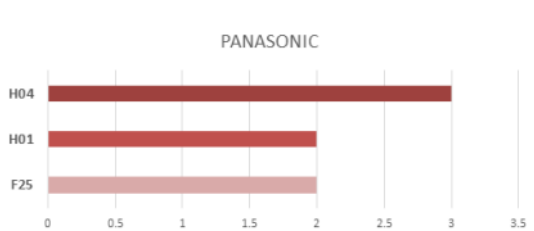
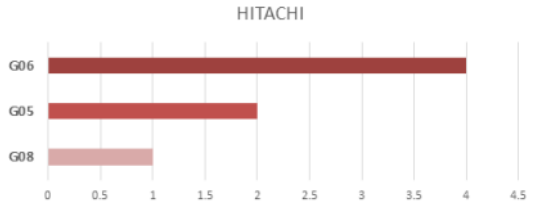
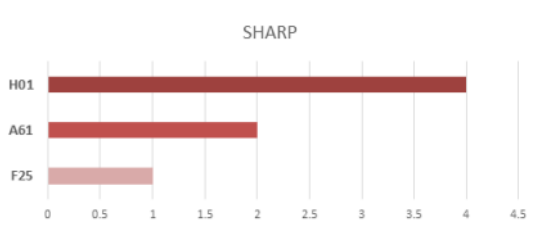
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PLANT PROTECTION AND QUALITY & SAFETY OF AGRICULTURAL PRODUCTS INSTITUTE, ANHUI ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	0.84%	0.53%	2100.00%
2	STATE GRID OF CHINA	0.69%	0.44%	1700.00%
3	HEFEI ALL-ROUND POLYMER MATERIAL FACTORY	0.46%	0.29%	1100.00%
4	CHINA UNIVERSITY OF MINING & TECHNOLOGY	0.42%	0.27%	900.00%
5	YU BANG	0.38%	0.24%	900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
		–	–
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
3		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		–	–
		–	–
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		–	–

4 일본

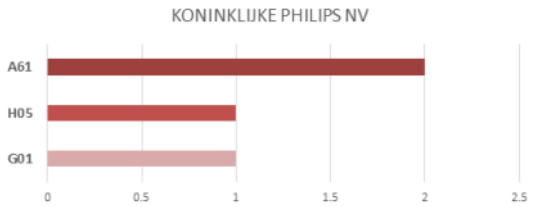
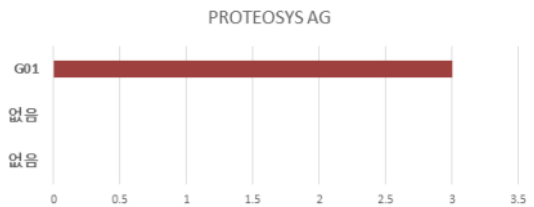
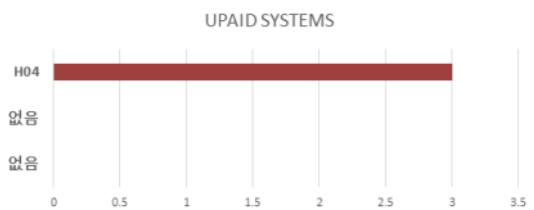
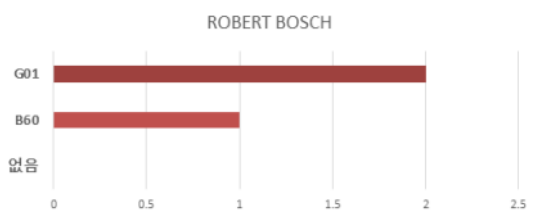
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOYOTA MOTOR	4.87%	0.36%	-50.00%
2	SUBARU	4.87%	0.36%	-75.00%
3	PANASONIC	3.90%	0.29%	-66.67%
4	HITACHI	3.25%	0.24%	-57.14%
5	SHARP	2.60%	0.19%	-66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G08	신호
		G05	제어; 조정
		G01	광학
2		G08	신호
		B60	차량일반
		–	–
3		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		G08	신호
5		H01	기본적 전기소자
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	4.59%	0.12%	300.00%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	2.75%	0.07%	-100.00%
3	PROTEOSYS AG	2.75%	0.07%	-100.00%
4	UPAID SYSTEMS	2.75%	0.07%	100.00%
5	ROBERT BOSCH	2.75%	0.07%	100.00%

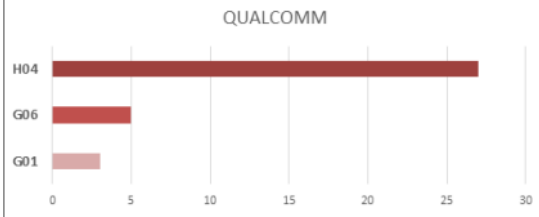
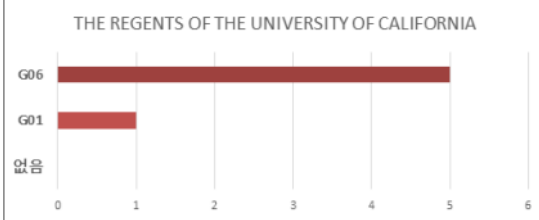
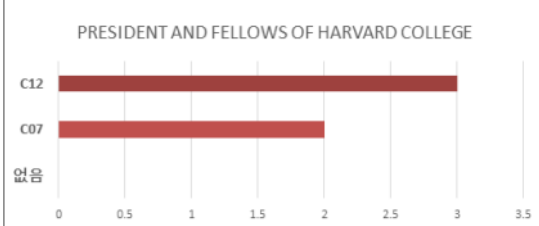
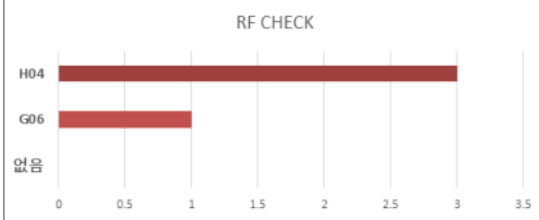
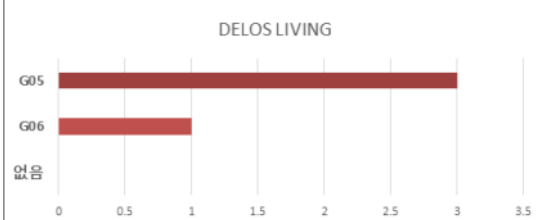
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G01	광학
2		C21	철 야금
		H04	전기통신기술
		-	-
3		G01	광학
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		G01	광학
		B60	차량일반
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	12.42%	0.90%	136.36%
2	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.01%	0.15%	500.00%
3	PRESIDENT AND FELLOWS OF HARVARD COLLEGE	1.68%	0.12%	-75.00%
4	RF CHECK	1.34%	0.10%	-66.67%
5	DELOS LIVING	1.34%	0.10%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		-	-
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

98 스마트 물 순환 및 수자원 확보·관리 기술



98 스마트 물 순환 및 수자원 확보·관리 기술

중점과학기술 개요

- 빅데이터, 인공지능, 고성능 센서, BIM(Building Information Modeling) 등의 신기술을 기반으로 수자원 및 수환경 시스템, 그리고 상수도 및 하수도 시스템을 통합하고 고효율적으로 유지관리하기 위한 스마트 수자원 기술
- 기존의 집중적이고 개발적인 수자원 확보 및 관리에서 분산형 물관리의 저영향개발 개념을 통하여 도시 내 빗물이용, 그린인프라 확충 및 자족형 도시 대체수자원 확보, 해수담수화 등의 도시형 물관리 신기술
- 기후변화로 인한 극한 도시 돌발홍수, 국부 극한 가뭄 및 산사태 등의 수재해를 통합적이고 효율적으로 평가하고 관리하여 국민의 실질적인 수재해 안전을 도모하는 극한재해 극복 기술

가. 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

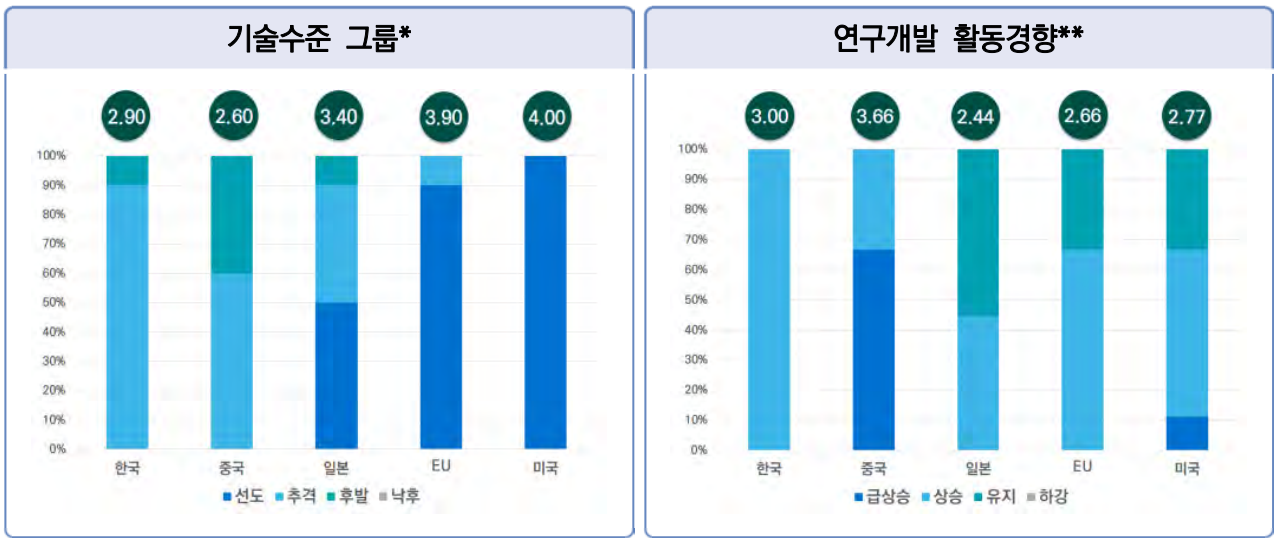
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	5.0	추격	보통	우수	상승
중국	75.0	5.0	추격	보통	우수	급상승
일본	89.5	3.0	추격	우수	우수	유지
EU	95.0	1.3	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	5.0	80.0	77.0	80.0	3.5	5.0	4.0	5.0	1.1
중국	75.0	5.0	75.0	70.0	80.0	8.1	5.0	5.0	6.0	2.6
일본	90.0	3.0	89.5	85.0	95.0	6.7	3.0	3.0	4.0	1.3
EU	95.0	1.5	95.0	95.0	100.0	2.4	1.3	0.5	2.0	0.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

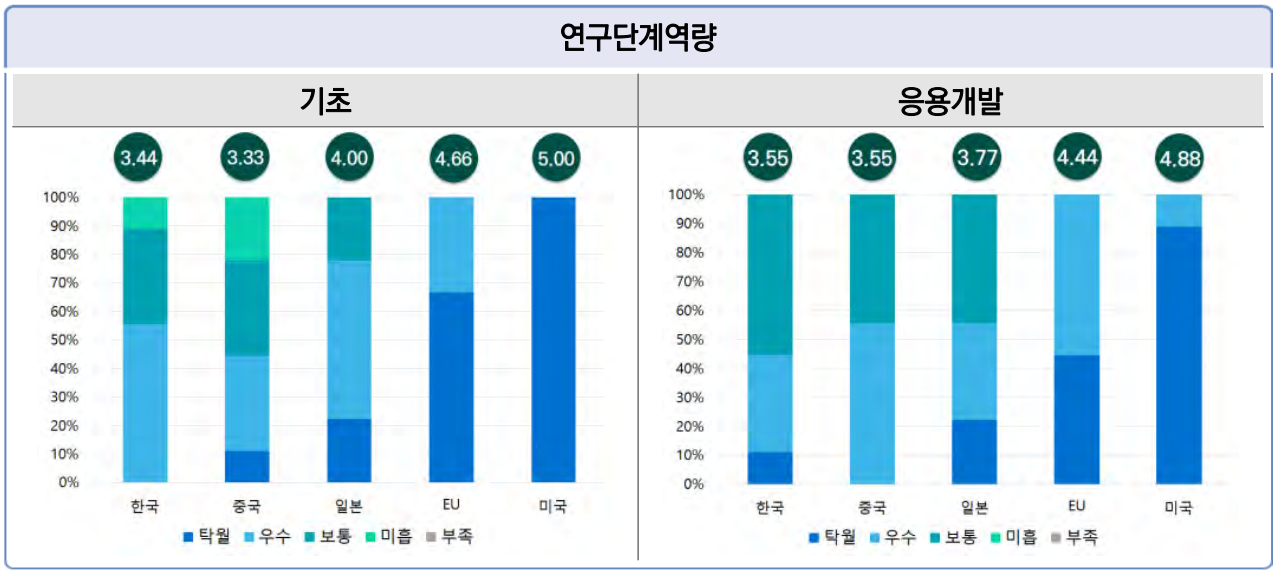
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 활발한 연구 및 산업화 추진 • Smart Water Grid 연구 개발 확대 • 물 관리 인프라 포함 스마트 시티 구축 사업 활성화 • 물 환경 관련 기술 개발 활발 • 개별기술에 대한 기술수준은 높아졌으나, 복합기술, 융합기술, ICT 연계 기술에 대해서는 구체화하는 단계 • 추격그룹에 속하나, 논문 발표, 특허 등으로 볼 때, 중국보다 약간 기술 수준이 떨어짐 • 후발국가로서 상당히 빠르게 관련 지식을 축적하고, 일부 좋은 보고서들이 많이 출간되나 수준 전체적으로 볼 때 일본과도 격차 존재
중국 (75.0%)	• 최근 들어 활발한 연구 활동 및 성과들을 도출하고 있으나, 아직 그 성과의 질은 최고 기술 보유국 대비 미흡 • 물 순환 및 수자원 분야 모방 • 일부 분야를 제외하면 대부분 도입단계에 불과 • 분산형 대체수자원 확보 및 재이용 기술 등은 엄청난 규모의 내수시장으로 인해 기술이 급격히 성장하고 있으며 곧 세계적인 수준의 기술력도 확보 가능할 것 • 최근 극한 수재해 예방 및 대응 기술 또한 막대한 자금을 투자하여 기술 개발은 물론 실용화 사업을 추진하고 있어 장래에는 우수한 기술 확보 가능할 것 • 기술의 지역적 불균형 심각 • 개별 기술 적용 위주 및 ICT 적용 smart water grid 초기 단계 • 물 관리에 대한 인식이 급격히 변화되어, 수자원 확보, 관리에 대한 지속적인 투자와 기술개발을 주력 • 추격그룹에 속하나, 논문 발표, 특허 등으로 볼 때, 유럽과 비슷한 수준 • 일부 분야는 이미 미국과 대등한 정도의 연구결과를 도출하고 있지만, 아직은 논문에서 멈추고 있음 • 스폰지시티 사업을 국가의 사업으로 많은 예산과 관심이 집중되면서 빠르게 발전 중
일본 (89.5%)	• 활발한 연구 및 산업화 추진 • 통합수자원관리 기술, 고효율 상하수도시스템, 수재해 예경보 대응 관리기술, 물순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술, 분산형 대체수자원확보기술, 해수담수화 기술 등에서 우수한 연구 성과, 실용화 기술, 연구역량 등 보유 • 수재해 예방 대응 기술과 물 재이용기술, 해수담수화 기술 등에서 우수한 기술 및 실용화 성과, 기술 수출 사례 등 확보 • 홍수 예측 및 제어 분야 기술 선도 물순환 관점에서의 물관리 기술은 선진국 대비 다소 미흡 • 광범위한 기초연구가 진행되었으나, 보수적인 연구풍토와 정부 지원의 미흡으로 기술의 적용, 실용화가 상대적으로 지연됨 • 물 관련 재해 재난관리, 미량물질 처리 분석 등 관련한 논문과 특허의 디테일과 보다 구체적인 소재, 제품, 공정개발은 최고기술 보유국에 견줄만함 • 미국, EU와 물순환 및 수자원 확보, 관리에는 비슷한 기술수준 보유 • 일부 연구는 선진국과 동등하지만 전반적인 연구는 상당히 뒤떨어짐

국가 (기술수준)	판단근거
EU (95.0%)	• 유럽 전체를 고려할 경우 논문 건수 등은 가장 많으나 최근 5년 미국에 비해 연구 성과 및 피인용 건수 등에서 뒤쳐짐 • 통합수자원관리 기술, 고효율 상하수도시스템, 그린인프라 도시 물순환 개선 기술, 수재해 예경보 대응 관리기술, 물 순환 연속성 기반의 하천 인프라 개발 및 구축 기술, 물-에너지-식량 연계기술, 해수담수화 기술 등에서 우수한 연구 성과, 실용화 기술, 연구역량 등 보유 • 전 세계에서 관련 분야 연구를 위해 미국 다음으로 많이 가고 있으며 이러한 경향은 수십 년간 유지되나 국가 간 기술격차가 매우 큼 • 프랑스, 독일의 경우에는 하수처리 및 재이용, 해수담수화 등 물 산업이 크게 발달되어 있으며 영국은 분산형 대체수자원 확보 기술 등에서 우수한 기술개발 및 산업화 진행중 • 분산형 빗물관리 분야 기술 최고 수준 및 제도 안정화 단계 • 기후변화 완화, 대응 중심의 범지구적 연구와 지원 사업 진행 • 상수, 하수, 해수담수 등의 물 관련 다국적기업들을 앞세운 우수한 기술력으로 물 산업을 리딩하고 있으며, 미국과 대동소이 수준 • 물 산업이 활발하여 물에 대한 인식을 자원에서 소비재로 확대하여 물 산업시장을 확대하고 있으며, 세계기구에서 물안보 관련 주도 • 일부는 미국보다 뛰어난 부분이 있지만 전반적으로 약간 미흡
미국 (100%)	• 관련 분야 논문 등재 및 피인용 건수에서 최고 수준으로 연구 활동 및 연구 성과도 선도적 • 산업과 연구 선도 • 통합수자원관리, 고효율 상하수도시스템, 그린인프라 도시 물순환 개선 기술, 수재해 예경보 대응 관리기술, 물-에너지-식량 연계기술, 해수담수화 기술 등에서 우수한 연구 성과, 실용화 기술, 연구역량 보유 • 전 세계에서 관련 분야 연구를 위해 미국으로 가는 것이 가장 일반적인 추세이며 이러한 경향 수십 년간 유지 중 • 수처리 설비 관련 핵심기술 다수 확보 • 물재이용 확대 및 LID 기법 적용 안정화 단계 • 관련 기술 표준화 선도 • 중앙정부 및 대학연구팀을 중심으로 방대한 연구가 진행되고 있으며, 위성 관측, ICT 연계, 공공정보 공개, 클라우드 구축을 통해 물순환 분야 응용 서비스 개발 및 산업화가 상당한 수준으로 진행됨 • 홍수, 가뭄 등 통합 물관리를 위한 NASA의 인공위성 등 물 관리와 관련한 다양한 특허와 논문 그리고 첨단의 기술력과 연구 인프라로 선도 유지 • 4차 산업혁명 요소기술을 물순환 및 수자원 확보, 관리 분야에 적용 확대하여 ICT, IoT 기반 시스템 구축이 활발함 • 관련분야 논문을 가장 많이 발표하고 있으며, 연구 활동 활발

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국가 연구개발사업의 일환으로 연구소 및 대학들이 연구 주도 • IT 분야 세계적인 기술력 및 인프라 보유 • 일부 우수한 기술 및 기업 보유(재이용, 담수화 등) • Smart water metering LID 기법 설계 및 제도 비교적 우수 • Smart water grid 테스트 베드 구축 (스마트 시티 등) • 하수 재이용 기술 비교적 우수 • 소수 정예의 우수한 연구자 • 도시개발, 재해 예방 등 현안 문제 해결 및 수출 산업 육성을 위한 강력한 정부 정책 의지 • 기술발전 속도가 빠르고, 인프라 우수 • ICT기반 물 관리 인프라, 기후변화(홍수, 가뭄, 폭염) 대응 물 관리 기술 등 새로운 패러다임의 물 관리 정책과 연구개발 발판 마련 • 4차 산업혁명 기술을 융합한 기술개발은 주도적으로 하려고 노력하고 있으나, ICT 기술에 대한 복합적인 기술개발은 현재 선진국을 추격하는 정도 • 스마트 물 순환을 위한 기술력 확보를 위해 국가에서 노력 중 • 물관리 일원화를 통한 통합수자원관리를 위해서 노력 • 빠른 습득력과 집중력	• 산업 기반이 미약 • 우수 연구 인력의 점진적 감소 • 연구투자비의 정체 • 해외진출의 어려움 • 다양한 시범 사업들이 추진 중에 있으나 아직까지는 안정적으로 정착되지 않음 • 기초연구 수준 미달 • 지나친 성과(논문, 특허, 매출액) 중심의 연구개발로 원천기술 확보 미흡 • 대부분의 일몰사업과 새로운 사업의 기획 위태로움과 기회가 공존 • 국가적으로 수자원 확보, 관리에 대한 인식이 타 국가보다 미흡. 통합 물관리를 위한 정부주도의 기술개발과 민간시장 확대를 위한 노력 필요 • 국가를 비롯하여 다양한 기획을 하고 있지만, 본격적인 스마트 물관리 기술에 대한 연구는 진행되지 않고, 단지 몇 연구단에서 일부 스마트 물기술 연구를 진행해 체계적이지 못함. 국가에서 이 분야에 기술 지도를 마련하고 각 부처에서 이에 따른 기술개발을 할 수 있도록 하여, 작은 예산으로도 후발국가로서 추격이 수월하도록 지원 필요
중국	• 중국내 수자원 불균형을 극복하기 위한 남북수조 사업을 기반으로 활발한 수자원 분야 연구개발 진행 • 내수 시장 및 기술 수요 • LID 관련 스폰지 시티 사업 • 개별 수처리 기술 개발 및 적용 • 방대하고 우수한 연구 인력 확보 • 정부의 강력한 정책적 드라이브 • 국제 개발 지원을 통한 시장 확보 전략 등 우수 • 천문학적인 예산 투입으로 관련 기술의 실용화, 사업화 및 기술의 현장실증 • 대형 댐, 수자원 확보 및 관리를 위한 물길연결, 상하수도 시스템 개선 등 국가차원에서 많은 노력을 하고 있으며, 기술개발에 적극 지원 • 추격형 기술이 대부분이나, 기술개발 추세는 급격하게 빨라지고 있음	• 일부 기술에 제한된 발전 성향 • 통합 물 자원 관리 기술 개발 미흡 • 연구개발 및 기술 활용 정부투자 미흡 • 기업 중심의 급격한 상업화 시도로 최종 품질 수준 미흡 • 인프라 미흡 • 디지털 기술과 아날로그 기술의 공존 • 기술개발에 대한 집약도, 활용도 및 신뢰도 향상을 위한 노력이 필요하며, 융복합 기술 확대를 위해 다양하게 시도 중 • 후발국가로서 연구결과가 많이 발표 되었지만 응용력은 매우 뒤처짐

국가	강점분야	기타
일본	• 공공과 민간 등 의욕 추진 • 소재 분야 등에 강점 • 기술의 상용화 및 산업화 • 물 산업의 우수한 해외 진출 • 수재해 예방 및 대응 분야의 기술력 탁월 • ICT 융합 재해/재난 대응 기술 기상레이더 이용 수재해 예경보 기후 변화 대비 홍수재해 대비 기술 수처리 분리막 제조기술 • 대학과 기업 연구소를 중심으로 한 기초 연구자 및 인프라 수준 우수. • 수재해 관련 센서와 시스템, 미량물질의 센싱기술 등 나노 및 마이크로 분야 기술과 수많은 데이터 축적으로 원천기술 개발 • 홍수, 지진, 화산 등 자연재난으로 인한 기술개발 및 정책이 잘 갖춰져 있으며, 특히 수자원 관리를 위한 기술개발 꾸준히 확대 • 미래 물 관리를 위한 대비로 이수, 치수에 대한 첨단 기술개발에 주력 • 국가 저력을 고려하면 정책에 따라 유럽수준을 따라가는 것은 시간문제	• 미국이나 유럽 대비 연구 활동 미흡 • 일부 기술에서만 세계적인 수준 • 물 순환 회복 관점에서의 빗물관리 기술 다소 미흡 • 정보통신 및 신재생 에너지 분야 융합기술 개발 미흡 • 상용화되기 어려운 공공기술개발 및 확대에는 미온적인 정부 지원 • 인프라와 기술 발전 속도가 느린 편 • 고효율적 상하수도 시스템에 대한 기술개발은 미국과 유럽보다 우선순위에 다소 차이가 있음 • 국가 정책의 뒷받침이 상대적으로 미약
EU	• 세계적인 물 기업을 다수 보유하여 상하수도 및 수자원 물 관리 기술 등에 있어 기술력 및 인프라 풍부 • 연구인력 및 우수 연구기관의 수 • 다양한 실용화 성과 • 물 산업에 대한 수요가 높음 • 기술의 다양성 및 영향력 우수 • 지하수, 강변 여과수 개발 분야 • 분산형 빗물관리 기술 및 제도 정착 • 물관리 인프라 운영 기술 (운영사업 강점) • 도시농업(물-에너지-식량 연계) • 기후변화 완화, 적응 체제로의 신속한 사회 시스템 이전을 토대로 범지구적 연구 및 적용 활동이 가장 활발 • 독일 등에서 정보화 혁명을 통한 융합연구 기반 정착 • 막대한 자원을 투자한 신환경 개발 및 취약구 지원 활동 확대 • 상수, 하수, 해수담수 등 물 관련 매체별 원천기술에 기반한 물 산업 관련 엔지니어링 우수 • 물 산업을 위한 각국 역할과 미션이 명확하며, 물 산업분야의 세분화된 기술개발 주도	• 논문 발표 건수는 최다이나 최근 5년간 연구 활동 성과면(논문 등재 건수 및 피인용수)에서 미국에 비해 뒤쳐짐 • EU 국가 간 현저한 기술력의 차이 • 기술발전 속도가 느린 편 • 물에 대한 인식이 산업중심으로 맞춰져 있어, 재해, 방재에 대한 인식 다소 미흡 • 다양한 국의 다양한 기술 개발이 장점이면서 단점 • EU 국가마다의 특성으로 이 분야에 대한 경쟁적 투자와 연구가 진행되어 와서 초기에 기술 분야 가장 선도하였으나 글로벌 수자원 회사를 중심으로 미국과 우위를 구별할 수 없는 기술 경쟁 중 • 낮은 LPCD (물수요관리 기술) 및 물재 이용 기술

국가	강점분야	기타
	• 물 산업을 이끌기 위해 기술개발, 교육 및 기업과의 물 산업을 연계하기 위한 제도 및 물 시장을 주도할 수 있는 여건 우수	
미국	• 최근 5년간 논문 개제 및 피인용 건수가 압도적으로 상승 • 미국 내 수자원 불균형을 해소하기 위한 연구 및 IT 인프라 기반 바탕으로 기술 선도 • 연구기관의 전문성 • 다양한 실용화 성과 • 기술의 영향력 우수 • 위성 활용 기상 및 수문분석 LID 기법 설계 및 제도 (SWIMM-LID, SUSTAIN, 각종 매뉴얼 등) • 핵심 수처리 설비 기술력 확보 최고 수준 • 물 재이용 기술 • ICT smart water management 도시농업(물-에너지-식량 연계) • 중규모 도시 규모의 테스트 베드 구축, 활용, 환경 및 지구 관측, 기상 위성 등을 보유 활용하여 막대한 정보 수집 공개 • 융합기술 개발 및 사업화를 위한 환경기술 스타트업에 대한 투자 증대 • 세계최고 두뇌들의 학위과정 즉 세계최고의 인력에게서 나오는 논문과 특허를 통한 센서, 장치, 시스템 등 첨단의 기술력과 이를 뒷받침하는 탁월한 연구 인프라 • 기술변화 트렌드를 리드하는 기관 중심으로, 학계, 연구소, 민간 등 유기적인 역할 수행 • 수자원 분야의 IoT 융복합 기술을 이끌고 있으며 기상, 미생물, 환경 등 타 분야와 기술적인 확대가 꾸준히 증가 • 물-에너지-식량에 대한 NEXUS를 주도하고 있어 차세대 물 관리를 위한 새로운 패러다임 제시 • 국가적인 차원의 투자로 많은 인프라와 기술 및 인력을 확보하고 있어서, 현재 상태만 유지해도 선두주자를 유지할 수 있지만, 투자는 점진적으로 늘어나고 있는 경향	• 연구개발에 대한 동력이 상대적으로 부족 • 기술수준 발전 속도가 중국보다 느림 • 트럼프 정부 이후 지나친 물 관련 기술규제(TBT) 움직임 • 수자원에 대한 공공재의 역할과 소비재로서 역할이 타 국가보다 인식에 대한 개념 혼재 • 각 기관 간 연구 중첩으로 인한 효율성 부족

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	4위	3위	1위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 다양한 물 관리 주체 간 통합관리 추진 (환경부, 국토부, 지자체, 수자원공사, 농어촌공사) • 다양한 기술 분야를 반영하여 융합 효과를 검증할 수 있는 테스트베드 또는 시범 도시 구축 지원 • 이종 및 관련분야 협력을 통해 융합기술(예, W-E-F 넥서스)의 아이디어 도출단계에서 실행 및 문제점 보완 등 일련의 연구를 통해 원천기술 확보를 위한 지원방안 마련(예, 부처 간 협업을 위한 대, 중, 소규모 다부처사업의 발굴, 부처 내 부서 간 협업을 위한 다부서 사업의 발굴) • 타 기관 공동연구, 해당분야 연구아이템 공개 및 연구결과 공유, 동일분야 기술컨퍼런스 개최 등을 실시하고, 기술수요자(기업)와 기술거래를 위한 시장 활성화가 필요하여, 기술개발이 필요한 기업의 적극 참여 필요 • 학계, 건설기술연구원에서는 ICT/빅보드/위성 등의 스마트 기술을 활용한 물공급, 수해 문제 해결을 위한 다양한 연구가 진행 중에 있으며, 이런 기술들을 K-Water와 협력하여 통합수자원 관리 체계 구축 필요 • 현재는 각 연구단 규모 안에서의 교류만 미미하게 있을 뿐 같은 분야의 연구교류가 활성화 되어 있지 못하여, 국가 차원에서의 분류와 초반에 반 강제적인 교류 토대 마련 필요 • 국내에서 좋은 시범적인 사업을 하고, 그에 대한 기술적인 홍보를 하고, 그것을 교류하도록 하는 시스템 필요. 좋은 연구결과가 국내에는 소개 및 보급이 어려워 일반 공무원들이나 기업체, 시민들은 알지 못하는 경우가 많으니, 이것을 해소하기 위한 방법 필요
국제협력 촉진	• 미국, 영국, 싱가포르 등 물 관리가 오래전부터 일원화되어 있는 국가들의 물 관리 기관과 교류, 일본과 재해 예측 기술의 교류 • 국내 연구진의 해외 유수 연구기관 파견 및 연구개발 교류 적극 추진 • 해외 학회 및 전시회 참여시 자금 지원 • 기술 선도국 연구기관 및 기업들과의 국제 공동연구 지원, 기술 수요국 시장 발굴 및 진출 지원 정책 마련 • 국제 협력과 SDG6 달성을 위한 환경부와 대한민국의 원칙과 목표를 세우고 그에 맞는 해외 협력사업 발굴 지원 필요 • 해외공동연구 펀드 마련할 수 있는 제도가 제약적이어서 관련 연구수행의 한계 존재. ADB, UNESCO, UN 등 자금 활용, 기후변화기금, GCF 등 국제적으로 활용할 수 있는 방안을 정책적으로 제도 확장 필요 • 미국, 유럽 등의 선진국과는 선진화된 물관리 기술을 도입하고 이를 스마트기술과의 접목 필요. 또한 우리의 스마트 물관리 기술을 동남아 등의 개발도상국에 이전 필요 • 국가차원의 중요하다고 생각하는 분야만 일부 활성화 되어 있고, 미래를 위한 다양한 분야에서의 국제공동연구는 배제되는 경향이 있으므로 우선 국제협력연구를 열심히 하는 그룹을 육성하고

	정책제언
	분야도 다양하게 확장 필요 • 외국의 좋은 사례, 발전사항들을 예의주시하면서 지속적인 업데이트 필요. 정보를 업데이트하지 못하거나, 정보가 일부 사람에게만 편중되어 있으므로 이를 해소하는 방안 연구 필요
인력양성 및 유치	• 물 관리 일원화를 위한 전문 인력 양성 프로그램(석박사) 개발 • 토목, 환경, 농토목 등을 통합하는 물 관리 전문 학부교육 프로그램 개발 • 타 분야와의 협력 및 융합을 통한 인력 양성 (특히 4차 산업분야) • 해외 기술협력 및 사업 추진을 위한 사업대상지 언어 교육 • 해외 우수 연구진의 국내 파견 및 연구개발 교류 적극 추진 • 선진 인프라 구축 사업 등으로 시장이 확대되어야 경쟁력 있는 기술과 인력을 유치, 육성, 활용 가능 • 상하수도, 수자원, 환경기초시설 등 물 관련 산재되어 있는 인력양성 사업의 현황파악 및 교통정리(환경부 산하 인력개발원, 수자원공사 개도국 인력양성사업, 환경산업기술원의 인력양성사업, 국토부 산하 건설기술교육원 등 각종 인력양성사업 등 법정 인력양성 사업과 기관 고유사업 등) • 우수연구인력 활용을 위한 기반이 마련되어 있지 않아, 국내에서 연구하는 국제적인 인력의 수가 제한적이며 특정분야에 인력이 집중되는 현상이 있어, 개도국을 중심으로 교육수요를 늘리고, 기술 네트워크 확대를 위한 파견(교환) 확대 필요 • 스마트기술과 물 관리기술의 융합기술을 발전시키기 위하여 관련분야 인력의 적극 양성 필요 • 현재 대학교에서는 좋은 대학원생들의 입학이 확연히 줄어들고 있어서, 미래 고급기술자를 확보하는데 문제가 될 것이므로 대학원생들에 대한 국가차원의 장학금지원정책과 대학원 재학 시 과거처럼 그 기간을 경력기간으로 인정받을 수 있도록 하는 등 육성정책 필요 • 새로운 물 관리기본법에 따라 그 취지를 이해하고, 집행할 수 있는 인력교육시스템 구축
인프라 구축	• 시범사업을 통한 성과 거양 • 대체수자원확보 인프라 구축 • 도시 재생사업에서 그린인프라 및 저영향 개발기법 기반 도시 물 순환 개선 기술의 적용 • 물 재이용 시설의 폭넓은 적용 • 하천 수계별 통합 물관리 기관 개설 (기존 기관의 통합) • 일반 기업들이 활용하기에 현재 시스템은 접근성이 취약하므로 연구 장비 공유 및 사용 체계 구축 필요 • 개발 성숙도가 높은 기술들의 성능 검증과 보완을 위해 파일럿 및 테스트 베드 설치를 지원하고, 미개발 신도시, 스마트 시티 구축 사업에 적극 반영 • 국토부의 건설 연구 인프라 구축사업과 유사한 물 연구 인프라 구축사업 및 인프라 운영원 운영에 대한 계획 구상 • 기존 물 관련 인프라(수장원공사, 환경공단, 관련 정출연 등)의 운영관리 현황 정리 후 필요한 인프라 구축을 위한 기획연구 필요 • 대구 물 클러스터(물기술인증원 포함)와 전남환경기술진흥원, 그리고 인천 환경연구단지와 환경공단에서 구축 중인 비점오염기술 인증 설비 등 중복투자 바로잡아야 함 • SOC 시설의 경우 T/B를 확대하여 실증연구가 확대될 수 있도록 제도 마련이 필요하며,

	정책제언
	실스케일 규모의 실험이 이루어지도록 인프라 예산확보, 관련 연구 의무화 등 필요 • K-water에서 운용하고 있는 국가 수자원관리 종합정보시스템을 수량과 수질 측면에서 통합적인 시스템으로 구축하고, 국내 기관들의 연구결과가 산업에 응용될 수 있도록 인프라 구축 • 실험실 현대화와 기기 구입 등을 수월하게 할 수 있도록 연구비 개정
법·제도 개선	• 기술의 개발은 해당 산업이 활성화 되어야 촉진 가능. 특히 환경산업의 경우 제도와 규제를 기반으로 하는 산업이기 때문에 관련 법규 및 제도의 마련 및 개선이 가장 우선시 되어야 함. 상수도 및 수자원 등의 기술 분야 등은 민간이 접근하기 힘들어 해당 분야의 산업 확대가 어려움. 민간이 참여할 수 있는 범위를 좀 더 확대해야 관련 분야의 기술과 산업이 확대될 수 있을 것. 민간의 참여가 어렵다면 민관 합동 참여 형태라도 유도 필요 • 물 관리 일원화로 인해 발생하는 법, 제도, 관리주체 등의 정비 물 산업 양성, 물 관리 전문교육 등 제도의 보완 • 신기술 활용 활성화 필요 (일부 제도는 있으나 현업에서는 신기술 반영에 어려움이 많음) • 국가 물 관리 통합 정보 센터 (Data Warehouse)를 구축하고, 공인된 정보가 쉽게 유통될 수 있도록 정보 공개를 위한 규제 개선 필요 • 물관리기본법, 물산업법, 물관리일원화법이 통과됨에 따라 관련 하위법령의 개정 및 개선이 요구되며, 2차 물 관리 일원화를 위한 도시침수대책: 환경부의 하수도기본계획과 국토부 하천기본계획, 행안부 풍수해저감계획의 통합 대책 등 • 물 산업 해외진출을 위한 각 대륙 및 각 국가별 기술규제 현황 및 대응방안 마련을 위해 부처 간 협력 필요(국가기술표준원과 환경부의 긴밀한 협력) • 국가 R&D 추진에 있어 연구자 중심보다 관리자 중심의 지침, 제도, 규제 등이 현재 법과 제도의 내용이라면, 연구자 중심으로 행정 간편화/효율화, 기술사업화, 융합연구 확대, 기초연구 확대 등 다부처, 다전공이 참여할 수 있는 제도 필요 • 스마트 물관리 산업, 분산형 수자원 사업의 활성화를 위한 제도적인 기반
연구비 확대	• 제도 개선과 관련 선진기법 적용을 통한 자연스러운 연구비 확대 • 물 관리 일원화로 인해 시너지가 발생할 수 있는 분야에 대한 연구비 확대 (예: 통합수자원관리 및 유역통합관리 계획 수립 기술, 그린인프라 및 저영향 개발기법 기술의 개선, 효율적인 가뭄관리 대책 수립 기술, 대체수자원확보 기술 등) • 농업 수자원을 고려한 물 관리 고도화 대비 연구비 확대 • 도시재생사업에서 하천재생사업 기술의 개발 • 국책과제 수행 시 대기업이 부담하는 민간 부담금 감축 (산업자원부 과제의 경우 정부출연금 대비 민간 부담금이 2배를 초과하기도 함) • 성공만을 전제로 하는 연구비 지원을 탈피하여 전체 연구비중 일부를 도전적인 과제에 배정 (실패 시 연구과정의 성실성과 과정에서의 업적을 평가하는 시스템 구축) • 부처별 융합과제 연구비 지원 (서로 다른 분야에서 필요로 하는 기술들을 모니터링하여 융합 연구를 실시할 수 있도록 지원) • 기술 실현이 가능한 기업 위주로 실증화 연구 과제를 다수 발굴하고, 규모에 맞는 연구비 지원 • 기초연구 지원 확대 • 연구전담기관의 갑질(옥상옥) 방지를 위한 프라운호퍼방식 전면 도입

	정책제언
	• 프라운호퍼방식의 연구비 지원(바우처) 확대 및 조기도입으로 연구비 사용규제 완화 • 정부 정책 중심의 연구비 운영보다는 부처에서 기본적으로 추진해야하는 기술개발, 미래기술 확보를 위한 연구비는 의무적으로 부여하고, ICT를 활용한 융복합(재난, 방재, 재해, 물순환 등) 예산을 별도로 구성하여 전체 규모를 확대하는 방향 검토 • 스마트기술과 물관리기술의 융합기술을 발전을 위한 연구비 확대 • 국가 차원의 연구비는 어느 정도 확대되었으나, 너무나 일부 기관과 개인에게 편중되어 있어서 빈익빈 부익부를 초래하고 있으며, 너무 많은 연구비가 한곳에 투자되어 결과 도출 등 효율성이 저하됨 • 새로운 패러다임의 물관리기본법의 취지에 맞도록 연구 필요
기타 의견	• 북한 수자원 및 물관리 기술 IPCC AR6 대비 수자원관리 측면에서 기후변화 예측, 영향분석, 대응기술 연구 전지구수문학 연구 • 융복합 추진기술 분야: Machine learning, Big data, AI 연계 설계, 시공, 운영 기술 개발 및 수중 드론 이용 모니터링 및 감시 기술 개발 • 인공지능, IoT 센서 네트워크 구축 및 운용기술, 환경수문 기상 위성 관측 및 자료 분석 기술과의 연계 및 이를 위한 통합정보센터 및 정보유통관리체계 연구 • 부처 간의 경계 즉, 벽을 낮추고 허무는 것이 중요하며 이를 위해서는 부처R&D 평가방법 변화 필요. 부처 간의 협력을 통한 성과와 부처 내 부서간의 협력을 통한 성과, 중앙부처와 지자체의 협력을 통한 성과에 가점 부과방안 마련하고 실패한 R&D를 통해 축적된 노하우를 활용할 수 있도록 실패가 용납되는 혁신도약형 R&D의 적극적인 장려 필요 • 데이터는 스마트 및 4차 산업혁명 관련 기술개발과 활용을 위해 가장 중요함. 현재 수자원, 물순환 관련 데이터 확보에 대한 신뢰성 향상이 중요하고 또한 DB 구축이 절실히 필요하여 모두 같은 자료를 활용할 수 있는 플랫폼 필요. 이에 따라 수자원 DB 플랫폼 구축과 같은 기초연구를 지속적으로 할 수 있도록 국가 차원에서 추진해야 하며, 또한 많은 실험 실시와 테스트베드를 활용하고 있지만 전 세계적으로 특화된 테스트베드가 없어 어려움이 많음. 국가 차원의 수자원 테스트베드를 구축사업을 실시하고, 수자원 관련된 모든 실험을 할 수 있도록 산학연에 제공하는 방안 도입 고려 필요 • IoT 기술과 융합은 기술적인 부분에서 잘 이루어지고 있으나, 재료(나노, 미생물 등) 부분과 융복합 기술개발이 향후에는 더 필요할 것 • 이상기후로 인해 물 관리가 어려움으로 ICT를 이용한 스마트 물 관리를 위해서는 이미 타 분야와 물 분야에서도 이용되고 있는 빅데이터, 머신러닝 및 딥러닝의 시급한 도입이 필요하고, 연구기간보다 행정 및 결과 발표·평가 기간이 더 긴 점 시정이 시급 • 현재 제시된 개별기술 중심의 정책이나 평가를 넘어서 목적중심의 정책이나 평가 필요. 예: 물 부족 국가 해소, 기후변화, 사회현안 해결, 세계적인 관심사인 SDG6 달성 등과 같이 목적 지향적인 목표로 나누어, 모든 기술을 평가하고, 그에 따라 기술 개발의 우선순위 결정

다 주요 분석 결과 요약

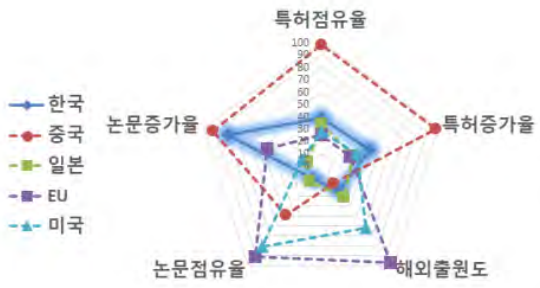
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학기술명	스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술	9,369	6,356	121.3%	145.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

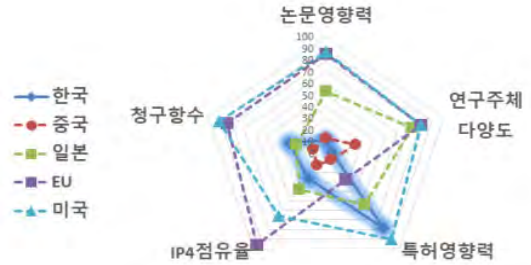
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	40.4%	71.8%	16.4	8.4
한국	5위	2위	5위	2위
	2.2%	12.5%	5.9	7.1
5개국 평균[2]	-	-	13.8	6.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

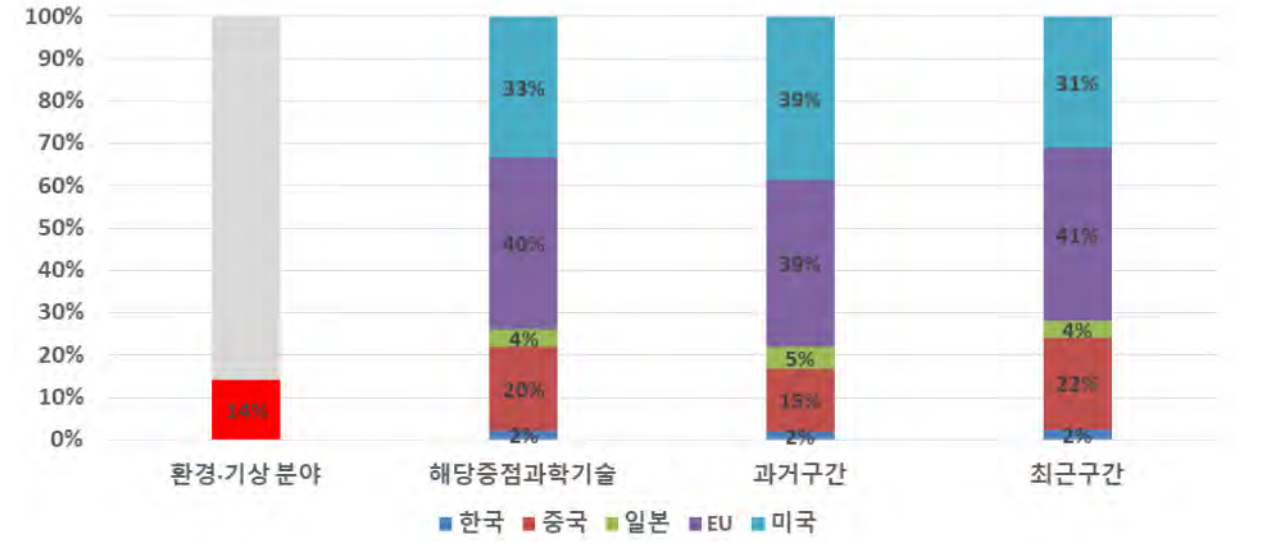
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.9)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(40.4%), 미국(33.4%), 중국(19.6%), 일본(4.3%), 한국(2.2%) 순이며, 논문 증가율은 중국(223.5%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.4), EU(16.0), 일본(11.7), 중국(6.4), 한국(5.9) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(12.5%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(7.1)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(71.8%), 한국(12.5%), 일본(9.1%), 미국(4.3%), EU(2.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(269.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(5.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.4), 한국(7.1), 일본(5.3), EU(3.4), 중국(1.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(17.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.2%	19.6%	4.3%	40.4%	33.4%
	논문 증가율	188.9%	223.5%	63.6%	130.4%	77.4%
	논문 영향력	5.9	6.4	11.7	16.0	16.4
	연구주체 다양도	0.88	0.96	0.97	0.98	0.95
특허 분석	특허 점유율	12.5%	71.8%	9.1%	2.2%	4.3%
	특허 증가율	31.7%	269.0%	-12.1%	-19.0%	0.0%
	해외출원도	0.5	0.0	0.9	5.3	2.4
	특허 영향력	7.1	1.0	5.3	3.4	8.4
	IP4점유율	3.1%	0.2%	5.2%	17.5%	9.4%
	청구항수	3.9	2.0	3.5	7.9	8.9

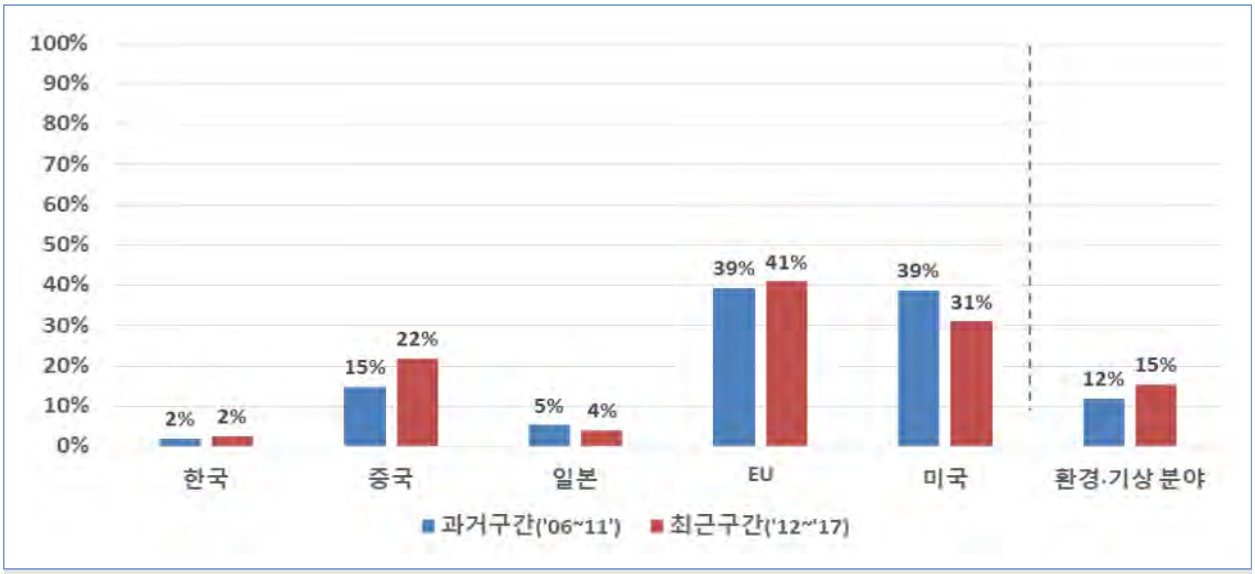
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3786건으로 전체 논문의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 14%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

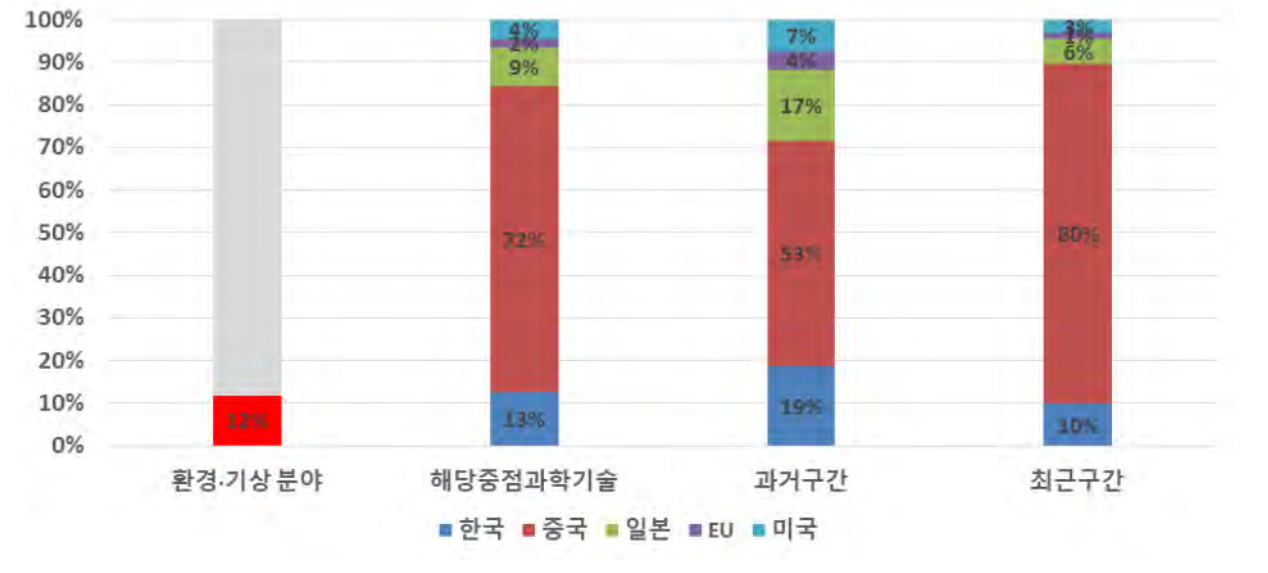


● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 188.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	54	156	210	188.9%
중국	434	1,404	1,838	223.5%
일본	154	252	406	63.6%
EU	1,146	2,640	3,786	130.4%
미국	1,128	2,001	3,129	77.4%
전체	2,916	6,453	9,369	121.3%

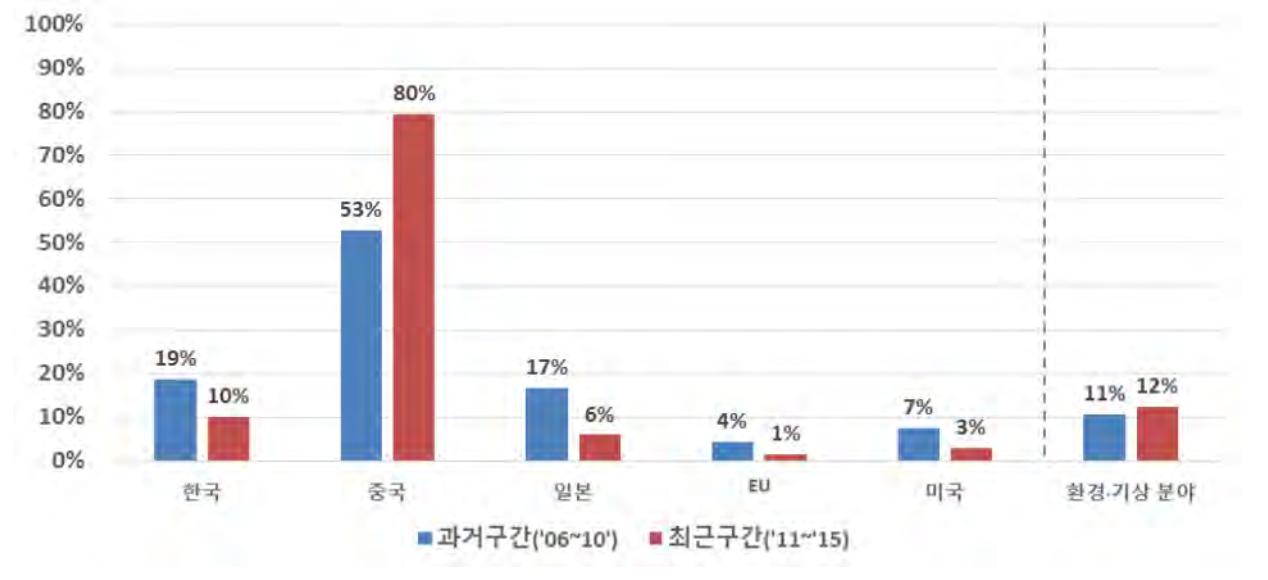
(4) 특허 점유율(전체)



● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 4563건으로 전체 특허의 72%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 12%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



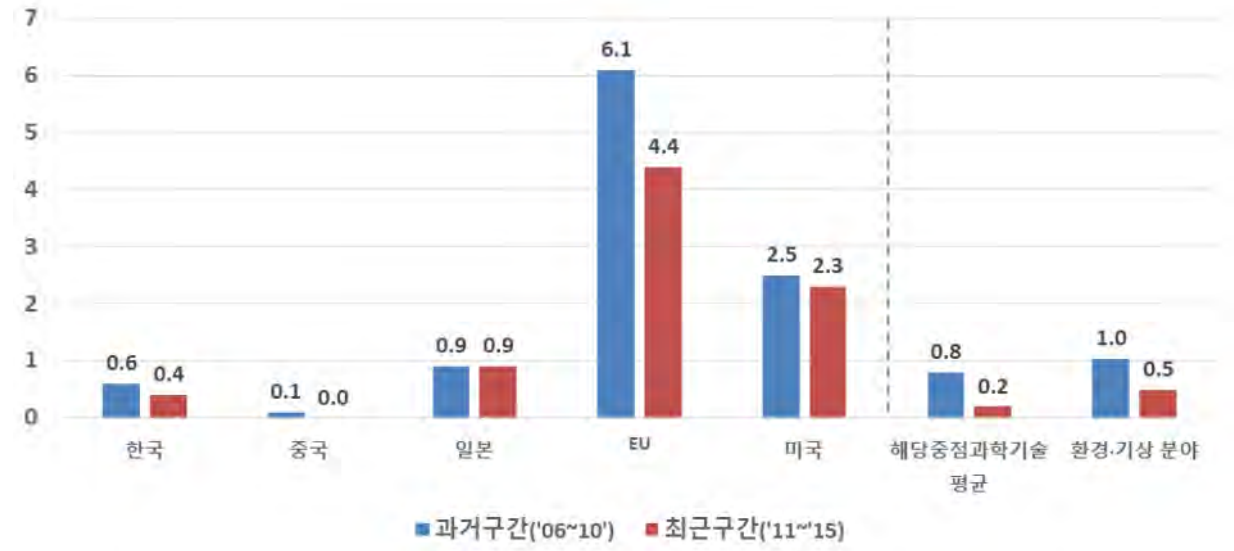
● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 31.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	344	453	797	31.7%
중국	973	3,590	4,563	269.0%
일본	307	270	577	-12.1%
EU	79	64	143	-19.0%
미국	138	138	276	0.0%
전체	1,841	4,515	6,356	145.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

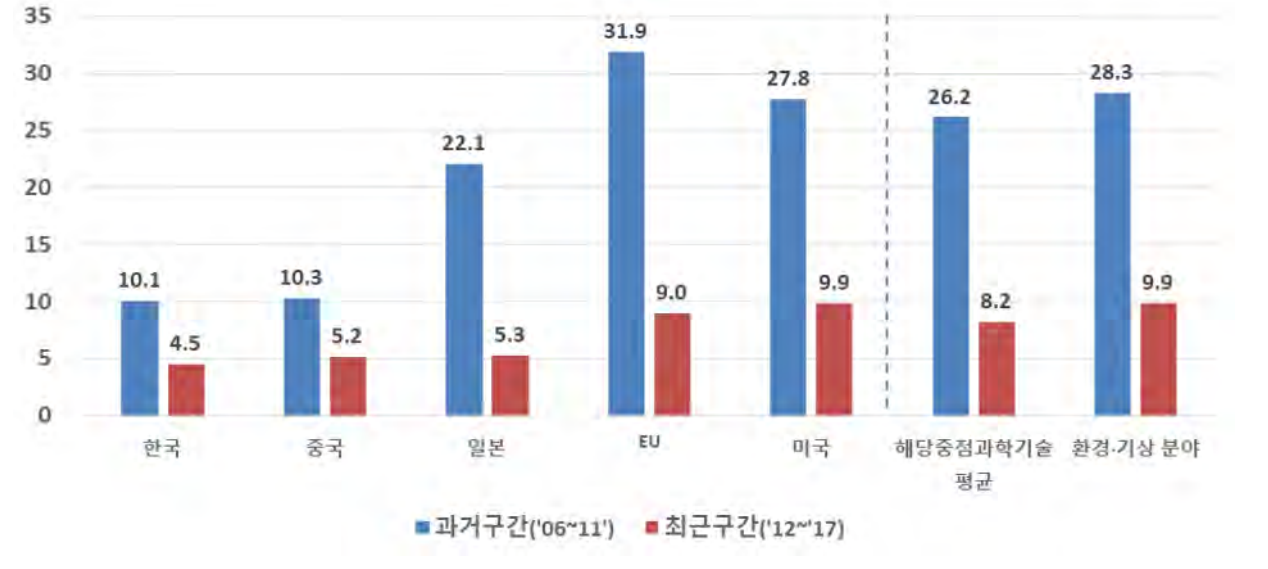


- 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

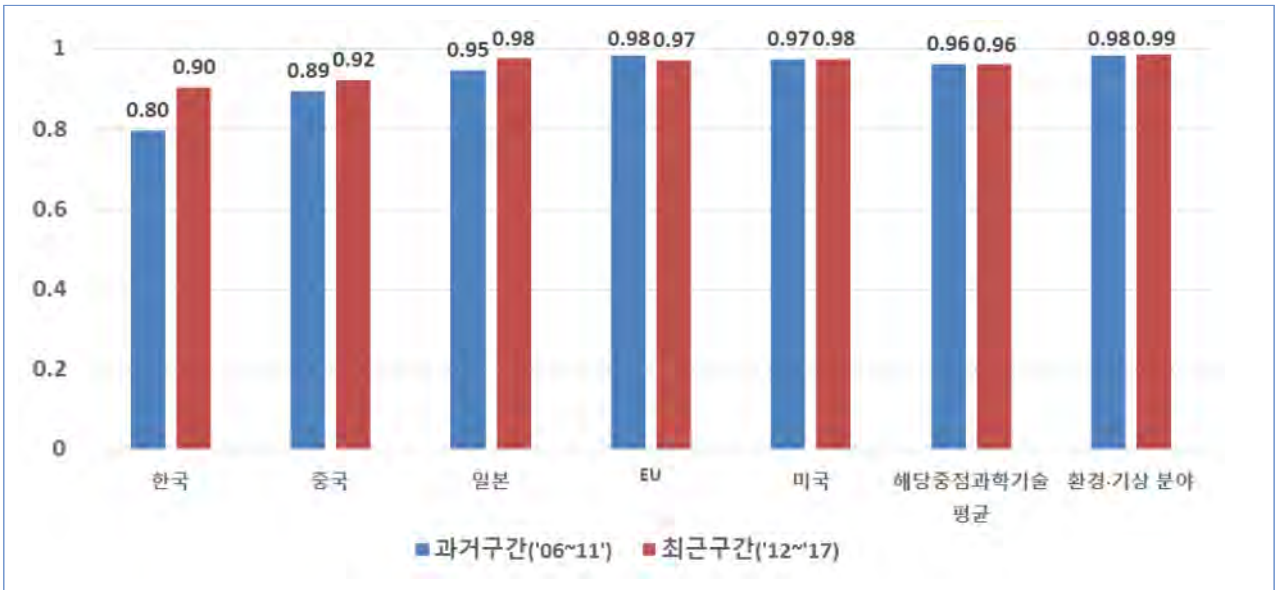
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



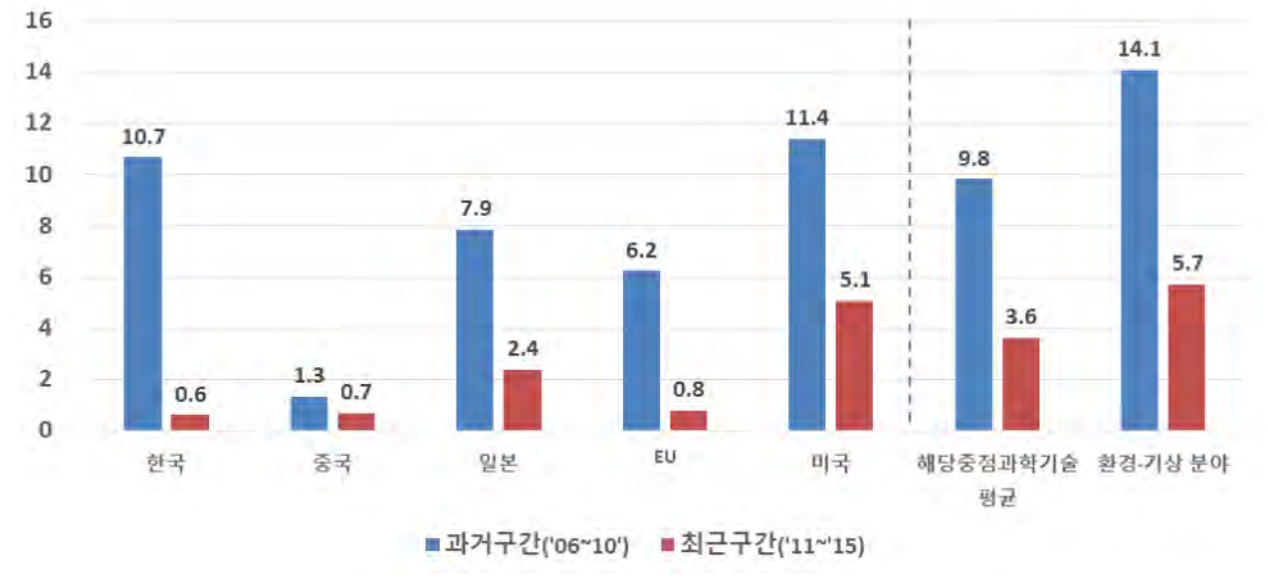
● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



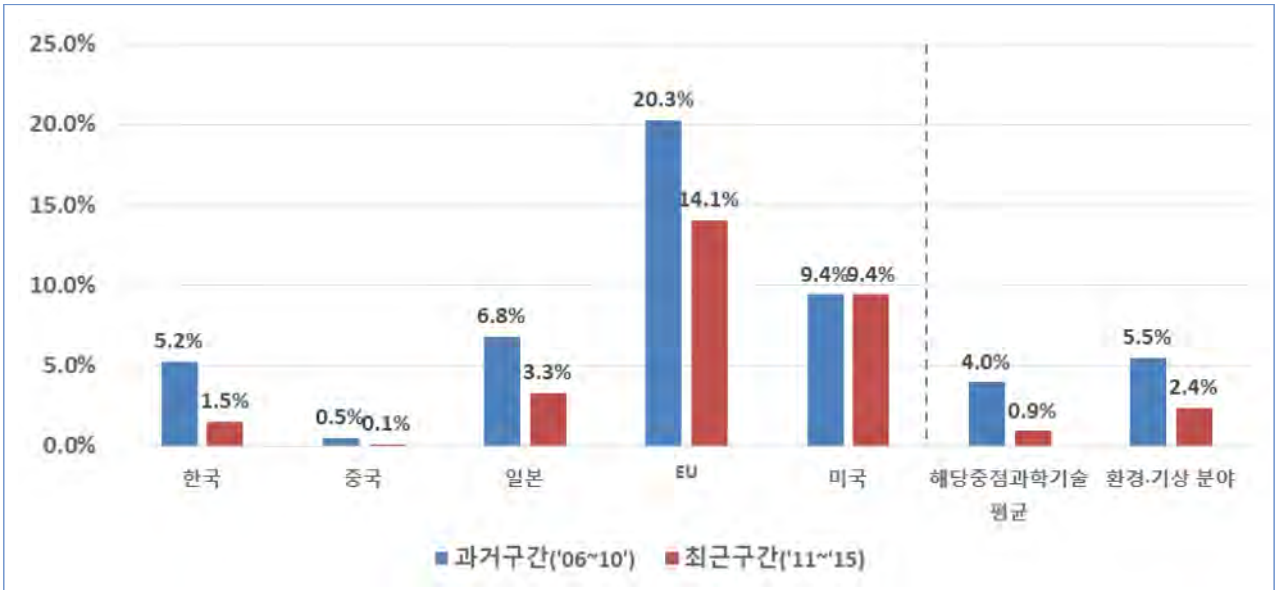
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



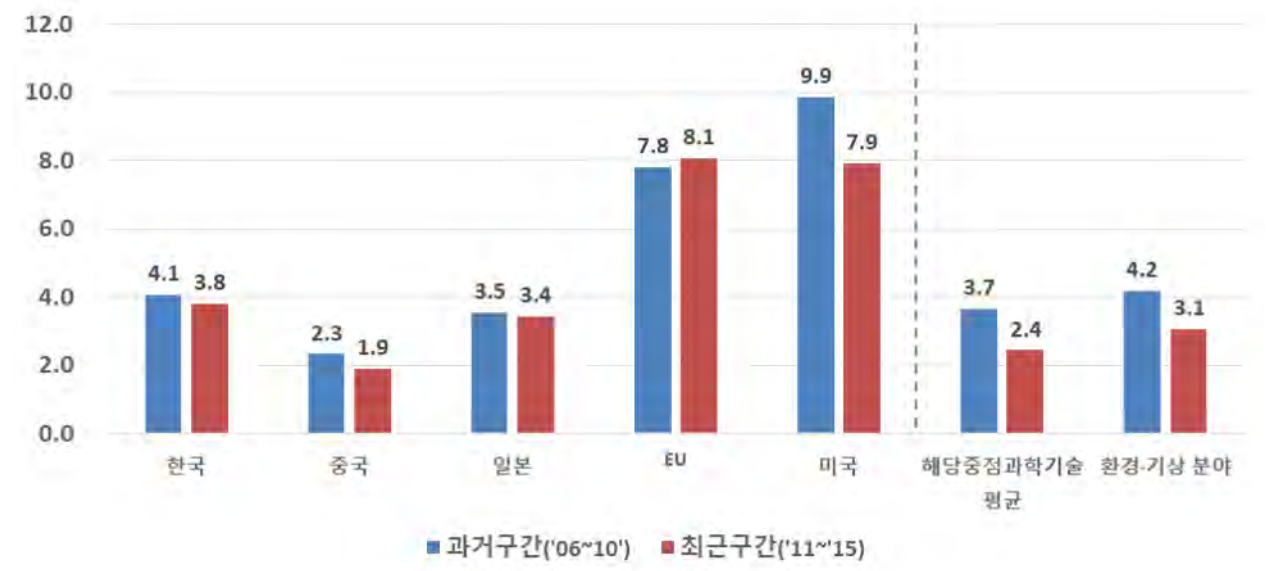
● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

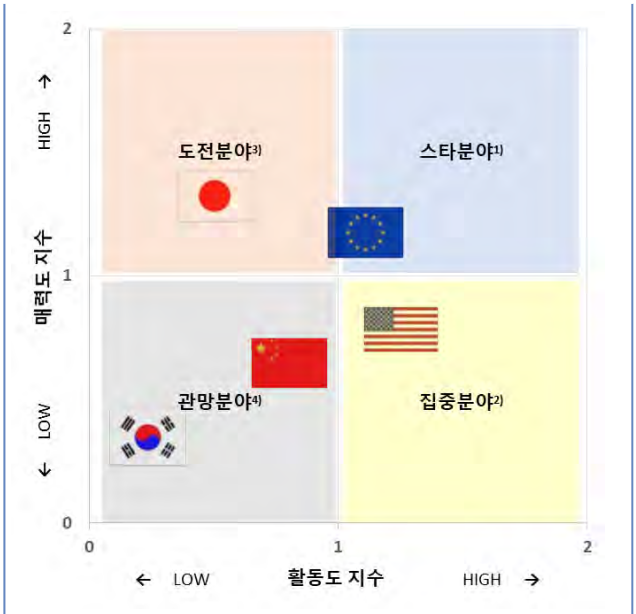
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

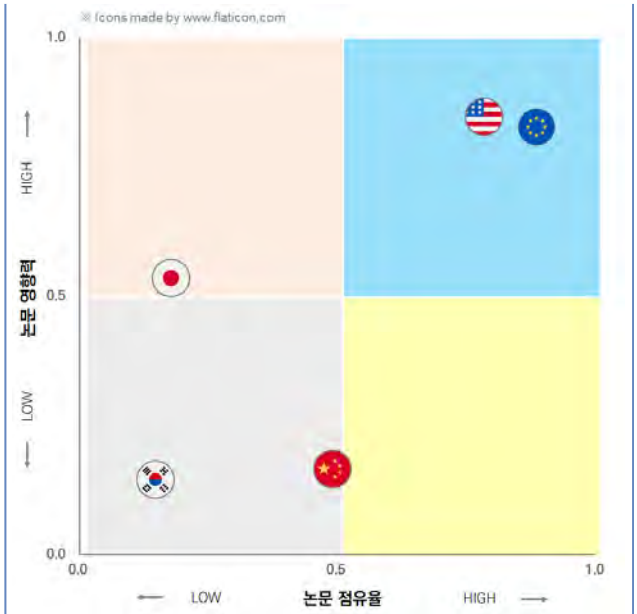
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

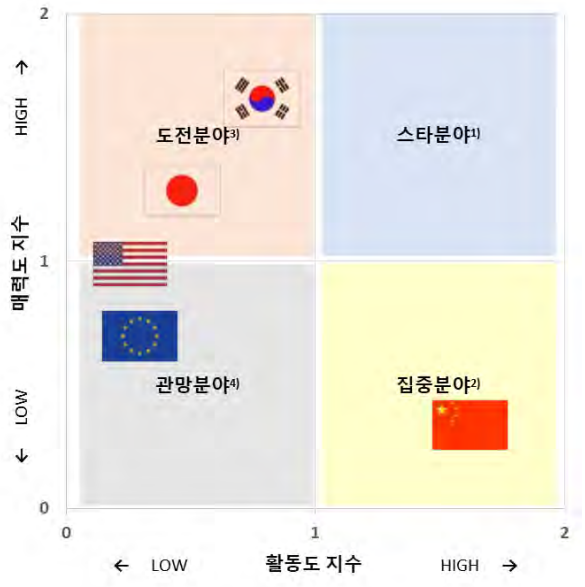


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 중국은 특허 활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.61%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 6.19%(글로벌 점유율은 0.14%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.82%	0.61%	135.29%
2	JET PROPULSION LABORATORY	미국	1.12%	0.37%	69.23%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	미국	1.09%	0.36%	140.00%
4	NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH	미국	1.05%	0.35%	75.00%
5	COLORADO STATE UNIVERSITY	미국	1.02%	0.34%	200.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.19%	0.14%	60.00%
2	GYEONGSANG NATIONAL UNIVERSITY	3.81%	0.09%	66.7%
3	KANGWON NATIONAL UNIVERSITY	3.81%	0.09%	-66.7%
4	CENTER FOR ANALYSIS AND PREDICTION OF STORMS	3.33%	0.07%	-60.0%
5	HANYANG UNIVERSITY	3.33%	0.07%	500.0%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.47%	0.29%	7.69%
2	HOHAI UNIVERSITY	1.36%	0.27%	216.67%
3	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.14%	0.22%	150.00%
4	CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES	1.03%	0.20%	433.33%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	0.92%	0.18%	650.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE	2.71%	0.12%	-62.50%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	2.46%	0.11%	-33.33%
3	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.46%	0.11%	50.00%
4	KYOTO UNIVERSITY	2.22%	0.10%	700.00%
5	HOKKAIDO UNIVERSITY	1.97%	0.09%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF READING	0.71%	0.29%	185.71%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.69%	0.28%	233.33%
3	WAGENINGEN UNIVERSITY	0.58%	0.23%	-16.67%
4	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.53%	0.21%	800.00%
5	UNIVERSITY OF EXETER	0.50%	0.20%	433.33%

6 미국

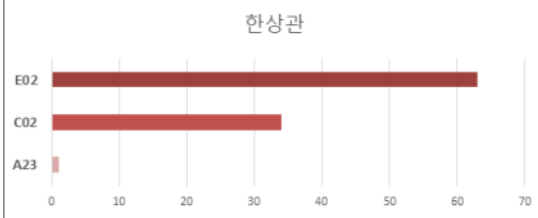
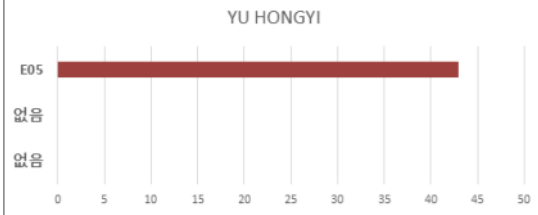
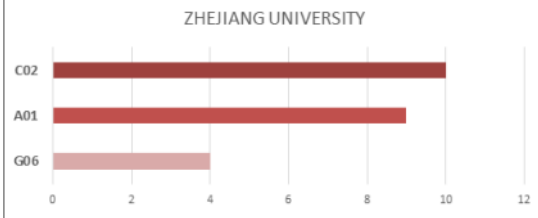
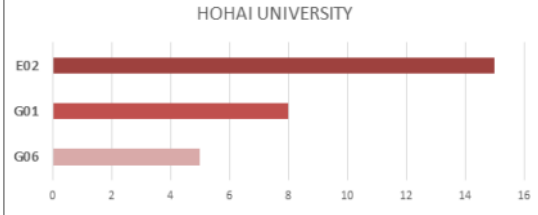
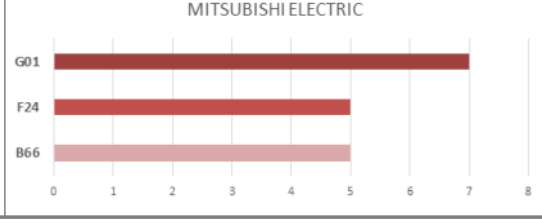
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.82%	0.61%	135.29%
2	JET PROPULSION LABORATORY	1.12%	0.37%	69.23%
3	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.09%	0.36%	140.00%
4	NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH	1.05%	0.35%	75.00%
5	COLORADO STATE UNIVERSITY	1.02%	0.34%	200.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '한상관(1.56%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '한상관'이 12.42%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '한상관'는 E02(토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工))에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

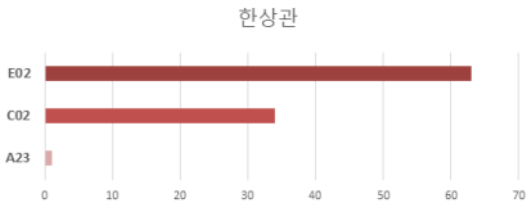
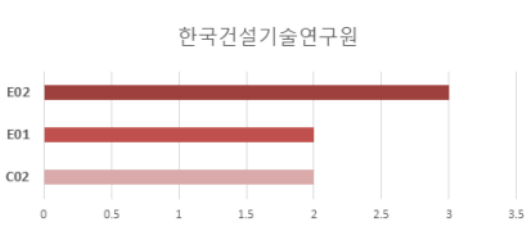
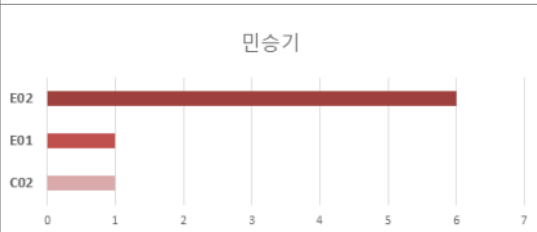
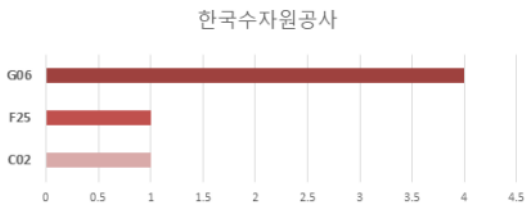
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	한국	12.42%	1.56%	230.43%
2	YU HONGYI	중국	0.94%	0.68%	4200.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	0.79%	0.57%	127.27%
4	HOHAI UNIVERSITY	중국	0.77%	0.55%	966.67%
5	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	5.55%	0.50%	13.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
2		E05	자물쇠; 열쇠; 창(窓) 및 문(門)의 부속품; 금고(金庫)
		-	-
		-	-
3		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	12.42%	1.56%	230.43%
2	한국건설기술연구원	1.76%	0.22%	150.00%
3	민승기	1.13%	0.14%	-71.43%
4	한국수자원공사	0.88%	0.11%	-60.00%
5	인하대학교	0.88%	0.11%	33.33%

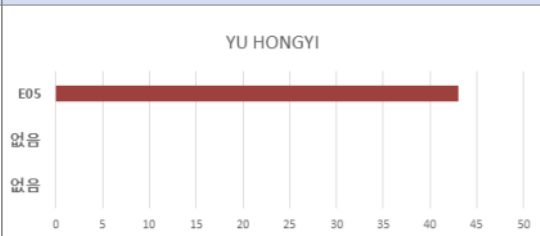
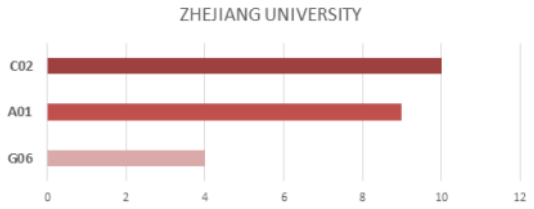
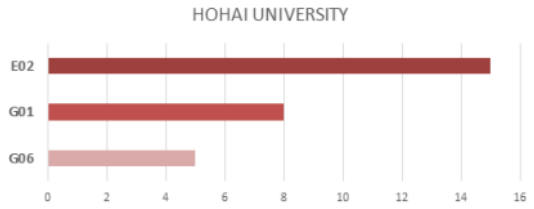
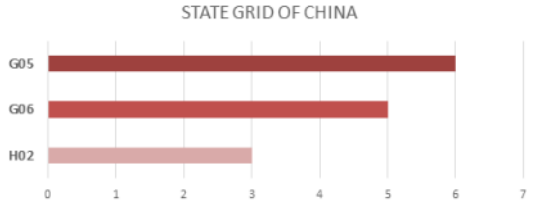
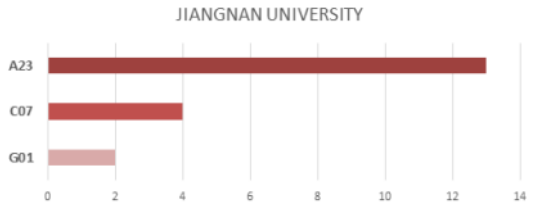
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
2		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		E01	도로, 철도 또는 교량의 건설
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		E01	도로, 철도 또는 교량의 건설
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		-	-

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	YU HONGYI	0.94%	0.68%	4200.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.79%	0.57%	127.27%
3	HOHAI UNIVERSITY	0.77%	0.55%	966.67%
4	STATE GRID OF CHINA	0.66%	0.47%	2900.00%
5	JIANGNAN UNIVERSITY	0.57%	0.41%	-26.67%

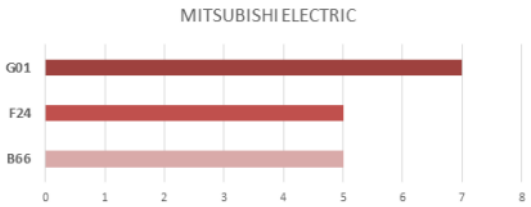
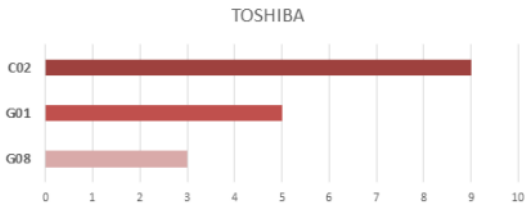
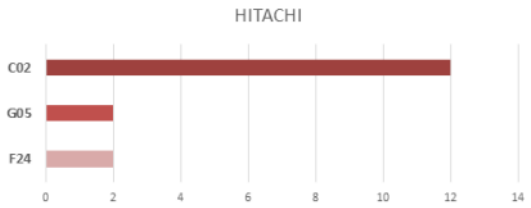
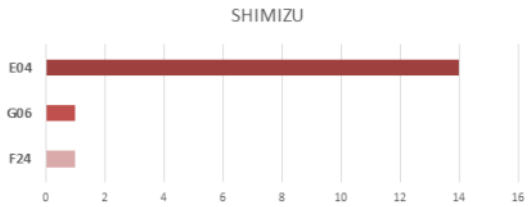
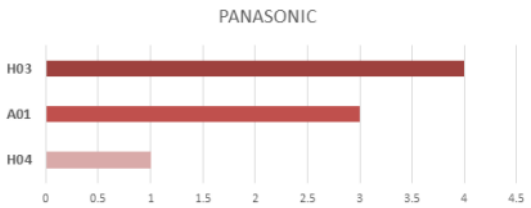
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		E05	자물쇠; 열쇠; 창(窓) 및 문(門)의 부속품; 금고(金庫)
		-	-
		-	-
2		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
		C07	유기화학
		G01	광학

4 일본

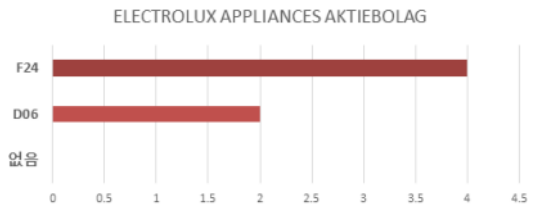
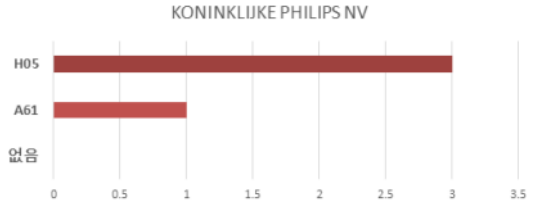
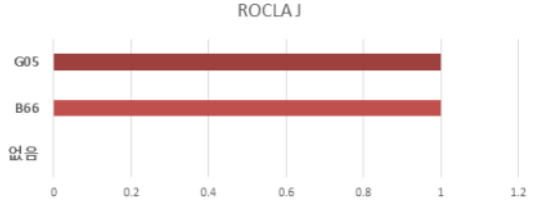
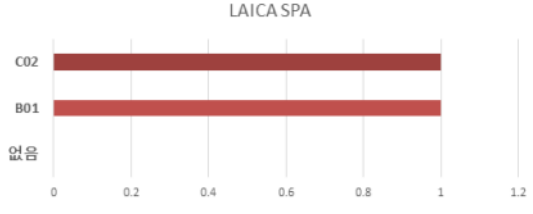
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI ELECTRIC	5.55%	0.50%	13.33%
2	TOSHIBA	4.68%	0.42%	45.45%
3	HITACHI	4.33%	0.39%	157.14%
4	SHIMIZU	3.29%	0.30%	-53.85%
5	PANASONIC	2.60%	0.24%	-84.62%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
2		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G01	광학
		G08	신호
3		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G05	제어; 조정
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
4		E04	건축물
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
5		H03	기본전자회로
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		H04	전기통신기술

5 EU

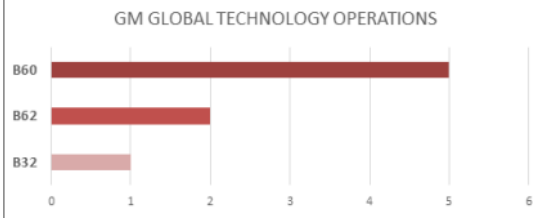
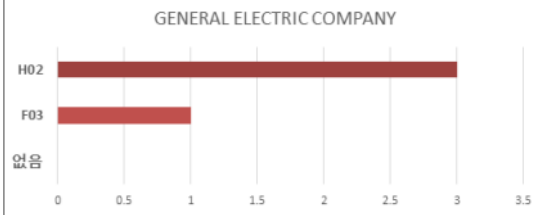
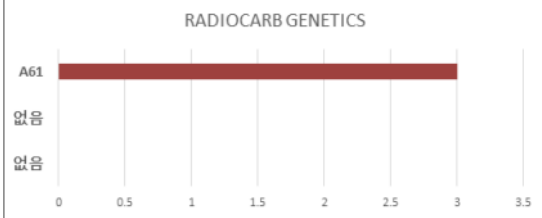
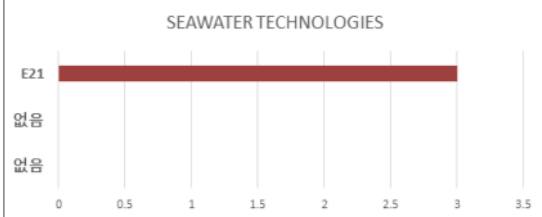
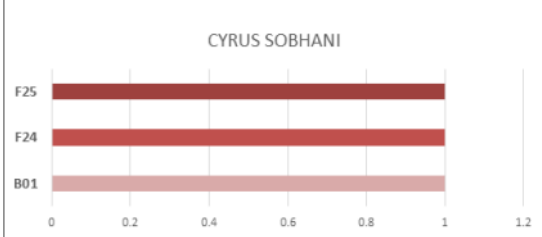
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ELECTROLUX APPLIANCES AKTIEBOLAG	4.20%	0.09%	500.00%
2	NUOVO PIGNONE SPA	2.80%	0.06%	-100.00%
3	KONINKLIJKE PHILIPS NV	2.80%	0.06%	300.00%
4	ROCLA J	1.40%	0.03%	-100.00%
5	LAICA SPA	1.40%	0.03%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
		-	-
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
3		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		G05	제어; 조정
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
		-	-
5		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS	2.90%	0.13%	-40.00%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	1.45%	0.06%	-66.67%
3	RADIOCARB GENETICS	1.09%	0.05%	-50.00%
4	SEAWATER TECHNOLOGIES	1.09%	0.05%	200.00%
5	CYRUS SOBHANI	1.09%	0.05%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		B62	철도 이외의 노면 차량
		B32	적층체
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		-	-
		-	-
5		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)

99 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술



99 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술

중점과학기술 개요

- 환경, 수생태, 해양환경에 대하여 지능형 기술과 인공위성자료 정보 등을 활용한 통합적인 모니터링, 예측, 평가 및 시스템 구축 등을 수행하기 위한 기술
- 환경 통합 관리를 위한 요소기술을 개발할 수 있도록 수환경 관련 오염물질, 수생태, 비점오염, 녹조 관리 고도화 기술
- 해양 및 연안의 오염관리를 위한 계측 및 분석 기술, 감시 및 제어 기술, 취약성 및 위해성 평가 기술의 통합적 고도화 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

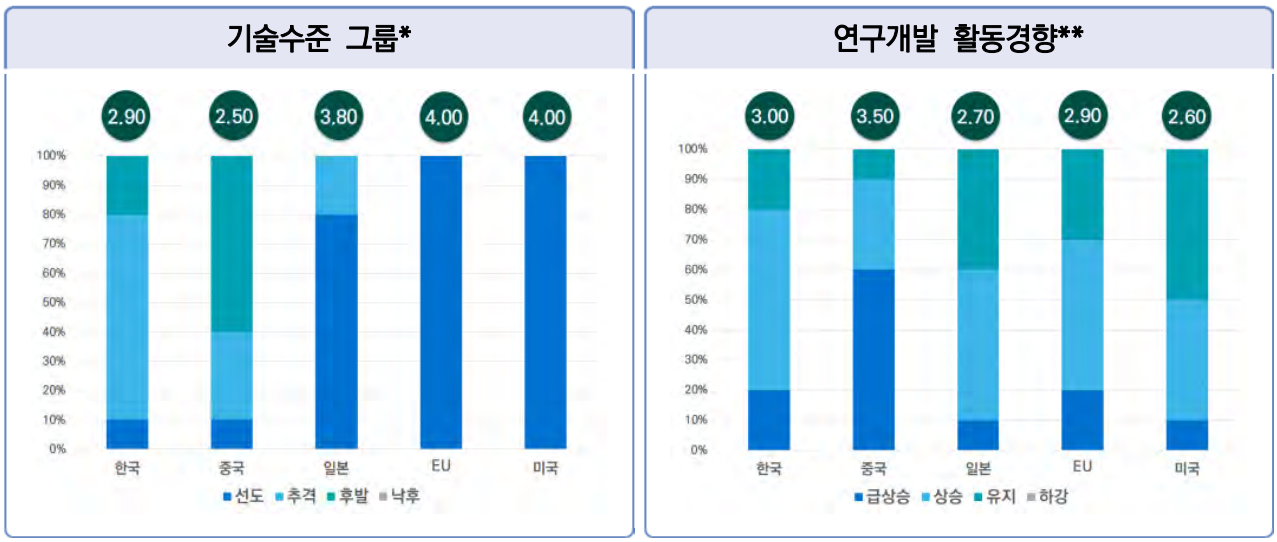
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	77.5	5.0	추격	보통	우수	상승
중국	70.0	5.5	추격	우수	우수	급상승
일본	88.0	2.8	선도	우수	우수	상승
EU	95.0	1.5	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	5.0	77.5	69.0	80.0	8.8	5.0	3.0	7.0	2.7
중국	70.0	5.5	70.0	60.0	70.0	7.7	5.5	5.0	7.0	2.2
일본	87.5	2.8	88.0	80.0	90.0	4.9	2.8	2.0	3.0	1.3
EU	92.5	1.8	95.0	90.0	95.0	5.4	1.5	0.0	2.0	1.1
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.6

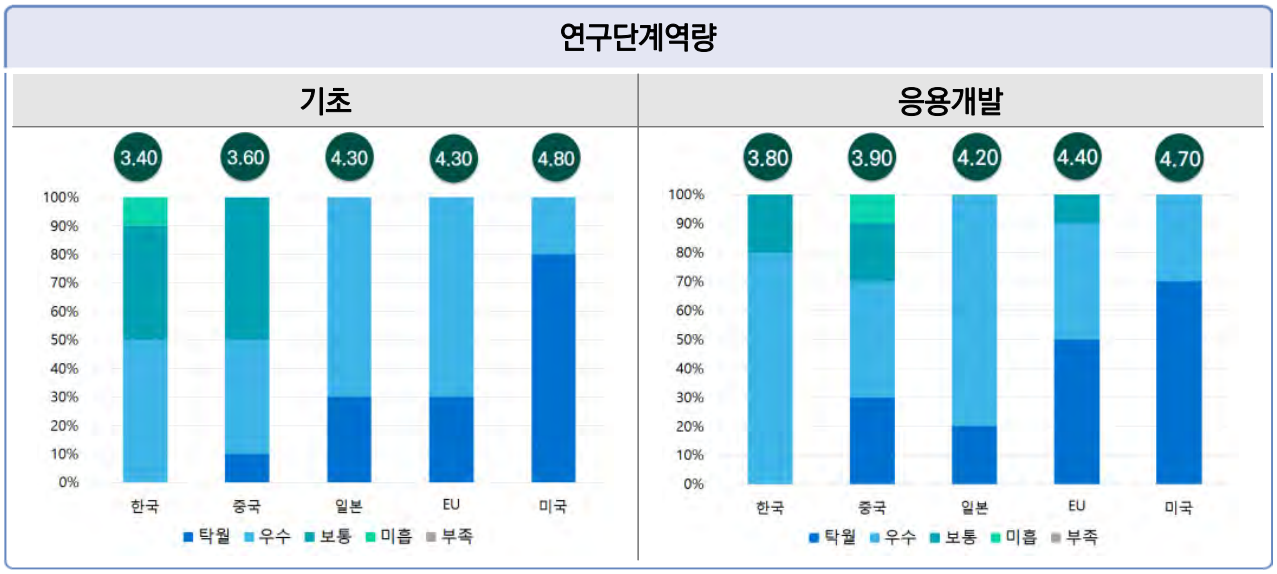
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (77.5%)	• 물관리 일원화 등 제도적 개선 진행 • 통합 수환경 모니터링 및 예측 관리 기술이 최근에 상당 부분 발전 • 비점오염 모니터링/모델링 연구 활발 • 최근 4대강과 댐 저수지 수질 및 녹조문제 등 정책적 이슈로 인해 기술개발 활발 • 출원인이 연구기관 및 대기업에서 특허 피인용 빈도가 높고 특허출원 건수도 상위권 유지 • 중앙정부 주도의 인프라 구성에 성공했으나 자료의 공개와 이를 활용한 연구 활동 높지 않고 기기 국산화율 낮음 • 외국 선진기술을 많이 추격하여 다양한 제품라인업을 가지고 있으나, 몇 가지 제품에 있어 센서 등 핵심부품은 아직 국산화를 하지 못함 • 기술은 있으나 수입품을 선호하거나 기존의 실적 위주의 선정 방식 등으로 인해 우리나라 기술이 성장할 수 있는 여건이 제한됨
중국 (70.0%)	• 전반적으로 수환경에 관한 연구 활동이 다소 부족한 상태 • 최근 수환경 모니터링과 예측기술에 대한 논문이 다수 발표되는 등 관련분야 연구 활동 활발 • 드론 분야의 시장점유율이 가장 높음 • 연구 활동에 두각을 나타내고 있으며 게재된 논문의 양적으로 큰 비중을 차지하는 등 주도적으로 두각을 나타냄 • 최근 정부 투자가 급격히 늘고 있으며 연구 분야 논문 등이 급증하나, 국가적 인프라 구축에 기간 소요
일본 (88.0%)	• 비점 관리 기법이 활발히 도입되는 중 • 수질 개선사업 및 거버넌스 사업 • 주요 대학을 중심으로 연구가 활발하며, 기술은 우수하나 국제화 노력 미흡 • 물순환 관련법들을 제·개정해서 통합 수환경 모니터링 분야에서 활발한 연구 추진 • 과거 10여 년간 국립대학에서 논문 피인용수가 높았으나 중국 등에 순위가 밀림 • 현재 세계적으로 사용되고 있는 측정 장비 및 시스템의 점유율 높음 • 계측, 정보관리 등 기반이 매우 견고하나, 수환경 분야에 대한 국가적 관심 저하 • Shimadzu Corp. 등 일본의 유수한 업체를 통해 기술 선도 • 자동화 등의 수준이 떨어지나 모니터링의 빈도, 자료의 활용 등에 대해 잘 알려지지 않고 있음 • 미국 영국 등의 기기를 어느 정도 유사하게 제조 공급하나 선호도가 약간 적은 편
EU (95.0%)	• 영국을 중심으로 비점오염 관리 정책/연구 활발. 독일 등은 수환경 계측장비 기술 보유국으로 선도적 역할 수행 • 네덜란드, 영국, 독일의 대학과 연구기관을 중심으로 수환경 예측기술에 대한 지속적인 개발 노력 • 전 세계적으로 관련 시제품의 점유율이 미국 다음으로 높게 나타남 • 최근 5년간 논문 피인용수는 대다수가 유럽소재의 기관으로서 기술파급력이 높은 연구 수행 중 • EU의 역량을 모아 여러 국가가 협력하는 중장기 프로젝트를 발굴하여 사업화 하는 등 새로운 연구역량 확보 성공 • 자동화의 수준은 한국에 비해 떨어지나 내실 있는 모니터링과 이 기초 자료를 제대로 활용한다. • 모니터링의 수준은 떨어지나 EU 국가 간의 협조 우수. 특히 경제적으로 모니터링이 어려운 국가를 위해 이웃의 부국에서 협조

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 수환경 관리를 위한 법적/제도적 체계 구축됨 • 수환경/수계 모니터링 및 유역 비점 예측/관리/평가 관련 기술 확보/선도 • 대학과 연구 중심 엔지니어링 업체를 중심으로 수환경 모니터링 및 예측 기술에 대한 지속적인 연구개발 투자 진행 • 대부분의 시장 점유율이 높은 제품들이 미국산이고, 관련해서 국제적인 워크샵 및 심포지엄도 활발하게 이루어지고 있음 • 최근 10년간 관련 특허의 등록 및 특허기술 피인용수가 최상위권이며 기업간 경쟁에도 우위에 위치 • 분야간 자료 공유와 협업을 통한 정보 활용도가 매우 높으며, 각 분야별 논문, 특허 등 연구 활동도 매우 높음 • HACH사와 같은 유수의 계측장비 기업이 미국에 포진 • JACOBS과 같은 기업을 통해 오래된 역사와 기술역량 보유 • 내용이 충실하지 않지만 하천, 공장을 대상으로 수질 및 대기 등 TMS를 갖춤 • 기존의 센서 및 IT 관련 기술 다수 다량 현장 보급 실적이 있으며 당분간 지속될 전망

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 연구개발을 많이 하고 있으나, 기초분야가 탄탄하지 못해 응용개발과 상품화에 강점 • 정부주도 중장기 연구프로젝트로서 스마트 통합 수환경 모니터링·예측 및 관리 기술개발사업 추진 • 최근 물 관리 일원화 등 정부 주도의 물환경 관리 정책, 관련 분야 장기 연구프로젝트 등을 통한 기술력과 연구 인력에 강점 • 논과 밭 등의 토지계 수환경 관리가 유역 기반으로 균형 있게 활발히 수행하여 자료 구축, 인력 양성, 기술 축적 등에 강점 • On-line real time monitoring • 수환경 통합 모니터링에 대한 수요가 급증하고 있으며, 관련 분야 연구개발에 대한 여러 가지 정책적 토대가 조성된 상태 • 고급 인력 보유 • 연구 인프라 우수	• 통합 수환경 예측/관리/평가를 위한 모델링 분야에 대한 원천기술에 취약 • 연구개발 둔화됨 • 기초와 응용 그리고 현실적인 상업성 문제를 국가적 차원에서 해소 필요 • 원천기술의 적용을 위한 응용기술개발연구가 미흡하며 법적 기준 역시 미흡 • 자료의 신뢰성, 투명성, 공개 등 • 각종 센서 및 운반체에 대한 원천 기술의 부족으로 상대적으로 활용 기술 중심으로 연구 진행 필요 • 핵심기술 개발을 위한 기초연구 투자 미흡 • 기초연구는 부실한 편. 외국의 제품을 분해해서 재생산 하는 능력은 있으나 한 단계 발전시키는 동력은 모자란 편 • 해당분야 선진 국가들에 비해 원천 및 응용기술개발 수준이 양적, 질적으로 미흡
중국	• 최근 중국제품이 저가형태의 가격경쟁력이 뛰어난 계측장비가 개발되고 시판되어 빠르게 시장을 점유 중 • 최근 5년간 특허출원건수가 가장 많고 가파른 성장으로 급상승 • 상대적으로 관련분야 인력이 많아 논문/학술회의	• 전반적인 관련분야 원천기술 및 응용에 대한 한계 존재 • 원천기술의 적용을 위한 응용기술개발연구가 미흡하며 법적 기준 역시 미흡 • 투자는 하지만 투자한 것(예, 기기)에 대한 효과적인 사용을 기대하기 어렵고, 자료의 신뢰성도 미흡

국가	강점분야	기타
	등의 활동에 강점 • 모방과 복제 • 원천기술개발 수준이 양적, 질적으로 성장 중 • 과감한 투자 • 개인용 드론의 시장 점유율이 가장 높아 국제적으로도 뛰어난 개발 환경 구축 • 우수 연구 인력 확보 • 연구 인프라 우수 • 기술 응용력 우수	• 수환경 개선에 대한 국가 정책이 상대적으로 낙후하여 관련 분야에 연구개발 투자가 미비함 • 핵심 기술 미흡 • 기초 연구 투자 미흡
일본	• 매우 기초적인 원리에 탄탄한 백그라운드를 가지고 응용개발에 매진 • 출연연구기관에 대해 정부지원의 프로젝트가 다수 있으며 기초 및 원천기술개발 축적도가 높음 • 정부 주도의 다양한 수질개선 사업에 기반하여 지역주민이 참여하는 통합적 거버넌스 구축 사업에 강점 • 농업 탁수 및 계측화된 유역관리 방안 구축에 강점 • 상대적으로 논 비점/수생태 연구 우수 • 미국 영국이 생산하는 대부분 장비의 생산 능력 보유 • 꾸준한 투자 • 자료의 신뢰성 높음 • 좁은 유역면적으로 인해 시공간적 해상도를 높여서 수행하는 통합 모니터링 분야에는 상대적으로 탁월 • 핵심 기술 및 고급 인력 보유	• 개발에 따른 환경적 역기능을 해소하는 데 한계 존재 • 연구 활동 등 둔화 • 소비자 선호도 낮음 • On-line monitoring • 관련 센서 기술의 국제화, 표준화 분야에서 상대적으로 취약 • 연구 인프라 및 국제화 미흡
EU	• 일부 특정분야에 있어서는 유럽제품만 있을 정도로 온라인 수질용 중금속측정기술 특수 분야에 대한 연구 활발 • 특허 및 원천기술수준이 높고 기술의 파급효과 및 상용화가 우수 • 수문/수질/수환경 계측 장비 기술력이 뛰어나며 해당 분야에 선도적 역할 수행 • 독일/영국 등 EU는 과거 환경보전에 치중하던 개념에서 인체건강에 초점을 맞추는 개념으로 패러다임이 변화하였고 유역 단위 회원국 간 공동협력을 기본 정책으로 규정하여 시행하고 있어, 다국적 인프라 구축에 강점 • 일부 분야에서 탁월한 기술 개발 꾸준히 진행 (유속계, 초분관센서 등은 독보적) • 세계 최고 수준의 원천 및 응용 기술 확보	• EU는 다국적 연합체로서 전체적인 통합 수환경 기본 방침 설정에 어려움 존재 • EU내 국가 간 역량 편차 존재 • 가격경쟁력이 떨어짐 • On-line monitoring • 통합 수환경 모니터링 상황이 EU의 국가마다 수준격차가 나타남 • 기초연구보다 보유 기술의 상업화에 중점

국가	강점분야	기타
	• 자료의 신뢰성, EU 국가 간의 협조 • 각종 센서 기술을 보유하고, EU 국가 간의 공조 체계 활성화	
미국	• 오래된 역사와 경험을 바탕으로 탄탄한 제품 라인업과 경쟁력 있는 품질 보유 • 등록특허 건수가 가장 많으며 이에 대한 피인용도 선도적 • 비점오염/수환경 모니터링/모델링 분야 기술력, 인력, 인프라에 강점 • 서부/남부 해안/연안 생태/환경 연구도 활발히 진행되고 있으며, 그에 상응하는 기술력도 확보되었고 제도적 근간도 체계적으로 구축됨. 최적 관리기법 및 다양한 오염원 관리 프로그램을 수립/시행 중 • 세계 최고 수준의 원천 및 응용 기술 확보 • 모니터링 방법의 체계화, 자료의 신뢰성 • 각종 센서 기술 및 모니터링 전문 인력, 대규모 국가 조직 및 관련 인프라 구축이 체계적	• 오염물질 중 박테리아/질소 등의 연구는 활발하나, 인에 대한 연구는 상대적으로 미흡 • 지역적 특성상 녹조/적조 연구 제한적 • 연구 활동 증가 추세 둔화 • 가격이 비싸고 유지관리 비용도 높음 • A/S에 문제가 많음 • On-line monitoring • 넓은 유역면적으로 인해 사물인터넷 활용 기술을 통한 시공간적 해상도를 높이는 분야에는 상대적으로 취약 • 트럼프 행정부 환경 분야 투자 약화에 따른 연구비 위축

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	4위	1위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 해당 기술 분야의 장기적이고 안정적인 연구 개발이 가능하도록 다학제 간 협업을 위한 사업단 등의 구성/지원 • 국가연구소(국립환경과학원 등)와 대학 및 K-water 등 기업연구소의 연구인력 협력체계 구축, 보유기술 및 자료의 공유 체계 확보 및 중장기 기술개발 로드맵을 함께 공동 작성하여 역할 분담 필요 • 고도화된 환경기술개발, 환경산업육성 및 수출기반을 위해 ET, NT, BT, IT 기술 융복합을 이용한 다부처간 공동사업 기획 발굴 및 사업화 지원 • 물 관리 일원화로 환경부에 수량, 수질 관리 기능이 모였지만, 농업, 국토와 산림의 국토 관리, 산업, IT 분야 협력 필요 • 연구기관 간 협의체 구성 및 연구실적 교류협력 • 부처 간의 협력 필요. 특히 환경부와 다른 부처(해양수산, 건설 등)와의 기술 협력 필요하며 민간 분석 업체의 양성과 신뢰성 있는 자료의 생산을 보장하기 위한 관리 감독 기능의 확보 필요 • 개방적으로 문제를 놓고 토론할 수 있는 장 및 연구 그룹을 유지 지원

	정책제언
국제협력 촉진	• 기술적 협업이 가능하도록 실질적인 국제 협력 체계 구축 • 분야별 최고 기술 보유 대학 및 연구기관과 협력 강화를 위한 기술교류 프로그램 (공동연구, 학술행사 등) 확대하고, 필요시 전문가 양성을 위한 인력교류 강화 필요 • 정부차원의 지원을 통해 전 세계 물 산업을 주도하고 있는 유럽의 메이저 기업들과의 전략적 프로젝트의 참여 및 개발도상국가의 공공부문 사업 분야 진출 • 한국의 위상을 고려할 때 국제적인 모니터링 네트워크 참여와 표준화된 기술 개발, 담수와 해양을 연결하는 오염관리 정책 등의 국제협력 필요 • 해외동향파악을 위한 시찰단 파견 • 정기적인 해외기술동향보고서 발간 • 선진국과의 분석, 모니터링 기술에 대한 교류 필요 • 국제적인 전시회나 관련 행사에 참여·유치하면서 좌표 설정 유도
인력양성 및 유치	• 장기적/안정적 연구 개발 환경 조성을 바탕으로 전문 인력 양성 및 해외 박사후/교수 등의 석학 유치 지원 • 동 분야 대학원 교육 강화를 위한 체계적 지원이 필요하며, 분야별 최고 전문가를 방학 중 초빙하여 기술전수 교육 등 실시 • 현장 중심의 모니터링 연구 확대 및 계측 전문가 육성 • 연구개발부문에 환경공학 관련 첨단 세부기술 융합학과 분야의 석박사 인력양성 및 연구 참여 지원 • 연구비의 점진적 감소로 향후 인력 부족 등이 예상되어, 연구비 확대를 통한 연구인력 양성 및 국제교류를 통한 인력 유치 등 필요 • 전기전자 계측 화학분석 등 융합 인재양성 및 전문교육 제공 • 분석 단가를 높여 분석, 모니터링 분야의 기업이 육성되면 자연히 인력이 확보될 것 • 대학에서 해당 분야에 대한 과목 교육 및 연구 지원
인프라 구축	• 물관리 일원화에 따른 전반적인 모니터링 및 관리 시스템 재정비 및 재구축 • 첨단 모니터링 센서와 컴퓨터 수치모델 등을 지속적으로 개발 할 수 있는 장기적 재정적 지원 인프라 구축 • 정부 및 시설관리자의 관측 자료에 대한 개방형 플랫폼 구축 • 민간산업의 전개 및 확장이 어려운 공공분야 환경산업 내수시장의 활성화, 경쟁분야 산업육성, 대외 경쟁력제고를 위해 정부주도하의 R&D사업을 통한 세부기술별 인프라 구축 및 통합관리 필요 • 모니터링 인프라는 잘 구축되어 있으나 이를 공개하고 활용하기 위한 빅데이터 플랫폼과 관련 자료 유통체계 구축 필요 • 신기술을 검증할 수 있도록 정부차원의 테스트베드 제공 • 빅데이터 분석을 전담할 인력과 정보 처리 능력 확보 필요 • 국내에서 관련 기기들이 판매되고 개선될 수 있도록 도시 또는 환경 개발 사업에 유치 지원
법·제도 개선	• 물관리 일원화에 따른 유역 관리방안 등의 법/제도 개선 • 수환경 예측 기술은 국가 물환경 정책 결정에 매우 중요한 역할을 하므로, 정책 실패 시 환경적, 경제적 막대한 손실을 끼칠 수 있으므로(예, 환경영향평가의 부실) 수환경 예측 기술 보유 전문가에 대한 국가 인증제도 도입 필요 • 수환경 분야는 규제를 기반으로 성장하는 특징을 가지고 있어 선진기술을 개발하고 규제 강화를 통해 일자리 창출과 해당산업의 활성화로 이어지는 선순환 구조를 확보하여 지속가능한 생태계를 구축 필요

	정책제언
	• 수환경에 직접적인 영향을 주는 시설관리자의 자체 모니터링 지양 모니터링 전문기관의 확대개편 및 첨단 계측장비 설치 및 운영 의무화 • 공공부문 상하수도 분야에 대해 기획, 기술개발수요, 해외시장 진출 등 기업의 투자 및 시장진출을 위한 제도적 접근마련 필요 • 연구내용 및 연구 성과가 법, 제도와 궤를 같이 해야 함 • 기존에 추진해 온 정책은 환경기초시설 건설과 관리의 초기 단계 문제를 해결해 오던 것으로 평균적인 측정 자료로는 성과를 거두고 있으나, 측정 수질의 통계적 분석에 의한 최악의 환경질 자료는 시간적 공간적으로 국민의 체감도에 미치지 못하고 있으므로 이를 해결하기 위해 공간적으로 세밀하고 확률적으로 높은 수준의 정책목표를 설정하기 위한 법과 제도 개선 필요 • 신생 오염물질 측정방식 및 새로운 센서 측정방법에 대한 폭넓은 인정과 시연회를 통해 검증될 경우 법 제도 테두리에 들어올 수 있도록 배려 필요 • 모니터링(특히 산업계 오염물질 배출에 대한) 자료를 허위로 작성할 경우 법률적으로 강하게 규제 필요 • 관련 연구 개발 및 응용 분야 지원
연구비 확대	• 단기적/일시적 연구비 확대 보다는 해당분야는 모니터링 자료를 기반/기초로 하기 때문에 장기적이고/안정적인 연구비 지원 필요 • 첨단 모니터링 센서와 컴퓨터 수치모델 기술의 국산화를 위한 장기적 연구비 투자 확대 • 현장 중심의 수환경 모니터링 및 하천 첨단계측 연구의 확대 지원 창의적인 기술을 보유한 대학과 현업적용이 용이한 기관의 협업 연구 확대 지원 • 경제적 편익을 고려하여 해당사업(R&D 사업, 실증화 사업 등)에 대해 공공부문투자 필요; 참여 기업의 활용성에 따라 정부지원금과 민간부담금의 편성비율 재검토 필요 • 법, 제도 개선이 뒷받침 되면 이를 해결하기 위한 세밀한 조사와 지역 맞춤형 정책이 필요하며, 이를 뒷받침하기 위한 기술개발과 점차 나타나고 있은 미량 유해물질과 농업계 오염원을 관리와 도시의 불투수면으로부터의 비점오염원의 근본적 관리 개선에 필요한 기술개발이 지속되어야 함 • 관련 국가 연구개발 자금 확대 및 다양한 기술보유 기관 간 컨소시엄 연구 촉진 • 신규오염 물질, 실시간 분석 및 자료 전송 등 연구비를 확보하고 발전된 기술의 수출 등에 대한 연구 필요
기타 의견	• 해당분야 기술은 점/비점오염원 처리기술 분야와 밀접한 관계가 있어 법/제도 개선 시 수처리 기술 수준과 융합시켜 진행 필요 • 실시간 모니터링을 제대로 구현하기 위해 IT 기술 적극 활용

다 주요 분석 결과 요약

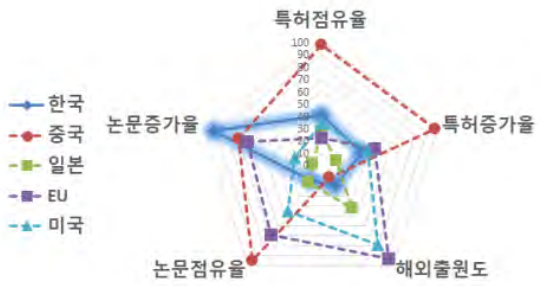
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	통합 수환경 모니터링 및 관리 기술	8,822	6,641	56.0%	155.5%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

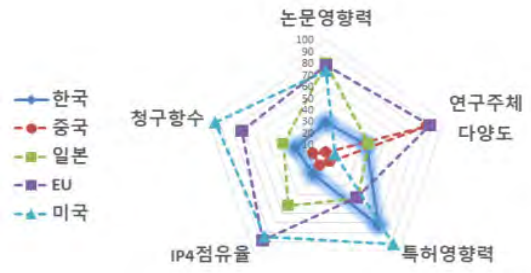
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	중국	중국	일본	미국
	46.4%	69.4%	15.2	16.9
한국	5위	2위	4위	2위
	3.0%	14.5%	9.9	12.8
5개국 평균[2]	-	-	10.2	15.1

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

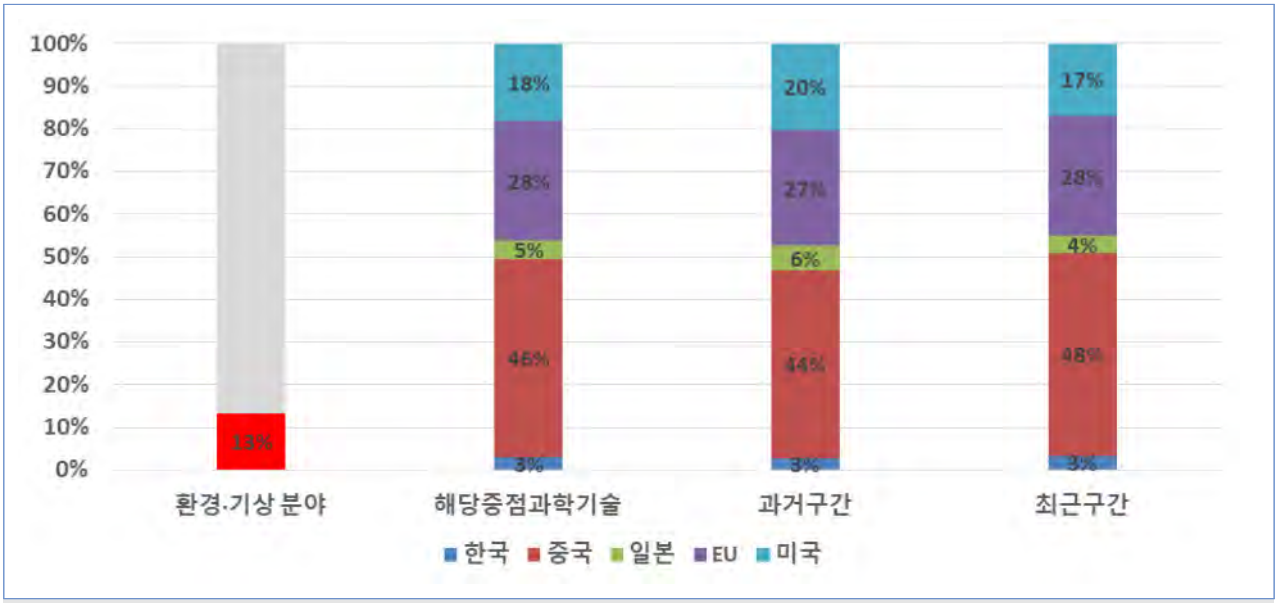
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.9)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 중국(46.4%), EU(27.8%), 미국(18.2%), 일본(4.6%), 한국(3.0%) 순이며, 논문 증가율은 한국(92.3%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 일본(15.2), EU(15.0), 미국(14.4), 한국(9.9), 중국(5.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.99)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.5%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(12.8)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(69.4%), 한국(14.5%), 미국(10.0%), 일본(4.8%), EU(1.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(276.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.2)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(16.9), 한국(12.8), 일본(9.1), EU(8.9), 중국(1.7) 순이며, IP4 점유율은 EU(12.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.0%	46.4%	4.6%	27.8%	18.2%
	논문 증가율	92.3%	68.0%	9.3%	62.1%	29.9%
	논문 영향력	9.9	5.2	15.2	15.0	14.4
	연구주체 다양도	0.90	0.94	0.90	0.99	0.96
특허 분석	특허 점유율	14.5%	69.4%	4.8%	1.3%	10.0%
	특허 증가율	36.8%	276.8%	-38.6%	66.7%	51.1%
	해외출원도	0.4	0.0	1.2	3.2	2.4
	특허 영향력	12.8	1.7	9.1	8.9	16.9
	IP4점유율	2.3%	0.2%	6.9%	12.5%	11.8%
	청구항수	4.5	2.5	5.4	8.4	11.9

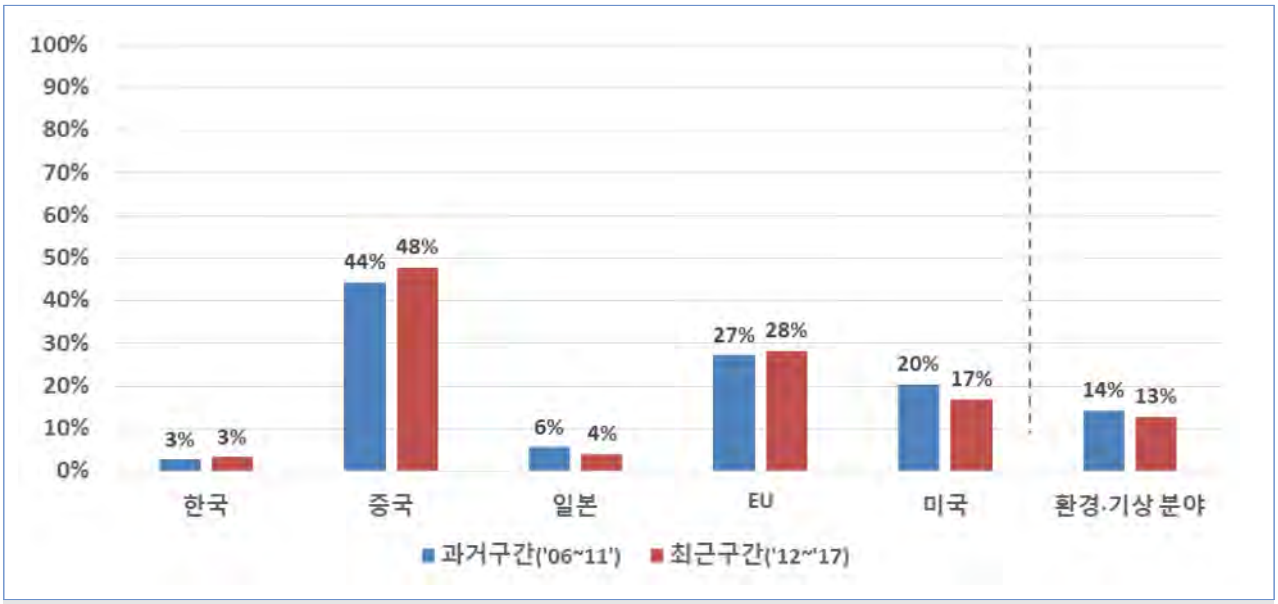
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 중국이 4089건으로 전체 논문의 46%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 13%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

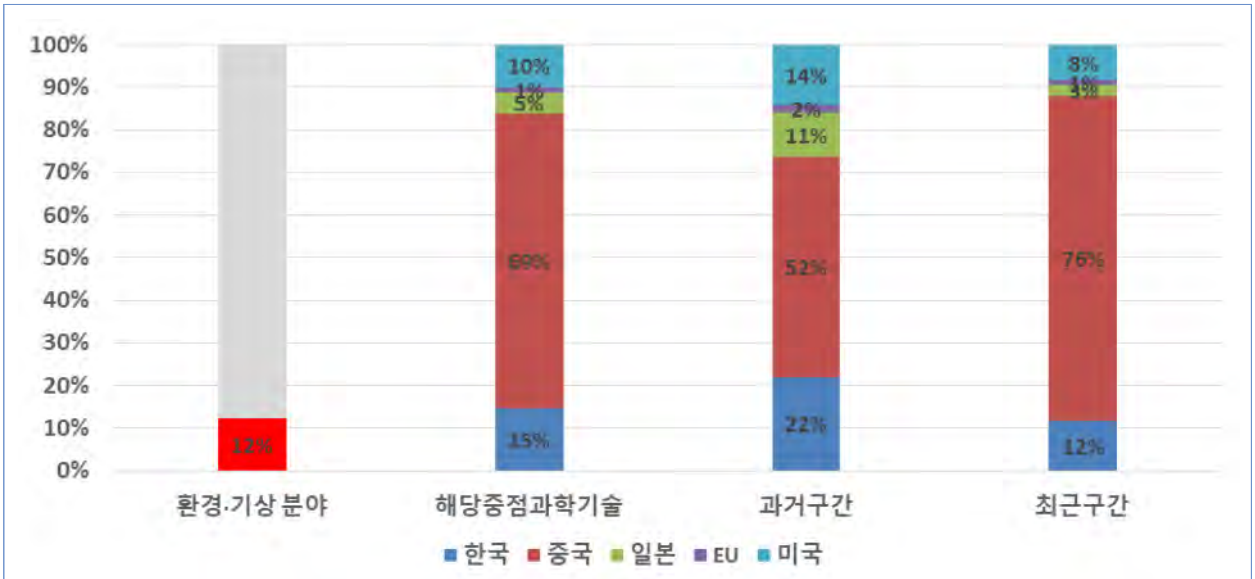


● 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 92.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	91	175	266	92.3%
중국	1,526	2,563	4,089	68.0%
일본	193	211	404	9.3%
EU	937	1,519	2,456	62.1%
미국	699	908	1,607	29.9%
전체	3,446	5,376	8,822	56.0%

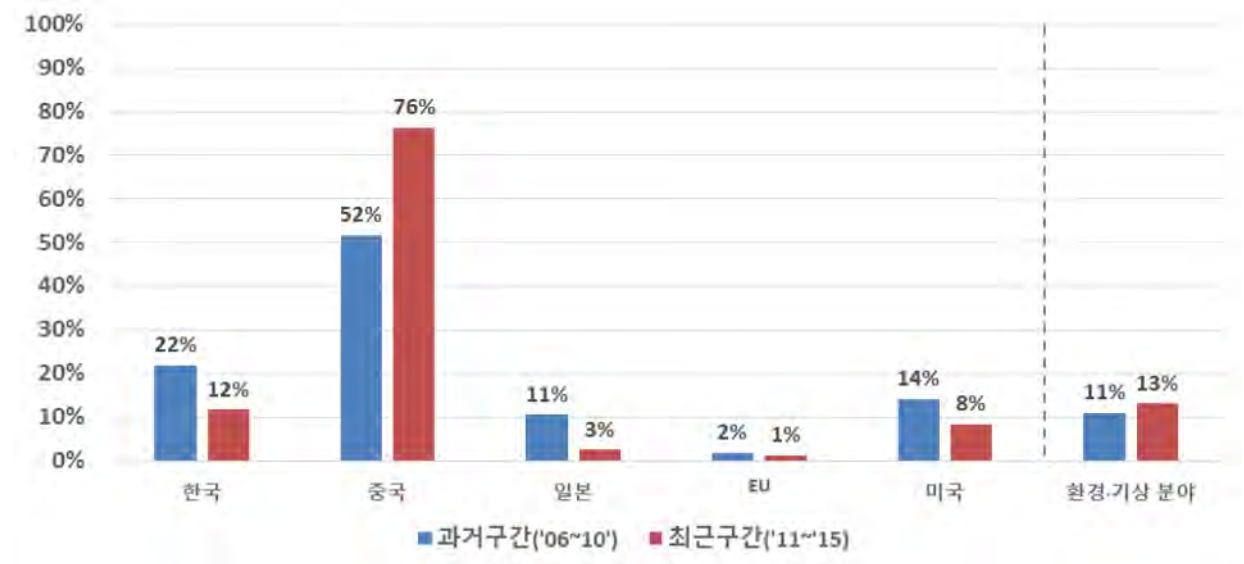
(4) 특허 점유율(전체)



- 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 4606건으로 전체 특허의 69%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 12%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



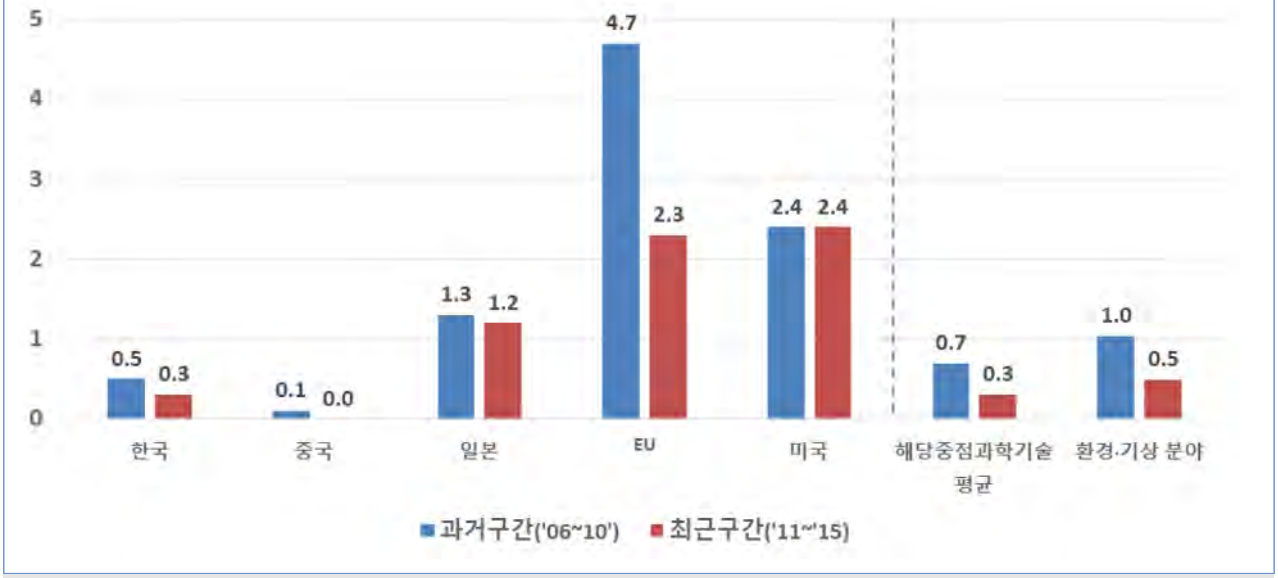
● 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 36.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	408	558	966	36.8%
중국	966	3,640	4,606	276.8%
일본	197	121	318	-38.6%
EU	33	55	88	66.7%
미국	264	399	663	51.1%
전체	1,868	4,773	6,641	155.5%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

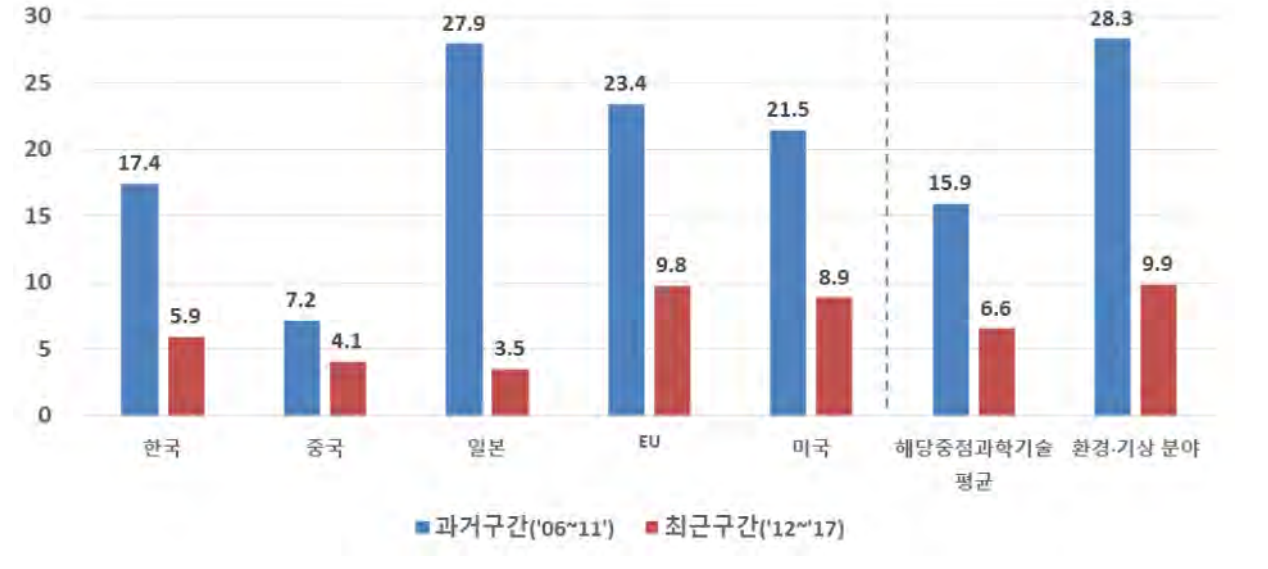


- 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간에서 EU의 해외출원도가 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타남

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

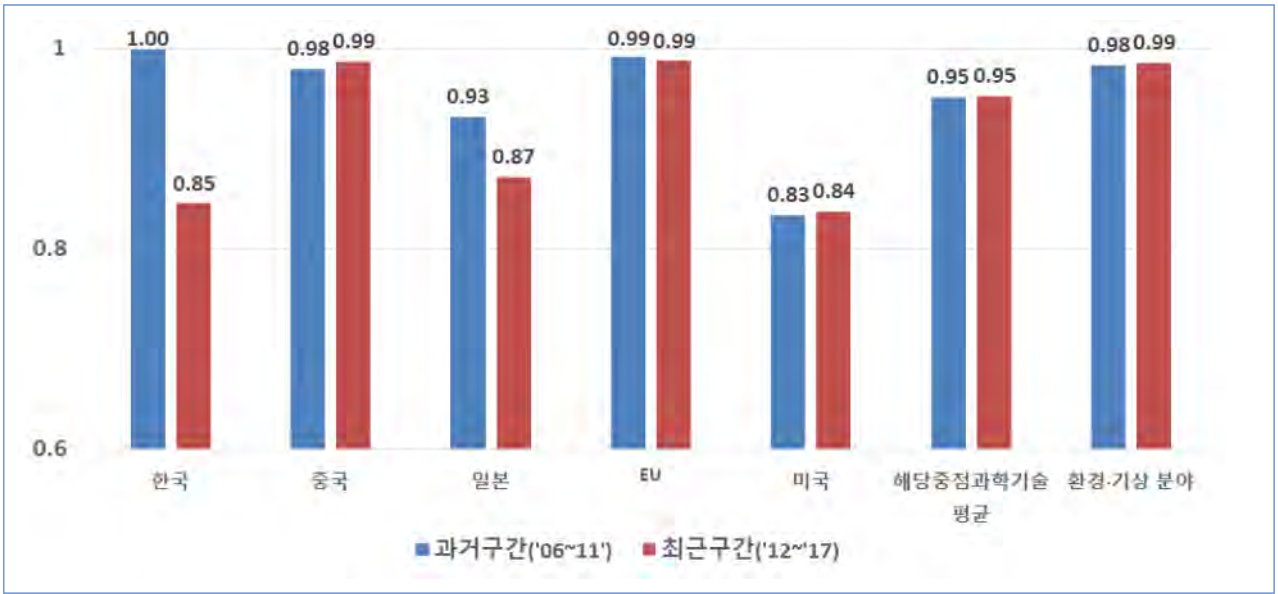
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



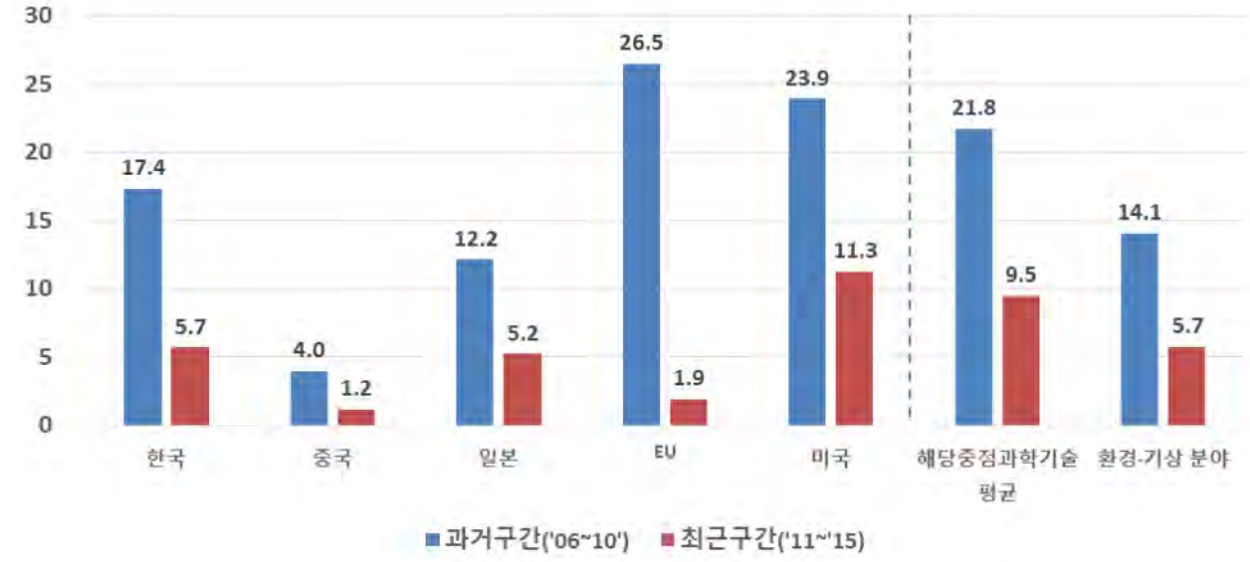
● 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



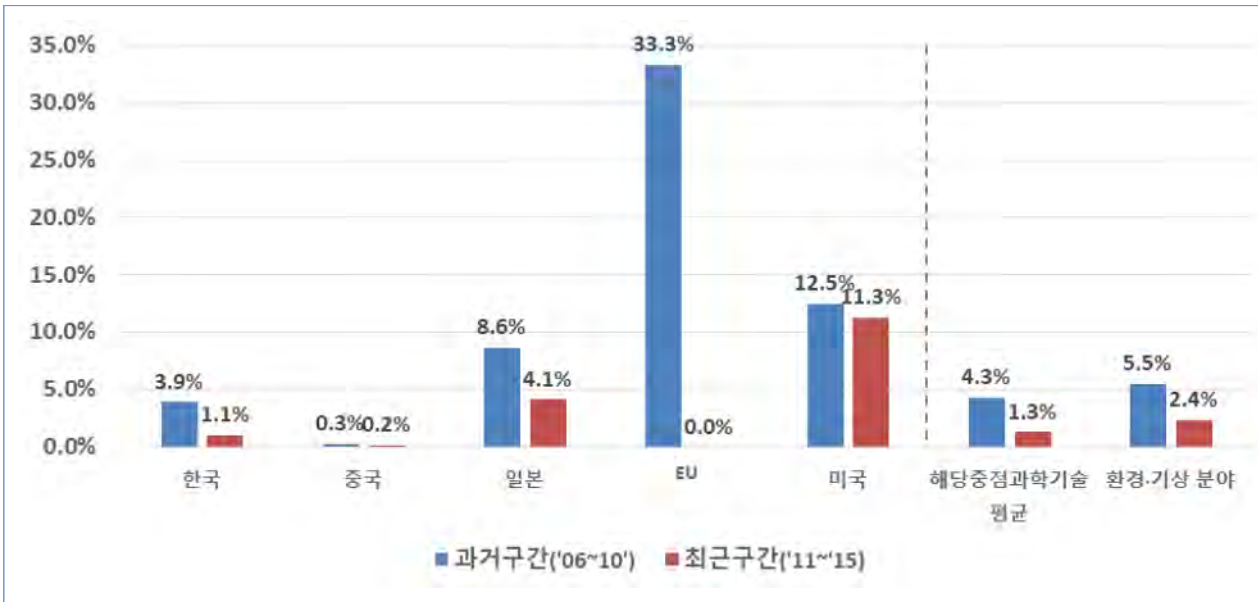
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



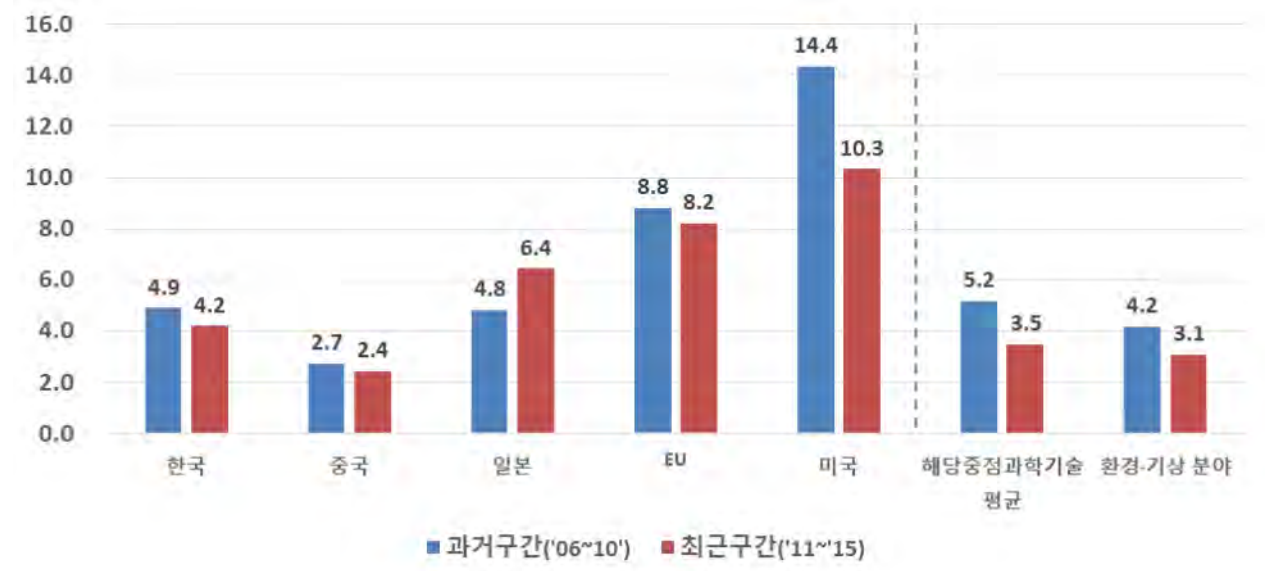
● 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

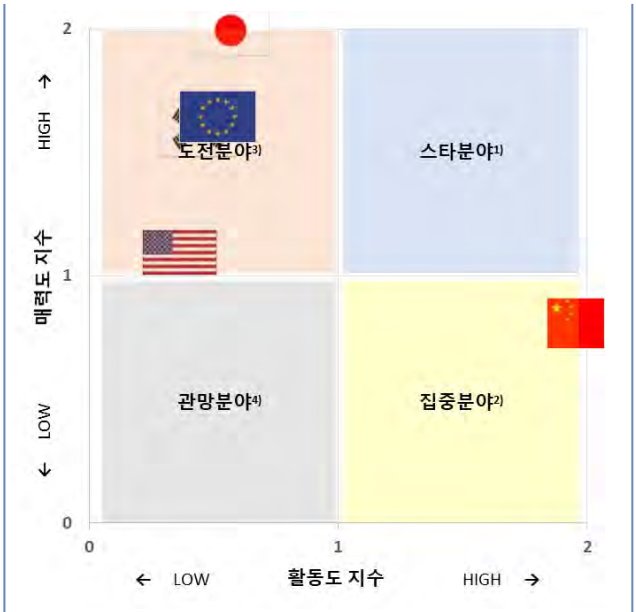
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

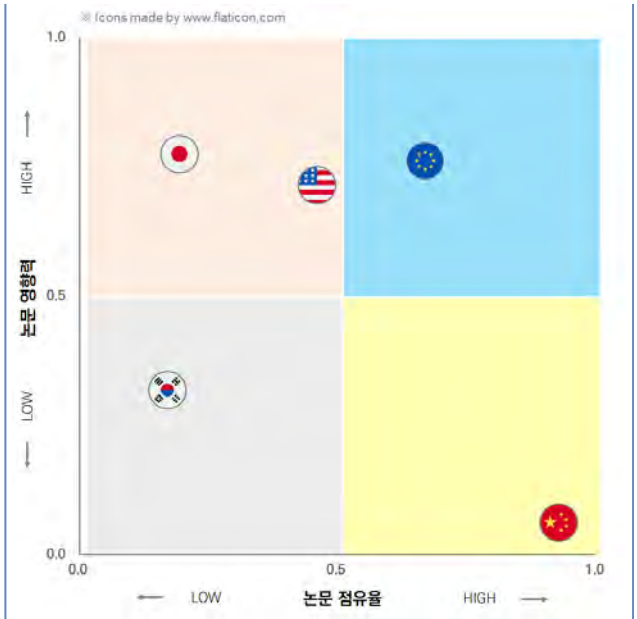
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

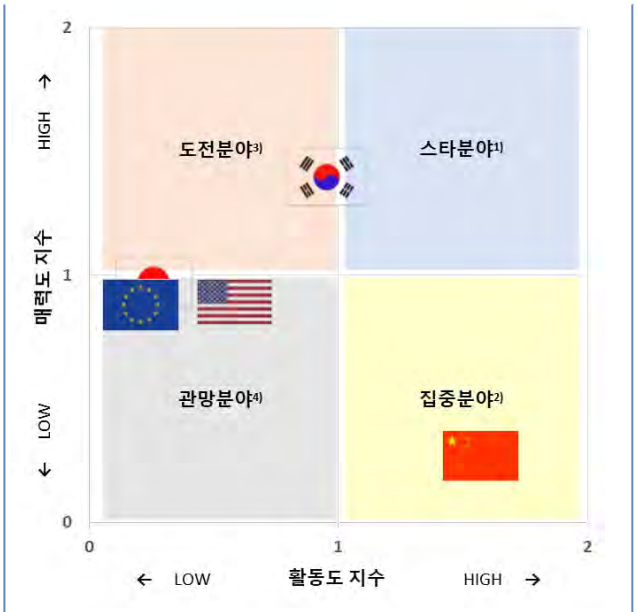


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

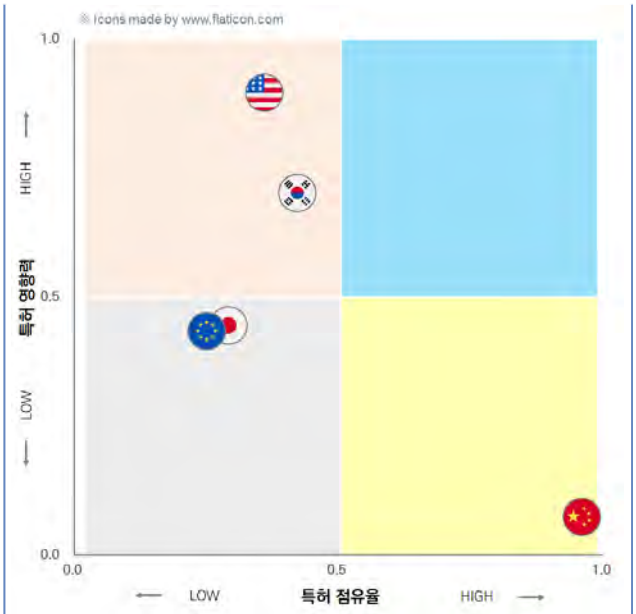
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 중국은 특허 활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 중국의 'HOHAI UNIVERSITY(0.92%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 4.51%(글로벌 점유율은 0.14%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HOHAI UNIVERSITY	중국	1.98%	0.92%	152.17%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	1.59%	0.74%	95.45%
3	CHINA INSTITUTE OF WATER RESOURCES AND HYDROPOWER RESEARCH	중국	1.37%	0.63%	-44.44%
4	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	중국	1.27%	0.59%	-32.26%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.15%	0.53%	-19.23%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	4.51%	0.14%	400.00%
2	YONSEI UNIVERSITY	4.14%	0.12%	900.00%
3	KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE	3.76%	0.11%	133.33%
4	INHA UNIVERSITY	3.01%	0.09%	-66.67%
5	CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY	3.01%	0.09%	200.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HOHAI UNIVERSITY	1.98%	0.92%	152.17%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	1.59%	0.74%	95.45%
3	CHINA INSTITUTE OF WATER RESOURCES AND HYDROPOWER RESEARCH	1.37%	0.63%	-44.44%
4	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	1.27%	0.59%	-32.26%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.15%	0.53%	-19.23%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYOTO UNIVERSITY	3.22%	0.15%	60.00%
2	WASEDA UNIVERSITY	2.48%	0.11%	-57.14%
3	KYUSHU UNIVERSITY	2.48%	0.11%	300.00%
4	UNIVERSITY OF TSUKUBA	1.98%	0.09%	-40.00%
5	YOKOHAMA NATIONAL UNIVERSITY	1.73%	0.08%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STOCKHOLM UNIVERSITY	0.61%	0.17%	14.29%
2	CATALAN INSTITUTE FOR WATER RESEARCH (ICRA)	0.45%	0.12%	166.67%
3	INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING	0.45%	0.12%	75.00%
4	UMEÅ UNIVERSITY	0.37%	0.10%	100.00%
5	UNIVERSITY OF SANNIO	0.37%	0.10%	-71.43%

6 미국

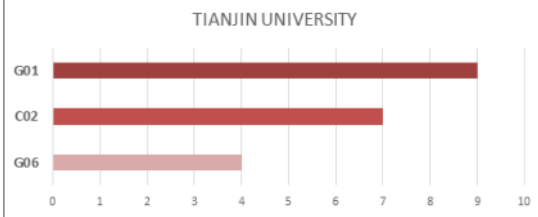
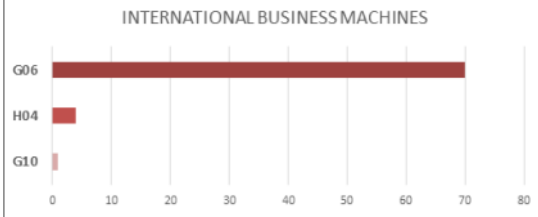
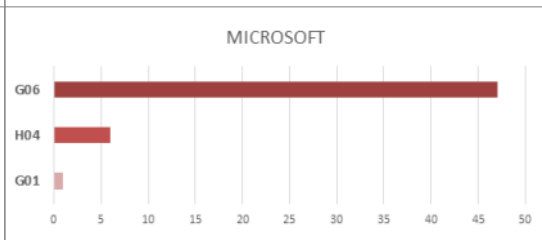
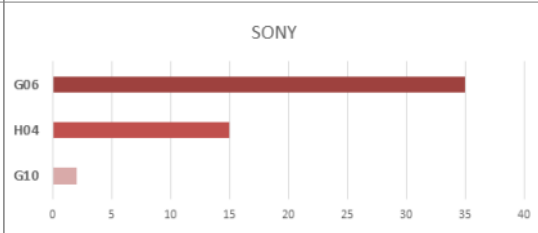
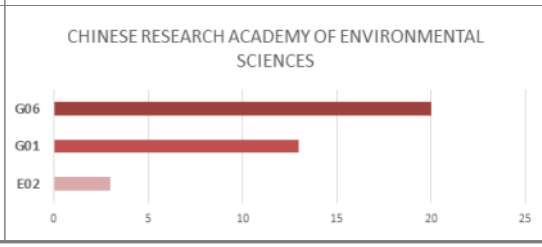
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.87%	0.34%	72.73%
2	UNIVERSITY OF LOUISIANA AT LAFAYETTE	1.18%	0.22%	116.67%
3	CALIFORNIA STATE UNIVERSITY	1.06%	0.19%	12.50%
4	TEXAS A AND M UNIVERSITY	1.00%	0.18%	-54.55%
5	UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA	0.93%	0.17%	175.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '한상관(1.25%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한상관'이 8.59%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '한상관'은 E02(토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工))에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

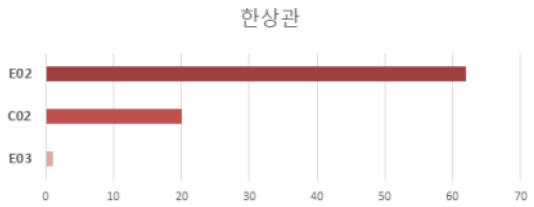
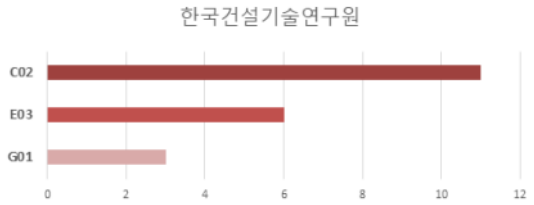
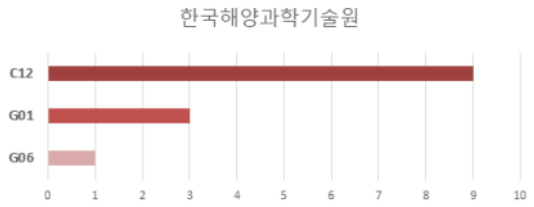
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	한국	8.59%	1.25%	132.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	11.31%	1.13%	77.78%
3	MICROSOFT	미국	8.30%	0.83%	-38.24%
4	SONY	일본	16.98%	0.81%	-50.00%
5	CHINESE RESEARCH ACADEMY OF ENVIRONMENTAL SCIENCES	중국	0.91%	0.63%	1200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E03	상수(上水); 하수(下水)
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	8.59%	1.25%	132.00%
2	한국건설기술연구원	3.00%	0.44%	63.64%
3	삼성전자	2.48%	0.36%	66.67%
4	대우조선해양	1.86%	0.27%	250.00%
5	한국해양과학기술원	1.76%	0.26%	1600.00%

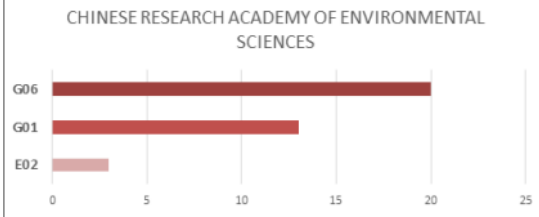
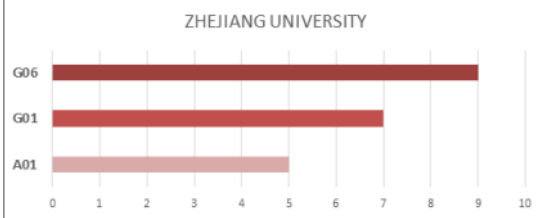
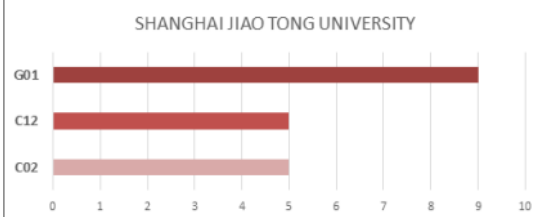
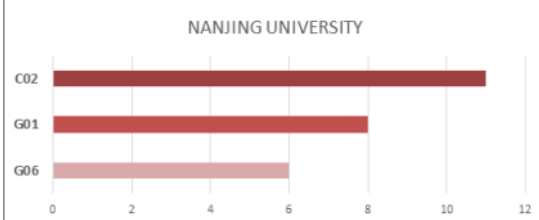
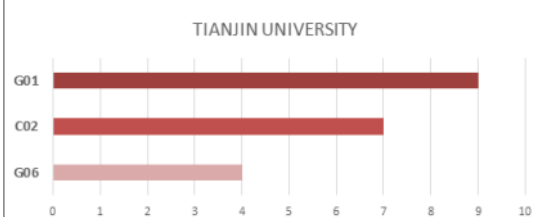
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E03	상수(上水); 하수(下水)
2		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E03	상수(上水); 하수(下水)
		G01	광학
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINESE RESEARCH ACADEMY OF ENVIRONMENTAL SCIENCES	0.91%	0.63%	1200.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.91%	0.63%	123.08%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	0.72%	0.50%	100.00%
4	NANJING UNIVERSITY	0.67%	0.47%	144.44%
5	TIANJIN UNIVERSITY	0.67%	0.47%	2900.00%

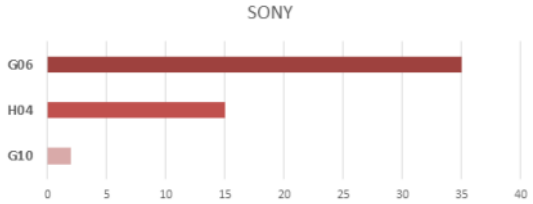
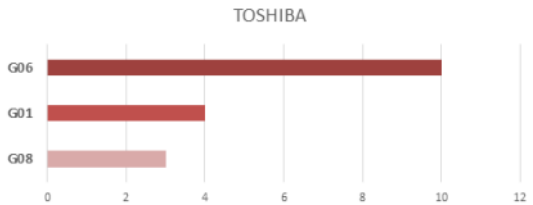
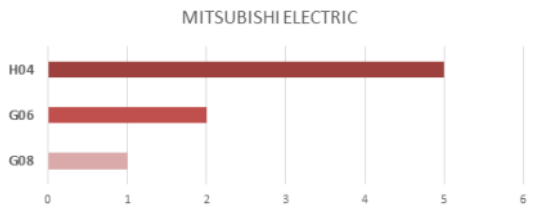
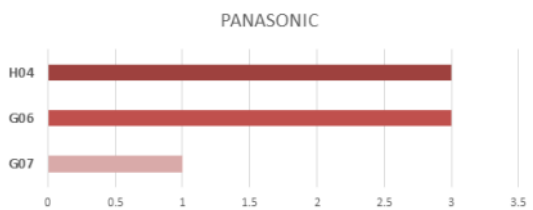
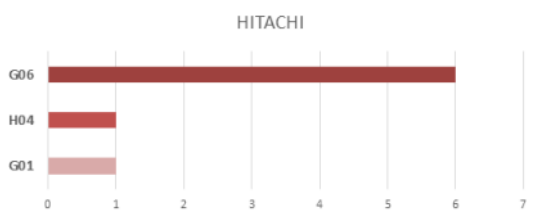
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
3		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
4		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G01	광학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

4 일본

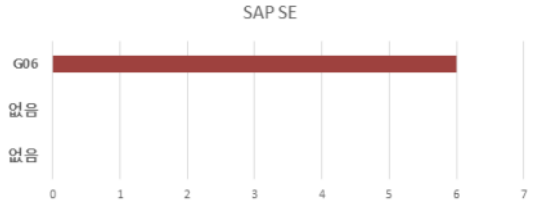
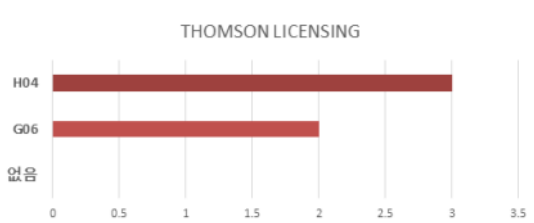
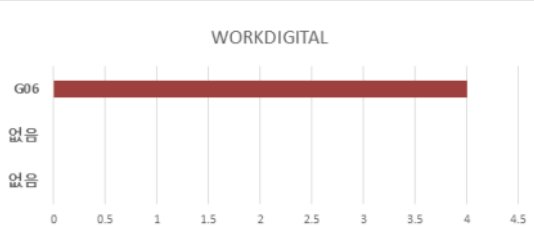
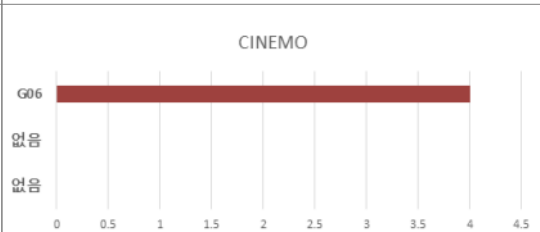
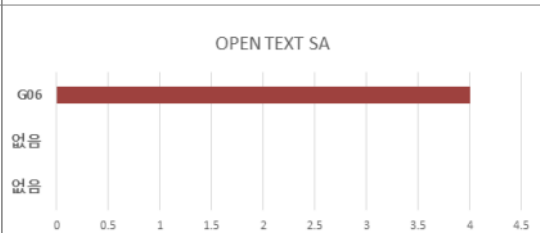
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	16.98%	0.81%	-50.00%
2	TOSHIBA	7.23%	0.35%	-46.67%
3	MITSUBISHI ELECTRIC	3.46%	0.17%	-77.78%
4	PANASONIC	2.83%	0.14%	-87.50%
5	HITACHI	2.83%	0.14%	-20.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G08	신호
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G07	검사장치
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학

5 EU

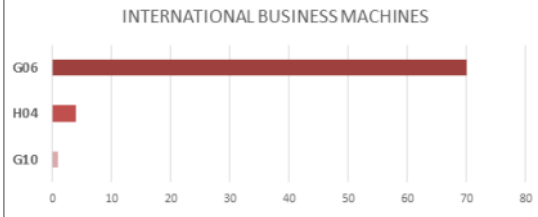
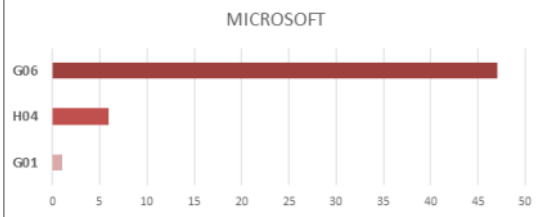
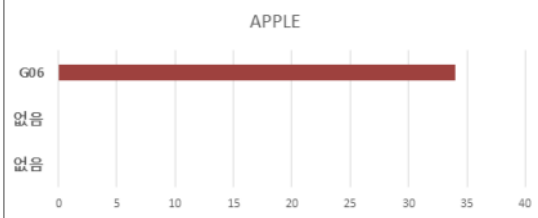
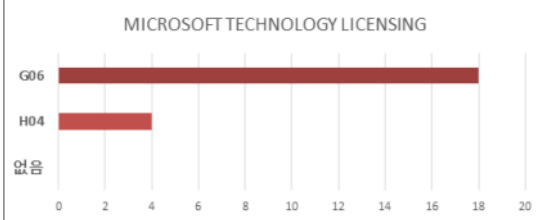
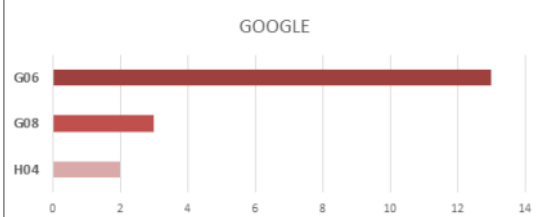
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SAP SE	6.82%	0.09%	500.00%
2	THOMSON LICENSING	5.68%	0.08%	-75.00%
3	WORKDIGITAL	4.55%	0.06%	300.00%
4	CINEMO	4.55%	0.06%	300.00%
5	OPEN TEXT SA	4.55%	0.06%	300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	11.31%	1.13%	77.78%
2	MICROSOFT	8.30%	0.83%	-38.24%
3	APPLE	5.13%	0.51%	-38.10%
4	MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING	3.32%	0.33%	900.00%
5	GOOGLE	2.71%	0.27%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		H04	전기통신기술

100 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술



100 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 환경오염물질의 위해성 저감을 위한 오염원 조사·평가, 오염물질(특정수질유해물질 및 미량유해물질 포함)의 감시, 현장 정화, 장기 처리, 유지관리 등의 토탈솔루션 기술 고도화 및 신기술 개발
- ☑ 유역 및 하천의 비점오염 저감, 수생태계의 복원을 위한 친환경적·재자연화적인 융복합 기술
- ☑ 해양 및 연안 사고 시 유출될 수 있는 기름, 위험유해물질 등의 환경오염원을 해양공학 및 환경공학적으로 저감·제어하기 위한 고도화된 융합 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

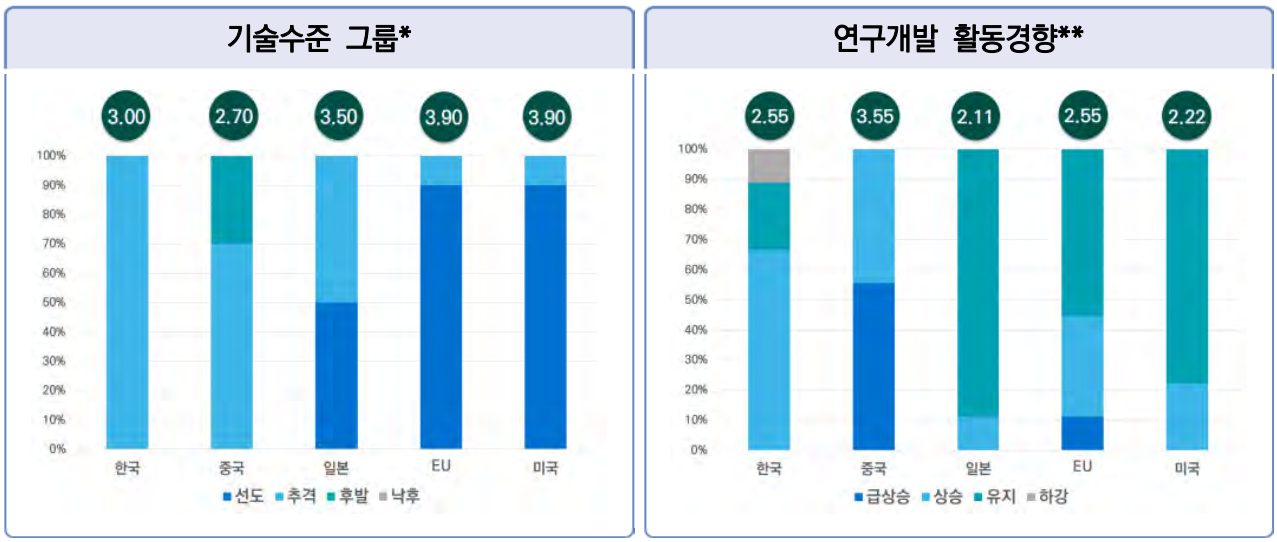
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	76.0	3.3	추격	보통	보통	상승
중국	76.5	4.5	추격	보통	보통	급상승
일본	85.0	1.5	선도	우수	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	우수	탁월	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	77.0	3.0	76.0	70.0	80.0	9.4	3.3	2.0	4.5	1.7
중국	80.0	5.5	76.5	65.0	80.0	11.2	4.5	3.5	5.0	1.4
일본	85.0	1.5	85.0	75.0	90.0	9.0	1.5	1.0	3.0	1.6
EU	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	3.5	0.0	0.0	1.0	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	95.0	100.0	3.5	0.0	0.0	0.5	0.4

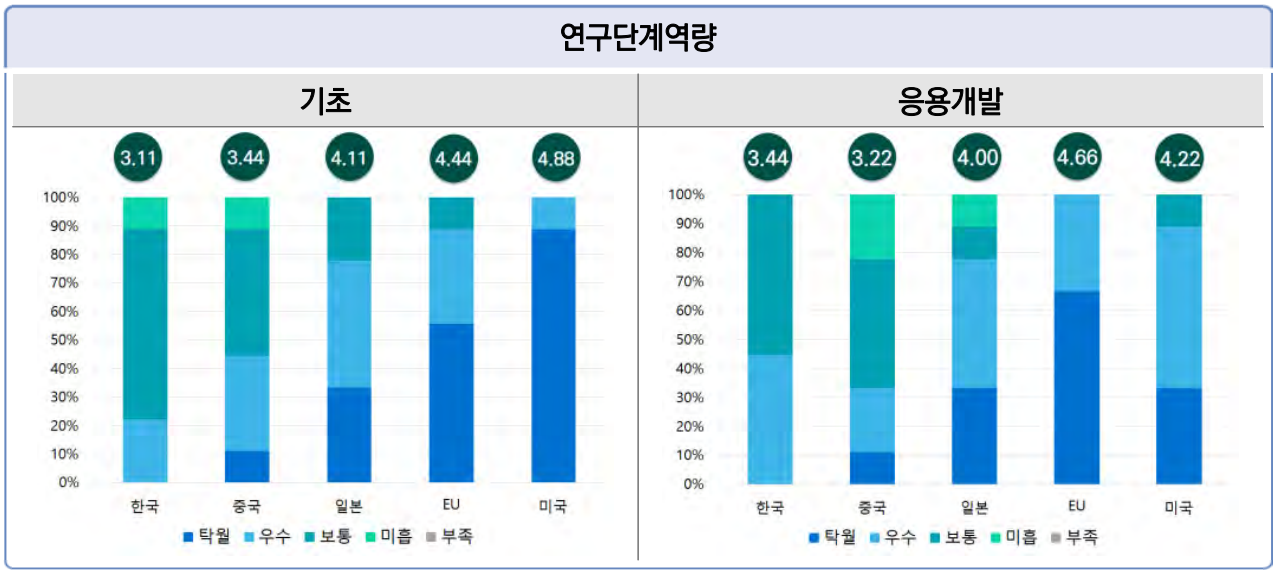
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (76.0%)	• 미국, 유럽 등에서 유학한 신진 연구자들이 한국에 자리 잡은 뒤 수준 높은 연구 결과를 발표 중 • 상대적으로 낮은 기술을 이용한 상용화 경험을 이어가고 있고, 그 활동이 증가 중 • 최근 수년간 상하수도 기반시설 건설이 완료됨에 따라 이 분야의 연구가 크게 위축되었으나, 대학 및 연구소의 기술수준이 크게 하락한 것은 아니며 중국 수준과 유사 • 국가적으로 환경에 관심을 많이 쏟고 있지만 그 관심의 시작이 다른 선도그룹에 비해 늦었고, 현재 논문이나 특허의 발표도 중국에 비해 많이 뒤쳐짐. 하지만 기존 선도그룹의 연구를 반영하여 발전시키는 형태의 연구 활동 지속 • 복합적 효과를 위한 융합적 연구가 선도그룹에 비해 다소 부족 • 환경부 등 관 주도하에 국책과제들을 추진해 많은 논문과 특허를 확보하였으나 실적용성이 떨어짐 • 연구 논문을 위한 연구와 실용화 연구가 다소 균형을 이루지 못함 • 최근 정부주도의 연구 사업을 진행하고 있지만 실제 현장에 적응되는 체계가 아직 미흡
중국 (76.5%)	• 중국의 논문 및 특허 등록 실적이 가파르게 상승하고 있으나, 그 질이 우수하다고 보기는 어려운 측면이 강하고 여전히 기술 모방단계 • 최고 기술 보유국에 비하여 현장 적용 기술 및 핵심 원천 기술 수준이 낙후되었으나 기술의 추격 속도는 매우 빠름 • 후발주자이었음에도 불구하고, 국가별 특허출원이 가장 가파른 상승세를 보이며, 2011년 이후, 가장 많은 특허를 출원 중. 지속적인 관심과 투자를 통해 논문등제 및 각종기술 개발에 상위에 링크되고, 이 속도는 굉장히 빠름 • 복합적 효과를 위한 융합적 연구가 선도그룹에 비해 다소 부족 • 일부 분야는 선도그룹에 속할 정도로 기술의 추격속도가 매우 빠르고 정부투자도 활발 • 정부 투자와 관심을 바탕으로 수환경 오염물질 처리 기술 개발 진행 • 학계를 중심으로 많은 발전이 이루어지고 있으나 실제 적용하는 부분에 있어서는 아직 후발국의 위치에 머물고 있음
일본 (85.0%)	• 실용기술에서 우수한 면이 있으나 신기술 개발 측면에서 EU와 미국에 뒤처짐 • 미국이나 유럽의 선도적 연구를 한국과 같이 추격 중이나 최근 몇 년간의 논문활동과 특허출원 미비 • 복합적 효과를 위한 융합적 연구가 선도그룹에 비해 다소 부족 • 관 주도하에 대형 연구프로젝트를 통해 체계적으로 기술개발을 추진하면서 핵심기술을 보유하는 중소기업 증가 • 유럽과 비슷한 학문적 풍토로서 새로운 기술 개발에 대한 연구 투자 보다는 기 개발된 적용 기술을 보완하고 실적용을 위한 시스템 기반을 마련하는데 연구 투자 • 최근 관련 분야의 탁월한 연구자가 나타나지 않는 추세 • 정부 투자와 관심을 바탕으로 수환경 오염물질 처리 기술 개발 진행 • 관주도아래 체계적인 국가연구 추진
EU (100%)	• 지속적인 산업계에서의 연구 개발과 정부 투자 • 가장 수준 높은 연구 결과를 발표중임 상용화도 선도 • 세계최고의 물기업(수에즈, 데그로망, 베올리아 등) 보유 • 우수한 스케일 업 및 다양한 원수에 적용하여 성공적인 결과물 제시

국가 (기술수준)	판단근거
	• 가장 오래전부터 지속적으로 연구해 오고 있고 우수한 기술 보유 • 기존 미국이나 아시아계의 나라보다 지속적으로 논문 및 특허를 꾸준히 해온 나라로 기술적, 숙련도 면에서는 상위에 있음 • 복합적 효과를 위한 융합적 연구가 선도그룹에 비해 다소 부족 • 상하수도 관망을 포함한 수처리 분야의 경우 프랑스, 네덜란드 이외의 유럽국가가 미국보다 기술을 선도 • 미국 대비 보수적인 연구 방향 • 새로운 기술 분야에 대한 연구 개발보다는 기존의 수처리기술을 보완하고 그 단점을 극복하는 방향으로 연구 진행 • 선도 그룹 가운데 가장 실용화 가능성이 높은 연구를 수행함과 동시에 순수 학문적 수준 또한 탁월 • 프랑스(대기업)/네덜란드(중소기업) 등 수처리 분야를 선도하는 기업들이 EU의 기술개발 선도
미국 (100%)	• 지속적인 산업계에서의 연구 개발과 정부 투자 • 최근 EU의 부상이 확연하지만, 전통적으로 미국수준과 큰 차이 없음 • 우수한 연구 결과를 우수 학술지에 발표 • 현재 특정 수질유해물질 및 미량유해물질의 식물정화 등 실험연구가 활발하나 그 관심이 2000년부터 시작됨 • 복합효과를 유도하는 융합기술의 노력이 돋보임 • 수처리 연구에 있어서 실험적이며 선도적인 연구 방향을 제시 • 국가 투자 역시 타 국가 대비 규모화 되어 있으며 투자 역시 활발함 • 인적 자원이 매우 우수하며 특히 타 국가로부터의 우수 연구 인력 유입이 두드러짐 • 지속적인 정부 투자와 관심을 바탕으로 수환경 오염물질 처리 기술 개발 활발 • 관련 정책수립에 대한 기초 및 기반이 구축되어 있으며 이를 바탕으로 관련 기술 개발 선도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 수처리 시설(하수처리장, 정수처리장, 관망유지 등)의 운영 경험 축적 • 소수이기는 하나 기초 연구 역량이 우수한 기관 보유 • 기술 상용화 경험 • 적정한 기술 수준 및 인력 보유 • 해외 선도 그룹의 연구 동향을 잘 파악하여 새로운 기술 도입이 원활한 연구 풍토 • 국가 주도의 연구사업 활발 • 막여과기술에 대한 중점 투자 • 우수한 연구 인력과 장비 보유	• 국내 수처리 시설 완비에 따라 대형 수요가 없음 • 수처리 관련 기업 수가 작고 규모가 영세하여 자체 연구역량이 불량함 • 정부의 수처리 산업 육성 의지 부재 • 기초연구와 새로운 테마에 대한 고민 필요 • 핵심 기술 보유 없는 상태에서 빠른 추격 기술 전략 그리고 실용화 전략으로 사상누각 상황의 보완이 시급함 • 토목/환경 분야에 대한 연구 기피 및 외국으로의 인력 유출로 향후 연구 수준에 대한 답보 상태 예상 • 연구 인프라에 대한 투자 미흡

국가	강점분야	기타
		• 개발된 신기술에 대한 환경 인프라 적용 미흡 • 지속적 연구비 확보가 용이하지 못하여 연구의 연계성 약함 • 기술의 검증과 적용을 위한 테스트베드 및 국가적 적용방안 미흡 • 국제공동연구, 융합연구, 국제학술대회 개최 등에 대한 기반이 약함 • 연구의 행정적 절차와 연구비 집행 등에 너무 많은 시간 소요하여 연구의지 약화 심각 • 기본적인 연구 활동 능력은 미흡하지 않으나 아직까지는 선도그룹을 따라 연구에 힌트를 많이 얻어가는 양상이 많아 아쉬움
중국	• 풍부한 국내 물시장을 바탕으로 기술개발 및 도입, 보급 노력이 매우 활발함 • 연구 인력의 양적 풍부함이 뚜렷함 • 특허 출원 및 연구 활동 결과 발표의 상승속도가 빠름 • 후발그룹이긴 하나 대대적 연구 투자가 이루어지며 다수의 규모화된 연구그룹의 선명도가 높은 연구성과 보고를 통해 점차 추격, 선도그룹으로의 도약이 곧 이루어질 것 • 학계를 중심으로 급속한 기술 수준 증대 • 우수 연구 집단에 대한 국가주도의 연구비 지원이 매우 높음 • 응용연구에 역량을 집중하여 기술개발 수준이 매우 뛰어남 • 기술의 응용을 위한 테스트베드 구축과 기술의 적용을 위한 프로젝트가 매우 용이하게 진행 • 국제교류를 매우 중요하게 생각하여 국제학술대회, 교수초청 등에 집중적 지원을 수행 • 연구비 집행이 자유로움	• 아직 기술 모방/추격 단계를 벗어나지 못함 • 논문 및 특허에서 양을 추구하는 단계에서 벗어나지 못함 • 위협적으로 성장속도가 빠름 • 상용화 경험 • 최근 대규모의 과학기술 투자, 고급 인력의 급격한 증가 등으로 추격속도가 매우 빠른 상황이라 주목할 국가 • 기초연구가 매우 미흡 • 최근 과학기술의 적극적인 투자가 진행되고 있으나 환경 분야의 투자는 타 분야에 비하여 다소 미흡 • 복사 수준의 기술개발 추진으로 원천 기술, 실용화 기술 모두 부족한 상황
일본	• 산업폐수 처리 우수 • 수처리 관련 소재/재료(분리막, 흡착제 등) 개발 및 양산 능력 탁월 • 유럽과 함께 전체적으로 모든 연구에서 선도적으로 운영 • 기술, 인력, 인프라에서 모든 강점을 보유 • 핵심 원천 기술 측면에서 학교 및 연구소의 장기 계획을 바탕으로 한 핵심 기술 확보 전략 우수 • 상용화 측면에서 기업의 기본 기술력이 타 국가에 비하여 평균 이상인 점을 바탕으로 응용, 상용화 측면에서 강점 보유	• 개념적 신기술 개발 능력이 유럽, 미국에 비하여 낮은 편 • 수처리에 대한 국가적 관심이 낮은 편(기후적으로 물 풍부) • 논문, 특허 면에서 선도그룹임에도 불구하고 그 양이 많지가 않음 • 정부 관심 인력 • 기초연구가 주춤하는 경향이 있음 • 기술의 융합노력이 다소 낮음 • 최근 수처리 기술에 대한 선도적 연구 사례를 찾기 어려움

국가	강점분야	기타
	• 최근 정체하는 것 같으나 체계적이고 장기적인 기술 개발 노력 • 국제협력 및 교류에 매우 활발하여 기술의 적용력이 높음	
EU	• 전통적 수처리 기술 기반의 세계 최고 기업 보유 • 신기술(예, anammox)를 개발하고 이를 보급함에 탁월함을 보임 • 최고 수준의 연구기관(Delft 공대, Max Plank 연구소 등) 보유 • 에너지 자립형 수처리 기술 개발에 선도적 • 기존의 연구 기술, 인력, 인프라 모두 훌륭하게 활용 • 직접적 우수사례보다는 전체적으로 상향평준화 되어있는 모습 • 기술을 실용화를 위한 인프라 발판 우수 • 민간 기업에 의한 기술 혁신 산학의 활발한 연구 연계 노력 • 국가 간 공동연구를 중요하게 평가 • 국가 간 활발한 인력 교류를 통해 높은 연구역량 확보	• 미량유해물질에 대한 관심이 미국 대비 저조 • 기술수준은 미흡한 점이 없으나 엄청난 공세로 몰아붙이고 있는 중국에 비해 천천히 발전하는 형태 • 유럽 특유의 실용성과 도전 자세로 실용화 기술에 적극적이나 실질적 보급형 실용 기술 확보는 다소 부족 • 기초연구 다소 미흡 • 핵심 코어 기술의 지속적 업그레이드 및 학교의 연구력 부족으로 기초 연구 측면 부족
미국	• 공공 수처리 시설에 신기술 도입 절차가 매우 원활하고 운영인력의 기술수준이 높음 • 수질오염물질에 대한 분자수준 연구능력 탁월 • 전체적으로 모든 연구에서 선도적 • 기술, 인력, 인프라에서 모든 강점을 보유 • 기초 과학을 중심으로 한 코어 기술 확보 및 유지 수준은 매우 높음. 상용화 및 대용량화에 있어서 다소 부족한 점은 있으나 타 국가에 비하여 우수하게 유지됨 • 도전적인 연구 풍토 • 선도적 연구와 함께 기존 전통 연구에 대한 투자 또한 꾸준히 이루어짐 • 첨단 분야 및 환경 이슈에 관한 기초 연구 및 이를 정책에 대한 반영 • 학제 간 및 전 공간 연계 및 융합 우수 • 연구비의 사용을 자유롭게 함으로써 연구에 많은 시간을 사용하도록 인프라 구축 • 실패한 연구도 결과로 인정됨 • 안정된 연구한 확보를 위한 연구비의 유연성(간접비의 다양한 활용 등) • 연구를 하는 교수에 대한 강의비율 경감을 크게 둠 • 기초연구에 대한 장기과제 및 장기모니터링을 중요하게 평가	• 연구과제 선정 시 아이디어를 중요하게 생각하며, 최종평가 시 연구 성공일 경우 정산 하지 않음 • 수처리의 에너지 자립 기술 도입이 유럽에 비하여 느린 편 • 기본지식을 넘어 여러 인프라를 통해 연구의 폭이 넓음 • 정부 관심 • 국가 제조업 경쟁력의 전반적 하락으로 상용화 기술의 업그레이드 부족

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	1위	5위	2위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 연구진의 연구가 개별화되어 있으므로 활발한 연구 성과를 보이고 있는 연구팀 간 협력 필요. 특히 기술의 산업화를 위해 알려진 기술을 기업들과 연계하여 상용화하는 방향의 협력연구를 위한 법적, 제도적 뒷받침이 절실 • 수처리시설 소유자(지방정부, 공사 등)와 대학, 연구소, 기업 간 협력 촉진하는 정책을 세우고 이를 장려하는 인센티브 또는 강제수단 필요 • 대상 기술의 통합을 통한 기술 투자의 효율성 제고 및 기술 협력을 통한 최종 성과물의 빈 분야, 부족 분야의 신속한 도출을 통한 최종 성과물의 최종 목표 달성의 효율성 극대화 필요 • 국내 연구진들은 정기적인 학회나 포럼을 통해 지속적인 정보교류의 장을 마련하여 소통 필요. 학회 활성화 및 국가기관 주도적 포럼의 횟수를 늘려 소통의 기회 마련 • 내 연구자간의 협력에서 타 분야와의 연계 부분이 다소 미흡. 예를 들어 처리와 제어 기술의 최종 현장 적용을 위해 필수불가결한 필요한 모니터링 혹은 독성 평가 관련 기술 분야와의 협업 등 필요
국제협력 촉진	• 지리적으로나 연구의 양과 질적 성장을 고려할 때 중국과의 국제 협력이 가장 효율적일 것 • 필요시 외국기술을 과감히 도입하고 보급하여 국내 학계와 기업 자극 • 국제적으로 추격그룹인 우리나라에서 해외에 연구진들과 지속적으로 연계하기 위해 국가기관이 대표로 MOU 등을 체결하여 진행, 작은 연구 집단도 국가기관의 연결고리를 통해 국제적인 연구기관과의 교류 성사 • 국제적 연구 성과도출 위해 국제학술대회 개최 비용을 국가적으로 지원 • 연구 논문 및 특허 성과에 근거했을 때 기술선진국의 초고도 처리 및 제어 기술 수준에 근접한 역량을 확보하였으나 기술의 최종 목표인 실용화와 기반 원천 기술의 측면에서 선진국에 미흡하므로 이를 위한 국제 협력촉진 필요. 특히 실용화의 경우 가장 많은 오염 사이트를 확보하고 있는 중국과의 협업관계 중요 • 해외의 수환경 오염물질을 선도하고 있는 미국, 유럽 등지의 선도 그룹 또는 연구소등과의 국제 협력의 증진을 통한 수준의 향상 • ODA 사업같이 원조가 필요한 국가에 진출하는 단계에서 벗어나 중동지역처럼 해외 기술의존도가 높고 재정적 지원이 가능한 전략국가와 협력
인력양성 및 유치	• 세계적인 선도 기술과 원천기술을 개발할 능력을 갖춘 인력 개발 • 관련 법 제도 개선 및 연구 상용화가 활발해지면 필연적으로 인력양성 및 유치 필요할 것 • 환경기초시설은 물론 기업의 환경시설에도 환경관련 대학을 졸업하고 일정 수준 이상의 자격을 소지한 기술 인력의 고용을 의무화함으로써 우수한 인력이 수처리 분야에 계속 유입되어야 함 • 환경 기술 개발 분야는 기술의 화려함 부족으로 인해 대학교육 시점부터 많은 어려움 발생. 해당 기술은 국민 생활의 기반을 다루는 분야로 필수 기술 확보는 반드시 필요함으로 국가에서 해당 분야의 인력 양성에 대한 적극적인 지원책 마련 요망

	정책제언
	• 기본적으로 연구자의 숫자가 많고 지속적으로 연구하는 젊은이가 있어야 발전이 있으므로, 기본적인 인력의 확대를 위해 장학금, 기업과의 연계 등을 통합적으로 관리하는 기관 부서 마련 • 국제적인 동향 분석과 시장창출을 위하여 우수 인력양성이 필요하나 여전히 관련분야의 인력부족으로 새로운 연구 및 학문수행이 어려움. 대학원생 및 박사후 연구원에 대한 정부의 지원 절실 • 환경 관련 분야로의 인력 유입이 어려움. 특히 상당수의 환경 인력이 토목분야에서 나오는 현 실정에서 토건사업의 후진성을 은연중 언급하는 언론보도로 인해 지망학생인력 유치가 매우 어려움. 인력수급을 위한 대안 분야의 (예: 토목 외 환경공학, 화학공학, 기계공학) 확보가 필요하며, 환경공학 분야를 지원할 수 있는 인력양성사업에 확대 필요 (예: 대학원 지원 사업, 박사후연구원 지원 사업 등)
인프라 구축	• 산업계에 기술개발 및 본 기술 제어기술을 갖춘 인프라 구축 필요. 현재 설계 및 제어기술 분야 인프라 절대 부족 • 실증을 위한 인프라 및 기존에 연구 성과가 있었던 기술을 기업과 연계시키기 위한 인프라 구축 • 환경 기술 분야는 기술의 원천성 측면에서 타 과학기술에 비하여 낮으므로 정부에서는 타 과학기술에 비하여 과학기술적 매력이 낮은 점으로 인해 인력양성, 우수논문의 작성 등이 부족. 이런 과학기술적 매력을 보완할 수 있는 환경 기술적 매력을 확보할 수 있는 인프라 구축 필요 • 테스트베드 구축 및 장기 모니터링에 대한 투자가 가능한 인프라 구축이 필요하며, 융복합적 연구팀의 구성이 가능한 정부투자 필요 • 수처리는 반드시 실제적인 적용을 근거로 그 관련 기술이 개발되어야 하나 현재 실험실 수준에서 개발된 기술을 적용할 수 있는 파일럿 규모의 시설은 매우 국한되어 있음 (예: 수자원공사 등). 또한 기존 정수/하폐수 처리시설의 경우 외부 관련자료 유출로 인한 피해를 우려해 학교/정출연의 매우 제한적인 연구 인력에게만 시설을 오픈하고 있어 개발 기술을 시연할 수 있는 인프라 확보 필요 • 산학이 공동 연구를 할 수 있는 인프라
법·제도 개선	• 환경 문제는 규제에 따라 연구의 강도와 수준이 영향을 많이 받는 경향이 있으므로 선진국 수준의 환경 규제를 신중히 도입 • 물관련 법정 허용 기준이 대폭 강화되어야 하며, 신기술이 기존 시설이 적극 도입될 수 있도록 제도적 장치 필요 • 개발 기술의 신규성은 개발 기술이 신기술 적용에 있어 보수적인 특성이 강한 환경 기술 수요 현장에 적극적으로 반영될 수 없는 모순적 장애물로 작용함. 따라서 개발 신기술의 적극적 수요처 활용이 가능하고 동시에 공공적 안전성도 확보할 수 있는 법 제도 지원 필요 • 장기적인 연구기반이 필요한 자연기반 해법에 대한 정부의 법/제도의 정비가 필요하나 여전히 단기적인 처방으로 법/제도가 구축되어 장기성과 도출이 어려움. 법과 제도가 근원적 해결이 가능하도록 수립 필요 • 수처리기술은 큰 부가가치를 유발하는 사업이 아니므로 법제화하여 강제하지 않으면, 자체적인 동력을 갖고 클 확률이 매우 낮으므로 선진국의 법/제도를 활발히 받아들여 선제적으로 규제를 강화하는 풍토 마련 필요 • 미국이나 유럽과 같이 수환경 오염물질을 규제하는 법과 제도를 적극적으로 도입하는 인식의 전환 필요 • 개발된 기술의 현장 적용을 위한 법 제도 개선

	정책제언
연구비 확대	• 국내 협력과 개선된 제도에 상응하는 연구비 확대 • 현장 애로 해결 기술 개발에서 벗어나 세계적 연구추세를 추격할 수 있는 연구비가 가용해야 함 • 해당 분야는 연구적 성과물의 원천적 특성이 낮은 이유로 과학기술연구비의 적극적 지원 및 확보가 타 과학기술 분야에 비하여 낮음. 과학기술적 성과물보다는 공공 기술 특성, 국민생활에 대한 기여도 등 단순 과학기술적 특성만 반영한 연구비 조정 배분이 아닌 새로운 조정 배분 제도 요망 • 환경은 기업의 이익을 창출하는 학문이라기보다는 이익을 창출하는 가운데 발생되는 문제점 해결에서 오는 경우가 많기 때문에 기업들의 소극적 투자를 적극적으로 이끌어내기 위해 연구인력 등을 공유하며 기업들의 투자를 적극적으로 유치 필요 • 국민 정부의 자연기반 해법(Nature-based solution)에 대한 인지도가 낮아 연구비에 대한 비율이 턱없이 낮으며 이로 인하여 선진국에 뒤쳐짐. 자연기반 해법은 장기적 연구를 통한 융복합 결과가 도출되나 연구비가 장기연구에 충분히 제공되지 못하고 있으며, 연구자들도 융복합적 접근에 대한 이해도가 낮음 • 환경관련 분야는 원천기술과 관련된 과기부/연구재단이나 사업화와 관련된 산자부의 과제를 수주하기 상대적으로 어려우므로 환경산업기술원의 경우 연구비를 확대하여 환경공학 관련 연구진들을 보다 적극적으로 지원할 필요가 있으며, 공공부분이라는 점을 고려하여 부가가치 창출에서 탈피하여 과제 주제 검토 필요 • 수환경 오염물질 초고도 처리 및 제어 기술에 대한 연구비 확대로 수환경오염물질에 대한 기술을 선진국 수준으로 제고 필요 • 환경 분야와 관련된 다양한 기초연구 추진
기타 의견	• 환경촉매로 연구결과가 보고되고 있는 새로운 촉매 재료 연구와 기존 시스템 연구 분야와 융합 필요 • 기술 개발의 주 패러다임이 융합인 만큼 연구자, 기술자, 연구비 집행 주체 등이 실질적인 기술 융합의 의미를 고려해 실현 방법 고민 필요. 기술의 용복합 구현 방법을 고민하기보다는 융복합의 진솔한 실천 방안을 고민하는 것이 더욱 중요 • 수질관리를 위해서는 수계유입 오염물질의 70%를 차지하는 비점오염원(도시, 농촌, 축산 등)을 발생원에서의 자연기반 해법(NBS)에 근거한 LID와 GI기술로 관리함이 필요하며, 이에 근거한 기술 개발 절실(자연기반인 LID와 GI를 매우 단순한 기술로 보는 경향이 있으나 최고의 성능을 가진 복잡한 생태계 기작임)

다 주요 분석 결과 요약

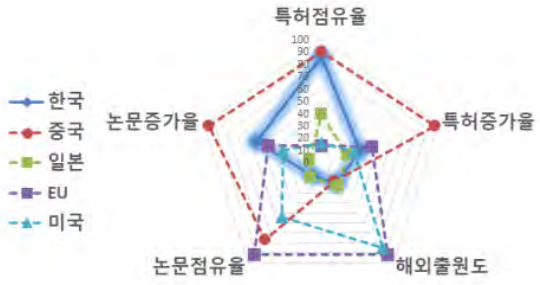
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술	2,978	3,358	42.9%	45.3%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

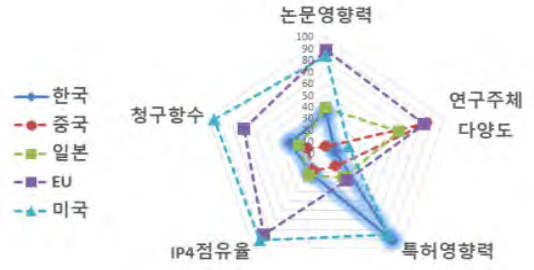
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	한국
	41.5%	40.8%	21.1	8.8
한국	5위	2위	4위	1위
	2.2%	37.7%	14.0	8.8
5개국 평균[2]	-	-	16.6	7.4

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

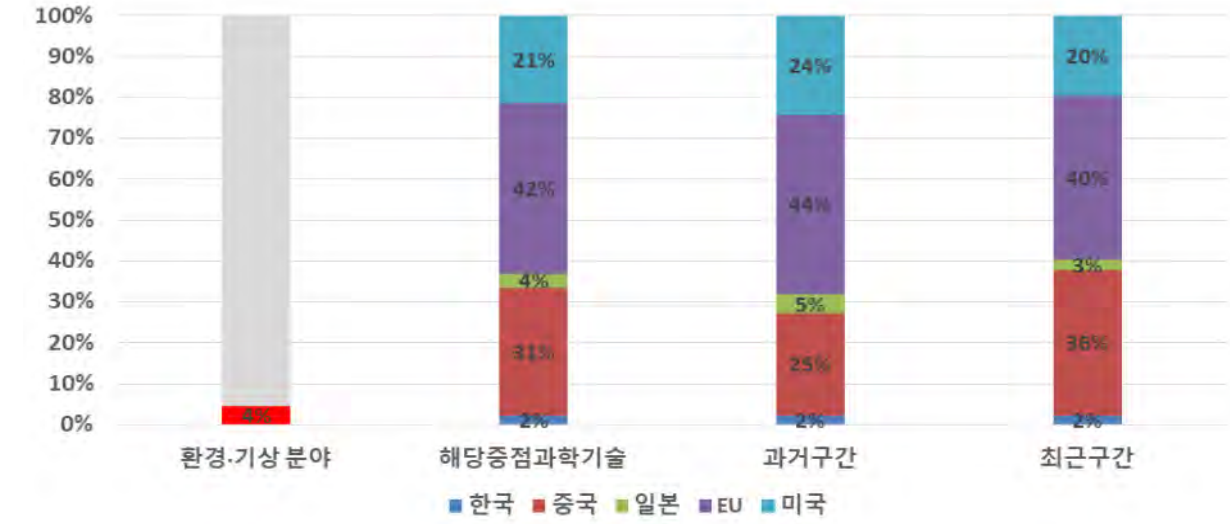
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(14.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(41.5%), 중국(31.2%), 미국(21.5%), 일본(3.6%), 한국(2.2%) 순이며, 논문 증가율은 중국(103.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(21.1), 미국(20.1), 일본(14.4), 한국(14.0), 중국(8.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(37.7%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(8.8)은 주요 5개국 중 1위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(40.8%), 한국(37.7%), 일본(15.5%), 미국(3.8%), EU(2.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(183.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.8)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 한국(8.8), 미국(8.1), EU(4.2), 일본(4.0), 중국(3.0) 순이며, IP4 점유율은 미국(21.9%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(9.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.2%	31.2%	3.6%	41.5%	21.5%
	논문 증가율	39.3%	103.6%	-17.2%	29.7%	16.2%
	논문 영향력	14.0	8.7	14.4	21.1	20.1
	연구주체 다양도	0.85	0.92	0.94	0.98	0.98
특허 분석	특허 점유율	37.7%	40.8%	15.5%	2.2%	3.8%
	특허 증가율	3.7%	183.5%	-21.2%	24.2%	-6.1%
	해외출원도	0.2	0.0	0.4	4.8	4.1
	특허 영향력	8.8	3.0	4.0	4.2	8.1
	IP4점유율	0.9%	0.1%	1.7%	18.9%	21.9%
	청구항수	3.5	2.2	2.9	6.2	9.5

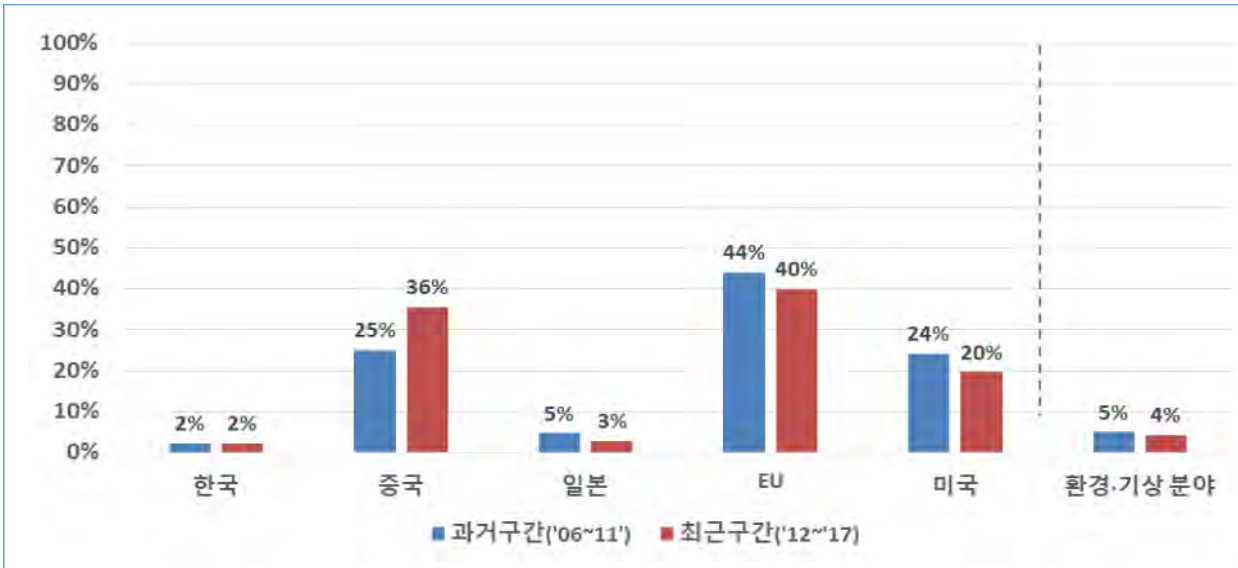
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1236건으로 전체 논문의 42%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

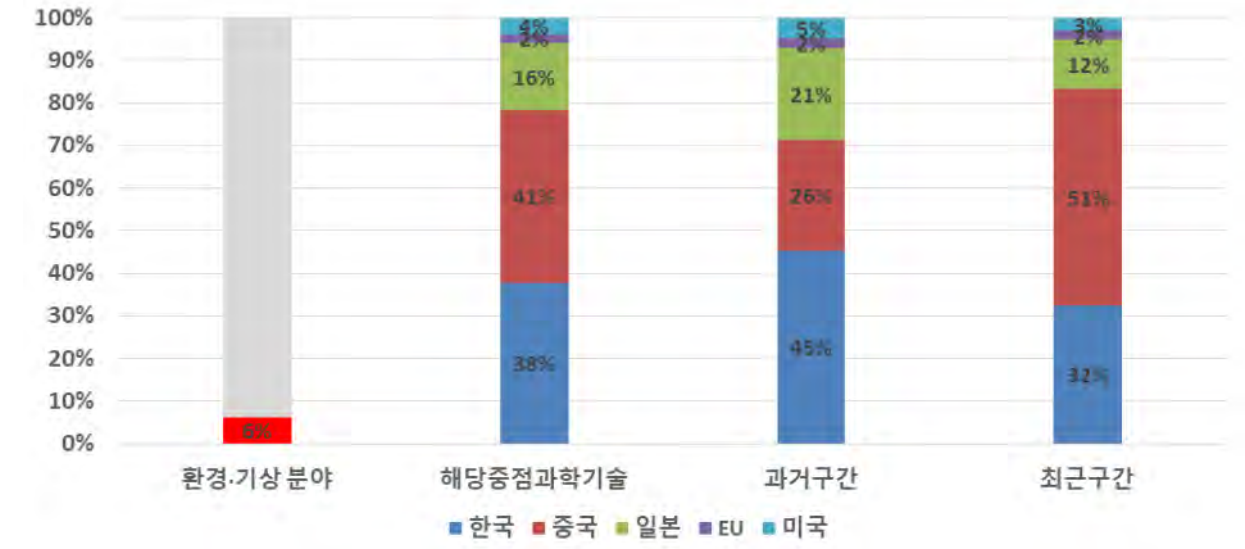


● 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 39.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	28	39	67	39.3%
중국	306	623	929	103.6%
일본	58	48	106	-17.2%
EU	538	698	1,236	29.7%
미국	296	344	640	16.2%
전체	1,226	1,752	2,978	42.9%

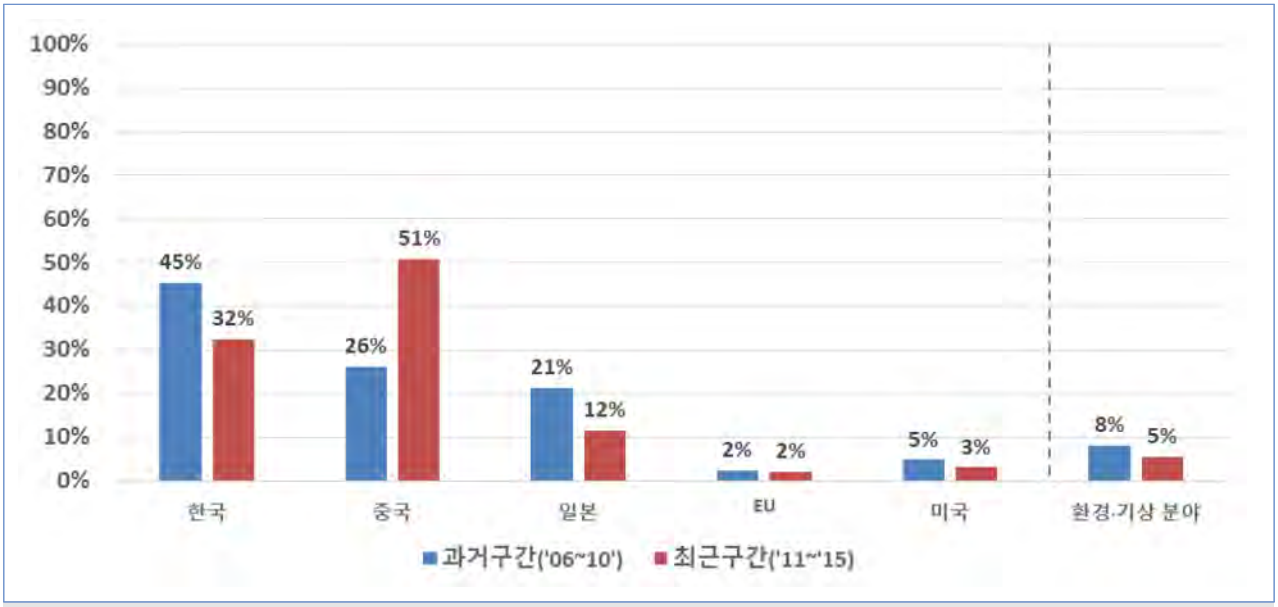
(4) 특허 점유율(전체)



● 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1369건으로 전체 특허의 41%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)

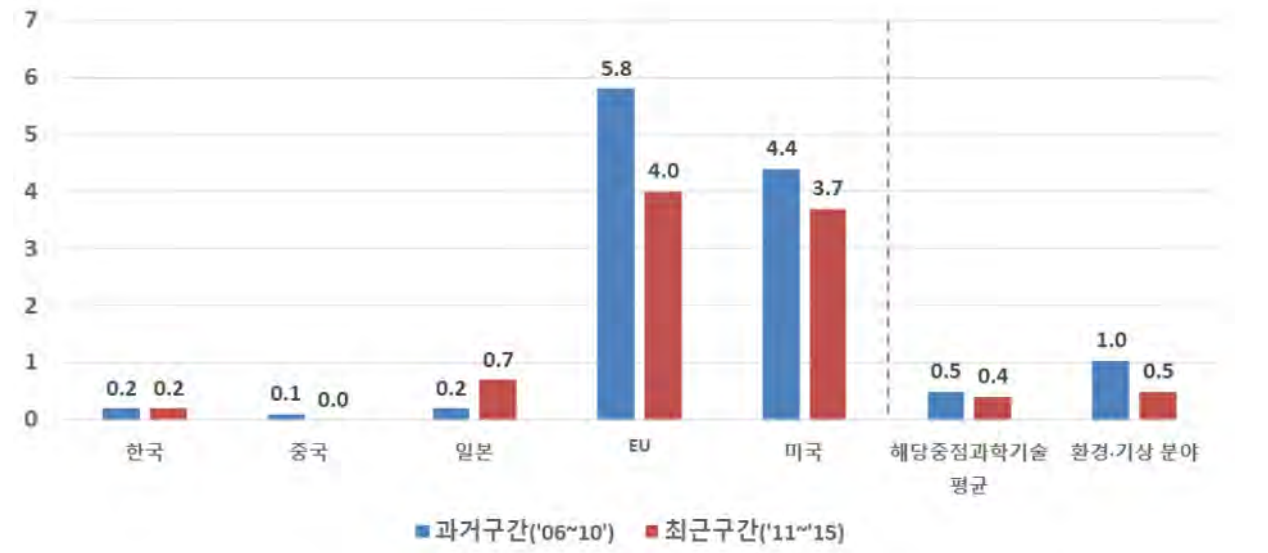


- 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 3.7%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	621	644	1,265	3.7%
중국	357	1,012	1,369	183.5%
일본	292	230	522	-21.2%
EU	33	41	74	24.2%
미국	66	62	128	-6.1%
전체	1,369	1,989	3,358	45.3%

(7) 특허 해외출원도[6]

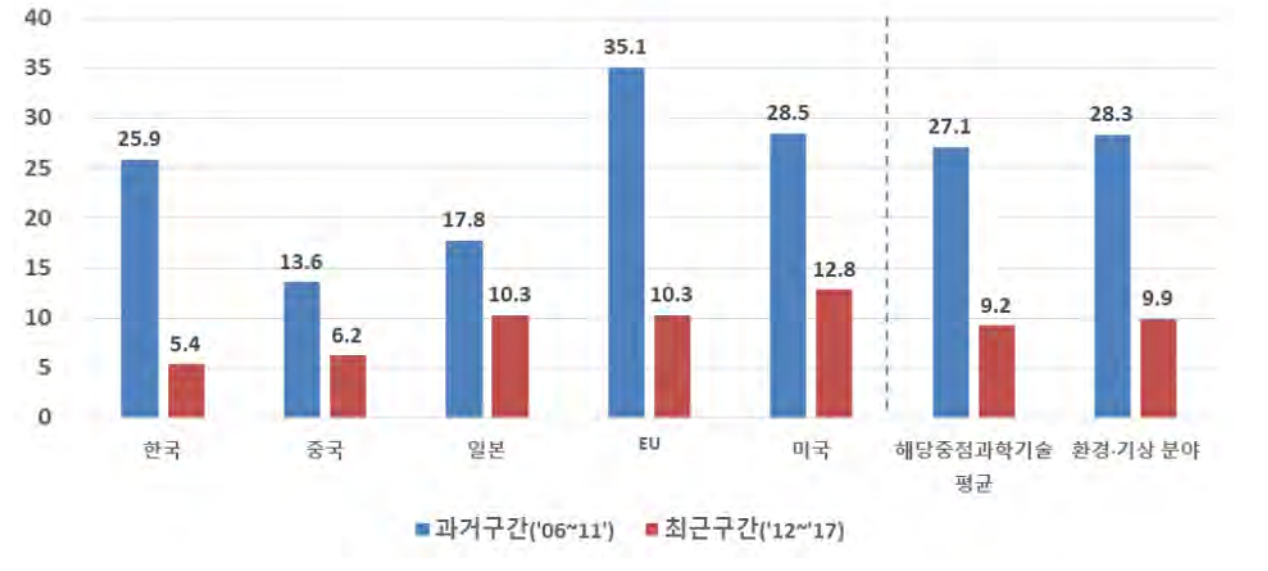


● 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

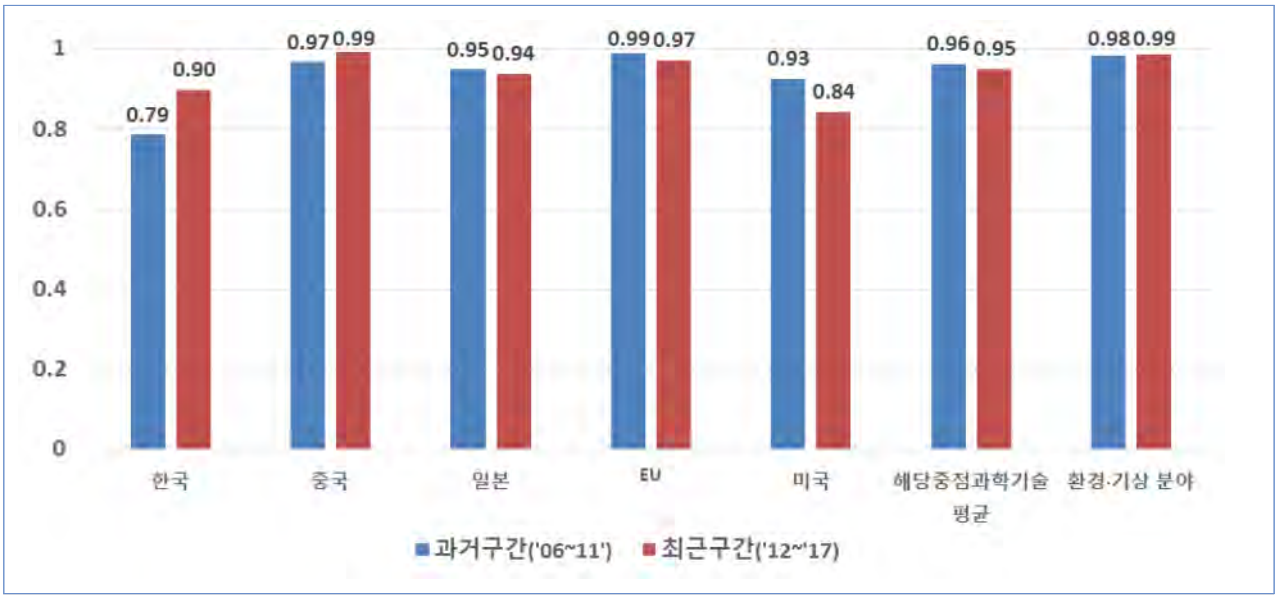
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



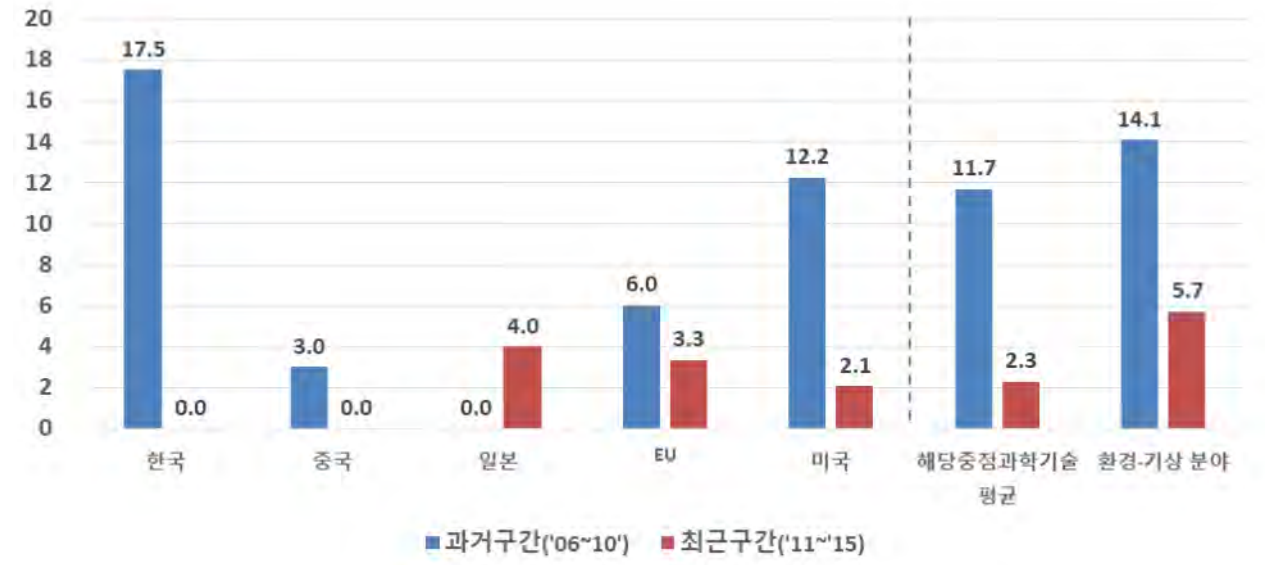
● 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



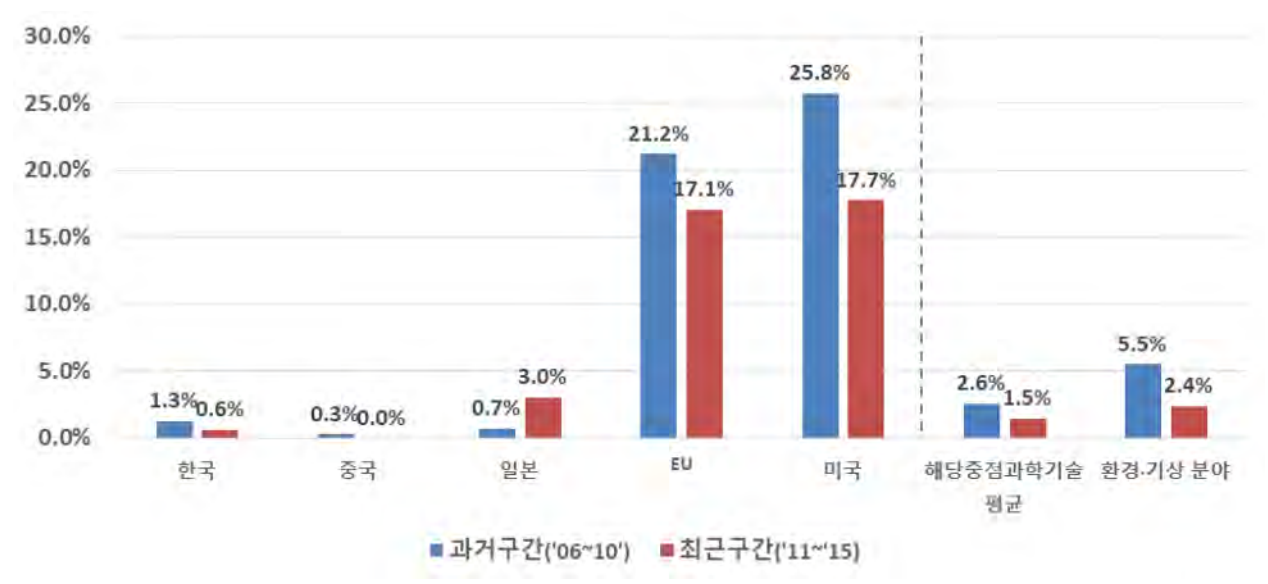
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



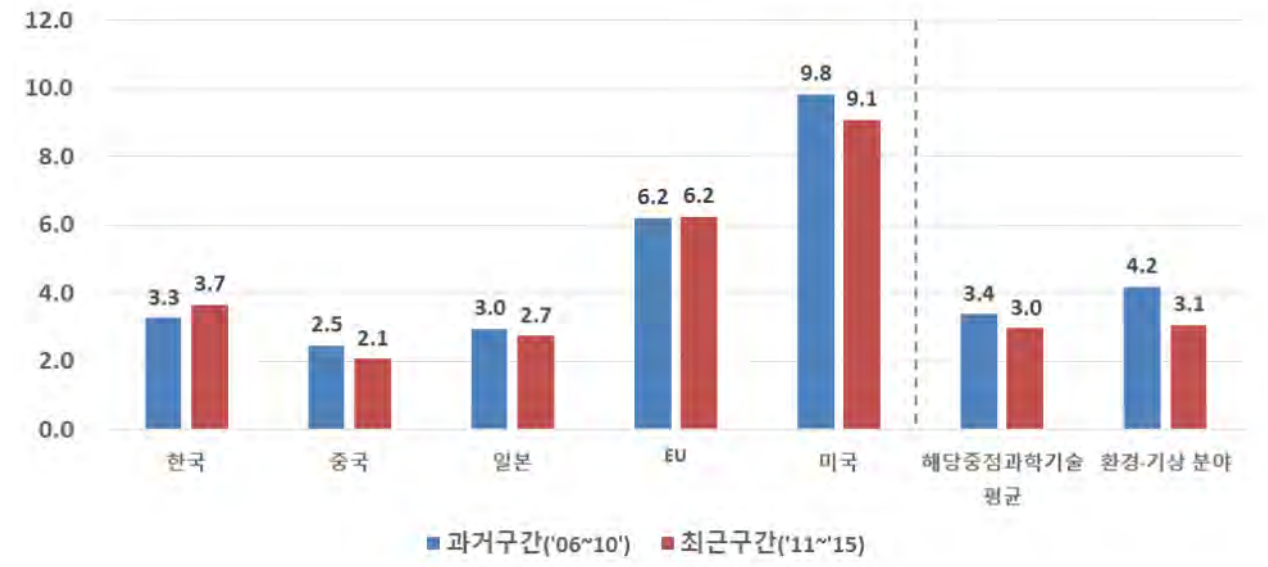
● 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

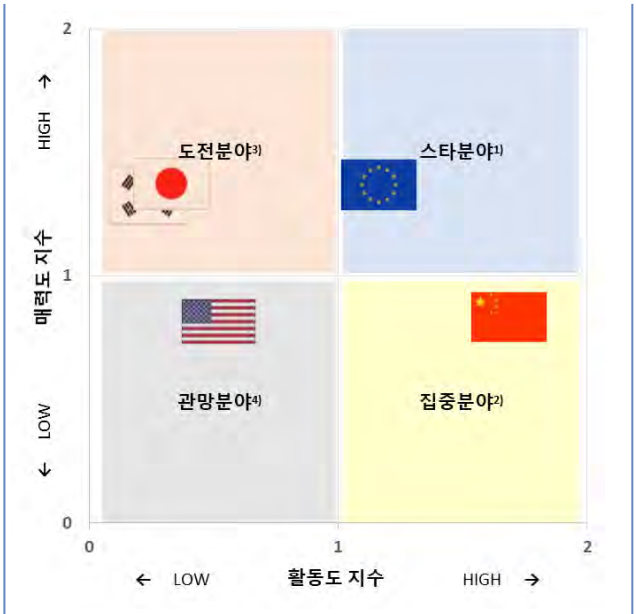
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

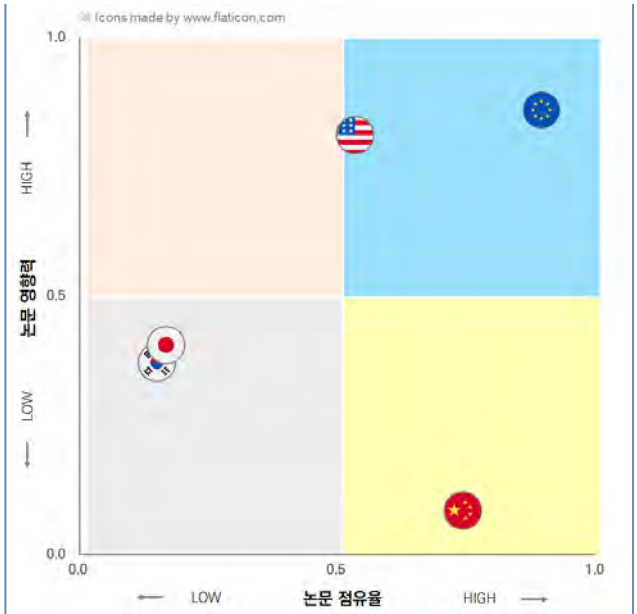
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

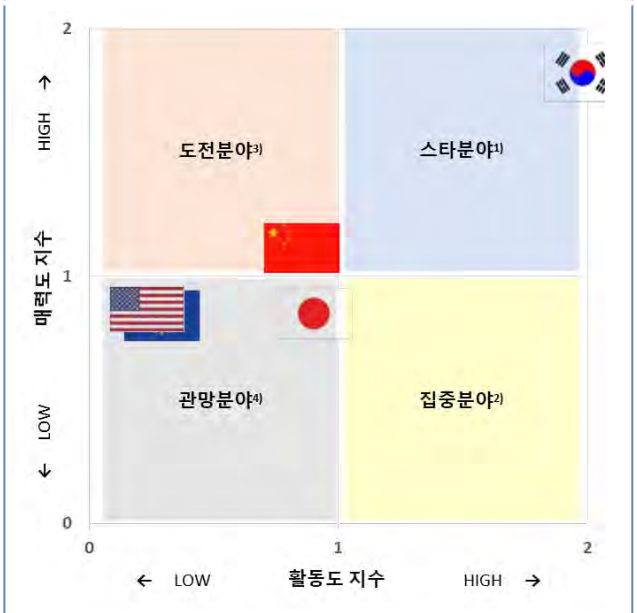


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

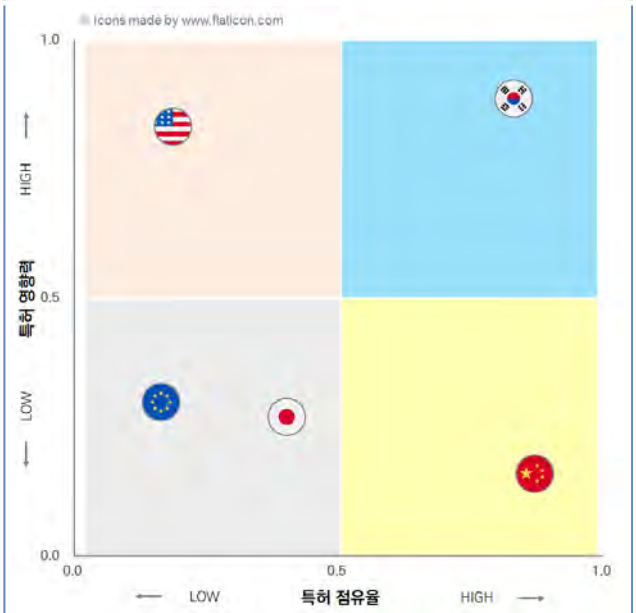
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 수환경오염물질 초고도 처리 및 제어 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 특허의 질적 성과도 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'STATE KEY LABORATORY OF LAKE SCIENCE AND ENVIRONMENT (1.28%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '전북대학교'가 4.48%(글로벌 점유율은 0.10%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STATE KEY LABORATORY OF LAKE SCIENCE AND ENVIRONMENT	중국	4.09%	1.28%	433.33%
2	STATE KEY LABORATORY OF POLLUTION CONTROL AND RESOURCE REUSE	중국	1.51%	0.47%	150.00%
3	CHINESE RESEARCH ACADEMY OF ENVIRONMENTAL SCIENCES	중국	1.40%	0.44%	233.33%
4	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	중국	1.40%	0.44%	233.33%
5	STATE KEY LABORATORY OF WATER ENVIRONMENT SIMULATION	중국	1.40%	0.44%	1100.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHONBUK NATIONAL UNIVERSITY	4.48%	0.10%	-50.00%
2	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	4.48%	0.10%	100.00%
3	GYEONGSANG NATIONAL UNIVERSITY (INSTITUTE OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCE)	2.99%	0.07%	-100.00%
4	NATIONAL MARINE BIOENERGY R&D CENTER & DEPARTMENT OF BIOLOGICAL ENGINEERING	2.99%	0.07%	100.00%
5	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	2.99%	0.07%	-100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STATE KEY LABORATORY OF LAKE SCIENCE AND ENVIRONMENT	4.09%	1.28%	433.33%
2	STATE KEY LABORATORY OF POLLUTION CONTROL AND RESOURCE REUSE	1.51%	0.47%	150.00%
3	CHINESE RESEARCH ACADEMY OF ENVIRONMENTAL SCIENCES	1.40%	0.44%	233.33%
4	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.40%	0.44%	233.33%
5	STATE KEY LABORATORY OF WATER ENVIRONMENT SIMULATION	1.40%	0.44%	1100.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KAGAWA UNIVERSITY	3.77%	0.13%	0.00%
2	KYOTO UNIVERSITY	3.77%	0.13%	0.00%
3	NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES	2.83%	0.10%	-100.00%
4	LABORATORY OF ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY	2.83%	0.10%	-50.00%
5	NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE (NIMS)	2.83%	0.10%	200.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WAGENINGEN UNIVERSITY	0.97%	0.40%	400.00%
2	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.89%	0.37%	-16.67%
3	UNIVERSITY OF AVEIRO	0.73%	0.30%	25.00%
4	LEIBNIZ-INSTITUTE OF FRESHWATER ECOLOGY AND INLAND FISHERIES	0.65%	0.27%	-40.00%
5	UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES	0.49%	0.20%	100.00%

6 미국

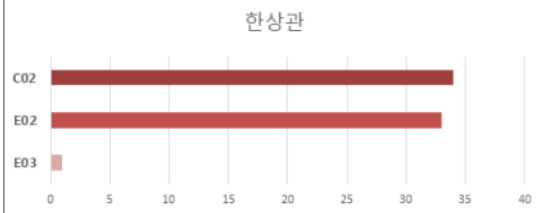
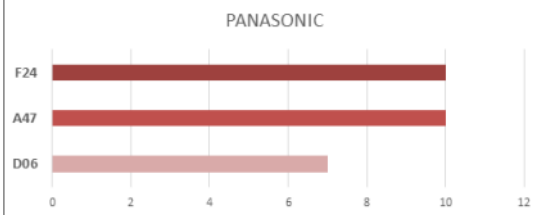
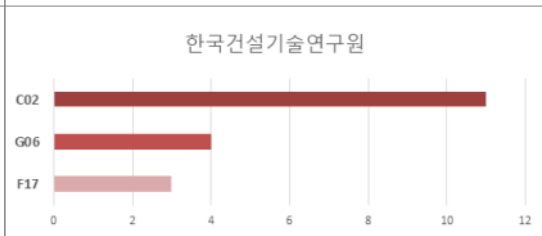
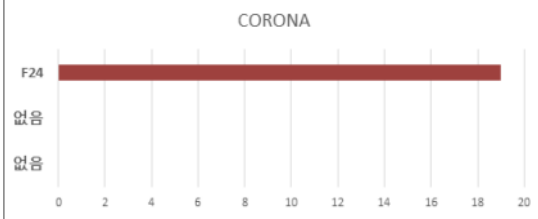
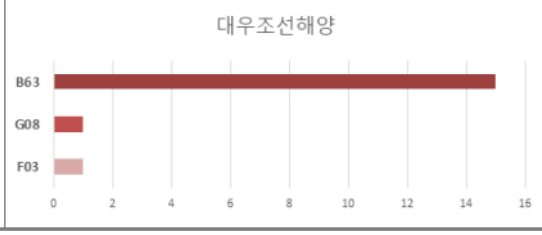
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.72%	0.37%	-16.67%
2	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	1.25%	0.27%	66.67%
3	LOUISIANA STATE UNIVERSITY	1.09%	0.24%	33.33%
4	CORNELL UNIVERSITY	1.09%	0.24%	33.33%
5	UNIVERSITY OF MINNESOTA	0.94%	0.20%	0.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '한상관(2.03%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한상관'이 5.38%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '한상관'은 C02(물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

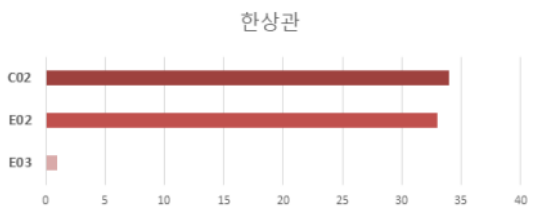
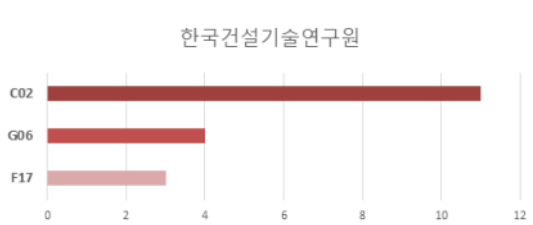
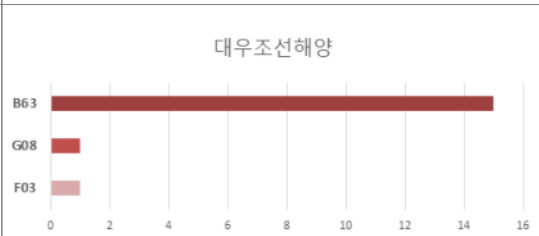
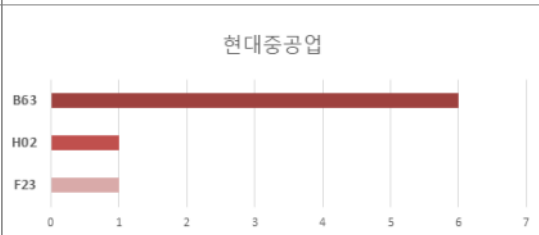
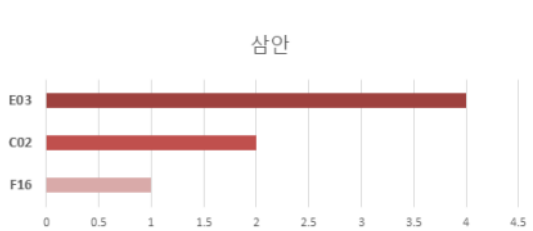
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	한국	5.38%	2.03%	1500.00%
2	PANASONIC	일본	6.51%	1.01%	-86.67%
3	한국건설기술연구원	한국	1.90%	0.71%	200.00%
4	CORONA	일본	3.64%	0.57%	-41.67%
5	대우조선해양	한국	1.42%	0.54%	57.14%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		E03	상수(上水); 하수(下水)
2		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
3		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
4		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
		-	-
5		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G08	신호
		F03	액체용 기계 또는 기관

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	5.38%	2.03%	1500.00%
2	한국건설기술연구원	1.90%	0.71%	200.00%
3	대우조선해양	1.42%	0.54%	57.14%
4	현대중공업	1.03%	0.39%	450.00%
5	삼안	0.71%	0.27%	-71.43%

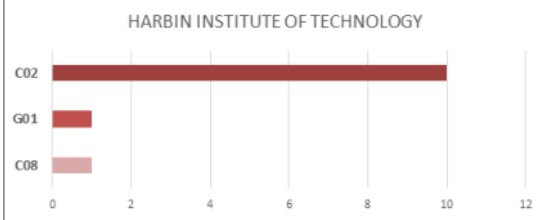
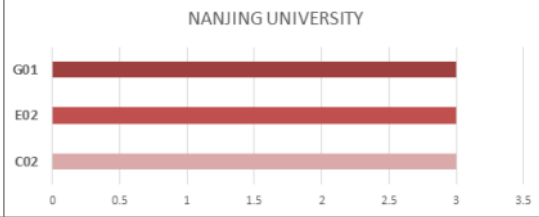
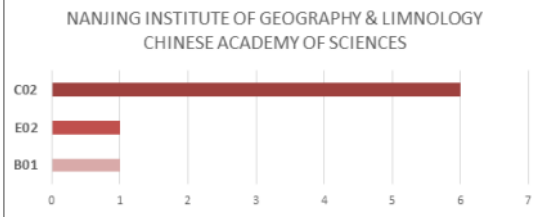
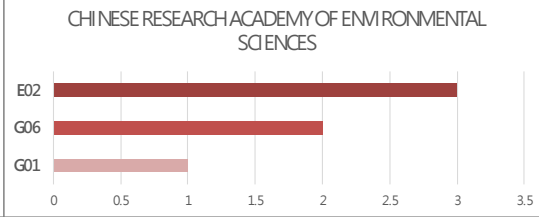
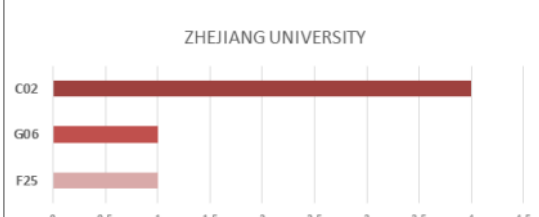
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		E03	상수(上水); 하수(下水)
2		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F17	가스 또는 액체의 저장 또는 분배
3		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		G08	신호
		F03	액체용 기계 또는 기관
4		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F23	연소장치; 연소방법
5		E03	상수(上水); 하수(下水)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.02%	0.42%	80.00%
2	NANJING UNIVERSITY	0.88%	0.36%	1100.00%
3	NANJING INSTITUTE OF GEOGRAPHY & LIMNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	0.66%	0.27%	800.00%
4	CHINESE RESEARCH ACADEMY OF ENVIRONMENTAL SCIENCES	0.66%	0.27%	700.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.58%	0.24%	66.67%

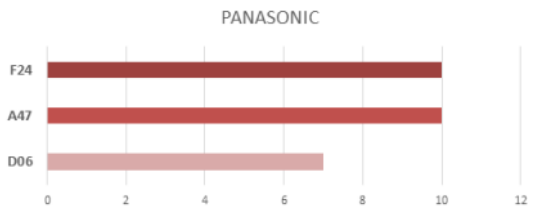
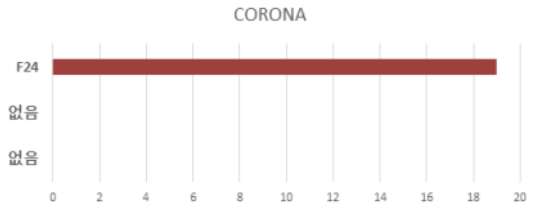
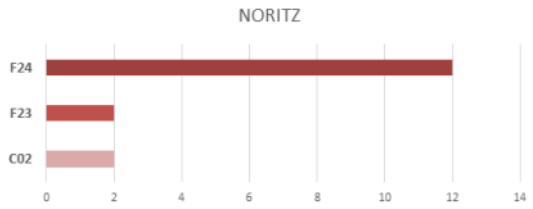
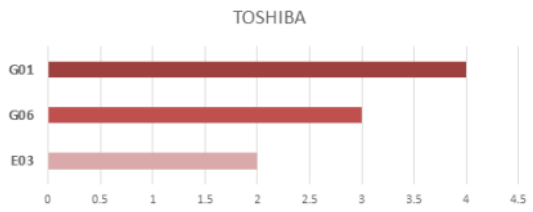
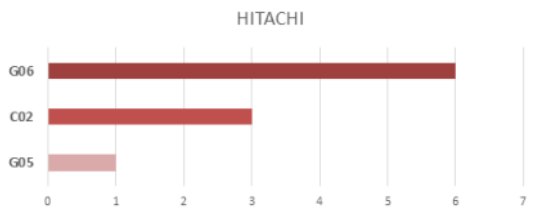
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G01	광학
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
2		G01	광학
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
4		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화

4 일본

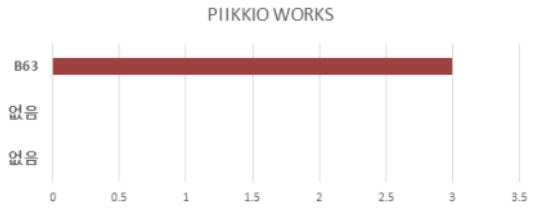
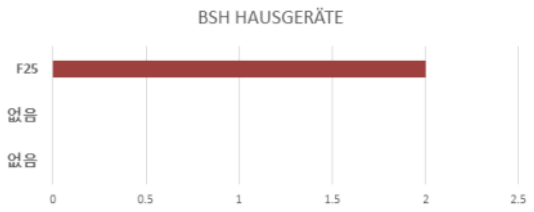
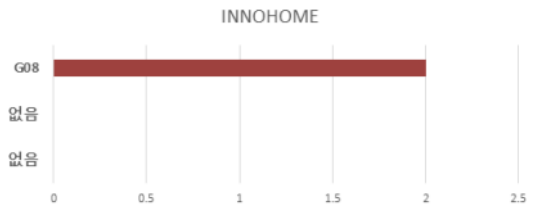
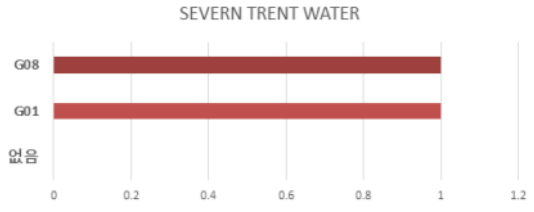
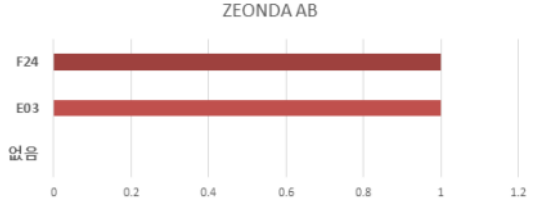
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PANASONIC	6.51%	1.01%	-86.67%
2	CORONA	3.64%	0.57%	-41.67%
3	NORITZ	3.07%	0.48%	28.57%
4	TOSHIBA	2.49%	0.39%	-37.50%
5	HITACHI	2.30%	0.36%	40.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		D06	섬유 또는 유사물의 처리; 세탁; 달리 분류되지 않는 가요성 재료
2		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
		-	-
3		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		F23	연소장치; 연소방법
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		E03	상수(上水); 하수(下水)
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G05	제어; 조정

5 EU

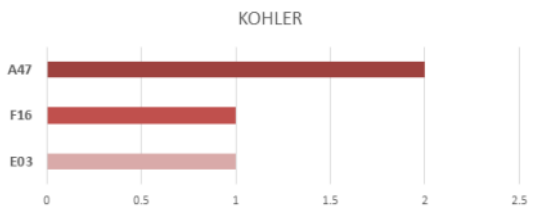
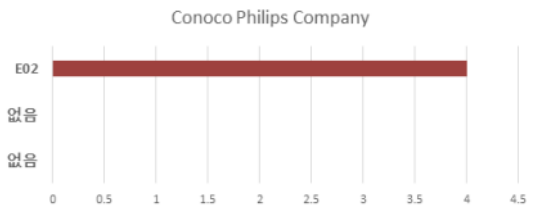
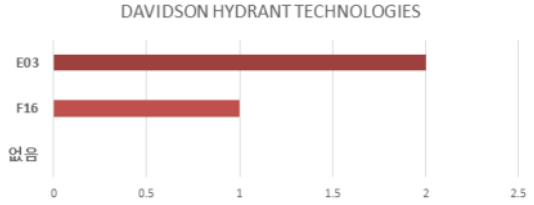
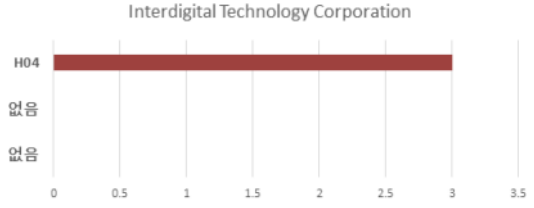
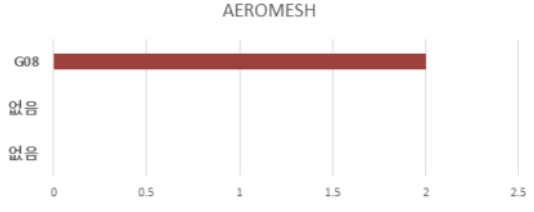
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PIIKKIO WORKS	4.05%	0.09%	200.00%
2	BSH HAUSGERÄTE	2.70%	0.06%	100.00%
3	INNOHOME	2.70%	0.06%	-100.00%
4	SEVERN TRENT WATER	2.70%	0.06%	0.00%
5	ZEONDA AB	2.70%	0.06%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		-	-
		-	-
2		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		-	-
		-	-
3		G08	신호
		-	-
		-	-
4		G08	신호
		G01	광학
		-	-
5		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		E03	상수(上水); 하수(下水)
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KOHLER	3.91%	0.15%	-75.00%
2	Conoco Philips Company	3.13%	0.12%	300.00%
3	DAVIDSON HYDRANT TECHNOLOGIES	2.34%	0.09%	-100.00%
4	Interdigital Technology Corporation	2.34%	0.09%	-100.00%
5	AEROMESH	1.56%	0.06%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		E03	상수(上水); 하수(下水)
2		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		-	-
		-	-
3		E03	상수(上水); 하수(下水)
		F16	기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효율적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반
		-	-
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		G08	신호
		-	-
		-	-

101 토양·지중 환경오염 관리기술



101 토양·지중 환경오염 관리기술

중점과학기술 개요

- ☑ 토양 및 다양한 지중(地中)시설로 인한 오염을 사전에 예방하고 오염발생시 효율적으로 정화하여 건강한 지중 생활환경 조성을 위한 기술
- ☑ 토양 오염물질의 지하이용 공간 (지하철 등)으로의 유입에 따른 피해방지 기술, 지중시설로부터 오염물질 누출을 조기에 발견·차단·정화하는 기술 및 오염부지 상부에 시설물이 존재하는 정화곤란 부지에 적합한 기술 등 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

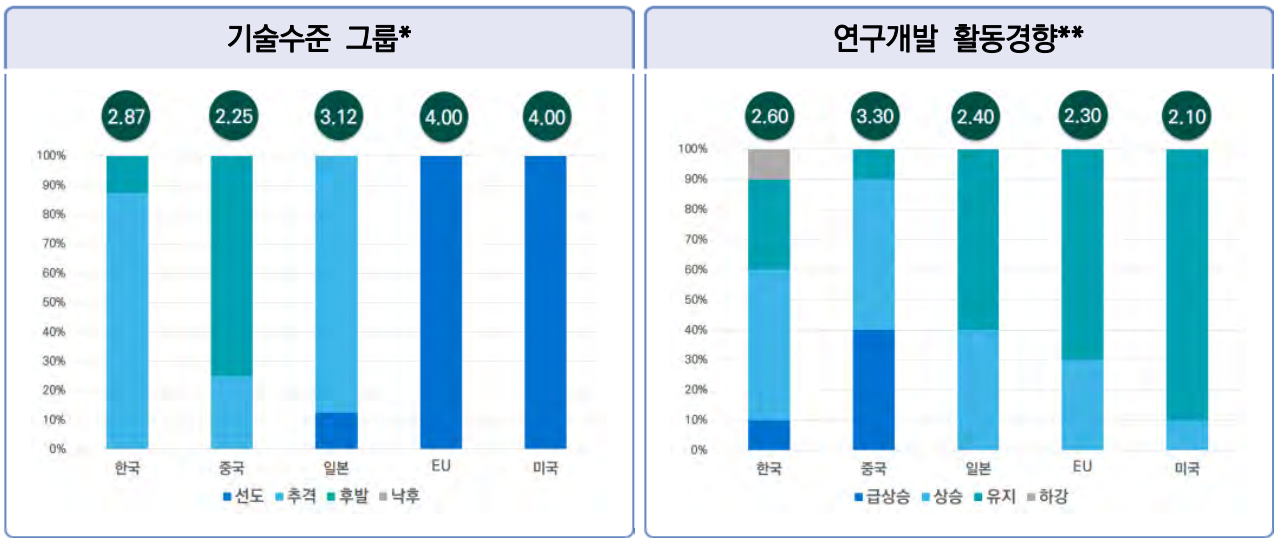
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	82.5	3.0	추격	우수	우수	상승
중국	70.0	6.0	후발	보통	보통	상승
일본	85.0	2.5	추격	우수	우수	유지
EU	94.0	0.3	선도	우수	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	4.0	82.5	75.0	85.0	8.8	3.0	2.5	4.0	2.6
중국	69.0	7.0	70.0	62.5	72.5	21.1	6.0	4.5	7.5	3.7
일본	80.0	3.0	82.0	78.0	87.5	9.1	2.5	2.0	3.5	1.5
EU	92.5	0.8	95.0	90.0	96.5	3.8	0.3	0.0	1.0	0.5
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

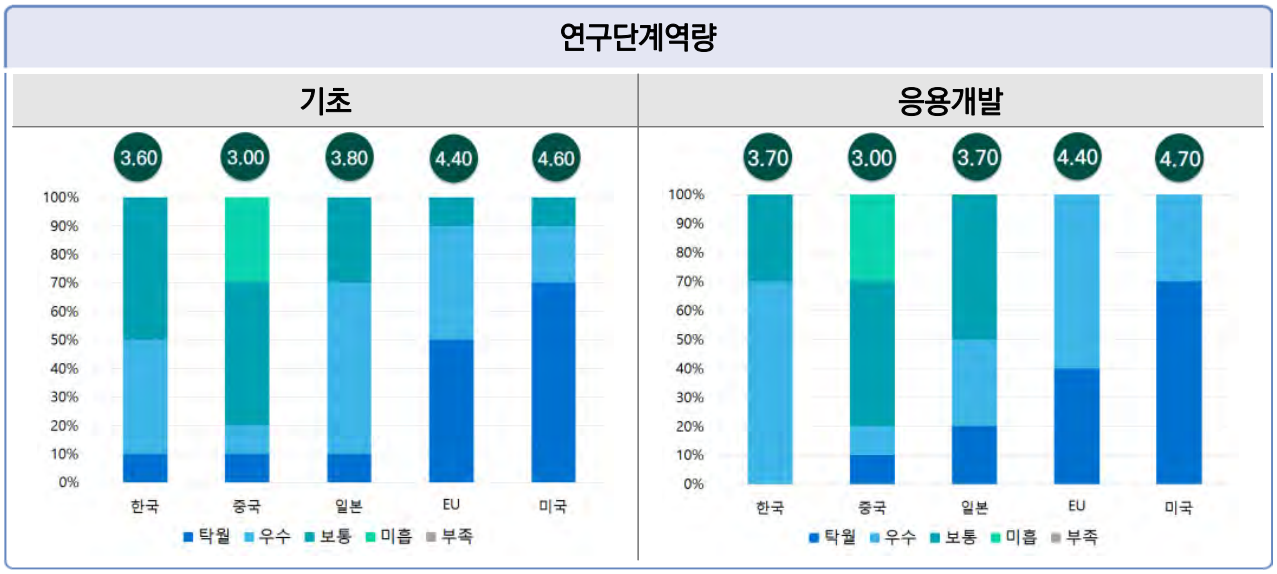
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (82.5%)	• 풍부한 현장 경험을 가지고 있으며, 한국형 기술개발에 대한 노하우 개발된 기술의 현장적용 경험이 풍부 • 논문 영향력 지수가 높으며, 지속적인 R&D 투자 • 논문, 특허, 현장기술 부족 • 일부기술(유류오염 정화 등)은 최고기술 보유국에 근접한 수준이나, 위해성평가 및 원위치(in-situ) 정화 기술 등 대부분은 미흡
중국 (70.0%)	• 관련 환경규제가 미약하며, 해당분야에 대한 투자가 최근 활발 • 급등하는 논문 점유율, 정책적인 지원 • 현장기술 부족 • 일본, 한국에 비해 지중 환경에 대한 관심이 늦게 고조되었으나, 짧은 기간 집중적인 기술개발 투자를 통해 최근 유사한 기술수준 확보
일본 (82.0%)	• 상대적으로 토양에 대한 관심이 적으나 최근 방사성 오염물질에 대한 부분으로 막대한 연구개발 및 현장 경험 축적 • 실용화 기술에 다양한 장비 등 기술 보유 • 일부기술(중금속 정화 등)은 최고기술 보유국에 근접한 수준이나, 전반적인 기술 수준 및 대규모 오염정화 사례 미흡
EU (95.0%)	• 최고기술 보유국과 거의 동등한 수준의 연구 성과 및 환경규제 보유 • 논문 점유율이 가장 높으며, 논문 및 특허 영향력 지수가 우수 • 현장기술 부족 • 국가 간 기술수준 편차 존재 • 지속적인 기술개발을 진행하고 있으나, 산발적으로 진행된 기술 개발과 적용을 체계적으로 관리할 수 있는 주체의 부재로 기술 관리의 효율성이 다소 떨어짐
미국 (100%)	• 기술개발을 주도하였으며 많은 기술이 현재 적용되고 있음 • 장기간의 Superfund 프로그램 운영과 투자로 토양정화기술 개발 선도 • 특허 점유율 월등히 높으며, 부지특이적인 다양한 솔루션 제시 • 일본보다도 많은 토양오염 정화사례를 보유하고 있으며, 1990년대에 Superfund 등의 정부의 투자로 세계최고의 정화기술과 사례 보유 • 안정적인 재원(Superfund) 확보를 통한 지속적인 R&D 투자 및 슈퍼펀드 사이트 정화 추진 • 1980년대 조성된 Superfund를 기반으로 토양지중 환경오염 기술개발에 선제적으로 나섰으며, 이후 개발된 기술의 현장 적용 및 장기간 모니터링을 기반으로 기술 고도화 및 최적화를 이룸 • 조사 및 정화에서 가장 선도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 지속적인 R&D 투자 • 환경부에서 2단계 사업을 하고 있으며, 현장적용 중심으로 과제가 수행되어 응용개발연구의 성과가 우수 • 인력과 화학적 정화분야에 강점 • 지속적인 연구개발을 통해 선도그룹과의 기술수준 격차를 꾸준히 줄이고 있음 • 환경부 주도의 연구개발로 다양한 연구가 진행되어 기초분야 연구역량이 확대되었고, 이 연구 결과를 응용하는 사례도 다수 확보 • 최근 GAIA사업 등 국가 주도 연구개발투자 및 토양오염정화체계 마련에 힘입어 일부 응용개발 기술, 특히 ex-situ 정화기술의 수준은 선진국 수준에 근접	• 인력은 갖추어 졌으나 제도 미비 등으로 기술, 인프라 확보 어려움 • 기초연구에 대한 투자 미흡 • 획일적인 정화기법이 채택될 수밖에 없는 토양정화시장의 입찰구조가 새로운 기술개발 필요성 제한 • 관련 기업이 대부분 소규모 기업임 • 예산 절대부족 • 현장적용기술 부족 • 지중 환경 엔지니어링 산업의 발전이 여전히 미흡하며, 세계 선도의 응용기술력 확보에 핵심이 되는 기초연구(지중 환경 조사평가, 모델링 기술 등) 분야 기술력 미진
중국	• 최근 해당분야 기술개발 투자가 활발함 • 오염부지의 확보에 강점 • 인력, 인프라에 대한 투자와 법제도 우수 • 대규모 연구비 투자를 통해 새로운 기술 개발 • 대규모 토양오염정화시장이 존재하여 다양한 기술 적용 및 검증의 기반 마련 • 토십조를 기반으로 확대 중 • 최근 국가적 차원에서 토양지하수 오염관리체계를 마련하여 중점 연구개발 투자가 이루어지고 있음	• 환경규제가 미흡하여 토양오염에 대한 심각성 인식 부족 • 토양 후발 국가로서 기술과 인력, 인프라 모두에서 선도그룹 대비 미흡 • 자체 기술개발보다는 외국 기술 모방 위주 • 인프라 및 기초 기술 부족 • 외국기술모방으로 시작하려는 단계 • 오염정화기술개발에 관한 산업계 인프라 및 제도 마련은 아직 미흡 • 개념 확립 단계
일본	• 기술과 인프라 분야에서 모두 강하며, 인력부분에서는 우수 • 관련 법제 우수 • 최근 연구개발이 상승하고 있으며, 관련 비지니스도 확대 중 • 지중환경 조사평가 등 기초기술력 우수	• 국제협력 • 일본의 토양오염은 화학적인 처리 위주로 생물학적인 처리에서는 두각을 나타내지 못함 • 지하수 중심의 관리 • 예산부족 • 미국, EU의 기술모방 및 독창적인 체계를 가지려고 노력 • 국가적인 차원에서 지중환경 오염 관리에 관한 상대적인 투자 우위는 낮은 수준이며, 세계선도 엔지니어링 산업체 부족 • 산업 활성화 부족
EU	• EU directive를 통해 강화된 토양환경규제와 다양한 기술개발 선도	• 인력 면에서 선도그룹 대비 약간의 차이 존재 • 경기 둔화로 인한 환경 투자 및 연구비 감소

국가	강점분야	기타
	• 초창기 적용된 현장기술에 대한 장기간 모니터링을 기반으로, 해당 기술의 잠재적 문제를 파악하고, 이에 대한 해결책을 마련하는 방식으로 연구개발 진행 • 관련 비지니스가 활발함 • 네덜란드, 독일, 프랑스, 스웨덴 등 일부 회원국가는 기초 및 응용개발연구 능력이 탁월하며, 관련 제도 및 산업계 인프라 우수	• 국가 간 협력 부족 • 최근 20년간 기초연구보다는 현장적용기술연구 위주 • EU 회원국의 일부 국가에서는 지하수관리제도 및 기술력은 활발하지만 토양오염관리 분야의 기술력, 인력, 인프라는 아직 미흡
미국	• EPA 중심으로 전문 인력 및 기술개발, 인프라 등이 기 구축되어 해당분야의 기술개발 선도 • 기술과 인력, 인프라 분야에서 모두 강하며, 특히 기술력에 대해 정화경험이 풍부하며, 위해성 평가 분야에서도 세계선도 • 초창기 적용된 현장기술에 대한 장기간 모니터링을 기반으로, 해당 기술의 잠재적 문제를 파악하고, 이에 대한 해결책을 마련하는 방식으로 연구개발 진행 • 관련 기업체가 많이 있으며, 이러한 기업체에 기술적 완성도를 높이는 정부연구소가 많이 있어 기술개발 주도 • 지중환경 조사평가, 모니터링, 모델링 기술 등 기초연구 분야의 탁월한 연구개발능력을 바탕으로 다양한 최신 정화기술 등 응용개발 활발. 세계 선도의 지중환경 관리 산업체, 특히 지중환경 관리 엔지니어링 산업분야의 인력과 인프라가 확보되어 있으며, Superfund 조성, UIC 등 관련 제도도 확립	• 미국의 토양오염정화는 생물학적인 강점과 화학약품처리에서도 강하나 정화기간에 크게 제약을 받지 않고 정화할 수 있어 긴 시간동안 정화하여도 무방 • 추가적인 기술개발을 위한 재원 확보 불투명 • 트럼프 행정부의 환경예산 삭감 • 최근 20년간 기초연구보다는 현장적용기술연구 위주

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	4위	2위	1위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 실용화 중심으로 치우치다보니 다양한 기술개발보다는 반복적인 유사기술 위주로 흐르는 경향이 있으며 산학연간 공동연구도 부족함 • 산학연 협력 및 업체 간 연계 필요 • 산업체, 학계, 관의 3개 단체의 협력강화와 상설협의체 구축으로 협력 촉진 • 국내 바람직한 토양분야의 미래관을 정립하여 국내적으로 토양분야의 발전을 도모하고 특히 토양업계의 애로사항을 청취하는 정기적 자리 필요 • 지하수분야와의 공생 절실. 토양과 지하수는 나눌 수 없는 분야임에도 매체로 분류하고 토양은 폐기물 쪽으로 지하수는 물관리 일원화정책으로 물관리국으로 간다면 지중환경의 올바른 관리 불가 • 다양한 분야(환경, 토목, 지질, ICT 등)의 융합연구 지원 및 추진을 위한 관련 기관 간 협력체계 구축 등 기반 마련 • 자료의 접근성이 제한되거나 폐쇄성이 높은 환경오염조사 자료의 특성을 고려할 때, 해당기술 수준 향상을 위해서는, 오염부지관리기관, 오염조사기관 및 연구기관의 긴밀한 협력 필요 • 환경부만이 아닌 관련 타 부처와의 협력 체계 필요
국제협력 촉진	• 중국 등의 사장진출을 고려하여 해외시장에 진출할 수 있는 분야에 대한 연구개발 투자 병행 • 국제 협력을 통해 해외 선진기술 접목 및 상호 정보 교류의 장 마련 • 현재 중국 및 동남아시아와 환경오염물질을 주고받을 수밖에 없는 지정학적 위치임으로 협력연구 필요(예, 미세먼지가 토양 및 지하수 환경 영향에 대한 연구 전무) • 해외 실제 오염사이트(슈퍼펀드 부지 등)에서의 국제공동연구 추진, 국제학회 유치 및 협력연구 등을 통한 기술, 정보, 인력 등 교류 • 향후 국제협력에서 오염부지특성의 유사성(건물밀집도, 정화시 유휴 부지 활용 가능성 등)을 고려하여 유럽 국가들과의 협력 확대
인력양성 및 유치	• 환경 분야는 수질과 대기분야의 인력수요가 많다는 인식하여 토양이나 지중 환경 분야의 인력양성은 상대적으로 열악함 • 분야 전공자들의 인력양성 필요 현재 전공자들의 해당분야 소규모 진입 • 사업성이 악화되어 토양분야의 학회 회원의 증가 둔화 및 대학교 토양관련학과의 정원미달, 관련학과 졸업생의 취업률 감소, 타 분야대비 낮은 임금으로 악순환의 고리가 연동되어 인력유치가 어려워 이에 대한 시스템적으로 보완 시급 • 법제도 개선으로 규제가 풀리고 산업이 육성되면 관련 대학 학과에 양질의 지원자가 늘어나게 되고 이를 통해 산업 발전 가능 • 해당분야 대학원생 유치 및 지원을 위한 기반 마련, 졸업 후 취업이 가능한 양질의 일자리 확보 노력

	정책제언
	• 토양지중 환경오염 관리기술이 굴착 및 토양경작 수준의 단순 정화작업이 아니라, 부지 특이성을 고려한 엔지니어링 기반의 정화설계 및 시공이 필요한 업무로 발전 필요. 이를 위해 토양정화비용이 현실화되어야 하며, 저가수주 일변도의 입찰방식에 수정 필요. 토양정화 시장의 확대 및 고급화는 자연스럽게 관련분야 인력양성과 유치로 이어질 수 있음
인프라 구축	• 구축된 인프라의 공동 활용을 위한 방안 마련 • 산학연관 인프라 구축을 통한 정보교류 및 기술교류 • 오염원, 정화기술 인벤토리 필요 • 산학관 협력체계나 토양기술 전문가(토양 자격자 등) 및 엔지니어의 역할에 대한 시스템이 체계화되지 않았고, 토양 전반적인 인프라가 구축되지 않았으며, 환경부에도 과단위의 조직만 존재하므로 환경부와 농림부, 산림청 등의 유관기관간의 협력체계 구축과 이들을 아우를 수 있는 종합 토양관리 인프라 구축 필요 • 산학연을 공생하는 인프라 구축이 필요하며 이중 산업계를 살릴 수 있는 인프라를 국가적 차원에서 육성 및 구축 필요 • 원천기술이 실용, 실증기술로 발전될 수 있는 시스템 및 인프라(기술거래, 수요기업 매칭 등) 구축 • 지중 환경 오염관리기술의 성능 및 현장 적용성 검토를 위해 굴착, 천공(boring) 등을 포함한 토양 교란 작업이 불가피하지만, 이와 같은 작업을 간단한 절차만을 거쳐 수행할 수 있는 테스트 현장은 거의 없음. 환경산업기술원에서 운영하고 있는 일부 시험현장이 있으나, 보다 저렴하고 간단한 행정 절차만으로 실내 시험 등을 통해 확인된 기술 성능을 실 규모로 검증해 볼 수 있는 테스트 현장 확대 필요
법·제도 개선	• 개발된 기술이 실제로 적용될 수 있도록 하는 법과 제도 그리고 토양환경평가 등을 강제할 수 있는 법과 제도의 정비 • 정화업, 조사기관 등의 자격요건에 대한 검토 및 숙련도 평가에 대한 개선 • 정화사업 입찰제도 개선 반출정화 위주의 현 제도개선 굴착정화 위주의 현 제도개선 • 법 제도적으로 전체적인 체계화가 미비하며, 정화명령 위반에 대하여도 2년 이하의 징역이나 2,000만 원 이하의 벌금으로 매우 낮음. 특히 표토보전에 대한 법적인 근거와 령, 규칙 등이 정하여 있지 않고 타 엔지니어 대비 토양자격자(기술사, 기사 등)나 엔지니어의 활용에 대한 법적인 근거가 없으므로 이에 대한 조속한 입법화 필요 • 관련 산업의 먹거리가 커져야 되는데 토양 지중 환경 분야 관련법이 산업을 오히려 제한시키므로 이에 대한 개선 필요 • 오염정화책임자가 명확하지 않은 오염현장에 대해 지자체나 중앙정부의 비용을 투입해 정화할 수 있는 정책적 기반이 마련 • 현재 오염유발시설에 대한 정기조사에 있어 오염조사기관을 오염시설 소유주가 결정하는 등 효과적인 오염관리를 저해하는 제도에 대한 개선 필요 • 오염농도분석 시 전 함량법의 개정 • 위해성평가의 보다 적극적인 도입을 추진하되 위해성평가가 정화를 피할 수 있는 구실이 되는 것 방지 필요 • 오염도 조사 및 지하저장탱크 조사 방법 개선

	정책제언
연구비 확대	• GAIA 2단계 사업뿐만 아니라 지속적인 연구비 확대 • 타 부처, 타 환경매체에 비해 연구비 축소되어 확대 필요 • 최근 환경산업기술원의 토양센터가 해체됨으로서 국내 유일의 공공성 토양연구전담기관이 없어져 연구비의 축소는 예견된 것이므로 기존의 토양센터의 부활 필요 • 지중 환경 오염위해관리 기술개발사업의 계획(예타 시) 연구비 최대한 반영, 과제당 연구비 단가 인상 등 검토 • 토양 지중 환경오염의 특성상 장기 모니터링 등 지속적인 연구가 필요한 경우가 다수 존재함에도 불구하고, 연구주제의 원천성과 중복성 회피에만 매몰되어 연구 투자가 반복적으로 필요한 분야에 대해 효과적인 연구가 이루어지지 못하고 있음. 이와 같은 연구가 안정적으로 진행될 수 있도록 관련분야의 선정 및 해당 연구비 확대 필요
기타 의견	• 정화기술의 환경부하 절감을 위한 신재생에너지원을 도입한 그린정화기술 개발, 전 과정 평가를 도입한 정화기술의 환경부하 개선, 토양 및 지하수 오염정화를 위한 나노소재기술 개발 등 • 표토분야: 농림부(농업토양), 산림청(산사태), 환경부 수생태 분야(비점오염원) 등과 연계 • 좁은 국토와 활용성이 높은 대한민국의 여건상 보이지 않는 토양의 빠른 보전 대책이 시급함으로 이를 위하여 토양보전대책의 중장기 대책수립이 필요하며, 멀리 나아가 통일을 대비한 북한쪽의 토양보전 대책 필요. 토양보전 대책에 있어 오염토양의 거래차단과 빠른 정화를 위해 부동산거래 시 토양전문가의 확인을 필하도록 제도를 보완하고 선진국처럼 개발사업 시 30㎝ 이내의 표토보전에 관한 확실한 입법 필요 • 타 기술과의 융복합을 위한 학제(환경, 토목, 지질, ICT 등)간 공동연구 및 다부처(과기부, 환경부 등) 기획연구 등 추진 • 중점추진분야: 오염거동 특성 평가·진단 기술, 위해성 평가·진단 기술, 오염감시 기술, 오염확산 방지기술, 오염정화 고도화 기술

다 주요 분석 결과 요약

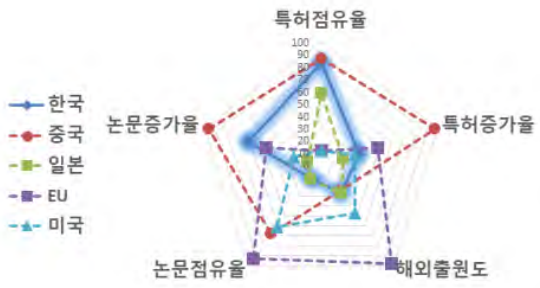
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	토양·지중 환경오염 관리기술	1,968	2,597	27.0%	49.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

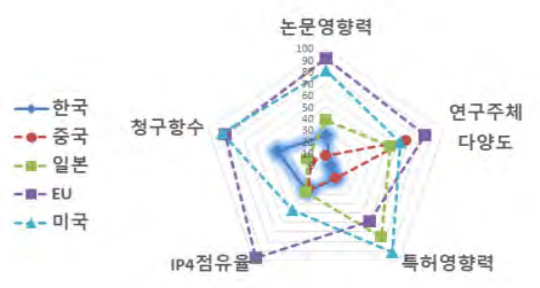
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	미국
	43.2%	38.8%	18.0	5.5
한국	5위	2위	4위	4위
	2.1%	36.5%	11.6	0.0
5개국 평균[2]	-	-	15.0	4.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

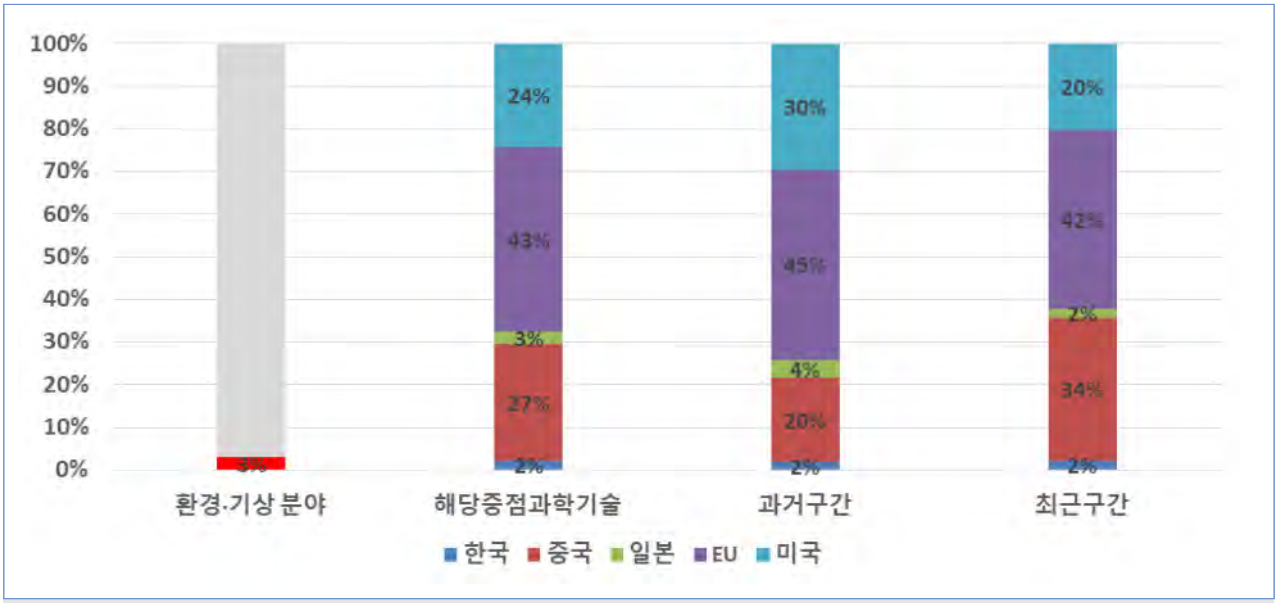
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(11.6)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(43.2%), 중국(27.4%), 미국(24.3%), 일본(2.9%), 한국(2.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(115.8%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(18.0), 미국(16.5), 일본(12.7), 한국(11.6), 중국(9.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(36.5%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(0.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(38.8%), 한국(36.5%), 일본(23.6%), EU(0.6%), 미국(0.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(325.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7.5)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(5.5), 일본(4.0), EU(3.0), 중국(0.0), 한국(0.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(37.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(7.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.1%	27.4%	2.9%	43.2%	24.3%
	논문 증가율	41.2%	115.8%	-38.9%	20.2%	-13.6%
	논문 영향력	11.6	9.3	12.7	18.0	16.5
	연구주체 다양도	0.63	0.92	0.88	0.98	0.91
특허 분석	특허 점유율	36.5%	38.8%	23.6%	0.6%	0.5%
	특허 증가율	11.4%	325.0%	-43.1%	66.7%	0.0%
	해외출원도	0.2	0.0	0.2	7.5	1.7
	특허 영향력	0.0	0.0	4.0	3.0	5.5
	IP4점유율	0.7%	0.2%	1.3%	37.5%	8.3%
	청구항수	4.3	2.1	2.5	7.4	7.7

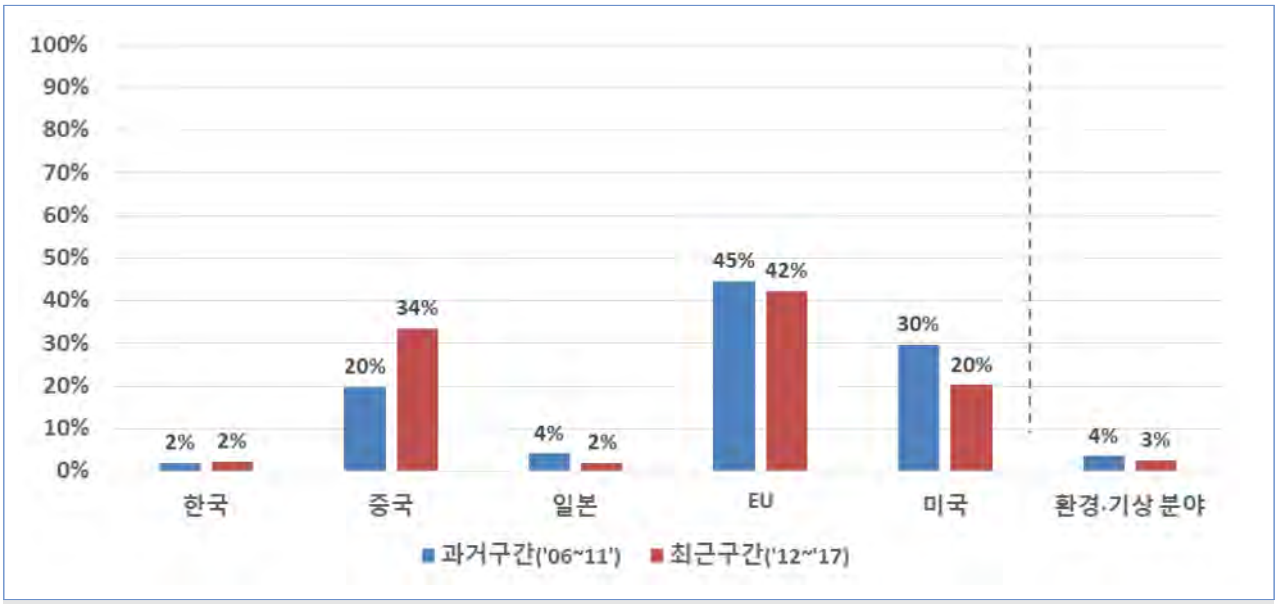
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 토양·지중 환경오염 관리기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 850건으로 전체 논문의 43%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 토양·지중 환경오염 관리기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 3%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

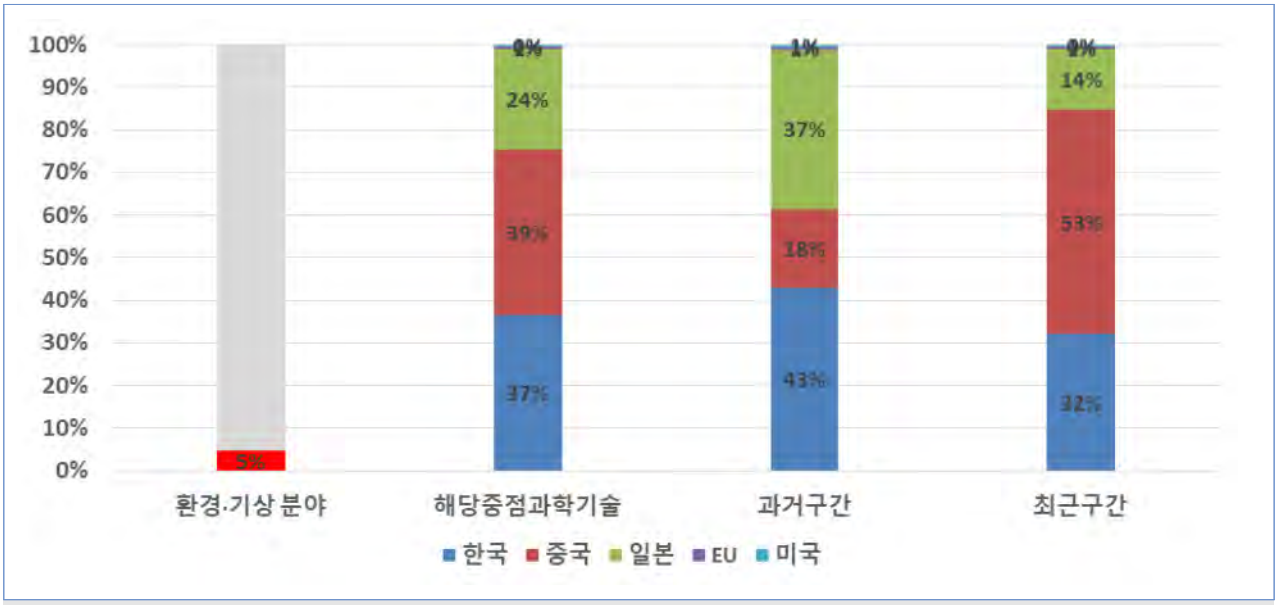


● 토양·지중 환경오염 관리기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 41.2%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	17	24	41	41.2%
중국	171	369	540	115.8%
일본	36	22	58	-38.9%
EU	386	464	850	20.2%
미국	257	222	479	-13.6%
전체	867	1,101	1,968	27.0%

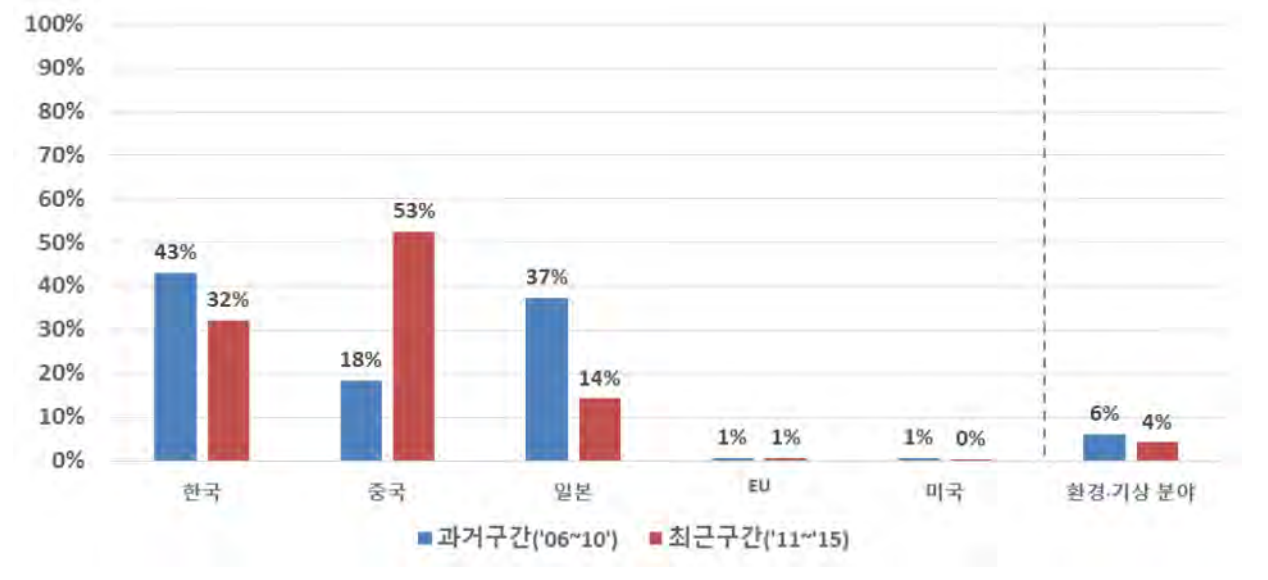
(4) 특허 점유율(전체)



● 토양·지중 환경오염 관리기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1008건으로 전체 특허의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 일본, EU, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 토양·지중 환경오염 관리기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



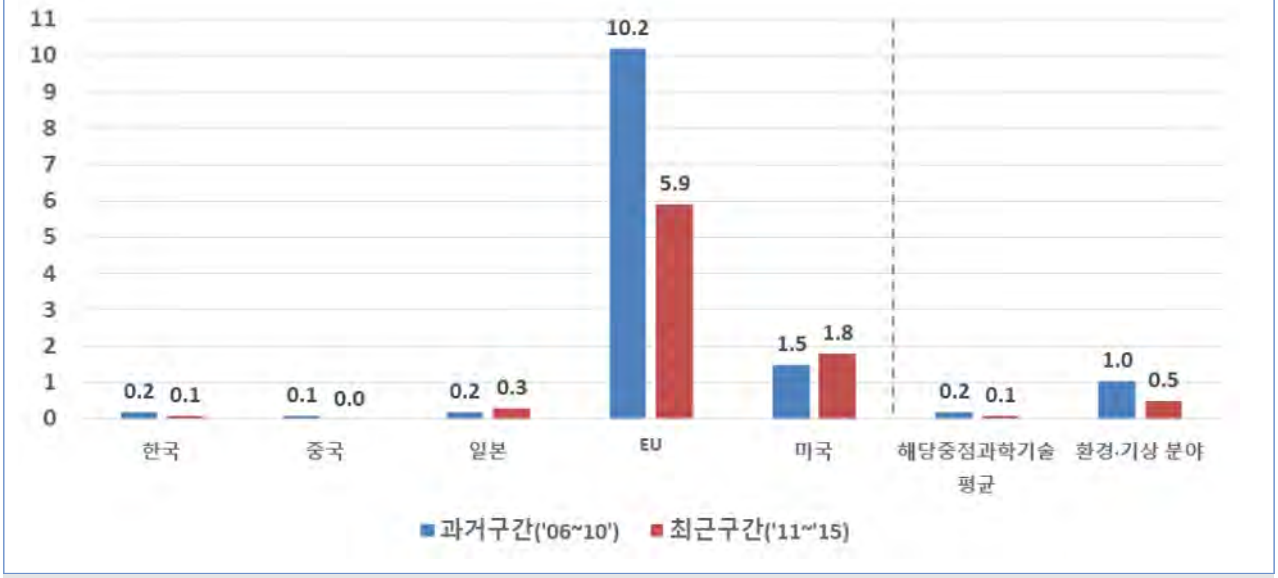
● 토양·지중 환경오염 관리기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 11.4%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	449	500	949	11.4%
중국	192	816	1,008	325.0%
일본	390	222	612	-43.1%
EU	6	10	16	66.7%
미국	6	6	12	0.0%
전체	1,043	1,554	2,597	49.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

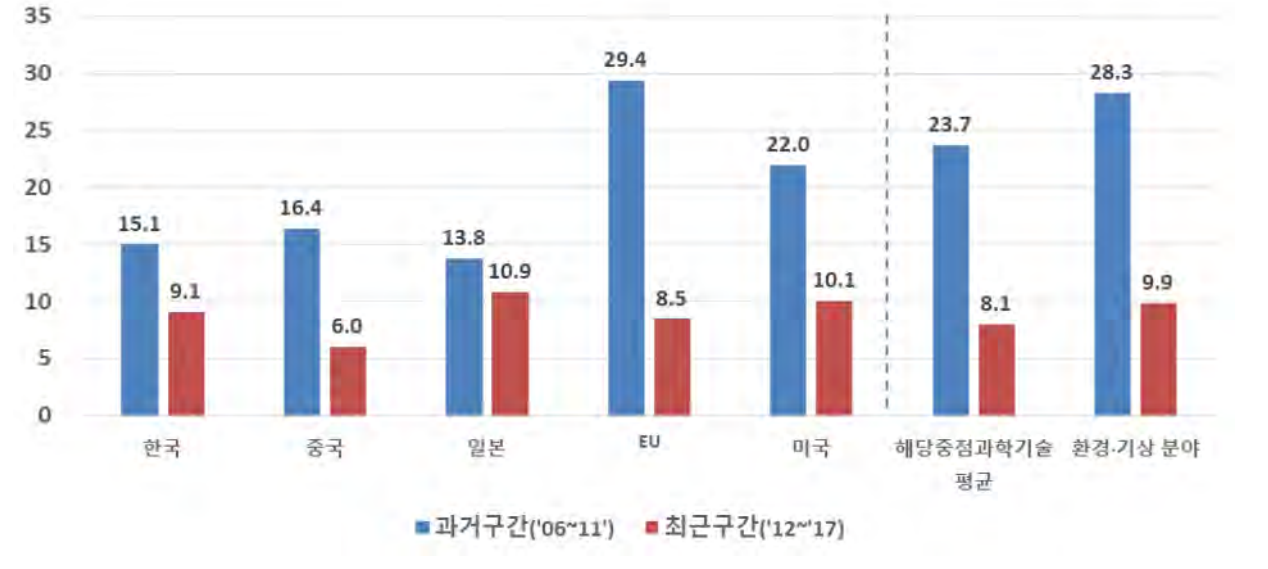


● 토양·지중 환경오염 관리기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

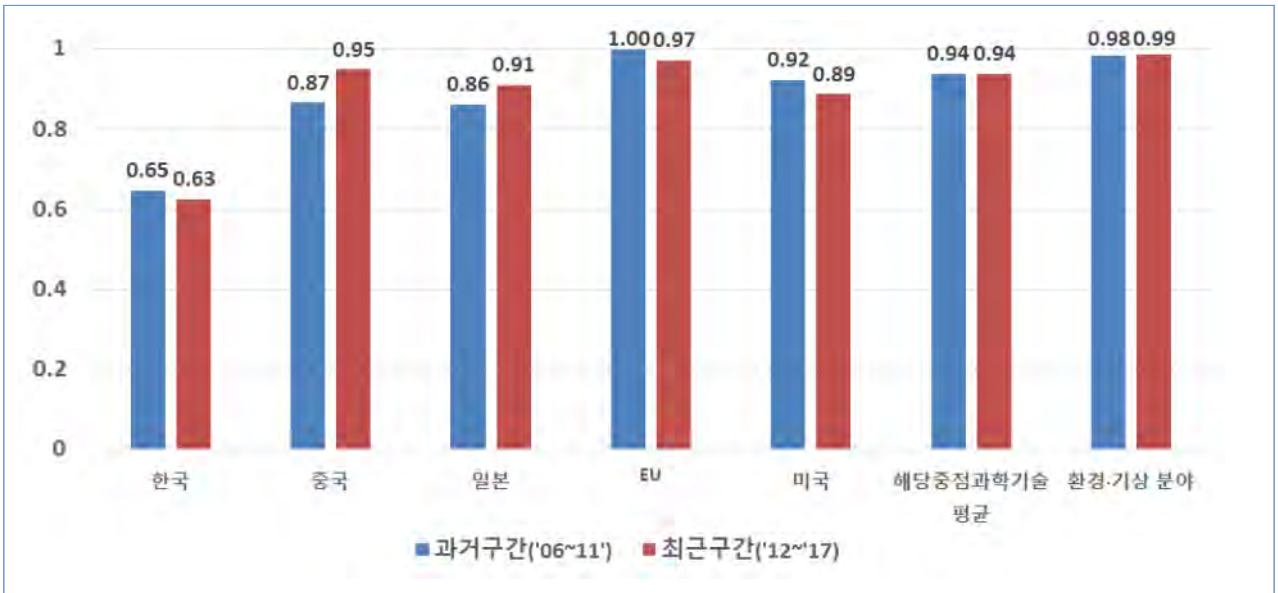
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



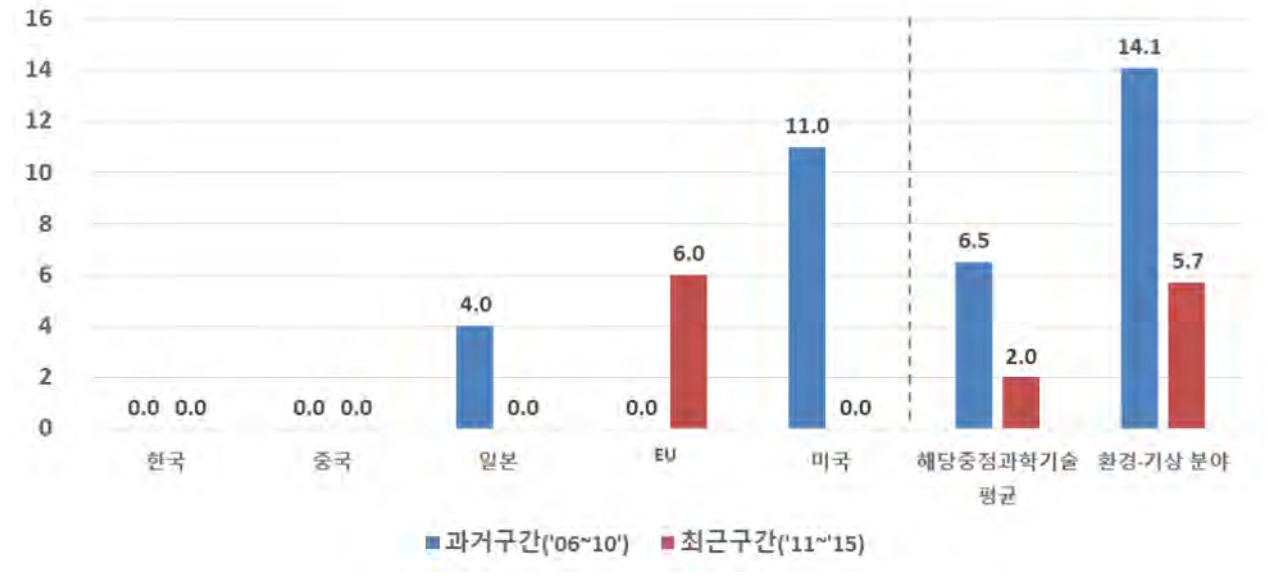
● 토양·지중 환경오염 관리기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



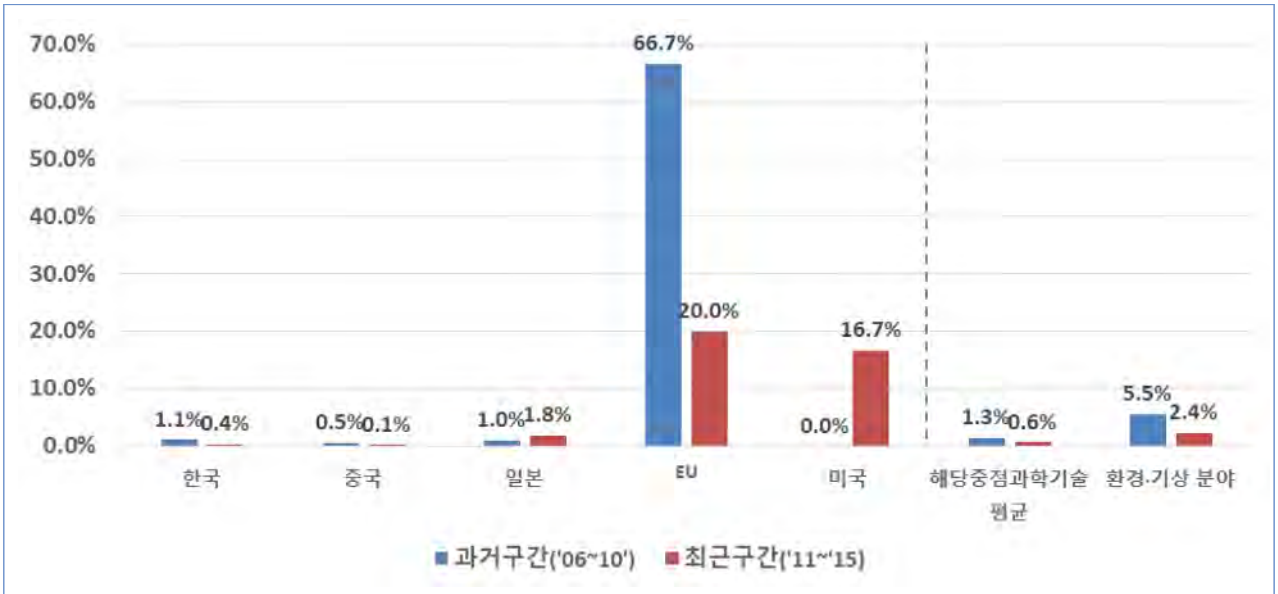
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



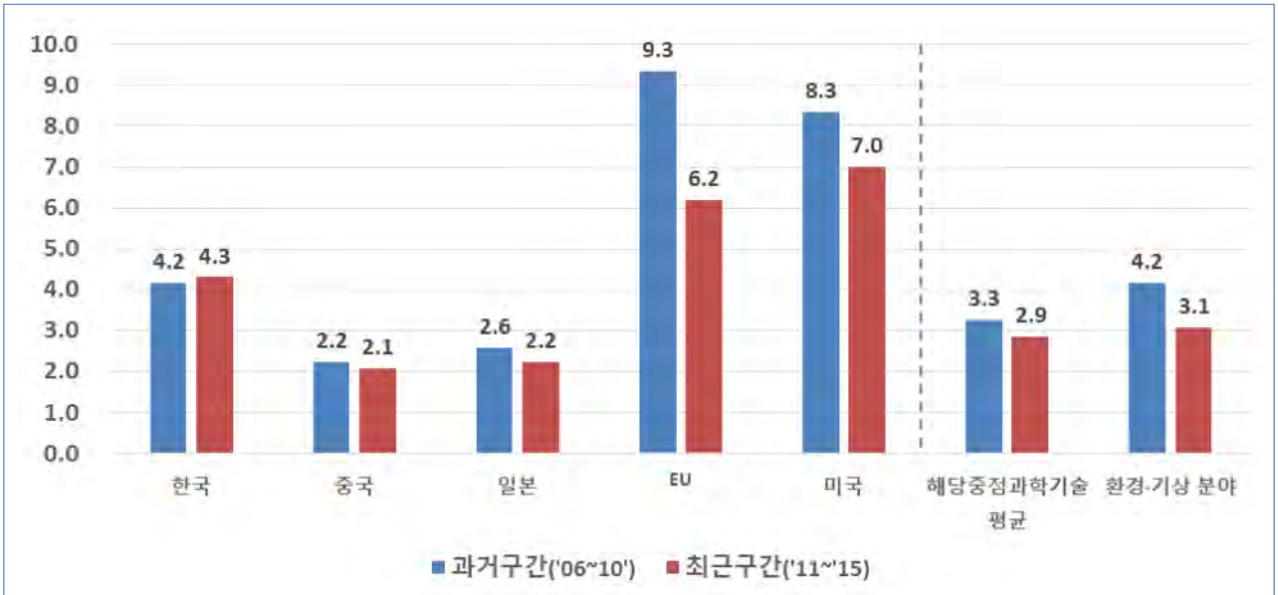
● 토양·지중 환경오염 관리기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 토양·지중 환경오염 관리기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 토양·지중 환경오염 관리기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 평균 청구항수가 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

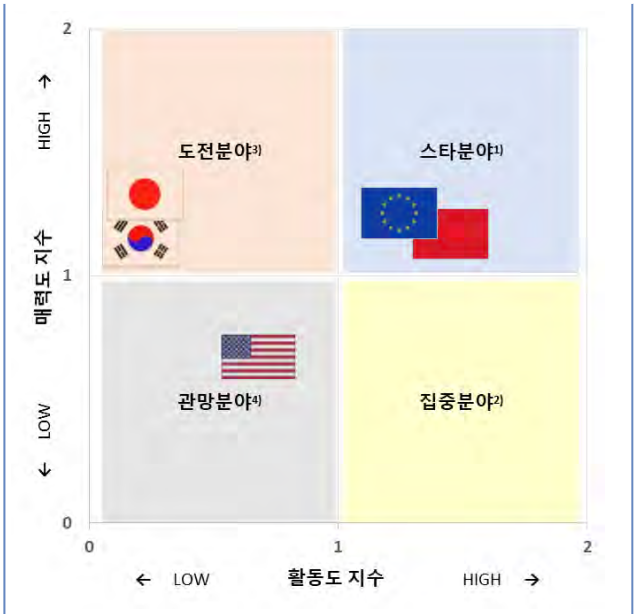
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

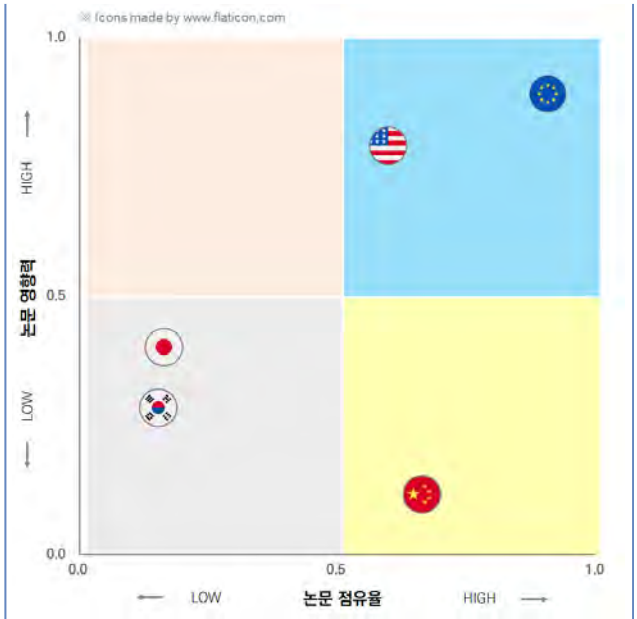
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 토양·지중 환경오염 관리기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

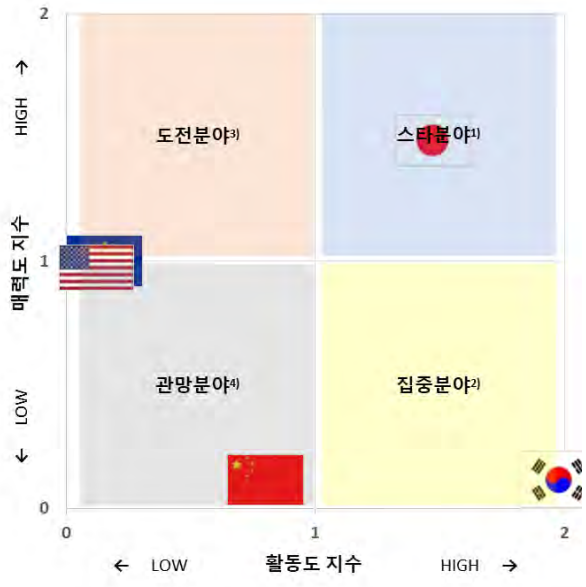


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

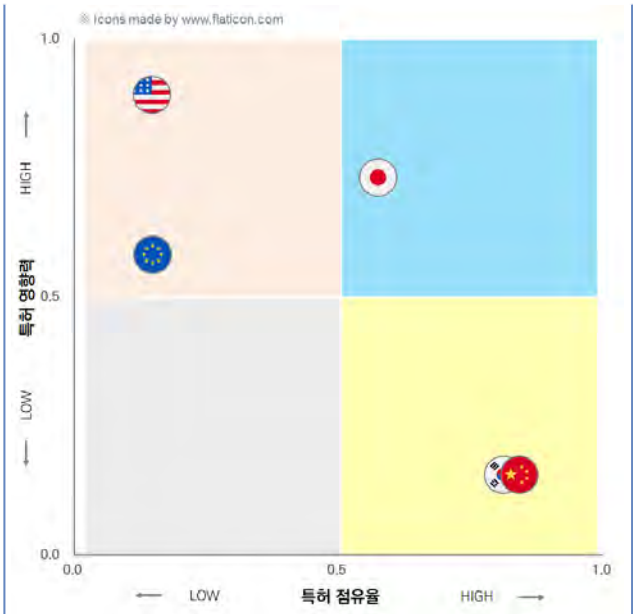
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 토양·지중 환경오염 관리기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES(0.56%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '건국대학교'가 14.63%(글로벌 점유율은 0.30%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES	중국	2.04%	0.56%	-62.50%
2	STATE KEY LABORATORY OF WATER ENVIRONMENT SIMULATION	중국	2.04%	0.56%	75.00%
3	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.09%	0.51%	0.00%
4	IOWA STATE UNIVERSITY	미국	1.67%	0.41%	-66.67%
5	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	EU	0.94%	0.41%	66.67%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KONKUK UNIVERSITY	14.63%	0.30%	-50.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	9.76%	0.20%	200.00%
3	YONSEI UNIVERSITY	4.88%	0.10%	-100.00%
4	DONGGUK UNIVERSITY	4.88%	0.10%	100.00%
5	HOSEO UNIVERSITY	4.88%	0.10%	-100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES	2.04%	0.56%	-62.50%
2	STATE KEY LABORATORY OF WATER ENVIRONMENT SIMULATION	2.04%	0.56%	75.00%
3	STATE KEY LABORATORY OF URBAN AND REGIONAL ECOLOGY	1.48%	0.41%	600.00%
4	INSTITUTE OF APPLIED ECOLOGY	1.11%	0.30%	-50.00%
5	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.11%	0.30%	500.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HOKKAIDO UNIVERSITY	6.90%	0.20%	-66.67%
2	KANAZAWA UNIVERSITY	5.17%	0.15%	-50.00%
3	KYUSHU UNIVERSITY	5.17%	0.15%	100.00%
4	KYOTO UNIVERSITY	5.17%	0.15%	100.00%
5	UNIVERSITY OF MIYAZAKI	3.45%	0.10%	-100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.94%	0.41%	66.67%
2	MONASH UNIVERSITY	0.71%	0.30%	-80.00%
3	UNIVERSITY OF COPENHAGEN	0.59%	0.25%	50.00%
4	NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT	0.59%	0.25%	50.00%
5	HELMHOLTZ CENTRE FOR ENVIRONMENTAL RESEARCH - UFZ	0.47%	0.20%	-66.67%

6 미국

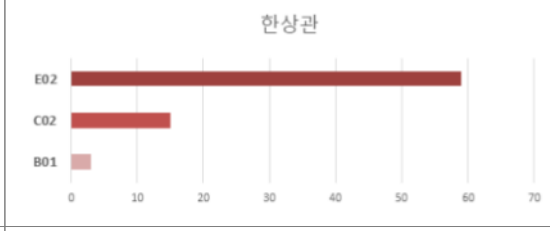
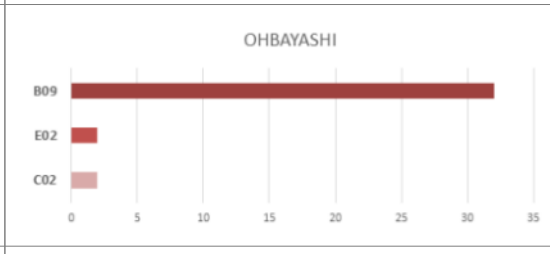
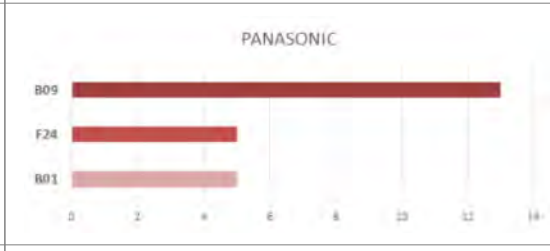
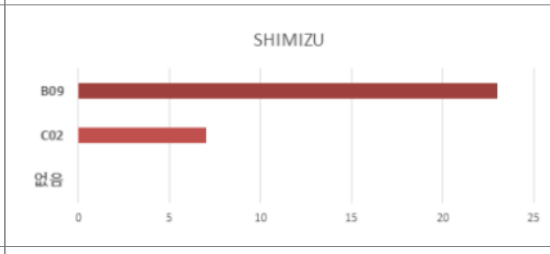
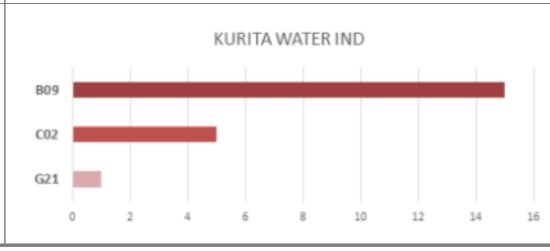
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.09%	0.51%	0.00%
2	IOWA STATE UNIVERSITY	1.67%	0.41%	-66.67%
3	PURDUE UNIVERSITY	1.25%	0.30%	-50.00%
4	OKLAHOMA STATE UNIVERSITY	0.84%	0.20%	200.00%
5	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	0.84%	0.20%	0.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '한상관(3.00%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한상관'이 8.22%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '한상관'은 E02(토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工))에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

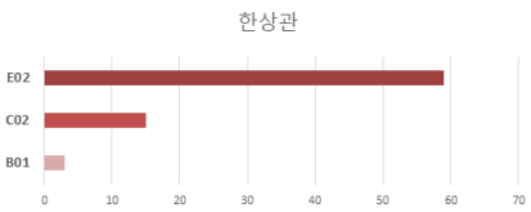
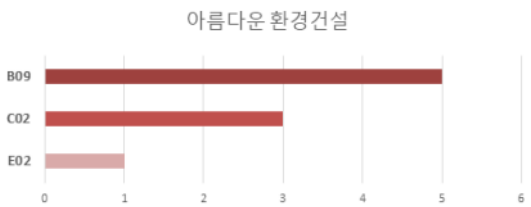
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	한국	8.22%	3.00%	36.36%
2	OHBAYASHI	일본	6.37%	1.50%	-22.73%
3	PANASONIC	일본	5.39%	1.27%	-93.55%
4	SHIMIZU	일본	4.90%	1.16%	-57.14%
5	KURITA WATER IND	일본	3.76%	0.89%	-46.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
2		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
3		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
4		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		-	-
5		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G21	핵물리; 핵공학

2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	8.22%	3.00%	36.36%
2	에이치플러스에코	1.79%	0.65%	1500.00%
3	대일이앤씨	1.58%	0.58%	100.00%
4	오이코스	1.48%	0.54%	150.00%
5	아름다운 환경건설	1.16%	0.42%	-42.86%

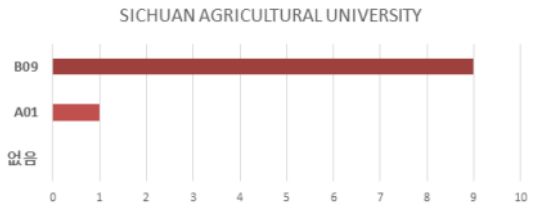
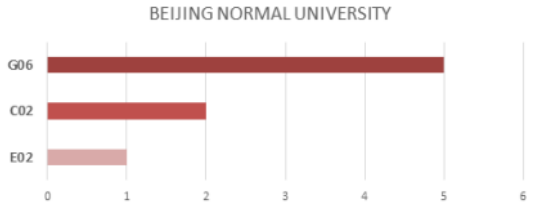
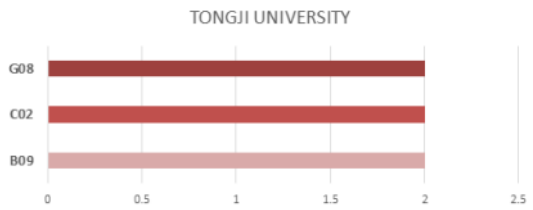
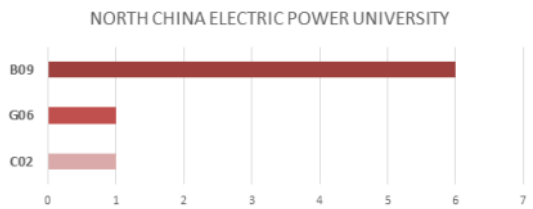
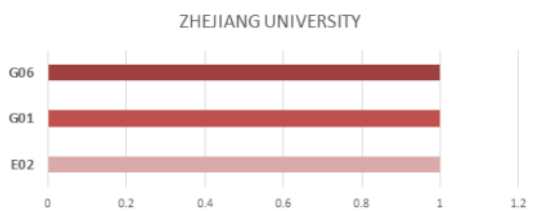
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
2		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		E04	건축물
		–	–
3		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		–	–
4		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
5		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SICHUAN AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.99%	0.39%	-33.33%
2	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	0.89%	0.35%	800.00%
3	TONGJI UNIVERSITY	0.89%	0.35%	250.00%
4	NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY	0.79%	0.31%	600.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.79%	0.31%	66.67%

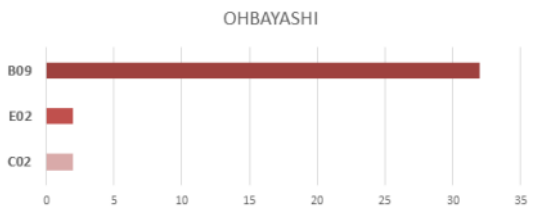
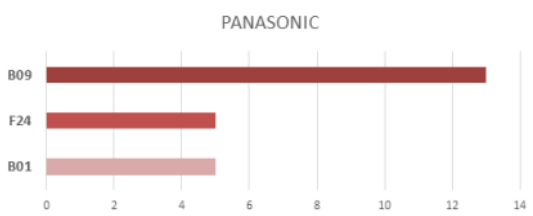
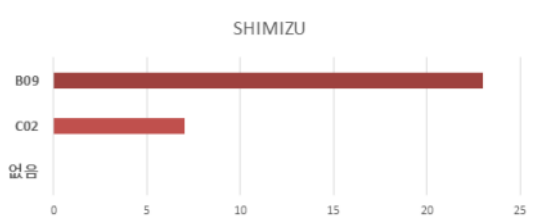
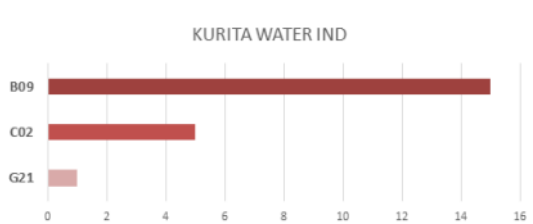
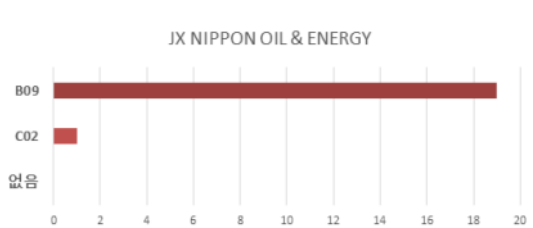
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		–	–
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
3		G08	신호
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
4		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)

4 일본

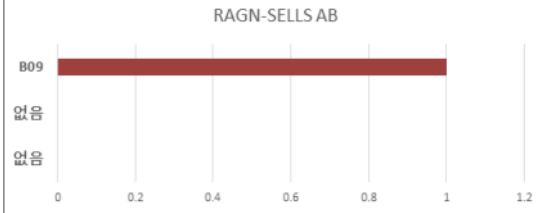
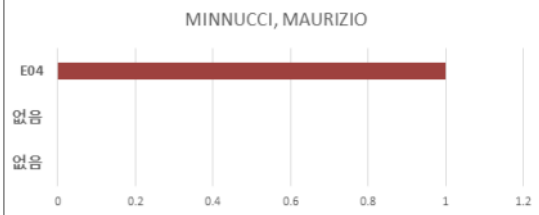
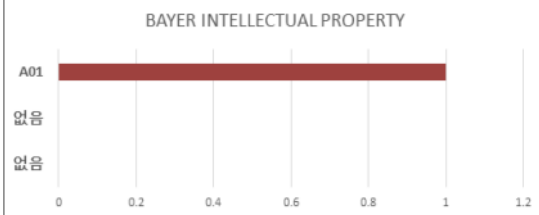
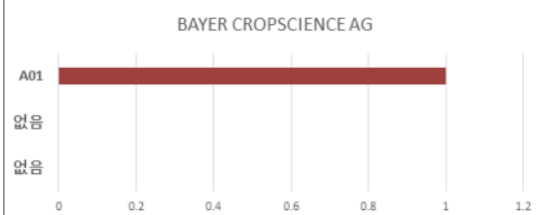
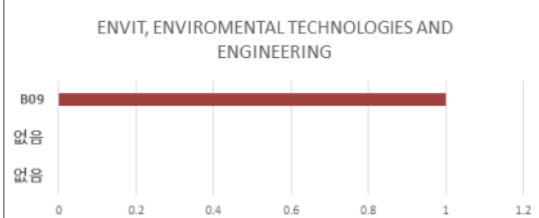
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	OHBAYASHI	6.37%	1.50%	-22.73%
2	PANASONIC	5.39%	1.27%	-93.55%
3	SHIMIZU	4.90%	1.16%	-57.14%
4	KURITA WATER IND	3.76%	0.89%	-46.67%
5	JX NIPPON OIL & ENERGY	3.27%	0.77%	-94.74%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
2		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
3		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		–	–
4		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G21	핵물리; 핵공학
5		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		–	–

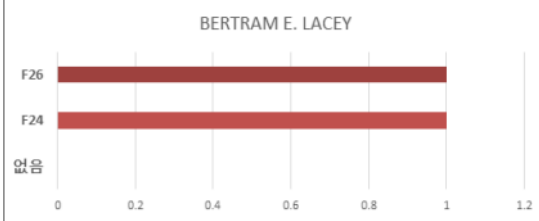
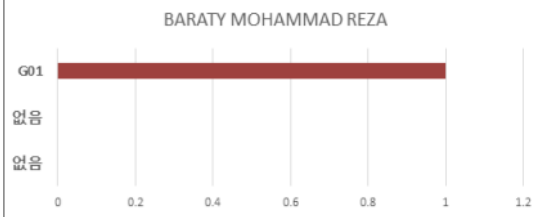
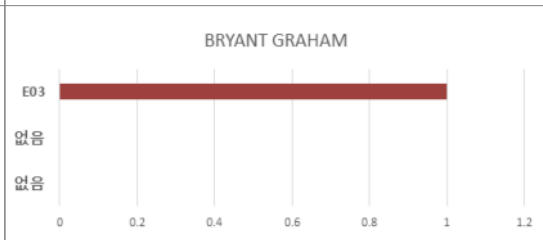
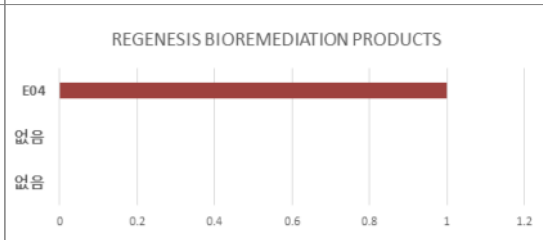
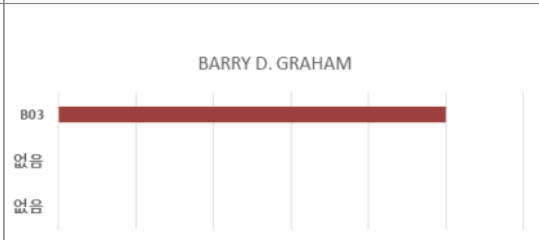
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	RAGN-SELLS AB	6.25%	0.04%	0.00%
2	MINNUCCI, MAURIZIO	6.25%	0.04%	0.00%
3	BAYER INTELLECTUAL PROPERTY	6.25%	0.04%	-100.00%
4	BAYER CROPSCIENCE AG	6.25%	0.04%	0.00%
5	ENVIT, ENVIROMENTAL TECHNOLOGIES AND ENGINEERING	6.25%	0.04%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		-	-
		-	-
2		E04	건축물
		-	-
		-	-
3		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
4		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-
		-	-
5		B09	고체 폐기물의 처리; 오염된 토양의 재생
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BERTRAM E. LACEY	16.67%	0.08%	100.00%
2	BARATY MOHAMMAD REZA	8.33%	0.04%	-100.00%
3	BRYANT GRAHAM	8.33%	0.04%	-100.00%
4	REGENESIS BIOREMEDIATION PRODUCTS	8.33%	0.04%	0.00%
5	BARRY D. GRAHAM	8.33%	0.04%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		F26	건조
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
2		G01	광학
		-	-
		-	-
3		E03	상수(上水); 하수(下水)
		-	-
		-	-
4		E04	건축물
		-	-
		-	-
5		B03	액체에 의한 또는 풍력테이블 또는 지그에 의한 고체물질의 분리; 자기 또는 정전기에 의한 유체 또는 고체물질로부터 고체물질의 분리; 고압전계에 의한 분리
		-	-
		-	-

102 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술



102 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 미래지향적 신기술을 적용하여 자연생태계를 인위적 훼손(오염, 서식지 훼손, 개발, 도시화 등)과 자연 교란(홍수, 가뭄 등 자연 재해)으로부터 자연 상태를 유지·보전하며, 생물다양성 및 생태복원력을 증진하는 기술
- ☑ 인공지능, 빅데이터 분석, 유전자 분석 등 신기술을 적용하여 자연생태계의 구성 요소인 서식처 환경과 생물 군집(생물다양성)을 조사·평가·모니터링 하는 기술, 생태건강성 및 생물다양성을 증진시키기 위하여 자연생태계를 보전·관리하는 기술, 훼손된 생태계를 복원하며 생태복원력을 증진시키는 기술, 자연생태계의 생태자원 및 생물다양성자원을 활용하고 서비스하는 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

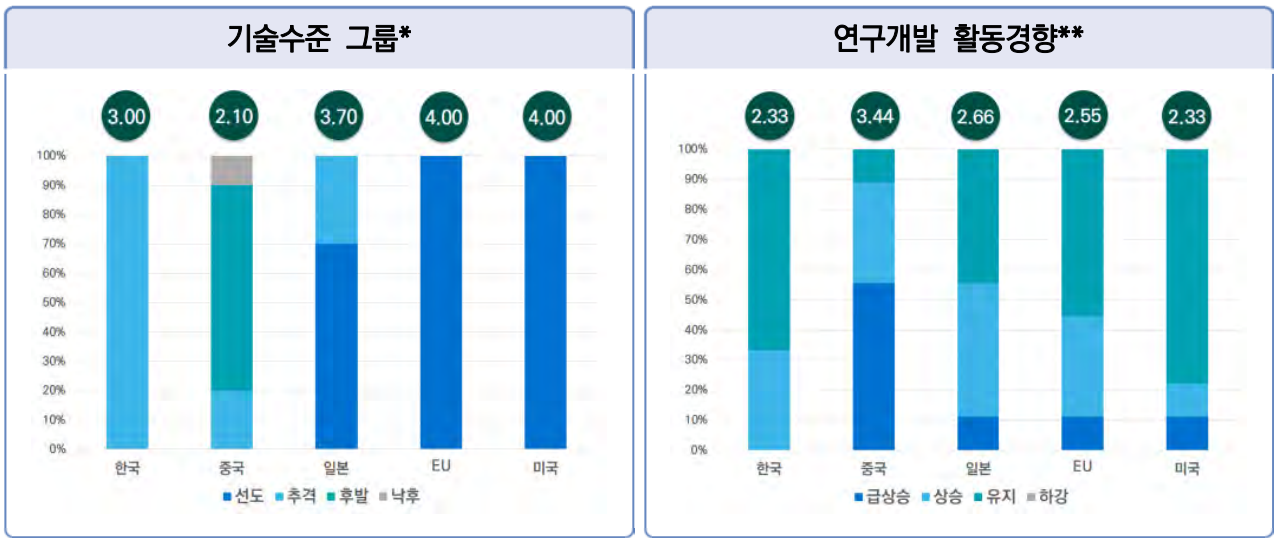
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.5	6.0	추격	보통	우수	유지
중국	60.0	8.8	후발	보통	우수	상승
일본	90.0	3.0	선도	우수	우수	상승
EU	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	6.0	70.5	70.0	73.0	3.3	6.0	5.0	6.0	1.1
중국	60.0	9.0	60.0	60.0	65.0	7.3	8.8	7.0	10.0	1.8
일본	90.0	3.0	90.0	90.0	91.0	5.8	3.0	2.5	3.0	1.2
EU	100.0	0.0	100.0	97.0	100.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.6
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3

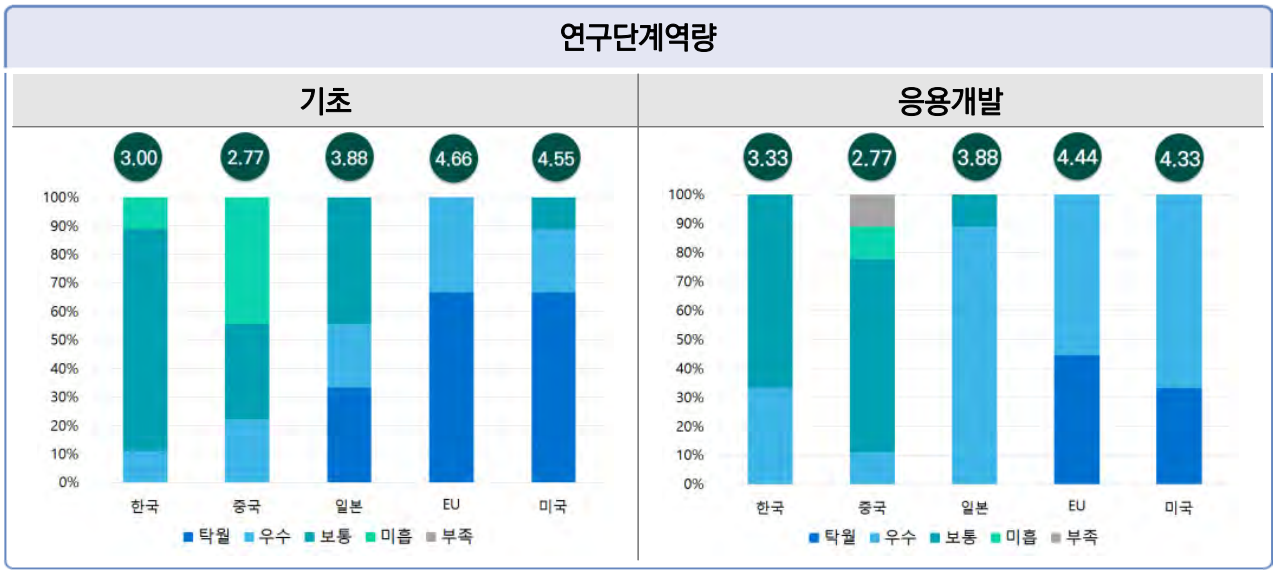
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.5%)	• 지속성을 유지하면서 연구가 진행되어야함에도 단가적인 성과를 팩트로 활용하는 경향 • 생물 생태 전문기관 신설로 연구 기술개발 인프라 발전 • 단편적인 식생 및 종복원 연구는 시행되었으나, 훼손된 생태계 복원 및 자연생태계 관리 기술은 연구 미흡 • 생물다양성 관련 조사 투자는 지속적으로 증가하였으나, 기타 기술은 답보상태 • 일부 기술에 대해서는 선도그룹에 근접해 있으나 현장에 적용 가능한 기술이 적고, 특히 도시생태계와 관련해서는 한국형 기술 미흡 • 논문의 수와 특허 등 수적인 측면에서는 큰 차이를 보이지 않으나 현장에서 실효성 있는 기술은 부족 • 국가차원의 생물다양성 연구 및 조사 기관 설립을 통해 연구개발을 확대하고 있으나 아직은 선도그룹 추격 수준 • 전국 수준의 수생태계(하천, 하구 등) 조사 및 건강성평가 프로그램(생물측정망) 정착 및 제도화 • 육상생태계에 비해 하천 등 수생태계 보전 및 복원사업을 포함한 연구 개발은 상대적으로 미흡
중국 (60.0%)	• 최근 특허, 논문 등이 급증하고 있으며 단기간에 급성장 가능성 보유 • 다양한 연구를 전폭적인 지원 하에 추진 중이나, 실제 활용 가능한 성과도출은 미흡 • 생태계 유형분류 및 조사방법론에 대한 통일된 방법론 부재 • 중앙정부주도의 기술력확보를 하려고하나, 아직까지 커다란 진전 없음 • 핵심기술이 전무하나 현재의 기술 후진성은 과감한 인력과 자본의 투자로 단기간에 극복 가능 • 기초 조사, 모니터링 등 수준 • 아직 자연생태계와 관련된 기술개발 미흡
일본 (90.0%)	• 논문 발표 등이 증가하고 있으며 새롭게 두각을 나타내고 있음 • 안정적인 연구개발 인프라를 가지고 선도적인 연구와 기술수준 지속 • 인공토양을 활용한 식생 및 생태계 복원분야에서는 선도그룹 • 생태계 유형 및 조사에 대한 기준 및 방법은 정부주도로 완성됨 • 많은 복원기술을 적용하려고 시도하나, 핵심기술의 다양성 부족 • 생물다양성 자원화 분야에서 지속적인 투자 • 생물다양성 확보 위해 국가 및 동아시아 차원의 네트워크 수립 및 추진 • 유전자를 이용한 생물다양성 조사연구 및 모니터링에 대한 관심 및 연구 확대 중
EU (100%)	• EU 통합 이후 유럽 전체에 대한 자연 보전과 생태 환경 기초 및 원천, 응용과 대책 시행, 가치평가 등에서 급성장 • 최근 연구 활동이 활발하며 그 간 탄탄한 기초연구를 바탕으로 약진하고 있는 추세 • 최고기술 보유국과 거의 유사한 수준의 연구 성과 제시, 생태계서비스 평가 등 연구 주도 • 미국과 유럽의 독일은 기술수준에서 차이 구분 곤란 • 독일, 네덜란드 등에서 자연환경 보전, 복원에 대한 관심과 투자는 과거 수십 년 동안 세계적이었으며 현재도 진행 중 • 국가별 축적된 다양한 기술을 현장에 적용 중 • 논문 수는 적으나 현장에서 오랜 기간 농축된 기술 기 보유, 미국의 종 중심의 복원과 유럽의 습지 등 서식지 위주의 복원은 우열을 가리기 힘듦 • 전체 하천유역에서 생물다양성 증대 및 하천유역 복원을 위한 프로그램(BIO-SAFE 등) 및 네트워크(ECRR)를 활발히 추진

국가 (기술수준)	판단근거
	• 하천 생태계 생물자원 조사 평가 및 모니터링을 위해 DNA 바코딩을 기반으로 EU 차원의 네트워크 결성 및 활발한 연구 활동 수행 • 지속적인 정부 투자와 관심은 시민의 환경의식까지 변화시켜 이제는 시민주도의 환경기술 보유
미국 (100%)	• 법과 제도, 시민의식, 기초 자연과학과 기술, 응용 및 대책 시행 등 전반에서 선도 • 연구 개발, 논문 발표 등에 있어 지속적으로 향상됨 • 선도그룹으로서 다양한 논문 발표 및 특허 출원 중 • 지속적인 모니터링을 통해 자체 기술력 향상 점검 • 트럼프 행정부 들어선 후 환경 보전, 복원에 대한 연방정부 차원의 투자, 관심도 일부 낮아짐 • 전체적으로 매우 우수한 그룹이나 훼손지 복원이나 자연생태계관리 등에서는 우수한 자연환경으로 필요성이 다소 낮음 • 연방 및 주정부 차원에서 생태계 변화 및 추적을 위한 적극적 연구 및 사업 지원 • DNA기반의 생물 다양성 조사 및 모니터링 추진 • 친환경하천 복원기법 등 면에서 선진적 기술 보임

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 일부 정책 인프라는 개선 노력 중이나 그것이 기술자들에게 효과를 주지 못함 • 환경부 등에서 부처별로 R&D를 추진하고 있지만 지속적 유지가 관건 • 자연생태 환경에 대한 법과 정책은 잘 구축되어 감 • 국립생태원, 낙동강생물자원관 등 자연생태 연구개발 인프라 확충, 생태계서비스 분야 평가체계 구축, 생물자원 탐색 및 활용 등 강화 • 현장에서 활용할 수 있는 기술력 확보 • 생태계 보전 및 관리를 위한 국가 조사연구 기관(국립생태원, 낙동강생물자원관, 생물종복원센터 등) 설치를 통해 인력과 인프라 확대 • 수생태계(하천, 하구 등) 조사 및 건강성 평가를 위한 생물측정망 확보 및 제도화	• 연구개발 취지와 목적이 지나치게 응용과 경제성에 치중됨 • 기술개발연구비 지원 감소 • 핵심기술 부재 • 기초연구는 아직도 선도그룹 추격 수준 • 수생태계 보전 및 복원은 육상생태계에 비해 상대적으로 미흡(전문기관 부족) • 수생태계 분야 인력양성 미흡 • 자연생태계 관련 투자는 아직 조사, 모니터링 수준이며 상대적인 규모나 투자가 매우 적음 • 첨단 기술을 활용하는 노력도 상대적으로 저조 • 부분적인 연구개발이 진행되나 기초와 원천 및 이론 기술보다는 지나친 응용과 사업화 기술 요구로 과학기술의 적합성과 효율성, 선도성 부족
중국	• 개인들의 기술력 • Tsinghua university 등 몇몇 대학에서 이 분야 급성장 • 최근 정부 정책 뒷받침, 국제 교류와 국내 자연생태환경 문제의 부각 등으로 연구개발 급증 • 기초정보 및 인프라 우수 • 인력 및 인프라 차원 확대를 통한 특허 및 연구논문 급증 • 자연생태계 관련 정부의 투자의지 확대	• 실제 정부 정책과 제도를 통한 자연생태환경 보전 및 복원 사업 이행과 효과 불확실 • 적용 및 활용 미비 • 기술력 및 인력 부족 • 현장 적용기술 측면은 상대적으로 미흡하나 지속적인 투자 중 • 조사대상 지역의 방대함 등으로 전국적, 통합적 노력 미흡

국가	강점분야	기타
일본	• Tohoku University, Kyoto University 등이 새롭게 두각을 나타냄 • 아시아 생태환경 기술을 선도하며, 특히 각 연구소 및 대학에서 새로운 기초와 원천, 이론에 투자가 활발함. 정부 법, 정책과 제도에서 국토환경 개선 대책의 수요 급증 • 야생생물 평가와 관리기술, 생태계 복원 기술 등 지속적인 연구투자 • 기초자료 및 연구, 인력, 인프라 우수 • 선도국 간의 기술틈새에 잘 맞는 영역을 파악하여 신기술 등 확보 • 기술력 및 인력이 원활히 확보 가능 • 생물다양성 확보를 위한 국가 차원의 네트워크 추진 및 동아시아로 확대 • DNA 바코딩을 이용한 수생태계(하천, 호소, 습지 등) 생물모니터링 기술 개발 진행 • 자연생태계 관련 여러 부처에서 독자적 연구개발 및 투자 진행	• 아직 유역단위 자연생태 환경 훼손과 보전 복원 등 공간 단위 대책 부족 • 기초 원천기술 연구 분야 다소 취약 • 1순위 국가에 비해 적용 및 응용에 다소 부족 • 정부주도의 개발 사업이 줄어들고 있어 복원 및 생태계 관련 분야의 기술개발이 적어지고 있는 추세 • 응용기술 개발은 상대적으로 유지 수준 • 자연재해방지 관련 투자에 우선
EU	• Wageningen University가 두각을 나타냄 • EU 통합, 각 소속 국가의 경제 사정에 따라 다소 차이가 있으나 법, 정책과 제도, 자연 과학기술과 인문학, 경제학, 국제 연계 통합 기술 등에서 탁월 • 영국, 독일 등을 중심으로 생태계서비스 평가체계와 방법론, 제도적 틀 마련 등으로 생물다양성과 생태계서비스 가치평가 주도 • 기술, 인력, 인프라 탁월 • 과거의 모니터링 자료 충분 • 논문으로 출판된 기술보다는 독립적인 기업에서 가지고 있는 기술력 축적이 뛰어남 • 제도적(Water Frame Directive: WFD) 지원에 의해 생물대양성 조사 및 생태계 건강성 모니터링 분야에서 기술 및 인력 확대 • DNA 바코딩을 이용한 수생태계(하천, 호소, 습지 등) 생물모니터링 기술 개발 진행 (예: DN-Aqua Net) • 응용개발 연구 및 현장 적용 확대를 위한 유럽 하천복원센터(ECRR) 운영 • 독일, 스위스, 화란 등이 주도함 우리의 출연기관 성격의 공공연구기관에서 주도 • 유럽대륙 전체를 보는 투자 및 연구 수행 • Blue-Green 인프라 개념의 자연생태계 보전, 복원 노력 강화 • 세부적, 소규모, 디테일한 부분의 기술 발달	• 각 국가의 사회경제, 주민 의식에 따라 하천유역 통합관리 체계의 구축과 시행 부족 • 기술의 비공개 • 연구 인력의 확보는 미국보다 어려움

국가	강점분야	기타
미국	• University of California 등 다수의 대학들의 지속적인 연구 탁월 • 자연생태계의 보전과 복원 과학기술의 선도, 최근 전문가의 참여 분야 확대, 각종 정책과 제도, 관련 기관의 구체화 • 빅데이터 분석 및 모델링, 생태복원기술, 위해야생동식물 평가 및 관리 기술 등 우수 • 장기생태연구지 등 안정적 • 기존의 연구자료 및 모니터링 자료가 충분하고 이를 기초한 인력 및 기술력이 탄탄함 • 연방 및 주정부 차원에서 자연생태계 보전 및 복원 분야의 연구개발 적극 지원	• 정부 예산에 따른 변동성 존재 • 대규모, 거시적 복원에 초점 • 자국의 문제에 더욱 많은 관심이 있어, 국제적으로 활용가능성에 관한 내용 부재 • 연방정부 차원의 투자 일부 정체

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	2위	3위	1위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 해당 부처 업무와 자연 생태계 연계 : 법과 제도, 계획, 시행, 연구 개발 영역의 연계를 통한 국토와 자연생태계 보전과 복원의 연합체 구성 • 국립생태원, 국립생물자원관, 낙동강생물자원관, 멸종위기종복원센터 등 연구기관들이 설립됨에 따라 기술개발을 위한 민, 관, 연의 유기적 협력과 역할체계를 통해 효율적인 기술수준 향상 • 제조업체간의 교류 및 국내 복원 전문가 간 교류를 도울 수 있는 국내학회 등 지원 • 자연생태계 과학자/기술자/경험자 간 실질적인 소통과 협력의 장을 마련하고 정기적인 포럼, 협동연구 사업 등 추진 • 국내 연구기관에서 보유하고 있는 고가 장비를 공용으로 사용할 수 있는 협력체계 조성 • 생태계 기초연구 분야 학계 간 그리고 복원을 전담하는 조경관련 업체 및 학계 간 협력 필요. 기존의 경우 조경관련 업체가 모든 것을 전담하고 있어 복원 및 관리의 핵심인 생태계 자생력을 담보하기 보다는 외형적 복원에 치중되는 경향이 농후함 • 산학연 기술업체간의 협의체 활동 활성화, 용역 및 사업의 절대적 부족, 지자체 인식 부족
국제협력 촉진	• 각 부처 국제화 영역에서 자료 제공 및 기술 협력이 지나치게 관 주도로 이루어져 실제 과학기술과 제도의 교환 및 협력이 부족하므로 단순 해외 진출보다는 국제 협력 기구에서의 주도권과 기술 공유 필요 • 국내 생태분야 전문기관들의 역량과 전문성을 국제적 수준으로 높이기 위한 활발한 국제협력 연구 촉진 • 선진 복원기술을 도입하는데 있어 국내연구만으로는 시간이 오래 걸리므로 각 분야별 국제 전문가 풀을 수립하여 국가연구 수행 시 교류할 수 있도록 현실적인 인건비(체재비, 자문료) 등의 지출 방안 마련

	정책제언
	• 자연생태계 보전, 복원 중요분야별 앞서가는 나라(미국, 유럽, 일본 등)와 대표적인 협력 체계 구축 • 실질적인 국제 협력이 가능하도록 비용 등의 지원 • 영국. 미국 등 선진 그룹과 국내와 차이는 많으며 또한 서식지 규모 및 특성이 각각 이들 나라와 차이를 보이고 있음. 국내의 경우 미국의 기술과 사례를 응용하는 부분이 많으므로 각 서식지 유형별 특성을 고려하여 특정 나라와 협력하기 보다는 다양한 국가와 연계 추진 필요 • 기술 추격국가 및 신흥국가 기술 교류 및 수출 방안 마련(법·제도 지원) • 국제포럼 등을 통한 기술과 정책 도입
인력양성 및 유치	• 학제와 연구개발 추진 체계, 지원과 시행, 자연생태계 과학기술 인프라 및 정보 부족, 관련 연구개발과 조사에서 이공학 연구자의 참여와 연구비 증대 • 빅데이터와 인공지능 기반 자연생태계 보전 및 복원 기술 전문 인력이 부족함으로 전문화된 인력양성 기관 설립과 프로그램 개발 필요 • 환경복원과 관련된 신규 시장 조성 및 인력 양성을 위한 교육 기반 정비 • 복원과 관련된 전문 교육과정을 관련학과에 설치할 수 있도록 하고, 한 대학에서 추진할 수 없는 것을 고려하여 몇 개의 대학이 공동으로 운영할 수 있도록 함. 또한 향후 필요한 인원을 고려한 정원배정 필요 • 정부 차원에서 대학 등에 자연생태계 보전/복원 분야 협동/융합 프로그램 구축 지원 • 우수한 인력은 해외에 나가지 않고 국내에서 연구가 가능한 인력양성시스템과 선진국 또는 개도국의 우수한 인력을 유치할 수 있는 지원 필요 • 학연 간 인력양성 및 교류 프로그램 개발 적용 • 관련 분야의 자격증 제도 개선 및 확대 • 수생태계 건강성 평가 분야 인력양성 및 자격증 신설 • 3D 업무로 보는 사회적 인식 개선 • 산학연 활동 활성화 및 지자체 전문 인력 시급
인프라 구축	• 정부 부처 자연환경 인식 및 개성 대책의 협력체계, 산하기관의 지속적인 조사와 과학기술 및 파생 기술의 연계 구축, 국가 자연생태계 및 환경 체계의 구체화 • 다양한 기술개발 연구기관들이 설립되어 큰 틀에서 인프라가 어느 정도 갖춰지고 있다고 판단되나 세부적으로 기술개발 관련 필요 시설과 장비 등에 대한 검토와 효율적 운영 필요 • 복원기술의 등록 및 국가 심사의 강화를 통해 신기술 또는 검증된 기술을 활용할 수 있도록 하는 방안 마련 • 정부가 중요 분야별로 전국의 지역특성을 고려한 핵심인프라 구축 지원 • 자연생태계 연구는 장기간의 모니터링 등에 의한 효과 검증 등이 필요하므로 실제 개발된 기술에 대한 모니터링 등이 가능한 인프라 구축 필요 • 생태계 복원 및 관리와 관련한 인프라 중 인력 부족과 더불어 복원 및 관리 사업에 대한 사후 관리 체계가 부족한 것이 문제. 많은 사업비를 들여 복원과 관리 사업이 추진되고 있지만 대부분 기능적 복원에는 크게 미치지 못함. 사후 관리 모니터링 및 이를 개선을 강제하거나 유도할 수 있는 제도 마련 필요 • 자연환경 보전 및 관리 산업 창출 및 시장 확대(수출 포함) • 신기술 발굴 확대

	정책제언
법·제도 개선	• 국가 헌법에서의 자연 생태계 및 환경의 중요성 직시 • 관련법의 자연생태계 보전 및 복원 정책의 명시 • 환경부의 정책 목표 및 지수 개발과 관리 • 기술개발 기획과 평가 관련 투명하고 공정한 절차, 연구몰입과 신속한 성과 제고를 위한 불필요한 행정절차 제거 및 연구 장려시스템 강화, 연구기관의 자율성 강화 등의 법제도 개선 • 개발된 기술이 현장에 우선적으로 적용될 수 있도록 제도적 개선 추진 • 자연훼손에 대한 현실적 보상방안 등을 기반으로 자연훼손의 최소화와 훼손시킨 자연을 복원하기 위한 기술 중 최선책을 훼손자가 선택할 수 있도록 모니터링 강화 • 환경영향평가제도 등의 사업으로 인해 자연생태계가 훼손될 가능성이 있는 경우 복원사업을 의무화 하도록 명문화 • 하천 및 생태 복원 관련 사업이 많이 추진되고 있으며 예전보다는 복원 메뉴얼에 이용 공간에 대한 비중이 줄었지만 생태공간에 보다 많은 비중을 할애하야 할 것. 최근 들어 생태복원 사업비에 지자체 비중이 높아짐에 따라 일부 지자체에서는 복원 사업을 꺼려하는 경향이 있으므로 복원 대상지에 이용공간을 줄이는 대신 지자체 사업비 부담 저감 필요 • 관련 분야(생물, 생태, 조경, 토목 등)간 협력체계 확대(제도적 차원) • 불합리한 제도의 개선(지역중심의 입찰, 담합 등 지양) • 거버넌스 활용 관련 제도 마련 및 개선 • 사업의 사후평가체계의 개선 • 입찰시 적정 신기술 우대방안 마련
연구비 확대	• 시장경제가치 이상의 국토와 자연생태계 보전 및 복원 기술의 지속성, 기법의 창의성, 국가 자연환경 데이터베이스 구축 및 빅데이터 분석, 자연생태계 보전 의식과 수혜 정책의 연구개발 등 • 생물모방기술과 같이 생물다양성자원 인식과 유형화, 활용 기술 부문은 신규부문으로서 연구비 확대가 필요하며 빅데이터와 인공지능 활용을 강화하는 연구비 확대 필요 • 중장기 연구 로드맵에 기반한 체계적인 연구 확대, 추진 및 현장 적용 추진 • 선진복원기술의 재현 및 신규 기술의 확보를 위해 규제 및 정책수립을 위한 연구과제보다는 기술개발 및 장기모니터링에 관한 연구 필요 • 생태계 복원 사업과 관리에 관한 연구비는 충분하나 실질적인 복원 및 관리보다는 외형적인 부분에 치중되고 있으므로 사후 관리 및 모니터링에 보다 많은 비중을 할애 필요 • 지속적 연구개발 및 현장 적용성 확보기술 개발 • 기술적용 가이드라인 및 프로토콜 개발 확대
기타 의견	• 국토 이용과 보전에 관한 법률에서 자연환경 보전 구역의 설정과 공간 서식 연계 검토 • 국제기관 정확한 자료 제공과 국가 생물 건강성의 주도적 연계 제안 및 추진 • 국가 하천유역 폐기물 발생 및 방치, 처분에 특별법 제정과 관리(환경부, 산업통상부, 농림부 등) • 복원 후 모니터링을 위한 항공영상 또는 인공위성영상 활용. 특히 수종을 파악할 수 있는 기술개발과 자생종을 쉽게 파악할 수 있는 기술 개발 및 자생종 확보방안 마련

다 주요 분석 결과 요약

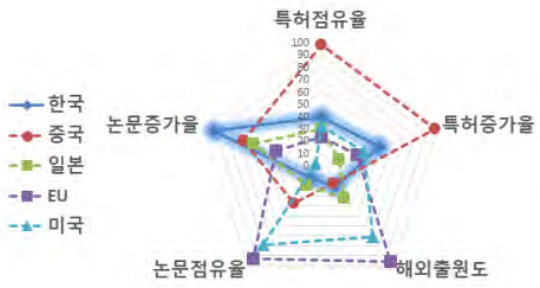
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술	6,427	7,107	97.5%	94.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

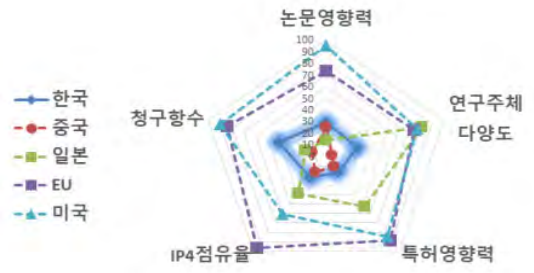
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	EU
	43.6%	60.6%	19.9	10.6
한국	5위	2위	3위	4위
	2.2%	14.7%	9.3	2.8
5개국 평균[2]	-	-	15.0	9.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

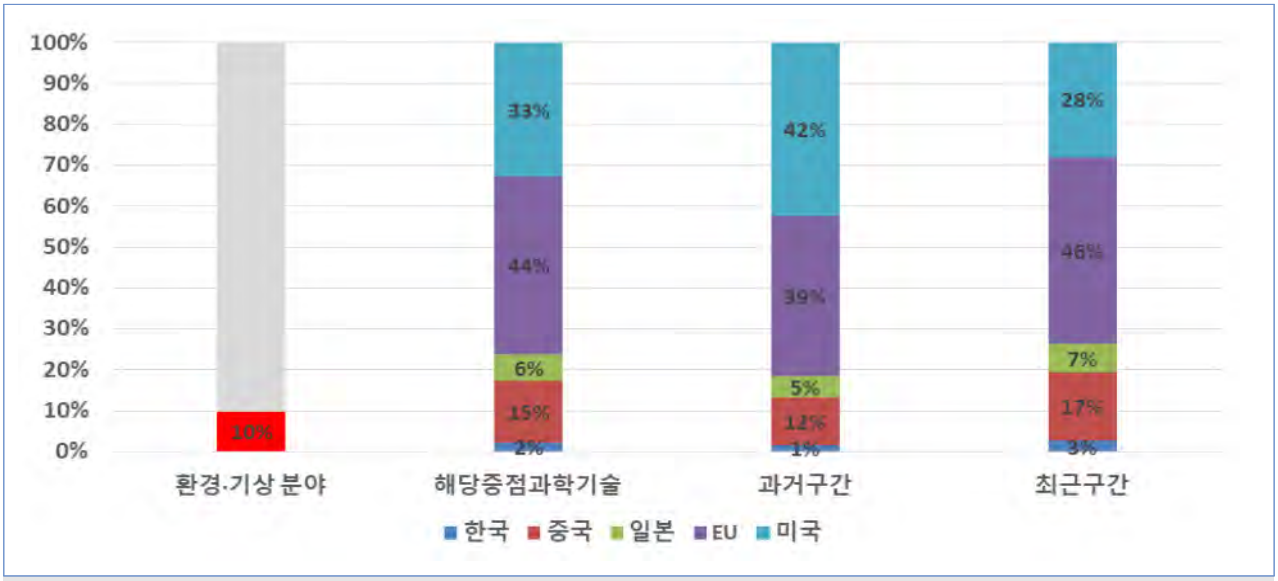
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.3)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(43.6%), 미국(32.8%), 중국(15.0%), 일본(6.4%), 한국(2.2%) 순이며, 논문 증가율은 한국(246.9%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(19.9), EU(14.9), 한국(9.3), 중국(8.8), 일본(6.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 일본(0.99)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(14.7%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(2.8)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(60.6%), 한국(14.7%), 미국(10.4%), 일본(9.0%), EU(5.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(203.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(7.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 EU(10.6), 미국(10.0), 일본(6.5), 한국(2.8), 중국(1.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(34.7%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(8.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.2%	15.0%	6.4%	43.6%	32.8%
	논문 증가율	246.9%	180.7%	165.2%	130.1%	30.7%
	논문 영향력	9.3	8.8	6.7	14.9	19.9
	연구주체 다양도	0.93	0.96	0.99	0.98	0.95
특허 분석	특허 점유율	14.7%	60.6%	9.0%	5.2%	10.4%
	특허 증가율	46.1%	203.8%	-39.3%	3.3%	17.0%
	해외출원도	0.4	0.1	1.5	7.9	4.5
	특허 영향력	2.8	1.8	6.5	10.6	10.0
	IP4점유율	3.1%	0.4%	9.2%	34.7%	15.9%
	청구항수	4.5	2.2	2.8	7.6	8.3

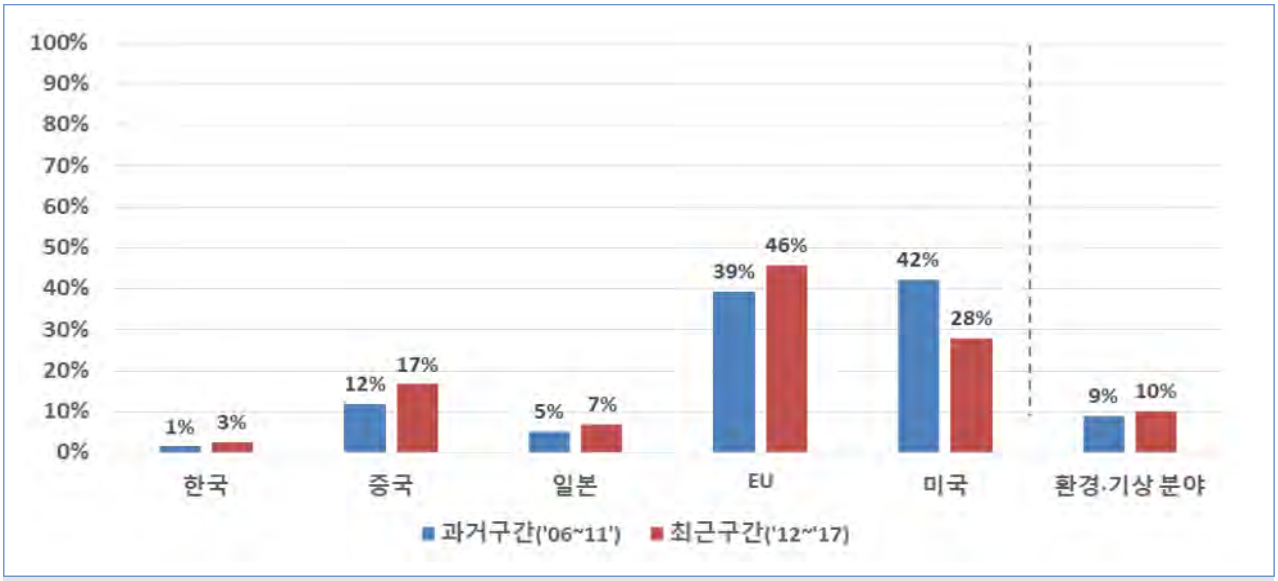
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2799건으로 전체 논문의 44%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 10%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

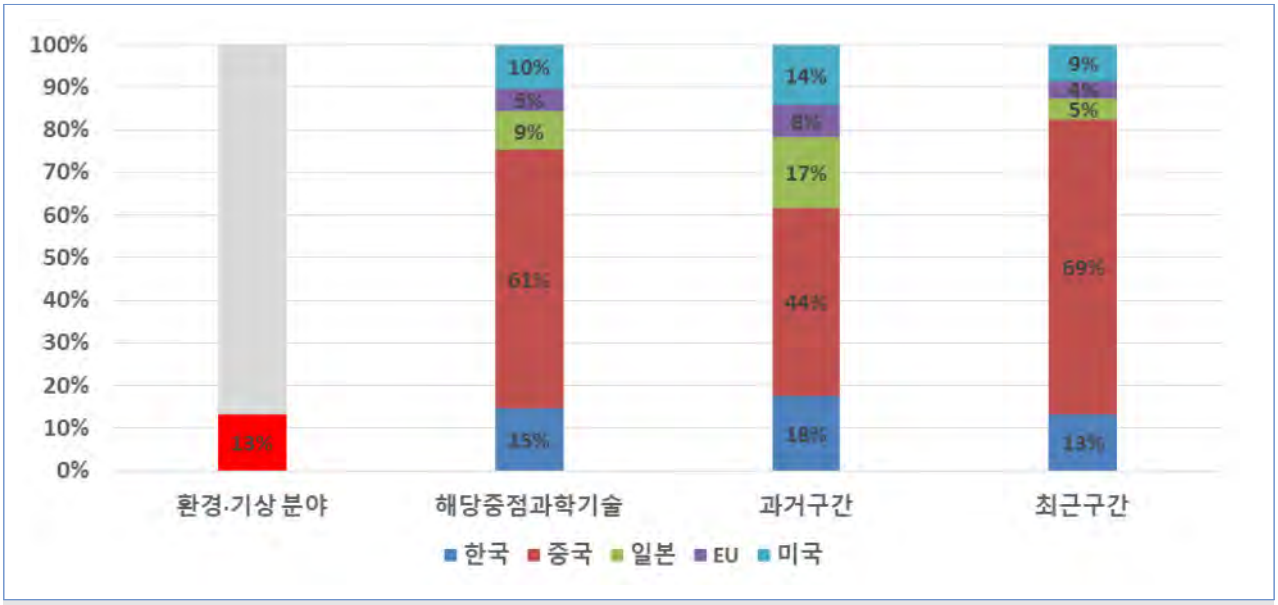


● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 246.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	32	111	143	246.9%
중국	254	713	967	180.7%
일본	112	297	409	165.2%
EU	848	1,951	2,799	130.1%
미국	914	1,195	2,109	30.7%
전체	2,160	4,267	6,427	97.5%

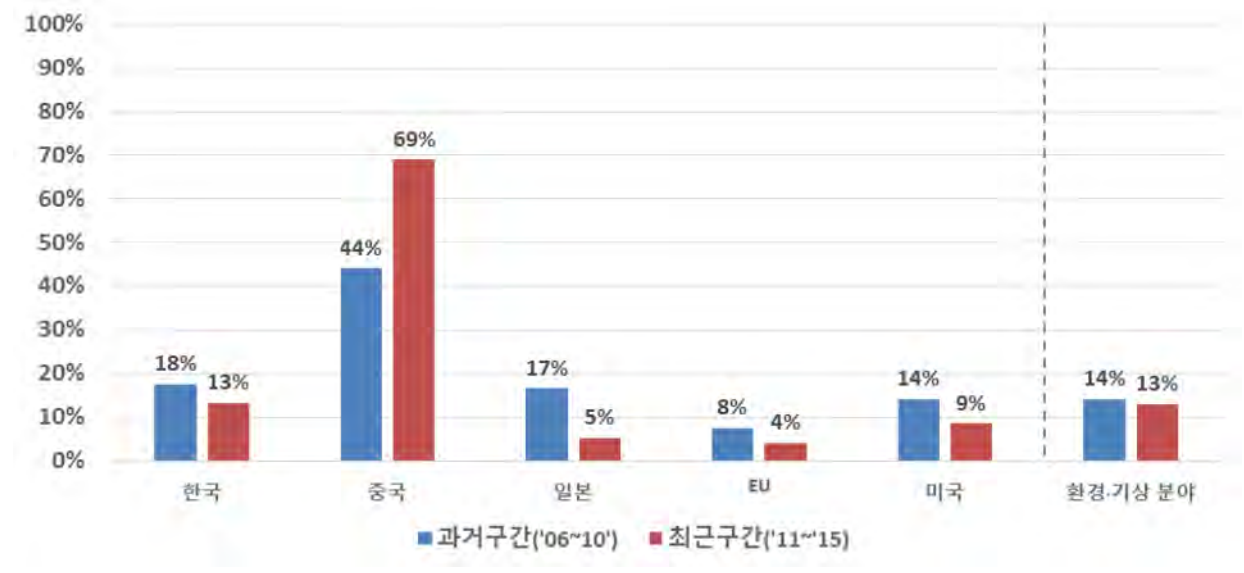
(4) 특허 점유율(전체)



● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 4304건으로 전체 특허의 61%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 13%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



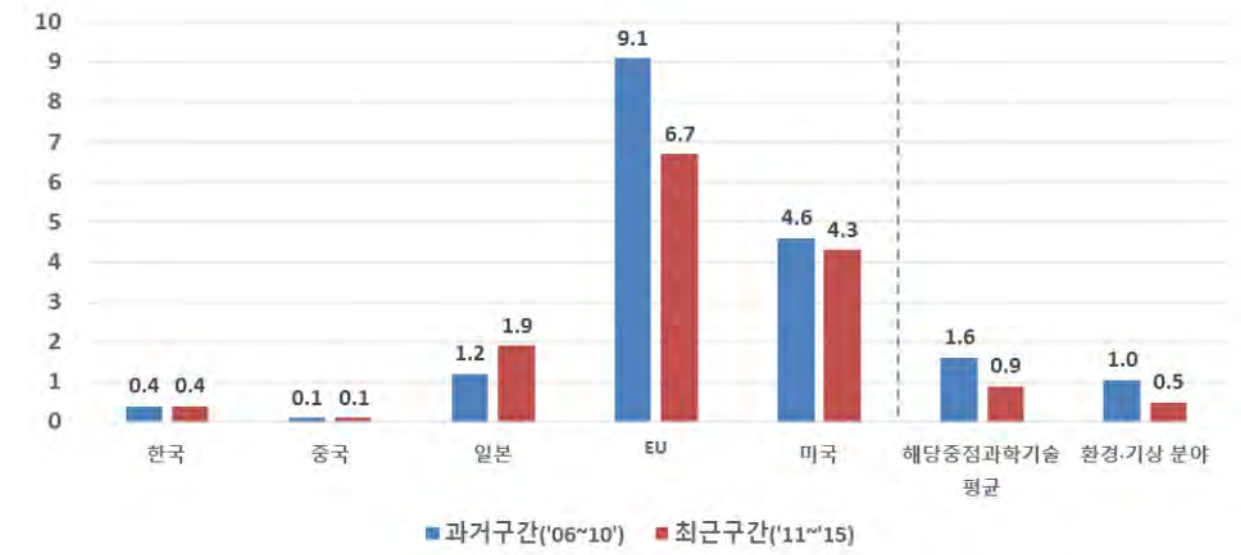
● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 46.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	425	621	1,046	46.1%
중국	1,066	3,238	4,304	203.8%
일본	400	243	643	-39.3%
EU	183	189	372	3.3%
미국	342	400	742	17.0%
전체	2,416	4,691	7,107	94.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

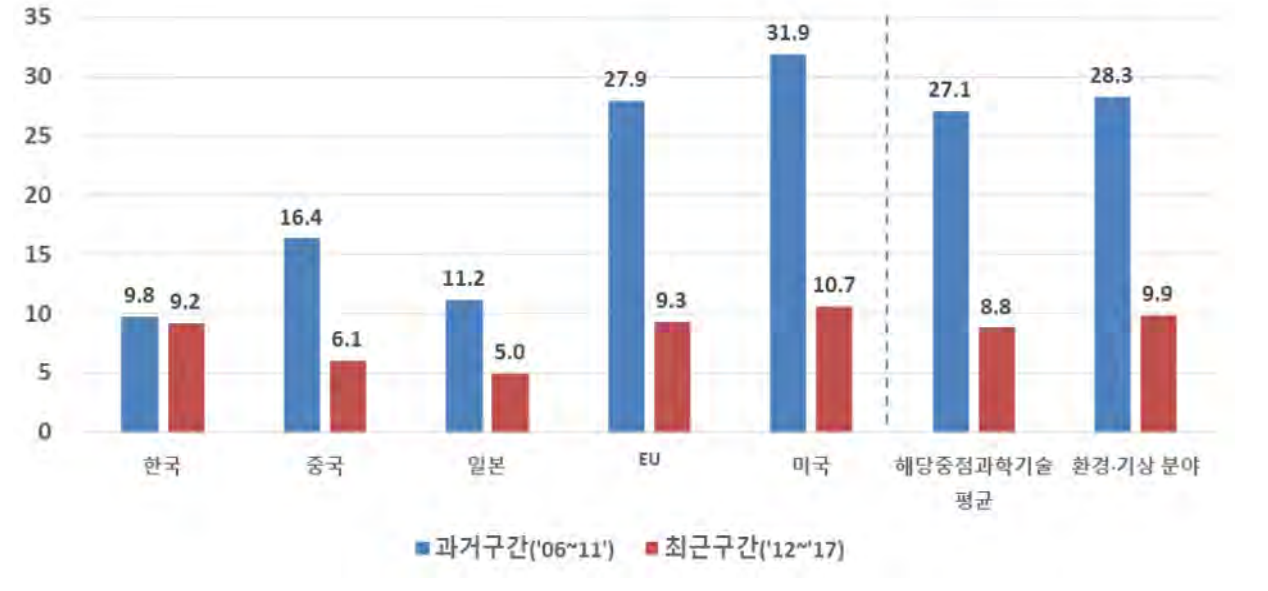


- 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

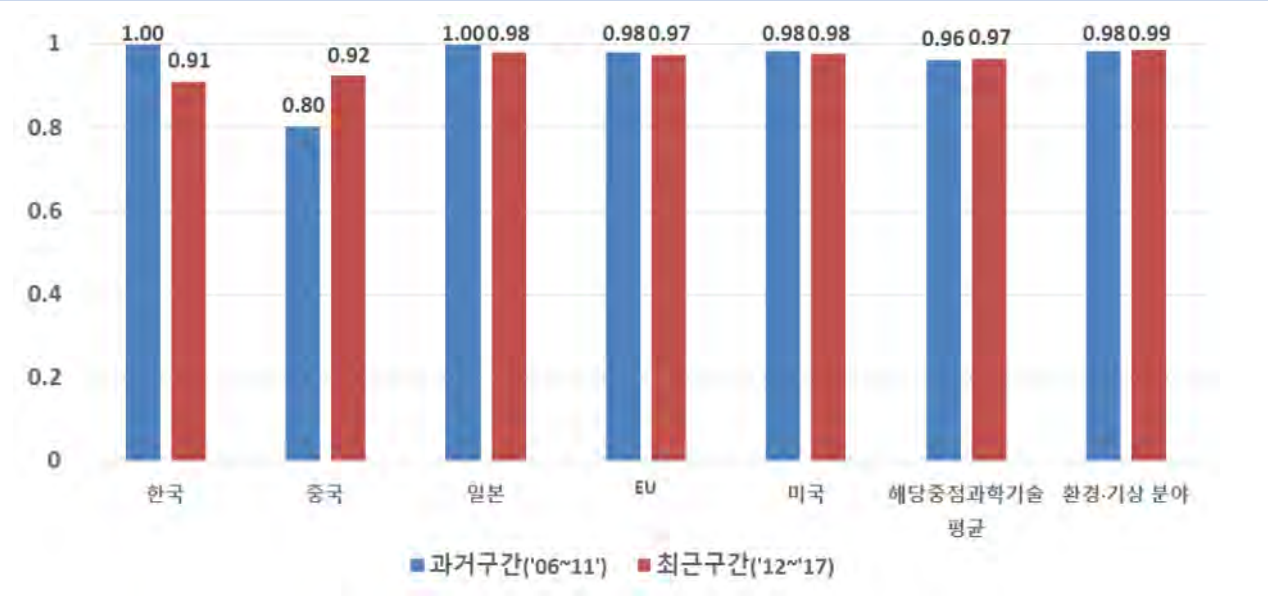
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



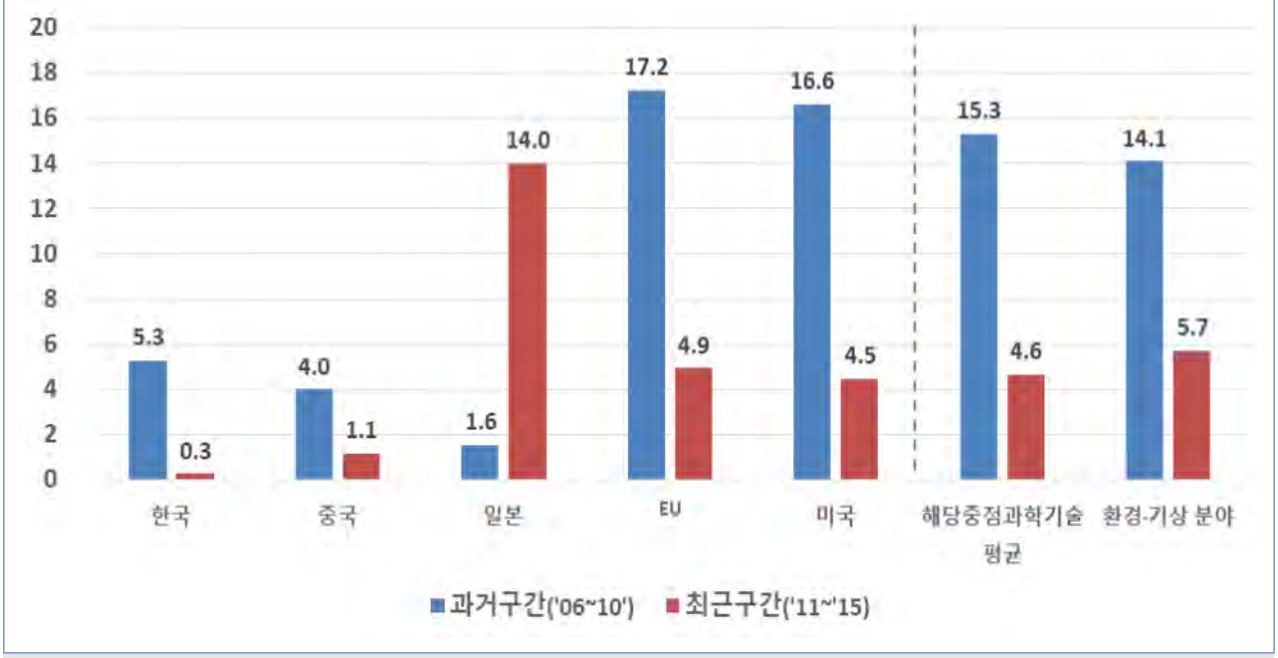
● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



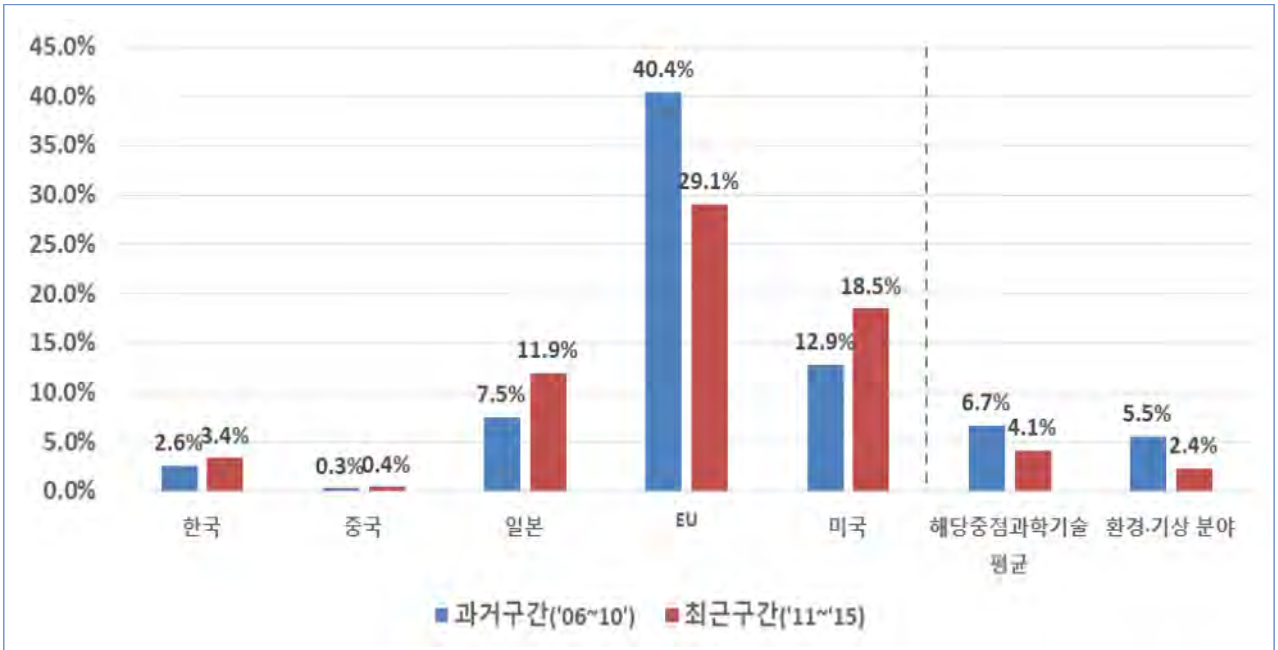
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 일본의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



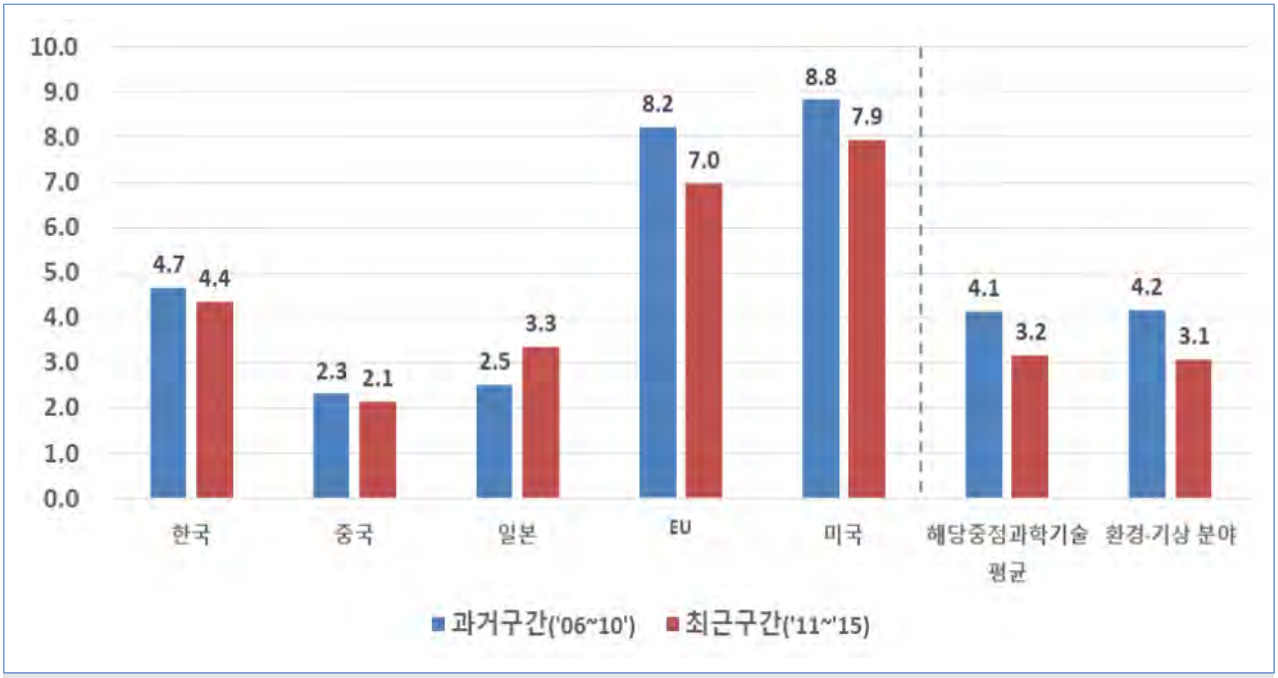
● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

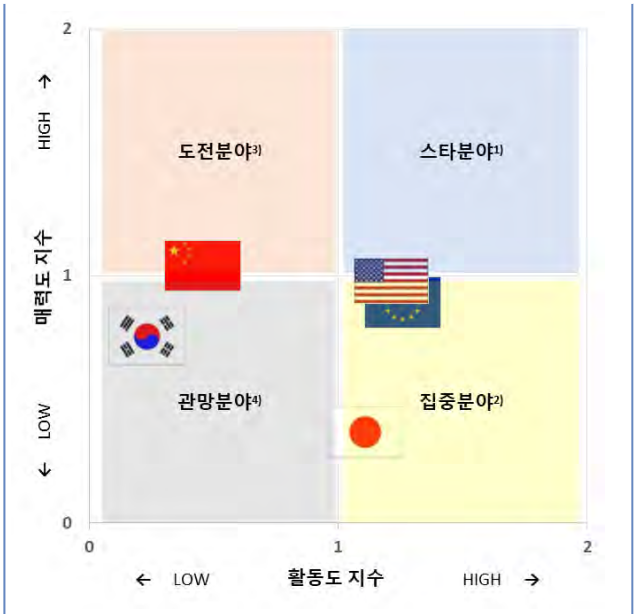
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

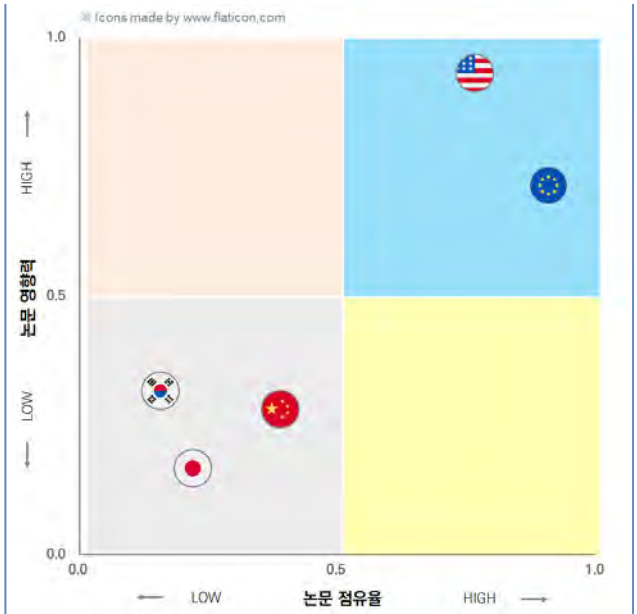
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

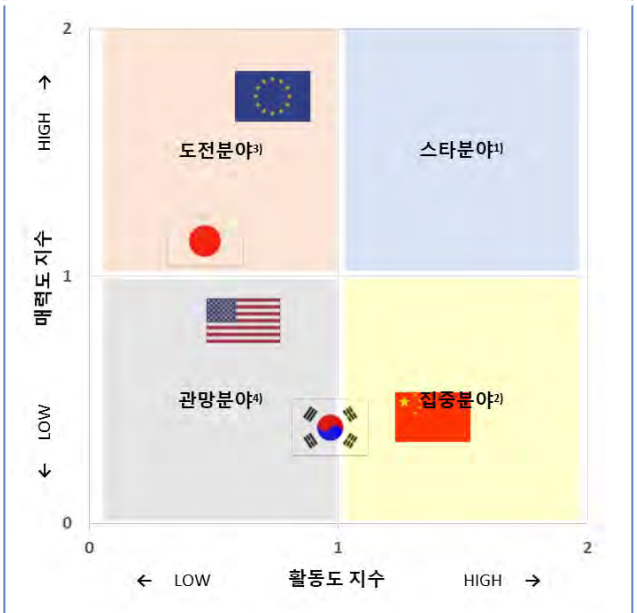


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지능형 자연생태계 보전 및 복원 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.70%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '연세대학교'가 4.20%(글로벌 점유율은 0.09%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.13%	0.70%	14.29%
2	UNIVERSITY OF FLORIDA	미국	0.95%	0.31%	50.00%
3	TEXAS A AND M UNIVERSITY	미국	0.95%	0.31%	-46.15%
4	WAGENINGEN UNIVERSITY	EU	0.68%	0.30%	433.33%
5	STELLENBOSCH UNIVERSITY	EU	0.54%	0.23%	100.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	4.20%	0.09%	400.00%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	4.20%	0.09%	500.00%
3	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	3.50%	0.08%	50.00%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	2.80%	0.06%	300.00%
5	KOREA UNIVERSITY	2.80%	0.06%	300.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	STATE KEY LABORATORY OF URBAN AND REGIONAL ECOLOGY	1.34%	0.20%	125.00%
2	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.24%	0.19%	200.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	1.24%	0.19%	400.00%
4	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	0.93%	0.14%	-50.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.83%	0.12%	66.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	3.67%	0.23%	1300.00%
2	NIHON UNIVERSITY	2.44%	0.16%	50.00%
3	FORESTRY AND FOREST PRODUCTS RESEARCH INSTITUTE	1.96%	0.12%	200.00%
4	KYUSHU UNIVERSITY	1.47%	0.09%	100.00%
5	KOBE UNIVERSITY	1.47%	0.09%	-50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WAGENINGEN UNIVERSITY	0.68%	0.30%	433.33%
2	STELLENBOSCH UNIVERSITY	0.54%	0.23%	100.00%
3	UNIVERSITY OF GUELPH	0.46%	0.20%	60.00%
4	UNIVERSITY OF YORK	0.43%	0.19%	40.00%
5	UNIVERSITY OF FLORENCE	0.39%	0.17%	900.00%

6 미국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.13%	0.70%	14.29%
2	UNIVERSITY OF FLORIDA	0.95%	0.31%	50.00%
3	TEXAS A AND M UNIVERSITY	0.95%	0.31%	-46.15%
4	UNIVERSITY OF WASHINGTON	0.66%	0.22%	33.33%
5	COLORADO STATE UNIVERSITY	0.62%	0.20%	16.67%

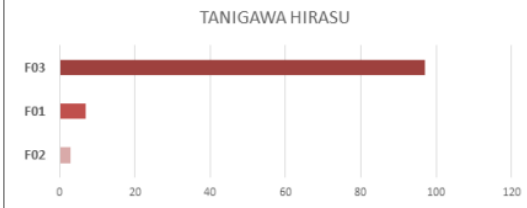
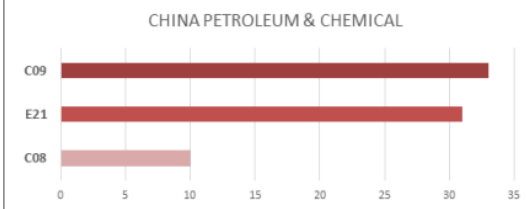
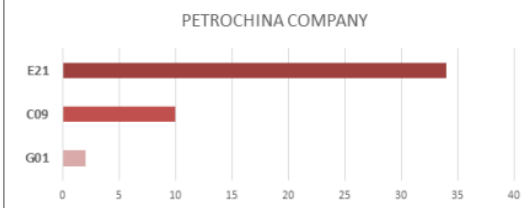
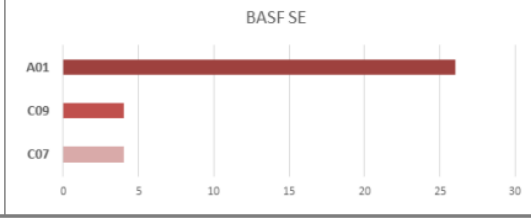
(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'TANIGAWA HIRASU(1.51%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '대한민국(농촌진흥청장)'가 7.36%(글로벌 점유율은 1.08%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'TANIGAWA HIRASU'는 F03(액체용 기계 또는 기관)에 해당하는 특허를, '대한민국(농촌진흥청장)'은 C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

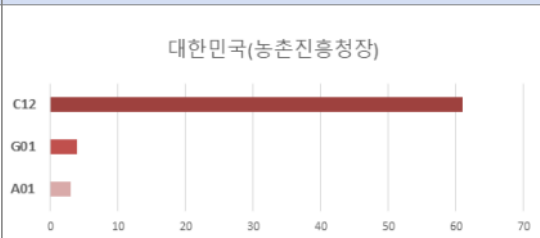
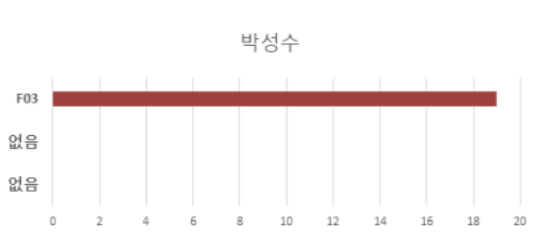
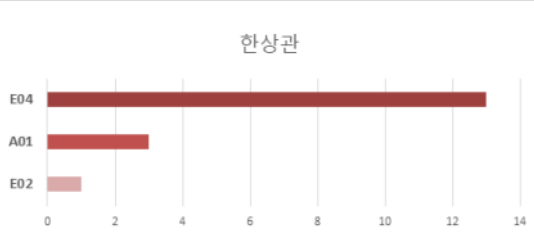
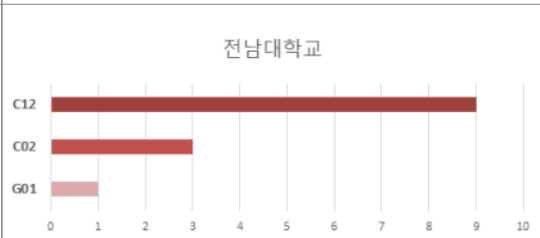
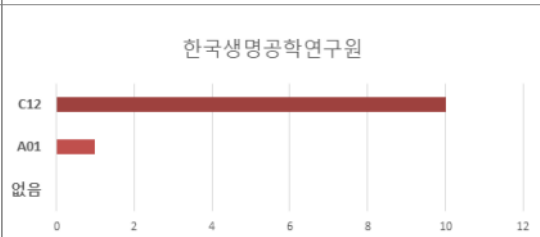
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TANIGAWA HIRASU	일본	16.64%	1.51%	-100.0%
2	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	중국	2.21%	1.34%	127.6%
3	대한민국(농촌진흥청장)	한국	7.36%	1.08%	33.3%
4	PETROCHINA COMPANY	중국	1.25%	0.76%	880.0%
5	BASF SE	유럽	9.41%	0.49%	-83.3%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F02	연소기관
2		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
4		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		G01	광학
5		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		C07	유기화학

2 한국

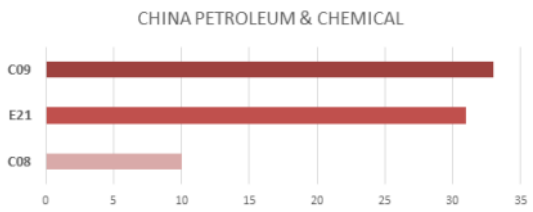
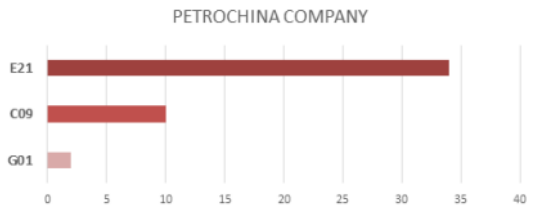
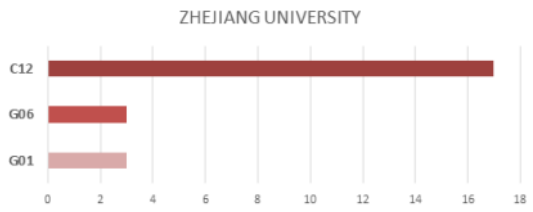
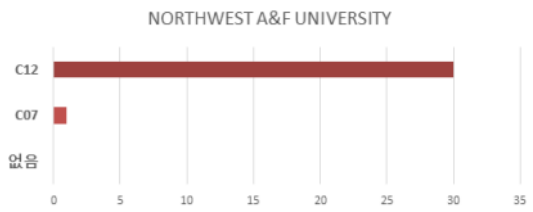
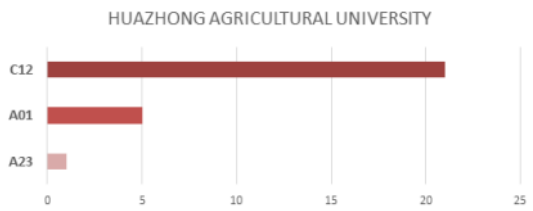
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	대한민국(농촌진흥청장)	7.36%	1.08%	33.33%
2	박성수	1.82%	0.27%	1800.00%
3	한상관	1.63%	0.24%	-78.57%
4	전남대학교	1.34%	0.20%	0.00%
5	한국생명공학연구원	1.05%	0.15%	350.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G01	광학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
2		F03	액체용 기계 또는 기관
		-	-
		-	-
3		E04	건축물
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		G01	광학
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		-	-

3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	2.21%	1.34%	127.59%
2	PETROCHINA COMPANY	1.25%	0.76%	880.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.81%	0.49%	188.89%
4	NORTHWEST A&F UNIVERSITY	0.72%	0.44%	575.00%
5	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY	0.63%	0.38%	475.00%

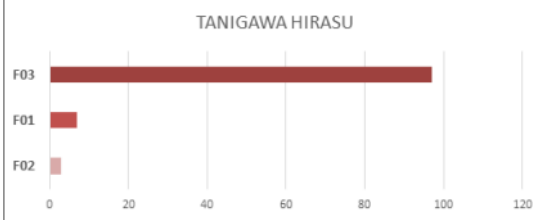
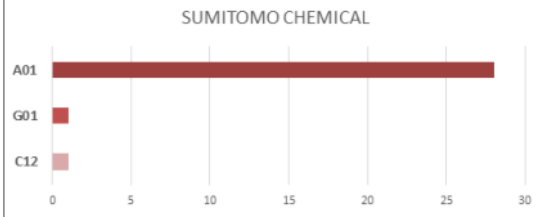
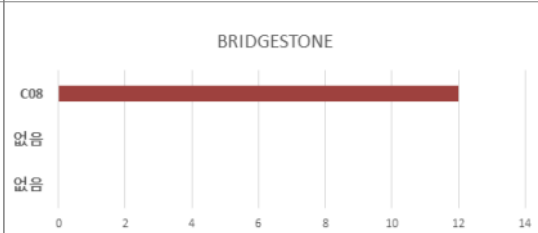
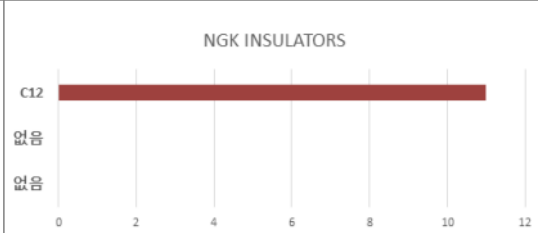
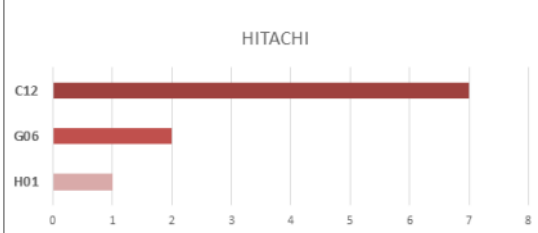
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
2		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		G01	광학
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		–	–
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품

4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TANIGAWA HIRASU	16.64%	1.51%	-100.00%
2	SUMITOMO CHEMICAL	4.82%	0.44%	-59.09%
3	BRIDGESTONE	1.87%	0.17%	1100.00%
4	NGK INSULATORS	1.71%	0.15%	166.67%
5	HITACHI	1.56%	0.14%	133.33%

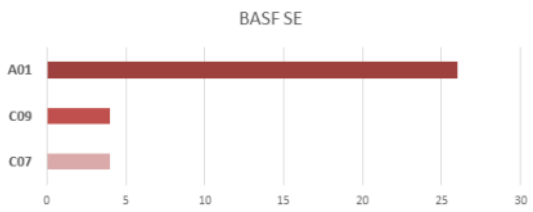
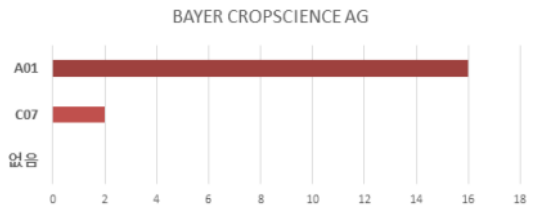
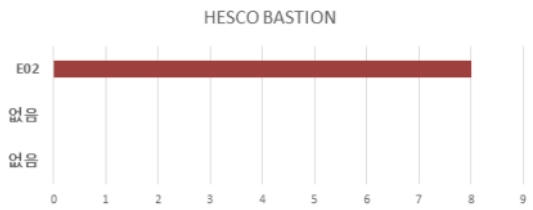
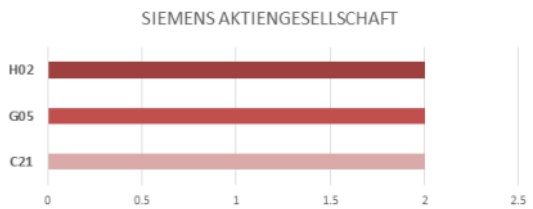
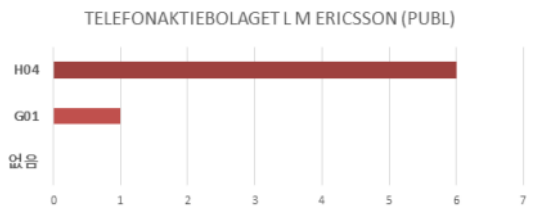
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F03	액체용 기계 또는 기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F02	연소기관
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		G01	광학
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
3		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		-	-
		-	-
4		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
5		C12	생화학;맥주;주정;포도주;식초;미생물학; 효소학;돌연변이또는유전자공학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자

5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BASF SE	9.41%	0.49%	-83.33%
2	BAYER CROPSCIENCE AG	4.84%	0.25%	700.00%
3	HESCO BASTION	2.15%	0.11%	-66.67%
4	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	2.15%	0.11%	66.67%
5	TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)	1.88%	0.10%	33.33%

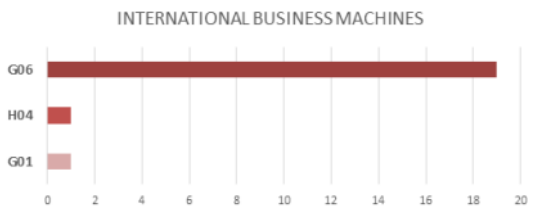
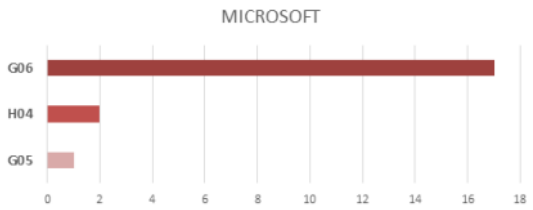
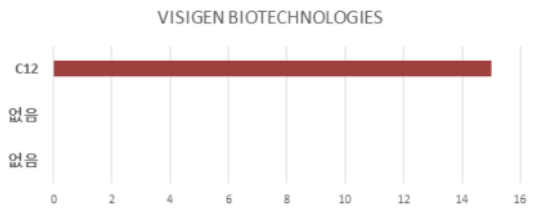
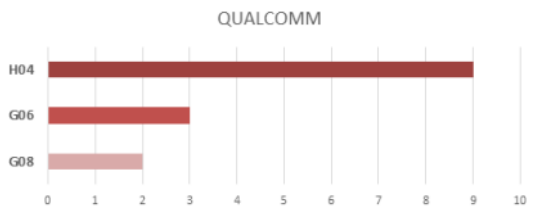
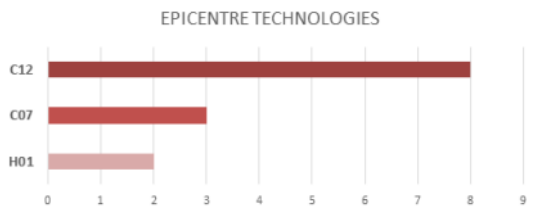
주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
		C07	유기화학
2		A01	농업; 임업; 축산; 수렵; 포획; 어업
		C07	유기화학
		-	-
3		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		-	-
		-	-
4		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G05	제어; 조정
		C21	철 야금
5		H04	전기통신기술
		G01	광학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	3.10%	0.32%	9.09%
2	MICROSOFT	2.83%	0.30%	-9.09%
3	VISIGEN BIOTECHNOLOGIES	2.02%	0.21%	-100.00%
4	QUALCOMM	2.02%	0.21%	175.00%
5	EPICENTRE TECHNOLOGIES	1.75%	0.18%	-70.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
3		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
5		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
		C07	유기화학
		H01	기본적 전기소자

103 폐자원 재활용 기술



103 폐자원 재활용 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 경제적가치가 높은 폐자원의 재사용, 재제조, 물질재활용 등을 통해 지속가능발전에 기여하는 친환경 고부가가치화 기술
- ☑ 기존의 근적외선 대신 레이저를 발사하여 플라스틱에서 방출되는 플라즈마 이온을 분석해 재질을 파악하고 인공지능 기술을 접목하여 플라스틱 재질별로 분리 선별하는 기술
- ☑ 빵, 라면 등의 봉지와 같이 두 가지 이상의 재질로 이루어진 합성수지(생활계 복합필름 포장재)를 고형연료, 재생원료, 성형제품, 재생유로 재활용하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

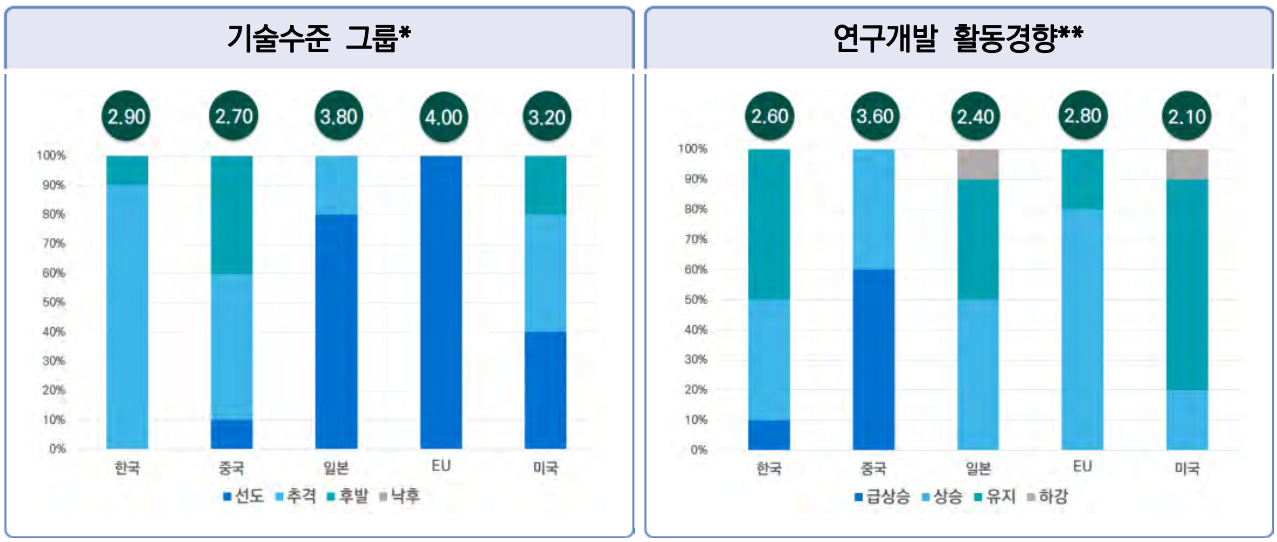
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	3.5	추격	보통	보통	상승
중국	72.5	4.5	추격	보통	우수	급상승
일본	95.0	1.0	선도	우수	우수	유지
EU	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승
미국	85.0	2.5	추격	우수	보통	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	3.5	80.0	72.0	85.0	12.3	3.5	2.0	5.0	2.7
중국	72.5	4.5	72.5	62.0	85.0	14.5	4.5	3.5	5.0	1.9
일본	92.5	1.0	95.0	90.0	100.0	8.9	1.0	0.0	1.5	1.5
EU	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.6
미국	85.0	2.5	85.0	70.0	90.0	19.0	2.5	1.5	5.0	3.0

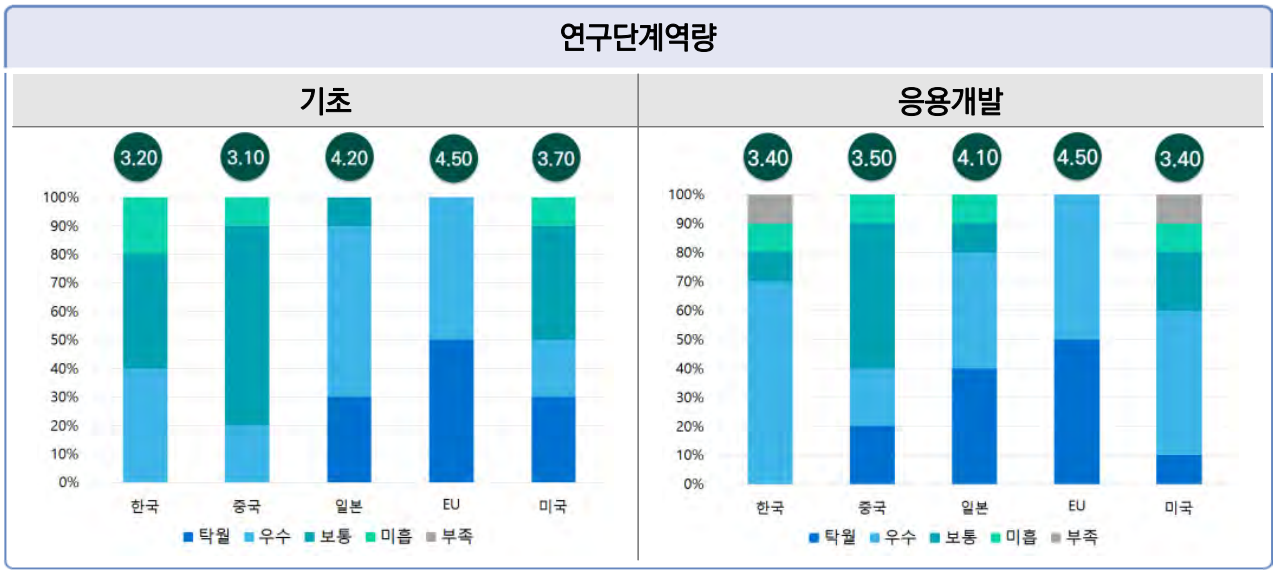
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 기술의 상용화 및 사업화 측면에서 시장성이 좁고, 공장설치 시 주민 반대 등이 심해 사업의 확산 및 발전이 더딤 • 여러 재활용 정책을 추진 중이나, 아직까지 선도 그룹으로 보기 어려움 • 유럽과 기술수준이 유사할 정도로 급속하게 발전 중. 관련 특허에서도 유럽과 유사한 수준으로 진행 • 환경부 주도의 유용자원재활용기술개발사업을 중심으로 폐제품 재활용기술 개발에 중점 • 부산물과 폐제품에 대한 산업부와 환경부의 주도권 경쟁, 연구개발 중복성의 과도한 제한으로 인한 유사 분야에 대한 연구지속 불가 등의 정책적 실책들이 국내 연구개발의 선진화 저해 • 폐자원 재활용 기술의 기반기술인 광물자원 처리 및 제련의 기술수준이 EU, 일본, 미국 등에 비하여 상당히 낙후됨 • 부분적으로 동제련(건식), 아연제련(습식) 등 은 세계적인 기술수준을 보유 • 폐자원 재활용 기술 분야에서 정부의 집중 투자로 인하여 상당한 기술모방이 이루어짐 • 공정 및 응용기술은 부분적으로 세계 선도그룹에 속하나 주변기술 및 관련 설비기술의 낙후로 인하여 기술발전 속도가 느림 • 폐자원 재활용으로 확보된 원료물질의 고부가 소재화 기술의 낙후로 폐자원 재활용 산업화 한계 • 지원과 투자가 일회적이고 지속적 투자 부재
중국 (72.5%)	• 재활용 산업의 발달이 원동력으로 작용 • 친환경적 기술도입 분위기 • 자체 보유 기술 미비 • 최근 재활용 기술이 급속도로 발전 중이며, 우리나라를 가까이 추격 • 해외에서 수입한 폐플라스틱을 이용한 재생시장 등, 폐기물 재활용업이 크게 성장했으나, 근래 폐기물 수입금지 조치 등으로 관련 시장 위축 • 높은 기술력보다는 환경유해성 공정을 이용한 저품질 재활용에 강점 • 폐자원 재활용 기술의 기반기술인 광물자원 처리 및 제련 관련하여 기반(원천)기술수준은 EU, 일본, 미국에 비하여 다소 낙후됨 • 폐자원 재활용 기술의 개발과 혁신을 위한 R&D에 다른 나라들이 흉내 낼 수 없는 규모 의 투자와 상용화를 실현하고 있기 때문에 폐기물 재활용 공정기술은 상당한 진보를 이루었고 폐자원 재활용의 공정기술 및 설비기술 등 에서는 부분적으로 최고기술 보유 • 향후 폐자원 재활용 기술 분야에서 최고기술보유국으로 부상 전망
일본 (95.0%)	• EU와 유사한 수준이나 재활용 측면에서 관련 기술 및 사업체의 수가 다소 적음 • Uni-material 재활용 등 정부/기업/민간에서 큰 관심을 갖고 각종 재활용 정책 추진 중 • 제품의 생산기업이 재활용 기술수준 프로젝트에 동참하는 등 도시 광산에 대한 추진력 앞서나가고 있음 • Dowa Holdings를 비롯한 유수 우수 재활용업체들이 즐비해 있으며, 관련 특허 세계 1위 보유 및 사업화도 우수 • 폐자원 재활용 기술의 기반기술인 광물자원 처리 및 제련의 기술수준이 EU, 미국, 캐나다, 호주 등과 거의 대등한 수준 • 부가가치가 높은 소재기술이 뛰어나 원료물질의 확보차원에서 산업체를 중심으로 폐자원 재활용의 상용화를 위한 재활용 공정기술 개발에 심혈을 기울여 왔음

국가 (기술수준)	판단근거
	• 건식제련법에 의한 폐기물 재활용 기술은 EU와 대등한 수준 • 폐기물의 단체분리 및 선별기술도 EU와 대등하거나 일부 앞선 것으로 평가되고 있으나 단체분리를 위한 파쇄/분쇄 설비기술은 EU(독일)에 다소 뒤처짐 • 습식제련법에 의한 폐기물 재활용 기술은 최근 들어 EU에 뒤처짐. 특히 관련 논문 발표의 기술수준이 EU 국가들 대비 혁신성 또는 창의성이 상당히 미비 • 유럽기술을 참고하여 개선하는 기술이 우수 • 폐자원 에너지 회수 기술개발 및 실적 우수 • 다양한 선별기술 및 재활용 기술 확보 및 상용화
EU (100%)	• 친환경 정책을 기반으로 한 기술 개발 • 친환경적 재활용 기업 육성 • 전통적으로 폐기물 재활용에 관심을 많이 가지고 산업화하여 왔으나, 최근 중국의 급격한 성장세를 고려하면 실제 산업화 기술은 다소 뒤처짐 • 메르켈정부의 에너지전환정책에 맞춰 저에너지투입 재활용 기술 선도 • 아디다스, 프라이탁 등 재활용을 넘어서 업사이클링 컨셉 선도 • EU의 개별 국가는 일본과 의식수준 유사 • EU에서 마련한 '순환경제'의 패러다임은 EU 전체의 자원관리 정책을 변모시킬 것으로 예상 • 독일의 경우 미래의 자원은 폐기물에서 나온다는 말이 있을 정도로 재활용에 대한 관심과 범적, 제도적 뒷받침이 활발 • 독일을 비롯한 유럽연합에서는 환경산업별 연간 고용량에서 폐소재 자원 부문의 증가율이 신재생 에너지의 뒤를 이어 두 번째로 높을 만큼 활성화된 상태 • 최근 독일BMW사에서는 재활용 탄소섬유를 이용하여 i시리즈 자동차 부품을 제조하고, 영국 옥스퍼드대에서는 제강 밀스케일을 활용하여 슈퍼캐패시터용 전극에 활용하는 연구를 수행하는 등 폐제품 및 공정부산물의 고부가 활용에서 성과 확보 • 독일, 영국, 프랑스 등 EU 국가들은 폐자원 재활용 기술의 기반이 되는 광물자원 처리 및 제련의 기술수준이 높아 이를 바탕으로 건식제련기술을 활용한 고부가 폐자원 재활용을 선도적으로 산업화하였고 용광로(혹은 용련로)를 사용하는 건식제련법에 의한 폐기물 재활용 기술은 세계 최고 수준. • 단체분리 및 선별 등 전처리기술에 있어서도 독일을 중심으로 한 우수한 설비기술을 바탕으로 세계 최고수준의 전처리기술 보유 • 대량처리가 가능한 건식제련기술에 비하여 상용성이 약하지만 희토류/리튬 등 전략금속의 재활용과 토탈 리싸이클링의 개념에서 습식제련기술에 의한 폐자원 재활용의 산업화에 대한 시도가 활발하며 관련 뛰어난 주변기술이 활용한 폐기물 재활용 기술 관련된 논문의 기술수준이 높음 • 최근 EU FP와 Horizon 2020을 통하여 폐자원 재활용 기술의 선도적 위치 유지 • 기술개발 실적이 압도적 • 혼합폐기물 선별기술, 유가금속 회수기술, 에너지 회수기술에서 최고수준 유지
미국 (85.0%)	• 기술개발 외적인 사회적 인지도 차이 • EU와 유사한 수준이라고 생각되나 재활용 측면에서 관련 기술 및 사업체의 수가 다소 적음 • 자원 재활용의 필요성은 인식하고 있으나, 친기업 정책으로 인해 기술 선도 그룹으로 보기 어려움 • 상대적으로 재활용에 대한 관심 저조. 특허 실적도 높지 않음 • 희토류금속 등 전략자원에 대한 재활용 기술개발이 활발히 추진됨

국가 (기술수준)	판단근거
	• 알루미늄 캔 및 샤시의 무용해 재활용 기술, 폐내화물 재활용 기술, Nd자석의 금속 회수기술 등 폐제품의 재활용에 대한 연구 활발 • 국가 R&D사업의 일환인 NEDO 프로젝트에서 탄소섬유 재활용 기술을 채택하여 연구를 진행하고, 탄소소재 재활용 기술 분야에 있어서 세계 최고 수준의 기술력 확보 • 독창적 기술 보유 • 활용화를 위한 지원이 적고 관심도 열세 • 전통적인 기술 강국으로 폐자원 재활용을 비롯한 대부분의 기술 영역에서 높은 기술력을 보유하고 있으나, 근래에는 중국 등의 공격적인 연구개발 투자로 인해 수치적인 면에서는 두각을 나타내지 못함 • 톨레도대학의 경우 폐산화철에서 환원 금속철 나노분말을 제고하고, 이를 이용하여 수소생산에 적용하는 결과를 보고 • Carbon Conversion Co.는 탄소섬유 스크랩을 이용한 풍력 발전기 블레이드 및 건축 보강재화하여 상용화함 • 굿이어타이어에서는 왕겨 재를 섞은 그린 타이어 연구를 수행함

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 2018년 초반의 쓰레기 수거 거부 사태로 인해 재활용 산업을 둘러싼 인식 변화 중 • 사업단 주도하에서 특정 분야에 대한 개별 기술의 개발 및 사업화, 인력개발 진행 중 • 인프라, 제도는 우수한 편 • 최근 기술력 빠르게 성장 • 폐소재 자원의 전처리나 선별 등 기초 단계의 기술수준은 충분히 우수하나, 아직 고부가가치 산업으로의 응용 기술은 다소 부족. 재활용업체들이 전체적으로 영세하고 5인 미만의 사업장으로 이루어져, 인력 및 인프라 차원에서 다소 미진 • 정부의 R&D 투자 인식 및 선제적 투자 • 자원 확보 당위성 • 폐자원 수집 인프라 • 연구자 능력 우수 • 재활용 산업에 관한 중요성 인식하기 시작	• 수많은 R&D의 결과물의 현장 적용 부족 • 재활용 분담금은 현실적이지 못하여 재활용 산업계의 개술개발 의지에 동기 결여 • 재활용 산업의 지속적인 발전을 위한 정책의 재구성 필요 • 관련 산업의 경쟁력 증가속도가 완만함 (국제 원자재 시세, 공장설치의 어려움 등으로 관련 산업의 발전이 더딤) • 전문 인력도 증가 추세이나 타 분야에 비해 증가세 미약 • 재활용업체들이 전체적으로 영세하고 5인 미만의 사업장으로 이루어져 산업의 인력 및 인프라 차원에서 다소 미진함 • 기반기술, 인접기술 미흡 • 우수한 인력유입 및 인력 규모 미흡 • 회수된 원료의 소재화 미흡 • 독창적 기술 부재 • 카피 및 개선에 치우치는 소극적 연구 활동 • 정부 지원의 일관성 부족 • 국가 연구비의 쏠림현상으로 인한 비관심 분야의 연구비 부족 심화 • 연구 중복성 등에 대한 과도한 제한으로 인한 지속적 연구가 어려움

국가	강점분야	기타
		• 중국 및 동남아에 대한 폐기물 수출 등으로 인하여 민간 주도 기술개발 의지 부족 • 친환경 정책에 관한 필요성 부족 • 재활용 산업에 관한 과도한 정책적 규제
중국	• 재생원료의 수요시장이 넓고, 재생원료의 수입 금지 조치를 실시하여 대폭적인 재활용 기술수준 향상 기대 • 대학에서의 연구인력 및 연구비 지원이 풍부하고, 이를 뒷받침할 산업체 수도 많음 • 초기 기술수준이 다소 낮아도 수많은 시행오차를 사업화하면서 기술을 개량할 수 있는 여건 조성 • 한국과의 기술격차가 계속 좁혀지고 있음 • 폐자원 발생량이 많음 • 희소금속 등 자원 무기화에 앞장서고 있으며, 선도그룹에서 자원 재활용 기술개발 및 산업화의 필요성을 절실히 체감 • 자원 확보를 위한 정부의 집중 투자 및 폐자원 재활용의 시장 규모(규모의 경제) • 대량의 연구인력 활동으로 인하여 다양한 분야에 대한 연구 가능 • 국가 주도형 기술개발 및 산업발전 • 전 세계적으로 재활용 제품이 몰리고 있으며 관련 산업으로 파급효과 확보	• 워낙 큰 국가이기 때문에 국가전반의 기술향상에는 다소 시간이 필요함 • 기초연구에 대한 수준은 다소 미흡 • 인프라는 상대적으로 보완 필요 • 기반기술 및 인접 기술 미흡 • 카피수준 기술이 없음 • 친환경적인 공정 개발에 약점 보유 • 저차원의 응용개발 연구에 멈춰 있음 • 친환경 정책으로 변화하여 기존 산업의 지속 성장이 어려움 • 친환경 기술 개발 미흡
일본	• 산업계가 재활용 기술개발에 참여하는 문화 • 일반 소비자의 환경인식이 높아 관련 정책의 반영이 용이함 • 전통적으로 관련 기술에 대한 경험 및 연구가 꾸준히 이루어짐 • 기술력, 전문가 수/수준이 모두 최강 • 지역별 재활용 처리 시스템 인프라 우수 • 자원 재활용 및 에너지화에 대한 로드맵을 국가적으로 R&D의 중요한 분야로 이미 십 수 년 전부터 인식하고 있었으며, 독일과 마찬가지로 전 분야에 걸쳐 고르게 우수 • 폐자원 재활용의 기반기술인 광물자원 처리 및 제련기술 탁월 • 소재 강국으로서 소재원료를 확보하기 위한 폐자원 재활용에 동력 유지 • 폐자원 재활용에 대한 정부 정책을 통한 R&D 유도 • 현장 적용 능력 탁월	• 최근 상대적으로 중국에 비하여 연구 활동이 뒤처짐 • 정부 지원은 안정적 유지 수준 • 한국 및 중국 등 인접국 및 후진국의 기술성장으로 경쟁력 상실 • 기업의 적극성 부족 • 재활용 제품에 대한 사회적 인지도 부족

국가	강점분야	기타
	• 전략자원 재활용에 중점 투자 • 대지진 등으로 인한 급격한 폐기물량 증가가 폐자원 재활용 연구 가속화 • 우수한 기초연구 및 응용개발 연구 활발 • 관련 기업의 성장으로 인해 뛰어난 인프라 구축	
EU	• '순환경제'라는 새로운 자원정책을 수립하여 관련 분야에 국가 예산의 집중 적용이 가능하고 산업계의 관심을 불러일으켜 기술개발에 기여 • 전통적으로 관련 기술에 대한 경험 및 연구 지속 • 독일, 벨기에, 네덜란드 등의 기술, 인프라 우수 • 4차 산업혁명에서의 선도적 역할 중 하나로 자원 재활용 인식 • 소재원료의 지속가능한 확보에 대한 관심이 매우 높아짐 • 국가 간 인력 교류 및 기술 협업 • 정부의 정책적 지원 및 탁원할 시민의식 • 우수한 기초연구 인프라를 기초한 응용개발 • 친환경 산업 및 인프라의 지속적 육성	• 최근 상대적으로 중국에 비하여 연구 활동이 뒤처짐 • 국가별 격차 심함 • EU 내 개별 국가 폐자원 재활용 시장 규모 (규모의 경제) • 자국 기술의 보호정책이 강함
미국	• 국가 예산이 반영되고 마음만 먹는다면 기술개발은 문제없음 • 전통적으로 관련 기술에 대한 경험 및 연구 지속 • 폐자원 발생량이 많아 산업으로서의 성장 가능성 높음 • 자원의 무기화 혹은 고부가가치화 측면에서 재활용을 접근하는 경향이 강하고, 기술 개발 및 도입에는 문제가 없음 • 폐자원 재활용의 기반기술인 광물자원 처리 및 제련기술 • 우수한 인접기술 • 해외로부터 우수한 연구 인력 유입 • 신기술개발 선두 • 높은 자본력을 통한 광범위한 연구개발 • 기초 연구 개발 능력이 우수함	• 재활용 산업을 사회적 기업 차원에서 접근(자동화보다는 사회적 약자의 고용에 집중) • 최근 상대적으로 중국에 비하여 연구 활동이 뒤처짐 • 재활용 필요성 및 지원에 대한 인식이 상대적으로 낮음 • 고급 추출기술을 요하는 PCB 스크랩 등은 대부분 수출 • 자원 부국이며 민간의 재활용 필요성 및 적극성에 대한 인식이 다소 부족 • 연구 인력의 규모 • 정부의 R&D 투자 인식 미흡 • 결과물 확산이 느림 • 영내에서의 처리에 대한 회피가 기술개발 필요성 제한

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	1위	2위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산학연 컨소시엄형 연구뿐만 아니라 정부 차원의 규제개선과 민간의 인식 개선 등 전 방위적으로 수행 필요 • 자원을 소모하는 생산기업과 자원을 만들어내는 재생 기업이 공동의 목표로 프로젝트에 임할 수 있도록 정부가 오거나이저 역할 수행 • 관련 협회 발족으로 정보 교류확대가 대폭 개선되며 공동과제 수행으로 협력은 강화, 확대 가능 • 재활용 기업들의 영세성으로 인하여 고학력의 인력들은 이 분야를 기피하고 있으므로 정출연, 대학 등의 고급 인력들이 영세 재활용 기업들의 기술 니즈를 효과적으로 대응할 수 있도록 협력체를 구성하고, 적극 활용 필요 • 재활용의 대상인 폐자원은 금속, 세라믹, 플라스틱, 용액 등이 혼재하는 복합물질로 구성되어 있는 경우가 많아 폐자원 재활용 기술의 개발에서 구성 물질을 종합적으로 처리하기 위해 금속, 세라믹, 플라스틱, 용액 등 각 물질의 재활용에 대하여 전문성을 가지고 있는 개인/집단 간의 적절한 역할분담 및 협력연구가 필수적이고 동일 폐자원에 대하여 재활용 이종 기술 간의 협력연구도 필수적. 이종 기술 간의 협력연구 촉진을 위하여 연구과제의 발주 시 기술전문가의 구성조건 제시 필요 • 폐자원 재활용의 전처리 기술개발에 있어서 주변기술인 설비개발 병행 • 폐기물재처리 업체들 간의 공동투자를 통한 처리시설의 대용량화를 통하여 개별 기업의 투자 리스크를 감소하도록 하고, 정부보조금 지원확대 정책으로 개별 시설별 투자비에 대한 초기 비용의 보전 필요 • 회사별 공통투자를 통한 공동의 이익을 추구하여 각각의 강점을 가진 기술요소의 통합으로 효율화 • 산업현장의 아이디어와 연구자의 전문성이 결합되어 현장에 실질적으로 적용될 수 있는 기술개발 필요. 민간 기업에서 이미 개발된 기술이 국가 연구과제로 선정되거나, 현장수요가 떨어지는 과제가 선정되지 않도록 사전 조사 필요
국제협력 촉진	• 환경선진국들이 진행하고 있는 각종 최신 정책에 대한 이해 및 실행에 대응할 표준화 협조 • 글로벌 사회에 접어들면서 동일한 제품이 여러 나라에서 사용되고 동일한 자원순환문제를 일으킴으로 다수의 국가에서 자원순환에 문제가 되는 제품을 공동으로 처리할 수 있는 협조방안 필요 (예: 포켓 스프링 매트리스는 대부분의 국가에서 처리상에 문제점을 야기) • 과제 발주로 접근하지 않고서는 기술협력이 어려우며 일반 교류협력은 의지에 따라 가능 • 국내는 폐자원 재활용 상용화 기술개발을 선도적으로 추진하고 있으나 원천/기반기술은 상당히 낙후되어 있어 원천/기반기술을 확보하기 위한 국제협력연구가 효율적으로 추진 필요. 현재 대부분의 국제협력연구의 재원들이 첨단연구에 투입되고 있는 실정을 감안하면 폐자원 재활용 분야에서 국제협력연구를 강화할 수 있는 재원 확보 필요. 장기간 파견되어 연구에 몰입할 수 있는 현지 랩의 지원 필요 • 최신 기술의 습득을 위한 국제협력이 필요하나 실질적인 국제협력은 미미함. 최신 환경기술의

	정책제언
	전문가를 위한 세미나 및 워크숍이 필요하며, 이러한 경우라도 포괄적 참여자가 아닌, 세부 분야의 전문가와 그 분야의 인력의 만남을 통한 심도 있는 협의체 필요 • EU의 유해물질 규제강화 등 제도가 재활용에 영향을 미치는 경우가 많은데, EU의 제도가 국내에 도입되기 때문에, EU의 제도동향과 이에 대한 시장영향에 대한 세밀한 사전조사 필요
인력양성 및 유치	• 대부분의 재활용 산업에 종사 중인 중소영세업체가 기술 개발을 진행할 자체적인 능력이 아직 배양되어 있지 않으므로, 이에 대응할 관련인력 양성 및 유치는 필수적 • 시장경제에 의해 자연스럽게 인력을 양성하고 유치할 수 있는 기반 부재. 직접적인 정책보다는 자원순환 시장의 확대를 지원하는 간접적인 방식이 유효 • 대학 교육의 커리큘럼 재정비 • 자원순환업체들은 대부분 도시 변방에 위치해 있어 우수인력 유치의 장애요인으로 작용하므로 이에 대한 지원책도 함께 강구 필요 • 재활용 산업은 낮은 이윤으로 인하여 단순 노무직의 외국인 노동자들을 다수 활용하고 있어 기업의 직접적인 고급인력 고용이 어려우므로, 관련 연구자의 양성 및 이들과 기업의 연계를 통한 기업 기술의 고도화 필요 • 폐자원 재활용에 있어서 물질회수기술은 광물처리 및 금속제련 기술에 기반하나 우리나라 대학에서 동 분야의 인력양성은 매우 낙후되어 있고 과학기술연합대학원대학교에 자원순환공학이 설치되어 있으나 역부족이므로 폐자원 재활용 관련 인력양성이 체계적으로 이루질 수 있는 체제구축 시급 • 장기적으로 국가과제를 큰 틀에서 분류하고 각 과제를 지원함으로써, 인력양성을 지원을 지속적으로 하고 재처리 또는 재활용업체의 국가적 처리율 배분을 통한 적절한 이익을 확보하도록 하여 이들에게 지속적으로 인력이 유인될 수 있는 신뢰 향상 필요
인프라 구축	• 대부분의 재활용 산업에 종사 중인 중소영세업체가 기술 개발을 진행하더라도 이를 실용화할 pilot plant 규모의 실증/검증할 수 있는 기반 구축은 자체 능력만으로는 요원한 상황으로 이를 극복하기 위해 지역사회 중심의 검증/분석 인프라 구축 필요 • R&D 등을 통해 연구 개발된 기술은 많지만 필드에 적용되는 사례는 극소수에 불과. 연구개발과 현실이 접목될 수 있는 실질적인 인프라 필요 • 자원순환업계가 폐자원을 안정적으로 확보/판매 가능하도록 하는 시스템 정비 • 재활용 기업들이 대부분 영세성을 벗지 못 하고 있어 원천기술이 확보되더라도 이를 상용화할 수 있는 실증연구를 위한 기반 구축 필요 • 기술개발이 시급한 분야를 발굴할 수 있도록 폐자원의 발생량, 처리 현황 등을 파악하여 데이터베이스를 구축하고, 이를 정책 결정에 활용 • 폐자원 재활용 분야는 기술 및 공정 실증이 매우 중요. 재활용 산업의 영세성을 고려할 때 개발된 기술과 공정의 실증할 수 있는 테스트 베드설치가 필수적. 폐자원의 경우 균일성이 낮아 화학분석이 매우 어려우므로 공동 분석이 가능한 인프라 구축 필요 • 폐기물 발생 기업 및 원료물질 사용 기업의 네트워킹을 통하여 물질흐름이 효율적으로 이루어지도록 같은 분야의 재활용기술을 그룹화하고 이들이 공동으로 투자하는 대형화로 처리 인프라 구축 • 국가가 투자 지원을 통해서 이익을 보증하여, 위험을 분산하고, 장기적으로 자체적인 이익을 실현할 수 있도록 지원

	정책제언
법·제도 개선	• 법제도를 기반으로 하는 정책 추진력의 부족재활용 산업은 기존 산업의 위축을 초래 할 것으로 예상하나, 유럽의 경우 환경산업+기존 산업의 발전의 사례들이 많이 나오고 있어 국내에서도 인식 전환 필요 • 환경규제를 돈을 버는 산업으로 역이용하기 위해서는, 민간의 인식 개선, 산학연 컨소시엄 구축에 필요한 정부의 법제도 규제개선 필수 • 제품의 생산단계에서 순환이용이 용이하도록 유도하는 법적 제도 개선 • 순환자원 인정제도가 도입되었지만 유명무실함. 실질적 효과를 창출하기 위한 운영방안 필요 • 고부가가치 폐자원 수입에 대한 제도개선 필요: 예)폐인쇄 회로기판의 수입관세 인하, 특정 도시 광산 재자원화 원료 수입 시 허가제를 신고제로 전환 등 • 산업부, 환경부 등으로 다원화된 관리 주체 통합 • 연구개발을 통해 재활용 기술이 개발되더라도 분리수거와 같은 제도적 뒷받침이 없을 경우 상용화 및 저변확대가 어려우므로, 기술변화에 맞는 적절한 수거 및 재활용 촉진제도 수립 필요 • 폐자원 재활용의 촉진을 위한 EPR 제도의 강화 필요 • 폐자원 재활용 기술개발 관련 환경부와 산업자원통상부의 역할 명확히 조정 • 폐자원 발생 업체의 관련기술 개발 의무화 또는 권장 필요 • 생산자 책임 제도를 보다 강화하여 재활용률을 제고하도록 하며, 재활용품에 대한 공공조달강화, 생산자 및 사용자 재활용부담금 신설 또는 상향 등 • 폐기물 처리시설 설치 및 운영에 대한 규제, 재활용 신규용도 및 방법에 대한 규제가 합리적으로 개선될 필요. 신기술들이 공공의 시범사업을 통해 상용화되도록 적극 지원
연구비 확대	• 환경 산업의 친환경적 효과, 경제적 파급 효과를 고려 할 때, 친환경적 효과만으로는 기업 등의 적극적인 참여를 기대 할 수 없으므로 재활용 산업의 경제적 파급 효과를 극대화 할 수 있는 부분에 연구비 집중 투자 • 단순한 금속회수에서 끝나지 않고, 소재화까지 이루어지는 연구 성과 도출 • 과제 기획/평가 시 중복성 체크에 대한 전문성 필요. 관련 기술개발이 되었더라도 성공적 제품생산까지는 안정화 프로세스가 반드시 필요하므로 이에 대한 연구를 포함하는 과제도출 필요 • 폐자원 재활용은 그 필요성에도 불구하고 산업적 이윤 창출이 어려우며 업체 주관의 국가과제 수행 역시 기업의 영세성 및 기술력 부족 등으로 인하여 활성화가 어려움. 따라서 정출연 및 대학 주도의 기술개발이 가능하도록 과제 수행주체의 제한을 완화하고, 연구 과제의 선정 시 경제성보다는 공익성 및 환경성에 바탕을 두되, 관련 제도의 연계를 통한 경제성 확보가 가능하도록 돕는 것이 바람직. 단순한 재활용만으로는 경제성 및 환경성 확보가 어려운 경우가 많으므로, 발생한 폐자원을 재순환시키는 단순 재활용보다는 성상의 변화를 통해 고부가가치화 가능한 기술 개발이 가능하도록 촉진 필요 • 동종 폐자원의 재활용에 있어서 이종기술을 적용하는 경우 중복성에 배제필요 • 소재화 연구와의 연계 필요. 소재개발 연구에서 사용되는 원료물질의 확보방안을 제시되고 개발된 소재의 재활용 기술을 동시에 진행 • 기술의 크기에 따른 적절한 연구비 배분 • 연구에서는 카피하는 기술이 아닌 효율과 비용에서 장점을 가지는 창의적인 연구 • 과감한 창의과제의 과감한 지원을 통한 상업화 가능한 기술의 발굴이 필요하며, 이는 정확하고 엄격한 심사에 의해 담보됨

	정책제언
	• 좁은 국토에서 다른 어떤 나라보다 재활용기술의 시급성이 필요하지만 여전히 연구그룹은 제한되고 연구비 또한 증가되지 않아 연구비 확대 필요 • 소각매립 처분부담금 등을 통해 조성되는 재원을 연구개발에 투자 필요
기타 의견	• 공정부산물 재활용 기술개발을 주로 산업부에서, 폐기물 재활용 기술개발을 주로 환경부에서 담당하고 있는데, 재활용의 핵심 요소기술이 같을 수도 있으므로 범부처적인 협력 필요 • 재제조-도시광산 재자원화 순서로 자원순환이 이루어지기 위해서는 잔류수명 예측기술이 새로운 기반기술로서 개발될 필요 있음 • 도시광산 분야는 인력이 수행하기에 위험한 공정(대중량작업, 고온작업, 위해물질사용)이 있어 이러한 작업을 로봇이 대신할 수 있는 융합기술(예, 금속연마공정의 로봇자동화 기술, 폐기물 선별 로봇자동화 시스템 등) 개발 필요 • 도시광산 원료는 금속/플라스틱/무기물 등이 혼합되어 존재하므로 선별의 효율향상을 위해서는 센싱(sensing)의 최신기술과의 융합 필요 (예: 코발트를 인식할 수 있는 바이오 센싱기술 개발, 이미지 센서를 활용한 최첨단 선별장치(combisense) 개발 등) • 유기성 폐기물에서 생산된 바이오 가스나 바이오 에너지가 사용되지 않고 있음. 인센티브 지급 등 정책과 연계하여 버려지는 자원이 되지 않고 사용이 될 수 있도록 하면 앞으로 유기성 폐기물의 자원화 기술 발전이 더욱 촉진 될 것 • 재활용기술의 경쟁력 확보 및 산업화 촉진을 위해 폐소재 자원의 고유 특성 및 낮은 단가를 첨단 소재기술과 접목하여 시너지를 구현하는 방안 모색 필요 • 단순 재활용 분야는 경제성 부족으로 유용한 소재자원의 활용이 단절되는 것을 방지하고 지속가능한 사회를 구현한다는 명제 하에 정책자금의 지원을 통한 산업 활성화 유도 • Biotechnology (Bio-leaching, Bio-sorption, Bio-reduction/precipitation, etc.)를 활용한 폐자원 재활용 • 기계설비기술과 협력 혹은 융합 • 소재화와 연계된 R&D 시스템 (폐자원의 재활용 공정에서 직접 고부가 소재화로 연계) • E-waste, End-of-life automobile, Plastics • 정확한 기술진단, 즉 국내 우위기술과 열세기술 분야가 어느 분야인지 세부기술별로 구분하고, 국내 상황에 적합한 기술개발과 재활용에 투자하는 우선순위를 결정하여 그에 따른 지원책 필요

다 주요 분석 결과 요약

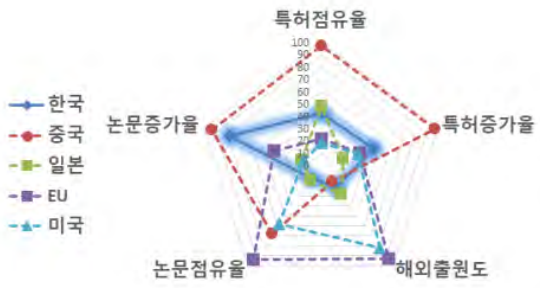
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	환경·기상	66,302	53,524	72.0%	113.0%
해당 중점과학 기술명	폐자원 재활용 기술	5,074	3,570	100.1%	85.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

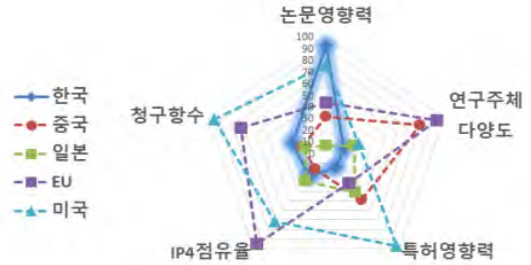
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	한국	미국
	39.6%	53.8%	28.5	8.6
한국	5위	3위	1위	5위
	5.4%	16.8%	28.5	1.0
5개국 평균[2]	-	-	18.6	6.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

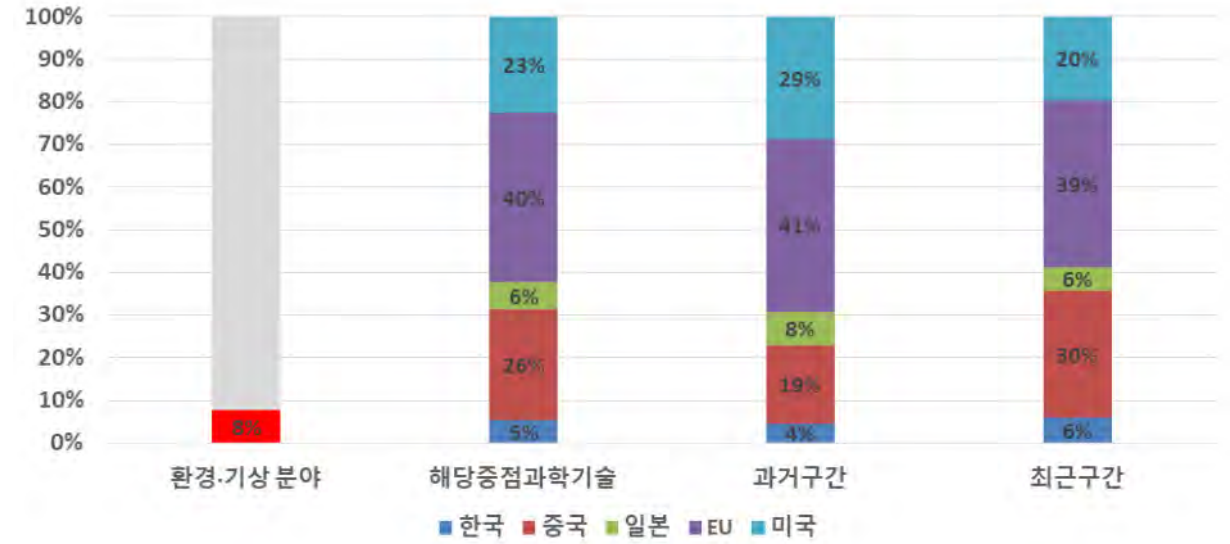
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.4%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(28.5)은 주요 5개국 중 1위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(39.6%), 중국(26.0%), 미국(22.6%), 일본(6.4%), 한국(5.4%) 순이며, 논문 증가율은 중국(220.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 한국(28.5), 미국(23.6), EU(17.9), 중국(15.8), 일본(9.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(16.8%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(1.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(53.8%), 일본(19.1%), 한국(16.8%), EU(6.1%), 미국(4.1%) 순이며, 특허 증가율은 중국(245.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(8.6), 중국(3.7), 일본(3.2), EU(2.5), 한국(1.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(35.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(10.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.4%	26.0%	6.4%	39.6%	22.6%
	논문 증가율	167.6%	220.4%	41.8%	93.4%	37.2%
	논문 영향력	28.5	15.8	9.0	17.9	23.6
	연구주체 다양도	0.87	0.91	0.89	0.98	0.94
특허 분석	특허 점유율	16.8%	53.8%	19.1%	6.1%	4.1%
	특허 증가율	45.3%	245.9%	-30.1%	14.9%	10.0%
	해외출원도	0.6	0.1	1.1	6.0	4.6
	특허 영향력	1.0	3.7	3.2	2.5	8.6
	IP4점유율	4.5%	0.5%	6.3%	35.5%	21.1%
	청구항수	3.8	2.9	2.6	7.4	10.7

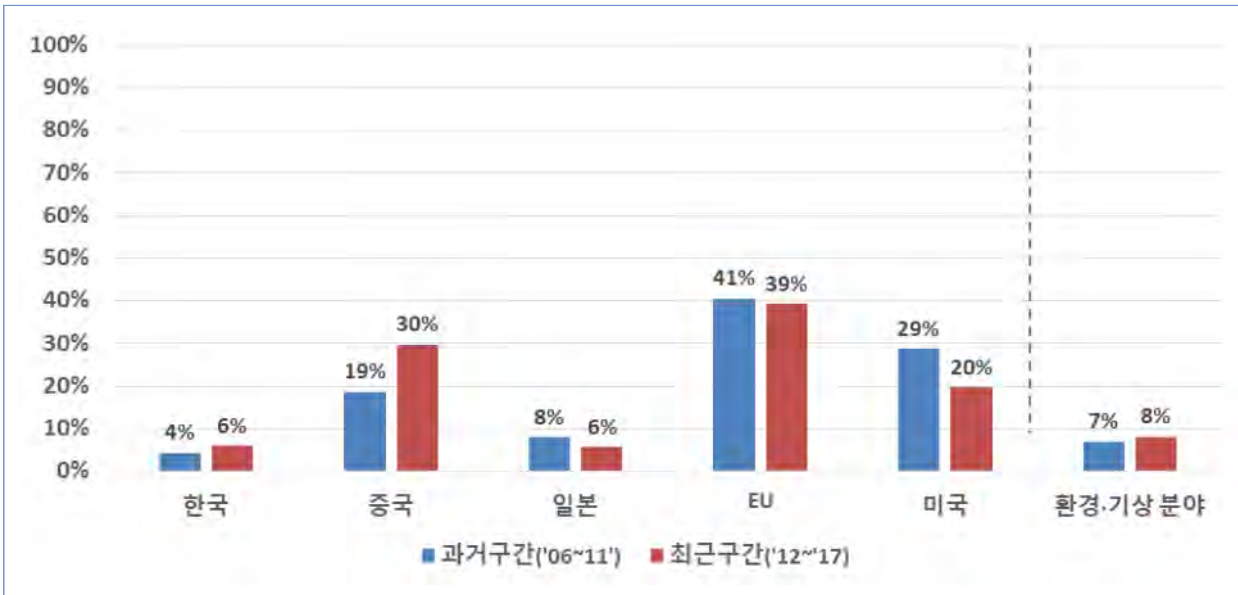
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 폐자원 재활용 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2010건으로 전체 논문의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 폐자원 재활용 기술은 환경·기상 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

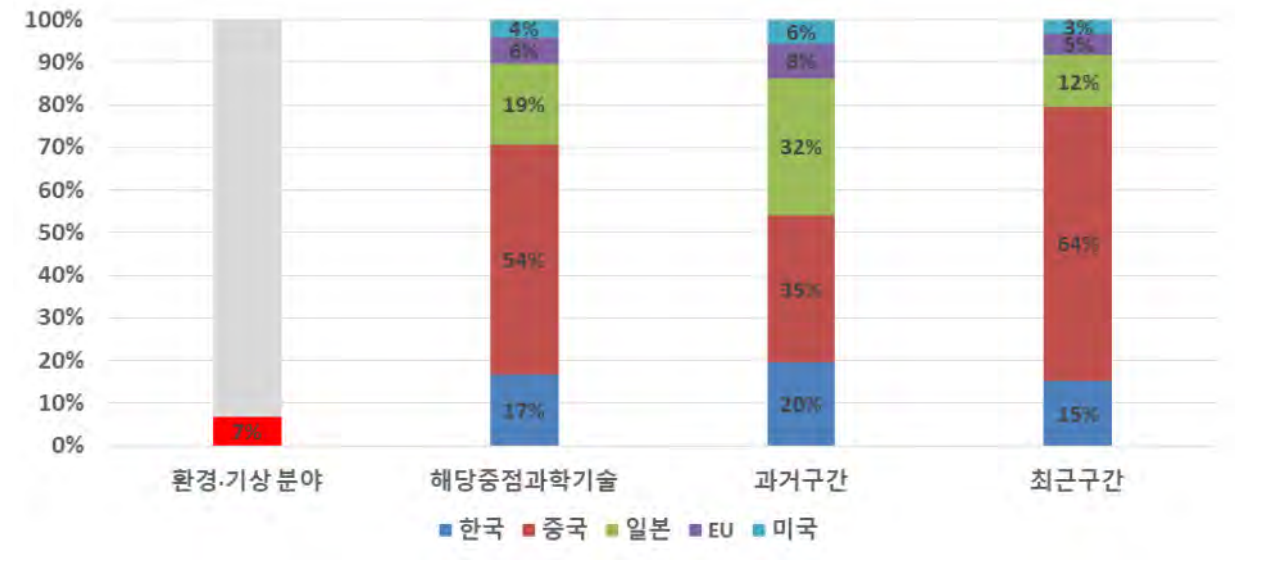


● 폐자원 재활용 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 167.6%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	74	198	272	167.6%
중국	314	1,006	1,320	220.4%
일본	134	190	324	41.8%
EU	685	1,325	2,010	93.4%
미국	484	664	1,148	37.2%
전체	1,691	3,383	5,074	100.1%

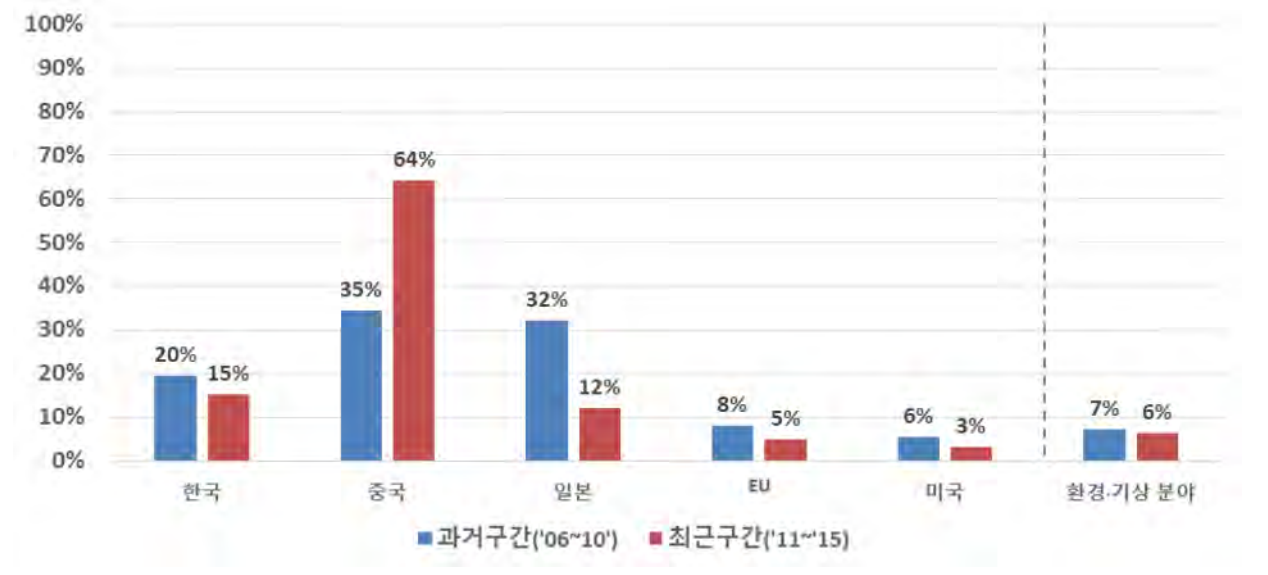
(4) 특허 점유율(전체)



● 폐자원 재활용 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1922건으로 전체 특허의 54%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 한국, EU, 미국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 폐자원 재활용 기술은 환경·기상 분야의 전체 특허 중에서 7%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



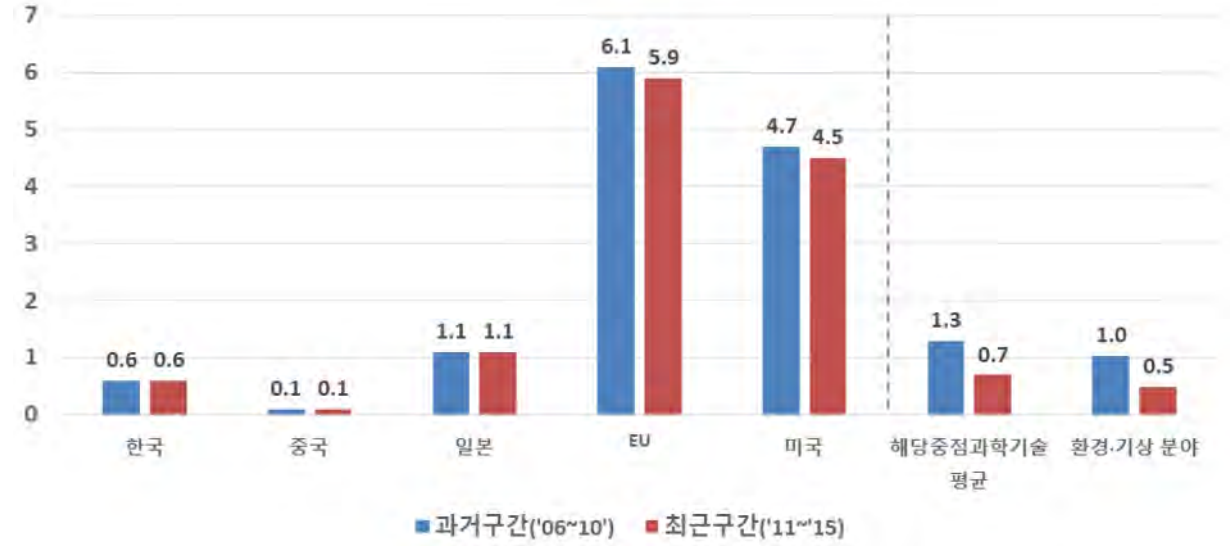
● 폐자원 재활용 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 45.3%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	245	356	601	45.3%
중국	431	1,491	1,922	245.9%
일본	402	281	683	-30.1%
EU	101	116	217	14.9%
미국	70	77	147	10.0%
전체	1,249	2,321	3,570	85.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

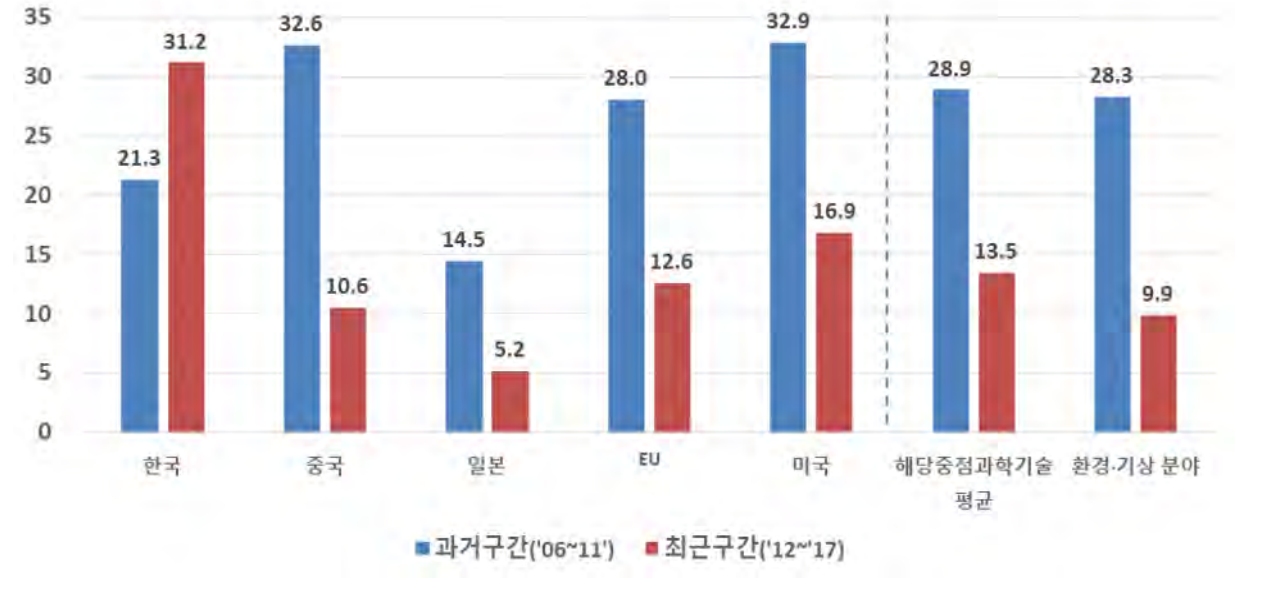


● 폐자원 재활용 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

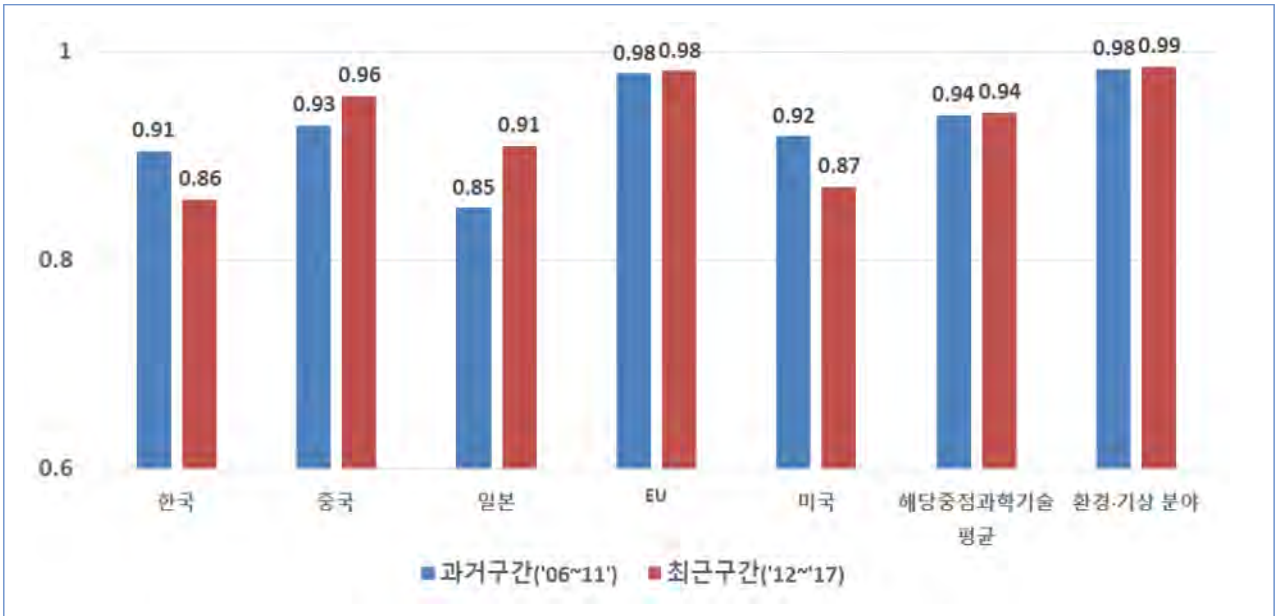
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



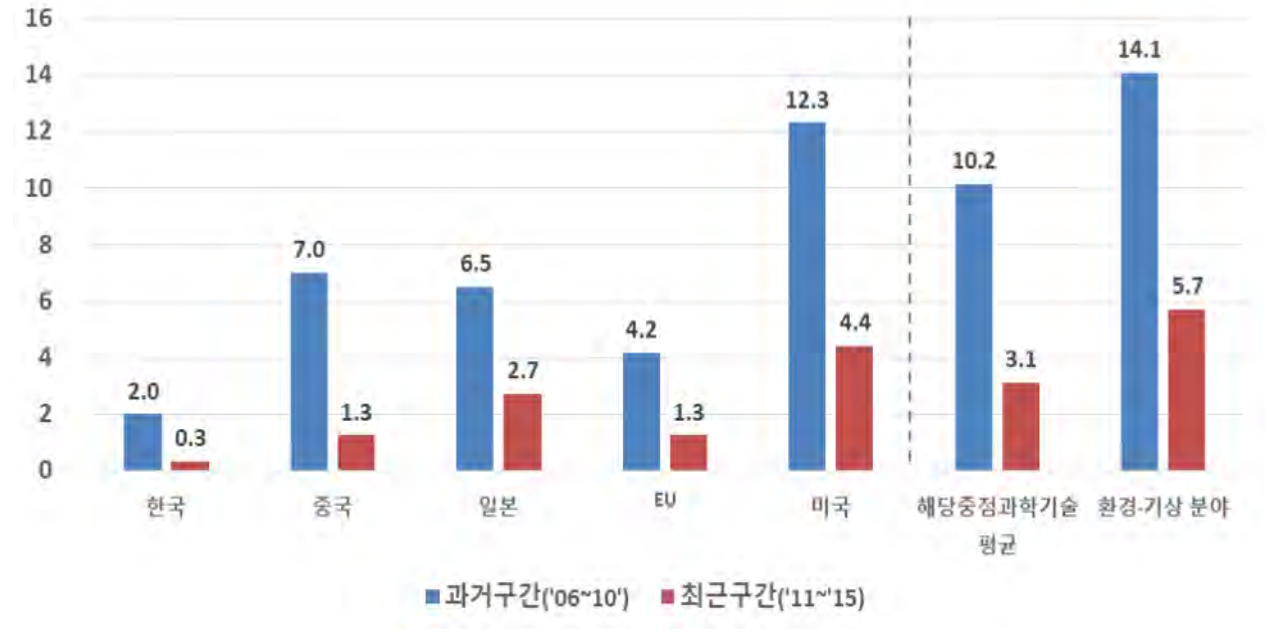
● 폐자원 재활용 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



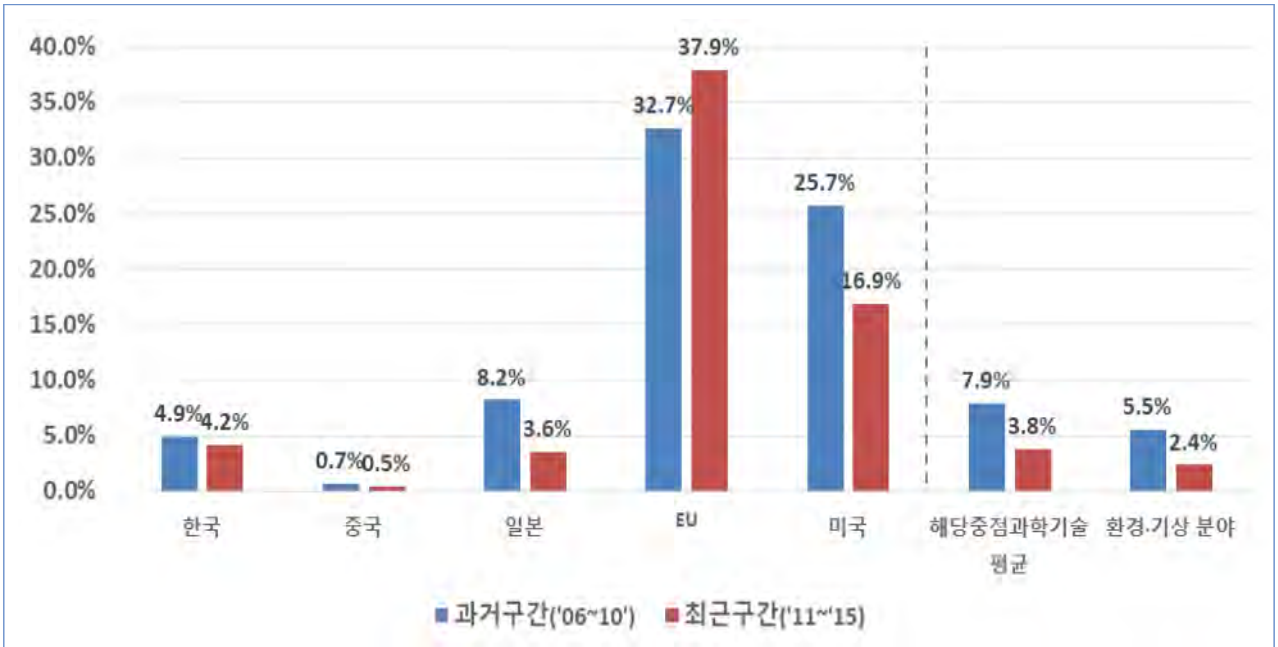
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



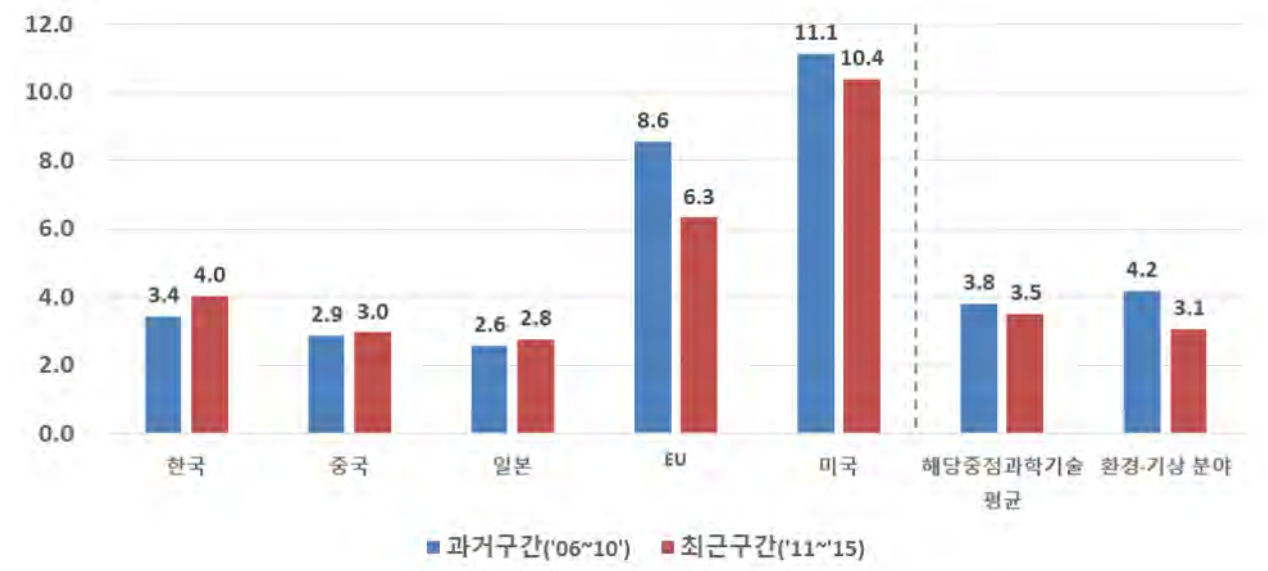
● 폐자원 재활용 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 폐자원 재활용 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 폐자원 재활용 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

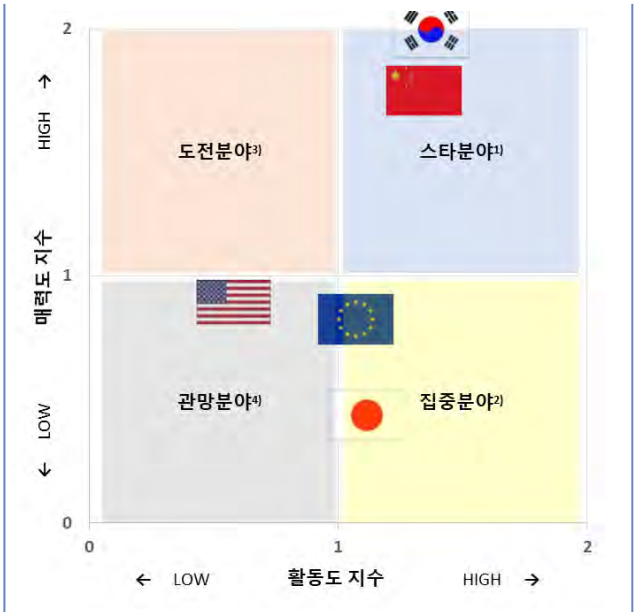
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

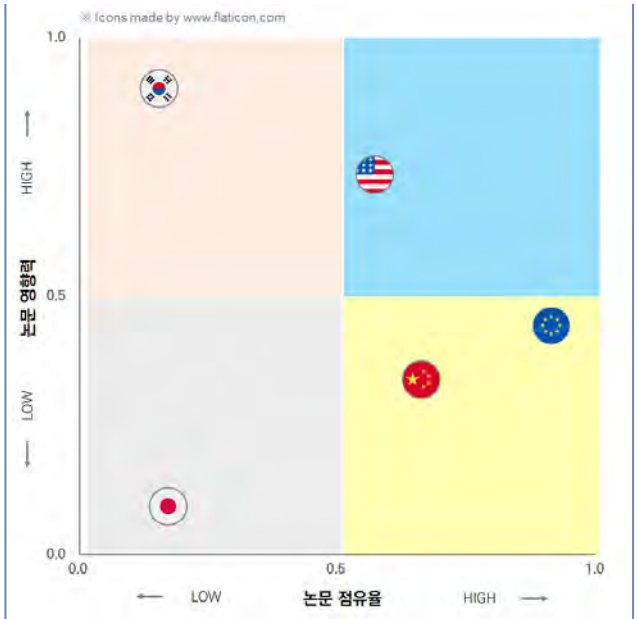
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 폐자원 재활용 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 질적 연구 성과도 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

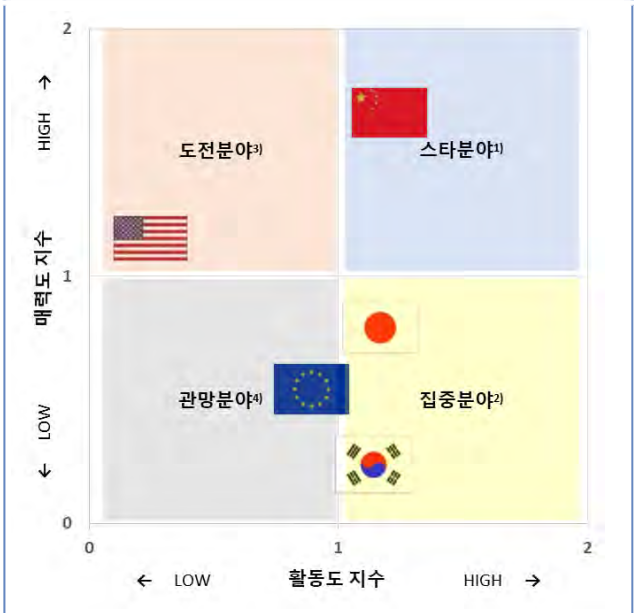


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

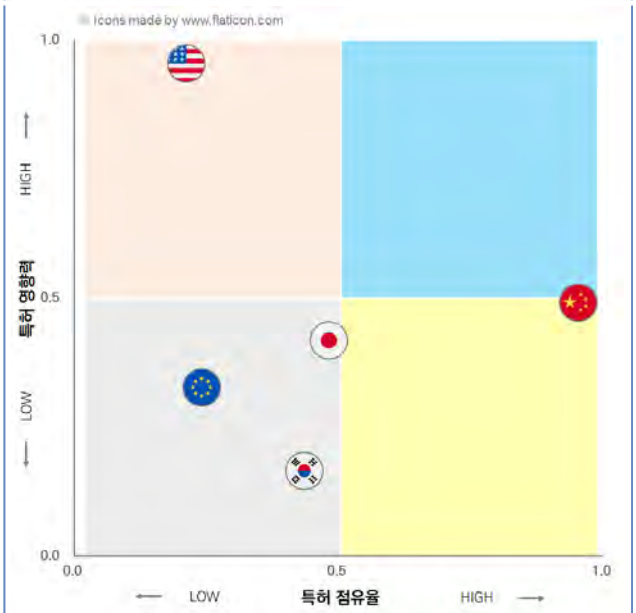
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 폐자원 재활용 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 중국의 'SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY(0.91%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '성균관대학교'가 5.15%(글로벌 점유율은 0.28%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	중국	3.48%	0.91%	30.00%
2	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	중국	1.97%	0.51%	450.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	1.67%	0.43%	-30.77%
4	STATE KEY JOINT LABORATORY OF ENVIRONMENT SIMULATION AND POLLUTION CONTROL	중국	1.59%	0.41%	2000.00%
5	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.74%	0.39%	-18.18%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	5.15%	0.28%	1200.00%
2	HANYANG UNIVERSITY	3.68%	0.20%	300.00%
3	KOREA UNIVERSITY	2.94%	0.16%	66.67%
4	KYUNG HEE UNIVERSITY	2.94%	0.16%	600.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	2.21%	0.12%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	3.48%	0.91%	30.00%
2	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	1.97%	0.51%	450.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	1.67%	0.43%	-30.77%
4	STATE KEY JOINT LABORATORY OF ENVIRONMENT SIMULATION AND POLLUTION CONTROL	1.59%	0.41%	2000.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.52%	0.39%	466.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOHOKU UNIVERSITY	3.40%	0.22%	20.00%
2	OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY	2.47%	0.16%	-40.00%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	2.47%	0.16%	-40.00%
4	WASEDA UNIVERSITY	2.16%	0.14%	500.00%
5	KYOTO UNIVERSITY	2.16%	0.14%	-60.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.75%	0.30%	-12.50%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.60%	0.24%	0.00%
3	INSTITUTE OF PHYSICS	0.50%	0.20%	300.00%
4	RWTH AACHEN UNIVERSITY	0.50%	0.20%	133.33%
5	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	0.45%	0.18%	100.00%

6 미국

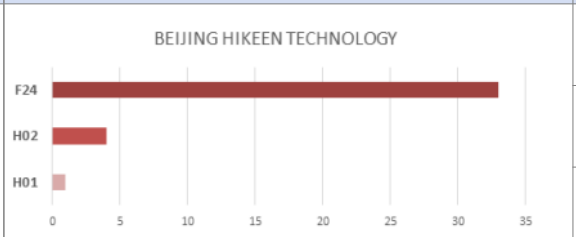
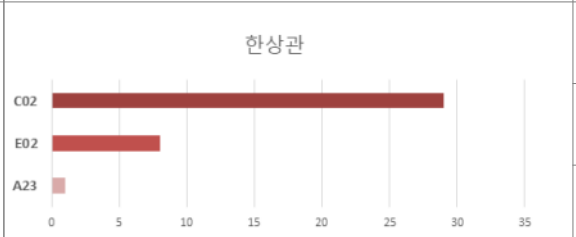
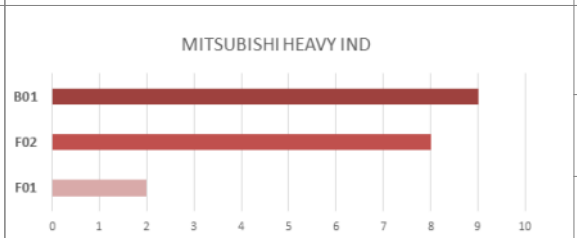
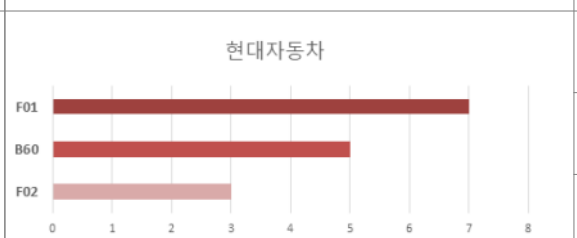
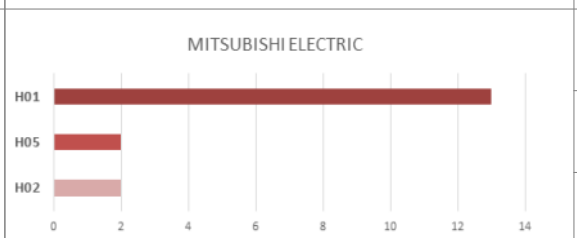
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.74%	0.39%	-18.18%
2	NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY	1.48%	0.34%	83.33%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.31%	0.30%	175.00%
4	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.05%	0.24%	400.00%
5	UNIVERSITY OF FLORIDA	0.87%	0.20%	50.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'BEIJING HIKEEN TECHNOLOGY(1.09%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한상관'이 6.32%(글로벌 점유율은 1.06%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'BEIJING HIKEEN TECHNOLOGY'은 F24(가열(加熱); 레인지; 환기(換氣))에 해당하는 특허를, '한상관'은 C02(물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

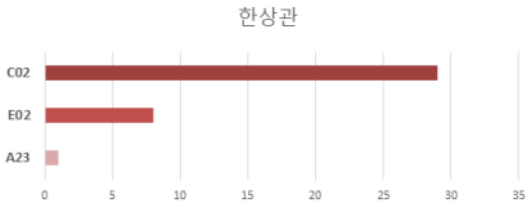
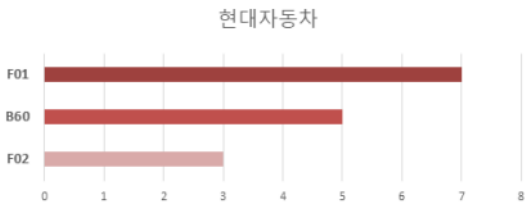
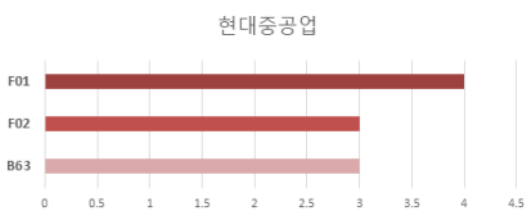
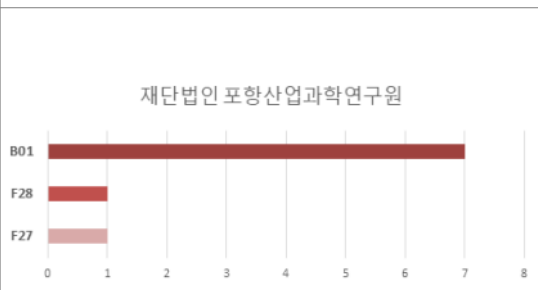
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIJING HIKEEN TECHNOLOGY	중국	2.03%	1.09%	-100.00%
2	한상관	한국	6.32%	1.06%	3700.00%
3	MITSUBISHI HEAVY IND	일본	3.95%	0.76%	7.69%
4	현대자동차	한국	3.66%	0.62%	350.00%
5	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	3.22%	0.62%	44.44%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
2		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
4		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		B60	차량일반
		F02	연소기관
5		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

2 한국

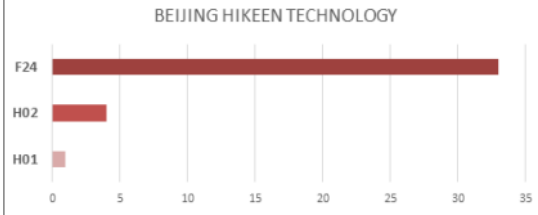
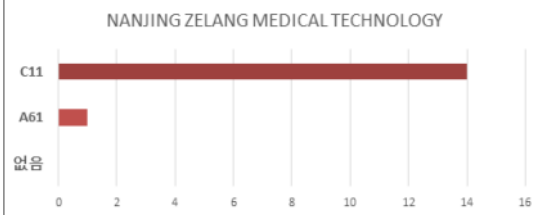
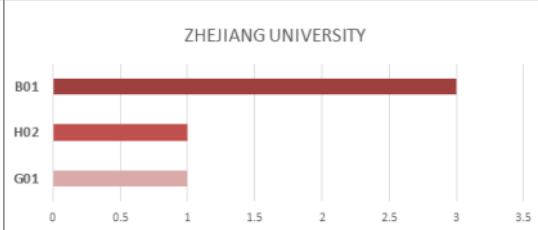
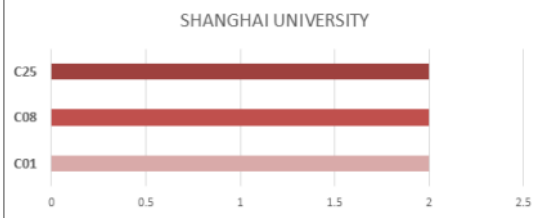
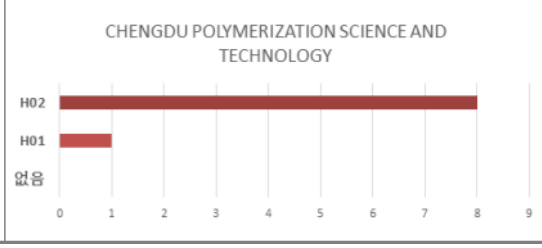
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한상관	6.32%	1.06%	3700.00%
2	현대자동차	3.66%	0.62%	350.00%
3	대우조선해양	2.50%	0.42%	1300.00%
4	현대중공업	2.33%	0.39%	500.00%
5	재단법인 포항산업과학연구원	2.16%	0.36%	16.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C02	물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리
		E02	토사(土砂)의 이송(移送); 기초; 수공(水工)
		A23	다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품
2		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		B60	차량일반
		F02	연소기관
3		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
		H01	기본적 전기소자
4		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		F02	연소기관
		B63	선박 또는 그 밖의 물 위에 뜨는 구조물; 관련 의장품
5		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F28	열교환 일반
		F27	노(FURNACES), 킬른(KILNS), 오븐(OVENS), 레토르트 (RETORTS); 개방식 소결용 장치 및 세부 또는 부속물로 (furnace); 킬른(Kiln); 오븐(oven); 레토르트(retort)

3 중국

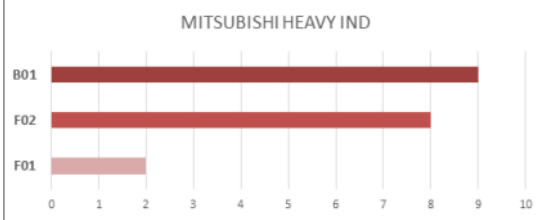
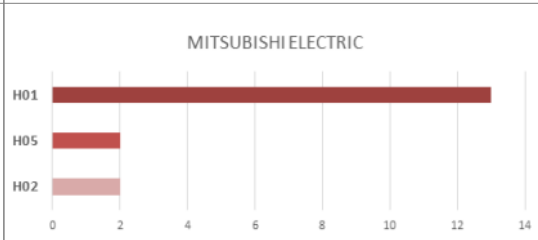
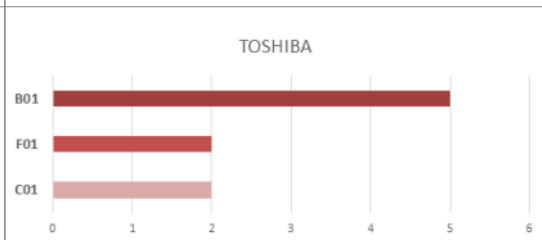
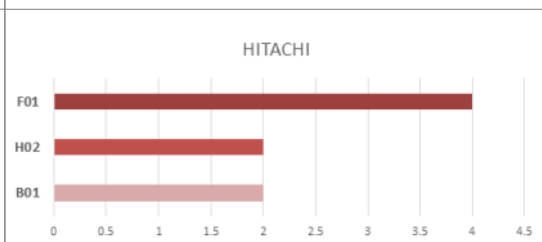
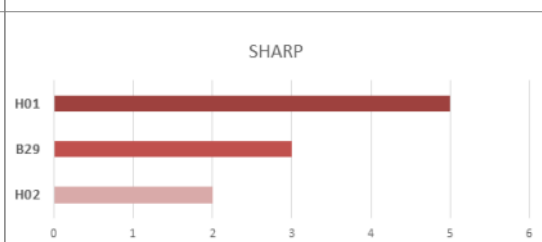
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIJING HIKEEN TECHNOLOGY	2.03%	1.09%	-100.00%
2	NANJING ZELANG MEDICAL TECHNOLOGY	0.78%	0.42%	1400.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.62%	0.34%	100.00%
4	SHANGHAI UNIVERSITY	0.52%	0.28%	0.00%
5	CHENGDU POLYMERIZATION SCIENCE AND TECHNOLOGY	0.47%	0.25%	800.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
2		C11	동물성 또는 식물성유, 지방, 지방성 물질 또는 납; 그것에 유래하는 지방산; 세정제; 양초
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
4		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치
		C08	유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물
		C01	무기화학
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
		-	-

4 일본

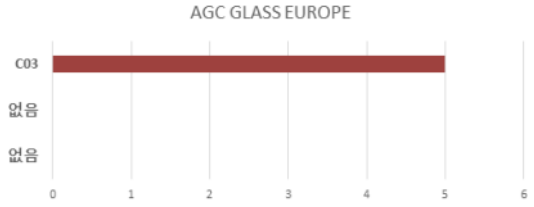
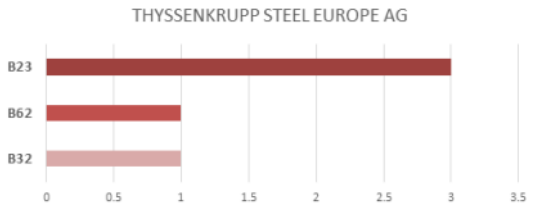
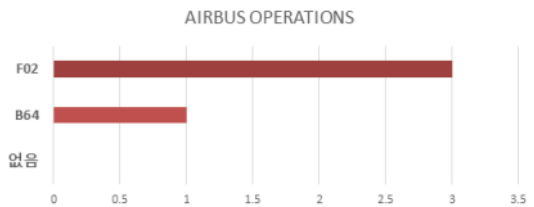
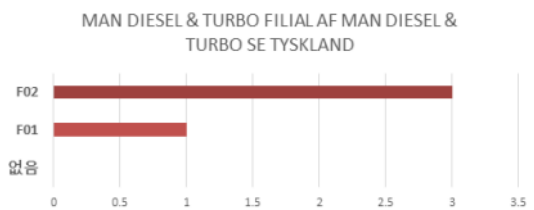
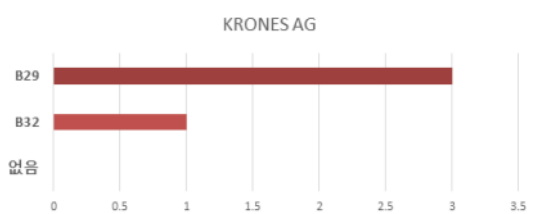
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI HEAVY IND	3.95%	0.76%	7.69%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	3.22%	0.62%	44.44%
3	TOSHIBA	2.34%	0.45%	-54.55%
4	HITACHI	1.90%	0.36%	16.67%
5	SHARP	1.76%	0.34%	-28.57%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
2		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		C01	무기화학
4		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반(노(爐), 킬른(kilns), 가마, 레토르트, 일반 F27)
5		H01	기본적 전기소자
		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

5 EU

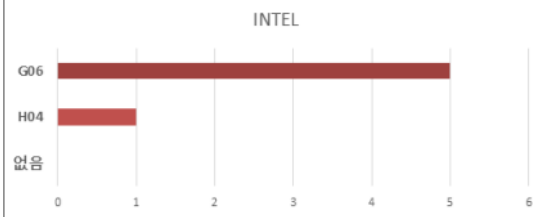
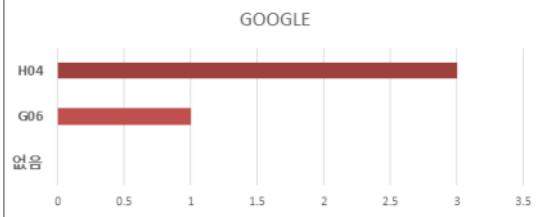
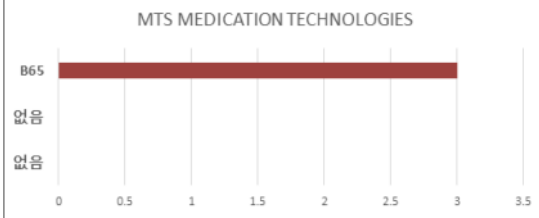
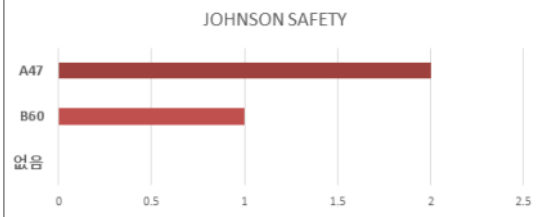
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	AGC GLASS EUROPE	2.30%	0.14%	-75.00%
2	THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG	2.30%	0.14%	400.00%
3	AIRBUS OPERATIONS	1.84%	0.11%	-100.00%
4	MAN DIESEL & TURBO FILIAL AF MAN DIESEL & TURBO SE TYSKLAND	1.84%	0.11%	-100.00%
5	KRONES AG	1.84%	0.11%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		C03	유리; 광물 또는 슬래그울(Slag Wool)
		-	-
		-	-
2		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		B62	철도 이외의 노면 차량
		B32	적층체
3		F02	연소기관
		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
4		F02	연소기관
		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		-	-
5		B29	플라스틱의 가공; 가소 상태 물질의 가공 일반
		B32	적층체
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTEL	4.08%	0.17%	500.00%
2	GOOGLE	2.72%	0.11%	300.00%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	2.04%	0.08%	-100.00%
4	MTS MEDICATION TECHNOLOGIES	2.04%	0.08%	-50.00%
5	JOHNSON SAFETY	2.04%	0.08%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		B65	운반; 포장; 저장; 부재 또는 섬유재의 취급
		-	-
		-	-
5		A47	가구; 가정용품 또는 가정용 설비; 커피 빻는 기구; 향신료 빻는 기구; 진공청소기 일반
		B60	차량일반
		-	-

기관 2018-040



2018년
기술수준평가

| ICT·SW |

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

XI. ICT·SW



2018년 기술수준 평가

104. 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술 ····· 1
105. 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술 ····· 29
106. 인체친화형 디스플레이기술 ····· 57
107. 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술 ····· 85
108. 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술 ····· 113
109. 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술 ····· 141
110. 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 ····· 171
111. 양자정보통신 기술 ····· 199
112. 신개념 컴퓨팅 기술 ····· 229
113. 시스템 SW 운영 및 기반 기술 ····· 259
114. 가상·혼합현실 기술 ····· 291
115. 지능형 콘텐츠제작 기술 ····· 323
116. NUI·NUX 기술 ····· 353
117. 지식정보보안기술 ····· 383
118. 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술 ····· 411
119. 초연결 사물인터넷 기술 ····· 441
120. 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술 ····· 471

104 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술



104 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술

중점과학기술 개요

☑ 차세대형 반도체 제조를 위한 초미세화, 초고집적화, 입체화, 저전력화, 지능화, 융복합화 및 소재혁신에 대응하기 위한 새로운 공정·장비·소재 기술과 DRAM, Flash Memory, CPU, AP등과 같이 고성능 반도체 회로를 형성하고 이를 Chip 등으로 패키징 및 테스트하는데 필요한 제반 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

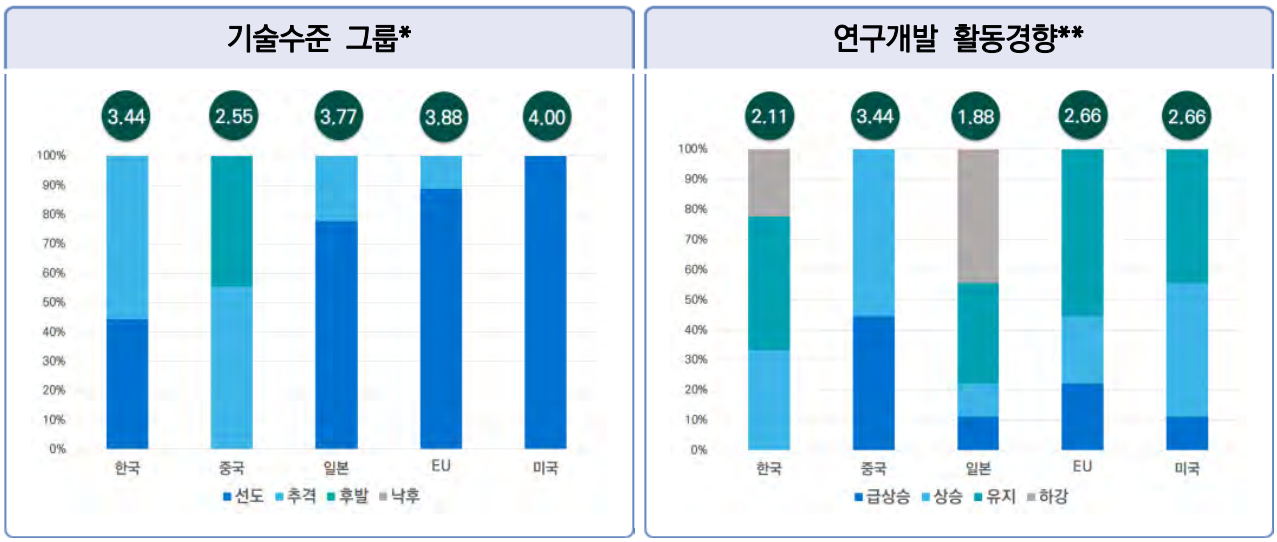
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	94.0	1.0	추격	보통	우수	유지
중국	75.0	3.0	추격	보통	보통	상승
일본	95.0	1.0	선도	우수	우수	유지
EU	95.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	94.0	1.0	94.0	92.0	96.0	5.7	1.0	1.0	1.5	1.1
중국	75.0	3.0	75.0	70.0	80.0	8.4	3.0	2.5	3.0	1.9
일본	95.0	1.0	95.0	90.0	97.0	3.7	1.0	0.5	1.5	0.6
EU	95.0	1.0	95.0	95.0	95.0	1.7	1.0	1.0	1.0	0.4
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

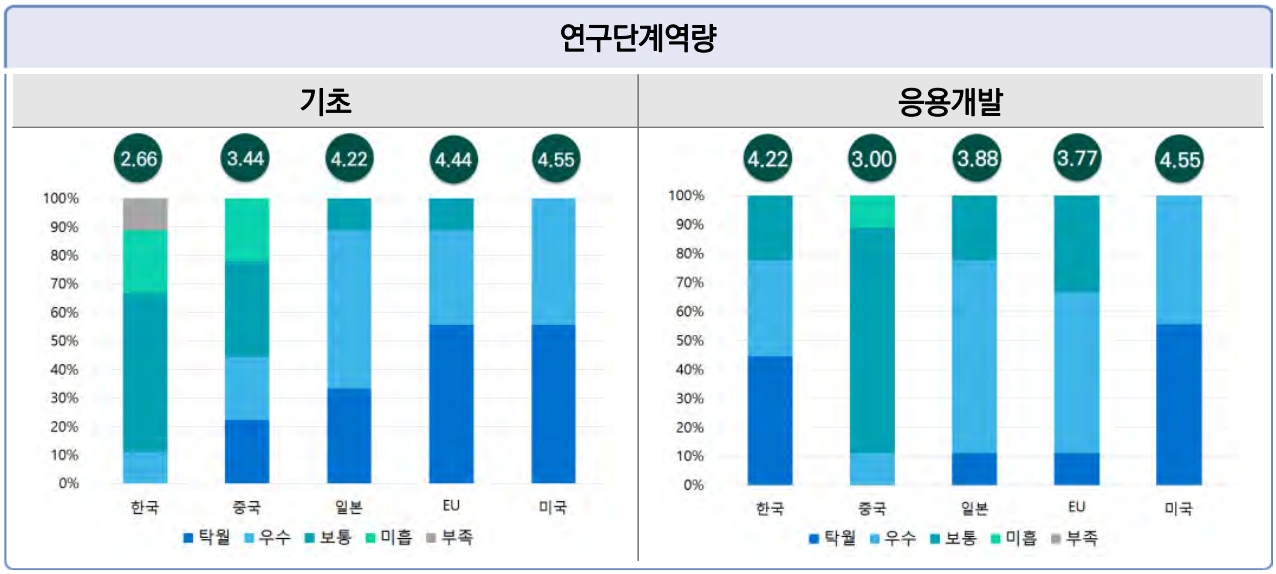
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (94.0%)	• 메모리 제조 기술은 최고 수준이나, 기반기술에 해당하는 장비기술이 아직 낙후됨. 메모리 미세공정 기술 분야는 미국, 일본에 앞서고 있으나 장비기술은 약간 낙후됨 • DRAM, Flash 등 메모리 소자관련 기술을 선도 삼성전자가 시스템 IC 분야 파운드리 분야에서도 세계 최고수준 유지 • 대학, 출연연 등의 초고집적 반도체 연구 인프라 열악
중국 (75.0%)	• 반도체 장비 기술 또한 기술 선도 보다는 아직 따라가는 수준 • 투자비는 많으나 우수한 인력 부족 • 공정기술은 추격 중. 최근 대규모 투자로 공정기술격차 축소 및 메모리 반도체 양산을 위해 대규모 투자 중. 장비기술은 아직 수년간의 격차가 있으나, 관련학회에 중국연구자의 발표 및 참여수가 최근 급증 • 국가차원에서 반도체 분야 집중 투자 중국은 아니지만 대만이 시스템 IC 분야 파운드리 최고 기술력 보유
일본 (95.0%)	• Shinetsu, SUMCO를 비롯한 소재분야 선두기업 보유 • TEL, Screen 등 분야별 장비 선두기업 보유 • 반도체 소재, 장비분야의 경쟁력 유지 • 공정 외 소재 및 장비에 지속적인 연구 투자 • 선두 소재/장비 업체가 다수 존재 • 기초 연구가 탄탄함 • 메모리 제조 기술은 한국에 비해 다소 뒤지나 소재, 장비 분야에서 한국 선도. 국내 반도체 회사들이 일본의 소재, 장비에 일부 의존 • 소재분야는 세계 최고수준 • 캐논, TEL 등 장비회사의 꾸준한 기술개발과 부품 및 소재 기술이 지속적이고 안정적으로 뒷받침할 수 있도록 되어 있음. 최고 기술 보유국 대비 증착, 식각 등 주요공정장비/부품/소재의 기술 수준이 유사
EU (95.0%)	• ASML, ASM 등 분야별 장비 선두기업 보유 • ASML 등 핵심 노광(EUV), 증착, 식각 장비 원천기술력 보유 – EUV(Extreme ultraviolet)인 반도체의 재료인 웨이퍼에 빛을 쬐 반도체 회로를 형성시키는 설비로, 유럽은 EUV 노광장비 분야에서 세계 최고 수준으로 독점하고 있고, 그 외의 공정장비는 경쟁력 저하 • 큰 규모의 IDM이 없어 상용화 기술을 평가하기는 어려우나, IMEC을 중심으로 선도적이 기술개발이 이루어지며, 특히 반도체 핵심공정장비인 Lithography 분야에서 네덜란드가 최고의 기술을 보유 • 반도체 기술의 근간이 되는 양자역학의 발상지로 EU 각국에서 새로운 물리현상에 근거한 신기술 개발을 지속적으로 시도
미국 (100%)	• IBM, Intel 등은 포토닉스, 양자 등 차세대 컴퓨팅에 집중투자로 기술선도 • 끊임없는 연구 개발 및 우수한 연구 인력 계속 유입 • Intel 중심의 비메모리 소자 선두 • CPU 등 시스템 반도체 분야의 공정은 최고 수준. 특히 플라즈마 장비를 포함하여, 메모리 반도체 장비분야의 기술을 선도

국가 (기술수준)	판단근거
	• 포스트 실리콘 반도체 연구 • 반도체 주요 대표 장비 업체인 AMAT, LAM이 시장 장악력이 높으며, 미래 반도체 시장에 대비하기 위해 지속적으로 연구개발 및 투자 지원, 전문 인력 확충과 함께 선도 • 민간 부문에서 신기술 지속적 창출로 기술 선도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 공정 기술력이 세계 최고수준으로 대기업 중심의 미세공정 개발 및 최적화 진행 중이며 특별히 메모리 반도체 기술력/생산력 세계 1위 수준 (DTV, 스마트폰, 자동차 등으로 발달) • 삼성전자, 하이닉스 등이 반도체 업계를 선도 • 기존 미국 일본 등 반도체 업계 인력의 국내 유입 • 세계 최대 규모의 팹리스를 보유하고 있어 장비/소재 연구개발 수요가 크며 장비 수요자인 소자 기업의 선전에 따른 맞춤형 장비 개발 활성화 • 타 산업 소재·부품관련 제조시설 및 노하우 보유 기업 풍부 • 확실한 Captive Market 존재	• 반도체 장비 기술의 지원이 부족하며 고난이도, 핵심 기술격차 존재하고 해외 의존율이 높으며 기반/기초 기술인력 및 생산규모 취약 • 시스템IC(비메모리)소자 및 설계 분야 경쟁력 낮음 • 초고집적 반도체 연구용 공용인프라 부재/신규 개발 장비 검증 테스트베드 열약 • 응용개발에 치중되고 대학연구 인력 감소 및 기술력 차이로 인해 기업 선도의 연구 지속될 것 • 반도체 소자/공정, 이머징 메모리의 원천기술 및 개발인력 부족 • 반도체 소자/공정은 DRAM과 NAND에 치중된 산업 구조를 가지고 있고 반도체 공정장비의 생산·산업 생태계 취약 • 핵심 소재·부품의 해외 의존율 높음
중국	• 연구 인력과 인프라 풍부 – 국가 지원 계획 및 정부 투자에 의한 성장 – 대학 및 기업의 인력양성 및 기술개발 투자 증가, 팹리스 건설이 활발 – 지속적인 해외 유학파 등 우수인력 확보 • 대규모 자금이 투입되어 반도체공장이 건설되고 양자컴퓨팅, 신경반도체 등 새로운 반도체사업에 원천기술 확보하고 있어 미래 반도체 강국이 될 가능성이 높음 • 최근 3-4년 사이 국제 학회 참석 비율 및 논문 수 급증 • DTV, 스마트폰 자동차 등 시스템 반도체 산업 발달, 반도체 공정장비 및 소재/부품 분야의 확실한 Captive market 존재 • 국내 소자 업체 선전으로 장비 수요 증가 • 타 산업 소재·부품 관련 제조시설 및 노하우 보유 기업 풍부하고 메모리 반도체 기술력/생산력 세계 1위 수준	• 반도체 소자/공정은 DRAM과 NAND에 치중된 산업 구조를 가지고 있고 반도체 공정장비의 생산·산업 생태계 취약 • 반도체 장비 및 핵심 소재·부품의 해외 의존율 높음 • 장비부품, 원소재 분야의 개발인력 및 연구개발 인프라 부족하고 특히 기초연구와 기술 집중화 부족 – 신기술보다는 미국 등의 연구내용을 응용하는 수준의 논문이 많음

국가	강점분야	기타
일본	• 소재, 장비 기술 등에 탁월한 노하우 보유 및 기초연구 유지로 인해 세계 최고수준의 기술 경쟁력 유지 • DTV, 스마트폰, 자동차 등 시스템반도체 산업 발달 및 메모리 반도체 기술력/생산력 세계 1위 수준 • 국내 소자 업체 선전으로 인한 반도체 공정장비 및 소재/부품의 확실한 captive market 존재	• 기존 업계 인력의 해외(미국, 중국, 한국 등) 이동 증가 및 우수인력 부족 • 민간 부문의 경영악화로 인해 민간 연구개발은 감소하였고 정부 연구개발 지속적으로 증가 – 국제 학회 참석 연구자 수 감소 • Micron의 Elpida 인수 등 Chipmaker의 쇠퇴 • 시스템 반도체, 이머징 메모리 원천기술 및 인력 부족 • 반도체 소자/공정은 DRAM과 NAND에 치중된 산업 구조를 가지고 있고 반도체 공정장비의 생산·산업 생태계 취약 • 반도체 장비 및 핵심 소재·부품의 해외 의존율 높음
EU	• 기초 기술 개발/연구 인력 및 인프라 풍부 – Lithography, packaging 등의 분야에서 세계 최고수준의 기술, 인력, 인프라 확보 – 장비, 소재 분야의 기술 및 국가 간 인력교류 • IMEC 등 반도체 신기술 testbed 역할을 하는 연구소와 반도체 공정장비 업체를 중심으로 새로운 기술개발에 강점 • 자동차산업 바탕으로 자동차용 파워 반도체 제조 공정 주도 및 장비 개발 강점 • 소수의 핵심적인 기술 분야(초미세 패턴 형성용 사진식각 장비)에 압도적 경쟁력을 보유 • 국내 소자 업체 선전으로 인한 반도체 공정장비 및 소재/부품의 확실한 captive market 존재 • 타 산업 소재·부품 관련 제조시설 및 노하우 보유 기업 풍부 • DTV, 스마트폰, 자동차 등 시스템반도체 산업 발달 및 메모리 반도체 기술력/생산력 세계 1위 수준	• 기술 응용보다는 미래 기술 위주의 논문 출간 • 반도체 대기업 부재로 민간부문 연구개발 미흡 및 공정기술, 양산기술 대응 부족 • 메모리 및 CPU 분야의 기술 수준 미흡 • Chipmaker의 쇠퇴 (300mm fab은 주로 Intel, GlobalFoundries 등 미국기업의 소유) • 시스템 반도체, 이머징 메모리 원천기술 및 인력 부족 • 반도체 소자/공정은 DRAM과 NAND에 치중된 산업 구조를 가지고 있고 반도체 공정장비의 생산·산업 생태계 취약 • 반도체 장비 및 핵심 소재·부품의 해외 의존율 높음
미국	• 기초 기술과 응용 개발까지 연구/개발 가능한 세계 최고 수준의 연구개발 인력 및 인프라 보유 – 반도체 공정 개발을 위한 대규모 open 인프라 보유 • 반도체 칩메이커 뿐만 아니라 장비 개발 선도 업체가 다수 – Intel, Apple, NVIDIA 등 기술선도 기업 보유 – DARPA 중심의 기초연구 장점 • 국내 소자 업체 선전으로 인한 반도체 공정장비 및 소재/부품의 확실한 captive market 존재 • 타 산업 소재·부품 관련 제조시설 및 노하우 보유 기업 풍부 • DTV, 스마트폰, 자동차 등 시스템반도체 산업 발달 및 메모리 반도체 기술력/생산력 세계 1위 수준	• Sematech, IBM 등 연구개발 인프라의 해체 및 컨소시엄의 쇠락 • 메모리 분야에 대규모 투자가 이루어지지 않음 • 대학에서 반도체 공정 및 장비분야의 기술인력 양성이 과거에 비해 다소 약화되고 있음 • 팹리스 선호로 인한 공정분야 수준 감소 추세/인텔의 기술한계 봉착으로 CPU 로드맵 변경/실리콘반도체의 초고집적화 한계 도달 • 시스템 반도체, 이머징 메모리 원천기술 및 인력 부족 • 반도체 소자/공정은 DRAM과 NAND에 치중된 산업 구조를 가지고 있고 반도체 공정장비의 생산·산업 생태계 취약 • 반도체 장비 및 핵심 소재·부품의 해외 의존율 높음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	1위	3위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 주요 기업과 대학과의 기술교류 및 협력 유도를 통해 산업에 필요한 차세대 개발 내용과 학교/연구소에서의 괴리감 절감 • 국내소자기업과 장비소재기업, 반도체회사-장비회사-전구체회사 간 협력 확대로 혁신 기술의 공동 개발을 통한 선제적 대응 • IMEC과 같이 공용 인프라를 중심으로 한 협력 생태계 구축 필요 • 관련 산업과 학교, 연구소의 연구자 및 기술자들의 자부심, 신뢰, 이익향상을 위한 협력 문화 조성
국제협력 촉진	• 해외의 장비 및 공정 선진국의 연구 인프라와 교류·협력 확대를 통해 선진연구 습득 및 기초 기술력 제고 - 기술보호규제가 까다로운 미국보다는 원천기술 수준 대비 산업 인프라가 취약한 EU와 5~10년 내의 뉴로모픽 등 차세대 반도체 분야 국제교류 협력지원사업 추진 - 외국 우수기업의 인력을 유치하되 기업 간의 협력은 국내 기술 및 인력이 빠져나갈 수 있으므로 지양할 필요 • 단순한 국제 협력촉진보다는 실질적 상호 시너지를 창출할 수 있는 보완책 마련
인력양성 및 유치	• 반도체 공정/장비 개발 관련 전공인력이 갈수록 줄어드는 추세이나, 기업의 인력 수요는 증가하고 있어 개발인력이 부족한 상황. 이에 따른 관련분야 및 개발 분야의 고급인력양성(석·박사) 및 은퇴 고경력자 활용 - 최근 반도체 분야 연구비 축소 추세에 비례하여 우수 인력 수급에 문제 발생. 따라서 대학원 석박사 인력 장학금 지원 확대 및 연구비 확대 및 국책과제 활성화 - 국내 공용 인프라 활용을 통한 실무형 인력양성 프로그램 강화 • 외국 선도 기업 인력을 적극 유치하며 특별히 시스템 반도체(logic) 인력을 유치하여 국내 기술 단점 보완
인프라 구축	• 기업에서 실제 사용되는 것에 비해 학교/연구소의 장비가 많이 열약한 상황으로 이를 반영한 연구비 책정을 통해 기업의 수요에 맞는 연구 수준 제고하고 고가 장비의 공동 활용 활성화 • 대기업 인프라 공유는 쉽지 않으므로, 차세대 반도체분야 별도 인프라 구축하되 기존 시설을 최대한 활용하고 장비 위주의 투자 필요 - 특히 신물질 및 소자(양자, 광기반 뉴로모픽 등) 분야 중점 투자 - 인공지능 반도체 설계지원 인프라 필요 - 300mm 장비소재 개발평가 인프라 - 반도체 공정을 위한 장비, 계측, 소재 등 기반기술개발을 위한 인프라 및 특수 분야 (아날로그 반도체, 전력 반도체)에 대한 인프라 구축의 지원이 적절 - 소자업체의 유휴설비 등 활용한 민간이 지속적으로 운영할 수 있는 인프라를 구축하되 정부에서 부지와 건물 등을 제공하고 객관적인 전문가 선별 정책 제시 • TRL 전주기 검증이 가능한 인프라 확보의 중요성에 대한 홍보 및 공감대 형성 필요

	정책제언
	• 기업이 수요 공급 원칙에 따라 투자할 것 • 초미세공정에 대한 공공 인프라는 유지가 어려워 정책적 지원이 부적절
법·제도 개선	• 대학/연구소 연구 지원 조세 감면 확대 및 팹리스 설비 지원이 가능한 제도 개선 등 • 대기업의 국내 소재, 장비기업 제품 유인책 국내 소재, 장비기업 제품 마케팅 지원 및 대기업-중소·중견기업 간의 공정협력 확대를 위한 제도 개선을 통해 중소기업의 창업과 발전 지원 • 관련 업체와 학교/연구소 연구자들 간의 상호신뢰향상, 상호 발전 등을 위한 개발 인력, 비용과 이익 측면에서 배려하고 인정하는 문화 조성 및 이를 위한 정책과 홍보 • 100년 이상의 장기적인 관점에서의 법·제도 개선 필요
연구비 확대	• 공공 연구비 확충을 통한 기술단위별 개발 연구의 통합 • 대학 지원 정부 연구비 확대 및 민간 지원 확대 유도 - 장비 고도화 및 소재 비용 등을 고려하여 대학의 연구 내용을 현장 활용 가능한 수준으로 향상 - 기업의 수요에 맞는 신기술개발 과제 확대 - 인력양성과 연계된 산-학-연 공동 연구 방향의 연구비 확대 - 차세대 소재, 장비분야 핵심기술에 지원하되 장기, 소량 투자가 적절 - 연구비 집행의 불합리한 기준 개선 필요 • 다양한 신소자 연구 및 인력양성에 있어 정부와 민간 지원의 중복 제거 - 민간이 소홀히 하는 분야와 원천기술 확보에 지원 확대
기타 의견	• IT 기술을 기반으로 BT, NT, ET등 타 분야와의 융복합 연구 및 S/W(인공지능), H/W(센서)와의 융합을 전제하여 반도체 정책 수립 및 과제 도출 • 첨단 반도체소자를 구현하기 위한 반도체공정 장비/부품/소재의 융복합 산학국책과제의 지속적인 지원 필요 • 중국 시장 지배력이 커질 것을 예상한 관련 후방산업(소재, 장비) 육성에 매진 • 메모리분야는 대기업위주의 법·규제 지원전략으로, 비메모리 및 센서 분야는 강소기업육성 및 기초기술 확보전략으로 이원화 전략이 효과적

다 주요 분석 결과 요약

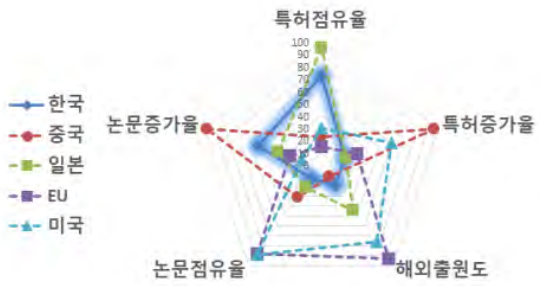
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술	9,173	10,568	-16.2%	-23.4%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

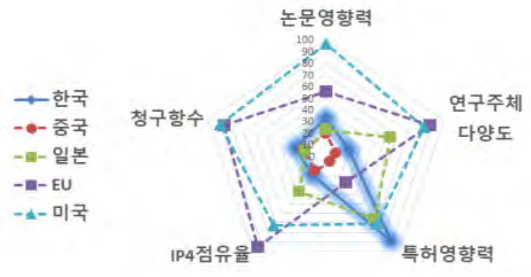
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	일본	미국	한국
	31.5%	45.9%	14.9	8.1
한국	5위	2위	3위	1위
	9.1%	29.4%	9.0	8.1
5개국 평균[2]	-	-	11.0	7.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함

3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

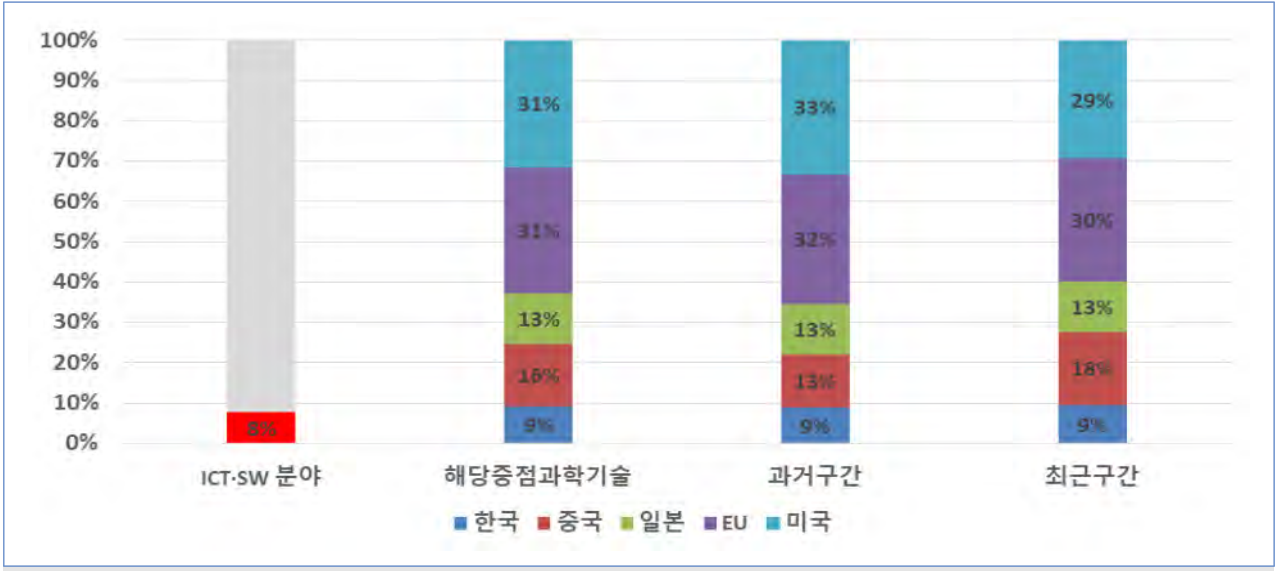
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(9.1%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(31.5%), EU(31.3%), 중국(15.5%), 일본(12.6%), 한국(9.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(15.5%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(14.9), EU(10.4), 한국(9.0), 일본(8.2), 중국(7.9) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(29.4%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(8.1)은 주요 5개국 중 1위로 분석됨
  - 특허 점유율은 일본(45.9%), 한국(29.4%), 미국(12.1%), 중국(8.6%), EU(4.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(186.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 한국(8.1), 미국(7.1), 일본(6.9), EU(5.6), 중국(4.2) 순이며, IP4 점유율은 EU(33.9%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	9.1%	15.5%	12.6%	31.3%	31.5%
	논문 증가율	-10.4%	15.5%	-16.5%	-20.6%	-25.9%
	논문 영향력	9.0	7.9	8.2	10.4	14.9
	연구주체 다양도	0.83	0.87	0.89	0.95	0.90
특허 분석	특허 점유율	29.4%	8.6%	45.9%	4.0%	12.1%
	특허 증가율	-43.6%	186.9%	-39.6%	-15.2%	50.2%
	해외출원도	0.9	0.4	1.8	3.9	2.9
	특허 영향력	8.1	4.2	6.9	5.6	7.1
	IP4점유율	3.0%	1.1%	9.5%	33.9%	21.2%
	청구항수	5.9	5.1	4.9	11.7	12.4

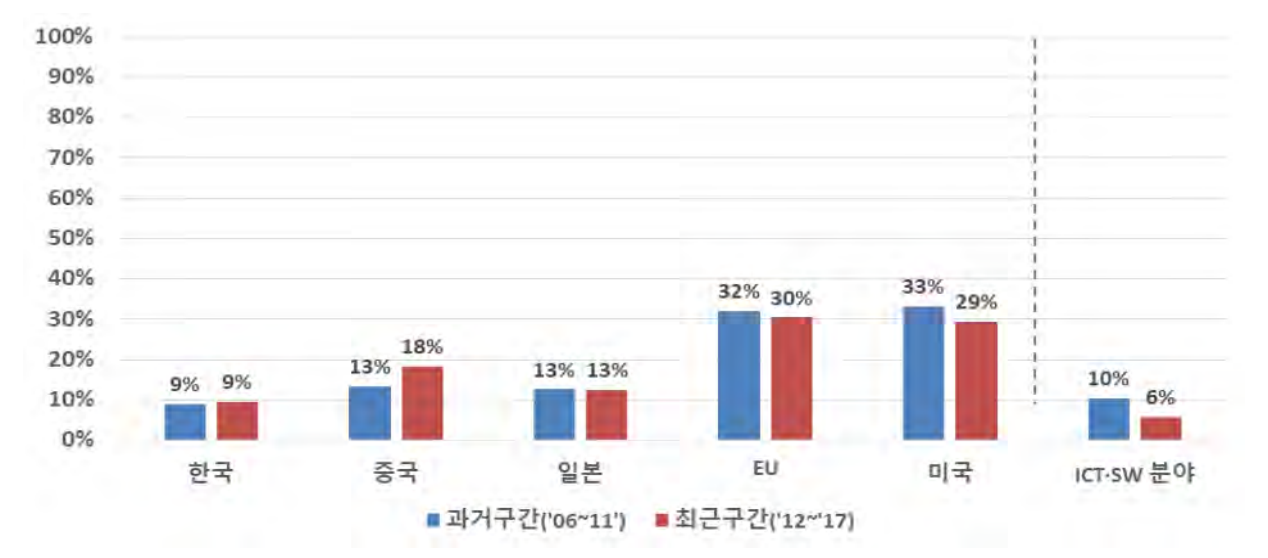
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 2885건으로 전체 논문의 31%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

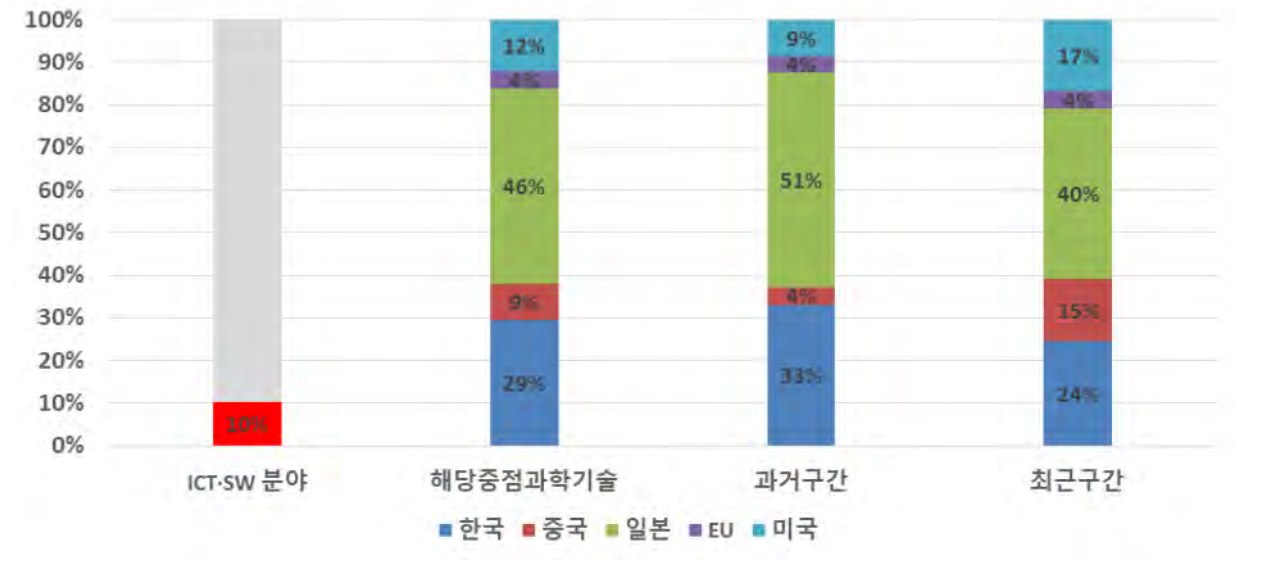


● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 -10.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	442	396	838	-10.4%
중국	660	762	1,422	15.5%
일본	629	525	1,154	-16.5%
EU	1,602	1,272	2,874	-20.6%
미국	1,657	1,228	2,885	-25.9%
전체	4,990	4,183	9,173	-16.2%

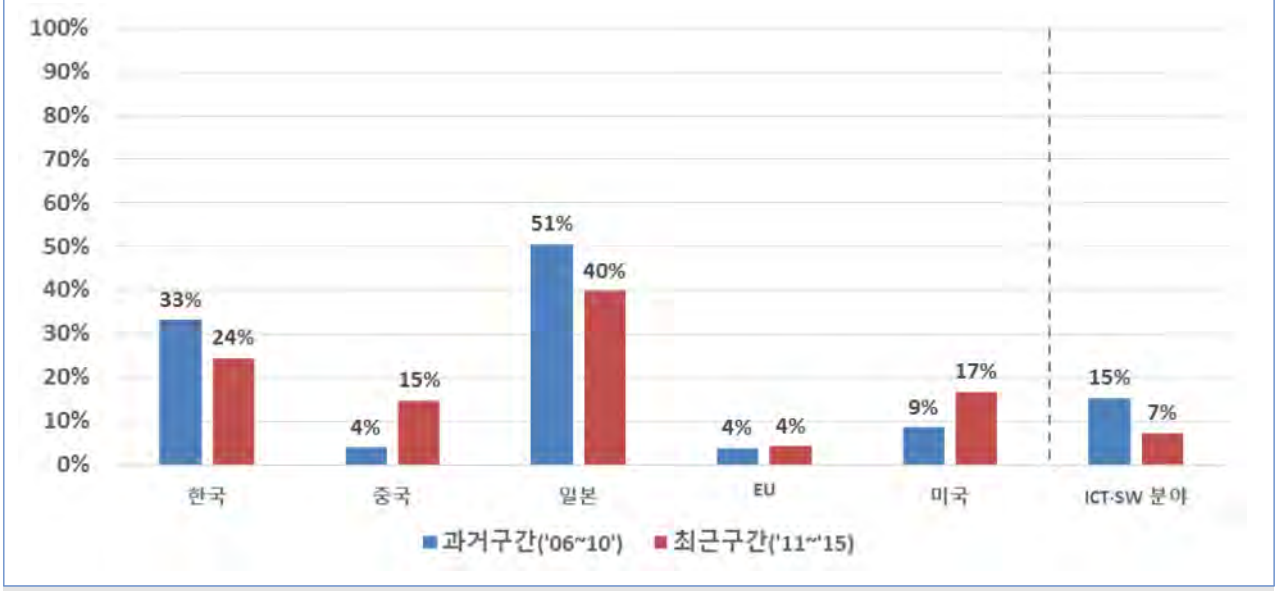
(4) 특허 점유율(전체)



● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 일본이 4847건으로 전체 특허의 46%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 중국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 10%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



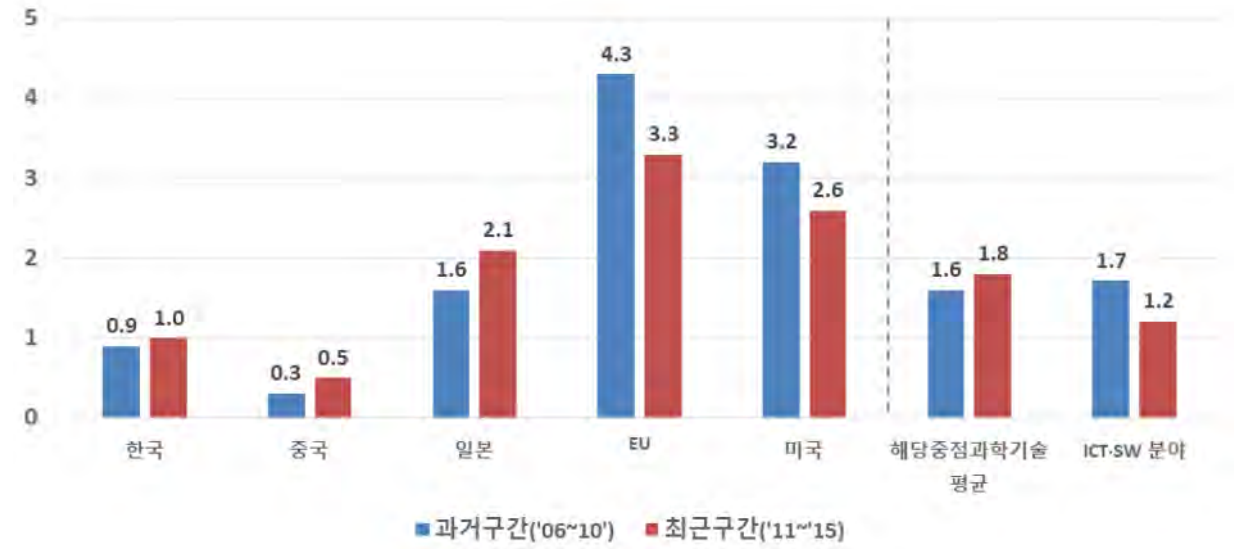
● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 일본의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -4 3.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	1,986	1,121	3,107	-43.6%
중국	236	677	913	186.9%
일본	3,022	1,825	4,847	-39.6%
EU	230	195	425	-15.2%
미국	510	766	1,276	50.2%
전체	5,984	4,584	10,568	-23.4%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

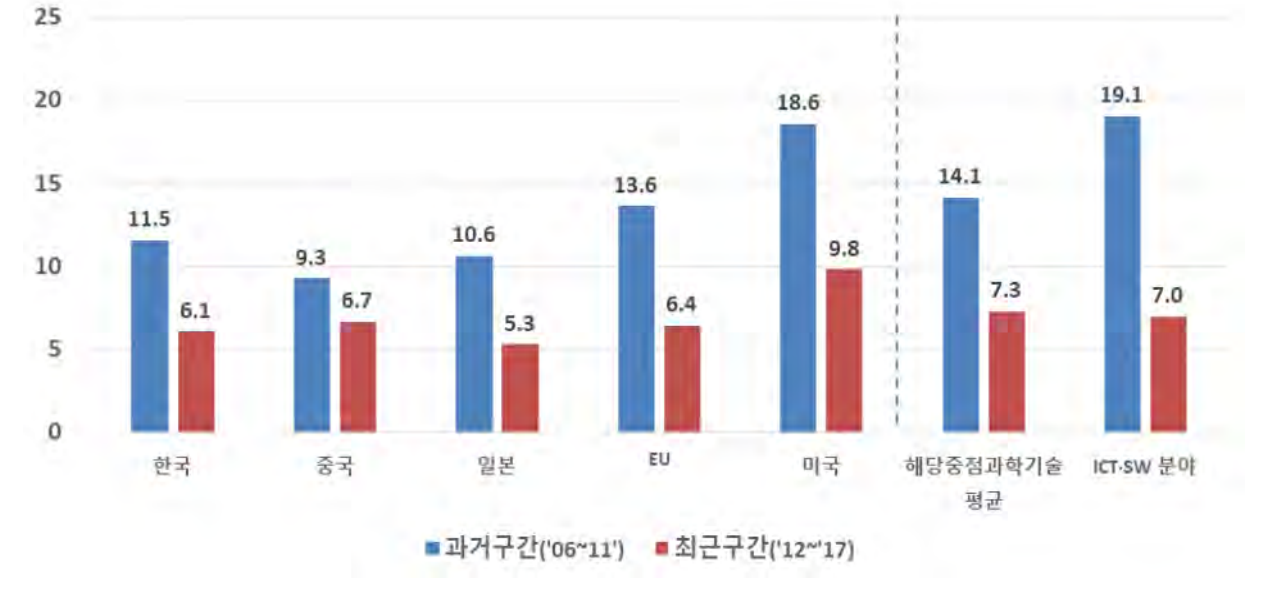


● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

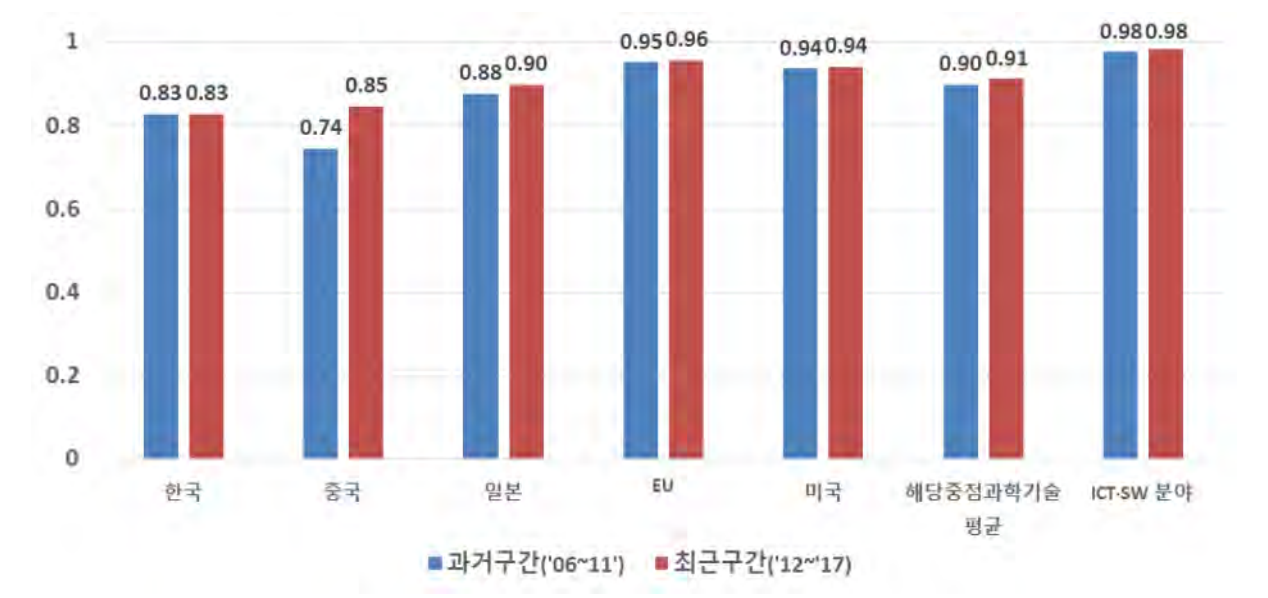
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



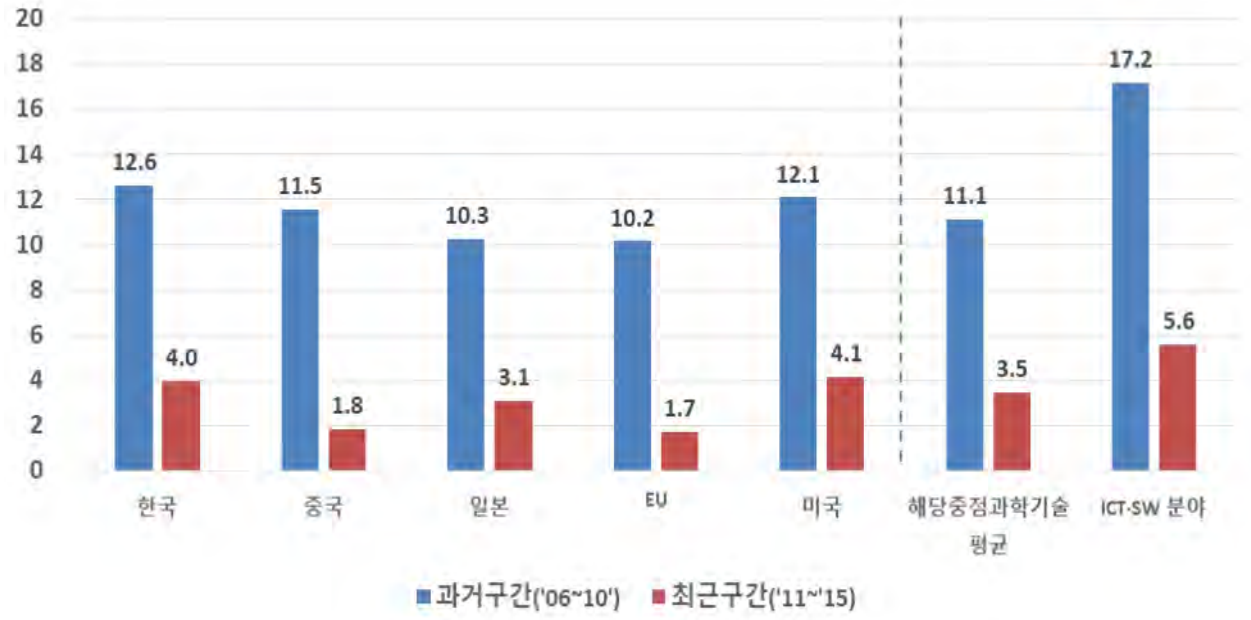
● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



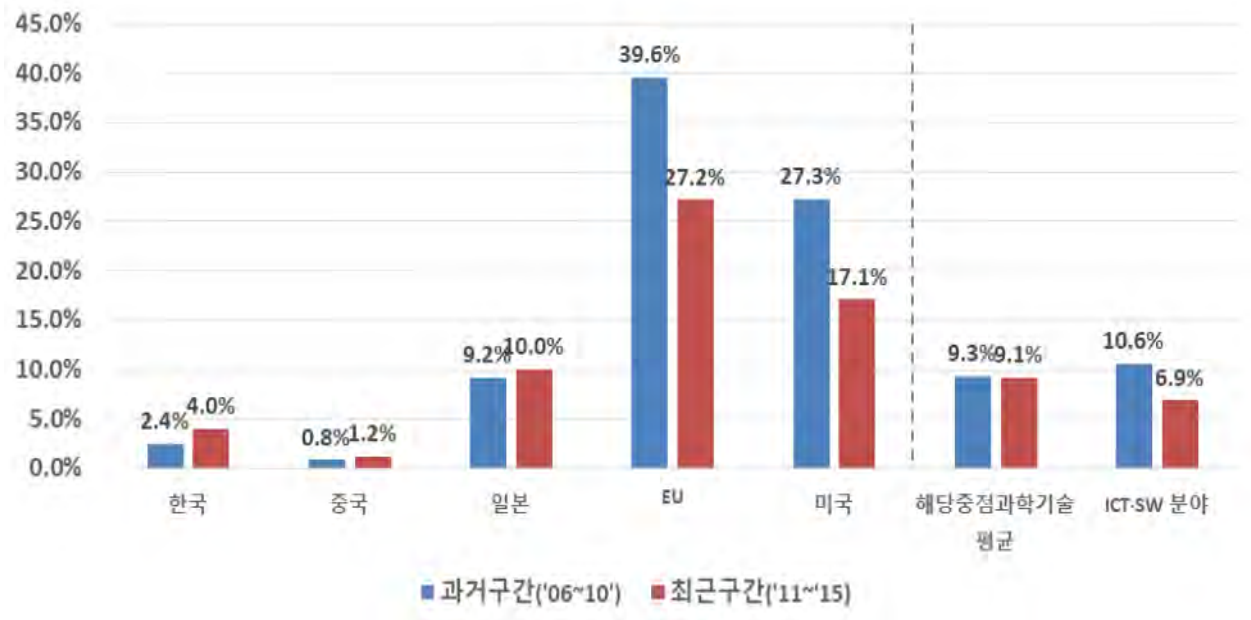
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



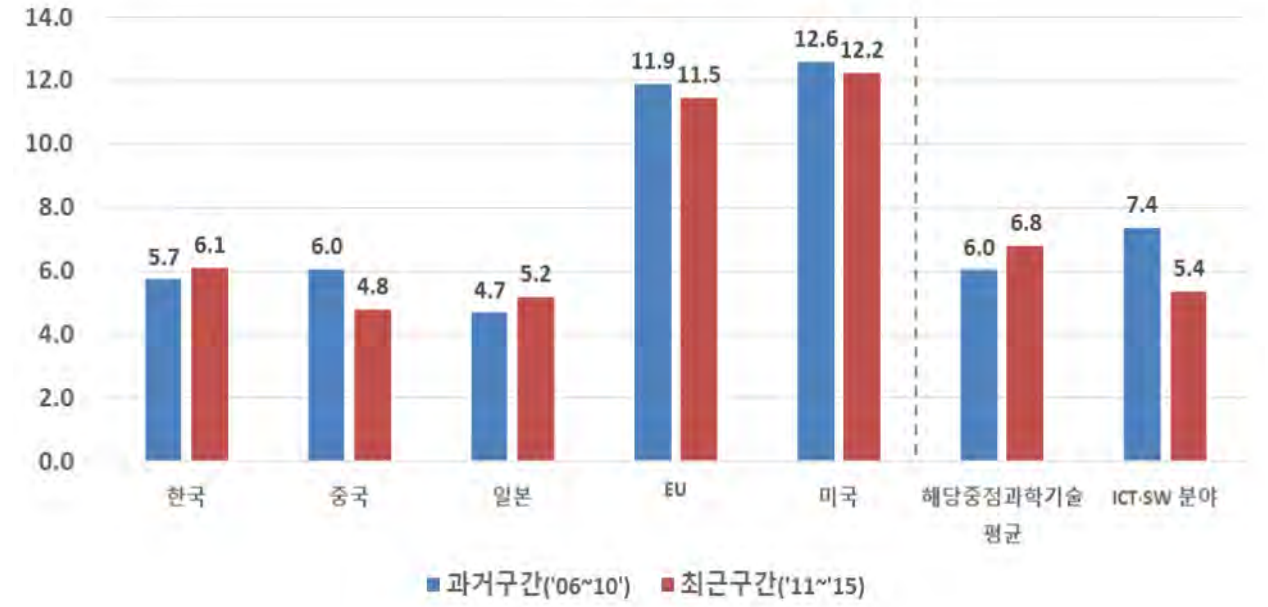
● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

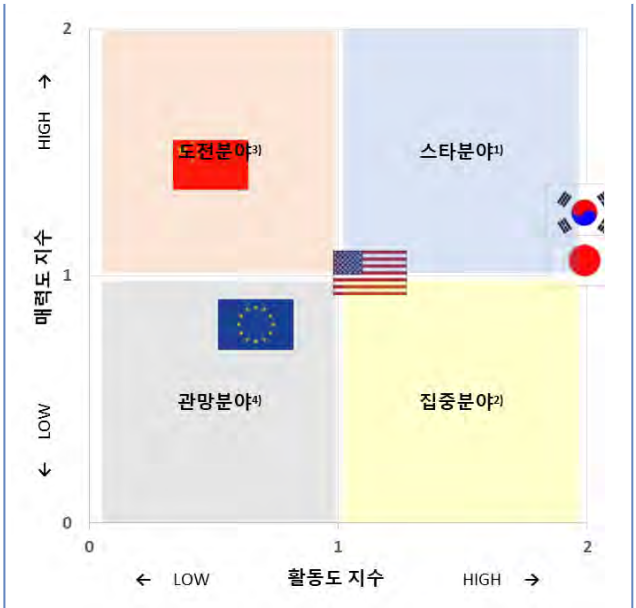
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

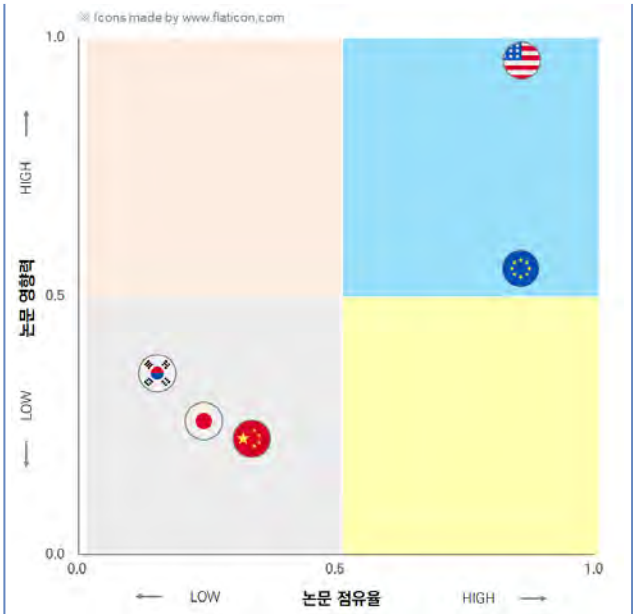
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

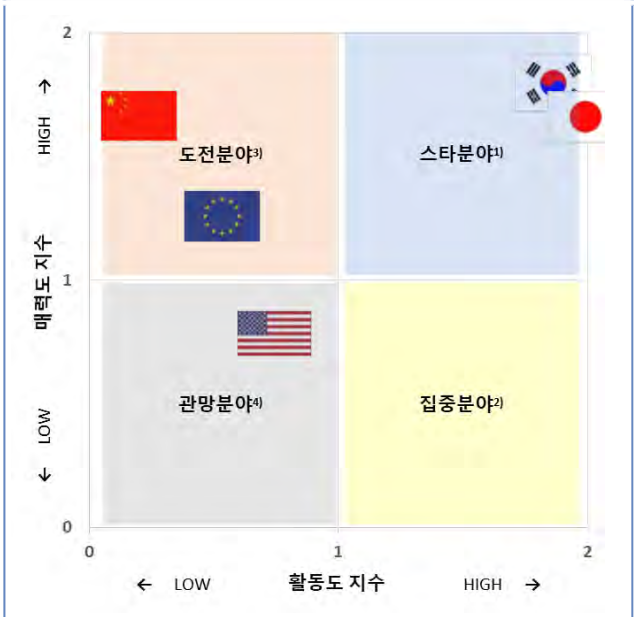


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

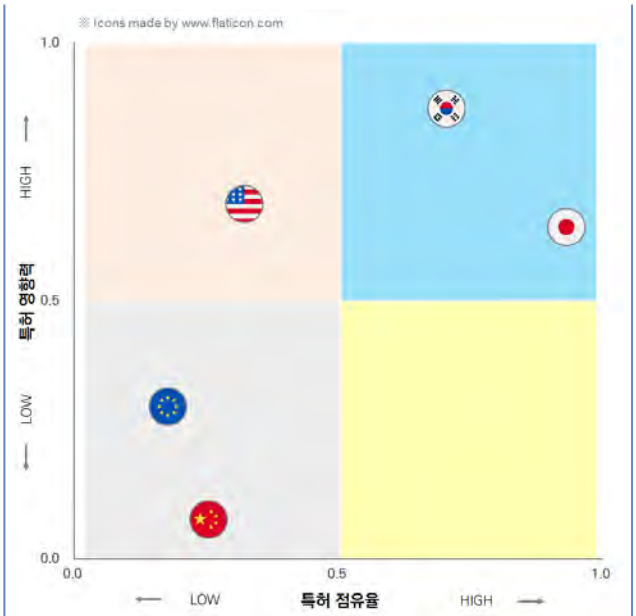
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 일본은 특허 활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.32%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한양대학교'가 5.49%(글로벌 점유율은 0.50%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.19%	1.32%	-40.79%
2	INSTITUTE OF MICROELECTRONICS	중국	6.68%	1.04%	-60.29%
3	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	2.56%	0.81%	0.00%
4	SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL CORPORATION	중국	4.36%	0.68%	38.46%
5	STANFORD UNIVERSITY	미국	1.49%	0.47%	-34.62%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HANYANG UNIVERSITY	5.49%	0.50%	-56.25%
2	YONSEI UNIVERSITY	4.42%	0.40%	-31.82%
3	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.58%	0.33%	50.00%
4	MYONGJI UNIVERSITY	3.10%	0.28%	320.00%
5	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	2.86%	0.26%	-50.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF MICROELECTRONICS	6.68%	1.04%	-60.29%
2	SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL CORPORATION	4.36%	0.68%	38.46%
3	SHANGHAI INSTITUTE OF MICROSYSTEM AND INFORMATION TECHNOLOGY	1.34%	0.21%	-41.67%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	1.20%	0.19%	-30.00%
5	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.20%	0.19%	42.86%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA UNIVERSITY	3.55%	0.45%	41.18%
2	TOHOKU UNIVERSITY	2.60%	0.33%	-69.57%
3	NAGOYA UNIVERSITY	2.51%	0.32%	-68.18%
4	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.91%	0.24%	-53.33%
5	KYOTO UNIVERSITY	1.91%	0.24%	-30.77%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.97%	0.31%	-92.31%
2	TYNDALL NATIONAL INSTITUTE	0.80%	0.25%	30.00%
3	TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN	0.73%	0.23%	100.00%
4	EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.52%	0.16%	14.29%
5	HERIOT-WATT UNIVERSITY	0.49%	0.15%	-92.31%

6 미국

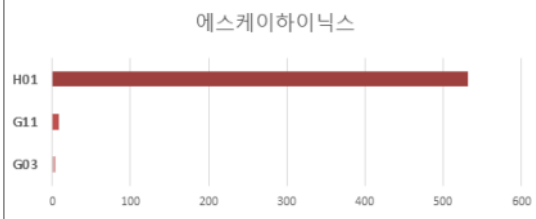
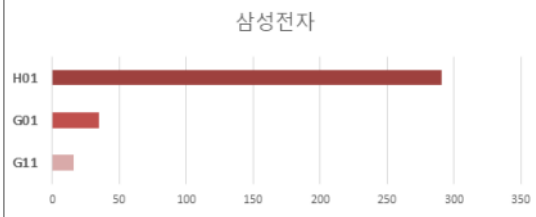
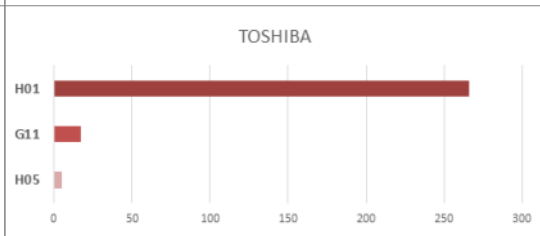
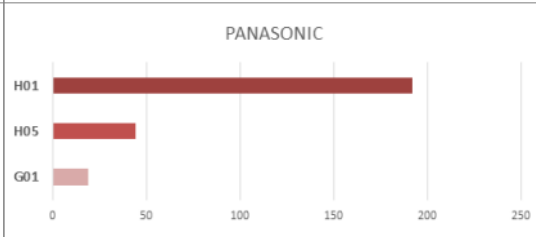
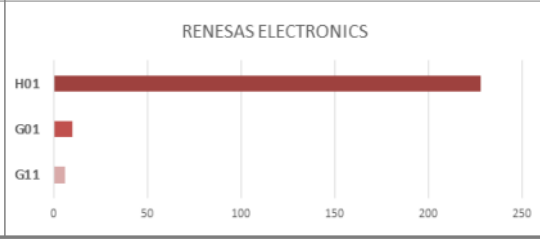
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.19%	1.32%	-40.79%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.56%	0.81%	0.00%
3	STANFORD UNIVERSITY	1.66%	0.52%	-40.00%
4	INTEL CORPORATION	1.46%	0.46%	-25.00%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.14%	0.36%	-35.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '에스케이하이닉스(5.23%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '에스케이하이닉스'가 17.80%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '에스케이하이닉스'는 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

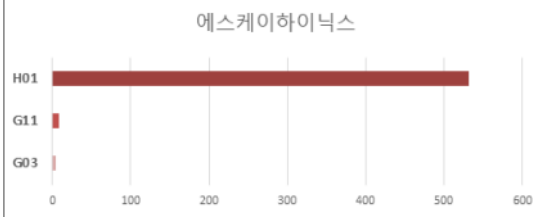
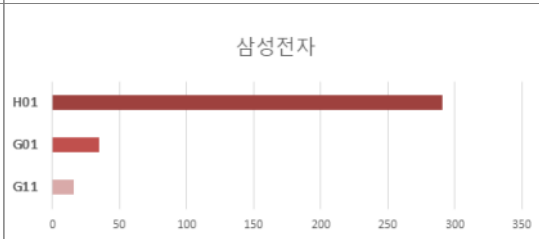
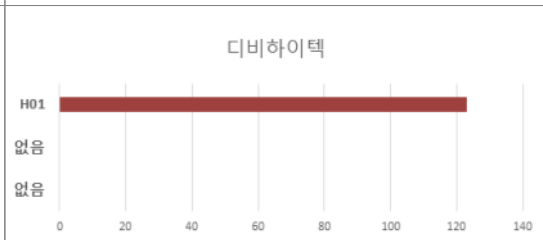
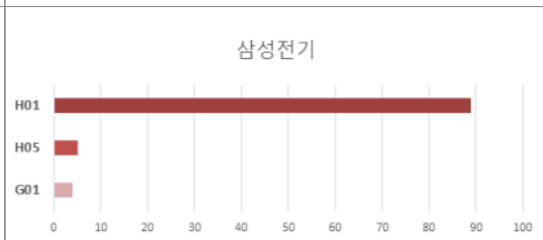
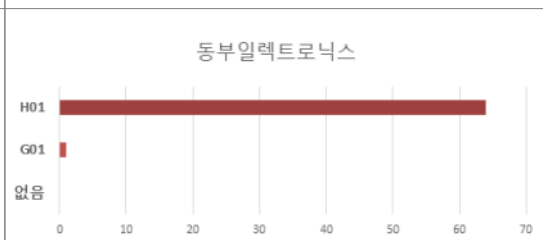
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	에스케이하이닉스	한국	17.80%	5.23%	-89.40%
2	삼성전자	한국	11.59%	3.41%	-51.85%
3	TOSHIBA	일본	6.40%	2.93%	-57.80%
4	PANASONIC	일본	5.86%	2.69%	-10.43%
5	RENESAS ELECTRONICS	일본	5.36%	2.46%	-77.59%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G11	정보저장
3		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
4		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G11	정보저장
5		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G11	정보저장

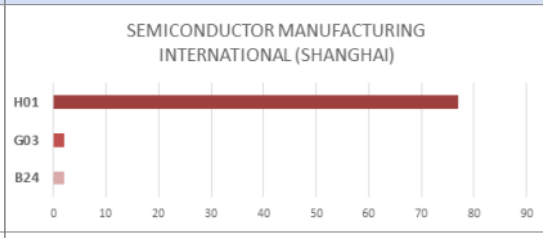
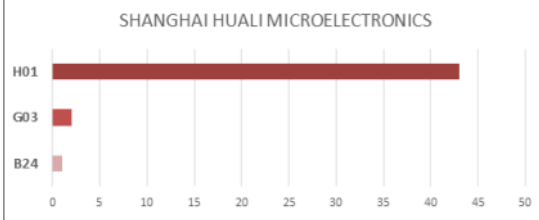
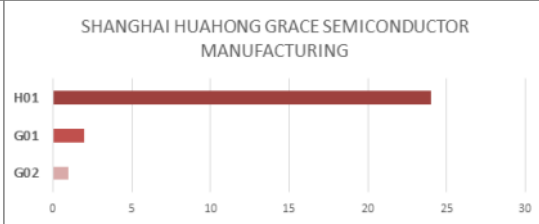
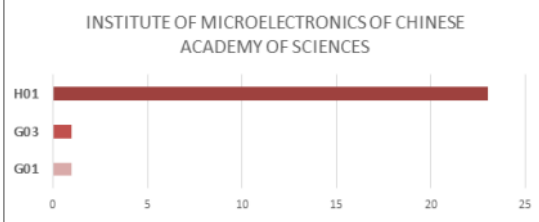
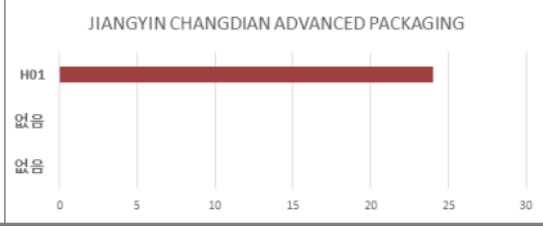
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	에스케이하이닉스	17.80%	5.23%	-89.40%
2	삼성전자	11.59%	3.41%	-51.85%
3	디비하이텍	3.96%	1.16%	-96.64%
4	삼성전기	3.38%	0.99%	50.00%
5	동부일렉트로닉스	2.09%	0.62%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G11	정보저장
3		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G01	광학
5		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		-	-

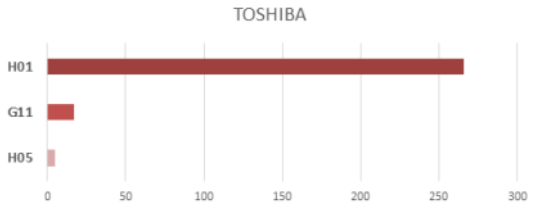
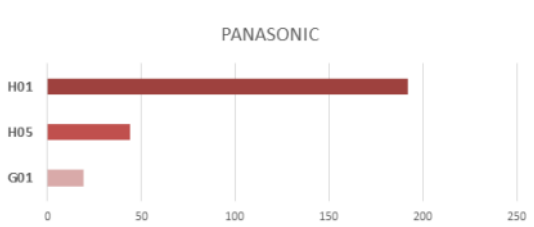
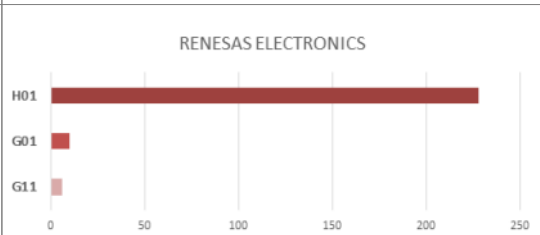
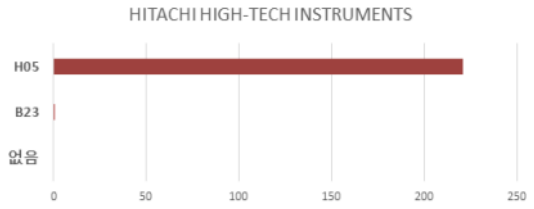
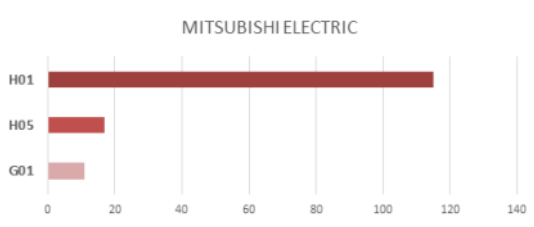
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL (SHANGHAI)	9.20%	0.79%	-21.28%
2	SHANGHAI HUALI MICROELECTRONICS	5.04%	0.44%	4500.00%
3	SHANGHAI HUAHONG GRACE SEMICONDUCTOR MANUFACTURING	3.07%	0.26%	500.00%
4	INSTITUTE OF MICROELECTRONICS OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	2.85%	0.25%	320.00%
5	JIANGYIN CHANGDIAN ADVANCED PACKAGING	2.63%	0.23%	2300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		B24	연삭(GRINDING); 연마(POLISHING)
2		H01	기본적 전기소자
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		B24	연삭(GRINDING); 연마(POLISHING)
3		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G02	광학
4		H01	기본적 전기소자
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		G01	광학
5		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-

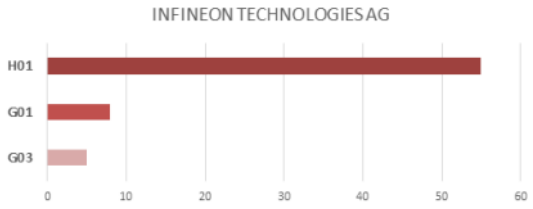
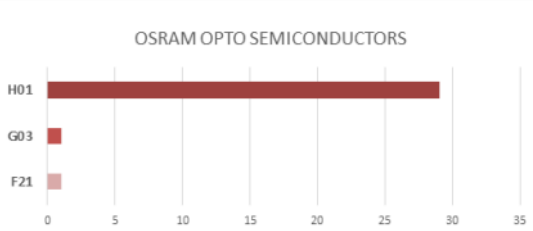
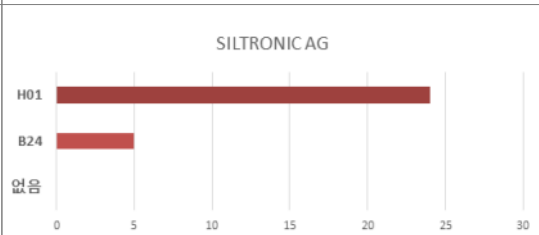
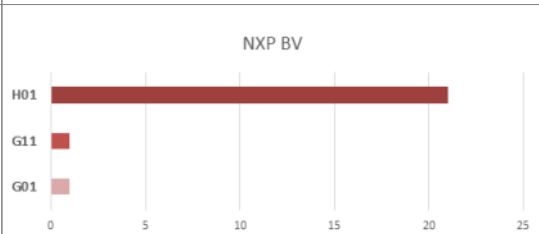
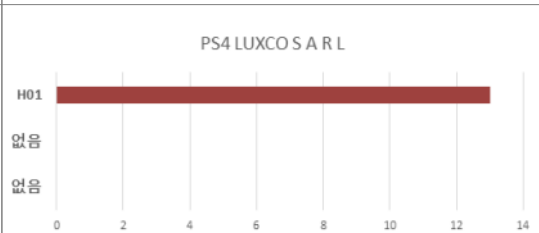
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	6.40%	2.93%	-57.80%
2	PANASONIC	5.86%	2.69%	-77.59%
3	RENESAS ELECTRONICS	5.36%	2.46%	6.35%
4	HITACHI HIGH-TECH INSTRUMENTS	4.58%	2.10%	-86.15%
5	MITSUBISHI ELECTRIC	3.34%	1.53%	61.29%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G01	광학
3		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G11	정보저장
4		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G01	광학

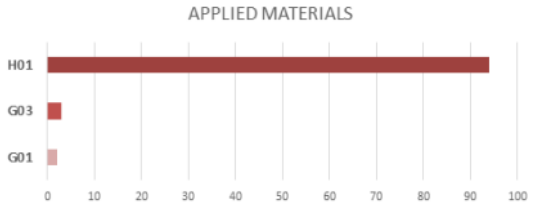
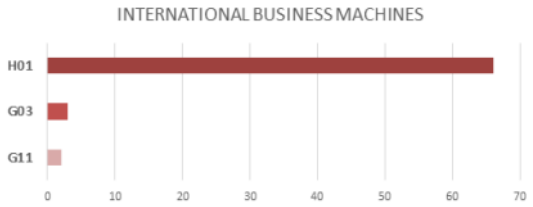
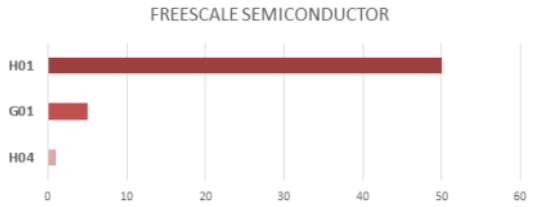
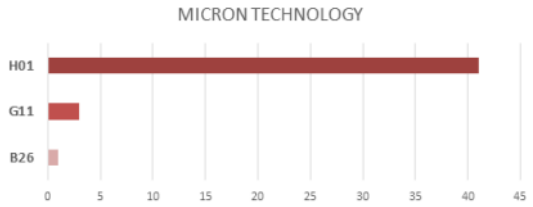
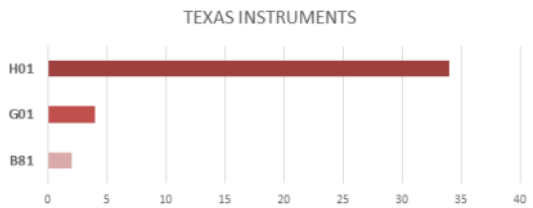
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INFINEON TECHNOLOGIES AG	17.41%	0.70%	17.65%
2	OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS	7.53%	0.30%	155.56%
3	SILTRONIC AG	6.82%	0.27%	-79.17%
4	NXP BV	5.41%	0.22%	-78.95%
5	PS4 LUXCO S A R L	3.06%	0.12%	60.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
2		H01	기본적 전기소자
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		F21	조명
3		H01	기본적 전기소자
		B24	연삭(GRINDING); 연마(POLISHING)
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G01	광학
5		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	APPLIED MATERIALS	8.07%	0.97%	535.71%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	6.19%	0.75%	54.84%
3	FREESCALE SEMICONDUCTOR	4.47%	0.54%	180.00%
4	MICRON TECHNOLOGY	3.61%	0.44%	-23.08%
5	TEXAS INSTRUMENTS	3.29%	0.40%	-38.46%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		G01	광학
2		H01	기본적 전기소자
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		G11	정보저장
3		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		H04	전기통신기술
4		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		B26	절단 수공구; 절단; 절단기
5		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		B81	마이크로 구조 기술

105 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술



105 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술

중점과학기술 개요

- 전통적 반도체 소자의 초미세화와 광·나노 신소자 기술을 결합하여 기존 대비 수십 배 이상의 월등한 성능과 전력 효율을 갖는 시스템-온-칩(System-on-Chip, SoC) 설계 제작에 필요한 제반 기술
- 전통적 CMOS 반도체 소자의 극한 미세화(4~5 나노급)와 수직 적층화 등을 통해 초고성능·초절전·초고집적 반도체 칩을 구현하는 기술과, CNT(Carbon Nanotube), 나노 와이어, 스핀 소자, 실리콘포토닉스 등 비전통적 신소자 및 광기술을 이용해 초고성능·초절전·초고집적 반도체 칩을 구현하는 기술
- 수백 개 이상의 프로세서 코어, 메모리, RF/아날로그 회로, 센서, FPGA(Field Programmable Gate Array) 등 이종 (異種) 반도체 회로를 단일 시스템-온-칩 (System-on-chip) 으로 구현하기 위한 설계 및 제작 기술을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

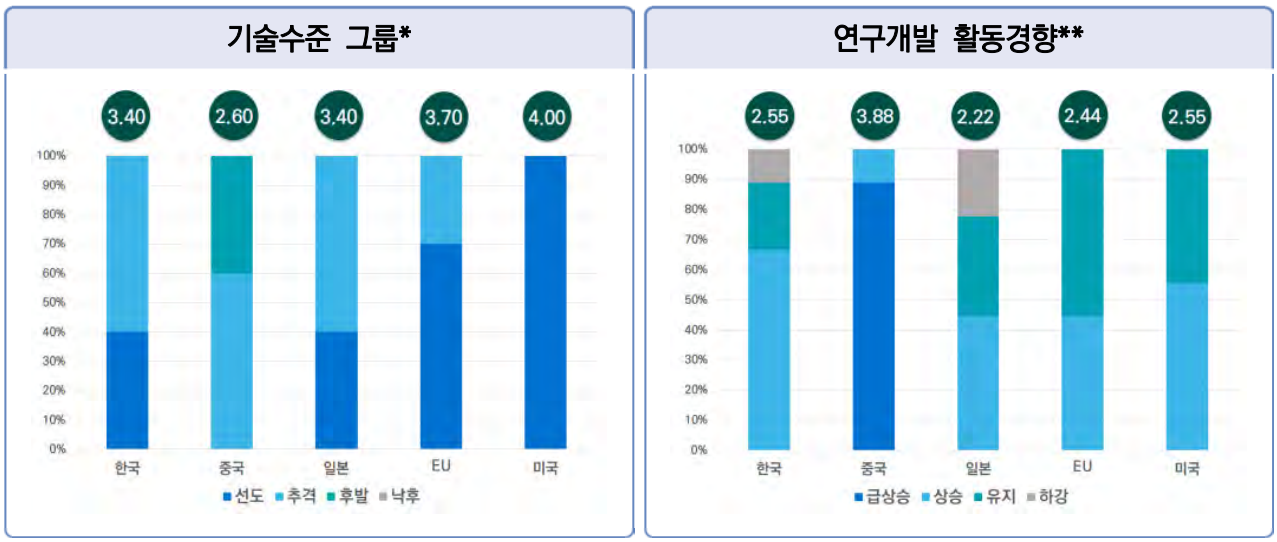
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	85.0	1.5	추격	보통	우수	상승
중국	75.5	2.5	추격	보통	우수	급상승
일본	86.5	1.3	추격	우수	우수	유지
EU	90.0	1.0	선도	우수	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	85.0	1.5	85.0	84.0	85.0	6.3	1.5	1.5	2.0	0.7
중국	70.0	2.5	75.5	70.0	80.0	9.1	2.5	2.0	3.0	0.8
일본	88.0	1.0	86.5	83.0	90.0	4.9	1.3	1.0	1.5	1.0
EU	90.0	1.0	90.0	85.0	91.0	5.3	1.0	1.0	1.0	0.3
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

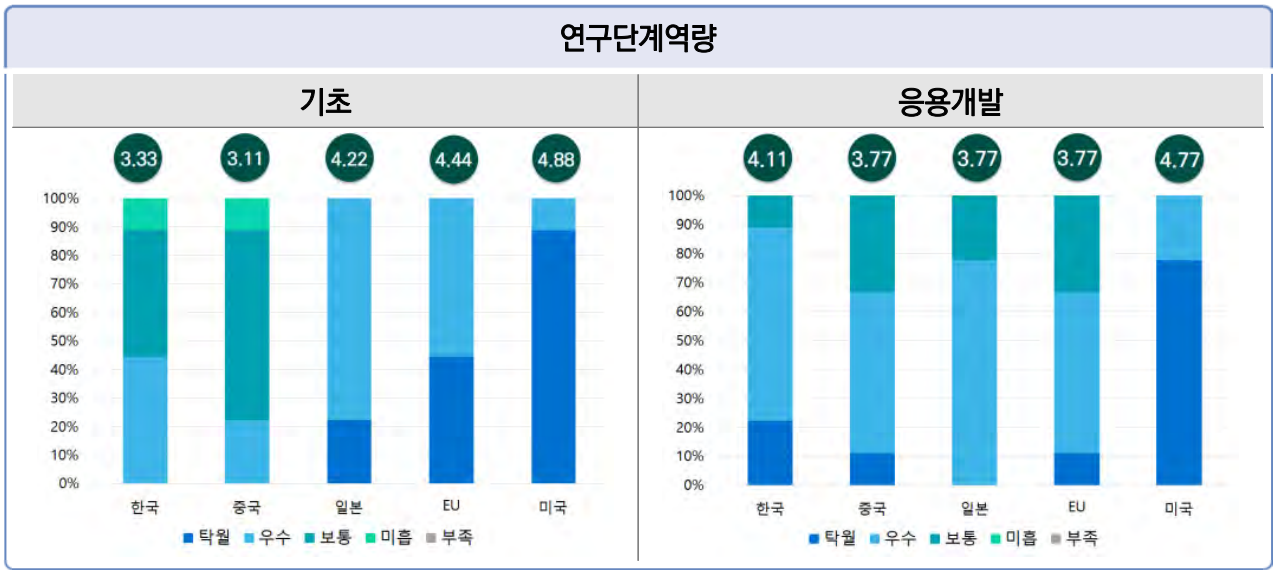
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (85.0%)	• 삼성전자와 SK하이닉스가 미세공정의 개발과 생산원가 절감 등을 통해 전 세계 메모리 반도체 시장 지배 • 메모리를 제외한 시스템 반도체 제품은 display driver와 CMOS image sensor 분야에서만 경쟁력을 보유 • 국내의 시스템 반도체 개발은 중소 팹리스 업체에서 주도. 그러나, 국내의 시스템 반도체 팹리스 업체 수는 수십 개 정도로서 그 규모가 크지 않고, 투자금 회수에 장기간이 필요한 반도체 시장의 특성상 많은 팹리스 업체들이 개발비용 및 생산비용 확보에 어려움을 겪고 있어, 세계 최고 수준의 경쟁력을 확보하지 못하고 있음 • 민간 기업의 수준은 매우 뛰어나나 대학 및 연구소와의 협업이 적어 관련 분야 인력 창출에 난항 • Sub-10나노 초미세 소자 및 회로 기술은 한국이 우위에 있으나, 시스템 반도체 SoC 설계 기술은 Intel, Qualcomm, Broadcomm 등의 미국 대기업 업체들 대비 약간 뒤처짐 • 장비분야에서 독보적. 다수의 국가과제로 원천기술 확보
중국 (75.5%)	• 메모리 및 SoC 관련 기술 개발을 적극적으로 추진하고 있으며 메모리 기술의 경우 선진국과 차이가 거의 없고 SoC의 경우 IP 기술 개발에 박차를 가하고 있음 • 회로설계기술 및 팹리스 파운드리 운영 능력 • 아직까지 관련 분야의 인력이 많이 부족하며 노하우 축적이 되지 않아 연구개발 속도가 빠르지 못함 • 시스템 반도체 SoC 설계 기술의 경우 Intel, Qualcomm, Broadcomm 등의 미국 대기업 업체들 대비 다소 뒤처짐 • 대규모 정부 투자를 바탕으로 관련 기술 연구가 활발히 진행, 특허 및 논문 발표 건 수가 선도국가와 비슷함 • 최근, 중국 정부의 공격적인 투자로 중국 내 반도체 기술 수준이 급격히 향상됨 • 중국의 반도체 전문 업체들은 정부의 지원과 저렴한 생산 비용으로 가격 경쟁력을 확보하여 시장 지배력 제고 • 가격 경쟁력뿐 아니라, 해외의 핵심 인재들을 공격적으로 영입함으로써, 높은 수준의 기술력 확보. 인력 면에서 한국 위협
일본 (86.5%)	• 소니는 이미지센서 분야를 주도하고 있고, 기초과학 강점으로 초고속, 초절전 반도체 소자 수준이 강점임 • SoC 분야 회로설계기술 및 팹리스 파운드리 운영능력 • 최고기술 보유국과 비슷하게 정부의 지속적인 투자로 기술 분야를 선도하고 있으며 학회 활동도 활발함. 단, 민간의 투자가 최근 미비해짐 • 최근 노쇠화 추세이나 미래 소자기술에 강점이 있음 • 2010년 이후로 특허 출원 및 등록이 저조함 • 지향하는 부분이 다르지만, CMOS Image Sensor 분야 최신 기술 보유. 차량용 반도체에서의 일정이상의 역할을 수행하고 있으며, 향후 발전과 관련한 투자가 경쟁국 대비 크지 않음. • 일본은 도시바와 엘피다에서 꾸준히 메모리 반도체 시장 점유율을 유지했으나, 삼성전자, SK하이닉스와의 가격 경쟁에서 뒤쳐지면서 매각됨 • 일본의 시스템 반도체는 자동차, 가전제품, 센서 반도체 전문 업체인 르네사스 테크놀로지와 CMOS image 센서 전문 업체인 소니가 선도

국가 (기술수준)	판단근거
EU (90.0%)	• 소자 기술 및 회로 기술 관련 IP 최고기술보유국으로 판단 • 반도체 장비 분야에서 리딩하고 있으며, IMEC과 같은 연구소에서 활발하게 최신 연구 성과를 계속해서 발표 • Freescale사를 인수한 NXP를 비롯하여, ST microelectronics, Infineon이 시스템 반도체 기술 주도. 특히, 자동차, 산업용, 센서 및 네트워크 반도체 시장에서 경쟁력이 두드러짐 • 벨기에(IMEC) 프랑스 CA-LETI 팹리스 파운드리 등을 중심으로 최신 공정기술 보유 • 소규모 기업체가 관련 분야를 연구 중인 경우가 많으며 관련분야 인력 확보에 어려움을 겪음 • 시스템 반도체, 패키징에 약점. 장비에 대한 해외 의존도가 높고 몇몇 대기업에 의해 연구가 이루어지는 추세라 원천연구가 가장 약함
미국 (100%)	• 소자 및 회로 관련 원천기술 보유 및 관련 IP 기술 보유 최고국 판단 • 반도체 회로 설계 분야 최고 권위 학회 (ISSCC) 논문 발표 수 추이 및 특허출원 동향 등을 분석하였을 때 미국이 계속해서 최고기술보유국 • 최고 수준의 성능지표를 보여주는 논문이 항상 발표되고 있고, 핵심 연구자의 수준이 독보적임 • Qualcomm, Broadcomm, TI 등, 미국의 전통적인 시스템 반도체 선도 업체들이 기술을 주도하고 있으며, 전 세계 60% 이상의 시장을 선점 • IoT 센서, ADAS 등의 시스템 반도체 수요가 증대됨에 따라 팹리스 창업이 활발 • 미국의 주요 대학은 시스템 반도체 전문 인력을 교수로 초빙하고, 학교 내 연구 센터를 구축하는 등, 핵심 인력 및 개발 인프라를 확보하여 선행 기술 개발을 주도 • 논문 및 특허를 최고기술보유국이 선도하고 논문 피인용수 및 특허 피인용수 최대 시스템 반도체 SoC 설계 분야에서 Intel, Qualcomm, Broadcomm 등의 미국 대기업이 기술 선도 • 정부의 지속적인 투자 및 민간 기업의 투자를 바탕으로 관련 분야의 최전선에서 분야를 주도 • 실리콘밸리 및 샌디에고, 텍사스오스틴을 중심으로 한 최신 기술 보유. 명실상부한 최고의 기술을 리딩하고 있으며, System적인 측면에서의 강점을 보유

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 삼성전자, 엘지전자 등 대규모 제조업체가 있어 국내 모바일 기기 및 가전제품용 수요 충분 • 삼성전자, SK하이닉스 중심의 높은 응용개발 연구 수준 및 높은 기술력(메모리, 공정, 장비) • 삼성전자, SK하이닉스, 매그나칩, 동부하이텍에서 파운드리 서비스를 제공함으로써, 팹리스가 시스템 반도체 제품을 위탁제조할 수 있는 인프라가 양호 • 우수한 메모리 반도체 산업 경쟁력 및 시스템 반도체 분야의 기술수준 격차 감소	• 기업의 자사용 시스템 반도체 개발로 인해 시장 지배력 및 기술경쟁력 확보 미흡 • 정부 지원 부족 - 4차 산업혁명 기술(인공지능, 자율주행) 실현을 위한 반도체 부품 기술의 확보를 목적으로 국가적 장기 R&D 지원 필요 - 지속적 투자 부족으로 기초개발 및 인력 양성 미흡 • 삼성전자, SK하이닉스 주도의 연구개발에 의존적이며 메모리분야에 치우쳐짐

국가	강점분야	기타
	• 차세대 비휘발성 메모리 소자 개발과 딥러닝 관련 프로세서 및 SoC 등에 대한 연구 수행이 산학연에서 공통으로 많이 진행 중	- 기업 제외 대학 중심의 연구 인프라 취약 - 시스템 반도체, 패키징 분야 취약하며 대부분의 소재, 장비는 수입에 의존 • 반도체 관련 전공 희망자 감소 추세
중국	• 매우 큰 내수 시장규모 • 정부 주도 아래 급성장 중 - 대규모 투자로 기초 연구 및 개발·생산 비용지원 - 메모리 및 시스템 반도체 SoC 설계 분야의 정부 주도 연구 투자 활성화 - 연구 환경 및 인프라 개선 - China Inside 정책 기반 내수시장 활성화 및 응용연구개발 활동 강화 • 해외 고급 개발 인력 확보로 인한 기술수준 향상 • 최근 반도체 전 분야에 걸친 연구 논문 활동 및 특허 출원 크게 증가 • 다수 파운드리 서비스 업체 및 후공정 업체 보유	• 현재까지는 기술수준에 대한 격차 존재 • 제품 신뢰성 미흡 • 인력 양성 및 관련 인프라 부족
일본	• 지속적인 연구개발 투자, 인프라 강점 유지 - 장기간 한 분야 연구한 연구자 다수 존재 - 소니 공격적인 CMOS image sensor 투자 - 여러 국책과제, 국가 및 학계 주도의 활발한 연구 활동으로 소자 기술의 기초 연구력 우위 유지 - 메모리 및 시스템 반도체 SoC 설계 분야 기초 연구 투자 강함 • 제조 산업에서의 시장지배력 및 반도체 수요 확보 • 센서 소자, 액추에이터 등의 높은 수준의 소재부품 기술력을 확보하고 있어, 이와 연동된 시스템 반도체 및 모듈 개발 환경이 우수	• 핵심 인력의 해외 유출 심화 및 연구자 교류 부족 • 기업과의 연계개발 부족 • 전체적인 연구 규모 축소 및 기타 분야 반도체 관련 입지가 흔들리는 중
EU	• 장비기술에 독보적이며 공정분야 최신 연구 선도 - 축적된 반도체 장비 및 소자 기술과 안정 된 대규모 연구 프로그램을 통해 차세대 기초 소자 연구 쪽은 미국과 더불어서 주요 대형 연구기관과 대학 연구소를 통해 세계적으로 선도 • 자동차 및 산업용 기기 제조 관련 반도체 제품 시장의 진입장벽 낮음 • 선행기술 확보를 위한 꾸준한 연구 활동 • 국가 주도 기초연구 투자가 활발하며 기초연구 및 인프라 강점 유지	• 한국, 중국 등 추격그룹과의 차이가 줄어들고 있음 • 세계적 기업 수 부족 - 응용기술 분야가 상대적으로 미흡 - X-FAB 등의 신뢰성 높은 파운드리 서비스 업체를 제외하면, 현지의 파운드리 서비스 업체 수가 많지 않아, 대부분 중국이나 동남아에서 생산
미국	• 우수한 교육·연구 인프라, 연구자 교류로 반도체 전문 인력의 꾸준한 유입 • 주요 기업 포함 민간 투자 활발	• 시장규모가 취약한 분야에 대한 관심 부족 - 시장이 형성되지 않았거나, 시장 규모가 작은 분야는 집중하지 않음

국가	강점분야	기타
	- 주요 기업의 차세대 비휘발성 메모리 분야 개척에 대한 대대적 투자 - 시스템 반도체 전 분야에 대한 체계적이고 지속적인 연구투자 활성화 - 기업-정부연구소 간 다수 대형 연구프로젝트 존재 • 대학 연구센터의 기초연구 및 업체의 응용 개발 연구 활성화	- 시장 규모가 축소되거나 이익 구조가 감소하는 경우, 해당 사업을 철수하거나 업체를 매각하는 경우가 많음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	3위	5위	1위	4위	6위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 반도체 기술은 협업을 중요시하고 개별 기술로 존재할 수 없는 상황으로 국내 연구자들이 모여 연구할 수 있는 협력 필요 • 산학연 간의 효율적인 상생 네트워크 형성 필요 • 대기업과 중소기업/팹리스 기업 간의 기술 협력 필요 • 산학연 협력 및 유사 업종의 팹리스 업체 간 협력으로 시너지를 증대시킬 수 있는 국가 연구개발 사업 지원 필요 - 광전융합 반도체 설계 및 제작 기술 등 신기술 분야에 대한 협력 촉진 - 반도체 제조 공정 보유 기업의 유휴 생산라인을 활용한 도전적인 IC 시제품 개발 기회 제공 - Authorship에 기반한 프로젝트 평가를 지양하고 적극적으로 협력이 가능한 형태의 프로젝트 개발
국제협력 촉진	• 기술선도국과의 공동연구를 확대하되 기술유출 방지 필요 - SoC 설계 분야의 국제협력을 통한 시스템 반도체 분야 기술경쟁력 향상 - 반도체 신소자 및 회로 기술 중심의 국제협력 활성화 • 기술선도국과의 기술 및 연구진 교류·접촉 촉진
인력양성 및 유치	• 해외 기술선도국의 전문가 적극 유치 • 과거 반도체 분야 인력양성 기조를 유지하되 설계 및 파운드리 운영 인력 (체계적/장기적) 양성을 통한 전문가 배출 • 기존 IDEC 인력 양성 프로그램에 적극 투자하고 활용 • 대학 내 학생 및 기초연구의 국가연구개발사업의 인건비 지원 확대 • 기술선도 기업의 인력양성 노력이 필요하며 컨소시엄 형태의 협력 방안을 추진

	정책제언
인프라 구축	• 중소기업, 팹리스 기업, 대학 등이 활용 가능한 공동 인프라 및 구축 (고가 반도체 장비 등) 및 접근성 강화 – 국가주도의 센터 설립 및 장비구축사업 등 • 중소기업 대상 제품 개발 단계에서의 CAD tool 라이센스 비용 지원을 통한 도전적인 제품개발 유도 • 기 구축된 팹리스의 노후화 및 업그레이드에 필요한 인프라 성능 개선 • 신규 인프라 투자는 비용효율성을 고려한 소극적 대응을 하되 신소자 및광전융합 반도체 등의 신기술 분야에 한정한 소규모 인프라 확충 필요 • 종합적인 인력 양성 및 교육 프로그램 개발 – 연구실에서 CAD Tool등을 위한 서버도입 등의 부담을 최소화하기 위해, Cloud등으로 진행하는 것을 IDEC과 함께 고민하고 진행 – 기업의 최신 Design Flow 등을 학교로 전수하여 학생들의 졸업 후 협업 활동 준비
법·제도 개선	• 기업의 연구개발 투자 제약 개선 • 연구 활동, 성과 및 평가 관련 제도 개선 – 6개월/1년 단위의 단기적 성과 및 평가제도 개선 – 국가연구개발사업의 관리 강화를 통한 불성실한 업체의 퇴출 검토 – 불필요한 행정절차 등의 폐지 – 논문 개수 기준의 평가제도 및 분위기 개선을 통해 신규 분야의 연구 촉진 • 국내 동종 업계 이직, 기술 유출 방지 관련 법·제도 개선
연구비 확대	• 장기 과제 연구비 지원 확대 및 과제 결과에 대한 인센티브/페널티 부여 • 실질적 결과물, 차세대 기술연구개발 과제 대상지원 확대 – 비메모리/패키징 등 기업과 차별화된 기타 기술영역 중심의 연구비 투자 – 시스템 반도체 SoC 분야 국가 과제 개수 및 연구비, 설계 인력 양성 지원 확대 – 바이오 응용분야용 (체내 이식/체외 의료 전자장치 등) 반도체 회로 및 SoC 기술의 연구비 지원 확대 필요 • 시장 선점시의 파급효과가 큰 시스템 반도체 분야 지원 확대 – 메모리 및 이미지 센서 제외 시스템반도체 IC 제품은 대부분 중소 팹리스에서 개발하고 있어 중소기업 활성화 효과 창출할 것 – 하드웨어 분야의 핵심 기술로 국내 산업 경쟁력 유지 위한 연구비 확대
기타 의견	• 농축산업, 조선업 등 융복합 기술의 연구개발을 통한 일자리 창출 및 경쟁력 확보 • 기술응용 및 사업화 촉진을 위한 경쟁구도의 과제군 및 수요 연계형 구조 추진 • 센서 플랫폼 개발을 위한 센서 소자와 시스템 반도체 간의 협력 개발 지원 • 기업과 차별화한 차세대 반도체 분야 신물질 탐색 및 소자화 기술의 중점 지원 • 공정/소자/설계 부분을 구분한 정책 결정

다 주요 분석 결과 요약

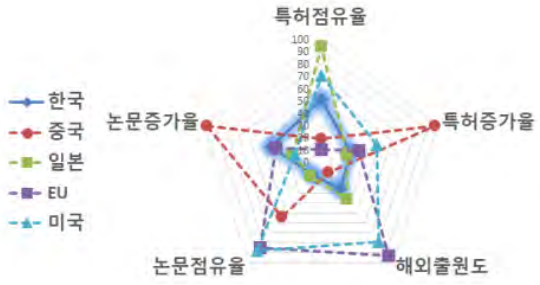
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술	8,622	6,350	14.3%	-5.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

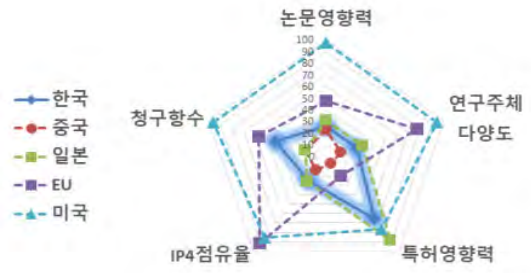
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	미국	일본	미국	일본
	31.9%	34.2%	30.9	12.6
한국	5위	3위	4위	3위
	7.6%	20.3%	13.9	10.6
5개국 평균[2]	-	-	20.5	10.8

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

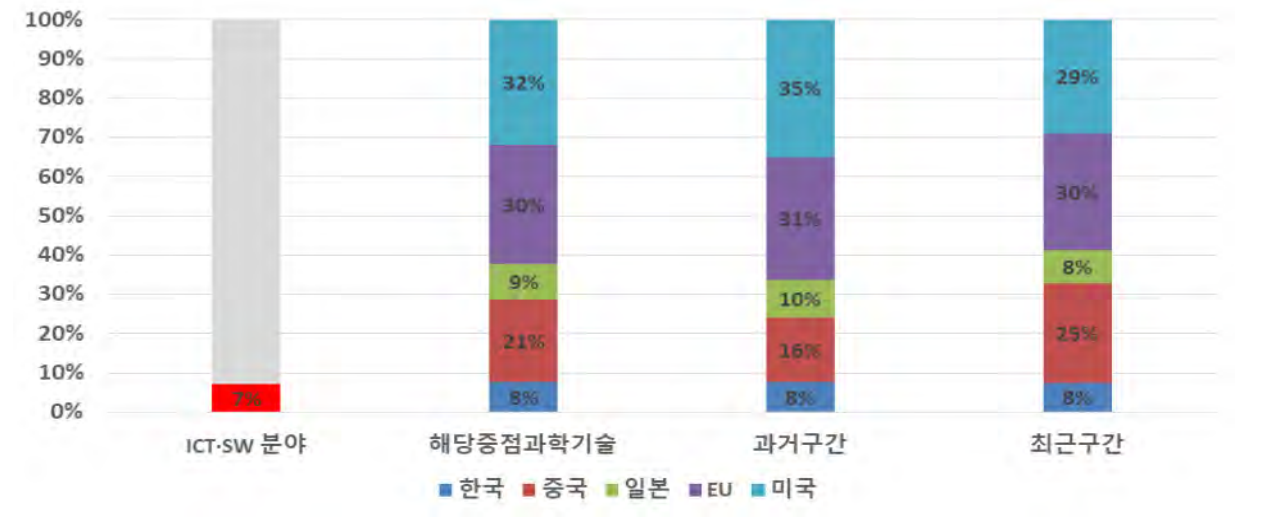
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(7.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(13.9)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 미국(31.9%), EU(30.5%), 중국(21.1%), 일본(8.9%), 한국(7.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(78.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(30.9), EU(17.7), 일본(14.8), 한국(13.9), 중국(13.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 중국(0.94)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(20.3%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(10.6)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 일본(34.2%), 미국(25.1%), 한국(20.3%), 중국(12.0%), EU(8.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(246.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 일본(12.6), 미국(11.4), 한국(10.6), EU(7.4), 중국(5.8) 순이며, IP4 점유율은 EU(34.4%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	7.6%	21.1%	8.9%	30.5%	31.9%
	논문 증가율	12.3%	78.0%	-3.8%	9.0%	-5.2%
	논문 영향력	13.9	13.3	14.8	17.7	30.9
	연구주체 다양도	0.87	0.94	0.88	0.93	0.90
특허 분석	특허 점유율	20.3%	12.0%	34.2%	8.3%	25.1%
	특허 증가율	-29.9%	246.5%	-41.9%	-9.0%	31.8%
	해외출원도	1.4	0.5	1.8	4.3	3.4
	특허 영향력	10.6	5.8	12.6	7.4	11.4
	IP4점유율	8.3%	3.2%	8.6%	34.4%	30.4%
	청구항수	7.5	5.5	5.5	8.4	12.7

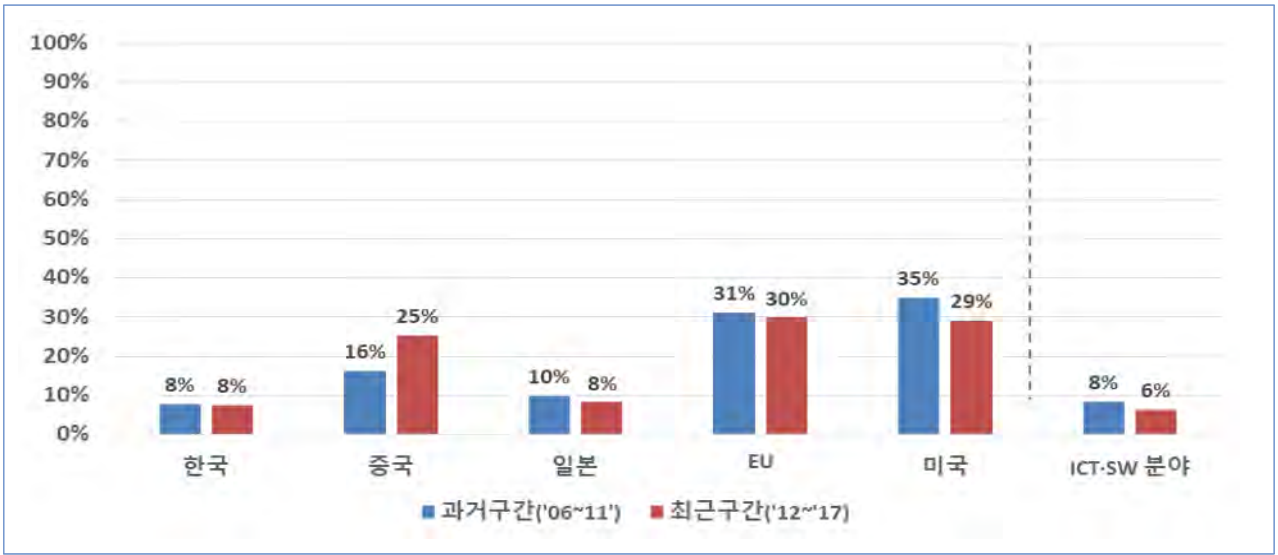
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, 미국이 2747건으로 전체 논문의 32%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 7%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

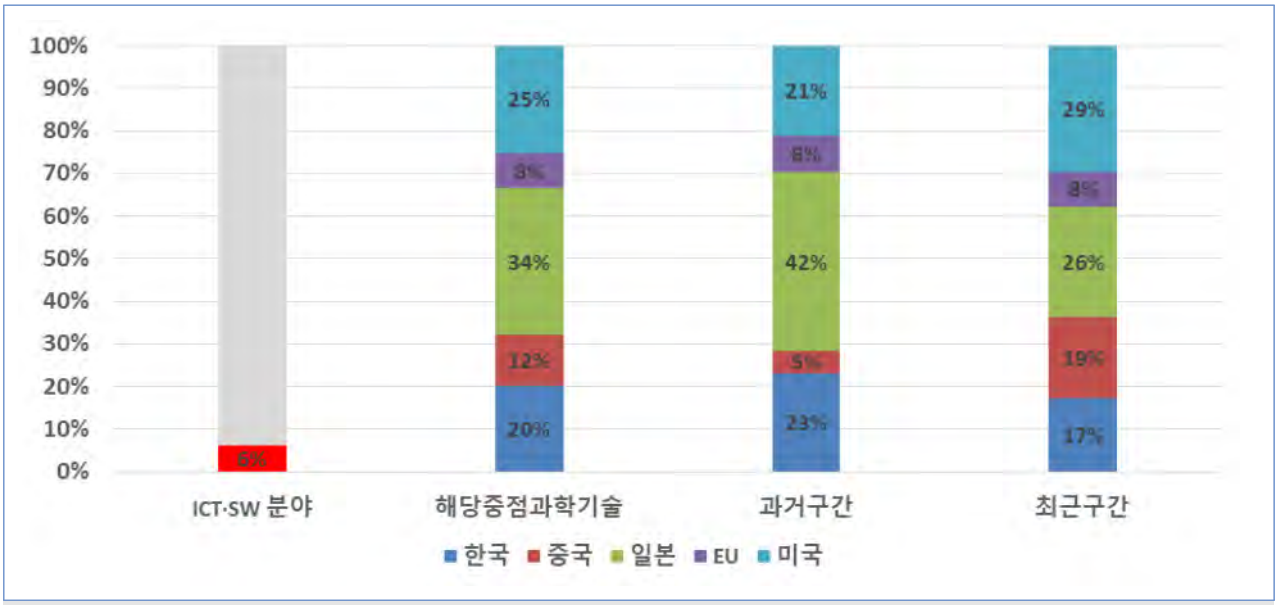


- 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 12.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	309	347	656	12.3%
중국	655	1,166	1,821	78.0%
일본	393	378	771	-3.8%
EU	1,257	1,370	2,627	9.0%
미국	1,410	1,337	2,747	-5.2%
전체	4,024	4,598	8,622	14.3%

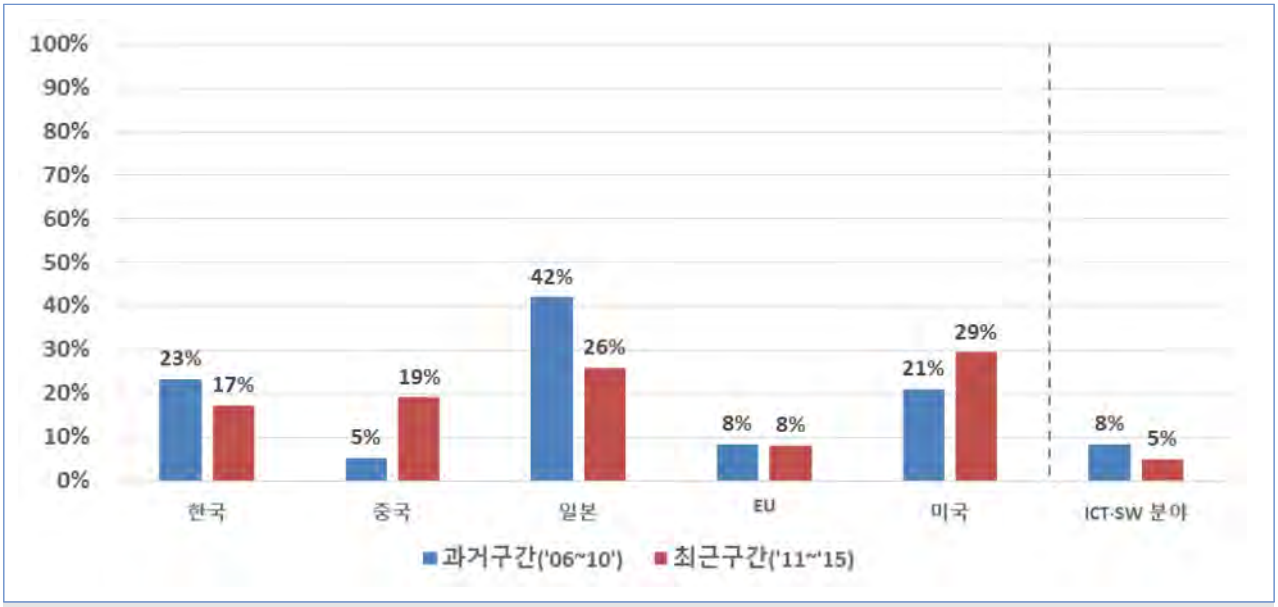
(4) 특허 점유율(전체)



● 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 일본이 2174건으로 전체 특허의 34%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, 중국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)

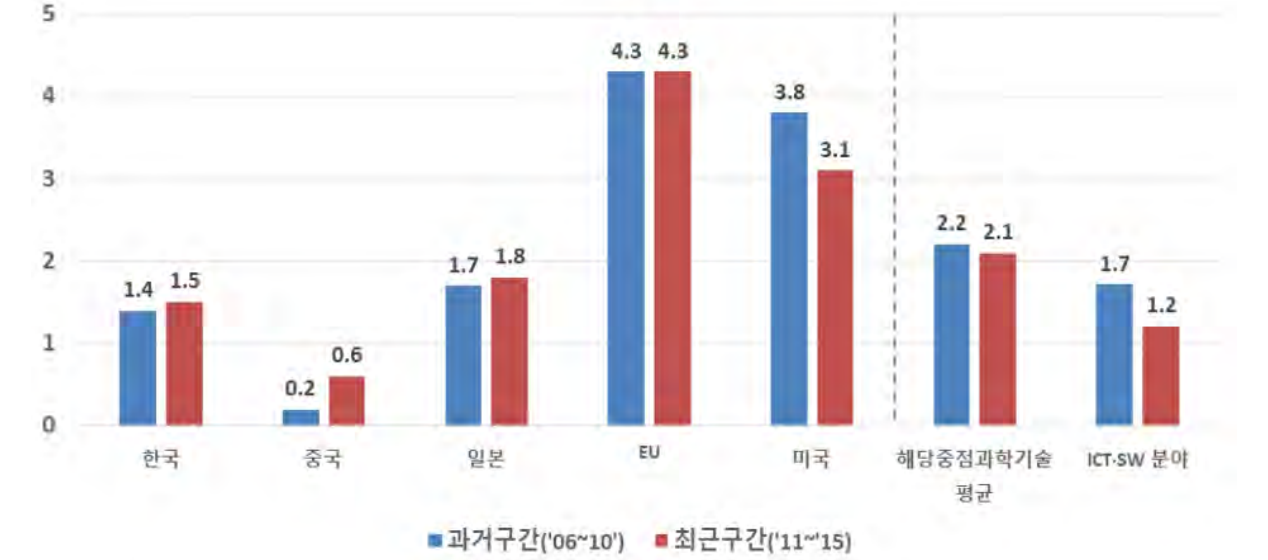


- 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -29.9%이고, 한국은 과거구간에 2위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	759	532	1,291	-29.9%
중국	170	589	759	246.5%
일본	1,375	799	2,174	-41.9%
EU	277	252	529	-9.0%
미국	689	908	1,597	31.8%
전체	3,270	3,080	6,350	-5.8%

(7) 특허 해외출원도[6]

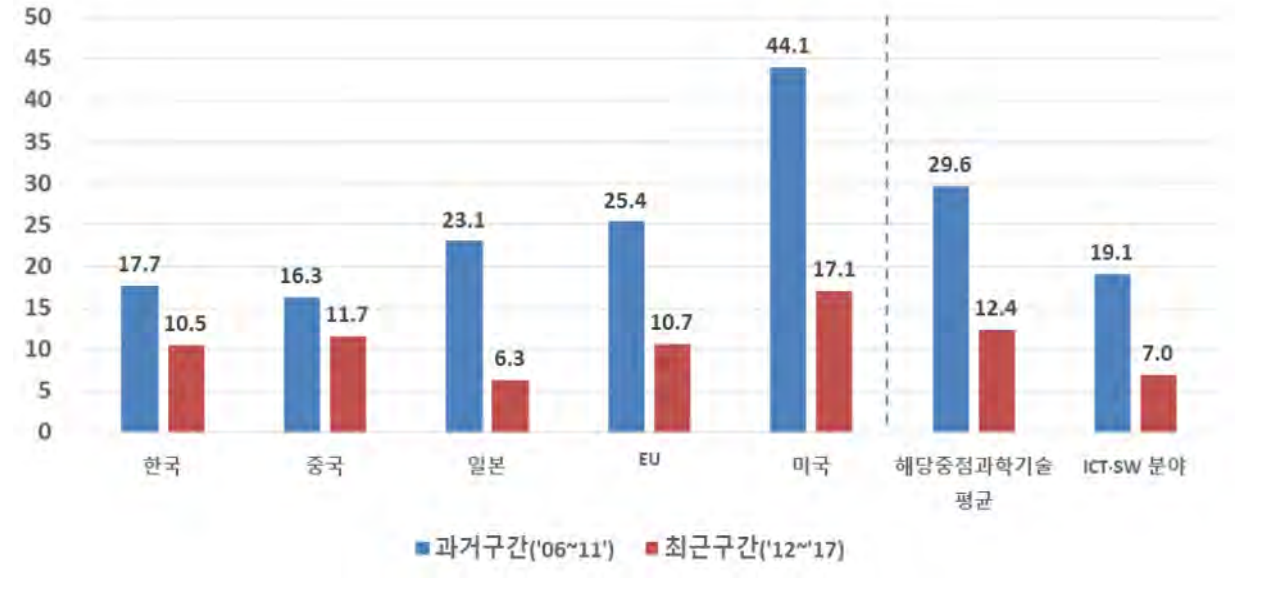


● 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

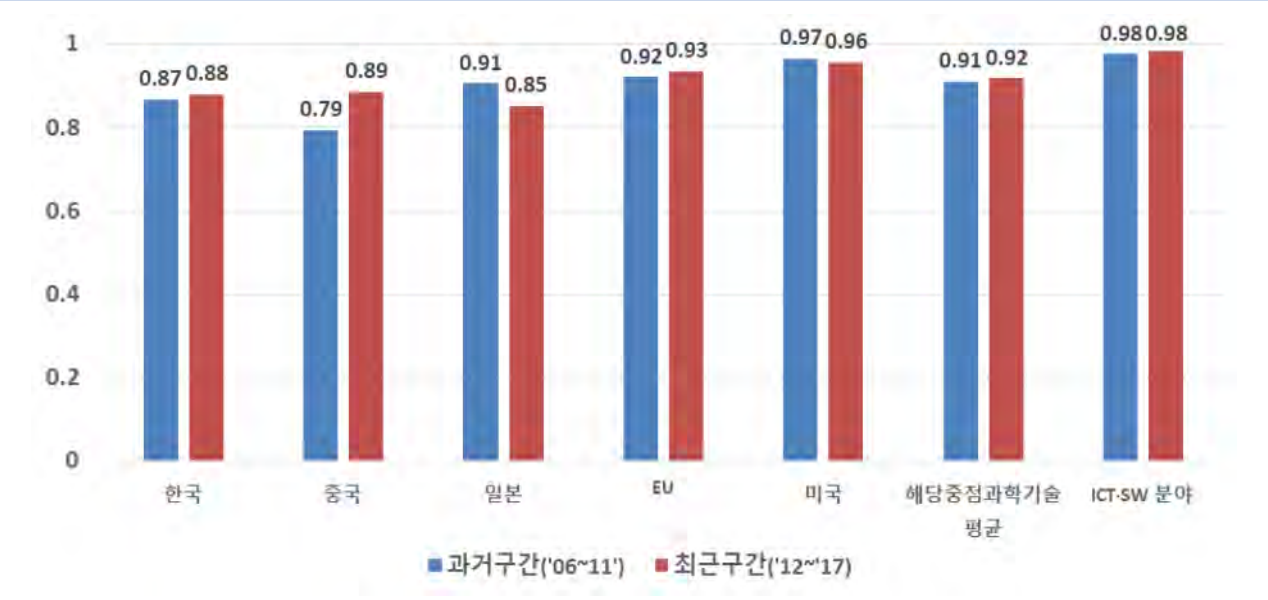
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



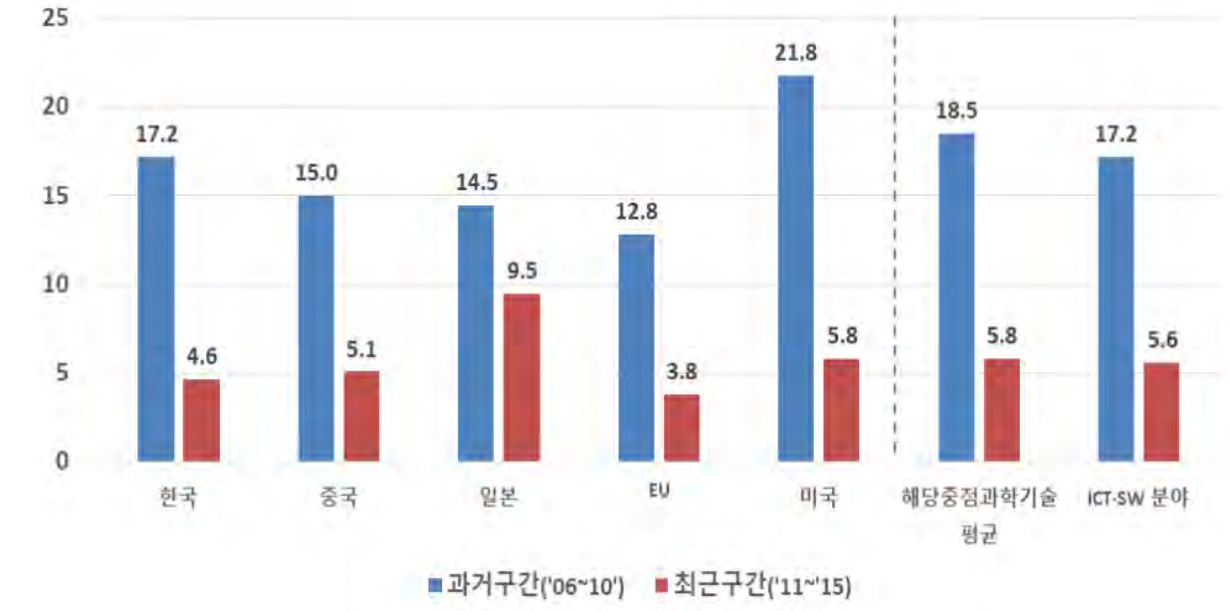
- 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



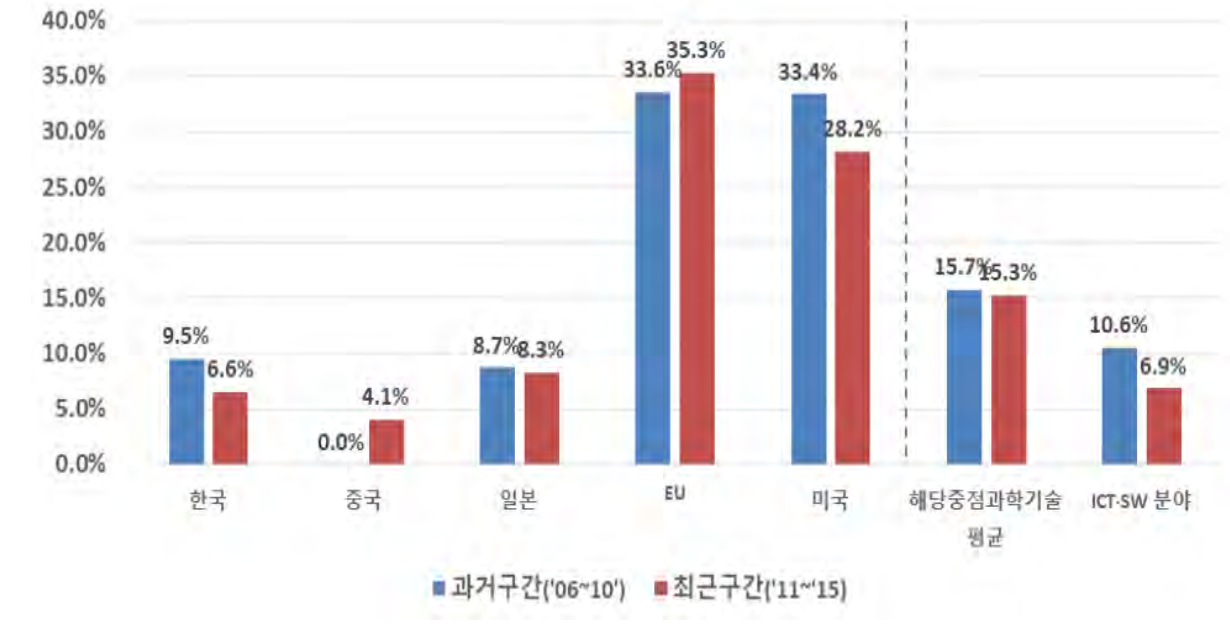
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



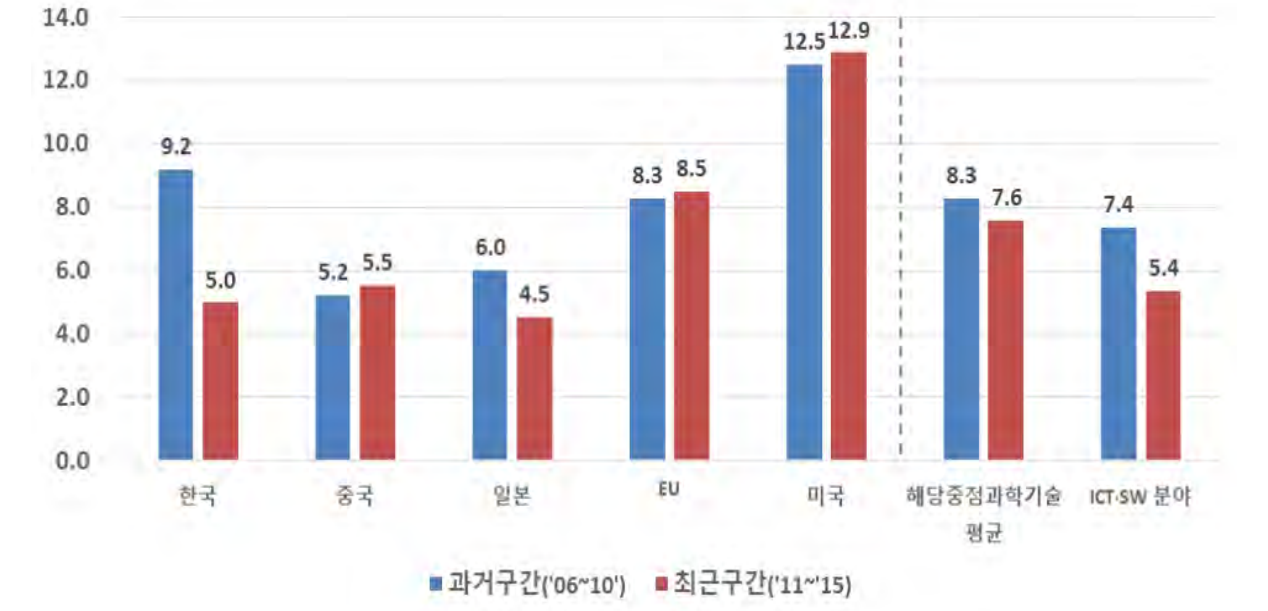
● 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

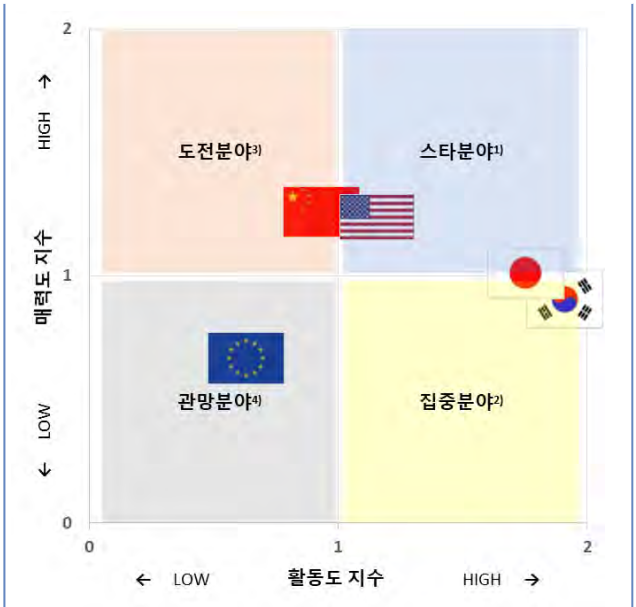
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

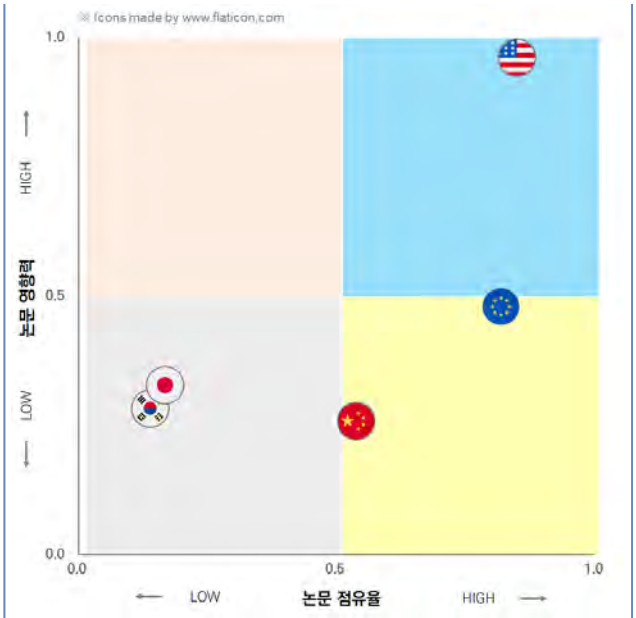
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

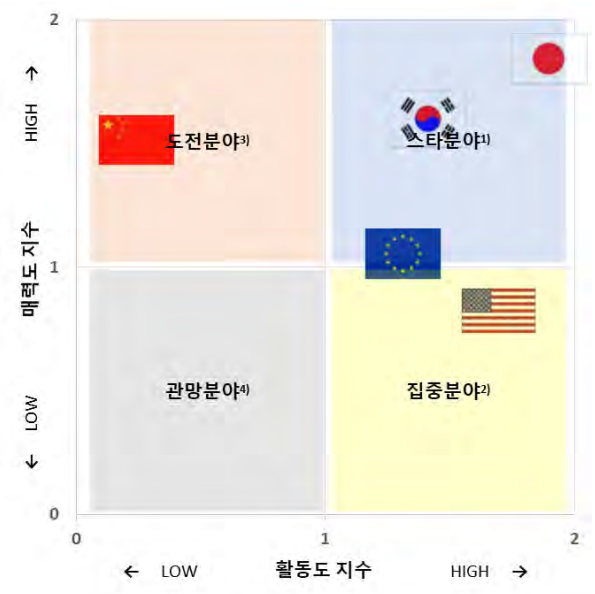


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

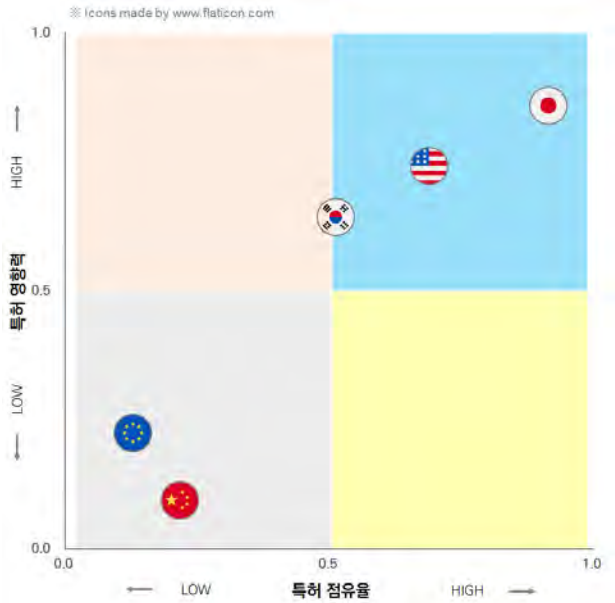
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하고, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.37%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 4.27%(글로벌 점유율은 0.32%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.30%	1.37%	-9.68%
2	INSTITUTE OF PHYSICS	EU	2.44%	0.74%	13.33%
3	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.97%	0.63%	-7.14%
4	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.82%	0.58%	0.00%
5	LUND UNIVERSITY	EU	1.83%	0.56%	-40.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	4.27%	0.32%	0.00%
2	HANYANG UNIVERSITY	4.12%	0.31%	45.45%
3	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.51%	0.27%	-23.08%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.35%	0.26%	-16.67%
5	YONSEI UNIVERSITY	3.35%	0.26%	-42.86%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE	2.31%	0.49%	-9.09%
2	INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS	2.09%	0.44%	23.53%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	1.43%	0.30%	60.00%
4	SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL CORP.	1.15%	0.24%	850.00%
5	KEY LABORATORY FOR THE PHYSICS AND CHEMISTRY OF NANODEVICES	1.10%	0.23%	466.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	3.89%	0.35%	-12.50%
2	TOHOKU UNIVERSITY	3.50%	0.31%	-7.14%
3	INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH	2.85%	0.26%	900.00%
4	OSAKA UNIVERSITY	2.08%	0.19%	28.57%
5	KYUSHU UNIVERSITY	1.56%	0.14%	-50.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF PHYSICS	2.44%	0.74%	13.33%
2	LUND UNIVERSITY	1.83%	0.56%	-40.00%
3	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	1.29%	0.39%	109.09%
4	IEEE	1.10%	0.34%	-18.75%
5	TYNDALL NATIONAL INSTITUTE	1.07%	0.32%	15.38%

6 미국

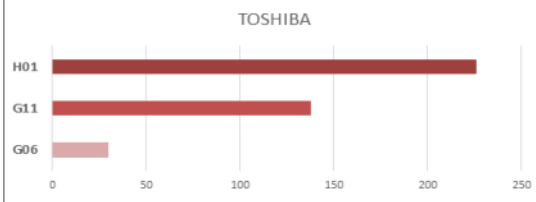
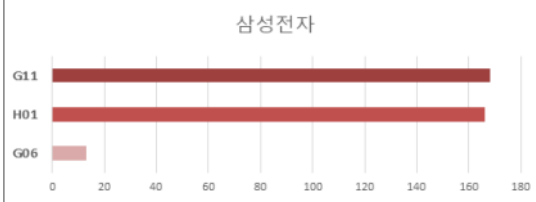
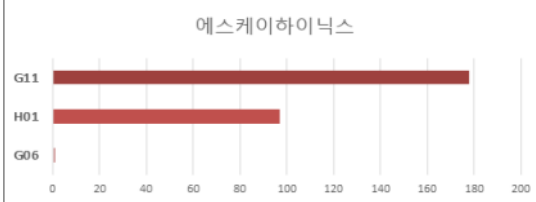
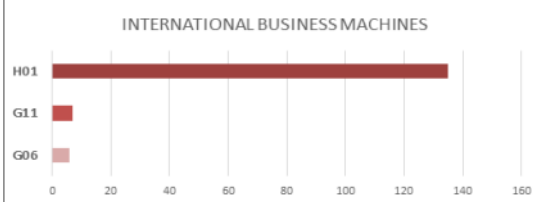
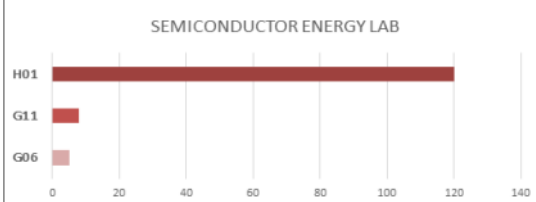
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	4.30%	1.37%	-9.68%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.97%	0.63%	-7.14%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.82%	0.58%	0.00%
4	STANFORD UNIVERSITY	1.57%	0.50%	15.00%
5	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.42%	0.45%	100.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'TOSHIBA(6.36%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 27.50%(글로벌 점유율은 5.59%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'TOSHIBA'는 H01(기본적 전기소자)에 해당하는 특허를, '삼성전자'는 G11(정보저장)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

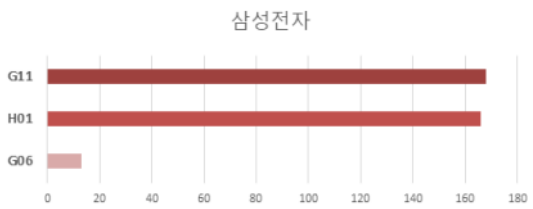
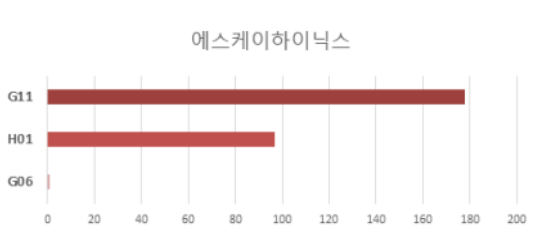
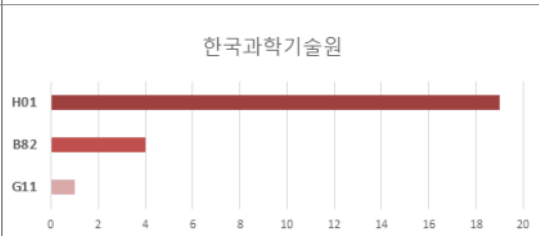
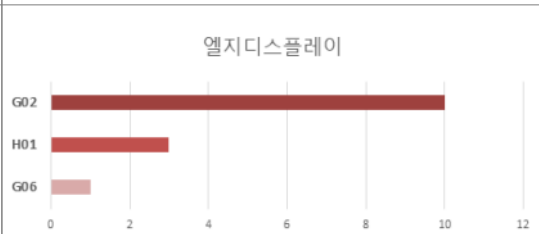
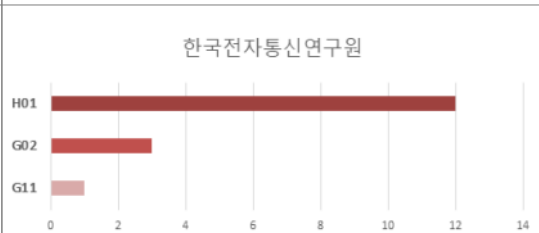
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	일본	18.58%	6.36%	-38.40%
2	삼성전자	한국	27.50%	5.59%	-42.92%
3	에스케이하이닉스	한국	21.38%	4.35%	-4.26%
4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	9.77%	2.46%	105.88%
5	SEMICONDUCTOR ENERGY LAB	일본	6.39%	2.19%	-1.43%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G11	정보저장
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G11	정보저장
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

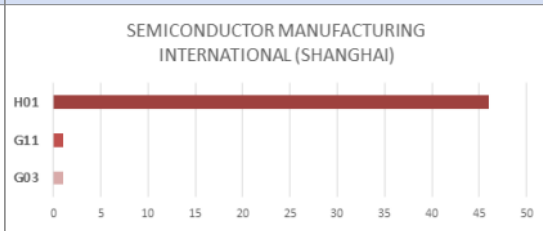
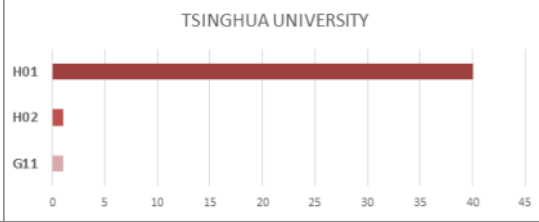
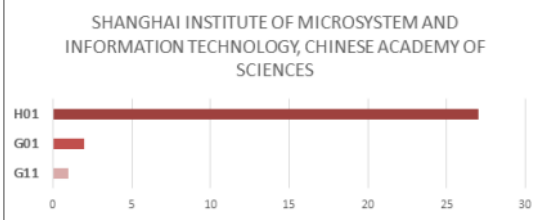
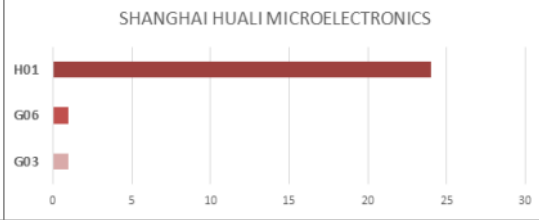
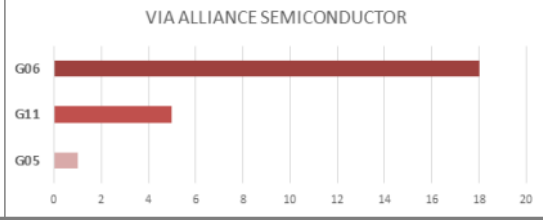
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	27.50%	5.59%	-42.92%
2	에스케이하이닉스	21.38%	4.35%	-4.26%
3	한국과학기술원	2.01%	0.41%	314.29%
4	엘지디스플레이	1.70%	0.35%	-55.56%
5	한국전자통신연구원	1.47%	0.30%	-70.59%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G11	정보저장
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G11	정보저장
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H01	기본적 전기소자
		B82	나노기술
		G11	정보저장
4		G02	광학
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H01	기본적 전기소자
		G02	광학
		G11	정보저장

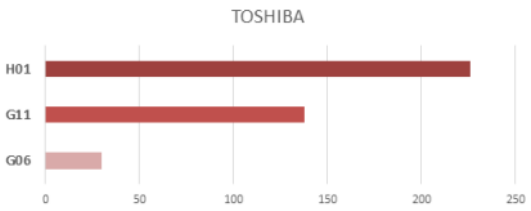
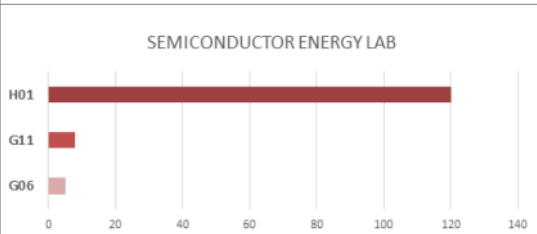
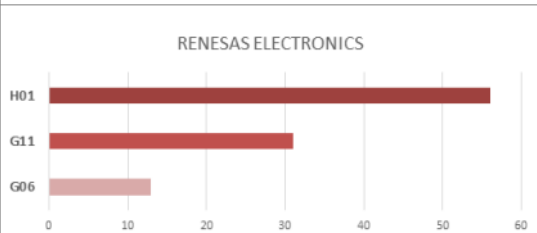
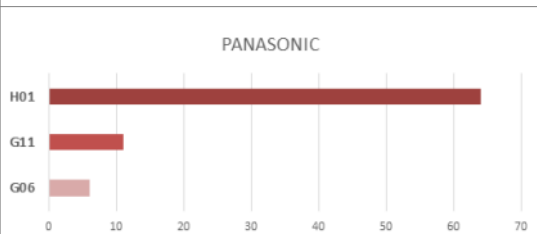
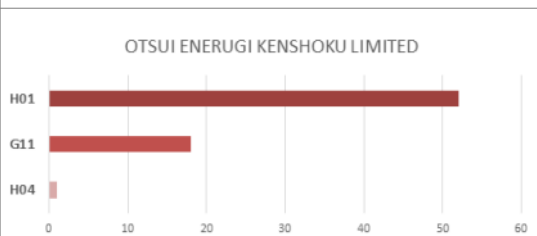
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL (SHANGHAI)	6.32%	0.76%	169.23%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	6.06%	0.72%	260.00%
3	SHANGHAI INSTITUTE OF MICROSYSTEM AND INFORMATION TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	4.48%	0.54%	12.50%
4	SHANGHAI HUALI MICROELECTRONICS	3.43%	0.41%	2500.00%
5	VIA ALLIANCE SEMICONDUCTOR	3.16%	0.38%	2300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
2		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G11	정보저장
3		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G11	정보저장
4		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장
		G05	제어; 조정

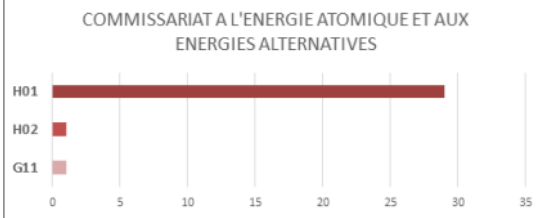
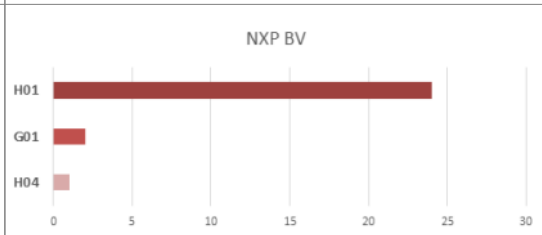
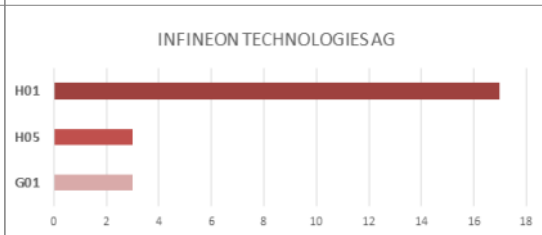
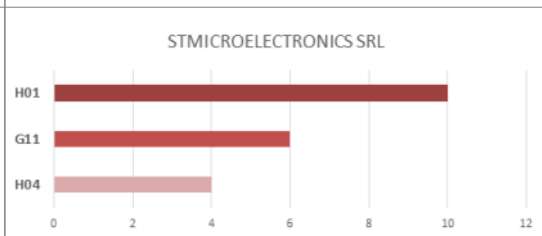
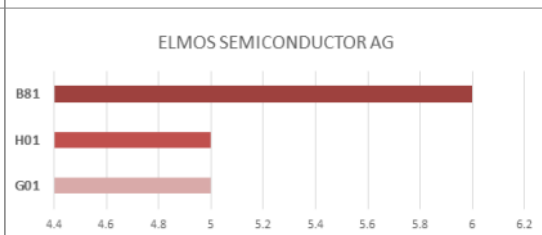
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	18.58%	6.36%	-38.40%
2	SEMICONDUCTOR ENERGY LAB	6.39%	2.19%	-1.43%
3	RENESAS ELECTRONICS	5.52%	1.89%	-35.62%
4	PANASONIC	4.42%	1.51%	-81.48%
5	OTSUI ENERUGI KENSHOKU LIMITED	3.31%	1.13%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		H04	전기통신기술

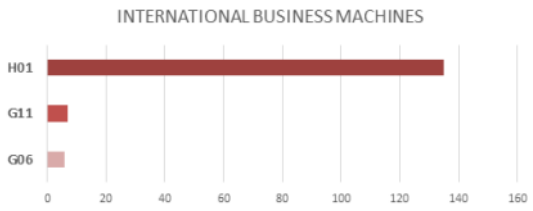
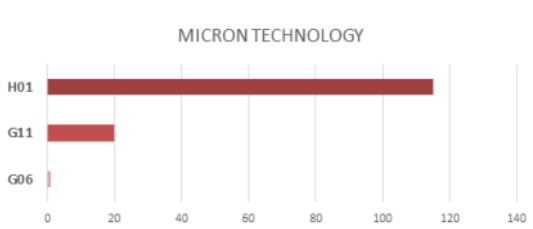
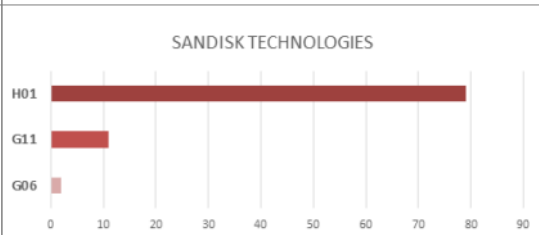
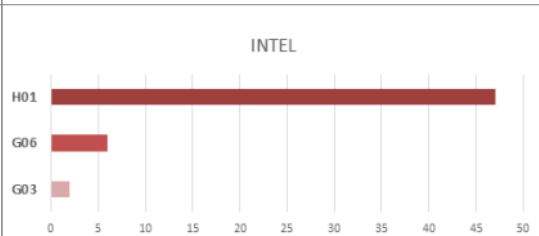
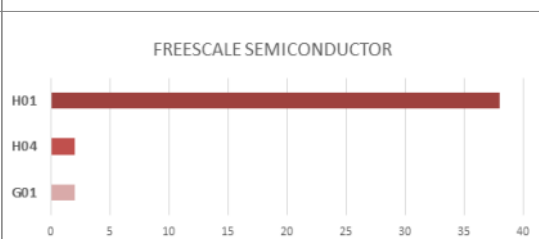
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES	6.81%	0.57%	40.00%
2	NXP BV	5.86%	0.49%	-70.83%
3	INFINEON TECHNOLOGIES AG	4.91%	0.41%	-47.06%
4	STMICROELECTRONICS SRL	4.54%	0.38%	-50.00%
5	ELMOS SEMICONDUCTOR AG	3.02%	0.25%	1500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H01	기본적 전기소자
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G11	정보저장
2		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		H04	전기통신기술
3		H01	기본적 전기소자
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G01	광학
4		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		H04	전기통신기술
5		B81	마이크로 구조 기술
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	9.77%	2.46%	105.88%
2	MICRON TECHNOLOGY	8.52%	2.14%	102.22%
3	SANDISK TECHNOLOGIES	5.82%	1.46%	962.50%
4	INTEL	3.57%	0.90%	207.14%
5	FREESCALE SEMICONDUCTOR	2.82%	0.71%	81.25%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H01	기본적 전기소자
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
5		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
		G01	광학

106 인체친화형 디스플레이기술



106 인체친화형 디스플레이기술

중점과학기술 개요

- ☑ 인체 감각 기반의 실감 정보(터치, 압력, 마찰력, 온도 감각 등)를 양방향으로 입·출력하는 인터페이스 기반 감성감응형 디스플레이를 위한 소재 및 소자 기술
- ☑ 인간 및 인체 친화형 디스플레이 핵심 소자 구성과 정합 가능한 센서 내장을 위한 소재 및 소자 기술
- ☑ 터치, 공간, 지문, 모션, 생체 바이오 신호 등 다양한 외부 신호에 대한 변화 감지가 가능한 디스플레이

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

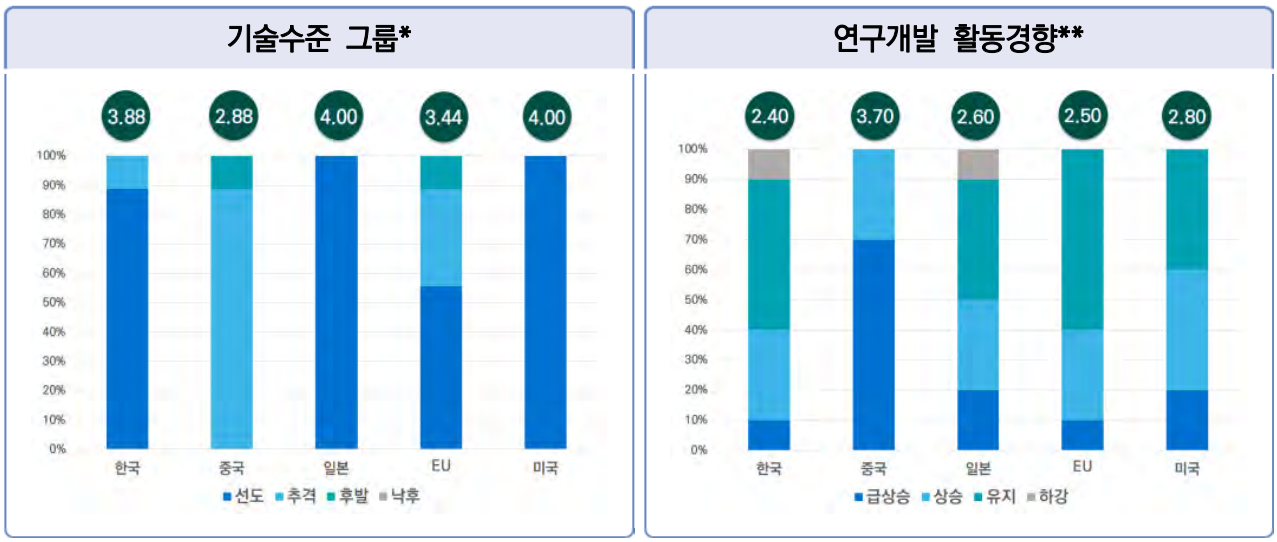
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	94.0	0.5	선도	보통	탁월	유지
중국	80.0	2.0	추격	보통	우수	급상승
일본	95.0	0.5	선도	탁월	우수	상승
EU	89.0	1.0	추격	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	94.5	0.5	94.0	90.0	95.0	3.6	0.5	0.5	1.0	0.7
중국	80.0	2.0	80.0	80.0	82.0	2.9	2.0	2.0	2.0	0.7
일본	95.5	0.5	95.0	95.0	97.0	2.8	0.5	0.5	1.0	0.5
EU	90.0	1.0	89.0	88.0	90.0	4.2	1.0	1.0	1.5	0.8
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.7	1.0	0.0	0.0	0.2

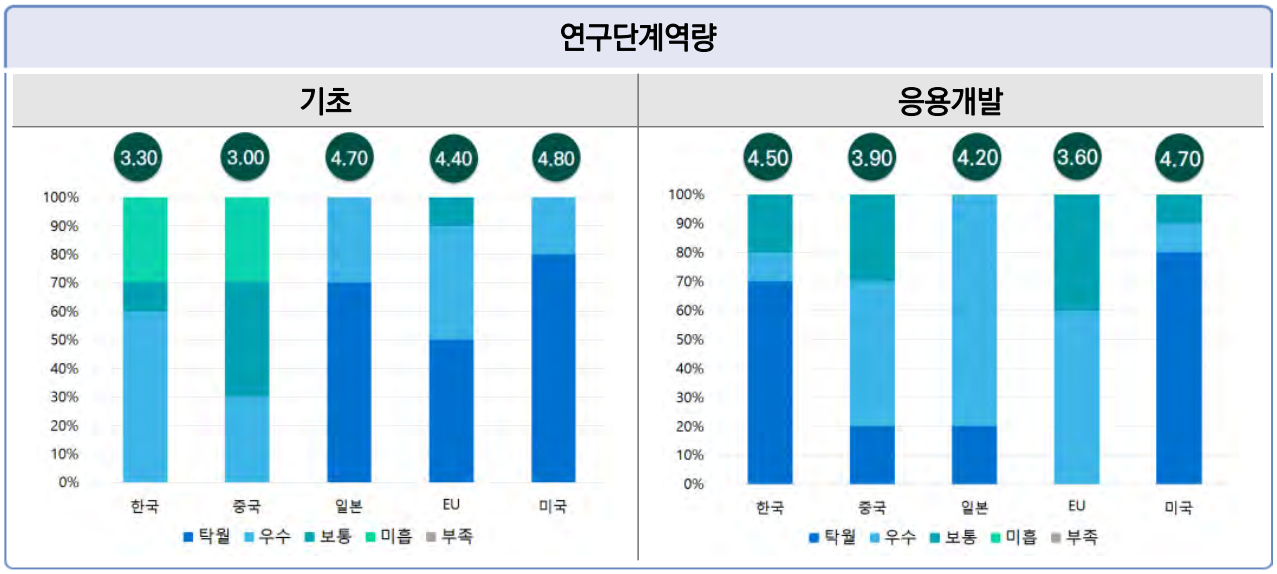
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (94.0%)	• LG전자, 삼성전자, LG 디스플레이, 삼성 디스플레이 등의 패널 및 완성제품을 중심으로 인체친화 상호 교감형 선도 기술에 대한 지적재산권을 다수 점유하고 있으나 소재, 부품 등의 원천기술에 대한 확보 미흡 • 인체 친화형 신기술 융합 디스플레이 소재 및 소자 기술 특허/논문 연구 최다국 • 특허 출원, 등록이 최상위에 있으며 관련 인프라 기술의 우위 선점 • 미국대비 원천성 기술력 열세
중국 (80.0%)	• BOE, CSOT, DALIAN 대학, HARBIN 연구소 등을 중심으로 지적재산권 점유율이 지난 5년 동안 급상승 • 디스플레이 패널 생산의 무서운 추격 및 투자 • 지속적은 정부 투자로 꾸준히 지속적인 발전되고 있으나, 아직 요소 기술이나 완제품 기술, 특히 OLED 기술은 다소 뒤처짐 • 연구논문 피 인용도에서 최상위를 점하는 기관이 있으나, 특허 출원, 등록 등 전체적으로 기술 수준이 상위 국가 대비 취약 • 후발 그룹으로 연구개발 기간이 짧으나 막대한 자본의 투입을 통해 급속히 추월 중
일본 (95.0%)	• 소재, 부품 관련 기술의 수월성을 가지고 있으며, 응용 기술 개발도 꾸준히 연구하고 있음 • OLED 디스플레이 분야에서는 다소 약화되었으나, 디스플레이 소재/부품 분야에서는 여전히 선두 유지
EU (89.0%)	• IMEC, Rogers, Tyndall, 프라운호퍼, Oculus 등의 기업 및 연구그룹에서 초실감기기, 스트레쳐블 소재, 디스플레이 광원 등에 대한 연구결과를 상용화하기 위한 연구개발 투자 진행 • OLED 및 센서 등 신개념의 소자 및 소재 기술 보유 • 미국, 일본 등과의 공동 연구를 통해 소재, 부품 및 공정 기술 측면에서 꾸준한 연구 활동을 보이고 있음 • 미국 대비 상용화 기업 열세 • 인체정합 디스플레이 소재 기술에 관한 연구개발이 활발하며 EU 프로젝트를 통하여 지속적 연구개발 진행
미국 (100%)	• Apple, Microsoft, Google 등의 디스플레이 수요기업 중심으로 융복합 기능에 대한 요구사항을 반영한 인체상호교감 디스플레이 기술에 대한 지식재산권 다수확보 및 학연과의 원천기술 개발이 활발히 이루어지고 있음 • 막강한 SW 기반 및 중소벤처 및 연구소/ 대학의 활동 및 특허 동향 • 세계 최고수준의 디스플레이 패널 최대 생산 기술 보유 • 새로운 개념 기반의 신소재 및 신기술 개발과 연구 활동이 활발함 • 특허 출원, 등록, 인용 건수에 있어 1위를 고수함 • 최첨단 및 응용기술 보유, 다양한 응용분야 및 이를 상용화하는 major IT기업 보유 등

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 디스플레이 패널 최대 생산국 – 대기업 중심의 응용기술 세계 최고 수준 – 완제품 산업은 세계 최고 수준 – OLED 디스플레이 분야 세계 최고 수준 – 삼성, LG 등 글로벌 LCD 및 OLED 디스플레이 패널 시장 및 기술 선도 – 패널 제작 인프라 최상위 • 경희대, 서울대, 한양대, ETRI, KETI 등 대학 및 연구소 연구인력 및 인프라 확보 • 차세대 디스플레이 기술 확보 및 선도 유지를 위한 정부주도 투자 의지 • 양산 기술 대규모 투자	• 인프라 및 인력 경쟁력 감소 추세 – 원천기술 및 인프라 보급을 통한 고급 인력 화보 필요 – 응용연구인력 및 융복합 연구 취약 • 소재 및 일부 장비(증착, 노광) 분야 취약 – 중국의 추격 고려한 소재 및 장부 분야의 투자 필요 • 차세대 기초 연구 부족 – 미국, EU, 일본 대비 원천 소재 개발 미흡 – 원천 특허 확보 미흡 – 휴먼인터페이스 기술 부족 – 인체교감에 적합한 소재 및 부품 원천기술 부족 • 패널 설계 및 제조공정기술에 집중
중국	• 최근 디스플레이 패널 분야 급격히 향상 – 디스플레이 패널 생산에 대한 정부주도 대규모 투자 – BOE, CSOT, TIANMA 등의 생산기업 급부상 • 정부 및 기업의 인력, 인프라 대상의 과감한 투자 활동 – 정부 투자로 인한 빠른 인프라 구축 – 국가적 지원 로드맵 – 제품 및 원천기술 관련 연구소와 대학 등의 기술개발 집중 투자 • 자본력과 시장장악력을 이용한 격차 감소 – 내수시장 대상 다양한 상용화 아이디어 발굴 • 인체 친화형 디스플레이 변형 특허 능력 우수	• 축적된 기술이 아직 부족함 – 원천기술 및 인력확보 취약 – 기초소재 및 부품, 장비, 패널 등 취약 • 응용연구 기초기술 취약 – 해외 LCD 및 OLED 기술 벤치마킹 – 소재 및 장비에 대한 해외 의존도 높음 – 디스플레이 생산 기술 미흡 • 급속한 기술 변화 대응 – 생산 공장의 적극적 기술 도입
일본	• 디스플레이 소재/장비 분야에서 여전히 높은 기술력을 유지 – 소재 및 기판 등 원천 기술 연구에 탁월 – 기술, 인력, 인프라를 갖추고 있으며 소재 장비의 기술경쟁력 유지 – 원천·기초기술 및 특허 다수 보유 • 소니, JDI, NITTO DENKO, SEIKO EPSON, SEMICONDUCTOR ENERGY LAB 등 세계 기술선도 기업과 연구그룹 등의 신기능 융복합 디스플레이 선제적 기술투자 • 소재 제조 기술 품질관리	• 한국 대비 디스플레이 완제품 산업 취약 – OLED 디스플레이 분야에서 약세 – 고해상도 및 대형화 OLED 패널기술 열세 • 원가 경쟁력 상실로 인한 기업 영향력 감소 – 인수 합병을 통한 중국 자본 투입 시 개선 가능 • 기업 주도의 투자로 위험부담 높음 – 낮은 시장 점유 제품에 대한 투자 축소 – 기술의 실제 응용 가능성 검증 부족 • SW기반 • 디스플레이 산업의 재활성화

국가	강점분야	기타
EU	• 대학/연구소 기반 일부 기초기술 및 연구개발 인력 우수 – 소재 및 융복합 기술의 기초연구 우수 – 유기 반도체 관련 합성&용액 공정 관련 기초연구 우수 – Tyndall, Rogers, IoP, IMEC, 프라운호퍼 등의 선진 연구그룹 주도로 차세대 디스플레이 원천기술 보유 – 원천 특허 다수 확보 • EU 프로젝트 지속 • 디스플레이 기초 소재 및 전공정 장비 분야에서 세계적 경쟁력 보유	• 디스플레이 패널 분야 취약 – 디스플레이 패널 기술 개발 인프라 취약 – 완제품 산업 취약 – 디스플레이 생산 기술 미흡 • 기술상용화 등 기업 활동 및 생산공장 부족 – 응용제품 상용화 부족으로 인한 기술개발 지체 • 공동연구 의존도 높음 • 최신기술 양산대응 경험 부족
미국	• 세계 최고의 기술, 인력, 인프라 보유 – 인체친화형 디스플레이/소자 연구 강점 – 디스플레이 기초연구와 소재 및 장비 분야 경쟁력 유지 – 원천 특허 다수 확보 – 우수 인력 및 SW R&D 기반 충실 • 최첨단 응용기술 및 사업화 연계 – 웨어러블 디스플레이 등 디스플레이 응용에서 강점 – 벤처기업을 통한 다양한 아이디어의 발굴 및 사업화 연계 – 기술 상용화 위한 주요 IT기업 보유 – 응용기술(상호작용) 연구개발 인프라 우수 • IT 융복합 연구개발 활성화 • 콘텐츠 서비스 기업 중심의 미래 디스플레이 시장/기술 포트폴리오 구성 – 휴먼 인터페이스 기반 기술 접목 – 인체 친화형 디스플레이 비즈니스 모델 구축 및 결합 시도 – 세계적 기업과 협업	• 최신기술 양산대응 경험 부족 • 디스플레이 패널 분야 취약 – 완제품 산업 취약 – 디스플레이 패널 기술력 및 개발인프라 미흡 • 소재 및 디스플레이 관련 기술을 M&A를 통한 확보 및 시장대응 유연생산기술을 기반으로 하는 다품종소량 제품에 대한 생산전략 수립 진행

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	3위	2위	5위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 연구소-대학-기업 간 공동연구 및 포럼 진행 – 디스플레이 관련 워크숍 및 기술 전시 발표회 개최 – 전문가 Think Tank 구성 및 분야별 연구개발 허브 및 네트워크 구축 • 상보적 기술 보유 그룹 간 연계로 미래기술 선도 및 국내 협력 촉진 – 대기업 간 콘소시엄 구성 및 중소기업간 특화분야 지정 – 공급단계별 관련 기업들의 상생 프로그램 구축 • 산업의 취약 분야 대상 정부주도 과제 추진 – 관련 기업의 애로기술에 대한 기술개발 과제 추진 – 인문사회-기술 분야 전문가 융합 유도형 사업 도출 – 중소기업의 대기업 제품 공급을 위한 신뢰성 평가 및 상용화 지원 사업 추진
국제협력 촉진	• 해외 플랜트 사업 추진 – 전략적인 국가협력 체계 및 국가 기업 협력 예산 조성 – 해외 생산통한 산업 유지 및 중국의 과투자-치킨게임 양상 대응 • 분야·기술별 소재 및 원천기술 확보 그룹과의 전략적 기술 협력 촉진 – 미국 S/W 분야의 기술 협력 및 특허 공유 – 미국/독일/일본과의 국제 협력 사업 추진 및 관련 기관에 수행 재원 지원 – 미국, 일본과의 차세대 인체 친화형 디스플레이 원천연구 협력 촉진 • 해외 우수 재료 개발 업체의 국내 진출 유도 • 기술 분야별 맞춤형 해외 네트워킹 프로그램 도출 – 디스플레이 운용 분야: 미국 – 디스플레이 소재/장비 분야: 네덜란드, 독일 • 로봇, 디스플레이, 나노 소재 및 통신 분야 등의 융복합 연구 협력 촉진
인력양성 및 유치	• 짧아지는 기술 수명주기에 따라 기반지식 및 응용기술의 신속한 대응을 위한 인력양성 프로그램 추진 • 정부 주도의 중장기 지원 및 대학/연구기관의 고급 인력 양성 방안 – 장학금 배분 및 정부출연연구소 특화화 – 로봇, 디스플레이, 나노 소재 및 통신 분야 등의 융복합 기술 관련 전문 대학원 설치 및 연구비 지원 – 새로운 영역 창출을 위한 융합형 인재 육성 및 인력양성사업 지원 • 전반적 인구감소로 인한 연구인력 감소 대비책 마련 • 중소기업 재직자, 대학(원) 이수자 등 계층별로 맞춤형 교육이 가능한 인력양성사업 지속 추진
인프라 구축	• 정부 기능을 축소하고 민간 기능 강화 및 활성화하되 예산 확대 • 대기업의 전 세대 인프라를 재사용하는 중소·중견기업 또는 협동조합의 협력체계 구축

	정책제언
	• 인체정합 소재 및 감성감응 입출력 interface 및 고해상도 디스플레이 분야 consortium 조직 구성 및 장기적 정부 과제 추진 필요 • 다양한 사회적, 융복합적 기능의 요구에 대응하기 위한 인프라 고도화 – 다품종 소량 생산 방식에 맞는 새로운 공정 기술 검증 및 양산성 검토 기반 구축 – 소재 및 소자, 공정을 패널 단위에서 종합평가하는 인프라 구축 – 기존 인프라 간의 협력 강화를 위한 가상 인프라 구축 – 디스플레이 연구기관/학교 연합 및 통합 통한 역량 집중 – 새로운 응용분야 창출을 위한 플렉서블 전자소자 프로토타이핑 지원이 가능한 인프라 구축
법·제도 개선	• 기술 보호를 위한 정책 변화 모색 – 중소기업 저작 및 기술권 강화 – 기술개발자 우대 강화 • 국내 디스플레이(기존/차세대) 생산기지 유치를 위한 법제도 방안 마련 – 가상증강현실의 활용영역을 감안한 관련 하드웨어 및 콘텐츠의 현실적 적용을 위한 법제도 개선 – 디스플레이 관련(5G 통신 연계) 표준화 작업 조기 완성 – 감성 소재 등 신규 소재에 대한 디스플레이 적용을 위한 특성/평가항목 등의 조기 설정 • 장비 구매 등 연구비 집행절차 관련 제도 개선 필요 • 환경 친화적 제도 도입
연구비 확대	• 과학기술 관련 예산 대폭 확대 • 핵심 기술 중심으로 집중적인 연구비 확대를 통해 감정 기술 강화와 동시에 약점 기술 보완 – 플렉서블 및 감성소재 분야 개발 – 홀로그램 디스플레이 실현 기술 – Integration 기술 • 타 산업과의 융합·응용 가능 분야 소재/부품의 원천기술부터 응용기술까지의 연속성 있는 개발 정책 기반한 중장기적 연구예산 전략 수립 – 기업 영역 이외의 고위험 고수익성 중장기 연구 활동의 지원 확대 – 변화 소재부품장비의 후방산업과 새로운 응용을 창출할 수 있는 전방산업 위주의 기술 개발 – 소재와 원천기술의 특성 등에 따른 유연성 있는 개발 정책 • 디스플레이 관련 연구비 유지 및 인체 친화형디스플레이 관련 사업 확대
기타 의견	• 융복합 기술 산업의 요구를 중심으로 다감각 디스플레이 기술의 가치창출을 위한 지원 정책 수립 – 관련 수요를 서비스, 문화사회적 측면에서 사전 조사 – 연계제품에 대한 요소 기술을 전문가 중심의 가치사슬 정립 – 효과적인 원천기술과 응용기술 도출 및 융합적 요소 명확화 • 중점 추진 기술 분야 ※ 시각인지에서 인체오감각인지 확대 디스플레이 기술 ※ 가상증강현실을 포함하는 초실감 디스플레이 ※ 시공간 표현이 가능한 입체 디스플레이 ※ 센서내장형 디스플레이 • 관련 연구 분야 정부 차원의 강제적 시기적 통폐합해서 운영

다 주요 분석 결과 요약

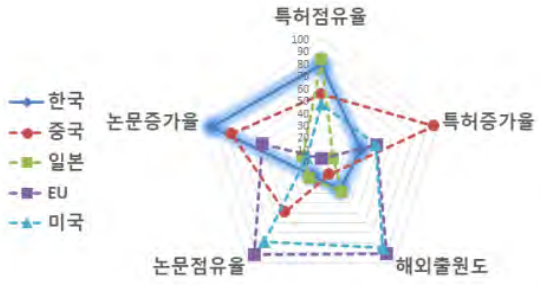
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	인체친화형 디스플레이기술	7,053	5,978	30.6%	70.9%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

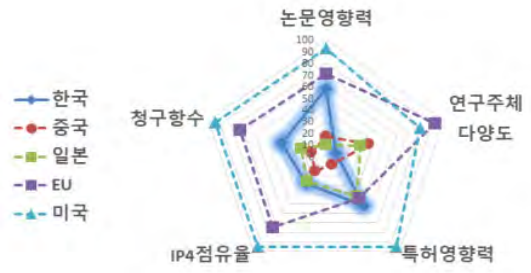
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	일본	미국	미국
	38.5%	27.7%	13.2	15.9
한국	5위	2위	3위	2위
	4.6%	26.5%	9.6	8.6
5개국 평균[2]	-	-	10.1	12.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

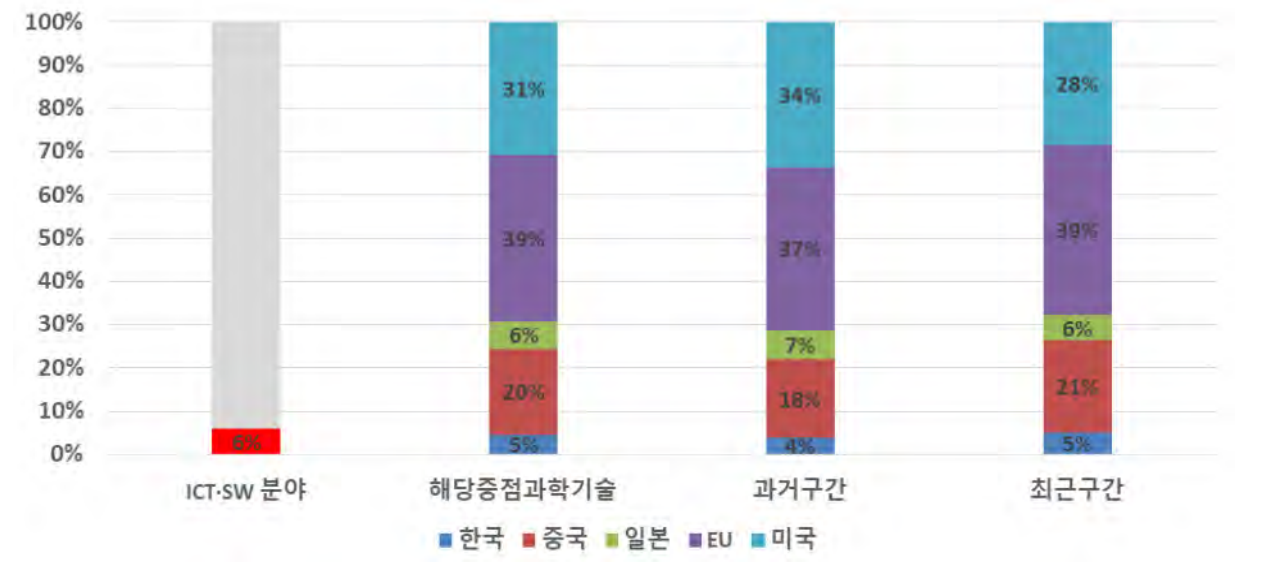
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(9.6)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(38.5%), 미국(30.7%), 중국(19.8%), 일본(6.4%), 한국(4.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(71.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(13.2), EU(10.6), 한국(9.6), 중국(6.2), 일본(5.2) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(26.5%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(8.6)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 일본(27.7%), 한국(26.5%), 중국(21.1%), 미국(19.5%), EU(5.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(326.8%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(15.9), 한국(8.6), EU(7.7), 일본(7.5), 중국(2.2) 순이며, IP4 점유율은 미국(28.2%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.1)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.6%	19.8%	6.4%	38.5%	30.7%
	논문 증가율	71.4%	53.7%	13.2%	37.0%	9.9%
	논문 영향력	9.6	6.2	5.2	10.6	13.2
	연구주체 다양도	0.86	0.92	0.89	0.97	0.93
특허 분석	특허 점유율	26.5%	21.1%	27.7%	5.2%	19.5%
	특허 증가율	73.9%	326.8%	-19.5%	114.3%	113.1%
	해외출원도	1.3	0.5	1.4	4.0	3.6
	특허 영향력	8.6	2.2	7.5	7.7	15.9
	IP4점유율	7.3%	3.0%	6.7%	18.8%	28.2%
	청구항수	5.6	3.2	4.2	8.3	11.1

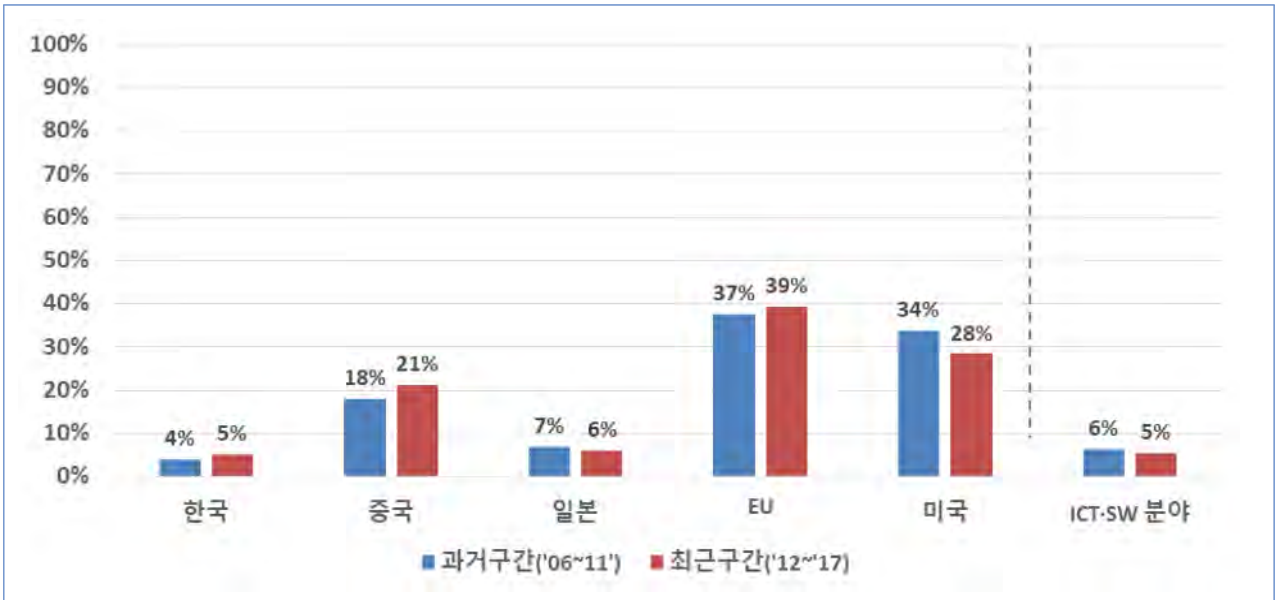
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



- 인체친화형 디스플레이기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2716건으로 전체 논문의 39%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 인체친화형 디스플레이기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)



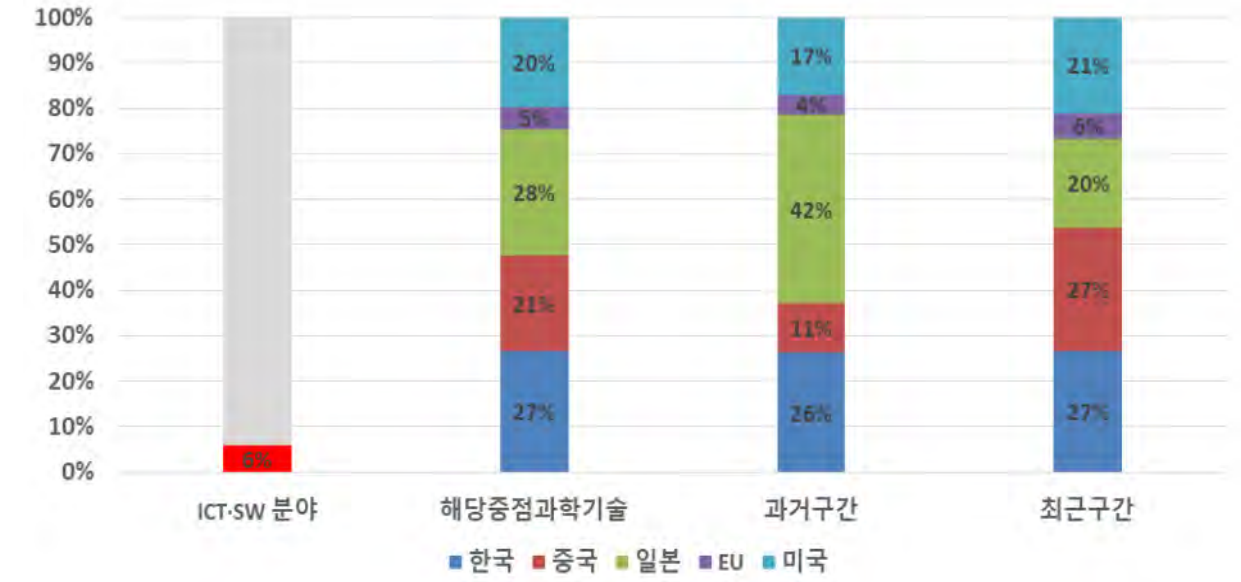
- 인체친화형 디스플레이기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 71.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	119	204	323	71.4%
중국	551	847	1,398	53.7%
일본	212	240	452	13.2%
EU	1,146	1,570	2,716	37.0%
미국	1,031	1,133	2,164	9.9%
전체	3,059	3,994	7,053	30.6%

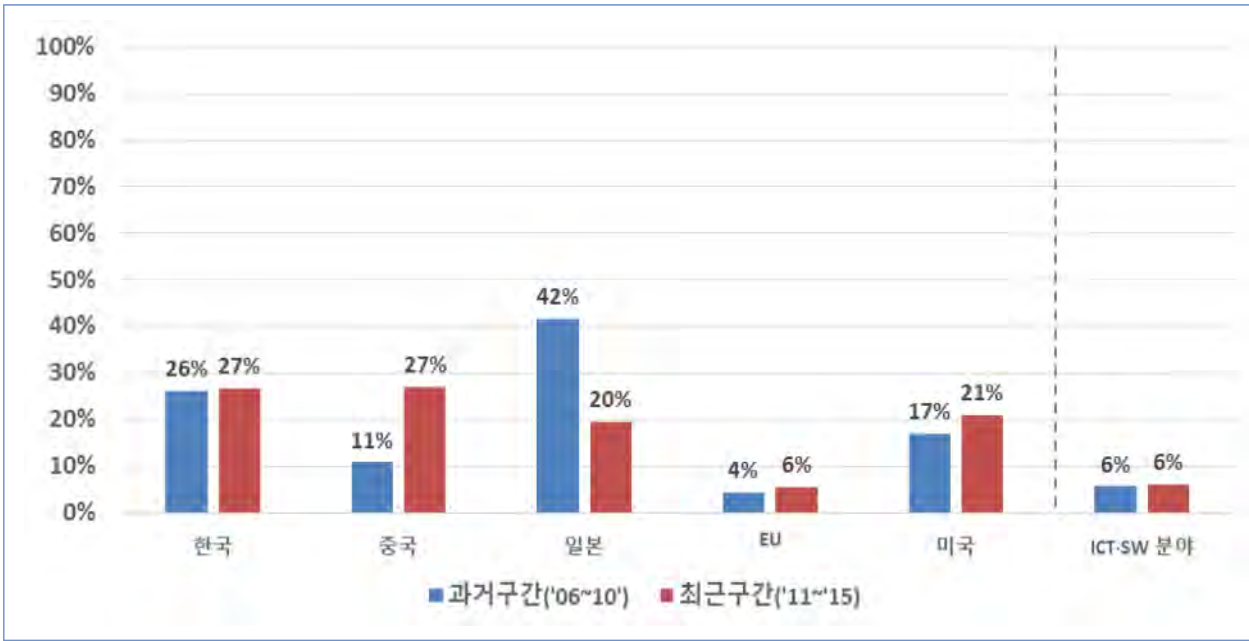
4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(4) 특허 점유율(전체)



● 인체친화형 디스플레이기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 일본이 1657건으로 전체 특허의 28%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 중국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 인체친화형 디스플레이기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

(5) 특허 점유율(국가별)

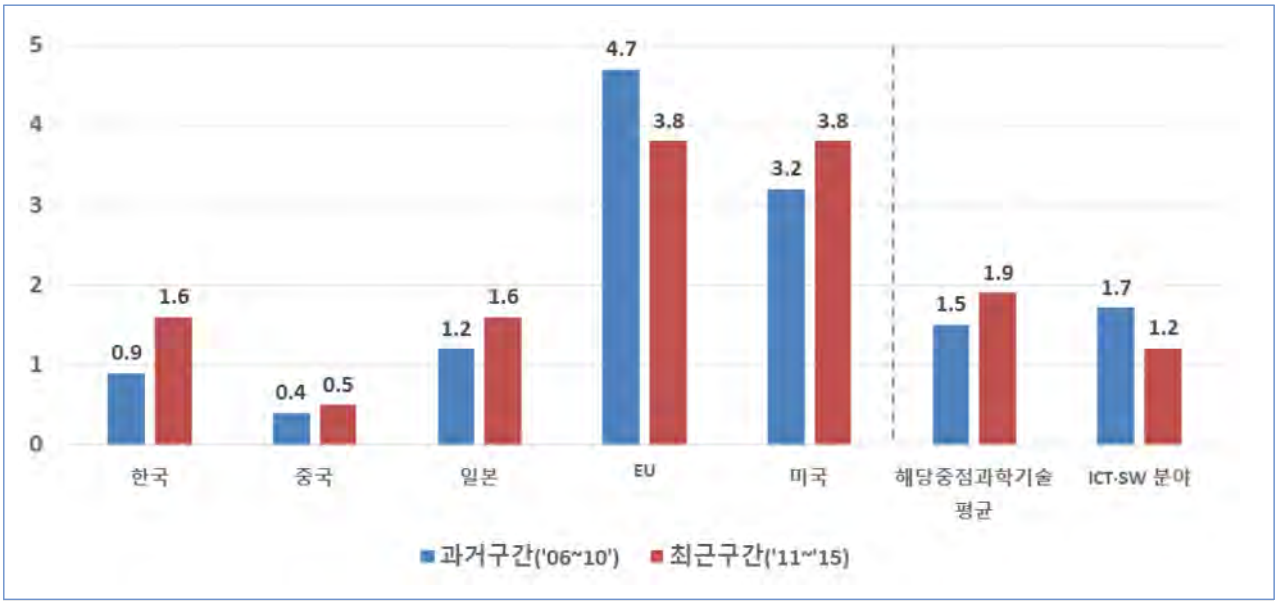


● 인체친화형 디스플레이기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 73.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	579	1,007	1,586	73.9%
중국	239	1,020	1,259	326.8%
일본	918	739	1,657	-19.5%
EU	98	210	308	114.3%
미국	373	795	1,168	113.1%
전체	2,207	3,771	5,978	70.9%

(7) 특허 해외출원도[6]

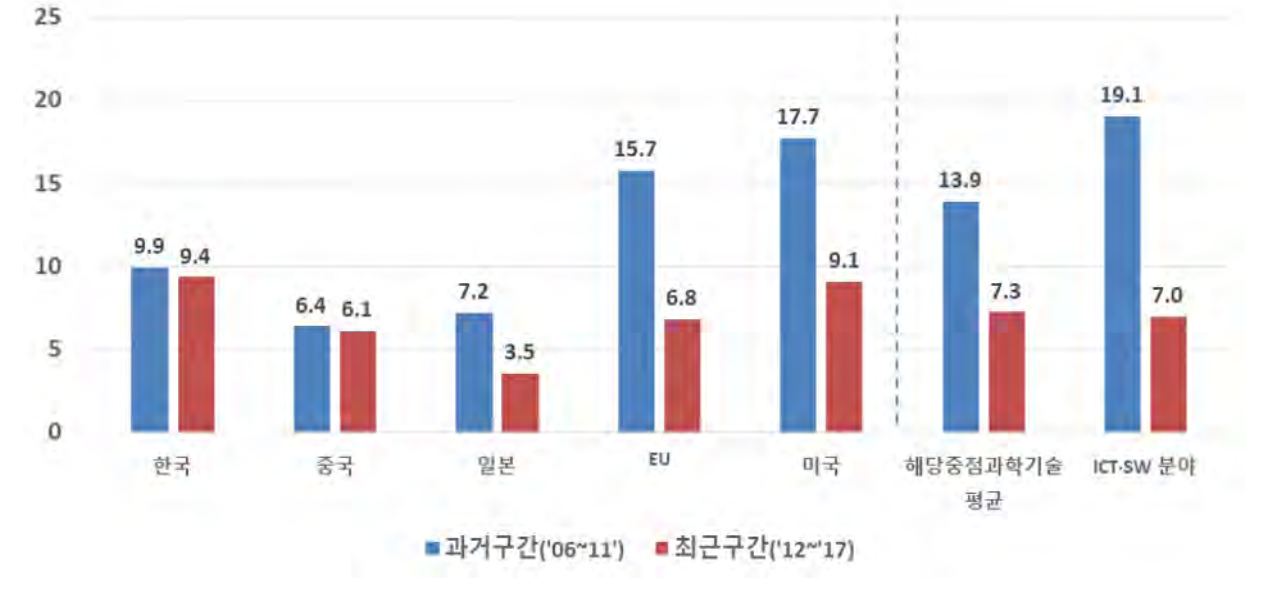


● 인체친화형 디스플레이기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

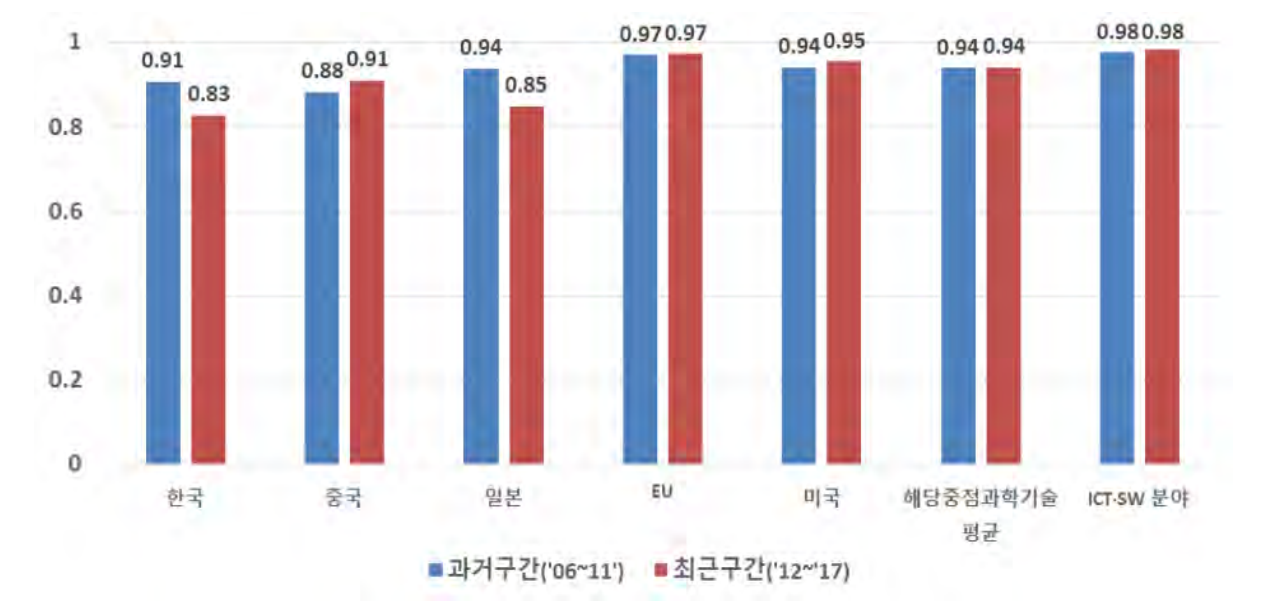
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



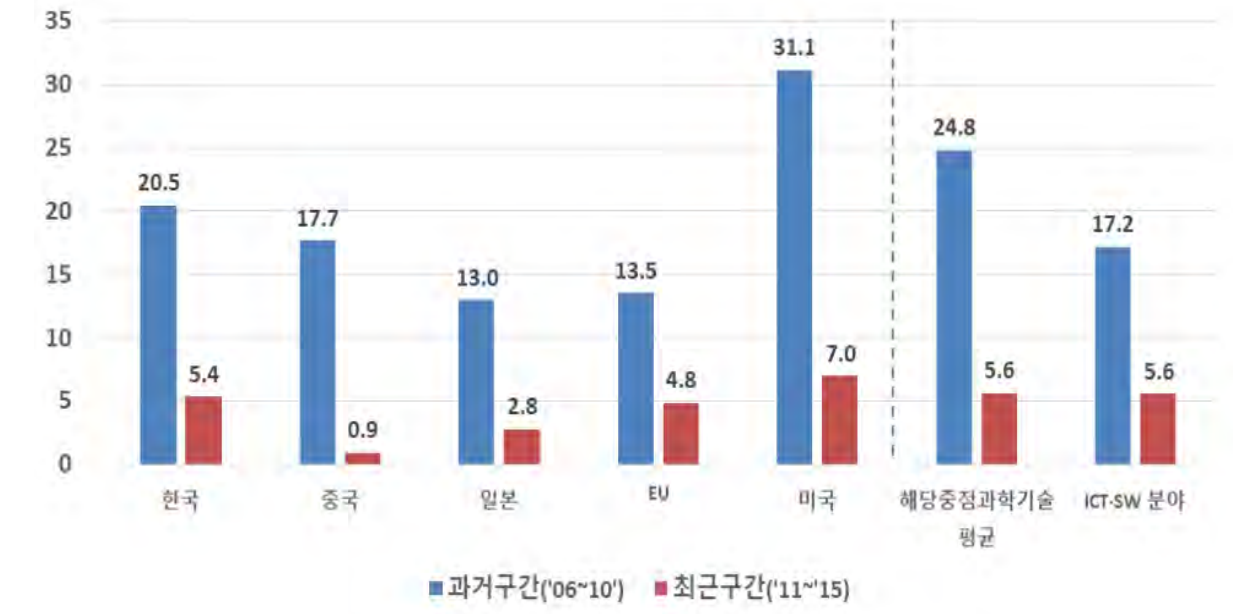
● 인체친화형 디스플레이기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



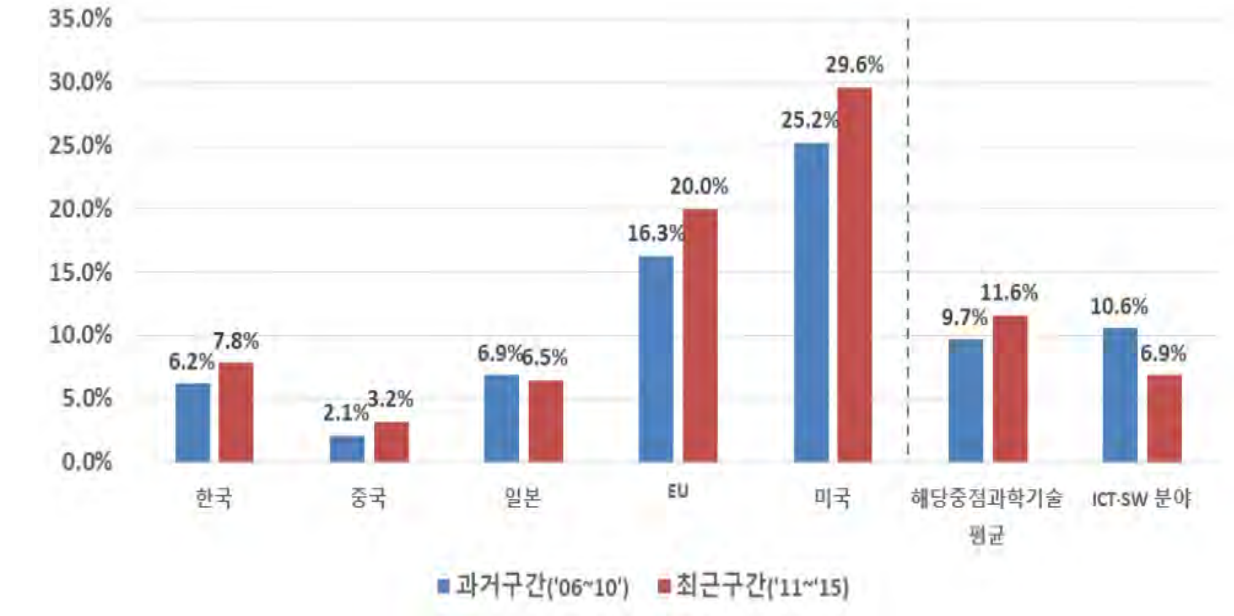
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



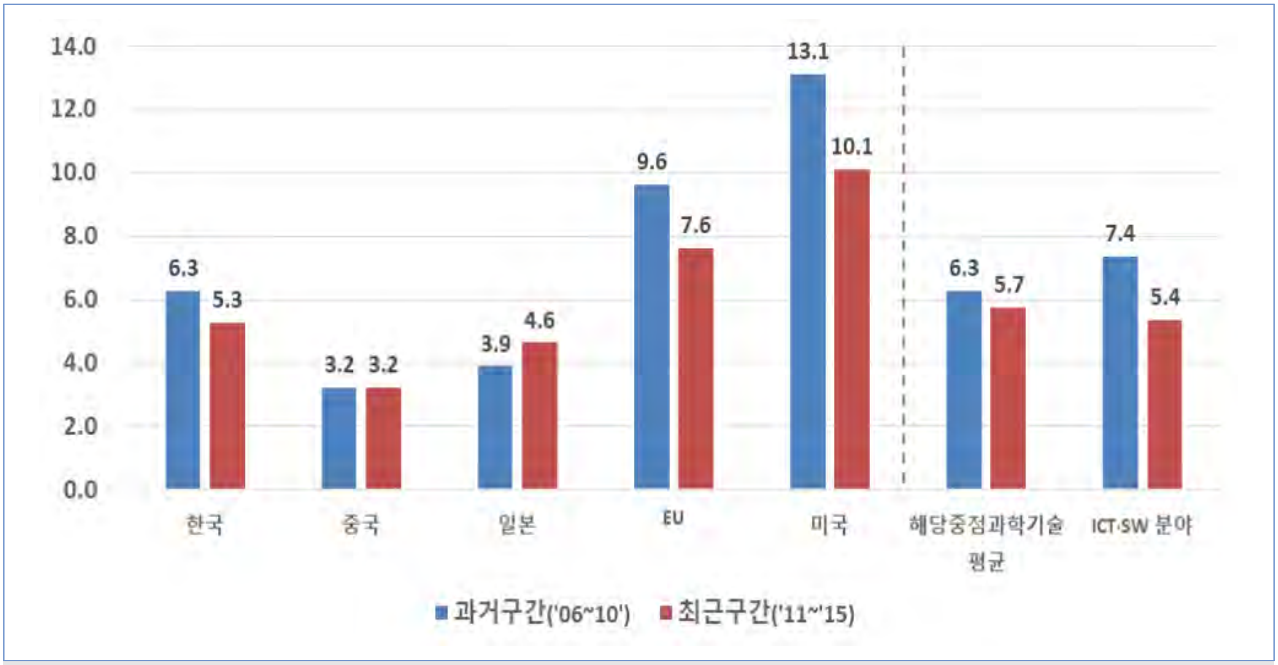
● 인체친화형 디스플레이기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 인체친화형 디스플레이기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 인체친화형 디스플레이기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

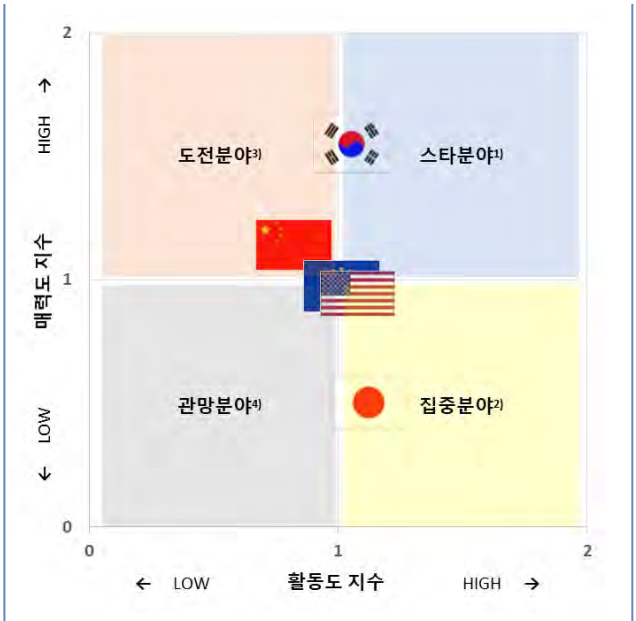
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 인체친화형 디스플레이기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 질적 연구 성과 또한 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

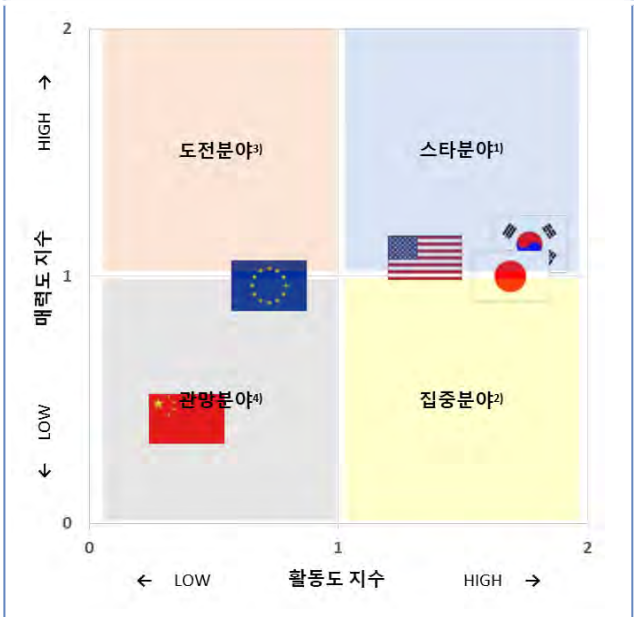


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

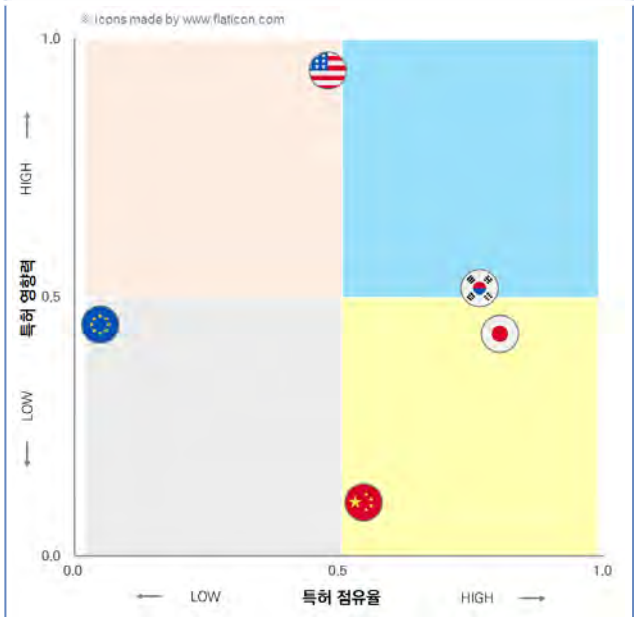
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 인체친화형 디스플레이기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 특허의 질적 성과 또한 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.65%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 6.19%(글로벌 점유율은 0.28%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.13%	0.65%	-16.00%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	2.08%	0.64%	-12.50%
3	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	2.86%	0.57%	-51.85%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	미국	1.43%	0.44%	38.46%
5	UNIVERSITY OF TOKYO	일본	6.42%	0.41%	23.08%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	6.19%	0.28%	300.00%
2	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	4.95%	0.23%	120.00%
3	KOREA UNIVERSITY	4.33%	0.20%	33.33%
4	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	3.41%	0.16%	75.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	3.10%	0.14%	50.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.86%	0.57%	-51.85%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.72%	0.34%	-50.00%
3	DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.43%	0.28%	133.33%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	1.29%	0.26%	100.00%
5	NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY	1.29%	0.26%	100.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	6.42%	0.41%	23.08%
2	OSAKA UNIVERSITY	3.54%	0.23%	0.00%
3	UNIVERSITY OF ELECTRO-COMMUNICATIONS	2.88%	0.18%	233.33%
4	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.65%	0.17%	400.00%
5	UNIVERSITY OF TSUKUBA	2.43%	0.16%	350.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.74%	0.28%	85.71%
2	GHENT UNIVERSITY	0.59%	0.23%	-40.00%
3	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.55%	0.21%	14.29%
4	UNIVERSITY OF BOLOGNA	0.55%	0.21%	100.00%
5	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.44%	0.17%	100.00%

6 미국

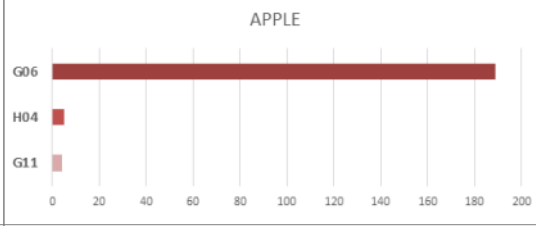
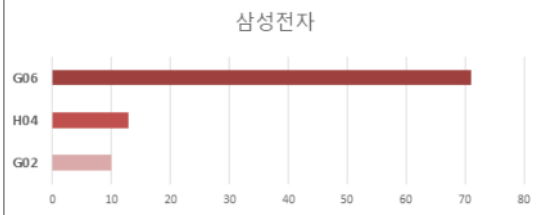
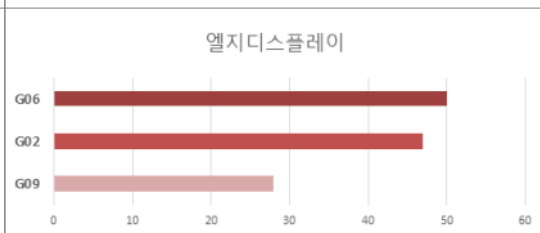
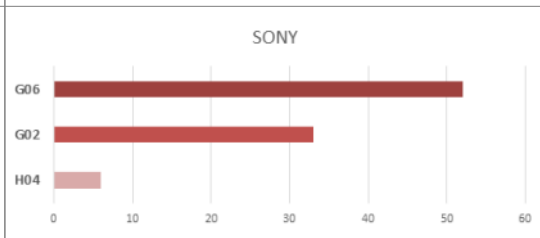
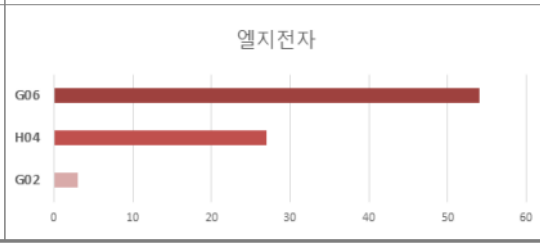
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.13%	0.65%	-16.00%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.08%	0.64%	-12.50%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.43%	0.44%	38.46%
4	NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	1.29%	0.40%	0.00%
5	STANFORD UNIVERSITY	1.25%	0.38%	-7.14%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'APPLE(3.41%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 10.66%(글로벌 점유율은 2.83%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'APPLE'과 '삼성전자'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

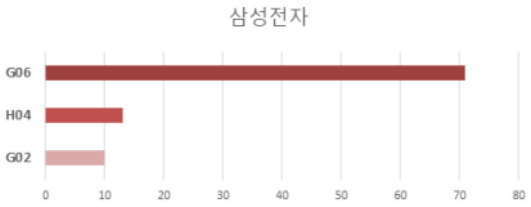
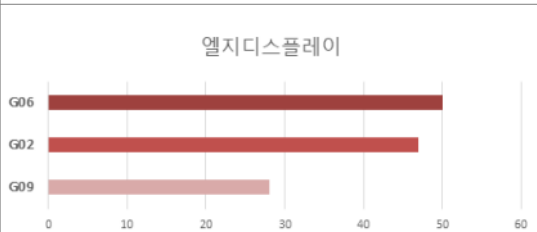
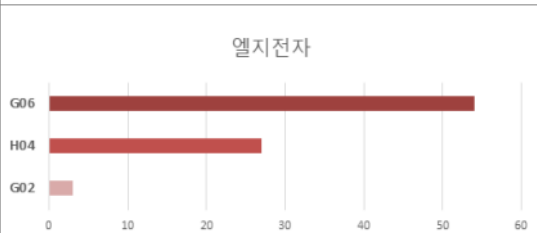
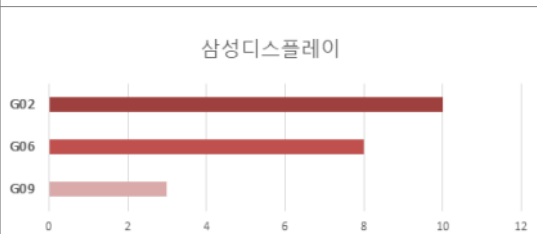
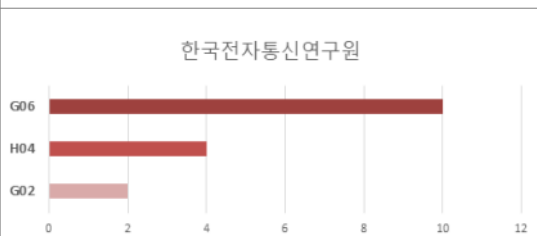
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	APPLE	미국	17.47%	3.41%	95.65%
2	삼성전자	한국	10.66%	2.83%	118.87%
3	엘지디스플레이	한국	8.83%	2.34%	69.23%
4	SONY	일본	7.06%	1.96%	1.72%
5	엘지전자	한국	5.42%	1.44%	209.52%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G02	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		H04	전기통신기술
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G02	광학

2 한국

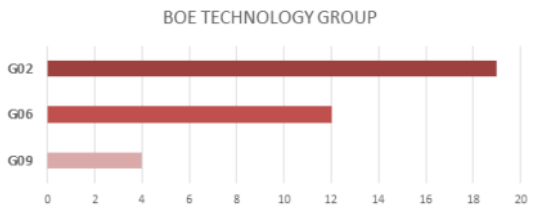
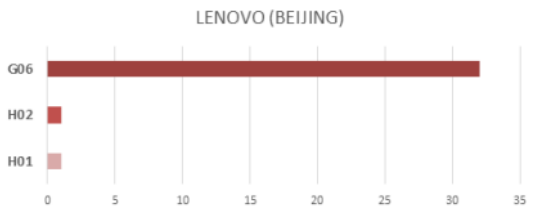
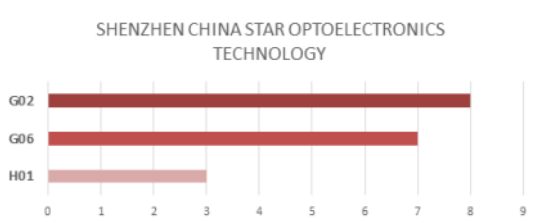
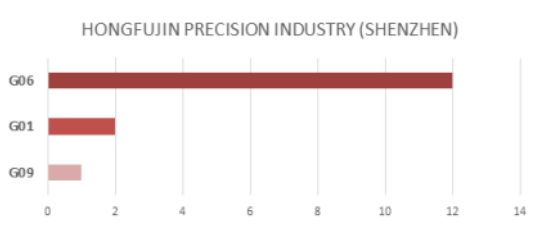
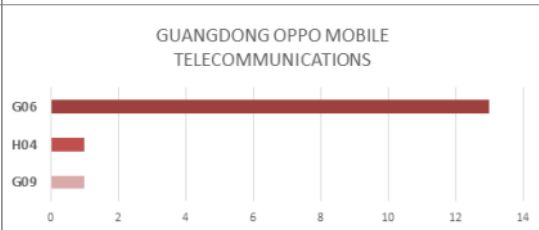
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	10.66%	2.83%	118.87%
2	엘지디스플레이	8.83%	2.34%	69.23%
3	엘지전자	5.42%	1.44%	209.52%
4	삼성디스플레이	1.95%	0.52%	38.46%
5	한국전자통신연구원	1.01%	0.27%	66.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G02	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G02	광학
4		G02	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G02	광학

3 중국

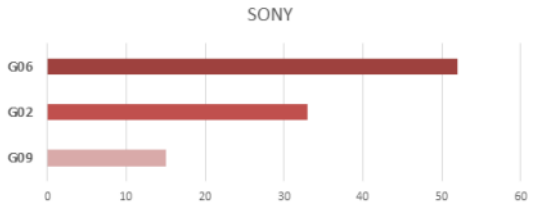
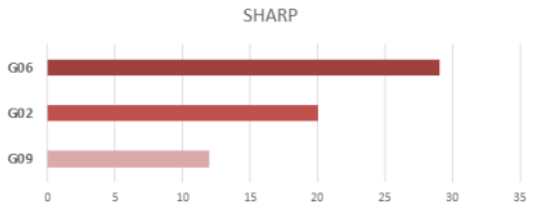
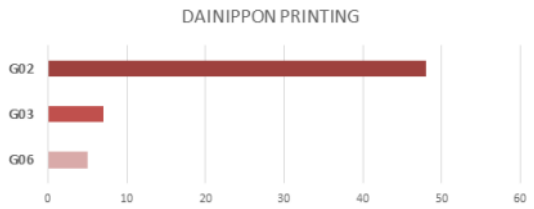
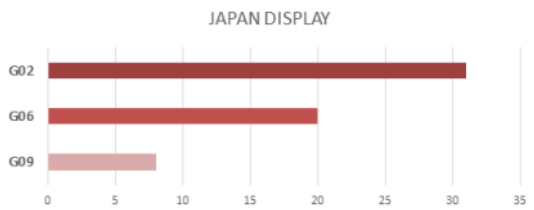
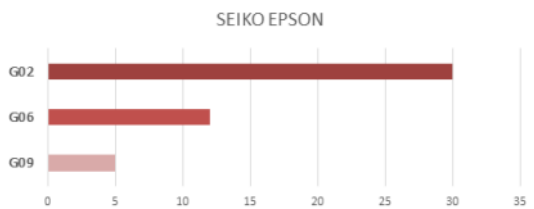
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BOE TECHNOLOGY GROUP	3.34%	0.70%	4000.00%
2	LENOVO (BEIJING)	2.70%	0.57%	650.00%
3	SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY	1.51%	0.32%	1800.00%
4	HONGFUJIN PRECISION INDUSTRY (SHENZHEN)	1.35%	0.28%	-45.45%
5	GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS	1.27%	0.27%	1500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G02	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		H01	기본적 전기소자
3		G02	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인

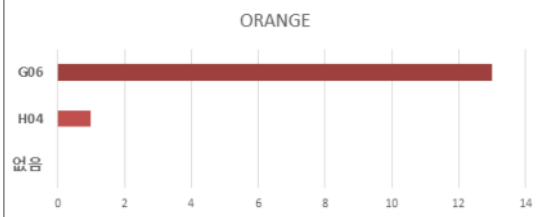
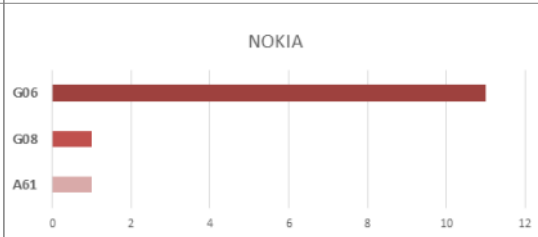
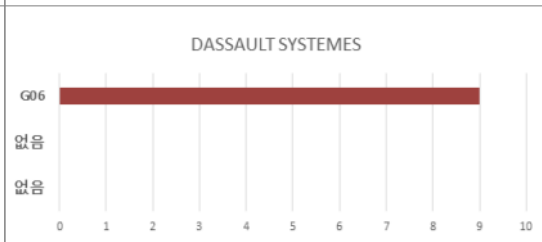
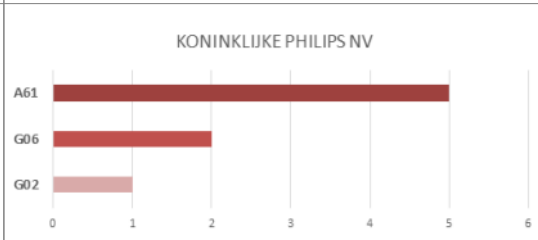
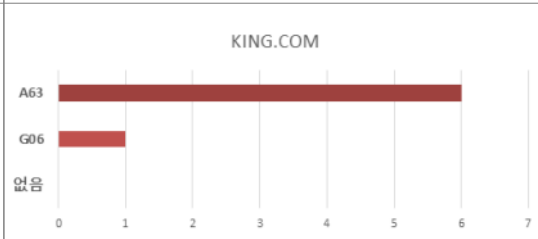
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	7.06%	1.96%	1.72%
2	SHARP	4.47%	1.24%	-39.13%
3	DAINIPPON PRINTING	4.04%	1.12%	135.00%
4	JAPAN DISPLAY	3.86%	1.07%	-40.00%
5	SEIKO EPSON	3.26%	0.90%	-54.05%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
3		G02	광학
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G02	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
5		G02	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인

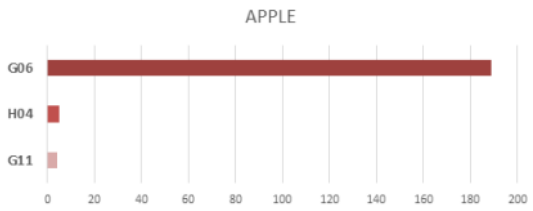
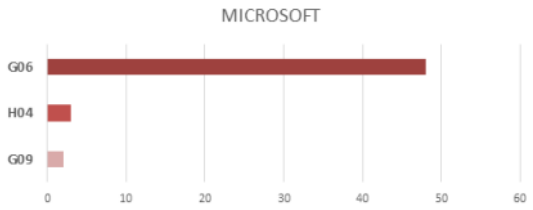
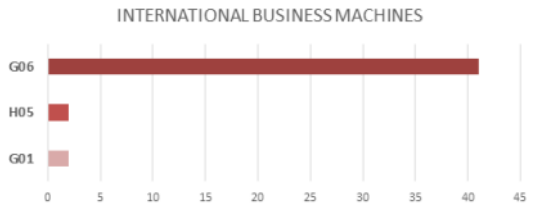
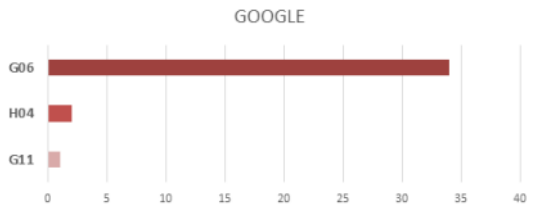
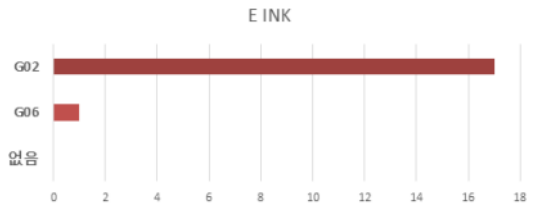
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ORANGE	4.55%	0.23%	1300.00%
2	NOKIA	4.22%	0.22%	-37.50%
3	DASSAULT SYSTEMES	2.92%	0.15%	800.00%
4	KONINKLIJKE PHILIPS NV	2.60%	0.13%	200.00%
5	KING.COM	2.27%	0.12%	600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
5		A63	스포츠; 게임; 오락
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	APPLE	17.47%	3.41%	95.65%
2	MICROSOFT	4.54%	0.89%	12.00%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	4.20%	0.82%	72.22%
4	GOOGLE	3.51%	0.69%	1850.00%
5	E INK	1.54%	0.30%	-20.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
5		G02	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

107 대면적·초고속·초, 정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술



107 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 유연 및 신축성 필름을 기판으로 사용하는 제조 공정 중 대면적·초고속 생산 공정 기술로, 초정밀 디스플레이의 적용이 가능한 기술
- ☑ 유연필름을 기판으로 사용하는 제조공정 중 롤(Roll)에 감아서 되풀면서 진행하는 생산 공정 기술
- ☑ 디스플레이 제조 공정 중 진공에서 진행되는 공정을 상압에서 처리하는 공정 기술로, 장비의 가격, 생산성 등을 높일 수 있는 기술
- ☑ 포토리소그래피와 FMM(Fine Metal Mask) 공정의 문제를 해결할 수 있는 초정밀 패턴 공정 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

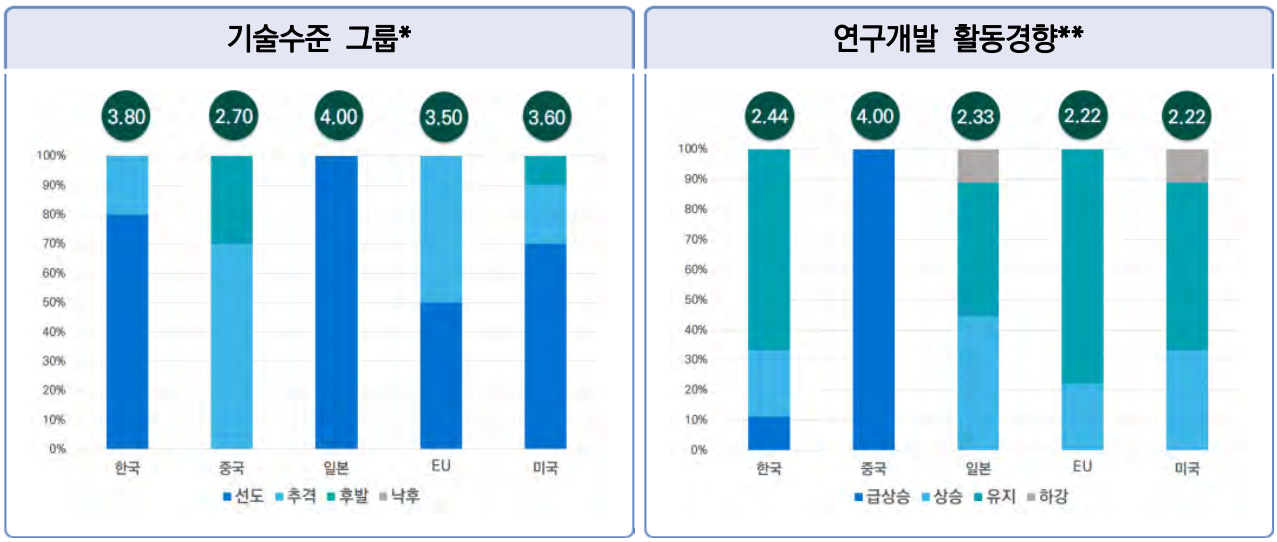
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	97.5	0.8	선도	보통	우수	유지
중국	80.0	2.8	추격	보통	우수	급상승
일본	100.0	0.0	최고	탁월	우수	유지
EU	87.5	1.5	선도	우수	우수	유지
미국	90.0	1.0	선도	우수	보통	유지

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	90.0	1.0	97.5	90.0	100.0	6.4	0.8	0.0	1.0	0.7
중국	80.0	3.0	80.0	75.0	80.0	3.5	2.8	2.0	3.0	0.8
일본	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.3
EU	90.0	1.5	87.5	80.0	90.0	6.4	1.5	1.0	1.5	1.0
미국	90.0	0.5	90.0	80.0	94.0	9.1	1.0	0.5	2.0	0.9

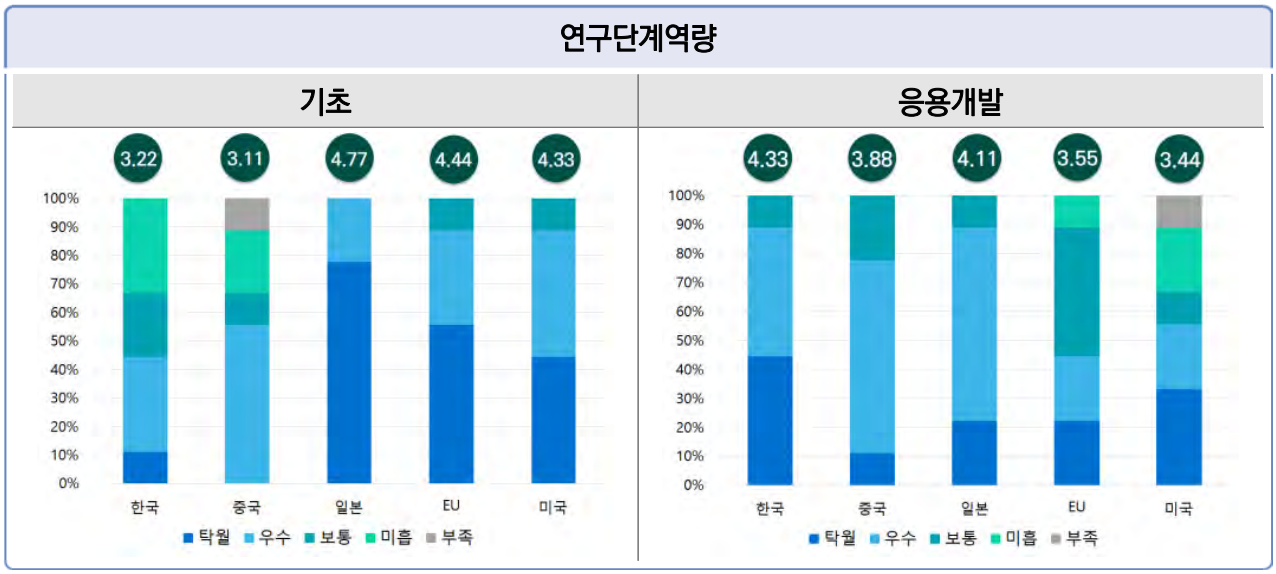
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (97.5%)	• 소재 및 소재 이용 공정 기술에 기반한 기술 개발 능력의 보유와 지속적인 투자를 진행 • 공개되지 않은 노하우성 공정기술이 최고 수준. 특히 고휘도화소 및 공정기술, 광색재현 기술, 상압공정기술 등에서 우위를 차지 • 일본에 추격할 만한 성과를 보이고 있으며 지속적 투자를 진행하면 일본과 대등한 위치를 확보 가능 • 민간 기업을 통한 고해상도 디스플레이 구현 연구가 활발하게 진행. 생산량, 판매량, 매출액에서 우위를 차지하고 있음. 여전히 소재 원천 특허는 보완되어야 함 • 디스플레이 최고 공정 기술 바탕으로 한 양산화 시장 점유율 우수
중국 (80.0%)	• 다량의 장비를 외국으로부터 도입하고 기술 개발을 위한 투자가 지속적으로 증가 • 미국, 일본, 유럽의 장비와 소재로 양산화 추진하며, 이들의 기술 혁신 각축장 역할 수행으로 한국과 경쟁 • 기술수준과 격차를 논하기 어려움. 미국계 기업들은 새로운 분야 창출 (Volumetric display, MicroLED display) 등에서 세계 최고 수준의 기술력을 가지고 있으나, 주 경쟁분야에서의 경쟁에서는 멀어져 있음 • 디스플레이(특히 LCD) 관련 공정 및 생산 기술 확보, OLED 분야를 집중 투자하여 추격 중 • 과감한 설비투자를 하고 있으나 생산기술의 축적이 아직 부족. LCD 생산 분야은 세계를 선도. 원천기술 확보를 위한 정부투자 급증 • 최근 중국 디스플레이 업체의 성장과 다수의 특허 보유를 통해 선도 그룹들을 추격. 하지만 미래 신기술 개발 및 디스플레이 소재에 대한 연구력이 아직은 선도하는 국가에 비해 부족 • 10.5세대 투자 등으로 LCD 대형화 및 시장 점유율 상승 중. 소재 및 장비 원천 기술은 미비
일본 (100%)	• 핵심기술 개발에 대한 투자가 크며 핵심기술 이외에 기술에 대한 외국에 아웃소싱 등 중요 핵심 기술 개발에 집중 • 일본은 소재기술과 장비기술에서 최고 수준을 유지. OLED 소재와 LCD 장비 핵심 기술 및 roll to roll 기술도 우수 • 소재, 공정, 장비에 대한 지속적인 투자를 진행 중이며 특히 본 기술 초기에 다양한 원천기술 보유 • 민간 기업의 적극적인 투자와 연구 개발 활동이 활발
EU (87.5%)	• 정책 과제 및 대기업 요구에 맞추어 기술개발이 빠르게 진행 중 • 신기술을 구현하는 경쟁력 있는 소재를 개발하여 초기 시장에 채택됨 • 장비와 소재분야에서는 강점이나 공정분야에서는 상대적으로 열위 • EU는 디스플레이 생산 산업의 부재로 주로 디스플레이 소재나 장비기술을 아시아 기업에 수출. 머크 등 일부 회사가 특정 분야 (smart window 등)에서 선도적 역할 수행 (최근 머크에서 smart window 생산 회사를 설립) • 대면적 플렉서블 디스플레이 구현을 위한 원천 기술 개발 연구가 활발하게 진행 중이나 사업화하고 있는 민간 기업의 부재 • LCD 액정 및 기타 디스플레이 원천기술 보유 • 생산시설은 없지만 소재부문 계속적 핵심 기술 개발

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (90.0%)	• 소자 및 회로 관련 원천기술 보유 및 관련 IP 기술 보유 최고국 판단 • 반도체 회로 설계 분야 최고 권위 학회 (ISSCC) 논문 발표 수 추이 및 특허출원 동향 등을 분석하였을 때 미국이 계속해서 최고기술보유국 • 최고 수준의 성능지표를 보여주는 논문이 항상 발표되고 있고, 핵심 연구자의 수준이 독보적임 • IoT 센서, ADAS 등의 시스템 반도체 수요가 증대됨에 따라 팹리스 창업이 활발 • 미국의 주요 대학은 시스템 반도체 전문 인력을 교수로 초빙하고, 학교 내 연구 센터를 구축하는 등, 핵심 인력 및 개발 인프라를 확보하여 선행 기술 개발을 주도 • 논문 및 특허를 최고기술보유국이 선도하고 논문 피인용수 및 특허 피인용수 최대 시스템 반도체 SoC 설계 분야에서 Intel, Qualcomm, Broadcomm 등의 미국 대기업이 기술선도하고 전세계 60% 이상의 시장 선점 • Sub-10나노 초미세 소자 및 회로 기술은 한국이 우위에 있음 • 실리콘밸리 및 샌디에고, 텍사스오스틴을 중심으로 한 최신 기술 보유. 명실상부한 최고의 기술을 리딩하고 있으며, System적인 측면에서의 강점을 보유

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 디스플레이 생산 기술, 연구인력, 후방산업 인프라 우수 – 삼성, LG 등 선도기업의 활발한 공동연구를 통한 유연 디스플레이 제작 기술, 고해상도 디스플레이 및 베젤리스 디스플레이 기술의 상용화 추진 – 대면적 디스플레이 공정 인프라 구축 우수 – 일부 공정분야의 기술 및 노하우 우위 – 기초기술, 신기술 도입으로 사업화 위주 추진 인력 우수 • 정부의 기술 개발 지원 대기업 요구에 맞는 기술 개발의 진행 • 제한된 정부R&D 지원에도 불구하고 대학은 연구재단의 도움으로 선행적인 연구를 지속적으로 수행하고 있음	• 대기업 위주의 연구개발 활동에 치중하여, 중소중견기업의 연구개발 역량 부족 • 상대적 기초연구 미흡 – 디스플레이 소재 원천기술 확보 부족 – 대학·출연연의 신기술 창출 역할 미흡 • 기술 인력의 유출 및 정부와 민간의 투자지원 부족으로 인한 인력 양성 한계 • 인쇄 공정 기술을 이용한 대면적 디스플레이 제작 관련 연구 활동 감소 • LCD 분야 기술 경쟁력 급속히 하락 • 장비와 소재분야 기술 상대적으로 열위
중국	• 정부의 집중적인 장비/시설 인프라 투자 – 다양한 방면에 대한 대량의 기술 적용 및 특성 평가 진행 등 – 해외기술자 영입을 위한 국가적 지원 – 공정, 장비, 소재분야 전 분야에 대한 국가적 관심 및 지원 – 국가지원을 통한 생산력 향상	• 핵심/고급 기술 인력 부족 • 미흡한 기초연구로 인한 원천기술 및 핵심 특허 부족 – 차세대 기술의 발전 속도 미흡 – 기능성 소재 관련 원천기술 연구결과 미비 – 연속 공정을 이용한 단위 소자 및 간단한 로직 정도의 연구결과가 다수

국가	강점분야	기타
	• 핵심기술을 갖고 있는 외국 기업을 M&A하여 단기간에 기술 획득을 위한 전략 수행 • 저비용의 생산 인력 및 큰 내수 시장만으로 세계 선도가 가능 • 디스플레이 소재 및 소자에 대한 논문 및 특허 보고가 가장 활발하게 진행되고 있으며, 다양한 장비 및 소재를 이용한 연구결과가 보고되고 있음 - 공정 연구 및 응용연구가 활발함 - 신기술 도입으로 사업화 추진 인력 우수, 인프라 우수	• 생산기술의 축적이 아직 이루어지지 않아 생산성은 낮으나 지속적인 투자로 빠른 속도로 선진국 추격 중
일본	• 기초 소재 기반의 공정 장비기술 능력 보유 • 공정 장비, 소재 분야 기술력 우수 - 롤투롤 기반 연속 공정 장비 기술 탁월 • 다수 원천기술 확보 - OLED 발광소재 및 기판, 봉지 등 다양한 소재의 원천기술력 우수 - 인쇄 공정에 적합한 재료 관련 원천기술 꾸준히 확보 중 • 연구인력 및 기술개발 인프라 및 환경 우수 - 소재·장비 후방산업의 기술 및 인력 우수 - 기초 연구 및 공정 인프라 우수 - 기존 장비의 성능 향상을 통한 빠른 기술 개발 진행	• 생산 기술 및 제조업체 경쟁력 부족 • 디스플레이 리딩 기업의 약화 • 최근 대면적 유연 디스플레이 구현에 대한 연구 결과 보고 감소 • 소자 및 응용연구 미흡 - 디스플레이 생산 시설의 축소로 전반적인 기술 개발력이 정체 - 핵심 기술들의 해외 (대만, 중국) 이전이 많이 이루어짐
EU	• 디스플레이 장비 및 인력 우수 • 기술 인력 기초 연구와 응용연구의 상호 보완에 의한 큰 기술 개발 능력 - 활발한 기초연구 - 기초기술 기반 응용 연구 활발 인력 및 기술개발 인프라, 환경 우수 • EU레벨에서의 연구협력 프로그램 진행 • 장비 및 일부 소재 분야 선도 - 소재 관련 기술력 막강(발광소재, 기판소재) - 한중일에 자회사 설립하여 영향력 유지 • 유연기판에 적합한 디스플레이 원천 공정 기술을 확보하고 있음. 연속공정을 이용한 이차원 반도체 소자에 대한 보고가 활발히 진행되고 있어, 향후 관련 분야 선도 예상	• 생산 기술 및 양산기술 부족 • 디스플레이 기업의 경쟁력 취약 - 생산 산업이 부재하여 주로 소재와 장비를 공급하는 역할과 디스플레이 장치를 소비하는 역할 수행 • 공정분야 열위 - 응용연구 및 공정 인프라 구축이 미흡 • 화학소재 중심에서 소자구조 전환이 요구됨 • 고해상도, 고 기능성 디스플레이에 대한 원천 기술에 대한 보고 미흡
미국	• 고급 기술 인력 및 공정·장비 관련 기초 인프라 등 연구 환경 우수 • 기초연구와 응용개발연구 우수 • 핵심 소재분야, 핵심 공정장비 분야의 기업 강세 유지	• 생산 기술 및 양산기술 부족 - 대형 디스플레이 양산 기술에 대한 연구활동 부족 • 디스플레이 기업의 경쟁력 취약 - 산업화 미흡

국가	강점분야	기타
	• 소자, 센서 등 원천기술 확보 • 특정 분야에서 새로운 기술 창출 및 선도 – Volumetric display, MicroLED display 등 – 롤투롤 기반 인쇄공정 기술에 대한 원천 기술 확보 및 이를 이용한 다양한 응용기술 개발 – 유연 기판에 적합한 차세대 디스플레이 공정 기술 개발활동 활성화 – 양자점 발광소재 관련 원천 기술 확보	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	2위	5위	3위	4위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 상호 보완성 기술에 대한 기술료 및 기술 비용 보장과 전략적 협력 추진 – R&D 예산 활성화를 통한 전, 후방 산업과의 연결 및 협력관계 구축 • 미래 기술경쟁력 유지를 위해 기업 간의 전략적 협력 및 시너지 향상 유도 – 정부 지원금과 각 기업의 분담금으로 구성된 재원을 지닌 컨소시움 구성(예: 벨기에 IMEC) – 주요 기업(삼성, LG)의 공동 개발 등 공유 협력사 확대 • 중장기 연구개발 사업을 통한 산학연간의 협업 및 협력 방안 추진 – "기초원천– 학교, 응용기술 개발 – 연구소, 사업화 단계 – 산업계"의 축 확보 – 산업계의 상용화 능력과 학교·연구소의 공정 및 소재 원천 기술의 융합 유도 정책 지원 – 학교·연구소의 기업 요구 대응 가능한 연구센터 확보
국제협력 촉진	• 과감한 기술 도입과 국산화를 위한 기술 인력 양성 지원을 연계하여 진행 • 국내 취약 기술 분야에 대한 국제 협력 및 공동개발 활성화 – 사업화 단계에서의 기술가치 향상 위한 협력 방안 – 해외 우수 연구기관과의 교류를 통한 공동 논문 및 특허 확보 – 인력 교류 지원을 통한 소재 및 대면적 장비 원천기술 협력 – 대학·연구소 차원의 국제협력을 통한 장기적 교류 • 인도 시장 공략: 국내 기술과 자본, 인도의 시장, 인력 및 자본이 결합한 비즈니스 모델 활성화
인력양성 및 유치	• 산학연 R&D 예산 확보를 통한 인력양성 및 차세대 기술개발 선도 – 공통 인프라 중심의 협력 과제 수립 및 이를 통한 인력 전문성 향상 • 정부출연연구소 및 전문 연구기관 연계형 인력양성 프로그램 지원 • 장기적 인력양성 지원 추진 및 지원 예산 증액 – 중소기업 직원의 재교육 지원제도 마련

	정책제언
	- 소재 부품 원천 기술 확보를 위한 인력 양성 정책 필요 • 인력유출을 관리하기 위한 방안 마련
인프라 구축	• 실제적인 연계, 활용 중심의 지원과 기술 수준 향상이 요구됨 • 대학에서 연구한 아이디어를 구현해 볼만한 시설 부재 • 차세대 디스플레이 분야는 거대한 하드웨어 투자가 필요하니, 연구기관을 중심으로 공통 인프라 구축 필요 • 개발된 소재, 소자 기술의 신속평가와 피드백을 위한 인프라 구축이 필수적 • 빠른 양산 및 사업화을 위한 인프라 구축 가속화 필요 • 기 구축된 대학, 연구소 등의 인프라 시설에 대한 지원이 필요함. 노후화된 장비의 교체, 신공정장비의 도입을 통한 차세대 선도 기술에 대한 연구개발 지원 필요 • 대면적 디스플레이 공정 및 장비 기술에 대해, 학·연에서는 인프라 및 연구 시설 부재로 인해 상용화를 위한 연구 개발이 어려운 문제가 있음. 이를 위해 원천 기술 개발을 위한 학·연 공동 연구시설(대형 롤투롤 및 인쇄 공정 장비 등) 지원 요망 • 디스플레이 기기 표준화 및 호환성 증대
법·제도 개선	• 대기업 위주에서 중소기업 위주의 산업 변화에 기반한 법·제도 구성 - 디스플레이 관련 창업 과제를 만들되, 전주기적 관리체계 필요 - 아이디어 평가를 통한 과제 선정, 주기적인 평가로 지원 여부 결정 및 기업의 발전전략 제시 - 디스플레이 신소재 및 부품 신기술 확보 위한 중소기업 협력사 기술권 보호 강화 • 신기술 사업화를 위한 제도 개선 - 사업화 지연에 기인하는 법제도 개선
연구비 확대	• 거점으로 활용할 공통 인프라 선정을 통한 집중적 투자 • 학교 및 연구소 대상의 연구비 확대 • 점진적 연구비 확대 - 아이디어 평가를 통한 과제 선정 및 주기적 평가에 따른 효율적 지원 • 인력 양성 및 생태계 유지 목적의 연구비 확대 - 위험성 있는 차세대 디스플레이 관련 기술개발 지원 - 소재부터 단위 소자개발 공정 기술, 장비 개발 등이 유기적으로 이루어질 수 잇는 대형 연구비과제 지원 - 실질적 기술개발에 대한 투자 증액 및 개발 이후 기업간 상호 협력과 상생이 가능한 기술 개발비용의 확대 필요 - 중소기업 협력사 소재 및 장비 원천 기술 향상 위한 정부 연구비 지원 정책
기타 의견	• 이종 장비 및 공정간 융합에 의한 공정 소재 기술 최적화를 지원하는 대형 장비 및 공정 개발 기술의 지원 필요 • 다양한 분야에 융합되는 기술 수집 후 기술 주기에 따른 중점 개발 - 소재 공정 장비 기술 분야와 웨어러블 전자기기, 유연 전자 기기, 인체 삽입형 의료 기기, 유연 태양전지 등의 분야 융복합이 가능 • 디지털 생산 및 롤투롤 공정 기술을 위해서, 인쇄 공정을 이용한 소자 및 시스템 개발이 요구 되며, 정밀패턴 기술 확보를 위해 융합연구 추진필요 • 세부 기술 분야에 최근 차세대 디스플레이로 각광받고 있는 "마이크로LED 기술" 추가 필요

다 주요 분석 결과 요약

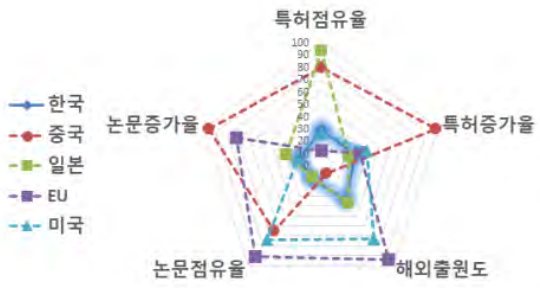
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술	6,214	4,720	34.5%	14.5%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

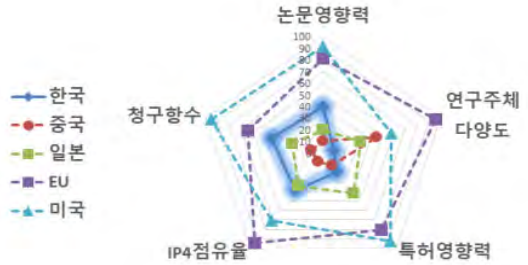
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	일본	미국	미국
	35.5%	41.8%	14.1	14.7
한국	4위	3위	3위	4위
	6.5%	11.9%	8.7	4.6
5개국 평균[2]	-	-	10.6	10.0

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

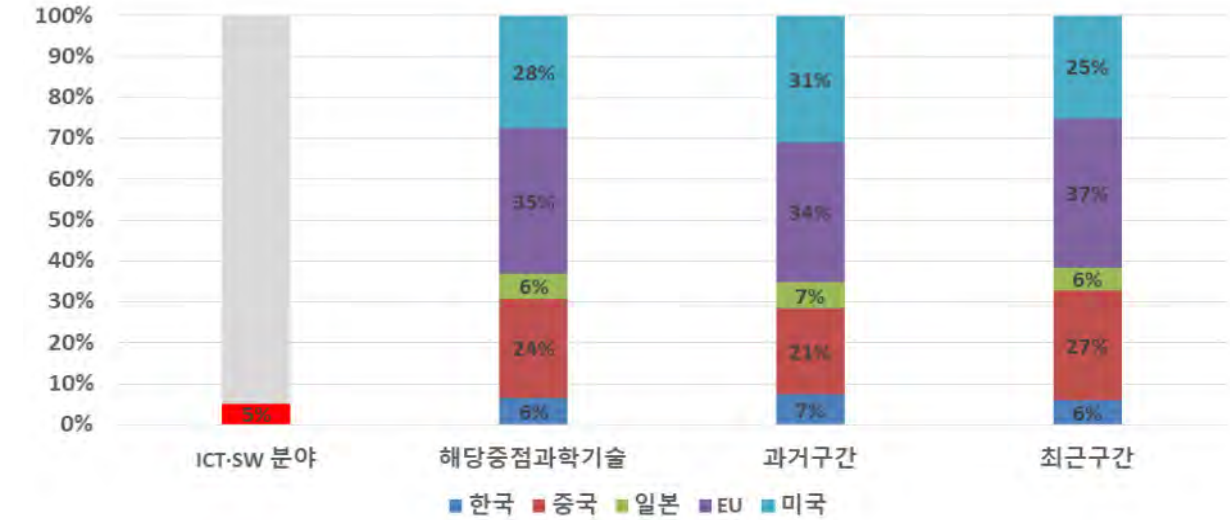
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.5%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(8.7)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(35.5%), 미국(27.6%), 중국(24.4%), 한국(6.5%), 일본(6.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(71.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(14.1), EU(12.5), 한국(8.7), 일본(6.8), 중국(5.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.99)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(11.9%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(4.6)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 일본(41.8%), 중국(32.0%), 한국(11.9%), 미국(11.0%), EU(3.2%) 순이며, 특허 증가율은 중국(230.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.1)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(14.7), EU(12.1), 일본(7.5), 한국(4.6), 중국(3.2) 순이며, IP4 점유율은 EU(22.4%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.5%	24.4%	6.1%	35.5%	27.6%
	논문 증가율	7.8%	71.6%	16.7%	44.3%	8.5%
	논문 영향력	8.7	5.4	6.8	12.5	14.1
	연구주체 다양도	0.90	0.93	0.92	0.99	0.94
특허 분석	특허 점유율	11.9%	32.0%	41.8%	3.2%	11.0%
	특허 증가율	-20.8%	230.5%	-36.4%	-7.6%	8.4%
	해외출원도	1.6	0.3	1.7	4.1	2.9
	특허 영향력	4.6	3.2	7.5	12.1	14.7
	IP4점유율	9.3%	1.3%	8.4%	22.4%	15.2%
	청구항수	6.5	2.7	4.9	8.1	12.4

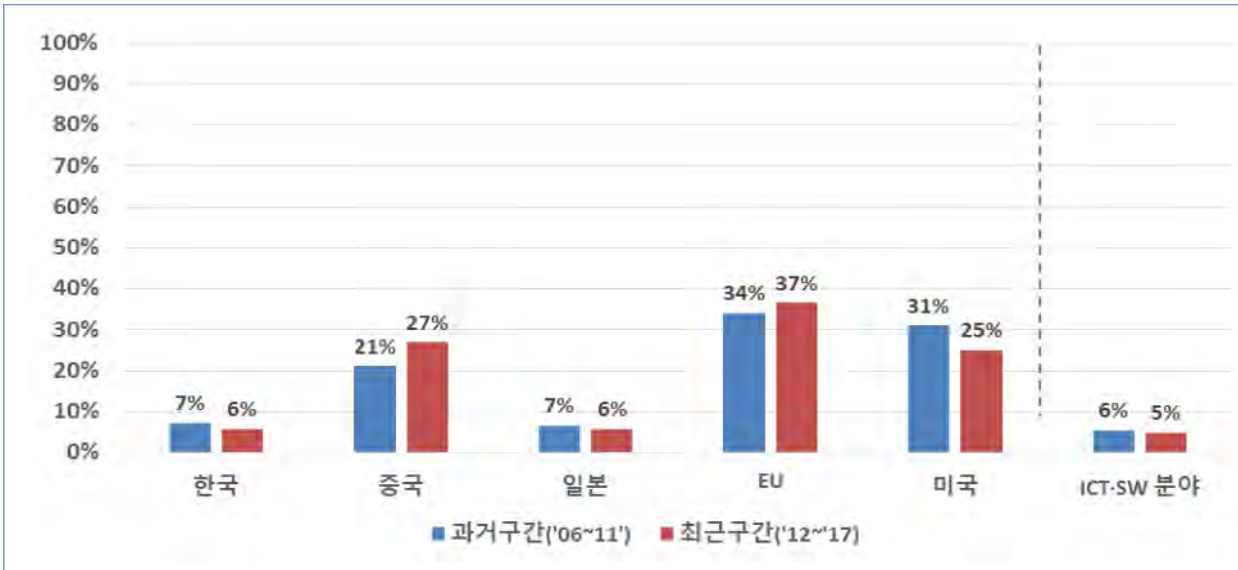
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2204건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 5%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

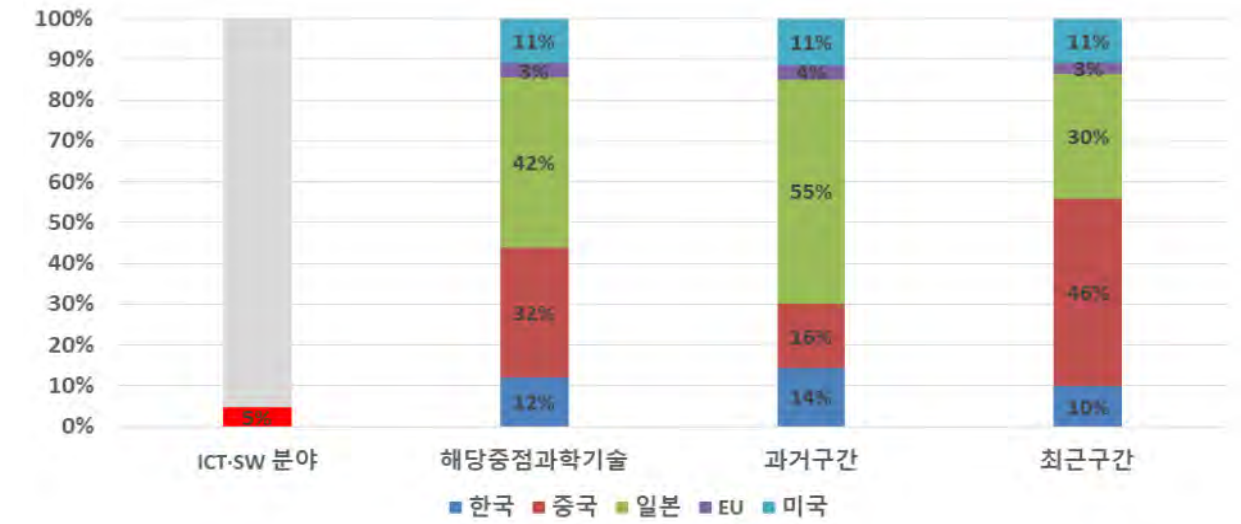


● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 7.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	193	208	401	7.8%
중국	559	959	1,518	71.6%
일본	174	203	377	16.7%
EU	902	1,302	2,204	44.3%
미국	822	892	1,714	8.5%
전체	2,650	3,564	6,214	34.5%

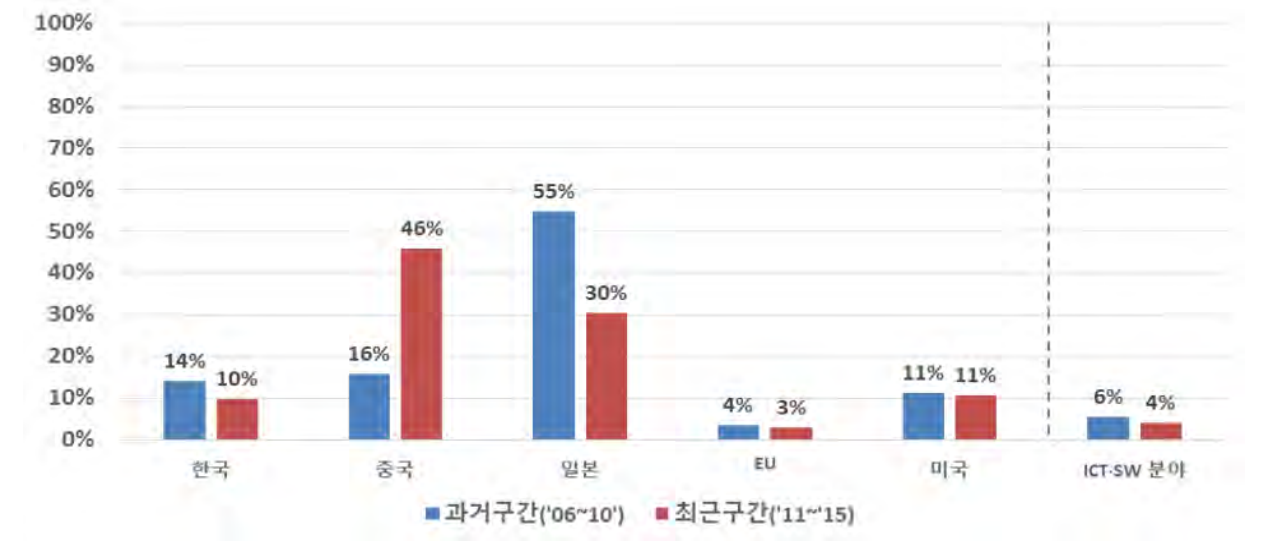
(4) 특허 점유율(전체)



● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 일본이 1975건으로 전체 특허의 42%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 한국, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



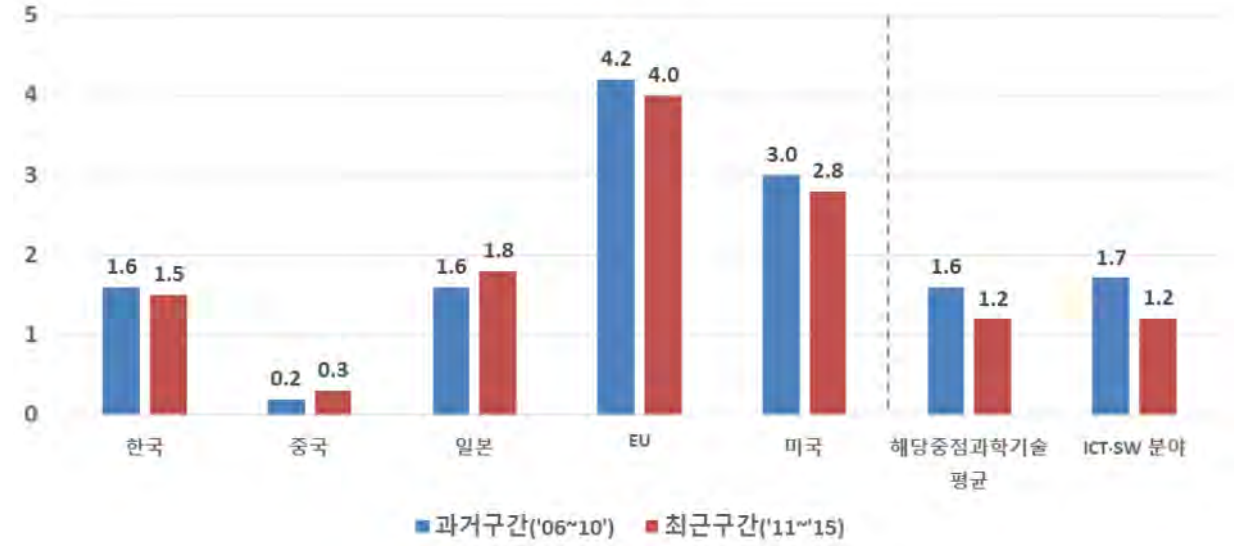
● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -20.8%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	313	248	561	-20.8%
중국	351	1,160	1,511	230.5%
일본	1,207	768	1,975	-36.4%
EU	79	73	152	-7.6%
미국	250	271	521	8.4%
전체	2,200	2,520	4,720	14.5%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

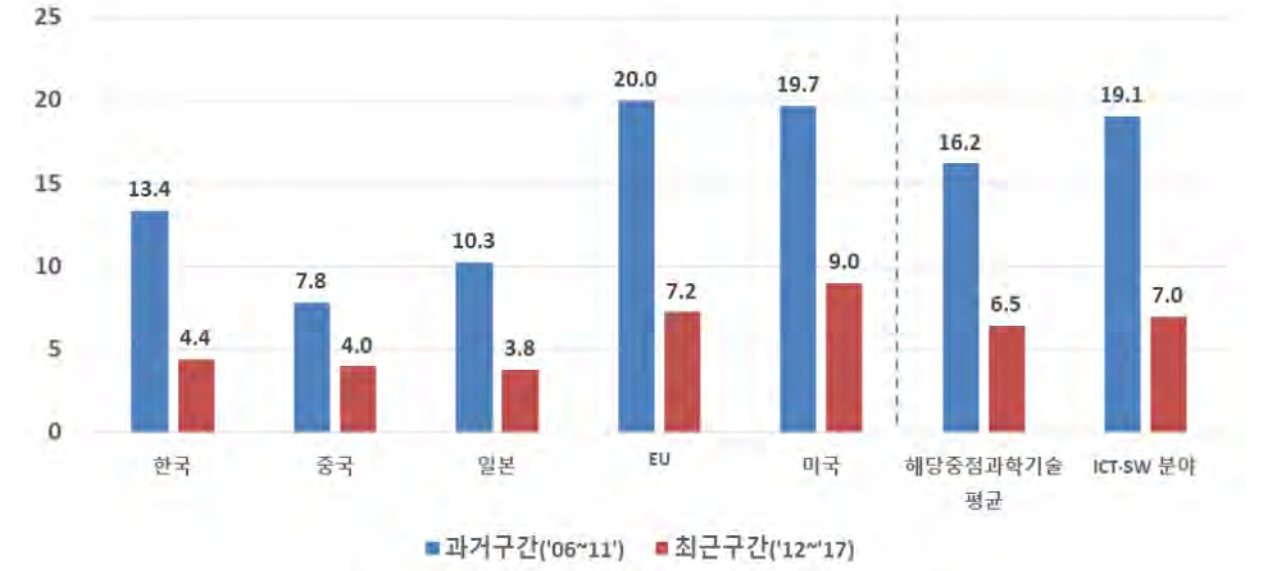


- 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

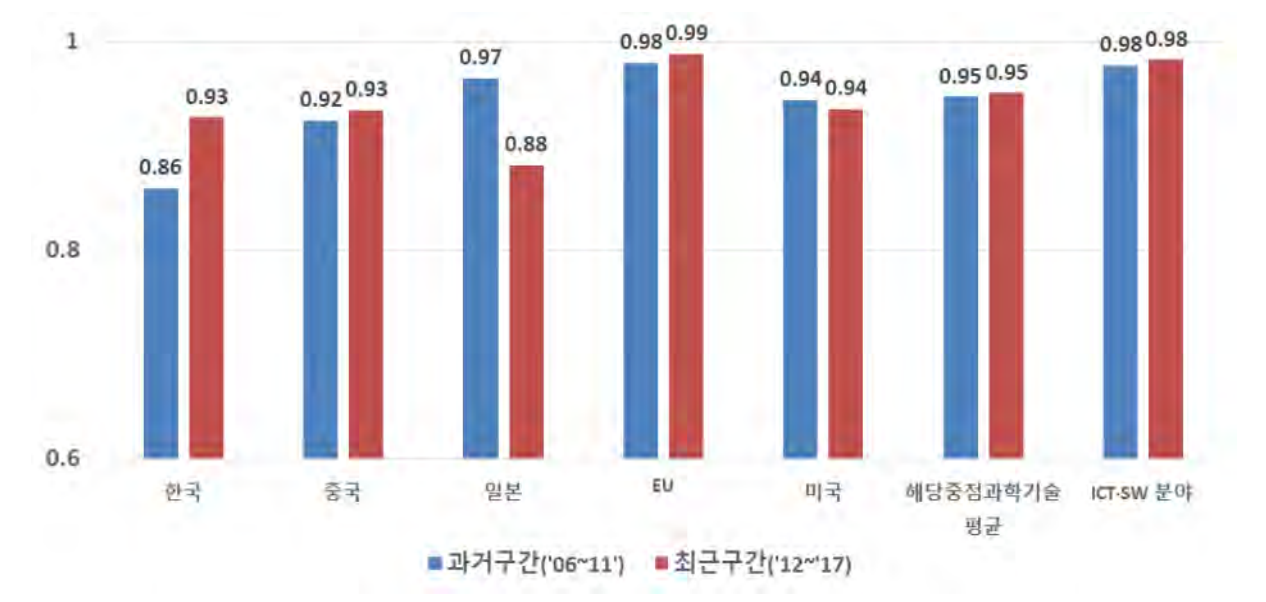
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



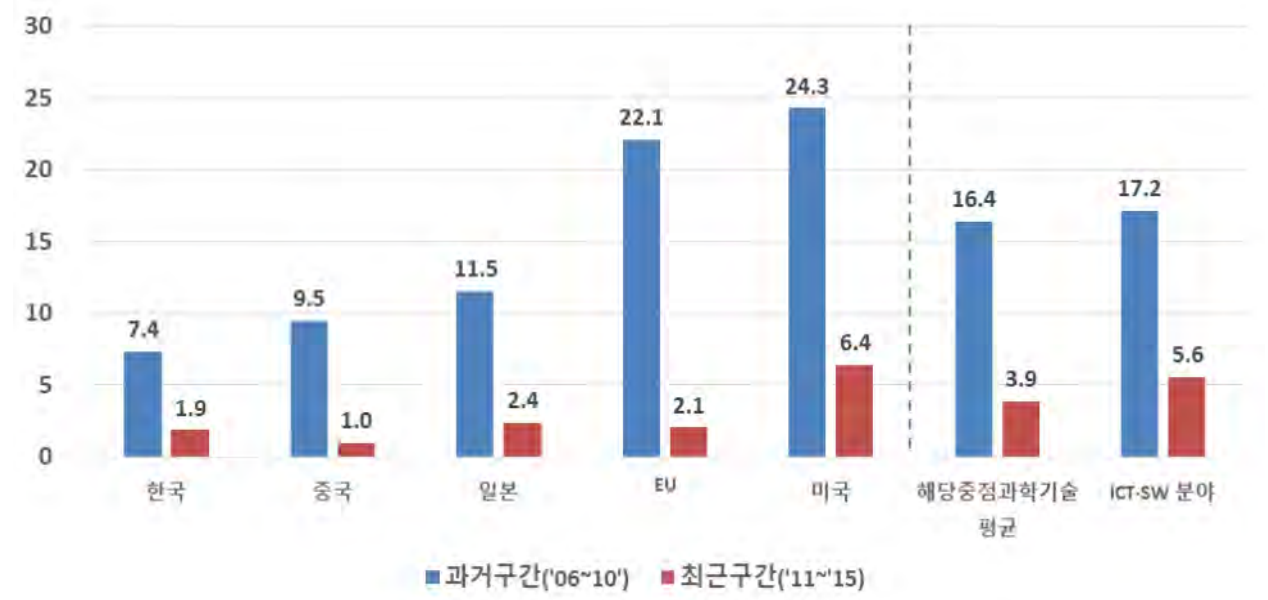
● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



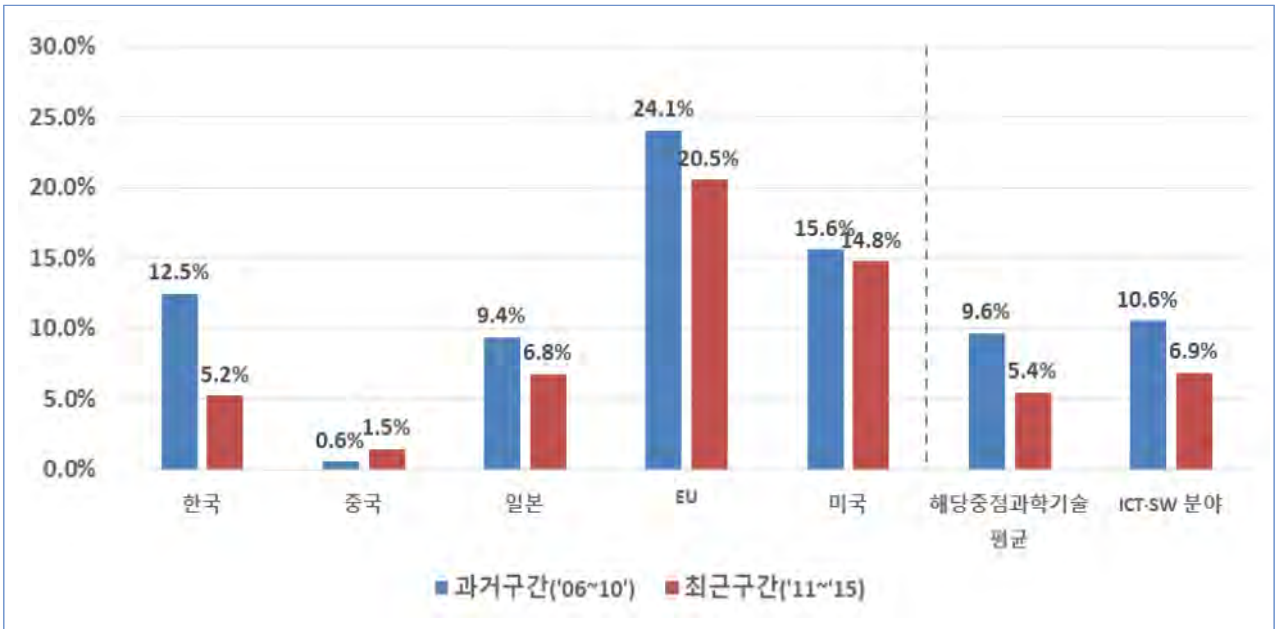
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



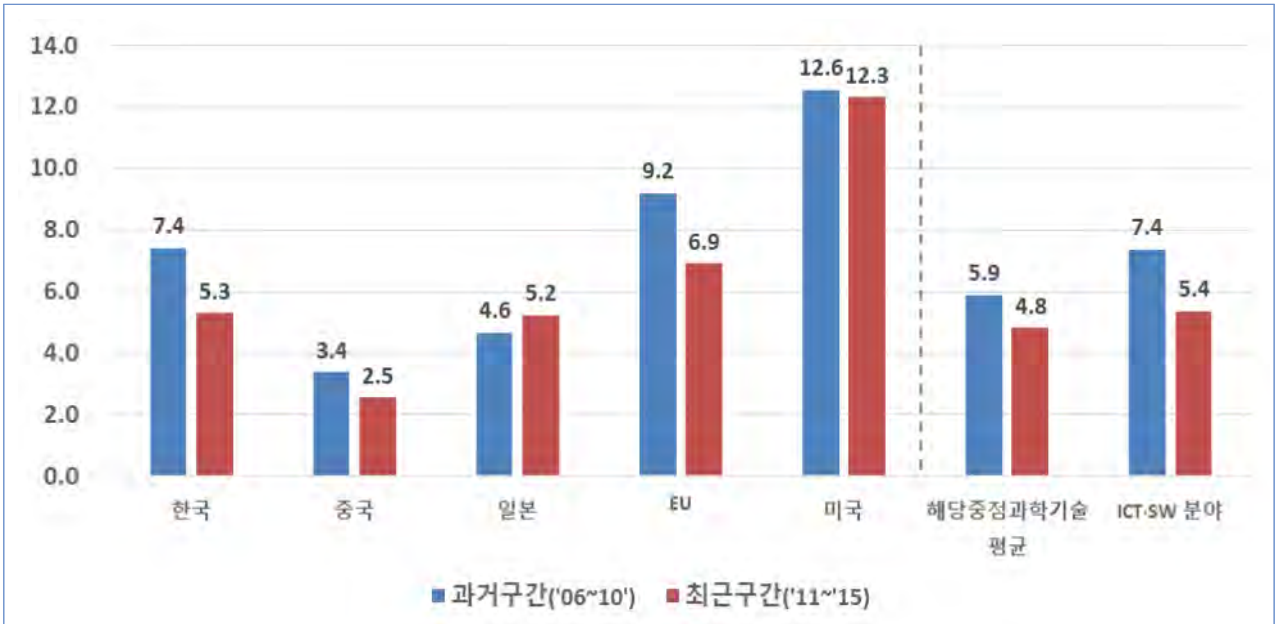
● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

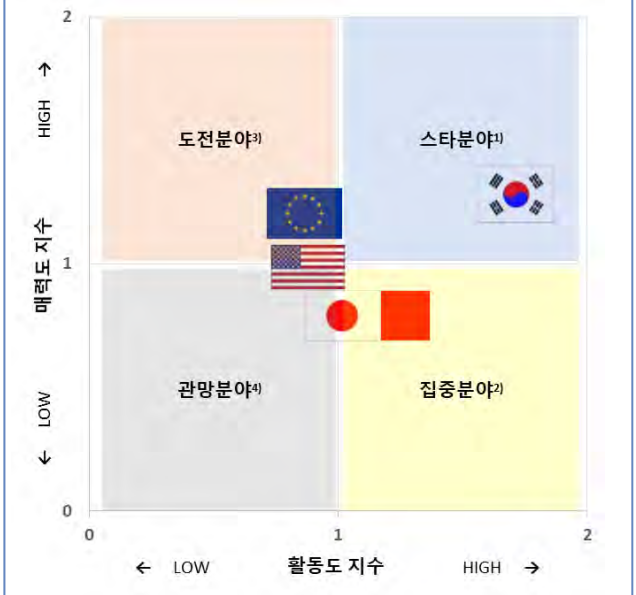
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

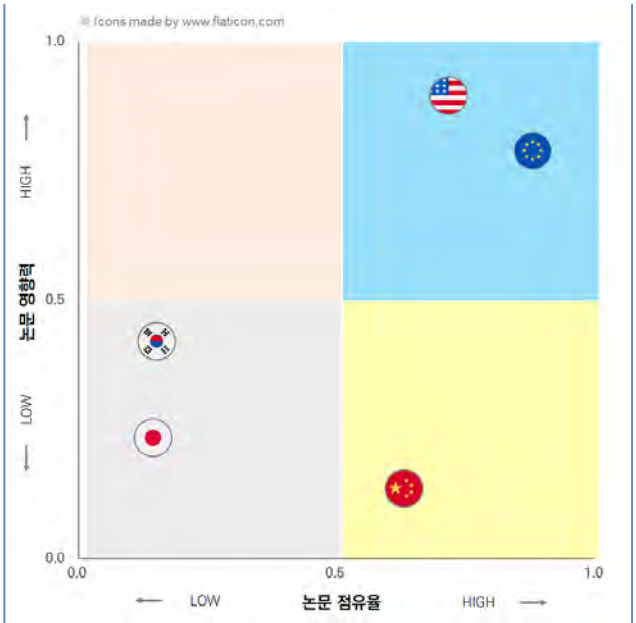
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 질적 연구 성과 또한 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

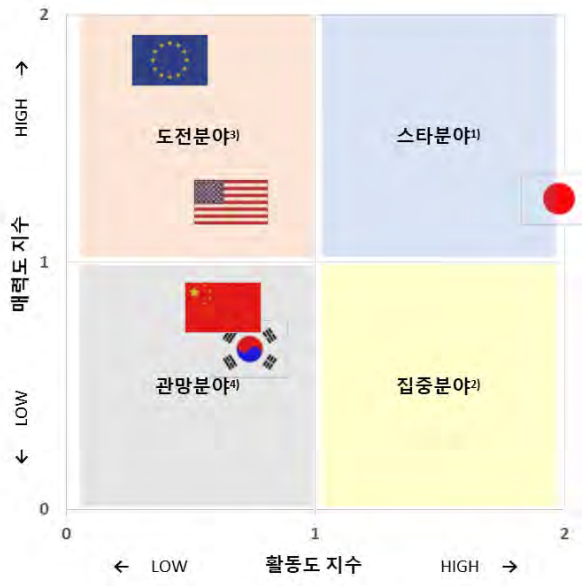


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

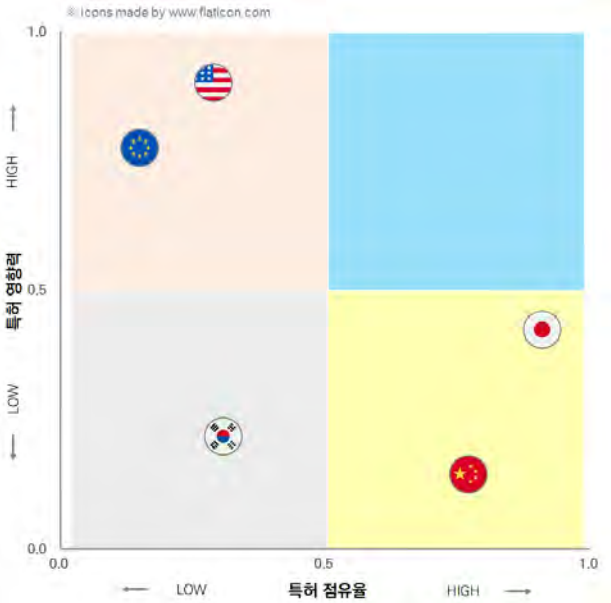
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.68%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한양대학교'가 4.74%(글로벌 점유율은 0.31%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.45%	0.68%	62.50%
2	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	2.04%	0.50%	81.82%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	미국	1.40%	0.39%	66.67%
4	SOUTHEAST UNIVERSITY	중국	1.58%	0.39%	0.00%
5	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	1.45%	0.35%	-30.77%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HANYANG UNIVERSITY	4.74%	0.31%	11.11%
2	YONSEI UNIVERSITY	3.99%	0.26%	-54.55%
3	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.99%	0.19%	-28.57%
4	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	2.99%	0.19%	-28.57%
5	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.74%	0.18%	-42.86%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.04%	0.50%	81.82%
2	SOUTHEAST UNIVERSITY	1.58%	0.39%	0.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	1.45%	0.35%	-30.77%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.32%	0.32%	0.00%
5	SICHUAN UNIVERSITY	1.05%	0.26%	28.57%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NAGOYA UNIVERSITY	3.18%	0.19%	0.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	2.39%	0.14%	-87.50%
3	OSAKA UNIVERSITY	2.39%	0.14%	25.00%
4	CHIBA UNIVERSITY	1.86%	0.11%	33.33%
5	TOHOKU UNIVERSITY	1.86%	0.11%	-25.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	0.54%	0.19%	200.00%
2	UNIVERSITY OF LJUBLJANA	0.50%	0.18%	166.67%
3	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.45%	0.16%	50.00%
4	TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.41%	0.14%	-50.00%
5	UNIVERSITY OF STRATHCLYDE	0.41%	0.14%	-50.00%

6 미국

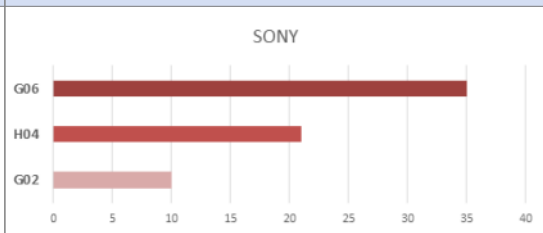
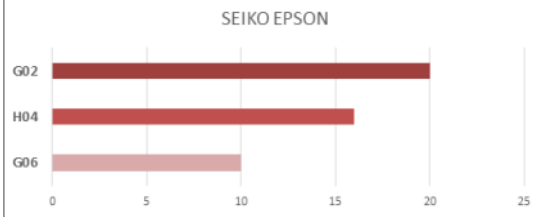
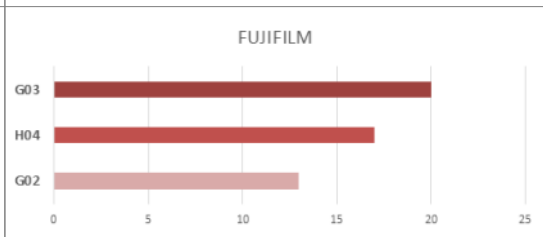
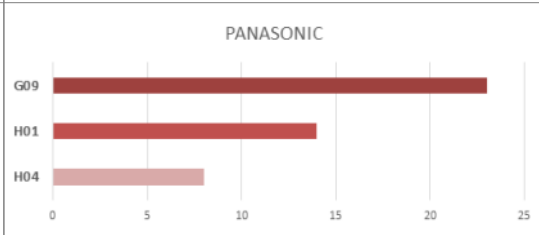
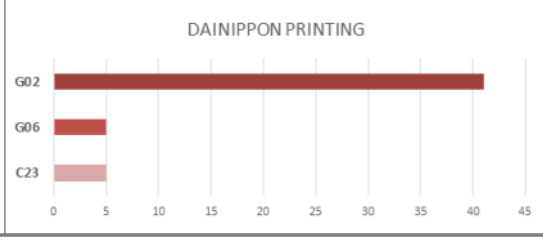
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.45%	0.68%	62.50%
2	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.40%	0.39%	66.67%
3	PURDUE UNIVERSITY	0.93%	0.26%	0.00%
4	UNIVERSITY OF MARYLAND	0.88%	0.24%	-33.33%
5	STANFORD UNIVERSITY	0.88%	0.24%	1300.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'SONY(2.54%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 12.30%(글로벌 점유율은 1.46%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'SONY'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를, '삼성전자'는 G09(교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

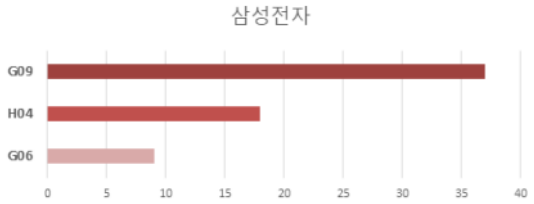
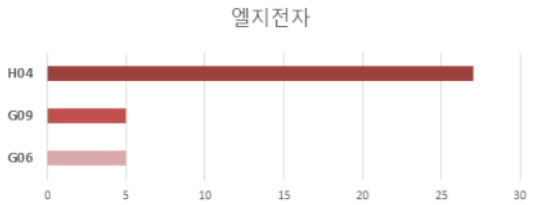
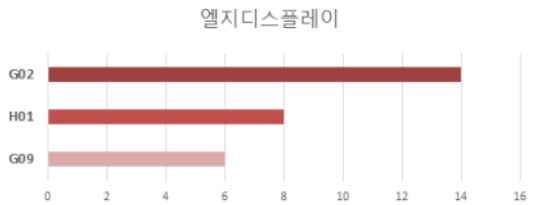
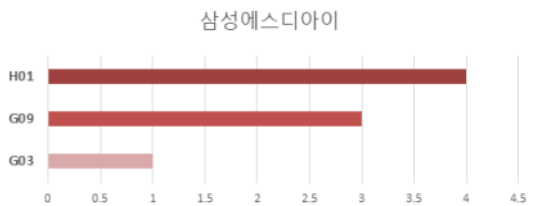
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	일본	6.08%	2.54%	-46.15%
2	SEIKO EPSON	일본	4.86%	2.03%	-76.92%
3	FUJIFILM	일본	4.05%	1.69%	-66.67%
4	PANASONIC	일본	3.65%	1.53%	-64.15%
5	DAINIPPON PRINTING	일본	3.54%	1.48%	69.23%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G02	광학
2		G02	광학
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		H04	전기통신기술
		G02	광학
4		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
5		G02	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료

2 한국

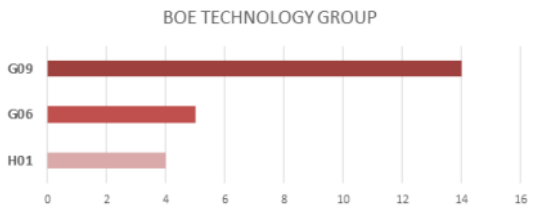
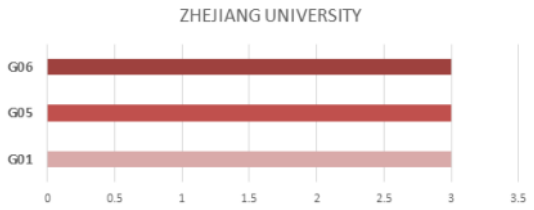
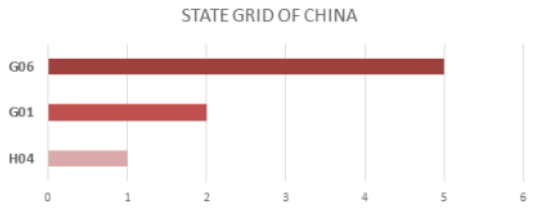
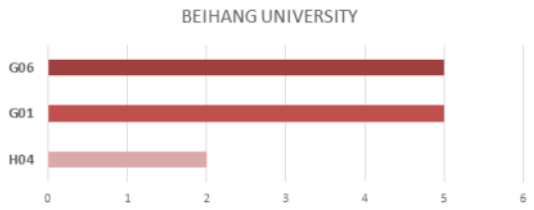
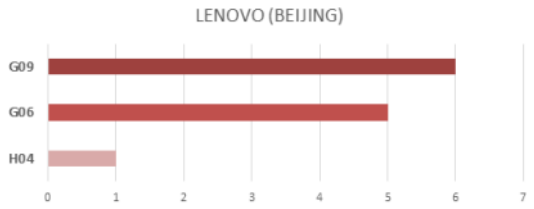
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	12.30%	1.46%	-43.18%
2	엘지전자	6.60%	0.78%	108.33%
3	엘지디스플레이	5.70%	0.68%	-22.22%
4	삼성디스플레이	3.92%	0.47%	114.29%
5	삼성에스디아이	1.43%	0.17%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G02	광학
		H01	기본적 전기소자
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
4		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료
		H01	기본적 전기소자
5		H01	기본적 전기소자
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)

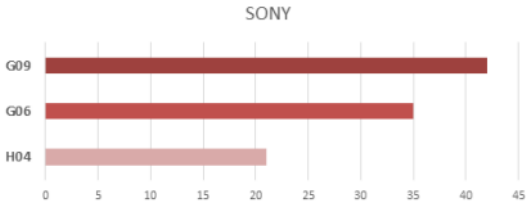
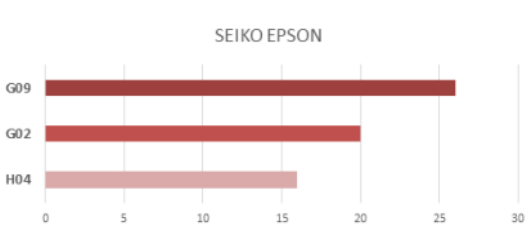
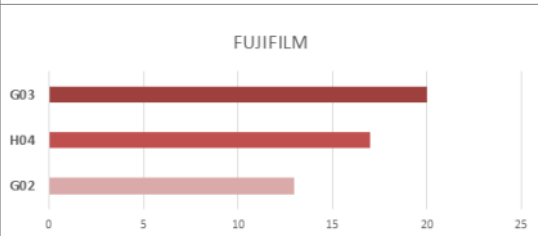
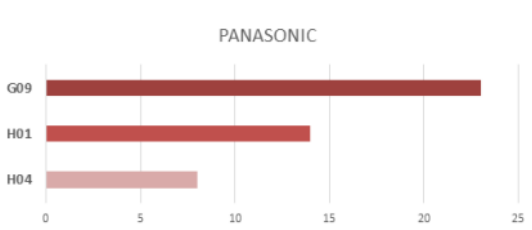
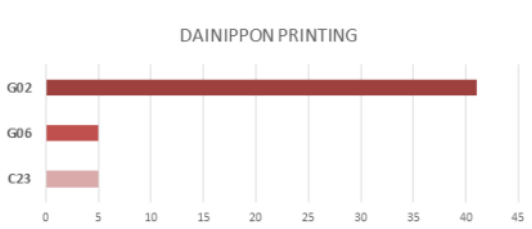
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BOE TECHNOLOGY GROUP	1.92%	0.61%	1250.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.93%	0.30%	80.00%
3	STATE GRID OF CHINA	0.86%	0.28%	1200.00%
4	BEIHANG UNIVERSITY	0.86%	0.28%	233.33%
5	LENOVO (BEIJING)	0.79%	0.25%	1100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
5		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술

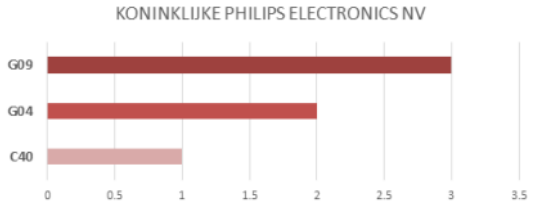
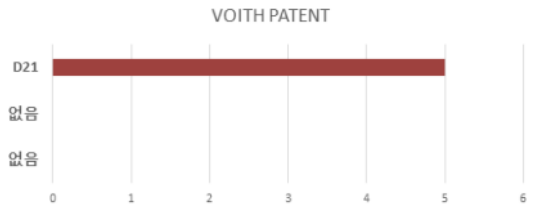
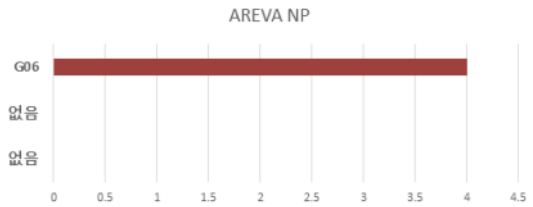
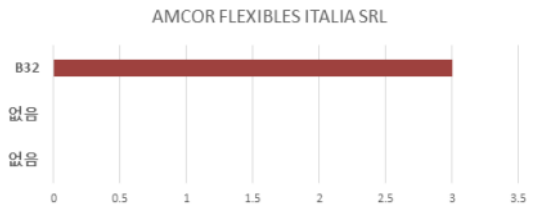
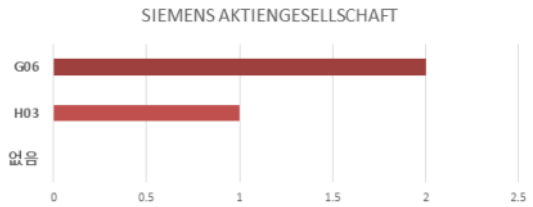
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	6.08%	2.54%	-46.15%
2	SEIKO EPSON	4.86%	2.03%	-76.92%
3	FUJIFILM	4.05%	1.69%	-66.67%
4	PANASONIC	3.65%	1.53%	-64.15%
5	DAINIPPON PRINTING	3.54%	1.48%	69.23%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
2		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G02	광학
		H04	전기통신기술
3		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
		H04	전기통신기술
		G02	광학
4		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
5		G02	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		C23	금속재료의 피복; 금속재료에 의한 피복재료

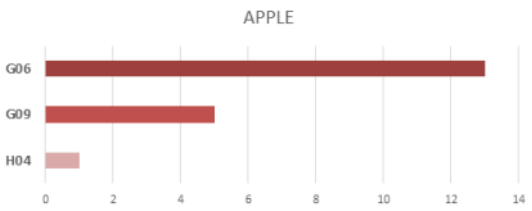
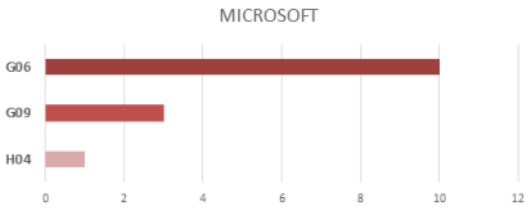
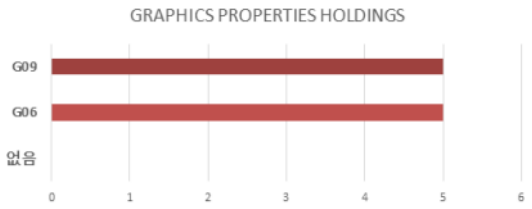
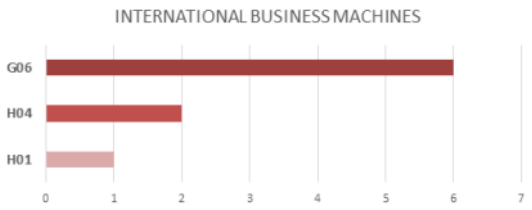
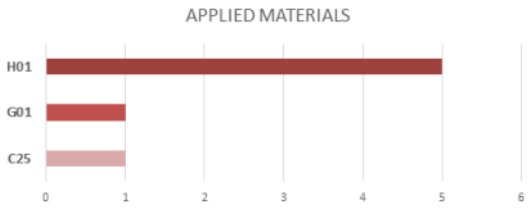
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS NV	4.61%	0.15%	-100.00%
2	VOITH PATENT	3.29%	0.11%	-75.00%
3	AREVA NP	2.63%	0.08%	-100.00%
4	AMCOR FLEXIBLES ITALIA SRL	1.97%	0.06%	200.00%
5	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	1.97%	0.06%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G04	시계 제작
		C40	조합된 기술
2		D21	제지; 셀룰로스의 제조
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		B32	적층체
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	APPLE	3.65%	0.40%	71.43%
2	MICROSOFT	2.69%	0.30%	-83.33%
3	GRAPHICS PROPERTIES HOLDINGS	1.92%	0.21%	800.00%
4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	1.92%	0.21%	133.33%
5	APPLIED MATERIALS	1.92%	0.21%	-57.14%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		H04	전기통신기술
3		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
5		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		C25	전기분해 또는 전기영동방법; 그것을 위한 장치

108 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술



108 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술

중점과학기술 개요

- 데이터 특성에 적합한 빅데이터 분석 방법(통계, 딥러닝·기계학습, 그래프 분석 등)을 연구하고, 이를 공공과 산업분야*에 융합·활용하여 가치를 창출하는 기술
  * 의료, 공공정부, 도시 인프라(교통, 환경), 도소매업, 공장, 과학 분야 등
- 빅데이터 분석 방법의 고도화를 통하여 적시에 필요한 통찰력(Insight)과 예지력(Foresight)을 확보하는 분석기반 기술
- 사물인터넷(IoT) 센서의 FastData 분석 기술, 딥러닝 기반의 심층분석 기술, 멀티 모달 데이터 통합 분석 기술, 예측 분석 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

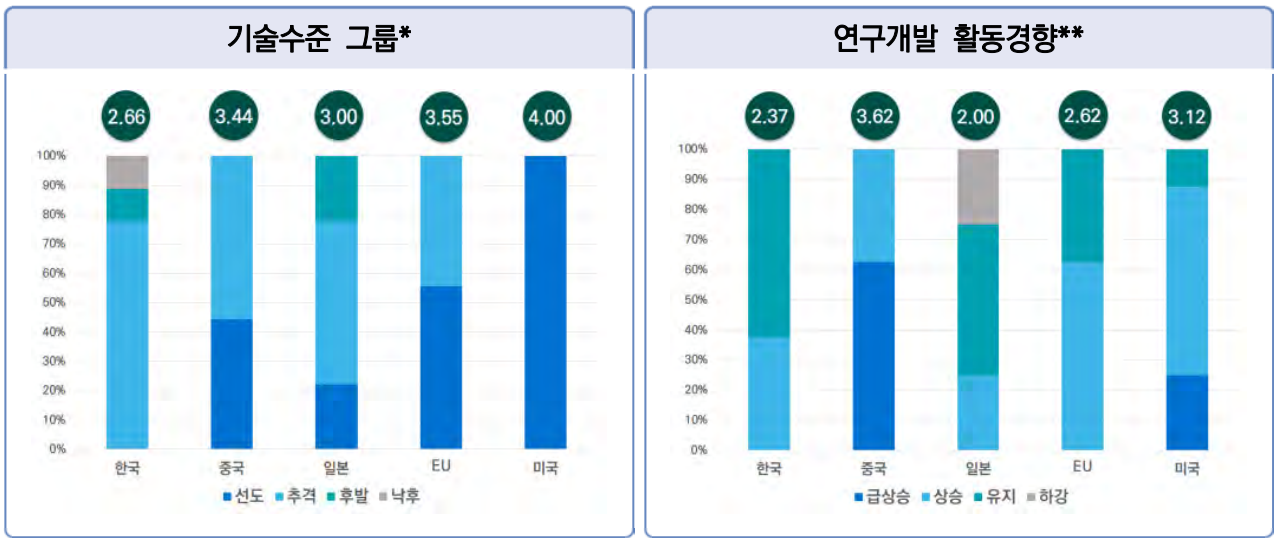
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70.0	2.3	추격	미흡	우수	유지
중국	83.0	1.0	추격	우수	탁월	급상승
일본	77.0	1.8	추격	보통	보통	유지
EU	85.0	1.3	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	74.5	2.0	70.0	63.0	80.0	12.4	2.3	1.8	3.3	1.1
중국	83.0	1.0	83.0	80.0	92.0	9.1	1.0	0.8	1.5	0.9
일본	76.0	1.5	77.0	69.0	80.0	6.8	1.8	1.3	2.5	1.1
EU	84.5	1.0	85.0	76.0	90.0	7.3	1.3	0.8	1.5	1.0
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

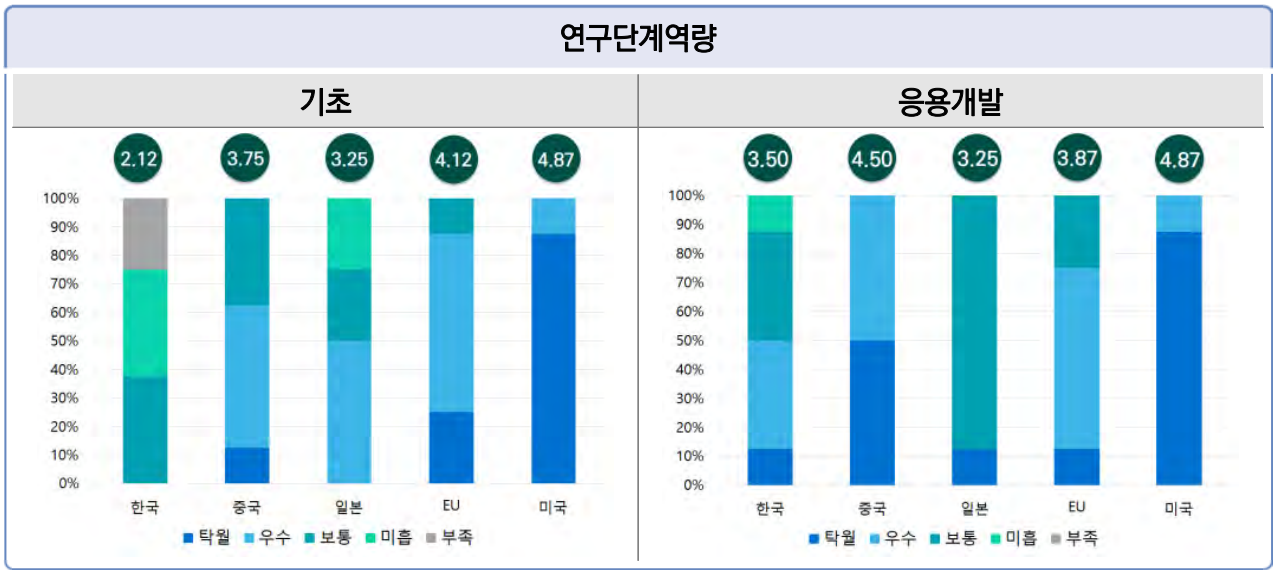
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (70.0%)	• 글로벌 서비스가 약하고, 기술개발을 위한 플랫폼 구축 및 인프라 구축 속도가 다소 약함 • 정부규제로 발전이 어려움 • 인공지능기술 관련 연구논문 및 특허 보유 건수가 미국과 중국에 비해 떨어지고 있음
중국 (83.0%)	• 대표적인 글로벌 기업과 견주어 밀리지 않을 만큼 국내 서비스의 규모가 견줄 만함 (예: 바이두, 샤오미) • 논문, 특허 수적인 면에서 월등히 많으나 추격형 방식의 방식으로 기술의 질적인 수준은 높지 않음 • 국가의 전폭적인 지지아래 급성장
일본 (77.0%)	• 로봇에 적용되는 기술을 중심으로 발전 중 • 글로벌 서비스 및 서비스 다양화에서 다소 주춤 • 빅데이터 분야 연구개발이 정체되고 있어 예전보다 경쟁력 감소 • 몇몇 그룹들의 뛰어난 연구력
EU (85.0%)	• 논문, 특허의 양적인 면에서는 불리하나, 영국 및 EU에서는 선도적인 연구를 진행하고 있어 기술 수준은 높음 • 개인정보보호의 강화로 빅데이터 분야 산업의 발전이 중국에 비해서 상대적으로 느림 • 인공지능기술을 활용한 다양한 툴을 시장에 활발하게 제시하고 있음
미국 (100%)	• 세계 최고 역량의 연구진이 모이는 환경 • 많은 특허 기술 확보, 대학을 중심으로 관련 논문 다수 발간 • 글로벌 기업들이 더욱 적극적으로 real 환경에 서비스를 제공하고 있으며 실제 서비스에서 유입되는 유저 데이터를 빠르게 분석 반영하여 더 빠른 기술력을 제고 중 • 글로벌 기업들의 선도적인 연구결과 발표 및 논문과 특허의 수적인 면과 질적인 면에서 우수함 • 오픈소스 프로그램 개발을 주도하는 선도적 개발 그룹 • 최고의 회사들이 거의 모두 미국에서 시작함 • 빅데이터와 인공지능 기술의 원천기술을 지속적으로 연구하고 오픈 플랫폼을 통하여 영역을 확장해 나감

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 서비스 개발 및 활용 기술 보유 - 다양한 서비스 접목 시도 - 인공지능 기술관련 논문·특허 꾸준히 증가 - 라인 등 메신저 시장에서 국제화에 성공 • 시스템 인프라 구축 - 인터넷 인프라 등 우수 - 데이터 수집을 위한 네트워크 및 인프라 양호	• 국가 규모 특성 상 활용 가능한 데이터가 적음 • 체계적인 원천 기술 확보 방안 및 전략 미흡 - 빅데이터 수집 및 인공지능 원천기술개발에 대한 보다 적극적인 투자가 필요함 • 글로벌 기술의 국내 시장 잠식으로 국내 기술의 테스트베드 부족. 인력의 부족 - 기계 학습/AI 관련 전문 인력 부족

국가	강점분야	기타
	• 국가적인 활성화 의지 강함 • 우수한 인력 보유 • 빠른 해외 기술 팔로우업	– 다양한 기술 도입을 위한 인프라 구축 및 테스트 베드 확보 방안 마련 시급 • 정부규제와 이공계 기피현상으로 산업발전이 매우 더딤 • 실제 서비스를 통해 점진적으로 진화 가능한 기술 확보 필요 • 연구 인력의 절대적 부재 • 수치에만 집착하는 평가시스템으로 인한 왜곡된 연구 행태
중국	• 원천기술에서 빠르게 응용기술로 확대 중 – 최근 많은 원천 기술 개발이 진행 국가적인 발전 전략이 수립 • 인공지능 원천기술 확보를 위한 투자 진행 – 인공지능기술 선도그룹을 가장 빠르게 추격 – 논문 및 특허가 가장 급격하게 증가하고 있으며, 로봇 등과의 융합기술이 뛰어남 • 연구 인력, 인프라 및 자원 풍부 – 폐쇄적인 시장으로 자가 공급을 통해 기술이 성장할 수 있는 테스트베드가 풍부함 • 정부의 강력한 드라이브 및 낮은 규제 수준 • 다양한 서비스와 사용자 확보 – 다양한 서비스와 사용자 확보 – 알리바바 등 빅데이터 플랫폼 부분에서 탁월한 성과를 확보	• 개인정보보호 부족 • 기초연구 및 활용분야 부족 • 글로벌 기업 부족
일본	• 로봇 등 기존의 첨단기술과 지능형 빅데이터가 연계성과 확보 – 인공지능과 로봇의 융합 기술에 가장 선도 – 성능이 우수한 인공지능 로봇기술 보유 • 기술 개발을 위한 국가적 전략 수립 – 기초 연구부터 진행하는 장기 로드맵 설정이 잘되어 있음 • 기존 첨단기술 사업 분야에 적용하기 위한 산업 인프라 발달 • 상대적으로 기초 연구에 강점	• 타 분야 대비 원천기술 확보 미흡 • 최근 연구개발 소강상태 • 빅데이터 비지니스에 선두기술 찾기 어려움 – 일부 분야에만 빅데이터와 인공지능 기술 융합 • 인력 부족
EU	• 전통적으로 기초연구에 강하며 지속적 투자 • 기술 활용을 위한 적극적인 의미 있는 투자가 확대되고 있으며 활용 분야가 다양 – 창의적인 연구를 통하여 커뮤니티를 리드하는 시도 많음 • EU 각국의 협력으로 사회문제 해결 중심의 R&D를 진행하여 차별화 두며 응용력 확보	• 상대적으로 응용이 활발하지 못함 • 원천 기술 확보가 미흡 • 기업력 약화로 시장 형성이 느림 – 마케팅 등 비지니스에 필요한 빅데이터 산업 취약 • 빅데이터 수집을 위한 전략 및 플랫폼 부족

국가	강점분야	기타
	• 인공지능 관련 연구논문 발표 등이 꾸준하게 이루어지고 있어 기술 및 인력에 대한 인프라 우수 • 독일을 중심으로 제조업을 위한 빅데이터 응용분야 부상	
미국	• 세계 최고 수준의 인재가 모여드는 환경 – 산학 연계가 활발한 선순환 – 다수의 연구 인력 포진 • 기술을 선도하는 글로벌 기업들이 많고, 글로벌 인력을 흡수 • 기계학습/AI 연구의 중심 • 대학 및 연구소뿐만 아니라 세계적 기업체 중심의 연구 인프라 구축 – 대학과 기업 중심의 인공지능 기술개발을 위한 오픈 플랫폼 기반 인프라 우수 • 다양한 서비스와 글로벌 사용자 확보 • 모든 면에서 최고의 기술을 보유	• 원천기술에서 빠르게 응용기술로 확대 중 • EU, 중국 등의 추격에 위협받고 있음 • 인공지능을 활용한 로봇제작 등 활용기술 부족 • 개인정보 보호 부족

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	5위	1위	3위	2위	4위

	정책제언
국내협력 촉진	• 우수한 연구 지원 제도를 통한 자연스러운 질적 연구 협력 추진 • 원천기술 확보를 위한 연구기관-대학-산업체 연계 프로그램 지원 – 분야 내외적 경쟁 완화 및 협력 촉진 및 이를 위한 그룹핑 – 협업 중심의 연구과제 확대 • 원천 데이터 보유기관과 플랫폼 운영기관, 데이터 활용기관의 상호협력 촉진 – 정제되고 표준화된 고품질의 데이터 확보 – 연구개발 결과 단절 예방을 위한 빅데이터 R&D 결과물 현장시험 체제 구성
국제협력 촉진	• 우수한 연구 지원 제도를 통한 자연스러운 질적 연구 협력 추진 • 우수 연구력을 보유한 국외 대학 및 연구소와의 공동 협력 체계 – 국내 연구자와 국제 연구자 교류 프로그램 지원 – 국외 우수한 기계학습 연구기관의 협력 – in-bound 및 out-bound 교류 촉진을 위한 연구 지원 – 국제 학술대회 개최지원 • 국제 환경 문제 등을 데이터로 해결하기 위한 국제 공동연구에 적극 제안 및 이를 위한 국제 인프라 구축

	정책제언
인력양성 및 유치	• 우수 인력이 연구에만 집중할 수 있는 환경 조성 • 중장기적인 인력 양성 프로그램 추진 • 대학 및 대학원 과정에 관련 학과 또는 관련 기술 분야 양성 프로그램 구축 – 정형화된 커리큘럼이 아닌 실무 경험이 가능한 연구과제 및 제품화 과정 필요 – 관련 분야 대학 정원확충 시급 • 지속적인 데이터 구축 및 분석 인력 양성 및 교육 지원 – 타 분야 전공자들의 데이터 분석 역량 확보 지원 – 교통, 건설 등 산업 분야별 전문가에 대한 빅데이터 분석 및 인공지능 기술관련 재교육 실시 • 행정업무 최소화하고 연구 결과물 생성에 집중하도록 제도적 장치 마련
인프라 구축	• 산학연이 공동으로 진행할 수 있는 연구 인프라 확대 및 공공 인프라 구축 – 시스템 인프라 구축 및 공동 활용 시스템 구축 – 연구비 부족으로 인한 성과 취약 분야의 공공 인프라 제공 • 공공데이터 포털을 가장 상위개념으로 계층구조를 가지고 데이터를 효율적으로 수집할 수 있는 인프라 구축 – 인프라 간 연계구축 필요 – Open data 및 클라우드 서버 제공을 포함한 소프트웨어와 하드웨어 기반 확충 및 제공 – 시험용으로 사용할 수 있는 데이터 셋 구축
법·제도 개선	• 의료 인공지능 분야 등 능동적인 법/제도의 개선을 통하여 국제사회에서 뒤지지 않은 수준의 기술이 확보될 수 있도록 장려 • 과도한 포지티브 규제와 제약으로 이루어진 제도가 다수이고 명확성이 떨어지는 법제도는 새로운 도전을 저해하는 요소가 되므로 유해방안 등의 마련이 시급 • 과도한 개인정보보호법을 완화시키고 개인정보의 익명화, 비식별화 등을 통해 정보 활용에 대한 제도화 필요 • 각종 규제 및 기존 사업자들의 이해관계 등 신사업 창출에 걸림돌이 되는 이해집단의 로비와 방해 방지 • 고품질 데이터 확보를 위해 각 분야별 데이터에 대한 표준화, 수집, 관리, 제공에 대한 책임을 가지는 기관을 법 제도로 선정하여 권한과 책임 부여
연구비 확대	• 단기적인 연구 기간보다는 중장기적인 연구 기간 확보 • 활용 기술보다는 기반 연구를 위한 연구 지원체계 • 빅데이터 기술의 중요성에 비하여 빅데이터 R&D 예산이 협소함 • 연구 결과물이 좋은 연구팀 집중 육성 • 체계적이고도 장기적인, 그리고 융합적 연구에 대한 지원이 필요 • 정부 R&D 예산과 인력양성 예산이 분리되어있는데, 이를 같은 개념으로 보아야 함 • 다양한 산업분야에서 일어나는 문제를 데이터 활용을 통해 해결하기 위해서는 오랜 기간의 데이터 축적과 분석연구가 필요하므로 중장기 연구비 예산 책정이 필요함
기타 의견	• IoT, 인공지능 기술 등과의 융합 연구 확산

다 주요 분석 결과 요약

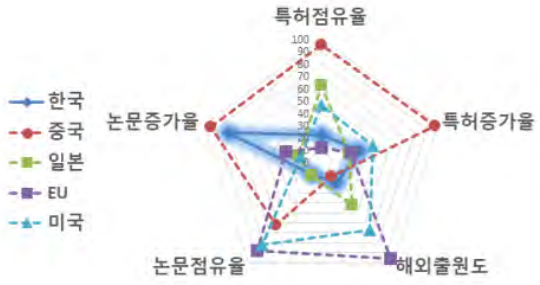
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	11,807	5,130	107.6%	95.5%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

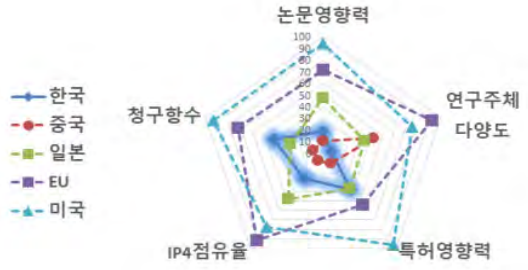
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	36.4%	38.1%	20.4	10.2
한국	5위	4위	4위	3위
	2.6%	11.9%	8.1	5.2
5개국 평균[2]	-	-	14.6	8.6

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

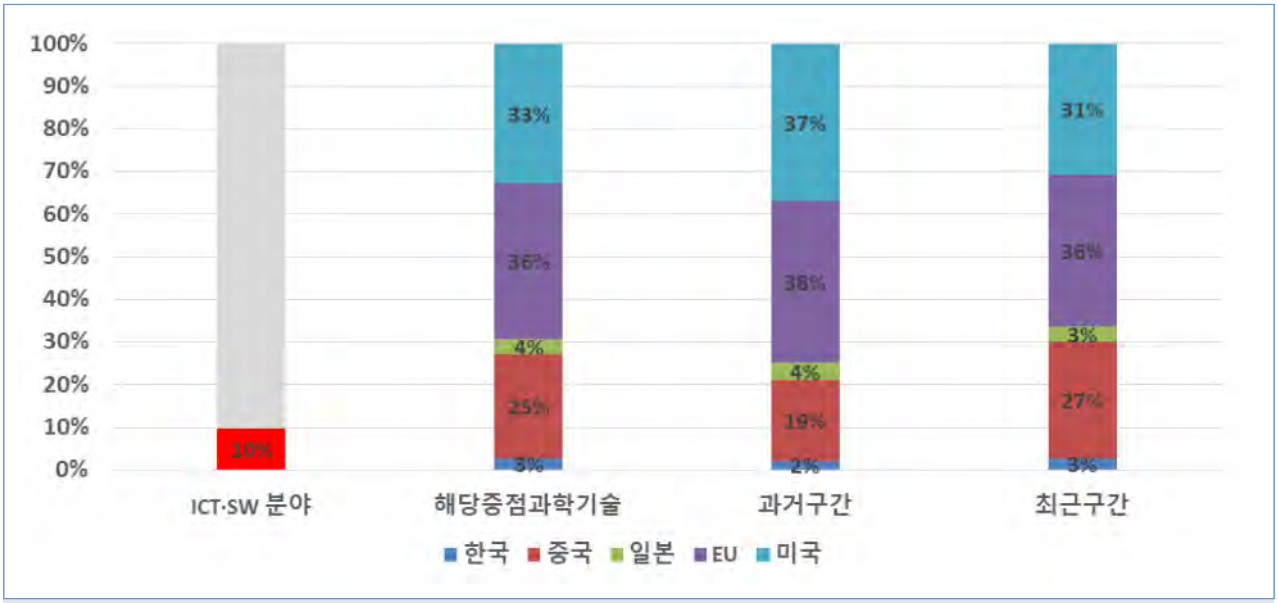
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(8.1)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(36.4%), 미국(32.8%), 중국(24.5%), 일본(3.7%), 한국(2.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(201.9%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(20.4), EU(15.6), 일본(12.3), 한국(8.1), 중국(6.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(1.00)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(11.9%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(5.2)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(38.1%), 일본(23.4%), 미국(19.1%), 한국(11.9%), EU(7.4%) 순이며, 특허 증가율은 중국(354.1%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(10.2), EU(6.2), 한국(5.2), 일본(5.2), 중국(3.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(11.0%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.6%	24.5%	3.7%	36.4%	32.8%
	논문 증가율	162.8%	201.9%	77.1%	94.4%	73.3%
	논문 영향력	8.1	6.5	12.3	15.6	20.4
	연구주체 다양도	0.86	0.95	0.91	1.00	0.94
특허 분석	특허 점유율	11.9%	38.1%	23.4%	7.4%	19.1%
	특허 증가율	38.7%	354.1%	2.5%	9.9%	78.2%
	해외출원도	0.5	0.2	1.2	3.3	1.9
	특허 영향력	5.2	3.0	5.2	6.2	10.2
	IP4점유율	3.6%	0.6%	5.8%	11.0%	8.8%
	청구항수	6.1	2.6	5.0	8.6	11.4

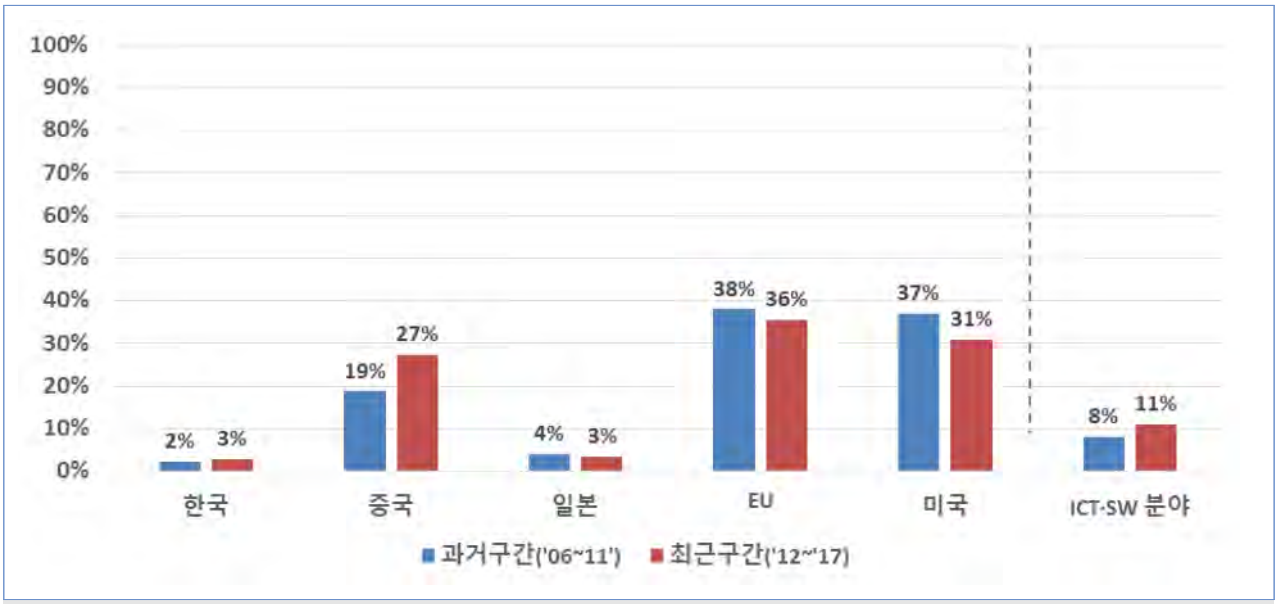
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 4296건으로 전체 논문의 36%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 10%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

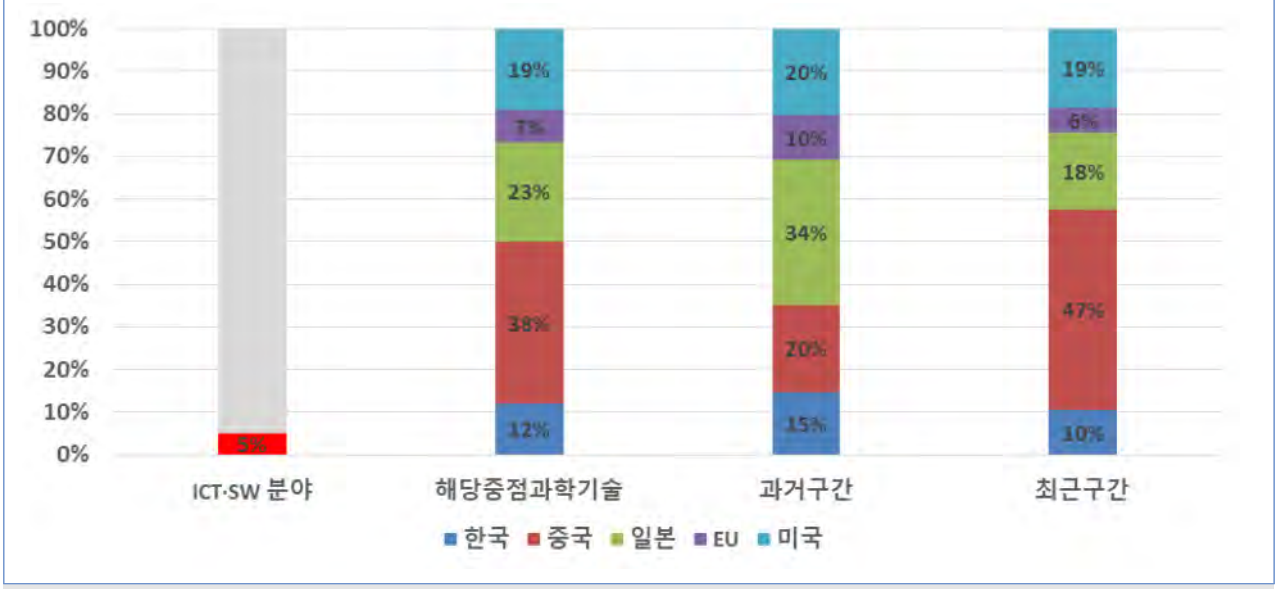


● 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 162.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	86	226	312	162.8%
중국	720	2,174	2,894	201.9%
일본	157	278	435	77.1%
EU	1,459	2,837	4,296	94.4%
미국	1,416	2,454	3,870	73.3%
전체	3,838	7,969	11,807	107.6%

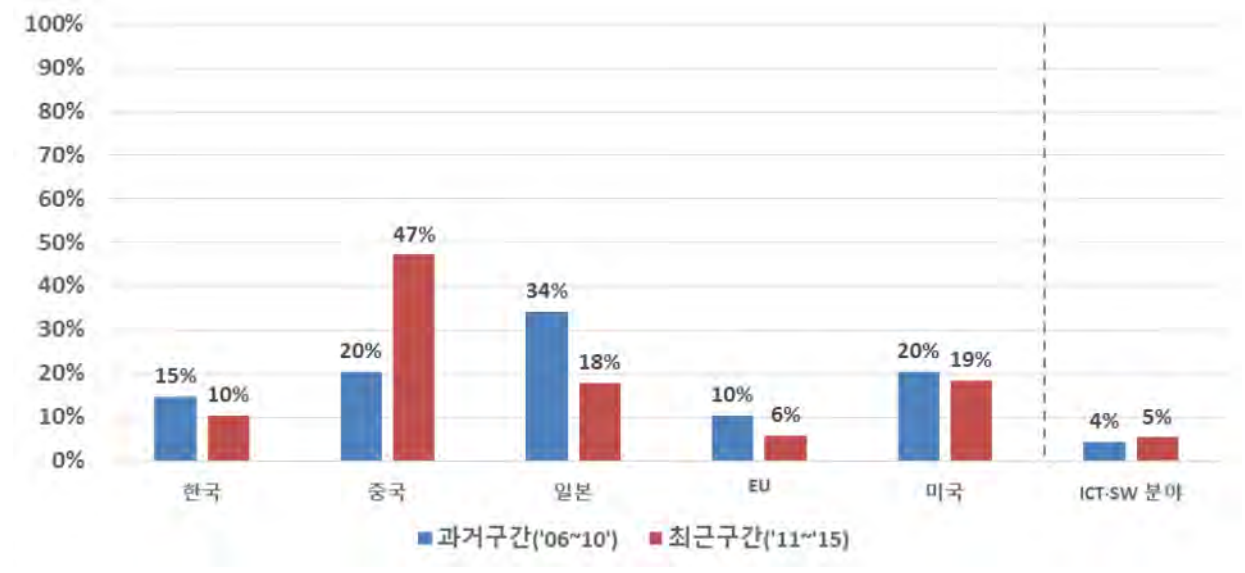
(4) 특허 점유율(전체)



- 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1956건으로 전체 특허의 38%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 미국, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



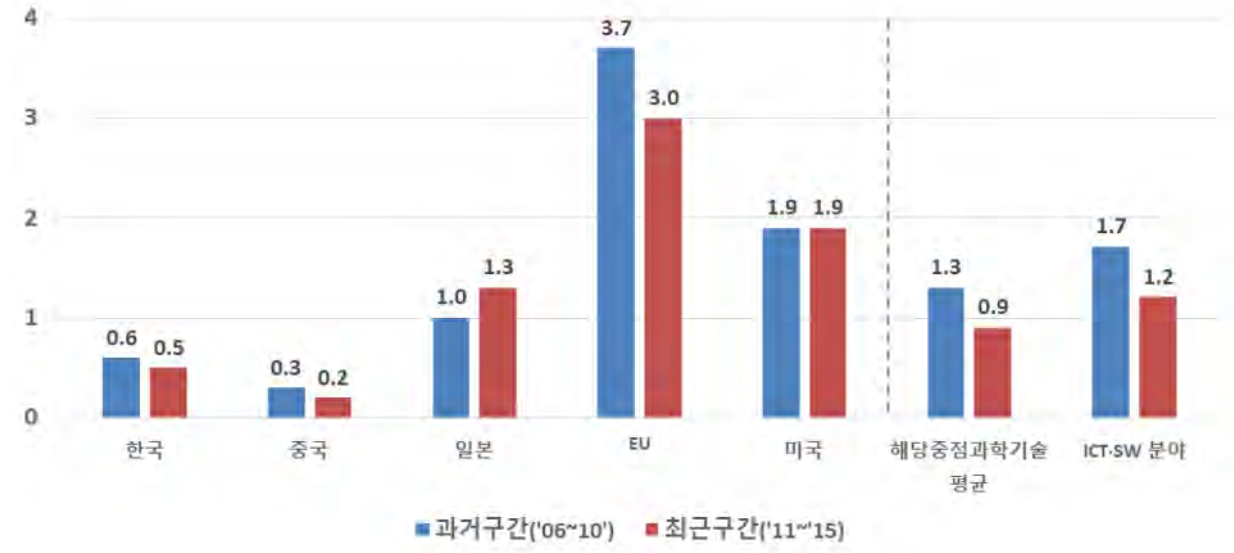
● 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 38.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	256	355	611	38.7%
중국	353	1,603	1,956	354.1%
일본	592	607	1,199	2.5%
EU	182	200	382	9.9%
미국	353	629	982	78.2%
전체	1,736	3,394	5,130	95.5%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

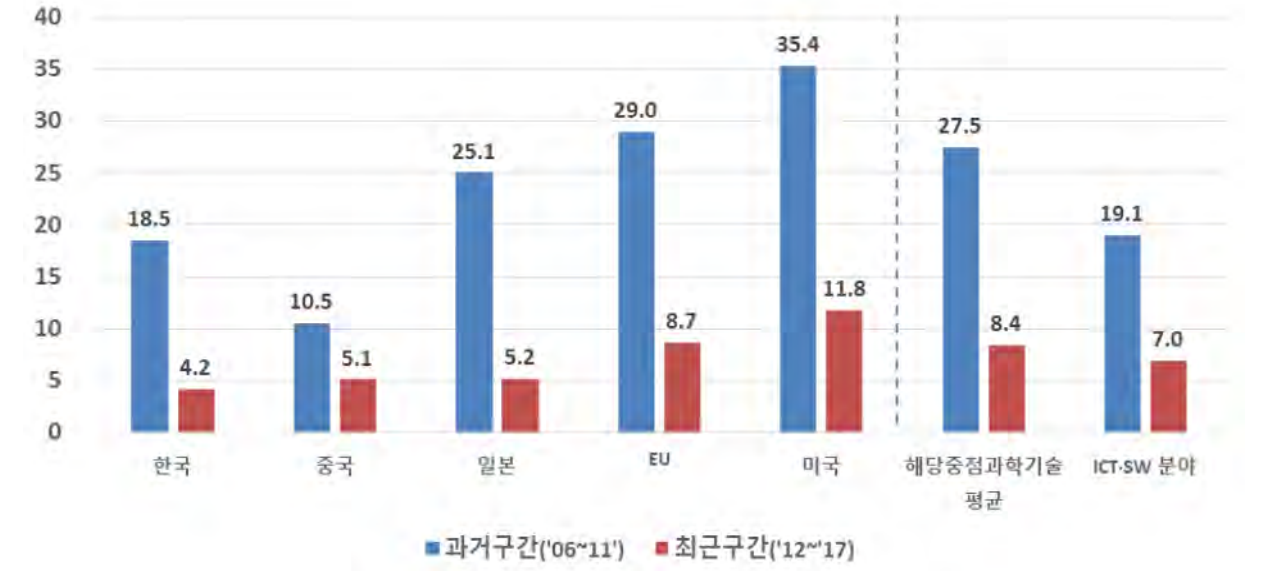


- 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

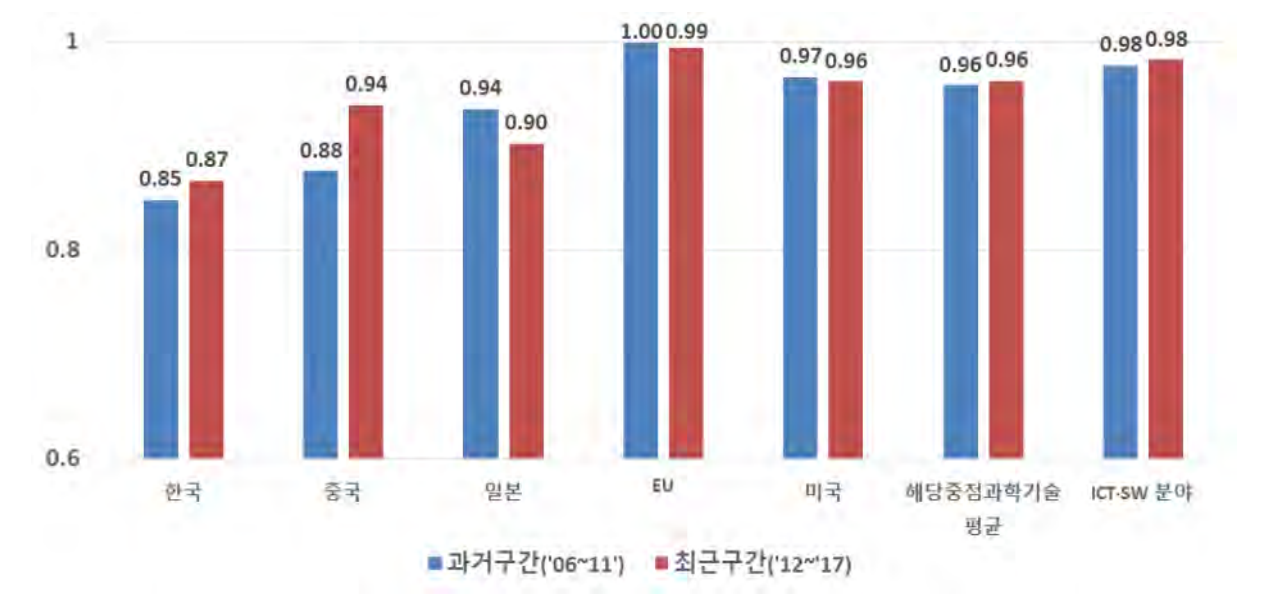
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



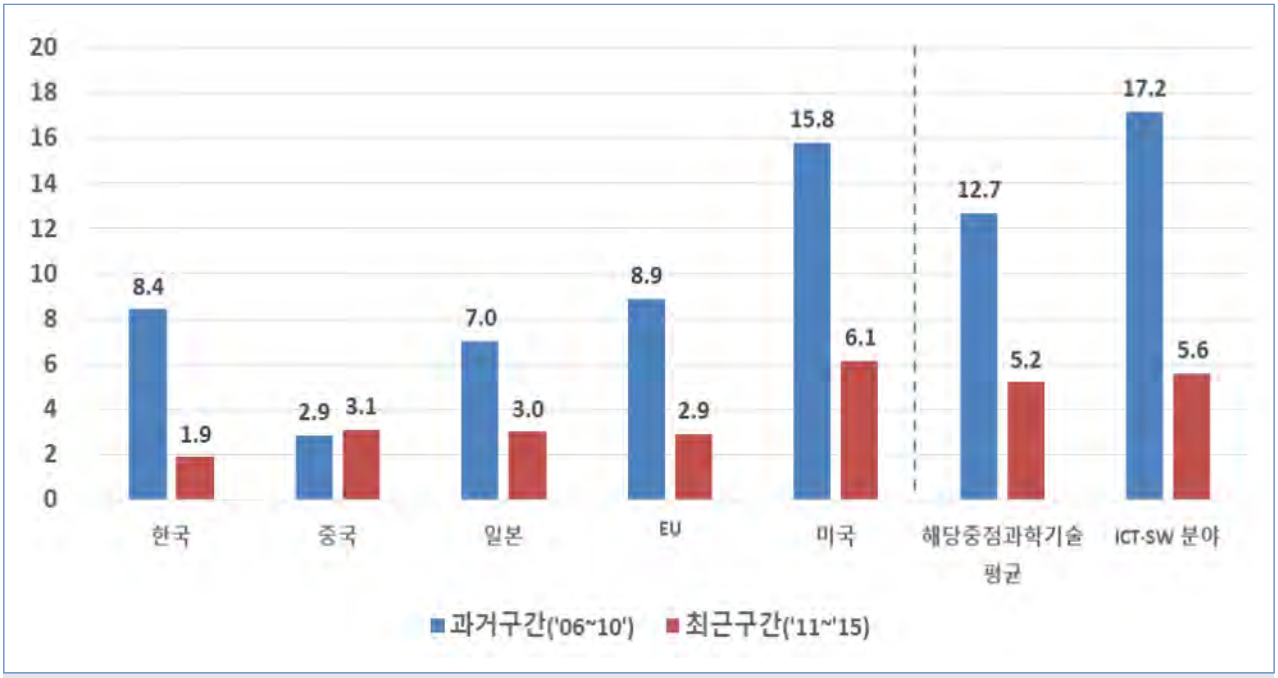
● 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



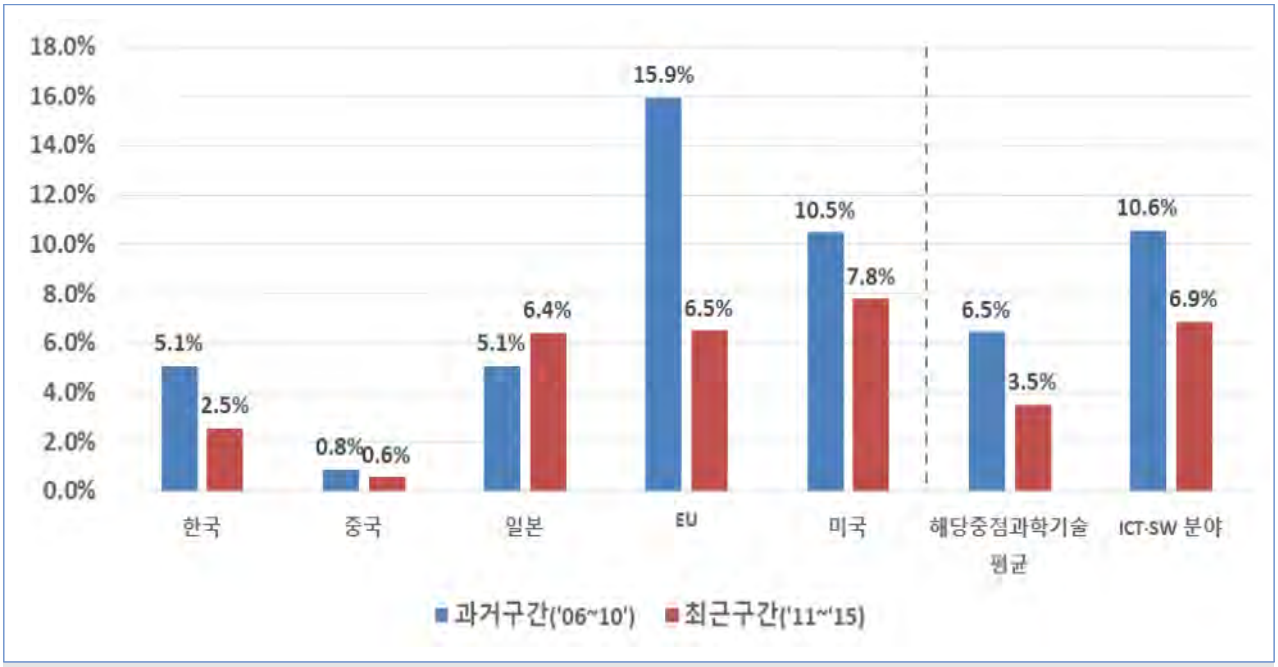
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



- 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

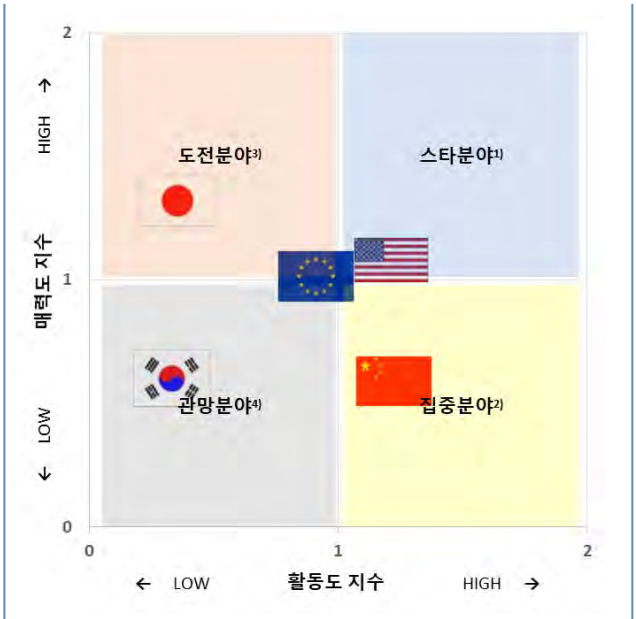
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

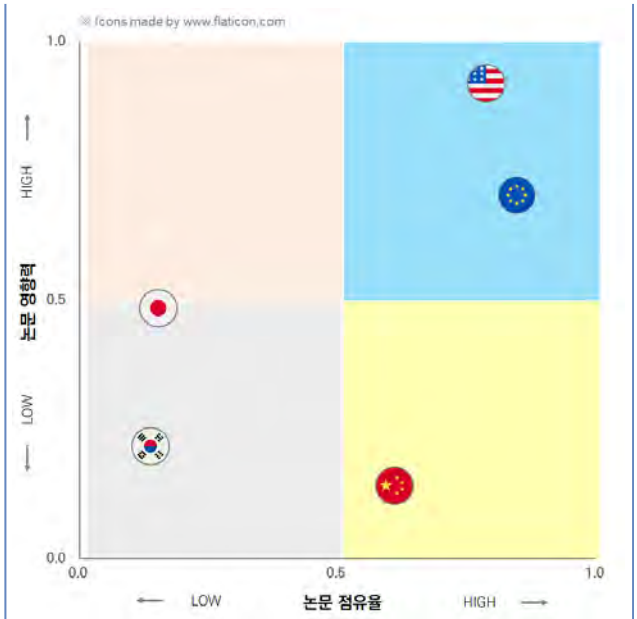
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

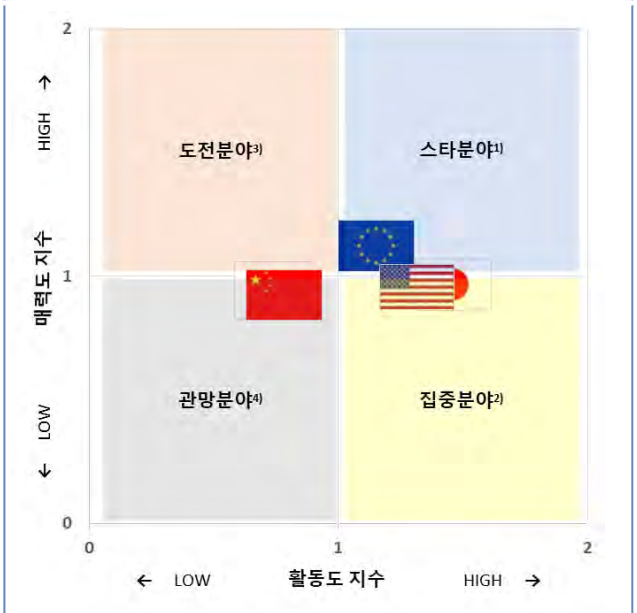


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

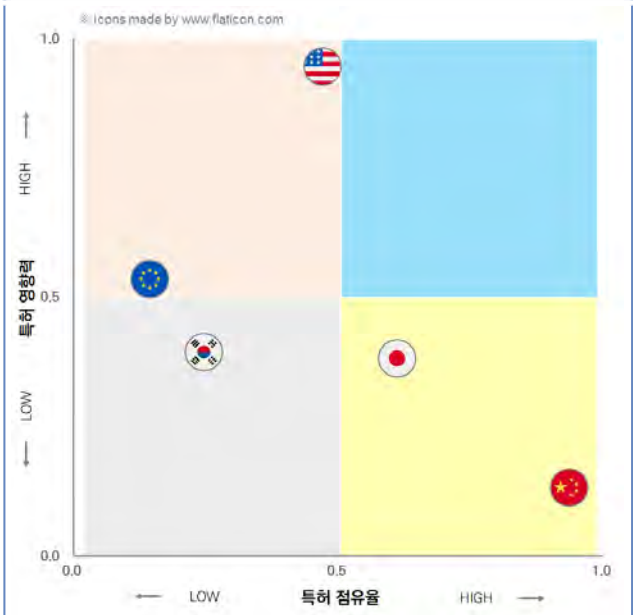
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.84%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '서울대학교'가 8.97%(글로벌 점유율은 0.24%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.56%	0.84%	30.23%
2	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	미국	1.06%	0.35%	56.25%
3	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	중국	1.42%	0.35%	92.86%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	1.38%	0.34%	50.00%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	중국	1.35%	0.33%	29.41%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	8.97%	0.24%	200.00%
2	KOREA UNIVERSITY	3.85%	0.10%	200.00%
3	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	3.53%	0.09%	900.00%
4	YONSEI UNIVERSITY	2.88%	0.08%	100.00%
5	MOKWON UNIVERSITY	2.24%	0.06%	600.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.42%	0.35%	92.86%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	1.38%	0.34%	50.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.35%	0.33%	29.41%
4	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	0.90%	0.22%	171.43%
5	BEIHANG UNIVERSITY	0.79%	0.19%	566.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	3.91%	0.14%	42.86%
2	KYOTO UNIVERSITY	2.30%	0.08%	-33.33%
3	WASEDA UNIVERSITY	2.07%	0.08%	-50.00%
4	KYUSHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.07%	0.08%	700.00%
5	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.84%	0.07%	66.67%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.56%	0.20%	-28.57%
2	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	0.54%	0.19%	87.50%
3	UNIVERSITY OF WATERLOO	0.49%	0.18%	220.00%
4	UNIVERSITY OF LJUBLJANA	0.49%	0.18%	10.00%
5	UNIVERSITY OF OXFORD	0.42%	0.15%	57.14%

6 미국

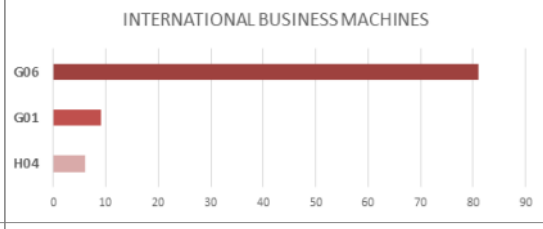
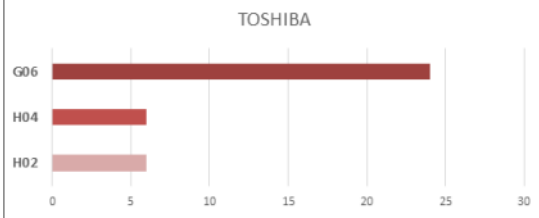
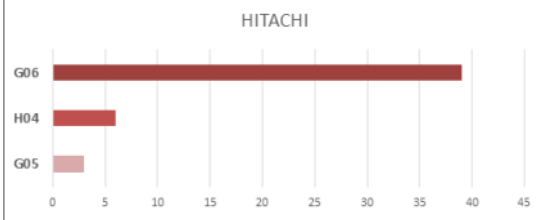
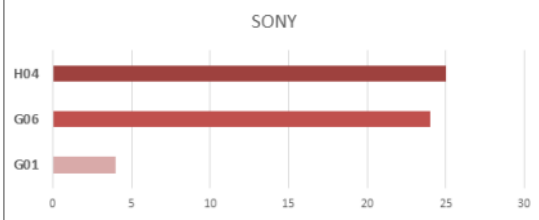
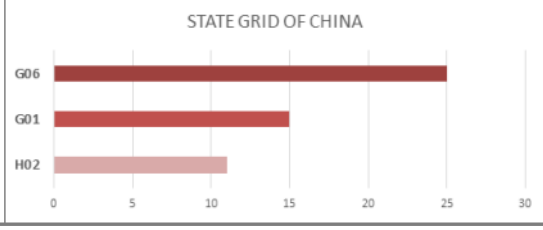
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.56%	0.84%	30.23%
2	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	1.06%	0.35%	56.25%
3	STANFORD UNIVERSITY	0.98%	0.32%	116.67%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	0.98%	0.32%	71.43%
5	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.96%	0.31%	108.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES(1.87%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 4.58%(글로벌 점유율은 0.55%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES'는 G06(산술 논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를, '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

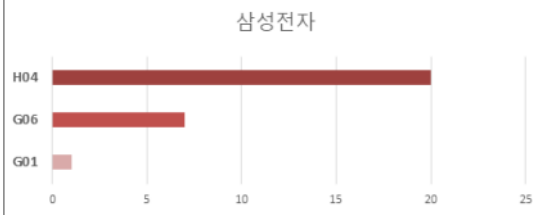
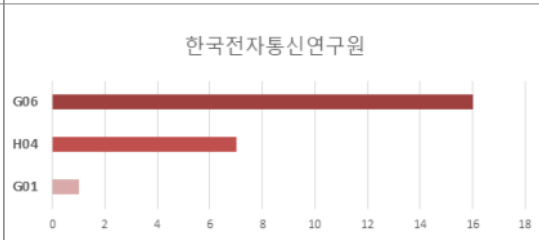
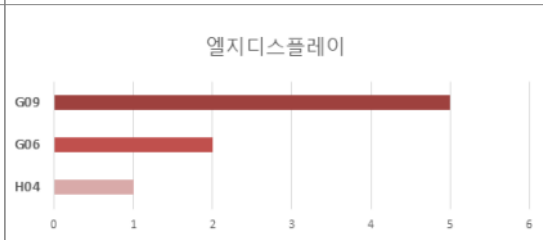
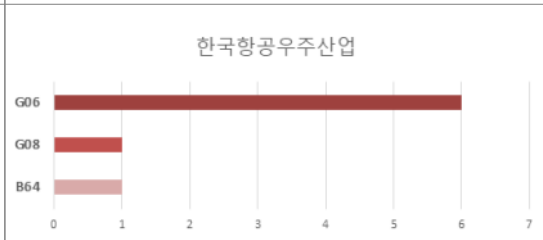
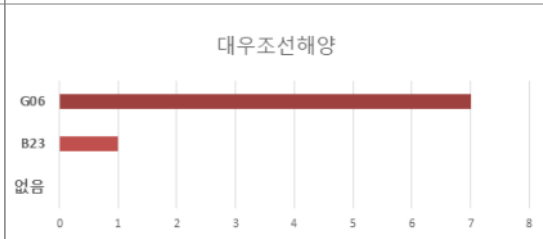
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	9.78%	1.87%	200.00%
2	TOSHIBA	일본	5.34%	1.25%	37.04%
3	HITACHI	일본	5.00%	1.17%	-18.18%
4	SONY	일본	4.92%	1.15%	-36.11%
5	STATE GRID OF CHINA	중국	3.02%	1.15%	5800.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

2 한국

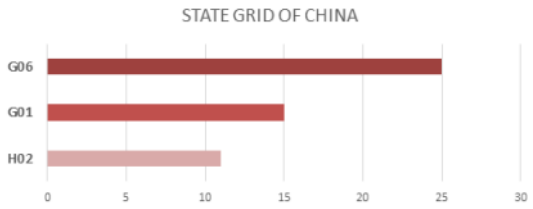
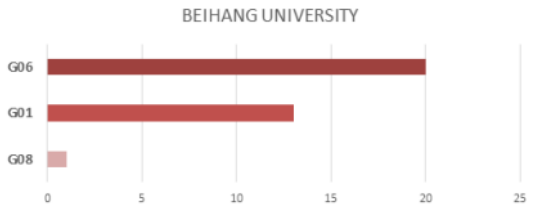
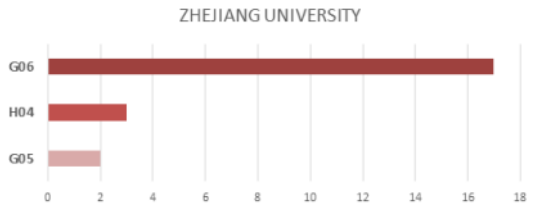
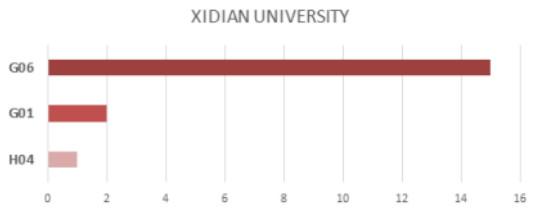
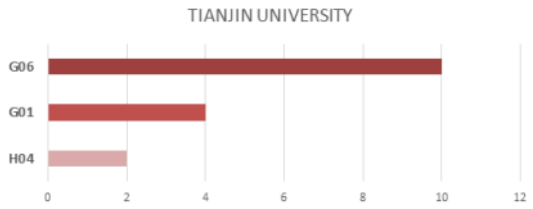
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	4.58%	0.55%	-25.00%
2	한국전자통신연구원	3.93%	0.47%	-66.67%
3	엘지디스플레이	1.31%	0.16%	-40.00%
4	한국항공우주산업	1.31%	0.16%	-85.71%
5	대우조선해양	1.31%	0.16%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
3		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		B64	항공기; 비행; 우주공학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B23	공작 기계; 달리 분류되지 않는 금속 가공
		-	-

3 중국

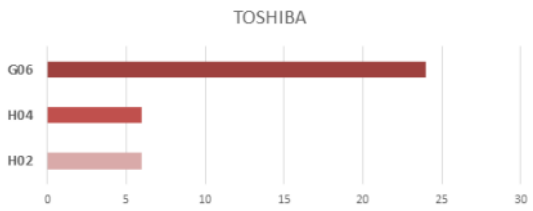
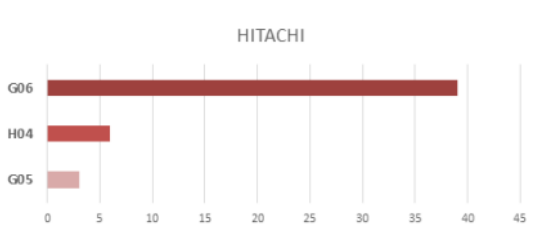
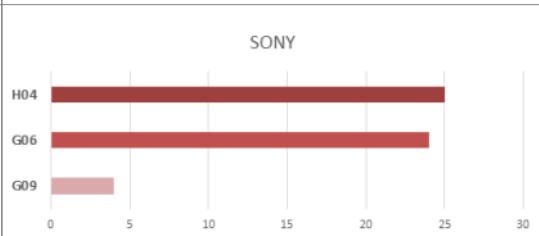
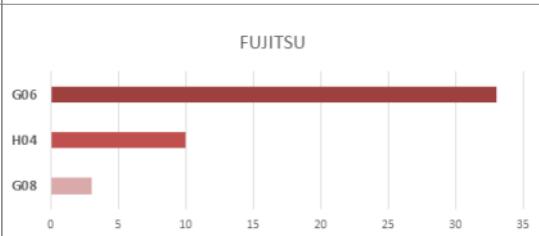
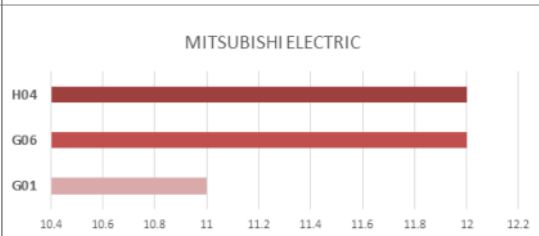
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	3.02%	1.15%	5800.00%
2	BEIHANG UNIVERSITY	1.79%	0.68%	188.89%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.48%	0.57%	63.64%
4	XIDIAN UNIVERSITY	0.92%	0.35%	250.00%
5	TIANJIN UNIVERSITY	0.92%	0.35%	250.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		G08	신호
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술

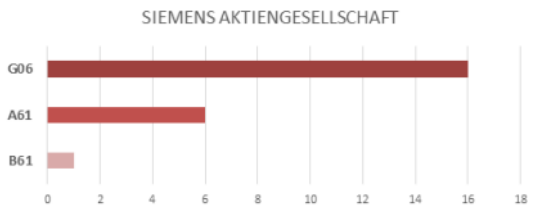
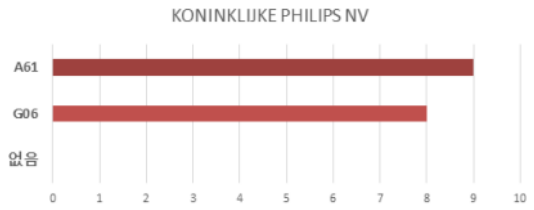
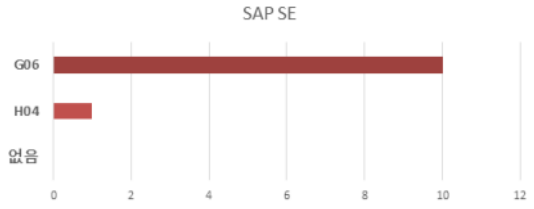
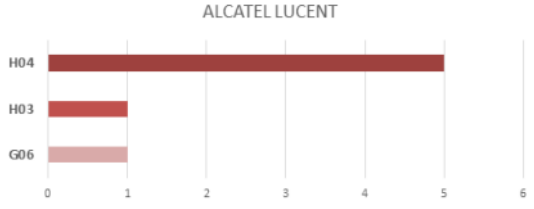
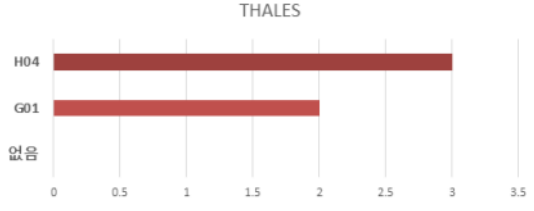
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	5.34%	1.25%	37.04%
2	HITACHI	5.00%	1.17%	-18.18%
3	SONY	4.92%	1.15%	-36.11%
4	FUJITSU	4.42%	1.03%	52.38%
5	MITSUBISHI ELECTRIC	4.17%	0.97%	-33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

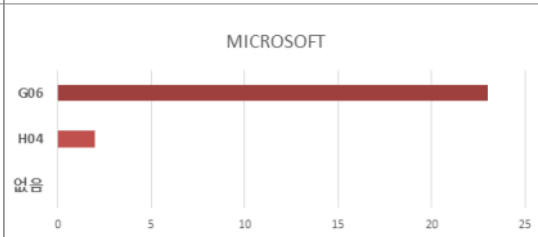
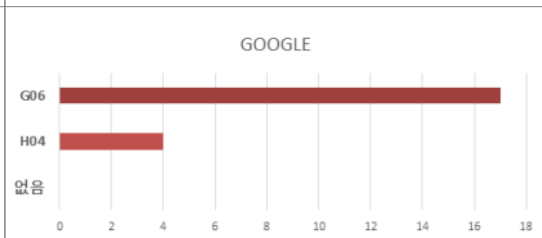
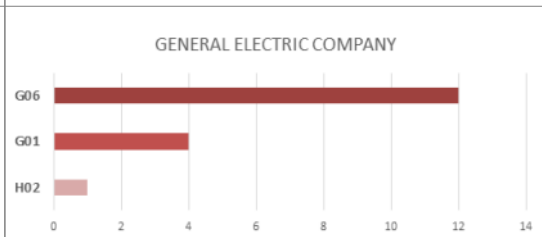
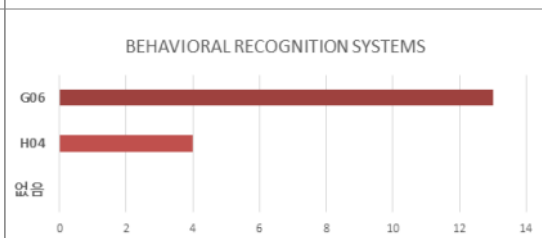
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	6.28%	0.47%	0.00%
2	KONINKLIJKE PHILIPS NV	4.45%	0.33%	42.86%
3	SAP SE	2.88%	0.21%	900.00%
4	ALCATEL LUCENT	1.83%	0.14%	150.00%
5	THALES	1.31%	0.10%	-33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		B61	철도
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
4		H04	전기통신기술
		H03	기본전자회로
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H04	전기통신기술
		G01	광학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	9.78%	1.87%	200.00%
2	MICROSOFT	2.55%	0.49%	-7.69%
3	GOOGLE	2.14%	0.41%	220.00%
4	GENERAL ELECTRIC COMPANY	1.93%	0.37%	11.11%
5	BEHAVIORAL RECOGNITION SYSTEMS	1.73%	0.33%	-11.11%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

109 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술



109 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 기존 데이터베이스로 처리하기 어려운 비정형·대용량 데이터를 빠르고 확장성 있게 관리하고 처리 할 수 있는 소프트웨어 플랫폼* 기술
  * 스토리지, 데이터베이스, 클라우드 서비스 플랫폼, 분산 처리 구조, 연산처리 등
- ☑ 기존의 데이터베이스로 처리할 수 없는 대용량 데이터를 빠르고 편리하게 서비스로 제공할 수 있도록 하는 데이터 플랫폼과 컴퓨팅 인프라 기술
- ☑ 인공지능의 정확성 향상을 위해서는 데이터의 품질과 데이터 처리성능이 전제되어야 하므로 이를 이루기 위한 기반기술
- ☑ 인메모리 기반 데이터 저장, GPGPU(General-Purpose computing on Graphics Processing Units) 기반 데이터 처리, 양자컴퓨팅이나 뉴로컴퓨팅 등 새로운 컴퓨팅 인프라 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

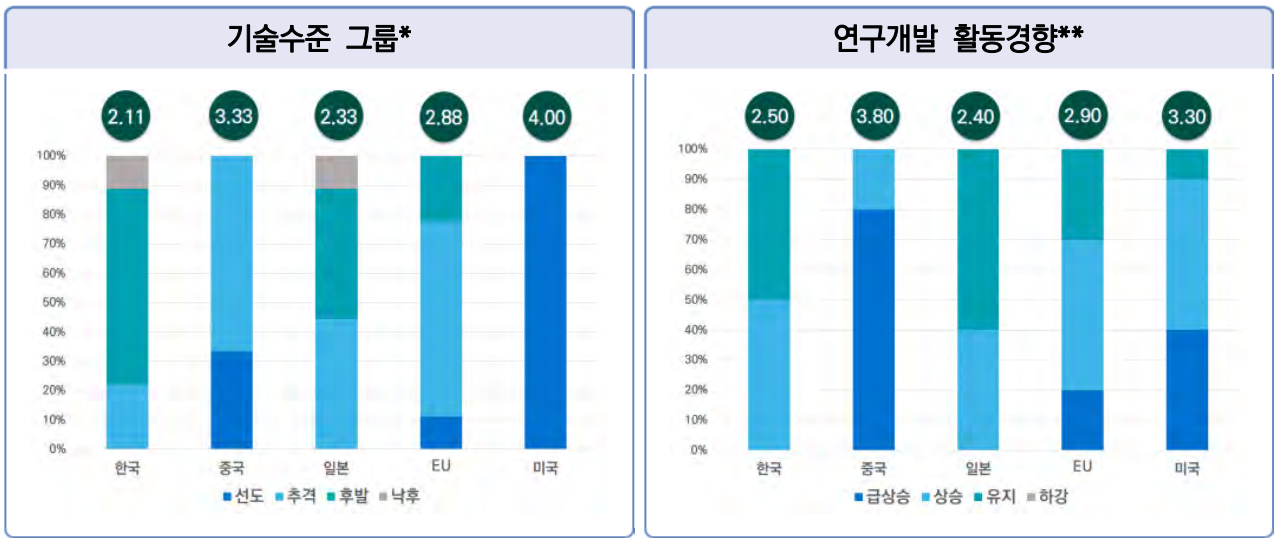
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	50.0	4.0	후발	보통	보통	상승
중국	85.0	1.5	추격	우수	우수	급상승
일본	60.0	3.0	후발	보통	보통	유지
EU	73.0	2.0	추격	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	50.0	3.5	50.0	50.0	60.0	18.0	4.0	3.0	5.0	2.0
중국	80.0	1.8	85.0	80.0	88.0	10.0	1.5	1.0	2.0	0.5
일본	60.0	2.8	60.0	30.0	70.0	23.0	3.0	2.5	4.0	1.9
EU	67.5	2.0	73.0	65.0	90.0	21.6	2.0	1.0	3.0	1.3
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

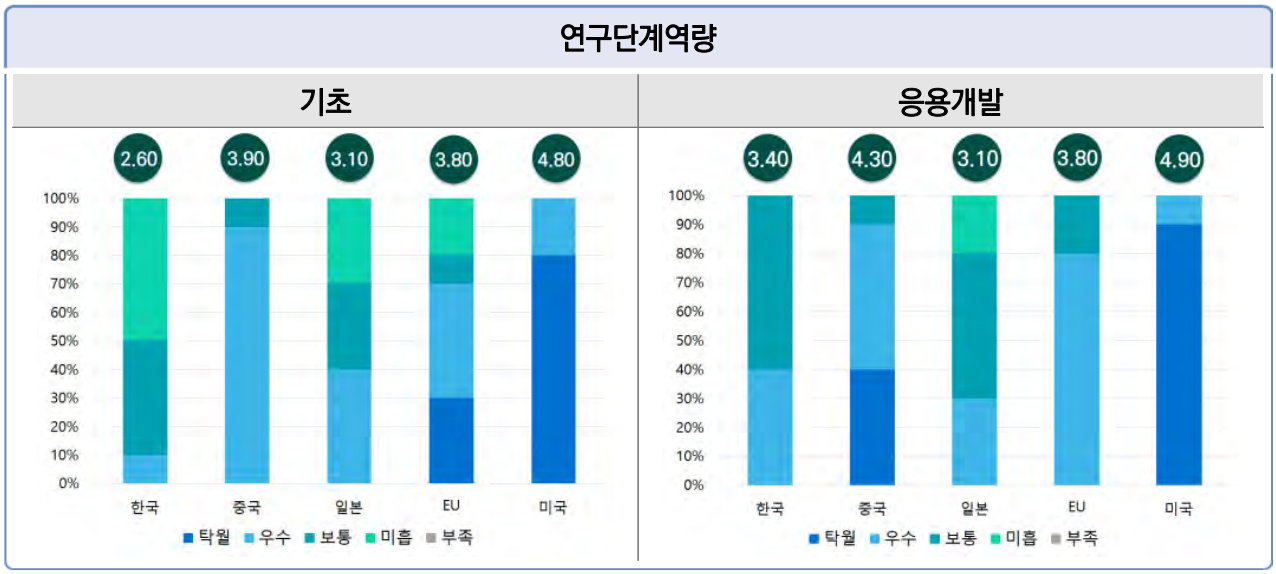
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (50.0%)	• 범용의 플랫폼이 없고 일부 응용에만 적용 가능한 플랫폼이 존재 • DBMS 등 전통 데이터 분야 열위 및 소프트웨어 분야 산업 기술 인력 육성 부족 등으로 기술 격차 존재 • 초고속 데이터 처리를 위한 소프트웨어 개발 능력 보유하고 있으나, 장기적인 로드맵과 지속적인 투자 미흡 • 논문/특허 발표 건수 및 피인용지수가 선도 그룹에 비해 부족 • 미국을 중심으로 한 오픈소스 기술을 채용하여 소규모 그룹에서 연구하고 있는 수준으로, 자체적인 대규모 상용 서비스를 하지 못함
중국 (85.0%)	• 정부의 적극적인 투자 및 지원으로 연구와 기술개발 지속발전 • 자국 내에서 활용 가능한 수준의 플랫폼 개발이 이루어지고 있으나 글로벌 수준의 플랫폼으로 발전되지 못함 • Large-Scale의 초고속 데이터 처리 시스템 구축 기술을 보유하고 있으며 (예, 텐허2), 알라바바 등의 기업이 빅데이터 처리를 위한 대규모 투자 진행 • 클라우드 환경 대량 트랜잭션, 데이터 처리, GPU를 이용한 이미지 처리 기술 등을 알리바바, 타오바오 등 실제 상용 서비스에 적용 중
일본 (60.0%)	• 자국 내에서 활용 가능한 수준의 플랫폼 개발이 이루어지고 있으나 글로벌 수준의 플랫폼으로 발전되지 못함 • IT, 소프트웨어 분야 선도 기업 부족 및 인력 양성 미흡 등으로 기술 격차 뚜렷함 • (1) 하드웨어, (2) 시스템 소프트웨어, (3) 서비스 제공 및 데이터 축적 측면에서, 일본은 (1)에서 CPU, 수퍼컴퓨터 부분에서만 어느 정도 경쟁력을 가지므로 미국, 중국에 크게 뒤짐 • 기술적 영역과 함께 사업적 영역에서도 시장을 견인할 만한 기업이 존재하지 않고 기술 선도국의 기술을 도입하여 응용을 중심으로 투자가 이루어지고 있음 • Large-Scale의 초고속 데이터 처리 시스템 구축 기술을 보유하고 있으나 (예, K computer), 초고속·대용량 데이터 처리를 위한 소프트웨어 플랫폼 기술 개발 미흡 • 논문/특허 발표 건수 및 피인용지수가 선도 그룹에 비해서 부족함
EU (73.0%)	• 미국과는 차별적으로 EU 내 연구그룹을 형성하여 미국의 플랫폼 기술 수준의 EU 자체의 플랫폼을 운용 • 국가 및 대형 포털 서비스 업체들을 통한 기술 개발 주도로 기술 격차 줄이고 있으며 논문 특허 건수 급증 • 학술적 영역에서 활발히 활동이 이루어지고 있으며 정부의 관심과 투자가 적극적으로 이루어지고 있음 • 요소 기술과 컴퓨팅 아키텍처 부문에서 시장을 주도할 만한 기업 존재 • 시스템 구축 기술과 이론 연구는 활발하나, 범용 플랫폼에 대한 기술 개발 미흡. 범용 기술보다는 특정 응용 분야를 위한 기술개발에 초점을 맞추어 실용화 가속화 노력 • EU 정부 주도 데이터 분석 처리 기술 분야 투자 및 기술 선도 집중하고 있으며 기존 확보된 기술 등으로 선도그룹과의 기술격차 크지 않을 것으로 보임

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 클라우드 기반 대용량 데이터 처리 분석 기술 분야 선도기업들의 중심 SW, HW 분야 신기술 주도 및 연구 논문 활동 활발 • 초고속, 대용량 데이터 플랫폼 기술은 크게 (1) 하드웨어 (CPU, GPU, 데이터센터, 초고성능 컴퓨터), (2) 시스템 소프트웨어 (클라우드, 가상화, 운영체제), (3) 서비스 제공 및 데이터 축적 (데이터베이스, XaaS)로 이뤄지는데, 미국은 이 3가지 모두 압도 중. 특히 Google, Amazon, VMware, Oracle 과 같은 SW 기업들과 Intel, IBM, Nvidia와 같은 HW 기업들이 모두 실리콘밸리를 중심으로 미국에 소재 • 상당수의 원천 기술과 함께 시장을 견인하고 있는 리딩 기업의 대부분이 미국에 포진하고 있으며 핵심 인력이 이들 기업으로 대거 유입됨 • Google, Amazon 등 기업이 개발한 기술을 오픈소스 소프트웨어로 제공함으로써 해당 기술 선도 • GPU, TPU 등 하드웨어 기술 개발 선도 • 논문 및 특허의 피인용수가 가장 많음. • Google, Amazon 등에서 Memory, GPU 등 하드웨어 처리 기술을 적극 채용한 클라우드 상용서비스를 이미 시행하고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 정보통신 및 기계제조 등의 선도 이외에 대부분의 분야 추격 • 초고속 네트워크 환경 등 풍부한 인프라 기반의 응용개발 연구 분야 기술 개발 적용 우수 • 신기술 적용에 거부감이 없는 사회 분위기 • 다른 나라와 비교하여 IT 환경 교체 주기가 짧아 신기술이 비교적 빠르게 전파됨 • 인력 인프라 교육 환경 • 정부와 대기업을 중심으로 응용 서비스 발굴과 적용에 관심과 투자 진행 • 삼성전자, 하이닉스로 대표되는 특정 모바일 디바이스, 메모리, SSD 등에서 절대 강자 • 미국 등의 선도 그룹의 발전 방향을 추격중이나, 인프라 구축이 산발적으로 진행됨	• 선진국 대비 R&D 투자예산, 국내 시장규모가 작아 기술 및 인력 확보 어려움 • 소프트웨어 분야 우수 인력 확보 및 장기적 양성 미흡 • 정부의 오픈소스 우선 정책으로 기초 연구보다는 응용 개발 부분에 인력이 집중됨 • 추진력 부족 • 기반 기술 개발을 위한 로드맵 및 장기 투자 부재 • 선도 기업의 부재로 시장 선도 기업의 기술 개발에 의존적인 응용과 투자 • 특정 HW 분야에서 강점을 가진 것 외에 다른 분야 경쟁력이 크게 부족. 특히 system SW 분야 기술이 매우 취약. 일본, 유럽에 비해서도 전문 개발 인력 및 인프라에서 더 취약. • 미국, EU 등과 달리 기초연구 투자에 취약함
중국	• 항공우주는 선도 • 전 분야에서 추격중이나 신기술분야(정보통신)의 과감한 투자로 기술 급상승 예측	• 국가 주도 R&D 한계 • 개발된 기술 적용 시, 전 국민 얼굴인식, 전 국민 통신 감청 등 법적/도덕적 논란 발생 가능

국가	강점분야	기타
	• 관련 분야 대규모 인력을 통한 기술 개발. 논문 특허 확보 등으로 기술 분야 성장 가능성 높음. 반미 정서 등으로 국가 주도 자체 기술개발 확보에 드라이브하면서 성장 인프라 확보 • 정부의 전폭적인 지원을 바탕으로 좋은 인프라 구축 가능 • 신기술을 개발했을 때 정부 차원에서 과감하게 적용하여 초기 기술의 미흡한 점을 대단히 빠르게 개선해 나감. 법적 문제, 사회적 합의 문제들을 정부에서 빠르게 결정하고 추진하므로 기술 개발 시 각종 제약을 생각할 필요가 없어 연구/개발자의 상상력을 온전하게 펼칠 수 있음 • 큰 내수 시장으로 인한 대규모의 수준급 개발 인력 존재로 인해 CPU, 수퍼컴퓨터 등 특정 분야에서는 미국과 경쟁이 가능한 수준에 도달 • 대규모 내수 사용자 대상으로 알리바바/텐센트 같은 SW 회사들도 빠르게 성장 중	• 기술 공개를 통한 기술 주도가 어려워 보임 • 우수한 인력과 개발 경험을 바탕으로 독자적 기술 개발이 이루어지고 있음 • 미국에 비해 전 세계 사용자를 대상 서비스 크게 부족 • Intel, Google, Nvidia 등 해당 분야를 선도하는 회사는 아직 존재하지 않음
일본	• 기존 전통 산업 분야 기업의 경험, 이력을 바탕으로 기술 개발 분야 잠재력 우수함 • 미국과 EU의 기술 수준에 근접한 기술개발이 이루어질 수 있을 것 • 기술의 완성도 • 주도하지는 못했지만 관련분야의 기술을 지속적으로 개발 • 한국과 유사하게 정부와 대기업 중심의 응용 서비스 부문을 중심의 투자 • 미국 등 선도그룹의 발전 방향을 추격 중	• 특히 소프트웨어 기술이 크게 부족하며, 국제적인 인력을 흡수하지 못한 폐쇄적인 개발환경 • 신기술 적용을 주저하는 보수적인 분위기로 발전 속도가 느림 • 하드웨어 플랫폼에 비해서 상대적으로 낮은 소프트웨어 플랫폼 기술 • 특정 서버, 수퍼컴퓨터 기술 외에 다른 분야 경쟁력이 크게 부족 • 미국에 비해 인력 및 인프라, 국제화된 서비스 경험 등에서 크게 미흡
EU	• 최근 GDPR 등 EU 내의 정보보호 강화 및 정부 주도 기술 개발 선도 주력하고 있음. EU 내의 국가 간 협력 프로젝트 등 대형 프로젝트를 통한 응용분야 내재화 등 단기간 내 성장 가능성 보유 • 미국보다는 우수한 글로벌 인재 풀이 작으나, EU의 우수한 인재들을 바탕으로 기술개발 중 • 기초 기술 연구 투자가 많아 수학, 언어 등의 데이터 처리 인접 분야 연구 인프라가 탄탄함 • 주도하지는 못했지만 관련분야의 기술을 지속적으로 개발 • 다양한 응용 시나리오 보유 • EU 회원국 간 협력을 바탕으로 체계적인 투자가 이루어지고 있음	• 시장을 이끌 대기업 부재 • 오픈소스 사용이 많아 미국에 기술이 종속되어 거대 서비스 등장이 어려움 • 추진력 • 기초 기술에 대한 관심과 이해를 바탕으로 경쟁력을 유지하고 있음 • EU 회원국 간 상호 이해와 협력에 기반하여 경쟁력을 확보하기 위해 노력 • 특정 CPU, DB 기술 외에 전반적으로 다른 분야 경쟁력이 크게 부족함 • 미국에 비해 인력 및 인프라, 국제화된 서비스 경험 등에서 크게 미흡함

국가	강점분야	기타
	• 요소 기술과 학술적 영역에서의 경쟁력을 바탕으로 세계 시장에서의 독자적 포지션 확보 중 • ARM, SAP 등으로 대표되는 특정 모바일 CPU, 데이터베이스 기술 강점이 있음 • 바이오 분야에서는 컨소시움 중심의 데이터 인프라를 구축	
미국	• 응용기술 분야 기술 선도 수준 탁월하며 산업분야 인력 풍부. 신기술 분야 리딩 그룹 형성으로 기술 개발 주도 및 해외 우수 인력 유입 등으로 풍부한 인적 자원 확보 (산학협력 분야 등) • 우수한 글로벌 인재를 바탕으로 기술개발이 이루어지고 있어, 기술, 인력, 인프라 측면에서 모두 강한 편 • 기초연구 및 응용개발 연구가 모두 강함 • 구글, 아마존 등의 상용 서비스에서 전 지구적 규모 데이터를 확보하여 기술 연구/개발에 활용하고 있어 기술 개발 선순환(Positive feedback)이 발생함 • 정부 차원의 투자도 적극적으로 이루어짐 • 대학을 중심으로 우수한 인력이 선도 기업에 유입되고 다시 연구가 활발히 이루어지는 선순환 고리가 이어지고 있음 • 기술을 선도하는 주요 하드웨어 회사 (Intel, AMD, IBM, Nvidia, Google 등)/주요 소프트웨어 회사 (Google, Amazon, Oracle, VMware) 대부분이 미국 소재 기업임. 이들이 기술을 선도하고, 세계 사용자를 대상으로 서비스를 하고 있음 • 인프라 및 데이터 구축관리가 탁월함. 특히 바이오 분야의 데이터 관리 및 서비스에 있어서는 전 세계의 연구자들이 연구할 수 있는 인프라를 제공함	• 자국 내 선도 기업 간 경쟁이 치열하고 이들 기업을 중심으로 기술을 선도 • 전통적 고성능 컴퓨팅 시장의 강자였던 인텔의 경우 인공지능과 기계학습 분야에서 GPU 기업에 위협을 받고 있으며 새로운 아키텍처 개발을 진행 중임

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	5위	1위	2위	4위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 통신 인프라 강소기업 육성 및 기업 간 기술협업 필요 • 산학 과제 등의 활성화를 통한 실용화 제품 개발 추진 필요. • 국내 분야별 개발자 대회 및 해커톤 대회 지원 프로그램 개발 등 • 국내에서 경쟁력을 갖춘 기관들에게 각자의 전문성을 살려서 요소 기술에 매진하게 함 • 주기적으로 기술 통합 시도 • 실질적 성과보다는 하나의 성과 평가 기준과 홍보를 위한 용도로 사용됨 • 결국 국내 협력 건수 등의 결과보다는 이를 촉진하기 위한 접근법 필요 • 산학연 협력 모델, 산업분야(응용분야, 시스템분야, 관리 분야)별 협력 모델 구축 • 데이터의 공유를 통한 연구의 협력 • 데이터 플랫폼을 개발하는 전문가와 데이터를 이용하는 도메인 전문가들이 협업을 할 수 있는 기회 필요
국제협력 촉진	• 단순 기술교류가 아닌 국내 기술수준 향상을 위한 벤치마킹과 글로벌 시장 진출을 위한 공동개발 전략 병행 추진 필요 • 국제 협력이 필요하나 선진국들이 기술 유출을 우려하여 실질적인 국제 협력이 쉽지 않을 것으로 판단됨. 하지만, 대학 간 국제 공동 연구 등의 활성화 노력이 일부 필요 • 주요 오픈소스 SW 커뮤니티 활동 및 국제 포럼 등 국내 개발자 활동을 촉진. 장려하는 프로그램 개발 및 홍보 필요. 단, 단순한 양적 성장이 아닌 원천기술 확보 등 국내 기술 경쟁력 향상을 위한 전략적 협력 방안 모색 필요 • 선도 기술을 확보하고 있는 기관과의 협력을 통해 핵심 기술 파악 및 기술 획득 필요 • 국제협력이나 MOU 등의 정량적 실적 등으로 연구와 사업을 평가하는 시스템으로 인해 실질적 협력과 성과를 보고 국제 협력을 하는 것이 아니라 정량적 성과와 평가를 위한 목적의 협력이 너무 많다보니 필요 이상의 국제 협력 성과가 만들어지고 있음. 국제 협력이라는 결과를 평가하는 것이 아니라 국제 협력이 잘 될 수 있도록 환경을 만들고 이를 평가의 기준으로 만들어야 함
인력양성 및 유치	• 산학 공동연구, 국가 간 인력교류 우선 수행 필요 • 인공지능 분야와 더불어 인프라의 중요성이 필요한 만큼, 시스템 분야에 대한 인력양성도 적극적으로 이루어져야 할 것으로 판단됨 • 대학에서의 연구 인력도 인공지능 분야에 집중화됨으로 인해 시스템 분야의 인력양성 시급 • 소프트웨어 분야 재교육 프로그램 및 대학졸업 비전공 대상 교육 프로그램 제공 • 관련 분야 해외 인력 유치 • 컴퓨터 시스템 관련 인력이 워낙 부족하므로 (1) 대학원에서 일차적으로 전문적인 시스템 엔지니어들을 교육시키게 하고, (2) 해당 기술을 담당하는 국내 연구소에서는 이들을 흡수하여 연구/개발의 연속성을 보장해야 함

	정책제언
	• 응용서비스나 분석 등의 단기 연구로 성과가 나오는 분야가 아니라 시스템 소프트웨어와 하드웨어 기술 등 중장기적 투자가 필요한 분야에 인력을 양성과 유치가 시급함. • 데이터 플랫폼 개발 및 데이터 분석에 모두 전문성을 가진 인력의 양성 • 아마존, Azure 등 미국 중심 상용 클라우드 서비스 활용 중심으로 교육 등이 이루어져 국내 원천 기술 확보가 어려움. 클라우드 원천 기술 개발 기업이나 학계에 더 많은 지원이 있어야 함
인프라 구축	• 국가 공공연구소의 시험연구 인프라 우선구축 인프라 구축에 국내외 기술진 공동연구 및 양성인력 투입 기술 상용화 조기 추진 • 자체 데이터에 대한 국내 클라우드 센터 전환 촉진을 위한 인센티브제도 도입 • 연구와 기술개발에 필요한 인프라는 절대적으로 부족한 상황. 제대로 된 대용량 데이터 처리와 분석에 필요한 연구 인프라를 구축하고 우수 기술을 개발하고 검증하기 위한 테스트베드 역할도 제공되어야 함. 그러나 연구 인프라를 특정 조직, 특정 사업 등에서 각자 도입하고 운영함에 따라 필요 이상의 인프라가 투자되고 있지만 정작 대규모 인프라로 연구를 수행하고자 할 경우는 인프라가 절대적으로 부족한 상황이 생기고 있음. 클라우드 기반의 인프라 투자와 활용으로 자원 활용도를 높이고 불필요한 예산 낭비도 줄여야 함 • 국가 초고성능컴퓨터 자원을 클라우드 서비스로 제공 가능한지 검토 • 대용량 데이터의 공유 및 프로세싱, 분석을 위한 클라우드 기반 시스템의 인프라 구축이 필요함. 공공 플랫폼에서 공유하는 대용량 데이터를 분석할 때, 저장된 플랫폼에서 원하는 분석 소프트웨어를 구축해서 프로세싱 할 수 있는 가상화 기술이 적용된 인프라 구축 필요 • 정부 주도로 공공 클라우드를 구축할 경우, 각종 협의 및 조정 과정이 필요하기 때문에 빠른 추진이 어려워 구축 완성 시점에는 이미 국제 기술 수준에 뒤떨어진 환경이 만들어짐. 따라서 민간 클라우드 활성화로 정책을 변경하여 빠른 기술 환경 변화를 따라 잡을 수 있도록 해야 함
법·제도 개선	• 지적재산권이 편의에 따른 법 제도에서 벗어나, 세계 표준으로 일반화된 기준을 따를 수 있도록 개선 필요 • 원활한 클라우드 기반 서비스 제공을 위한 현행 분야별 제도, 규정 지속적 완화 • 법제도는 연구개발에 꼭 필요한 만큼만 도움을 줄 수 있도록 적용되어야 하며 특정 조직과 기관에 혜택과 권한을 부여하기 위한 용도로 사용되어서는 안 됨. 예를 들어 법제도 적용 시 항상 전담기관이나 주관기관 등을 지정하여 특정 조직이 권한과 혜택을 받을 수 있도록 적용됨에 따라 불필요한 절차와 비용의 낭비, 경쟁력 저하를 가져오게 됨 • 용량 공공 데이터 활용 관련 법제도 완화 – 국가 연구비가 투입되어 생산된 데이터는 공공 플랫폼에서 공유하게 하는 제도 필요 – 공공 데이터를 민간에서 활용할 수 있도록 제도적 뒷받침 필요
연구비 확대	• 우리나라 경쟁력 확보가 가능한 분야에 대한 과감한 선택과 집중 필요 • 강소기업 국가예산 지원 • 인력양성 사업에 대한 연구비 확충도 필요한 반면, 자체 기술 확보를 위한 연구비 확충 필요 • 연구자들이 해당 연구에만 매진할 수 있도록, 연구비 지원형태가 (1) 연구개발 능력을 실제로 갖춘 정예 그룹을 선정하여, (2) 장기간 동안 (2) 대규모로 지원되어야 함. 현재의 연구비 지원 시스템은 실질 연구개발 역량과 상관없이 다수의 연구자들이 연구비를 나눠 결국 모든 연구가 소규모 그룹 단위로 단기간동안 진행되는 문제가 있는데 이를 탈피해야 함

	정책제언
	• 단기적 성과를 창출할 수 있는 산업적 응용(개발과 서비스 중심)과 활용 중심의 연구비 지원만을 고민하지 말고 기초연구를 적극 지원하여 원천 기술을 확보할 수 있도록 중장기적 연구비 투자가 절실함. 항상 해외 선진국에서 새로운 기술과 패러다임을 제시할 때 허겁지겁 특정 분야에 갑작스럽게 연구비가 집중되지만 유행이 지나고 썰물처럼 빠져나가는 악순환을 반복해서는 안 됨. • 시스템 소프트웨어, 공개소스 소프트웨어를 위한 기반 핵심 기술 개발 사업 (인력양성과 연계)
기타 의견	• 고성능 데이터 플랫폼 기술은 (1) 하드웨어 연구 (CPU/스토리지/서버 등), (2) 시스템 소프트웨어 연구 (운영체제/분산파일시스템/네트워크 등), (3) 응응 소프트웨어 연구 (map&reduce, DB 등)의 3개 분야가 밀접히 협력해야만 개발될 수 있는 기술이므로, 해당 분야가 모두 중요하게 추진/지원되어야 함. 또한 인력 양성 측면에서도 컴퓨터 하드웨어, 시스템 소프트웨어, 시스템/응용 프로그래밍 기술을 종합적으로 갖춘 시스템 인재를 양성해야 함. 이런 고급 인재를 갖추지 못한 국가는 해당 분야를 선도할 수 없음 • 공개된 기술을 적용하여 응용과 서비스를 제공하는 데 머무르면 안 되고 핵심 기술 개발에 집중해야 함. 특히, 시스템 소프트웨어 부문의 경우 오픈소스 커뮤니티에 적극 참여하여 기술을 주도할 수 있어야 함. 지금 국내는 논문과 기술료 등을 중심으로 단기적 목표에 집중하고 있어서 오픈소스 활동에 대해 많은 지원과 평가가 이루어지고 있지 않음

다 주요 분석 결과 요약

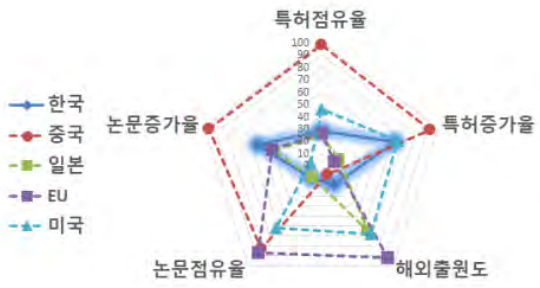
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	9,586	5,045	160.5%	368.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

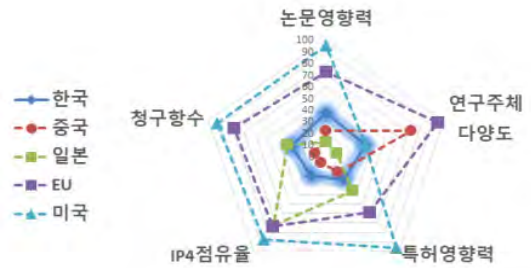
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	35.2%	70.9%	12.0	13.1
한국	4위	3위	3위	4위
	4.3%	5.1%	6.0	3.6
5개국 평균[2]	-	-	7.9	11.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

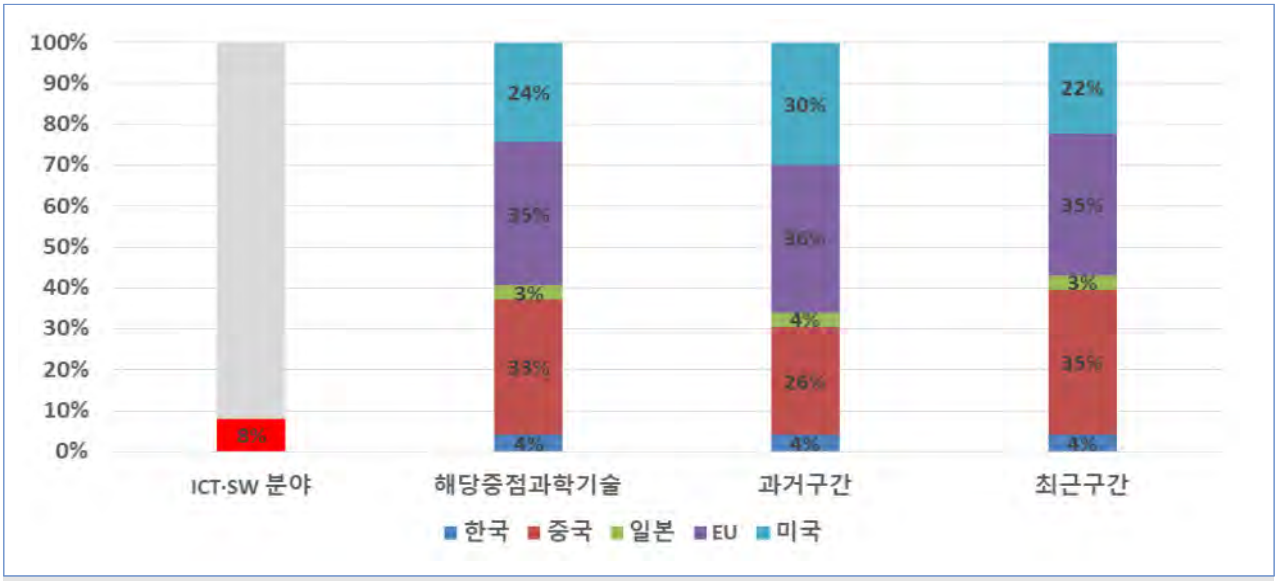
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.3%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(6.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(35.2%), 중국(32.9%), 미국(24.2%), 한국(4.3%), 일본(3.4%) 순이며, 논문 증가율은 중국(249.5%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(12.0), EU(8.8), 한국(6.0), 중국(4.6), 일본(3.5) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(5.1%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(3.6)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(70.9%), 미국(17.1%), 한국(5.1%), EU(4.0%), 일본(2.8%) 순이며, 특허 증가율은 중국(492.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.1)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(13.1), EU(7.1), 일본(5.0), 한국(3.6), 중국(2.6) 순이며, IP4 점유율은 미국(11.4%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.3)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.3%	32.9%	3.4%	35.2%	24.2%
	논문 증가율	167.6%	249.5%	148.9%	151.6%	93.1%
	논문 영향력	6.0	4.6	3.5	8.8	12.0
	연구주체 다양도	0.91	0.93	0.88	0.97	0.92
특허 분석	특허 점유율	5.1%	70.9%	2.8%	4.0%	17.1%
	특허 증가율	294.2%	492.3%	56.4%	25.6%	300.0%
	해외출원도	0.6	0.1	2.0	3.1	2.1
	특허 영향력	3.6	2.6	5.0	7.1	13.1
	IP4점유율	3.1%	0.2%	9.2%	9.4%	11.4%
	청구항수	5.1	2.6	5.3	9.2	11.3

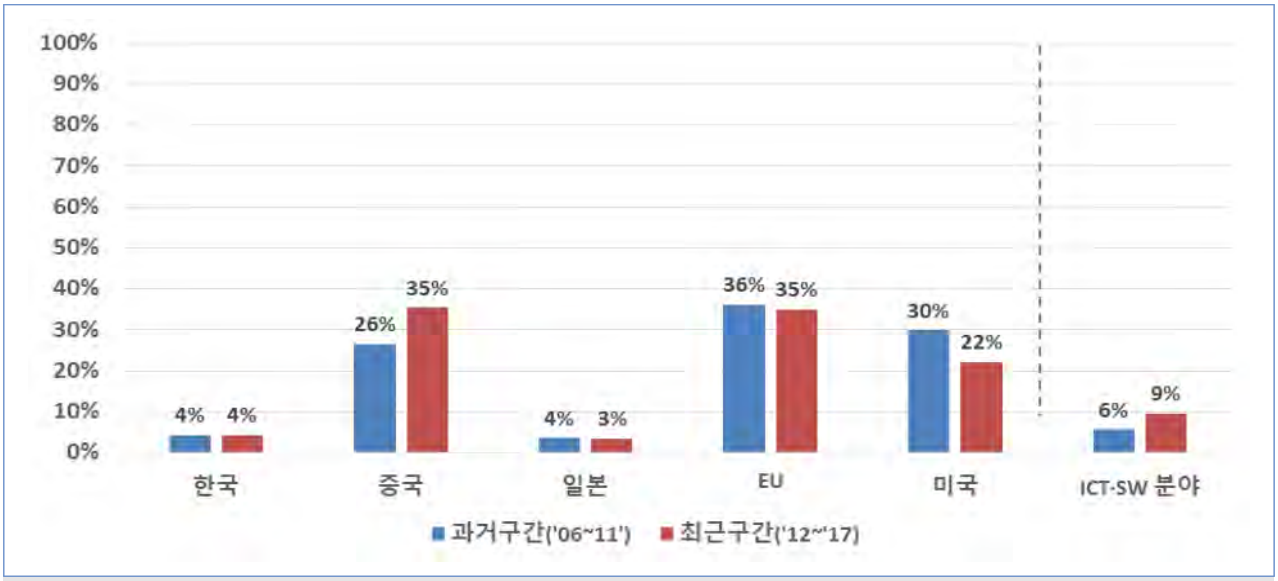
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3375건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 미국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 8%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

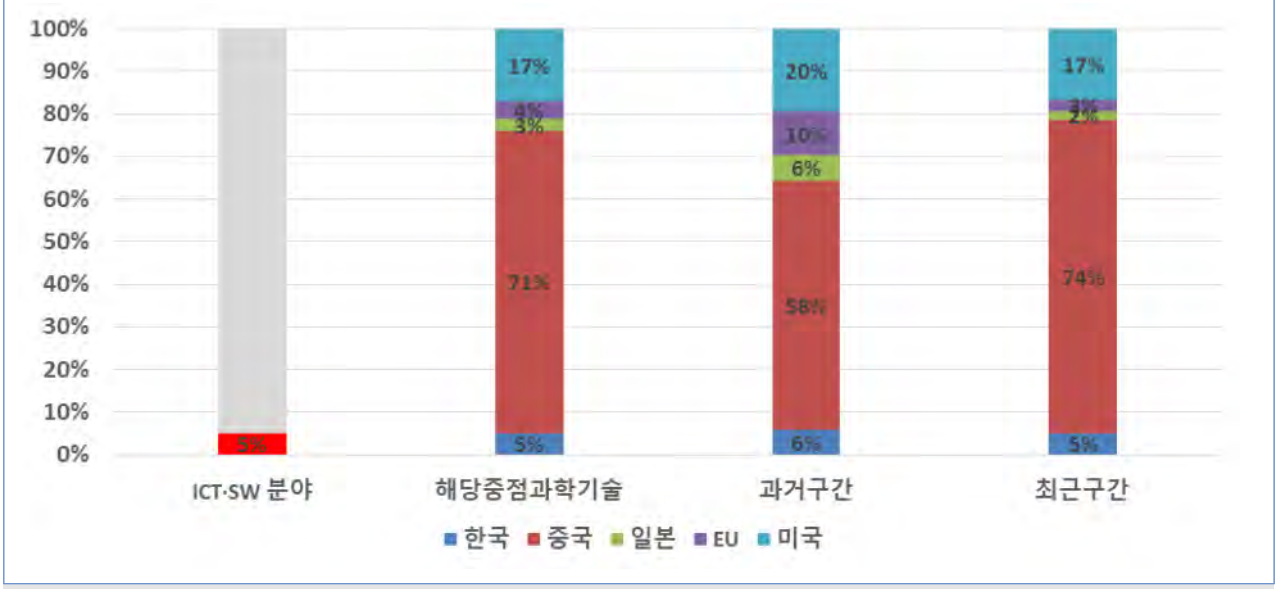


● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 167.6%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	111	297	408	167.6%
중국	701	2,450	3,151	249.5%
일본	94	234	328	148.9%
EU	960	2,415	3,375	151.6%
미국	793	1,531	2,324	93.1%
전체	2,659	6,927	9,586	160.5%

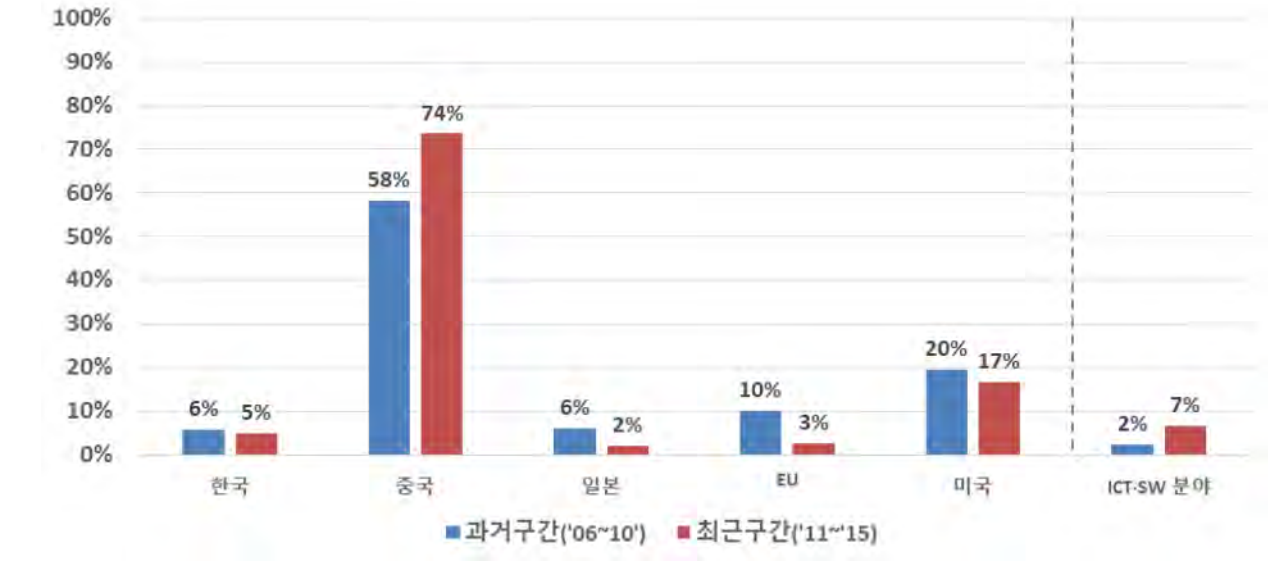
(4) 특허 점유율(전체)



● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 3579건으로 전체 특허의 71%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)

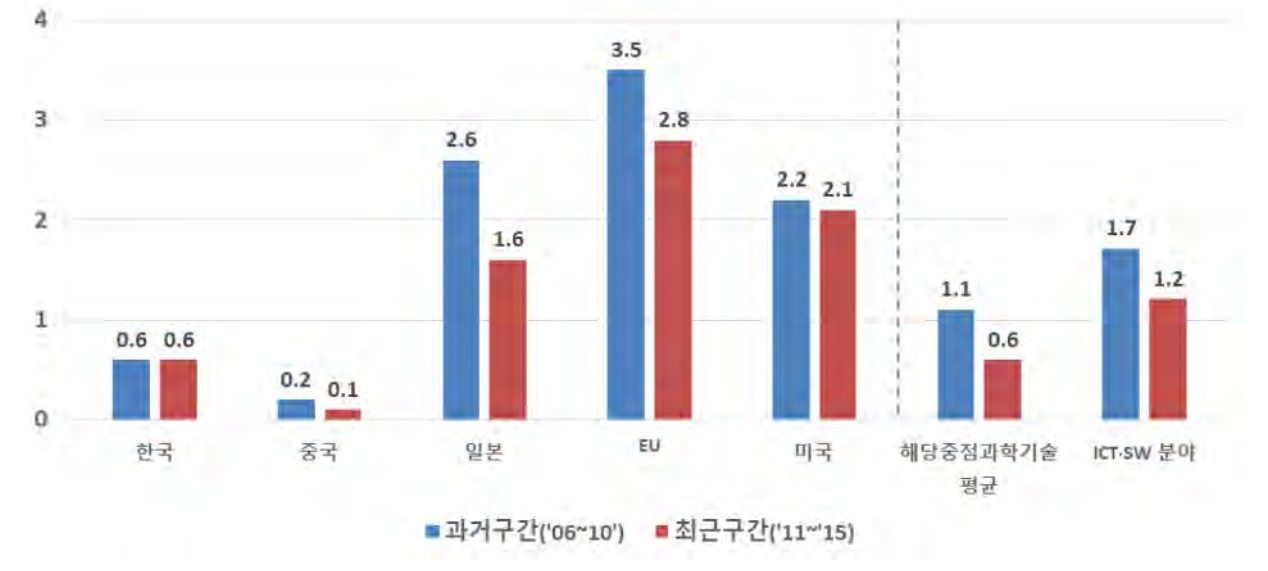


● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 294.2%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	52	205	257	294.2%
중국	517	3,062	3,579	492.3%
일본	55	86	141	56.4%
EU	90	113	203	25.6%
미국	173	692	865	300.0%
전체	887	4,158	5,045	368.8%

(7) 특허 해외출원도[6]

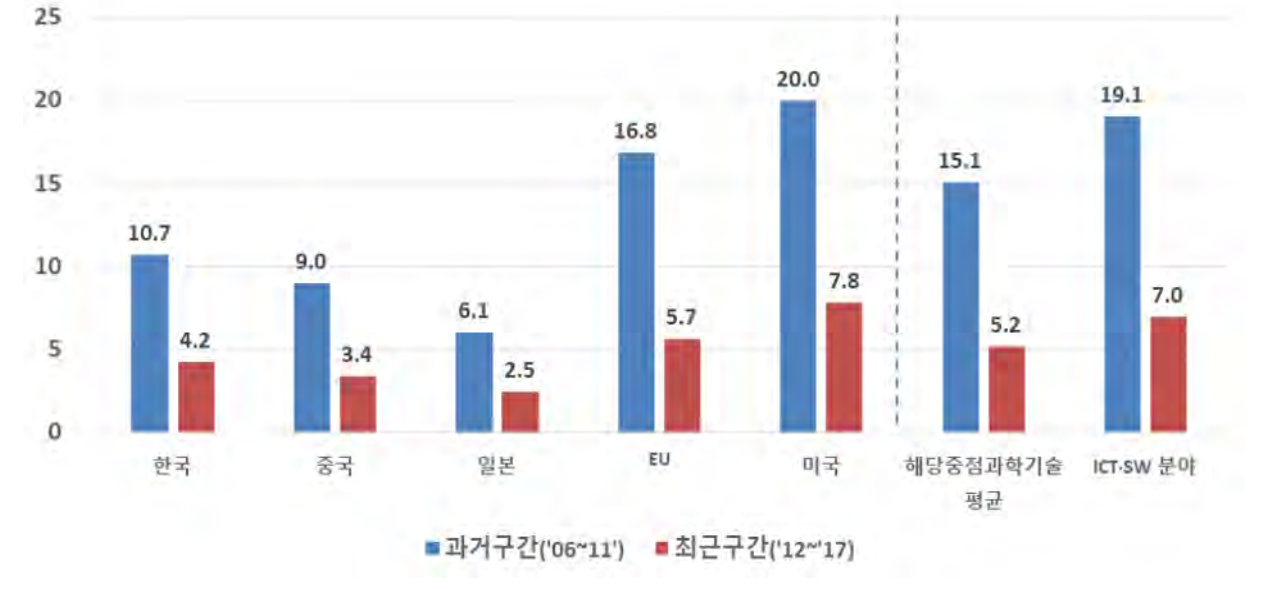


● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



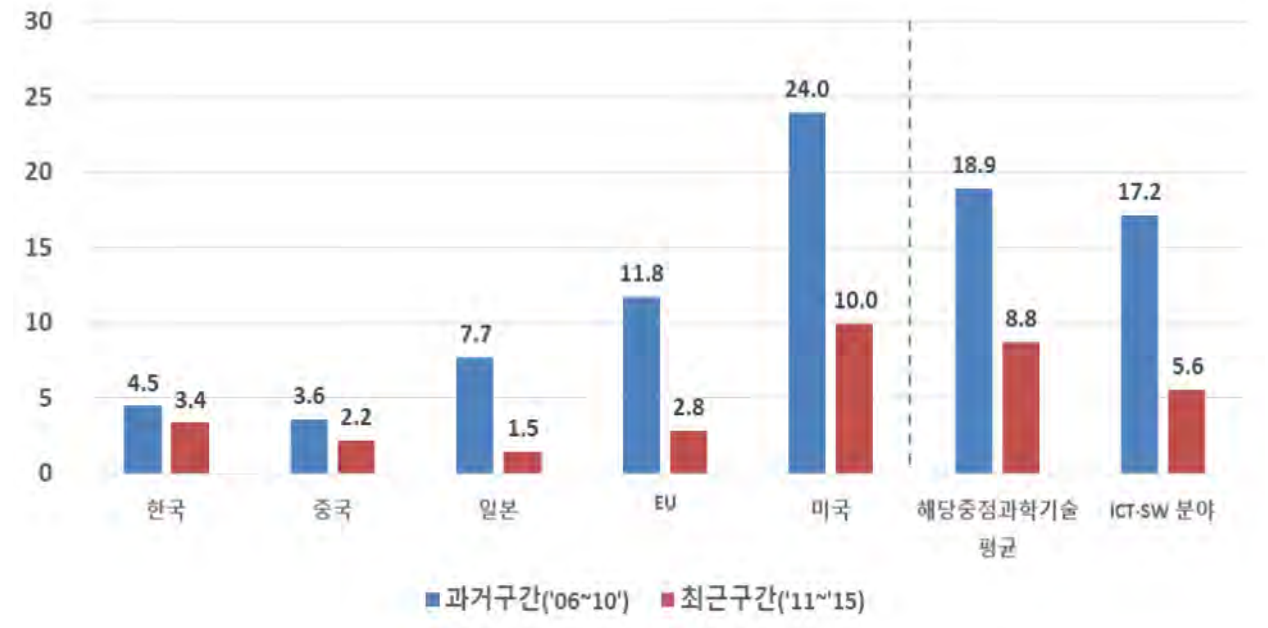
● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



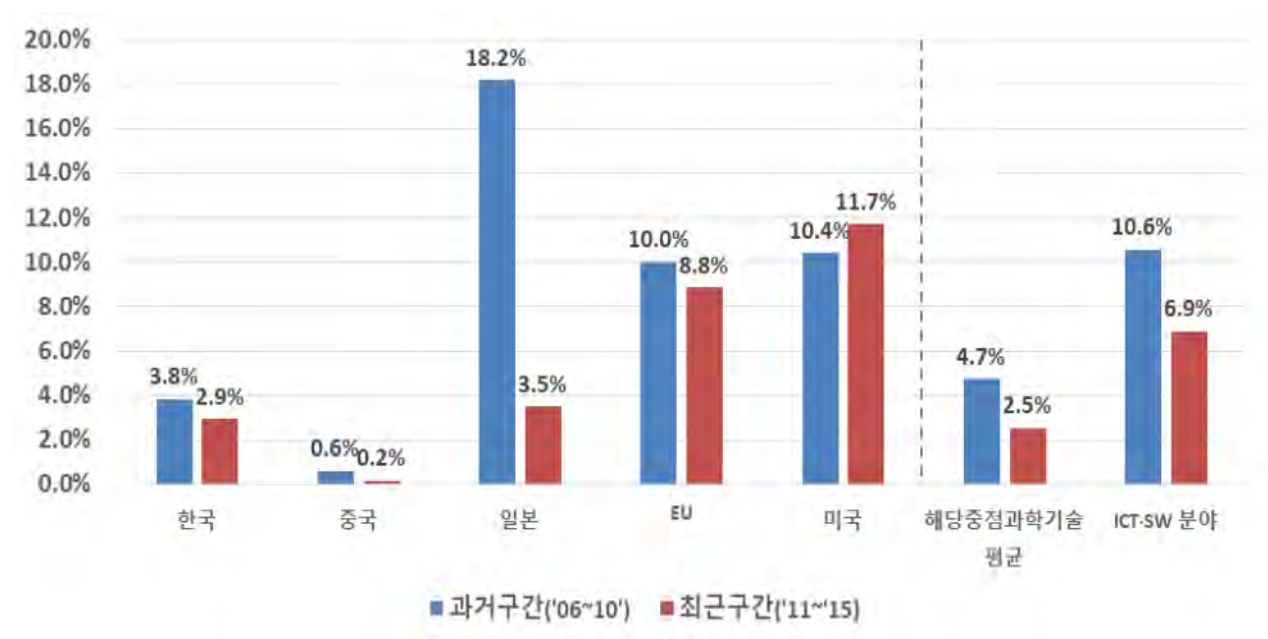
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



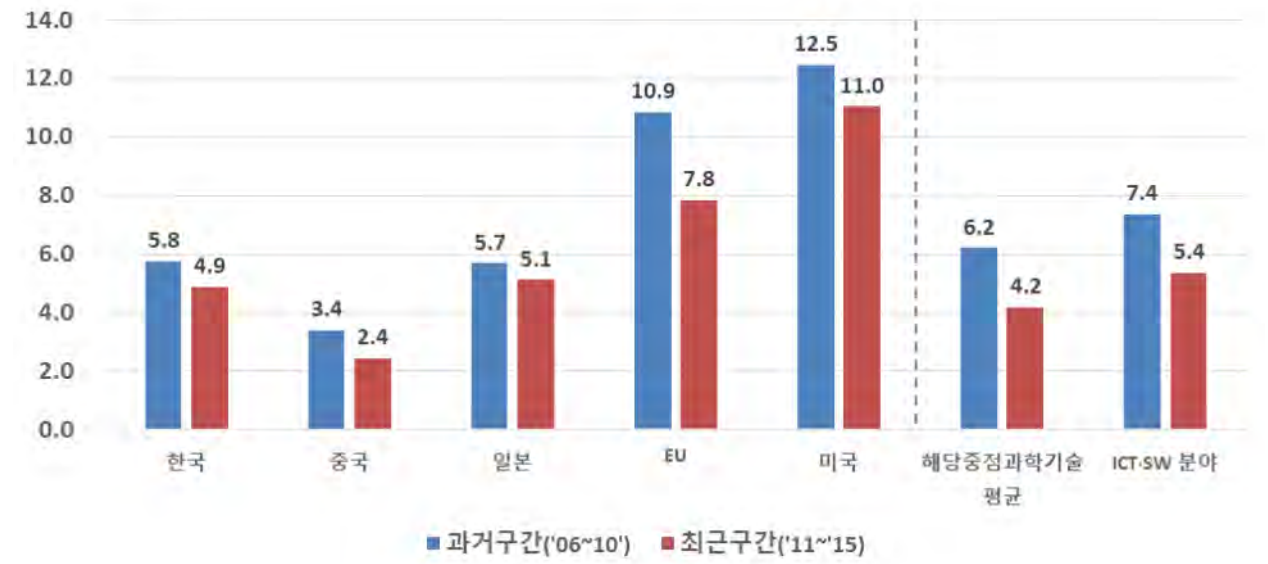
● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

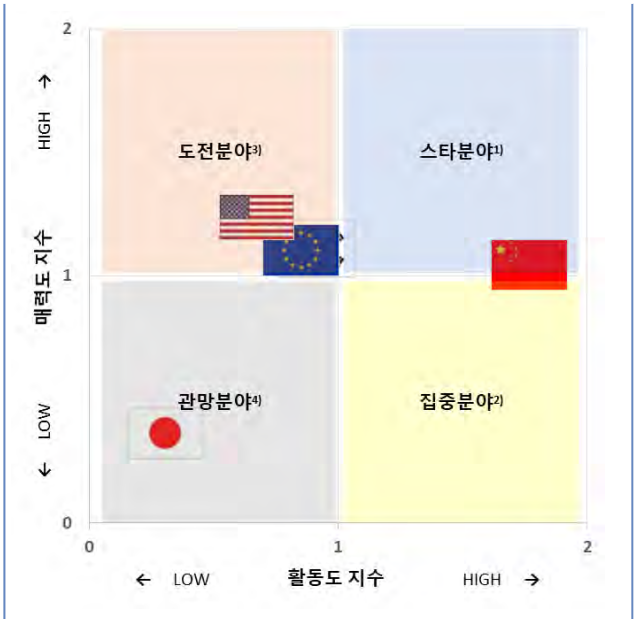
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

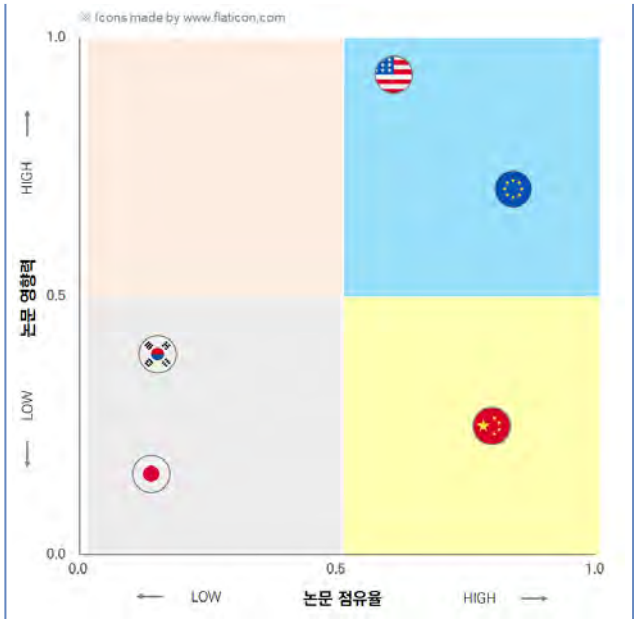
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

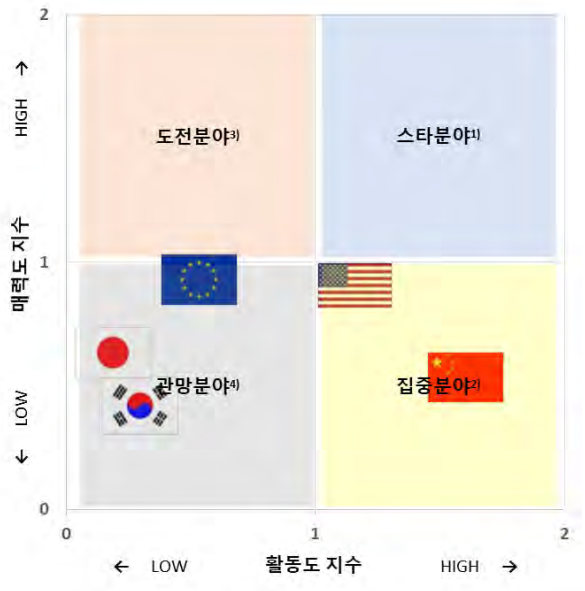


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

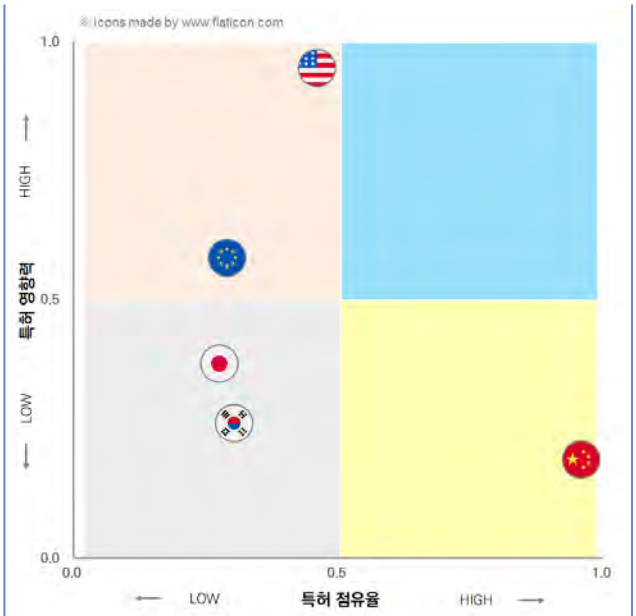
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.72%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '경희대학교'가 8.82%(글로벌 점유율은 0.38%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.97%	0.72%	46.43%
2	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	중국	1.94%	0.64%	671.43%
3	BEIHANG UNIVERSITY	중국	1.52%	0.50%	100.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	1.49%	0.49%	161.54%
5	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	1.33%	0.44%	325.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUNG HEE UNIVERSITY	8.82%	0.38%	700.00%
2	KOREA UNIVERSITY	6.37%	0.27%	666.67%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.39%	0.23%	114.29%
4	HANYANG UNIVERSITY	2.70%	0.11%	350.00%
5	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	2.70%	0.11%	166.67%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	1.94%	0.64%	671.43%
2	BEIHANG UNIVERSITY	1.52%	0.50%	100.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	1.49%	0.49%	161.54%
4	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.33%	0.44%	325.00%
5	WUHAN UNIVERSITY	1.24%	0.41%	154.55%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATICS	5.18%	0.18%	366.67%
2	KEIO UNIVERSITY	3.96%	0.14%	125.00%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	3.96%	0.14%	233.33%
4	OSAKA UNIVERSITY	3.96%	0.14%	16.67%
5	FUJITSU LTD.	3.35%	0.11%	-62.50%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	INSTITUTE OF COMPUTER SCIENCE	0.80%	0.28%	340.00%
2	NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS	0.56%	0.20%	37.50%
3	UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON	0.56%	0.20%	-10.00%
4	VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.53%	0.19%	100.00%
5	NEWCASTLE UNIVERSITY	0.53%	0.19%	400.00%

6 미국

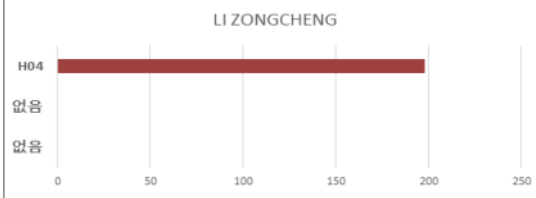
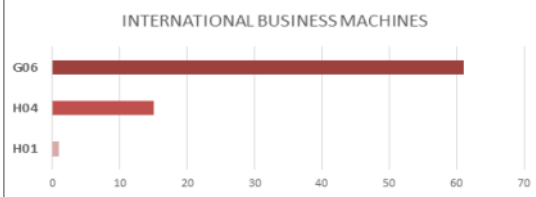
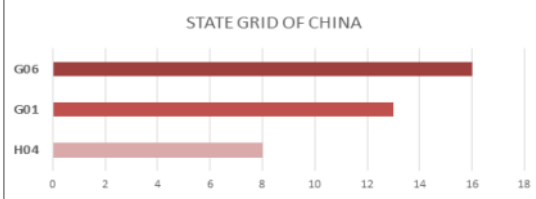
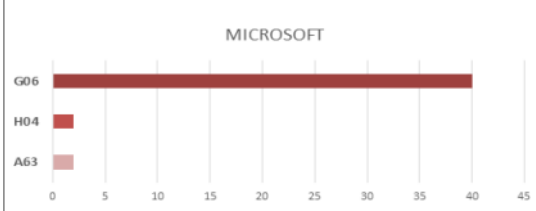
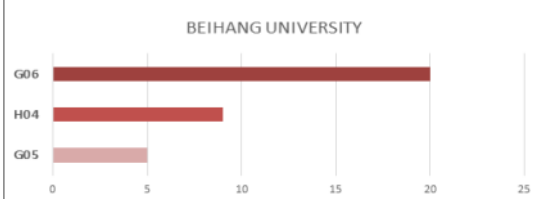
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.97%	0.72%	46.43%
2	NORTHEASTERN UNIVERSITY	1.72%	0.42%	133.33%
3	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.64%	0.40%	275.00%
4	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	1.03%	0.25%	600.00%
5	PURDUE UNIVERSITY	0.99%	0.24%	128.57%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'LI ZONGCHENG(3.92%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국전자통신연구원'이 2.72%(글로벌 점유율은 0.14%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'LI ZONGCHENG'은 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를, '한국전자통신연구원'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

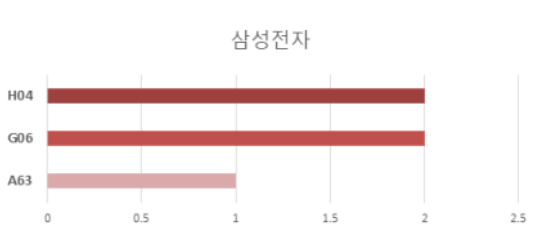
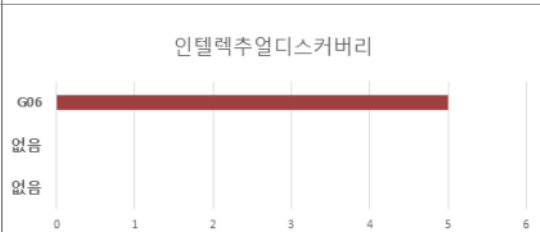
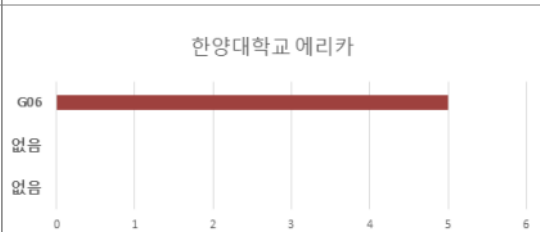
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	LI ZONGCHENG	중국	5.53%	3.92%	19700.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	9.13%	1.57%	116.00%
3	STATE GRID OF CHINA	중국	1.37%	0.97%	4800.00%
4	MICROSOFT	미국	5.43%	0.93%	93.75%
5	BEIHANG UNIVERSITY	중국	1.12%	0.79%	244.44%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A63	스포츠; 게임; 오락
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정

2 한국

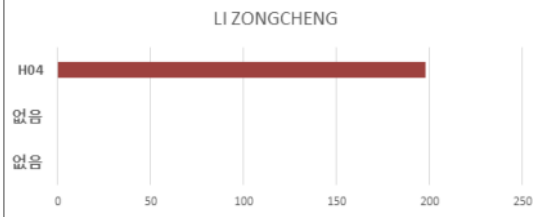
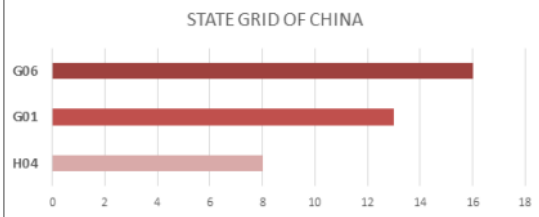
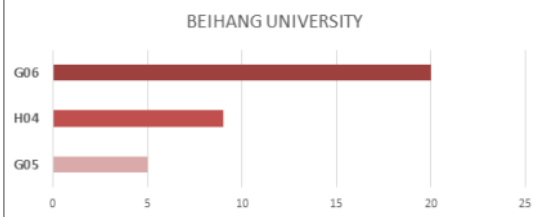
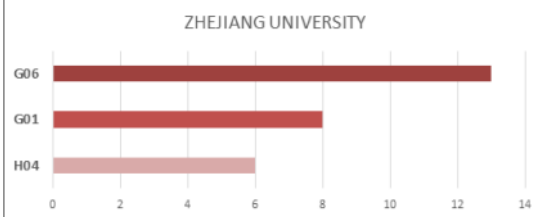
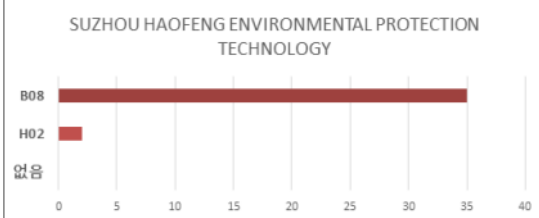
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전자통신연구원	2.72%	0.14%	600.00%
2	삼성전자	1.95%	0.10%	400.00%
3	김경중	1.95%	0.10%	400.00%
4	인텔렉추얼디스커버리	1.95%	0.10%	400.00%
5	한양대학교 에리카	1.95%	0.10%	400.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A63	스포츠; 게임; 오락
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

3 중국

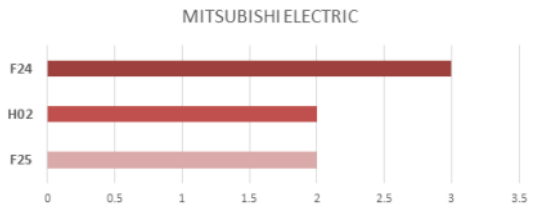
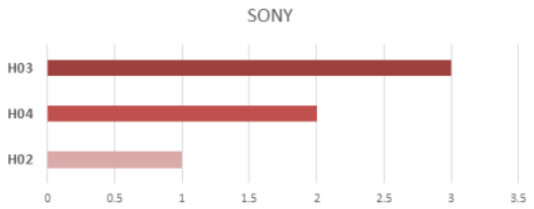
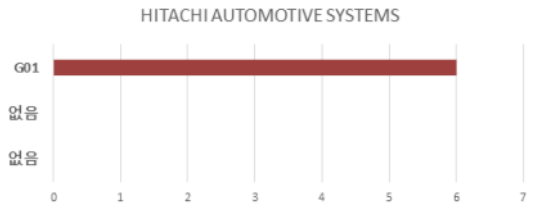
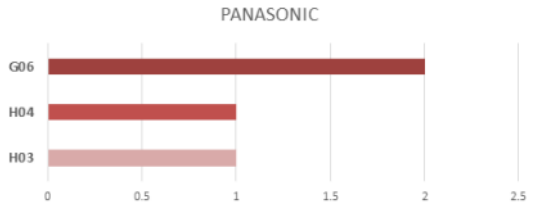
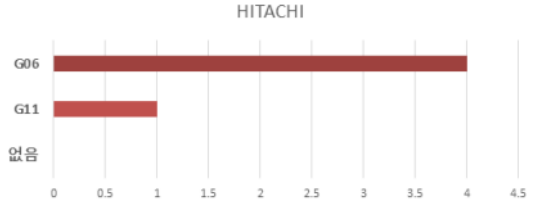
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	LI ZONGCHENG	5.53%	3.92%	19700.00%
2	STATE GRID OF CHINA	1.37%	0.97%	4800.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	1.12%	0.79%	244.44%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.12%	0.79%	22.22%
5	SUZHOU HAOFENG ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY	1.03%	0.73%	3600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		–	–
		–	–
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
5		B08	청소
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		–	–

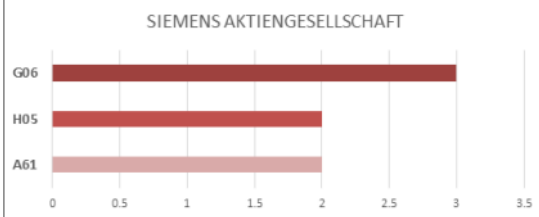
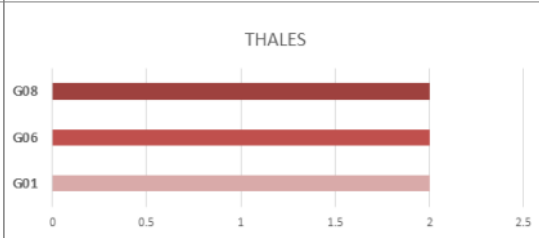
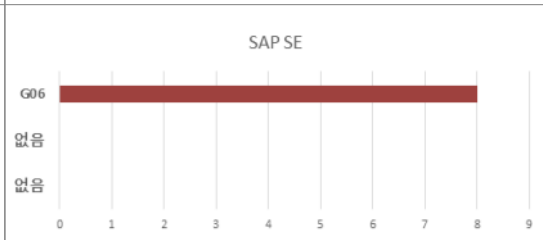
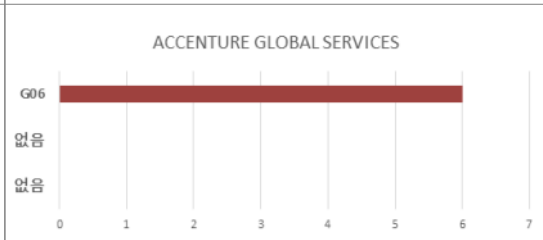
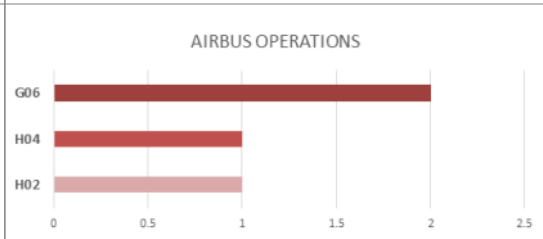
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	MITSUBISHI ELECTRIC	6.38%	0.18%	-20.00%
2	SONY	4.96%	0.14%	-83.33%
3	HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS	4.26%	0.12%	500.00%
4	PANASONIC	4.26%	0.12%	0.00%
5	HITACHI	3.55%	0.10%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
2		H03	기본전자회로
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G01	광학
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H03	기본전자회로
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장
		-	-

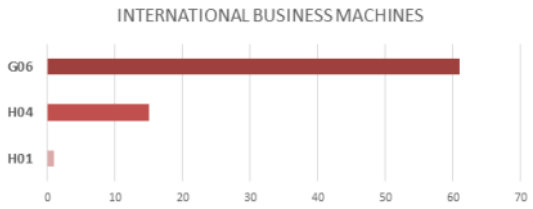
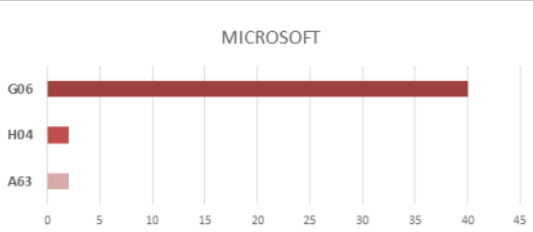
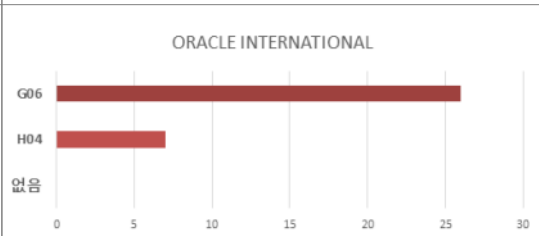
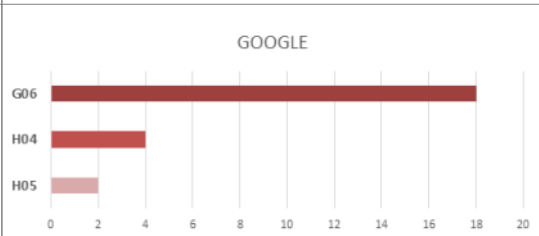
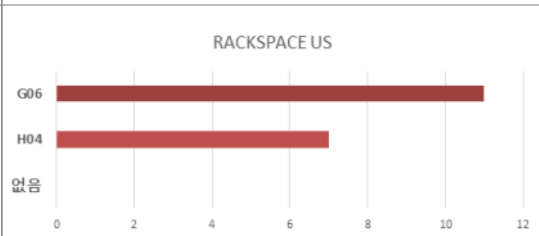
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	4.43%	0.18%	100.00%
2	THALES	3.94%	0.16%	-66.67%
3	SAP SE	3.94%	0.16%	700.00%
4	ACCENTURE GLOBAL SERVICES	2.96%	0.12%	400.00%
5	AIRBUS OPERATIONS	2.96%	0.12%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	9.13%	1.57%	116.00%
2	MICROSOFT	5.43%	0.93%	93.75%
3	ORACLE INTERNATIONAL	3.82%	0.65%	460.00%
4	GOOGLE	3.01%	0.52%	2400.00%
5	RACKSPACE US	2.08%	0.36%	1700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A63	스포츠; 게임; 오락
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

110 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술



110 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 언어·시각·음성 등 인공지능 요소기술 고도화를 넘어 공통 플랫폼에 필요한 기술을 제공하여, 다양한 인공지능 응용 서비스에서 공통적으로 활용할 수 있는 기술
- ☑ 추론 및 학습 기술, 언어·시각·음성·복합 지능 플랫폼 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

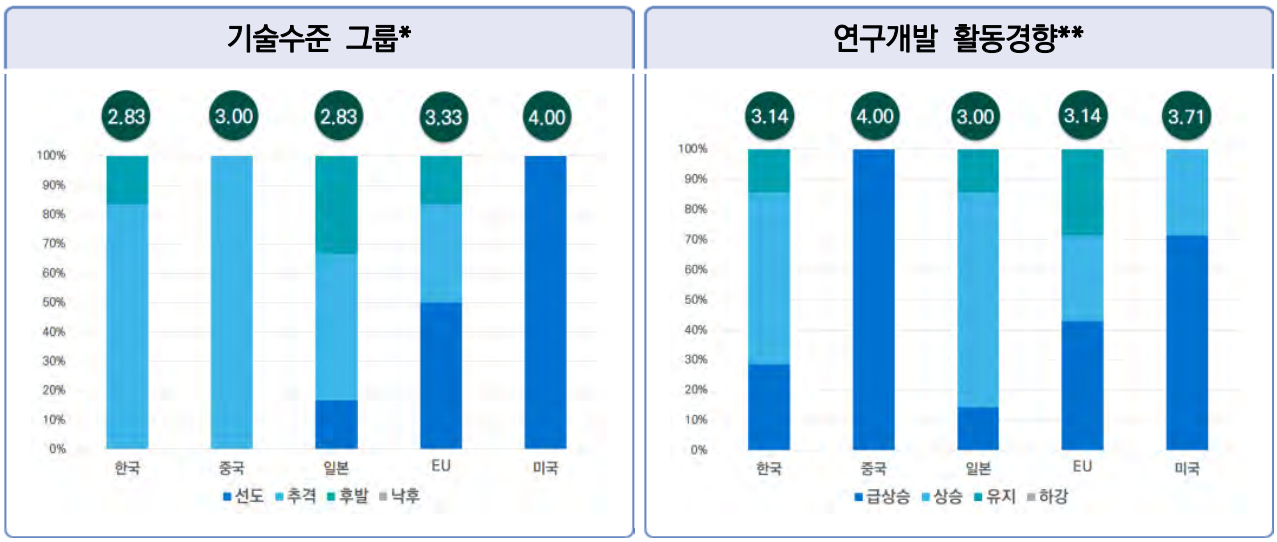
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
중국	87.5	1.0	추격	우수	탁월	급상승
일본	80.0	1.8	추격	우수	보통	상승
EU	90.0	0.8	추격	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	급상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.0	80.0	80.0	80.0	5.3	2.0	1.5	2.0	0.4
중국	85.0	1.0	87.5	85.0	93.0	5.7	1.0	1.0	1.5	0.7
일본	80.0	1.5	80.0	80.0	80.0	0.8	1.8	1.5	2.0	0.6
EU	90.0	1.0	90.0	88.0	95.0	7.7	0.8	0.5	1.5	1.0
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

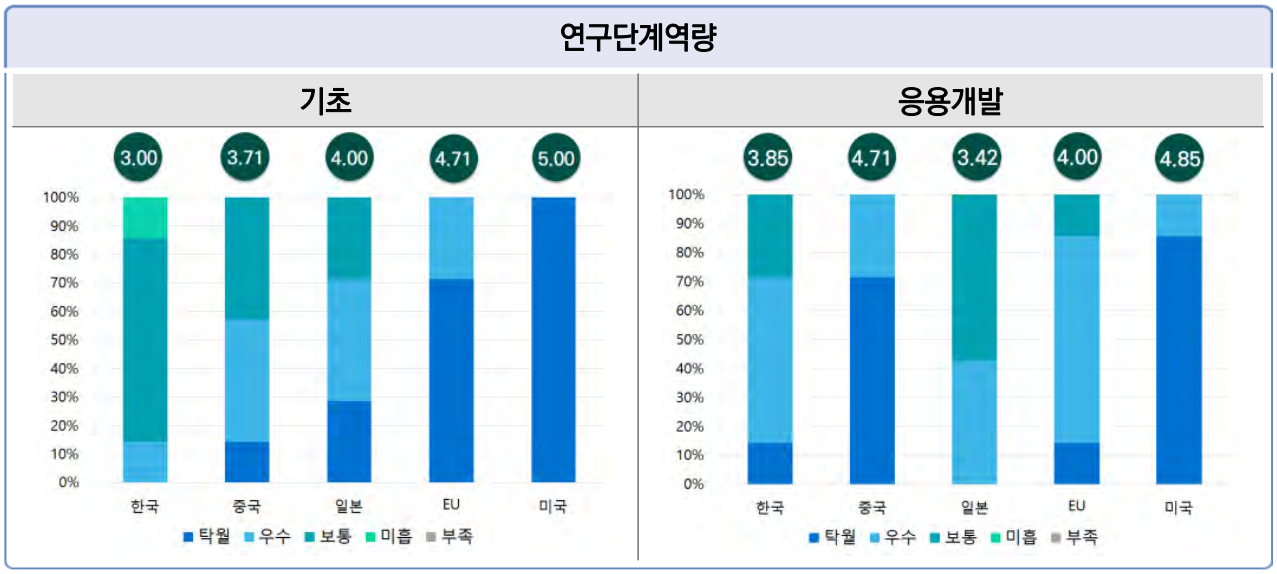
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 일반적인 AI 기술 및 시장을 향한 발전이라기보다는 한국어 처리에 강점을 보이는 내수시장 위주의 발전으로 한계가 예상됨 • 과기부는 인공지능기술 개발을 위해 13년도부터 국가전략프로젝트를 추진하고 있음 • ETRI 주도로 자연어 처리 분야에서는 엑소브레인 과제를 추진 중이며, 16년도에 장학퀴즈에 엑소브레인 우승 이후 법률/특허분야 적용을 위해 개발 중으로 세계적 수준. • 네이버, 카카오, SK, KT등의 기업은 인공지능제품과 플랫폼을 출시하고 있으며, 한국어 대상으로 강점이 있으나 인력, 데이터 부분에서 부족 • 인공지능의 여러 분야에서 일부 우수한 연구 성과를 보이고 있으나 추격형의 기술 개발이 상당수로 독보적으로 앞서는 연구는 미흡
중국 (87.5%)	• 정부 주도로 2017년에 차세대 인공지능 발전 규획을 발표하여 2030년 세계최고를 위한 정책을 정부주도로 추진 중(30년까지 AI산업을 25조원 규모, 연관 산업은 170조원 규모로 성장시킬 계획수립) • 미국에 이어 세계 2위의 AI특허 강국으로 바이두, 알리바바, 텐센트 등의 기업이 풍부한 인적자원, 인프라, 빅데이터(전 세계 데이터의 약 13% 생산), 정부정책/기금의 지원으로 안면인식과 음성인식 기술수준은 미국에 근접함 • 외부로 두드러진 투자와 움직임은 적으나, 선도적인 기술력을 갖고 활동하는 기업들이 존재함 • 안면인식, 음성합성 등의 분야에서 탁월한 연구 성과 및 현장 적용 사례를 보이고 있으며 풍부한 인공지능 전문 인력과 인프라를 바탕으로 급속히 성장 • 최근 바이두, 텐센트, 알리바바 등을 중심으로 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야에서 미국을 추격 중
일본 (80.0%)	• 일본은 SW 및 AI의 인프라가 강하지 않지만, 로봇에 특화된 플랫폼 SW 및 AI 기술을 통해서 기술개발 및 상용화를 도모 • 소프트뱅크의 인공지능 로봇 페퍼의 출시를 기준으로 2015년 6월 • 시장 관점에서는 매우 크고 성장세도 빠르나, 기술 관점에서는 아직 한국에 미치지 못함 • 기계 등의 제어와 연계된 부분으로 특화시키면서 인공지능의 새로운 기술의 리딩에는 실패 • 최근 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야에서 선진국을 추격 중
EU (90.0%)	• 유럽연합(EU) 집행위원회(EC)가 오는 2020년 말까지 인공지능(AI) 분야에 민관을 포함해 총 200억 유로(약 26조원)의 자금을 투자할 계획 발표('18.4.25). EU는 헬스, 행정, 운송, 농업, 제조 분야에서 '개인의 삶 향상' '경제 사회적 가치 창출'에 기여하는 AI 프로젝트를 선정하여 지원 • 개인정보 이슈로 인해 대규모 데이터의 확보에 어려움을 겪으면서 선두 주자를 내어준 상태 • 기초학문의 강점을 바탕으로 인공지능 알고리즘의 개선에 탁월한 성과를 보이고 있으며 현장 적용의 사례가 꾸준히 늘고 있음 • 최근 영국, 독일, 프랑스 등을 중심으로 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야에서 미국을 추격하고 있음
미국 (100%)	• 글로벌 SW/AI 대기업이 막대한 자금 및 인력을 투입하여 인공지능 스피커, 인공지능 학습 플랫폼(TensorFlow), IBM Watson, GE Predix등 인공지능 플랫폼의 개발을 주도 • 미국방연구원(DARPA)은 현재 딥러닝 기술의 한계를 탈피하기 위해 기밀정보 분석, 무인자율시스템 영역에서 3가지 기술적 접근으로 통해, 2021년 4월까지 설명 가능한 AI(XAI) 개발 프로그램을 추진 중 • 새로운 도전과 기술개발에 대한 생태계적 관점에서의 문화와 경험, 창업-투자-엑싯-재창업의 선순환 구조 • 원천 기술 및 새로운 기술 분야의 개척에서 기술적으로 선도

국가 (기술수준)	판단근거
	• 언어적 이해를 넘어서는 비언어적 이해와 인공지능의 윤리 등에서 타국대비 앞서고 있으며 영상 이해, GPU, 뉴로모픽 등의 인공지능 기술이 세계 최고 수준임 • 최근 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야에서 관련된 논문을 주로 최고 기술 보유국이 발표하고 있으며 연구 활동도 활발

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 좁은 네트워크로 인한 인력확보 정보 교류등의 강점. 정부의 강한 의지 • 특정 기술 분야에서는 적인 인력으로 국제대회 상위에 오를 정도의 기술 수준 보유 • 인공지능 SW 플랫폼 인프라 인력 및 기술이 부족한 편이지만, 최근 삼성, NAVER, 카카오 등을 중심으로 한 집중 투자로 기술 개발이 이루어짐 • 한국어 특성(한국어)에 기반한 자연어 처리, 음성 인식 등 AI 원천기술 개발과 기술보유 • 인력 우수, 인프라 우수, 기술 보통	• 데이터의 개방, 알고리즘의 공개에 소극적으로 연구 결과의 확산이 더딤. • 열악한 생태계, 대기업 독점 문화 및 스타트업과의 인력 경쟁 • 미국과 중국의 중간적인 입장으로 대규모 투자가 적음 • 일반적인 AI 기술 및 시장을 향한 발전이라기보다는 한국어 처리에 강점을 보이는 내수시장 위주의 발전으로 향후 발전에서의 한계가 예상됨 • 한국어 데이터 부족 및 비개방화된 형태소 분석 연구를 통하여, 비대칭적으로 발전됨 • 장기적 AI 육성전략이 필요하며, AI 이론, 알고리즘 개발에 필요한 전문 인력 부족 • 우수 인력 유치위해 과감한 투자 필요 • 개별 연구 성과는 우수한 편이나 단편적 연구 결과에 머물고 있으며 연구결과물이나 데이터의 개방에 소극적. 추격형 연구가 많으며 새로운 개념을 제시하는 인공지능 모델은 뒤쳐짐
중국	• 타 국 대비 상대적으로 데이터에 대한 취득이 쉽고, 인공지능 전문 인력 및 정부 지원이 풍족하여 연구 성과가 급속히 상승하는 추세. • 전 세계적인 알고리즘 경쟁에서 상위권을 유지하고 있으며 인공지능 기술의 시장 진출도 빠름 • 정부의 강력한 드라이브, 자국 산업 보호 정책, 매우 큰 시장규모 • 인공지능 기술이 발전되어 있으나, 플랫폼 등 원천기술보다는 얼굴인식, 중국어 이해 등 응용 기술에 특화되어 발전	• 글로벌 표준에 맞지 않는 측면 존재 • 아직 새로운 기술의 발굴에는 미흡 • 중국의 AI 기술이 다른 곳에서 범용적으로 사용되는 것을 목표로 하기보다는, 폐쇄된 네트워크를 바탕으로 중국내의 수요를 처리하며 데이터를 모으고 학습하여 발전 • AI이론 등에서 추격자를 탈피하기 위한 질적인 성장 필요
일본	• 인공지능 연구 전문 기관을 통한 핵심 알고리즘의 개발에 역량을 집중하고 있으며 로봇 분야에서 강점을 보이고 있음 • 다양한 생태계 (다양한 분야에 대한 강소기업 및 세계 유수의 기업들이 많이 포진) • 전통적인 로봇과 연계한 분야와 자동차 분야에서 많은 장점이 있음	• 로봇, 자동차 분야를 제외한 다방면의 AI 연구 부족 • 대형인공지능 회사 부재

국가	강점분야	기타
	• 일본은 SW 및 AI의 인프라가 강하지 않지만, 로봇에 특화된 플랫폼 SW 및 AI 기술을 통해서 기술개발 및 상용화를 도모함	
EU	• 기초 분야의 학문적 깊이가 깊고 우수한 인재를 보유하고 있음. • 특히 정부의 전폭적 인공지능 기술 및 기업의 지원으로 각종 세제 혜택, 인력 혜택 등을 광범위하게 지원하여 글로벌 인공지능 기관의 투자가 유럽에서 활발 • 전통적인 이론 중심의 강자이나 최근의 실험을 많이 하는 분야에서 뒤쳐지고 있으나 이론 중심의 연구에서는 탁월함 • 학습추론 기술, 지식표현 기술, 인지 기술 등 기초연구에서 세계적 수준 및 선도 기술 보유 • 지멘스의 MindSphere(제조) 등 특정 분야에 특화된 플랫폼은 발전된 기술을 보유 • 기초연구를 꾸준하게 장기간 지원하는 정책과 인프라	• 시장자체의 낮은 성장률 • 개인정보보호법이 강화되어 기술 개발에 어려움이 있음 • 통합적인 인공지능 플랫폼을 개발하는 SW 대기업 및 기관의 수 및 노력은 상대적으로 적음 • 제조분야 산업화 응용제품 위주로 개발되고 있어, SW분야 AI 솔루션 미흡 • 대형 인공지능 회사 부재
미국	• 인공지능 알고리즘, HW 등 전 분야에 걸쳐 기술, 인력, 인프라가 우수하며 전 세계 인공지능 기술을 리드하는 상황 • 자율주행차, 인공지능 의료 기술, 새로운 개념의 인공지능 모델 제시 등 선도 • 해외의 유능한 인력 흡수 • 창업하기 위한 앞선 생태계 문화 • 창의적 역량을 기반으로 새로운 기술을 개척하는 능력이 뛰어남 • 글로벌 SW/AI 대기업이 막대한 자금 및 인력을 투입하여 인공지능 스피커, 인공지능 학습 플랫폼(TensorFlow), IBM Watson, GE Predix 등 인공지능 플랫폼의 개발을 주도	• 인건비가 높아 사람이 많이 투입되는 일에는 약점 • 현재 인공지능 기술에 대한 투자대비 효과에 대한 검증 필요(예, 10년 기계학습 전문가의 연봉 5억 이상) • AI기술의 과도한 기대 대비 현재기술 수준의 미달로 인한 향후 투자가 줄어드는 것에 대한 대책 부재

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	3위	2위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산(응용 및 산업화)/학(기초연구 및 인력양성)/연(핵심기술) 역할구분과 기초-핵심-응용기술의 로드맵 연계한 협력 추진 • 결국 자본은 정부가 다 감당할 수 없고 대기업, 대기업의 자본이 유입되도록 만들어야 함

	정책제언
	• 잘 되고 있는 연구에 대한 확산 적용을 위한 노력이 필요, 잘 되고 있는 사업을 그대로 두면 수행기관은 능력이 우수해 지지만 외부로 확산은 없음 • 한국어, 한국 이미지 등 국내 실정에 맞는 학습과 이해가 가능한 데이터셋 구축, 연구 문화 조성을 통한 협력촉진 필요. 대학의 경우 외국과의 경쟁을 위해 한국 데이터셋보다 외국 데이터셋을 선호하는 경향이 있어 인공지능 기술의 국내 산업 발전 기여가 약한 부분이 있음
국제협력 촉진	• 글로벌 전문가와 기술교류, 공동연구, 위탁연구 등을 통한 협업 추진 • 국내는 시장이 작음에 따라 해외로 기술이 소개되고 전파되는 그림이 필요함 • 글로벌 협력 분야는 새로운 분야에서 주로 의미를 갖기 때문에, 우선 기술력 확보 이후에 필요한 기술에 대해서 해외 협력을 추진 (선도 기술에 대해서) • 국외의 경우 보다 먼 미래를 내다보는 사회성, 윤리성 등에 대한 연구도 진행 중. 국내는 사업화 이슈로 인해 멀리 보는 연구에 약한 부분이 있어 국제 협력을 통한 빠른 기술발전 도모 필요
인력양성 및 유치	• 대학에서 인공지능 분야의 전문 학과와 인력양성 추진 • 인력은 지속적인 양성이 필요하며, 특정 교육기관 교육 정책이 문제가 아니라, 다양한 기업이 태동하여 실전적 업무를 쌓을 수 있도록 하는 인프라가 더 중요 • 많은 인력보다는 초고급 인력의 양성이 중요하며, 이론보다는 실무 중심(프로젝트 기반)의 인력 양성이 필요 • 인공지능 분야의 우수 인력의 해외 유출은 심각한 상황. 단순히 역량을 갖춘 연구자를 배출하는 것이 최종 목표가 아니라 국내에서 기반을 잡고 다양한 연구를 할 수 있는 지원책 병행 필요
인프라 구축	• 분야별 인공지능 학습데이터 구축과 무료 공개 필요 • AI기술을 통한 창업 및 기술 개발에 따른 비용을 초기에 절감할 수 있도록 하는 지원 필요 • 컴퓨팅 자원 및 데이터를 쉽게 사용하고 학습할 수 있는 공간과 데이터를 가지고 다양한 연구를 개인적으로 추진할 수 있는 인프라 확대 필요 • 인공지능 데이터셋, 인공지능 컴퓨팅을 위한 시스템 SW 등 기반적 요소에 대한 지원 필요
법·제도 개선	• 데이터 공개에 저촉되는 개인정보 보호법 개정, 글로벌 기업의 클라우드 서비스로 국내 데이터의 유출 예방, 국내 인공지능 산업을 보호 할 수 있는 법 개정 필요 • AI기술에 대해 규제 이슈를 해소하고, 의료등 특정 시장에 대해서는 시장의 매출/수익 환경에 맞도록 AI 기술을 접목시키는 것이 필요. 예를 들어, 의료는 통상적으로 환자에게 청구하거나 수가를 보전 받는 시장인데, AI의료기기에 대해서는 수가도 안주고 환자에게 청구도 못하도록 제정되어 있음
연구비 확대	• 병렬형 과제보다 총괄형 과제로 대형, 장기 인공지능 R&D 추진 필요 • 기업은 사업성이 있는 과제는 개별적으로 수행하기 때문에, 기업을 키우기 보다는 잘하고 있는 기관의 연구비를 확대하여 더 많은 사람이 기술을 공유할 수 있도록 하는 사업이 필요 • 집중적 연구를 할 수 있도록 보여주기식 컨소시엄 구성이나 실익이 없는 실적 지향의 선정 및 평가제도 개선. 다양한 분야의 연구가 활성화 될 수 있도록 지정 공모보다는 자유 공모형의 연구와 중대형의 연구 주제 확대.
기타 의견	• AI기술을 도래에 따라 다양한 융복합 산업이 태동하고 있고, 의료나 법률 등 새로운 분야에서 시장 창출 가능성이 매우 큼에 따라, 이런 산업을 국제경쟁 구도 상에서 어떻게 선점할 수 있는 체계를 만들지 고민해야함 • 전통산업과 신기술의 융합분야의 추진이 필요, 특히 농업, 건설, 축산업 등의 전통적인 인력 집약형 사업에 신기술 적용이 필요

다 주요 분석 결과 요약

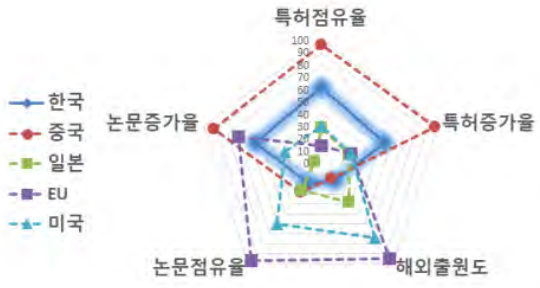
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	7,369	3,826	62.4%	145.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

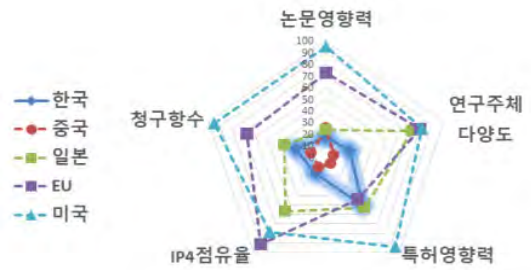
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	54.0%	46.5%	16.4	9.4
한국	5위	2위	5위	3위
	3.2%	24.6%	5.0	5.6
5개국 평균[2]	-	-	11.6	8.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

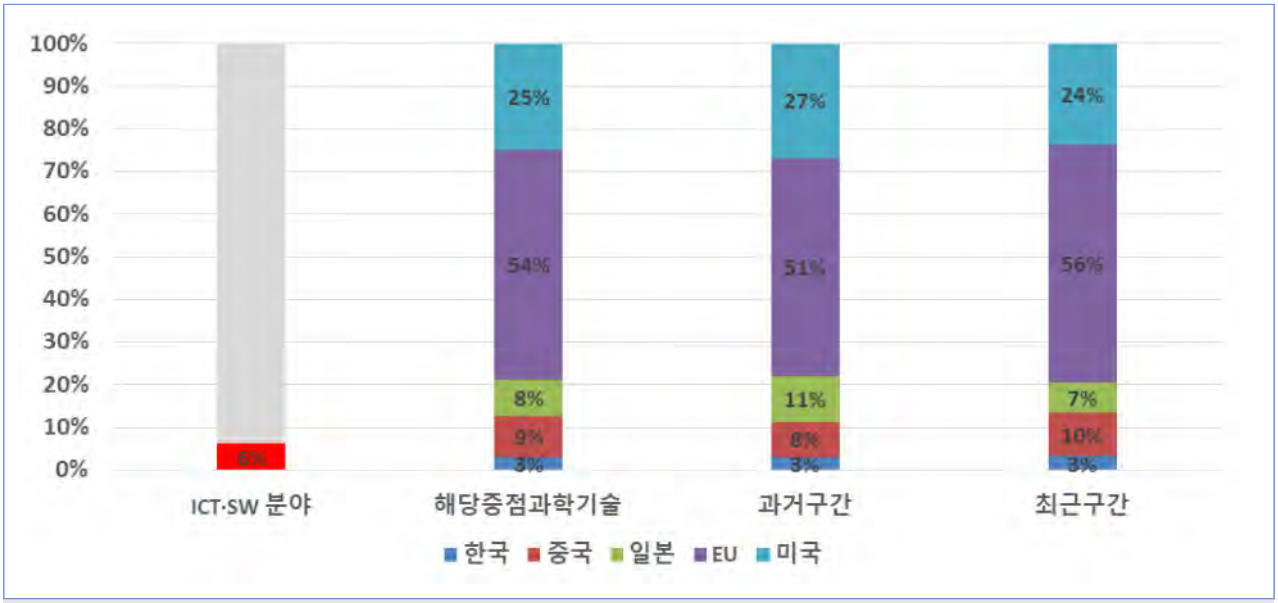
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.2%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(54.0%), 미국(24.9%), 중국(9.5%), 일본(8.5%), 한국(3.2%) 순이며, 논문 증가율은 중국(104.4%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.4), EU(11.6), 중국(6.2), 일본(5.9), 한국(5.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(24.6%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(5.6)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(46.5%), 한국(24.6%), 미국(12.4%), 일본(11.8%), EU(4.8%) 순이며, 특허 증가율은 중국(333.9%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(9.4), 일본(5.8), 한국(5.6), EU(5.2), 중국(2.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(20.3%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.2%	9.5%	8.5%	54.0%	24.9%
	논문 증가율	64.8%	104.4%	9.0%	76.8%	43.2%
	논문 영향력	5.0	6.2	5.9	11.6	16.4
	연구주체 다양도	0.87	0.95	0.96	0.98	0.93
특허 분석	특허 점유율	24.6%	46.5%	11.8%	4.8%	12.4%
	특허 증가율	120.8%	333.9%	26.1%	30.4%	32.2%
	해외출원도	0.4	0.2	1.4	4.4	2.9
	특허 영향력	5.6	2.0	5.8	5.2	9.4
	IP4점유율	2.9%	1.0%	11.6%	20.3%	16.2%
	청구항수	4.1	2.4	4.9	7.5	11.5

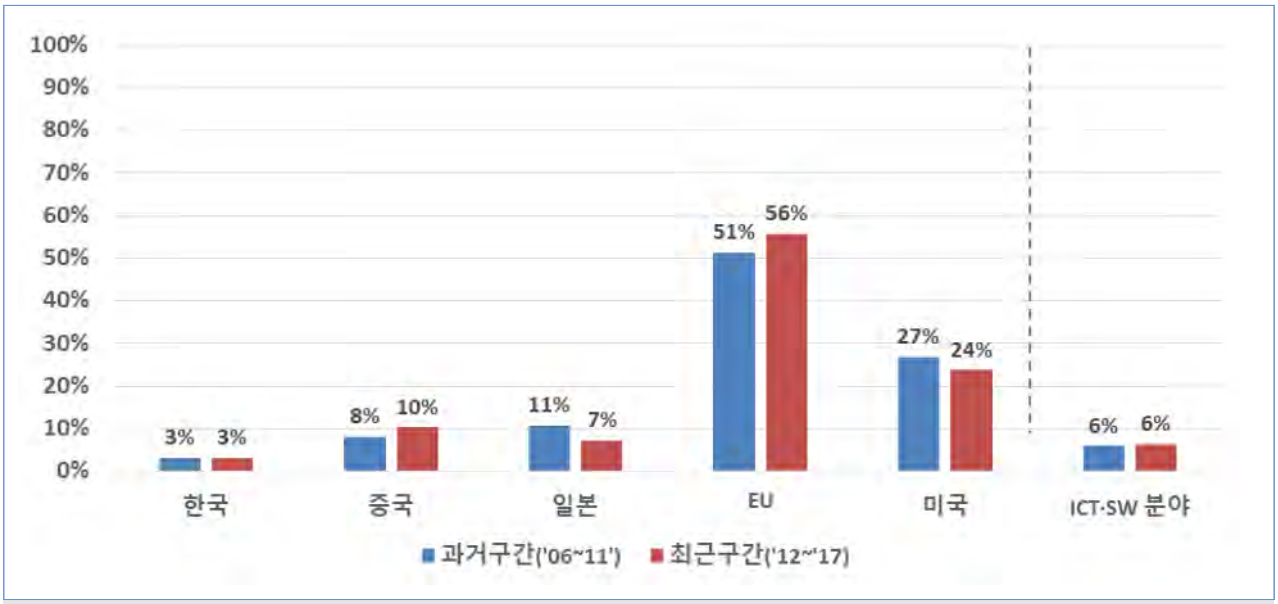
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3980건으로 전체 논문의 54%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

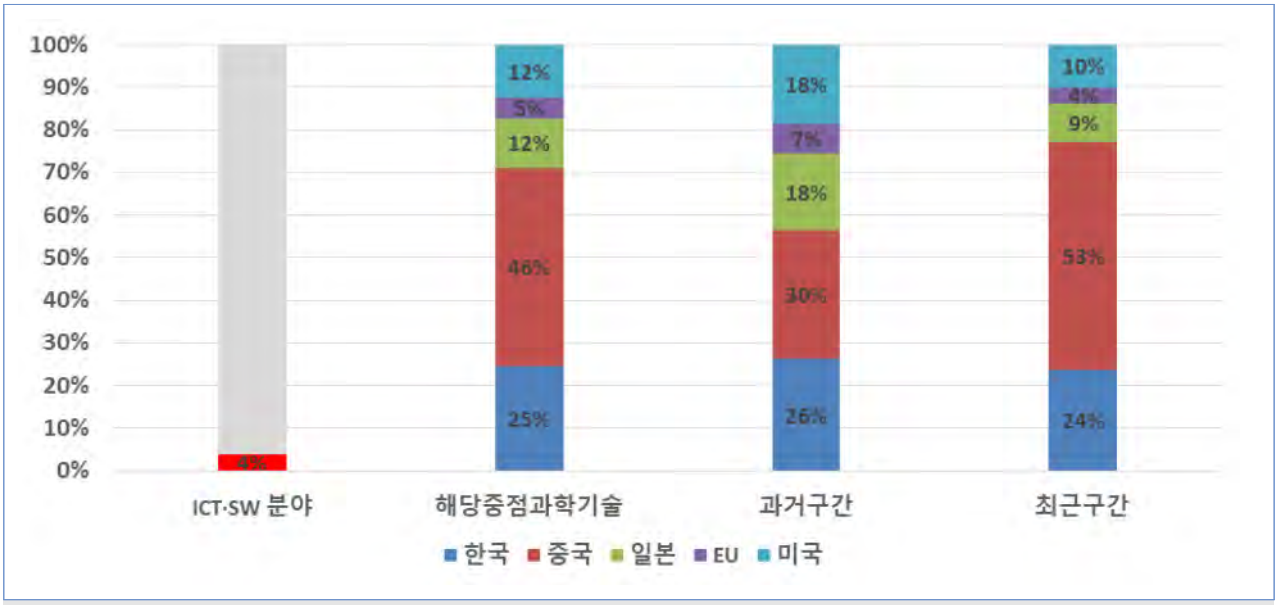


● 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 64.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	88	145	233	64.8%
중국	229	468	697	104.4%
일본	299	326	625	9.0%
EU	1,438	2,542	3,980	76.8%
미국	754	1,080	1,834	43.2%
전체	2,808	4,561	7,369	62.4%

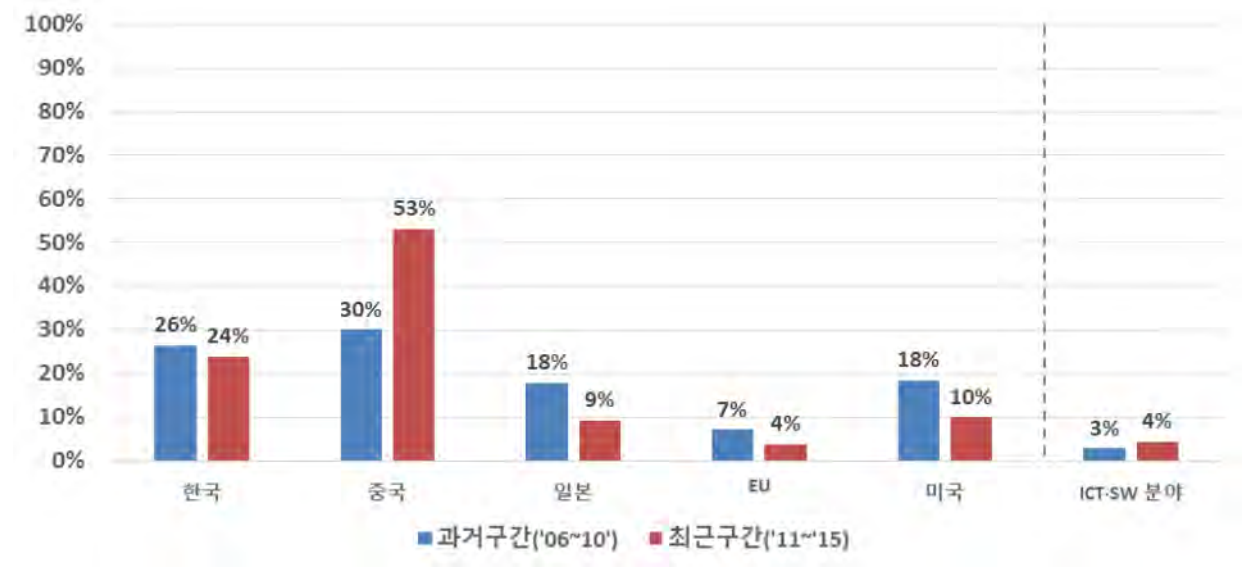
(4) 특허 점유율(전체)



● 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1778건으로 전체 특허의 46%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 4%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



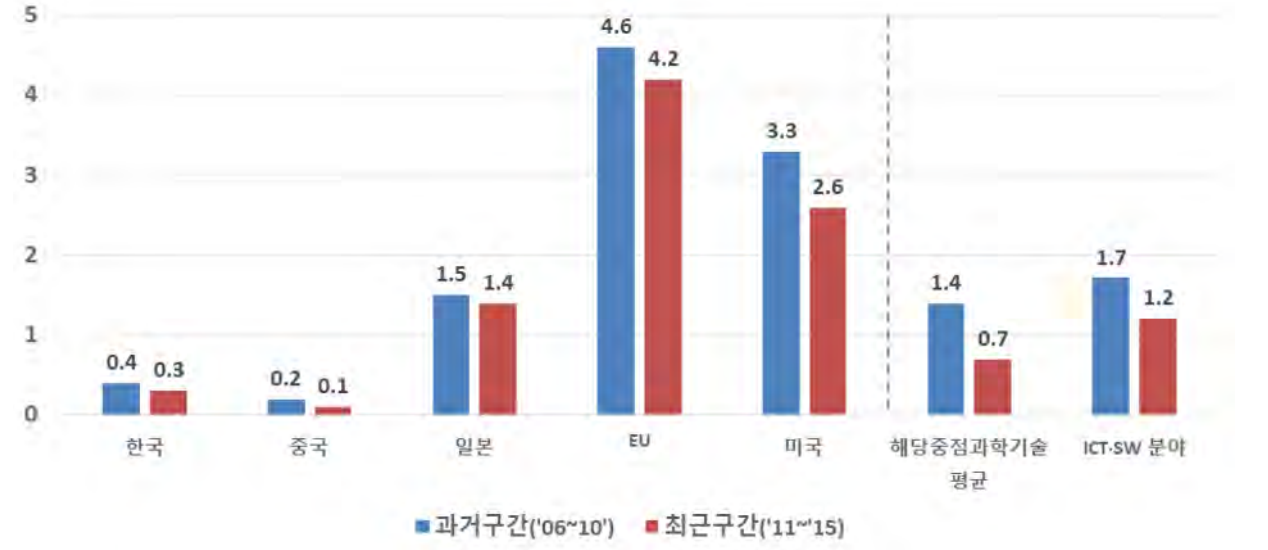
● 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 120.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	293	647	940	120.8%
중국	333	1,445	1,778	333.9%
일본	199	251	450	26.1%
EU	79	103	182	30.4%
미국	205	271	476	32.2%
전체	1,109	2,717	3,826	145.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

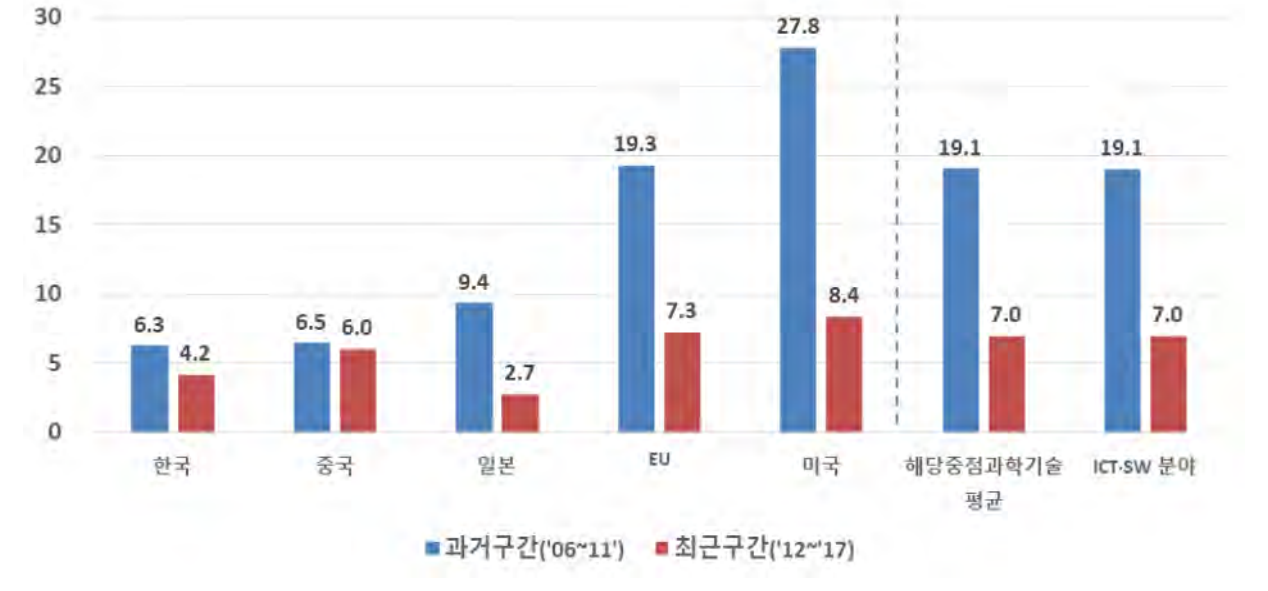


- 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

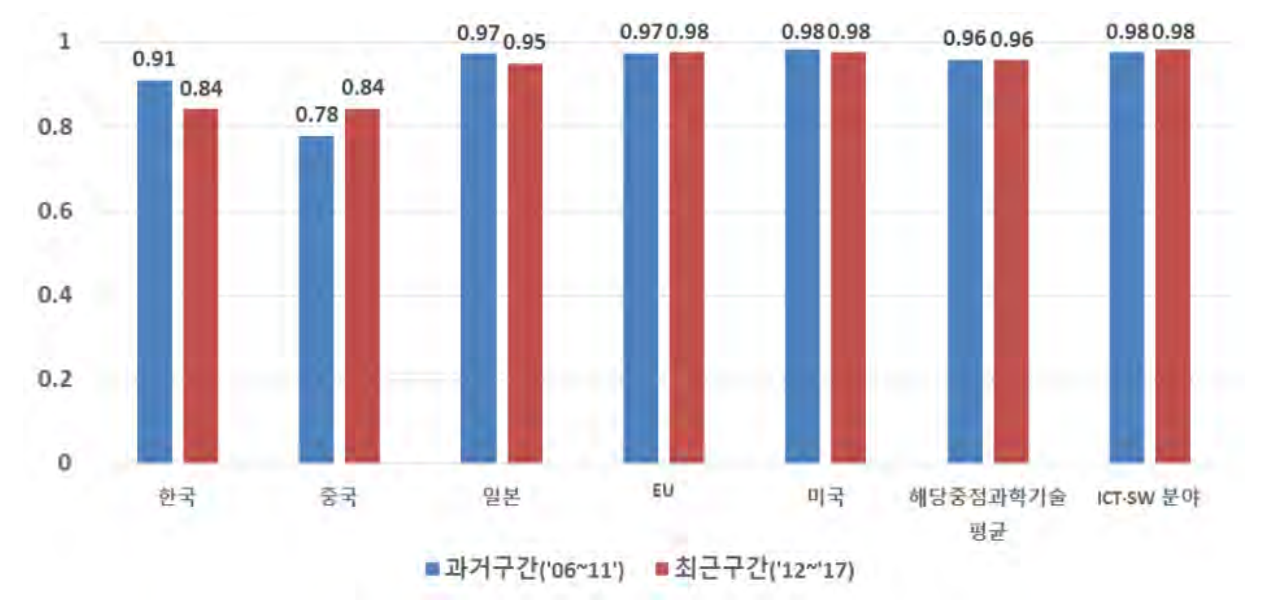
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



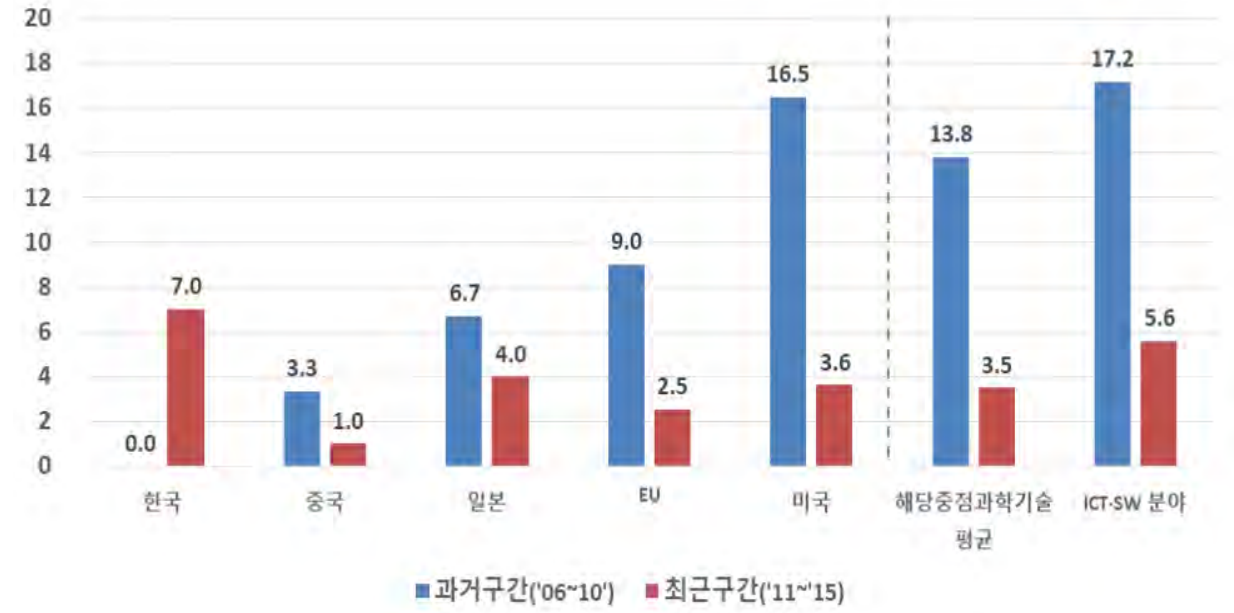
● 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



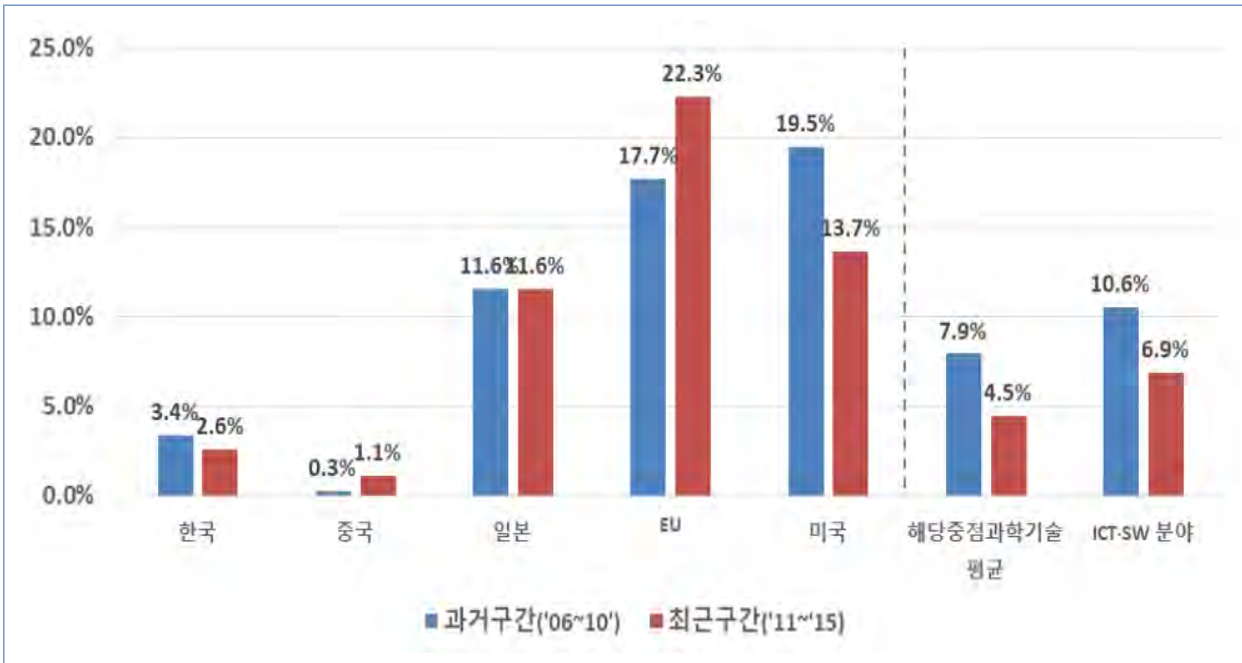
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



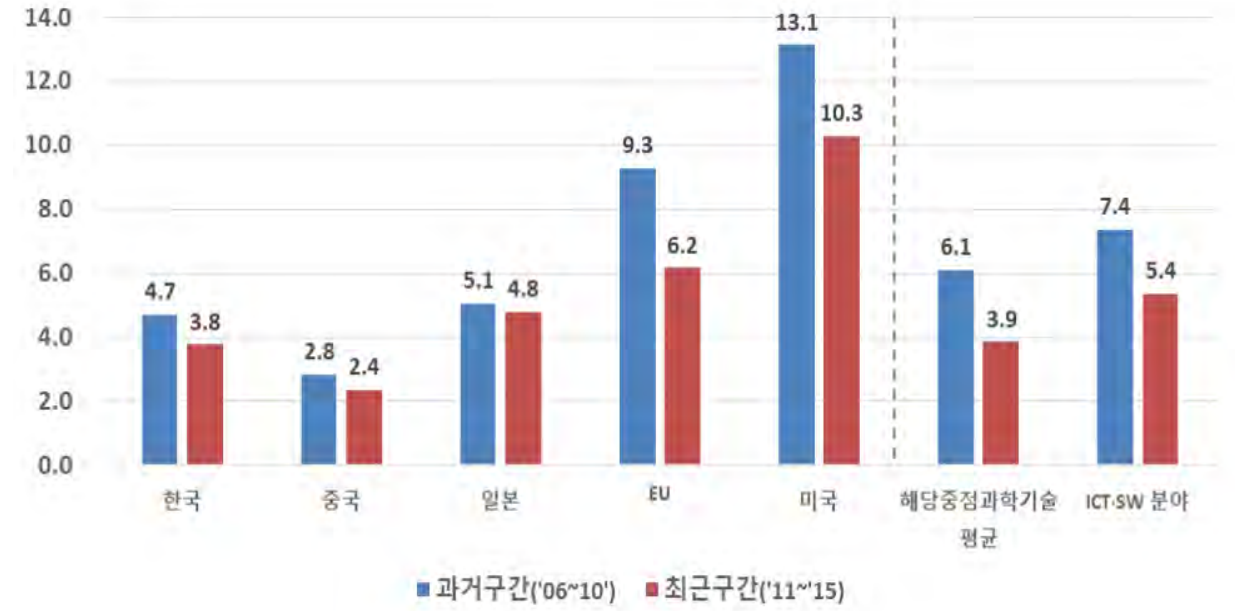
● 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 한국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

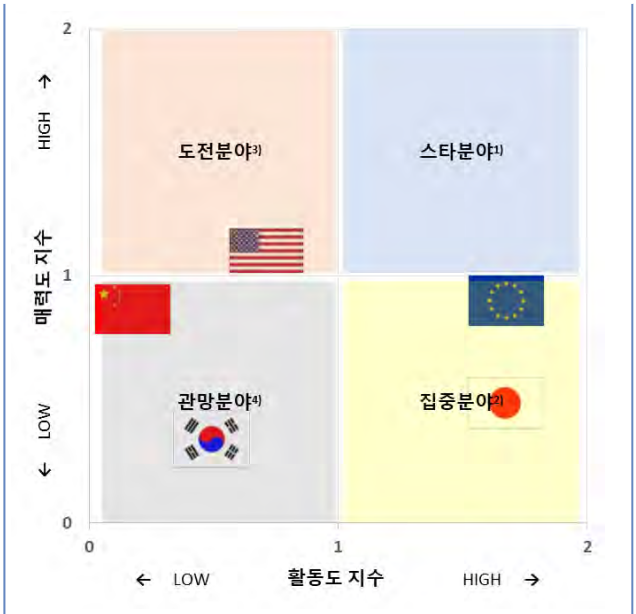
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

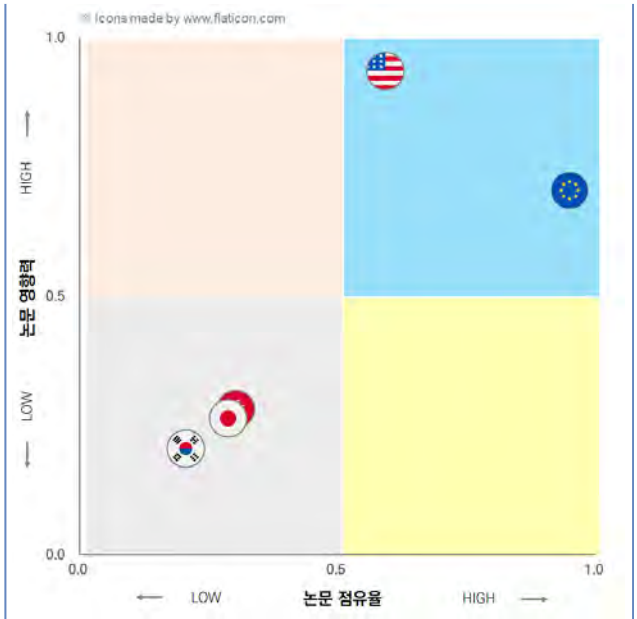
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

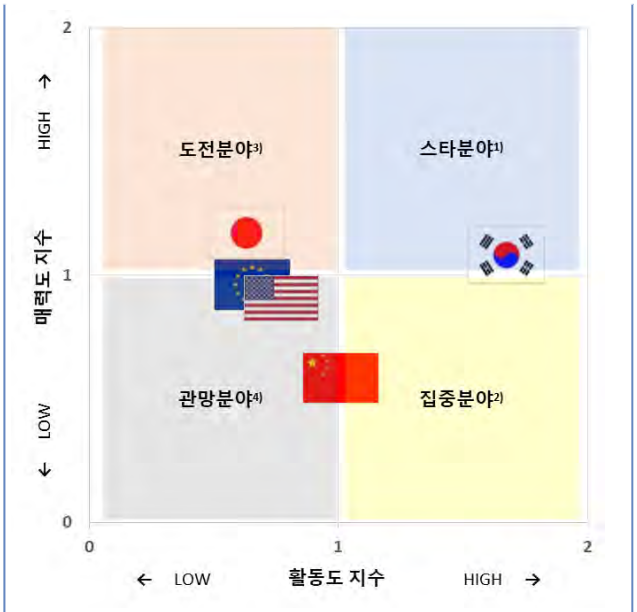


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

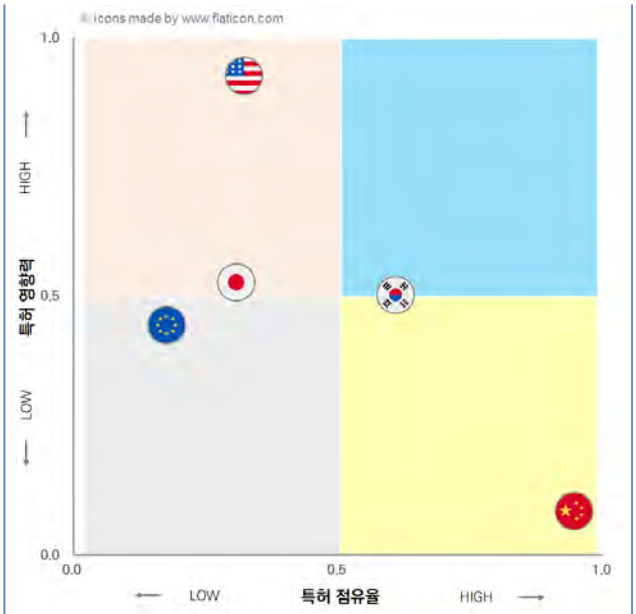
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.43%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '경희대학교'가 4.72%(글로벌 점유율은 0.15%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.74%	0.43%	0.00%
2	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	미국	1.69%	0.42%	187.50%
3	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	EU	0.73%	0.39%	214.29%
4	DEPARTMENT OF INFORMATICS	EU	0.73%	0.39%	1250.00%
5	WASEDA UNIVERSITY	일본	4.16%	0.35%	125.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUNG HEE UNIVERSITY	4.72%	0.15%	900.00%
2	KOREA UNIVERSITY	4.29%	0.14%	-75.00%
3	KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.86%	0.12%	-87.50%
4	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	3.43%	0.11%	66.67%
5	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.43%	0.11%	600.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.73%	0.26%	116.67%
2	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.01%	0.19%	80.00%
3	NORTHEASTERN UNIVERSITY	2.01%	0.19%	266.67%
4	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING	1.87%	0.18%	60.00%
5	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.58%	0.15%	166.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WASEDA UNIVERSITY	4.16%	0.35%	125.00%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	3.36%	0.28%	33.33%
3	OSAKA UNIVERSITY	2.56%	0.22%	0.00%
4	KEIO UNIVERSITY	2.24%	0.19%	-25.00%
5	KYUSHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.76%	0.15%	20.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.73%	0.39%	214.29%
2	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.58%	0.31%	87.50%
3	UNIVERSITY OF MANCHESTER	0.55%	0.30%	-16.67%
4	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	0.50%	0.27%	200.00%
5	UNIVERSITY OF SHEFFIELD	0.50%	0.27%	0.00%

6 미국

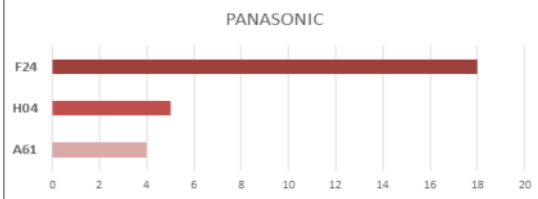
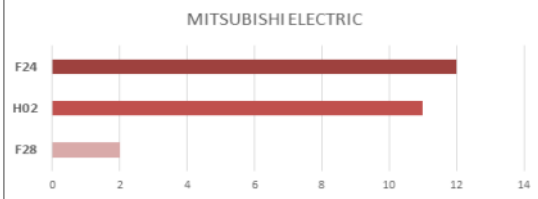
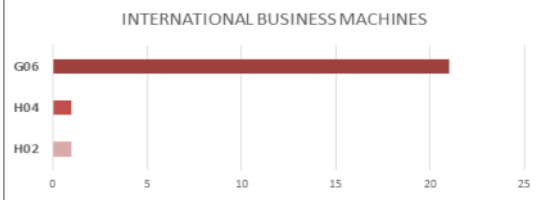
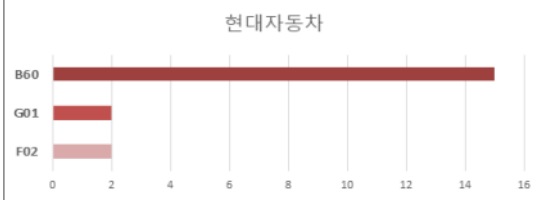
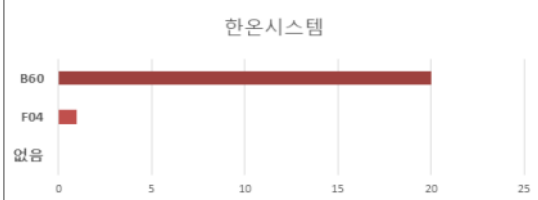
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.74%	0.43%	0.00%
2	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	1.69%	0.42%	187.50%
3	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	1.31%	0.33%	-15.38%
4	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.25%	0.31%	950.00%
5	UNIVERSITY OF WASHINGTON	1.25%	0.31%	-35.71%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'PANASONIC(1.07%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '현대자동자'가 2.23%(글로벌 점유율은 0.55%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'PANASONIC'은 F24(가열(加熱); 레인지; 환기(換氣))에 해당하는 특허를, '현대자동차'는 B60(차량일반)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

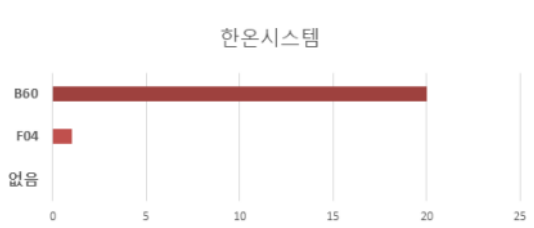
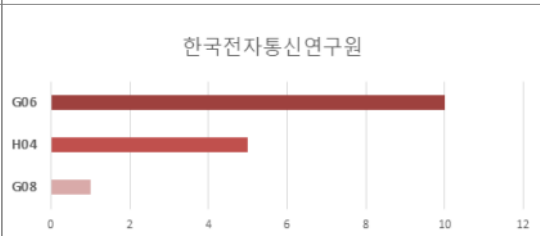
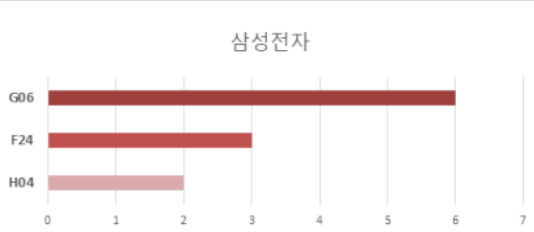
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PANASONIC	일본	9.11%	1.07%	-63.33%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	일본	6.44%	0.76%	162.50%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	5.25%	0.65%	50.00%
4	현대자동차	한국	2.23%	0.55%	100.00%
5	한온시스템	한국	2.23%	0.55%	33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H04	전기통신기술
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F28	열교환 일반
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
4		B60	차량일반
		G01	광학
		F02	연소기관
5		B60	차량일반
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
		-	-

2 한국

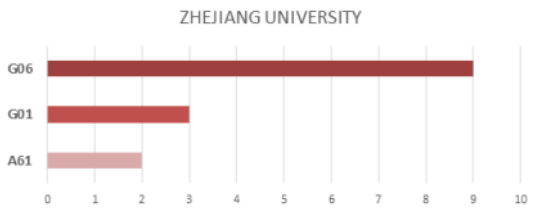
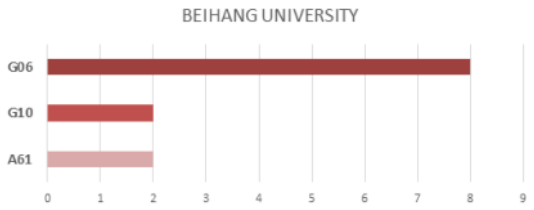
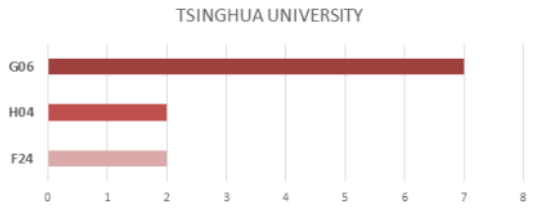
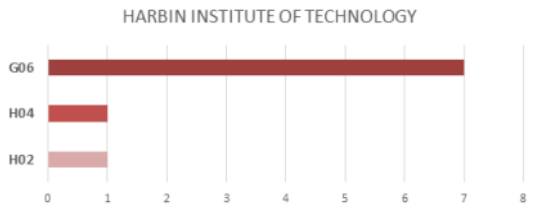
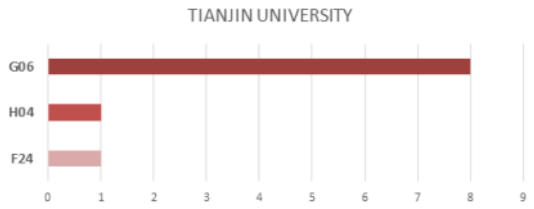
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	현대자동차	2.23%	0.55%	100.00%
2	한온시스템	2.23%	0.55%	33.33%
3	한국전자통신연구원	1.91%	0.47%	57.14%
4	삼성전자	1.49%	0.37%	80.00%
5	에스케이플래닛	0.96%	0.24%	-87.50%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		B60	차량일반
		G01	광학
		F02	연소기관
2		B60	차량일반
		F04	액체용 용적형 기계; 액체 또는 압축성 액체용 펌프
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H04	전기통신기술
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

3 중국

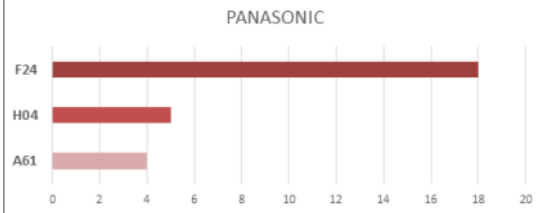
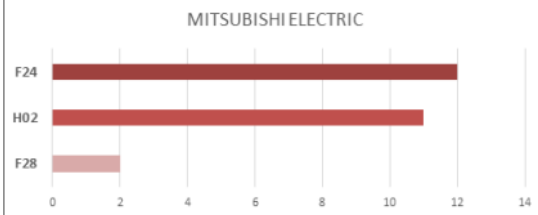
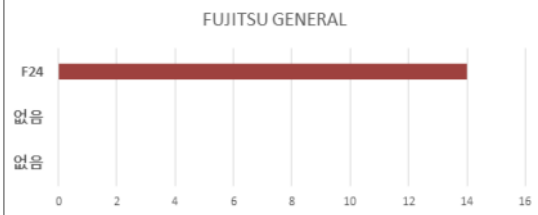
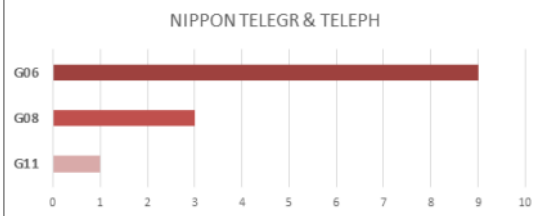
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.18%	0.55%	150.00%
2	BEIHANG UNIVERSITY	0.90%	0.42%	200.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	0.79%	0.37%	33.33%
4	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.67%	0.31%	1000.00%
5	TIANJIN UNIVERSITY	0.67%	0.31%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)

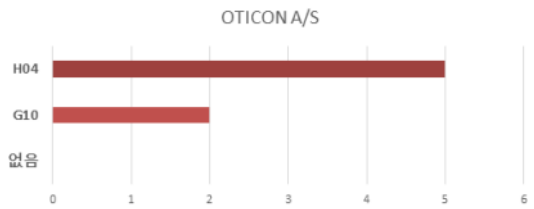
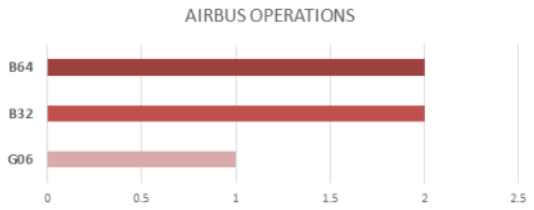
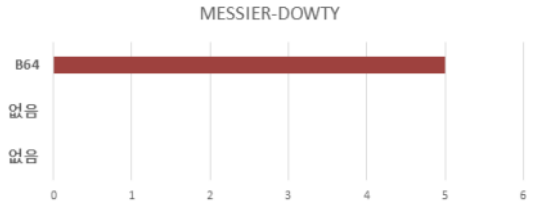
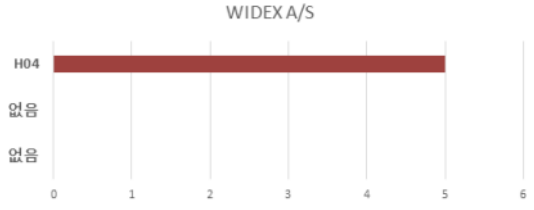
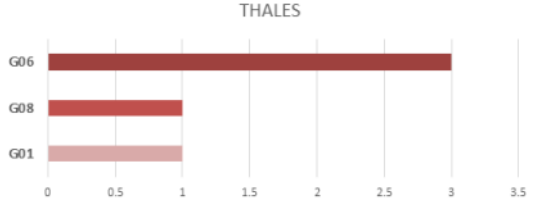
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	PANASONIC	9.11%	1.07%	-63.33%
2	MITSUBISHI ELECTRIC	6.44%	0.76%	162.50%
3	FUJITSU GENERAL	3.11%	0.37%	266.67%
4	NIPPON TELEGR & TELEPH	3.11%	0.37%	1200.00%
5	MIYAZAKI HIROAKI	2.67%	0.31%	1100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H04	전기통신기술
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		F28	열교환 일반
3		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		G11	정보저장
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

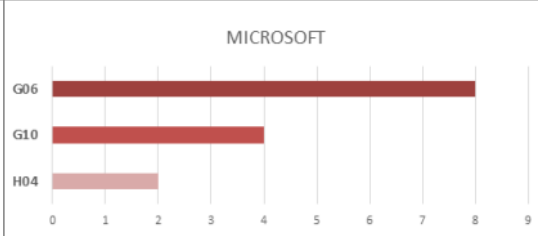
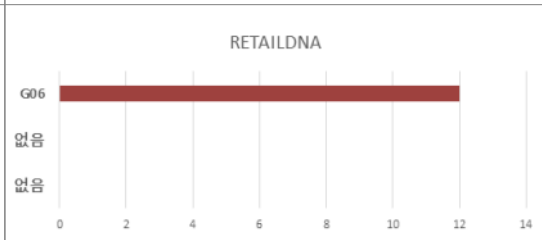
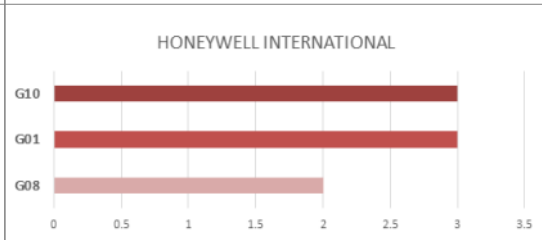
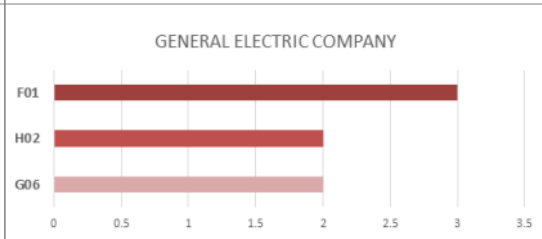
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	OTICON A/S	3.85%	0.18%	-25.00%
2	AIRBUS OPERATIONS	3.30%	0.16%	400.00%
3	MESSIER-DOWTY	2.75%	0.13%	-75.00%
4	WIDEX A/S	2.75%	0.13%	400.00%
5	THALES	2.75%	0.13%	-33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
		-	-
2		B64	항공기; 비행; 우주공학
		B32	적층체
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		B64	항공기; 비행; 우주공학
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		G01	광학

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	5.25%	0.65%	50.00%
2	MICROSOFT	2.94%	0.37%	-72.73%
3	RETAILDNA	2.52%	0.31%	-90.91%
4	HONEYWELL INTERNATIONAL	2.10%	0.26%	300.00%
5	GENERAL ELECTRIC COMPANY	1.68%	0.21%	-85.71%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		G10	악기; 음향
		G01	광학
		G08	신호
5		F01	기계 또는 기관일반; 기관설비일반; 증기기관
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

111 양자정보통신 기술



111 양자정보통신 기술

중점과학기술 개요

- 양자의 고유한 특성인 양자중첩, 양자얽힘, 불확정성 원리를 정보통신에 활용하여 고전 정보통신의 한계를 뛰어넘을 수 있는 차세대 정보통신 기술
- 양자정보통신 기술은 양자통신, 양자컴퓨터, 양자센서 분야로 분류

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

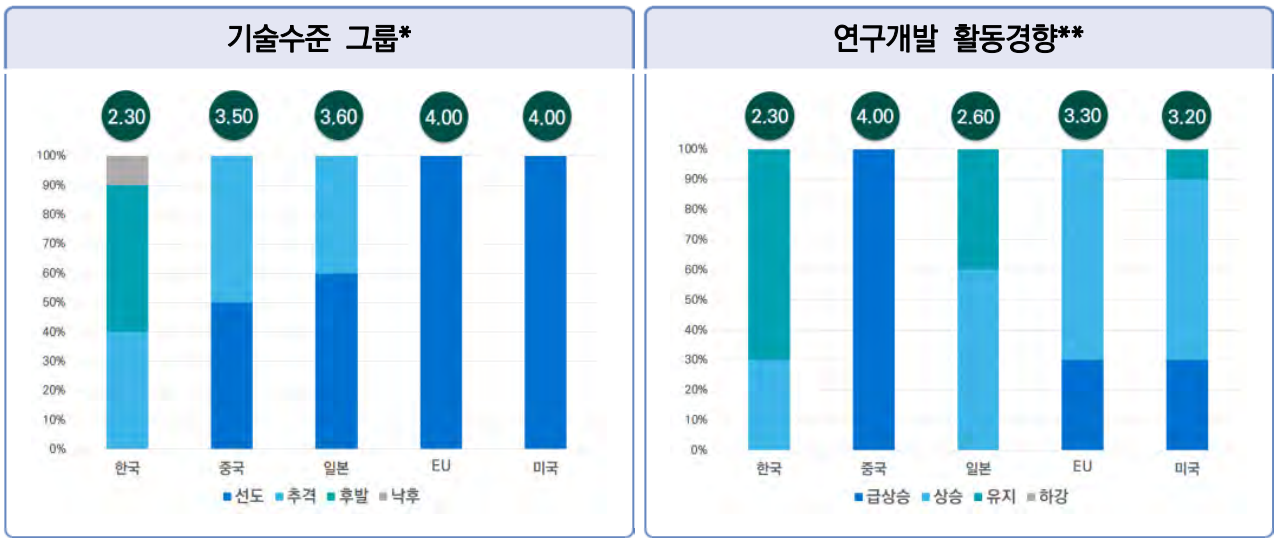
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	55.0	6.5	후발	보통	보통	유지
중국	82.5	2.0	선도	우수	우수	급상승
일본	75.0	2.0	선도	우수	우수	상승
EU	97.5	0.3	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	55.0	6.5	55.0	20.0	65.0	22.7	6.5	5.0	10.0	4.8
중국	82.5	2.0	82.5	70.0	90.0	21.8	2.0	1.0	4.0	2.9
일본	75.0	2.5	75.0	70.0	90.0	13.9	2.0	1.5	3.0	2.7
EU	97.5	0.3	97.5	82.0	100.0	8.9	0.3	0.0	1.0	1.0
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

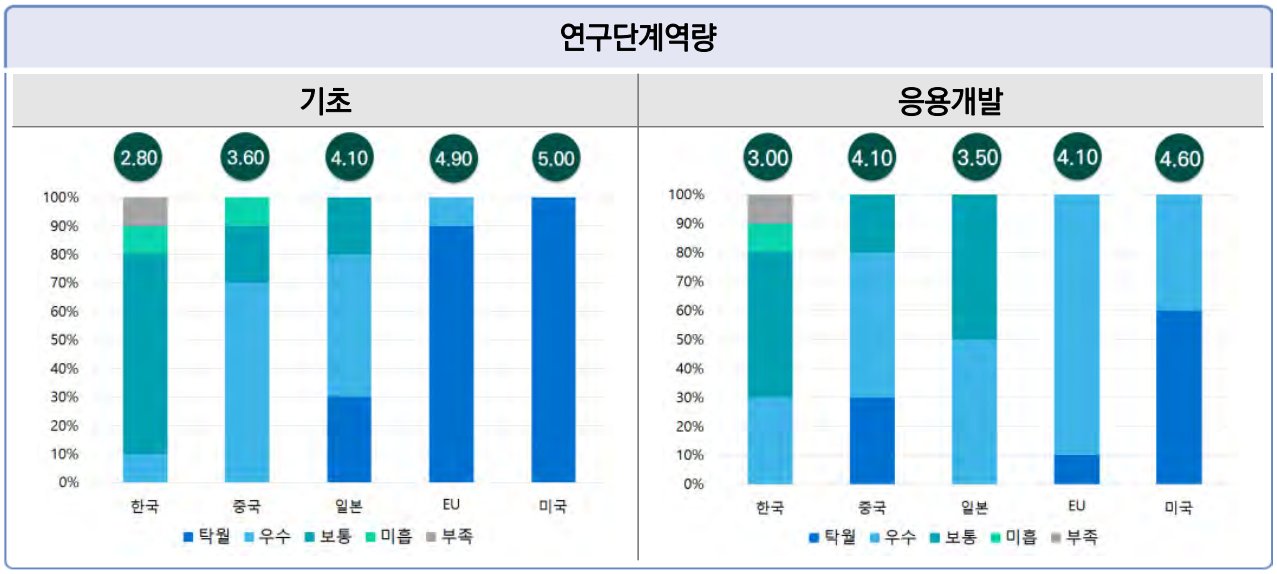
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (55.0%)	• 연구개발 영역에서도 차이가 나며, 진행 중인 영역에서도 기술적으로는 격차가 크게 나타남. • 앞서 4개 국가에 비해서, 정부 투자와 기업 투자가 미진하지만, 학계와 일부 기업에서 꾸준히 관심을 갖고 발전함. 중국에 비견할 수 있는 규모의 투자가 앞으로 꾸준히 이루어진다면, 전문 인력 유입과 인력 양성, 인프라 구축을 통해 충분히 추격 가능하다고 전망. • 정부의 지원이 거의 미비하여 관련분야에 종사하는 인력이 많지 않아 다양한 요소기술의 확보가 지연되고 있음. 국가가 보유하고 있는 반도체 기술 및 ICT 인프라 등의 잠재력에 정부의 지원이 더해진다면 비교적 단기간 내에 선두그룹과 동등한 수준이 될 수 있을 것 • 연구 인력 부족. 산학연에서 전문가 부족으로 개념부터 컨센서스의 부족. • 산발적 기초기술 투자로 인해 연구역량을 만들어내는 데에 실패함. 양자통신에 있어서는 어느 정도 기술을 확보하였으나, 양자컴퓨터, 양자센서에서는 초보적인 기술단계로 fast follow 전략 필요
중국 (82.5%)	• 중국정부의 강력한 지원 하에 대학을 중심으로 기술개발을 추진하여 양자컴퓨터는 미국이 달성한 성과를 1년 후 달성하였고, 양자통신 기술에서는 세계최고의 수준을 보이고 있음, 작년부터 대규모 투자를 시작하여 미국과의 기술경쟁이 시작되었음 • 선도그룹들에 비해 상대적으로 늦게 시작하여 상대적으로 아직은 발전단계가 낮지만, 정부주도의 대규모 집중적인 투자를 통해 몇 년 안에 선도그룹에 포함될 것으로 예상됨 • 지난 10여 년간 해외유입 우수 인재를 기점으로 수월성 위주의 투자를 통해 연구력을 키웠음 • 지속적인 정부 투자를 바탕으로 대규모의 유선 양자백본망을 구축은 물론 위성기반의 양자암호통신을 성공함. Huawei 등 민간에서도 연구개발에 대한 투자가 활발하고, 다양한 중소업체의 활동이 활발
일본 (75.0%)	• 특정 기술 분야에서는 선도적이지만, 전반적으로는 지연현상이 나타남 • 국제학술대회에서의 발표결과를 보면, 다소 차이가 남 • 최근 5년간 정부 투자 및 기업 투자가 지속적이지만, 상대적으로 중국에 비해 작은 규모. 중국보다 훨씬 이전부터 지속적으로 지원하였고, 지속적으로 양성된 인력을 바탕으로 발전할 것으로 전망 • 원천부터 지금까지 정부의 꾸준한 투자가 지속되고 있으며 관련된 기반기술은 모두 보유 • 탄탄한 기초기술을 보유하고 있으나 양자컴퓨팅, 양자센서의 실용화를 위한 목적에 맞는 연구개발이 이루어지지 않고 있었음. 올해부터 정부의 투자가 본격화되어 추격 가능할 것. • 양자통신 분야에서는 선도적인 연구결과 도출 • 정부의 지속적 투자 아래에 학교 및 연구소에서 소자 원천 및 기초 기술에 대해 높은 수준의 기술력 보유. 응용 기술로 확대 중 • 다른 선도그룹들과 유사한 단계에서 연구를 시작하여 일부 분야에서는 세계 최고의 기술을 보유하고 있으나, 전반적으로 다른 선도그룹에 비해 연구 인력이 부족해 보임
EU (97.5%)	• 양자기술 분야 이전에 양자과학 관련된 학계 및 연구소에 오랜 기간 투자가 있었고 많은 인력이 배출됨. 15년 전에 이미 양자기술 로드맵을 만들고 그에 따라 지원 중 • 원천부터 지금까지 정부의 꾸준한 투자가 지속되고 있으며 관련된 기반기술은 모두 보유 • 양자컴퓨터 양자통신 양자센서 등 전 분야 선도 • 강력한 기초기술을 기반으로 기술개발 잠재력 보유 • 올해부터 10년간 1조원 규모의 연구개발 지원 시작

국가 (기술수준)	판단근거
	• 선도국과 대등한 기술 수준으로 평가 되지만, 정부 지원은 상대적으로 미약 • 유럽 연합 차원에서 기초, 원천, 응용 분야 등 다양하게 기술 개발 추진 중이며 영국과 네덜란드 등에서 최근 대규모 정부 투자를 통한 양자 통신, 양자 센서, 양자 컴퓨팅 기술 개발 진행 중 • 양자컴퓨터 분야에서는 산업화에 미국보다 느리지만, 미국과 학문적으로는 유사한 성과에 도달함 • 다양한 연구그룹들에 의해 양자통신이나 양자센서는 미국보다 산업화 측면에서 더 많은 발전을 이룸 • 미국/유럽에서는 양자광학에서부터 시작된 양자정보 연구를 80년대 거의 동시에 시작 함
미국 (100%)	• 정부 및 기업들이 주도적으로 진행하고 있음 이론적 목표치를 가장 먼저 검증 및 실현하는 단계 • 양자기술 이전에 양자과학 관련된 학계 및 연구소에 오랜 기간 투자가 있었고 많은 인력이 배출되었다. 이미 양자 컴퓨터의 prototype이 개발되고 있는 중이다. • 양자컴퓨터 양자통신 양자센서 등 전 분야 선도 • 전 분야 대규모 투자와 인력 • 정부의 지속적 투자와 주요 IT기업 자체 투자로 초기모델에 대해 가시적인 시제품 단계. 초기모델에 대한 이용 가능성 연구 진행 중 • 정부의 지속적 지원 아래 최고 기초 기술 보유 및 산업체 주도의 양자컴퓨터 기술 개발 주도 • 미국/유럽에서는 양자광학에서부터 시작된 양자정보 연구를 80년대 거의 동시에 시작 함

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 특정 분야에서는 잘 할 수 있는 역량을 갖추고 있으며 응용 및 기초 기술을 융합하면 시너지를 창출할 수 있음 • 정부의지 높음. 연구 개발자들의 지원 폭 확대 • 양자메모리 최고 • 광자기반 연구에 강점이 있음 • 네트워크 인프라에서 강점을 보임 • 대학의 기초기술은 10년 전부터 꾸준히 상승. 2014년부터 정부의 많은 관심과 지원이 있었음. 양자통신, 양자컴퓨터 관련 ITRC 지원, 양자통신 기술개발 지원 등을 통해 SKT의 양자암호통신 상용시제품 수준 개발 등의 가시적 성과가 일부 있음 • 그동안 자생적인 노력을 통해 기초적인 연구는 시작할 수 있는 단계	• 전 분야 양자 기초 및 응용연구에서 부족 • 연구자 기반의 투자가 아니고 키워드기반의 투자를 하는 심각한 문제가 있음 • 기술, 인력, 인프라가 모두 부족한 상황. 근본적인 이유는 작은 인력 풀에 기인. 중장기적으로 전문 인력 양성을 하고, 단기적으로 해외 전문 인력 유치가 꼭 필요 • 기초과학에 대한 투자부족으로 지금까지 인프라 뿐만 아니라 인력 양성도 부족한 상태 • SKT만 독주하던 양자통신 분야에서 KT, LGU+ 등이 참여하여 서비스 방안, 기술개발 방향 등을 논의하기 시작하였음. 내년부터 양자센서와 양자컴퓨터 분야는 기반기술 개발 정도의 정부지원예산이 확보되었으므로 기술추격이 어느 정도 가능할 것으로 예상 • 아직까지는 선도그룹에서 이룬 결과들을 따라가는 단계
중국	• 글로벌로 육성된 중국 인력의 유턴 활발 정부의 적극적 투자 활발 • 우주양자QKD 최고 양자통신 인프라 구축	• 기초 기술이 상대적으로 미흡하다고 할 수 있으나 우수한 인력 확보 통해 기초 기술 연구개발도 증가하고 있음

국가	강점분야	기타
	• 최근 급속하게 연구 인력이 증가하고 있음. 이는 우수연구자를 기반으로 연구비를 확대하고 연구 수월성을 추구한 결과 • 기초연구는 한국과 비슷한 수준에서 최근 들어 "quantum jump"를 하고 있는 중. 기초연구뿐만 아니라 응용 개발에 많은 투자를 하고 있고, 소기의 목표를 달성하는 중. 지난 10년 사이 많은 우수 전문가가 유입되었고, 이를 통해 많은 신진 인력을 양성하고 배출 • 인력, 예산, 과감한 실행력 등을 바탕으로 한 유선 양자암호통신망구축 및 무선 양자암호통신 시스템 기술 • 대학의 기초연구수준은 매우 높지는 않았으나 양자통신, 양자컴퓨터를 중대과학기술프로젝트로 만들고, 양자제어와 양자정보를 기초연구 강화로 만드는 등 중국정부의 과학기술이노베이션 제13차 5개년계획의 중점분야로 포함하여 추진한 결과, 중국과학원과 중국과기대에서 미국, 유럽과 견줄 만한 연구결과가 작년부터 발표되기 시작 • 양자통신은 북경-상해 간 2,000km 세계최장 양자암호백본을 작년까지 완성하고, 위성을 통한 양자전송까지 실험하는 등 양자통신 분야에서는 세계최고 기술 양자컴퓨터는 1~2년 정도 미국과 차이를 보임 양자센서는 올해부터 본격적 개발을 시작할 것으로 보임 • 양자통신, 인공위성 양자통신	• 기반지식보다는 기술수입에 의존 • 전 분야 양자 기초연구에서 미흡 • 정부의 적극적인 투자를 통해 현재 폭발적인 연구 및 개발 성과를 도출하는 중. • 시스템 구축에 필요한 부품/소자 기술은 미흡한 편임 • 중국과학원에 1.3조원 규모의 양자연구소를 작년부터 건립 중이며 향후 약 10조원 규모로 암호해독용 양자컴퓨터, 잠수함용 양자중력센서 분야 연구개발 투자 예상
일본	• 기초 원천 기술 보유하고 있으며 높은 기술력을 가지고 있음 • 양자통신은 NICT가 주도하여 세계 최고 수준의 양자암호통신장비를 개발. 양자컴퓨터는 ImPACT 프로그램 중 일부내용으로 지원하는 등 소극적이었으나 작년부터 전문가회의를 거쳐 올해부터 5년간 초전도큐빗, 냉각원자큐빗, 고체양자센서, 양자얽힘광센서 등을 위주로 연250억원 Q-LEAP 프로그램 진행 예정 양자통신은 위성을 사용한 양자전송을 위해 올해부터 5년간 기술개발 시작 예정	• 연구소와 학계에서의 기술력이 높음 • 산업적 생태계도 부족 • 전 분야 응용연구에서 보통 • 최근 정체된 듯 • 초전도 큐빗에서 NEC의 포기, Fujitsu의 고전어닐러개발(양자가 아님) 등 기업체 참여가 줄어들고 있고, Riken연구소나 대학으로 몰리는 경향 Q-LEAP 프로그램에는 차세대레이저(레이저가공, 초단펄스레이저 등)기술이 포함되는 등 순수한 양자 기술만을 위한 정부지원은 아님 • 기초과학에 대한 장기적인 투자를 통해 기술 개발에 필요한 인프라를 갖추었으나, 인력부족으로 인한 대규모의 국가적인 투자가 부족해 보임 • 초전도큐빗 세계최초 구현, 양자어닐러 이론 세계최초 발표 등 기초기술력에서는 세계적 수준이나 정부의 적극적 투자가 부족한 점이 있었음

국가	강점분야	기타
EU	• EU 내 각 국가별로도 많은 지원을 하고 있으며 국가 차원에서 연구 개발 진행 • 양자컴퓨터(ion trap) 관련 연구 기술 인력 인프라 최고 free-space QKD 최고 양자메모리 연구 최고 양자통신 인프라 구축 • 광자, 이온트랩 분야 인력 및 인프라 • 양자기술 전 분야에서 탁월. 기업체로 기술개발 전환이 이루어지고 있는지 불확실. 기술, 인력, 인프라 모두 탁월 • 통신, 컴퓨터, 센서 등 모든 양자기술에 대해 올해부터는 EU Flagship 과제로 10년간 1조원 규모의 기술개발로 기업체의 상용화까지 지원 예정	• 응용단계에 대한 지원 부족 • 한계 기술 잔존: 양자컴퓨터 scalability, 양자메모리 저장시간 한계로 양자리피터 불가 단광자 기반 QKD 한계 • 미국에 비해 소규모 연구 집단 위주로 형성되어 아직은 대규모의 조직적인 연구가 어려움 • 여러 국가의 이해관계 등에 의한 문제점을 EU Flagship으로 통일된 프로그램으로 추진하게 되어 성과가 기대. 그러나, 영국, 독일, 네덜란드, 프랑스 등은 이와는 별도로 각자 독립된 프로그램을 운영하는 등 유럽내부의 경쟁도 가속화됨 • 양자역학의 발생지답게 대학의 기초연구수준은 세계최고이나 양자정보통신기술로의 응용기술은 다소 산발적인 지원 탓에 가시적 성과를 내기 어려운 상태
미국	• 각 분야에서 기초 원천 기술을 보유하고 있으며 정부와 산업계에서 많은 투자 진행 • 전반에 걸쳐서, 기술, 인력, 인프라가 계속 보강되고 있음 • 양자컴퓨터(ion trap, Rydberberg) 관련 연구 기술 인력 인프라 최고, QKD 최고 • 학과와 연구소 이외에도 Google, IBM, Intel과 같은 다국적 기업에서도 기술 개발하고 있으며, 기술, 인력, 인프라가 모두 잘 갖추고 있음을 뜻함. 양자암호, 양자통신, 양자센싱, 양자컴퓨팅, 등 전 분야에서 탁월 • 정부는 2010년경부터 IARPA, NSF 프로그램으로 양자컴퓨터를 위한 소자, SW 기술에 대해 많은 지원을 하여 초기모델에 대한 시제품 수준까지 개발 올해 6월에 양자컴퓨터를 위해 육군 및 해군 연구소가 주도하는 양자컴퓨터법, 양자기술의 발전을 위한 국가양자이니셔티브법(약 1.5조원 규모) 등 2개의 법안이 미 의회에 상정 • 양자컴퓨팅, 양자기초연구	• 많은 투자를 하고 있지만 자세한 정보를 알기 어려움 • 글로벌 협력의 필요성이 다소 약화되고 있음 • 한계 기술 잔존: 양자컴퓨터 scalability, 양자메모리 저장시간 한계로 양자리피터 불가 우주양자통신 미흡 단광자기반 QKD한계 • 기술 개발이 학계 및 연구소에서 기업체로 전환되는 중 • 중국으로의 인력 유출이 시작됨 • 양자컴퓨터의 초기모델의 기술적 한계를 인식하고 과학기술에 사용가능한 여부를 알아보기 위하여 DOE 주도로 활용가능성에 올해부터 집중지원 대학의 인력과 기업 인력 간의 기술수준, 인력수급에서 불균형 • 대학은 세계적 수준과 동등 기업은 Google, IBM, Microsoft 및 벤처 등의 양자컴퓨터기술은 독보적이나 양자통신은 최근 등한시하면서 유럽, 일본, 중국 등에 뒤지고 있고, 양자센서는 황무지

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	2위	3위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 양자기술은 방대한 분야이기 때문에 국내 협력 연구를 위해서는 연구인력 확대가 선행되어야 함. 즉, 연구 인력과 인프라 부족이 선제적으로 해결되어야 함. 이와 병행하여, 특정 분야부터 국내 협력 연구를 진행하는 것은 가능해 보임. 이들 특정 분야로는 양자 통신(특히 양자 암호)과 양자 센서 분야가 적합하다고 판단. 양자 컴퓨터 분야는 연구자 유치가 더 필요 • 지금까지 관행적으로 유지되어왔던 비빔밥식 융합연구 지양하고 (집단연구의 폐해는 지난 20여 년간 연구경험상 익히 알려져 있음), 추격형 연구가 아닌 자체 우수 연구 발굴 중심의 리더형 연구를 추진해야 함. 이를 위해서는 무엇보다도 연구행정의 자율성이 요구됨. 예를 들면 현재 IITP의 연구행정은 연구자 발목잡기 전시 탁상행정의 표본 • 국내 연구현황의 정확한 파악과 향후 연구목표와 비젼을 정확하게 정립하고, 이에 따라서 시너지가 나올 수 있는 분야별 협력을 독려하는 정책이 필요함
국제협력 촉진	• 단순한 국제협력 연구는 무의미. 이는 현재 연구재단의 국제연구협력 사업처럼 세금 퍼주기 사업으로 전락할 위험성이 매우 큼. 국제협력은 선진국 연구를 수입하는 것이 아니라 반드시 탁월한 국내 자체 연구에서 출발해야 소기의 목적을 달성할 수 있음. 특히 안 될 확률이 90퍼센트 이상인 양자정보 연구에 있어 단순한 국제협력은 매우 위험함 • 기존 방식의 국제공동연구로서는 대등한 기술력이 아니므로 불가함. 따라서, 과제제안 시 외국 교수들의 컨소시엄 참여를 권장하고, 국내 인력의 해외파견으로 기술습득을 유도 • 네덜란드 델프트공대 Ronald Hanson 교수, Vofgang Tittel 교수 등과의 협력이 필요함. 양자통신의 가장 큰 단점인 전송거리 문제를 해결할 수 있는 양자리피터 분야의 국제 협력이 촉진 되어야 함
인력양성 및 유치	• 대학의 경우 양자정보 및 양자 ICT에 대한 기초를 튼튼히 하는 차원에서의 교육이 중심이 되어야 함. 아울러, 현재는 연구개발 단계별 인력이 다양하게 요청되는바, 순수 이론 실험 수준만 아니라 기술 성숙도에 맞는 다양한 측면/수준에서의 인력이 양성되어야 함 또한, 양자 ICT라는 측면을 고려할 때, ICT분야 인력이 더 많이 양성되는 것이 요구됨 • 양자정보통신 분야 지원 사업을 통해 관련 산학연 연구기반을 조성하고, 참여인력들이 지속적인 경력을 쌓을 수 있는 산업화의 기틀마련이 필요 • 인력양성은 차세대 연구를 위해 매우 중요한 사안임에 틀림없지만, 인력양성보다 더 중요한 것은 창의적이고 탁월한 연구주제의 발굴임. 창의적이지 못한 연구로 이루어진 인력양성은 리더형 연구에서는 무의미함 • 해외에 젊은 인력들이 양성되고 있으므로, 국내에 중장기 프로그램을 마련하여 젊은 인력을 수혈하는 것이 중요함. 또한 국내 인력 양성을 위해서는 교수진들의 양성이 필요함 • 전문 인력 양성은 기술개발과제를 수행으로 배출 가능하며, 기존 타 분야의 인력의 양자분야로의 전환 등을 위한 전문기술교육을 정부지원 기술개발 과제별로 연간 2회 이상 교육프로그램을 의무적으로 수행하거나, 공동개최를 의무화하는 등 강제적 인력양성 정책 필요 • 인력양성 보다 더욱 중요한 것은 양자기술 인식에 대한 저변 확대임. 몇몇 전문가를 양성하는 것 보다, 일반 대중이 양자에 대해 보다 친숙하게 될 수 있는 정책이 우선 되어야 함. 양자 대중 강연, 고등학교 강연, 다른 전공 학과에 대한 양자 강연 등이 제도적으로 마련 필요

	정책제언
인프라 구축	• 양자정보통신의 연구개발 실험 및 연구 환경은 고가의 장비를 고비용으로 유지하는 상황임. 이러한 장비를 공동 활용하는 형태의 연구 장비공용센터 등을 설치하는 것이 효과적 – 국가 지원금으로 수행되는 연구개발의 경우에는 모든 구매 장비를 공개하여 서로 간 장비 실험 환경의 낭비를 최소화할 필요 있음 • 현재에도 몇몇 그룹은 상당히 경쟁력 있는 연구를 수행 중이므로, 이들을 중심으로 개방형 허브를 구축하는 것이 매우 효율적인 점프스타트일 수 있음 • 양자관련 개발기술의 검증, 개발된 장비 및 부품의 시험, 양자정보통신 서비스 기술의 개발 등을 위한 기술검증 및 시험센터 설립 필요 • 양자키분배에 대한 국가 차원의 인프라 구축 필요 • 양자암호통신 네트워크에 대한 국가 차원의 인프라 구축 필요함
법·제도 개선	• 양자 ICT는 기초–응용–개발, 순수–응용, 기초과학–ICT, 학교–출연연–기업 간 서로 간 융복합형 연구개발 분야임. 이에 따라서, 연구개발의 방향성, 평가기준 등을 하나의 기준으로 획일화하기 보다는 다양하게 접근해야 함 • 현재 연구행정제도 하에서는 창의적이고 탁월한 리더형 연구는 불가함. 현 연구제도의 특징인 간섭과 처벌 제도를 획기적으로 개선하기 위해서는 연구비를 미국과 같은 grant형으로 전환하고 연구비 사용점검보다는 연구결과 점검으로 해당사업을 평가해야 함. 현 연구행정 제도 하에서는 탁월한 연구 아이디어나 결과보다는 법망을 피해가는 눈치 보기 연구의 횡행은 어쩌면 당연해 보임. 한시적으로라도 인센티브와 회의비를 폐지하는 것이 우수연구진 양성을 위해 필요해 보이고, 개별 기관규정을 준수한 사업비 정산에 국가가 시비하는 것은 타당해 보이지 않음 • 나노기술의 선례를 따라 법제정이 필요 • 양자통신의 암호화 장비로서의 인증제도, 양자센서의 데이터 교환 표준화, 양자컴퓨터 간의 양자데이터 교환 표준화 등이 필요 • 도청이 불가능한 새로운 통신 방식을 국가에서 허용하는 제도 개선 필요 • 양자정보통신 법안을 통한 정부의 연구 개발 투자 확대 및 연구 다양화, 기업 참여 기회 확대 등 필요
연구비 확대	• 연구개발 우선순위를 전략적으로 고려하여 연구비를 확보 및 투자하는 것이 효과적. 이미 글로벌로 연구개발이 끝나거나 이미 성숙기에 접어든 것들 중에서 반드시 확보해야 하는 것은 Fast Follower라도 해야 하는 것이고, 그렇지 않은 경우는 과감히 포기하는 방법도 적합. 또한, 기술 성숙 및 생태계 확장 단계에서 반드시 필요한 기술적 구성요소는 First Mover형태로 하여 선제적으로 연구개발 진행하는 것이 적합 • 연구 인력이 충분하지 않고 인프라 구축이 되지 않은 상황에서 과도한 연구비 확대는 낭비가 될 수 있음. 만약 연구비가 연구 인력 확충과 장비/시설 등 인프라 구축에 사용될 수 있다면 반드시 확대해야 한다고 판단 • 양자정보통신기술 관련 국가로드맵 수립 후, 우선순위 기준으로 중요기술을 선정하고, 이를 확보하기 위한 연구개발 예산 편성 및 사업추진 필요 • 개인연구 중심의 장기사업이 긴요함. 최소 3년의 연구기간과 최소 연 2억은 실험연구에 있어 필수요구사항임: 이론연구는 연 5천이면 충분. 개인 연구 10억 이상은 별 의미가 없고, 집단연구는 양자정보연구의 불확실성을 고려할 때 가능하면 피해야 함. 현재 양자컴퓨터 양자통신연구는 세계적으로 확실한 모델도 없으며 성공하지 못할 확률이 90% 이상으로 인식됨이 상식. 연구비 경쟁은 3대1을 넘어가면 정치세력화 됨 • 국내현황을 정확히 파악하고 비젼을 정밀하게 수립하여 단계별 적절한 연구비 집행이 중요

	정책제언
	• 양자통신은 가장 현실성 있고 가시적 결과를 보일 수 있는 분야이므로 투자를 더욱 확대하고, 양자센서 및 양자컴퓨터 분야는 선진국에서도 연구개발 중인 상태이며 금방 모든 일을 해낼 수 있는 기술이 개발될 것처럼 보도된 매스컴의 호들갑과는 달리 사용가능한 형태로 발전하기까지 오랜 시간이 필요로 하므로 핵심원천기술을 중심으로 꾸준한 연구개발이 이루어 질 수 있도록 지원 필요 • 연구력 및 연구실적 평가를 통해 지원 필요 • 기초가 약한 양자정보연구에서는 독창적인 개인연구의 발굴과 지원이 무엇보다도 중요함. 중국이 채택하는 추격형 연구나 전시행정식 연구는 지양해야 함
기타 의견	• 국가초고성능컴퓨팅기술 개발과 연계하여 양자컴퓨팅의 역할 정립 필요 • 국가지능화 등에서의 양자정보통신 연계필요 • 우리나라는 해당분야 연구자 풀이 극히 적어 연구자간 경쟁이 원천적으로 봉쇄되어 있을뿐더러 학연담합의 여건이 매우 농후. 이를 방지하고 유능한 인재를 발굴 지원하는 것이 가장 중요한 국가의 지원의무임에도 불구하고 국가 차원의 노력이 부재하여 국제 선도연구는, 국제협력역구 지원이라는 미명하에, 사실상 불가능한 구조. 현재 우리나라가 국제선도 연구를 못하는 것이 사실인 바 집단연구는 아무리 잘해봐야 추격형 연구에 다름 아닌데 이로써는 중국을 대항하기 불가능함. 적은 인적자원과 적은 연구비로 가장 효과적인 과학기술정책은 소수의 우수인재를 발굴하고 지원하는 선도개인연구의 실행임 • 양자통신은 실제 SDN 등의 네트워크 분야적용 방법 연구 및 양자난수를 적용함으로써 양자암호에 의한 end-to-end 암호통신시스템 개발, 양자컴퓨터는 현존 디지털컴퓨터와의 연결을 통한 실 문제에 사용가능한 양자계산 서비스 등의 기술 융복합 가능 중점추진 기술 분야로는 양자통신 분야에서는 차세대 양자통신을 위한 단일광자소스, 양자텔레포트 등의 핵심기술을 중심으로 중점추진 후에 이를 기반으로 양자리피터, 양자메모리, 양자라우터 등 양자통신을 활성화할 주요 시스템 개발 추진, 양자컴퓨터는 우리나라가 잘 할 수 있는 큐빗 구현 물리계가 뭔지 아직 모르므로 5년 정도 여러 가지 큐빗구현기술들을 경쟁적으로 연구한 후에 중점연구가 가능한 부분 발굴 • 양자기술이 공상과학적인 미래 기술이 아니라는 것을 널리 알리기 위해 가까운 미래에 실생활에서 실용적으로 사용될 수 있는 아이템을 발굴해서 정부 차원의 지원을 시작하는 것이 장기적으로 양자기술을 정착 시키는데 기여할 것으로 판단됨. 광통신 기술과 융합된 양자암호통신 기술이 좋은 예가 될 수 있음. • 타 기술과의 융복합 분야: 광통신, 현대 암호, 슈퍼컴퓨팅 중점추진 기술 분야: -장거리 및 소형 양자암호통신 -양자컴퓨팅 확장가능형 하드웨어 플랫폼 • 특정 분야의 "보호", "육성"은 국제적인 경쟁력을 키우는 방법이 아님. 현재 경쟁력이 없는 사람들에게 연구비를 넣는다고 해서 국제적인 경쟁력이 갑자기 생겨나지 않음. 본인들이 스스로 경쟁력을 키워야 하며 이는 연구재단 기본 및 핵심(중견) 정도의 연구를 통해서 연구자가 커나갈 수 있음. 이러한 과정을 통해서 스스로를 증명한 연구자들이 지원을 받고 더 커나갈 수 있어야 하는데, 전혀 전문성이 없는 사람들이 분야의 키워드에 기대고자 하는 분위기가 보이고 있음. 만약 이런데 지원이 이루어질 경우 도로 경쟁력을 좀먹는 결과를 가져올 것

다 주요 분석 결과 요약

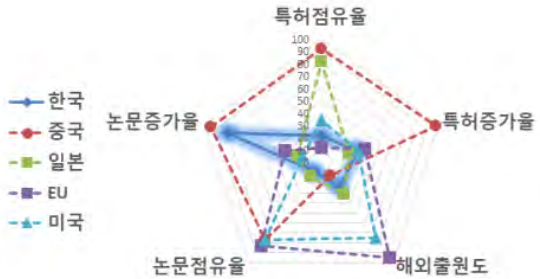
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	양자정보통신 기술	4,483	2,747	-11.4%	42.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

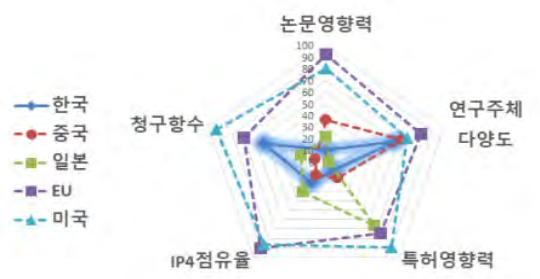
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	EU	미국
	32.4%	37.0%	31.0	6.1
한국	5위	4위	5위	5위
	2.6%	10.7%	11.9	1.0
5개국 평균[2]	-	-	24.5	5.2

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

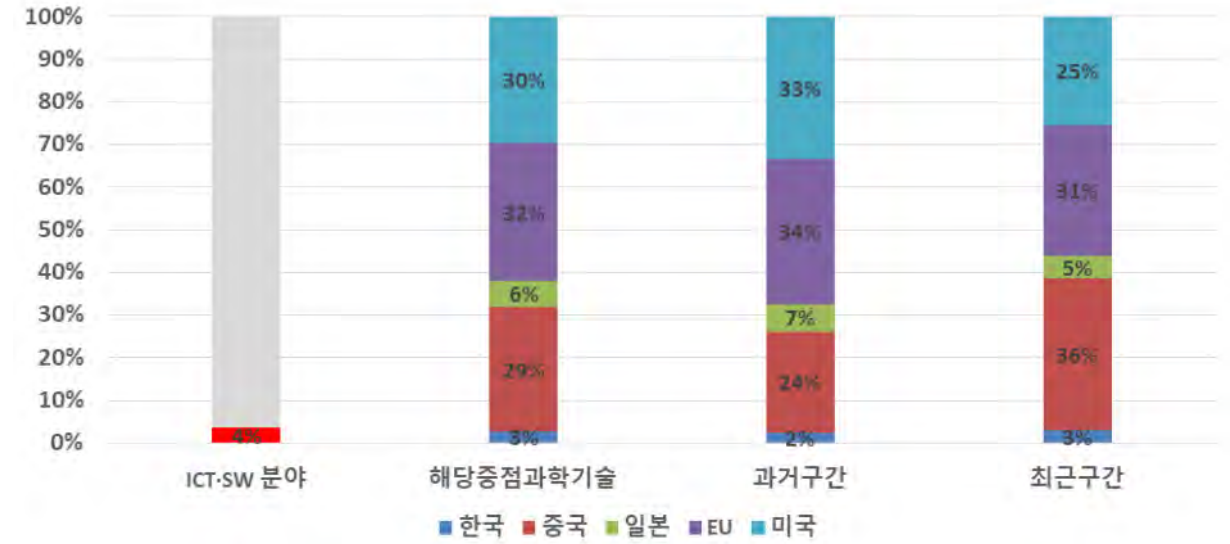
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(11.9)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(32.4%), 미국(29.7%), 중국(29.3%), 일본(6.0%), 한국(2.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(33.2%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 EU(31.0), 미국(26.9), 중국(18.1), 일본(15.0), 한국(11.9) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.94)가 가장 높음
- 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(10.7%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(1.0)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(37.0%), 일본(30.7%), 미국(15.3%), 한국(10.7%), EU(6.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(316.2%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.4)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(6.1), EU(5.0), 일본(4.5), 중국(1.8), 한국(1.0) 순이며, IP4 점유율은 EU(23.6%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.6%	29.3%	6.0%	32.4%	29.7%
	논문 증가율	14.5%	33.2%	-28.7%	-20.0%	-32.7%
	논문 영향력	11.9	18.1	15.0	31.0	26.9
	연구주체 다양도	0.90	0.92	0.74	0.94	0.91
특허 분석	특허 점유율	10.7%	37.0%	30.7%	6.3%	15.3%
	특허 증가율	-1.4%	316.2%	-31.4%	20.3%	-0.5%
	해외출원도	0.9	0.2	1.2	4.4	3.0
	특허 영향력	1.0	1.8	4.5	5.0	6.1
	IP4점유율	3.7%	1.0%	6.8%	23.6%	22.0%
	청구항수	7.8	3.1	4.9	9.2	12.6

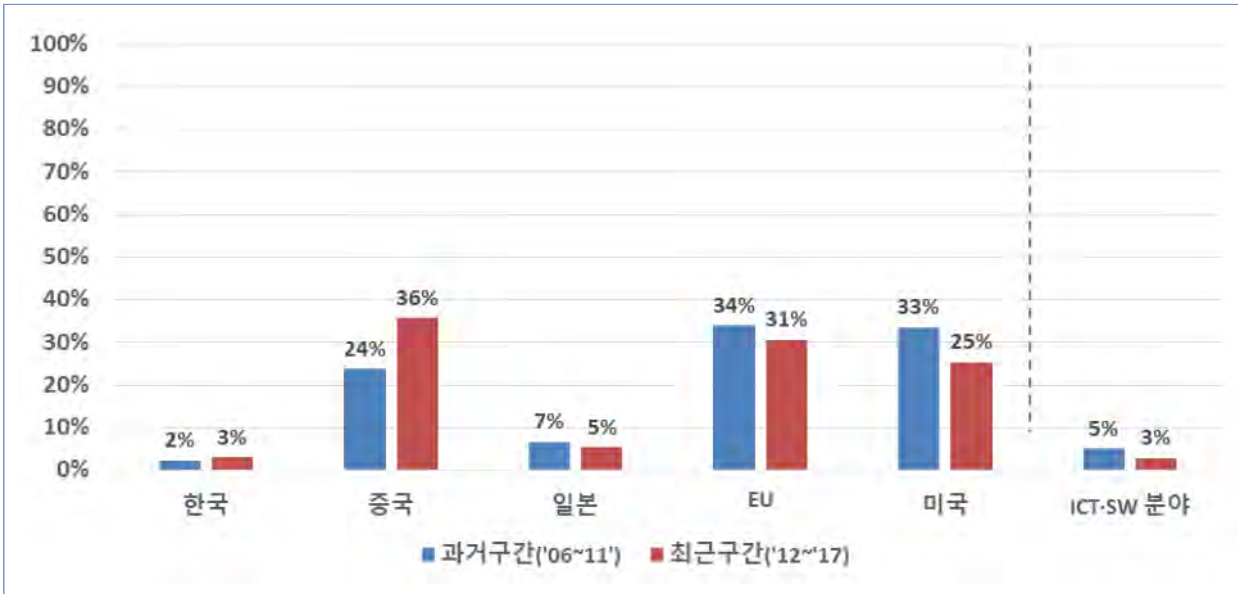
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 양자정보통신 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1451건으로 전체 논문의 32%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 양자정보통신 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

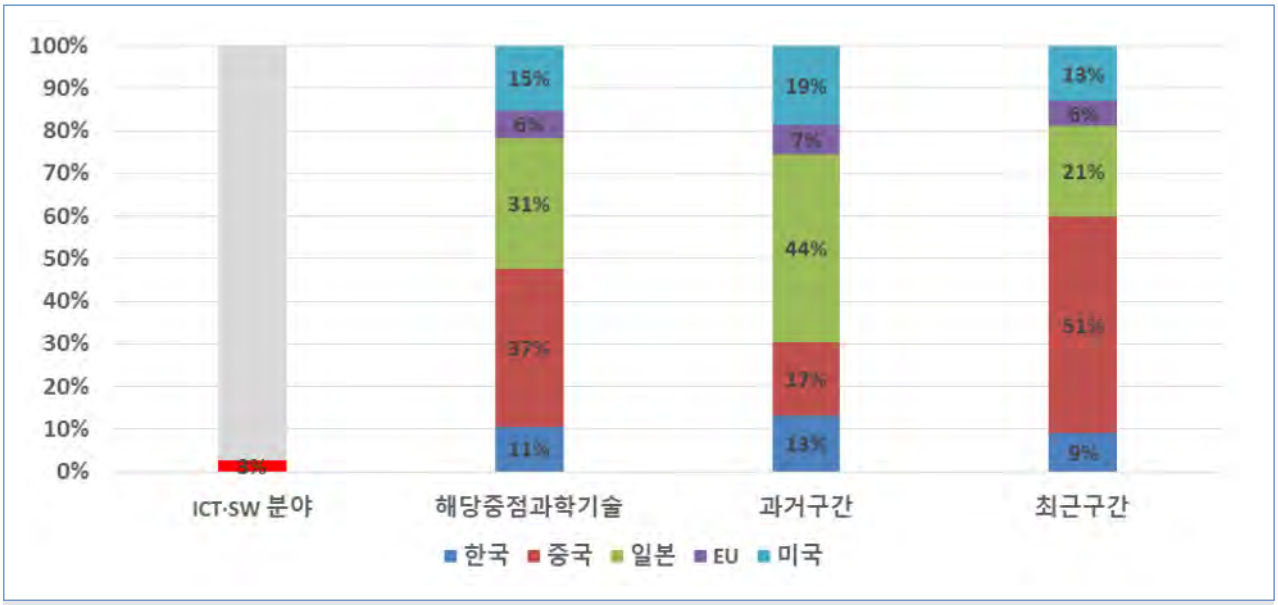


● 양자정보통신 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 14.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	55	63	118	14.5%
중국	564	751	1,315	33.2%
일본	157	112	269	-28.7%
EU	806	645	1,451	-20.0%
미국	795	535	1,330	-32.7%
전체	2,377	2,106	4,483	-11.4%

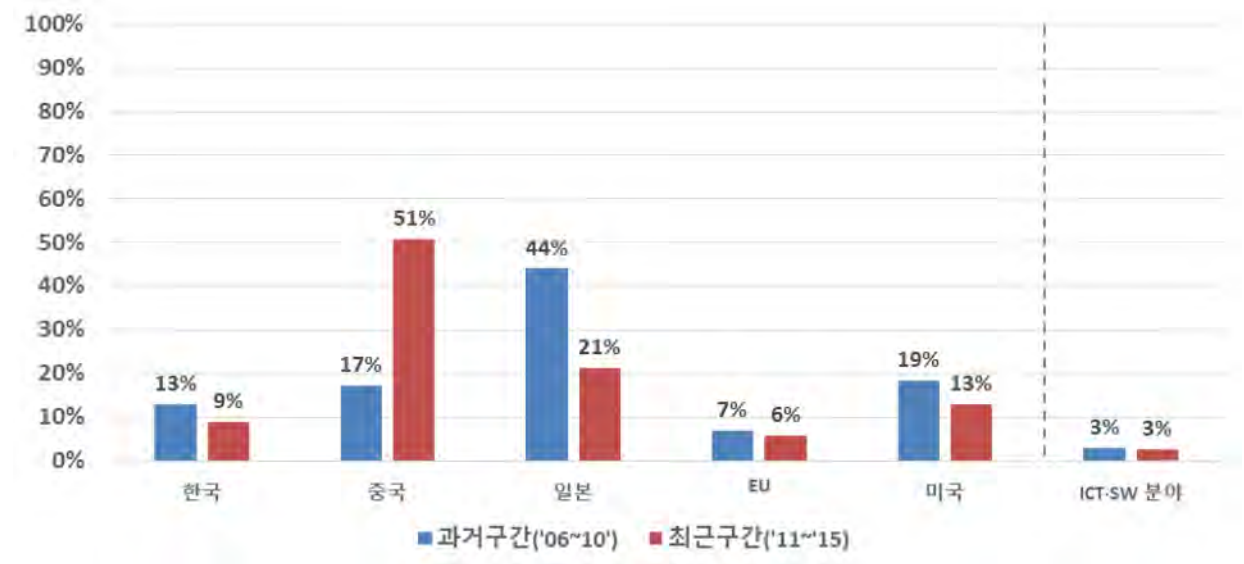
(4) 특허 점유율(전체)



● 양자정보통신 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1017건으로 전체 특허의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본, 미국, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 양자정보통신 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



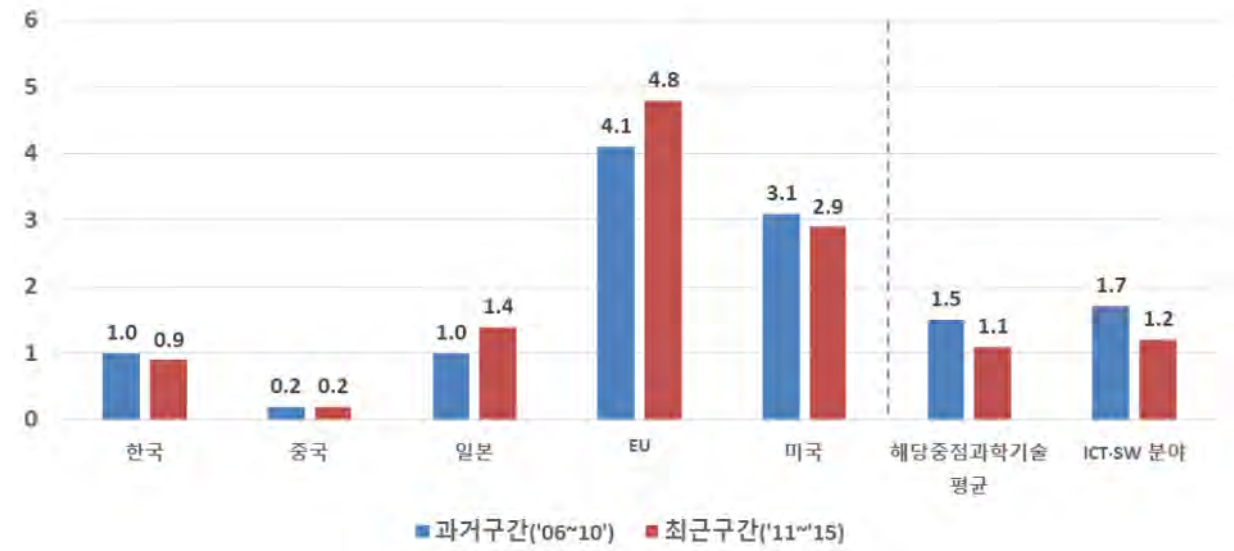
● 양자정보통신 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -1.4%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	148	146	294	-1.4%
중국	197	820	1,017	316.2%
일본	500	343	843	-31.4%
EU	79	95	174	20.3%
미국	210	209	419	-0.5%
전체	1,134	1,613	2,747	42.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

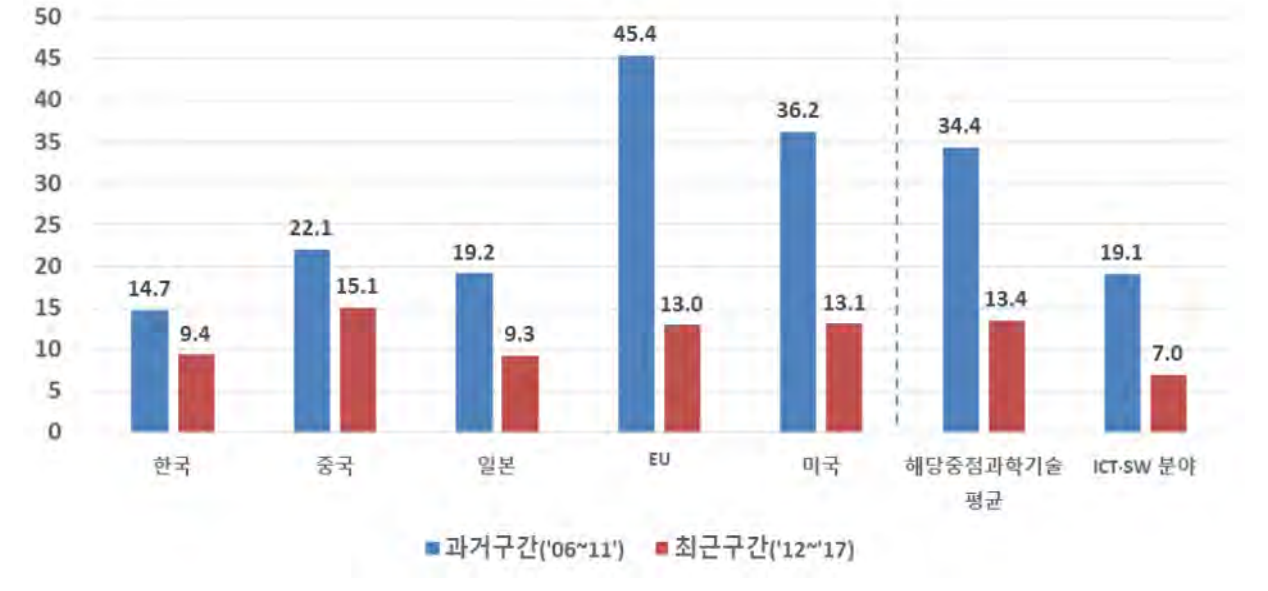


● 양자정보통신 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

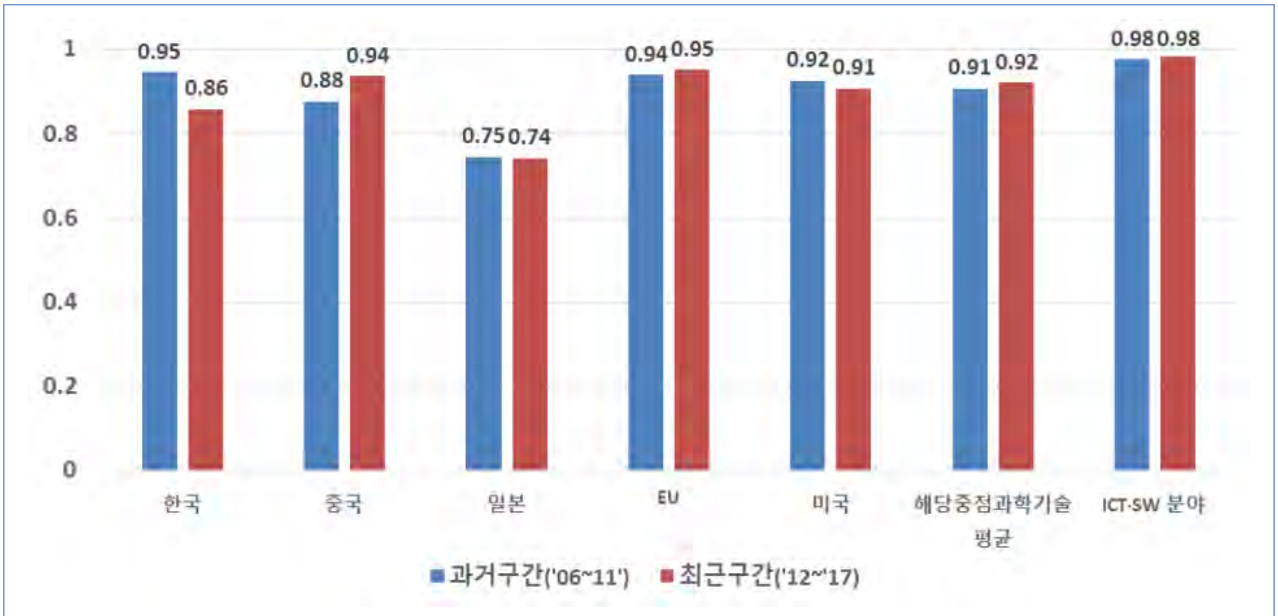
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



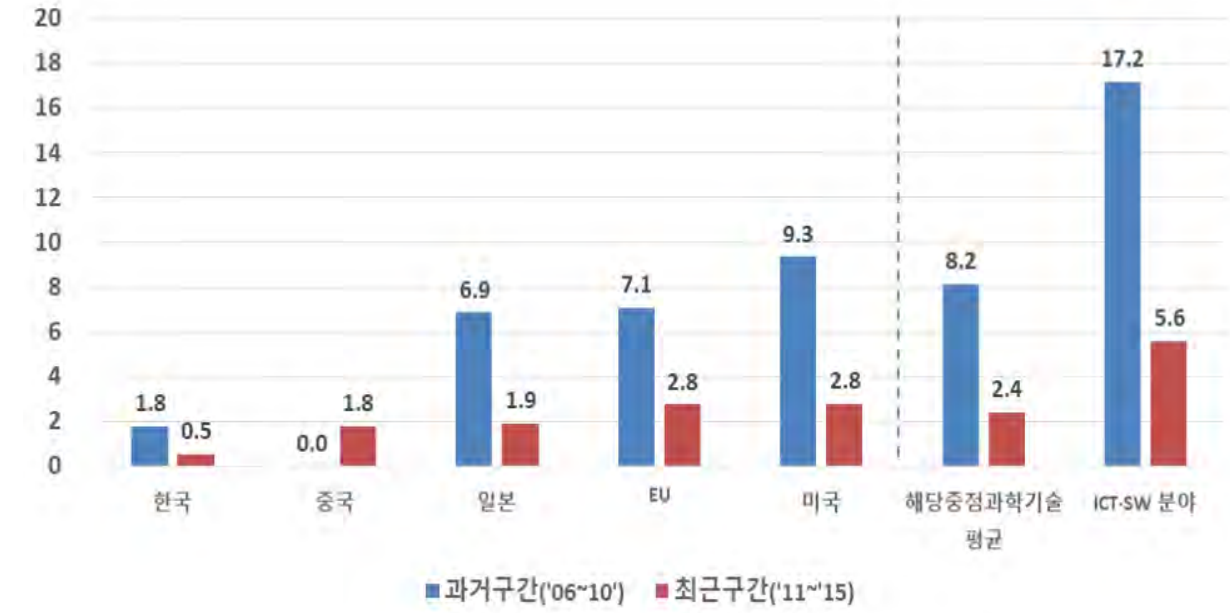
- 양자정보통신 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 중국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 EU의 연구주체가 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



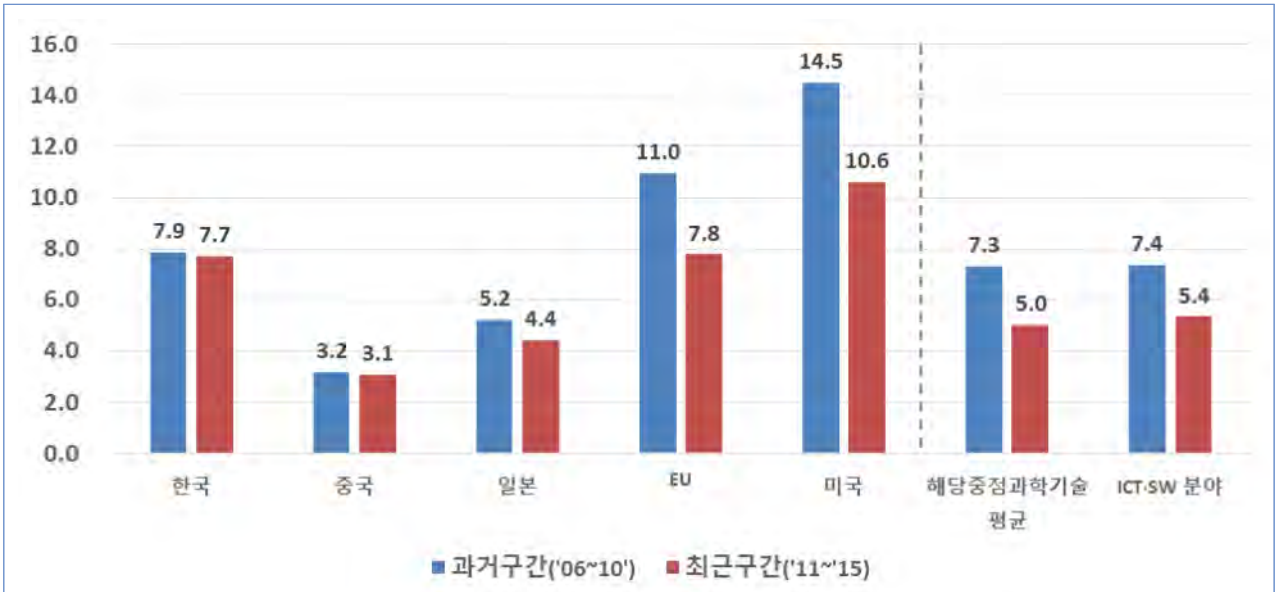
● 양자정보통신 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 양자정보통신 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 양자정보통신 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

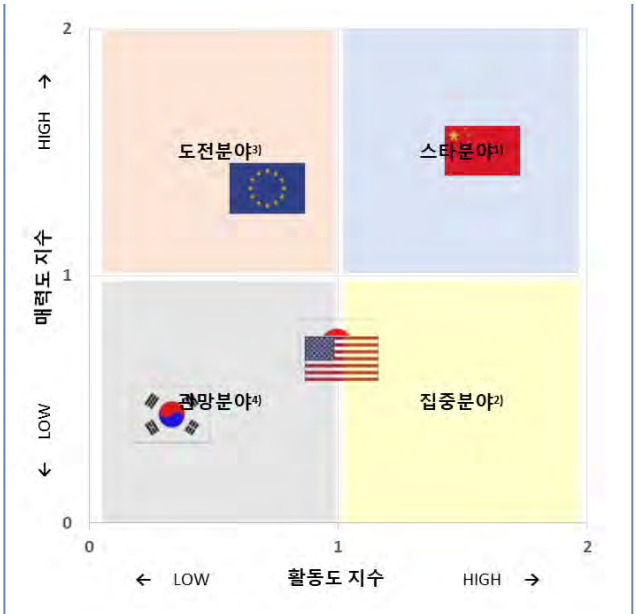
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

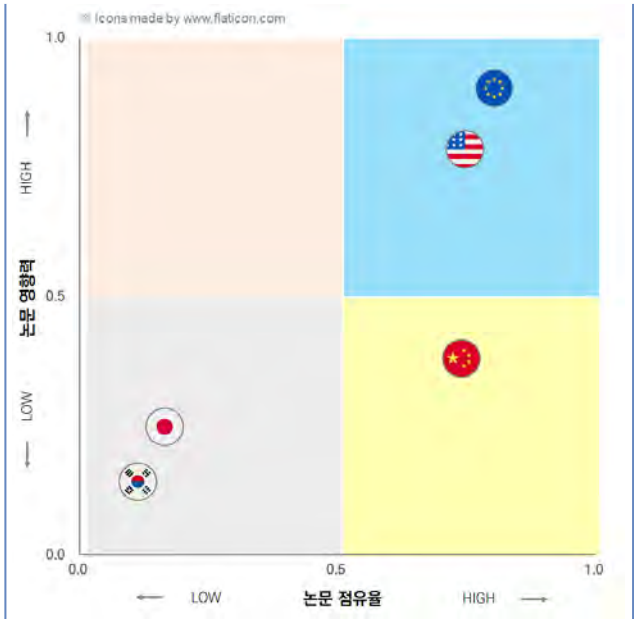
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 양자정보통신 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

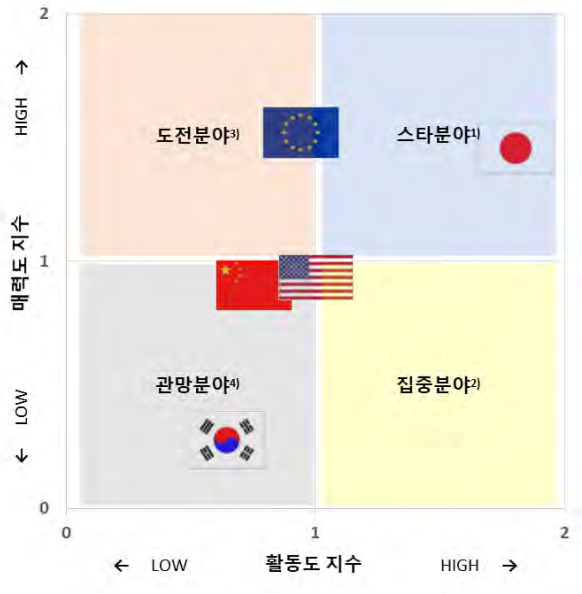


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

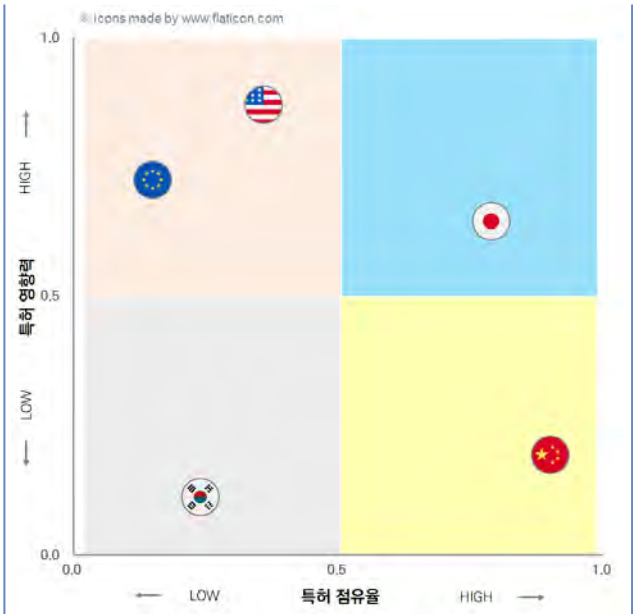
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 양자정보통신 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS(0.91%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '가천대학교'가 7.63%(글로벌 점유율은 0.20%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	중국	3.12%	0.91%	-21.74%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.86%	0.85%	-59.26%
3	PRINCETON UNIVERSITY	미국	1.88%	0.56%	-21.43%
4	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.80%	0.54%	66.67%
5	UNIVERSITY OF TOKYO	일본	8.92%	0.54%	-50.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	GACHON UNIVERSITY	7.63%	0.20%	800.00%
2	KOREA NATIONAL UNIVERSITY OF TRANSPORTATION	5.08%	0.13%	500.00%
3	KYUNGWON UNIVERSITY	4.24%	0.11%	-100.00%
4	KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE	3.39%	0.09%	0.00%
5	KOREA UNIVERSITY	3.39%	0.09%	-66.67%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	3.12%	0.91%	-21.74%
2	SOUTHEAST UNIVERSITY	1.83%	0.54%	0.00%
3	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	1.75%	0.51%	-23.08%
4	NANJING UNIVERSITY	0.99%	0.29%	-70.00%
5	BOHAI UNIVERSITY	0.99%	0.29%	-91.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	8.92%	0.54%	-50.00%
2	NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATICS	6.69%	0.40%	25.00%
3	NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.72%	0.22%	50.00%
4	TOHOKU UNIVERSITY	3.35%	0.20%	-50.00%
5	KEIO UNIVERSITY	2.60%	0.16%	150.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	1.45%	0.47%	-38.46%
2	CLARENDON LABORATORY	1.31%	0.42%	-53.85%
3	INSTITUTE OF COMPUTER SCIENCE	1.24%	0.40%	-36.36%
4	UNIVERSITY OF OXFORD	1.10%	0.36%	0.00%
5	INSTITUTE OF CHEMISTRY	1.03%	0.33%	-12.50%

6 미국

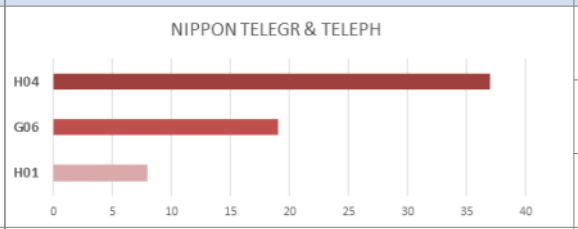
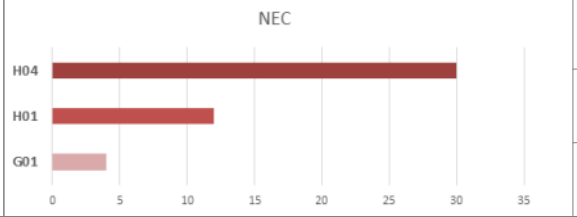
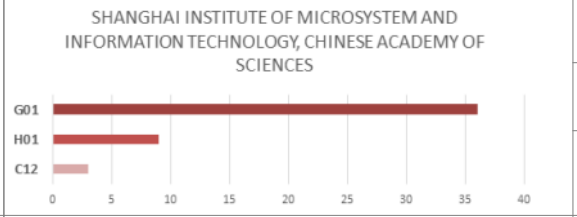
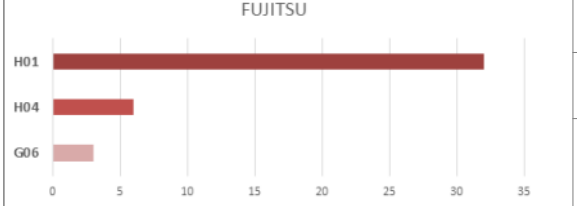
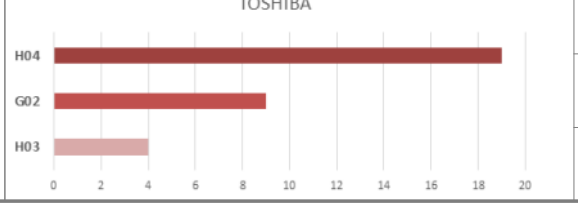
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.86%	0.85%	-59.26%
2	PRINCETON UNIVERSITY	1.88%	0.56%	-21.43%
3	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.80%	0.54%	66.67%
4	RICE UNIVERSITY	1.65%	0.49%	-42.86%
5	NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY	1.58%	0.47%	-60.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 일본의 'NIPPON TELEGR & TELEPH(2.84%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '한국전자통신연구원'이 8.84%(글로벌 점유율은 0.95%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'NIPPON TELEGR & TELEPH'과 '한국전자통신연구원'은 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

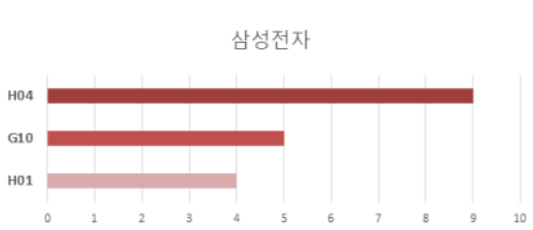
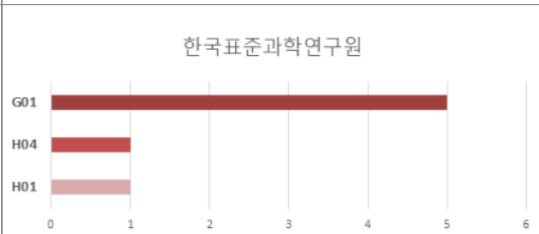
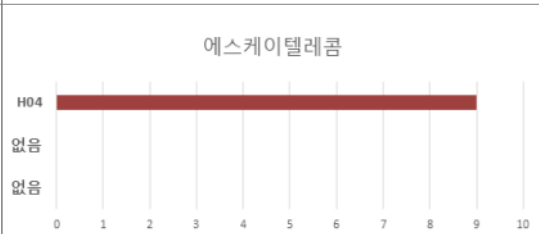
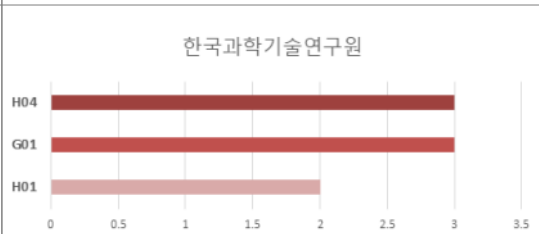
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NIPPON TELEGR & TELEPH	일본	9.25%	2.84%	-55.56%
2	NEC	일본	5.81%	1.78%	-25.00%
3	SHANGHAI INSTITUTE OF MICROSYSTEM AND INFORMATION TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	중국	4.82%	1.78%	1025.00%
4	FUJITSU	일본	4.86%	1.49%	-48.15%
5	TOSHIBA	일본	4.63%	1.42%	29.41%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
2		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
3		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
4		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H04	전기통신기술
		G02	광학
		H03	기본전자회로

2 한국

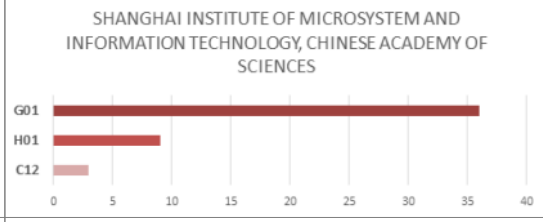
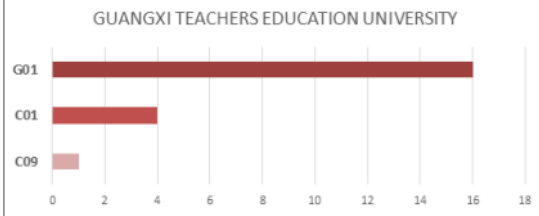
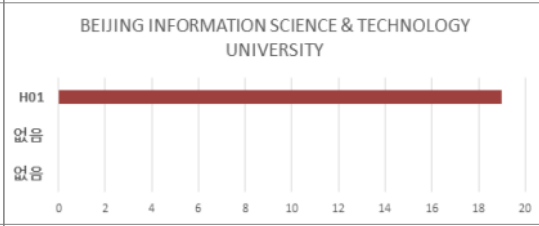
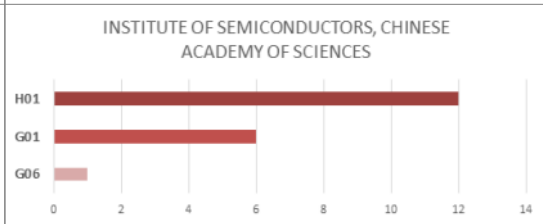
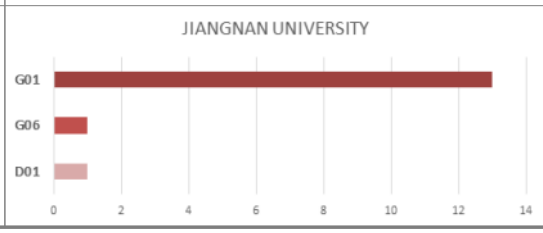
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	한국전자통신연구원	8.84%	0.95%	-14.29%
2	삼성전자	7.48%	0.80%	-53.33%
3	한국표준과학연구원	3.06%	0.33%	-20.00%
4	에스케이텔레콤	3.06%	0.33%	-20.00%
5	한국과학기술연구원	3.06%	0.33%	250.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
		H01	기본적 전기소자
3		G01	광학
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
4		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G01	광학
		H01	기본적 전기소자

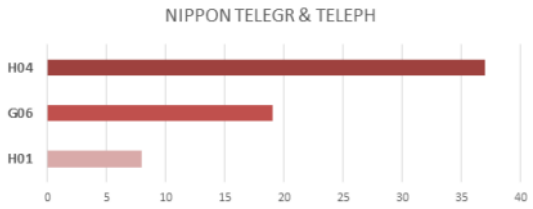
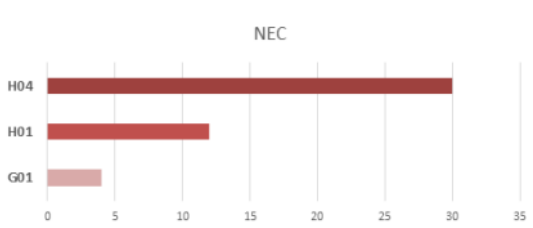
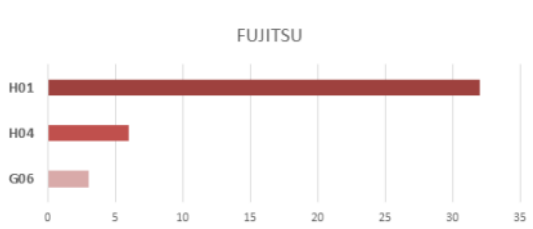
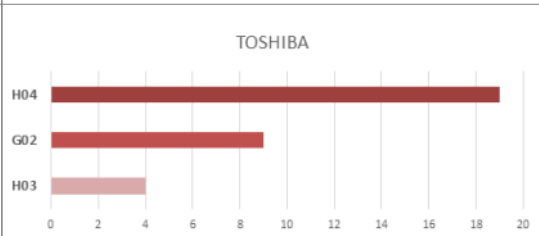
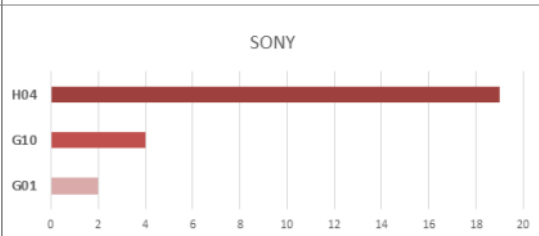
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SHANGHAI INSTITUTE OF MICROSYSTEM AND INFORMATION TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	4.82%	1.78%	1025.00%
2	GUANGXI TEACHERS EDUCATION UNIVERSITY	2.06%	0.76%	2000.00%
3	BEIJING INFORMATION SCIENCE & TECHNOLOGY UNIVERSITY	1.87%	0.69%	1800.00%
4	INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.87%	0.69%	37.50%
5	JIANGNAN UNIVERSITY	1.77%	0.66%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		H01	기본적 전기소자
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		G01	광학
		C01	무기화학
		C09	염료; 페인트; 광택제; 천연수지; 접착제; 기타 조성물; 재료의 기타 응용
3		H01	기본적 전기소자
		-	-
		-	-
4		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		D01	천연 또는 인조사나 섬유; 방적

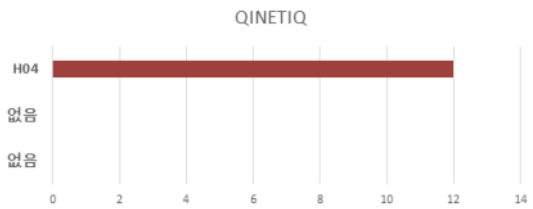
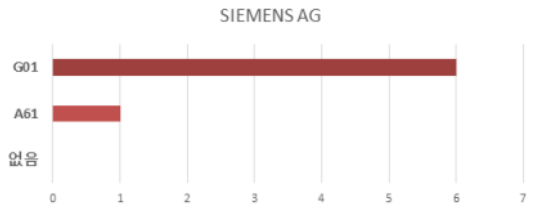
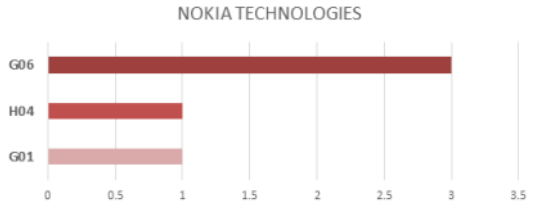
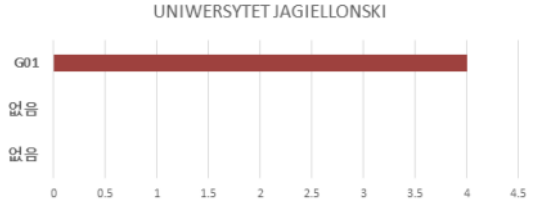
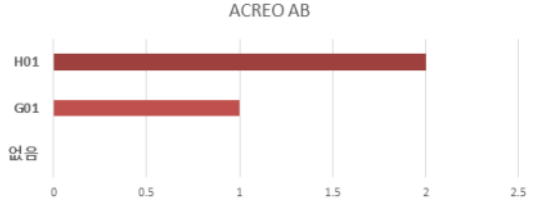
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	NIPPON TELEGR & TELEPH	9.25%	2.84%	-55.56%
2	NEC	5.81%	1.78%	-25.00%
3	FUJITSU	4.86%	1.49%	-48.15%
4	TOSHIBA	4.63%	1.42%	29.41%
5	SONY	3.08%	0.95%	-76.19%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
2		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
3		H01	기본적 전기소자
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H04	전기통신기술
		G02	광학
		H03	기본전자회로
5		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
		G01	광학

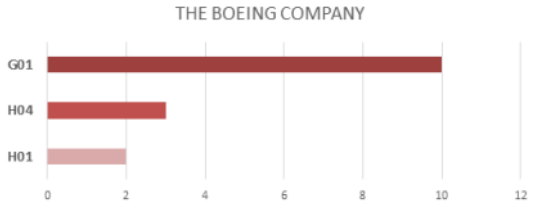
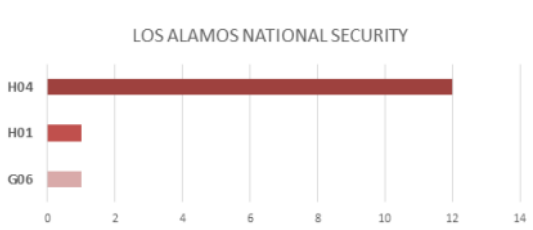
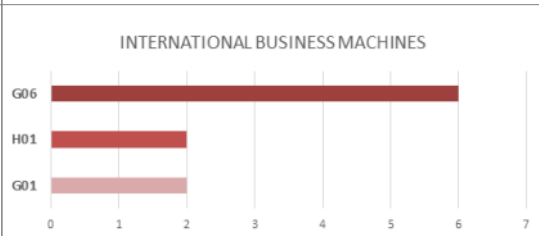
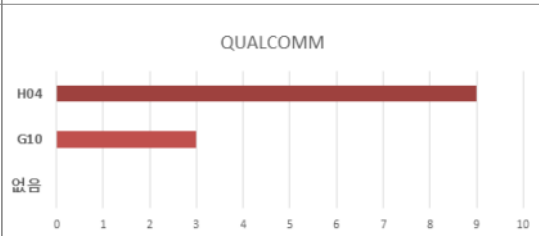
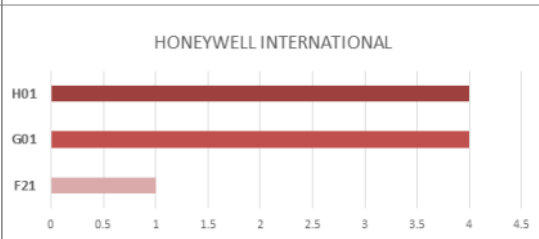
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QINETIQ	6.90%	0.44%	-50.00%
2	SIEMENS AG	4.02%	0.25%	500.00%
3	NOKIA TECHNOLOGIES	2.87%	0.18%	400.00%
4	UNIWERSYTET JAGIELLONSKI	2.30%	0.15%	0.00%
5	ACREO AB	1.72%	0.11%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
2		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
4		G01	광학
		-	-
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	THE BOEING COMPANY	4.06%	0.62%	42.86%
2	LOS ALAMOS NATIONAL SECURITY	3.34%	0.51%	266.67%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	2.86%	0.44%	0.00%
4	QUALCOMM	2.86%	0.44%	-50.00%
5	HONEYWELL INTERNATIONAL	2.39%	0.36%	0.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
2		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
4		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
		-	-
5		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		F21	조명

112 신개념 컴퓨팅 기술



112 신개념 컴퓨팅 기술

중점과학기술 개요

- 기존 컴퓨팅으로 해결이 어려운 초대용량 데이터와 실용계산 문제 등을 해결하기 위해 대규모, 고속, 고성능, 고지능, 에너지 고효율 처리 등을 가능하게 하는 광, 뉴로모픽 및 슈퍼컴퓨팅과 같은 새로운 개념의 컴퓨팅 시스템 기술
- 기상예측과 같은 대규모의 계산량 처리, 초인공지능 실현을 위한 대용량 데이터 처리 및 사물로부터 대량 또는 순간적으로 발생하는 데이터를 초고속·고효율로 처리가 가능한 에지 컴퓨팅 기술로 활용성이 큰 기술
- 예시로, 슈퍼컴퓨팅, 에지컴퓨팅, 뉴로모픽, 바이오 및 광 컴퓨팅 기술 등이 있음

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

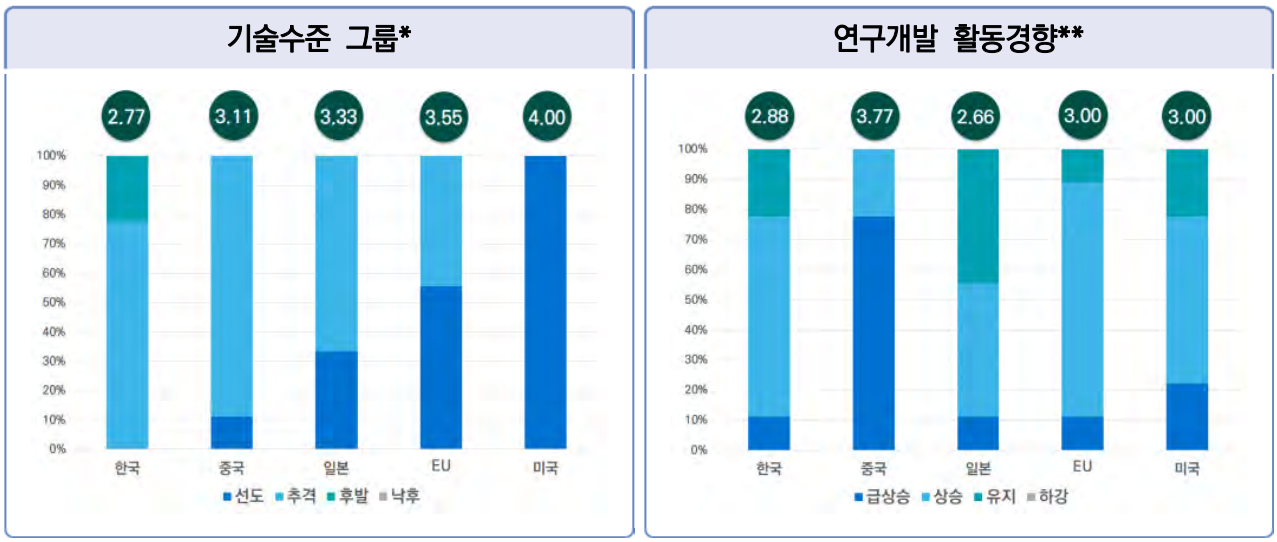
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	76.0	3.0	추격	보통	보통	상승
중국	80.0	3.0	추격	우수	우수	급상승
일본	85.0	2.5	추격	우수	우수	상승
EU	90.0	2.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	76.0	4.0	76.0	70.0	80.0	13.8	3.0	3.0	6.0	3.2
중국	80.0	3.0	80.0	70.0	88.0	8.4	3.0	1.0	4.0	2.9
일본	85.0	2.5	85.0	80.0	85.0	6.1	2.5	2.0	3.5	1.1
EU	90.0	2.0	90.0	80.0	90.0	7.3	2.0	1.0	2.5	2.4
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

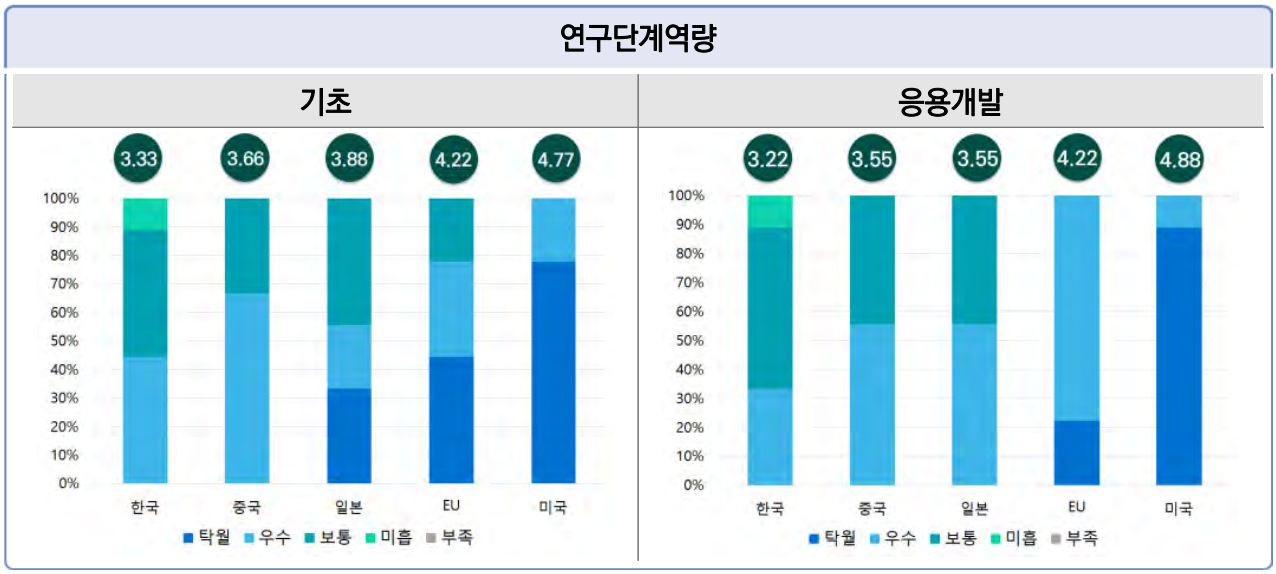
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (76.0%)	• 2020년 PetaFlops 급 슈퍼컴퓨터 자체 기술 확보를 위한 사업 추진을 통해 연구가 진행 • 신개념 컴퓨팅에 대한 개념 확립 단계이나 반도체 제작 기술 및 제조 기술이 우수하여 빠르게 추격 가능 • 이미지 인식, 음성인식 등 빅데이터 처리를 중심으로 하는 연구는 미국을 추격 • 다소 보수적인 투자와 연구 수행으로 상대적인 위치가 떨어지고 있음. 짧은 기술 획득 노력으로 인한 경쟁력 부족과 산업계의 보수적 투자 • 우수한 하드웨어 개발기술을 가지고 있으나 설계기술의 부족으로 3년 정도의 기술격차가 있는 것으로 판단됨 • 인력이 매우 부족하며, 개념의 연구수준에 머물러 있는 것으로 보임. 다만, 삼성, 하이닉스 등 기업 주도의 연구개발 및 제품 생산이 장점
중국 (80.0%)	• 대규모의 예산 투자를 통해 빠르게 기술 기반을 확립해 나가는 중. 다수의 우수한 인력이 전 세계적으로 산재해 있음 • AI 기술을 활용하여 초스마트 사회 서비스 플랫폼을 구축, 이를 통해 새로운 가치와 서비스 및 비즈니스 모델을 창출 하고자 함 • 기업을 통한 혁신과 함께, 중국 정부를 통한 기반 연구 확충으로 유럽 수준의 기술 확보. 특히 신개념 컴퓨터 중 슈퍼컴퓨팅, 지능형 컴퓨팅 등의 수준은 미국과 대등한 수준. 타 분야에서는 기술 수준이 미국대비 격차 존재 • 신개념 컴퓨팅 하드웨어 개발에 있어서 여타 상위 4개국 대비 기술격차 다소 존재. 특히 범용 하드웨어 기반 신개념 컴퓨팅 분야에서 거대시장을 형성하고 있는 DRAM/NAND 기술에서 현재 기술 선도국과의 기술격차가 존재 • 정부와 기업의 지속적인 투자로 많은 분야에서 미국과 경쟁할 수 있는 잠재력이 있음 • 중국은 슈퍼컴퓨팅 분야 세계 1위 기술을 보유하고 있으며, 최근 반인반기 집중화 전략을 통해 미국에 미흡한 인공지능과 로봇시장 선점을 목표로 인력과 예산을 투자하고 있음
일본 (85.0%)	• 소재, 나노 등의 기반 기술이 우수 신개념 컴퓨팅 관련해서는 기술을 추격하고 있는 상황 • K-Computer 후속의 Post-K 사업을 추진하고 있으며, ARM 기반으로 연구개발 추진. • 현재까지는 다소 보수적인 투자와 연구 수행으로 상대적 하향 추세 • 슈퍼 컴퓨팅 등 고속 컴퓨팅 분야의 기반 연구 결과를 보유
EU (90.0%)	• 2022년 세계 3위 수준의 엑사스케일 컴퓨팅 기술 확보를 목표로 슈퍼컴퓨팅센터 중심으로 초고성능 컴퓨팅 기술 개발이 추진 중 • 글로벌 수준의 연구소와 기초, 원천 연구개발이 활발하고 지속적인 성과를 보이고 있음 • 유럽 공통의 슈퍼컴퓨팅 구현을 위한 인력양성 등 제반 환경 마련을 위해 "EuroLab-4-HPC 프로젝트를 조직하고, 인프라 제공이 가능한 8개국 협력체계를 구축 • EU 주관의 Human Brain Project 등 다양한 기초연구과제를 수행 및 성과 발표 • 기반기술 및 응용기술 연구 개발히 활발히 진행되고 있음.
미국 (100%)	• 기존의 슈퍼컴퓨팅뿐만 아니라 인공지능 컴퓨팅 분야 선도를 위한 뉴로모픽, FPGA 가속기 및 양자컴퓨팅 분야 연구 활동이 광범위하게 활발히 진행 • 국가 및 민간 분문 모두 광범위하게 기술 투자가 지속/확대

국가 (기술수준)	판단근거
	• GPU기술과, AI기술을 선도하고 있음 • 관련 기술의 글로벌 기업을 다수 보유 • 슈퍼컴퓨팅 기술은 국가 경쟁력 향상을 위한 핵심기술로 정부의 지속적인 투자와 지원 • 세계 1위의 슈퍼컴퓨터를 개발하였으며, 타국가들에 비해 최소 6개 이상 빠른 Exascale 컴퓨터 개발 로드맵을 제시 • 모든 면에서 혁신이 일어나고 있으며, 기업을 중심으로 대규모 투자가 활발하게 일어남 • 신개념 컴퓨팅 분야 기술을 실제 상용화에 성공하였으며 현재 전 세계 연구개발을 주도• 기업, 연구소, 학계에서 모든 분야에서 최고의 기술과 실제 프로타입 개발 수준의 기술을 확보 • 기술 전반의 최고 기술을 보유하고 있으며, 기술개발을 주도

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 인간의 지식 증강 서비스를 위해 빅데이터로 부터 스스로 학습하여 지식을 축적하고, 시스템 및 기기 간 자율협업방식으로 새로운 문제를 해결하고자 노력 중 • 빅데이터 기반 심층 질의응답 기술의 원천 기술 일부 확보 • 국가슈퍼컴퓨팅센터를 통해 구축한 슈퍼컴퓨터 활용 인프라는 강점이 있음 • 학/연 중심의 기초연구 및 응용개발 연구자들의 역량이 우수 • 최근 신개념 컴퓨팅 연구개발의 필요성 대두로 인해 학연 중심의 기초연구가 활발히 수행되고 있음 • 정부에서 관련 연구 지원을 늘리고 있어, 많은 연구자들이 해당 분야 연구에 관심을 보임 • 활용이 상대적으로 장점임. 아주 최첨단의 연구 주제로 선도하는 것이 아니면, 실제로 활용중심으로 연구 성과를 도출하는 (Early Adapter) 전략도 필요 • 메모리 반도체 포함 반도체 분야 등에서 제조 기술은 매우 우수	• 지식처리 소프트웨어 분야는 현재 해외 의존도가 높은 기술 분야이며 우리나라는 선진국에 비해 경쟁력이 낮은 편임, 도전적인 원천 기술의 개발과 사업 생태계 조성을 통해 웹 및 모바일 플랫폼 이후에 등장할 제 4세대 인공지능 플랫폼 개발 필요 • 신개념 컴퓨팅 기술 분야에 대한 국가 및 민간의 재원 투자가 아주 미흡함(컴퓨팅 분야 생태계도 취약) • 기초연구의 결과물이 응용기술로 이어질 수 있는 연구개발 인프라 부족 • 새로운 하드웨어나, 고가의 하드웨어에 소수의 연구자들만 접근할 수 있음 • 자체 HW제작기술, 컴퓨팅 인프라, 인력이 적은 편이고, 정부, 기업에서 투자 우선순위에서도 하위권에 있음 • 국가 차원의 다양한 정책이 마련되고 있으나, 시행에 있어서 속도를 느끼지 못함. 연구의 집중/집합이 부족. 해외의 경우, 대기업이 슈퍼컴 등 분야에 있으나, 국내는 전무 • 아키텍처, 설계 등의 기초원천 분야의 연구개발 투자가 미흡 • 연구개발이 정부주도로 이루어져 단기 연구개발이 주를 이루며 실용화, 응용 기술 개발에 치우치고 있음

국가	강점분야	기타
		• 정부의 R&D가 상용화에 투자하고 있으나 상용화는 기업 중심으로 진행되고 있어서, 실질적인 성과를 얻지 못하고 있음 • 응용 기술 개발은 우수하나 기초 기술 개발이 상대적으로 부족함. 연구 인력도 대부분 응용 기술에 집중되어 있음.
중국	• 2017년 7월 인공지능 강국 건설을 목표로 「차세대 인공지능 발전규획(新一代人工智能發展規劃; 이하 '발전규획')」을 발표, 중국 인공지능 기업 대부분은 머신러닝, 드론, 로봇, 자율주행 등 응용 분야에 집중 • 슈퍼컴퓨터 및 인공지능 가속 컴퓨팅 분야에서 최근 급격하게 기술 경쟁력이 강화되었고, 관련 분야의 연구자들의 수도 많이 증가 • 최근 기초연구의 수준이 급속도로 높아지고 있으며 정부주도의 응용개발연구 또한 저변이 넓어지고 있는 추세 • 연구 인력의 수가 매우 많으며, 관련 학회에 발표하는 중국 연구자들의 수도 증가하는 추세 • 기초 연구력이 미국대비 우수하지는 않으나, 슈퍼컴퓨터 HW 경쟁에서 앞서기도 하였으며, 정부와 기업의 자원 투자로 슈퍼컴퓨팅, 인공지능 분야에서 우수 기술과 연구를 수행하고 있음 • 국가적 차원에서 로드맵을 설정하고 이를 달성하기 위한 대규모의 자원 타자가 이루어져 연구개발 속도가 매우 빠르고 우수한 성과가 다수 발표 되고 있음 • 기술, 인력 측면에서 많은 보완이 있었으며, 정부에서 국립 연구소를 세워 기초연구에 집중 투자하고 있고, 업체는 상용 기술에 많은 투자를 진행	• 기초기술 분야는 다소 취약한 편 • 응용 개발에 대한 연구는 다소 부족. • 신개념 컴퓨팅 하드웨어 개발에 있어서 상위 국가 대비 기술격차가 존재 • 미국기업 개발 HW를 사용하는 단점을 극복하기 위해 자체 HW개발기술역량을 가지려고 하고 있으나, 아직은 충분히 성숙한 단계가 아님 • 활용으로 나타나는 사례를 보기 힘듦 • 국가 주도의 연구개발이 주를 이루어 다양한 산업계가 형성되어 있지는 않음
일본	• 2030년까지 3단계로 구분하고 경계 없이 융합할 수 있는 AI 에코시스템이 구축되는 초스마트 사회 구현을 목표로 설정, 중점 추진 영역에 대한 AI 기술 R&D를 실시하고 관련 연구를 진행할 인재 양성 정책 추진 • 슈퍼컴퓨팅 기술 분야의 국가 주도 프로그램을 통해 학/산 협업 체제가 잘 구성됨 (기술 개발을 통해 기업의 역량 축적 및 상용화로 연결) • 기초연구에 상당한 강점이 있으며 체계적인 장기간 연구개발 풍토가 높은 수준의 기술개발로 이어질 수 있는 토양이 됨	• 지능 진화 및 자가학습 방법 등에서 차별화할 수 있는 원천 기술 확보 필요, 현재 미국 기술 추격 중 • 민간주도의 응용개발연구는 미국대비 부족 • 외국 연구자들과의 교류가 적음 • 광컴퓨팅, 뉴로모픽 컴퓨팅, 바이오 컴퓨팅 등의 신기술에서 선도적인 역할을 하고 있지 않음 • 미래컴퓨팅에 대한 기술 발전이 잘 보이지 않음 • 기존 기술의 지속적인 연구는 매우 우수하나 새로운 기술에 대한 개발의 다양성이 다소 미흡

국가	강점분야	기타
	• 인공지능 기술에 투자가 확대대고 있음. 기존 로봇 기술 분야의 우수함을 바탕으로 인공지능 기술을 결합하려고 함 • 기초 연구력은 어느 정도 수준을 유지하여 자체 HW기술로 슈퍼컴퓨팅 분야의 상위권을 유지함. 광컴퓨팅, 뉴로모픽 컴퓨팅, 바이오 컴퓨팅 등의 신기술에서 선도적인 역할을 보이지 않으나, 기존의 슈퍼컴퓨팅 HW를 이용한 그래프 분석 등에 응용하는 기술은 우수함	
EU	• 미래 유망 6대 기술 중의 하나로 The Human Brain 프로젝트를 선정하고 인간의 뇌 동작방식에 대한 보다 정확한 이해와 활용을 통해 컴퓨팅 아키텍처, 신경과학, 의학 등의 분야에서 발전을 도모 • 슈퍼컴퓨터 등과 같은 초고성능 컴퓨팅을 활용한 다방면의 응용 개발/연구에 강점 보유 • 기초연구에 상당한 강점이 있으며 체계적인 장기간 연구개발 풍토가 높은 수준의 기술개발로 이어질 수 있는 토양이 됨 • 연구 인력이 매우 많으며, 관련 학회에 발표자 수도 매우 압도적으로 많음 • 슈퍼컴퓨팅 등의 HW개발 역량은 미국에 의존하고 있으며, 부분적인 신기술 컴퓨팅에 기초연구가 진행되고 있는 것으로 보임. EU내의 연구소 등에서 컴퓨팅 인프라를 이용한 응용연구에 우수한 결과를 보임 • 기술, 인력 측면에서 매우 우수하며, 실패에 대한 용인도도 높음	• 텍스트 빅데이터 기반 언어지식 추출기술은 일부 선도하고 있으나, 자연어 심층 이해 공통 기반 기술, 자연어 질의문 분석 등 지능정보 기술 확보 필요 • 유럽에서 전 세계 슈퍼컴퓨터 용량의 30%를 적극 활용하는 반면에 컴퓨팅 기초 기술 생산 비율이 낮음(사업화는 미흡) • 민간주도의 응용개발연구는 미국 대비 부족 • 자체 HW개발 기술을 확보하기 위한 연구투자를 시작하는 단계에 있음 • 제조업의 부재로 연구가 실용화 되는데 한계가 있어 보임 • 신개념 컴퓨팅 분야에서 기술의 사업화를 위한 ICT 등의 글로벌 기업이 미국 대비 부족
미국	• 정부 주도 하의 대규모 장기 프로젝트 수행이며, DARPA, SRI 등에서는 인공지능 기반 기술인 지능형 계획, 기계학습 기술, 에이전트 기술에 대한 연구를 지속적으로 진행하고 이 연구로부터 인공지능기술의 상업화를 위해 Siri, Twine 같은 회사를 설립하였으며, 자연어 심층이해 공통 기반 기술, 빅데이터 기반 지식 추출 기술, 사용자의 질문의도 분석 및 이해 기술, 정답 추론 및 생성 기술 모두 미국에서 출원된 특허 다수 • 신개념 컴퓨팅 분야의 인력, 기술력, 인프라는 타의 추종을 불허할 수준의 전 분야에서 민/관 모두가 강함	• 최근 연구개발 예산이 NSF보다는 DoE 중심으로 변화

국가	강점분야	기타
	• 민과 관의 기술연계가 수월하며 기초연구의 결과물을 응용기술로 발전시킬 수 있는 인프라가 잘 구축되어 있음 • Google, Microsoft, Facebook, 아마존 등 거대 기업들이 기초 기술/응용 모두 선도하고 있으며, 전 세계 연구 인력을 흡수하고 있으며, 연구 환경도 최고 수준 • 중국과의 경쟁에서도 현재 상당히 앞서 있음 • 기술, 인력, 인프라 모두에 강점을 가지고 있으며, 특히 정책적인 면에서 강점 • 다수의 글로벌 기업에 의한 민간 주도의 신기술 개발 주도 및 시장 진출 국가적 차원의 연구개발 투자 활발 실제 활용 가능한 응용기술의 개발이 활발	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	5위	2위	3위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 일차적으로 연구 내용의 적극적 공개/홍보가 필요하고, 연구소와 대학, 기업 간의 공동 연구를 적극 권장 • 산·학·연 협동을 장려하되 각자에게 맞는 미션을 갖도록 연구개발 추진 체계 정비 필요 • 슈퍼컴퓨터의 발전은 중소기업보다 대기업의 참여가 필요. 대기업의 참여협력 방안 강구 및 이를 기반으로 중소기업이 역할을 할 수 있도록 체계화. 또한, 대학은 인력양성을 중점적으로 수행하도록 하고 HW 구축/기술개발/서비스는 출연(연), 기업은 제품화하도록 각자의 역할을 할 수 있도록 함. 서로의 역할이 불명확함으로써, 자생적 생태계 마련이 안 되고, 반목과 갈등이 지속되고 있음 • Bottom-up향 정부사업의 확대를 통해 명목상이 아닌 실질적인 기술 협력이 가능한 제반 환경을 정부가 구축할 필요 • 국내 연구의 중복성으로 인한 제한보다는 해당분야의 연구를 장기적으로 여러 연구그룹에서 진행하도록 하여 장기적 경쟁/보완이 되는 연구 풍토 정착
국제협력 촉진	• 박사급 연구자나 대학원생들에게 외국의 연구자들과 교류할 기회를 늘려줘야 함. 해외 연구자를 국내로 모셔오기 보다는 국내 연구자들의 해외 파견의 확대가 더 의미 있음 • 해외 학교 및 연구소와 국제 협력을 좀 더 쉽고, 효율적으로 수행 할 수 있도록 제도적인 정비 필요

	정책제언
	• 에지 컴퓨팅 기술, 지능형 컴퓨팅 기술 등 국내외적으로 기술의 차이가 커지기 전 국제 협력을 통해 함께 성장할 수 있는 기반 마련 필요 • 인텔 등의 로드맵 변화시점에서 해외 중소/중견 기업들이 협력을 요청하는 등 기술이 변화시점에 있음. 이를 기회로 하여, 국내 출연(연)이 중심이 되어 기술을 받아들이고, 대학의 기초연구와 결합하고 국내 기업의 기술력 확보 노력 필요 • 연구 분야별로 우수한 국제연구 그룹과의 연계가 가능하도록 공동연구 기회를 지역별 균등이 아닌 연구혁신을 목표로 한 공동연구 기회를 갖도록 하는 제도 필요
인력양성 및 유치	• 서로 다른 기관의 유사한 분야의 연구자들을 묶어서 인력 양성 사업을 해야 함 • 학계에서의 인력 양성 뿐 아니라 연구소 등에서의 인력 양성도 장려할 필요 • 슈퍼컴퓨팅 기술, 에지 컴퓨팅, 지능형 컴퓨팅 등 신개념 컴퓨팅 기술을 이해하고 전문지식을 보유한 전문가가 극히 부족한 현실이며, 향후 산업적 인프라가 활성화되기 전 인력양성이 매우 시급함 • 연구와 교육이 함께 진행되는 연구개발 사업(예: 년 10억 규모)을 만들 필요가 있음. 인력의 경우, 해외의 국내 연구자와 연계하고 상호 방문 연구를 추진 필요. 대학의 경우, 실무능력을 가질 수 있는 교육프로그램 마련 필요 • 컴퓨팅 구조, 프로그래밍 언어 등 기반 성격의 컴퓨팅 기술 지속적 발전 • 신개념 컴퓨팅 기술은 새로운 특화 하드웨어뿐만 아니라 범용 하드웨어인 DRAM, NAND Flash, CPU의 기술의 조합으로 이루어 질 수 있으므로 한쪽 쏠림을 방지할 수 있는 조화로운 인력양성 정책이 필요함. 기업이 요구하는 인재상을 정부가 이해하고 이에 맞는 인력양성 정책이 필요할 것으로 사료됨 • 연구 분야의 후속세대가 등장할 수 있도록 연구기회/ 국내-국제 교류 등을 위한 노력 필요
인프라 구축	• 고성능컴퓨팅, 지능형 반도체 등 필수 인프라를 기반으로 응용연구가 가능한 분야이므로 인프라 구축을 통한 기술력 향상의 기반 마련 필요 • 수요조사와 연계하여, 국내의 인프라를 다양한 슈퍼컴 종류(예: GPU 기반, HPC, HTC 등)를 구축하여, 인프라의 규모의 경쟁력 확보 필요. 또한, 신규 인프라 구축 시에 사용률이 아닌 성과 중심, 일정기간(예: 5년)이 지나면 루틴하게 인프라를 구축하도록 추진 • 학연 협력 체계를 위한 기술 지원 • 반도체 설계 분야의 역량 강화를 위해 정부주도의 반도체 파운드리 서비스 인프라를 확충하며 이는 국내 반도체업계와의 유기적인 공조를 통해 가능할 것 • 연구 분야에 따라 인프라 구축에 비용이 타 분야에 비해 감당할 수 없이 큰 경우, 국내 산업이 뒷받침되지 않는 한 정부의 인프라 구축을 위한 노력이 연구 분야를 경쟁력 있게 하는 유일한 방법
법·제도 개선	• 슈퍼컴퓨터 인프라 구축의 경우, 지속적인 도입이 있는 경우이지만 예타를 실시하고 있어서, 시간과 시점의 경쟁력이 뒤처짐. 또한 4차 사업혁명, 디지털 트윈 등의 요구에 기반하여 인프라를 상시적으로 활용할 수 있도록 예타를 과감히 생략하는 정책이 필요하며, 인프라를 활용할 수 있는 위원회를 정부주도로 만들고 국가 연구개발 사업과 긴밀한 연계가 되도록 추진

	정책제언
	• 응용 면에서 빅데이터 사용의 활성화 및 초고성능 컴퓨팅 육성에 관한 법령 등, 법으로 강력한 의지를 보이지 않으면 정체되는 분야에 대해서는 법/제도 등이 갖추어져야 함. 그 외의 분야는 시장의 필요성에 의해서 확대될 수 있으므로 법/제도로 강제 유도는 잘못된 방향설정으로 유연성을 떨어뜨릴 수 있음
연구비 확대	• 일부 유행 (현재 뜨는 기술) 되는 기술 외에도 긴 호흡과 방향성을 갖고 꾸준한 투자를 위한 연구개발비 지원 필요 • 신개념 컴퓨팅 분야의 경우 인프라 구축 시 고가의 비용이 장기 투자되어야 하는 분야로, 정부의 지원이 꼭 필요한 분야 • 연구비 확대보다는 필요한 곳에 집중하여 예산을 투입하는 노력이 필요. 예로, 10대, 20대 핵심 기술을 정의하고, 10년 계획(4-3-3)으로 4년 동안 10억 규모 30개 연구단 지정하고, 3년 동안 30개 연구단을 5개로 축소하고 예산 집중(기술개발), 3년 동안 3개연구단으로 제품 개발하는 중장기적 전략 수립 필요. 기술격차가 큰 분야임으로 시간을 갖고 기다림의 연구개발이 필요 • 반도체 기술은 회사에서 잘할 수 있으므로 정부의 투자가 불필요하다는 정부의 시각의 변화 필요. 다양한 반도체 기술이 존재하며 기술 성숙도에 따라 넓은 스펙트럼의 기술이 존재하며 원천성이 강한 반도체 기술은 정부의 지원이 절실 • 연구비 투자는 어느 분야에서나 관련된 연구를 꾸준히 수행하게 되는 근간이 됨. 기초, 중소형-그룹, 대형과제 각 분야에서 연구비 확대와 연구 인력이 본인의 주요 연구 분야를 유지하고 확장할 수 있도록 해야 함
기타 의견	• 초고성능컴퓨팅기본계획이 수립되었음(2018~2022). 이와 연계한 사업추진이 필요하겠으며, 일본의 사례와 같이 연구 활용 분야와 시스템개발이 연계되는 융합협력체계 구축 강화 필요

다 주요 분석 결과 요약

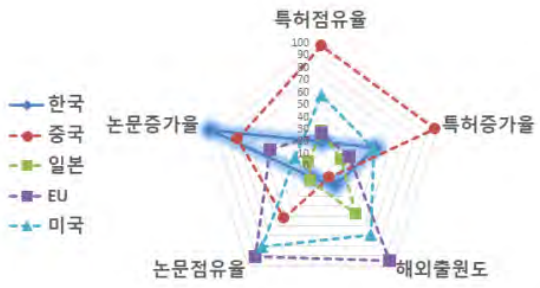
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	신개념 컴퓨팅 기술	8,131	6,096	58.7%	114.6%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

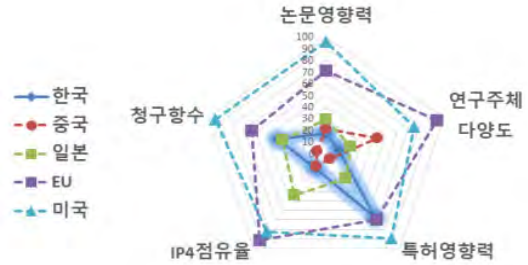
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	38.1%	59.8%	21.4	10.8
한국	5위	5위	5위	3위
	3.8%	1.9%	6.8	8.6
5개국 평균[2]	-	-	14.9	9.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

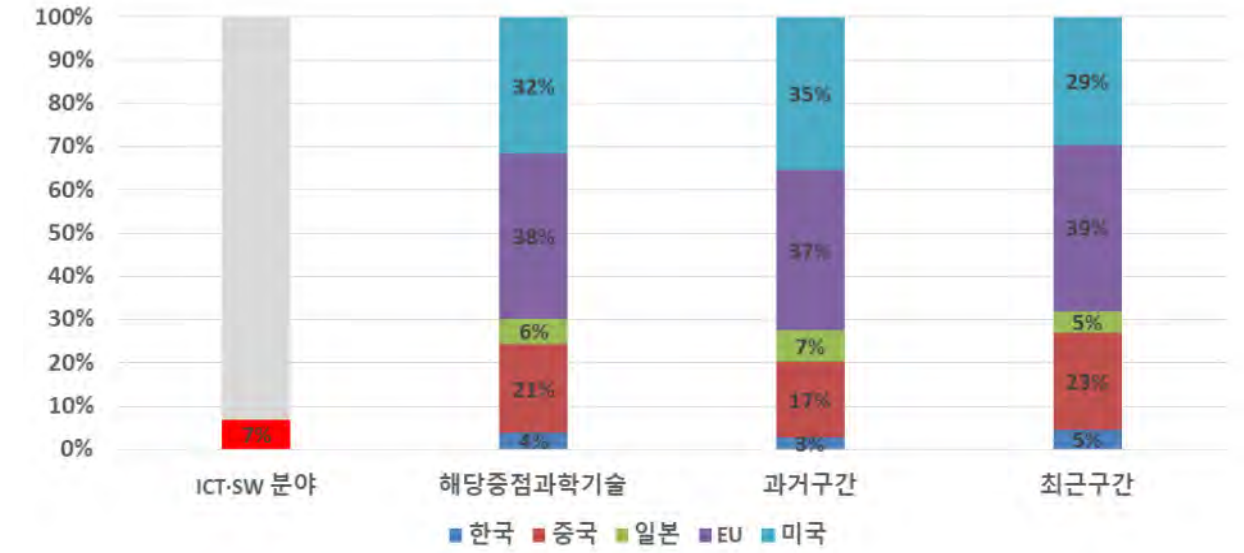
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(3.8%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(6.8)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(38.1%), 미국(31.7%), 중국(20.6%), 일본(5.8%), 한국(3.8%) 순이며, 논문 증가율은 한국(164.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(21.4), EU(15.1), 일본(8.9), 중국(7.5), 한국(6.8) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(1.9%)은 주요 5개국 중 5위이며 특허 영향력(8.6)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(59.8%), 미국(23.6%), 일본(7.8%), EU(6.9%), 한국(1.9%) 순이며, 특허 증가율은 중국(243.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.8)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(10.8), EU(8.8), 한국(8.6), 일본(5.6), 중국(2.9) 순이며, IP4 점유율은 EU(16.8%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.6)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	3.8%	20.6%	5.8%	38.1%	31.7%
	논문 증가율	164.7%	105.5%	5.7%	64.8%	32.1%
	논문 영향력	6.8	7.5	8.9	15.1	21.4
	연구주체 다양도	0.87	0.92	0.89	0.98	0.94
특허 분석	특허 점유율	1.9%	59.8%	7.8%	6.9%	23.6%
	특허 증가율	54.3%	243.7%	-30.0%	-5.5%	50.5%
	해외출원도	0.5	0.1	1.6	3.8	2.3
	특허 영향력	8.6	2.9	5.6	8.8	10.8
	IP4점유율	0.9%	0.2%	6.5%	16.8%	13.8%
	청구항수	6.4	2.2	6.0	8.2	12.6

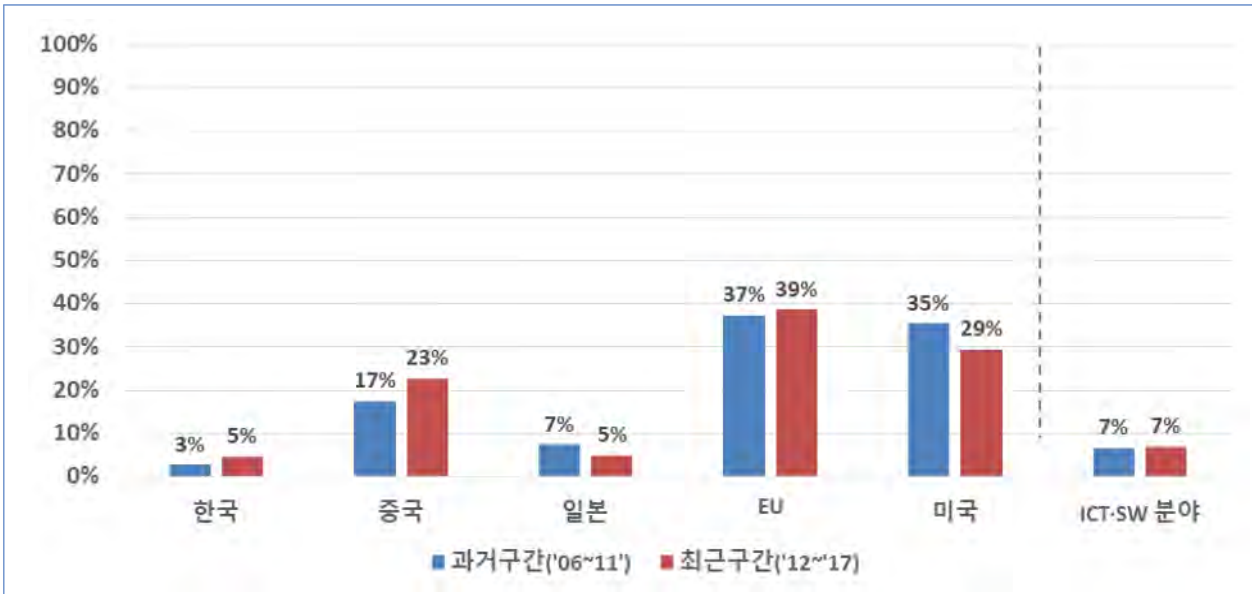
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 신개념 컴퓨팅 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3095건으로 전체 논문의 38%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 신개념 컴퓨팅 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 7%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

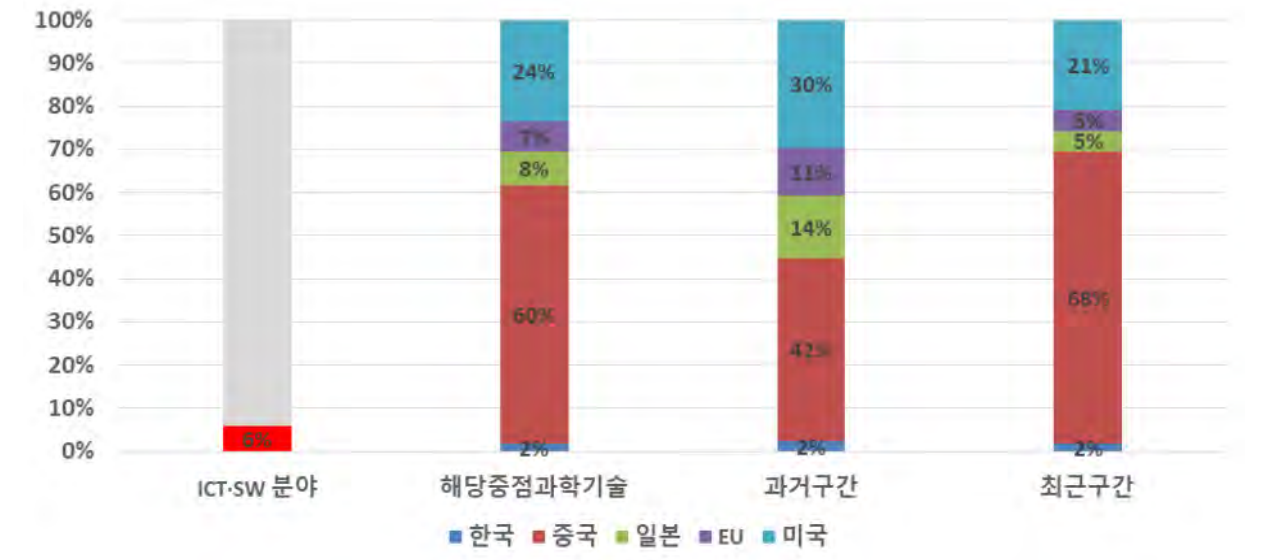


● 신개념 컴퓨팅 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 164.7%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	85	225	310	164.7%
중국	548	1,126	1,674	105.5%
일본	230	243	473	5.7%
EU	1,169	1,926	3,095	64.8%
미국	1,111	1,468	2,579	32.1%
전체	3,143	4,988	8,131	58.7%

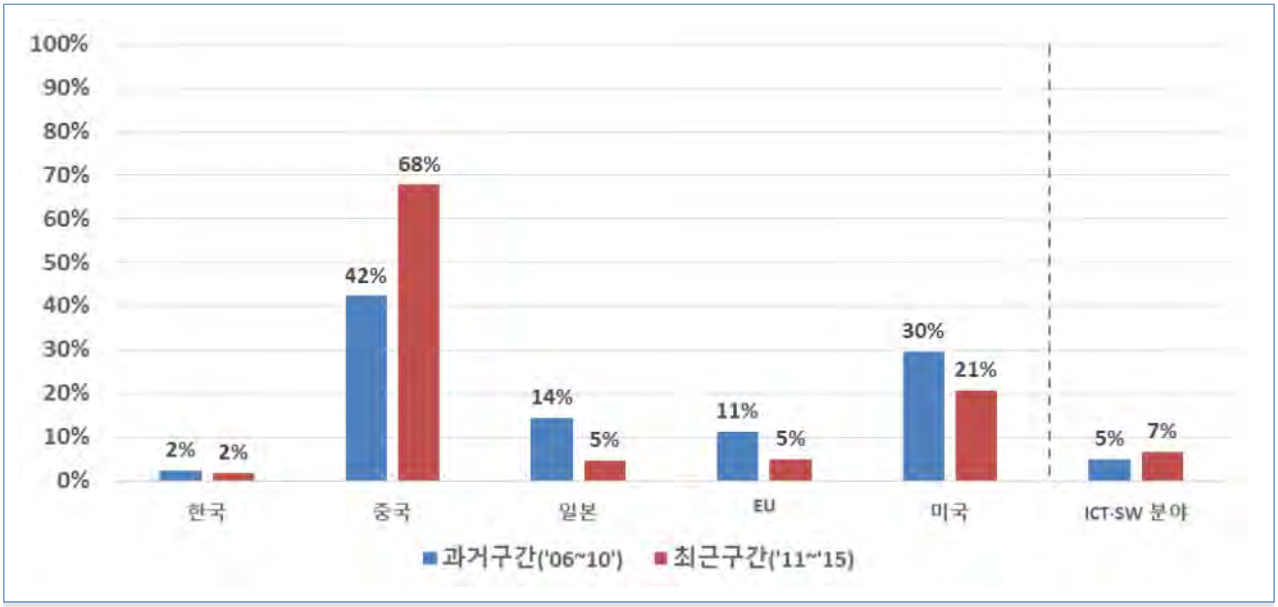
(4) 특허 점유율(전체)



● 신개념 컴퓨팅 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 3643건으로 전체 특허의 60%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 일본, EU, 한국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 신개념 컴퓨팅 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 6%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



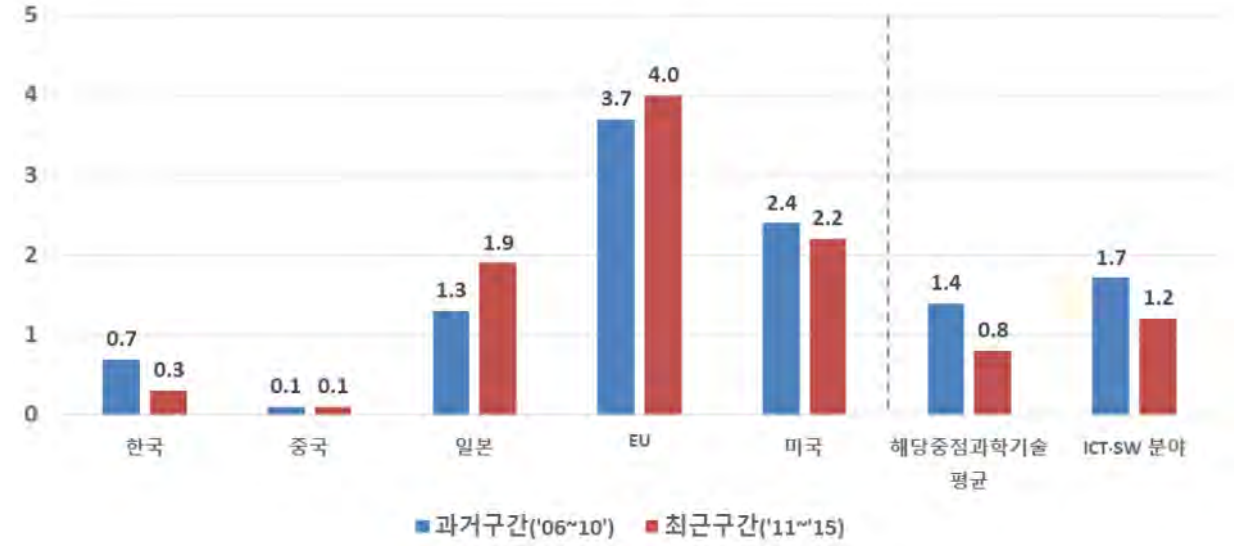
● 신개념 컴퓨팅 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 54.3%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	46	71	117	54.3%
중국	821	2,822	3,643	243.7%
일본	280	196	476	-30.0%
EU	217	205	422	-5.5%
미국	574	864	1,438	50.5%
전체	1,938	4,158	6,096	114.6%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

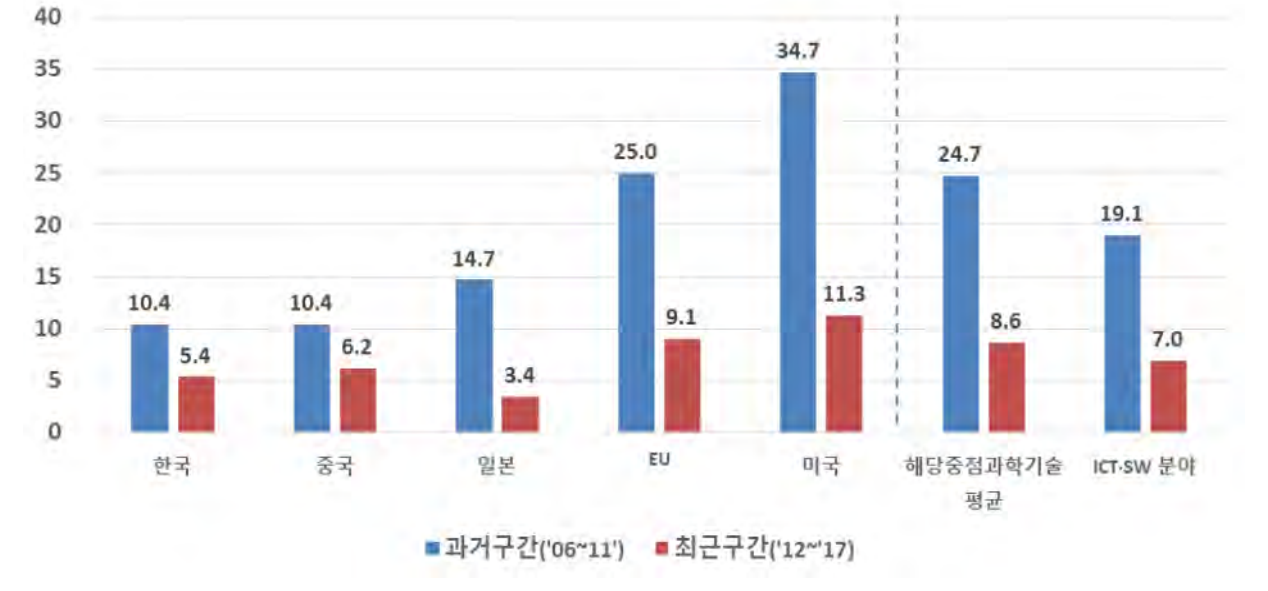


● 신개념 컴퓨팅 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

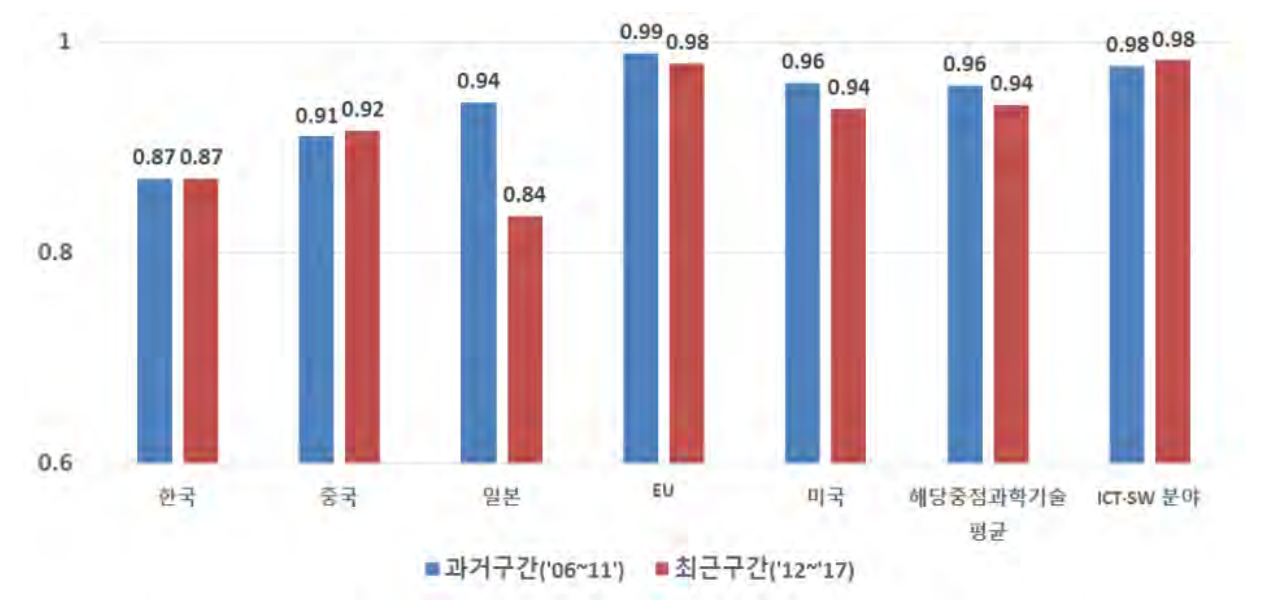
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



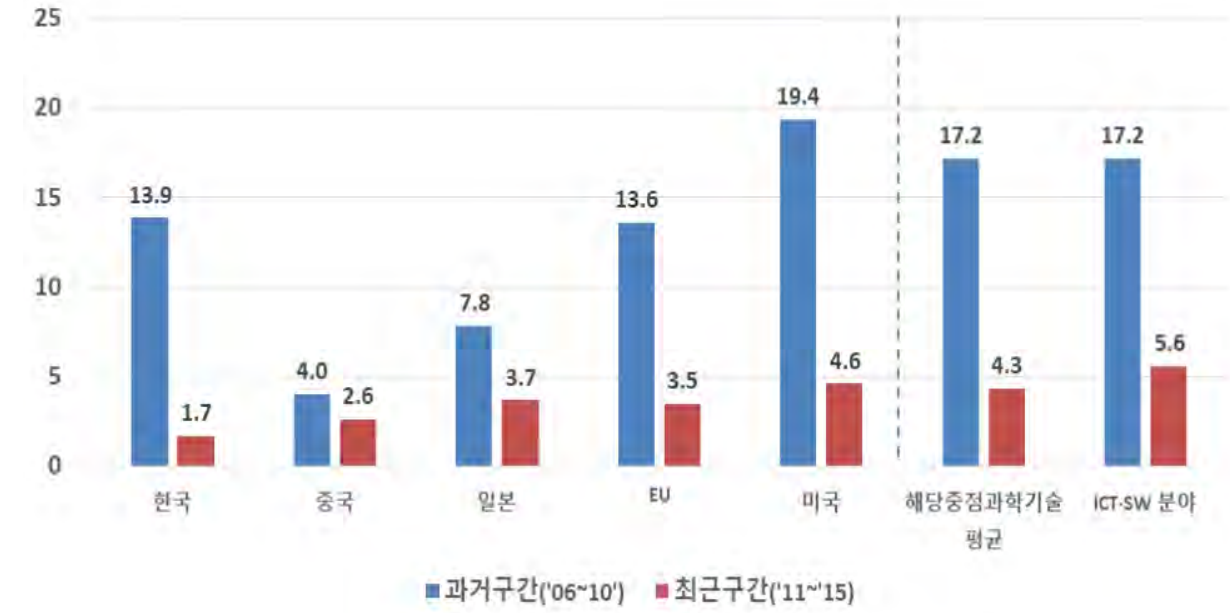
● 신개념 컴퓨팅 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



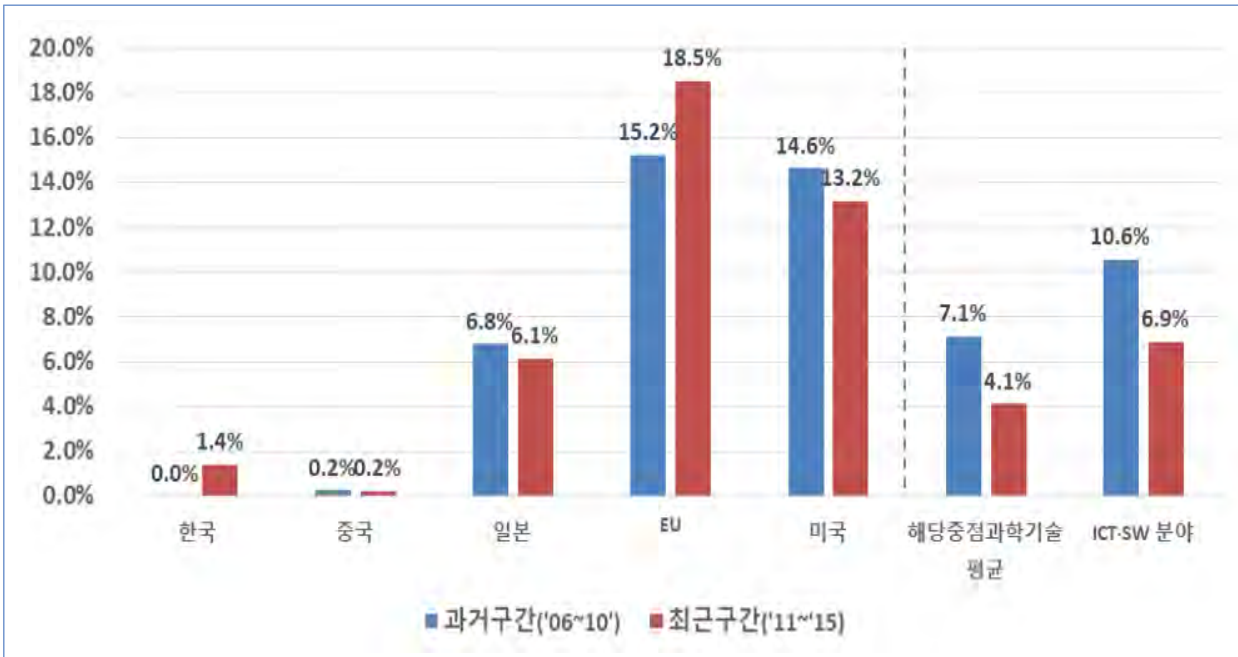
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



● 신개념 컴퓨팅 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 신개념 컴퓨팅 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 신개념 컴퓨팅 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

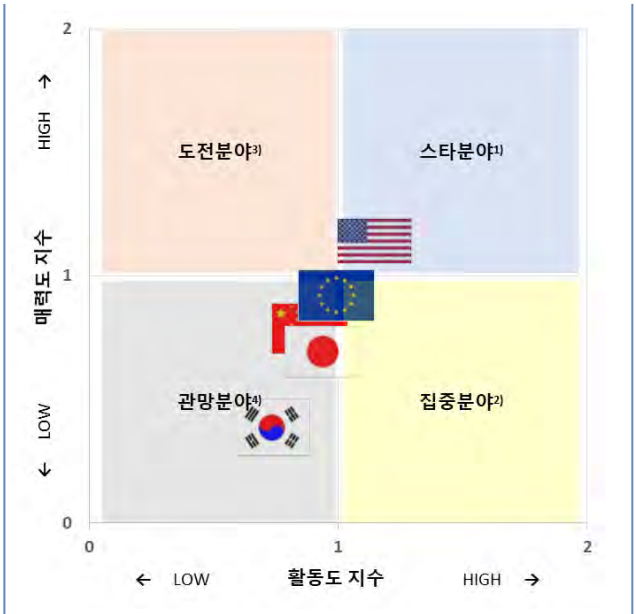
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

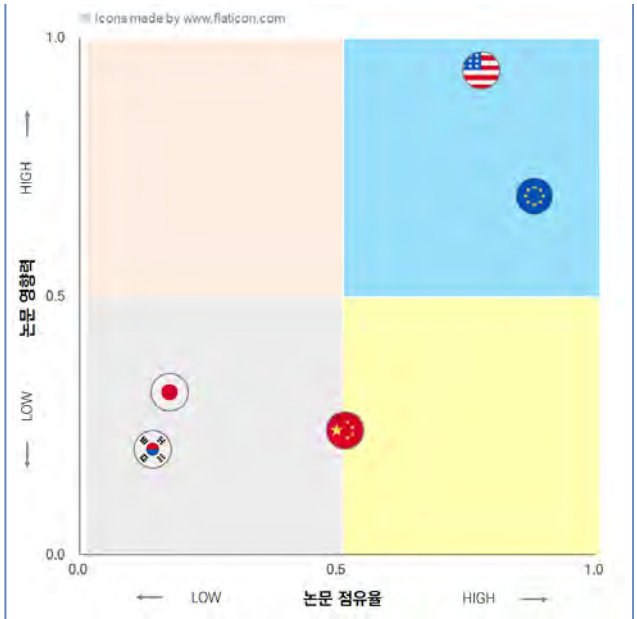
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 신개념 컴퓨팅 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

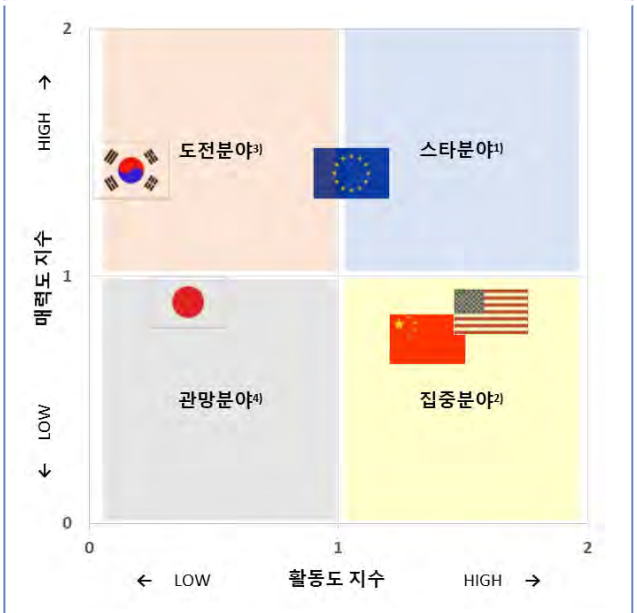


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

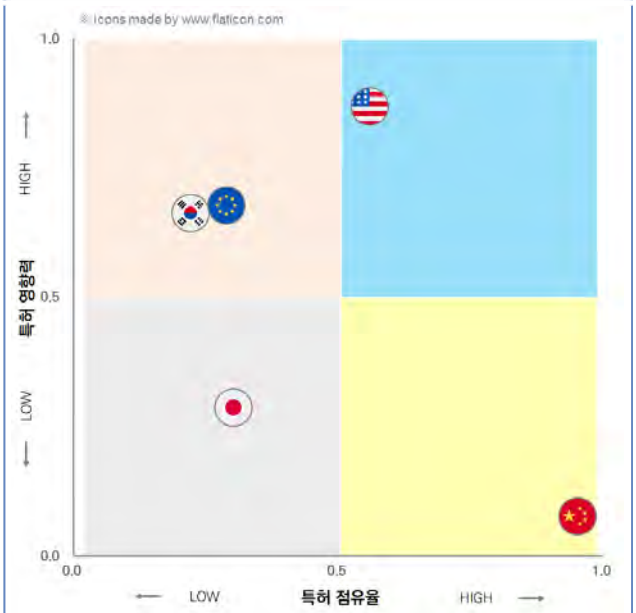
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 신개념 컴퓨팅 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 미국은 특허 활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(1.02%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '경희대학교'가 4.19%(글로벌 점유율은 0.16%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	4.96%	1.02%	30.56%
2	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	중국	1.71%	0.54%	114.29%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	1.40%	0.44%	160.00%
4	PURDUE UNIVERSITY	미국	2.09%	0.43%	188.89%
5	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.91%	0.39%	155.56%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUNG HEE UNIVERSITY	4.19%	0.16%	1200.00%
2	KOREA UNIVERSITY	3.87%	0.15%	40.00%
3	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.55%	0.14%	900.00%
4	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	3.55%	0.14%	900.00%
5	HANYANG UNIVERSITY	3.23%	0.12%	800.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	2.63%	0.54%	114.29%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	2.15%	0.44%	160.00%
3	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.43%	0.30%	200.00%
4	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.43%	0.30%	200.00%
5	BEIHANG UNIVERSITY	1.25%	0.26%	62.50%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA UNIVERSITY	3.81%	0.22%	57.14%
2	KEIO UNIVERSITY	2.75%	0.16%	125.00%
3	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.54%	0.15%	40.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	2.54%	0.15%	-28.57%
5	NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATICS	2.11%	0.12%	133.33%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.71%	0.27%	240.00%
2	UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	0.45%	0.17%	80.00%
3	UNIVERSITY OF LONDON	0.45%	0.17%	266.67%
4	INSTITUTE OF NEUROINFORMATICS	0.42%	0.16%	1100.00%
5	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	0.42%	0.16%	450.00%

6 미국

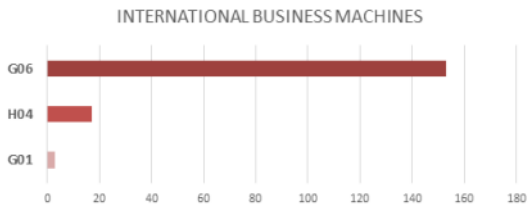
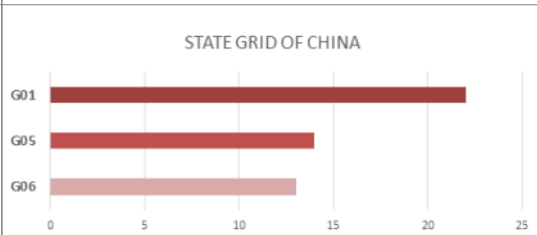
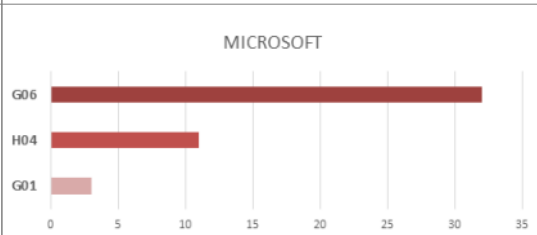
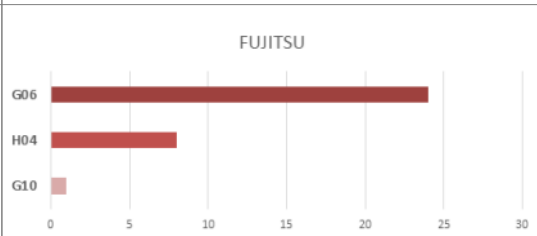
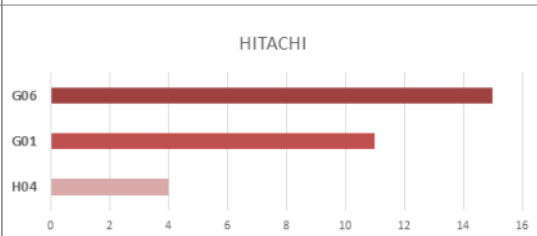
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.22%	1.02%	30.56%
2	PURDUE UNIVERSITY	1.36%	0.43%	188.89%
3	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.24%	0.39%	155.56%
4	UNIVERSITY OF PITTSBURGH	1.12%	0.36%	380.00%
5	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.01%	0.32%	233.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES(2.95%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 8.55%(글로벌 점유율은 0.16%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES'과 '삼성전자'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

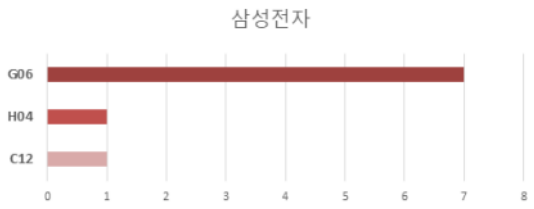
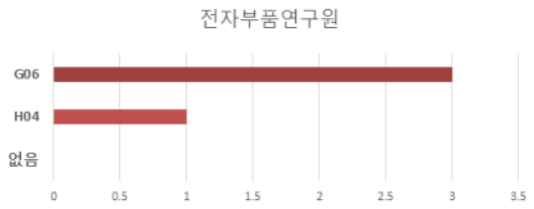
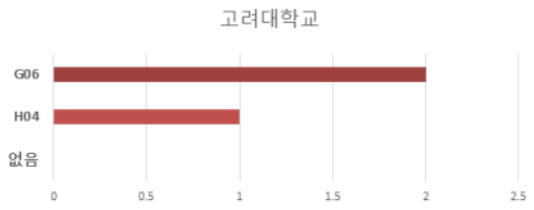
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	12.52%	2.95%	14.29%
2	STATE GRID OF CHINA	중국	2.00%	1.20%	7200.00%
3	MICROSOFT	미국	3.34%	0.79%	-76.92%
4	FUJITSU	일본	7.35%	0.57%	18.75%
5	HITACHI	일본	7.14%	0.56%	-45.45%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
2		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술

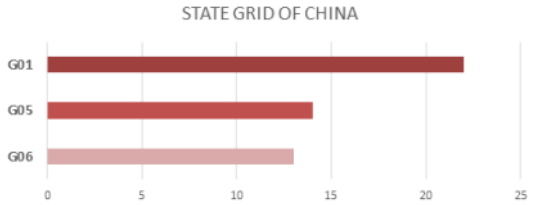
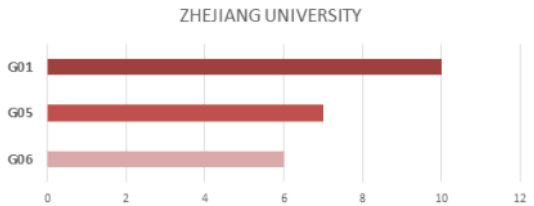
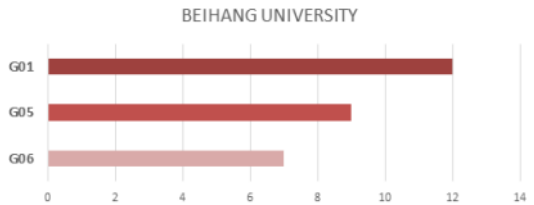
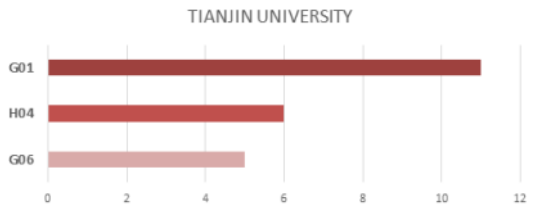
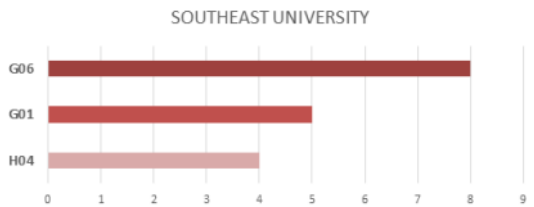
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	8.55%	0.16%	-75.00%
2	김경중	3.42%	0.07%	-66.67%
3	덕성여자대학교	3.42%	0.07%	300.00%
4	전자부품연구원	3.42%	0.07%	300.00%
5	고려대학교	2.56%	0.05%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		C12	생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
3		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

3 중국

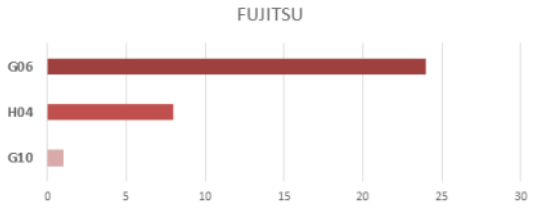
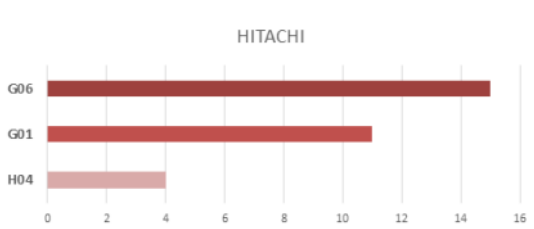
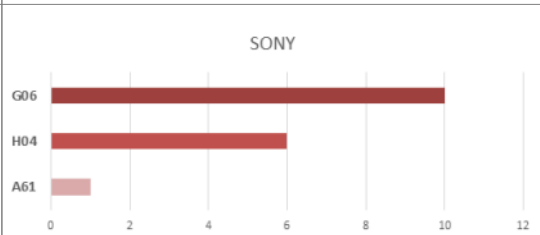
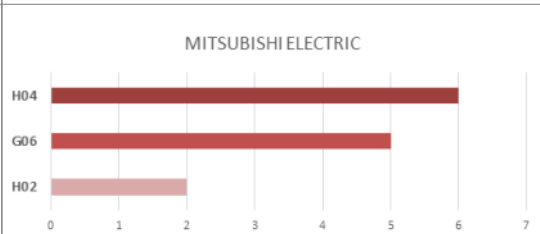
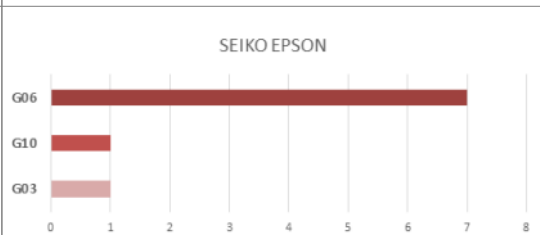
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	STATE GRID OF CHINA	2.00%	1.20%	7200.00%
2	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.91%	0.54%	75.00%
3	BEIHANG UNIVERSITY	0.85%	0.51%	81.82%
4	TIANJIN UNIVERSITY	0.71%	0.43%	320.00%
5	SOUTHEAST UNIVERSITY	0.63%	0.38%	128.57%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G01	광학
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G01	광학
		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술

4 일본

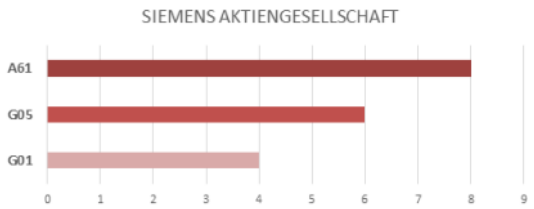
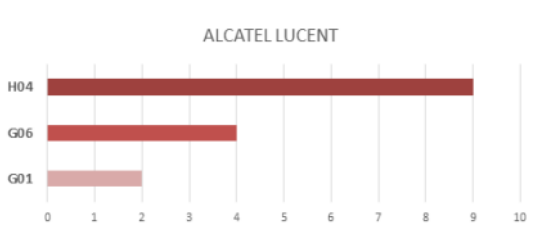
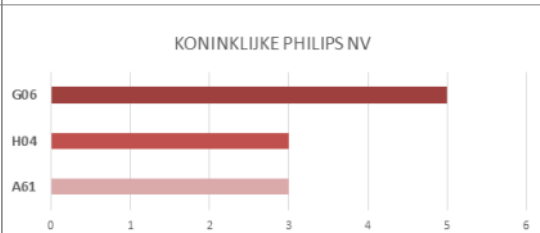
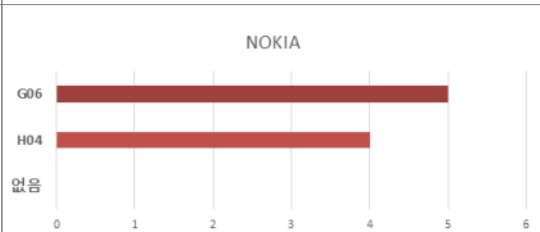
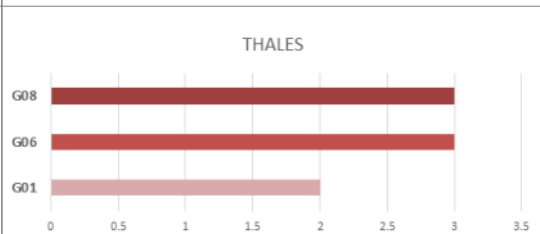
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	FUJITSU	7.35%	0.57%	18.75%
2	HITACHI	7.14%	0.56%	-45.45%
3	SONY	4.41%	0.34%	10.00%
4	MITSUBISHI ELECTRIC	3.57%	0.28%	83.33%
5	SEIKO EPSON	2.31%	0.18%	-16.67%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)

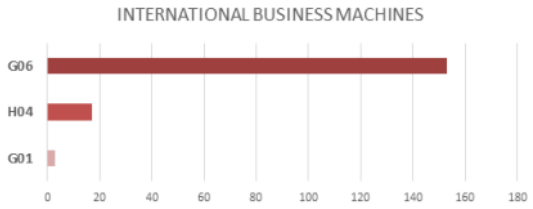
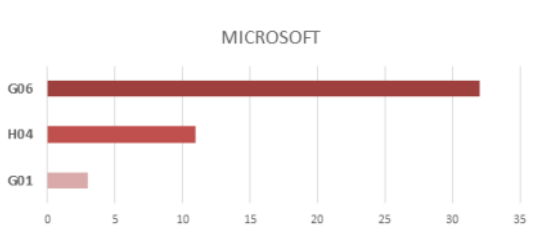
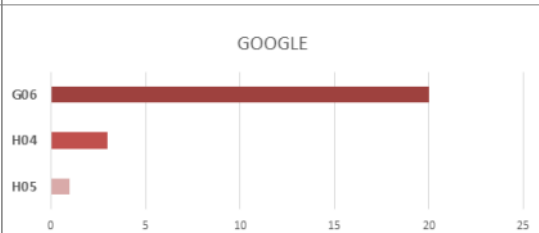
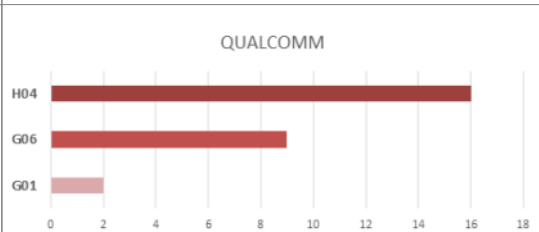
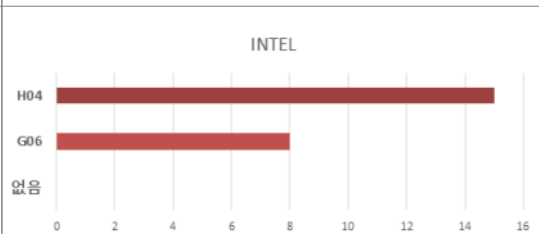
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	5.69%	0.39%	-40.00%
2	ALCATEL LUCENT	3.55%	0.25%	-75.00%
3	KONINKLIJKE PHILIPS NV	2.61%	0.18%	20.00%
4	NOKIA	2.13%	0.15%	-87.50%
5	THALES	2.13%	0.15%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G05	제어; 조정
		G01	광학
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G08	신호
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	12.52%	2.95%	14.29%
2	MICROSOFT	3.34%	0.79%	-76.92%
3	GOOGLE	2.02%	0.48%	2700.00%
4	QUALCOMM	1.88%	0.44%	500.00%
5	INTEL	1.60%	0.38%	185.71%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

113 시스템 SW 운영 및 기반 기술



113 시스템 SW 운영 및 기반 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 모바일 단말, PC·서버 및 신개념의 차세대 컴퓨팅 시스템 등 다양한 형태의 하드웨어를 운영·관리하고, 응용 SW 개발 및 실행 환경을 제공하는 SW 인프라 기술
- ☑ 사물인터넷(IoT), 클라우드, 빅데이터, 모바일 및 지능정보 컴퓨팅 등과 같은 다양한 컴퓨팅 기술의 근간이 되는 원천 기술의 특성이 강한 시스템 SW 기술
- ☑ 신개념의 ICT 기술 트랜드 확산에 따라 신규 컴퓨팅 하드웨어를 운영하기 위한 새로운 시스템 SW의 개발과 기존 시스템 SW의 고성능, 고신뢰, 지능화를 추구하며 발전

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

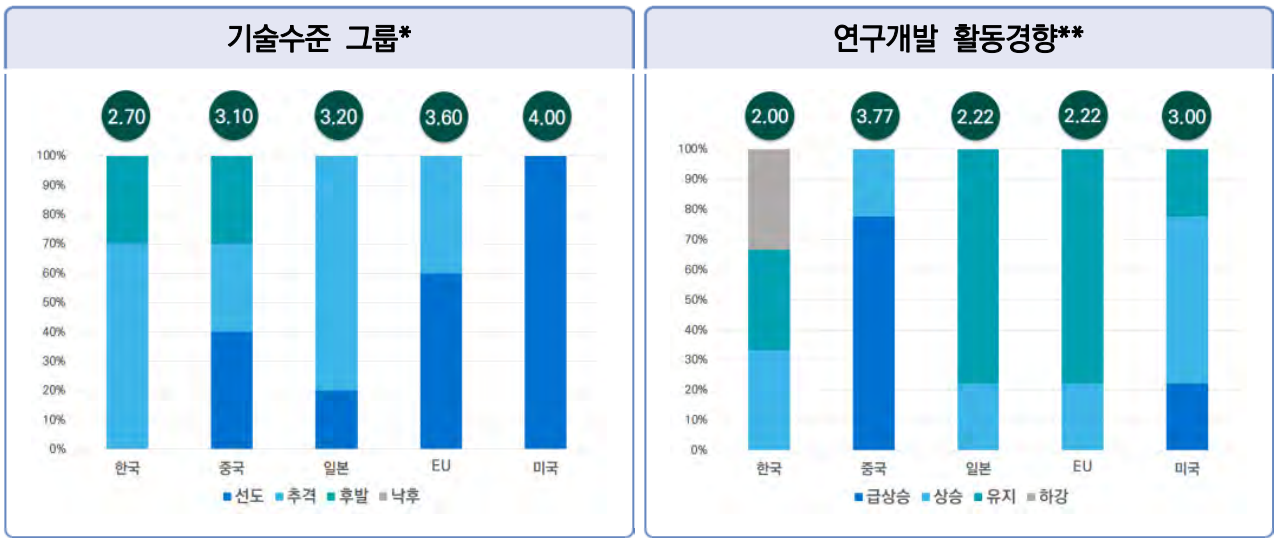
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	72.5	2.5	추격	보통	보통	유지
중국	80.0	2.0	추격	우수	우수	급상승
일본	79.0	2.0	추격	보통	보통	유지
EU	87.5	0.8	선도	탁월	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	70.0	2.5	72.5	47.0	80.0	21.2	2.5	2.0	3.0	2.5
중국	80.0	2.0	80.0	80.0	80.0	9.7	2.0	1.5	2.5	1.6
일본	78.0	2.5	79.0	60.0	82.0	22.1	2.0	2.0	3.0	1.6
EU	85.0	1.5	87.5	65.0	95.0	22.1	0.8	0.0	2.0	2.1
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.3

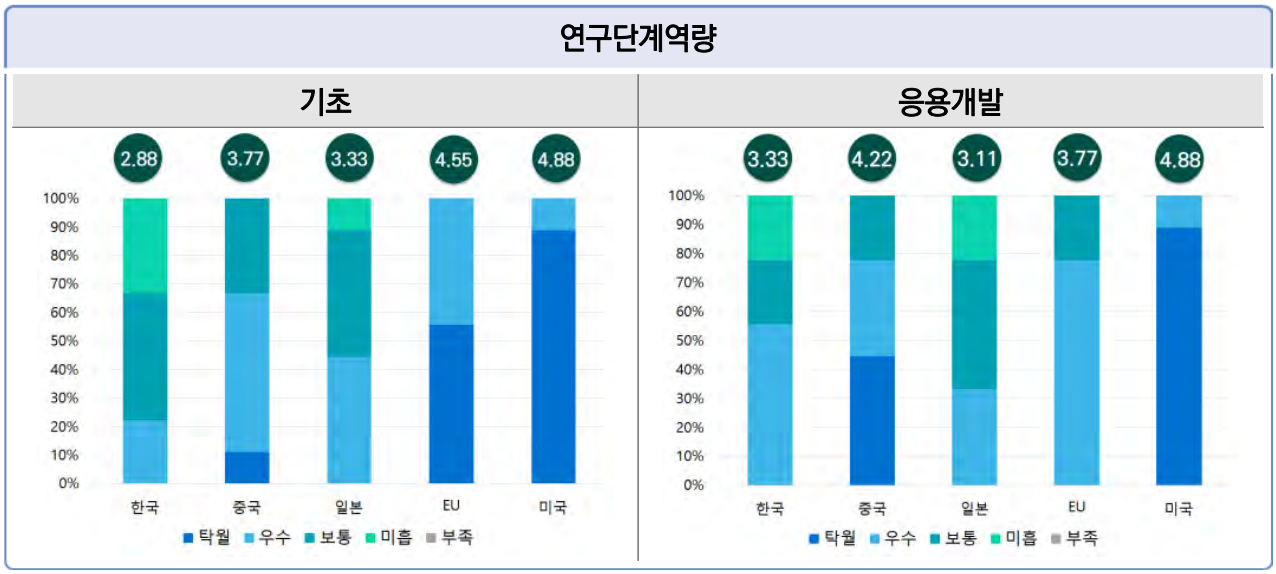
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (72.5%)	• 미국 유럽과 차이가 나지만, 몇 개의 분야에서 개인 능력과 팀웍이 우수해서 동등한 성과를 내고 있음. 풀뿌리 연구지원이 필요함. 탑다운 방식으로 연구토픽을 정해서 지원자를 정하면, 좋은 숨은 실력을 발굴하기 어렵고, 유행만 쫓다가 돈 낭비하는 연구투자위험이 있음 • 메모리 관련 분야 (NAND, 스토리지 등) 외에는 연구자체가 이루어지지 않고 있음. 새로운 인력의 유입이 없어 발전 전망이 어두움 • HW 제어 및 이를 위한 시스템 SW 개발 분야에 다양한 노하우를 보유함. 해당 분야의 연구개발에 역량을 투입할 필요가 있음 • 모바일 분야에는 그간 국내 출연연, 이후 대기업 중심으로 기술수준이 높으나, 미국의 OS 기술을 도입하는 등 의존성이 높고, 산업제어, 지능형 시스템 SW 운영 및 기반 SW 모두에서 선도국과 격차 있음 • 다소 늦은 감은 있지만 투자 필요성을 모두 느끼고 있고 기술 개발의 인프라 환경이 좋음
중국 (80.0%)	• 2009년 이후 가파른 논문 출원 증가 추세를 보임 • 현재로서는 한국-일본과 동등하다고 할 수 있으나, 연구 인력의 규모를 보면 곧 추월당할 수 있음. 그러나 짜임새가 없는 연구개발투자 등의 약점이 있음 • 서버 및 스토리지 시장의 글로벌 플레이어로 등장하고 있으며, 클라우드 SW에서는 한국을 이미 앞섰다고 보임. 아직은 기반 기술 부족 • 모바일 운영체제나 클라우드 컴퓨팅, 인공지능형 SW 솔루션, 슈퍼컴용 운용체제 등에서 미국에 근접한 성과를 지속적으로 내고 있음 • 관련 분야의 후발주자로 선도국 대비 기술력이 다 떨어져있으나, 기술의 발전 속도는 매우 빨라 괄목할 만함. 특히, 수퍼컴퓨터와 지능형 시스템 SW운영 및 기반 기술 분야에서는 그 발전 속도가 매우 빠름
일본 (79.0%)	• 논문 및 특허출원 모두 최고기술 보유국 대비 매우 저조 • 미국 유럽과 차이가 나지만, 소수의 분야에서 능가하거나 동등한 성과를 내고 있음. 과감한 정부투자가 연구개발에 이루어지는 중 • 전통적으로 제어 SW 분야 세계적인 경쟁력 보유하고 있으며 해당 분야 연구개발에 집중 • 산업제어, 자동차 등 기존 산업 분야에서는 글로벌 수준으로 보이나, 모바일, 지능형 시스템 SW, 오픈소스 등은 선도국 대비 상대적으로 기술 수준이 뒤떨어짐 • 미국, 중국에 비해 늦지만 제조업 등에 대한 저력이 있음
EU (87.5%)	• 논문은 미국과 대동소이하나 특허 출원 건수는 상대적으로 미흡 • 원리를 이해하는 이론을 우선 찾고 그 기반에서 구축하려는 경향이 있어서 미국보다는 다소 느리지만 만들어내는 성과는 더욱 기초가 탄탄한 경우가 있음 • 전체적으로 미국에 뒤지고 있지만 최첨단 분야의 연구에서는 뒤지지 않고 있음. 고성능 컴퓨팅 분야에 대한 투자를 기반으로 시스템 SW분야 연구가 지속됨 • 시스템 인프라가 잘 갖춰져 있으며 연구 개발에 많은 투자 집행 • 스마트제조, 스마트자동차 등 산업 제어 분야에서는 글로벌 수준이나, 기타 분야에서는 미국을 추격 중인 것으로 판단됨

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 원천 기술기반 국가이고 민간 글로벌 기업의 오픈 소스 지원 정책과 지속적인 오픈 그룹 소유로 인한 선도 그룹 유지 • 지속적으로 인재들이 유입되고 있고 활발한 연구와 새로운 시도에 도전하는 정신이 팽배함 • CPU 및 리눅스 기반 컴퓨터시스템 글로벌 리드 • 모바일, 클라우드, AI 및 빅데이터 등 응용부분 리드 • 시스템 SW 분야의 이슈를 선점하고 지속적으로 이끌어가는 역량을 보유. 모바일 단말용 운영체제부터 클라우드 컴퓨팅용 운영 시스템까지 대부분 시스템 SW 분야에서 선도적 위치 • 시장이 큰 모바일 분야, 기존 산업 제어 분야, 최근 성장세가 큰 지능형 시스템 SW 운영 및 기반 기술 분야에서 모두 주도하고 있으며, 최근 중요한 흐름중 하나인 오픈소스 분야도 주도 중 • 최고의 기술을 이미 보유하고 있으며 스마트화가 빠르고 Google, 아마존, Apple 등의 승장 독식 예비 기업 보유

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 모바일 OS는 기술 종속적이나, HW제조사 중심의 모바일 제조업체가 순항 중 • ETRI에서 일부 시스템 SW 기반 기술 확보 • 기술 소비 시장의 한계를 정부 연구 지원으로 인하여 극복하는 방식이 강점 • 모바일 및 ICT 분야의 빠른 변화에 적응해 가는 연구 인력과 관련 인프라가 사전 구축된 테스트 베드 환경이 강점 • 기초 연구보다는 응용기술에서 강점 보유 • 모바일/TV 등 주요 IT 제품 제조/상용화에 세계적인 경쟁력 확보 • 최신 기술 트렌드에 민감한 시장과 인력을 보유하여 최신 기술의 도입과 적용에 저항감 적음 • 모바일 분야의 대기업을 중심으로 기술, 인력, 인프라가 축적되어 기술 수준이 높음 • 산업제어, 반도체, 자동차, 조선 등 많은 분야에서 사업화 기술 수준은 높음	• 주요국은 시스템 SW의 핵심기술을 보유하나, 국내는 오픈소스를 통합 활용하는 수준 • 인공지능, 빅데이터, AI, VR/AR, 클라우드 등 R&D 기술 수준이 높지 않음 • 기반 연구를 위한 장기 플랜이 부족하며 특정 분야에 편중된 지원 • 연구의 실패에 대한 비허용과 응용 기술에 대한 연구 지원 정책의 한계 존재 • 전반적으로 수요에 비해 적절한 수준의 인력이 꾸준히 부족함 • IT 제품에 탑재되 나가는 경우 외에 독자적 시스템 SW만으로 상용화 사례가 많지 않음 • 최신 기술 트렌드에 따른 정책적 뒷받침이 늦거나 규제로 인한 지연이 잦음 • 클라우드/가상화 기술 분야에서는 해외 솔루션을 도입해 적용하는 수준에 머무름 • 모바일, 산업제어, 반도체, 자동차, 조선 등 핵심이 되는 시스템 SW와 기반 기술은 대부분 외산을 도입하여 전 세계와 비교하여 실제 영업이익이 높지는 않을 것으로 판단, 특히, 최근 각광받는 지능형 기술을 실현시키는 시스템 SW 분야는 투자가 매우 미비(대부분 응용에 대한 투자 집중) 오픈소스 관련 활동도 미흡한 수준 • 기초 연구가 부족하고 인력 감소 추세

국가	강점분야	기타
		• 국가 지원 과제(연구재단 등) 토픽이 탑다운으로 만들어지면 필패. 연구자 개인이 본인들이 강한 분야에 대해서 연구제안서를 마음껏 쓰도록 유도해야. 풀뿌리 연구 제안을 제일 중심에 놓고 연구지원 프로그램이 디자인돼야 함 • 국내 인력은 세계적인 수준과 비교하여 크게 뒤떨어지지 않는 것으로 보이나 시장의 규모로 인해 지속적인 수급에 대한 우려 존재 • 핵심OS는 선도국 의존적으로 기술 확보 수준이 세계적이라고 보기에는 어려움 • 외산 SW의존도가 커 산업 시스템 SW 시장점유율은 매우 낮음 • 연구지원 인프라가 미약함. 최고의 연구를 유도하는 연구평가가 매우 취약해서 중간급 연구개발 결과를 유도는 수준임. 미국식(cowboy style)과 유럽식(academic style)을 모두 갖추는 방향으로 가야 경쟁력이 생김. 틈새는 모두를 튼튼히 하는 방향밖에 없음
중국	• 알리바바의 리눅스 기반 자체 모바일 운영체제 '윈OS'가 빠르게 시장을 점유 • 구매력 강한 내수 시장을 바탕으로 기술력을 끌어올리는 중 • 해당 분야 연구 및 개발을 위한 정책적 지원 및 연구 인프라가 우수하며, 연구자와 개발자의 인력 수급도 뛰어난 편. 기초 연구를 위한 인력 수급 및 연구 진행도 활발 • 다양한 분야의 연구 인력과 큰 시장을 바탕으로 응용 기술 중심으로 급격히 발전 • 개발인력이 풍부하고 노동환경이 기업에 유리하기 때문에, 시장의 다양한 요구사항을 신속히 대응해 제품 개선 주기나 폭을 매우 빠르게 가져할 수 있음 • 모바일/클라우드 분야의 상용응용기술은 이미 미국과 유사한 수준까지 올라온 것으로 보이며, 인공지능이나 기타 기술도 상당히 많은 추격이 이뤄진 것으로 보임 • 블록체인 등의 신규 분야에 관련된 기술들은 적극적으로 육성하고 있어 이미 세계 최고 수준의 기술을 확보하고 있음 • 전반적으로 다양한 분야의 기술을 동시에 쫓아가는 형국이기 때문에 미국과의 기술 격차를 급격히 줄이는 상황	• 내수 시장에 함몰되어 글로벌 시장 진출 준비/대응도가 상대적으로 약함 • 특허 대비 논문 출원 건수는 낮아 원천기술 투자에 인색 • 핵심기술 연구를 위한 융합연구 인프라 부족 • 평판 • 원천 기술 분야는 단순 지원만으로 따라가기 힘들고 경험 기반 기술력은 부족함 • 미국/유럽의 기존 서비스와 솔루션에 기반해 응용 중심의 기술에 상대적으로 집중 • 전반적인 추세를 끌고 갈 수 있는 기술 리더십 확보는 아직까지 부족한 상황 • 특정 분야의 기술 발전 속도가 매우 빠르기는 하나 전반적인 기술수준은 선도국 대비 뒤떨어짐 하지만, 발전 속도가 빨라 향후 선도국을 빠르게 추격할 것으로 보임

국가	강점분야	기타
	• 규모의 경제로 인해 자국뿐만 아니라 선도국의 전문가도 흡수하여 인력풀을 확장하고 기술 개발 속도가 빠름 • 특히 수퍼컴퓨터, 지능형 기술을 실현할 수 있는 시스템 SW 기술에 대한 투자가 빠르게 이루어지고 있음, 국가적인 투자와 자국 내 큰 시장이 어우러져 대규모 투자와 비즈니스가 잘 이루어지고 있음 • 서버와 스토리지 개발 회사들이 글로벌 플레이어로 발전하면서 역량이 급속도로 높아지고 있음. 대규모 연구 인력이 유입되고 바이두 등 거대 회사들의 투자 증가	
일본	• 특정 기기(게임, 콘솔 등) OS에는 강점 • 뛰어난 HW 기술을 바탕으로 이를 운용하는 SW 기술 개발에 대한 경험이 풍부 • 축적된 제조 기술과 관련된 기반 기술 • 품질 우선주의의 기술 분야가 장점임 • 독자적인 시스템 SW 솔루션 사업보다는 로봇, IoT 등의 차세대 산업과 묶어 그 내부에서 필요한 기술 쪽에 강점을 가져가는 것으로 보임 • 자동차, 정밀제어장비(반도체 등) 분야 등에서 시스템 SW 관련 기술은 뛰어남 자국내 시장과 생태계가 어느 정도 형성이 되어 있어서 우수한 인력들의 양성과 흡수가 다소간 이루어지고 있는 수준 • 지금까지 기초분야에서 쌓아온 역량으로 현상 유지 중으로 컴퓨팅 인프라에 강점	• 해당 분야의 기초 연구가 활발하지 않음 • 변화관리, 평판 • 기술 고립주의 형태의 연구 환경과 일본 특유의 느린 개발 프로세스 용인이 단점임 • 모바일/클라우드 등의 서비스 분야에서 폐쇄적 사업 방식으로 인해 글로벌 시장에서의 영향력이 낮아지고 있음 • 특정 산업과 직접 연계를 갖는 분야만 발전하기 때문에, 범용성 있는 시스템 SW 솔루션의 상용화 실적이 저조함 • 기술 선도국 대비 모바일, 국방항공, 지능형 시스템 SW 관련 기술은 뒤떨어짐 • 오픈소스 관련 기여와 사용 확산은 아직은 미흡한 수준 • 신규 인력 유입이 적고 상용 SW가 거의 없음 • 기초기술에 대한 연구와 응용 기술 측면에서 점차 중요도가 낮아지는 경향으로 보임
EU	• 논문, 특허 부분에서 두각을 나타내고 있으며 특히 원천 기술 분야에서 세계 시장 선도 • 네트워크 기반 분산파일 시스템 기술 개발 추진 중 • 데이터 분석 및 처리에 대한 기반 기술 연구가 활발히 진행 되고 있으며 기술 개발을 위한 연구비 책정, 연구 개발을 위한 인력 수급도 원활함 • 세계적으로 뛰어난 SW 개발 회사들을 중심으로 SW 개발 및 관리, 효율적인 컴퓨팅 자원 관리 등에 강점이 있음 • 제조업 관련 기술의 원천 및 데이터는 관련 SW 경쟁력의 강점 • 고급 기술 인력과 경험 기술 분야의 오랜 기간 근무한 인력 확보가 강점	• 글로벌 시장을 선도하는 기업이 최고 기술 보유국 대비 상대적으로 저조 • 변호관리 • 기술 연구 중심지로서 역할에 한계와 느린 의사 결정으로 인한 개발 진행 속도가 변화의 속도를 따라 가는데 장애가 되고 있음 • 개인정보에 대한 규제가 다른 지역보다 강해 이로 인한 기술 개발 제약이 많은 편 • 블록체인 등의 신규 기술 분야에 대한 국가별 이해관계가 달라서 통일된 정책 수립 늦어짐 • 기술 선도국 대비 모바일, 지능형 시스템 SW 운영 및 기반 기술 분야는 다소 뒤떨어짐 • 상업적 역량이 미국에 뒤져 우수 인력이 유출되는 단점

국가	강점분야	기타
	• 4차 산업의 주요 축인 생산자동화, IoT, 신재생 에너지 등의 미래 산업과 관련된 기초연구 및 실제 상용화 연구의 기반이 되는 시스템 SW 기술들의 연구가 활발함 • 기존 산업정밀제어, 국방항공과 관련된 핵심 부품과 이를 지원하는 시스템 SW 분야에 지속적인 강점을 유지 최근 지능형 기술을 융합한 스마트 자동차, 스마트 제조 등 분야에서도 기술 성장세가 급격히 높아짐 • 인력과 인프라가 미국보다 이론연구에 힘이 더 실림. 미국의 단점을 메꾸는 역할 수행. 이론/원리 규명에 미국보다 앞서는 경향	• 기초기술을 상용화하여 수익으로 연결하는 측면이 부족한 것으로 보임
미국	• 지능형 서비스 수요 증가에 맞춰 관련 컴퓨팅 시스템 SW 시장 점유율이 매우 높음 • 운영체제, DBMS, 클라우드 등은 글로벌 시장 장악 • 공개 소스 기반 OS가 임베디드/모바일/서버 전체 시장에서 높은 점유율과 영향력을 가짐 • 해당 분야 시장 지배력을 가진 기업 및 기술을 다수 보유하여 양질의 데이터 획득, 가공할 수 있는 인프라 보유 • 해당 기술의 기반 기술 연구가 탄탄히 진행 되고 있으며 연구비/연구자의 양과 질에서 세계 최고의 수준을 보유하고 있음 SW개발 경험과 타 학문과의 융합 연구기회가 많음 • 자체 시장도 크고, 글로벌 사업을 전제로 기술과 상품이 개발되기 때문에 생산성이나 수익성이 높아, "개발->응용->수익 확대"의 선순환 구조가 자리 잡음 • 시장이 큰 모바일 분야에서 기술, 인력, 인프라 측면 모두 주도하여 영업이익을 높이고 관련 재투자가 잘 이루어짐. 이외 기존 국방항공, 산업제어 분야에서 여전히 독보적인 기술, 인력 체계를 갖추고 있으며, 이 부분은 기술유출을 극히 꺼리며 기술 세계 선도국 지위 유지 최근 성장세가 큰 지능형 시스템 관련 새로운 시도는 모두 미국에서 일어나고 있으며, 새로운 시도가 일어날 수 있도록 시스템 SW 운영 및 기반 기술 분야의 뒷받침이 매우 큼 • 최근 중요성이 높아진 오픈소스 분야도 주도 • 연구평가/관리/지원 인프라가 탁월. 불필요한	• 상생 • 클라우드 컴퓨팅, 모바일용 OS등에 있어 일부 선도 업체의 독점/과점 시장이 형성되고 있고, 그에 따른 기술종속의 위험 증가 • 자국 인력의 관심도는 떨어진다고 들려오나, 전 세계의 유능한 인재들이 큰 시장과 높은 기술력 흡수를 위해 몰려들어 단점이 크게 부각되지 않는 것으로 보임 • 시스템 SW 분야에 대한 관심이 적어짐 • 이론적인 기반에서 진행되지 않고, "어찌되었던 해내는" 도전정신이 충만한 문화인 반면에, 그렇게 때문에 더 좋은 기술을 만드는 힘이 약할 수 있음. 이런 힘은 이론적으로 원리를 확실히 이해했을 때 나옴

국가	강점분야	기타
	paperwork을 최소로 하고 연구의 탁월성에 집중해서 불필요한 오버헤드를 최소로 하는 시스템을 갈고 닦아옴	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	1위	3위	4위	2위

	정책제언
국내협력 촉진	• 기술 에이전트간의 기술 교류 및 대기업과의 비즈니스 활성화를 위한 국내 컨소시엄 구성 • 국책연구기관이 기업과 경쟁관계로 인식되어 서로 기술 교류를 하지 않는 경우 존재. 국책연구기관은 기업을 도와주는 관계가 되어야 하고, 정부과제를 두고 경쟁하는 일은 없어야 함 • 국내 대기업과 스타트업들 간의 협력이 활성화 될 수 있도록 협력에 대해서는 정부에서 다양한 세제혜택 등을 통해서 장려해 주었으면 함 • 국내 협력은 여러 업체나 산학연의 보여주기식 접근 방법보다는 실질적인 가치 창출에 집중하여 실제 시너지가 나고 결과를 지속적으로 보여줄 수 있는 분야를 정해 집중하는 것이 필요함. 개발을 위한 개발이 아니라, 콘텐츠/서비스의 활성화 -〉 이를 적극적으로 지원하기 위한 시스템/인프라의 도입/운영 -〉 필요한 기술/인프라 개발 등의 과정이 체계적으로 진행되어야 함. 이를 위해서는 실질적 "콘텐츠/서비스"의 발굴과 그에 따른 가치를 선제적으로 정의하고 발전시킬 방안에 대한 정리 필요 • 기술의 세부적인 전문성이 심화되어 하나의 시스템 기술을 확보하기 위해서는 각 세부 분야의 전문성에 따른 산학연간 역할을 존중하고 장점을 극대화하는 기술 연계형 R&D를 적극 추진할 필요성 있음 • 산학연 및 기술전문가들의 협력이 필요하므로 신규 협력체를 만들기 보다는 기존 협력체 간의 논의로 촉진 방법 도모 필요
국제협력 촉진	• 공개 SW를 활용한 시스템 SW 국제협력 -〉 상용 SW 협력으로 확대 • 단순 학술 교류 위주에서 국내 개발자와 국제 개발자간의 교류 활성화를 통한 커뮤니티성 교율 활성화 유도 필요 • 과학기술 관련 국가기관들이 국제기구 및 선진국가들와 적극적인 협업 및 국제 기술동향 등을 파악하고 대응하는 것이 필요함. 예를 들면 인공지능 관련 미국의 말뭉치는 2000억 개가 넘음. 한국의 말뭉치는 2억 개정도로 미리 대응하지 못한 관계로 다양한 인공지능 관련 국내 사업들의 활성화가 지연됨 • 선진 기술을 보유한 미국 뿐 아니라, 클라우드 컴퓨팅 인프라에 대규모 투자와 개발을 진행중인 중국과의 민간 차원 협력에 있어 정부차원의 준비와 지원 필요. 예를 들어, 중국 내륙에 대규모로 건설되고 있는 대규모 데이터 센터 등을 국내 업체가 이용할 경우 이슈로 예상되는 개인정보의 전달/보관과 관련된 이슈를 국내에 준해서 처리하는 특례나 이를 위한 중국 정부와의 협상 (국내 서비스 업체의 서비스는 중국법 기준이 아니라 국내법 기준 적용 등)을 통한

	정책제언
	국내 업체 기술/데이터 보호 등을 지원. 세계적인 수준의 클라우드/빅데이터/블록체인 서비스를 위해서는 국내 서비스 인프라만으로는 부족하고 국제적인 규모로 최소 2~3군데 이상의 분산/다중화 된 데이터 센터 운영을 감안한 글로벌 서비스가 되어야하는데, 이에 따른 외교적/법률적 지원을 고려해야 함. 이 과정에서 우리나라가 강점을 갖고 있는 SW/콘텐츠 분야의 지렛대 효과도 생각해 볼 수 있음. 예를 들면, 현재 유투브 중심으로 국내 콘텐츠에 대한 국제적 공유가 이뤄지는 것을 한류에 적합한 형태의 서비스를 창출하고 이를 기반으로 국제적인 콘텐츠 배포/사업화 전용으로 확대하는 등의 접근 방법도 생각해 볼 수 있음. 콘텐츠 -〉 서비스 -〉 인프라 발전의 시너지가 가능할 수 있는 모델임 • 인공지능 기술의 발전으로 인해 시스템 SW 분야도 뉴로모픽, 뉴아키텍처 구조 SW 등 변화가 이루어지고 있으며, 이를 위해 기술 선도국과의 전략적인 공동연구를 통한 기술 확보 정책 지원 필요 • 선진 사례에 대한 벤치마킹이 가장 절실
인력양성 및 유치	• 기존 신규 개발자의 실무 교육 및 신규 트렌드 적응 가능한 개발자 지원형태의 인력 양성 • 시스템 SW분야의 인력은 거의 배출이 안 되고 있는 상태임. 학부생들이 관련 과목을 기피하며 대학원생의 유입도 줄어들고 있음. 기업체에서도 엔지니어 부족상태가 심각함. 대규모 인력 양성은 필요하지 않으나 핵심 인력의 지속적 수급을 위한 대책이 시급 • IT 관련 이공계인력의 대폭증대 및 다양한 학생들의 장려금 지원 등으로 활성화 필요 • 현재 신규 인력 양성에 여러 제도가 준비되고 있는 것으로 보이나, 실제 업계에서는 신규로 업계에 진출할 수 있는 인구가 줄고 있고, 그 수준이 높지 않기에 한계가 존재. 시스템 SW 분야의 경우는 개발 경험이 매우 중요한 영역이기 때문에, 기존 인력에 대한 지원과 업무 전환 지원도 상당히 중요하고 비용대비 효과가 높은 접근일 것으로 보임. 정부의 각종 지원 제도는 신규 일자리 창출에 집중되어 있으나, 40대 이상의 경력자들에 대한 지원이 미비하고 대부분이 창업자 중심의 지원으로 되어 있음. 시스템 SW분야에 대해서는 특히 경력이 더해지더라도 관리자로 빠지지 않고 계속 실무를 담당하면서 신규 기술을 익혀서 활용할 수 있도록 유도하기 위한 지원제도를 고려할 필요가 있음. 예를 들어, 오픈소스 기반의 솔루션에 대한 기여도 등을 기반으로 실무 능력을 평가하고, 이를 기초로 일정 기간 안정적인 수입과 학습/강의 등을 병행할 수 있는 과제들을 만들어 신규 인력과 기존 인력이 함께 과제를 하면서 유대관계도 만들고, 새로운 사업화를 위한 기회도 되면서 동시에 기존 인력들이 갖고 있는 각종 노하우와 지식을 유지하고 발전할 수 있는 가능성을 높이는 방법이 있을 것으로 필요함. 구체적인 방안으로 신규 인력에 대한 인턴쉽 뿐 아니라 기존 경력자들에 대한 경영 인턴쉽 혹은 벤처/창업 인턴쉽을 도입하여, 재직자들의 창업교육 등을 지원하지 못하는 기존 업체들 대신 정부가 창업교육과 경험을 제공해 주고, 이를 기반으로 신규 창업을 유도하게 만드는 제도의 도입할 수 있을 것 • 사회와 산업 분야의 경쟁력을 강화하기 위해서는 시스템 SW와 같은 기반SW 분야의 인력을 지속적으로 양성하여 산업계에서 새로운 시도가 가능한 튼튼한 기초를 제공해야 함. 이를 위해, 대학에서도 더 이상 잘 찾지 않는 해당 분야를 위해 지원 기관과 대학을 전략적으로 선정하여 많은 인력이 아니더라도 지속적이고 우수한 수준의 인력양성 추진 필요 • 선진 사례 경험자의 유입과 신규 인원을 자체적으로 양성하는 프로그램 절실
인프라 구축	• 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 기술 회사들을 단순 비즈니스 확대 보다는 사회 인프라 개념의 보호 육성을 위한 공공 부분의 수급 인프라 구축이 필요

	정책제언
	• 연구과제 토픽의 탑다운 방식은 최대한 자제해야 함. 각 교수/연구원들이 각자의 분야에서 각자의 전문성에 기반해서 토픽을 제안하면 지원하는 방식을 꾸준히 지원해야 함. 탑다운 방식에서 "탑"이 대개는 신문기자수준의 유행어만 가지고 연구과제 토픽을 정하고 지원하게 됨. 진정 실력 있는 사람이 자신의 분야에서 제대로 크게 하는 연구지원이 되기 어렵고 유행어를 잘 쫓는 사이비 연구자들을 지원하는 프로그램이 되는 위험이 큼 • 시스템 SW 교육을 위한 인프라 지원 필요. 판교 HPC 허브 등 정부 지원 시설이 기업 교육에만 쓰이고 있는데, 학부생/대학원생에도 시설을 활용할 수 있도록 지원 필요. 현재 대학에서의 인력 양성이 무너진 상태여서 재교육만으로는 미흡 • 국가에서 엄청난 재정을 경제 활성화에 쏟아내고 있는데 좀 더 중장기적으로 과학기술 발전에 필요한 연구소 설립 및 지원 및 기업들의 응용과학 연구소 설립 지원 필요 • 무선 기반의 서비스 확산에 대비하기 위해 관련 기술 개발을 위한 무선 인프라의 이용과 개발 비용의 절감을 위한 제도 도입 필요
법·제도 개선	• 사회적 이슈에 의한 기술 제한을 전체적인 분야에 적용하기 보다는 세분화 하여 차별적 법 적용 체계 필요 • 연구과제 프로그램이 타성에 젖어있음(연구제안서 접수, 지원, 논문 수 평가). 챌린지형식으로 전환이 필요함: (예. 서울공대 "이순신 챌린지" 참고) 연구문제를 주변의 문제로 우리 피부에 와 닿게 각색한 시나리오를 마련. 연구문제해결에서 세계수준을 넘는 연구 성공을 판단하는 성능치 기준을 구체적으로 확실하게 정함. 챌린지 과정에는 최소로 지원. 성공하면 최대로 상금으로 보상. 그 과정에서 나오는 모든 특허는 연구팀이 소유하도록 함 • 시스템 SW 관련 기술은 IT의 근간이 되므로 국가안보/보안/기간산업과 관련이 큼. 따라서 외국 기술이 국내 산업을 장악하지 못하도록 하는 장치가 필요하고, 보안관련 사항들은 국내 기술이 우선적으로 적용되도록 하는 등 조치 필요 • 과학기술 발전에 대한 규제를 대폭 축소해야 한다. 공무원이나 정부기관들의 관리 및 일을 위한 일을 만드는 제도는 조속히 없애면 좋겠다. 개인정보보호와 규제를 합리적으로 개선해서 빅데이터 산업의 활성화 등이 필요 • 인공지능/블록체인/빅데이터 등과 관련해서 시스템 SW의 효과적인 지원과 개선을 위해, 법률적 제약이 많은 개인정보의 수집과 이용 등의 분야에서 제한을 완화하거나 분야별 특성에 맞는 맞춤형 제도 개선이 필요. 예를 들어, 의료 정보 분야의 경우, 각 환자 개인별 정보에 대한 보유는 개별 의료기관이 하고 있으나, 환자 자신이 전체 의료기관이 보유한 자신의 정보를 한 번에 조회하거나 이를 제3의 의료기관에 제출해 분석을 의뢰하는 등의 활동이 제약됨. 특히 이를 영리적 목적으로 사용하지 못하는 제한이 있음. 의료 정보는 상당히 대용량 정보들을 포함하면서 동시에 경제적 부가가치를 크게 키울 수 있는 분야이기 때문에 이의 활성화를 위한 기반 기술의 경제성도 높을 것으로 보이나, 제도적 제약 때문에 시도조차 어려운 상황. 의료정보의 경우 특수성에 맞춰 제약을 설정하고 활용과 연구를 장려하면 시스템 SW운영 분야 전반의 경쟁력도 크게 향상 시킬 수 있는 분야라고 사료됨. 이와 유사한 분야로 네비게이션 서비스나, 금융 서비스 등도 각 분야별 특수성에 맞는 차별화된 제도 개선이 필요. 정부가 운영하는 각종 공공 시스템과 서비스의 운영에도 민간의 클라우드 인프라를 활용하는 등 시장 수요와 요구를 창출하는 형태로 지원하여 민간에서 대규모 데이터의 수집과 처리에 대한 경험을 축적할 수 있도록 지원하는 것이 필요함. 이와 별도로 국제적으로 분산/운영되는 시스템에서 발생할 수 있는 개인정보의 보호 및 적용 법률 이슈 등에 대해 명확히 책임소재를 정의하고 관련 국가들과 협의를 통해 분쟁 발생 시 처리 방법 등에 대한 선제적인 법률/제도의 정비가 필요

	정책제언
	• 과제의 선정 시 산학연간 기술 연계와 기존 성과 결과물에 대한 활용성을 중요하게 볼 수 있는 평가 지표 개발 필요, 이후 과제 수행 시에 협력 연구 개발을 강화할 수 있는 제도적 장치 추가 • 네거티브 정책화 절실
연구비 확대	• 시스템 SW 연구 관련 예산 확보 필요 • 원천 기술 보다 기술 완성도를 높이는 방향으로 R&D 연구비 비중 높여야 함 • 연구비 투자는 세계적으로도 많은 편. 예를 들어, 영국과 비교하면 연구비는 풍족하지만 의미 있는 성과는 영국보다 뒤떨어지는 수준. 이는 연구비 grant program이 대충 대충이기 때문. 선정도 대충, 평가도 대충, 연구수행도 대충해도 되는 문화를 시급히 바꿔야함. "절실"한 연구수행 문화를 만들어야 함. 이런 의미에서 챌린지 방식의 연구비 grant program으로 새로운 연구문화를 도입할 필요가 있음. 서울공대 "이순신 챌린지" 참고 필요 • 시스템 SW 기술은 축적된 경험과 대규모 개발의 경험이 필요하며, 기업에서 프로젝트를 진행하기에는 risk가 큼. 성과 위주 보다는 인력 양성에 중점을 둔 연구비 확대가 필요 • 신기술 개발을 위한 융합 연구 및 기초 computer science 분야 연구 독려를 위한 펀드 조성이 필요. 다만 해당 분야에 치우친 연구 지원을 통한 선두 그룹 추격에만 그치기보다는 CS분야 전체에 걸친 투자가 이루어져 새로운 이론 확립을 독려해야 함 • 국내 다양한 기업들이 연구에 대한 활성화를 지원했으면 함. 지금이 기업들이 미래를 대비하는 등 경쟁력 확보를 하는데 가장 힘든 시기인 것 같음 • 단순히 과제별로 정부에서 보조하는 형태보다는, 개발 초기에는 연구/개발을 할 수 있는 환경과 멘토를 제공해 빠른 성장을 돕고, 초기 개발에서 나오는 특허나 지적 재산권을 조건부로 확보하고 일정기간 독점사용을 인정하는 등의 방식으로 인센티브와 함께 정부 입장에서도 지원을 통해 성과를 얻어낼 수 있는 Win-Win 접근 방식이 필요할 것 • 빠르게 변화하는 다양한 응용 분야를 위한 기술적 기초체력에 해당하는 분야로 기술 선도국에서 새로운 응용을 다양하게 시도할 수 있는 이유도 해당 분야가 견고하게 기술적 지원이 가능하기 때문으로 생각되나 국내의 경우 정부 투자의 방향을 응용 분야에 직접적인 투자 비중을 높이고 기초체력에 해당하는 시스템 SW 관련 분야에 대한 투자 비중은 상대적으로 낮음 • 기업 투자 유치
기타 의견	• IoT, 클라우드, 빅데이터, AI, VR/AR 등을 뒷받침하는 시스템 SW 기반기술 연구 필요 • 우리나라의 경제에 필수적인 일자리 창출 등에 필요한 것은 중소기업 및 스타트업들이 활성화 되는 것. 중소기업 및 스타트업을 강소기업으로 많이 키워내기 위해서는 정부에서 국민이 낸 세금으로 지원하는 데는 한계가 있음. 오히려 대기업들의 경쟁력과 민간차원의 지원이 더 중요한 요소. 이를 활성화시키기 위해 정부는 조력자 역할이 중요하다고 생각함. 경제주체들끼리 적극적인 협업 에코시스템이 구축이 되어야 하고 이에 대한 지원이 되어야 함. 대기업들이 중소기업과 스타트업들과 상생 및 협력에 대한 활동을 장려할 수 있는 정부차원의 지원이 필요함. 단순히 대기업들에게 상생하라고 강요하는 것 보다는 적극적인 활성화를 위한 참여기업들에게는 세제혜택 등을 동기부여 프로그램을 많이 만들어 주었으면 함 • 최근 추세로 떠오르는 인공지능/블록체인/빅데이터 기술의 기반이 되는 다양한 데이터 중 공공부분의 데이터를 중심으로 사회적인 공공재로서의 데이터 자산화 인프라 및 지원 플랫폼을 구축하고 국내 업체에 무료 혹은 저가로 개방되었으면 함 • 기존 산업 시스템(음악, 미술, 체육, 생산, 서비스 등)에 ICT 신기술 접목

다 주요 분석 결과 요약

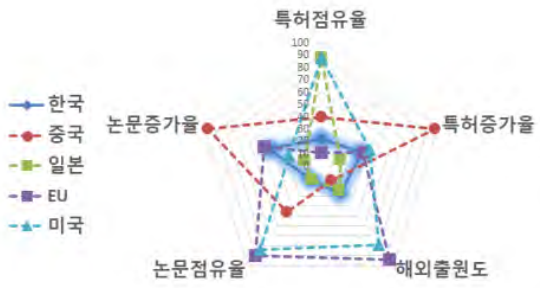
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	시스템 SW 운영 및 기반 기술	3,998	10,279	94.6%	15.9%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

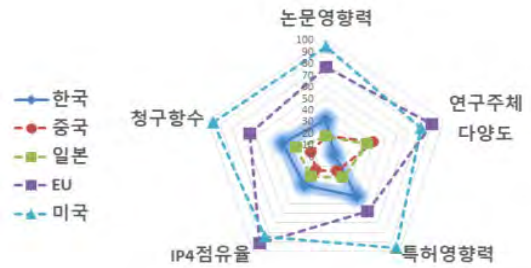
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	일본	미국	미국
	38.1%	33.3%	12.0	13.3
한국	4위	4위	3위	3위
	4.7%	11.0%	5.7	7.5
5개국 평균[2]	-	-	8.9	12.4

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

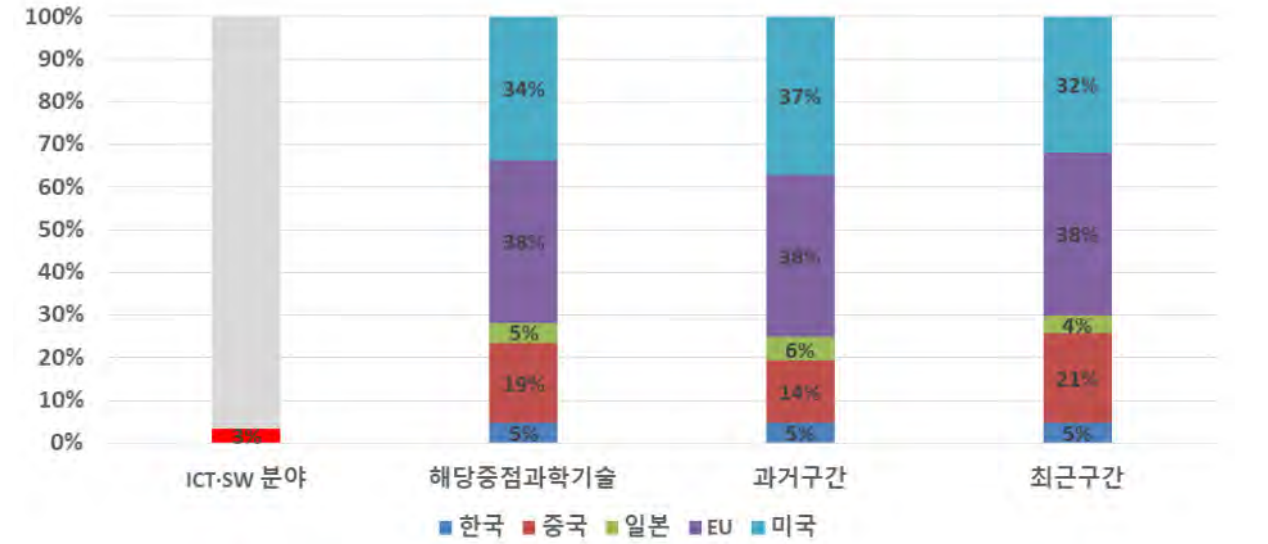
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(4.7%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(5.7)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(38.1%), 미국(33.7%), 중국(18.8%), 한국(4.7%), 일본(4.7%) 순이며, 논문 증가율은 중국(183.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(12.0), EU(9.4), 한국(5.7), 중국(4.5), 일본(4.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(11.0%)은 주요 5개국 중 4위이며 특허 영향력(7.5)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 일본(33.3%), 미국(33.2%), 중국(17.0%), 한국(11.0%), EU(5.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(159.1%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.8)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(13.3), EU(8.6), 한국(7.5), 일본(5.8), 중국(5.1) 순이며, IP4 점유율은 EU(22.4%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.2)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	4.7%	18.8%	4.7%	38.1%	33.7%
	논문 증가율	89.2%	183.7%	44.7%	94.8%	68.0%
	논문 영향력	5.7	4.5	4.3	9.4	12.0
	연구주체 다양도	0.81	0.91	0.88	0.98	0.94
특허 분석	특허 점유율	11.0%	17.0%	33.3%	5.5%	33.2%
	특허 증가율	12.6%	159.1%	-24.7%	13.2%	24.0%
	해외출원도	0.9	0.3	0.8	3.8	2.8
	특허 영향력	7.5	5.1	5.8	8.6	13.3
	IP4점유율	5.8%	0.9%	3.2%	22.4%	19.0%
	청구항수	5.4	2.6	4.3	7.7	12.2

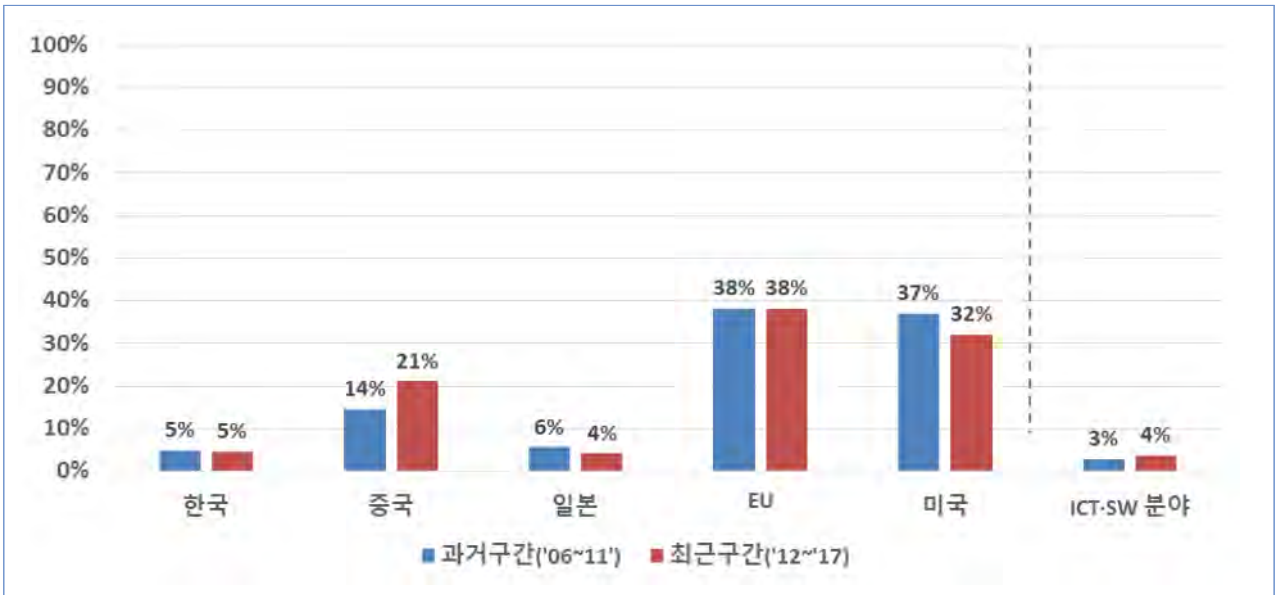
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1524건으로 전체 논문의 38%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 시스템 SW 운영 및 기반 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 3%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

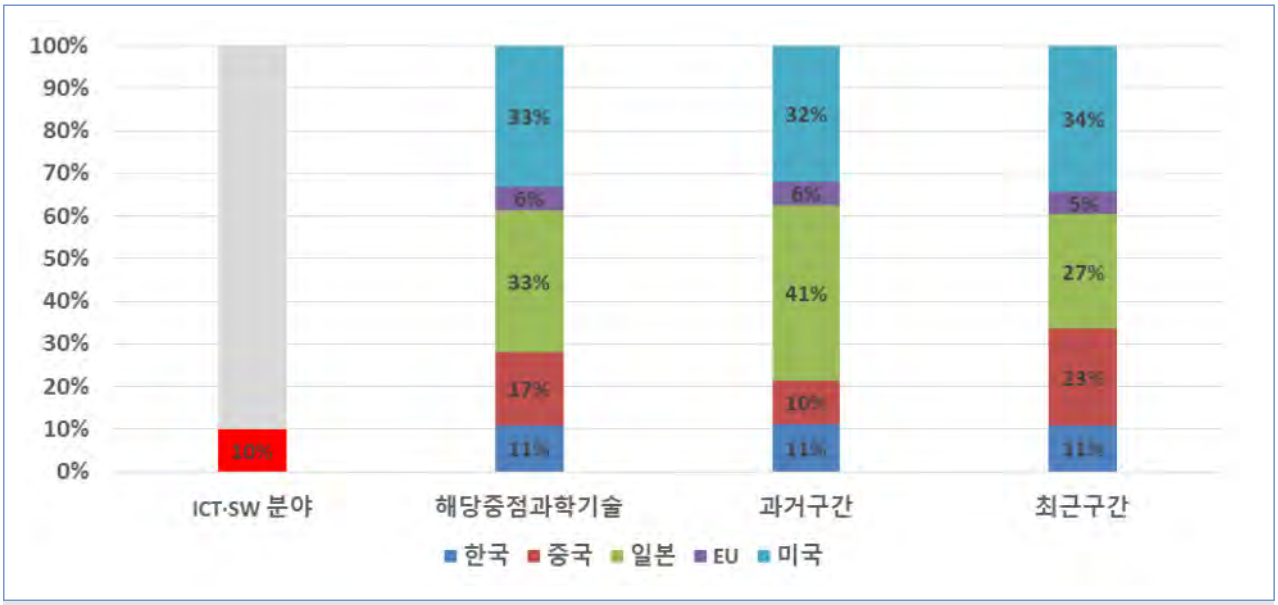


● 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 89.2%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	65	123	188	89.2%
중국	196	556	752	183.7%
일본	76	110	186	44.7%
EU	517	1,007	1,524	94.8%
미국	503	845	1,348	68.0%
전체	1,357	2,641	3,998	94.6%

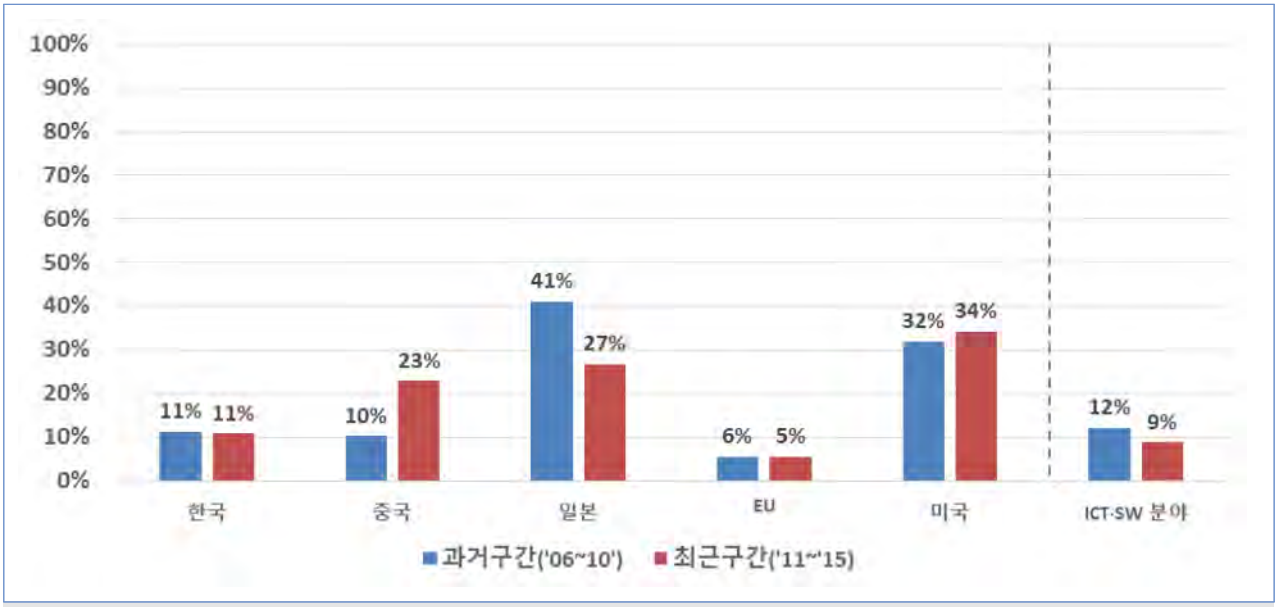
(4) 특허 점유율(전체)



● 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 일본이 3425건으로 전체 특허의 33%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 시스템 SW 운영 및 기반 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 10%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



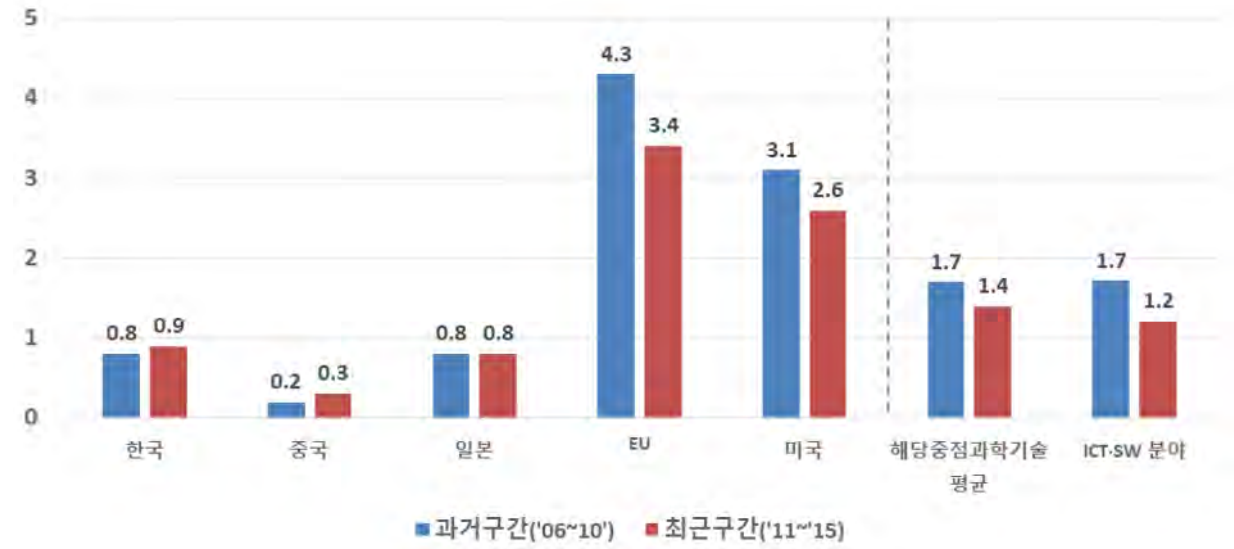
● 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 일본의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 12.6%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	531	598	1,129	12.6%
중국	487	1,262	1,749	159.1%
일본	1,954	1,471	3,425	-24.7%
EU	266	301	567	13.2%
미국	1,522	1,887	3,409	24.0%
전체	4,760	5,519	10,279	15.9%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

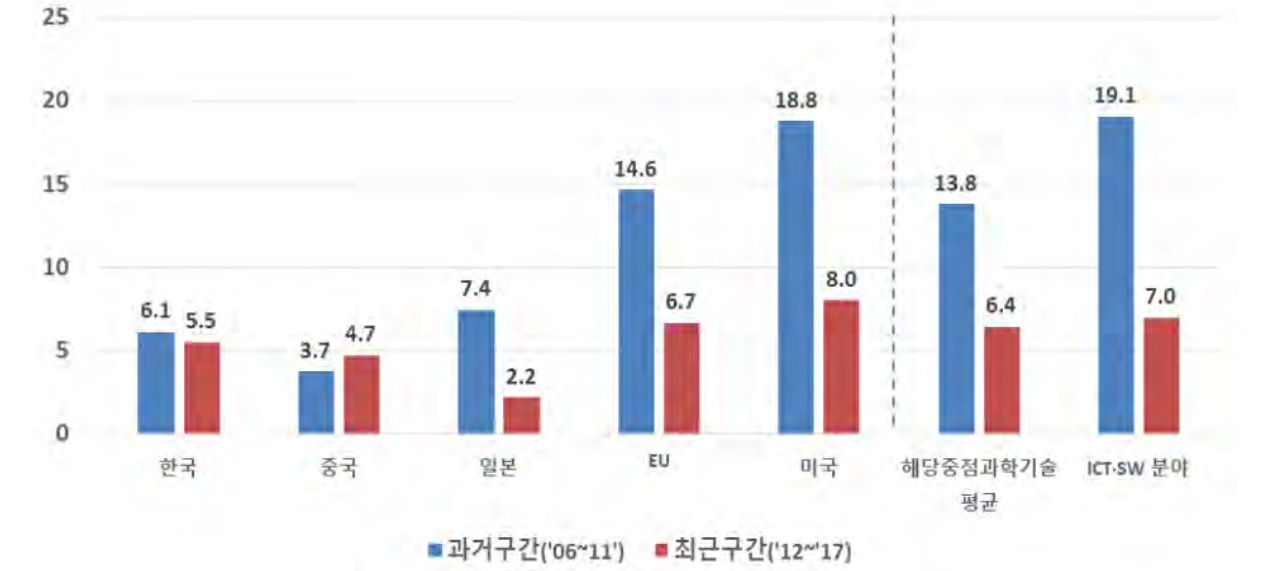


● 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

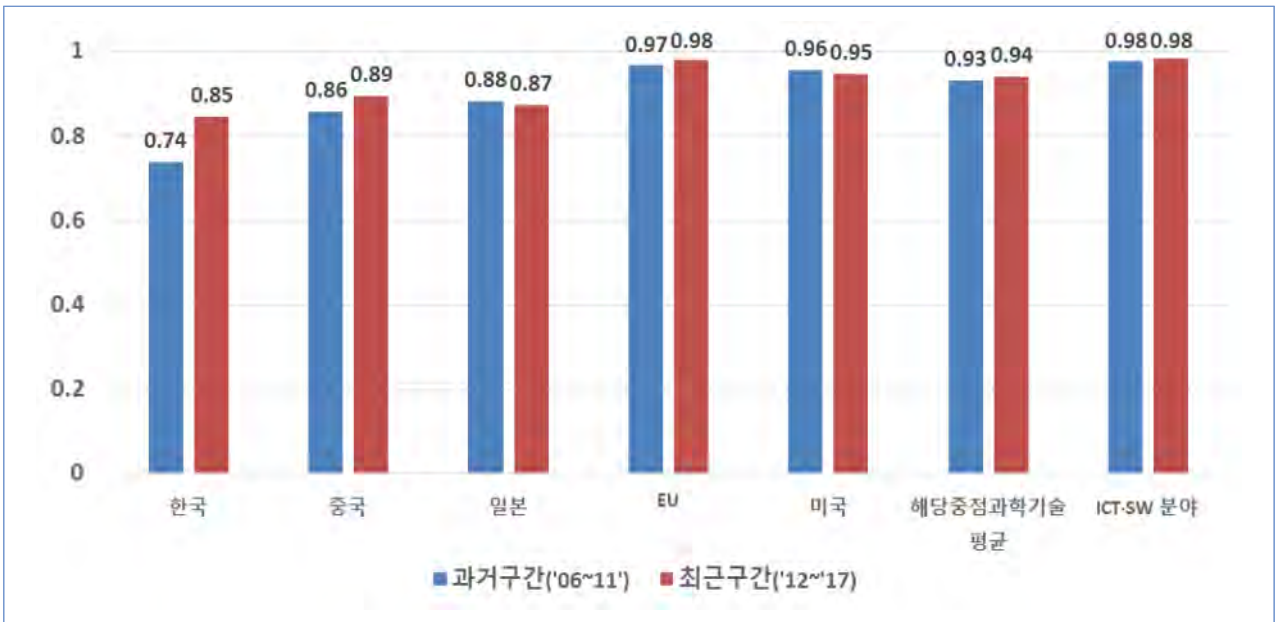
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



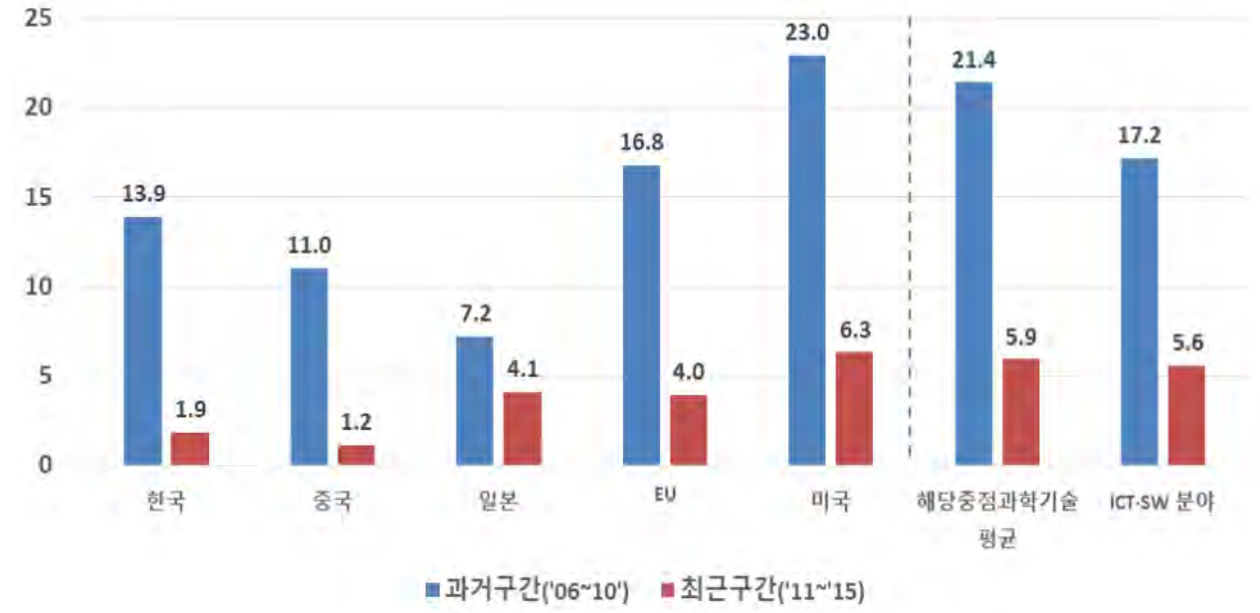
- 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



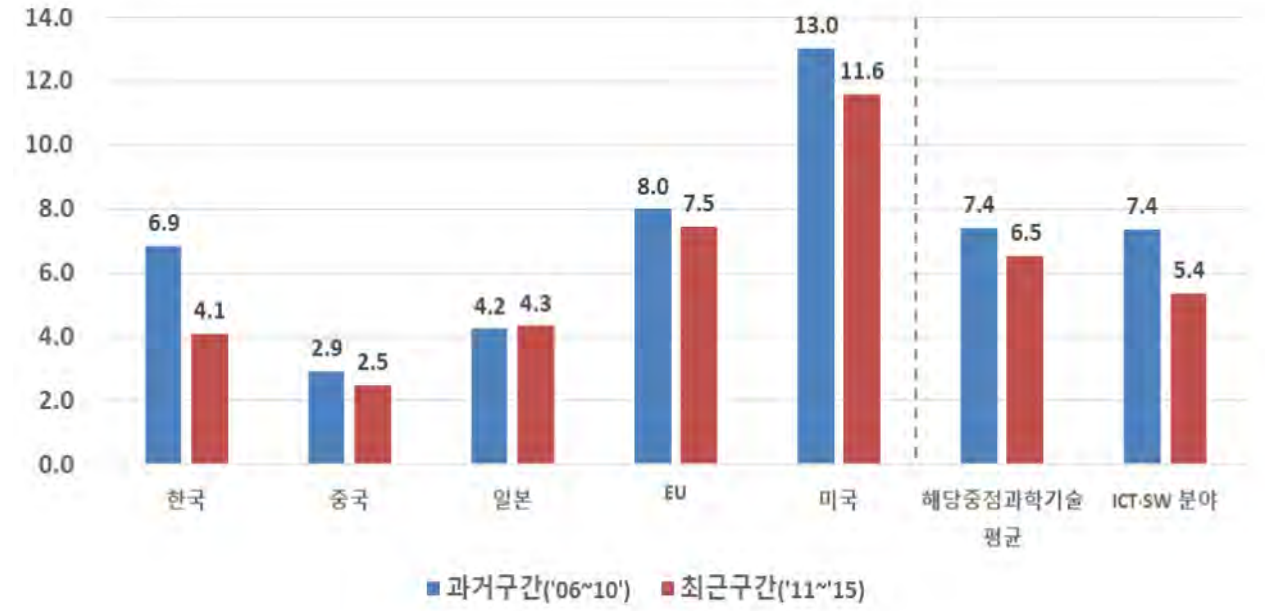
● 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 시스템 SW 운영 및 기반 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 시스템 SW 운영 및 기반 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

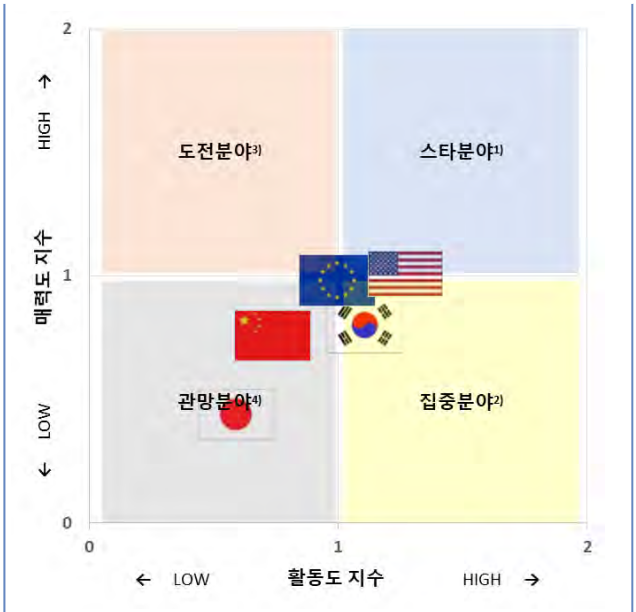
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

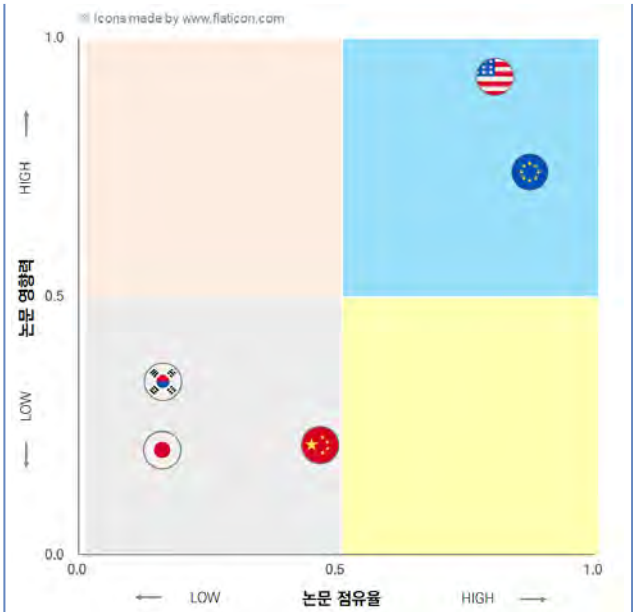
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

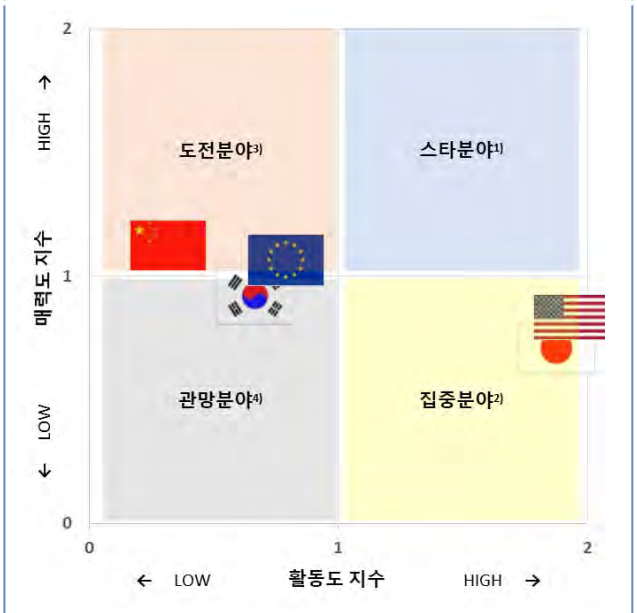


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

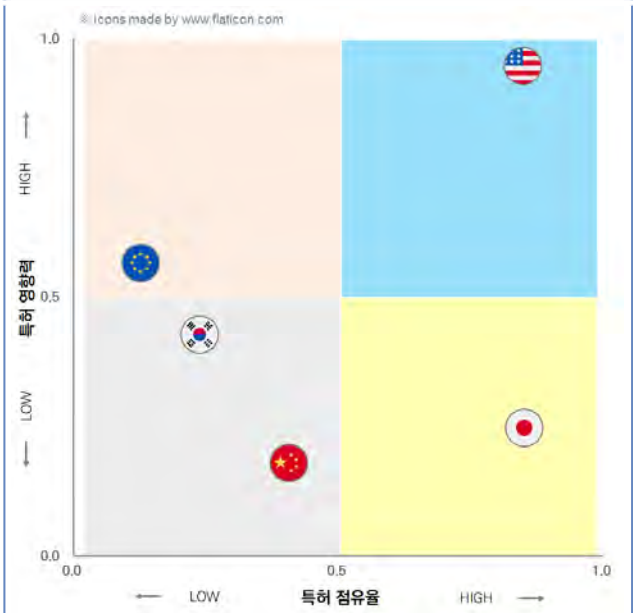
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 시스템 SW 운영 및 기반 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적으며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.90%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한양대학교'가 6.91%(글로벌 점유율은 0.33%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.67%	0.90%	100.00%
2	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	2.79%	0.53%	62.50%
3	PURDUE UNIVERSITY	미국	1.26%	0.43%	225.00%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.13%	0.40%	120.00%
5	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	중국	1.99%	0.38%	550.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HANYANG UNIVERSITY	6.91%	0.33%	125.00%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	5.85%	0.28%	-42.86%
3	YONSEI UNIVERSITY	4.26%	0.20%	200.00%
4	KYUNG HEE UNIVERSITY	3.19%	0.15%	0.00%
5	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	2.66%	0.13%	300.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.79%	0.53%	62.50%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	2.13%	0.40%	120.00%
3	NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY	1.99%	0.38%	550.00%
4	BEIHANG UNIVERSITY	1.46%	0.28%	75.00%
5	NORTHEASTERN UNIVERSITY	1.46%	0.28%	166.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	4.30%	0.20%	-66.67%
2	KEIO UNIVERSITY	3.76%	0.18%	500.00%
3	NARA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.69%	0.13%	-33.33%
4	FUKUOKA UNIVERSITY	2.69%	0.13%	300.00%
5	AICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.15%	0.10%	300.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.59%	0.23%	25.00%
2	INSTITUTE OF COMPUTER SCIENCE	0.59%	0.23%	-20.00%
3	UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA	0.46%	0.18%	150.00%
4	BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.39%	0.15%	0.00%
5	UNIVERSITY OF MANCHESTER	0.39%	0.15%	-50.00%

6 미국

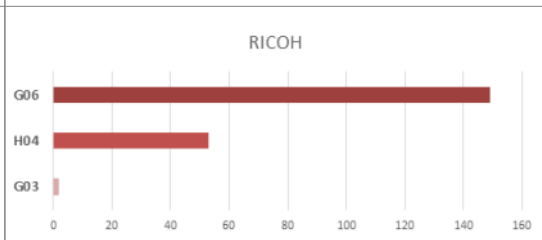
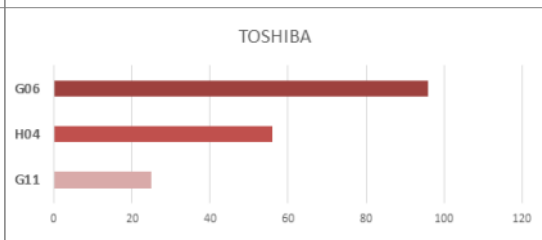
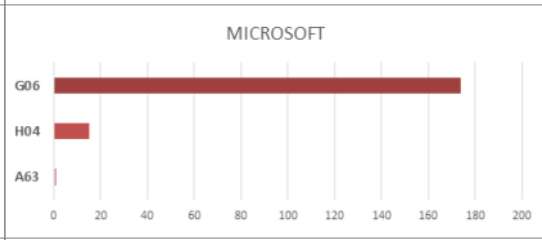
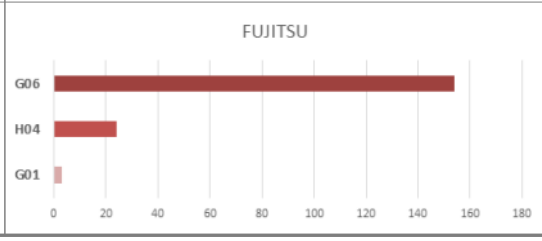
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.67%	0.90%	100.00%
2	PURDUE UNIVERSITY	1.26%	0.43%	225.00%
3	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.04%	0.35%	500.00%
4	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	0.96%	0.33%	233.33%
5	UNIVERSITY OF FLORIDA	0.74%	0.25%	300.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 미국의 'INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES(2.62%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 10.72%(글로벌 점유율은 1.18%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES'와 '삼성전자'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

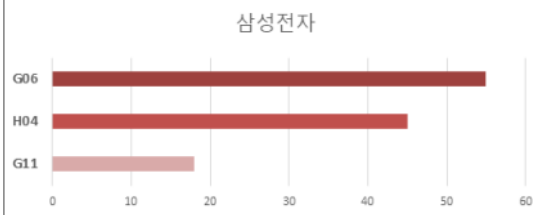
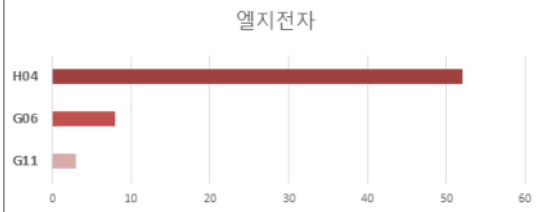
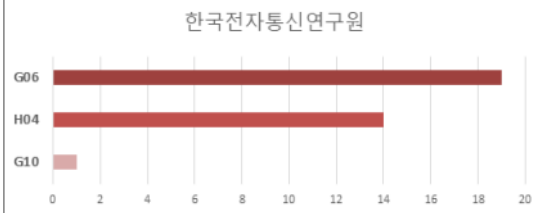
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	7.89%	2.62%	61.17%
2	RICOH	일본	6.48%	2.16%	-27.91%
3	TOSHIBA	일본	5.75%	1.92%	-39.84%
4	MICROSOFT	미국	5.60%	1.86%	-63.57%
5	FUJITSU	일본	5.55%	1.85%	26.19%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A63	스포츠; 게임; 오락
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학

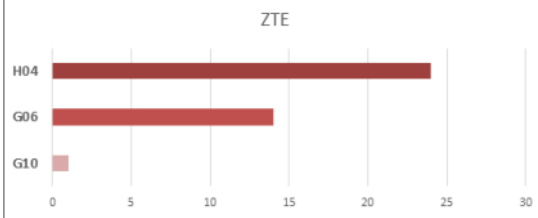
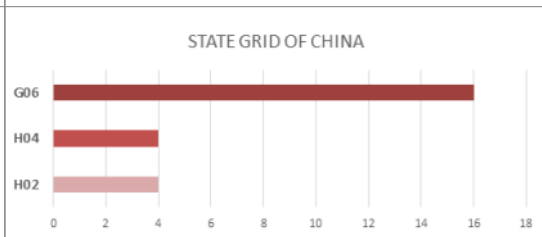
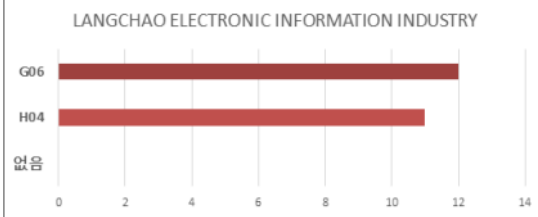
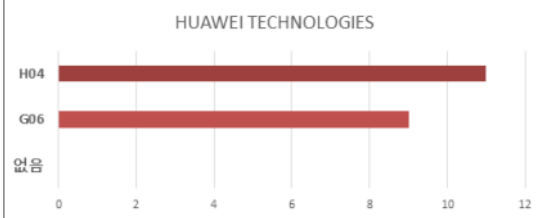
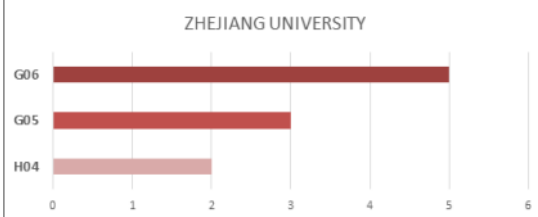
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	10.72%	1.18%	24.07%
2	엘지전자	5.67%	0.62%	-57.78%
3	한국전자통신연구원	3.19%	0.35%	-10.53%
4	케이티	2.13%	0.23%	-28.57%
5	넥스다임	1.86%	0.20%	2000.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

3 중국

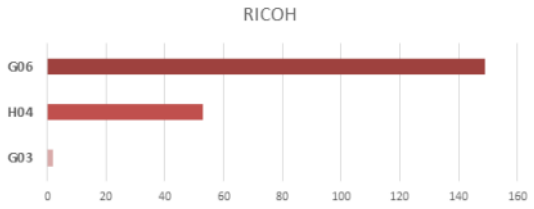
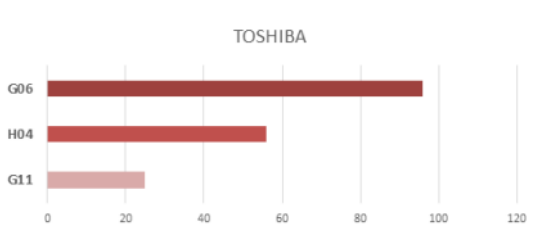
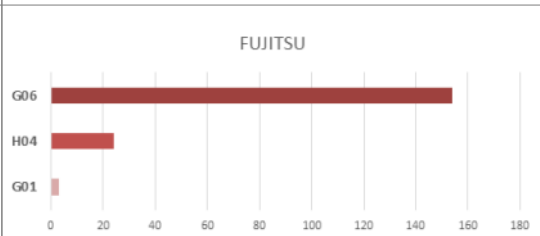
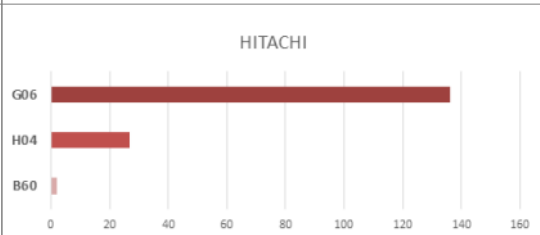
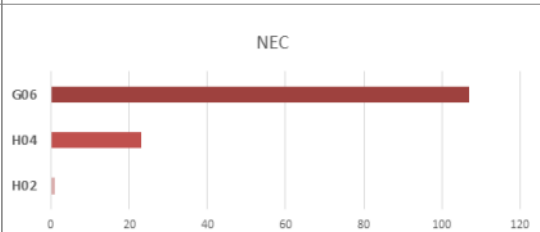
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	2.29%	0.39%	-9.52%
2	STATE GRID OF CHINA	1.77%	0.30%	3000.00%
3	LANGCHAO ELECTRONIC INFORMATION INDUSTRY	1.32%	0.22%	260.00%
4	HUAWEI TECHNOLOGIES	1.14%	0.19%	466.67%
5	ZHEJIANG UNIVERSITY	0.86%	0.15%	100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		–	–
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술

4 일본

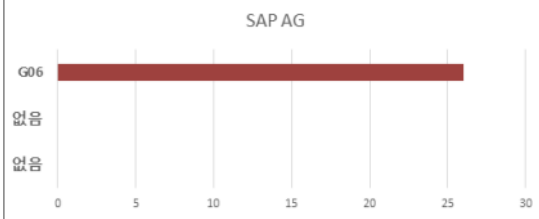
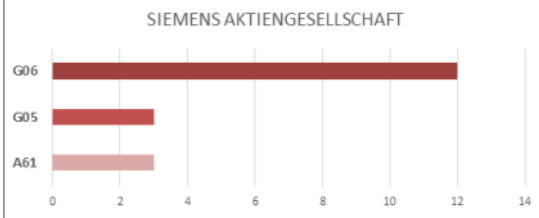
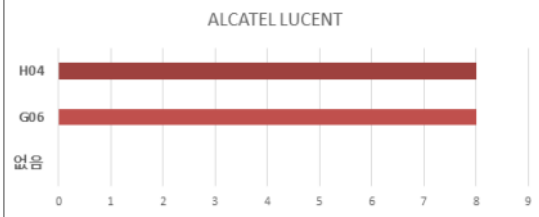
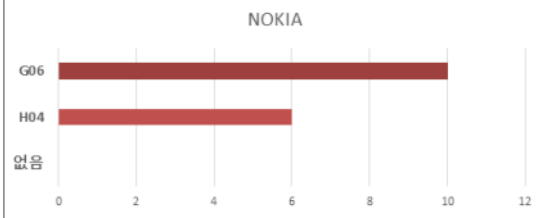
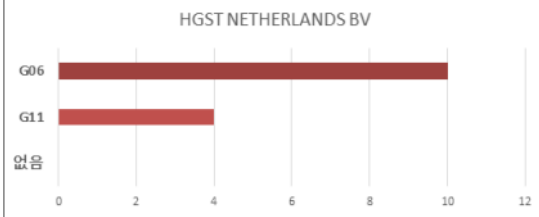
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	RICOH	6.48%	2.16%	-27.91%
2	TOSHIBA	5.75%	1.92%	-39.84%
3	FUJITSU	5.55%	1.85%	26.19%
4	HITACHI	4.93%	1.64%	-42.06%
5	NEC	3.88%	1.29%	-56.99%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B60	차량일반
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H02	전력의 발전, 변환, 배전

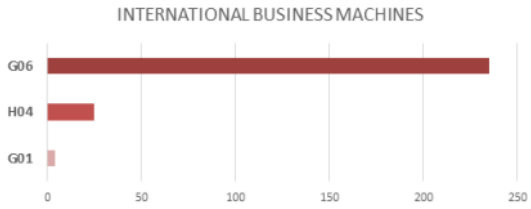
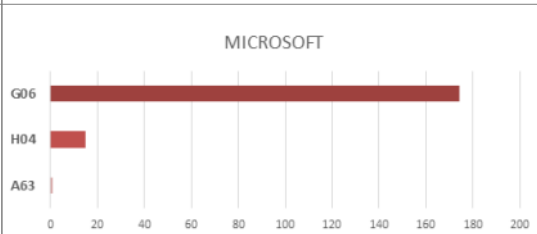
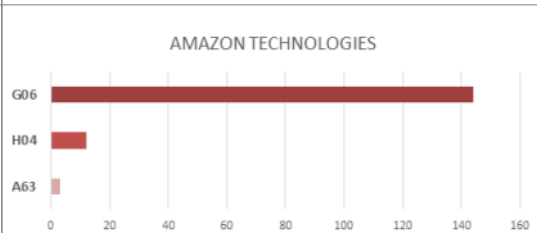
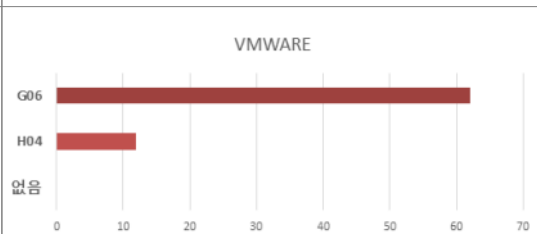
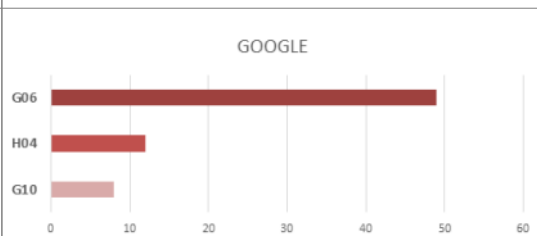
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SAP AG	4.59%	0.25%	-86.96%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	3.35%	0.18%	116.67%
3	ALCATEL LUCENT	2.82%	0.16%	120.00%
4	NOKIA	2.82%	0.16%	-54.55%
5	HGST NETHERLANDS BV	2.47%	0.14%	1300.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	7.89%	2.62%	61.17%
2	MICROSOFT	5.60%	1.86%	-63.57%
3	AMAZON TECHNOLOGIES	4.66%	1.55%	367.86%
4	VMWARE	2.17%	0.72%	262.50%
5	GOOGLE	2.17%	0.72%	104.35%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A63	스포츠; 게임; 오락
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		A63	스포츠; 게임; 오락
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향

114 가상·혼합현실 기술



114 가상·혼합현실 기술

중점과학기술 개요

- 실시간으로 계산된 감각 정보들을 통한 가상 환경이나, 현실세계에 가상 사물이나 정보가 증강 및 혼재하는 혼합현실의 세계를 사용자가 현실감 있게 지각(perception)하고 경험하며 상호작용할 수 있게 하는 기술
- 실제 공간이나 사용자 행위를 인식하는 영상처리 및 컴퓨터 비전 기술과, 현실맥락 인지에 기반해 일관성 있는 가상 정보의 공존감 합성을 통한 혼합 공간 생성 기술(특히, 혼합현실의 경우)이 중요하며, 이에 대한 사용자의 경험 및 상호작용으로부터 맥락을 인지하는 지능 기술, 콘텐츠 도메인에 기반한 가상·혼합 정보 표현과 상황 시뮬레이션에 따른 다중 감각 피드백 기술 등을 포함

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

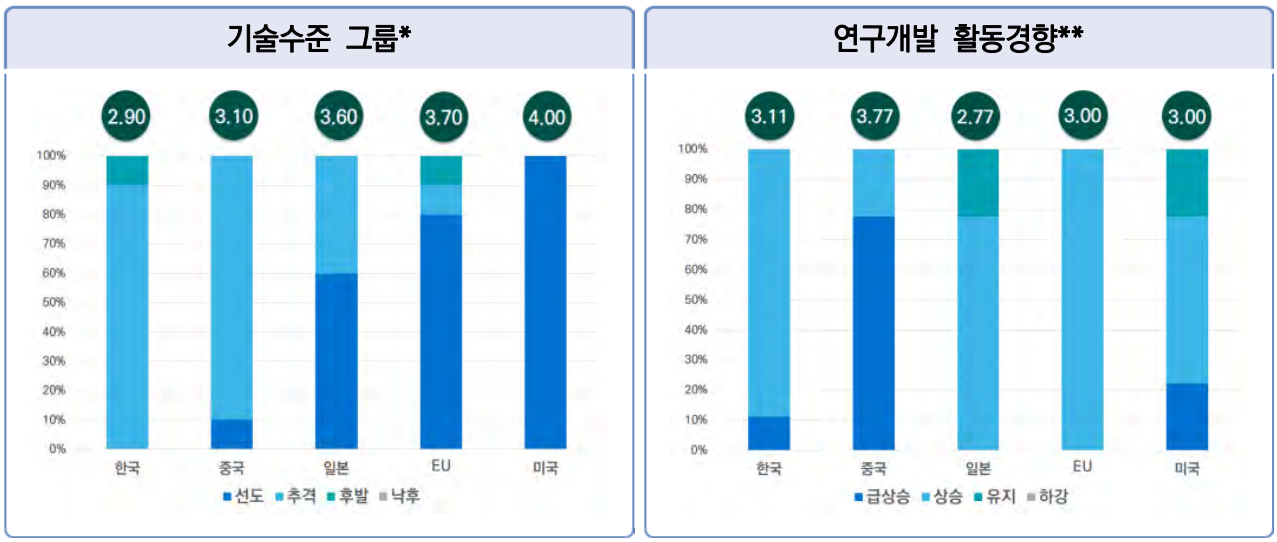
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
중국	80.0	2.0	추격	보통	우수	급상승
일본	90.0	1.0	선도	우수	우수	상승
EU	87.0	1.3	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.0	80.0	70.0	84.0	15.7	2.0	1.5	3.5	1.2
중국	80.0	2.0	80.0	70.0	85.0	16.9	2.0	1.5	3.0	2.0
일본	90.0	1.0	90.0	86.0	92.0	6.2	1.0	0.5	2.0	0.8
EU	85.0	1.5	87.0	80.0	92.0	9.3	1.3	0.5	2.0	1.1
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

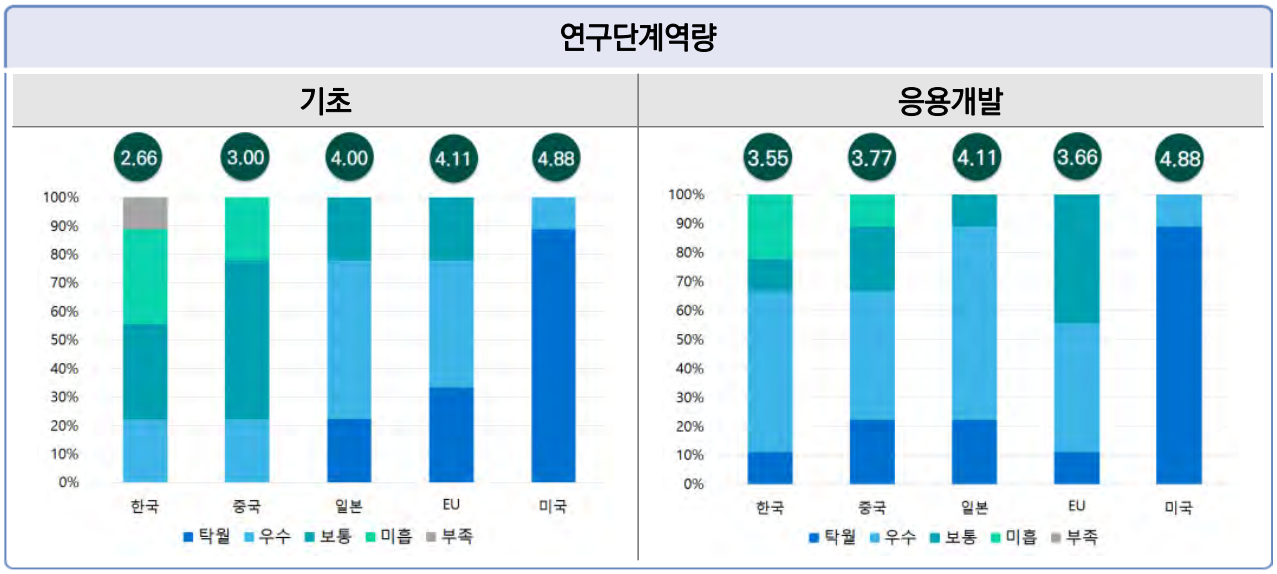
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 최고기술보유국에 비해 기반기술 연구가 저조하고 수준도 상당수 낮음. 또한 상업적인 결과물도 기존기술 응용에 치우침 • 전통적인 IT 강국으로, 가상증강현실용 부품 소재기술은 상위권 수준 • 최고기술보유국 대비 정부 및 민간 투자 비율이 10% 수준 이하 이며, 삼성전자 및 한국전자통신연구원 위주의 기술개발 편중 • 핵심 부품 소자인 마이크로 디스플레이, 데이터 프로세싱 전용 칩셋, 입출력 관련 센싱 기술 등은 선도 그룹인 미국, 일본 등에 기술적 의존도가 높은 상황 • 정부투자로 디바이스 관련 연구개발을 진행하고 있으나 아직 미미한 투자가 이루어지고 있음 • 콘텐츠와 응용 부분에서 기술개발이 이루어지고 있음
중국 (80.0%)	• 기술적 역량은 일부 부족한 면이 있으나, 국가 중심의 연구개발 투자가 급속도로 이루어지고 있으며, 다양한 상용 기술로 확산되면서 연구개발 속도가 급격하게 빨라지고 있음 • 최근 가상현실을 시작으로 정부 차원에서 대규모 투자를 하고 있으며, 증강현실 분야도 투자를 하고 있음 • 핵심 원천 기술에 대한 선두그룹 의존도가 심함(미국, 일본) • 최근 등록 특허수의 비약적 상승 추세로 보아 활발한 투자 및 연구개발이 진행 중 • 증강/가상현실 굴기라 하여 중국 정부에서 최근 2년 전부터 막대한 연구자금 및 국내외 연구자 초빙 중 • 최근 인공지능의 확산으로 인지 기술 향상 및 응용 콘텐츠 확산 • 막강한 시장을 기반으로 디바이스, 콘텐츠 응용 부분에서 상당한 수준에 올라옴. 정부 및 민간투자와 관심으로 지속적인 기술역량을 확보하고 있어 매우 빠른 성장세를 보임
일본 (90.0%)	• 최고기술보유국이 확보한 알고리즘 및 기술구현 수준과 유사 • 최고기술보유국과 유사한 수준의 기술적 성과를 최근에 제시 • 최고기술보유국과 유사한 수준의 영상 출력 관련 광효율 특성 확보 • 대기업 중심으로 각자의 기술력을 기초한 증강현실 기술 및 제품 출시 • 선도그룹을 추격하는 연구 그룹 많이 보유하고 있으며, 착용형 디바이스 및 다양한 응용 기술 활발히 개발 • 기존 게임, 엔터테인먼트 기기 및 콘텐츠를 기반으로 지속적으로 연구 활동이 이루어지고 있음
EU (87.0%)	• 최고 수준의 기술을 이미 보유하고 있으며, 다양한 확장이 이루어지고 있으나, 명확한 성과를 도출하는 기술적인 완결성이 일부 부족 • 최고기술보유국이 확보한 알고리즘 및 기술구현 수준과 유사 • 인간 시각계에 미치는 영향에 대한 연구 활동이 활발히 진행하고 있으나 최고기술보유국 대비 상용화 제품 기술이 선도 수준 이하임 • 증강/가상현실 관련 디스플레이 기술 및 유명 대학을 중심으로 집중적으로 연구 • 디바이스 측면에서 최고기술보유국과 약간의 차이가 있으나, 산업응용 부분에 있어서는 최고기술보유국과 차이가 없음

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 해당 분야의 기반이 되는 핵심 기술 역량이 높으며, 산업 역량이 충분하여 연구개발이 다양하게 이루어지고 있어 상용화 및 사업화 가능성이 높음. 연구 인프라에 대한 투자가 높은 수준으로 이루어지고 있으며, 기술사업화 분야도 확산 중 • 대학 및 기업의 연구 활동이 가장 활발하고 가장 많은 결과물을 제시 • 글로벌 대기업과 스타트업에서 대규모 투자가 이루어지고 있어서 유의미한 결과물들이 지속적으로 나오고 있음 • 가상/혼합현실 디바이스 기술 관련 최근 5년간 민간 기업의 투자 활발 • 관련 디바이스 핵심 부품인 광학계, 마이크로디스플레이 소자 및 입출력, 데이터 프로세싱 기술관련 논문을 리드하고 있으며 연구 활동도 활발 • 가상/혼합현실 관련 콘텐츠 서비스 및 유통 플랫폼관련 기업의 절대다수가 미국 내 존재하여 시장 선도 중 • 증강현실 관련 세계 기술을 선도하는 주요 기업이 미국 기업이며, 최근 증강현실 광학계 기술 기반의 미국 스타트업 기업들도 대거 등장 • Google, Facebook 등 최고 기술 수준의 기업과 최고 수준의 연구그룹의 연구 활동 활발 • 막강한 자본력을 가진 글로벌 기업 중심의 지속적인 투자 • 기존 게임, 엔터테인먼트에서 산업분야로 확산되는 추세

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국가 중심으로 지원되고 있는 프로젝트 수행기술에 도움이 될 수 있는 기술 점차 늘어나고 있음 • 우수한 관련 소재 부품 산업을 가지고 있으며, 콘텐츠 산업의 발전으로 여러 응용분야를 개척 • 게임, 엔터테인먼트 부분에서는 콘텐츠를 중심으로 연구 활동이 지속적으로 진행되고 있으며, 현재 산업영역에서는 시장 경쟁력 확보를 위해 디바이스, 콘텐츠, 서비스 부분에 대한 투자가 이루어지고 있으나 규모에 있어서 미미함 • 가상 혼합현실에 대한 대중적 인지도 • 대기업 중심의 연구 개발 진행 중 • 대학 및 국책연구소의 연구 활발 • 단발성의 어플리케이션 중심의 테마파크 조성	• 가지고 있는 기술과 인프라에 비해 주목할 만한 디바이스가 부족 • 정부지원 기반의 연구개발에 너무 치중되어 있고, 기반기술 확보가 미흡하며, 향후도 이러한 경향은 지속 될 것 • 소기업 중심으로 생태계가 형성되어 있어, 자본력을 가진 대기업 등의 수요기업의 적극적인 투자 필요 • 핵심 부품 해외 의존도 높음 • 삼성전자를 제외한 시장 주도 업체 미비 • 기초 연구 강화 및 핵심 원천 IP 확보 전략 필요. 응용에 치우쳐 있음 • SW 기술인력 부족 • 원천기술에 대한 투자 전무. 대기업조차 국내 학계/연구소 보다는 국외 스타트업/대학을 통한 기술 라이센싱으로 자사 제품 개발 원천기술 개발을 위한 인력양성 및 인프라 지원이 턱없이 부족함

국가	강점분야	기타
		• 국내 콘텐츠 제작 위주의 업체들의 요구로 인해 외산 HW/SW 개발을 위한 SDK/저작툴을 잘 사용할 수 있는 인력 양성만 추진 중
중국	• 기반 기술 및 응용 기분 모든 분야에서 가파르게 다양한 기술연구를 진행하고 있음. 특히 제조관련 기반 기술의 상승이 돋보임 • 기술 카피 수준의 미흡한 수준이었으나 전반적으로 정부와 민간에서의 적극적인 관심과 투자로 기술, 인력, 인프라 측면에서 급격하고 성장하는 추세이며, 가상/증강현실 분야의 자체기술력 확보를 위한 적극적인 연구 활동이 이루어지고 있음 • 막강한 시장 인프라로 기술역량 확보 시 빠르게 분야를 선도할 가능성이 높음 • 세트 사업화 업체 수 • 디바이스 및 콘텐츠 생산/유통 관련 인프라 • 가상/증강현실 굴기를 목표로 정부에서 적극적인 R&D 자금 투입 • 국내 인력의 양성뿐만 아니라 국외 유명 인력의 초청 등을 통한 기술전수 등 추진 • 미국의 실리콘벨리처럼 심천 지역에 비슷한 인프라를 정부에서 구축, 인력 유입 및 기업 세제지원 등을 통해 많은 스타트업 육성	• 기초 연구 분야의 인력 부족 현상이 일부 발생하고 있어 앞으로 연구개발에 대한 역량을 확보하는 과정에서 애로사항이 발생할 수 있음 • 가상현실 분야는 어느 정도 수준급이지만, 증강현실 분야는 미흡 • 선택과 집중이 잘 이루어 지지 않아서 많은 분야의 기술이 개발되고 있지만 전체적으로 선도그룹 대비 기술 격차가 많이 나며 쉽게 좁혀 지지 않음 • 전반적으로 선도그룹에 비해 핵심 기술 개발 부분이 미진한 상황으로 보임 • 게임, 체험 수준에서는 활발하나, 산업응용으로는 기술, 인력, 인프라 측면에서 미미한 실정임 • 심 부품 해외 의존도 높음 • 기업 또는 대학 연구에서 단편적 연구 진행 • 원천연구 부족 • 향후 미래를 대비한 원천기술 대비 현재 시장을 타겟으로 하는 응용기술에 집중
일본	• 현재까지 높은 수준의 기초 연구와 응용 연구가 이루어져 왔으며, 다양한 성과를 제시 • 소재 부품 분야에 강점을 지니고 있으며, 전통적인 게임 시장을 위주로 가상현실 분야의 발전이 눈부심 • 기초 기술에 대한 연구를 분야 타겟팅을 좁지만 선도를 유지할 수 있는 분야를 발굴하여 지속적으로 잘 진행하고 있음. • 강점을 나타낼 수 있는 타겟팅된 분야에 대해 기반기술을 지속적으로 연구하고 있고 충분한 인력 기반 인프라는 가지고 있음 • 기존의 게임기기 및 콘텐츠 기술역량을 중심의 지속적인 기술개발 • 특히 모베리오 등의 산업용 증강현실 디바이스 출시 및 버전업을 통해 산업영역의 증강현실 시장으로 투자 및 확산이 이루어지고 있음. 오감 적용을 위한 기초연구부분에서 활발한 연구 활동	• 최근 기존 기술의 어려움과 문제점에 의해서 일부 선도적인 역할을 잃어가고 있음. • 사설 기관을 중심으로 정책적, 추진 전략이 보다 명확하게 세워진다면 다양한 기술 적용 및 서비스 확산성에 대한 특장점을 확보해야 함 • 가상현실 디바이스 기업에 비해 증강현실 디바이스 기업이 부족 • 산업 쪽으로 연결되는 응용개발 연구는 다소 부진하여 제품화된 솔루션들이 미미 • 미국 대비 개발된 기반기술을 활용하여 산업분야에서 제품화로 연결시키는 부분이 부족한 것으로 판단 • 주로 게임 및 엔터테인먼트에 초점이 맞추어져 있으며, 산업영역으로 확산에는 미흡 • 디바이스 세트 사업화/상용화관련 시스템 특허기술 약세

국가	강점분야	기타
	• 가상/혼합현실 디바이스 및 관련 센서 상용화 기술 • 광학, 센서, 홀로그래피 소자, 마이크로 디스플레이 소자 등에 관한 원천기술 • 기초연구도 우수하나, 응용 콘텐츠 강점 • 디스플레이 및 HW 원천기술 우수 • 대기업 중심의 상용화 응용연구 개발 • 대학에서 AR, 홀로그래피 등 차세대 디스플레이 기술 등 인력 양성 중 • 정부의 R&D 지원을 통한 인력양성 및 경제 불황을 넘어선 기업의 적극적인 인력채용	• 웨어러블 글래스 • 세계시장 지배력의 하락 • 미국 대비 인력 및 투입자본의 한계
EU	• 기존에 다양하게 이루어진 기초 연구를 바탕으로 다양한 사업화 시도가 추진되고 있으나, 이러한 현상을 바탕으로 기술을 확장하고 고도화시키는 과정에서 주도권을 놓치지 않으려도 연구개발을 지속적으로 추진 중 • 4차 산업혁명과 관련 다양한 응용분야 확보 • 기초 기술에 대한 연구를 분야 타겟팅을 좁지만 선도를 유지할 수 있는 분야를 발굴하여 지속적으로 잘 진행 중 • 4차 산업혁명과 연계한 연구개발 및 인프라 확보에 활발한 활동을 하고 있으며, 특히 산업영역에서 기술, 인력 및 인프라 확보에 주력 • Industry 4.0을 추진하면서 플랜트 등의 제조영역에서 IoT, AI 그리고 VR/AR 연계를 통한 제조혁신을 주도하면서 활발하게 추진 • 휴먼팩터 관련 인프라 및 인력 • 광학, 센서, 홀로그래피 소자 등 관련 원천기술 • 유명 대학 간 컨소시엄을 통한 원천기술 개발 • 실패 확률이 크더라도 미래를 내다보고 AR 응용분야보다는 기초 원천기술 개발을 위한 지속적인 연구 개발 자금 투입 • EU 공동프로젝트(유레카 등)를 통한 대학 R&D 지원 프로그램을 통한 인력 양성 • EU 공동프로젝트(유레카 등)를 통한 대학/기업 연계 프로젝트 지원	• 기초연구 분야의 인력은 충분한 것으로 보이나 사업화에 대한 고찰과 인력이 요구됨 • EU를 대표할 만한 디바이스가 없음 • 미국 대비 개발된 기반기술을 활용하여 산업분야에서 제품화로 연결시키는 부분 부족 • 산업응용으로는 활발하게 추진되고 있으나, 디바이스 기술에 대한 투자 미비로 시장선도는 미흡 • 인프라가 선도그룹 대비 뒤쳐짐 • 증강현실 기술 그 자체에 대해서는 R&D 지원이 저조 (향후 활용 가치가 높은 원천기술에 투입)
미국	• 모든 분야에 대한 강점을 지니고 있으며 특히, 가상 증강현실을 활용하고 있는 기업의 수를 가장 많이 보유	• 연구개발에 비해 점차 사업화에 초점 • 가상현실 분야에서 증강현실 분야로 기술이 변천되고 있음

국가	강점분야	기타
	• 학계 및 기업 분야에서 고르게 기반기술 개발을 활발히 진행중이여서 높은 인력 및 연구 장비 인프라 보유 • 막강한 자본력을 가진 글로벌 기업을 중심으로 지속적인 기술, 인력, 인프라에 대한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있음 • MS 홀로렌즈 이후, 진일보된 가상/증강현실 디바이스 개발이 이루어지고 있으며, 가상/증강현실 분야의 특성상 막강한 디바이스 기술역량을 기반으로 전반적인 분야 선도 • 가상/혼합현실 디바이스 및 관련 센서 기술 • 핵심 부품인 마이크로디스플레이 기술 • 콘텐츠 저작 플랫폼 기술 • 콘텐츠 유통 및 서비스 기술 • 휴먼팩터 관련 인프라 및 인력 • 국가 투자 탁월 • 원천기술 및 기존 IT 기술 우수 • AR 광학계, 인지/처리 알고리즘, SW 저작도구 기술 개발 등 강점 • IP 기반의 스타트업 육성 및 해외 고급인력의 유입 지원 • 실리콘벨리를 기반으로 하는 인력/기술/자본의 연결 추진이 가능한 인프라 확보	• 진일보된 디바이스 개발이 늦어지면서 전반적으로 주춤하는 상태 • 투자 대비 디바이스 세트 사업화/Magic leap 등 특정 기업에 대한 대규모 투자 후 성과 미흡 • 기술 수준 변화 가 장기간 유지 혹은 하락세 경향을 보임

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	2위	3위	4위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 산학연 기관별로 강점을 가지는 개발된 기술들이 상당수 있고 이들의 융합이 산업적으로 시너지를 가져올 수 있는데, 이를 위한 협력 체계가 제대로 구성되어 있지 않아 협력 사업이 진행 될 수 있는 지원 사업 필요 • 성장기에 도입한 광융합 AR디바이스에 대한 기초 설계부터 제품 인증까지 전주기의 인프라 지원을 통하여 AR디바이스의 품질향상에 필요한 인증, 제품화 테스트, 애로기술 해결 등을 통하여 시장의 우위를 선점할 기술 제공이 가능하도록 기업과 기관과의 협력이 우선 시 되어야 하며, 수요 부품 및 세트 제조사간 협의체 구성을 통해 협력을 촉진하는 방안 필요

	정책제언
	• 가상/증강현실 콘텐츠 개발을 위해서는 개발용 SDK에 종속적이며, 이는 또한 HW(디바이스)에 종속적인 분야임. 국내 대부분의 기업은 콘텐츠 개발에만 치중하고 있으며, 이는 즉, 외산 HW에 SDK를 확산시키는 결과만 야기함. 따라서 HW, SW 개발 플랫폼, 콘텐츠가 같이 어우러지는 산업을 육성하는 것이 중요하며, 이를 위해서는 국내 산업계의 협력을 촉진할 수 있는 정부 지원 필요 • 국내 가상/증강/혼합현실 콘텐츠 제작 업체들은 많으나, 원천 기술 개발 연구 기관과의 협력은 낮음. 국내 기술보다는 현재 해외 엔진이 더 나은 성능을 보여주고 있어서, 엔진 및 렌더링 플랫폼 역시 해외 기술에 의존하여 활용하고 있는 것이 문제임. 따라서 국내 개발된 엔진의 적극적 도입 및 협력 필요. 또한 기존 문광부/과기부 과제를 통해 개발된 많은 렌더링 기술과 가상 액터, 시뮬레이션, 맥락 인지 기술 등의 적극적 소개 및 문제점 분석 등 필요 • 대기업과 중소기업 간의 기술격차를 줄이고 협업을 통한 기술상향 전략을 추진해야함 (예: 관련 산업 중점 연구과제의 중소기업 의무참여율 확대 등)
국제협력 촉진	• 선도적인 기술을 보유하고 있는 기업 및 연구소 브랜치를 국내로 유치하여 실무적인 협력을 수행할 수 있는 방안을 제시하고, 또는 국내의 연구개발 인력을 해당 기관으로 파견하거나 또는 해당 기술 인력을 영입할 수 있는 실질적인 방안 필요. 단순히 국내에서 연구개발로 추격하기 보다는 협력을 통한 기술 확보가 더 유리할 것 • 국외의 핵심 기술을 보유한 스타트업들과 국내 기업들이 협업 하며 기술력을 높여갈 수 있는 지원 사업 필요 • 해외 선진 기업 및 기관과의 국제 공동 연구 추진 • 가상/증강현실 기술 중 추격 분야인 센서, 플랫폼, 관련 칩 등과 관련한 국제 협력 지원 조직을 신설하여 글로벌 대기업과의 기술 연계 및 시제품 테스트 등을 지원해 주어야함. 글로벌 대기업의 경우 국내 중소기업에게는 핵심 부품 공급 및 기술지원을 전혀 하지 않아 제품 개발하기 위한 저해요소가 됨 • 글로벌 유수 기관들과 연계한 포럼, 기술세미나 등의 적극적 추진을 통해 글로벌 기술의 소개 및 트렌드에 대한 적극적인 협력 및 분석 필요 • 기술주도 국가와의 전략적 협업(연구인력 교류, 기술이전 등)을 국가 출연연구소 등이 주요 정책으로 지속화해야 함
인력양성 및 유치	• 가상현실 및 혼합현실 관련 핵심 기술은 협업에 의한 연구보다는 독창적인 연구개발이 선행되고 그에 따른 파생 기술이 확산되는 경우가 많으므로, 협력 체계를 구축하기보다 선도 그룹을 고도화하는 방향이 적합. 따라서 산업 전체를 포괄적으로 지원하기 보다는 해당 분야의 사업체나 연구실을 집중적으로 지원하는 것이 효과적일 수 있으며, 이를 위해서 재능 있는 인력양성이나 유치의 선행이 필수적 • 실질적으로 고급 인력이 많지 않은 상황으로, 초급 인력 양성을 위한 대학생 대상의 인력 양성 사업보다는 석박사급 대상의 국내 인력 양성 및 해외 유학생들의 국내 취업을 위한 지원 사업이 필요해 보임 • 연구 실적이나 이론 중심의 인력양성이 아니라 연구역량과 함께 실제적 구현능력을 보유한 고급연구 인력을 양성하는 방향의 정책 필요

	정책제언
	• 가상증강현실 산업의 경우 제조, 소프트웨어, 콘텐츠, 통신 등 다방면의 산업이 융합하여 시너지를 내기 때문에 전문 인력의 네트워킹, 기존 기업의 역량, 인프라 등 산학연이 연계하여 기초/응용기술/인증에 대한 R&D 지원이 가능 • CPND (Contents, Platform, Network, Device) 개념으로 봤을때, C에 대한 인력 양성 프로그램 및 지원 사업은 꾸준한 것으로 판단됨. 나머지 분야, 특히 D에 대한 인력 양성을 위한 노력 필요 • 최근 이슈화 되고 있는 인공지능 기술로 인재 쏠림현상으로 가상/증강현실 분야로 새롭게 도전하는 인력들의 부재 현상 발생. 인공지능 기술과의 접목을 통해 기존의 가상/증강 현실 기술의 한계를 넘는 케이스 발굴 및 새로운 문제 제시로 관련 인력 양성 필요함. 국내 기업, 연구기관, 학계 등의 협력을 통해 인력 양성 및 인력 공급의 선순환 구조화 필요 • 가상/증강현실 특화학과 및 과목개설과 산/학/연을 연계한 기업 수요중심의 프로젝트를 통해 학생들의 기술역량을 강화하고 이를 통한 양성 인력에 대한 고용 창출로 연계할 수 있는 프로그램 필요 • 대학에서의 인력양성이 집중이 되지 않는 경향. 대학에서의 교육과정에 집중도를 더욱 높이는 것이 중요 • 관련분야의 전문대학원 증설, 병역특례 확대 등 실천적 대안 추구
인프라 구축	• 신규 핵심 기술을 연구개발하기 위해서는 연구 인프라를 구축하는 것이 필수적이며, 그 이후로는 산업체가 활용할 수 있는 요소 기술로 세분화된 소프트웨어 및 하드웨어에 대한 기술사업화에 대한 실무적인 인프라가 필요. 이러한 유기적인 체계가 구축되지 않으면 연구 성과를 산업 분야로 연계하기 어려우며, 대부분이 연구를 위한 연구만이 이루어질 뿐 기술사업화를 위한 연구가 원활하지 않음 • 국가적으로 선도적인 실험이나 연구를 위해 연구 집단들이 활용할 수 있는 인프라가 부족한 상황. 지역검점별로 충분한 연구/실험 인프라를 구축 해줄 필요가 있어 보임 • 가상증강 관련 전문연구 기관을 중심으로 관련 인프라 구축 • 기반구축 사업, R&D사업, 다양한 기업지원 사업을 통하여 모바일, 디스플레이, 네트워킹, 통신망 관련 독자적인 기술 및 전문 인프라(장비, 인력)를 구축하고 있으나, AR디바이스와 관련된 표준화, 인증가이드라인이 부족하여 전문적인 AR디바이스 관련 인증 지원을 실시하지 못하고 있음. 이를 해결할 수 있는 전문 인프라 구축이 시급 • VR/AR 산업에서의 인프라는 산업계 협력을 위한 산학연 중심의 얼라이언스 인프라, 인력양성을 위한 교육 인프라, 표준에 기반한 시험/성능 시험 장비/시설 등의 인프라가 필요할 것 • 비즈니스 가능한 산업용 가상/증강현실을 위해서는 각 산업분야의 특성을 반영하고 지속적 기술 지원을 위한 거점 인프라 구축 필요 • 기업 위주의 인프라 구축에 대한 자체 시도는 높음. 그러나 이는 일부 대기업 위주의 인프라 구축임. 사회 전반적으로 인프라 구축을 시도하기에는 다각적인 노력과 여력이 부족. TF등을 구성하여 향후에 곧 실현될 가상/증강 현실의 인프라 구축에 대한 노력이 필요 • 국제협력과 인력양성을 위한 지속적인 전략(관련학회의 국제 활동 활성화, 해당 산업체로의 기초연구 기술 이전 등)개발이 필요

	정책제언
법·제도 개선	• 법과 제도를 조정하는데 있어서, 실제 산업에 중립적인 연구개발 분야의 전문가 자문을 중심적으로 수렴하고 이를 우선적으로 반영해야 함. 대체로 정책에 있어 관련 산업계 전문가 의견이 일차적으로 반영되는 경우가 많은데, 이는 소수의 기업이나 협회의 입장에 따라 협소하거나 근시안적 정책으로 결정될 가능성이 높음 • 연구과제 실패 시 발생하는 페널티를 최소화 해주는 방향으로 법/제도 개선 필요. 이러한 변화가 없이는 보다 근본적이고 기술난이도가 높은 핵심 기술 개발에 대한 도전이 전무해질 것으로 판단됨 • 가상증강기기의 방송통신기자재 등의 적합성 평가 및 휴재전자기기의 전자파 위해성에 대한 규제 완화 • 증강현실 디바이스 관련 기술과 산업은 다양한 분야와 관련되어 관계법령을 일시에 개선하는 것은 용이하지 않으며, 우리나라의 경우 분야별로 각기 다른 정부부처와 관계 법령에 따라 관련 산업을 규율하고 있어 산업 간의 융합이 필수적인 증강현실 디바이스 산업의 육성에 있어 구조적 한계를 지니고 있음. 각기 다른 분야의 기술과 콘텐츠, 서비스 유형이 서로 융합하여 복합적으로 발전할 필요가 있는 증강현실 산업에 있어 이러한 규제 또는 관련 규정의 난립은 중복 또는 사업자의 상당한 비용부담을 초래하여 시장의 진입 또는 발전을 저해. 따라서 관련 산업의 발전을 위하여 과감한 제도개선이 필요한 시점 • 가상/증강현실 콘텐츠 유통/확산을 위한 기존의 콘텐츠와는 다른 기준의 게임물/콘텐츠 관리 등급의 재조정 또는 소비자의 가상/증강현실 디바이스 선택/구매 확산을 돕기 위한 표준 기반의 디바이스 성능/기능 등급체계가 필요 • 개인정보 보호법이 다소 완화되는 움직임으로 이에 대응한 가상/증강현실 서비스 적용에 있어서 문제점 발굴할 필요 있음. 하지만, 개인영상정보보호법 등이 계류되어 있어, 증강/혼합현실 서비스 사용 시 스마트폰의 카메라 활용이 제약 될 우려가 있음 • 가상/증강 현실은 단순 디스플레이가 아니고 생활의 안전에 연관 됨. 예를 들면 증강 현실 기반의 HUD 등이 그러함. 이로 인해 기업이나 연구자들이 적극적인 연구를 수행하기에 법의 문턱이 높음. 관련법을 적어도 연구기반 베이스에서는 완화 필요 • 사전통제보다는 사후관리 측면을 강화하면서 가상/혼합현실 기술의 상용화 및 실용화를 위한 지원제도의 확대 시급
연구비 확대	• 포괄적이고 전 방위적인 분야에 대한 연구지원보다는 발전가능성이 높은 분야를 좁은 범위로 세분화하여 선별하고 우선적이고 집중적인 지원 필요. 예를 들어, 국내에서 게임 콘텐츠 개발 분야보다는 게임 관람 분야의 증강현실화가 성장가능성이 더 높은 상황에서는 게임이라는 포괄적인 분야에 대한 지원은 적합하지 않음. 같은 연구비를 지원하더라도 분야를 보다 특정하고 세분화하여 중점적으로 지원 • 회사나 기관 중심의 혜택 받는 현재의 단순한 과제 중심의 연구비 지원보다는, 연구 인력의 기술력이 향상될 수 있고 지속적인 근무가 가능할 수 있도록 연구원 자체에 지원하는 연구비 항목이 확대 되어야 할 것 • R&D와 실증을 할 수 있는 현장 적용형 과제 지원 확대 • 관련기업 대상 특화 제품화 공동 R&D추진을 통하여 가상/증강현실 디바이스 핵심 부품인 마이크로OLED, 광학계 센서 등 특수 부품 소재분야 경쟁력 강화 및 선진제품 역분석 설계 지원 등에 관한 연구비 확대를 통하여 원천기술 및 상용화기술 확보 시급

	정책제언
	• 부처별/콘텐츠별 단발성의 정부 지원 사업이 아닌 10년 이상을 예상할 수 있는 장기적인 가상/증강현실 산업의 CPND 모두 분야를 동반성장 시킬 수 있는 로드맵 기반의 꾸준한 정부 R&D 지원 사업이 요구됨 • 인공지능 분야 쏠림현상으로 연구비 위축됨. 현재는 작은 예산으로 지협적인 접근을 하고 있으며, 향후 지속적이며 전략적 접근이 가능한 연구예산의 지원 필요 • 단기적인 성과목표의 대학교 등에 지급하는 연구비를 지양하고, 중장기적인 연구비 확대 지원이 국책연구기관과 대학 등의 연구소에 필요 • 해당 기술의 원천기술과 요소기술을 고려하여 국책연구(국가출연 연구소)와 개인연구(연구재단 주관)를 대별하여 선택적 지원제도의 확대 필요
기타 의견	• 가상/혼합현실의 기술들은 대부분 단독 기술로 사업화되기 어려움. 따라서 문화, 의료, 체육, 게임 등과 같이 직접적인 활용이 가능한 영상 콘텐츠 기술 분야와 밀접하게 연결성을 확보해야함. 따라서 정부 정책이나 지원 사업의 경우에 연구개발과 사업화가 이종 이상으로 연계된 융복합 정책 및 과제가 필요하며, 전문 연구소 및 기업의 네트워크뿐만 아니라 개인 단위의 기술력 및 기획력에 대한 광범위한 확보 필요. 단순 기술에 대한 연구개발이 아닌 아이디어부터 제작까지 폭넓은 인재 풀을 확보해야만 국가적인 선도 산업으로 확대될 것 • 서비스 부가가치가 높은 분야와의 응용기술수준의 융복합 개발을 지원하여 다양한 사용자 니즈에 대한 기술개발 경험을 쌓을 수 있도록 지원 사업 필요 • 현재, 증강현실 디바이스와 관련하여 SW나 콘텐츠에 비해 국내 기술이 미진한 것으로 사료되며, 이에 정부차원의 지원이 필요할 것. 특히, 광학계, 센서, 디스플레이와 같은 기술들은 국내의 기반기술이 세계적인 수준이 되고 있음에도 불구하고, 증강현실 디바이스와 관련된 융합기술이 미진함 • 현재의 가상/증강현실 관련 정부주도의 R&D는 콘텐츠 개발 위주의 지원이 주류임. 특성상 가상/증강현실 콘텐츠 개발은 가상/증강현실 디바이스와 이에 종속된 SW 개발 플랫폼과의 종속성을 벗어날 수 없는 구조임. 즉, 콘텐츠 개발과 보급은 외국 가상/증강현실 디바이스를 보급하는 효과를 초래하게 됨. 따라서 국산 디바이스 개발, 이를 위한 개발플랫폼 및 응용 콘텐츠를 연계하여 개발하는 R&D 전략 필요 • 콘텐츠 생성 (스토리텔링 포함) 관련 기술 융합 추진 필요하며, 컴퓨터 그래픽스 분야 기술 협력 필요 • 비즈니스 가능한 산업용 가상/증강현실로의 확산을 위해 IoT, AI 기술과의 융복합 필요 • 가상/증강현실 디바이스 및 이를 구성하는 핵심부품(광학계, 프로세서 등), 각 산업영역별로 서비스와 연계한 가상/증강현실 서비스 지원 시스템 등 • 가상/혼합현실 기술과 IT 인프라의 융합과 전통산업의 복합을 통하여 자연재난과 사회적 재난 및 미래 신종 재난의 예방, 대비를 위한 사회안전망 확대, 강화 정책 연계 필요

다 주요 분석 결과 요약

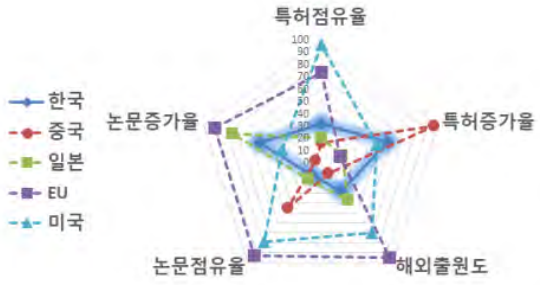
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	가상·혼합현실 기술	5,304	2,075	23.8%	87.0%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

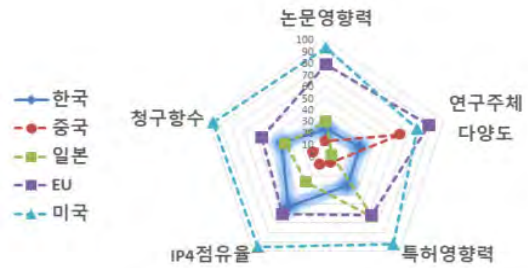
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	미국	미국	미국
	37.2%	31.3%	16.3	12.8
한국	5위	3위	4위	4위
	6.0%	16.8%	5.0	4.8
5개국 평균[2]	-	-	10.9	10.9

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

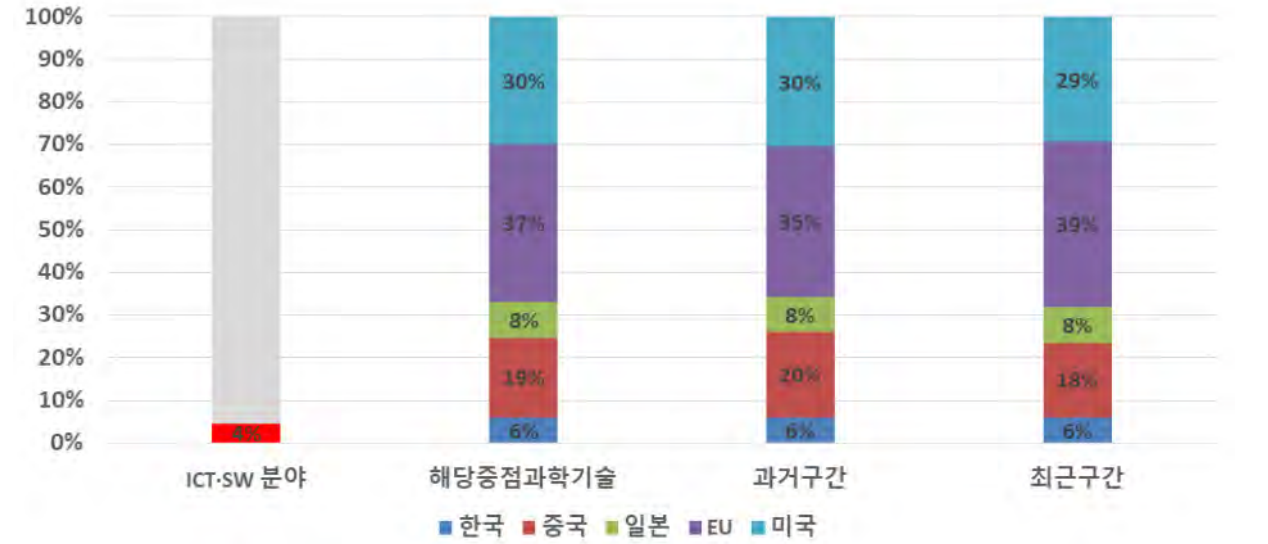
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.0%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(37.2%), 미국(29.8%), 중국(18.7%), 일본(8.3%), 한국(6.0%) 순이며, 논문 증가율은 EU(35.7%)가 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(16.3), EU(12.7), 일본(5.9), 한국(5.0), 중국(2.9) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.96)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(16.8%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(4.8)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 미국(31.3%), EU(24.2%), 한국(16.8%), 일본(14.4%), 중국(13.3%) 순이며, 특허 증가율은 중국(352.0%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.7)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(12.8), 일본(8.4), EU(8.2), 한국(4.8), 중국(0.5) 순이며, IP4 점유율은 미국(13.5%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.0%	18.7%	8.3%	37.2%	29.8%
	논문 증가율	23.9%	7.5%	29.8%	35.7%	19.1%
	논문 영향력	5.0	2.9	5.9	12.7	16.3
	연구주체 다양도	0.85	0.90	0.79	0.96	0.94
특허 분석	특허 점유율	16.8%	13.3%	14.4%	24.2%	31.3%
	특허 증가율	151.5%	352.0%	19.9%	10.9%	125.0%
	해외출원도	1.1	0.3	1.4	3.7	2.4
	특허 영향력	4.8	0.5	8.4	8.2	12.8
	IP4점유율	6.6%	0.4%	3.7%	7.6%	13.5%
	청구항수	6.4	3.7	6.2	7.7	12.5

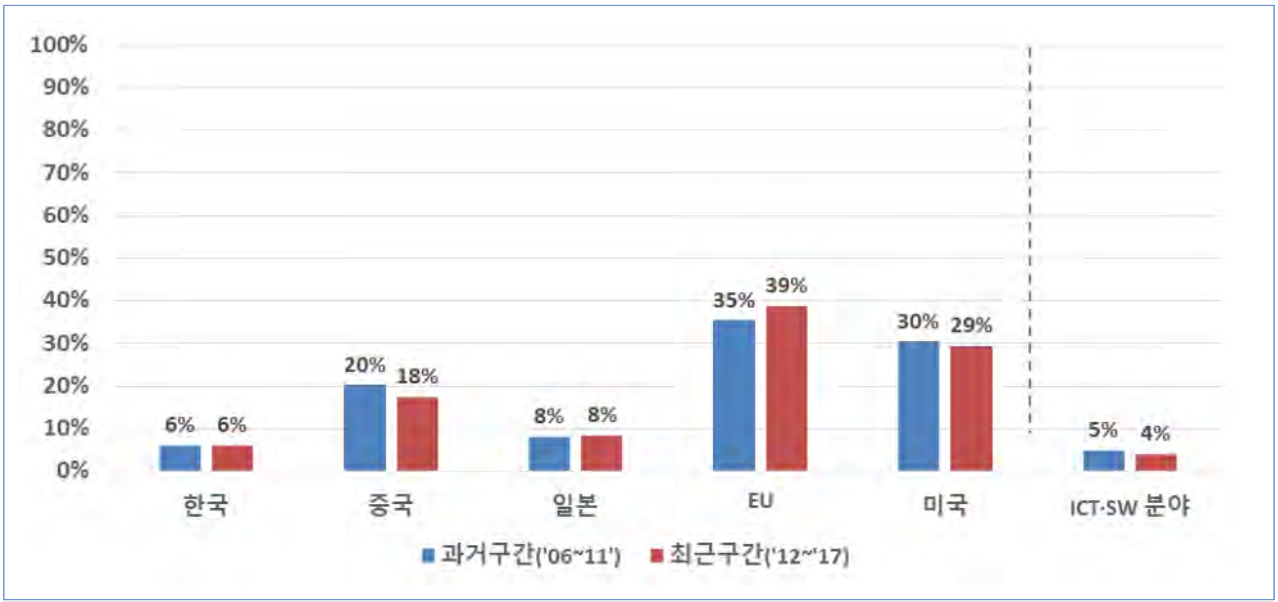
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 가상·혼합현실 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1975건으로 전체 논문의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 가상·혼합현실 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

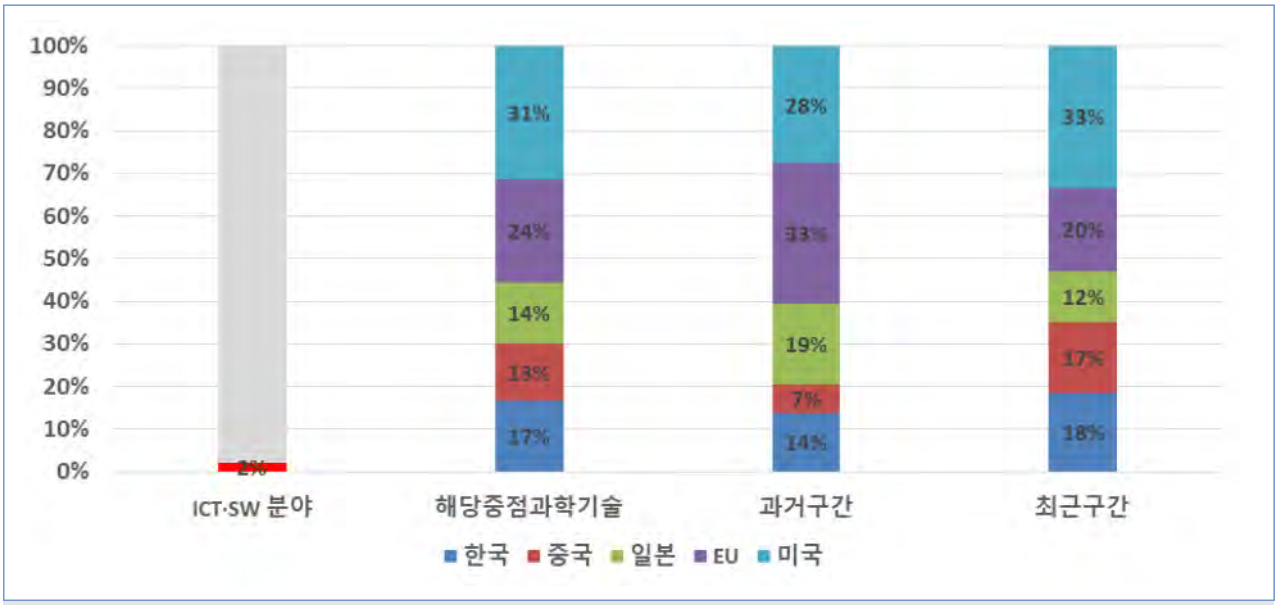


● 가상·혼합현실 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 23.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	142	176	318	23.9%
중국	478	514	992	7.5%
일본	191	248	439	29.8%
EU	838	1,137	1,975	35.7%
미국	721	859	1,580	19.1%
전체	2,370	2,934	5,304	23.8%

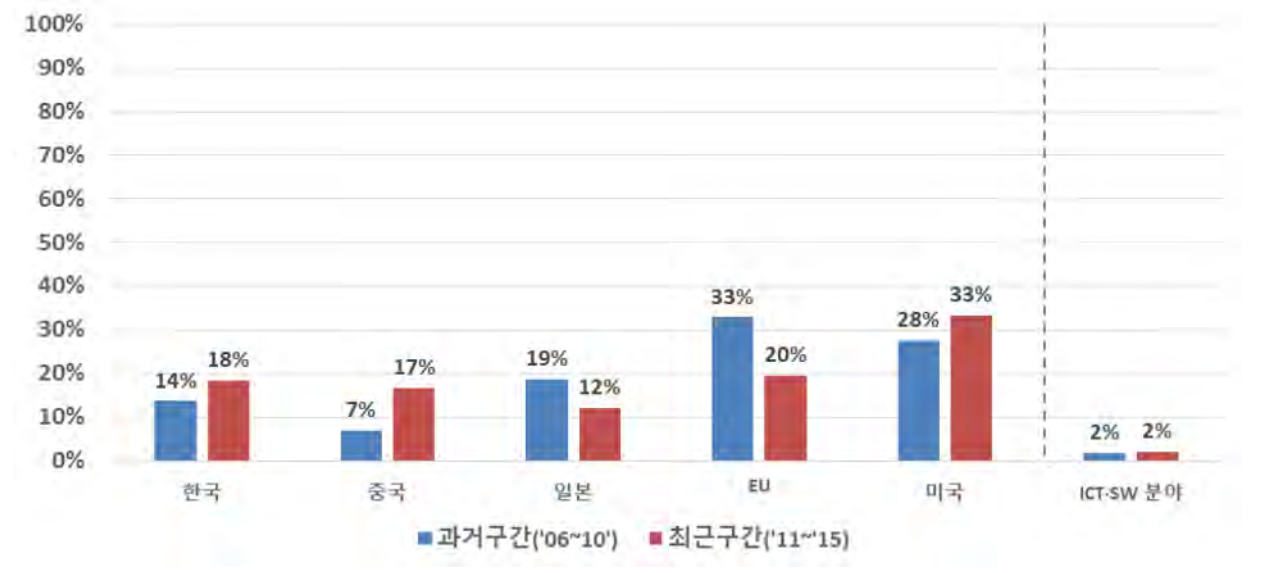
(4) 특허 점유율(전체)



● 가상·혼합현실 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 미국이 650건으로 전체 특허의 31%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 EU, 한국, 일본, 중국 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 가상·혼합현실 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



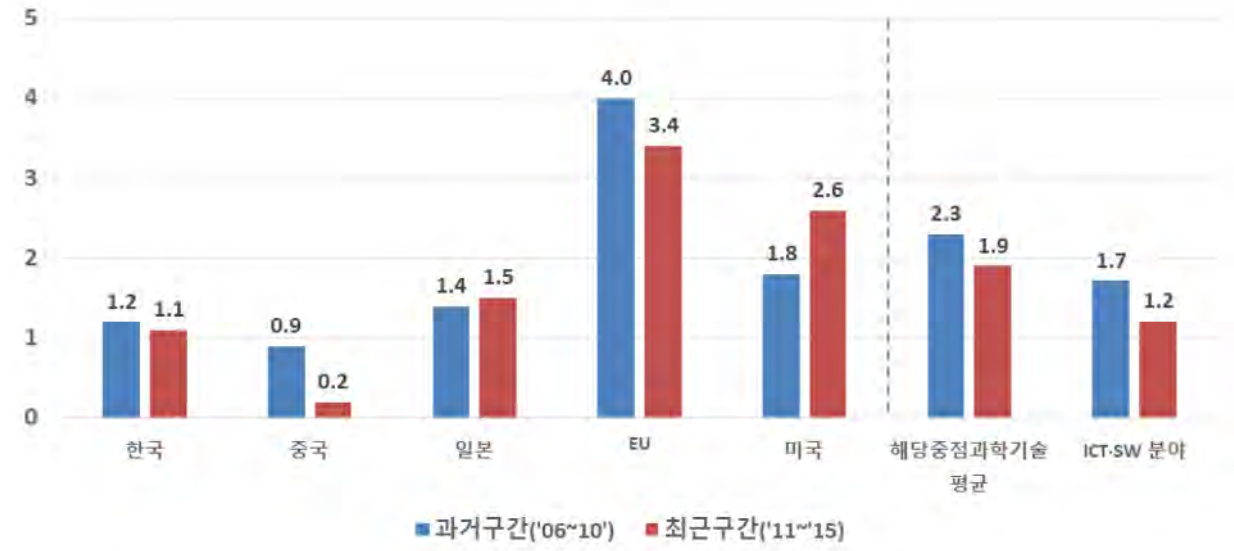
● 가상·혼합현실 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 EU의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 미국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 151.5%이고, 한국은 과거구간에 4위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	99	249	348	151.5%
중국	50	226	276	352.0%
일본	136	163	299	19.9%
EU	238	264	502	10.9%
미국	200	450	650	125.0%
전체	723	1,352	2,075	87.0%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

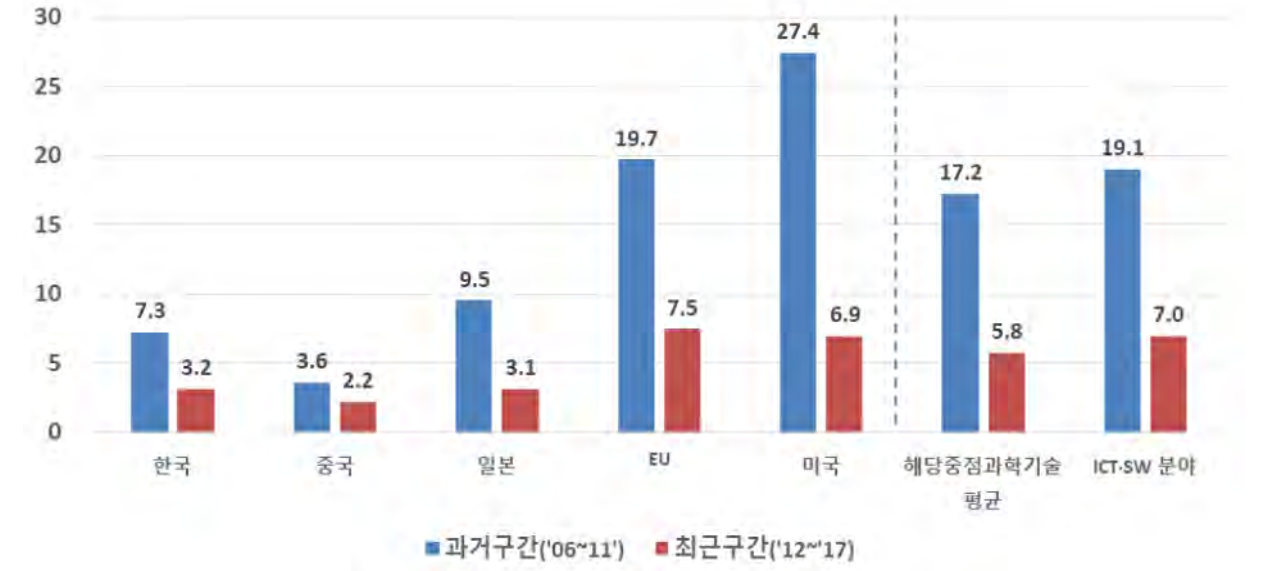


● 가상·혼합현실 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

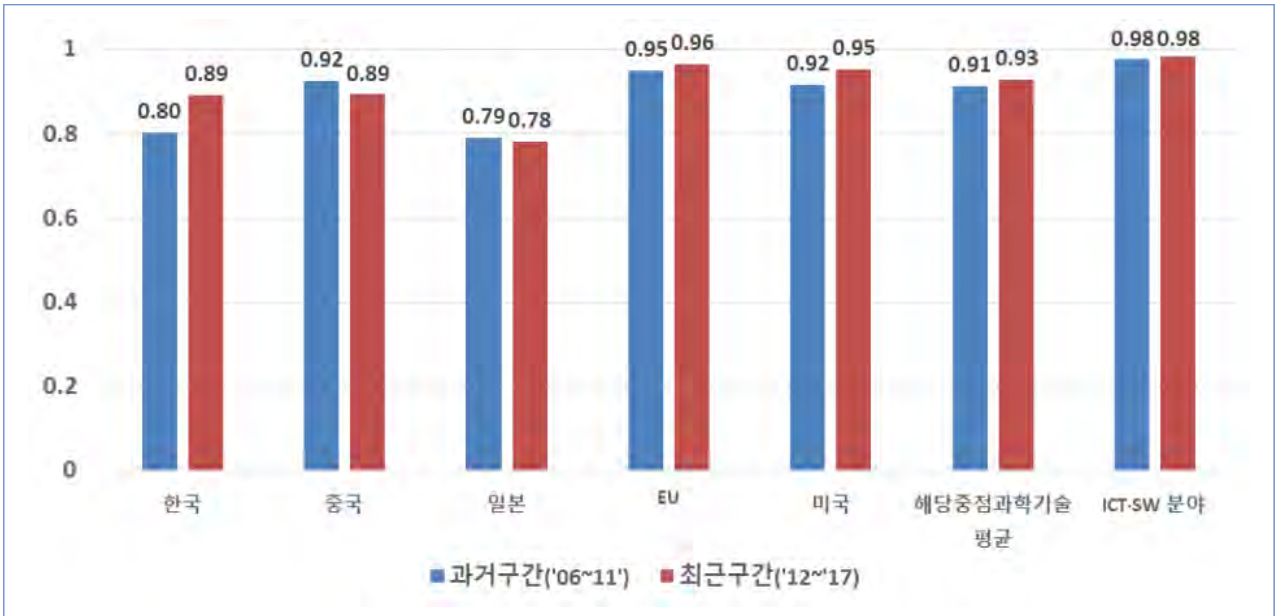
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



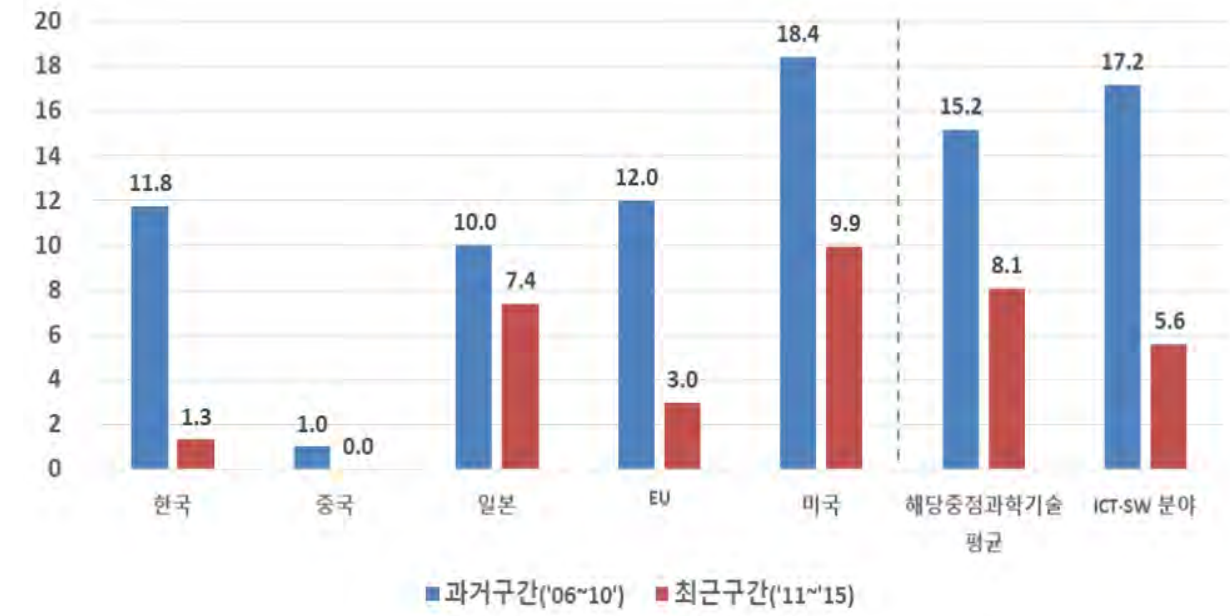
● 가상·혼합현실 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



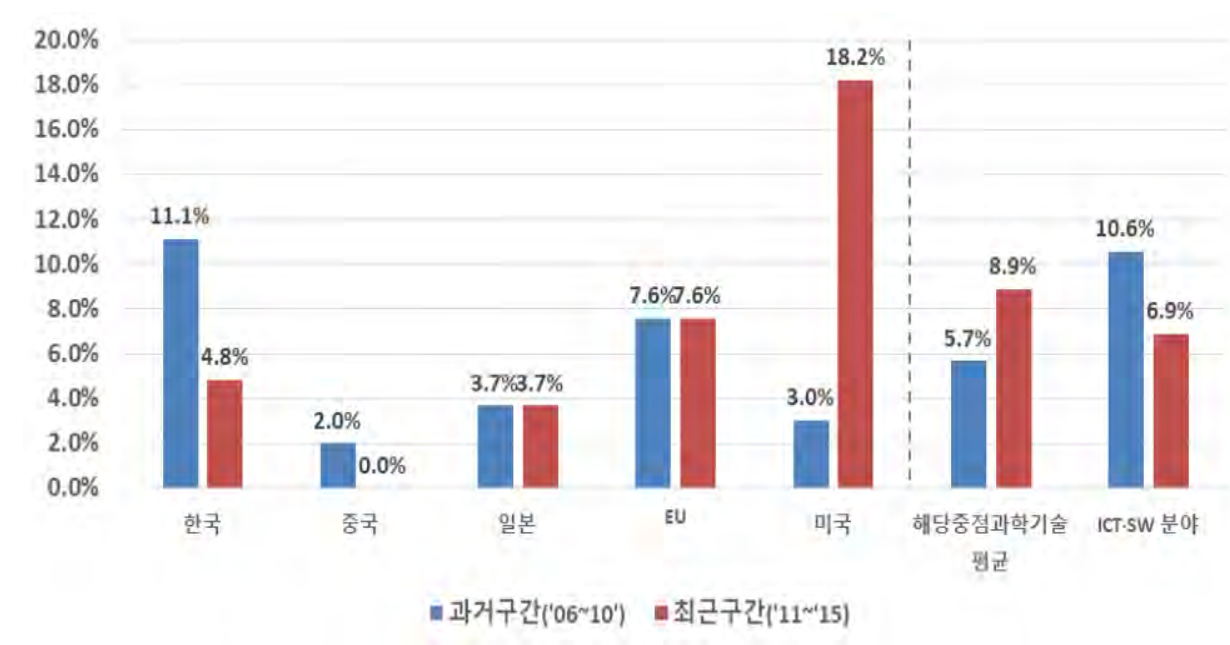
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



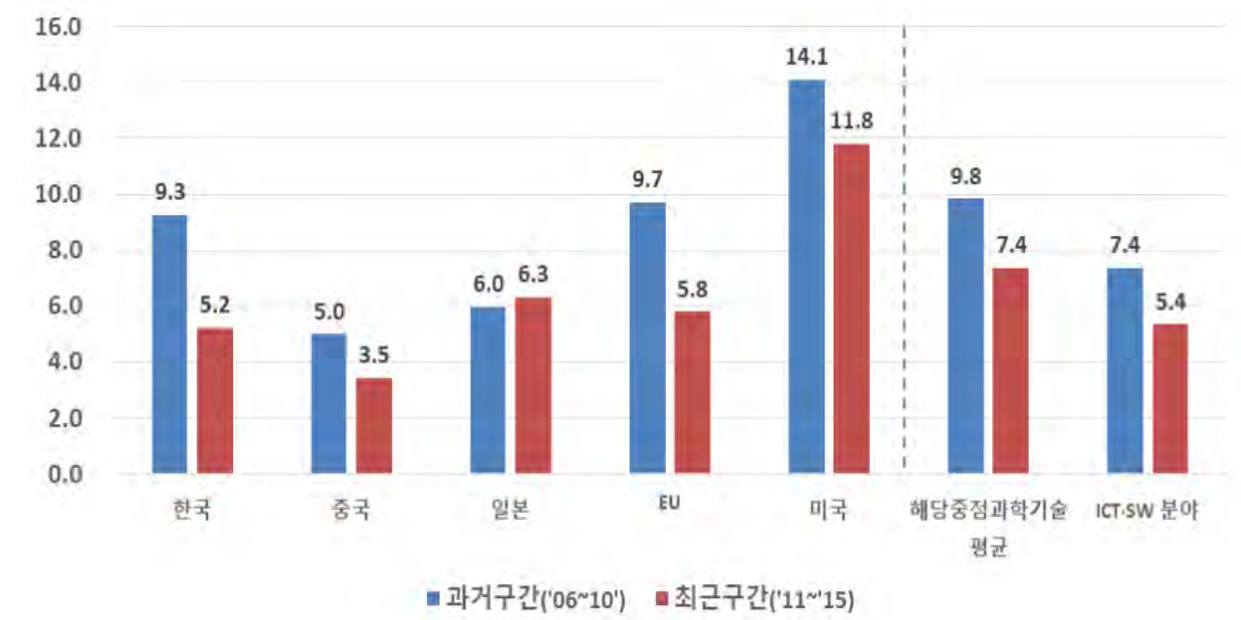
● 가상·혼합현실 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 가상·혼합현실 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 가상·혼합현실 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

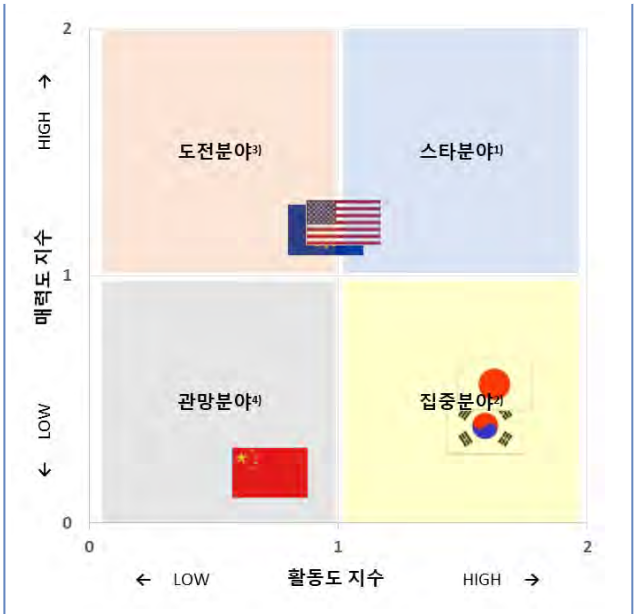
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

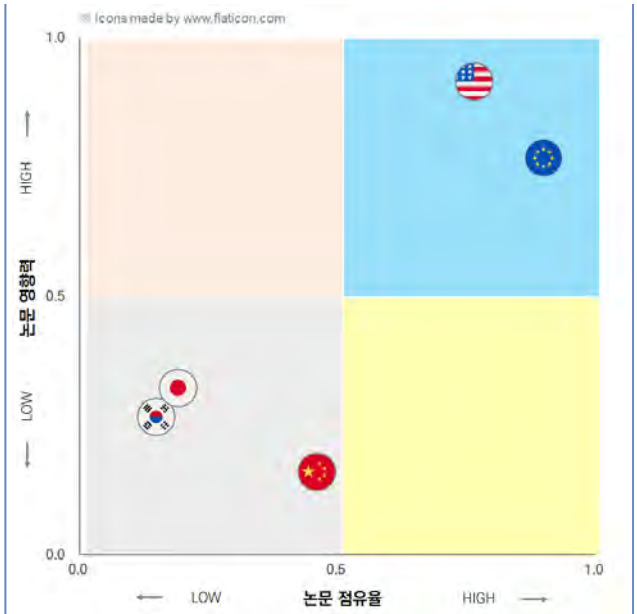
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 가상·혼합현실 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

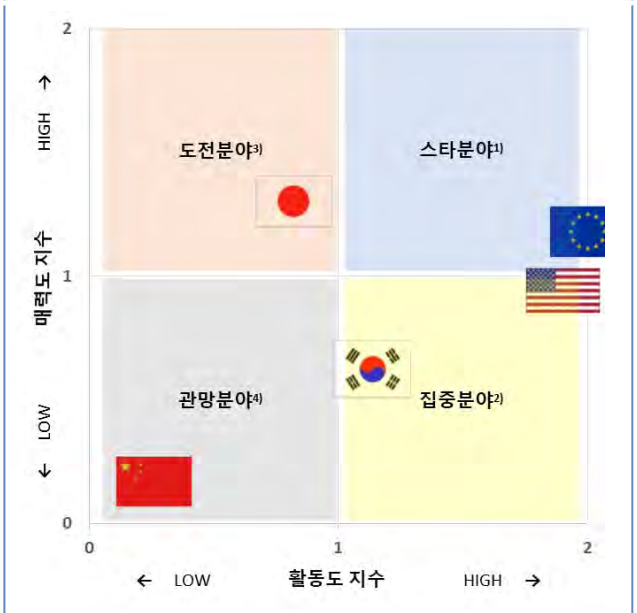


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

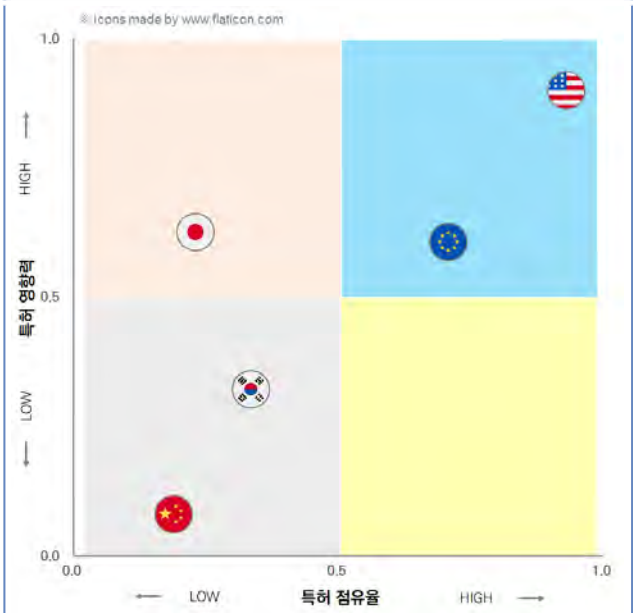
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 가상·혼합현실 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 일본은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.92%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '한국과학기술원'이 4.40%(글로벌 점유율은 0.26%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.10%	0.92%	-18.52%
2	OSAKA UNIVERSITY	일본	7.29%	0.60%	-31.58%
3	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	EU	1.52%	0.57%	133.33%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	중국	2.72%	0.51%	-65.00%
5	UNIVERSITY OF TOKYO	일본	5.69%	0.47%	216.67%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	4.40%	0.26%	-83.33%
2	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.77%	0.23%	100.00%
3	SOGANG UNIVERSITY	3.46%	0.21%	166.67%
4	SEJONG UNIVERSITY	2.83%	0.17%	25.00%
5	YONSEI UNIVERSITY	2.20%	0.13%	500.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TSINGHUA UNIVERSITY	2.72%	0.51%	-65.00%
2	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.42%	0.45%	18.18%
3	WUHAN UNIVERSITY	2.02%	0.38%	-75.00%
4	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.71%	0.32%	-78.57%
5	STATE KEY LABORATORY OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY AND SYSTEMS	1.61%	0.30%	-54.55%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	OSAKA UNIVERSITY	7.29%	0.60%	-31.58%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	5.69%	0.47%	216.67%
3	KEIO UNIVERSITY	3.64%	0.30%	0.00%
4	NARA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.64%	0.30%	66.67%
5	KAGAWA UNIVERSITY	2.73%	0.23%	1100.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	1.52%	0.57%	133.33%
2	INSTITUTE OF MEDICAL INFORMATICS	0.96%	0.36%	1800.00%
3	TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	0.76%	0.28%	-50.00%
4	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.76%	0.28%	-63.64%
5	UNIVERSITY OF OXFORD	0.66%	0.25%	-37.50%

6 미국

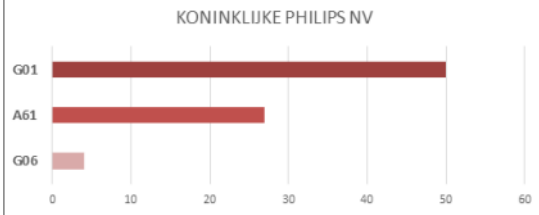
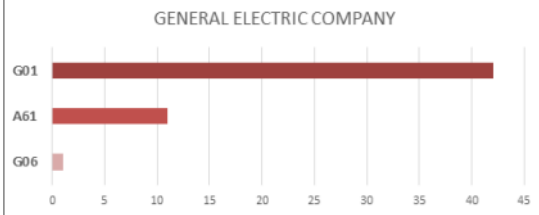
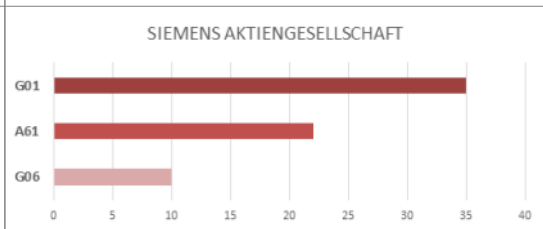
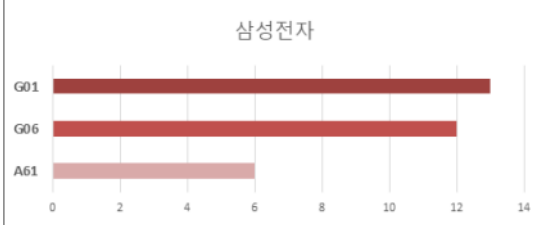
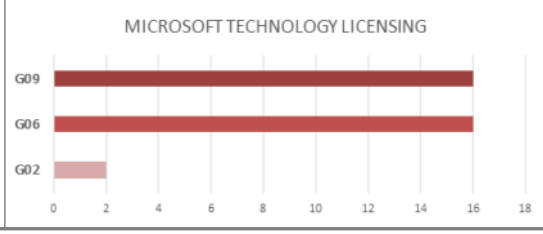
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.10%	0.92%	-18.52%
2	STANFORD UNIVERSITY	1.20%	0.36%	37.50%
3	UNIVERSITY OF MINNESOTA	1.14%	0.34%	25.00%
4	UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA	1.01%	0.30%	66.67%
5	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	0.95%	0.28%	-12.50%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 EU의 'KONINKLIJKE PHILIPS NV(4.48%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 10.34%(글로벌 점유율은 1.73%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'KONINKLIJKE PHILIPS NV'와 '삼성전자'는 G01(광학)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

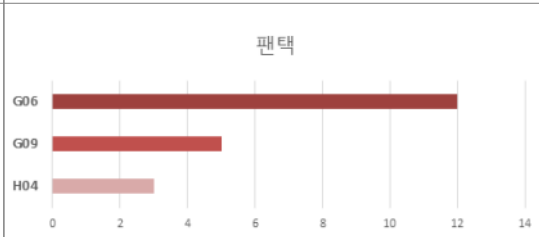
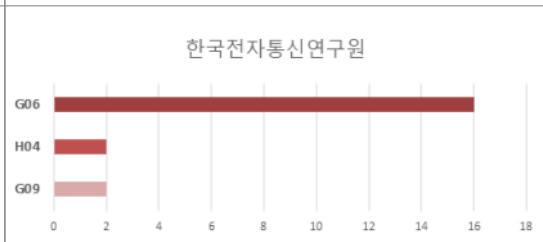
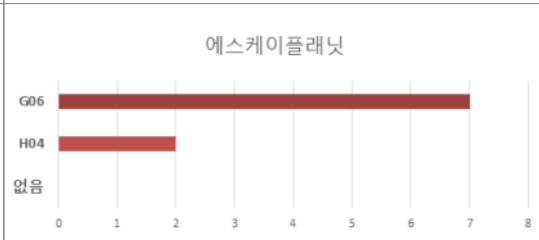
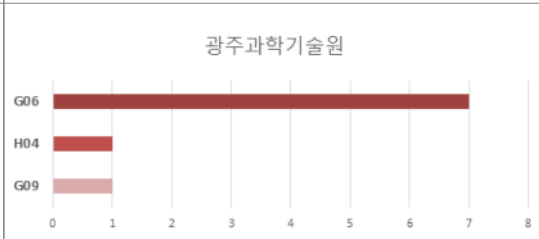
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	EU	18.53%	4.48%	-39.91%
2	GENERAL ELECTRIC COMPANY	미국	8.46%	2.65%	-10.34%
3	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	EU	10.76%	2.60%	-54.00%
4	삼성전자	한국	10.34%	1.73%	1000.00%
5	MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING	미국	5.54%	1.73%	1000.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학

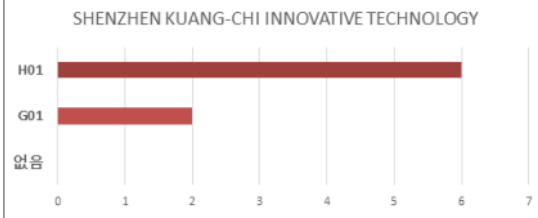
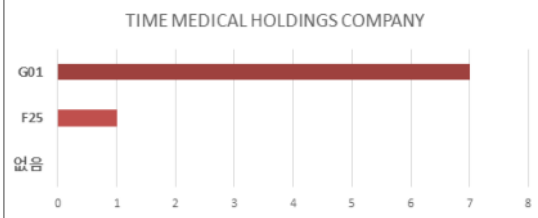
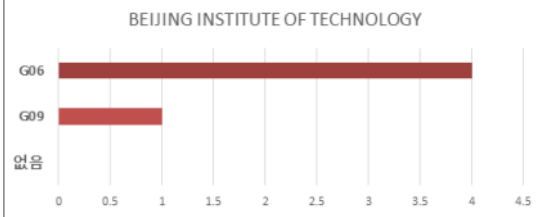
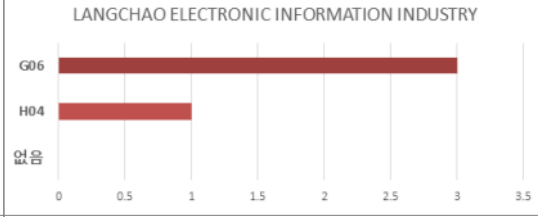
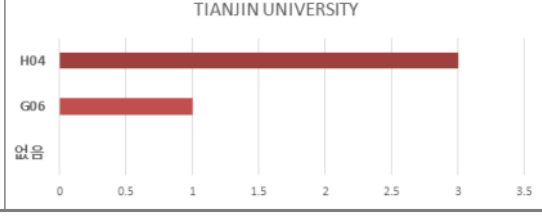
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	10.34%	1.73%	1000.00%
2	팬택	5.75%	0.96%	1900.00%
3	한국전자통신연구원	5.75%	0.96%	85.71%
4	에스케이플래닛	2.59%	0.43%	-71.43%
5	광주과학기술원	2.59%	0.43%	-71.43%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인

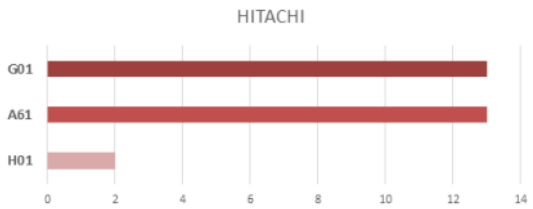
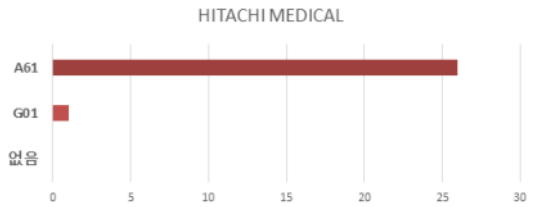
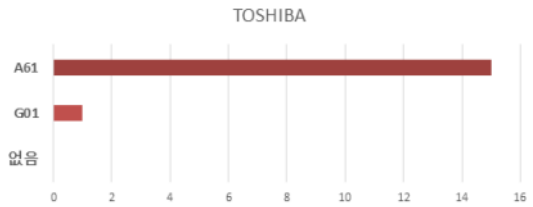
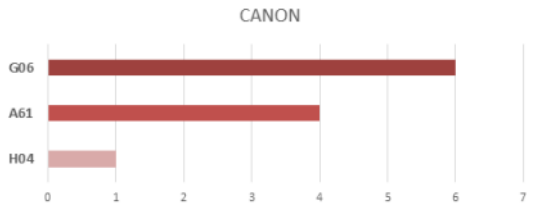
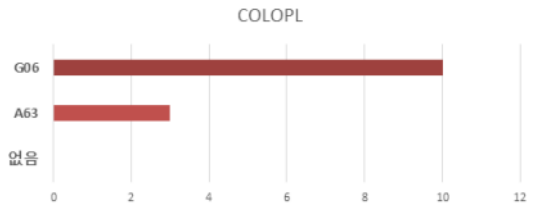
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SHENZHEN KUANG-CHI INNOVATIVE TECHNOLOGY	7.25%	0.96%	-50.00%
2	TIME MEDICAL HOLDINGS COMPANY	2.90%	0.39%	-72.73%
3	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.81%	0.24%	-55.56%
4	LANGCHAO ELECTRONIC INFORMATION INDUSTRY	1.45%	0.19%	-50.00%
5	TIANJIN UNIVERSITY	1.45%	0.19%	-50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H01	기본적 전기소자
		G01	광학
		–	–
2		G01	광학
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
		–	–
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		–	–
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–

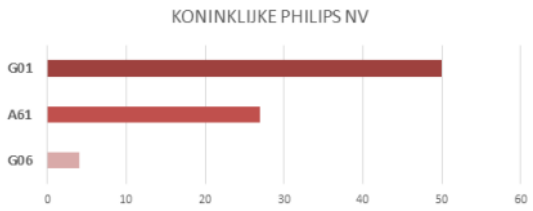
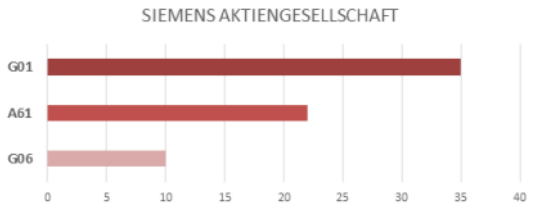
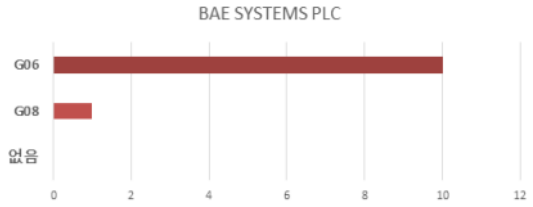
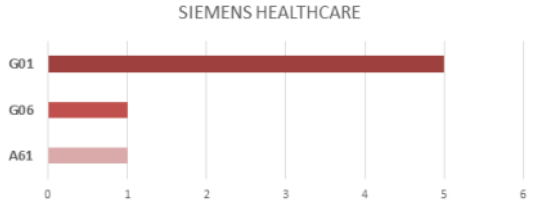
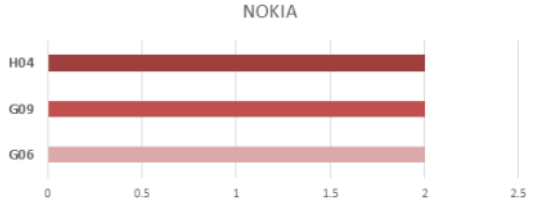
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI	9.70%	1.40%	-29.41%
2	HITACHI MEDICAL	9.03%	1.30%	-20.00%
3	TOSHIBA	5.35%	0.77%	-22.22%
4	CANON	4.35%	0.63%	-14.29%
5	COLOPL	4.35%	0.63%	1200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H01	기본적 전기소자
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		-	-
3		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G01	광학
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H04	전기통신기술
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A63	스포츠; 게임; 오락
		-	-

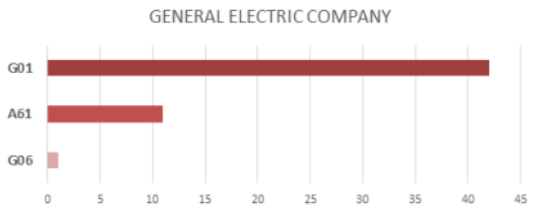
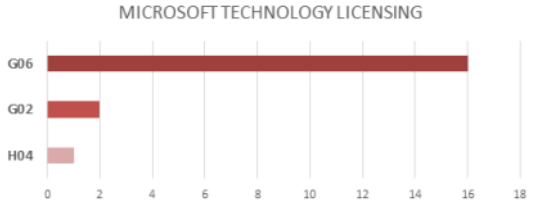
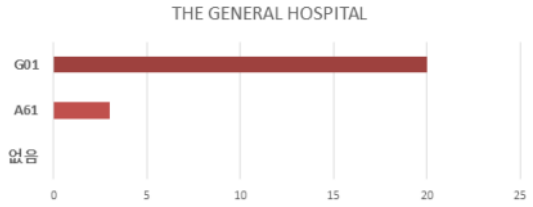
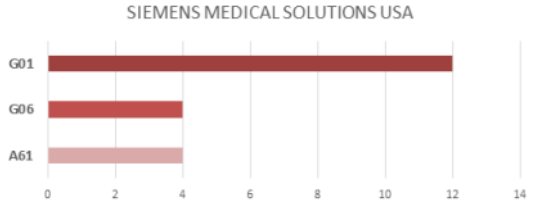
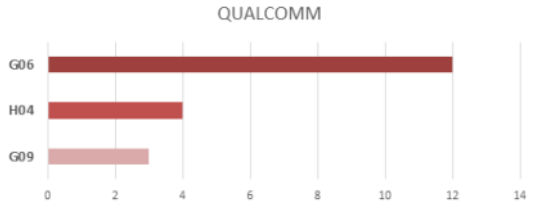
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	18.53%	4.48%	-39.91%
2	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	10.76%	2.60%	-54.00%
3	BAE SYSTEMS PLC	2.19%	0.53%	-100.00%
4	SIEMENS HEALTHCARE	1.39%	0.34%	-100.00%
5	NOKIA	0.40%	0.10%	-33.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		-	-
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		H04	전기통신기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC COMPANY	8.46%	2.65%	-10.34%
2	MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING	5.54%	1.73%	1000.00%
3	THE GENERAL HOSPITAL	3.54%	1.11%	55.56%
4	SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA	3.08%	0.96%	85.71%
5	QUALCOMM	2.92%	0.92%	1800.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		H04	전기통신기술
3		G01	광학
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
4		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인

115 지능형 콘텐츠제작 기술



115 지능형 콘텐츠제작 기술

중점과학기술 개요

- ☑ 콘텐츠의 '기획-설계-창작-편집-구현' 등 제작과 관련된 공정의 Digital Transformation(수작업 공정의 자동화), 지능화 적용 및 장비·환경 제어관리 기술
- ☑ 인간의 수작업에 의존하던 제작방식·공정을 머신러닝 기반 하에 자동화하여 생산의 효율성 증대 및 콘텐츠 제작사의 기술경쟁력 확보에 기여
- ☑ 콘텐츠 제작현장과 운영현장에서의 장비·환경에 대한 통합제어기술을 개발하여 열악한 제작환경의 업그레이드 및 안전 증대, 관리효율 증대 기대

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

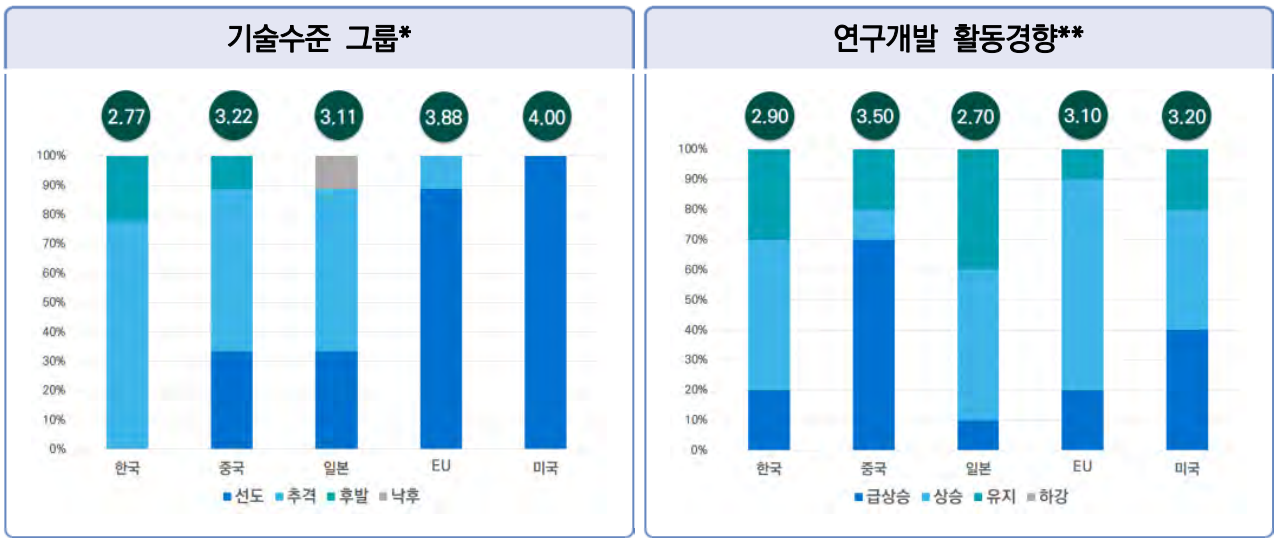
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	75.0	2.5	추격	보통	보통	상승
중국	80.0	1.5	추격	우수	우수	급상승
일본	80.0	2.0	추격	우수	우수	상승
EU	90.0	0.5	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	72.5	3.0	75.0	70.0	80.0	4.7	2.5	2.0	3.0	1.2
중국	80.0	2.0	80.0	75.0	90.0	9.7	1.5	1.0	3.0	1.3
일본	77.5	2.0	80.0	70.0	85.0	8.8	2.0	2.0	2.0	0.8
EU	90.0	0.5	90.0	90.0	94.0	4.5	0.5	0.5	0.5	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

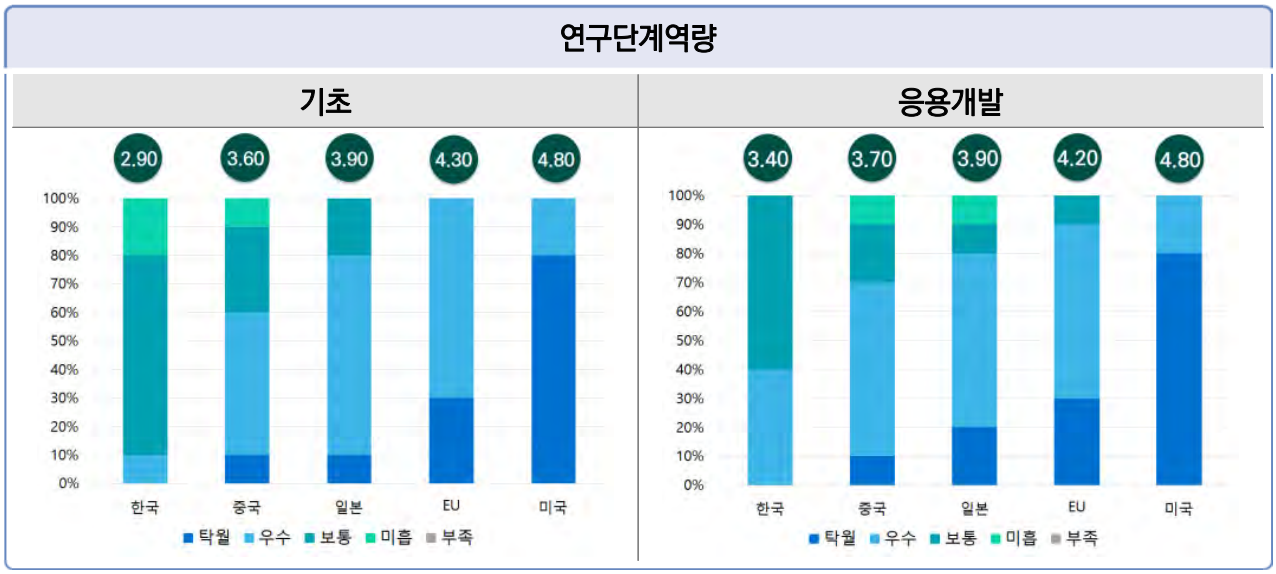
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (75.0%)	• 기술 수준은 미국과 유럽의 선진국에 비해 약간 미흡하지만 학계에 좋은 인력 풀이 많이 있고, 기업 연구소에서 최근 집중적인 투자를 하고 있어 기술 격차 감소 중 • 최근 산학연 전 분야에서 인공지능에 대한 뜨거운 관심이 높으나 국가의 법적, 제도적 지원이 부족하고, 연구 환경이 개선되지 못하고 있음. 과학기술에 대한 정부인식이 바뀌지 않고서는 단순 예산 투자만으로 한계가 분명함 • 정부·기업 중심의 대규모 투자 • 상대적으로 데이터 수집이 용이 • 대기업 중심으로 서비스 플랫폼으로 확장하고 있으나, 콘텐츠와 빅데이터 간의 융합능력이 떨어져서 지능형 콘텐츠 산업의 속도가 급격히 감소 • 응용연구가 강조됨에 따라 선도적 기술 개발이 어려움 • 낙후된 콘텐츠 제작 환경으로 인해, 새로운 기술을 시장에서 도입하려는 의지가 없음 • 게임/영화/방송 등 모든 분야에 걸쳐 노동력에 대한 의존성이 크고, 그 비용이 기술 도입에 따른 리스크에 비해 매우 낮음 • IoT와 콘텐츠 연동 서비스
중국 (80.0%)	• 기술 수준은 미국과 유럽의 선진국에 비해 약간 뒤처지나 최근 방대한 규모의 정부투자 및 민자의 투입으로 급속한 성장 보임 • 바이두를 필두로 전국가적 차원의 인공지능 분야 연구지원과 다양한 해외교류를 통한 선진기술 습득 및 벤치마킹으로 과거와 다르게 매우 빠르게 성장 • 미국에 진출한 중국연구원들이 지능형 콘텐츠 분야의 기술에 매우 많은 참여 (얼굴인식 AI는 중국이 현재 최고 수준) • 높은 수준의 연구인력 보유, 다만 국외 인력과 중국내 인력 간 연구 능력 격차 존재 • 미국에 비해 기업의 제품화 및 연구 능력, 개발 환경이 떨어짐
일본 (80.0%)	• 기술 수준은 미국과 유럽의 선진국에 비해 약간 미흡하지만 학계에 좋은 인력 풀이 많이 있고, 특히 휴머노이드와 자동작곡/음악생성 등에 대한 기술력이 뛰어남 • 딥러닝 프레임웍을 공개할 정도로 인공지능 분야에 대한 투자와 관심이 높고, 기존 선진 로봇산업과 함께 전국가적 연구지원으로 격차 적음 • 지능형 캐릭터가 홀로그램, 로봇으로 확장 • 정부 지원정책, 소사이어티5.0 등 • 게임을 제외하고 이렇다 할 대표 콘텐츠가 없음. 게임 인공지능 등 특정 분야에 한정되어 연구가 이루어짐 게임 분야로 한정하더라도 연구 개발에 소극적인 면이 있음 • 상황인지 기반 콘텐츠 서비스 기술 개발
EU (90.0%)	• 미국과 비교하여 상대적으로 기술 수준 및 투자가 조금 미흡하나 마찬가지로 기업 연구소 위주로 관련 분야의 육성에 대한 의지가 큼. 또한 정부의 투자도 상대적으로 매우 규모가 큼. • 미국과 더불어 최신 연구동향을 선도하는 기술이 계속 발표되고 있음 • 스타트업 활성화 • 자율주행, 홈IoT 등 새로운 환경에서의 미디어 소비, 생성에 발 빠르게 대처 • 풍부한 연구 인력을 보유

국가 (기술수준)	판단근거
	• Google, 아마존, 바이두 등과 견줄만한 기업이 적어 시장에서 활발한 연구개발이 이루어진다고 보기는 힘듦 • EU IST 프로젝트 기반 연구개발 추진
미국 (100%)	• 지속적인 투자 및 특허 등의 연구 성과와 함께 초기 실용 수준의 서비스를 선보임 • Google, Facebook, 아마존, Adobe 등 민간기관에서의 대규모 집중투자로 인력, 자본, 데이터 등 모든 리소스를 독점하다시피 하여 월등한 경쟁력을 가지고 있음. • 단기적 성과 보다 장기적 관점에서 연구를 수행할 수 있는 제도적, 행정적 지원과 실패도 용인되는 연구지원환경으로 탄탄한 기초부터 다양한 분야의 응용까지 깊은 연구 및 기술적 뼈대가 완성되어 있고, 이를 바탕으로 끊임없는 다양한 연구지원을 통한 선도적 결과 창출하는 선순환 구조 • 글로벌 선도기업 중심 연구 기반 구축 • 넷플릭스와 유투브, Facebook을 중심으로 AI기반의 콘텐츠 추천을 이미 진행하고 있으며 아마존은 AI서비스부분에서 시장점유율이 1위 • 대규모시장자본이 이끄는 뛰어난 원천/연계응용연구 • 연구수준, 창의성, 경쟁력, 상업화 모두 우수 • VR/AR 등 차세대 실감 미디어에 대한 지속적 투자와 제품화에 적극적인 기업 • 미디어 분석 기술 등에 인공지능 기술 도입에 적극적 • 풍부한 연구 인력 • AI 가반 기술력 보유 및 AI 엔진 활용 콘텐츠 서비스 • IT major 회사의 지속적 성장 (예: Apple, 아마존 등)

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 아이디어 구현 • 최근 기존 대기업들의 인공지능 분야에 대한 관심과 네이버, SK 등의 지원으로 관련 분야에 대한 전국가적 관심도 증대 • 거의 모든 연구 분야 및 학계에서는 인공지능을 접목한 연구가 빠르게 진행 • 콘텐츠 분야가 최근 활발히 성장 기술 개발의 필요성을 인지 • 관련 분야 관심도 급 증가 • 다수의 우수 인력풀 확보 • 정부·기업 중심의 대규모 투자	• 유행에 따라가는 연구. 원천이 없는 응용연구 위주로 이루어져, 시연용 데모프로그램 이상의 경쟁력 있는 기술을 만들기 어려움 • 최소 5~10년 이상의 연구가 이루어져야 하며, 원천연구를 위주로 하여 연구주제의 자율성이 주어져야 함 • 기존 기술력의 한계와 빅데이터 기반 산업을 선도할 주체가 없음 • 정부의 법적, 제도적 지원이 부족하고, 과학기술에 대한 이해도가 떨어짐 • 기술 개발 역량을 갖춘 기업이 소수 필요성은 인지하고 있으나, 현재까지는 전통적인 콘텐츠 제작, 배포에 초점 • 지속적인 R&D투자 미흡 • 관련 빅데이터 구축 미비

국가	강점분야	기타
중국	• 미국만큼은 아니지만 꾸준히 원천연구가 이루어지고 있었으며, 정부와 기업의 폭발적인 지원 아래 양적/질적 연구가 진행 • 대규모 자본을 바탕으로 유럽과 미국에서 관련 인력 및 특허/기술을 매입하고 있음 • 중장기적 기술 투자 • 대인구와 체제의 이점으로 단시간 원하는 빅데이터 수집 가능 • 해외파 연구인력 확보를 통한 바이두, 알리바바 등의 연구, 기술력 증대 • 전국가적 연구지원으로 인공지능 분야의 급성장 주도 • 바이두, 알리바바 등 중국 기업의 약진 최근 연구 능력 급상승, 인력풀의 확장, 공격적인 인재 영입 위 요소들로 인해 기술 개발 환경이 갖춰짐 콘텐츠 분야 (게임, 영화, 등)에서의 기술 개발을 통해 선도 그룹을 추월하려는 의지가 강함	• 기초기술, 인프라 • 연구 인력 간 연구 능력 격차가 큼 • 자체 개발 기술에 대한 신뢰성이 낮음 • 중장기적으로 추이 분석이 필요한 분야에 대해서는 약간 미흡
일본	• 원천분야에서의 기술력. 플레이스테이션을 비롯한 자체 콘텐츠 플랫폼이 널리 보급되어 있으며 독자적인 시장 구축 • 서비스 목적에 맞는 연구 • 중장기적 기술 투자 • 시장성, 성장 가능성 • 기존 선진 로봇산업과 더불어 인공지능 연구에 대한 전국가적 관심과 지원 • 몇몇 선도 기관의 기술력 • 기술 개발을 선도하는 그룹중 하나임 게임, 영화, 방송 분야를 리딩하는 SONY가 높은 기술력을 보유 다수의 게임 업체에서 새로운 기술 도입에 적극적 • 응용기술은 우수한 편 • 휴머노이드 및 음악관련 연구의 오랜 전통	• 기존 서비스에 대한 종속성이 강함, 실험적인 서비스에 인색 • 기술력, 정부규제 • 인력풀의 한계 • 인공지능 핵심 알고리즘에 대한 기술력은 파악이 안됨
EU	• 원천분야에서의 기술력 • 중장기적 기술 투자 • Google, Facebook 등 미국 기업의 빅데이터 및 인프라를 활용할 수 있는 환경 • 세계 선진 연구기관의 기술력 • 전통적으로 영상 처리 기술 강국 신규 기술 개발에 적극적임 • 인공지능 핵심 알고리즘에 대한 기술력과 관련 빅데이터 보유 현황은 우수	• 대규모 적용 플랫폼 부족, 데이터 부족 • 시장규모 미흡 • 콘텐츠 분야를 대표하는 대기업의 부재 • 관련 빅데이터 보유 현황 약간 미흡

국가	강점분야	기타
	• 뛰어난 인력풀 확보 • 글로벌 기업의 전략적 투자 • 문화적 전통에 기인한 창작 활동에 대한 거대 정부 연구비	
미국	• 딥러닝이 유행하기 전, 기반 수리학문적 기반과 연계 원천 연구가 꾸준히 진행되어왔음. 이에 딥러닝 흐름을 적극적으로 선도하고 있음. Google, 아마존 등의 기업 역시 단순한 응용서비스 구현이 아니라 원천연구에 지속적 대규모 투자와 인력 채용을 진행하고 있음. • 세계적 수준의 인공지능 연구자들을 거의 보유하고 있으며, 세계적 기업들과의 연계된 연구를 통해 계속적인 신기술 창출 • 전 세계 대상 서비스 업체들의 방대한 빅데이터를 기반으로 한 연구 가능 • 법적, 제도적 지원 환경으로 선진기술의 다양한 환경에서의 실험 및 테스트 가능 • 모바일뿐만 아니라, VR/AR 선도 기업들과의 공동연구 통한 신사업/신시장 분야 선도 가능 • 기존 콘텐츠 분야 선도 기업들과의 협업을 통한 기존 노하우와 인공지능 기술의 결합으로 시너지 극대화 가능 • 유명 콘텐츠 기업 대부분이 속해 있음 • 지능형 콘텐츠의 기반 기술인 인공지능 알고리즘 기술력 매우 우수, 기술의 근간이 되는 관련 빅데이터 수집 및 분석 능력 매우 우수한 인프라 보유 • 거대 창업 자본에 힘입은 우수 스타트업 발굴	• 최고 기술수준이 실제 적용 서비스에서 아직 사용자에게 불만족

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	6위	5위	2위	4위	1위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 산학연 관련 연구자, 업계 종사자들이 협력을 촉진할 수 있는 콘소시엄 형태의 대규모 과제 지원 • 다양한 관련 세미나/학회 등을 통한 산학연 교류 확대 필요 • 연구협력 체계구축, 연구데이터관리 필요, 데이터 공유/생성/거래 활성화 방안 • 원천기술 R&D 보다 국제적으로 앞서가는 엔진을 이용한 다양한 응용기술협력

	정책제언
	• 콘텐츠 제작자 및 유통사와 밀접하게 연관된 기업을 위주로 하청을 통해 기술개발이 되고 있으며, 패쇄적인 플랫폼으로 인해 활발한 상호 협력은 현재 불가능함. 다양한 방안들이 나오고 있으나, 각 플랫폼사가 보유한 데이터를 상호 공유하는 것이 우선 • 기업, 개인 중심의 새로운 아이디어 도출 및 구현 협력 체제 구축
국제협력 촉진	• 지능형 콘텐츠 관련 국제 공동 연구 지원, 지능형 콘텐츠 해외 진출 지원, 3D 지능형 콘텐츠 국제공동제작 지원 • 관련 분야 종사자들의 현지 분위기/연구 환경 답습 및 연구교류를 위한 교육/공동연구/파견 등에 대한 지원 확대 절실 • 주제별 연구협력 체계 구축(사용자, 게임 장르별), 법/제도의 차이에 따른 연구 방법 및 전략 필요 • 오픈소스형 원천 R&D기술과 논문들에 대한 협력 • 국내는 국제협력위한 계약 협의, 조건이 연구원에 의해서 이루어지고 있으나 해외대학 및 기관은 법무팀 및 대외협력팀에 의해서 이루어지고 있어 행정 지원 필요. 또한 국내 규정과 국제 관행이 맞지 않는 부분에 대한 규정 조정 필요 • 표준화 추진 협력
인력양성 및 유치	• 지능형 콘텐츠 관련 인력을 양성하기 위해 IT 전문 인력뿐만 아니라 디지털콘텐츠 제작 인력, 기획 인력 등에 대한 인력에 대한 지원 필요 • 연관 전공(컴퓨터/데이터 사이언스, 전기/전자공학, 통계학 등)의 학부/대학원 정원 확충 필요 • 관련 우수인력의 계속되는 유출문제는 결국, 연구자에 대한 안정적 연구 환경 조성 시급 • 인공지능을 활용할 분야의 인력 양성 필요(게임기획, 캐릭터 디자인, UI/UX, 스토리 등) • 대학의 기초학습과 기관의 전문교육을 하나의 프로그램으로 운영해야하며 커리큘럼과 진행은 기업중심으로 맡기는 산·학·관 인력양성 필요 • 창작 및 상상력에 대한 인력양성 필요 • 대학교수 재교육 기회 확장 • 인턴십을 위한 기업 협조 • 연구와 교육에 몰입할 수 있는 분위기 조성 • 인재양성을 위한 안정적인 연구기반 마련
인프라 구축	• 다양한 지능형 콘텐츠 생성, 유통 및 확산을 위한 플랫폼 구축 지원 • 인공지능 연구/개발의 핵심인 데이터(수집, 처리, 저장, 접근), 인력(교육, 연구), 장비(컴퓨터 클러스터)가 일괄적으로 관리, 운영되는 인프라 구축 • 우수인력 및 관련분야 연구 인력이 안정적으로 연구에 전념할 수 있도록 연구 환경 조성이 절실, 결국 연구비 및 법제도와 연계된 해법 필요 • 1단계: 연구 전용 플랫폼(독립시험) 2단계: 개발과 시험 그리고 경험이 가능한 리빙랩 3단계: 글로벌 환경 기반 시뮬레이션(글로벌 데이터 확보 및 테스트 지원) • 클라우드를 기반으로 하는 교육과 인프라가 확대되어야 국제 경쟁 가능. 현재의 오프라인중심의 지능형 콘텐츠제작과 결과는 앞으로 경쟁력을 상실할 것 • 연구원 없는 연구동이 지방에 많음. 운용 인력 및 연구 인력이 없어 방치되는 장비 많음. 단순 실적 위한 건물, 장비 구입 금지 • 데이터에 대한 표준화를 바탕으로 자유로운 활용이 가능해야 함. 콘텐츠 제작 과정에서 발생하는 다량의 데이터에 대한 일원화된 관리 및 활용을 위한 인프라 구축 필요. 현재의 패쇄적인 환경은 이후 기술 개발에 가장 큰 허들

	정책제언
	• 콘텐츠 제작 및 전시, 실험 환경 구축 필요 • 기업과 대학의 mis-match를 줄이기 위한 정부 노력 절실 • 산업양성을 위한 테스트베드 구축과 운영을 위한 리빙랩 운영
법·제도 개선	• 정부 출연 연구소가 정부 지원에 있어 단기 목표에 따른 성과 중심으로 흐르게 하는 PBS 제도 폐지 또는 개선, 지능형 콘텐츠에 대한 지재권 분쟁을 사전에 방지하고 관련 문제를 해결하기 위한 법 제도 제정 • 인공지능의 핵심 응용 분야 중 하나인 의료연구/산업에서 원격진료가 법적/제도적으로 허용된다면 많은 서비스/응용에서 인공지능의 선도적 역할 가능 • 다양한 분야의 빅데이터 확보를 위한 법제도 개선 절실 • 사회공공분야 등 정출연의 역할이 중요한 분야에 대한 빅데이터 수집 역할 할당 • 1-2단계 적용이 가능하도록 법과 제도 개선,(보험, 데이터 보안, 프라이버시 등) 글로벌 법/제도 시뮬레이션 제공 • 창작가들을 보호하는 차원을 벗어나 지능형 AI로 만들어지는 다양한 콘텐츠에 대한 저작권 관련 법제도개선이 매우 시급 • 연구기관의 독립성 보장. 과학자에 의한 연구 방향 설정. 단기실적 및 홍보용 연구 금지. 전자신문 및 유행에 따른 연구 금지. 중장기 연구과제 수립 • 저작권, 초상권 등 제작자의 권리 보장은 매우 중요하나, 연구개발 단계에서부터 이를 고려해야 하기에 데이터의 수급 및 활용에 한계가 있음. 저작권에 대한 확대 해석을 통해 활용 가능하도록 해야 함
연구비 확대	• 지능형 콘텐츠 제작에 필요한 콘텐츠 데이터 확보에 필요한 연구비 지원 확대 • 인공지능 기술의 low-level 구조뿐만 아니라, 콘텐츠제작에 응용할 수 있는 연구과제 확대 - 정출연의 국가 선도적/HRHR과제 확대 및 역할 정립 • 다양한 인공지능 응용 연구에 대한 연구과제 확대 • 사업양성을 위한 첼린지형 지속발전 모델에 일관된 투자 • IT + 콘텐츠 = 지능형 융합서비스로 하나의 중심 연구가 아니라 복합연구가 진행돼야하기에 연구비를 한 주제에 기존보다 2~3배로 투입해야만 결과를 얻을 수 있음 • 우수 연구 과제에 한하여 연구비 확대 필요. 연구 과정에서 일시적 연구비 잔액이 남더라도 페널티 부여 금지. • 콘텐츠 시장의 규모에 비해 연구비 규모가 매우 작음. 뿐만 아니라, 시장에서 기술 개발의 위상이 매우 낮아 신규 기술의 개발 및 적용에 대한 의지가 있는지 의문 • 대규모 프로젝트, 산학연 협력 기반 추진
기타 의견	• 정부차원/국책연구소 차원 3D데이터(인체, 객체, 건물, 지형, 기타 다양한 게임/VR/AR 콘텐츠) 생성/확보 및 DB구축 기술 연구 사업 • 인공지능 기반 콘텐츠 제작 및 지능형 콘텐츠 기술에 대한 중장기 연구지원 • 공통/기반 기술은 철저히 오픈소스 개념 도입 필요 • 지능형 콘텐츠는 차별화 영역을 우선 선택하여 특화하는 기술 개발에 집중 필요

다 주요 분석 결과 요약

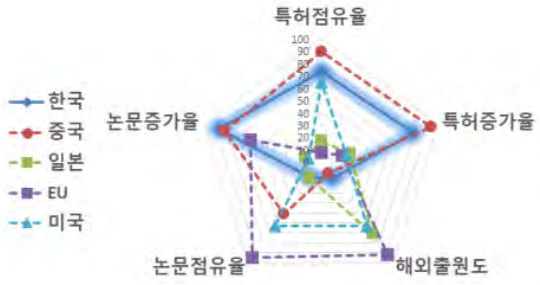
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	지능형 콘텐츠제작 기술	6,579	2,364	77.7%	109.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

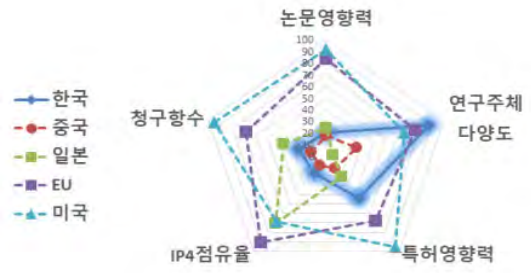
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	47.6%	31.5%	12.9	12.0
한국	5위	2위	4위	3위
	2.6%	25.6%	5.2	6.0
5개국 평균[2]	-	-	10.1	9.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

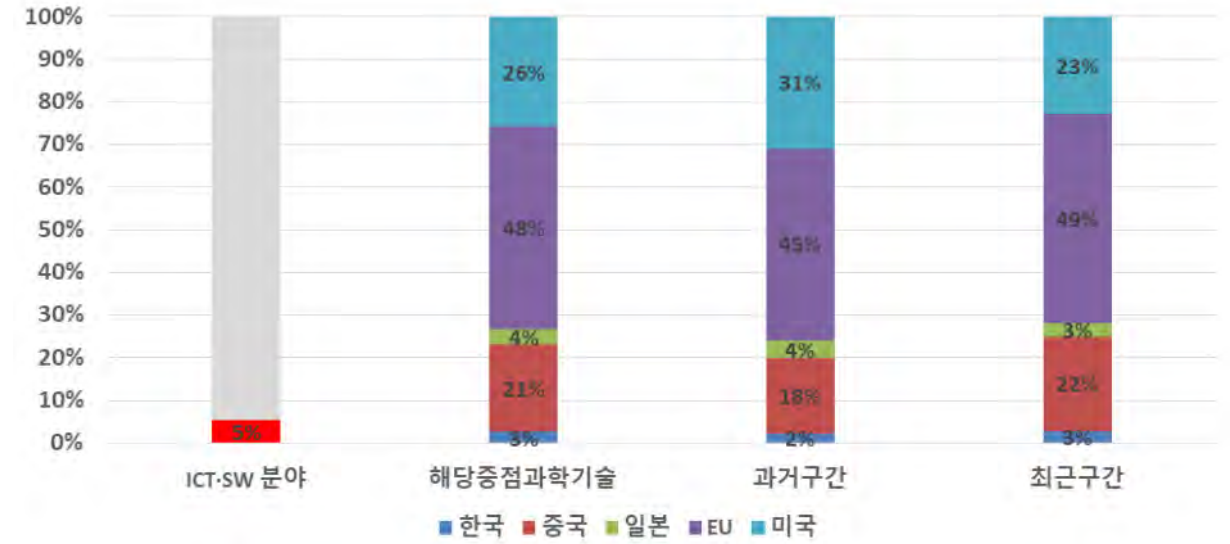
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(2.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.2)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(47.6%), 미국(25.7%), 중국(20.6%), 일본(3.5%), 한국(2.6%) 순이며, 논문 증가율은 한국(130.8%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(12.9), EU(11.4), 일본(5.7), 한국(5.2), 중국(4.9) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 한국(1.00)이 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(25.6%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(6.0)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(31.5%), 한국(25.6%), 미국(23.5%), 일본(11.8%), EU(7.5%) 순이며, 특허 증가율은 중국(274.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.9)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(12.0), EU(7.9), 한국(6.0), 일본(3.9), 중국(2.7) 순이며, IP4 점유율은 EU(21.3%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(13.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	2.6%	20.6%	3.5%	47.6%	25.7%
	논문 증가율	130.8%	121.9%	36.7%	93.3%	31.3%
	논문 영향력	5.2	4.9	5.7	11.4	12.9
	연구주체 다양도	1.00	0.97	0.92	0.99	0.96
특허 분석	특허 점유율	25.6%	31.5%	11.8%	7.5%	23.5%
	특허 증가율	193.5%	274.5%	36.4%	11.9%	22.4%
	해외출원도	0.5	0.2	2.7	3.9	2.4
	특허 영향력	6.0	2.7	3.9	7.9	12.0
	IP4점유율	4.1%	1.1%	15.4%	21.3%	15.1%
	청구항수	4.3	2.9	5.8	8.8	13.4

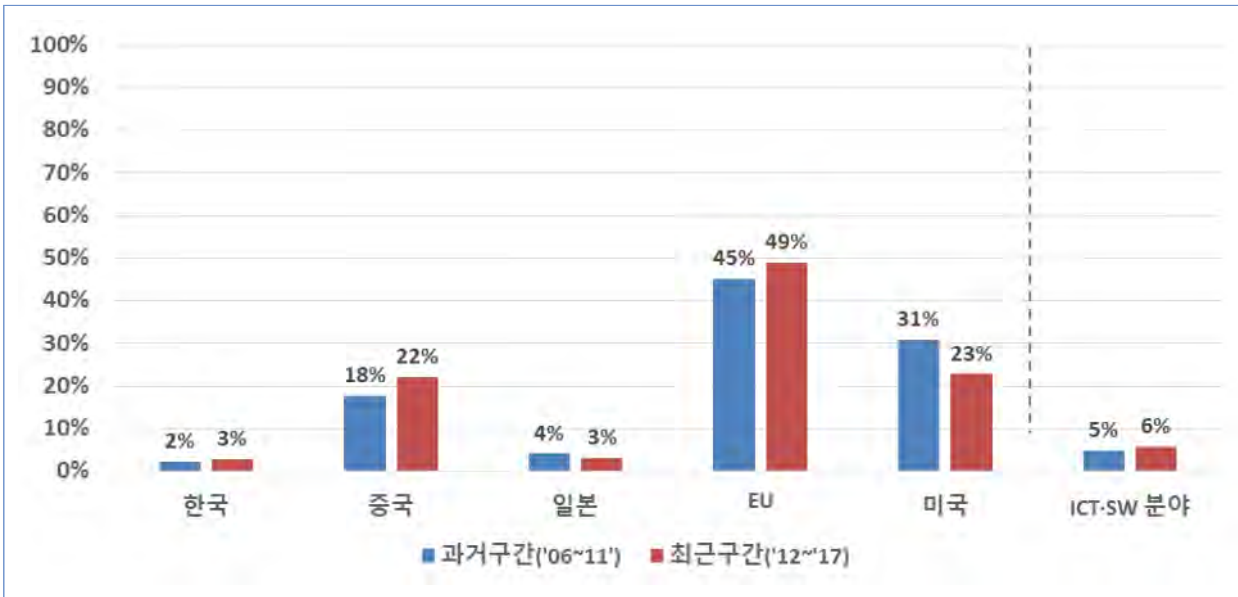
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지능형 콘텐츠제작 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 3132건으로 전체 논문의 48%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 콘텐츠제작 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 5%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

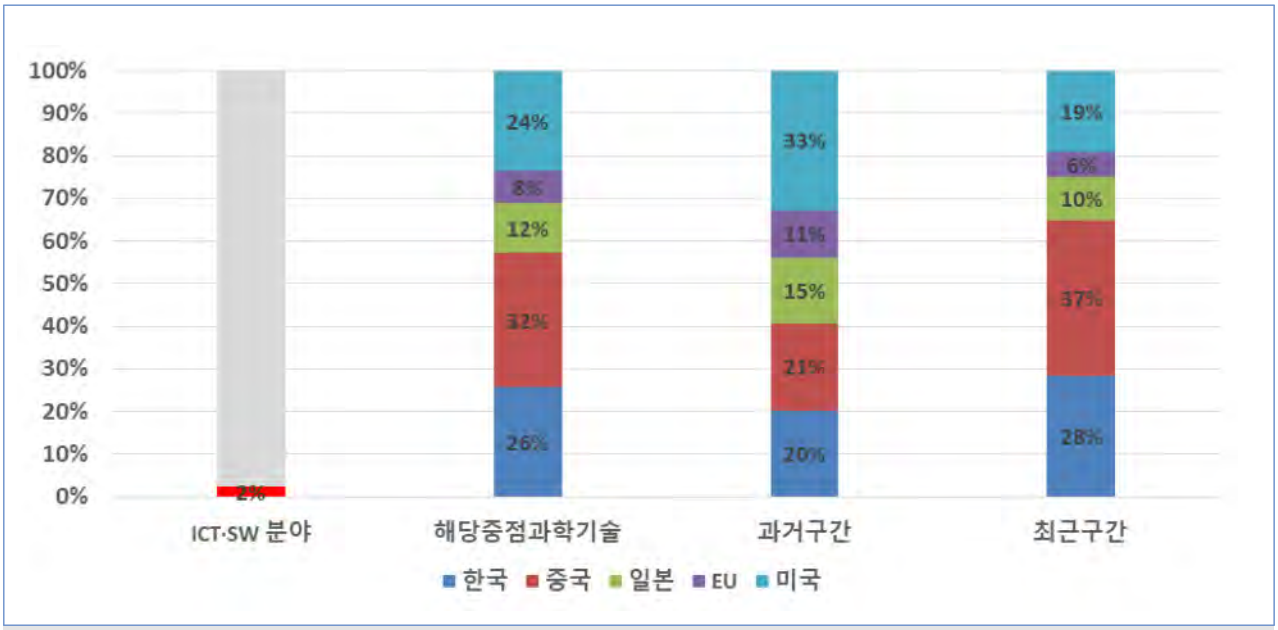


● 지능형 콘텐츠제작 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 130.8%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	52	120	172	130.8%
중국	420	932	1,352	121.9%
일본	98	134	232	36.7%
EU	1,068	2,064	3,132	93.3%
미국	731	960	1,691	31.3%
전체	2,369	4,210	6,579	77.7%

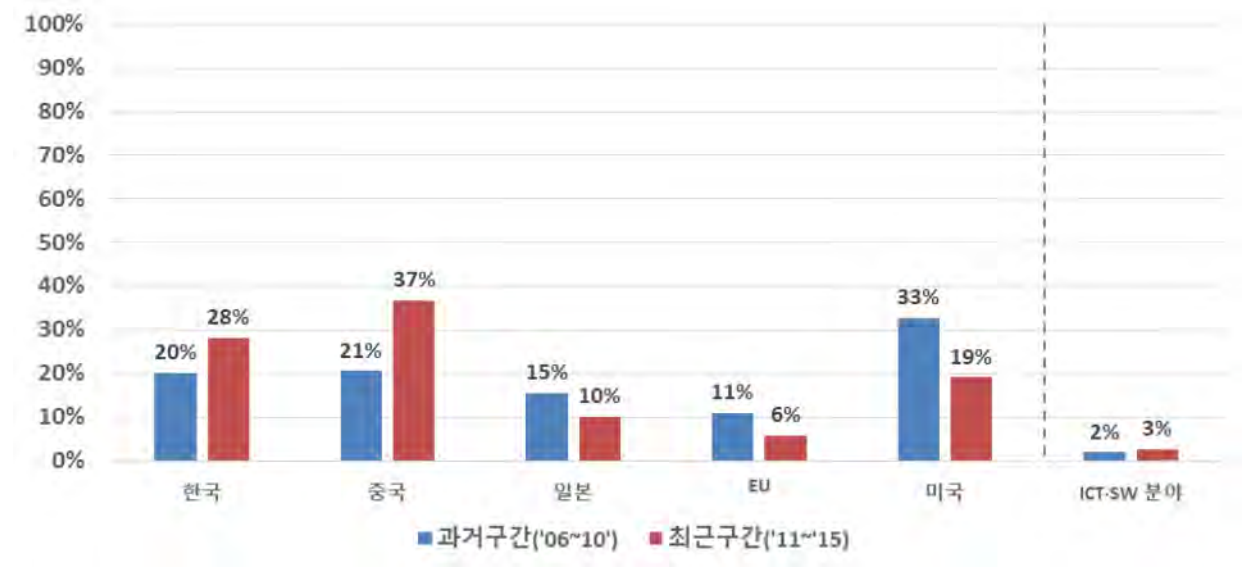
(4) 특허 점유율(전체)



● 지능형 콘텐츠제작 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 745건으로 전체 특허의 32%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 콘텐츠제작 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 2%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



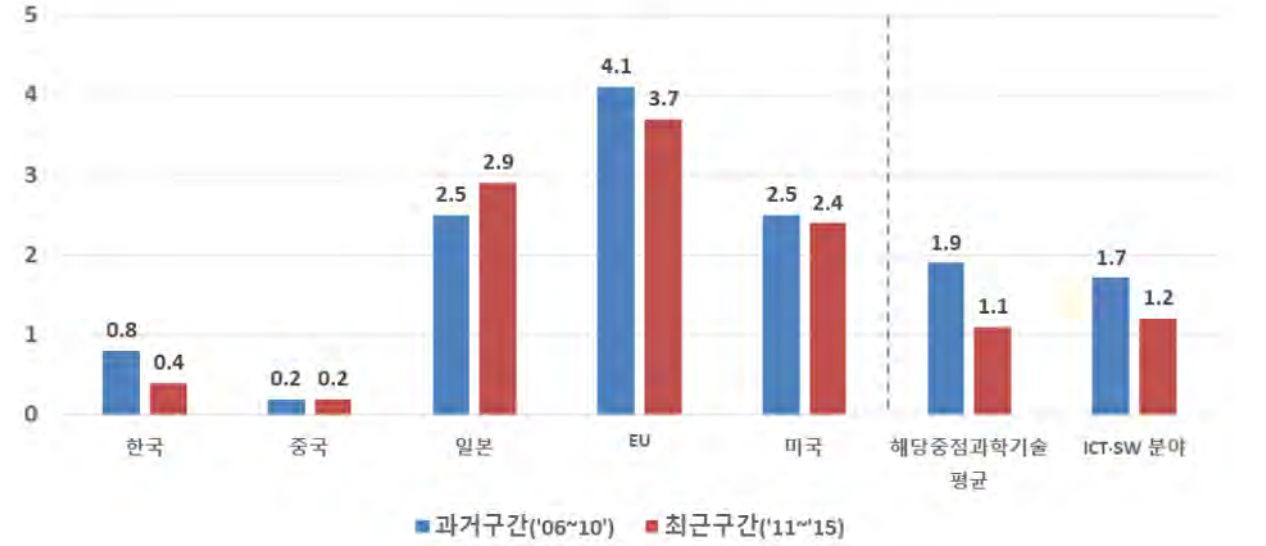
● 지능형 콘텐츠제작 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 미국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 특허 증가율이 193.5%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	154	452	606	193.5%
중국	157	588	745	274.5%
일본	118	161	279	36.4%
EU	84	94	178	11.9%
미국	250	306	556	22.4%
전체	763	1,601	2,364	109.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

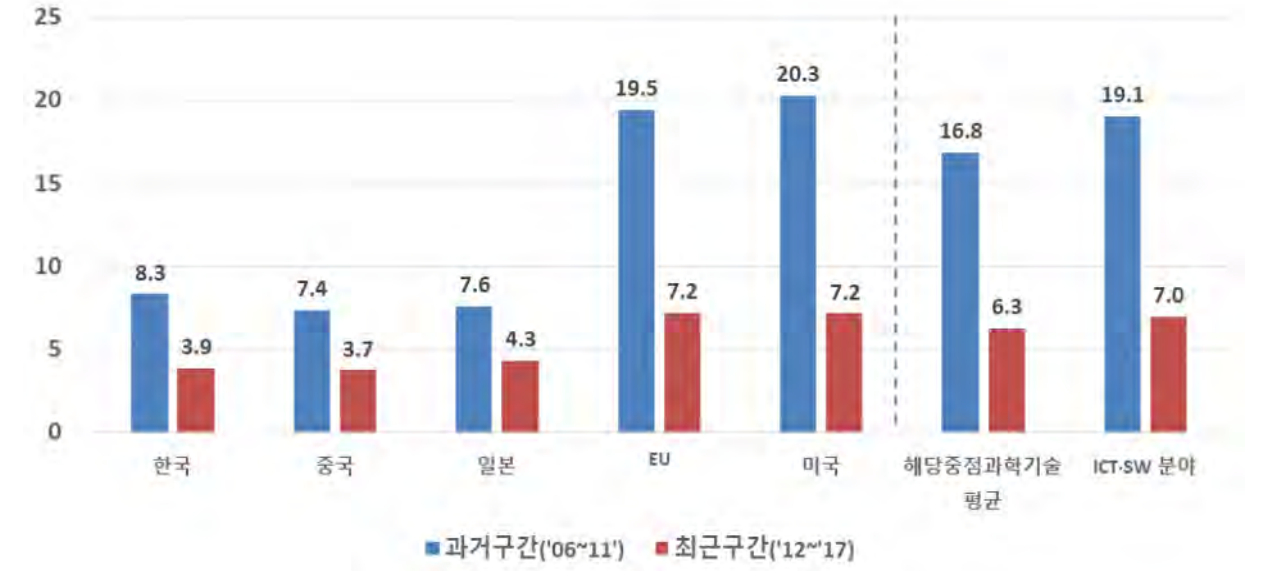


● 지능형 콘텐츠제작 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

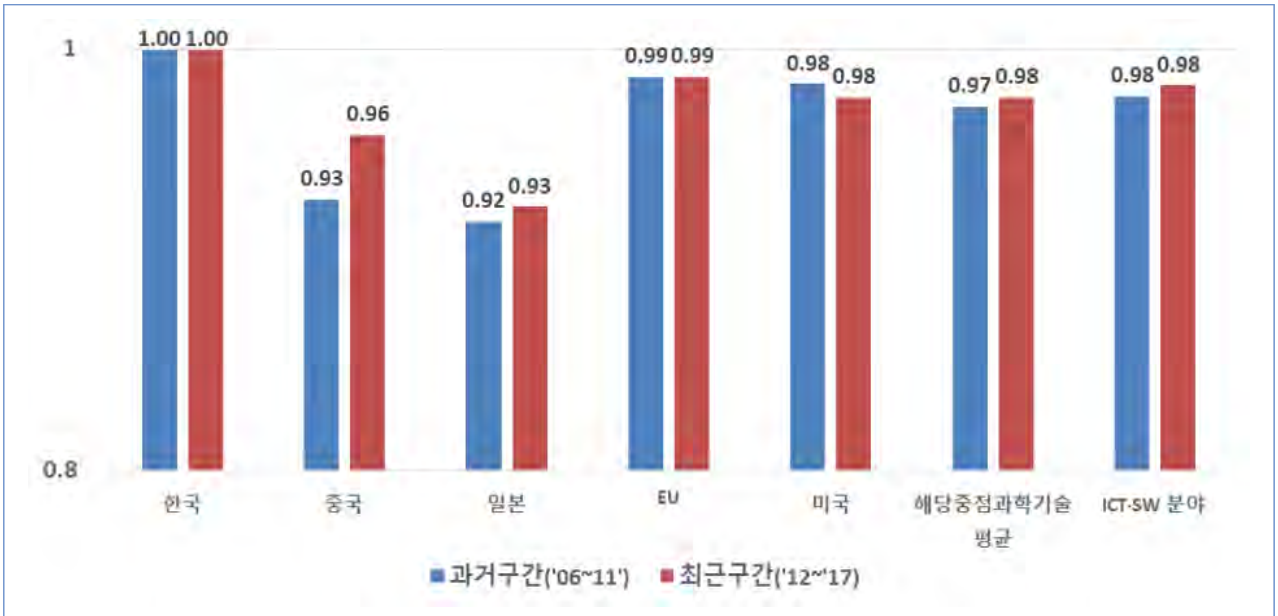
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



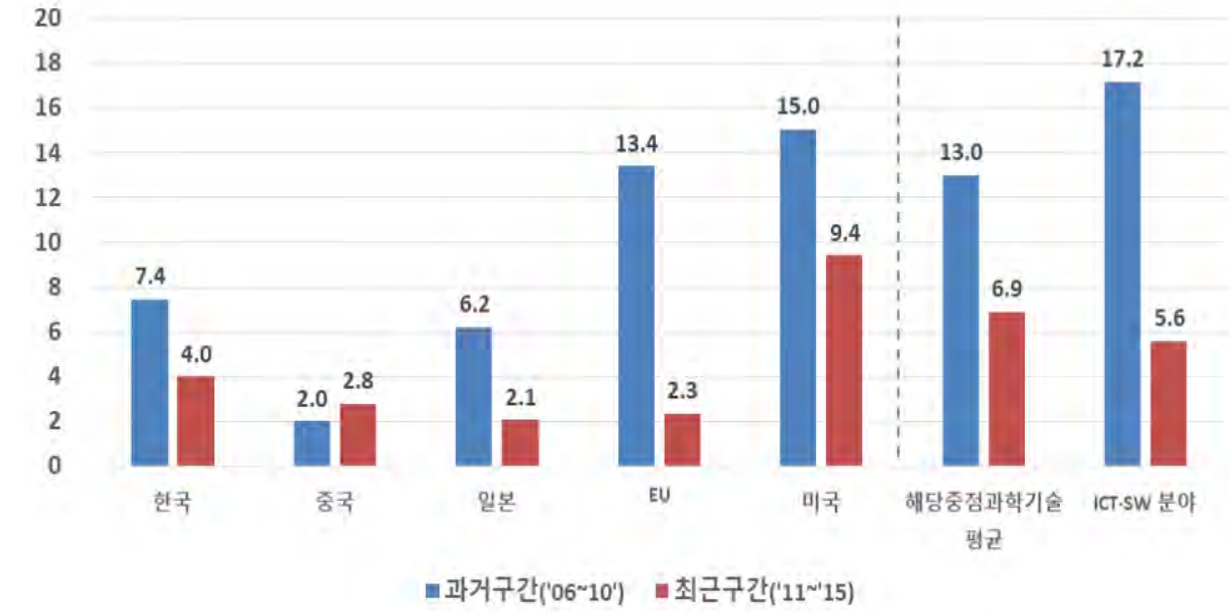
● 지능형 콘텐츠제작 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 한국의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



- 지능형 콘텐츠제작 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



- 지능형 콘텐츠제작 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 지능형 콘텐츠제작 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

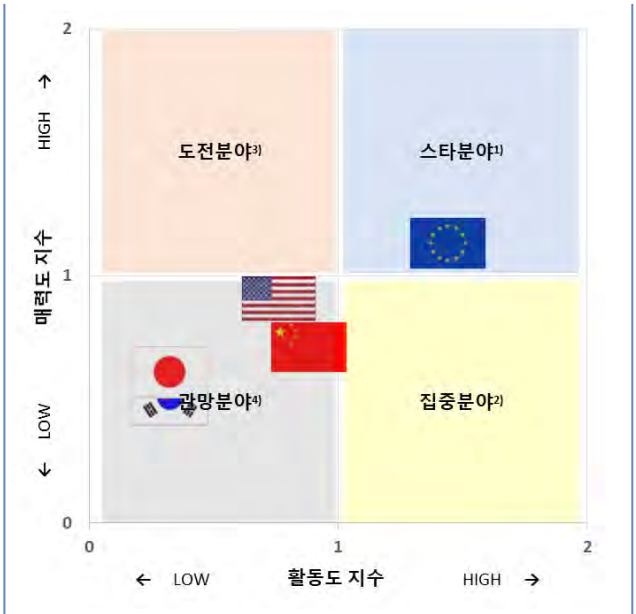
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

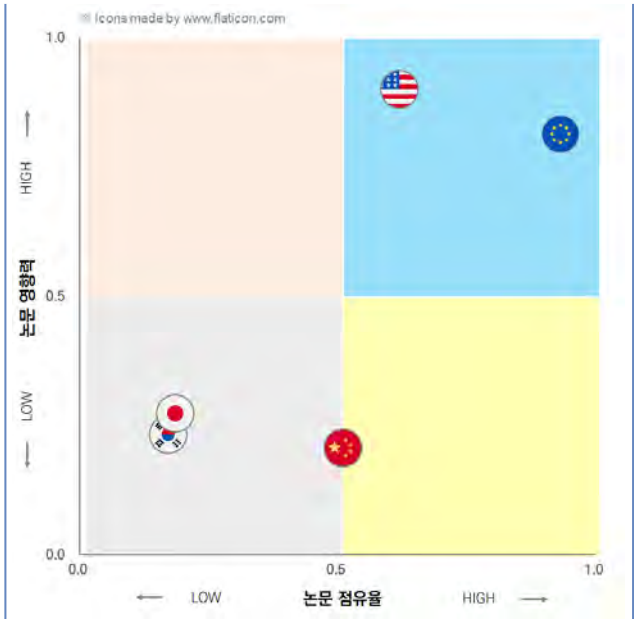
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지능형 콘텐츠제작 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

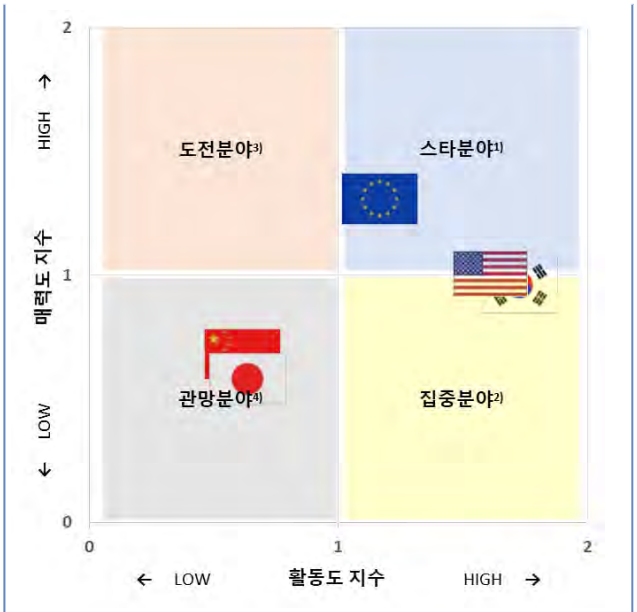


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

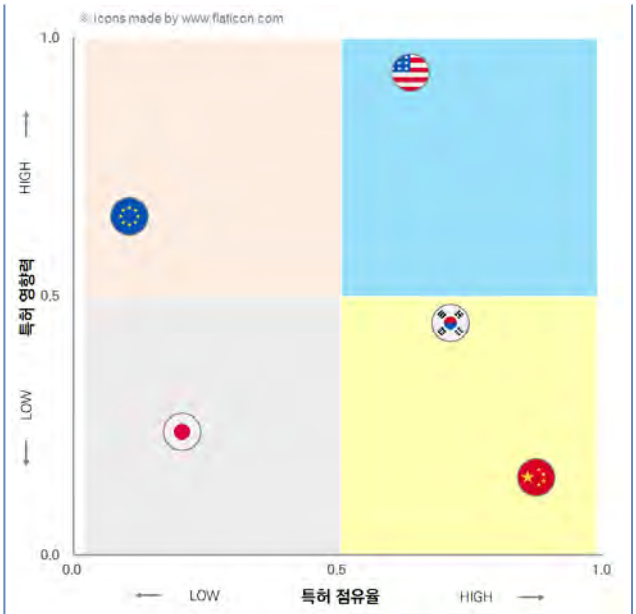
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지능형 콘텐츠제작 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.50%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '연세대학교'가 4.65%(글로벌 점유율은 0.12%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.95%	0.50%	35.71%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.01%	0.26%	12.50%
3	PURDUE UNIVERSITY	미국	1.01%	0.26%	42.86%
4	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	중국	1.18%	0.24%	600.00%
5	CORNELL UNIVERSITY	미국	0.77%	0.20%	-14.29%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	YONSEI UNIVERSITY	4.65%	0.12%	0.00%
2	DONGGUK UNIVERSITY	3.49%	0.09%	100.00%
3	KANGWON NATIONAL UNIVERSITY	3.49%	0.09%	-50.00%
4	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.49%	0.09%	0.00%
5	KOREA UNIVERSITY	3.49%	0.09%	100.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	1.18%	0.24%	600.00%
2	NORTHEASTERN UNIVERSITY	0.89%	0.18%	-28.57%
3	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.81%	0.17%	350.00%
4	CHONGQING UNIVERSITY	0.81%	0.17%	-16.67%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	0.74%	0.15%	133.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	4.74%	0.17%	-16.67%
2	WASEDA UNIVERSITY	4.74%	0.17%	20.00%
3	UNIVERSITY OF TOKYO	3.02%	0.11%	33.33%
4	NAGOYA UNIVERSITY	1.72%	0.06%	300.00%
5	JAPAN ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.72%	0.06%	-66.67%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	IEEE	0.42%	0.20%	-100.00%
2	LUND UNIVERSITY	0.42%	0.20%	1200.00%
3	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.38%	0.18%	-50.00%
4	KAROLINSKA INSTITUTET	0.38%	0.18%	200.00%
5	NEWCASTLE UNIVERSITY	0.35%	0.17%	-16.67%

6 미국

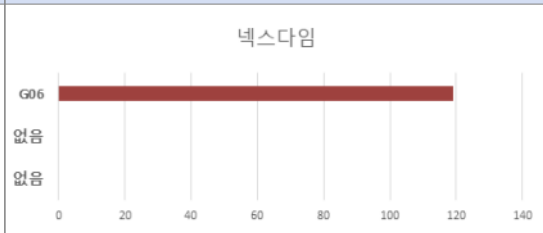
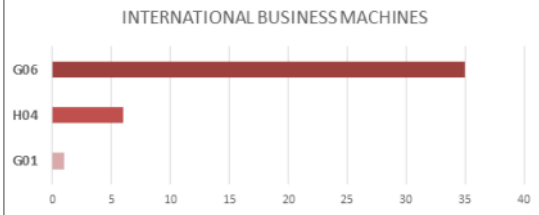
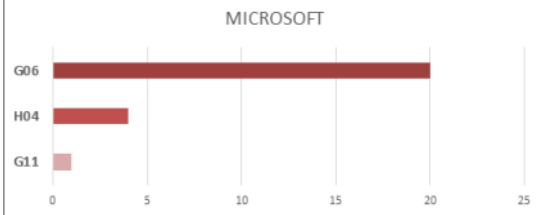
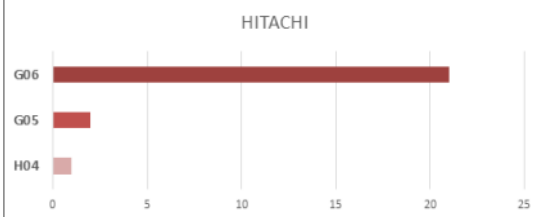
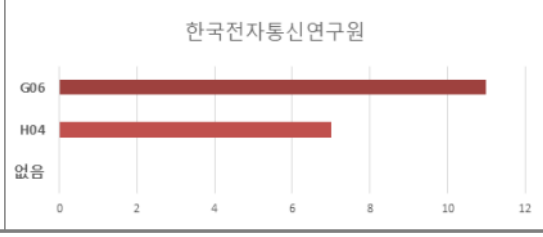
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.95%	0.50%	35.71%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.01%	0.26%	12.50%
3	PURDUE UNIVERSITY	1.01%	0.26%	42.86%
4	CORNELL UNIVERSITY	0.77%	0.20%	-14.29%
5	MICHIGAN STATE UNIVERSITY	0.77%	0.20%	-37.50%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '넥스다임(5.03%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '넥스다임'이 19.64%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '넥스다임'은 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

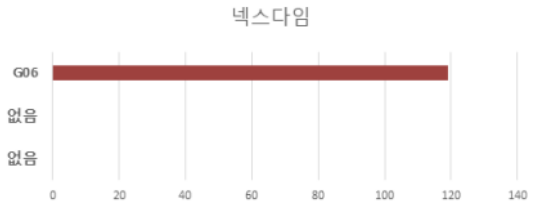
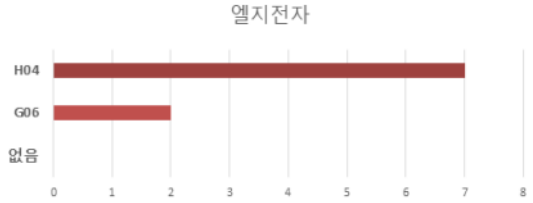
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	넥스다임	한국	19.64%	5.03%	11800.00%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	8.09%	1.90%	-20.00%
3	MICROSOFT	미국	4.50%	1.06%	-80.95%
4	HITACHI	일본	8.96%	1.06%	50.00%
5	한국전자통신연구원	한국	3.30%	0.85%	50.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

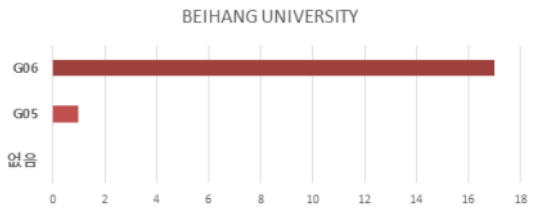
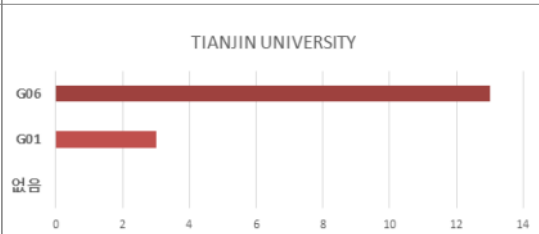
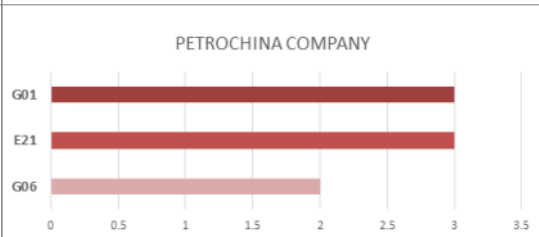
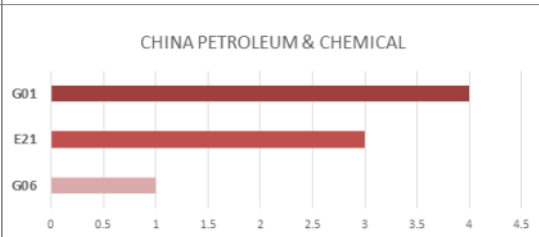
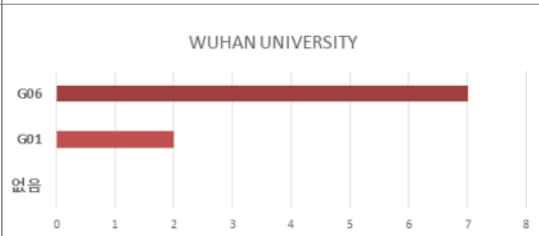
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	넥스다임	19.64%	5.03%	11800.00%
2	한국전자통신연구원	3.30%	0.85%	50.00%
3	삼성전자	2.97%	0.76%	-71.43%
4	엘지전자	1.49%	0.38%	700.00%
5	서울과학기술대학교	1.32%	0.34%	700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		-	-

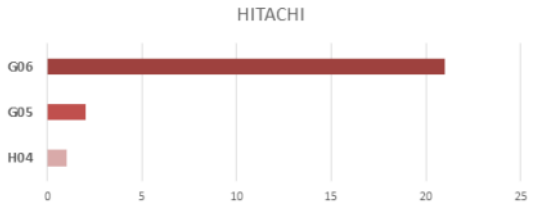
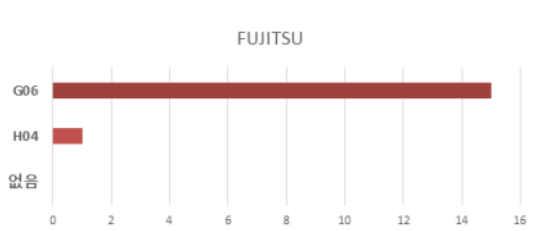
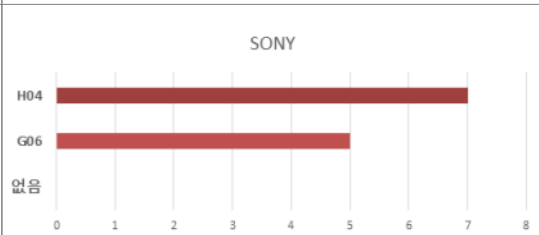
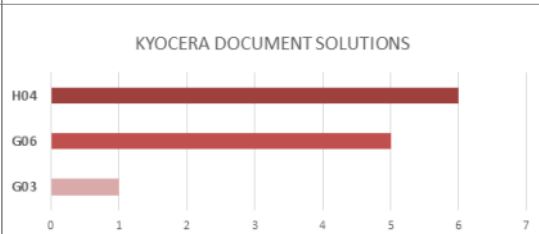
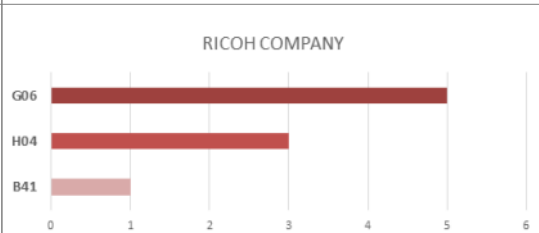
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	BEIHANG UNIVERSITY	2.42%	0.76%	400.00%
2	TIANJIN UNIVERSITY	2.15%	0.68%	333.33%
3	PETROCHINA COMPANY	1.21%	0.38%	250.00%
4	CHINA PETROLEUM & CHEMICAL	1.21%	0.38%	800.00%
5	WUHAN UNIVERSITY	1.21%	0.38%	700.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		–	–
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		–	–
3		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		G01	광학
		E21	지중 굴착(掘鑿); 채광(採鑛)
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		–	–

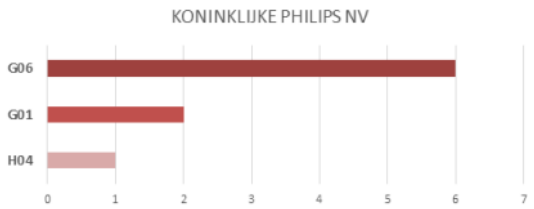
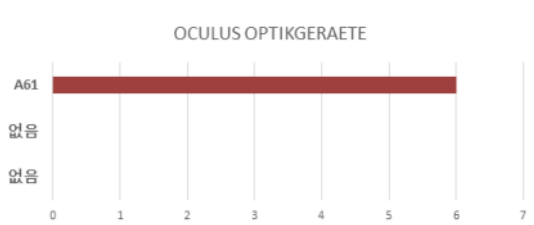
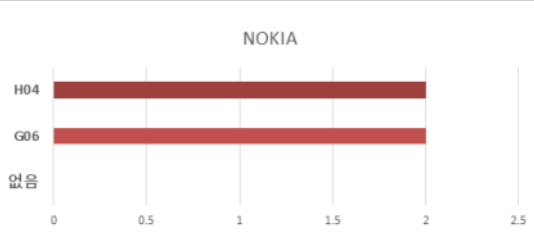
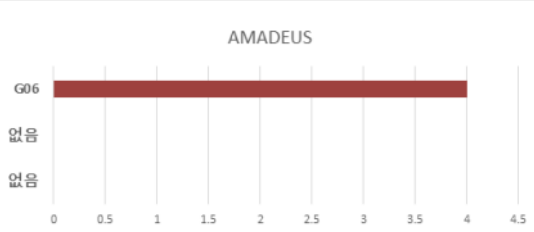
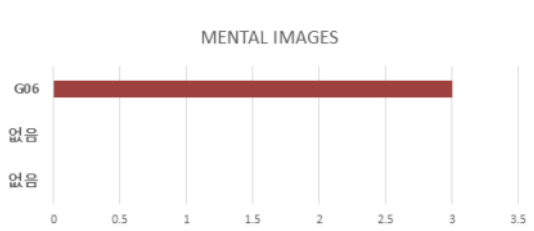
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	HITACHI	8.96%	1.06%	50.00%
2	FUJITSU	5.73%	0.68%	66.67%
3	SONY	5.02%	0.59%	33.33%
4	KYOCERA DOCUMENT SOLUTIONS	4.30%	0.51%	1000.00%
5	RICOH COMPANY	3.23%	0.38%	250.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
		H04	전기통신기술
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		–	–
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B41	스탬프; 타이프라이터; 복사기; 인쇄[4]

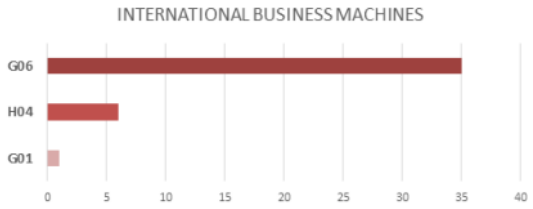
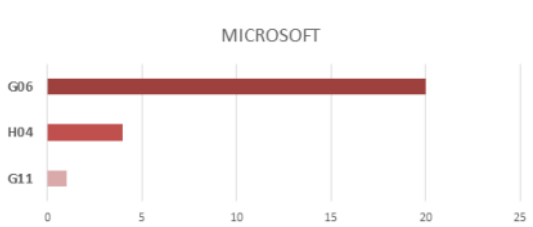
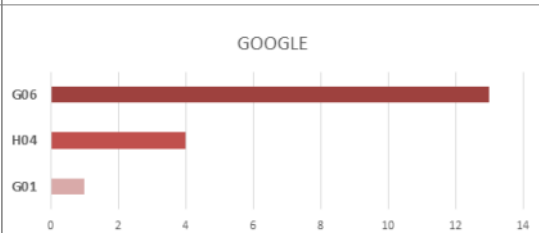
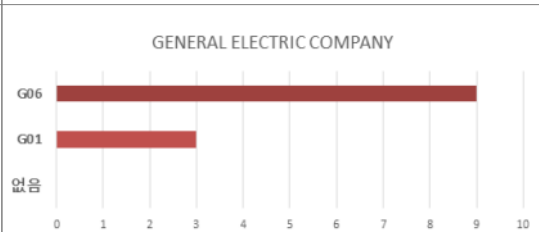
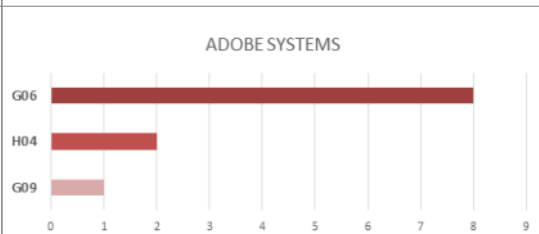
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	KONINKLIJKE PHILIPS NV	5.62%	0.42%	0.00%
2	OCULUS OPTIKGERAETE	3.37%	0.25%	500.00%
3	NOKIA	2.25%	0.17%	0.00%
4	AMADEUS	2.25%	0.17%	300.00%
5	MENTAL IMAGES	1.69%	0.13%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		H04	전기통신기술
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
		-	-
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	8.09%	1.90%	-20.00%
2	MICROSOFT	4.50%	1.06%	-80.95%
3	GOOGLE	3.24%	0.76%	250.00%
4	GENERAL ELECTRIC COMPANY	2.16%	0.51%	-80.00%
5	ADOBE SYSTEMS	1.98%	0.47%	-42.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인

116 NUI·NUX 기술



116 NUI·NUX 기술

중점과학기술 개요

- 기존 사용자 인터페이스와는 달리 사용법을 배우기 위해 특별히 외우거나 학습해야 하는 부분 없이 일상생활의 행동에서 사용하는 동작들을 기반으로 손가락이나 제스쳐, 음성 등을 통해 자연스럽게 기기를 제어할 수 있는 사용자 인터페이스 기술
- NUI(Natural User Interface) 및 NUX(Natural User eXperience)는 사용자의 사용 상황(context 또는 맥락)을 고려하여 자연스럽게 구현된 UI·UX를 의미

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

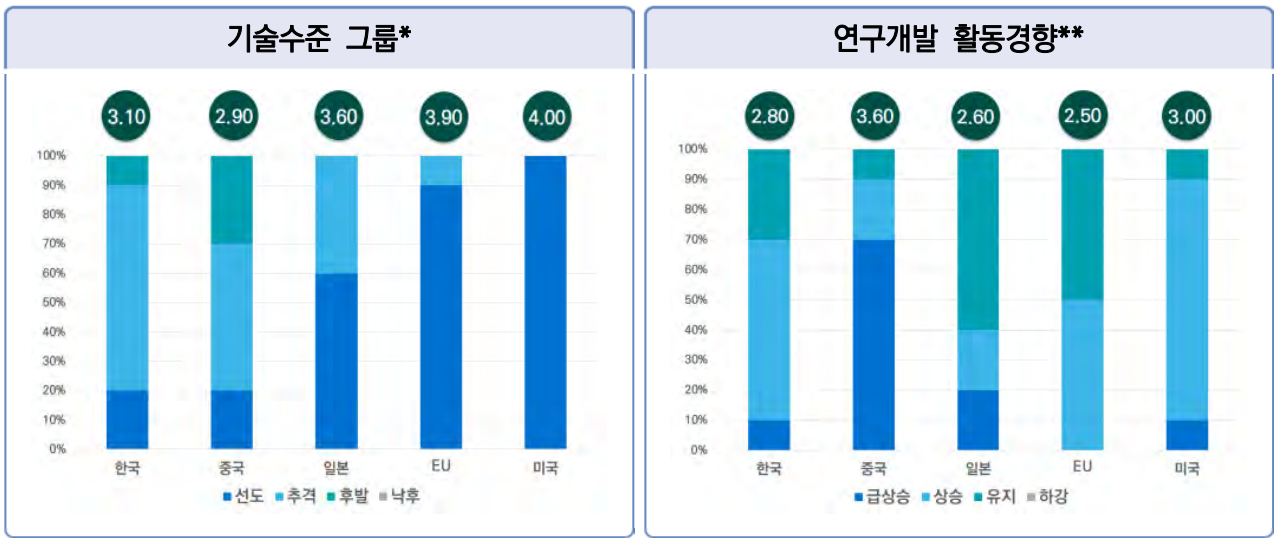
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	87.5	2.0	추격	보통	우수	상승
중국	85.0	2.3	추격	우수	우수	급상승
일본	89.5	1.5	선도	우수	우수	상승
EU	95.0	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	87.5	2.0	87.5	85.0	90.0	3.2	2.0	1.5	2.0	1.1
중국	85.0	2.3	85.0	78.0	88.0	8.8	2.3	1.5	3.5	1.4
일본	89.0	1.3	89.5	87.0	92.0	6.5	1.5	1.0	2.0	1.4
EU	95.0	1.0	95.0	93.0	100.0	4.9	1.0	0.0	1.0	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

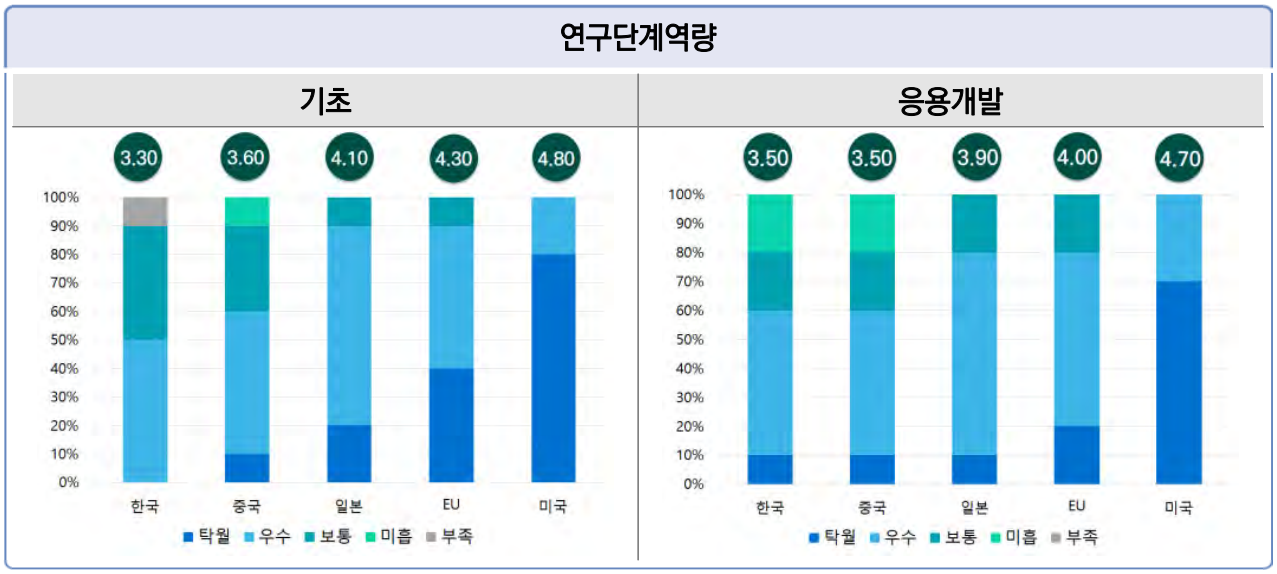
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (87.5%)	• 우리나라는 대학을 중심으로 세계적 수준의 센서, 소재 기술, 알고리즘 기술 등이 개발 중에 있고, 삼성전자, 한국전자통신연구원 등 민간 및 연구소를 중심으로 핵심 특허 확보가 적극적으로 이뤄지고 있으나, 현 기술 수준은 최고기술 보유국의 성능 대비 다소 미비함 • 한국의 경우, 특허 출원율이 중국 다음으로 많으며, 최근 약간 감소추세에 있음. 그러나 Top10 특허건수를 살펴보면 삼성전자, ETRI, 엘지전자가 상위에 랭크되어 있음 • 휴대폰 제조사를 중심으로 한 응용기술 분야는 세계 최고 수준이나 기초연구 활성화 부진, 연구 및 활용체계 미흡으로 전반적 기술수준은 높지 않음 • 최근, 벤처기업을 중심으로 음성인식 기술 분야가 발전하고 있으나 세계 최고 수준과는 격차가 있음. 상기 기술들을 포함한 종합기술인 AI/Robot 분야에서는 기초기술이 취약하고 응용제품이 시장에 적용되고 있는 수준에 불과 • 논문 및 특허의 발표/출원은 적절한 수준이지만 피인용 수치가 낮음을 보아 다소 중요도가 떨어짐 • 모바일폰 및 TV 셋탑, 포털사 등을 중심으로 UI/UX 개선 및 신제품 발표가 활발히 진행되고 있음 • 오감 인터랙션 콘텐츠, 실감 콘텐츠, 스마트 기기의 입출력 인터페이스로 NUI/NUX의 상호적인 기술로 발전 중 • 정부, 대기업, 학연에서 NUI/NUX의 미래 지향 기술 선정 개발 가속화 • 주력 산업 중 하나인 스마트폰 단말 기술(삼성 스마트폰 점유율1위)을 중심으로 NUI/NUX기술이 발전하고 있으나 터치인터페이스인 LCD패널 기술, 모바일칩 기술 외 소프트웨어 인식 분야는 해외기업 기술을 사오는 형태가 많음(삼성 빅스비, IBM왓슨 기반의 SK 에이브릴) • 방대한 데이터를 가진 인터넷기업(네이버, 카카오)을 중심으로 한국어 음성인식 분야의 기술 급성장
중국 (85.0%)	• 매우 적극적인 국가 주도의 지원 프로그램을 통해 최근 기술개발이 가장 활발히 이뤄지고 있어 핵심기술 관련 기술수준격차가 급격히 감소 • AI 기술 분야에 대한 연구개발 활성화에 힘입어 논문, 특허 등에서 양적으로는 세계 최고 수준이나 질적인 분야에서는 아직 개선 필요 • 응용기술 수준은 크게 발전하고 있는 추세이며 AI 관련 기초기술 및 인프라는 미국의 의존도를 탈피한 상태임에 따라 향후 급격한 기술수준 향상 예상 • 일부 회사가 자체 딥러닝 개발 플랫폼을 사용하여 학계에서 우수한 연구결과 발표로 반향을 일으키고 있음 • 선도그룹의 기술과 별 차이 없는 수준의 기술을 보유하고 있으나 현재는 최종 제품에 반영된 기술은 추격 그룹에 해당 • 다양한 연구를 진행하고 있지만 아직은 시장은 선도하고 있지는 못함. 하지만, 관련한 인프라 개선으로 주목 필요
일본 (89.5%)	• 사용자 인식을 위한 센서 또는 소재 기술은 세계최고 수준이나, 디바이스 플랫폼화를 통한 시스템 성능 기술은 최고기술 보유국의 성능 대비 다소 부족 • 소니가 Top10 특허건수에 포함되어 있기는 하나, 전체적인 특허건수와 논문등재 건수를 고려하였을 때, 한국과 비슷한 수준

국가 (기술수준)	판단근거
	• 사용자 감정 인지기술 분야는 세계 최고 수준 • 제스쳐 인식, 햅틱, 터치 등의 분야에서는 기초기술, 부품 단위부터 높은 기술수준 보유 • AI 분야에서의 주목은 아직 높지 않으나 로봇 융합기술 차원에서는 전 세계 선도 그룹에 있음 • 논문 및 특허의 발표/출원은 적절한 수준이지만 피인용 수치가 낮음을 보아 다소 중요도가 떨어짐 • NUI/NUX 기술에 특화된 기술보다 인공지능의 분야에 투자 기술 개발 가속화 • 게임, VR/AR의 인터페이스로 활용되고 있음 • NUI/NUX 관련 다양한 연구 진행
EU (95.0%)	• 주로 주요대학을 중심으로 세계 최고수준의 기술 개발이 이뤄지고 있어 논문, 특허 등 우수한 연구결과가 많으나, 최고기술보유국 대비 대기업의 민간투자가 부족하여 약간의 기술개발 속도 격차 존재 • 논문 발표 및 피인용수에서 미국과 유사한 수준 미국대비 특허 보유 수준이 낮음 • 연관기술의 특허 및 논문 발표가 전반적으로 활발함 • 세부적인 면에서 차이는 있으나 전반적으로 최고기술보육국과 비슷한 수준의 연구와 특허 등록이 이루어짐 • 미국과 흡사하나 업체의 네임 벨류 등에서 다소 처지는 양상 • EU 회원국 Horizon2020 프로젝트를 통해서 다양한 분야의 NUI/NUX기술 연구 분야에 대해 지속적 투자(OPPORTUNITY, ATRACO, GHOST, HIDO 등)가 있으며, EU의 강점인 스타트업을 통한 기술의 시장검증이 활발 • 일부 분야에 있어서 독보적인 기술을 보유
미국 (100%)	• 구글, MS, 애플, 페이스북 등 대기업을 중심으로 핵심기술을 보유한 스타트업 기업들을 적극적으로 인수하거나 독자적인 기술을 자체 개발하여 세계기술을 선도 • 애플(시리), 아마존(알렉사) 등 대기업이 관련 상품들을 출시·서비스 중 • 사용자 감정 인지 기술을 제외하면 전 기술 야에서 세계 최고 기술 보유 • 기초연구 및 대기업/Start-up 연계, 협업을 통해 기술 및 시장 선도 • 상기 기술을 모두 아우르는 AI/Robot 분야에서 세계 최고 수준 보유 • 논문 발표 및 피인용수에서 가장 높음. 피인용수가 높은 특허 다수 보유 • 주요대학 및 구글, MS를 중심으로 딥러닝을 이용한 뛰어난 인식기술 활발히 발표 중 • 지속적으로 우수한 수준을 유지하고 있으며 새로운 기술과 연관 기술과 융합 연구를 계속하고 있음 • NUI/NUX 기술을 미리 IT 기술로 제시하고 있으며, 가상현실 플랫폼, 기기, 응용서비스 및 융합 기술 개발의 요구를 증대시킴 • NUI/NUX 기술 소비시장(스마트폰, 자동차, 음성스피커 등)이 크기 때문에 NUI/NUX기술이 적용된 제품을 기업에서 경쟁적으로 출시(대표사례: 아마존 에코, 애플 Siri 등)하고, 특히 빅데이터 및 인공지능을 활용한 소프트웨어 기술에 강점을 보이며, 기술특허선점으로 제품시장에서 우위 차지

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 주력 산업 분야에서 우수한 NUI/NUX분야 연구 결과를 내고 있고, 해외기술 기술특허와 시장 확보를 위한 꾸준한 투자가 있음 • NUI/NUX의 중요성을 인지하고 연구소, 대학 등이 꾸준히 연구를 하고 있으며, 최근 SKT, KT, 삼성, 엘지 등의 대기업이 관련 제품을 출시를 하고 있으나 성능 수준은 약간 미흡 • 휴대폰 제조사를 중심으로 최신 기술을 상용화하는 것은 최고 수준 • 음성인식 및 합성 등 AI 관련 기술은 최근 연구 및 상용화가 활발하게 이루어지고 있는 상황임 (단, 초기 단계) • 정부와 대기업 주도적으로 새로운 패러다임으로 지정 연구 개발 중. VR/AR과 함께 테마파크, 교육현장에 활용되는 기술로 발전하고 있으며, 스마트기기에 특화된 음성인식, 제스쳐, 얼굴인식 등 그에 대한 활용범위를 확대 중 • 우리나라는 대학을 중심으로 세계적 수준의 센서, 소재 기술, 알고리즘 기술 등이 개발 중에 있고, 삼성전자, 한국전자통신연구원 등 민간 및 연구소를 중심으로 핵심 특허 확보가 적극적으로 이루어짐	• 중점 연구 분야가 특정분야(스마트폰)에 한정되어 있음. 음성인식의 경우는 한국어인식 기술에 초점이 맞추어져 있음 • 한국은 기초연구를 하는 연구소, 대학과 상품화를 하는 대기업과의 협력관계 향상 필요 • 기초 및 전반적인 연구 면에서 수준 유지 • 기반기술 및 인프라가 매우 취약 (특히, 음성인식/합성 등 AI 관련기술 중심) • 원천기술 부족 • 연구의 양에 비해 질의 수준이 다소 미흡 • 아직까지 선도국가의 기술에 의존도가 놓고, 자국 기술의 개발 또한 비즈니스 모델로의 전이에 한계 존재 • 독자적인 기술 및 제품 필요 • 핵심보유역량이 꾸준히 상승되어 세계최고기술 보유국 대비 기술격차가 지속적으로 감소 중
중국	• 기초와 응용에서 최근 활발한 연구 활동 • 전 세계 퍼져 있던 중국계 우수 인력들의 국내 복귀 • BAT(바이두, 알리바바, 텐센트)를 중심으로 스타트업과의 협업/M&A 활성화도 기업 생태계 확보 • 향후 AI 기술의 기반 인프라가 되는 슈퍼컴퓨터 등 컴퓨팅 기술은 미국으로부터의 독립을 이룬 상황 • 개별기술 단위로는 수준이 낮다고 볼 수 있으나 융합기술 단위(AI/Robot 등)에서 Core 기술만 확보하고 타 기술은 응용기술로 커버할 경우 단기간에 높은 기술수준 확보도 가능할 것으로 예상 • 최근 급성장을 하고 있으며 특별히 대학에서의 기초기술 연구가 강점 • 전 세계의 기술과 제조 개발에 있어서 중국의 인프라를 이용하여 개발되어 왔으며, 최근 중국 자국의 기술로 흡수되고 있음 • 자국의 내수를 위한 중국 정부의 투자와 지원이 활발해져 감. 자국 중심의 우수 인재 양성과 그에 대한 지원이 활발해짐	• 인식관련 소프트웨어기술의 성능을 향상시킬 수 있는 하드웨어 기술 부족 • 기술개발 및 지적재산권 확보 연계는 개선되고는 있지만 아직은 미흡 • 기업에서의 응용연구에 있어서는 미흡 • 빠른 기술 습득과 질적 향상이 높아졌지만, 아직까지 질적 향상을 도모하는 단계는 아님 • NUI/NUX 연구를 위한 대대적인 인프라를 구축하고 있지만, 아직까지는 세계 시장을 선도하는 기술을 개발하지는 못함

국가	강점분야	기타
	• 최근 디자인의 중요성을 강조된 연구와 개발이 활발해짐	
일본	• NUI/NUX분야 전반에 걸쳐 기술이 고르게 연구 중이며, 일본 국내의 산학연 인력뿐만 아니라 해외 선진국과 연구교류가 활발하며, 정부와 기업의 투자가 활발함 • 문화특성상 사용자 감정 인지 관련 기술개발 및 응용 활발 • 로봇 관련 응용기술 분야 선도 • 대학의 기초연구 활동이나 기업의 응용연구 활동이 모두 활발한 수준 • 게임과 콘텐츠 산업을 이끄는 국가로, VR/AR 분야 NUI/NUX를 활용. 최근에는 인공지능의 연구와 개발이 활발해 짐에 따라, 그에 대한 인터페이스 기술로 NUI/NUX 적용 • 로봇, 게임 등, 특정 분야에 적합한 NUI/NUX 기술 개발 및 사업화 추진. 일본 국내 시장에 필요한 기술 개발 • 사용자 인식을 위한 센서 또는 소재 기술 등 기초연구에 대한 역량은 세계최고 수준이며, 다양한 산업적 응용을 위한 기술개발도 꾸준히 진행되어 세계 기술 선도	• 연구결과와 시장기반의 산업분야 사이에 다소 간극이 존재하고, 하드웨어 중심의 전통적 연구에서 벗어나 소프트웨어 개발로 확장하는 추세. 소프트웨어 기술측면에서 한국과 중국 간 격차가 줄어들고 있음 • 인력과 기술부분에서 우수하지만 새로운 패러다임을 주도하지 못함 • 내수시장 위주의 관점 탈피 여전히 미흡 • Start-up 관련 활동 및 분위기는 타 국가 대비 초기 상태 • 기초연구는 우수한 반면, 일본의 경제 시장의 변화로 인하여 응용개발 연구소 다소 주춤 • NUI/NUX의 적극 연구 개발보다는 콘텐츠의 일부분으로 활용 중 • 일부 기술이 독보적이고, 다양한 결과물을 보이고 있지만, 국제 표준화 등 국제적인 활동 부족 • 기초기술 역량은 세계 최고수준이나, 디바이스 플랫폼화를 통한 시스템 성능 기술은 최고기술보유국 대비 미흡함
EU	• EU 회원국 간 연구교류가 매우 활발하며, 연구결과를 산업에서 검증하는 것을 목표로 하여 스타트업 창업이 활성화됨 • 연구 성과의 기술적/실용적 측면과 인프라, 인력, 투자 등 전반적으로 강점 확보 • 전반적으로 우수한 역량을 보유 • EU 차원의 연구개발 지원체계가 많고 R&R 자금 지원이 활발 • 영국/스위스/독일 등 글로벌 공과대학을 중심으로 높은 수준의 기초연구 지속 • 군소단위(대학/소규모 기업)의 높은 수준의 연구결과물이 지속 출현 • SW 및. HW 관련 다양한 연구가 진행 중	• 기술수준에 있어서 한국, 중국 간 격차가 줄어들고 있음 • 개별기술 단위에서 기술수준이 높은 경우가 많으나 이제는 단일기술 보다는 융합기술이 보다 중요한 트렌드임에 따라 집약된 결과 창출은 미흡 • 기초연구는 꾸준히 진행되고 있으나 이 결과를 제품화 할 기업이 많지가 않아 응용개발 연구는 미국에 비해 다소 약함 • 최근 NUI/NUX 에 대한 특이 사례가 없음 • 기반 기술을 바탕으로 응용 연구를 수행하고 제품을 만들어야 하는 기업들의 활동이 미비 • 최근 유럽의 NUI/NUX 기술의 글로벌을 선도하는 미국 혹은 다른 국가로 M&A, 인수됨에 따라, 다소 감소하고 있음 • 세계최고보유국 대비 대기업 등 민간 투자가 부족하여 기술 응용에 따른 산업적 파급력이 다소 미흡

국가	강점분야	기타
미국	• 미국의 경우, 대학, 연구소의 결과물들을 애플, 아마존, 마이크로소프트, 구글 등의 대기업들이 적극적으로 활용하여 응용제품이 가시적으로 나올 수 있음 • 실리콘 밸리를 중심으로 전 세계 우수인력의 집합체 • 국방 등 오랜 기간에 걸쳐 진행된 기초연구가 민간 기업으로 연계 • Global Top 수준 대학/대기업/Start-up과의 연계, M&A 등으로 연구 및 상용화 활발 • 기술혁신에 대한 정부 차원의 적절한 지원 • 학계 및 IT 대기업의 기술, 인력, 자본 • 대학 및 기업이 보유하고 있는 기술, 인력, 인프라가 모두 최고 수준 • 4차 산업혁명의 핵심 기술의 선도적으로 하는 국가로, 글로벌 기업과 학술적으로 높은 수준 유지. NUI/NUX에 국한된 것이니라, 인터넷, 스마트기기 등과 융합한 플랫폼의 개발과 서비스에 중심을 두어 연구 개발 중	• 기술수준에 있어서 EU, 한국, 중국간 격차가 줄어들고 있음 • 당분간은 미국의 응용개발 결과물이 시장을 선점할 것으로 예상함 • 응용 분야에서는 기초 연구 대비 다소 부족 • 미국 내 글로벌 기업의 NUI/NUX 분야에 대해 혁신적인 기술을 내놓고 있지는 않지만, 기존 기술에 대한 개선과 실험적 모델 제시 • NUINUX 관련 장비 가격 문제도 대중화에 어려움 발생. 가격 문제를 해결하거나, 새로운 형태의 제품 개발 필요 • 기술력이 대기업에 집중되어 기술 파급력은 매우 크나, 몇몇 대기업 위주의 시장 형성 및 주도가 일어날 수 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	3위	2위	4위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 국내 학연 중심의 기초기술 확보 및 산학연 연계를 통한 응용기술 발굴 등 국내 협력촉진 • NUI/NUX 관련 전문가 풀 운영 • 기업과 연계된 기초 기술개발이 필요 (순수 연구로는 한계가 있음, Needs가 있는 기술개발이 되어야 함) • AR/VR과 같은 유망 기술 분야와 연계 필요 • 국내 기업과 연구소/대학 간의 공동 연구를 통해 시급하고, 또한 실제로 필요한 실용적인 기술 개발 필요 • 게임, 문화 등 타 분야 기술과 결합 및 확장이 가능하므로 융합산업 창출과 경쟁력 확보를 위해 국내 산학연의 활발한 협력을 촉진하고 기술융합에 있어 경직된 국내 풍토 상 정부주도의 협력촉진 요망
국제협력 촉진	• 미국/EU 등과의 국제공동연구를 활성화해야 함. 현재 정부에서 추진하고 있는 국제공동연구의 경우 연구비 규모가 크지 않음. 또한 미국정부나 EU유럽등과 협력하여 공동연구 프로그램을 확대 개발해야 함

	정책제언
	• SWSX, Maker 등 유관 컨퍼런스 참여 제고 및 인지도 향상 • 해외의 사례 혹은 그에 대한 응용으로 개발되어지는 경우가 많음. 그에 따른 해외 동향 조사와 국가별 생태환경에 따른 형태 분석 필요 • 한국은 NUI/NUX분야에서 추격그룹으로써 기술력 증진, 기술표준화, 국제시장동향 파악 등을 위해서 일본 미국 유럽 등과의 국제협력 필요
인력양성 및 유치	• NUI.NUX 관련 전문가가 부족하고 해당 분야 엔지니어가 적으므로 관련 기초기술 확보가 어려움. 관련 분야 교육 및 전문가 양성 프로그램 필요 • 해당 분야 연구를 활성화하고 대학, 기업, 연구소가 협력 연구를 수행하면서 인력 양성 추진 • 고급 Training 과정 활성화 (현재 대부분의 국내 교육과정은 단순 UI 개발 교육이거나 기업에서 후원하는 UI/UX 과정이며 그나마도 거의 사장된 수준) • 연구원 처우 개선 • 인력 양성 사업을 확대하고 신임 연구자들을 위한 연구과제 확대 • 국내 전문 기관과 연구 기관 부족. NUI/NUX 기술에 특화된 인력 양성 필요
인프라 구축	• 관련 기초기술 개발 및 시장 성장을 촉진하는 인프라 구축 • 기술이 적용될 수 있는 분야를 발굴하고 기술을 검증할 수 있는 테스트베드 운영 활성화 • NUI/NUX 분야에 대한 중요성 인식 제고 (현재 개념에 대한 모호성 大, 관심이 있는 사람도 정형화된 교육과정을 찾기 어려운 현실) • Stanford School 같은 비정형적 문제해결 Training 체계/기관 구축 및 지원 • 관련 Start-up 지원/활성화 추진 • 한국의 특화 세부 분야 설정(예 : Accessibility, 노령자 대상 기술 등) • 기업에서 NUI/NUX 분야를 수행한 경험이 있는 전문가들의(국내, 실리콘 밸리 등) 강연 활성화를 통해 인지도 제고 • 기술, UX, 디자인 등이 하나의 팀이 되어 문제를 해결하는 체계를 인식시키고 확산시켜야 함 • 제스처, 음성, 감정 인식 기술은 기계학습 기술이 핵심이며, 이를 위해서는 대규모의 데이터와 강력한 계산능력을 가진 기계 필요. 이러한 리소스들을 보유하고 필요한 기업에게는 대여할 수 있는 형식의 추진 방안 • 빅데이터 구축 및 공유 지원 • 공동 연구 장비의 구축 등도 중요하지만 기업과 연구기관 혹은 연구기관과 연구기관 사이의 협력할 수 있는 여건을 조성하는 것이 중요함 • NUI/NUX 기술에 대한 인터페이스에 대한 연구 기회와 지원 필요 • 기술의 보급 확산, 정책개발, 표준화 연구, 품질인증 등을 위한 정부부처 산하의 기관 필요
법·제도 개선	• NUI/NUX 연구 결과를 반영한 법, 제도 개선이 수반되어야 함. 예를 들어 자율주행자동차의 도래와 함께 사람들이 자율주행시스템과 인터랙션 할 때 허용되는 행동과 허용되지 않는 행동 등을 연구를 통해 도출하고 그 결과를 법, 제도 개선에 반영해야 함 • 4차 산업혁명과 함께 정부에서는 활용분야를 기술하였으나, 그 기술에 대한 정의가 광범위하여, 향후 핵심 기술로 분류하기는 다소 무리가 있음. 좀 더 각 분야별 세부 분야를 정의하고, 전망해야 함 • 개인에 대한 인식기술은 사생활 침해로 이어질 가능성이 있으므로, 기술발전을 저해하지 않는 수준에서 개인정보보호와 관련된 법·제도 마련이 중요 • NUI/NUX 관련 산업체의 생산을 위한 법 개정
연구비 확대	• 선도그룹 대비 기술수준이 낮은 추격 단계이므로 적극적인 국가 R&D 프로젝트 투자로 관련 핵심기술 조기 확보 및 기술선도가 반드시 필요함

	정책제언
	• NUI/NUX를 주제로 한 연구과제가 많이 발굴되어야 하며, 과제당 적정수준의 예산이 배분되어야 함. NUI/NUX를 고령화 사회 등의 사회 문제를 해결하는 형으로 진행이 되면 적정 수준의 연구비가 확보될 것으로 사료됨 • 규모의 확대보다는 중요한 과제에 집중되는 것이 필요함. 이를 위해서는 NUI/NUX 분야 내에서 선택과 집중이 요구됨 • 각 정부부처에서 주관하며 대학, 연구소, 기업 등이 수행하는 연구과제에 대한 지원 확대 필요. 연구자들의 자율성을 보장하여 단기적이고 가시적인 성과를 넘어서서 창조적이고 혁신적인 연구 결과물들이 나올 수 있도록 기다려야 함 • 우수 연구 그룹 지원 확대 • 첨단 분야나 창의적인 새로운 분야 연구비를 확대 • NUI/NUX 기술을 위한 별도의 연구 과제 및 지원 필요. 현재는 AR/VR 및 디지털 콘텐츠와 연계된 기술에 국한되어 있어, 국내의 혁신적인 연구가 미흡 • 산업분야에 바로 적용이 가능하지 않더라도 미래 먹거리 발굴(스마트홈, 스마트시티 등)을 위한 연구 성격의 풍부한 정부과제지원이 필수 • NUI/NUX 관련 대형 과제 개발
기타 의견	• NUI/NUX 분야는 서비스 도메인과 연관성이 높음. 재난재해 분야나 사회약자, 고령 사용자를 위한 Health care 시스템 등 다양한 분야와의 융합 필요 • NUI/NUX 분야는 해당 범위가 넓고 다양한 기술 분야와 연계되어 있어 자칫 분야를 좁히면 특화 기술로서의 의미가 떨어지고 범위를 넓게 잡으면 모호성이 높아져 이도 저도 아닌 특성을 가지는 다학제적인 기술 분야. 이러한 특성 때문에 실리콘 밸리나 Stanford 등에서는 소규모의 다양한 전공/기술 분야의 사람들이 모여서 일하는 팀을 만들어 새로운 기술을 개발하는 것이 일반적. 회사에서도, 정부에서도 특정한 기술 분야 단위로 정책을 수립하고 지원하는 체계를 가져가는 것이 일반적이기에 UNI/NUX 분야에 있는 사람들을 기존의 분류, 지원체계에 맞추기가 어렵기도 하고, 부적절하다고 생각하는 경우가 많음. 융복합이나 다학제적이라는 단어를 많이 사용하고는 있지만 실제로 정책설정 및 구현에 있어서 이 특성을 반영하기도 쉽지 않고 눈에 띄기도 어려운 게 현실. 하나의 생각은 기술 분야 체계에 따른 분류도 있지만 특정 분야를 지정하여 기술이 아닌 '용도'에 따른 기술군 분류 및 정책도 고려할 수 있음. 예를 들어 휴대폰이라 한다면 '정보입력', '프로세싱', '디자인', '방오/방습', '정보출력' 등으로 구분하여 세부기술을 모아 보는 것도 방법. 또한, 휴대폰의 '정보입력' 부분을 예를 든다면 기존의 핵심기술 분류방식이라면 'Touch Display'의 세부기술로 '지문인식 가능 Touch Panel'이라는 것이 선정될 수도 있겠지만 2~3년 후에는 이 기술 자체가 의미가 없어질 것으로 예상한다면 차라리 'Touch Display'의 세부 기술이 아니라 "Display Panel 입력방식"이라는 기술주제가 있고 세부적으로 핵심 기술은 지속 변화한다 하더라도 이 기술주제가 중요하다면 계속 이 주제로 정책을 집중, 유지해 나가면 이 분야는 우리나라가 Edge를 잡을 수 있을 것. • NUI·NUX 기술은 향후 4차 산업혁명의 기술에 사용될 인터페이스로, 기존 하드웨어 기술을 소프트웨어 기술을 전환할 수 있는 분야임. 특히, AR/VR 기술을 발달에 따른 에 적용할 NUI·NUX 기술이 필요하며, AR/VR를 융합한 MR 기술로 패러다임을 재정의 중 • 자동차와 UX, 웨어러블 컴퓨터/IoT와 Ux 분야가 유망 • 한국어에 대한 음성인식 및 합성기술이 실제로 여러 산업에 적용될 만큼 높은 수준이 아니므로 한국어 음성인식/합성기술 집중적으로 꾸준히 투자 필요

다 주요 분석 결과 요약

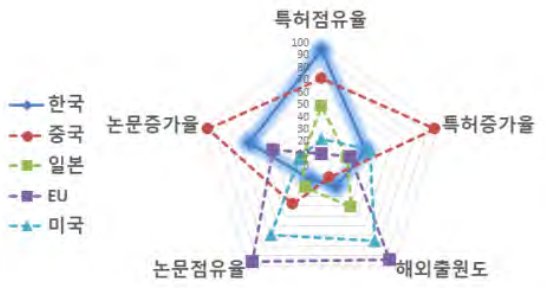
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	NUI·NUX 기술	4,562	2,697	49.7%	140.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

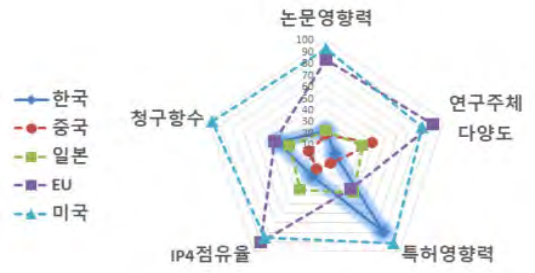
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	한국	미국	미국
	42.5%	39.8%	19.5	15.2
한국	5위	1위	3위	2위
	5.6%	39.8%	5.5	12.6
5개국 평균[2]	-	-	13.7	11.5

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

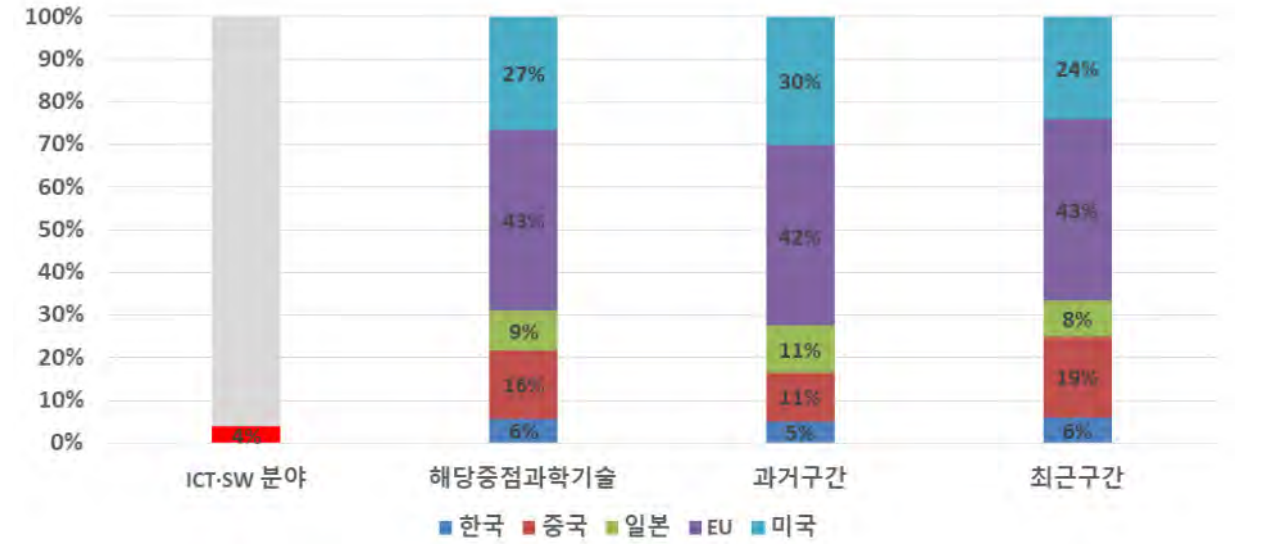
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.6%)은 주요 5개국 중 5위이며 논문 영향력(5.5)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(42.5%), 미국(26.5%), 중국(16.1%), 일본(9.3%), 한국(5.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(149.0%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(19.5), EU(16.3), 한국(5.5), 일본(5.4), 중국(4.7) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(39.8%)은 주요 5개국 중 1위이며 특허 영향력(12.6)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 한국(39.8%), 중국(26.8%), 일본(19.5%), 미국(10.2%), EU(3.7%) 순이며, 특허 증가율은 중국(553.1%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.6)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(15.2), 한국(12.6), 일본(7.6), EU(7.1), 중국(2.3) 순이며, IP4 점유율은 EU(27.3%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(13.2)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.6%	16.1%	9.3%	42.5%	26.5%
	논문 증가율	76.1%	149.0%	13.6%	50.8%	19.0%
	논문 영향력	5.5	4.7	5.4	16.3	19.5
	연구주체 다양도	0.83	0.91	0.88	0.97	0.93
특허 분석	특허 점유율	39.8%	26.8%	19.5%	3.7%	10.2%
	특허 증가율	116.5%	553.1%	24.8%	41.5%	132.5%
	해외출원도	0.9	0.3	1.8	4.6	3.2
	특허 영향력	12.6	2.3	7.6	7.1	15.2
	IP4점유율	4.3%	1.2%	9.3%	27.3%	24.3%
	청구항수	6.1	3.4	5.3	6.4	13.2

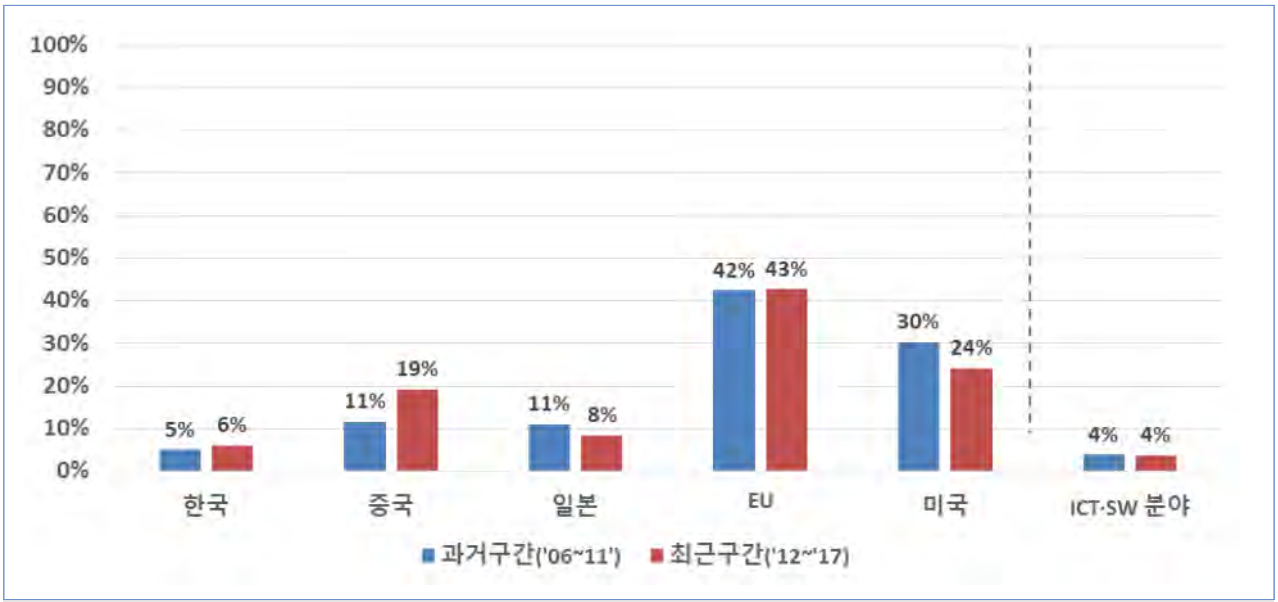
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● NUI·NUX 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1941건으로 전체 논문의 43%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 일본, 한국 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. NUI·NUX 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

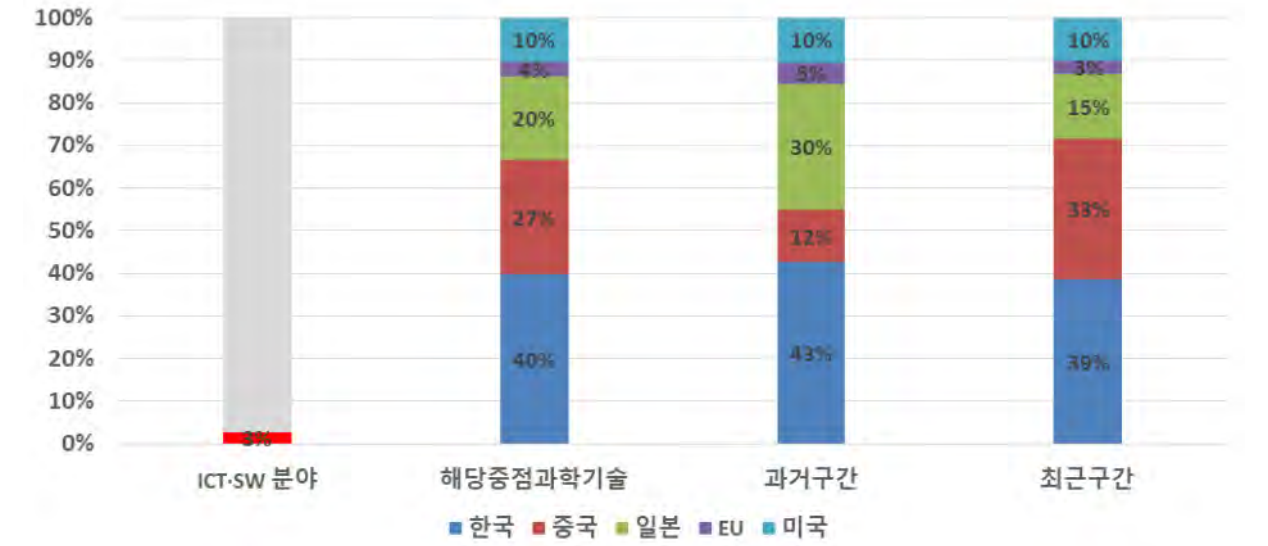


● NUI·NUX 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 76.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 5위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	92	162	254	76.1%
중국	210	523	733	149.0%
일본	199	226	425	13.6%
EU	774	1,167	1,941	50.8%
미국	552	657	1,209	19.0%
전체	1,827	2,735	4,562	49.7%

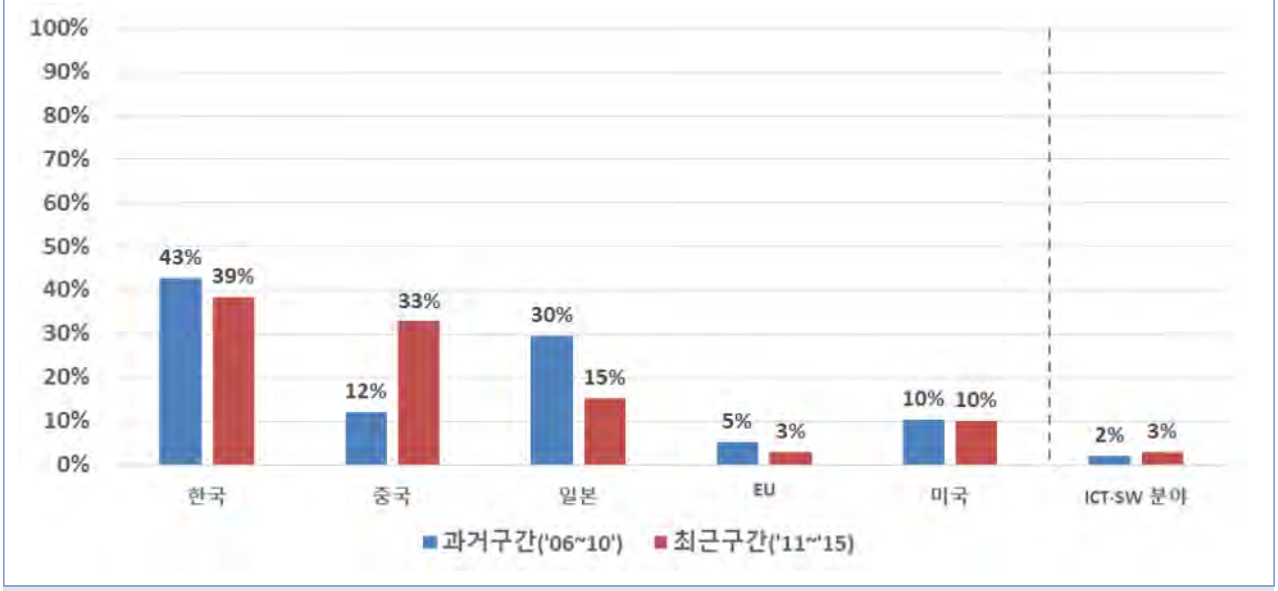
(4) 특허 점유율(전체)



- NUI·NUX 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 한국이 1073건으로 전체 특허의 40%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 중국, 일본, 미국, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. NUI·NUX 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 3%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



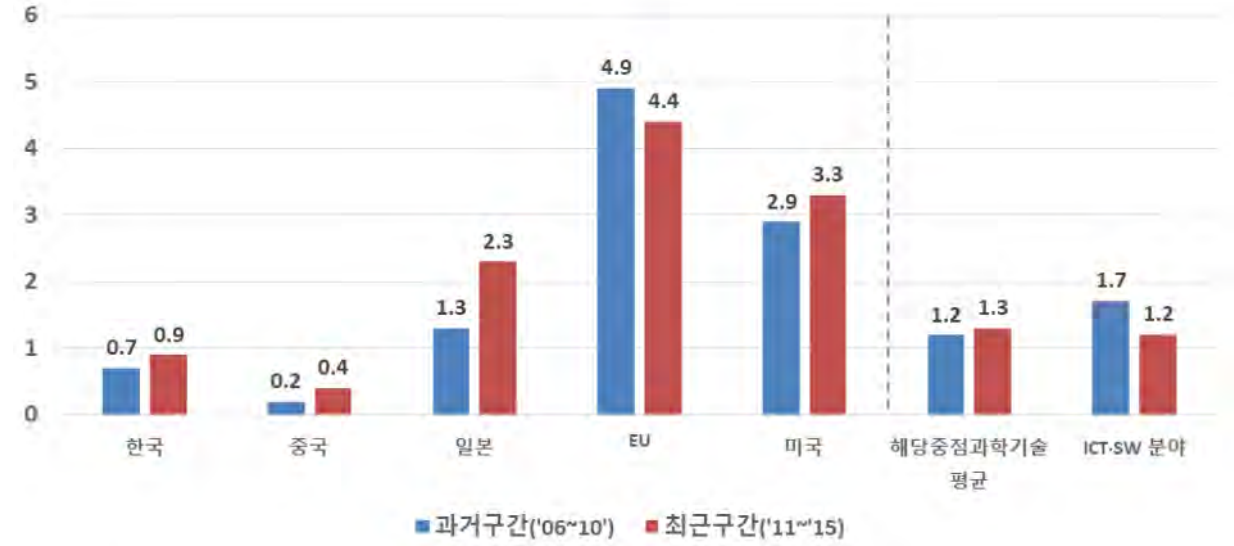
● NUI·NUX 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 한국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 116.5%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 1위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	339	734	1,073	116.5%
중국	96	627	723	553.1%
일본	234	292	526	24.8%
EU	41	58	99	41.5%
미국	83	193	276	132.5%
전체	793	1,904	2,697	140.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

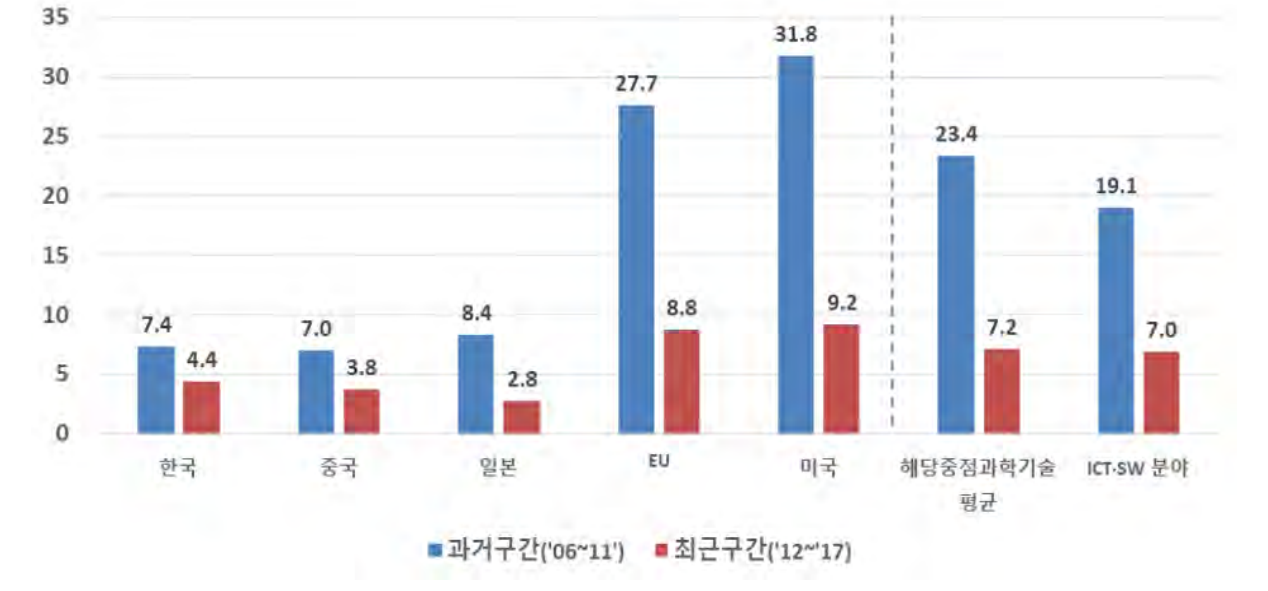


● NUI·NUX 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

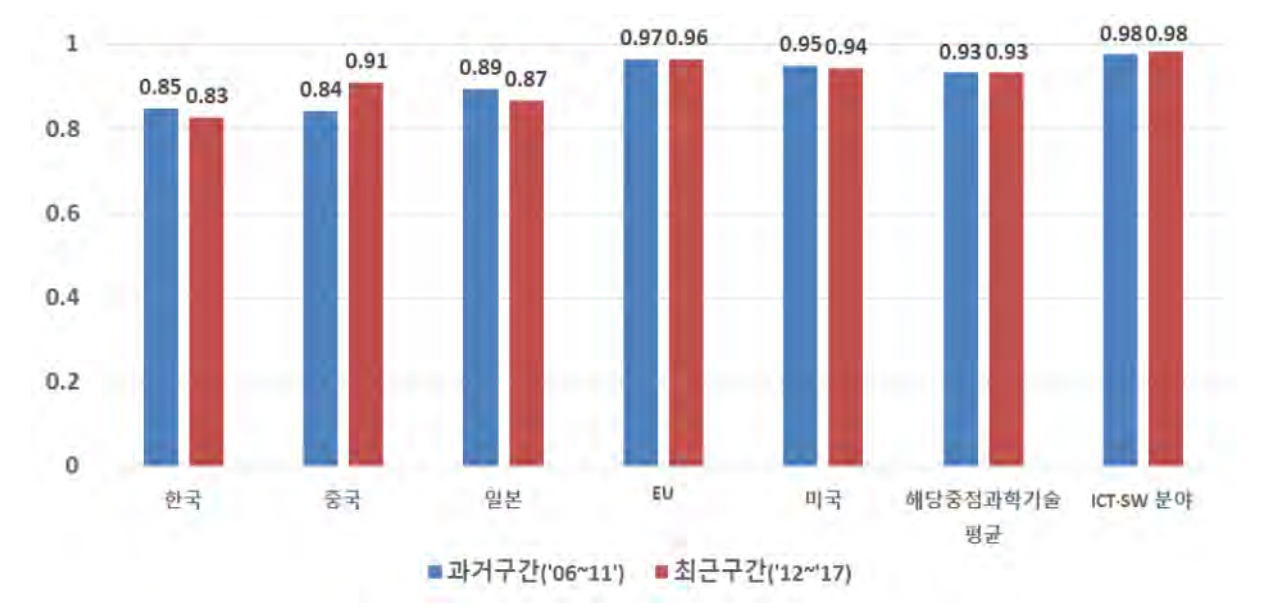
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



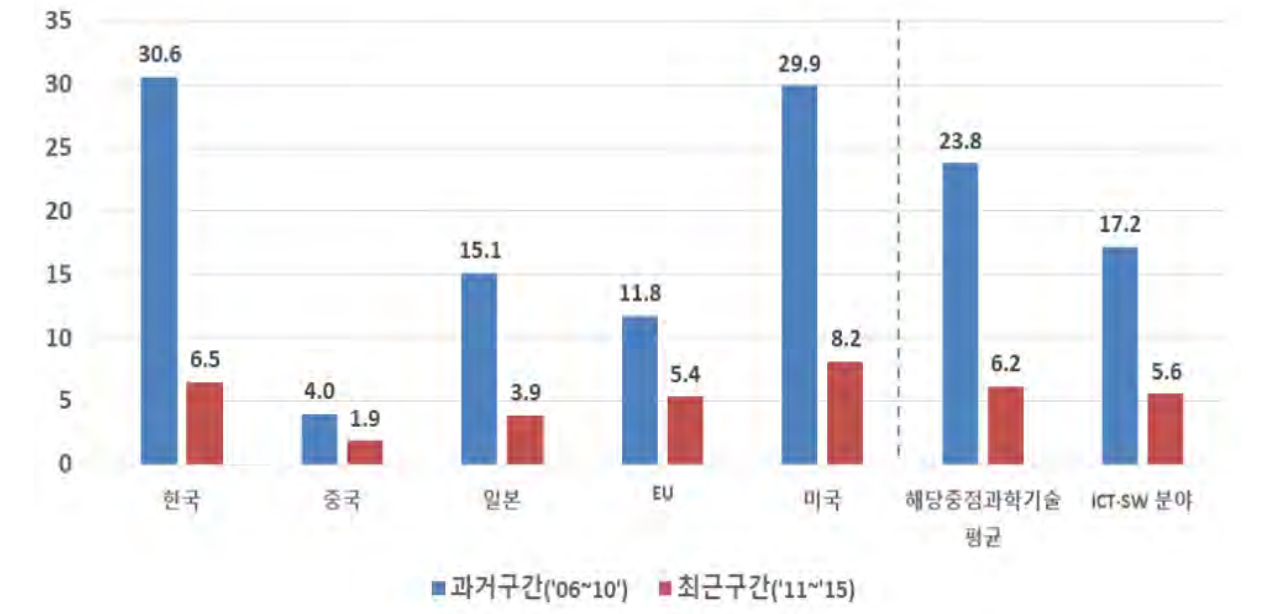
- NUI·NUX 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



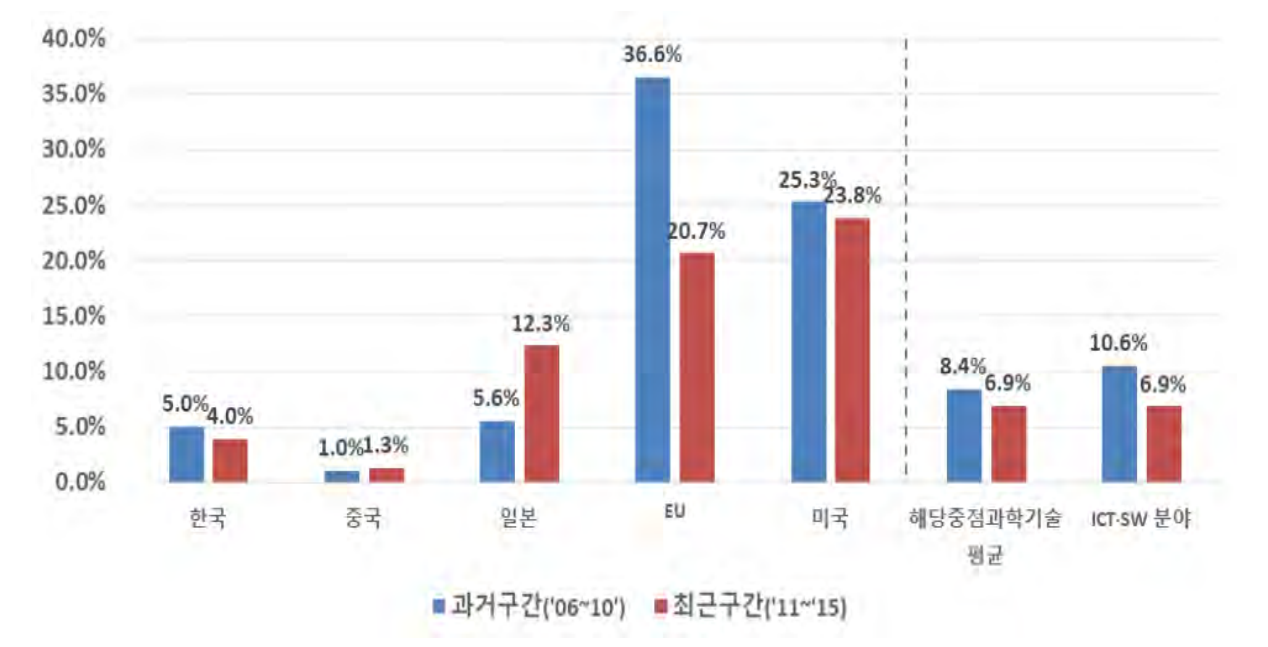
- 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



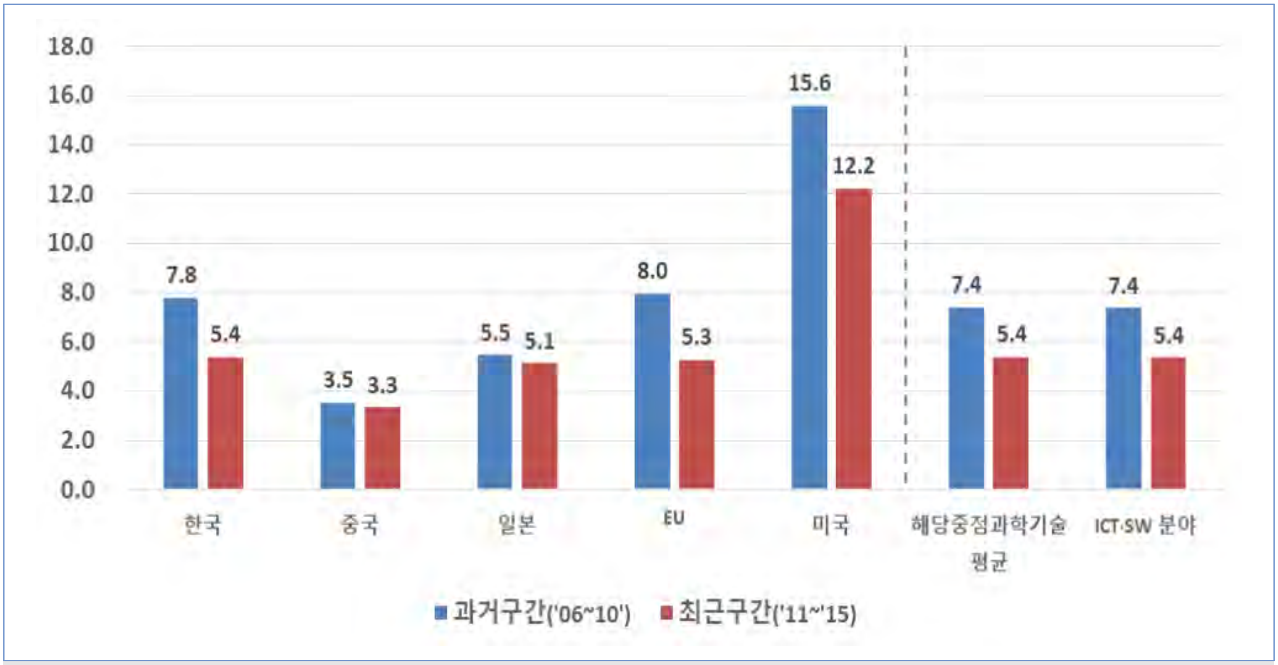
● NUI·NUX 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 한국, 최근구간에는 미국의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● NUI·NUX 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 미국의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- NUI·NUX 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

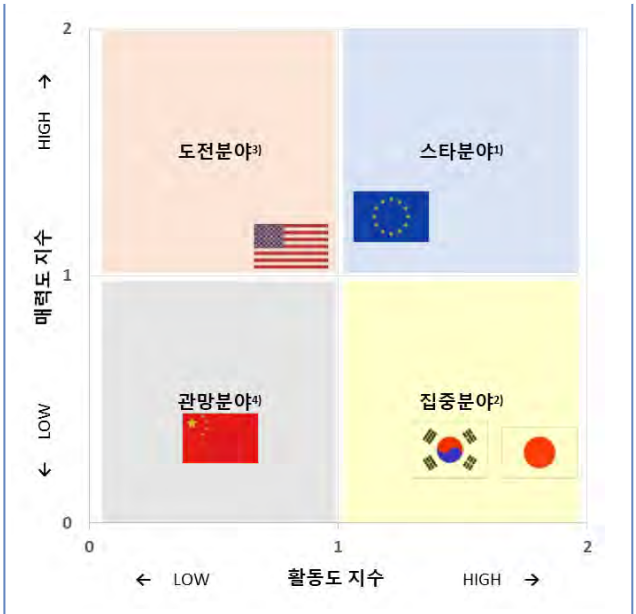
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

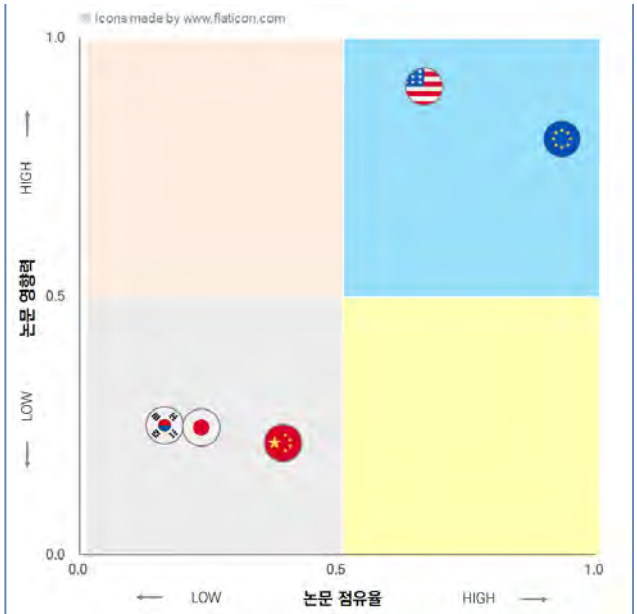
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● NUI·NUX 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, EU의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

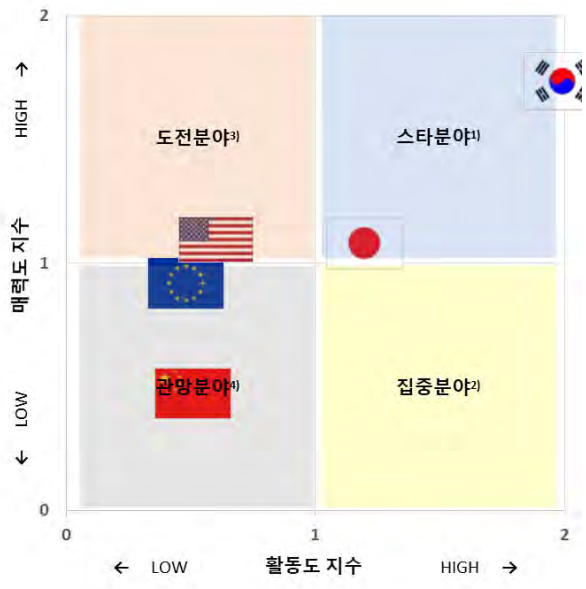


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

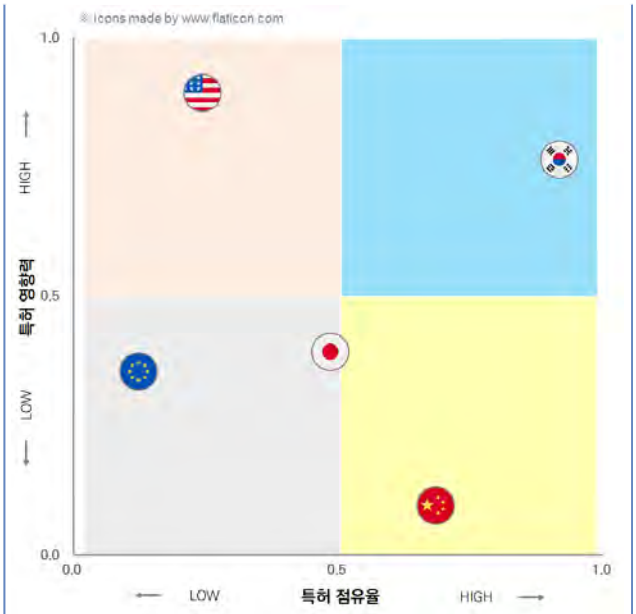
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● NUI·NUX 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 특허의 질적 성과 또한 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

- 글로벌 논문 점유율은 미국의 'UNIVERSITY OF CALIFORNIA(0.81%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '고려대학교'가 6.30%(글로벌 점유율은 0.35%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.06%	0.81%	-5.26%
2	UNIVERSITY OF TOKYO	일본	4.94%	0.46%	100.00%
3	UNIVERSITY OF OXFORD	EU	0.93%	0.39%	-20.00%
4	UNIVERSITY OF MICHIGAN	미국	1.41%	0.37%	83.33%
5	KOREA UNIVERSITY	한국	6.30%	0.35%	28.57%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KOREA UNIVERSITY	6.30%	0.35%	28.57%
2	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	5.91%	0.33%	14.29%
3	DONGGUK UNIVERSITY	3.94%	0.22%	50.00%
4	CHUNG-ANG UNIVERSITY	3.54%	0.20%	-50.00%
5	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	3.54%	0.20%	-20.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SOUTHEAST UNIVERSITY	2.18%	0.35%	200.00%
2	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.05%	0.33%	100.00%
3	TSINGHUA UNIVERSITY	1.50%	0.24%	166.67%
4	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	1.23%	0.20%	100.00%
5	JILIN UNIVERSITY	1.23%	0.20%	100.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TOKYO	4.94%	0.46%	100.00%
2	KEIO UNIVERSITY	3.53%	0.33%	-33.33%
3	RITSUMEIKAN UNIVERSITY	3.06%	0.28%	125.00%
4	NAGOYA UNIVERSITY	2.35%	0.22%	133.33%
5	WASEDA UNIVERSITY	2.12%	0.20%	-20.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF OXFORD	0.93%	0.39%	-20.00%
2	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.82%	0.35%	-22.22%
3	INSTITUTE OF COGNITIVE NEUROSCIENCE	0.82%	0.35%	28.57%
4	BIRKBECK UNIVERSITY	0.72%	0.31%	1300.00%
5	UNIVERSITY OF MANCHESTER	0.62%	0.26%	0.00%

6 미국

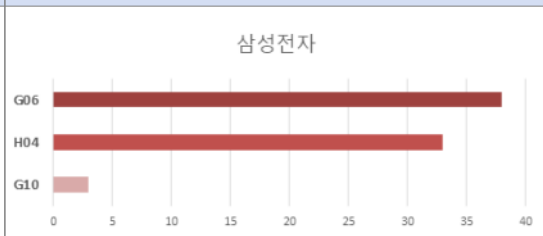
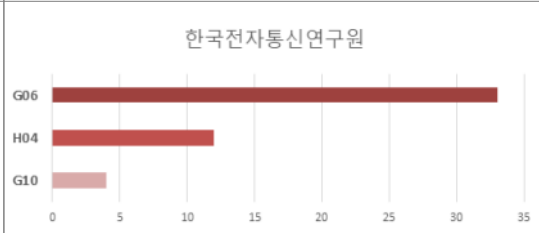
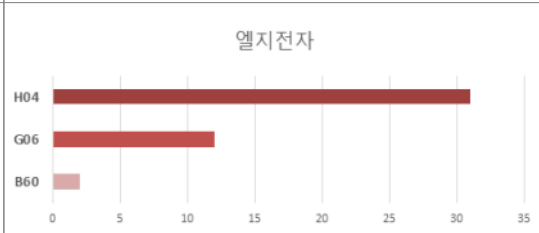
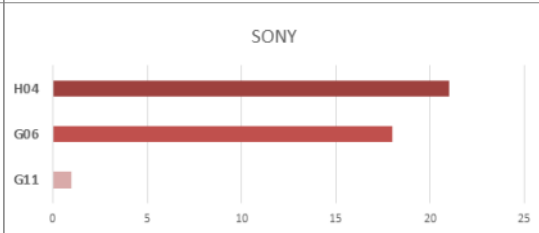
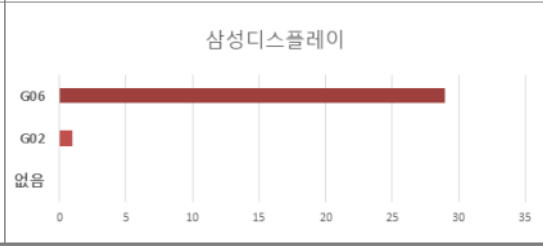
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.06%	0.81%	-5.26%
2	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.41%	0.37%	83.33%
3	STANFORD UNIVERSITY	1.32%	0.35%	0.00%
4	NORTHEASTERN UNIVERSITY	0.99%	0.26%	0.00%
5	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	0.91%	0.24%	350.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '삼성전자(2.89%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '삼성전자'가 7.27%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '삼성전자'는 G06(산술논리연산; 계산; 계수)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

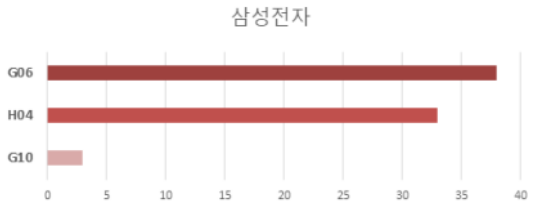
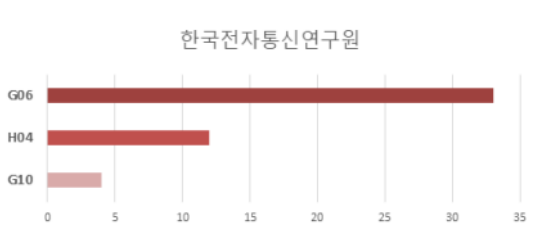
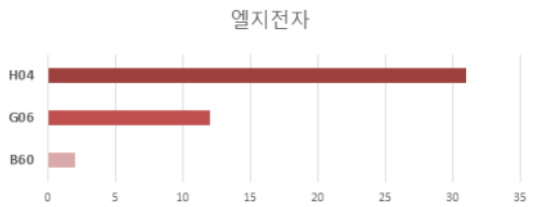
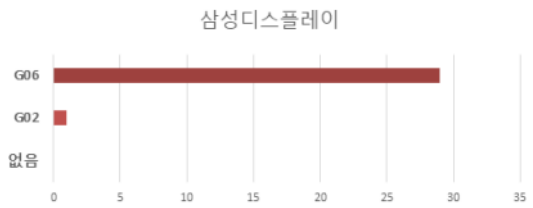
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	한국	7.27%	2.89%	171.43%
2	한국전자통신연구원	한국	5.41%	2.15%	105.26%
3	엘지전자	한국	4.47%	1.78%	400.00%
4	SONY	일본	8.17%	1.59%	26.32%
5	삼성디스플레이	한국	3.45%	1.37%	72.73%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B60	차량일반
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		-	-

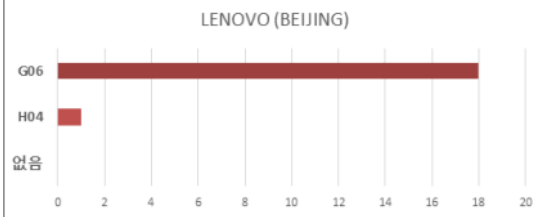
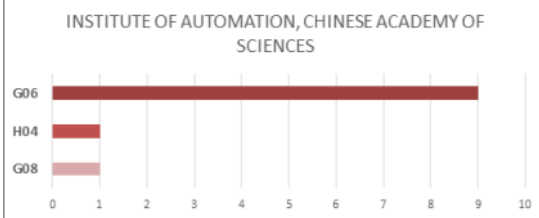
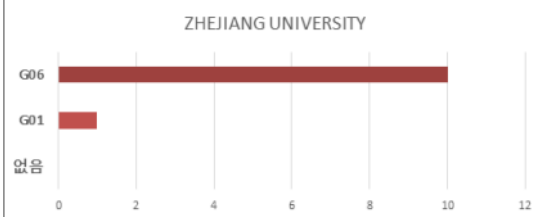
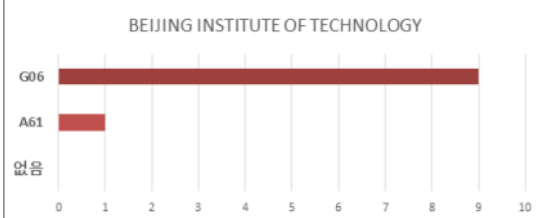
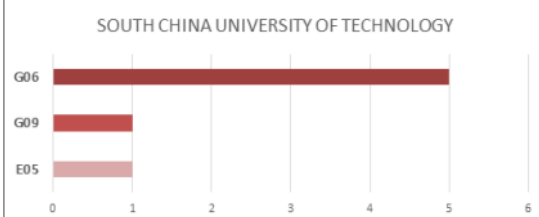
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	7.27%	2.89%	171.43%
2	한국전자통신연구원	5.41%	2.15%	105.26%
3	엘지전자	4.47%	1.78%	400.00%
4	삼성디스플레이	2.80%	1.11%	72.73%
5	현대자동차	2.24%	0.89%	2200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B60	차량일반
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B60	차량일반
		G10	악기; 음향

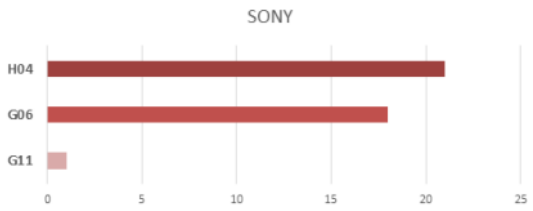
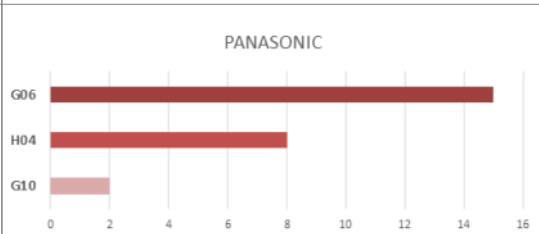
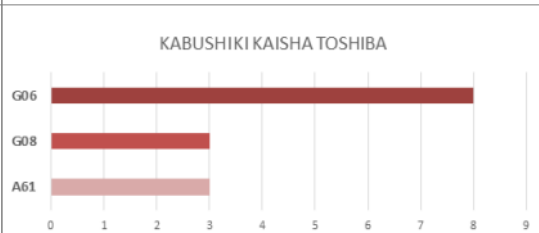
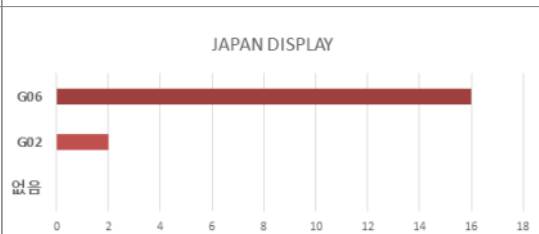
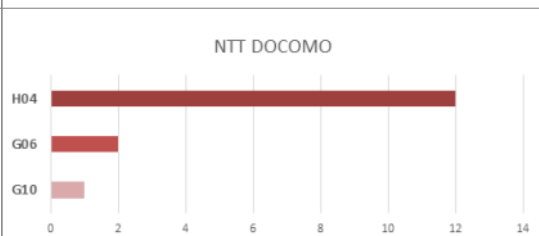
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	LENOVO (BEIJING)	2.63%	0.70%	1700.00%
2	INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1.66%	0.44%	100.00%
3	ZHEJIANG UNIVERSITY	1.52%	0.41%	75.00%
4	BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.38%	0.37%	133.33%
5	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1.24%	0.33%	250.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		–	–
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G08	신호
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
		–	–
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		–	–
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
		E05	자물쇠; 열쇠; 창(窓) 및 문(門)의 부속품; 금고(金庫)

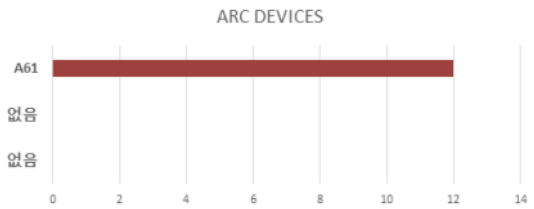
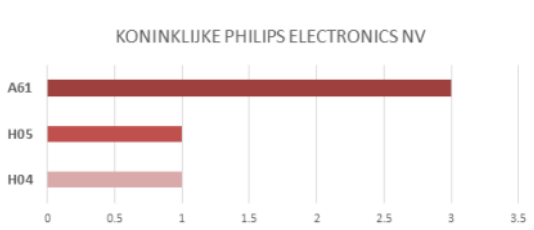
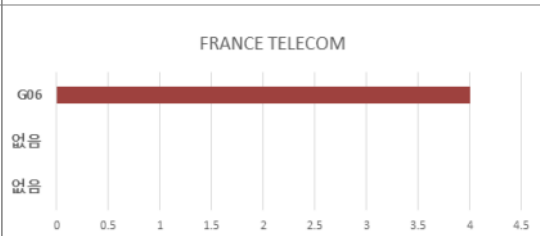
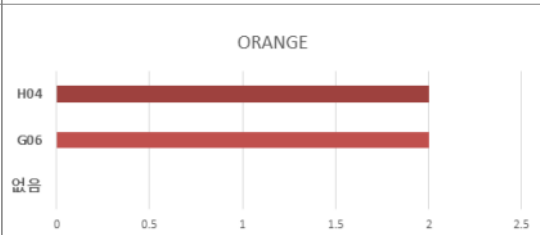
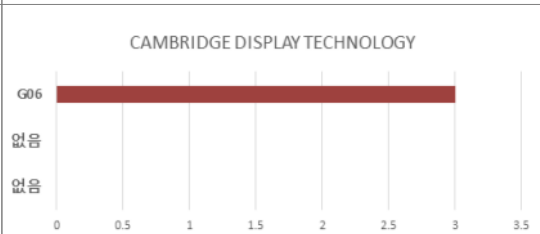
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	8.17%	1.59%	26.32%
2	PANASONIC	4.94%	0.96%	0.00%
3	TOSHIBA	3.42%	0.67%	0.00%
4	JAPAN DISPLAY	3.42%	0.67%	1700.00%
5	NTT DOCOMO	3.04%	0.59%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G02	광학
		-	- -
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향

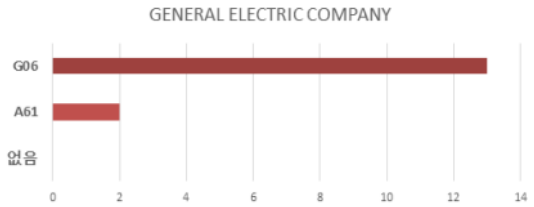
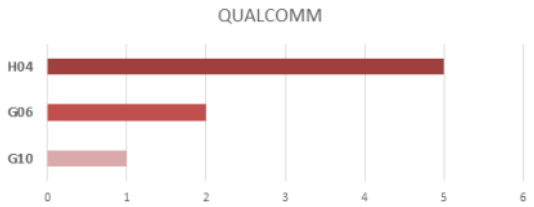
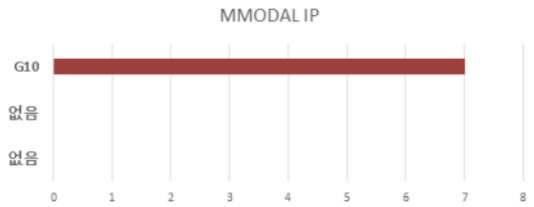
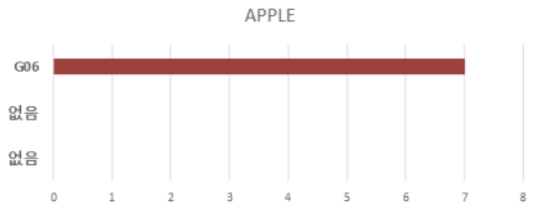
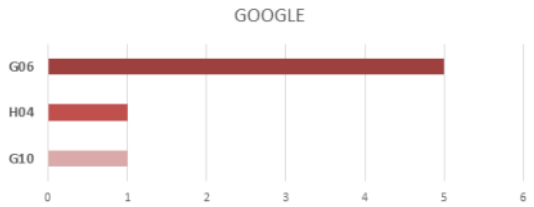
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ARC DEVICES	12.12%	0.44%	1100.00%
2	KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS NV	7.07%	0.26%	-83.33%
3	FRANCE TELECOM	4.04%	0.15%	300.00%
4	ORANGE	4.04%	0.15%	300.00%
5	CAMBRIDGE DISPLAY TECHNOLOGY	3.03%	0.11%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향
2		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
		H04	전기통신기술
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GENERAL ELECTRIC COMPANY	5.43%	0.56%	14.29%
2	QUALCOMM	2.90%	0.30%	66.67%
3	MMODAL IP	2.54%	0.26%	600.00%
4	APPLE	2.54%	0.26%	600.00%
5	GOOGLE	2.54%	0.26%	500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		A61	위생학; 의학 또는 수의학
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향
3		G10	악기; 음향
		-	-
		-	-
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향

117 지식정보보안기술



117 지식정보보안기술

중점과학기술 개요

- 암호, 인증, 인식, 감시 등의 보안기술이 적용된 제품을 생산하거나 관련 보안 기술을 활용하여 개인, 기업, 국가의 안전과 신뢰를 보장하는 서비스를 제공하는 기술
- 다양한 ICT 기술이 공격자의 존재 유무에 상관없이 의도한데로 서비스를 제공하는 것을 보장하는 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

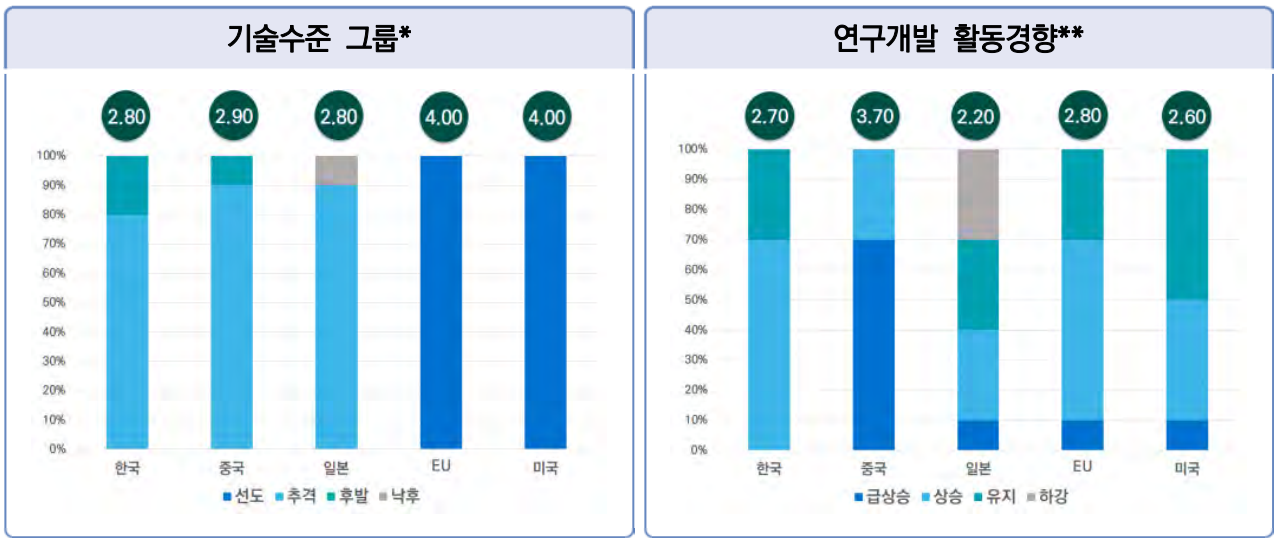
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	80.0	2.0	추격	보통	우수	상승
중국	83.5	1.5	추격	우수	우수	급상승
일본	80.0	1.5	추격	우수	우수	유지
EU	92.0	0.8	선도	탁월	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	2.0	80.0	77.0	82.0	5.0	2.0	1.5	2.0	1.1
중국	82.0	1.5	83.5	82.0	86.0	5.2	1.5	1.0	2.0	0.7
일본	80.0	1.5	80.5	80.0	80.0	4.7	1.5	1.5	2.0	1.4
EU	92.5	0.8	92.0	90.0	95.0	4.5	0.8	0.5	1.0	0.4
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

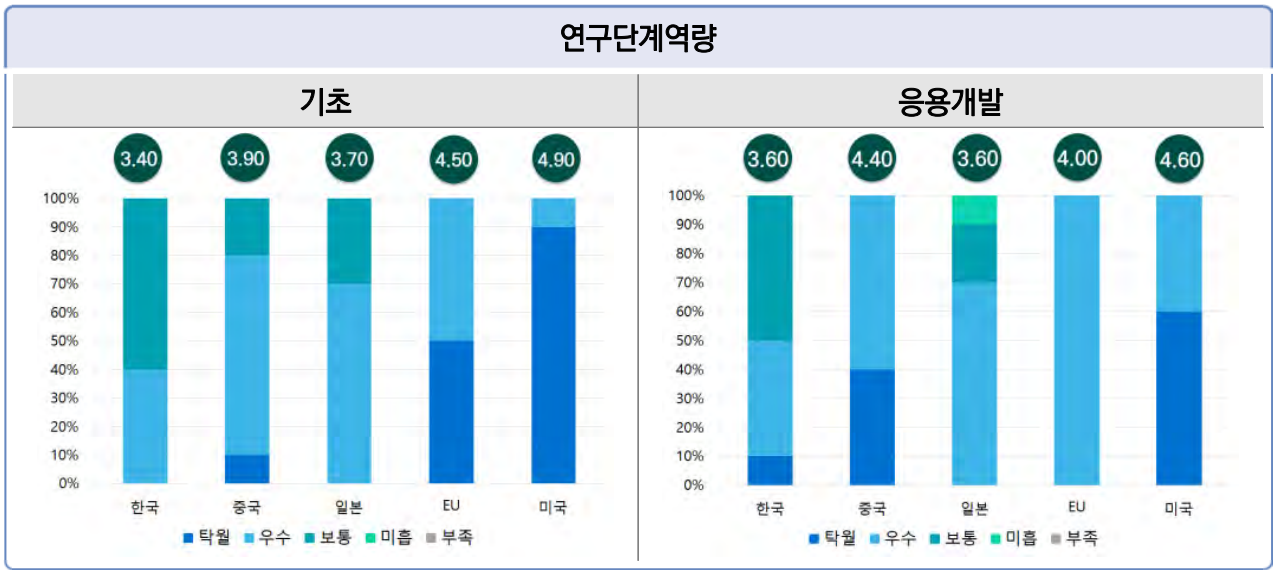
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (80.0%)	• 논문/특허 등에서 실적은 좋으나 원천 기술 연구개발 층이 다소 얇음 • 정부 주도로 인공지능, 블록체인, 관련 전문가 육성을 주도 • 꾸준한 지식 보안 기술 개발이 진행되며 사회적 공감대 형성 • 해킹과 같은 보안 공격에 관련 된 기술과 능력은 높다고 판단되지만, 그 수가 적음 • 정부 투자와 관심은 있으나, 정부 주도의 연구 방향 설정 등 미흡
중국 (83.5%)	• 논문 발행, 특허 출원/등록 등에서 활발히 실적을 창출 • 막강한 자금력으로 연구에 있어서 우리나라를 이미 뛰어 넘고 있으며 보안 산업 또한 폭발적으로 성장 중 • 국가전략과 산업에서의 지식 보안 필요성으로 연구 활동이 활발하며 그 결과물에도 관심도가 높음
일본 (80.0%)	• 개인정보보호분야의 세계 시장을 주도 • 새로운 기술 분야의 보안관련 연구 활동이 시작단계임 • 최근 지식 보안의 관심도가 높아지며 많은 논문과 특허 결과물 제시 • 지속적인 정부 투자와 관심, 자율적인 연구
EU (92.0%)	• 독일, 스위스를 중심으로 많은 논문을 발표하고 있으며 새로운 보안 산업 또한 활황 중 • 최고보유국이 확보한 기초 보안 기술 결과 도출 • 공통 기반 분야에서 최고기술 보유국에 근접한 기술 개발을 하고 있으며, 후양자 암호, 부채널 공격 대응 등의 연구 활동도 활발 • 논문점유율과 논문영향력지수 및 특허점유율과 특허영향력지수 등에 있어서 상대적 우위에 있으며, 기술수준에 있어서도 선도그룹에 위치
미국 (100%)	• 국가 주도의 차세대양자암호 표준 제정과 관련하여 기술발전을 위한 연구 분위기 활발 • 암호 분야 독자 원천기술을 바탕으로 양자 분야까지 기술 선도 중 • SW와 HW의 접목으로 정보보안 시장 주도 및 사이버보안 분야 제품 출시 선도 • 경량암호, 준동형암호 등 암호인증분야에서 최고 수준의 기술을 발표하고 있으며 연구 활동도 활발 • 새로운 형태의 보안 공격이나 방어 시스템의 개발을 이끌어 내는 중 • 논문점유율과 논문영향력지수 및 특허점유율과 특허영향력지수 등에 있어서 상대적 우위에 있으며, 기술수준에 있어서도 선도그룹에 위치

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 연구 개발 활동 경향으로 볼 때 이 분야에서 상승 기조를 유지하고 있고, 기초연구와 응용개발연구 분야에 있어서 관련 기술 및 인력, 인프라 부문에서 모두 우수한 역량을 발휘 • 기술 부분에서는 우수하지만, 관련 인력이나 인프라는 확충이 필요한 상태 • 응용개발 연구는 관련 기업이나 스타트업이 적어 대학에서 이루어지는 기초연구를 바탕의 스핀오프가 활발히 이루어져야 함 • ICT 운용 환경에서는 세계 최고 수준 . • 각 분야 전문 인력 보유, 사이버보안 분야 인재의 수준은 세계 정상급 • 학회 논문을 인정해 주는 분위기가 확산되며 서서히 세계 시장과의 경쟁에 돌입 • 새로운 연구 분야를 탐색 중	• 응용 기술 개발을 위한 인프라 구축 시급 • 다양한 연구개발 인력이 진입할 수 있는 환경 조성 필요 • 정통성 있는 보안 기술, 실무 위주의 보안 능력을 겸비하고 있는 인력(교수)의 확충 필요 • 이론 위주의 연구는 정보보호 학문에서 한계성을 가지고 있음 • 대형 프로젝트 기반의 기술별 융합 부족 • 국내 네트워크 시장 및 기술 사양화 심화로 외산 장비 의존이 확대되고 이로 인한 보안성 문제 심각 • 한 분야 원천 기술 연구에 장기간 투자 부족 • 연구 저변이 넓지 않고, 연구자들의 역량이 결집되어 있지 않음 • 매우 실망스러운 IT 정책 (블록체인, 암호화폐, 포지티브 규제 등등), 이로 인한 산업의 고립화 • 기초연구에 투자 필요
중국	• 지능 보안을 위한 다양한 연구 개발을 전략적으로 전개하며 기초 및 응용 개발 결과물의 논문, 특허가 빠른 속도로 상승 • 기초연구와 응용개발연구 분야에 있어서 관련기술 및 인력, 인프라 부문에서 모두 우수한 역량을 발휘 • 기초연구는 대학을 중심으로 이루어지고, 응용개발 연구는 기업이나 스타트업을 중심으로 이루어지지만 중국 정부의 강력한 지원으로 인해 보안 기술에 관한 연구 개발이 활발히 이루어지고 있음 • 막대한 인력과 정부의 적극적인 지원이 타국에 비하여 장점을 가짐 • 자국 제품에 대한 충분한 테스트 및 가격 경쟁력 확보 • 최근 들어 해외 인력들의 중국의 시장 호황으로 엄청나게 귀국하고 있음, 전체적으로 IT 시장의 호황으로 보안 및 블록체인 산업 활발히 진행 중	• 빠른 기술 개발을 위한 인력 양성 구축 필요 • 중국산 제품에 대한 대외 신뢰도가 높지 않음 (백도어 탐재 여부 등) • 여전히 연구가 금지되어 있는 부분이 많음
일본	• 지속적인 연구 활동 및 연구 개발이 제시 • 연구 개발 활동 경향으로 볼 때 이 분야에서 현재 상태의 기조를 잘 유지 중. 기초연구와 응용개발 연구 분야의 관련 기술 및 인력, 인프라 부문에서 모두 우수한 역량을 발휘 • 산업체 중심으로 기술개발 및 적용하고 있어, 원천 기술 및 응용기술을 연결하는 기술개발 추진 • 내수 활황	• 연구 개발 활동을 위한 전략적 계획 필요 • 제품 및 기술에 대한 브랜드 경쟁력이 높지 않음 • 전혀 세계 연구 시장에서 찾아보기 힘듦, 새로운 이노베이션도 없음 • 기술, 인력, 인프라 거의 모든 분야에서 중국이나 한국에 비해 그 추진력이 떨어지고 있음

국가	강점분야	기타
EU	• 최고기술보유국과 비슷한 기초 연구가 활발하며 응용 개발 연구도 상승세 • 중장기적 투자 및 EU 차원의 협력으로 우수 기술 개발을 진행 • 원천 기술 분야 연구에 장기간 투자하는 문화 • 암호 분석 및 설계 분야 세계 최고 수준 • 유럽, 서아시아의 우수 인력들이 몰려들고 있음. 독일, 스위스 등이 매우 우수한 연구 결과들을 내놓고 있음 • 기초연구와 응용개발의 인프라 우수	• 선도그룹을 유지하기 위한 전략적 지식 보안 연구 개발이 필요 • 암호, 개인정보보호, 스마트카드 분야 외에 글로벌 선도 분야 미흡 • 브렉시트 • 산업이 미국에 비해 약함
미국	• 연구 개발 활동 경향으로 볼 때 이 분야에서 상승 기조를 거쳐 현재 상태를 그대로 유지하고, 기초연구와 응용개발연구 분야에 있어서 관련 기술 및 인력, 인프라 부문에서 모두 우수한 역량 발휘 • 기초연구는 대학 중심으로, 응용개발 연구는 기업이나 스타트업 중심으로 진행 • 이론과 실용 기술이 대학과 기업을 중심으로 융합되어 시너지 효과를 산출 • 국방, 외교, 안보 분야의 독자적인 보안 기술을 보유하고 있으며, 일정 기간이 지난 기술에 대해 산업화 전환이 매우 우수 • 연방정부 기관의 글로벌 영향력이 강점 • 네거티브 규제, 전 세계에서 초일류 인력들이 모이고 있음, 자연스러운 경쟁	• 첨단 연구에 대한 성장세가 둔화 • 버블에 대한 우려, 미국 비자 문제로 인한 아시아 인력이 줄고 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	4위	1위	2위	4위	3위

	정책제언
국내협력 촉진	• 대학들과 연구소, 기관, 기업 등이 협업할 수 있고 접근이 쉬운 플랫폼 운영이 필요하고 데이터와 노하우가 자주, 쉽게 공유될 수 있어야 함 • 보안 분야 뿐 아니라 보안 이외의 분야와의 협업이 절실. 신규 인력이 추가되지 않으면 새로운 보안 문제 또한 찾기 힘들며 우리가 보안 시장 자체를 작게 하는 효과 야기 • IT기술과 지식정보보안 기술 발전으로 사회, 경제, 교육, 보건, 금융 등으로 변화를 가져오고 있으므로 이러한 분야의 국내 협력 촉진은 그 분야의 발전을 가져올 수 있음 • 다양한 관련 학계, 산업계, 연구소 등의 역할 분담 및 상생을 위한 폭넓은 협력체계 필요. 단지, 연구비 마련을 위한 정치적 협력이 아닌, 기술을 우선을 하는 논의의 장 마련

	정책제언
국제협력 촉진	• 현재의 국제협력 촉진을 위한 체계와 방법론 점검을 통해 발전방향 모색 • 정보보안 분야 미개척 시장인 동남아, 중동, 아프리카를 대상으로 국내 정보보호 기술의 해당국가 공공시장 진입, 국내 인력 파견 및 해당국 정보보안 분야 기획 참여 등이 원활하게 진행될 수 있는 환경 마련 필요 • 국제 협력은 국제적인 연구 결과가 있다면 자연스럽게 가능해짐. 해외의 인건비 등을 고려했을 때 해외에 연구 예산을 직접적으로 제공하는 것은 기대한 만큼의 ROI를 얻기 힘듦 • 선진 연구 그룹과 협력을 통해 새로운 방법을 습득하기 위한 국제 협력 • 지식정보보안 기술은 IT기술뿐만 아니라 세계 시장 흐름으로 그 발전 방향이 바뀌므로 국제적인 협력 촉진 필요 • 일방향성이 아닌 양방향성 협력을 위한 기술 중심의 협력 창구 마련 • 국제 전문그룹 및 선도 연구자와의 교류확대를 위한 구체적 정책 필요
인력양성 및 유치	• 다원적이며 훌륭한 인재가 배출되는 지속가능한 시스템 구축. 필요시 인력양성에 있어 지속가능성을 표방한 선진사례를 치밀하게 분석 필요 • AI 기술을 활용한 보안기술 개발에 필요한 인력은 국내에 절대적으로 부족함에 따라 유학생 대상으로 적극적 인력 유치가 필요하며, SW, HW 취약점 확보를 위한 인력 양성(학연 간 고용계약형 프로그램 확대, 장학제도 확대) 필요 • 해외의 경우 학회 논문이 거의 90% 이상 교수 채용에 기본적인 조건이 되고 있으나 국내는 그런 것을 고려하는 곳이 극소수에 불과. 교수 채용 과정의 문제점 해결 필요 • 4차 산업을 위한 경쟁력을 높이려면 현재 대두되고 있는 블록체인 기술과 지능 보안 기술, 응용 및 서비스 보안 기술을 위한 인력 양성이 중요 • 연구비 투자에 의한 인력 양성보다는, 양성된 인력 및 기술이 중장기적으로 활용될 수 있도록 연구소, 산업계 연구 선진화 방안과 연계 필요 • 몇몇 주요 대학에 편중되는 연구로 인해 연구 내실/결과 부실로 이어짐 • 국내뿐만 아니라 해외 연구 인력을 국내 연구에 활용할 수 있는 인력 양성 사업. 혜택 받은 외국 연구진에 중요 의무 연구 기간 및 성과 요구 필수 사항 부여
인프라 구축	• 네트워크 기기, 이동통신망에 대한 안전성 제고를 위한 테스트베드 구축 • 새로운 연구를 위한 다양한 인프라는 연구자들이 연구 예산을 중복 허용하지 않고 원격에서 다양한 연구 경험이 가능하게 함 • 해당 분야의 연구 결과를 실험 단계나 적용 단계에서 실현할 수 있는 인프라 구축 필요 • 해당 분야 확대를 위한 인프라가 부족함. 예를 들면 융합 보안 기술을 위한 자율주행차, 드론, 의료기기, 기반시설 등 사이버공간과 물리공간을 결합하여 만든 사이버 물리 시스템의 인프라가 부족하며, 지능 보안 기술을 위한 퍼징, 기호 실행, 정보 흐름 분석, 인공지능 등을 사용한 자동화된 취약점 분석 및 패치 기술과 인공지능의 인식·판단의 인프라가 시급함 • 분야별로 국제/국내 협력, 인력 양성, 정책, 산업화가 활발히 이루어질 수 있도록 협력이 중장기적으로 이루어 질 수 있는 체계 마련 • 국가 전체적으로 정부나 관 주도의 인프라 구축 매우 시급. 이를 적극 지원 활성화해야 함
법·제도 개선	• 4차 산업혁명과 융합, 지능화의 시대에 안전하고 안정적인 삶이 유지되기 위한 기초연구와 융합연구에 대한 지속가능성을 위해 법적 제도화를 통해 안정성을 확보 필요 • 개인정보보호와 보안 분야에 대한 법과 제도는 선진연구 국가의 수준과 거의 동일하게 개선되고 있음

	정책제언
	• 미래 금융 등 다양한 IT 응용 및 서비스에 대한 법 제도 개선이 선행되어야만 응용 및 서비스 보안 기술의 안정적 발전이 보장됨 • 개발된 기술이 적용되는데 필요한 정책연구가 관련 부처, 관련 기관과 진행되어야 함 • 제도와 법에 관한 사항도 과감하게 규제를 풀고 보완할 사항은 현실에 맞게 고쳐 나가야 함 • 현재 연구과제 제안서 평가를 위한 평가시스템 전면개편 필요. 아직도 지인 및 인적네트워크에 의한 평가 팽배. 예) 현 IITP 및 NRF 등의 평가방식인 최상위 최하위 삭제 평균은 소수의 몇 명이 점수 차를 극대화하면 실제 1위의 평가자 수는 많으나 평균점수 순위에서 하위로 선택되지 않은 사항이 다수 발생. 또한, 블라인드 평가방식의 고도화 필요 - 현재 NRF 방식은 눈 가리고 아웅 하는 수준
연구비 확대	• 연구비는 가장 필요한 게 지속 가능성일 것. 다른 분야와 병렬적으로 논의되어야 함 • 전 분야 양적 확대가 아닌 중점추진 과제에 대한 확대가 필요하며, 일몰형 사업에 대한 정확한 진단으로 중단 과제를 식별, 중단 과제에 투입된 리소스(인력 및 예산)를 중점추진 과제에 투입하는 구조가 요구됨 • SI성 프로젝트에 많은 예산이 투입되고 있는 것은 우려할 상황. 신기술에 연구비가 많이 투입되어 세계적인 연구 결과를 만들어내야 함 • 공통 보안기술, 네트워크 및 시스템 보안 기술은 어느 궤도에 있지만 4차 산업을 위한 블록체인 기술과 지능 보안 기술, 그리고 응용 및 서비스 보안 기술의 연구비 확대는 인력 양성 및 유치뿐만 아니라 경쟁력 있는 연구 활성화를 위해 연구비 확대 필요 • 현재 연구개발 투자가 잘 되어있는지에 대한 진단 필요. 국내에서는 일부에서는 특정그룹에 유사 연구주제로 복수로 지원되는 경우가 다수 존재하여, 연구비 지원 확대 이전에, 적절성 사전 검토 필요 • 정보보안에 관한 연구비는 매년 증가하고 있다고 판단되지만, 여전히 다른 연구 학문(분야)에 비해 그 크기가 작음 • 대학이나 연구소(국책 및 민간)에 관련 연구를 활성화시키기 위해서는 관련 연구비 예산을 적절하게 확대해 나가야 함 • 연구비의 실사용을 위한 간접비 축소 및 연구비 과세 폐지 필요 • 연구자의 연구 성과에 따른 인센티브제 대폭 확대 • 선진국의 연구비 활용사례 연구
기타 의견	• ICT기반 사회문제 해결을 위한 보안 기술이 필요함. 이를 위한 시회 각 분야별 빅데이터 분석과 이를 토대로 한 각 정부 부처 간의 소통 네트워크 연결로 주요 이슈 데이터를 공유함으로써 사회 문제 해결을 위한 기초 내용 제공이 요구됨 • 지식정보보안기술 내 기술개발은 유기적으로 연계될 필요가 있음 • R&D 예산이 수치적으로는 항상 확대되고 있으나, 간접비 확대 및 세금 등 실제 사용할 수 있는 부분이 더 높아져 실제적으로 연구비는 더 줄고 있는 상황. 연구비의 과세 삭제방안을 다시 한 번 고려해 봐야함

다 주요 분석 결과 요약

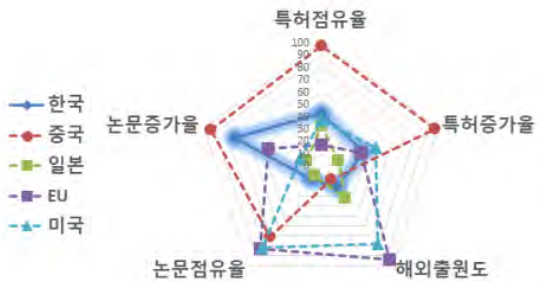
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	지식정보보안기술	5,245	11,096	59.1%	110.8%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

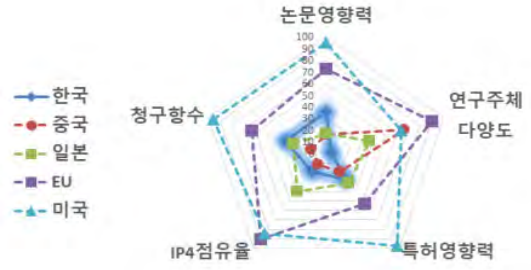
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	31.8%	52.4%	10.2	14.1
한국	4위	2위	3위	4위
	6.5%	16.9%	5.7	7.2
5개국 평균[2]	-	-	7.3	12.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

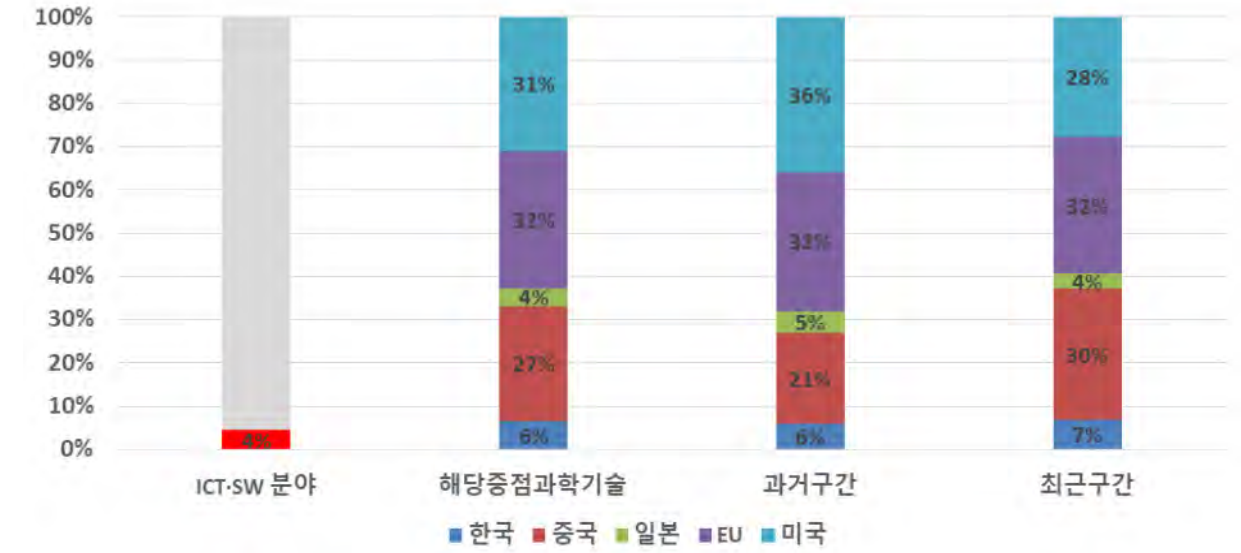
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(6.5%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(5.7)은 주요 5개국 중 3위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(31.8%), 미국(30.9%), 중국(26.7%), 한국(6.5%), 일본(4.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(126.6%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(10.2), EU(7.8), 한국(5.7), 일본(4.4), 중국(4.3) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(16.9%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(7.2)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(52.4%), 한국(16.9%), 미국(14.5%), 일본(12.3%), EU(4.0%) 순이며, 특허 증가율은 중국(274.3%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(14.1), EU(9.1), 일본(7.5), 한국(7.2), 중국(6.5) 순이며, IP4 점유율은 EU(19.0%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(12.9)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	6.5%	26.7%	4.1%	31.8%	30.9%
	논문 증가율	88.1%	126.6%	13.9%	56.3%	23.4%
	논문 영향력	5.7	4.3	4.4	7.8	10.2
	연구주체 다양도	0.81	0.91	0.88	0.97	0.94
특허 분석	특허 점유율	16.9%	52.4%	12.3%	4.0%	14.5%
	특허 증가율	45.0%	274.3%	-29.6%	37.1%	70.7%
	해외출원도	0.7	0.2	1.2	4.3	3.1
	특허 영향력	7.2	6.5	7.5	9.1	14.1
	IP4점유율	3.5%	1.2%	7.9%	19.0%	17.0%
	청구항수	5.5	3.0	4.9	8.0	12.9

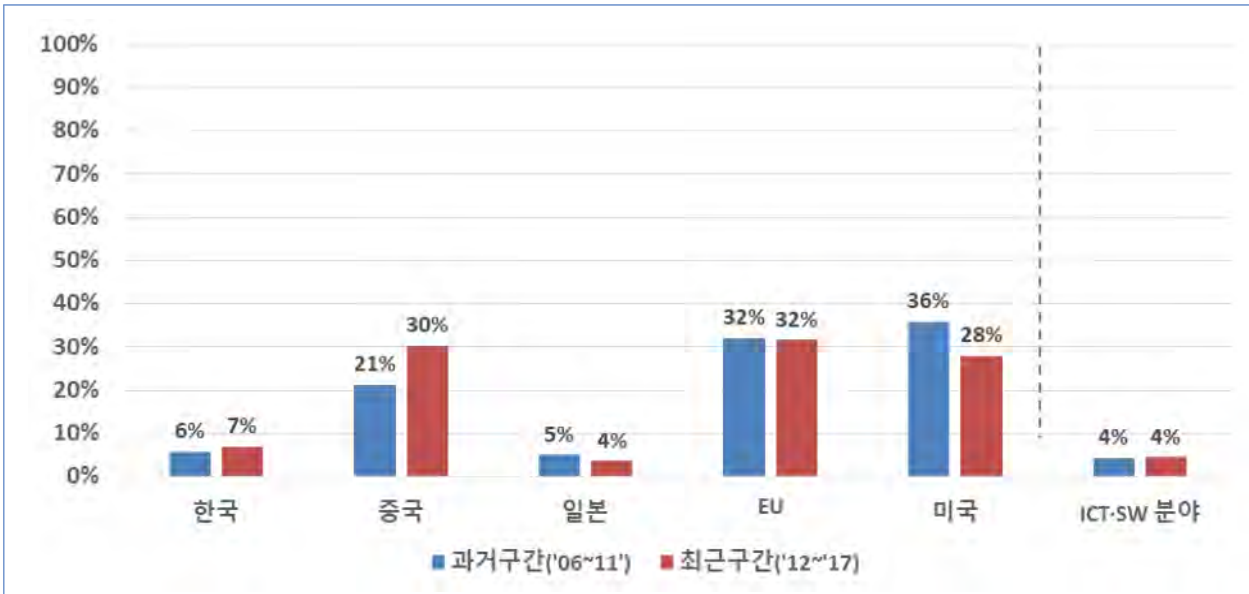
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지식정보보안기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1666건으로 전체 논문의 32%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지식정보보안기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 4%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

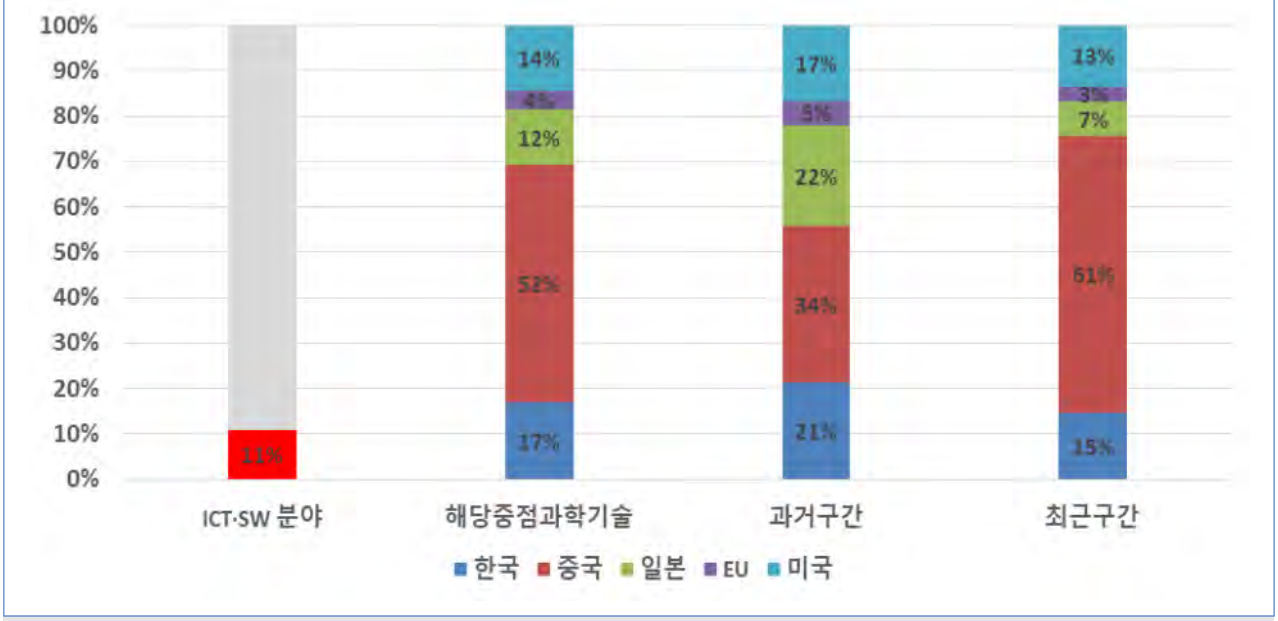


● 지식정보보안기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 중국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 88.1%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	118	222	340	88.1%
중국	429	972	1,401	126.6%
일본	101	115	216	13.9%
EU	650	1,016	1,666	56.3%
미국	726	896	1,622	23.4%
전체	2,024	3,221	5,245	59.1%

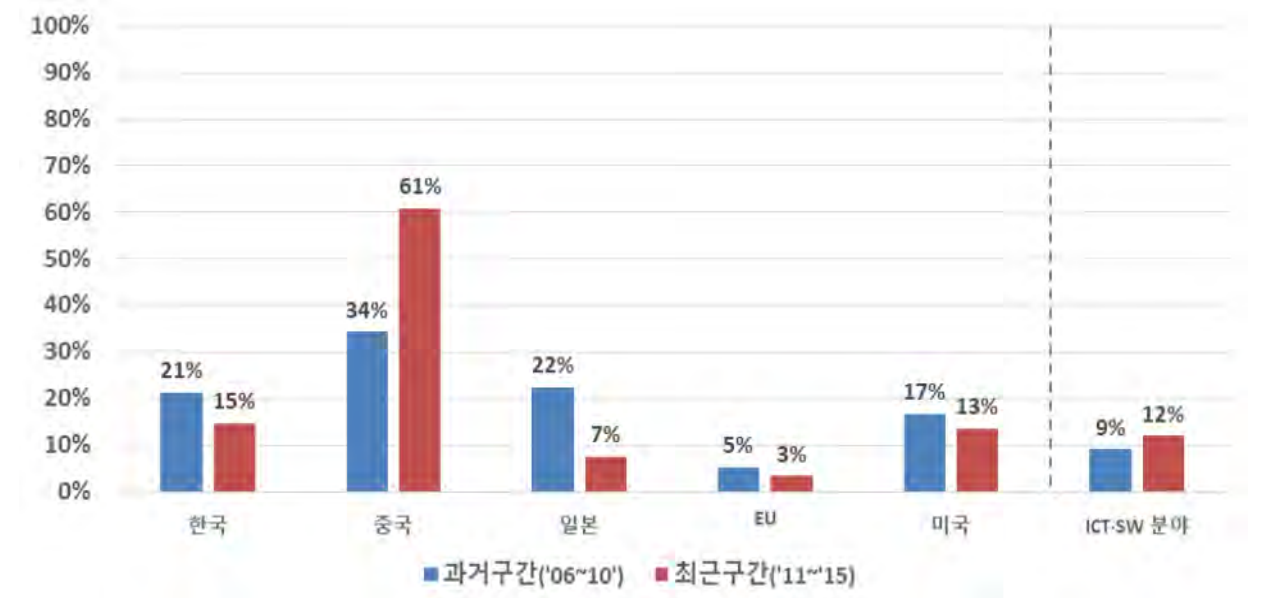
(4) 특허 점유율(전체)



● 지식정보보안기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 5810건으로 전체 특허의 52%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지식정보보안기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 11%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



● 지식정보보안기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 45%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	764	1,108	1,872	45.0%
중국	1,225	4,585	5,810	274.3%
일본	801	564	1,365	-29.6%
EU	186	255	441	37.1%
미국	594	1,014	1,608	70.7%
전체	3,570	7,526	11,096	110.8%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

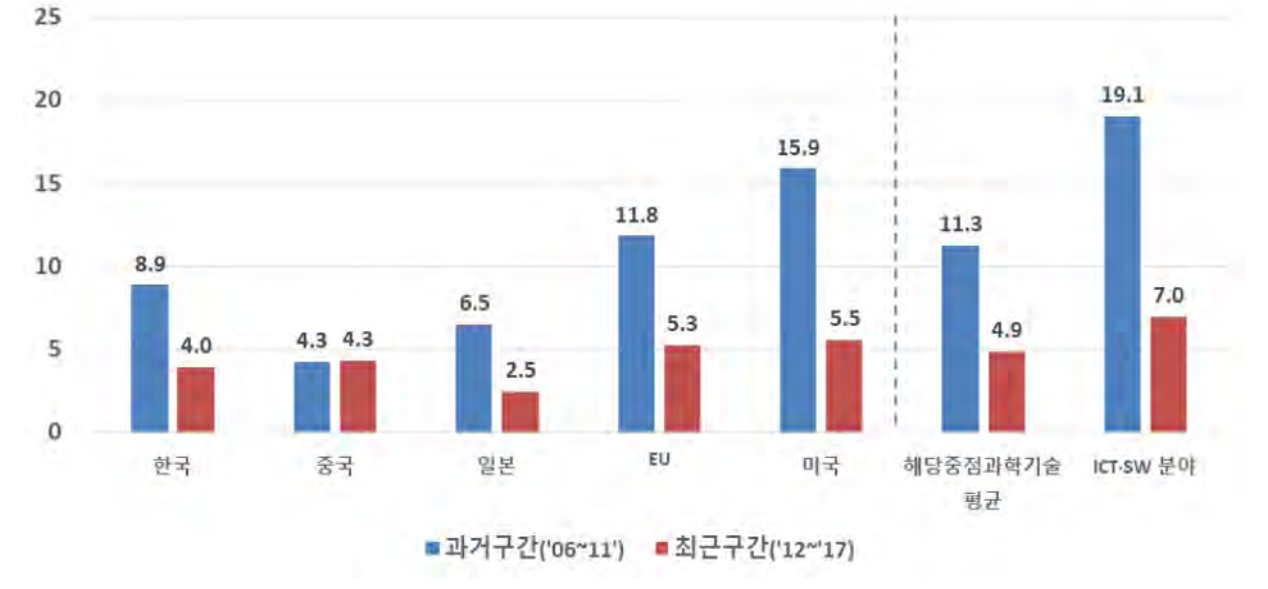


● 지식정보보안기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

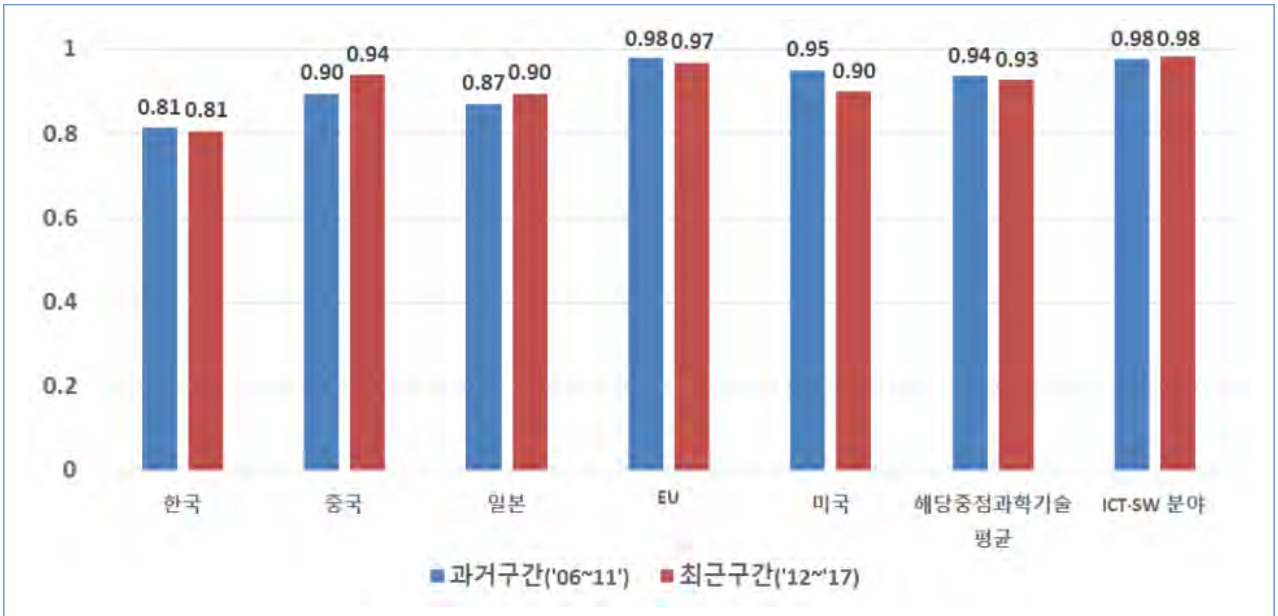
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



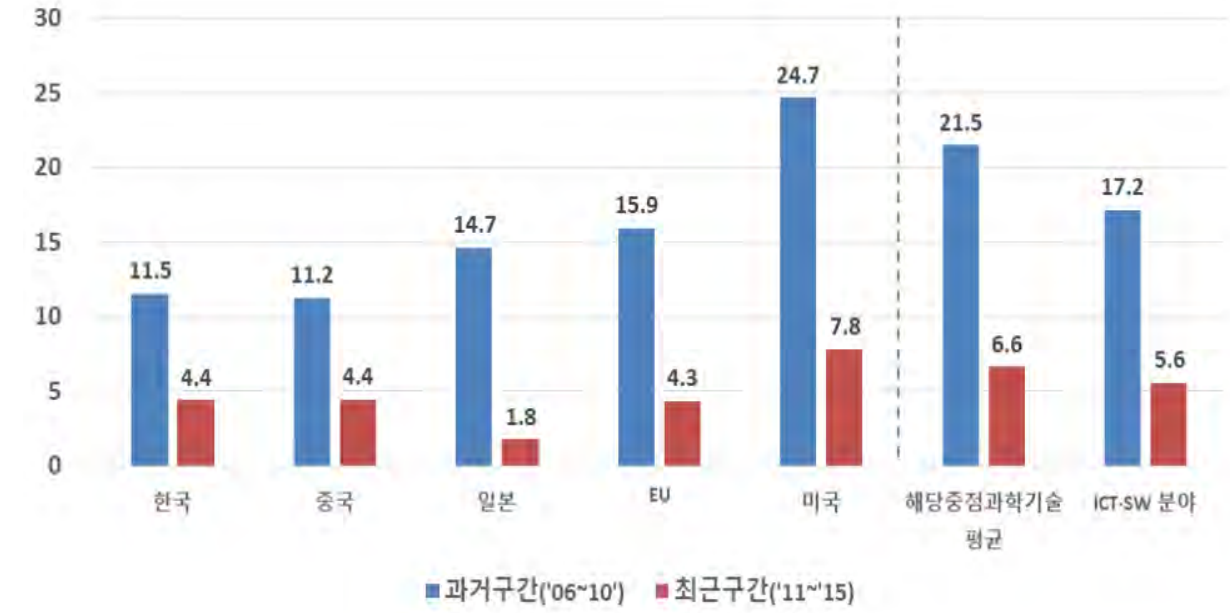
● 지식정보보안기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



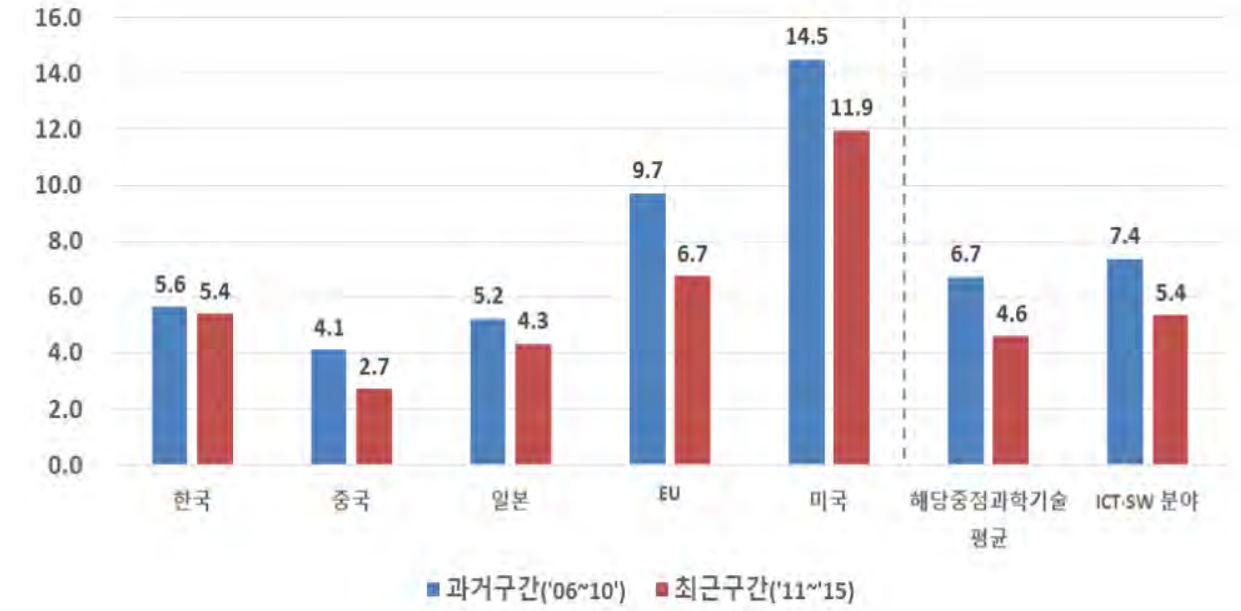
● 지식정보보안기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지식정보보안기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간에는 미국, 최근구간에는 EU의 IP4 점유율이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 지식정보보안기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

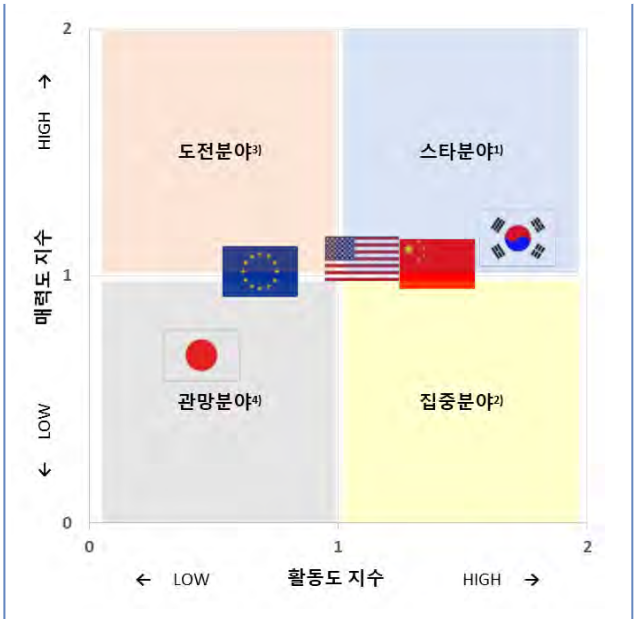
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

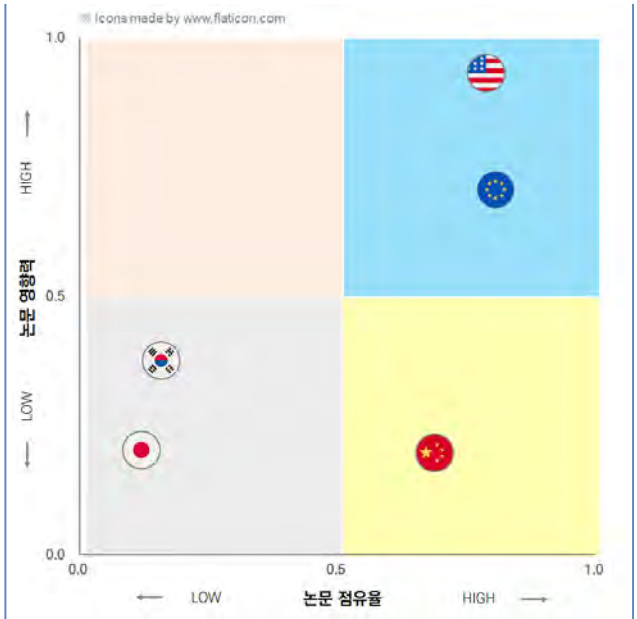
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지식정보보안기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 질적 연구 성과 또한 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

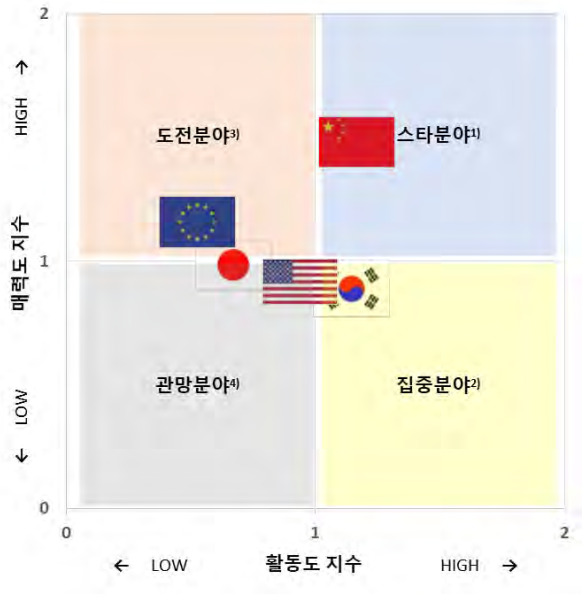


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

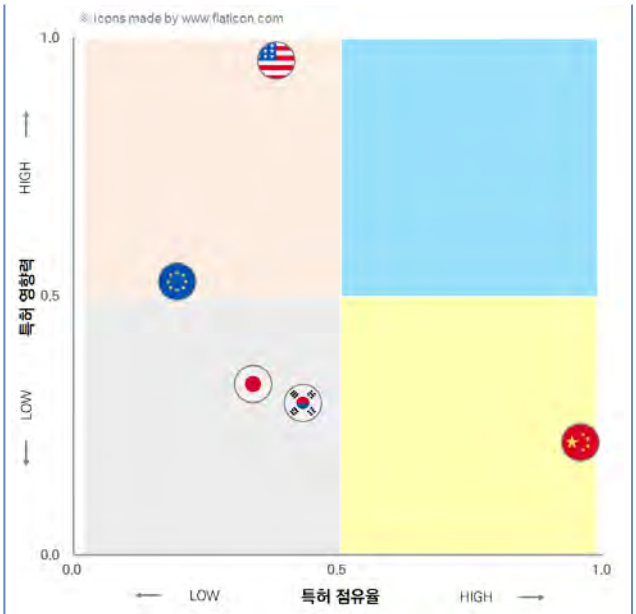
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지식정보보안기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, 중국은 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'XIDIAN UNIVERSITY(0.61%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '성균관대학교'가 6.76%(글로벌 점유율은 0.44%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	XIDIAN UNIVERSITY	중국	2.28%	0.61%	3000.00%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	1.91%	0.59%	58.33%
3	PURDUE UNIVERSITY	미국	1.79%	0.55%	41.67%
4	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	중국	1.78%	0.48%	425.00%
5	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	중국	1.78%	0.48%	300.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	6.76%	0.44%	55.56%
2	KOREA UNIVERSITY	5.29%	0.34%	57.14%
3	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	4.71%	0.31%	66.67%
4	SOONGSIL UNIVERSITY	3.24%	0.21%	166.67%
5	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	2.94%	0.19%	0.0%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	XIDIAN UNIVERSITY	2.28%	0.61%	3000.00%
2	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.78%	0.48%	425.00%
3	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	1.78%	0.48%	300.00%
4	NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.71%	0.46%	200.00%
5	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.36%	0.36%	180.00%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF TSUKUBA	3.24%	0.13%	33.33%
2	YOKOHAMA NATIONAL UNIVERSITY	2.78%	0.11%	100.00%
3	FUJITSU LTD.	2.31%	0.10%	-33.33%
4	KYUSHU UNIVERSITY	2.31%	0.10%	50.00%
5	OSAKA UNIVERSITY	1.85%	0.08%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF GLASGOW	0.72%	0.23%	200.00%
2	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.66%	0.21%	75.00%
3	VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.54%	0.17%	-71.43%
4	TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT	0.54%	0.17%	25.00%
5	TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.48%	0.15%	600.00%

6 미국

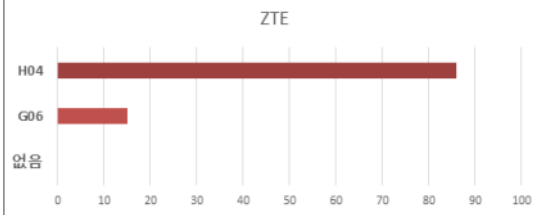
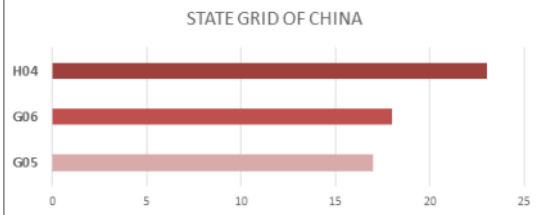
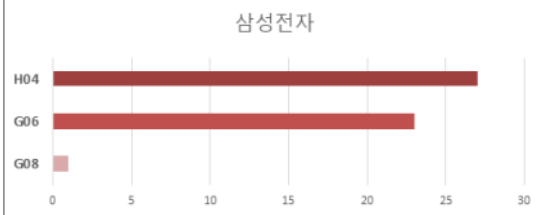
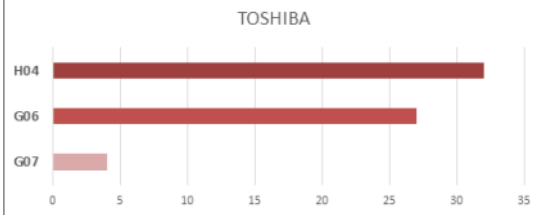
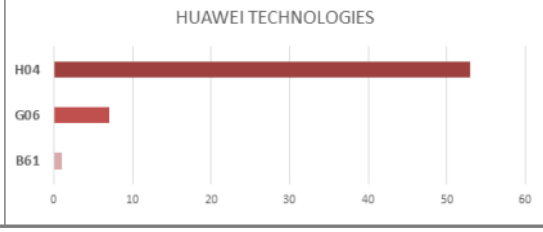
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	1.91%	0.59%	58.33%
2	PURDUE UNIVERSITY	1.79%	0.55%	41.67%
3	GEORGE WASHINGTON UNIVERSITY	1.17%	0.36%	275.00%
4	PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY	0.86%	0.27%	0.00%
5	RUTGERS UNIVERSITY	0.74%	0.23%	-50.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 중국의 'ZTE(0.91%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율은 '삼성전자'가 4.33%(글로벌 점유율은 0.73%)로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 'ZTE'와 '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

1 글로벌

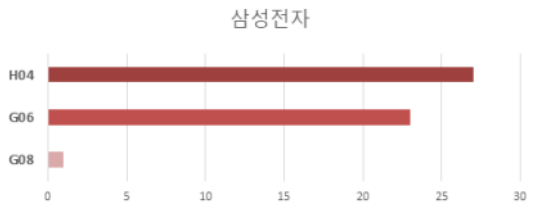
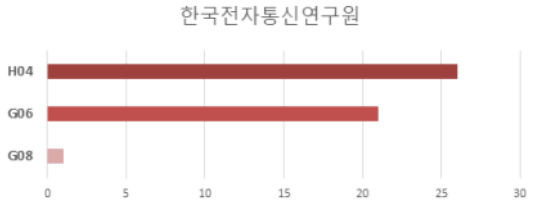
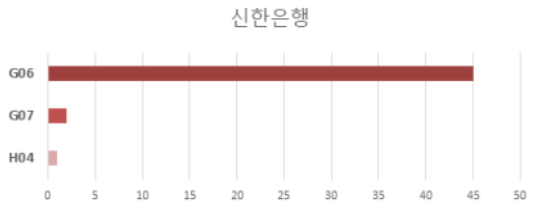
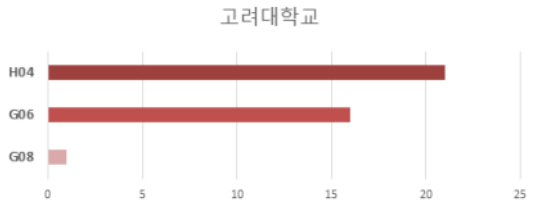
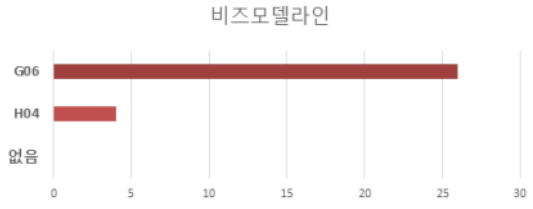
Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	중국	1.74%	0.91%	10.42%
2	STATE GRID OF CHINA	중국	1.58%	0.83%	9100.00%
3	삼성전자	한국	4.33%	0.73%	70.00%
4	TOSHIBA	일본	5.05%	0.62%	37.93%
5	HUAWEI TECHNOLOGIES	중국	1.05%	0.55%	17.86%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G07	검사장치
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B61	철도

2 한국

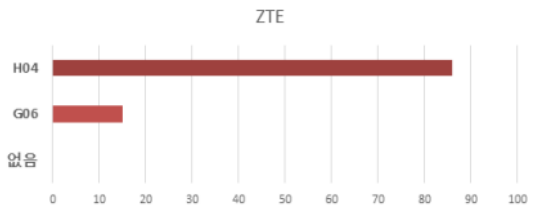
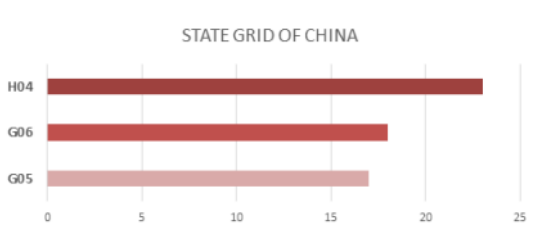
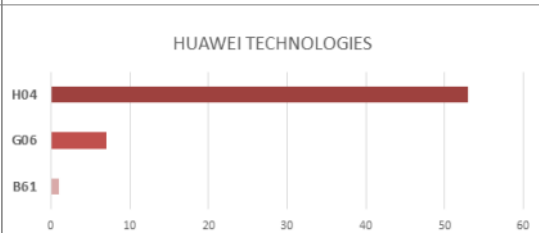
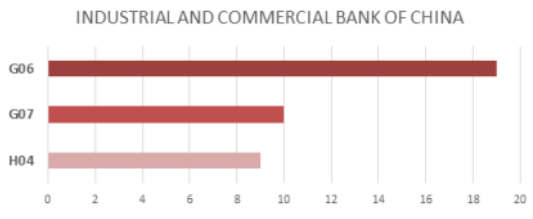
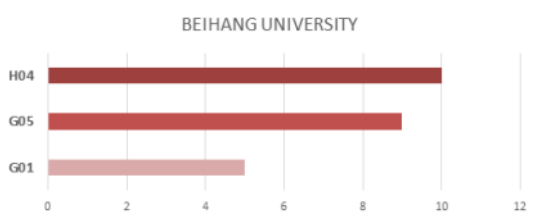
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	4.33%	0.73%	70.00%
2	한국전자통신연구원	2.62%	0.44%	-46.88%
3	신한은행	2.56%	0.43%	-88.37%
4	고려대학교	2.03%	0.34%	-34.78%
5	비즈모델라인	1.60%	0.27%	133.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G03	전자사진; 광파 이외의 파를 사용하는 유사 기술; 영화; 사진; 홀로그래피(Holography)
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G07	검사장치
		H04	전기통신기술
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

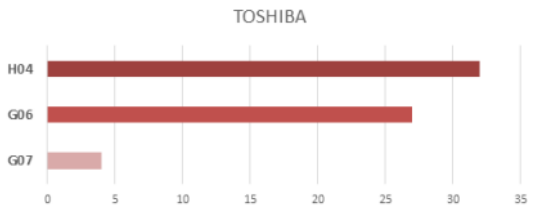
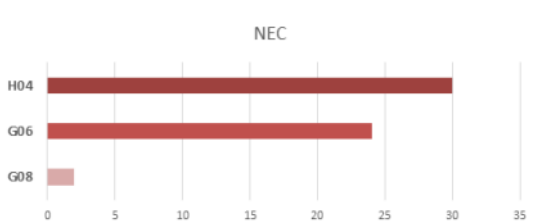
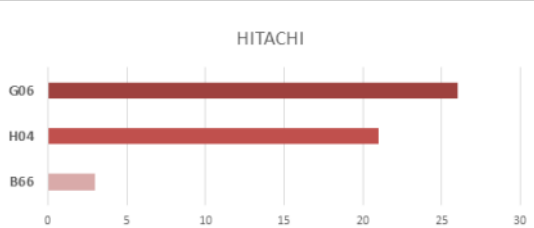
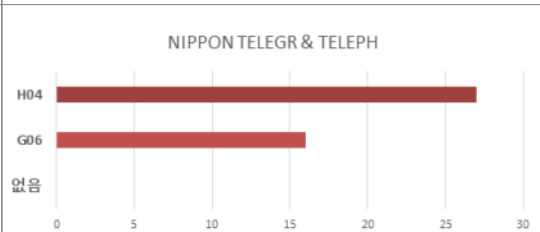
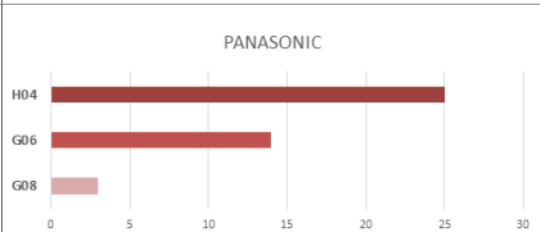
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	1.74%	0.91%	10.42%
2	STATE GRID OF CHINA	1.58%	0.83%	9100.00%
3	HUAWEI TECHNOLOGIES	1.05%	0.55%	17.86%
4	INDUSTRIAL AND COMMERCIAL BANK OF CHINA	0.65%	0.34%	53.33%
5	BEIHANG UNIVERSITY	0.55%	0.29%	257.14%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		B61	철도
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G07	검사장치
		H04	전기통신기술
5		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		G01	광학

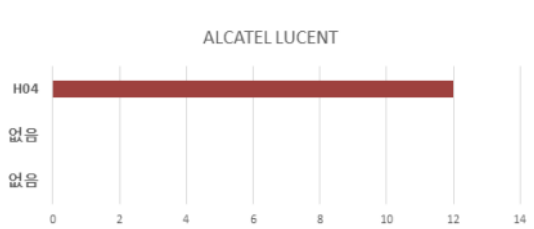
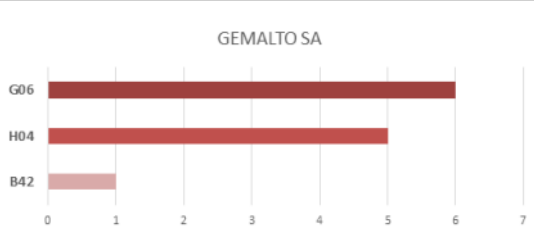
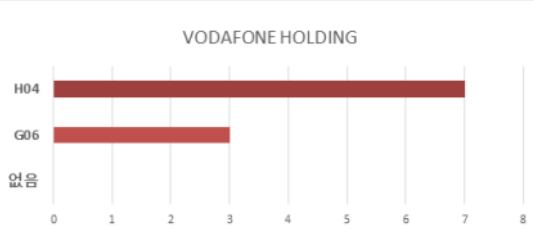
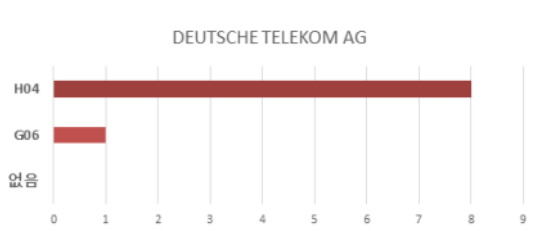
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TOSHIBA	5.05%	0.62%	37.93%
2	NEC	4.32%	0.53%	-62.79%
3	HITACHI	3.88%	0.48%	-64.10%
4	NIPPON TELEGR & TELEPH	3.52%	0.43%	-28.57%
5	PANASONIC	3.30%	0.41%	-84.62%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G07	검사장치
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B66	견인장치; 양중장치; 권상장치
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호

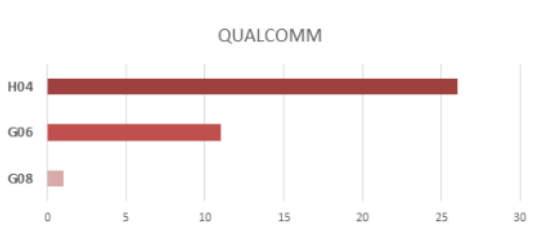
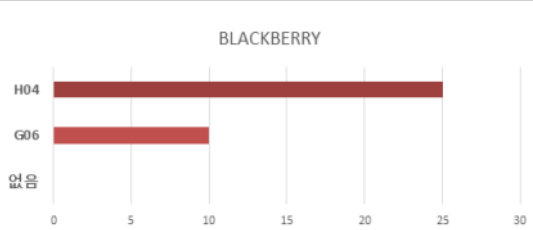
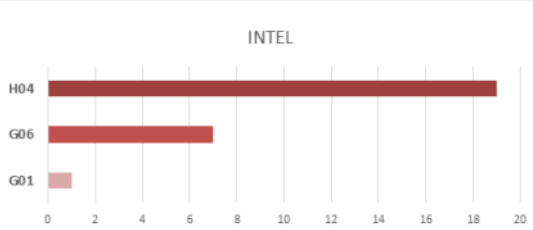
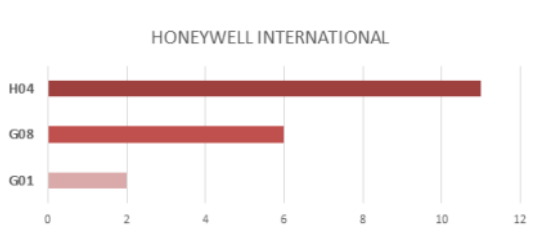
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	GIESECKE & DEVRIENT	4.08%	0.16%	1600.00%
2	ALCATEL LUCENT	2.72%	0.11%	200.00%
3	GEMALTO SA	2.72%	0.11%	1100.00%
4	VODAFONE HOLDING	2.27%	0.09%	50.00%
5	DEUTSCHE TELEKOM AG	2.04%	0.08%	25.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		B42	제본; 앨범; 파일, 특수 인쇄물
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	2.92%	0.42%	135.71%
2	QUALCOMM	2.43%	0.35%	-5.00%
3	BLACKBERRY	2.18%	0.32%	383.33%
4	INTEL	1.68%	0.24%	25.00%
5	HONEYWELL INTERNATIONAL	1.43%	0.21%	260.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		H04	전기통신기술
		G08	신호
		G01	광학

118 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술



118 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술

중점과학기술 개요

☑ 초연결 환경에서 상황인식과 자율제어 기반 다양한 스마트 융합 서비스와 인프라를 제공하는 초고속, 대용량, 초저지연 및 초연결 통신 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

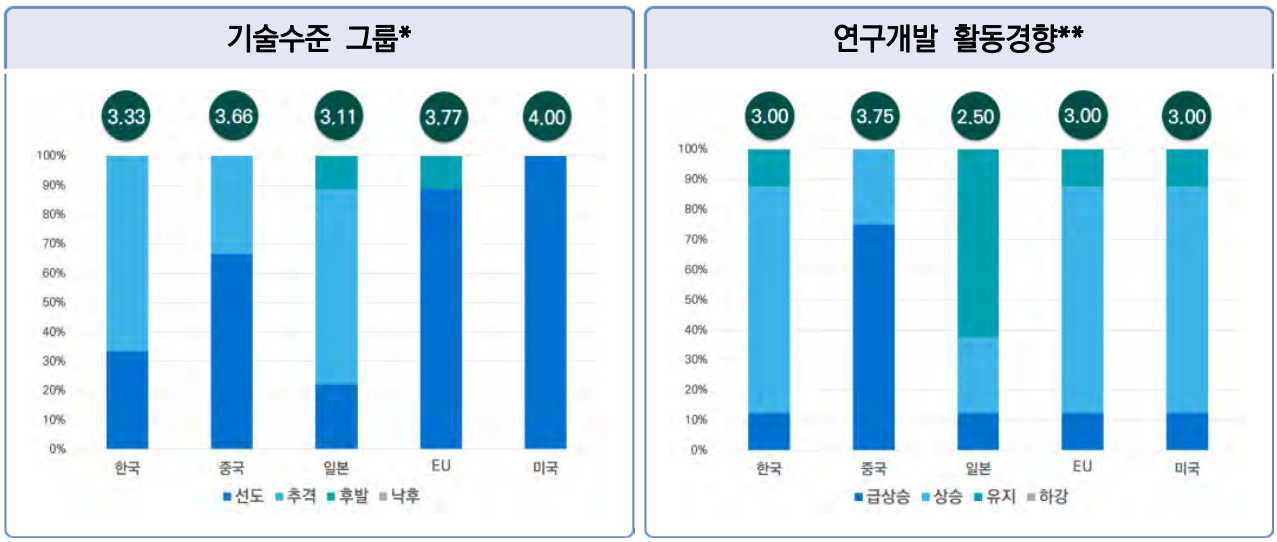
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	90.0	1.0	추격	보통	우수	상승
중국	91.0	1.0	선도	우수	우수	급상승
일본	85.0	1.5	추격	우수	보통	상승
EU	92.0	0.8	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	우수	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	90.0	1.0	90.0	85.0	96.0	7.2	1.0	0.5	1.3	0.7
중국	92.5	0.8	91.0	90.0	96.0	6.5	1.0	0.5	1.0	0.5
일본	85.0	1.8	85.0	80.0	88.0	6.3	1.5	1.5	2.0	0.3
EU	93.5	0.8	92.0	90.0	100.0	7.0	0.8	0.5	1.0	0.7
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

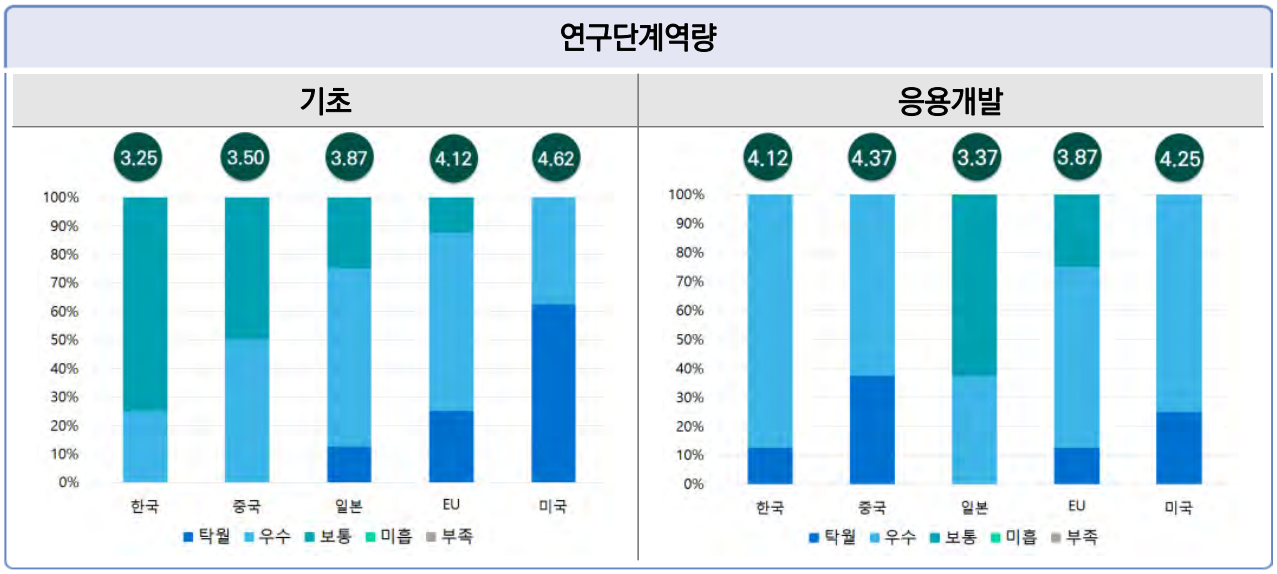
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (90.0%)	• 이동통신 표준화 등에 적극 대응하고 있으나 원천 기술 측면에서 볼 때 선도 그룹을 추격하고 있는 형태 • SK텔레콤은 5G 글로벌 표준이 완성된 지 닷새 만에 글로벌 네트워크 장비 업체 노키아와 SA를 활용한 전송 시연에 성공 • KT는 평창 동계올림픽에서 선보인 세계 최초 5G 서비스를 준비하는 과정에서 NSA와 SA 기술을 모두 포함하는 '평창 5G 규격'을 개발하고 이를 바탕으로 한 5G 서비스를 구현 • LG유플러스는 5G 국제표준 확정을 계기로 NSA와 SA 표준을 적극 활용해 5G 상용망 구축 및 상용서비스 준비를 더욱 가속화한다는 방침 • 현재 국내 이통 3사는 올해 초 글로벌 장비 업체들에 입찰 제안 요청서(RFP)를 발송한 상태며, NSA 규격 기반의 5G 장비에 대한 기술 검증을 진행 • 상기 통신 네트워크 기술 분야에서 응용개발 기술 보유 • 해당 기술 분야에서 완만한 성장, 중국에 추격당하는 형세 • 최근 관련 연구 결과 발표 수준 우수 • 역시 Qualcomm 에 많이 의지를 하고 있으며, 삼성전자에서 5G 모뎀칩과 URLLC 및 V2X 의 기능이 포함된 칩을 개발하고 있으나, 안정성과 상용화 면에서 많이 뒤처짐
중국 (91.0%)	• 미국보다 앞서진 않지만 대등한 수준으로 기술 개발 추진 • 한국, 미국 못지않게 화웨이 등에서의 5G 무선통신 기술 개발 활발 • 원천 기술 측면에서 미국/EU대비 다소 격차가 있으며, 제품 측면에서는 최근 중국의 비약적 발전으로 일부 격차 존재 • 3.5G에서 압도적인 기술 우위를 갖고 있으며 시장 규모 면에서 선도 • 통신 네트워크 인프라 기술 연구 개발 활발 • 화웨이는 전 세계 5G 필수 특허 중 10%를 소유
일본 (85.0%)	• 선도 그룹 대비 기술개발이 다소 미흡 • 다른 국가들에 비해 조금 뒤처진 느낌 • 상기 통신 네트워크 기술 분야에서 기초, 핵심원천기술 보유 • 해당 기술 분야에서 완만한 성장, 중국에 추격당하는 형세
EU (92.0%)	• 미국보다 앞서진 않지만 대등한 수준으로 기술 개발 추진 • 한국, 미국 못지않게 에릭슨 등에서의 5G 무선통신 기술 개발 활발 • 원천 기술 측면에서 여전히 최고 수준 기술 보유 • 에릭슨(Ericsson)과 인텔(Intel)이 새로운 표준이 될 5G 네트워크를 사용해 양방향 통화를 성공적으로 수행 • 스웨덴에 있는 에릭슨 랩과 인텔, 기타 협력사의 연구진은 여러 도구를 사용해 양방향 통화를 진행함. 5G 라디오 (NR) 6488, 5G EPC(Evolved Packet Core), 인텔의 5G NR UE 시범 플랫폼 등이 사용됨 • 표준IPR확보 • 상기 통신 네트워크 기술 분야에서 최고기술 보유국에 비해 1년 정도 기술 격차를 보임 • 해당 분야 부품, 소재 영역과 응응 시스템 개발에서 선도 기술과 인재 확보

국가 (기술수준)	판단근거
미국 (100%)	• 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크와 관련된 다양한 핵심원천기술을 학계/산업계에서 제안/개발 • 퀄컴 등에서 5G 핵심 요소 기술 및 특허 확보 • 예전과 마찬가지로 세계 기술을 선도하는 위치로, 우수한 엔지니어 인력을 바탕으로 지속적으로 기술을 주도 • 표준 IPR 확보 • Qualcomm, Verizon 등 무선사업자의 지속적 투자 및 시범서비스를 통한 경쟁력 확대 • 첨단센서, IoT, Nano, AI 등 산업전반 경쟁력 강화 • 통신장비는 대부분 외산에 의존하나 표준 IPR 등 원천기술 경쟁력 우수 • 상기 통신 네트워크 기술 분야에서 지속적인 연구개발로 최고의 핵심원천 기술 보유 • 해당 분야의 핵심인 부품, 소재 영역에서 논문, 특허 등의 최고의 기술과 인재 확보

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 선도 추격형 서비스 확산에 강점 양적 스마트시티, 스마트제조 강화 • 새로운 기술을 쉽게 수용하는 인프라 • 우수한 연구 인력 확보 • 정보통신 강국, 5G 이동통신 인프라 최초 구축 예정 • 급격한 변화에 익숙하고, 다양한 시험 서비스로 다변하는 정보통신분야에 매우 적합 • 삼성/LG 등 세계최고수준 기업 보유 • 기가코리아사업단, 삼성전자, ETRI, 통신3사 등이 세계 최조로 5G 추진하고자 함 • SK텔레콤은 5G 글로벌 표준이 완성된 지 닷새 만에 글로벌 네트워크 장비업체 노키아와 SA를 활용한 전송 시연에 성공 • KT는 평창 동계올림픽에서 선보인 세계 최초 5G 서비스를 준비하는 과정에서 NSA와 SA 기술을 모두 포함하는 '평창 5G 규격'을 개발하고 이를 바탕으로 한 5G 서비스를 구현 • LG유플러스 측도 5G 국제표준 확정을 계기로 NSA와 SA 표준을 적극 활용해 5G 상용망 구축 및 상용서비스 준비를 더욱 가속화할 예정 • 현재 국내 이동통신 3사는 올해 초 글로벌 장비 업체들에 입찰제안요청서(RFP)를 발송한 상태며, NSA 규격 기반의 5G 장비에 대한 기술 검증을 진행 • 무선통신 관련 기술, 인프라가 풍부함	• 원천기술 확보를 위한 국제협력. 특히 한-EU 협력 강화 • 신시장 창출을 위한 기술규제, 공공데이터 개방 등 • 기술 수준 완만한 성장 • 여전히 유행에 민감한 연구에만 투자하고, 정부의 간섭이 너무 심함. 현재 젊은 연구자들 수준은 세계 최고 수준에 이르지만 연구펀딩 주체인 연구기관의 과도한 간섭으로 기반기술 연구에 피해가 심함 • 기초 연구 지원이 아직은 많이 부족함 • 정부 지원 미흡, 인재 확보 어려움

국가	강점분야	기타
중국	• 모방에서 창조로, 국내에서 국외로 인프라 확장 • 정부의 전폭적인 지지와 시장장악력, 응용개발 능력 • 기업 활동 확대, 투자 증대 • 해당 분야 특정 벤더(예: 화웨이) 중심으로 응용 기술수준 급성장 • 특허/논문/표준화 등에서 성장세 급등 • 우수한 인적 자원과 경쟁력으로 응용개발 연구에서도 급격한 발전이 있고, 특히 기초연구 분야에서 탁월한 인프라를 갖춤 • 화웨이 등이 집중적인 투자로 인해 기술, 인력, 인프라 전반적으로 강점을 보유 • 제조업체 화웨이 등이 2018년도 연구개발(R&D) 예산을 50억 달러(5조5810억 원) 증액 • 화웨이는 전 세계 5G 필수 특허 중 10%를 소유 • 무선통신 연구 관련 인프라 및 인재를 모두 갖추고 있음	• 기초, 핵심원천기술 미흡 • 선진기업 문화가 부족하여, IPR 문제가 시한폭탄과 같이 잠재되어 있음 • 획일적인 연구
일본	• 센서, 산업용 로봇, 자동화 기계장비, AI 등 기술 강점 • 전후방산업 인프라 등 우수 • 기초 원천 기술 개발 능력 • 글로벌 기술 경쟁력 보합 유지 • 기초기술에 대한 우대와 장인정신을 바탕으로 한 끈기 있는 연구 문화를 장려 • 일본에서는 NTT도코모, KDDI, 소프트뱅크 등 이동통신 3사가 도쿄올림픽이 열리는 오는 2020년 5G 상용화를 계획해 인력, 인프라 강점 • 일본 총무성은 이 같은 새로운 ICT 인프라를 활용해 고령화와 노동력 부족이 심각한 지방에 활력을 불어넣겠다는 계획	• 기술 수준 완만한 성장 • 전자산업의 전반적 침체로 미국/중국/유럽/한국 대비 다소 떨어지는 단점 존재 • 환경 변화에 민첩하지 않은 것 같음 • 무선통신 관련 연구 성과 미흡
EU	• 독일을 중심으로 제조ICT융합 등 강점 지능형 로봇, 제조로봇 기술력 우수 • 산학연 연계 시스템 및 체계화된 연구 문화 • 국제 네트워킹 활발 • 해당 분야 응용개발 기술 확보 • EU 차원의 풍부한 연구 펀드와 우수한 인적 네트워크로 탁월할 인프라 및 결과 보유. 산학연의 공동 협의체 및 각 역할을 매우 잘 분담 • 유럽은 에릭슨, 노키아 등 기술, 인력, 인프라 전반적으로 강점이 있음. • 에릭슨은 새로운 표준이 될 5G 네트워크를 사용해 양방향 통화를 성공적으로 수행	• 시스템 가격 경쟁력 확보 미흡 • 기술 수준 완만한 성장 • 우수한 인력은 여전히 미국으로 옮겨가는 경향이 일부 있음 • 환경 변화에 민첩하지 않은 것 같음 • 특정 그룹만의 제한적인 연구를 수행

국가	강점분야	기타
	• 5G 라디오 (NR) 6488, 5G EPC(Evolved Packet Core), 인텔의 5G NR UE 시범 플랫폼 등이 사용됨 • 특정 나라 스웨던(에릭슨) 등에서 많은 투자를 통해 기술개발 수행 중	
미국	• 융합과 Nano 원천 및 클라우드 인프라에 강점 • 국제 기술협력 및 플랫폼 인프라 우수 • 특히 반도체 부품 강점 • 전 분야에 걸친 탁월한 기초연구 및 응용개발 수준, 도전적 기업문화 보유 • 키워드 싸움이 아닌, 원천기술에 대한 연구를 믿고 기다려주는 문화가 매우 우수 • 인텔 등 칩 기술에 강점이 있고, 관련 인력도 선도하고 있으나 인프라 기술은 약함 • 미국 주요 이동통신사인 버라이즌 등은 5G FWA(고정형 초고속 인터넷) 서비스로 세계 최초 상용화를 목표로 함. • 버라이즌은 2017년 7월부터 미국 11개 도시에서 5G FWA 시범 서비스를 제공하고 있으며, 이 서비스는 올 하반기 상용화가 이뤄짐 • 미국 내 양질의 좋은 무선통신 관련 인재들이 존재함	• 해당 분야 시스템 경쟁력 약화 • 기술 수준 완만한 성장 • 최고수준의 발전단계로 인해 활동경향은 상승 혹은 유지이나, 그 수준 자체가 매우 높음 • 통신 분야 기술 개발 보다는 서비스 제공에 집중되어 있는 느낌 • 특정회사 기술에 많이 의존함

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	6위	3위	2위	4위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 통신 사업자들 간의 과도한 경쟁이나 중복 투자를 방지할 필요가 있음 • 국내에 네트워크 관련 생태계가 부족함. 인공지능 기술과 접목하여 혁신적인 지능화 네트워크 기술에 대한 생태계 구축 필요 • 초고속, 초지연, 초연결 인프라를 통한 사회문제 해결형 사업자간 협업 및 수익형 서비스 모델 발굴을 위한 산학연 협력 촉진 • 정부 출연 연구소의 최근 원천기술 연구 확대로 인한 국내 네트워크 중소기업과의 상용화 과제 축소 분위기를 해소하고, 출연연과 국내 중소기업 간 밀착 협력을 할 수 있는 정책 필요 • 초고속/대용량/초지연의 수요는 주로 비지니스 및 산업체 쪽에서 나오고 있어 이 부분의 성공은 융합의 총화로 이루어지는 기술과 비즈니스 개발임. 인프라 구성과 함께, 부처와 산업체를 총괄하는 콘트롤 타워가 없이는 어려워 이를 수행할 수 있는 조직이 필요. 다른 나라는 부처 자체가 융합적인 반면 국내는 그렇지 못함

	정책제언
국제협력 촉진	• 국제 표준화 작업 등을 위해 국제 협력도 지속적으로 추진해 나가야 함 • AR/VR/홀로그램 기술을 활용한 실시간 원격교육, 원격의료 등 글로벌 협력모델 발굴 촉진 • 국내 네트워크 중소기업의 해외 사업 발굴 및 진출을 지원할 수 있는 해외 전시회 참가, 중소기업 네트워크 장비의 해외 레퍼런스 사이트 확보 지원 • 산업계, 통신사, 학계, 및 연구소가 같이 협력을 하는 국제 협력이 좋음. 다른 나라와의 창의적인 생각이 연구소를 거쳐서 산업계로 가는 이런 국제 공동 협력이 초고속/대용량/초지연 국제 협력의 밑바탕이 되어야 함
인력양성 및 유치	• 연구 인력의 쏠림 현상을 방지하고 분야별로 균형 잡힌 인력양성 추진 • 최근 많은 유능한 학생들이 통신 네트워크에 관련한 학위 진학을 꺼리고 있는 실정. 이러한 문제를 해결하기 위한 다양한 방안이 제시되어야 함 • 외국인 학생의 유치 및 취업에 대한 적극적인 고려 필요 • 현재 국내에 네트워크 관련 신규 인력 채용이 부족하여 관련 전공자들이 다른 전공으로 바꾸려고 하는 추세임. 전반적으로 관련 산업 육성이 우선인 것 같음 • 신기술을 습득에 적극적이고, 관련 분야 인력양성을 위한 코스 확충 • AI, 빅데이터를 활용한 4차 산업혁명과 미래사회 선도를 위해 해외 연구소 설립, 스타 연구자의 국내 유치, 해외석학 등 글로벌 선진 인력 확보 전략 필요 • 국내 네트워크 산업 침체로 인한 대학 전공자의 감소, 경력 인력의 감소 등으로 인한 전문 인력 부족 현상을 겪고 있는 네트워크 중소기업을 위해서 네트워크 특성화 대학선정 및 산학협력 대학육성 등을 통한 체계적 전문 인력 수급 정책 • 인력 양성 부분은 교육을 해 본 경험자들로 구성된 팀이 필요. 현재 R&D를 맡고 있는 조직에서 인력양성까지 수행. 여기서 인력양성 사업의 비효율성이 나오는 같음. 인력양성 사업인지 연구개발 사업인지가 매우 모호함. 예를 들어서 ITRC와 같은 사업이었던 것 같음. 인력양성은 연구개발을 통해서 이루어지기 때문에 연구개발 사업을 늘리는 것이 효율적
인프라 구축	• 2020년을 목표로 하고 있는 5G의 인프라 구축이 무엇보다 시급함 • 인공지능 기술 등을 네트워크에 내재화 시키는 인프라를 구축했으면 좋겠음. 클라우드 컴퓨팅뿐만 아니라 에지 컴퓨팅을 수용하는 정책 필요 • 공공와이파이 등을 통한 정보 공평성을 위한 통신 인프라 구축이 필요함 • 자율주행차, 스마트공장 등 산업경쟁력 확보와 스마트 시티 등 초연결사회 인프라 조기구축을 위해 생태계 구축 및 활성화 필요 • 네트워크 산업 침체로 인한 국내 인프라 투자 여력이 없어 네트워크 부품, 시스템 산업체의 기반 약화가 초래되므로 공공부문 네트워크 인프라의 국산장비 채택 및 국내 중소기업 장비 우선구매 정책 필요 • 선도적인 인프라를 구축하는 것이 중요, 특히 HW를 중심으로 하는 오픈 인프라를 지원해 주는 것이 매우 효율적
법·제도 개선	• 중복과제 허용 및 보다 자유로운 주제 선정, 연구 주제 변경 등 변화하는 환경 및 아이디어 차원의 연구에 보다 자유롭게 연구할 수 있는 제도 마련 필요 • ICT 기술 개발을 저해하는 법제도 개선이 필요하며, 이와 관련해 국제적인 동향 파악 및 적극적인 제도 개선을 통한 기술 개발 환경 조성 필요 • 스마트카, 스마트홈/스마트공장, 스마트시티 등 • 공공기관의 국내 네트워크 중소기업 장비의 구매 제도 개선을 통한 국산 장비 도입 확대 정책 필요

	정책제언
	• 지금 본 기술 네트워크는 산업의 생산성 증대와 새로운 비지니스 모델을 창출할 것으로 기대가 되어서 법제도 개선이 시급. 이를 기술과 법이 같이 논의 되는 장이 필요하고 과제화 하면 좋을 것
연구비 확대	• 연구비 지원의 쏠림 현상을 방지하고 균형 잡힌 연구비 책정이 요구됨 • 연구비 확대 및 반드시 성공 가능한 연구 과제를 수행해야 하는 부담감에서 해방되어야 함 • 인공지능 등 최근 이슈가 되는 분야에 연구비가 집중되는 경향이 있으며, 이에 따라 이러한 유행적 요소가 들어간 이슈에만 투자하기보다, 기존 분야에 대해서도 꾸준한 투자와 자유로운 주제를 선정할 수 있는 연구비 지원 분위기 조성 필요 • 인공지능 네트워크 인프라 연구 분야에 대한 연구비를 지원해주면 좋을 것. 네트워크 연구자들이 연구비 부족 때문에 많이 힘들어 하고 있음. 4차 산업혁명의 핵심 업이 인공지능이므로 관련 누구나 쉽게 인공지능을 사용할 수 있는 지능형 네트워크 인프라 연구가 필요 • 일관성 있는 정책 수립과 안정적인 연구비 확보가 절실함 • 국내에는 삼성전자를 제외한 통신장비 제조업체의 경쟁력이 약세이며, 원천IPR 확보를 위해 정부투자 확대가 필요 • 정부지원으로 국내 중소기업 상용화 R&D 과제 및 기업체간 공동연구 협력 과제 확대 필요 • 특히 대학 연구비는 매우 적음. 초고속/광대역/초지연은 시스템이 복잡해서 논문 쓰고 특허 쓰는 정도의 연구만을 대학에서 할 수 있을 정도의 연구비임. 그렇지만 이 시스템이 복잡해서 반드시 PROTOTYPING 과 구현을 해 볼 수 있어야 함. 이렇게 대학연구는 유도할 필요가 있음. 현재 대학의 연구 능력은 국가 연구소보다 좋은 연구 인력을 갖고 있음. 이렇게 PROTOTYPING의 연구를 활성화 하면 선도역할을 잘 할 수 있도록 연구비를 확대하고, 이를 연구소에 이전하고, 이를 기업에 이전하는 방향이 좋음. 현재는 대학은 대학, 연구소는 대학을 넣어서 함. 이렇게 되어 있기에 연구 결과의 효율성이 높지 않고, 이것을 개선하지 않으면 글로벌 경쟁력을 선도하기가 쉽지 않음
기타 의견	• SW 인공지능의 네트워크 인프라화 하는 ambient AI network infra 기술 분야를 추진 • 4차 산업혁명의 시발점인 독일(아디다스의 스피드 팩토리)에서 보듯 로봇, 3D프린팅기반 제조혁신을 통해 국가경쟁력 확보를 위해서는 전통산업(주력산업)과 ICT 융합이 필수적이며, CPS, 빅데이터, 스마트센서, IoT/IIoT 핵심기술 확보전략을 중점 추진 • 최근 부상하고 있는 AI 기술을 네트워크에 접목하여 신규 지능형 네트워크 융복합 서비스를 출현 할 수 있는 기술 분야

다 주요 분석 결과 요약

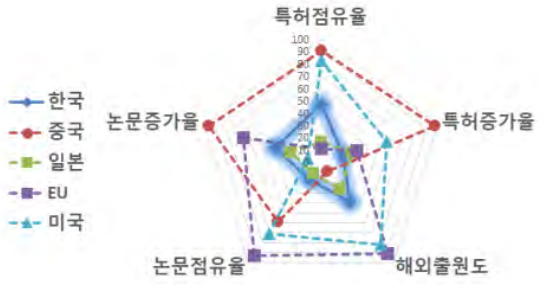
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술	7,088	8,327	51.2%	17.7%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

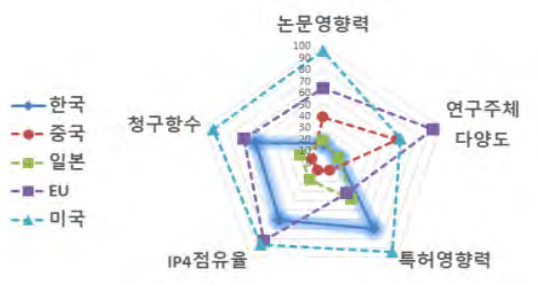
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	35.5%	33.4%	14.2	13.0
한국	4위	3위	5위	2위
	9.4%	19.3%	4.6	9.2
5개국 평균[2]	-	-	9.3	11.1

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

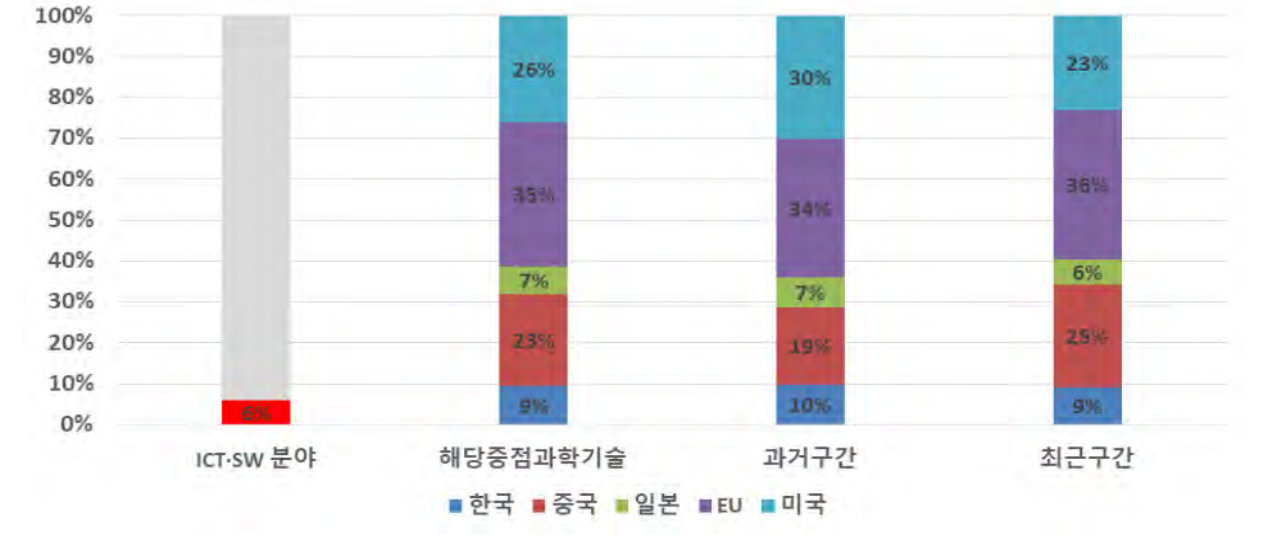
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(9.4%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(4.6)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(35.5%), 미국(25.9%), 중국(22.5%), 한국(9.4%), 일본(6.6%) 순이며, 논문 증가율은 중국(98.7%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(14.2), EU(9.2), 중국(7.0), 일본(4.9), 한국(4.6) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.97)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(19.3%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(9.2)은 주요 5개국 중 2위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(33.4%), 미국(29.6%), 한국(19.3%), 일본(10.2%), EU(7.6%) 순이며, 특허 증가율은 중국(174.6%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(13.0), 한국(9.2), 일본(6.4), EU(5.7), 중국(2.5) 순이며, IP4 점유율은 미국(25.7%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(14.4)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	9.4%	22.5%	6.6%	35.5%	25.9%
	논문 증가율	42.9%	98.7%	32.0%	62.3%	16.0%
	논문 영향력	4.6	7.0	4.9	9.2	14.2
	연구주체 다양도	0.84	0.91	0.84	0.97	0.93
특허 분석	특허 점유율	19.3%	33.4%	10.2%	7.6%	29.6%
	특허 증가율	-58.2%	174.6%	-34.8%	-25.5%	28.7%
	해외출원도	2.1	0.6	1.6	4.3	3.7
	특허 영향력	9.2	2.5	6.4	5.7	13.0
	IP4점유율	18.4%	3.4%	8.0%	24.3%	25.7%
	청구항수	9.4	3.8	5.5	10.4	14.4

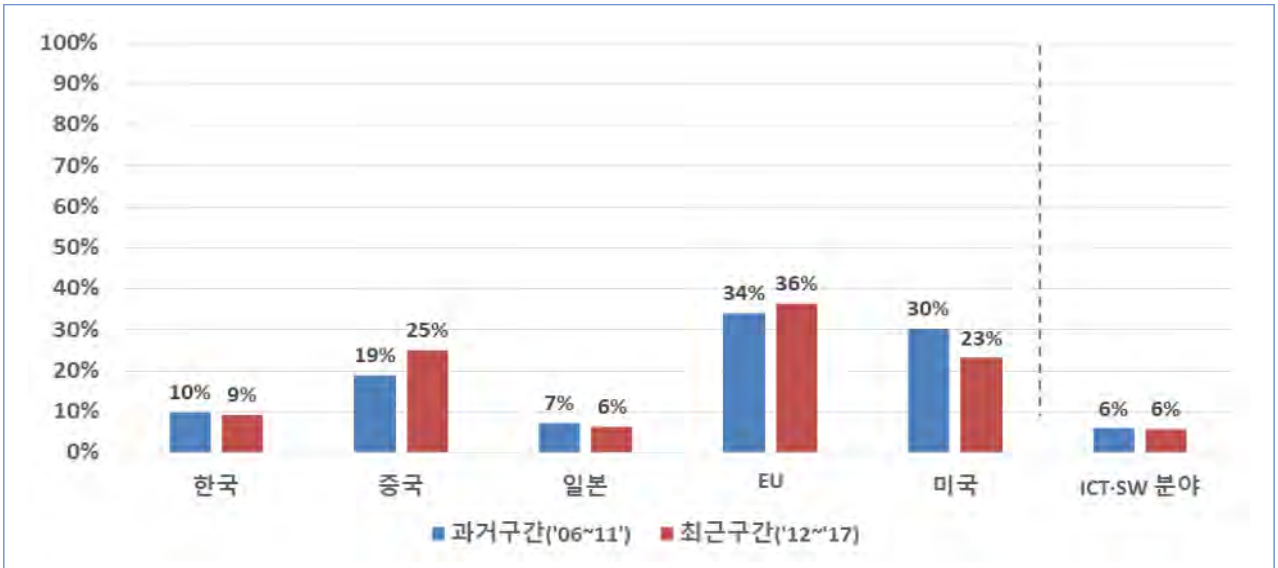
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 2513건으로 전체 논문의 35%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 6%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

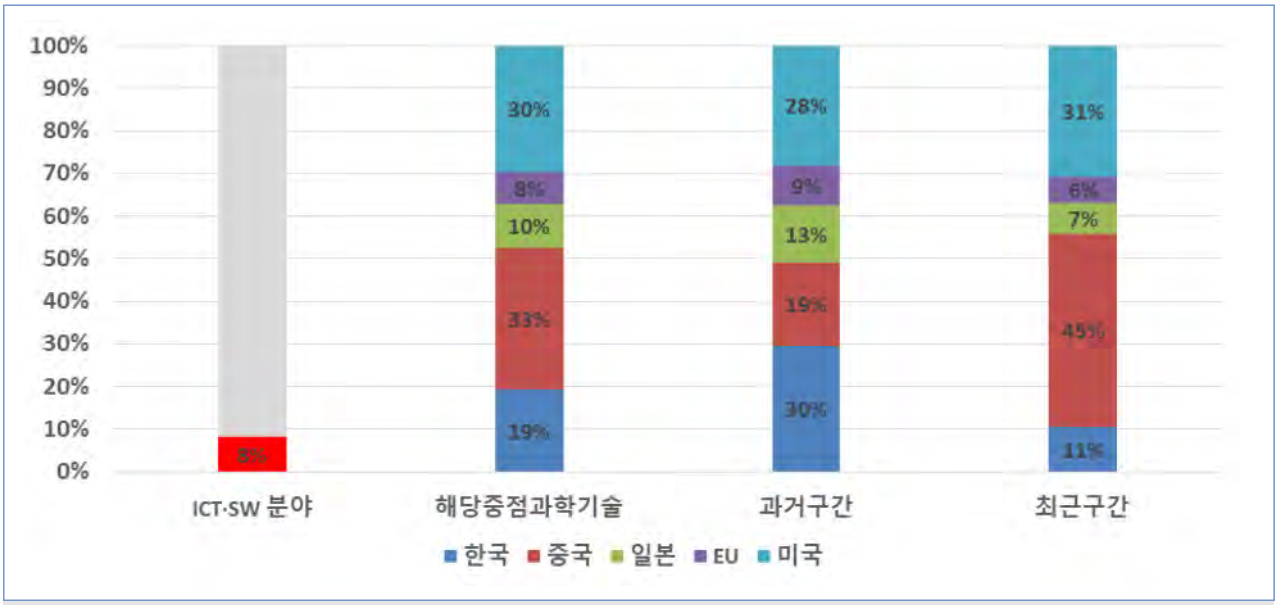


● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 42.9%이고, 한국은 과거구간과 최근구간에서 모두 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	275	393	668	42.9%
중국	535	1,063	1,598	98.7%
일본	203	268	471	32.0%
EU	958	1,555	2,513	62.3%
미국	851	987	1,838	16.0%
전체	2,822	4,266	7,088	51.2%

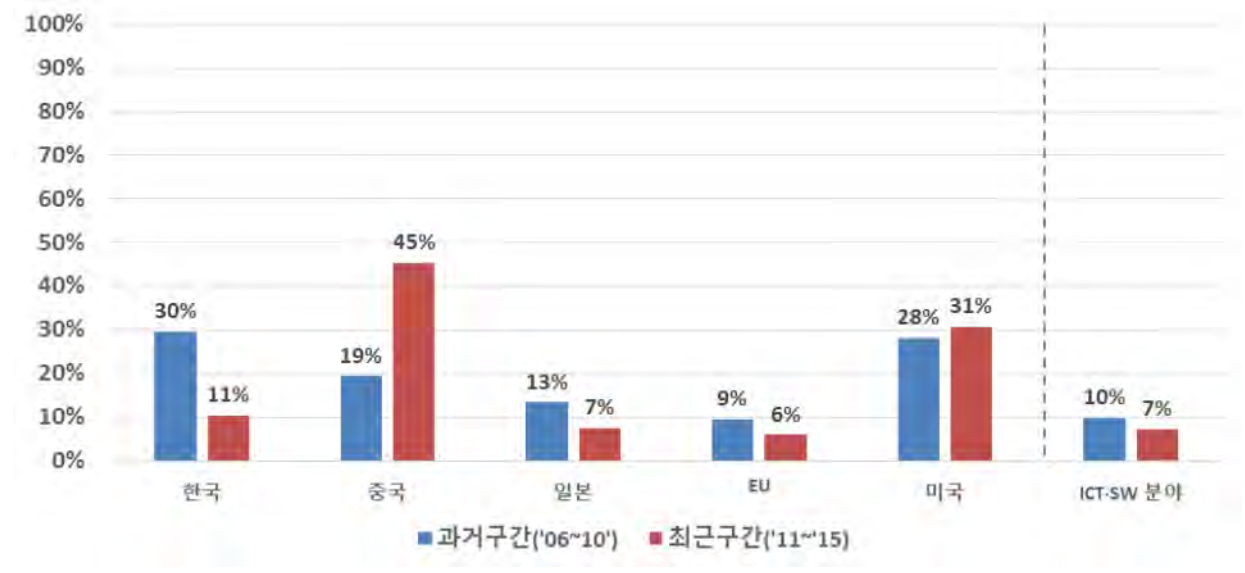
(4) 특허 점유율(전체)



● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 2783건으로 전체 특허의 33%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 8%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



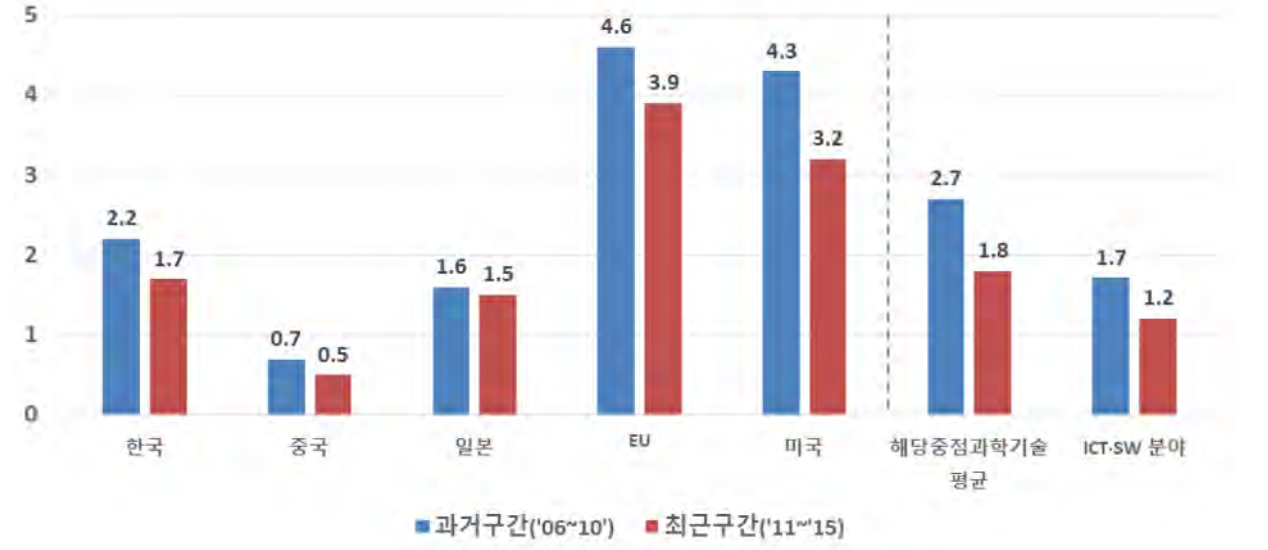
● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -58.2%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	1,131	473	1,604	-58.2%
중국	743	2,040	2,783	174.6%
일본	514	335	849	-34.8%
EU	361	269	630	-25.5%
미국	1,076	1,385	2,461	28.7%
전체	3,825	4,502	8,327	17.7%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

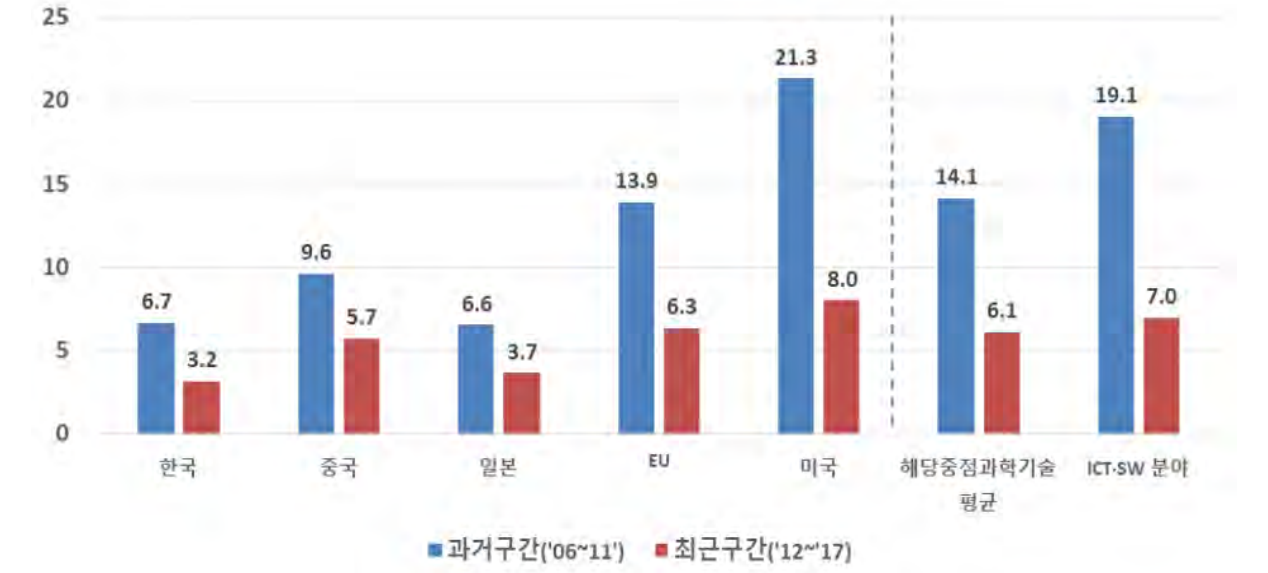


- 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

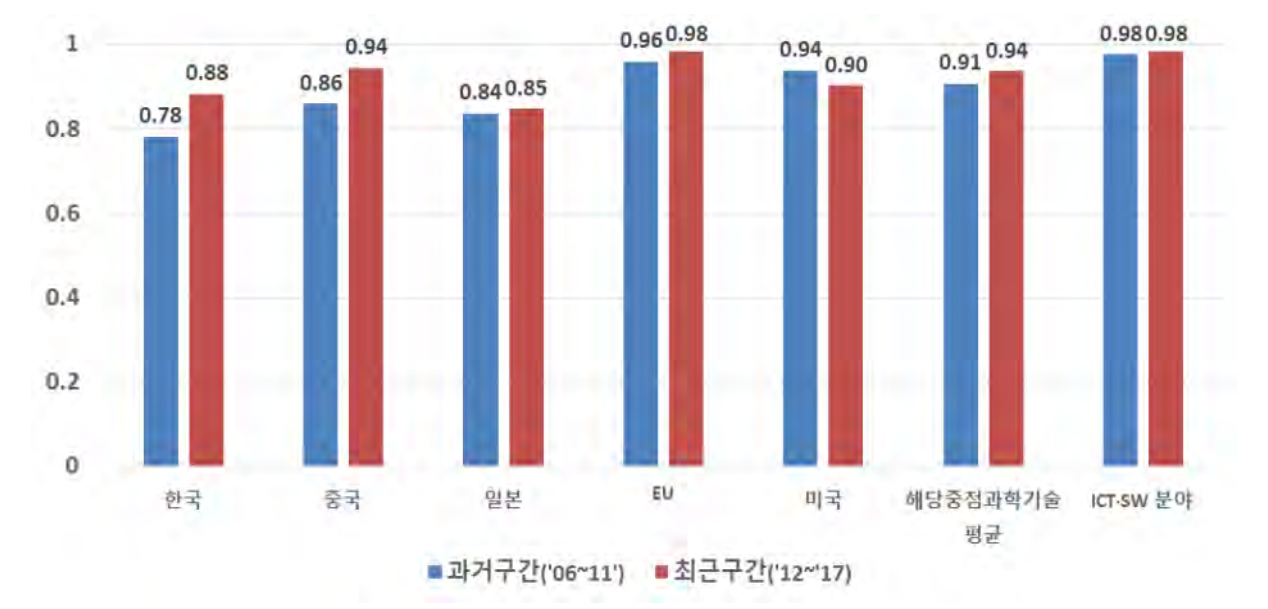
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



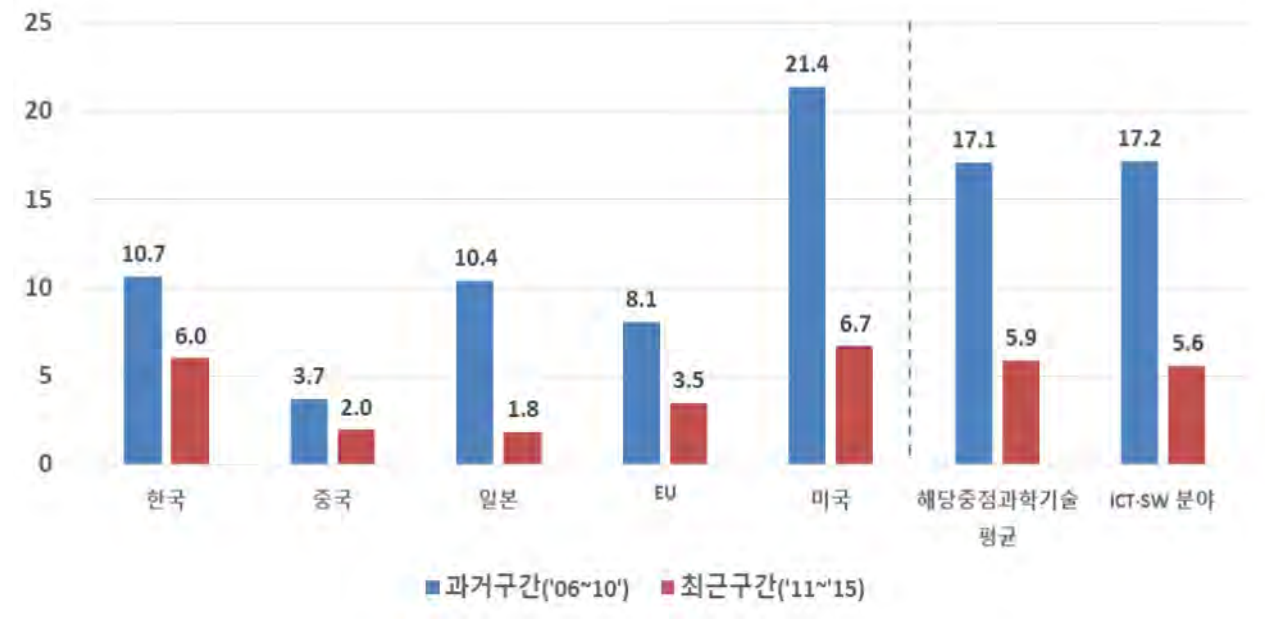
● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



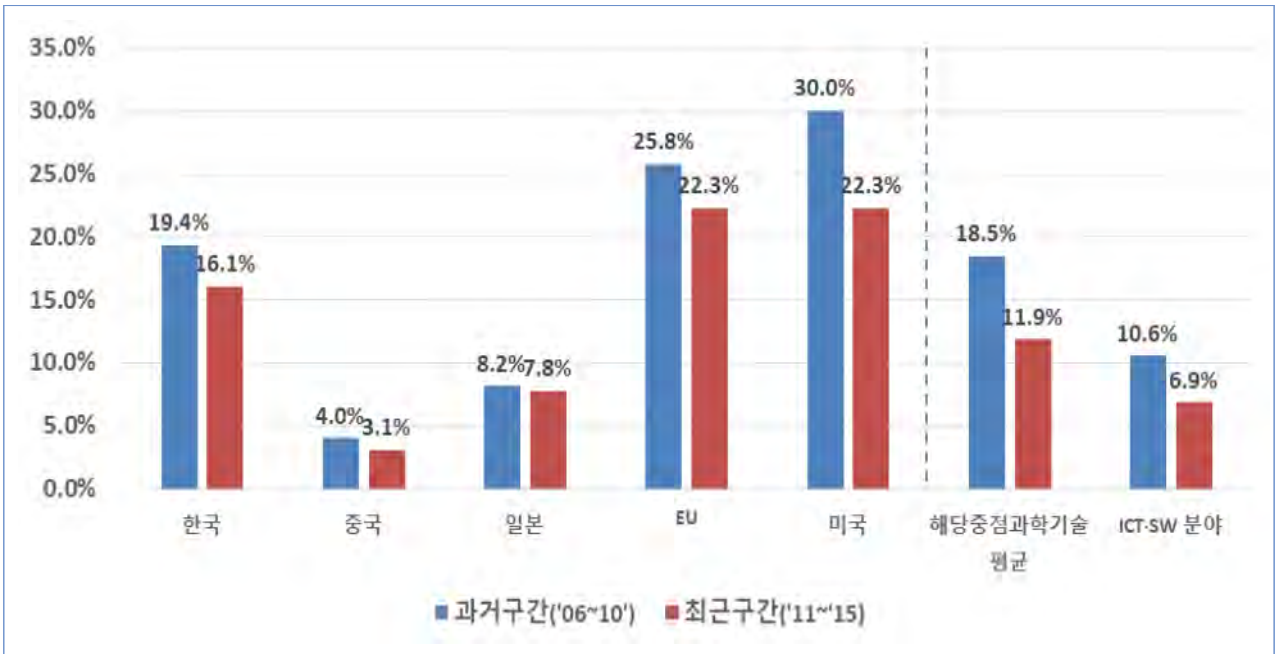
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



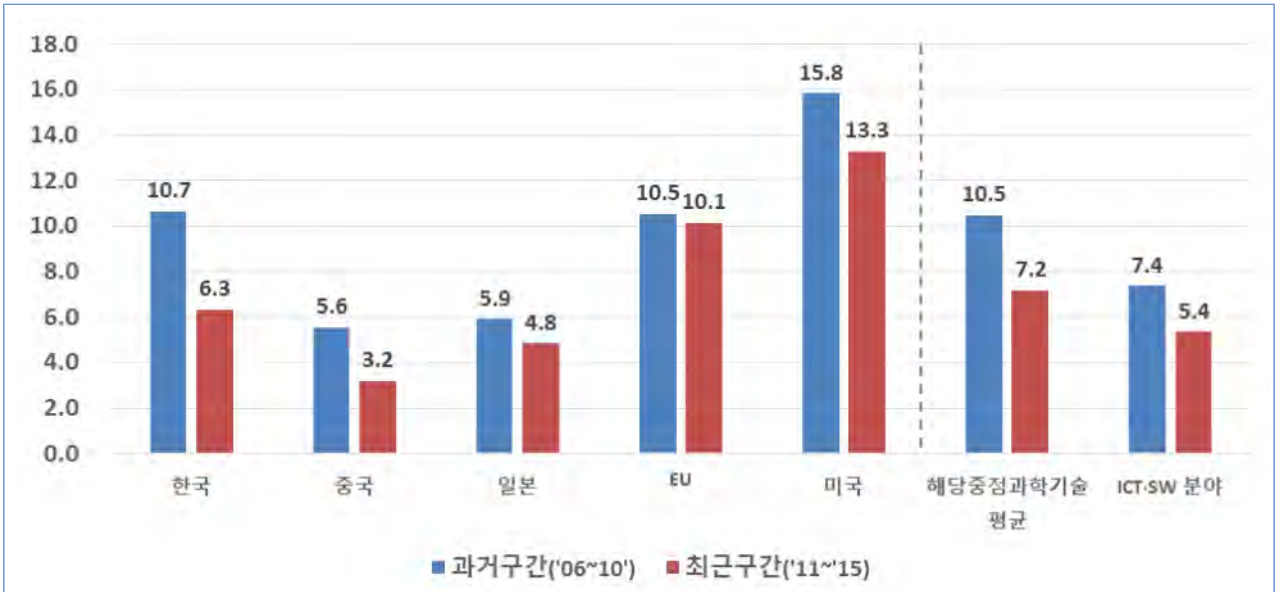
● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

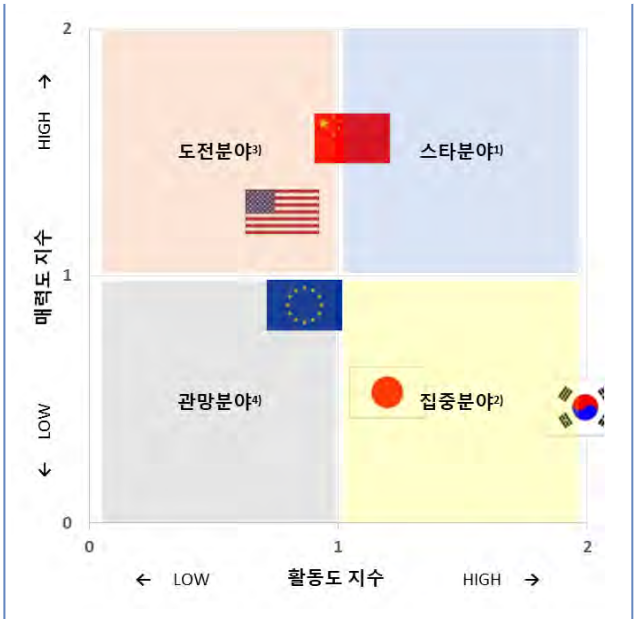
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

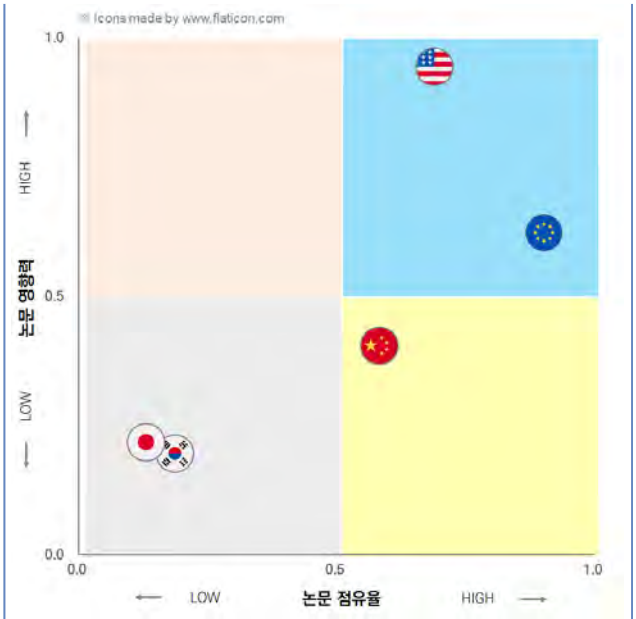
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 중국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

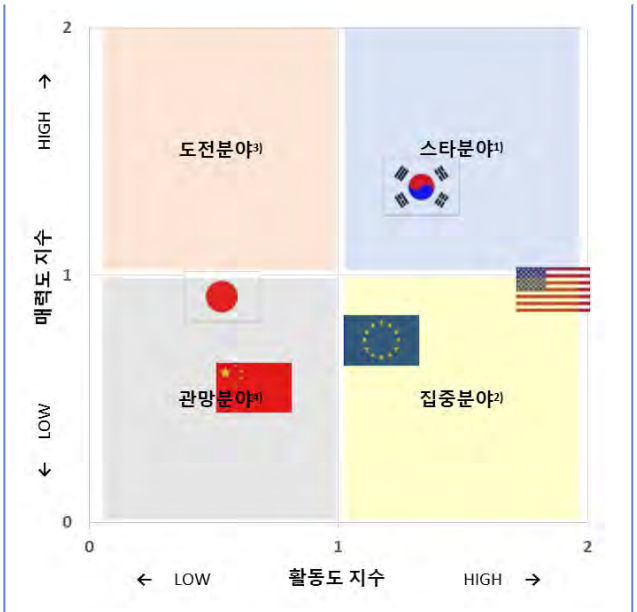


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

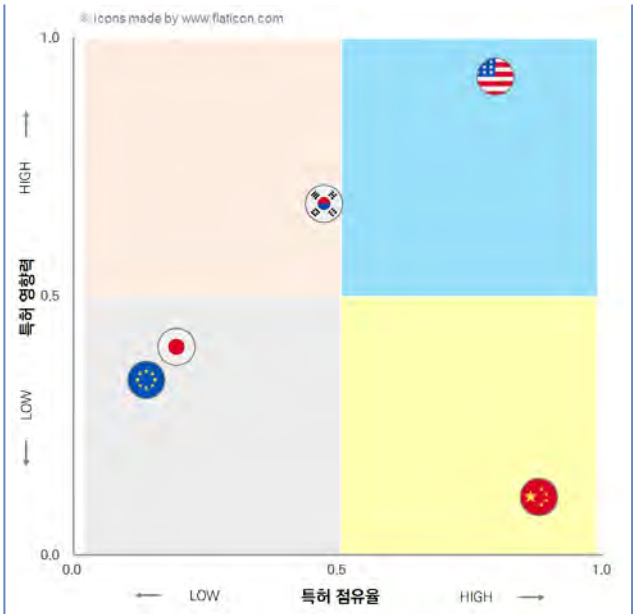
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허의 질적 성과가 높으며, 미국은 특허활동이 활발한 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS(0.96%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '성균관대학교'가 6.59%(글로벌 점유율은 0.62%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	중국	4.26%	0.96%	26.67%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	3.48%	0.90%	-17.14%
3	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	한국	6.59%	0.62%	-24.00%
4	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	2.18%	0.56%	0.00%
5	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	중국	2.25%	0.51%	127.27%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	6.59%	0.62%	-24.00%
2	YONSEI UNIVERSITY	4.49%	0.42%	-23.53%
3	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	3.59%	0.34%	200.00%
4	KOREA UNIVERSITY	3.59%	0.34%	40.00%
5	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	2.54%	0.24%	12.50%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	4.26%	0.96%	26.67%
2	CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	2.25%	0.51%	127.27%
3	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1.56%	0.35%	112.50%
4	TSINGHUA UNIVERSITY	1.56%	0.35%	77.78%
5	UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	1.56%	0.35%	8.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KEIO UNIVERSITY	4.46%	0.30%	33.33%
2	OSAKA UNIVERSITY	4.46%	0.30%	62.50%
3	TOHOKU UNIVERSITY	3.61%	0.24%	12.50%
4	TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.55%	0.17%	-50.00%
5	UNIVERSITY OF TOKYO	2.34%	0.16%	75.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.72%	0.25%	-20.00%
2	INSTITUTO DE TELECOMUNICAÇÕES	0.64%	0.23%	600.00%
3	UNIVERSITY OF ESSEX	0.64%	0.23%	-40.00%
4	NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS	0.60%	0.21%	14.29%
5	UNIVERSITY OF BOLOGNA	0.60%	0.21%	175.00%

6 미국

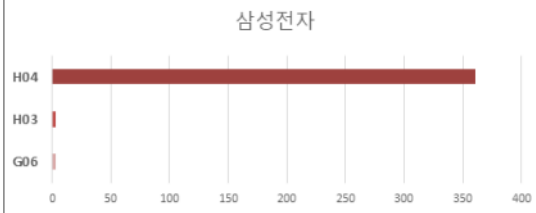
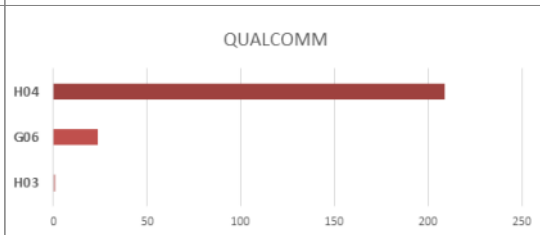
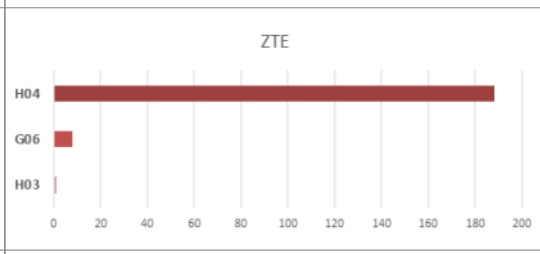
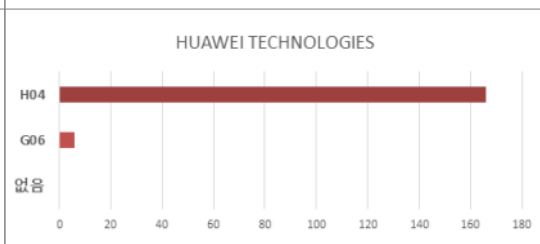
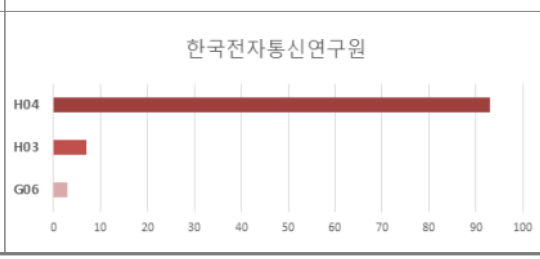
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3.48%	0.90%	-17.14%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.18%	0.56%	0.00%
3	ARIZONA STATE UNIVERSITY	0.92%	0.24%	12.50%
4	UNIVERSITY OF FLORIDA	0.92%	0.24%	83.33%
5	STANFORD UNIVERSITY	0.87%	0.23%	-40.00%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '삼성전자(4.44%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '삼성전자'가 23.07%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

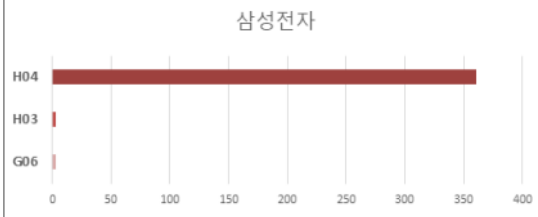
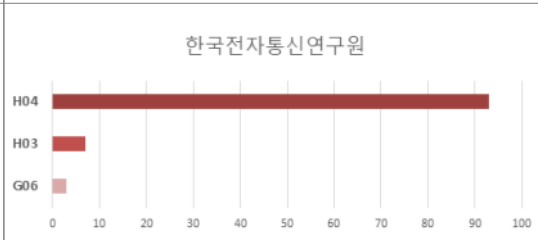
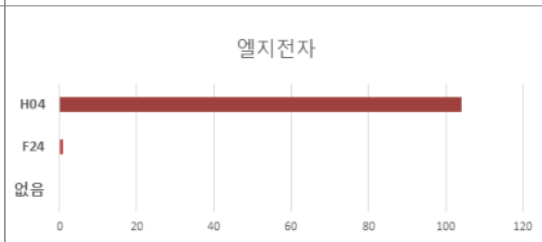
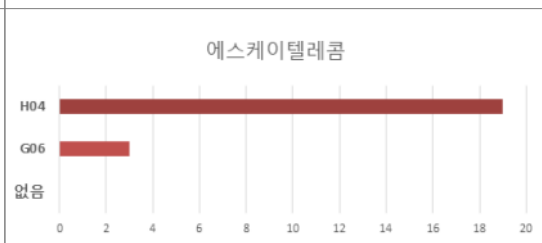
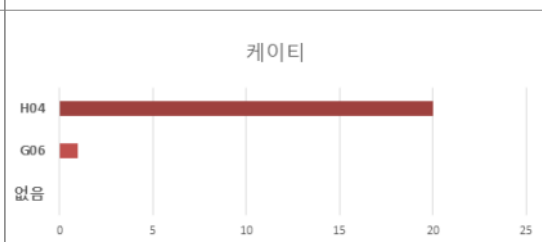
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	한국	23.07%	4.44%	-92.75%
2	QUALCOMM	미국	9.63%	2.85%	-7.32%
3	ZTE	중국	7.11%	2.38%	-70.56%
4	HUAWEI TECHNOLOGIES	중국	6.18%	2.07%	-32.20%
5	한국전자통신연구원	한국	6.61%	1.27%	23.38%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		H03	기본전자회로
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		H04	전기통신기술
		H03	기본전자회로
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

2 한국

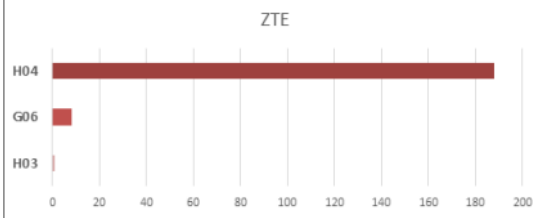
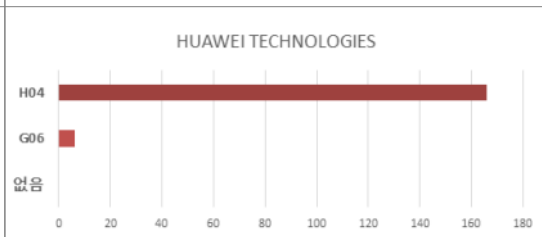
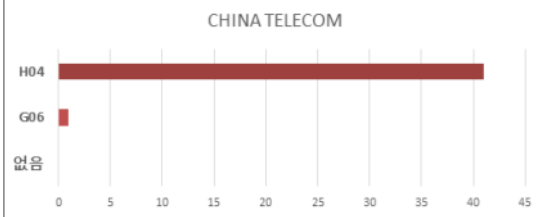
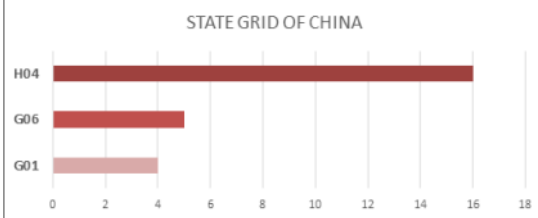
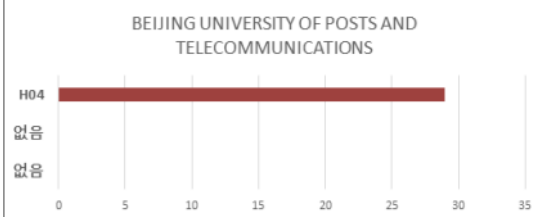
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	23.07%	4.44%	-92.75%
2	한국전자통신연구원	6.61%	1.27%	-73.81%
3	엘지전자	6.55%	1.26%	-84.62%
4	에스케이텔레콤	1.37%	0.26%	-62.50%
5	케이티	1.31%	0.25%	-76.47%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		H03	기본전자회로
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		H03	기본전자회로
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H04	전기통신기술
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

3 중국

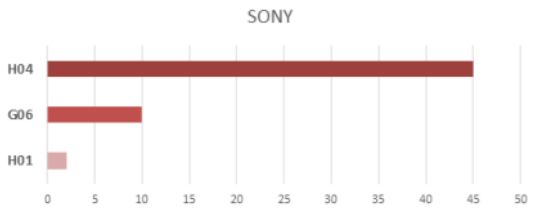
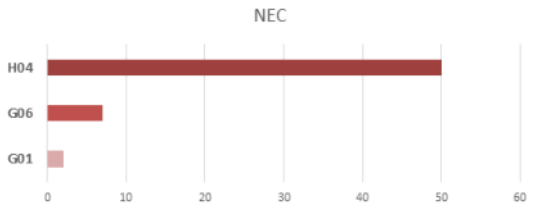
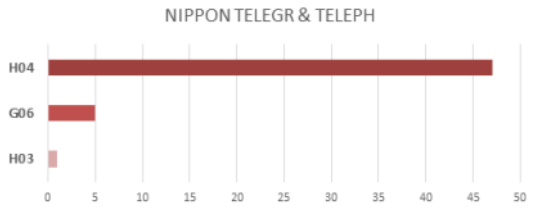
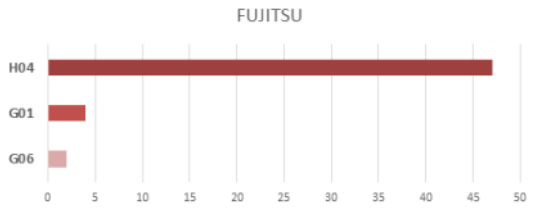
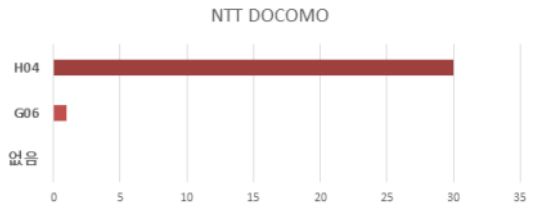
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	7.11%	2.38%	-32.20%
2	HUAWEI TECHNOLOGIES	6.18%	2.07%	23.38%
3	CHINA TELECOM	1.51%	0.50%	47.06%
4	STATE GRID OF CHINA	1.19%	0.40%	3200.00%
5	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	1.04%	0.35%	90.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
5		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-

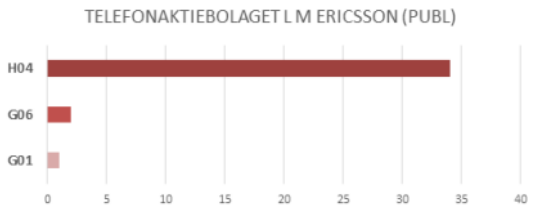
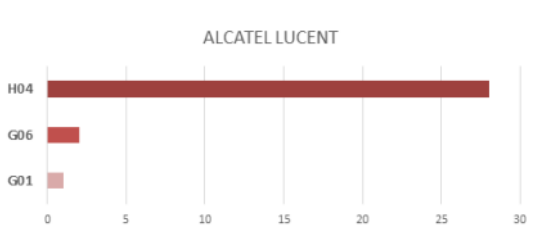
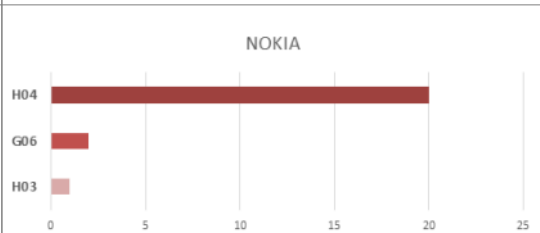
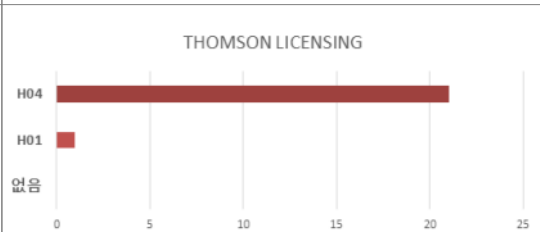
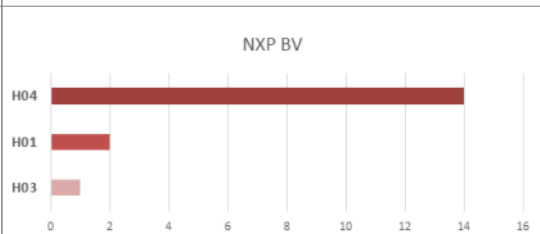
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	7.30%	0.74%	0.00%
2	NEC	7.18%	0.73%	-35.14%
3	NIPPON TELEGR & TELEPH	6.48%	0.66%	39.13%
4	FUJITSU	6.36%	0.65%	-65.00%
5	NTT DOCOMO	3.65%	0.37%	-45.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
4		H04	전기통신기술
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

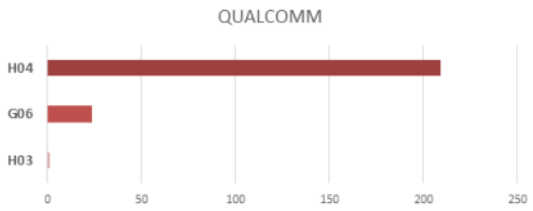
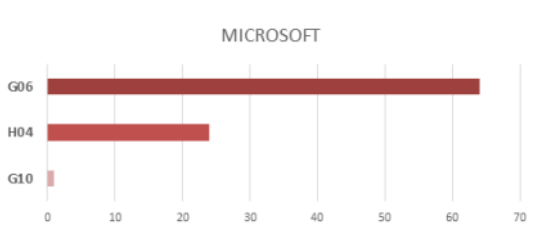
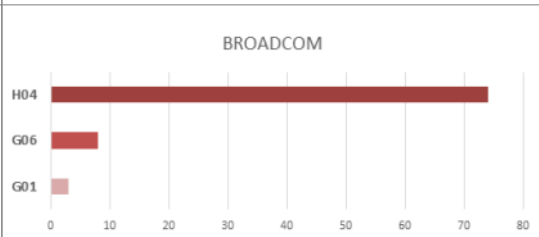
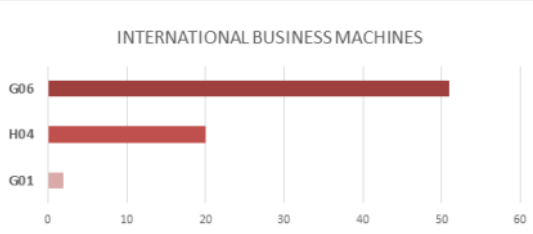
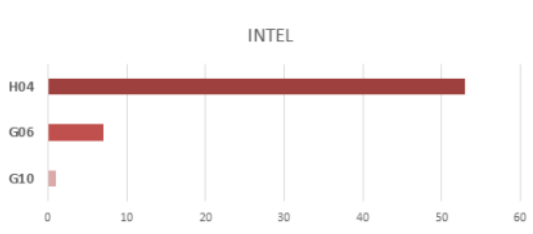
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)	5.87%	0.44%	64.29%
2	ALCATEL LUCENT	4.92%	0.37%	-17.65%
3	NOKIA	3.65%	0.28%	-85.00%
4	THOMSON LICENSING	3.49%	0.26%	-53.33%
5	NXP BV	2.86%	0.22%	-94.12%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
4		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		-	-
5		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		H03	기본전자회로

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	9.63%	2.85%	-7.32%
2	MICROSOFT	3.62%	1.07%	-63.08%
3	BROADCOM	3.58%	1.06%	-42.86%
4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	3.09%	0.91%	-23.26%
5	INTEL	2.52%	0.74%	58.33%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H03	기본전자회로
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G01	광학
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G10	악기; 음향

119 초연결 사물인터넷 기술



119 초연결 사물인터넷 기술

중점과학기술 개요

☑ 인공지능 기반의 지능체계와 연계하여 상황인지 및 최적 자율 제어 기반의 지능 서비스를 제공하고, 물리적 세상과 가상공간을 초연결하는 지능형 사물인터넷(IoT) 및 디지털 사이버 인프라 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

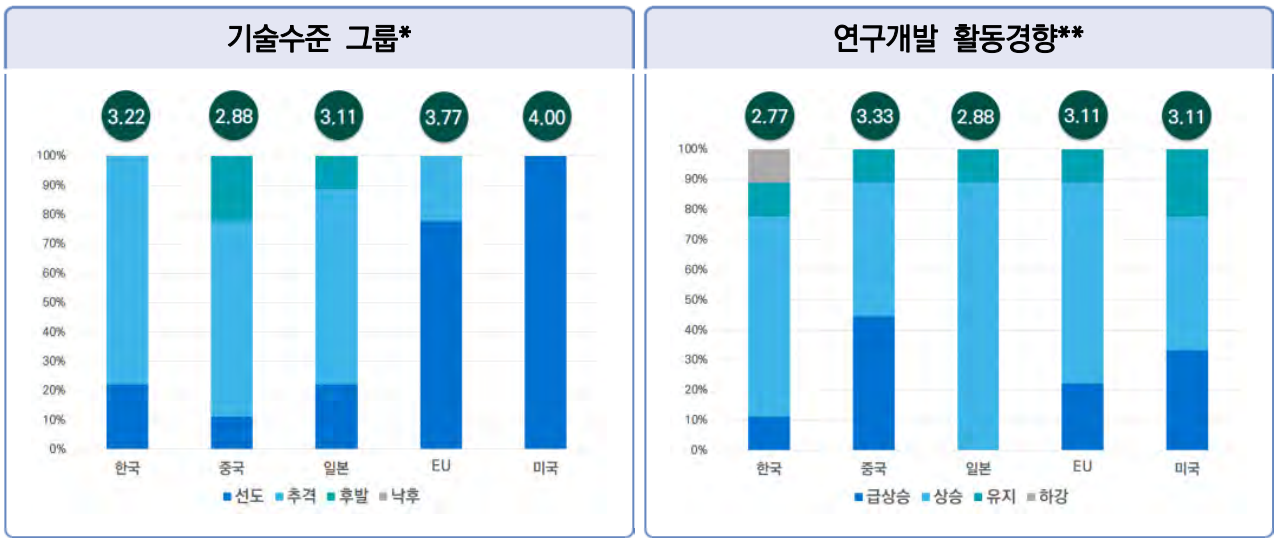
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	82.0	1.8	추격	보통	우수	상승
중국	78.0	2.3	추격	보통	우수	상승
일본	87.0	1.5	추격	우수	우수	상승
EU	90.0	0.8	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	1.5	82.0	80.0	83.0	6.3	1.8	1.5	3.0	1.4
중국	79.0	2.0	78.0	75.0	82.0	8.7	2.3	1.8	3.8	1.4
일본	87.0	1.5	87.0	85.0	90.0	6.1	1.5	1.3	2.5	1.3
EU	90.0	0.5	90.0	90.0	100.0	6.9	0.8	0.3	2.5	1.9
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.2

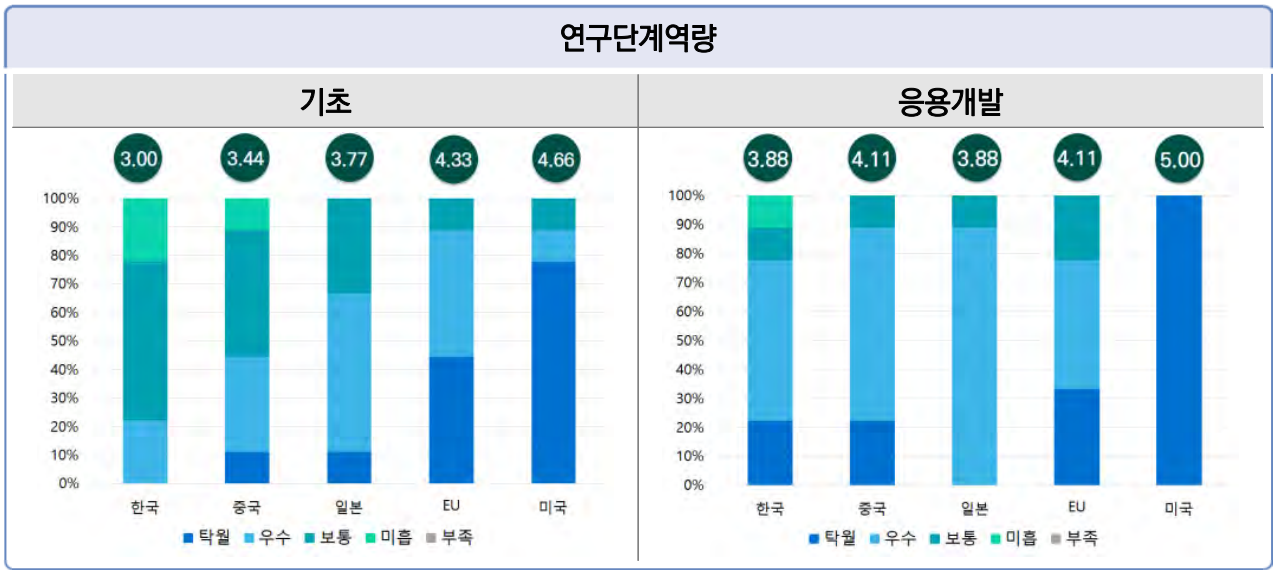
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (82.0%)	• 최근 논문 및 특허 건수가 증가하고 있으나 최고기술 보유국 대비 상용화 기술 부족 • 디바이스, 플랫폼, 네트워킹 기술, 서비스 기술 등에서 강세를 보이나 원천 핵심 기술에서 부족. 일본, 중국 대비 강세와 약세를 보이는 면이 있으나 전반적으로 보면 격차가 별로 없음 • 상용화 응용 의지가 가장 강하고, 다양한 서비스 시나리오 실현 활동이 활발하게 추진되고 있음 • 삼성, LG 등의 대기업을 중심으로 IoT 스마트가전을 선점하고 있으며 표준화에도 적극 참여 • 정부 주도의 차세대 유무선 통신 네트워크(5G)와 IoT분야의 지속적 R&D 투자가 이루어지고 있음 • IoT 기반의 융복합 실증서비스 개발이 활발히 진행됨(스마트가전, 스마트팜, 스마트팩토리, 스마트시티 등)
중국 (78.0%)	• 최근 논문 및 특허 건수가 증가하고 있으나 최고기술 보유국 대비 상용화 기술 부족 • 디바이스, 서비스, 네트워킹, 지능화 관점에서 강세를 보이나 전체적인 성능 면에서 다소 미흡. 실제로 일본, 한국과의 격차는 별로 없음 • 다양한 디바이스 개발 능력과 가격 경쟁력을 갖추고 있으며, 창의력이 담긴 서비스 등이 출현하고 있는 상황 • 최근 급격한 성장세를 보이고 있지만 선도 기술 개발에 한계가 있음 • 2009년 이후로는 중국 국적 출원인이 세계에서 가장 많은 특허 출원 • 화웨이가 IoT 네트워크인 NB-IoT 전용 칩을 2016 년 말부터 올해 초에 내놓았고, 여러 주파수를 지원하는 칩도 조만간 상용화 예정 • 스마트팩토리, 사물인터넷 플랫폼, 표준 등의 핵심 기술 보유 미흡
일본 (87.0%)	• 일부 기술 분야에서 최고기술 보유국 수준의 논문 및 특허 보유 • 초소형 센서 등 특정 분야에서 최고 기술 보유국과 동등 수준이나 전반적으로 성능적 측면에서 다소 미흡 • 사물인터넷 서비스 및 표준화에 선도적 인프라 정비와 기술 개발을 적극적 추진 • 국가적 IoT 프로젝트 창출촉진을 위해 'IoT추진연구소' 활동을 지역으로 확산하여 다양한 기술개발 전개 • 로봇 등 응용분야에 IT를 적용한 사례가 많음 • 최고기술보유국이 확보한 기술 수준과 시스템의 기능과 유사함
EU (90.0%)	• 범 유럽 프로젝트를 통해 IoT 핵심 기술 및 시범 서비스 개발 및 시험 • 논문, 특허 등 IoT 관련 분야에서 최근 2년 간 두각을 보이고 있음 • IoT 연결망은 프랑스의 시그폭스가 세계기술 선도 • 4차 산업혁명을 주도하며, 스마트팩토리, 디지털 트윈 기술 등 선도 • IoT 분야에서 관련된 논문을 주로최고 기술 보유국이 발표하고 있으며 연구 활동도 활발 • 우수한 IT기술을 바탕으로 다양한 서비스 개발 중, IT수준 세계에서 가장 높음(에스토니아)
미국 (100%)	• 논문 및 특허 건수가 가장 많음 • 기업 주도로 센서, 지능화, 디지털라이제이션 등 IoT 전반에 관련된 기술 및 서비스를 개발 • 서비스플랫폼과 인공지능의 개발 정도와 상용화 수준 등이 가장 안정적인 상태로 판단됨 • IoT, 크라우드, 빅데이터가 연결되어 새로운 가치를 창출하는 초연결 시대에 진입

국가 (기술수준)	판단근거
	• 국가 경쟁력 강화에 IoT를 적극 활용하였으며 최근에는 교통, 에너지 등 지역사회 전반을 개선하는데 기여할 수 있도록 관련 정책 추진 • 퀄컴, 마이크로소프트 등이 해외 특허출원 TOP 10 차지 및 민간주도의 IoT 전략 제시 • 미국은 IoT 플랫폼 선점을 위한 기술개발에 주력 • 사물인터넷 기반 플랫폼 기술, 인프라 기술, 표준 기술 등을 주도 • 사물인터넷 서비스 활발, 다양한 서비스, 범국가적 지원, 국가 IT서비스 수준 우수

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 국내 oneM2M 표준기반 세계 최초 오픈소스 플랫폼(Mobius) 개발에 이어 글로벌 IoT 플랫폼 표준을 선도하고 개발진행 중 • 현재 OCF 와 oneM2M 은 상호 연동이 가능하도록 기술적 협력을 하고 있으며, JOOE (Joint OCF/oneM2M Ecosystem) 프로젝트를 통해 상호 디바이스 프로토콜 및 데이터 모델을 맞춰 나가는 활동 진행 • 삼성전자, LG전자가 자사의 가전제품에 IoT 기술 융합을 통한 홈 IoT 생태계 구축 중 • 정부에서 '제조업 혁신 3.0'을 발표하고, 제조/IoT 융합을 통한 신시장·신산업 창출 • 웹 커넥티비티 기능을 제공하는 가전에 최적화된 멀티코어 아키텍처 기반의 초저가 사물인터넷 SoC/HW 및 초경량 SW 기술 개발 중 • 사용자의 IT 수용도가 높은 상황으로 다양한 형태의 디바이스에 대한 도입시도가 이뤄지고 있고, 통신사 등을 중심으로 한 서비스 플랫폼 및 IoT 보급 확산으로 인해 일반기업들의 지속적인 후속 개발과 연계 개발 • 응용개발 기술 분야가 탁월함 • 모바일 강국, 이동통신 및 인터넷 인프라 보유 • 범국가 차원의 5대 신산업 지원을 통해 사물인터넷 기반의 스마트홈, 스마트시티 확산을 장려하고 있으며, 대기업 주도로 사물인터넷 기반 제품과 서비스가 다양하게 보급되고 있음. 또한 중소기업과 스타트업 지원을 통해 사물인터넷 시장을 활성화 시키려 노력 • 사물 네트워킹 기술에 탁월한 우수성을 갖고 있으며, 실증 사업을 통한 IoS(Internet of Service) 기술 확보	• IoT 기반의 획기적인 비지니스 모델 부재 • 강한 규제로 시장 활성화 지연 • IoT 산업 활성화를 위한 생태계 구축 미비 • 인공지능이나 서비스 플랫폼 분야의 개발인력은 부족한 상황 • 기초기술 분야 및 원천기술 연구 환경 부족 • IoT의 응용분야 확산에 대한 국가적인 로드맵 부재 • IT인력에 대한 대우가 미흡 • 연구개발의 상승 속도가 약해지는 경향 • 대기업 중심 탈피 필요 • 우수 인력의 외부 유출, 핵심 기술에 대한 의존도가 다소 높음 • 이동통신 3사 위주 서비스 전개 • 사물 지능화, 사물 디지털라이제이션 기술 확보가 요구되며, IoS(Internet of Service)의 오케스트레이션과 사이버 공간(마켓플레이스) 기술 개발 필요 • 디바이스, 플랫폼, 시범 서비스 측면에서 강점을 보이나 원천 기술보다는 System Integration 관점에서 강세를 보임

국가	강점분야	기타
중국	• 다양한 응용 분야에 IoT와 지능화 기술을 접목하여 새로운 마켓플레이스 (Market place) 및 지능 융합 서비스 산업 창출 • 화웨이가 NB-IoT 전용 칩을 개발했고, 여러 주파수를 지원하는 칩 상용화 예정 • 최근에는 서비스 플랫폼이나 인공지능을 접목한 시스템에까지 기술수준 확산 중 • 최근 정부주도의 연구개발 인프라 개선, 우수 연구인력 양성이 이루어지고 있음 • 다수의 인력과 내수시장을 바탕으로 다양한 제품과 기술 개발이 시도되고 있으며, 빠른 제품 생산 능력과 가격 경쟁력 우위 • 시장 가치, 규모 등 시장 풍부 • 다양한 벤처연구를 위한 인프라 마련 • 대규모 실증 사업을 통한 IoS(Internet of Service) 기술을 보유	• 기업 간 기술과 제품 품질격차가 큼 • 기초 응용분야 역량 부재 • 고급 IT인력 부재 • 기술 성능 및 서비스 품질에서 다소 약함 • 저작권, 특허 등 지적재산권에 대한 인식의 부재로 인해 글로벌 시장에서 경쟁력 약화 • 서방 세계와의 경제적 대립을 통한 시장 붕괴 위험요소 • 사회주의 요소에 따른 이념 대립요소 있음(시장경제) • 사물 지능화, 센서·액츄에이터 임베디드 및 스마트 IoT 디바이스 및 사물 디지털라이제이션 등 사물인터넷 기초 원천 기술 미흡 • 초저가의 디바이스 개발 능력으로 인해 전 세계적으로 Edge Device분야에서는 확산 전단계의 활동을 보이고 있으나 아직 품질이나 표준화 측면에서는 부족
일본	• AKARI 프로젝트 진행으로 IoT, 빅데이터, 인공지능 접목의 제조업 발전 전략 제시 • 국가차원의 지능형 서비스 지원 사물인터넷 플랫폼 확보를 통한 다양한 융복합 서비스 지원, 시너지 창출 노력 중 • 제조 분야나 산업분야에서 앞서가고 있으며, 일반 주거분야에서는 전통적인 시스템을 고수하는 보수성 있음. Start up이나 일반기업들이 에너지, 보안, 제어 등의 분야에서 지속적인 기술개발이 진행 중 • 기초 연구 및 인프라에 대한 투자가 증가 • 국가적인 기술개발 로드맵 체계 보유 • 국가 드라이브의 과학기술정책 적용 • 일부 원천 기술 측면에서 강점을 보임 • 사물인터넷, 스마트팩토리 등에 필요한 센서 기술을 다양하게 보유하고 있으며, 범국가 차원에서 4차 산업혁명을 주도 • 시장 가치 규모 있음 • 일본의 NTT, NEC, SOFT BANK 등의 대기업 중심으로 실용적인 IoS(Internet of Service)를 개발하고 있으며, 더불어 센서·액츄에이터 임베디드 및 스마트 IoT 디바이스 기술에 강점 보유	• 홈IoT 분야에서는 미국기업들에게 주도권을 뺏긴 상황으로 보이며, 현재 산업 내 강점을 중심으로 IoT를 확산시키고 있음 • 민관에서 기초연구 및 핵심연구에 대한 투자 유지 • 기초과학이 미국에 비해 미흡 • 전체적 상용화 서비스에서 미흡 • IT기업의 IoT 산업에 대한 선제적 대응 부족으로 인해 센서, 로봇 분야에 치중 • 다양한 벤처 지원 미흡 • 이동통신사 위주 서비스 전개 • 사물 지능화 및 사물 디지털라이제이션 등의 사물인터넷 기초 원천 기술이 미흡

국가	강점분야	기타
EU	• HORIZON 2020 프로젝트에서 IoT 기술이 실제 생활에 적용될 수 있도록 IoT 플랫폼, 인프라 및 실증 서비스 구축과 관련된 기술 개발 진행 • 독일은 플랫폼 인더스트리 4.0 추진을 통해 제조 생산체계와 IoT 융합 추진 • 디지털 싱글마켓(Digital Single Market) 및 대규모 IoT 실증을 중심으로 데이터 공유 및 기술 융합을 이룰 수 있는 테스트베드 확산 • 제조 분야나 산업분야에서 앞서가고 있으며, 일반 주거분야에서는 전통적인 시스템을 고수하는 보수성을 가짐. Start up이나 일반기업들이 에너지, 보안, 제어 등의 분야에서 지속적인 기술개발 진행 중 • 기초연구에 대한 투자가 뛰어남 • 전통적인 무선통신 기술 강국 • IoT등 IT분야에 대한 국제표준 기술 강화 • 범 유럽 과제 수행을 통해 전반적인 기술 개발과 인력 양성, 인프라 구축을 추진 • 제조업 혁신을 위한 4차 산업혁명과 스마트팩토리를 주도하고 있으며, 정부와 SIEMENS, IBM, BOSCH 등의 기업이 협력하여 활발한 기술 개발, 적용 중 • 대형프로젝트와 우수 기업에서 IoS(Internet of Service)과 사물 디지털라이제이션 기술을 보유하고 있으며, IoS를 위한 맞춤형 센서·액츄에이터 임베디드 및 스마트 IoT 디바이스를 개발 • IoS(Internet of Service)의 오케스트레이션과 사이버 공간(마켓플레이스) 기술 보유	• 홈IoT 분야에서는 미국기업들에게 주도권을 뺏긴 상황으로 보이며, 현재 산업 내 강점을 중심으로 IoT 확산 • 기초과학이 미국에 비해 미흡 • 상용화 개발에서 다소 미흡 • 시장 성숙도 낮음 • 다양한 벤처 등 지원 미흡 • 사물 네트워킹 기술 분야의 기술 수준은 타 국가에 비해 상대적으로 부족
미국	• NIST에서는 Cyber-Physical Systems 활용한 IoT 기반 스마트 시티 개발 및 글로벌 스마티 시티 추진 • IoT 세계 선도기술 보유 기관(구글, IBM, 인텔, 퀄컴)의 차별화된 기술개발 진행 중 • LoRA IoT 네트워크 기반 상용화 및 실증서비스 추진(Semtech 마이크로칩, IBM) • 빅데이터, 딥러닝 기술 세계시장 선도 • 인공지능과 플랫폼 분야의 백엔드 단의 서비스 인프라의 기술수준과 완성도 측면에서 매우 우수하며 이미 전세계 적인 표준 플랫폼을 장악하고 있는 상황으로 IoT분야의 핵심 요소에서 선도적인 입지를 강화	• 인공지능과 빅데이터 분석 분야가 점차 고도화 되고 있고 글로벌 시장 진입 단계로 돌입 • 벤처 시장 진입을 위한 경쟁 높음 • IoS(Internet of Service)의 오케스트레이션과 사이버 공간(마켓플레이스) 기술 분야의 기술 수준은 타 국가에 비해 상대적으로 부족

국가	강점분야	기타
	• 유수의 기업과 대학을 중심으로 양질의 인력을 다수 보유하며, 사물인터넷 기술과 서비스를 주도하는 Google, Amazon, MS, IBM, Intel, Nvidia 등 글로벌 기업의 입지가 확고 • 시장 가치, 규모 등 시장 성숙 • 스마트 아메리카 프로그램을 통해 대형 사물인터넷 응용 프로젝트를 진행하고 있고, CPS를 응용한 사물 디지털라이제이션 기술 보유	

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	4위	6위	2위	1위	3위	5위

	정책제언
국내협력 촉진	• 해당 기술은 융합분야의 기반 기술로써 산업분야 간 협력이 가장 중요 • 국내 개발 관련 업체들 간의 협력 체계 구축 • 포럼 등 확산 활동 강화 • 주요 대기업의 IoT 플랫폼 및 인프라 표준화 및 개방화를 추진하고 플랫폼 개방을 통해 생태계를 오픈한 기업에게 인센티브 제공 • IoT 요소기술 보유기업간의 협력을 통한 신상품 개발, 신시장 개척 추진 • 사물인터넷 분야의 표준이 다양하며, 국내 업체와 기관들이 채택하고 주도하는 표준이 OCF와 OneM2M 진영으로 양립되어 있는 상황. 대기업과 통신사에서 주도하는 표준에 따라 중견/중소기업들은 한 가지를 선택하거나 두 가지 모두를 지원하도록 이원화된 개발이 요구되는 실정. 국제 표준에 부합되는 사물인터넷 플랫폼, 표준에 대한 공동의 가이드라인을 갖추고 국내외의 다양한 제품들이 쉽게 연결성을 갖출 수 있도록 정부 부처와 업계의 협력 필요 • 국내 관련 기관들의 개별 연구개발보다 국가의 개발방향 및 시스템화 및 체계적인 연구개발 로드맵 수립이 중요 • 국내 사물인터넷 관련 산학연이 협력하여 공통 TESTBED 인프라 구축과 새로운 기술과 서비스를 개발할 수 있는 연구 과제가 필요 • 사물인터넷 관련 CPND의 생태계 마련을 위해, 관련 업계가 협력이 필요. 시장 수요는 조금씩 늘어나고 있지만 생태계는 줄고 있음
국제협력 촉진	• 기술 융합 관점에서 초연결 사물인터넷 분야의 국제 협력 추진 • 글로벌 시장개척을 위해 필수사항으로 국제적 기업과의 연동 및 서비스 연계를 위해 국제 표준적용 활성화 방안 마련 • 미국, EU간의 한/미, 한/이스라엘, 한/EU 국제공동연구기술개발 사업 홍보 및 활성화 추진 • 사물인터넷 기술의 세계적 우위를 점하기 위해서는 표준화 과정에 대한 적극적인 참여가 요구되며, 해외 제품의 국내 적용, 국내 제품의 해외 환경 적용을 위한 기술지원, 테스트베드

	정책제언
	지원 등 필요. 기술표준원 등을 통해 국제 표준에 대한 국내 적용 및 확산 노력이 있지만, 이를 적극적으로 홍보하고 확산시키기 위한 노력은 아직 부족한 실정 • 해외 우수한 기관과의 연구개발 협력모델을 만들고 우수한 성과를 도출하는 기관에게 인센티브를 부여하는 전략 • 국내 여건이 마련된 후 유럽과 일본 사물인터넷 연구기관과 협력
인력양성 및 유치	• 분야 간 물리적 결합을 기반으로 하는 융합 인력양성 보다는 화학적 결합이 가능한 인력양성 • 사물인터넷 관련 대학 과정 보강 • 사물인터넷 해커톤 등의 활동 장려를 통해 발전 기회 확장 • 클라우드, 음성인식 등 바이오매트릭스, AI 등의 분야에 대한 대학 내 커리큘럼 확대 플랫폼 구축, 디바이스 및 센서류에 대한 개발 국책과제 추진 등 • 글로벌 경쟁력 있는 IoT 서비스 기획, 개발 인력양성 프로그램 기획 및 추진 • 사물인터넷 기술은 IT/ICT의 다양한 학문/기술이 고도로 집약된 분야이므로 사물인터넷 분야의 인력 양성을 위한 기술/교육 트랙의 체계화를 통해 기업에서 필요로 하는 기술 분야에 부합되는 적임자를 양성하여 매칭 시킬 수 있어야 함. 특히 사물인터넷 분야의 서비스는 매우 다양하며, 라이프 사이클이 매우 짧으므로 유연한 time-to-market 중심의 인력 양성이 필요함. 학계와 기업 간 기술 격차를 줄이고, 기업이 필요로 하는 인력의 수급이 단시간에 이루어질 수 있도록 졸업예정자와 고학년 학생들을 대상으로 기업에서 활용되는 최신의 기술 습득이 가능한 산학연계과정이 더욱 확대 되어야 함 • 인력의 수요공급을 면밀히 조사해서 반드시 필요한 인력의 심도 있는 양성 필요 • 국내 사물인터넷과 지능화 인력이 부족함으로, IoS(Internet of Service)와 사물 지능화 등의 핵심 기술 분야별 대학원 중심의 인력 양성 필요 • 관련 분야의 특정 인력(컨텐츠, 어플리케이션 등)만 늘어나고 있는 추세이므로 네트워크/디바이스 등 인력양성이 더욱 필요
인프라 구축	• 대기업이 아닌 중소기업 중심의 첨단 기술 개발이 가능한 산업 인프라 구축 • 사물인터넷 핵심 기술 (플랫폼, 네트워크, 디바이스, 서비스) 개발 및 제공 • 자유롭게 새로운 서비스를 개발할 수 있는 환경 구축 및 제공 • 사회적 시큐리티 관련 인프라 구축에 투자 • IoT생태계 구축을 통해 시장 활성화 및 제품 완성도를 높여나갈 필요가 있으며, 국내의 경우 해외에 비해 시장규모가 작아서 국내기업이 투자를 추진하기 어려우므로 핵심플랫폼은 공유할 수 있는 방안 마련. EX. AI개발 센터, IoT플랫폼 센터 등 국책개발 및 공유 • 범국민 차원에서 IoT 서비스를 누릴 수 있도록 민간, 정부, 지자체 주도의 인프라 구축 (스마트시티, 스마트팜, 스마트팩토리 등) • 사물인터넷 기술과 디바이스의 확산에는 대/중/소기업뿐만 아니라 스타트업의 역할이 중요하며, 스타트업은 일반 기업보다 time to market에 더욱 적합한 특성을 갖지만 제품의 개발과 테스트를 위한 인프라가 부족함. 따라서 대/중/소기업에서 출시된 다양한 제품/기술과의 연계, 사물인터넷 표준에 대한 부합 등을 다양한 방식으로 테스트할 수 있는 테스트베드와 이기종 디바이스의 지원, 기술 지원, 인증에 대한 지원 등 필요 • 우리나라의 개별 인프라는 어느 정도 잘 구축되어 있다고 판단되나, 제4차 산업혁명시대에 부족한 부분이 무엇인지를 조속히 발견하고 이에 대한 대처방안 강구 필요 • 공통 TESTBED 인프라 구축을 통한 새로운 사물인터넷 기술과 서비스 개발 • 지능화 융복합 서비스에 맞추어 사물인터넷 TESTBED의 핵심 기술을 진화시킴으로 사물인터넷 기술과 서비스를 개발하는 것이 적절

	정책제언
법·제도 개선	• 단기간 성과중심의 연구지원 및 평가제도 보다는 장기간 아이디어와 정성적인 부분에 대한 지원 및 평가 제도가 마련되어야 함 • 빅데이터 획득, 저장, 처리를 위한 법적 제도적 이슈해결 • 시큐리티 관련 법제도 강화를 통해 사물인터넷 기술 및 서비스 도입 유도 • 발전 저해적 법·제도 개선 필요 • IoT가 실제 사용될 수 있도록 주택, 빌딩 분야에 적용 시 보험료나 에너지 사용료, 기타 세금을 감면해주는 제도 마련 • IoT 서비스 활성화를 위한 관련 규제 개선 • 사물인터넷 기술과 디바이스는 스마트홈/스마트시티로의 진화를 위한 기반 기술이 될 수 있으며, 사물인터넷 디바이스가 주거환경, 스마트타운, 스마트시티에 적용되는 데 대해 장애를 유발할 수 있는 개인정보보호법, 소방법 등을 사전에 면밀히 검토하여 사물인터넷 기술과 디바이스의 확산을 위한 장애요소가 되지 않도록 해야 함 – 데이터 공유 관련 법 제도 개선이 없이는 4차 산업혁명은 불가능함 • 사물인터넷이나 새로운 콘텐츠 연구개발 분야에 대한 법, 제도가 매우 늦음. 이에 대한 전문가를 양성하고 체계적인 해결방안을 제시하는 것 필요 • 사물의 위치 및 속성 등의 데이터에 대한 공유 관련 법 제도 개선이 요구됨
연구비 확대	• 성과 기반의 연구비 확대보다는 아이디어 중심의 연구비확대가 필요함 (성과중심으로 하는 경우 일부 기관, 기업에서 연구비를 독식하게 되며 다양한 연구 성과를 기대하기 어려움) • 국책 프로젝트나 공공사업을 통해 투자에 대한 수요처를 마련함으로써 기업대상 투자 결정을 용이하게 해주는 방안 필요 • 사물인터넷 기술, 플랫폼, 디바이스, 서비스는 대부분 기존의 IT/ICT 기술이 고도로 집약되는 형태이며, 따라서 정부의 R&D 과제를 수행함에 있어 기술적인 중복이 유발될 수밖에 없는 구조임. 따라서 사물인터넷 분야에 특화된 기술, 제품, 서비스가 다양하게 개발되고 확산될 수 있도록 하기 위해서는 기존의 연구비 지원과는 달리 '중복'에 대한 차별화된 검증 방식이 요구됨 • 연구개발 시급성을 잘 정의해서 이에 따라 연구비 규모 차별화 필요 • 향후 사물인터넷 기술의 핵심인 IoS(Internet of Service)와 사물 지능화 기술 개발에 연구 역량을 집중해야 함 • 타 사물 디지털라이제이션, 디바이스, 네트워킹도 중요하지만, 한국 기술 역량을 고려할 때 핵심 기술(IoS(Internet of Service)와 사물 지능화)에 집중 필요 • 하드웨어, 디바이스 등아 저수준 레벨이므로 관련 연구비 확대 필요
기타 의견	• Connected Car 및 자율주행자동차 분야와의 융복합 가능성이 높음 • 정부의 혁신성장 플랫폼 경제구현의 방향성에 부합한 IoT 융합 서비스 중점발굴이 필요 • 19년 8대 선도 산업은 "스마트공장", "스마트팜", "에너지 신사업", "스마트시티", "드론", "미래자동차"에 IoT 기술 및 서비스 융합 • 사물인터넷 인프라를 통한 융복합 서비스 개발이 이루어져야 하며, 이를 위해 먼저 기본 사물인터넷 공통 TESTBED를 구축하고, 지능화 융복합 서비스에 맞추어 사물인터넷 TESTBED의 핵심 기술을 진화시킴으로 사물인터넷 기술과 서비스를 개발하는 것이 적절함

다 주요 분석 결과 요약

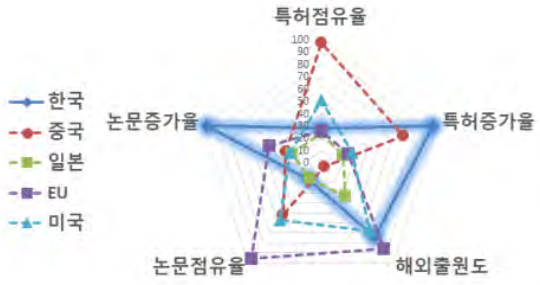
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	초연결 사물인터넷 기술	12,262	9,132	141.4%	279.1%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

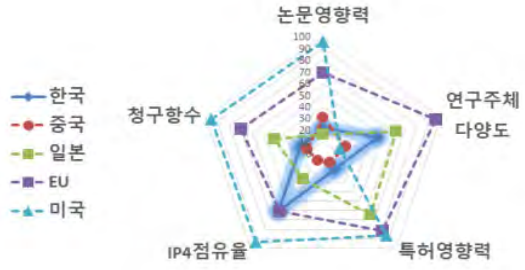
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	미국	미국
	45.8%	70.1%	10.8	13.1
한국	4위	3위	4위	4위
	5.8%	5.0%	3.6	3.8
5개국 평균[2]	-	-	7.0	12.3

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

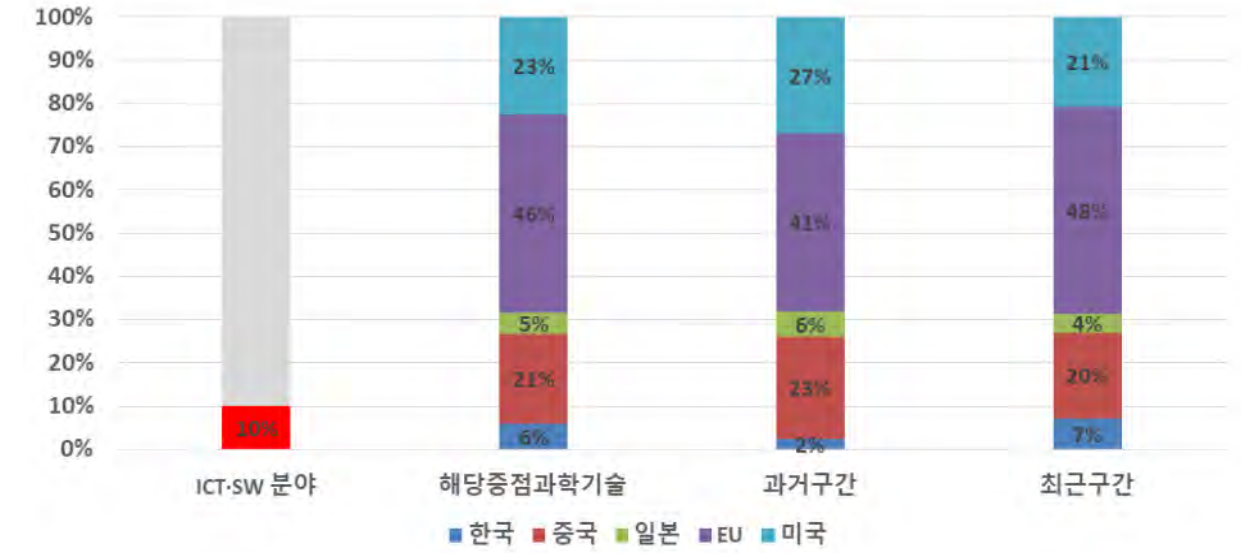
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(5.8%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(3.6)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(45.8%), 미국(22.6%), 중국(20.9%), 한국(5.8%), 일본(4.8%) 순이며, 논문 증가율은 한국(604.5%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 미국(10.8), EU(7.2), 중국(4.4), 한국(3.6), 일본(3.0) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.98)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(5.0%)은 주요 5개국 중 3위이며 특허 영향력(3.8)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(70.1%), 미국(20.2%), 한국(5.0%), EU(3.0%), 일본(1.7%) 순이며, 특허 증가율은 한국(961.5%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(3.3)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(13.1), EU(12.2), 일본(10.0), 한국(3.8), 중국(2.2) 순이며, IP4 점유율은 미국(17.3%)이 가장 높고, 특허청구항수는 미국(13.7)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	5.8%	20.9%	4.8%	45.8%	22.6%
	논문 증가율	604.5%	103.9%	76.4%	180.2%	86.4%
	논문 영향력	3.6	4.4	3.0	7.2	10.8
	연구주체 다양도	0.94	0.91	0.95	0.98	0.93
특허 분석	특허 점유율	5.0%	70.1%	1.7%	3.0%	20.2%
	특허 증가율	961.5%	506.0%	-42.0%	9.1%	53.0%
	해외출원도	2.8	0.1	1.6	3.3	2.6
	특허 영향력	3.8	2.2	10.0	12.2	13.1
	IP4점유율	10.2%	0.1%	5.1%	10.1%	17.3%
	청구항수	3.1	2.1	5.9	9.1	13.7

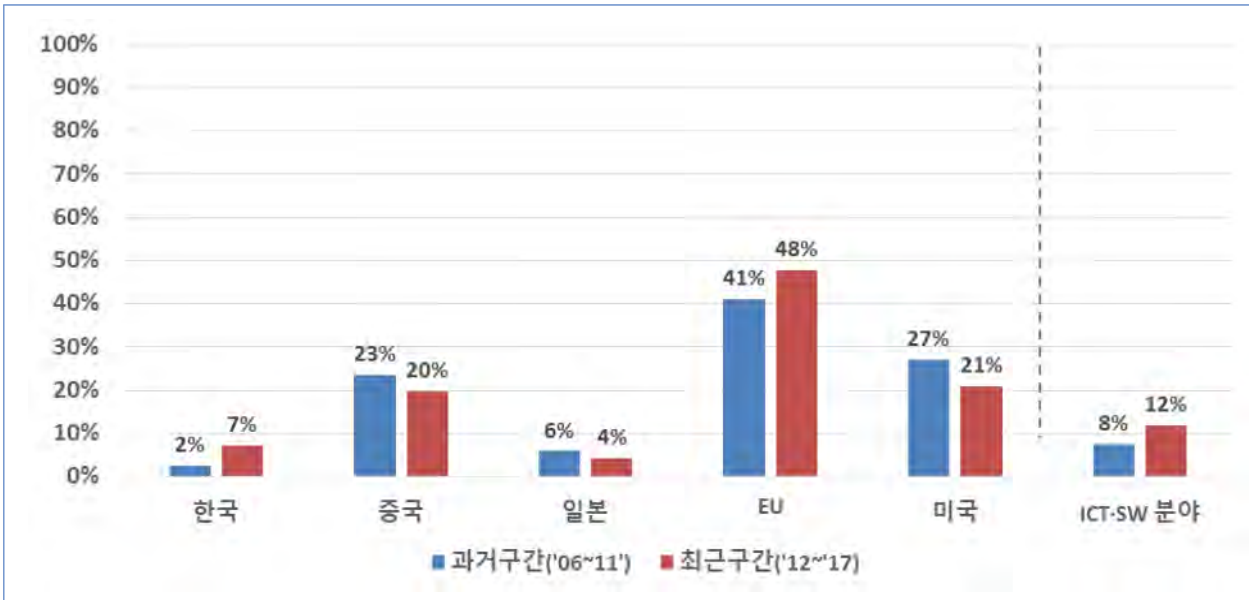
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 초연결 사물인터넷 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 5620건으로 전체 논문의 46%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 초연결 사물인터넷 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 10%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

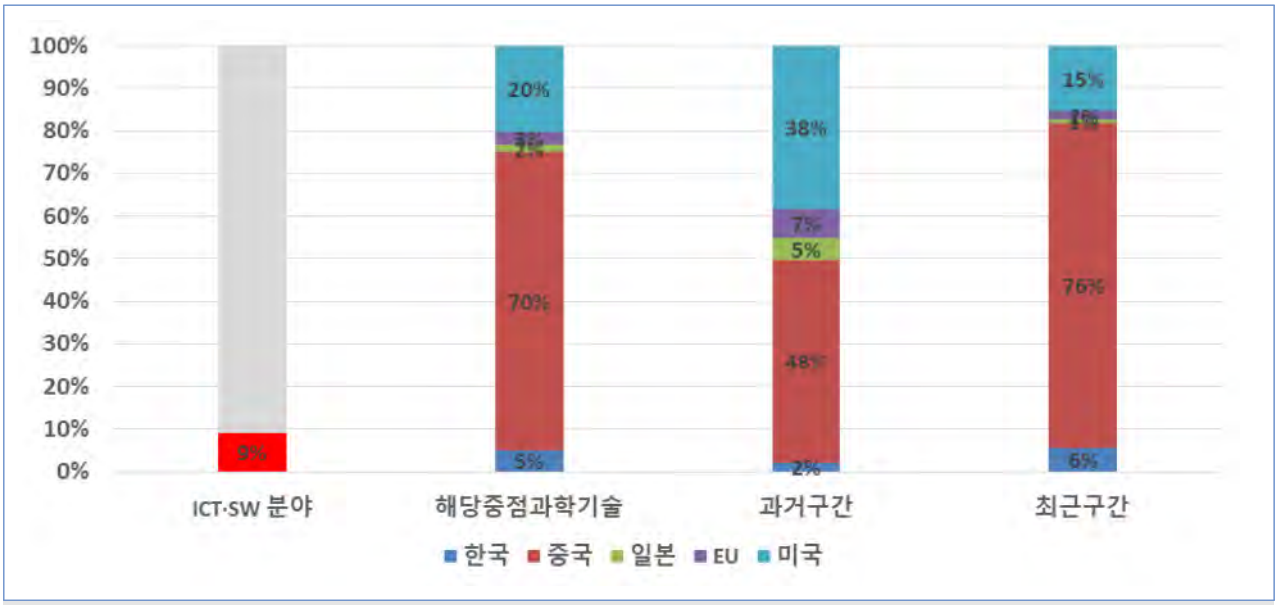


● 초연결 사물인터넷 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 604.5%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	89	627	716	604.5%
중국	844	1,721	2,565	103.9%
일본	212	374	586	76.4%
EU	1,478	4,142	5,620	180.2%
미국	969	1,806	2,775	86.4%
전체	3,592	8,670	12,262	141.4%

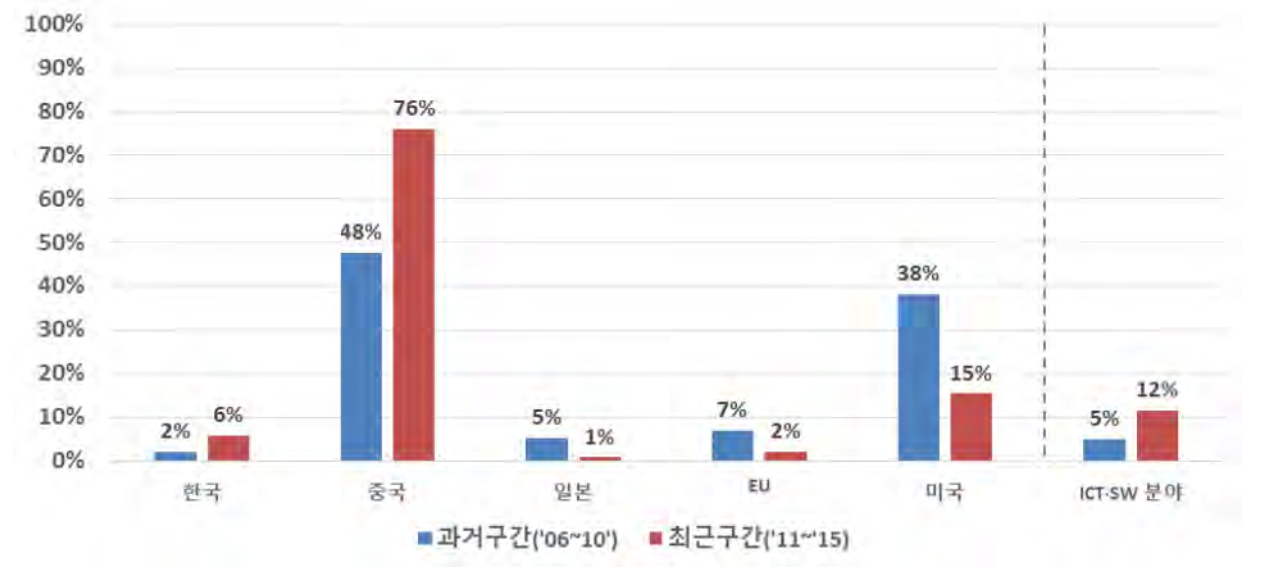
(4) 특허 점유율(전체)



● 초연결 사물인터넷 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 6403건으로 전체 특허의 70%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 한국, EU, 일본 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 초연결 사물인터넷 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 9%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



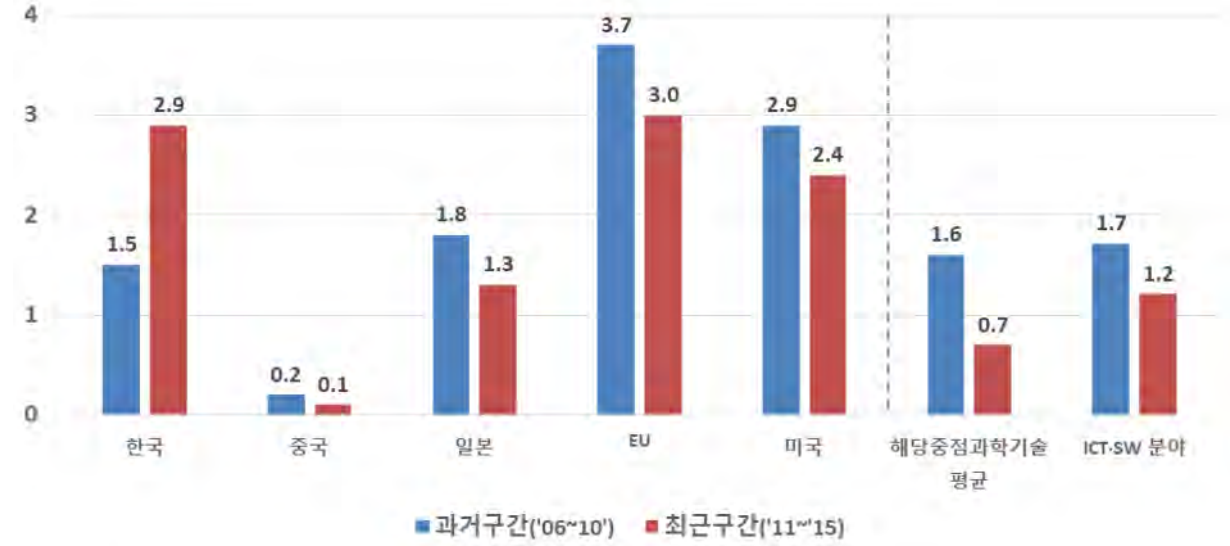
● 초연결 사물인터넷 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 961.5%이고, 한국은 과거구간에 5위에 랭크되었으며, 최근구간에서 3위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5)]
	1구간	2구간		
한국	39	414	453	961.5%
중국	907	5,496	6,403	506.0%
일본	100	58	158	-42.0%
EU	132	144	276	9.1%
미국	728	1,114	1,842	53.0%
전체	1,906	7,226	9,132	279.1%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

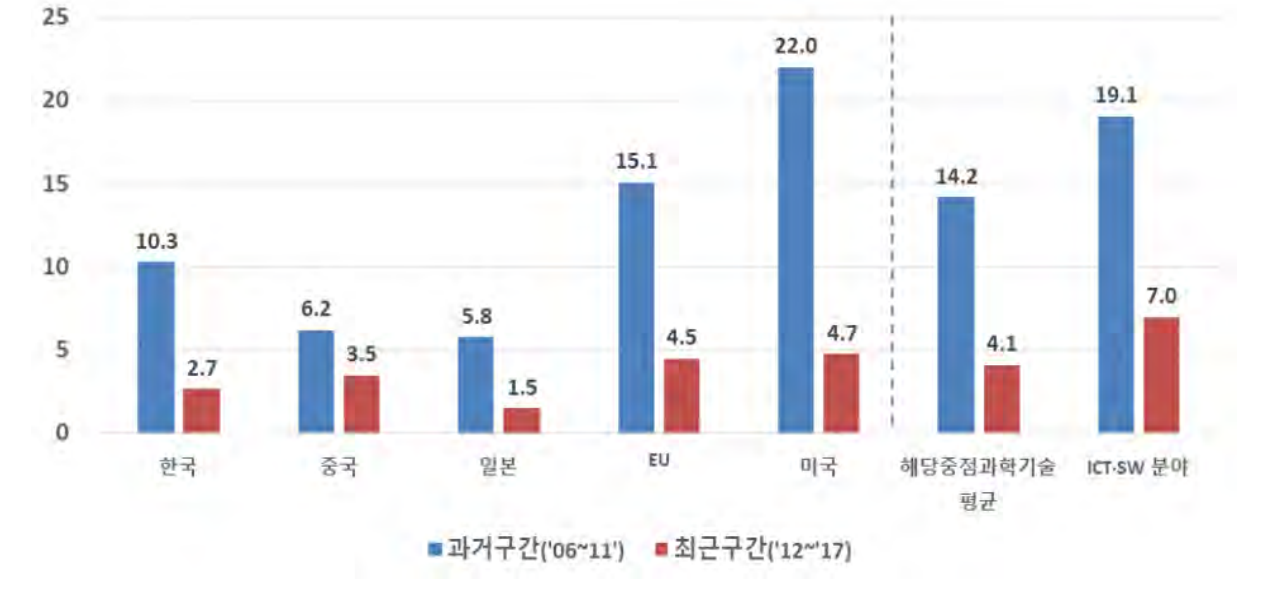


● 초연결 사물인터넷 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



● 초연결 사물인터넷 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 논문영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



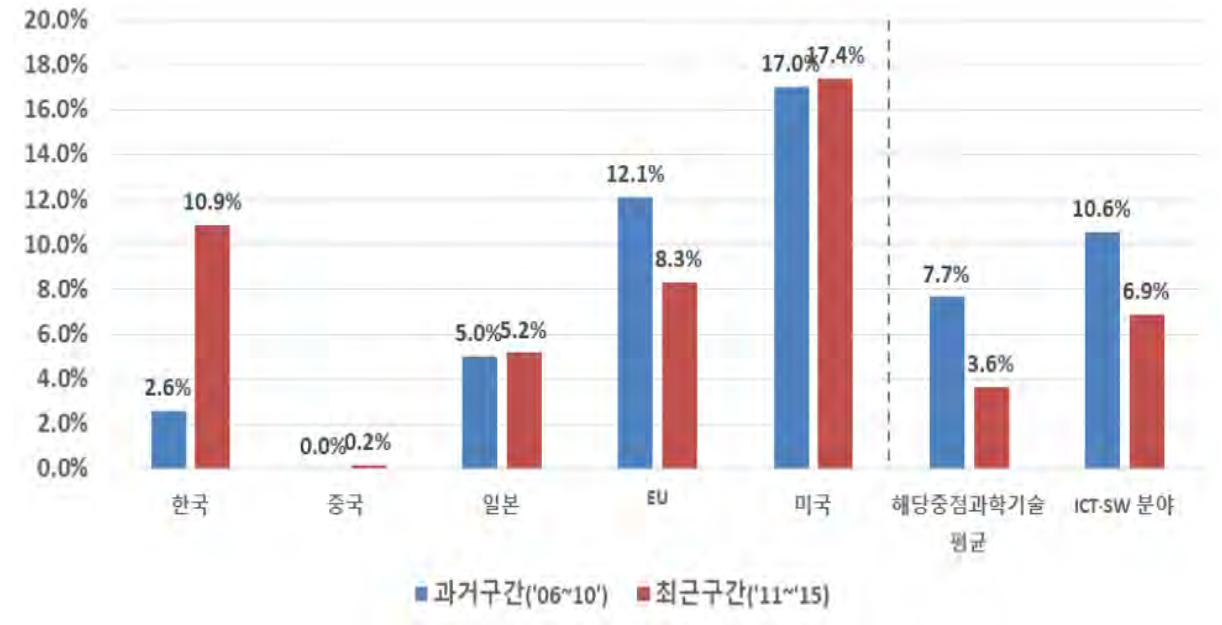
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



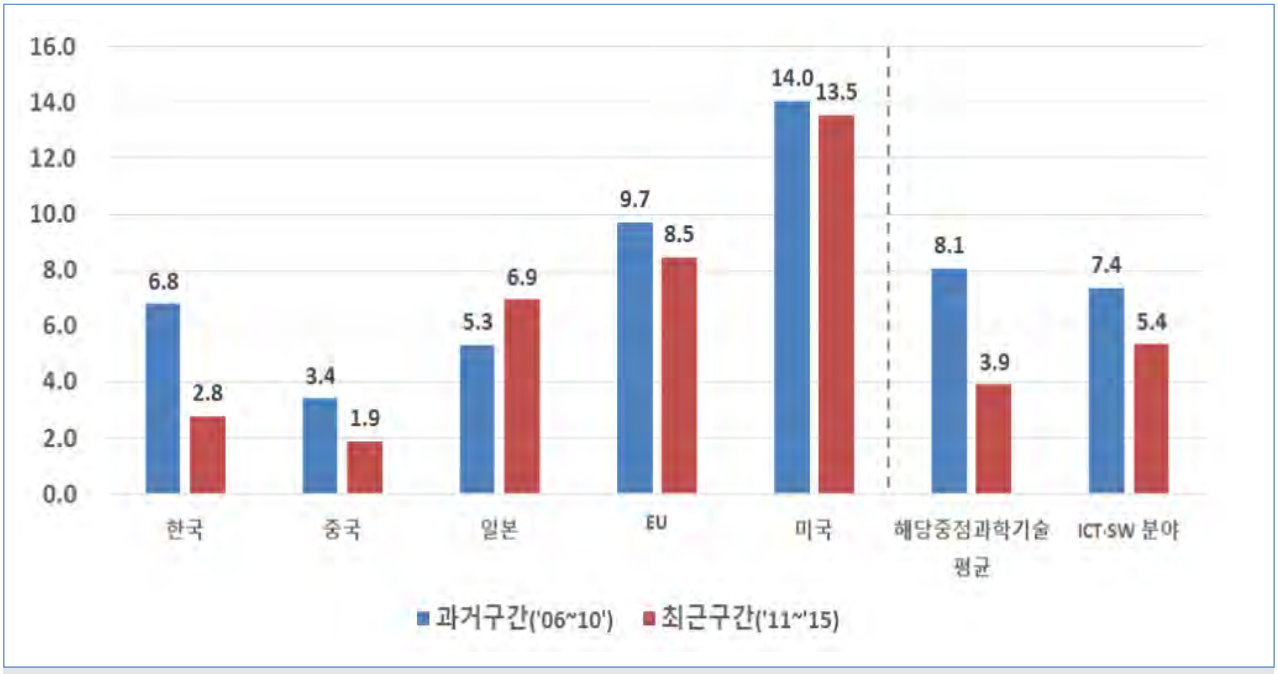
● 초연결 사물인터넷 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간에는 EU, 최근구간에는 일본의 특허영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 초연결 사물인터넷 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 초연결 사물인터넷 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

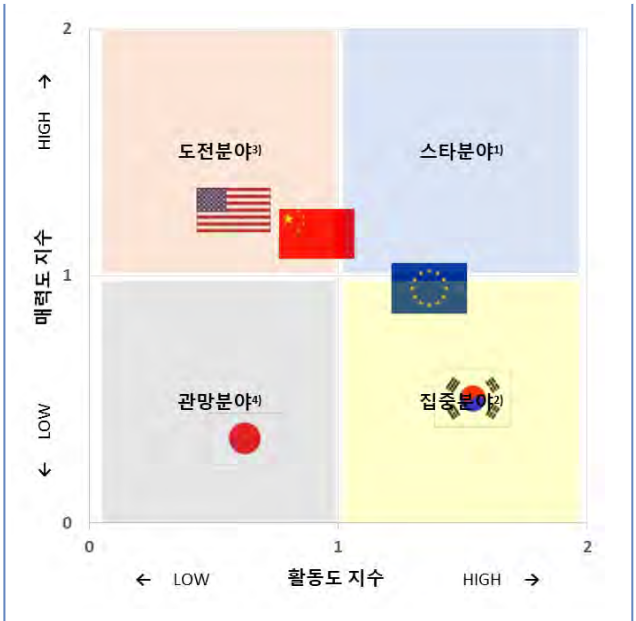
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

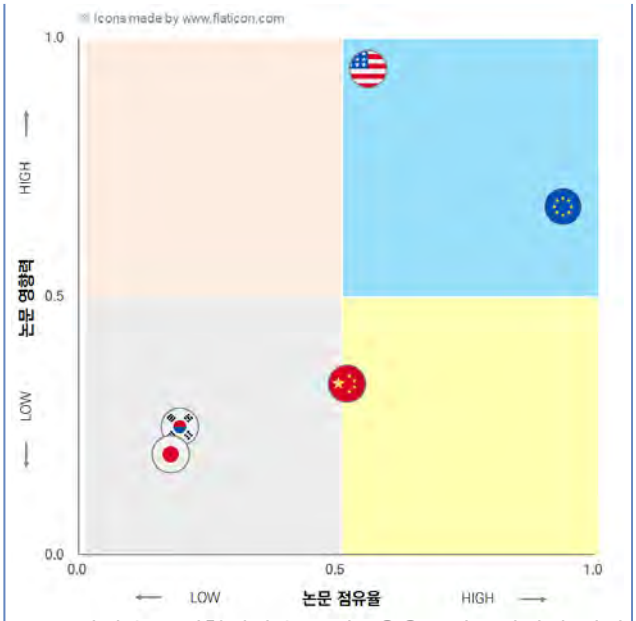
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 초연결 사물인터넷 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 미국의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

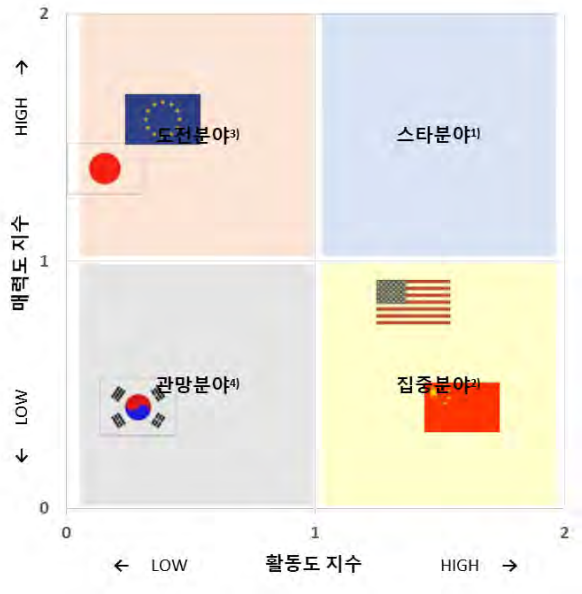


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

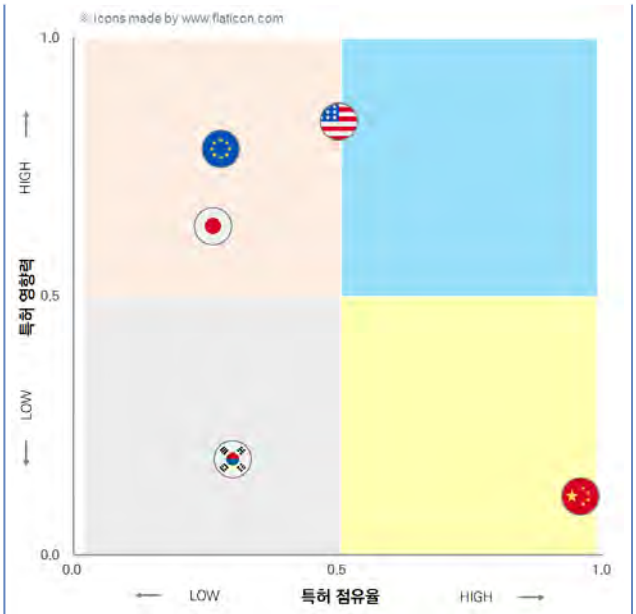
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 초연결 사물인터넷 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 적고, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 중국의 'BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS(0.72%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율은 '경북대학교'가 4.19%(글로벌 점유율은 0.24%)로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	중국	3.43%	0.72%	182.61%
2	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.99%	0.68%	59.38%
3	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	중국	2.42%	0.51%	-17.65%
4	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	미국	1.87%	0.42%	171.43%
5	UNIVERSITY OF BOLOGNA	EU	0.77%	0.35%	230.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY	4.19%	0.24%	800.00%
2	KOREA UNIVERSITY	3.91%	0.23%	500.00%
3	SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY	3.77%	0.22%	250.00%
4	YONSEI UNIVERSITY	2.93%	0.17%	325.00%
5	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.93%	0.17%	325.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	3.43%	0.72%	182.61%
2	HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2.42%	0.51%	-17.65%
3	BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	1.29%	0.27%	212.50%
4	INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY	1.29%	0.27%	-5.88%
5	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	1.21%	0.25%	316.67%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	WASEDA UNIVERSITY	3.92%	0.19%	30.00%
2	KYUSHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3.24%	0.15%	-27.27%
3	KEIO UNIVERSITY	3.07%	0.15%	100.00%
4	UNIVERSITY OF TOKYO	2.73%	0.13%	0.00%
5	OSAKA UNIVERSITY	2.73%	0.13%	-40.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF BOLOGNA	0.77%	0.35%	230.00%
2	UNIVERSITY OF SALENTO	0.66%	0.30%	3500.00%
3	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	0.64%	0.29%	160.00%
4	UNIVERSITY OF CAGLIARI	0.60%	0.28%	3200.00%
5	DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.59%	0.27%	6.25%

6 미국

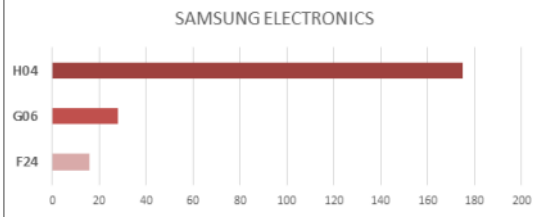
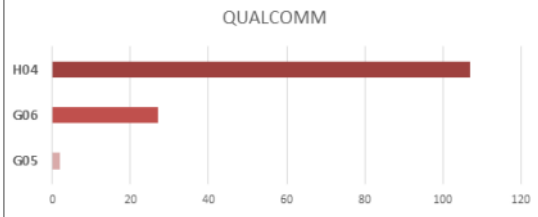
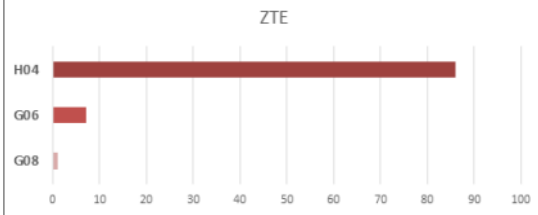
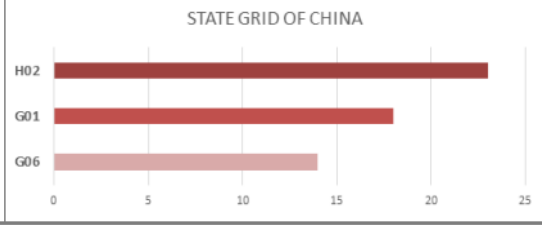
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.99%	0.68%	59.38%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1.87%	0.42%	171.43%
3	UNIVERSITY OF MICHIGAN	1.15%	0.26%	155.56%
4	PURDUE UNIVERSITY	1.05%	0.24%	214.29%
5	CARNEGIE MELLON UNIVERSITY	1.01%	0.23%	111.11%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '삼성전자(2.58%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '삼성전자'가 52.10%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '삼성전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

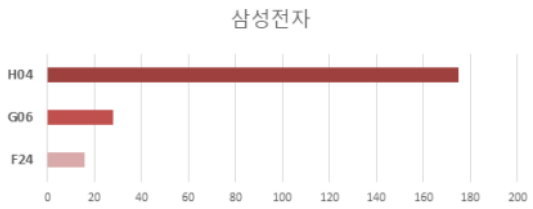
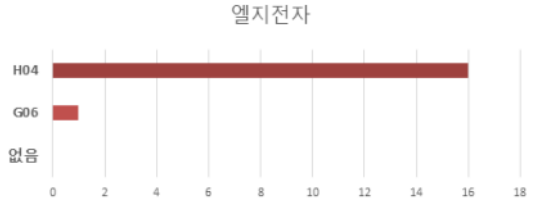
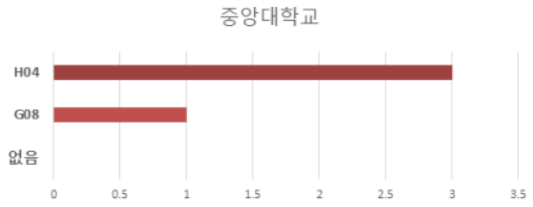
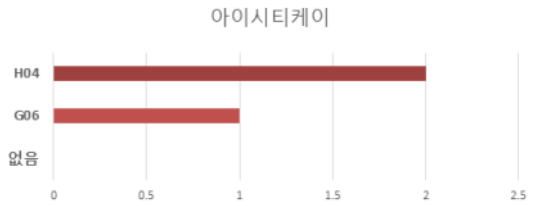
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	한국	52.10%	2.58%	1945.45%
2	QUALCOMM	미국	7.55%	1.52%	156.41%
3	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	미국	6.68%	1.35%	8.47%
4	ZTE	중국	1.48%	1.04%	6.52%
5	STATE GRID OF CHINA	중국	1.42%	1.00%	8900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
5		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수

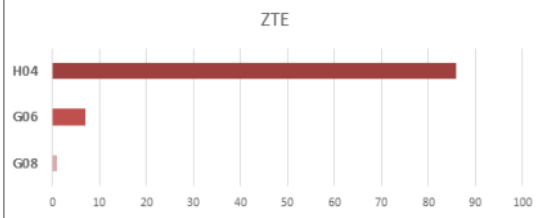
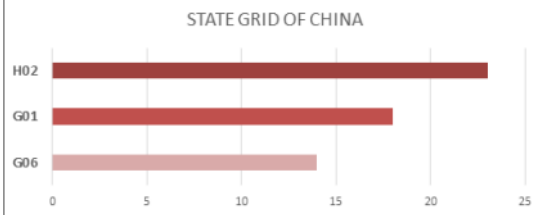
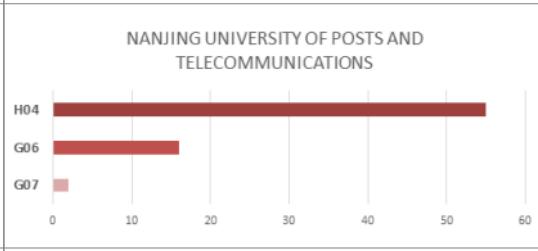
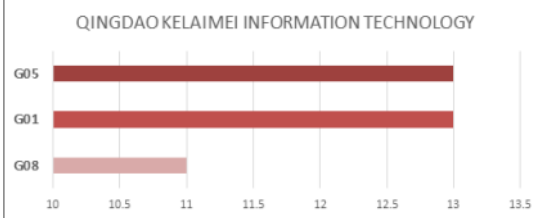
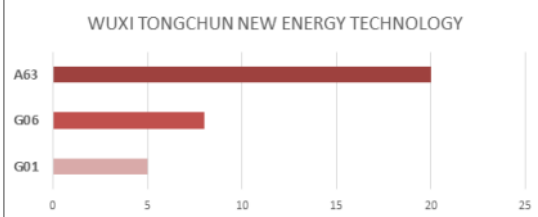
2 한국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	삼성전자	52.10%	2.58%	1945.45%
2	엘지전자	3.75%	0.19%	366.67%
3	한국전자통신연구원	1.77%	0.09%	66.67%
4	중앙대학교	0.88%	0.04%	300.00%
5	아이시티케이	0.66%	0.03%	200.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F24	가열(加熱); 레인지; 환기(換氣)
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H01	기본적 전기소자
4		H04	전기통신기술
		G08	신호
		–	–
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		–	–

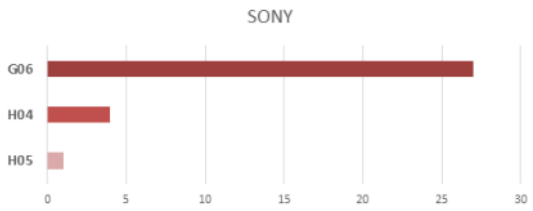
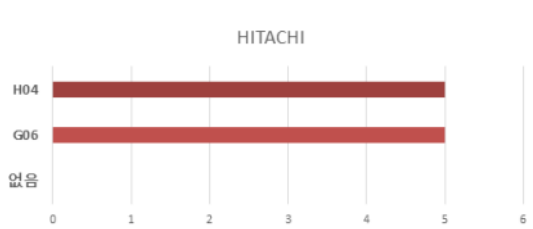
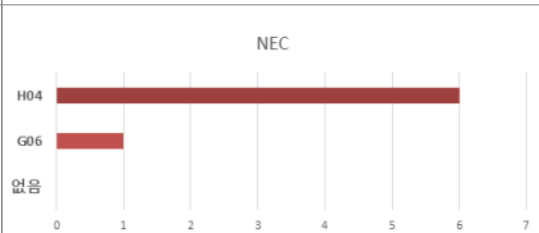
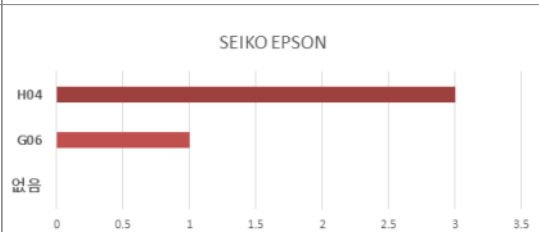
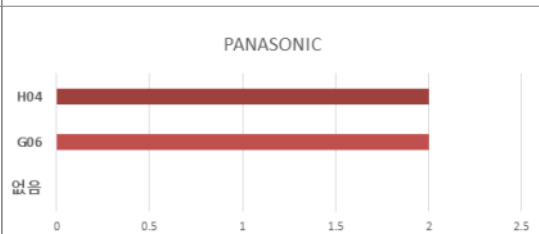
3 중국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	1.48%	1.04%	6.52%
2	STATE GRID OF CHINA	1.42%	1.00%	8900.00%
3	NANJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	1.20%	0.84%	13.89%
4	QINGDAO KELAIMEI INFORMATION TECHNOLOGY	0.75%	0.53%	4700.00%
5	WUXI TONGCHUN NEW ENERGY TECHNOLOGY	0.72%	0.50%	4500.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
2		H02	전력의 발전, 변환, 배전
		G01	광학
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G07	검사장치
4		G05	제어; 조정
		G01	광학
		G08	신호
5		A63	스포츠; 게임; 오락
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G01	광학

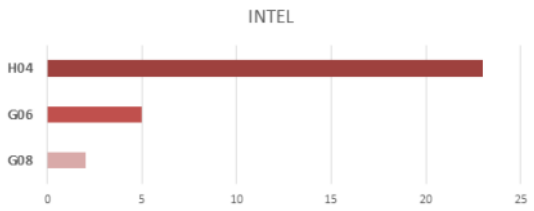
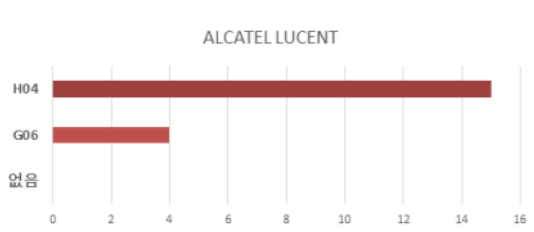
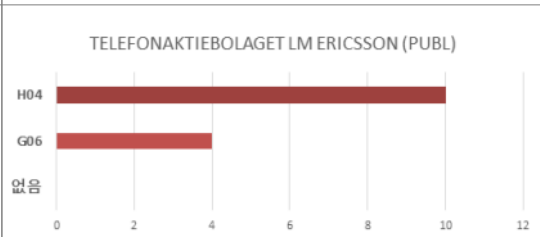
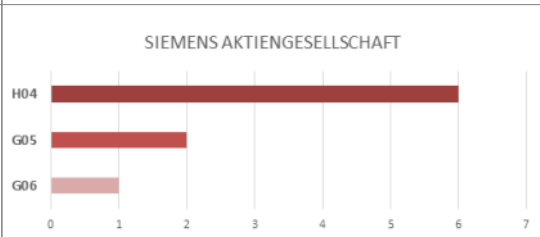
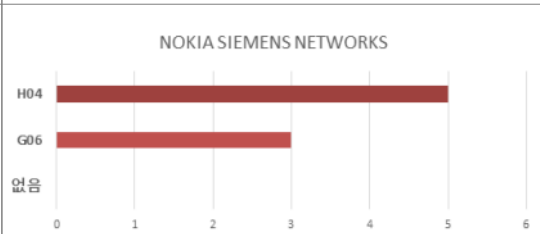
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	22.78%	0.39%	25.00%
2	HITACHI	6.33%	0.11%	-57.14%
3	NEC	4.43%	0.08%	-60.00%
4	SEIKO EPSON	2.53%	0.04%	300.00%
5	PANASONIC	2.53%	0.04%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		H05	달리 분류되지 않는 전기기술
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

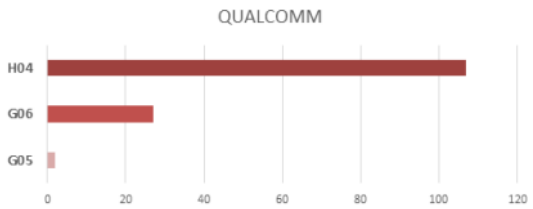
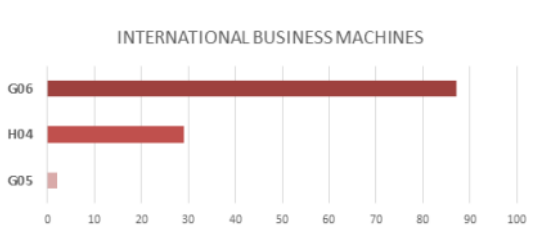
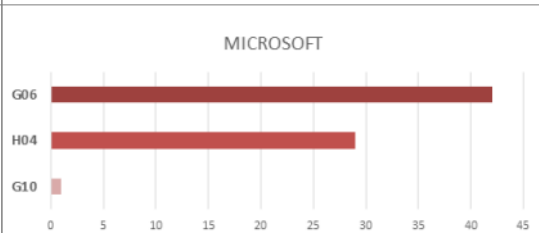
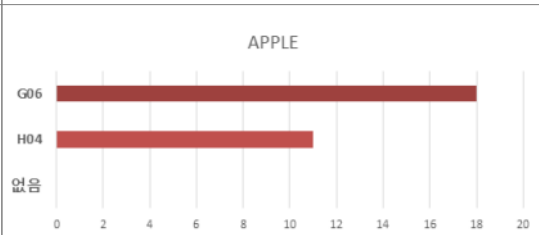
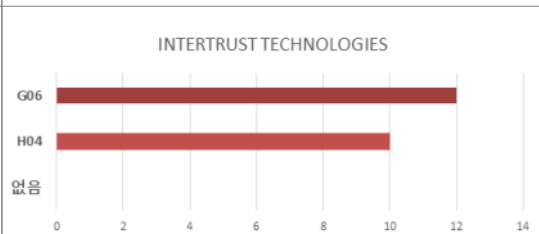
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	INTEL	11.23%	0.34%	575.00%
2	ALCATEL LUCENT	6.88%	0.21%	-41.67%
3	TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)	5.07%	0.15%	150.00%
4	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	3.62%	0.11%	-57.14%
5	NOKIA SIEMENS NETWORKS	2.90%	0.09%	-86.71%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
4		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	7.55%	1.52%	156.41%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	6.68%	1.35%	8.47%
3	MICROSOFT	3.91%	0.79%	-58.82%
4	APPLE	1.57%	0.32%	41.67%
5	INTERTRUST TECHNOLOGIES	1.19%	0.24%	-70.59%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G05	제어; 조정
2		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G05	제어; 조정
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G10	악기; 음향
4		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-
5		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		-	-

120 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술



120 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술

중점과학기술 개요

☑ 사용자 맞춤형 실감·체험 방송과 가상·증강현실 기반의 지능형 미디어 서비스를 제공하고, 사용자 요구에 따라 다양한 콘텐츠와 디바이스가 자율적으로 인터랙션하는 동적인 디지털 미디어/방송 서비스 인프라와 관련 콘텐츠, 하드웨어 및 소프트웨어 기술

가 전문가 정성평가(델파이 조사) 결과

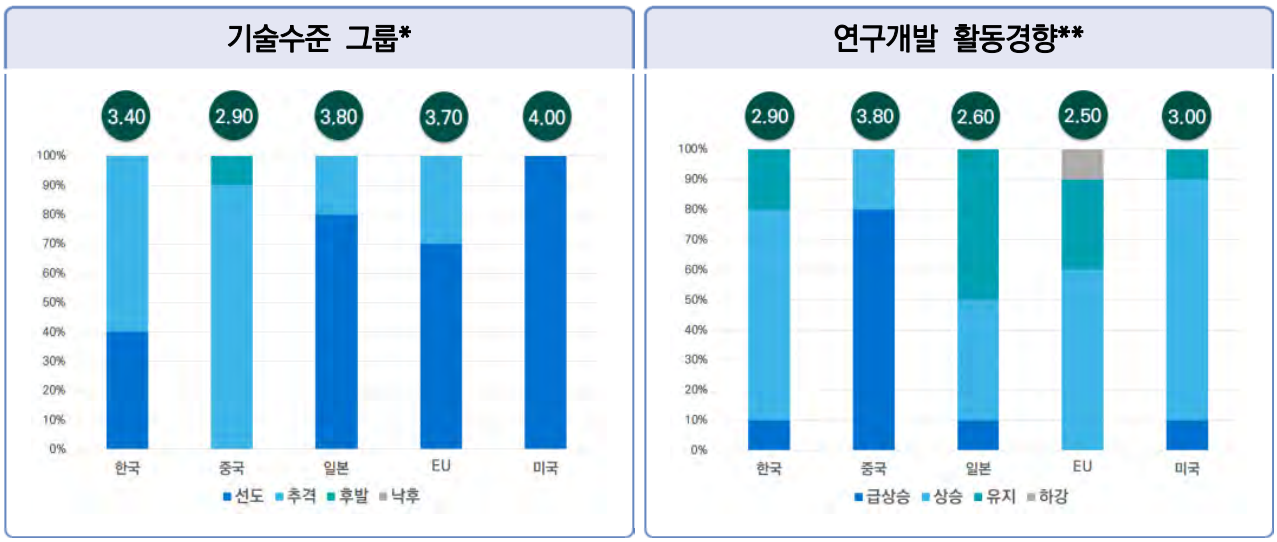
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	86.5	1.0	추격	보통	우수	상승
중국	80.0	1.8	추격	보통	우수	급상승
일본	90.0	1.0	선도	탁월	우수	상승
EU	87.5	1.0	선도	우수	우수	상승
미국	100.0	0.0	최고	탁월	탁월	상승

나 전문가 정성평가 세부내용

(1) 2018년 주요국 기술수준 및 격차

국가	1차 델파이		2차 델파이							
	수준(%)	격차(년)	수준(%)				격차(년)			
			수준(%)	Q1	Q3	표준편차	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	86.5	1.0	86.5	80.0	90.0	8.3	1.0	0.5	2.0	0.8
중국	80.0	2.0	80.0	70.0	80.0	9.4	1.8	1.5	2.0	0.7
일본	90.0	1.0	90.0	85.0	95.0	5.8	1.0	0.5	1.0	0.5
EU	87.5	1.0	87.5	85.0	90.0	10.1	1.0	0.5	1.5	0.5
미국	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.2

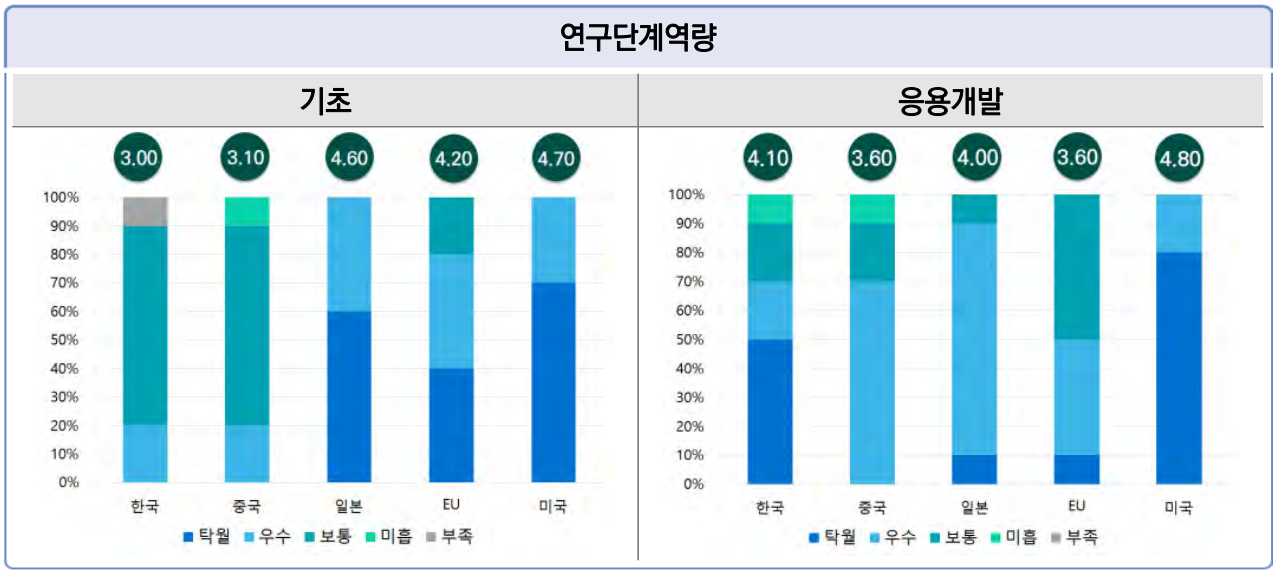
(2) 주요국 기술수준 그룹 및 활동경향 평가 분포



* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(3) 주요국 연구단계 역량 평가 분포



※ 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

(4) 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단근거
한국 (86.5%)	• 모바일 기반의 실감 방송 및 게임 분야 등으로 솔루션 개발 추진 • 정부 중심의 R&D • ATSC 3.0기반 북미방식 UHD 세계 최초 방송 국가로서 MPEG 등 몰입형 미디어 표준을 삼성, ETRI 등에서 주도하고 있음 • 실감방송 등 일부 앞서는 기술을 보유하고 있으나 지능형 콘텐츠 및 맞춤형 미디어 기술은 부족한 면이 있음 • 타 분야는 미국에 뒤지지만, 미디어 압축, 방송 전송, 디지털 홀로그램 재현 등의 분야는 선두권 • 평창올림픽을 계기로 몰입형 방송에 대한 투자가 이루어졌으며, 대기업(삼성, LG)과 출연연을 중심으로 기술력이 축적되고 있는 상황 • 최고기술보유국과 경쟁 상태로 유사한 성능기술력을 보유하고 있으나 주도적인 위치의 개발 회사가 적음
중국 (80.0%)	• 최근 특허나 논문 증가추세가 가파르지만, 아직까지는 주요국에 비해 기술수준이 뒤에 있음 • 최근 중국 내에서도 북미 표준과 맞물려서 UHD 자체 표준을 시작했고, VR/MR 등 몰입형 가상체험 미디어 기기제조에 집중하고 있어 향후 빠르게 기술경쟁력 확보가 예상됨 • 실감 방송 기술 분야는 미흡하지만 지능형 콘텐츠 기술은 집중적인 투자에 의해 일부 효과가 나타나고 있음 • 선도 기술은 적으나 최근 정부와 기업의 막대한 연구개발 투자에 의해 기술 격차를 빠르게 줄이고 있음 • 최근 화웨이, 텐센트 등 중국 IT 기업들이 투자를 확대하고 있으며, 한국과는 기술격차가 크지 않은 상황
일본 (90.0%)	• 지능형 실감 방송/미디어 기술 및 서비스에 대한 연구 활동이 한국/미국/EU보다 뒤에 있음 • 소니, 파나소닉, JVC 등에서 8K-UHD 급의 실감방송 제작을 위한 장비 개발 활발 • 국영방송사(NHK)를 중심으로 실감방송 기술에 대한 투자와 연구개발을 하고 있으나, 상용화 수준은 아니고 단순 R&D에 그치고 있음(유료방송 사업자들을 통해 사업화 미진) • 소니 등 대기업들이 VR 등을 활용한 서비스를 지속 개발하고 있음 • 정부에서도 산업적인 관점에서 투자를 하고 있음 • 일본은 8K위성방송 등 고해상도 몰입형 미디어 기술에 주도권을 가지고 있으나 자체표준 규격으로 세계 시장 주도권을 장악하지 못함 • 4K UHD 또는 8K UHD 등 실감 방송 기술 분야는 앞서고 있음 • 타 분야는 미국에 뒤지지만, 홀로그램 디스플레이, 초다시점 등의 분야는 선두권 • MOS2S 등과 같은 EU Project를 통해 연구소, 학교, 기업 들이 공동으로 실감 방송 및 몰입형 방송 기술을 개발하고 있음 • 과거 해당 업계에서 주도적인 위치였으나 현재 그 입지가 하락하였음. 과거의 기술력을 바탕으로 기본 기술력이 탄탄하고 실감방송분야에 대한 연구개발 및 지원이 꾸준하게 이루어지고 있음
EU (87.5%)	• 지능형 실감 방송/미디어 기술 및 서비스에 대한 연구 활동이 한국/미국보다는 뒤에 있음 • 기술보유의 양적으로 보면 크지 않다고 판단할 수 있으나, 이를 사업화 하는 기반이 우수함 많은 솔루션이나 상품들이 사업화 되고 있음 • EU 유레타와 FP사업에서 프라운호퍼 등 연구기관 중심의 오디오 비디오 몰입형 미디어 관련 원천기술 확보 우위에 있음

국가 (기술수준)	판단근거
	• EU 프로젝트를 기반으로 일부 실감 방송/미디어 분야에서 기술 선도 • 기초 과학 분야에 대한 기술력을 가지고 개발 중임. 응용 서비스에 대한 사회적인 관심이 상대적으로 적어 서비스 분야에 대한 발달이 상대적으로 약함
미국 (100%)	• 지능형 실감 방송/미디어 기술 및 서비스에 대한 연구 활동이 활발 • 구글, 애플 등 글로벌 IT업체를 중심의 실감 및 스마트 방송 서비스 개발 활발 • 미지상파 방송사뿐 아니라 구글, 페이스북 등 인터넷 기반 지능형, 몰입형 미디어 서비스로 글로벌 확장이 지배적이고, 관련 산업 주도 • 민간기업 주도로 이를 위한 소프트웨어/하드웨어 플랫폼 개발을 주도하고 있으며, 대다수의 후발주자들은 이를 기반으로 서비스 개발 중 • 일본이 카메라 같은 하드웨어 플랫폼을 주도하고 있다면 미국 기업은 소프트웨어 플랫폼에서 약간 우위에 있다고 할 수 있음 • 실감 방송/미디어 분야의 대부분의 영역에서 활발한 연구개발 투자를 바탕으로 논문/특허/표준/상용화 기술을 선도하고 있음

(5) 주요국 기술동향

국가	강점분야	기타
한국	• 방송·콘텐츠 분야 실감형 VR 개발을 K-ICT 9대 산업 전략분야로 선정하였으며, 가상현실 신산업 육성을 위해 '5대 선도 프로젝트' 가동 지상파 UHD 도입을 위해 700㎒대역 5개 채널(수도권, 광역시권) 공급과 '21년까지 기존 DTV 대역 채널 재배치를 통해 전국 시·군 지역에서 필요한 채널을 확보하여 주파수 공급 • 산/학/연 사이에 활발한 기술협력을 통해 지능형 실감 방송/미디어 기술에 대한 인력, 인프라, 기술력이 우수함 • 한국의 몰입형/실감형 방송 기술은 미국이나 일본의 다른 업체에 비해 기술적 격차가 크지 않다고 판단되며, 정부 주도의 기술인력 양성은 매우 잘 되고 있음 • 초고속 통신망의 발달은 이러한 새로운 방송 기술을 개발하고 테스트하기 위한 테스트베드로서의 역할을 잘 하고 있음. • 뉴미디어 서비스에 대한 소비자 관심 및 빠른 습득 속도와 세계 최고 수준의 네트워크 인프라 • 방송 콘텐츠 지능형 협업 제작기술 • 실감방송 관련 단말 기술 개발도 우수함. 특히, 네트워 인프라가 잘 갖추어진 환경을 이용한	• 각 기관/기업별 경쟁을 통해 우수한 기술/서비스를 제공하고 있지만, 상대적으로 기초연구에 대한 투자가 미흡 • 한국의 가장 큰 문제점은 응용개발의 경우 Top 3안에 드는 강국이지만, 플랫폼 의존도가 높다는 것이 아킬레스건임 • 한국 자체의 작은 시장에서의 경쟁은 사실상 업체를 크게 키우는데 한계가 있음. • 기초연구에 대한 투자부족 • UHD 방송이후 지능형 미디어 서비스와 몰입형 미디어 원천기술 R&D에 투자가 소홀 • 미디어 산업 분야와 관련된 법규, 제도 등이 기술 개발 속도에 맞추어 진행되지 못하는 경향이 있고, 특히, 기반 기술이 미흡한 상황 • ICT 기술 발전에 대한 관심이 높고, 관심 기술 발전에 대한 집중도가 높지만 기초연구에 대한 지원이 미흡. • 우수인력과 기술을 보유하였으나 인프라는 주변 선진 기술 국가에 비해 상대적으로 미흡

국가	강점분야	기타
	지능형 미디어 및 맞춤형 미디어 기술 개발에 노력을 집중 • 기술을 활용하는 역량 빠른 시장대응	
중국	• 창신 2050 과학기술로드맵 중 양안 협력을 통한 첨단 기술과 제조기반 결합의 실감미디어 산업 육성을 주력 목표에 포함 • 정부 주도의 VR산업발전 계획, VR산업 확대 및 응용 추진, VR 문화의 브랜드 구축 강화 • 최근 전 세계에서 가장 활발하게 실감 방송/미디어 기술에 대한 연구 개발을 진행 • 중국 정부의 적극적인 기술투자와 최근 몇 년간 이어진 민간기업 주도의 산업화 추세로 실감형 방송 기술은 후발주자에서 이제 주도형에 가까워져 가고 있음 • 중국내 값 싼 노동력으로 인해 하드웨어 개발/생산 분야에서는 타의 추종을 불허함 • 지적재산권에 신경 쓰지 않고 새로운 기술을 응용할 수 있는 환경 때문에 선진 국가에서 만든 새로운 기술은 대부분 빨리 따라잡을 수 있음 • 중국 내 풍부한 IT 연구개발 인력뿐만 아니라 글로벌 리쿠르팅을 통해 고급 인력들을 빠르게 흡수 중 • 실감형 방송시스템과 몰입형 증강현실(VR/AR) 서비스 단말에 투자 집중	• 활발하게 연구 개발을 진행하고 있지만 아직 기초 연구 성과나 인프라가 다른 선진기관에 비해 미흡함 • 한국 업체와 마찬가지로 안드로이드 같은 서비스 플랫폼 의존도가 높다는 것이 잠재적인 성장에 한계가 있음 . 중국 서비스의 글로벌화에 대한 블로커(blocker)는 중국어와 지적재산권이라고 할 수 있음. 중국은 모든 기술표준어를 중국어로 사용 중이며, 대다수의 표준 기술은 이미 글로벌 업체들이 선점한 터라, 대다수의 현지 서비스는 해외진출이 어려운 상황 • 기초원천이 부족하나 최근 투입되는 인력의 집중으로 극복 예상 • 타 산업과 유사하게 미디어 산업도 개방화가 아직은 부족한 상황이며, 미디어를 표현하는 환경의 독립성이 미흡함 • 계량적인 기술개발 지표는 우수하지만 이들의 경쟁력이나 사업화가 부족
일본	• 디지털방송 산업의 탈환을 목표로 정부를 중심으로 슈퍼하이비전(8K) 서비스에 집중하고 있으며, 기존 일정을 당겨 '18년 위성을 통해 8K 본방송을 실시하고, 2020년 도쿄 올림픽까지 4K · 8K 방송을 정착 추진 차세대 방송 서비스, 스마트 사이니지 등을 범국가적으로 육성 • 실감 방송/미디어 기술에 대한 기초연구가 활발하고 우수한 인력 다수 보유 • 민간 중심으로 지속적인 투자와 기술 개발이 이루어지고 있는 것이 강점이며, 정부에서는 차세대 지속적인 성장을 위해 교육 환경에 신경을 쓰고 있음. 예) 미래관 . 방송사의 경우 콘텐츠 제작뿐만 아니라 그들 자체 콘텐츠를 만들기 위한 하드웨어까지 다른 민간업체와 협력하여 손을 데고 있어, 주요 방송사들이 이를 벤치마킹하고 있음 • NHK STRL 연구소가 차세대 방송기술을 중장기 프로젝트로 꾸준히 연구개발 하고 있으므로 세계 기술을 선도 중	• 상대적으로 인프라가 미흡하고, IT 관련 기업들이 쇠퇴하여 기술개발에 대한 투자가 상대적으로 미흡함 • 일본 자체 표준을 중시하다보니, 자국 내 기술을 해외에 전파하는 것은 서비스의 해외 진출에 어려움을 겪고 있음, 그러나 이를 인터넷으로 연계하여 기존 구조를 파괴하려는 조짐은 긍정적임 • 다양한 응용분야 개척에는 미흡

국가	강점분야	기타
	• 해당 분야에 대해서 꾸준한 상위 기술 보유국으로 기초연구 및 응용 개발 연구에 대한 발전이 고르게 진행 • 8K 실감방송, 노령화 사회약자를 위한 지능형 서비스 인프라에 강점 • 실감방송 기술이 우수하고, 맞춤형 미디어 기술 분야에 집중 투자하고 있으며, 해외 우수 미디어 기술 인력을 확보하기 위한 노력을 집중 • 기술 연구개발 인프라와 투자 사업화 환경 및 활발한 기업 활동 상용화 역량	
EU	• 영국은 실감형 콘텐츠 및 문화산업 활성화를 위해 예술, 문화유산, 스포츠에 투자 • 프랑스는 문화예술 분야를 국가 기간산업으로 인식하고 인프라, 패션, 공연예술, 관광서비스 R&D 투자 등 총체적인 지원 • 독일은 문화산업의 중요성을 강조하고 문화 및 창조산업 지원을 위한 '문화 및 창조경제 이니셔티브' 시행 • 큰 시장과 풍부한 연구 인력을 기반으로 지능형 실감방송/미디어 기술에 대한 우수한 기술력과 인력을 보유하고 있음 • 영국은 방송국 주도, 독일은 민/관 연구기관 주도로 기술개발이 이루어지고 있음 • 유럽에서의 방송관련 기술은 인력비용이 비교적 저렴한 폴란드를 중심으로 이루어지고 있으며, 최근에는 저비용 고효율 서비스를 구축하는데 초점을 맞추고 있음 • 연구소 및 학교를 중심으로 기술 축적 및 고급 인력을 꾸준히 배출 중 • EU Project를 통한 미래 기술 선점 • 기초 연구 분야에 대한 연구 활발. 기초 연구 분야에 대한 인력 및 기술력이 높으나 EU 전체적인 인프라는 이에 못 미침 • 실감형, 몰입형 미디어 원천기술과 인력 우수 • 차세대 방송 서비스를 위한 표준 개발에 적극적이며, 특히, 방송 시스템 구축 및 콘텐츠 제작에 우수한 기술을 보유하고 있음 • 주도적인 연구개발 환경, 사업화 환경 및 역량, 활발한 기업 활동	• 다양한 국가와 기관에서 독자적으로 연구/개발을 수행하고 있기 때문에 EU 국가별 기술이나 서비스 수준에서 차이가 많고, 인프라의 격차가 심함 • 유럽은 국가별 민/관 연구기관 주도로 새로운 기술개발/투자가 활발하게 이루어지고 있으나 그것을 표준으로 밀어붙이는 데는 민/관간의 이해관계가 얽혀, 진척상태가 느림 • 최근에는 서비스 그 자체보다는 개인정보 보호 부분에 보다 많은 투자를 하고 있으며, 이 때문에 빅데이터를 기반으로 하는 인공지능 서비스는 방송· 분야에서 다소 더디게 진행될 가능성이 있음 • 개발기술의 시장 도입에 많은 시간 소요 • 지능형 미디어 서비스 기술과 상용화 추진이 더딤 • EU 자체만의 미디어 산업은 활성화되고 있으나 전 세계를 대상으로 한 미디어 서비스는 아직은 미흡한 부분이 있음 • 기술개발을 통해 성장하는 시장규모가 작음

국가	강점분야	기타
미국	• 미국은 군수 산업에 이은 제2의 수출 전략산업으로 실감미디어, 엔터테인먼트 산업을 육성, 세계 시장 70% 점유를 목표로 추진 중 방송·ICT 영역에서 최소 규제, 사업자 자율규제를 원칙으로 신규 사업자들이 시장에 진출하기 유리한 환경 제공 • 우수한 기초연구 성과를 기반으로 지능형 실감 방송/미디어 기술에 풍부한 인력과 기술력 보유 • 정부기관에서는 기술지원보다는 교육 쪽에 신경을 많이 쓰고 있고, 각 지자체에서는 이를 기반으로 민간기업의 도움을 받아 차세대 미디어 인력 양성에 힘쓰고 있음. 예) 각 지자체에 위치한 사이언스센터 • 어도비, 마이크로소프트, 구글과 같은 업체들이 플랫폼을 지속적으로 개선/개방하여 그들의 에코시스템 안으로 글로벌 업체들을 불러들이고 있음 • 몰입형 방송에 필요한 영상 획득 및 처리 분야 세계 최고 수준 기술 및 인력 확보 • 세계 최고 수준의 데이터처리 및 클라우드 컴퓨팅 환경을 보유하고 있음 • 오랜 기간 과학기술을 선도하여 기초연구 분야에 대한 지원 및 연구가 꾸준하고 해당 기술 바탕의 응용기술을 개발하는 능력이 탁월 • 지능형 미디어 및 몰입형 미디어의 기반 기술이 우수하고, 인프라 구축 및 응용개발에 필요한 규제 및 제도 등이 융통성 있게 진행	• 국가 차원에서 미래를 보고 큰 그림을 그린 후 연구 개발을 진행하지 못하고 개별 기관이 독자적으로 연구 개발을 진행하고 있으며 인프라가 상대적으로 미흡 • 플랫폼을 리드하고 있는 것만은 확실하나 하드웨어는 아직 한국 업체에 의존하는 경향이 깊음 • 지능형 콘텐츠 제작협업 분야와 시장중심의 기술 확산으로 지상파 UHD 기술 확산이 더딤 • 실감방송을 위한 표준 및 규격 개발이 다소 느리게 진행되고 있어 기술 발전 속도를 따라가지 못하는 인상을 주고 있음

(6) 정책제언 및 우선순위

	국내 협력 촉진	국제 협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
순위	5위	4위	2위	3위	6위	1위

	정책제언
국내협력 촉진	• 출연연 및 대학의 우수한 연구 인력과 연구개발 장비 및 시설 등 풍부한 기술개발 자원을 활용하여 기술력이 취약한 중소기업의 기술 및 제품 개발을 지원하여 중소기업이 성장할 수 있도록 하는 유기적 협력 체제 구축 지원 • 현재는 콘텐츠 개발에 외산 솔루션/플랫폼에 의존하고 있는 상태로 콘텐츠 개발을 위한 소프트웨어/하드웨어 개발 업체에게 인센티브를 주어 기술 개발 장려 필요 • 융합형 서비스를 도출하고, 각각의 해당 기술의 장점을 가지고 있는 기관간의 협력 체계 구축 필요 • 실감방송미디어 서비스와 관련된 국내 표준의 조기 제정을 위하여 산학연관 협력 체계 구축

	정책제언
국제협력 촉진	• 선도국의 모범정책사례 공유 및 자발적 기여사업을 포함한 국제협력 의제의 지속적인 논의와 이행 • 글로벌 연구기관 및 기업의 기술수준에 따른 국내 연구기관의 협력 아이템을 도출하고 기업지원 방향을 설정하여 협력. 글로벌 기업의 주력 분야의 아이템에 대해서 협력지원 필요 • 콘텐츠 개발에 있어서 호환성이 중요하므로, 해외 선도업체/국가와 협력하여 콘텐츠를 표준화 할 수 있는 환경을 만들어 one source multi use를 할 수 있도록 하는 환경을 만들어 주었으면 좋겠음. 다만, 콘텐츠 포맷의 경우는 굳이 국내 표준만을 고집할 경우, 국제화에서 뒤떨어 질 수 있으므로, 국제/업계 표준을 적극 활용하되, 비용적 성능적 측면 고려 필요 • 원격 실감회의 및 지능형 협업 시스템 구축을 위한 글로벌 협력 체계 구축 • 글로벌 서비스 플랫폼 구축을 위한 국제공동연구 추진
인력양성 및 유치	• 연구과제 중심 운영방식(PBS)의 개편을 통한 연구업무 안정성 확보 • 박사후연구원·학생연구원 등 청년 과학기술인의 육성 및 우수연구자 정년연장 등의 연구원 처우 개선 • 인력 양성이 필요한 분야에 대해 국내외 박사과정 지원 프로그램 마련 • 대학 및 연구소별로 특성화 있는 연구가 진행되도록 유도해야 함 (모든 분야를 다하게 되면 모든 분야에서 경쟁력이 약화됨) • 해외에서 연구하고 있는 우수 인력들이 국내에서 연구 활동 할 수 있는 프로그램 • 인터넷미디어 서비스와 홀로그램 및 입체영상 제작, 부호화 인력양성 • 민간이 이러한 인력을 쉽게 확보할 수 있도록, 인력양성에 힘쓰는 민간/지역 잔치단체에 지원금이나 세금 감면 등 인센티브 제공 • 지능형 실감미디어 관련 대학 교육과정 개설 • 미디어 서비스 프레임워크 및 관련 코딩 기술에 대한 중고교생 교육 강화
인프라 구축	• 고경력 전문가 인력 풀 구축, 멘토링 제도를 통한 연구인력 지원, 인턴쉽 프로그램 활성화, 지역별 공동연구협의회 구성 운영 등의 인프라 지원 • 국내 R&D에 대한 분야별 카르텔을 줄일수 있도록 하야 함 • 젊은 연구자들에 대한 연구기회를 주를 별도의 프로그램 필요 • 정보화 산업 인프라 구축 • 기술/콘텐츠를 만들 수 있는 전시회/컨퍼런스를 좀 더 쉽게 접할 수 있도록 각 지역에 있는 민간/지역 자치 전시장에 체험환경 확산 • 지능형 미디어 및 실감 미디어 서비스 플랫폼 구축: 지능형/실감형 미디어 서비스를 시험하고, 체험할 수 있는 전시장 도는 실증 시범단지 구축 • 기술개발/실험을 위한 실감/몰입형 콘텐츠 제작 및 국내외 공동 활용
법·제도 개선	• 출연연, 학교 및 기타 연구기관에 연구 중심의 자율성 보장 및 책임 부여가 가능하도록 법제도 개선 • 연구투자를 상용화와 기반기술 연구로 구분하여 진행하고, 기반기술 연구는 단기적 성과로 판단하지 않아야 함 • R&D 예산으로 연명하는 기업들을 줄어야 하고, 연구투자의 결과가 실제 적용될 수 있도록 해야 함 • 연구 개발자들의 연구의 결과물을 활용하여 적극적으로 사업화를 진행할 수 있도록 해야 함 • ATST 3.0 기반 UHD 방송이 진정한 방송통신 융합망 기반의 다양한 인터렉션 서비스와 방송사업자의 다양한 프로그램 제작 확장을 유도하는 다채널방송(MMS)과 이동방송 서비스의 규제개선이 요구됨

	정책제언
	• 실감 또는 몰입형 미디어 등 미디어 산업을 혁신하기 위한 개인정보보호 관련 법규의 시급한 보완 및 수정 • 미디어를 이용한 비지니스 모델이나 수익모델을 창출하기 위한 기반적 제도 또는 법규에 대한 제정 등
연구비 확대	• 특정 분야에 편중되지 않고, 실감방송 기술 분야 전 분야에 연구비를 분배해야 하며, 단기간 성과보다는 장기간 안정적인 연구개발 투자 필요 • 소규모 단기 과제를 지양하고 대규모 중장기 과제 수행을 위한 연구비 지원 확대 • 다른 경쟁 국가들에 비하면 너무 작은 연구비 투자로는 정상적인 경쟁이 어려움, 연구비 확대 필요 • 대기업 연구소와 연계한 연구과제 진행으로 연구비 효율화 필요 • 대학지원 사업 확대 • 최근 정보통신·방송 산업 기술개발 사업 및 방송 산업 기술개발 사업의 일몰로 방송미디어 R&D의 안정적 기획과 연구개발이 위축되는 상황임. 이에 대한 대책마련이 요구됨. 특히 사회적 약자와 공공안전 미디어 서비스 인프라 구축 R&D의 지속적 지원책 마련이 필요 • 이 분야는 prototype은 많이 나와 있지만, 실제 업계에서 뚜렷한 성과를 낸 업체는 존재하지 않음. 따라서 연구 기관, 민간 업체가 이를 활용하여 4차 산업혁명에 성과를 낼 수 있도록 이들의 존재감을 알릴 수 있는 전시회에 자주 초청할 수 있는 기회를 만들어주고, 이를 위한 비용도 제공해주면 좋을 것 • 실감미디어 및 몰입형 미디어는 향후 미래 먹거리 성장 동력으로 매우 중요한 분야이지만 다른 분야에 비해 상대적으로 연구비 투입이 미흡. 특히, 미디어(콘텐츠) 개발 및 서비스를 위한 인프라(플랫폼 등) 구축위한 연구비 부족 • 차세대 미디어(8K,16K, HDR, 6DoF, 라이트필드, 홀로그램) 제작/부호화/재현 기반 기술 및 관련 국제표준화에 선제적 집중 투자로 미국과 기술격차 축소, 디스플레이/모바일 산업과 연계한 신산업 기반 마련, 중국과 차별화 시급
기타 의견	• 기술은 수단이고 서비스가 목적이라는 것에 대한 인식이 필요하고 이를 위해서 기술을 활용할 방안을 찾아야 함, 타 기술과의 융복합 보다는 서비스를 위해서 여러 기술들을 같이 사용하는 사례를 많이 만들어야 함. 서비스 측면에서 보면 특히 교육, 의료, 생산 활동 등에 활용이 필요함. 기술적인 측면에서 콘텐츠는 UX 기술과 융복합 필요 • 최근 IoT와 연계한 AR기술이 조금씩 나오고 있는 상황이므로 AR과 IoT를 Mash up할 수 있는 4차 산업혁명과 관련된 분야에 대한 연구가 이루어지면 좋을 것 • 실감 및 지능형 미디어는 방송뿐만 아니라 의료, 국방, 게임, 제조, 교육, 생활 등 다양한 산업분야에 적용될 수 있기 때문에 관련 타 기술과의 연계가 가능함. 예를 들면, 의료영상 분야에 실감 미디어 서비스를 적용함으로써 보다 자세히, 보다 실감 있게 신체 구조는 물론 다양한 장기의 모습을 실감 있게 볼 수 있어 진료 정학도가 높아짐. 따라서 관련 타 산업과 연계할 수 있는 정책과 전략이 요구됨

다 주요 분석 결과 요약

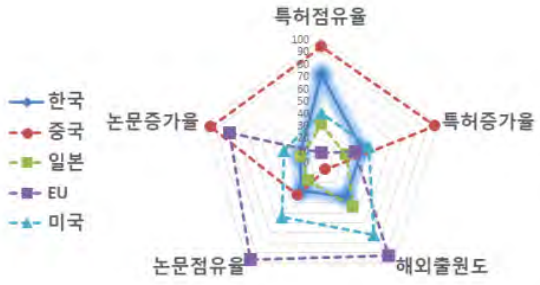
(1) 논문 및 특허 현황

해당분야 및 기술		유효 논문 수	유효 특허 수	논문 증가율[1]	특허 증가율
11대 분야	ICT·SW	120,922	101,705	53.4%	60.4%
해당 중점과학 기술명	자능형 실감 방송·미디어 서비스 기술	3,446	5,275	-10.6%	34.2%
120개 중점과학기술 평균		4,908	3,631	70.8%	89.9%

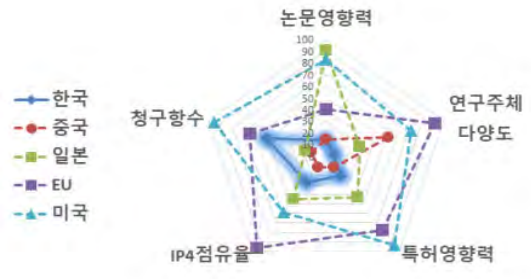
	논문 점유율	특허 점유율	논문 영향력	특허 영향력
선도국	EU	중국	일본	미국
	45.9%	37.3%	13.0	13.7
한국	4위	2위	5위	4위
	11.7%	26.2%	4.4	5.0
5개국 평균[2]	-	-	7.9	10.7

(2) 활동력 및 기술력 국가별 상대적 위치[3]

활동력



기술력



1) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음
2) 논문 점유율 및 특허 점유율의 5개국 평균값은 모두 20%로 계산되기 때문에 5개국 평균값의 기재를 생략함
3) 각 평가지표 값은 원 계산값에 비교의 편의를 위해 각 지표당 최고점 100점 기준으로 환산한 값임(정규분포 적용)

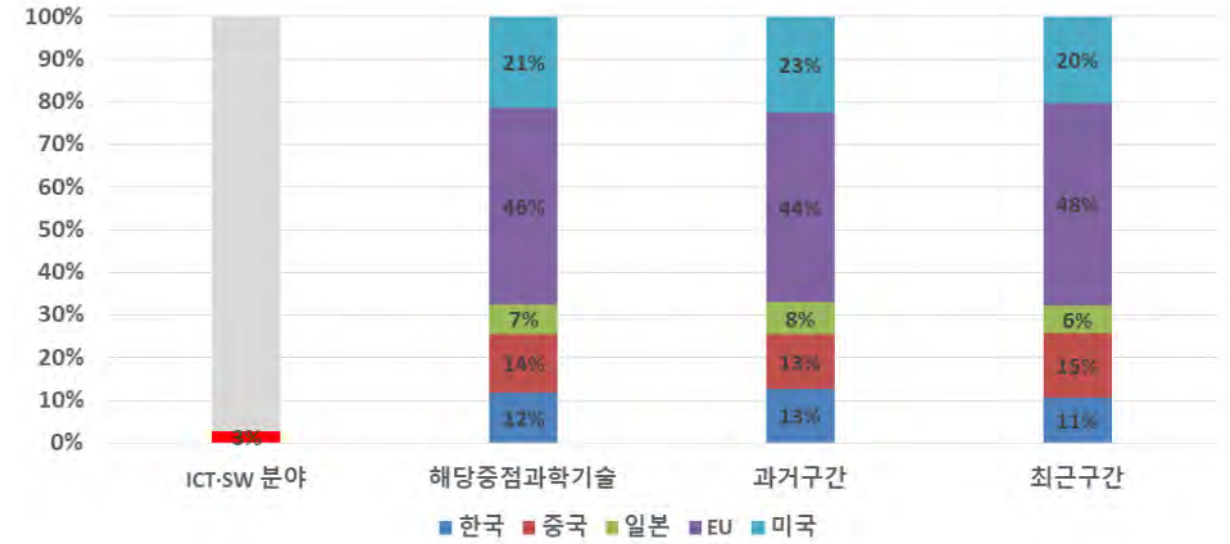
(3) 국가별 분석 결과

- 최근 12년간('06~'17) 우리나라의 논문 점유율(11.7%)은 주요 5개국 중 4위이며 논문 영향력(4.4)은 주요 5개국 중 5위로 분석됨
  - 논문 점유율은 EU(45.9%), 미국(21.4%), 중국(13.8%), 한국(11.7%), 일본(7.1%) 순이며, 논문 증가율은 중국(6.5%)이 가장 높음
  - 논문 영향력은 일본(13.0), 미국(11.6), EU(7.3), 중국(4.5), 한국(4.4) 순이며, 논문 연구주체 다양도는 EU(0.95)가 가장 높음
- 최근 10년간('06~'15) 우리나라의 특허 점유율(26.2%)은 주요 5개국 중 2위이며 특허 영향력(5.0)은 주요 5개국 중 4위로 분석됨
  - 특허 점유율은 중국(37.3%), 한국(26.2%), 미국(17.3%), 일본(14.5%), EU(4.8%) 순이며, 특허 증가율은 중국(223.7%)이 가장 높고, 특허 해외출원도는 EU(4.7)가 가장 높음
  - 특허 영향력은 미국(13.7), EU(10.9), 일본(7.5), 한국(5.0), 중국(3.5) 순이며, IP4 점유율은 EU(43.5%)가 가장 높고, 특허청구항수는 미국(11.5)이 가장 많은 것으로 나타남

		한국	중국	일본	EU	미국
논문 분석	논문 점유율	11.7%	13.8%	7.1%	45.9%	21.4%
	논문 증가율	-25.5%	6.5%	-25.7%	-3.8%	-19.8%
	논문 영향력	4.4	4.5	13.0	7.3	11.6
	연구주체 다양도	0.75	0.83	0.82	0.95	0.91
특허 분석	특허 점유율	26.2%	37.3%	14.5%	4.8%	17.3%
	특허 증가율	-6.2%	223.7%	-46.2%	-23.1%	8.9%
	해외출원도	1.9	0.2	2.3	4.7	3.4
	특허 영향력	5.0	3.5	7.5	10.9	13.7
	IP4점유율	9.7%	0.7%	16.6%	43.5%	21.6%
	청구항수	6.7	3.2	3.9	7.7	11.5

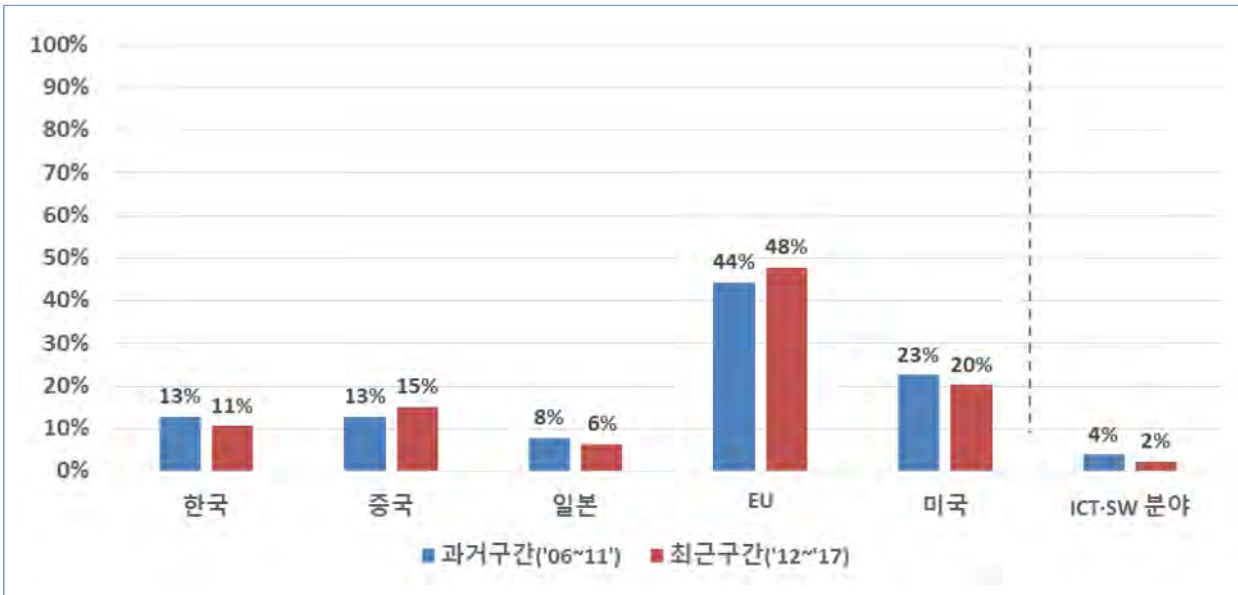
라 활동력(양적) 분석

(1) 논문 점유율(전체)



● 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술의 전체 논문 점유율을 살펴보면, EU가 1583건으로 전체 논문의 46%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 미국, 중국, 한국, 일본 순으로 논문 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술은 ICT·SW 분야의 전체 논문 중에서 3%를 차지하고 있음

(2) 논문 점유율(국가별)

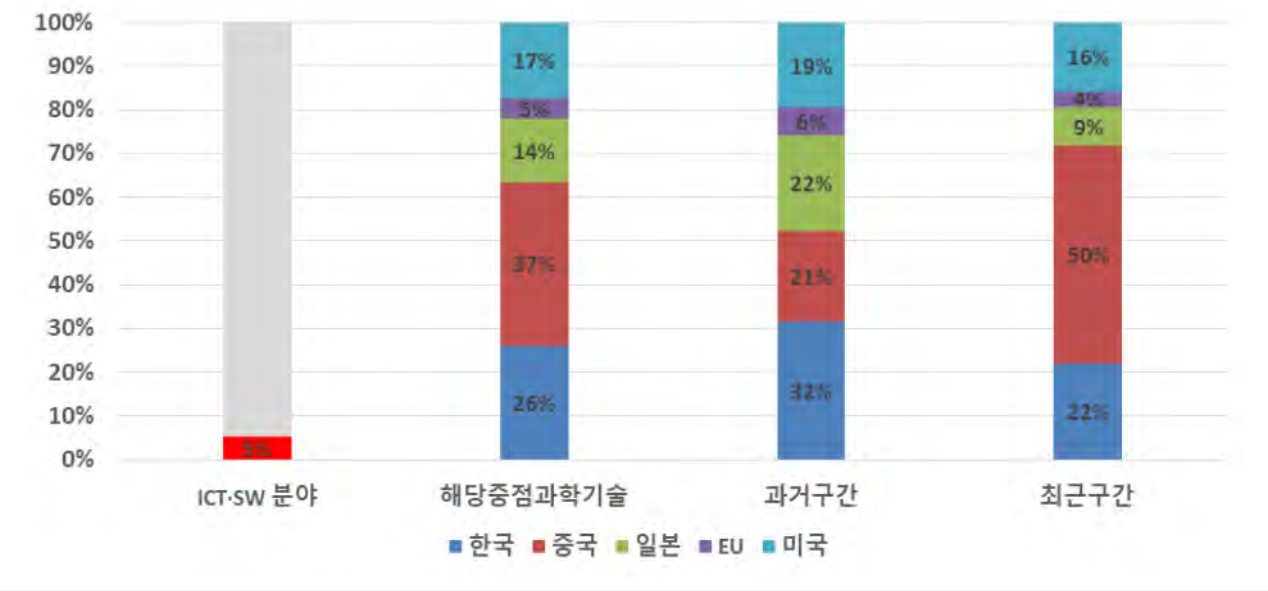


● 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술의 구간별 논문 점유율을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 유럽의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근구간의 논문 증가율이 -25.5%이고, 한국은 과거구간에 3위에 랭크되었으며, 최근구간에서 4위에 랭크된 것으로 나타남

(3) 각 국가별 논문 건수 및 증가율

국가	논문건수		전체건수	논문 증가율[4]
	1구간	2구간		
한국	231	172	403	-25.5%
중국	231	246	477	6.5%
일본	140	104	244	-25.7%
EU	807	776	1,583	-3.8%
미국	410	329	739	-19.8%
전체	1,819	1,627	3,446	-10.6%

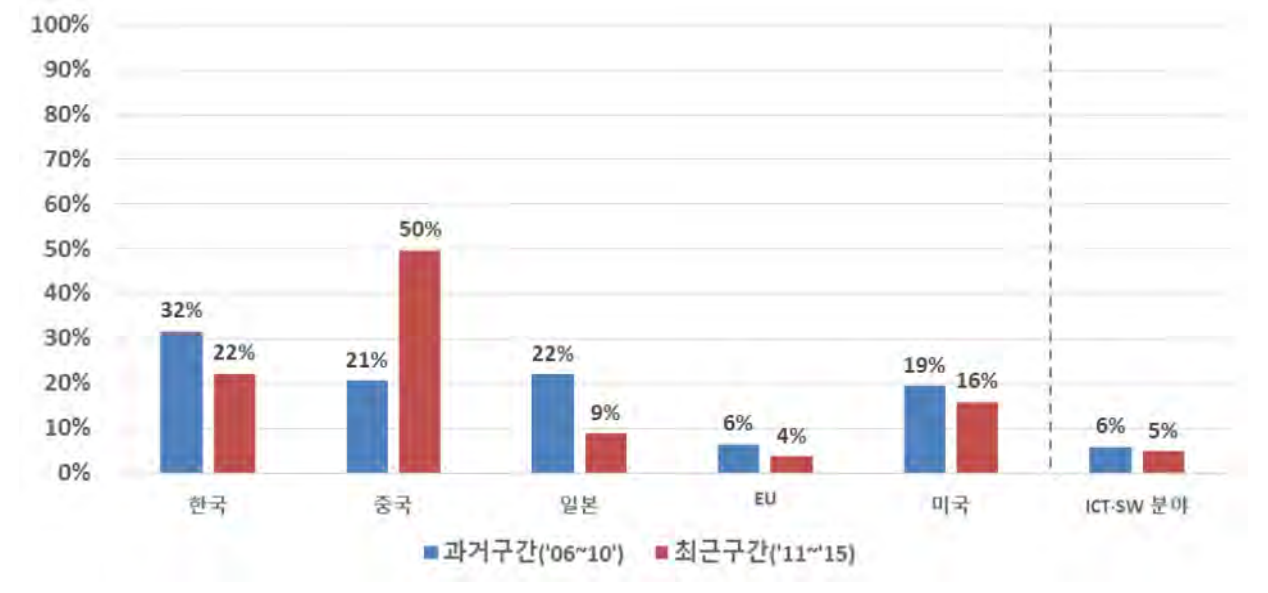
(4) 특허 점유율(전체)



● 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술의 전체 특허 점유율을 살펴보면, 중국이 1966건으로 전체 특허의 37%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 이어 한국, 미국, 일본, EU 순으로 특허 점유율이 높은 것으로 나타남. 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술은 ICT·SW 분야의 전체 특허 중에서 5%를 차지하고 있음

4) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(5) 특허 점유율(국가별)



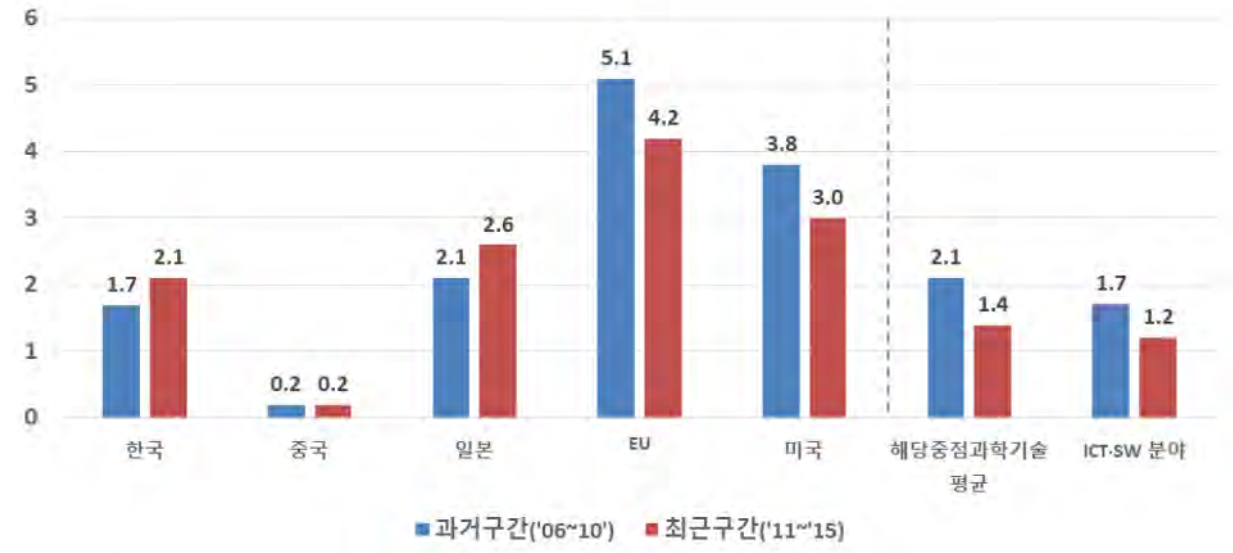
● 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술의 구간별 특허 점유율을 살펴보면, 과거구간에서는 한국의 점유율이 가장 높고, 최근구간에서는 중국의 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 대비 최근 구간의 특허 증가율이 -6.2%이고, 한국은 과거구간에 1위에 랭크되었으며, 최근구간에서 2위에 랭크된 것으로 나타남

(6) 각 국가별 특허 건수 및 증가율

국가	특허건수		전체건수	특허 증가율[5]
	1구간	2구간		
한국	712	668	1,380	-6.2%
중국	464	1,502	1,966	223.7%
일본	496	267	763	-46.2%
EU	143	110	253	-23.1%
미국	437	476	913	8.9%
전체	2,252	3,023	5,275	34.2%

5) 특허 증가율은 미공개구간을 제외하여 과거구간('06~'10년), 최근구간('11~'15년)으로 나누어 분석하였고, 논문 증가율은 과거구간('06~'11년), 최근구간('12~'17년)으로 나누어 분석하였음

(7) 특허 해외출원도[6)]

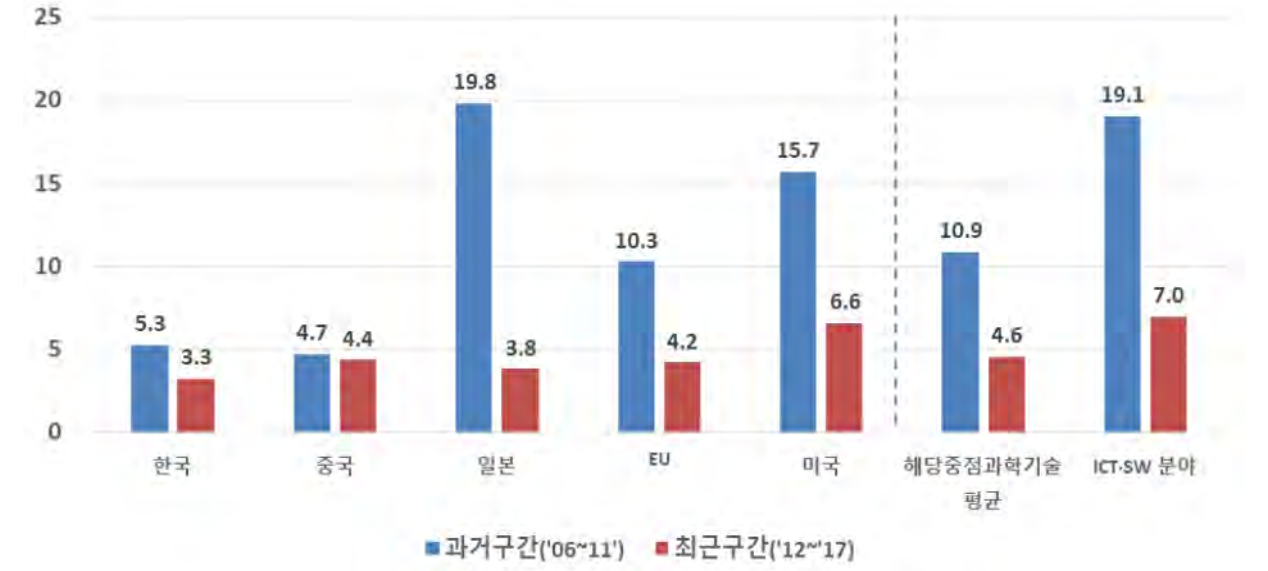


- 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술의 특허 해외출원도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 해외출원도가 가장 높은 것으로 나타나 이 분야에서 타국에 비해 EU의 해외시장확보가 매우 활발한 것으로 분석됨

6) 패밀리 국가수내에 자국출원은 제외되어 있음

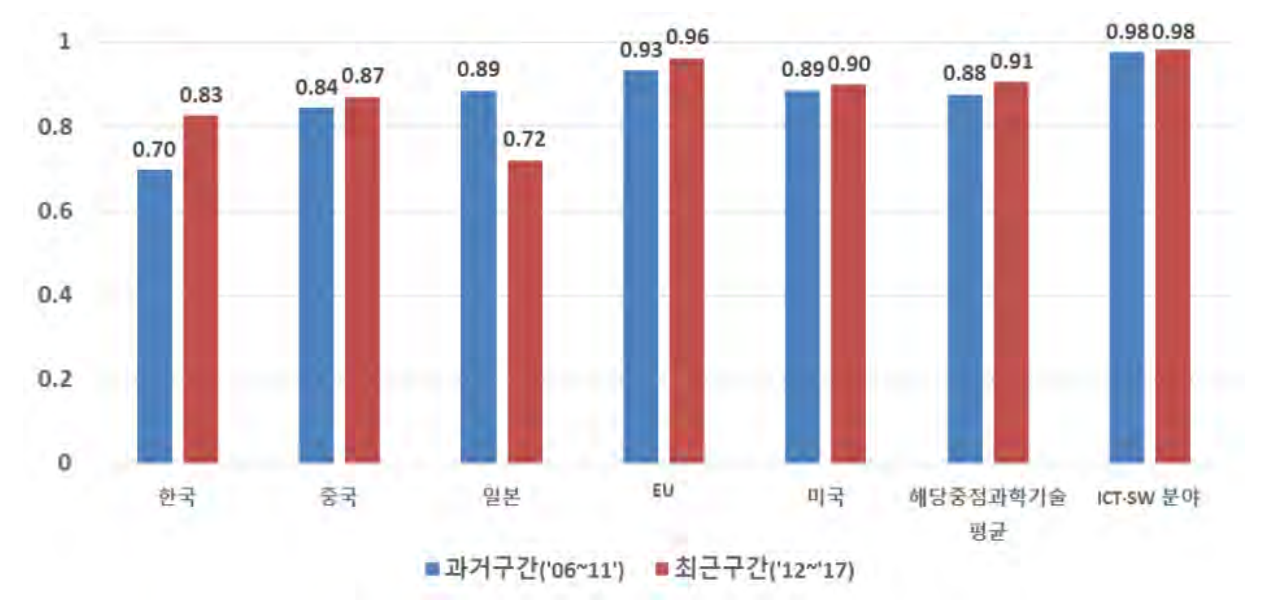
마 기술력(질적) 분석

(1) 논문영향력



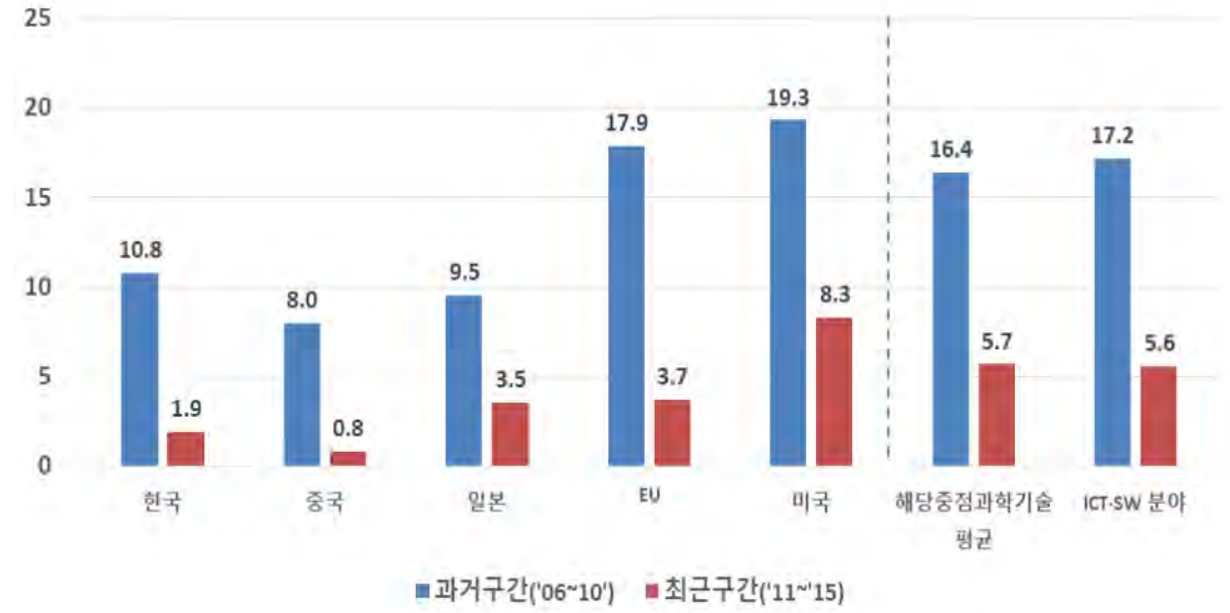
● 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술의 구간별 논문영향력을 살펴보면, 과거구간에는 일본, 최근구간에는 미국의 논문영향력이 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(2) 연구주체 다양도



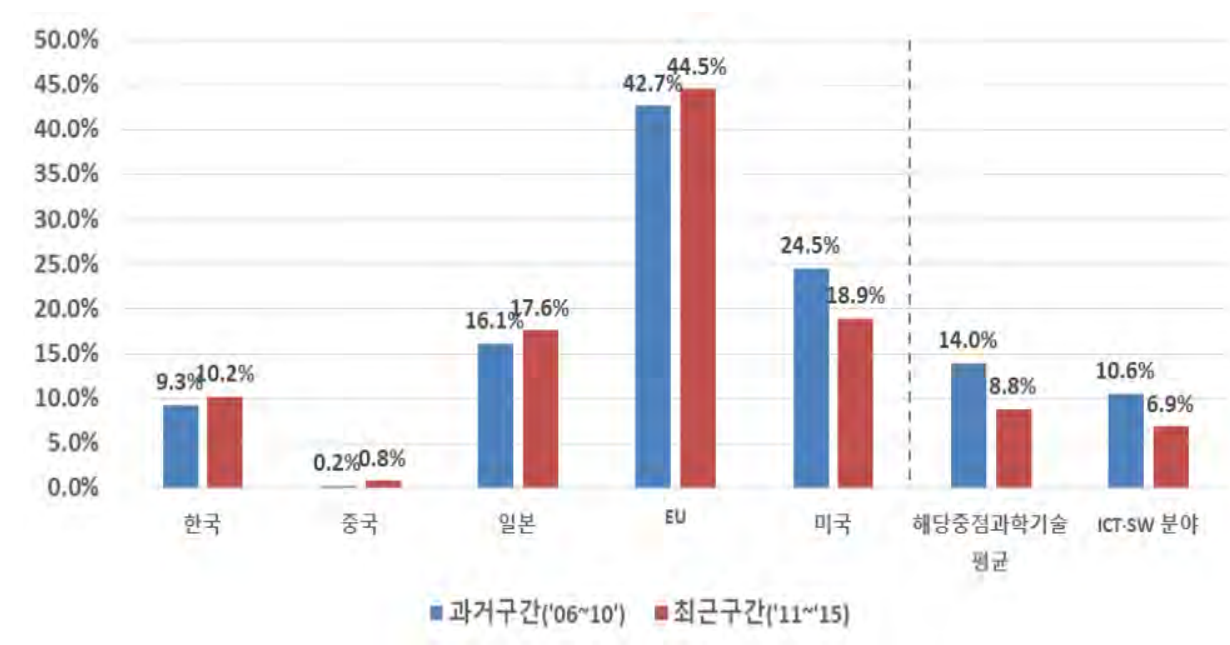
● 주요 논문 발행기관에 의한 연구주체 다양도를 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 연구주체가 가장 다양한 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(3) 특허 영향력



● 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술의 구간별 특허영향력을 살펴보면, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 특허영향력이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타남

(4) IP4 점유율



● 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술에서 국가별 구간별로 IP4 점유율을 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 EU의 IP4 점유율이 가장 높은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간에는 해당중점과학기술 평균보다 낮은 것으로 나타났고, 최근구간에서는 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

(5) 특허청구항수



- 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술에서 국가별 구간별로 등록특허 1건당 평균 청구항수를 분석한 결과, 과거구간과 최근구간 모두 미국의 평균 청구항수가 가장 많은 것으로 나타남. 그리고, 한국의 경우 과거구간 및 최근구간 모두 해당중점과학기술 평균보다 높은 것으로 나타남

바 포트폴리오 분석

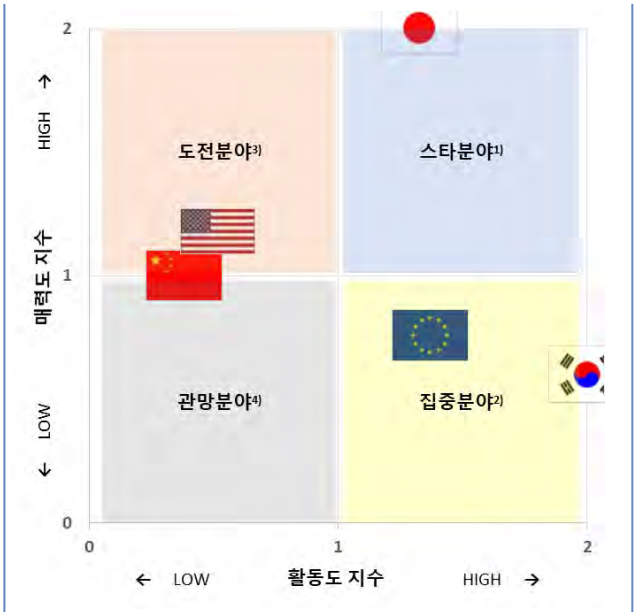
(1) 국가별 상대적 우위비교

● 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 국가별 주요 특징 비교

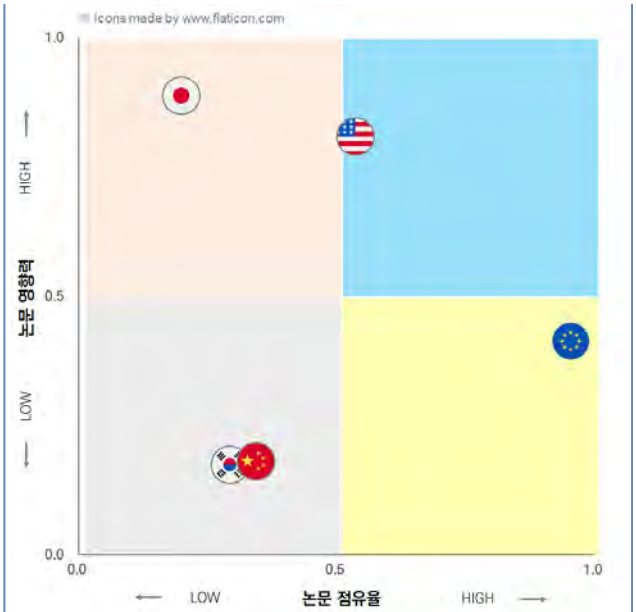
지표	지표 설명
활동도(집중도) 지수 (A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 • 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수 (A.A.I)	• 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 • 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

● 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술의 논문에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구 활동은 활발한 상황이며, 일본의 질적 연구 성과가 높은 것으로 분석

국가별 논문 포트폴리오



논문 영향력 및 점유율 절대우위 비교

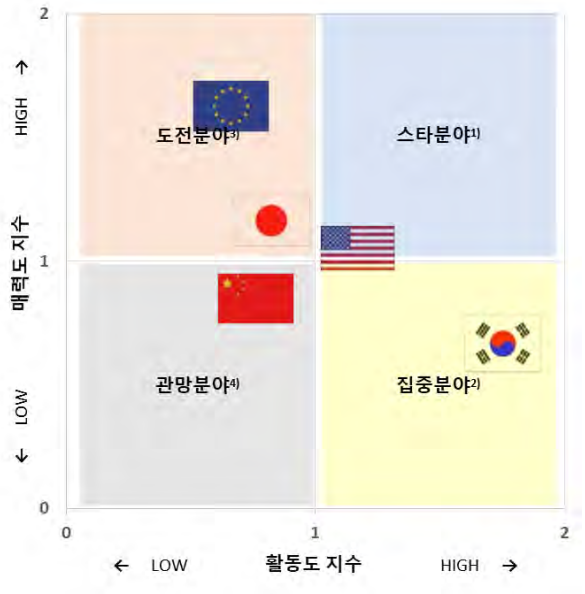


※ 국가별 논문영향력과 논문점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

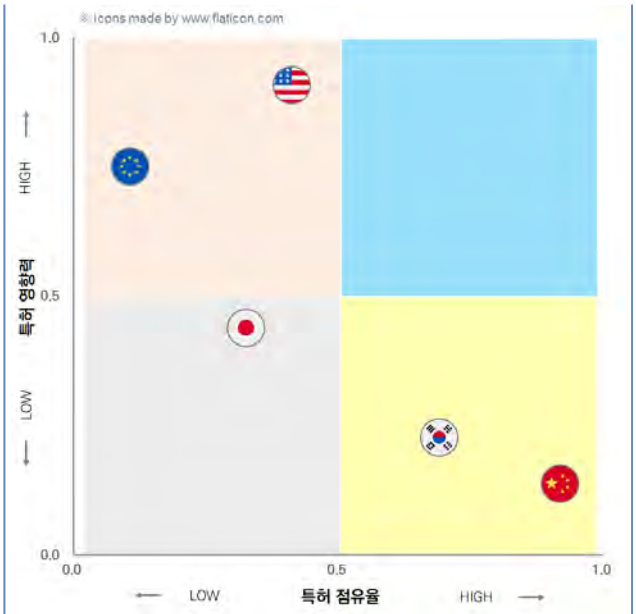
1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

● 지능형 실감 방송·미디어 서비스 기술의 특허에 대한 각 국가별 활동도 지수와 매력도 지수를 종합적으로 분석하면, 한국은 상대적으로 특허 활동이 활발하며, EU는 특허의 질적 성과가 높은 것으로 나타남

국가별 특허 포트폴리오



특허 영향력 및 점유율 절대우위 비교



※ 국가별 특허영향력과 특허점유율을 0과 1사이의 범위 값으로 변환하여 절대우위 비교

1) **스타분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야
2) **집중분야** 타 영역 대비 상대적으로 연구활동은 높으나 충분한 논문(특허) 기술력을 확보하지 못한 분야
3) **도전분야** 타 영역 대비 상대적으로 논문(특허) 기술력은 높으나 연구활동이 부족한 분야
4) **관망분야** 타 영역 대비 상대적 논문(특허) 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야

(2) 논문 Top5

● 글로벌 논문 점유율은 한국의 '한국전자통신연구원(1.33%)'가 가장 높으며, 한국의 국내 논문 점유율도 '한국전자통신연구원'이 11.41%로 가장 높음

1 글로벌

Rank	발행기관명	발행기관 국적	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	한국	11.41%	1.33%	-64.71%
2	UNIVERSITY OF VIGO	EU	1.58%	0.73%	-86.36%
3	YONSEI UNIVERSITY	한국	5.46%	0.64%	-62.50%
4	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	미국	2.71%	0.58%	0.00%
5	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	한국	3.97%	0.46%	-40.00%

2 한국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	11.41%	1.33%	-64.71%
2	YONSEI UNIVERSITY	5.46%	0.64%	-62.50%
3	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY	3.97%	0.46%	-40.00%
4	KOREA UNIVERSITY	3.23%	0.38%	-14.29%
5	GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (GIST)	2.98%	0.35%	-80.00%

3 중국

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS	3.14%	0.44%	300.00%
2	TSINGHUA UNIVERSITY	2.94%	0.41%	-60.00%
3	COMMUNICATION UNIVERSITY OF CHINA	2.52%	0.35%	200.00%
4	BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS	1.89%	0.26%	-100.00%
5	INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY	1.47%	0.20%	-83.33%

4 일본

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH LABORATORIES	5.33%	0.38%	450.00%
2	OSAKA UNIVERSITY	4.10%	0.29%	-33.33%
3	NHK SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH LABORATORIES	4.10%	0.29%	300.00%
4	JAPAN BROADCASTING CORPORATION	3.69%	0.26%	100.00%
5	ELECTRONIC NAVIGATION RESEARCH INSTITUTE	2.46%	0.17%	0.00%

5 EU

Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF VIGO	1.58%	0.73%	-86.36%
2	TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.88%	0.41%	-83.33%
3	UNIVERSITY OF SURREY	0.82%	0.38%	16.67%
4	EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	0.76%	0.35%	-80.00%
5	GHENT UNIVERSITY	0.76%	0.35%	-80.00%

6 미국

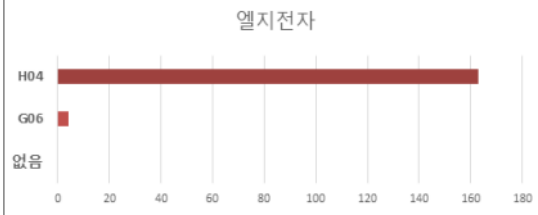
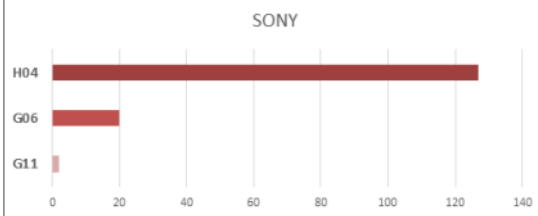
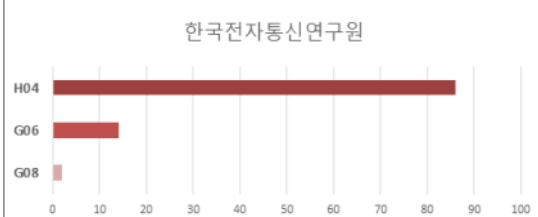
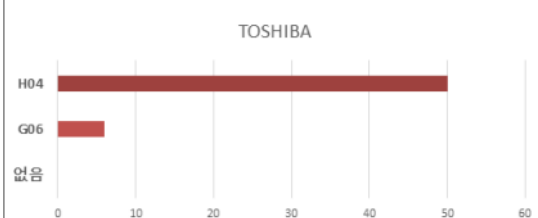
Rank	발행기관명	국가내 점유율	전체 점유율	논문 증가율
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	2.71%	0.58%	0.00%
2	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2.03%	0.44%	50.00%
3	HERITAGE UNIVERSITY	1.89%	0.41%	-60.00%
4	STANFORD UNIVERSITY	1.76%	0.38%	-14.29%
5	UNIVERSITY OF MARYLAND	1.35%	0.29%	-33.33%

(3) 특허 Top5

- 글로벌 특허 점유율은 한국의 '엘지전자(4.13%)'이 가장 높으며, 한국의 국내 특허 점유율도 '엘지전자'가 15.80%로 가장 높음
  - 상위출원인 보유 특허의 IPC 현황 분석 결과 '엘지전자'는 H04(전기통신기술)에 해당하는 특허를 가장 많이 보유

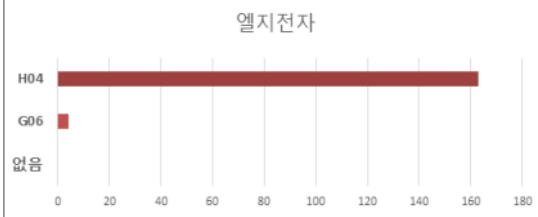
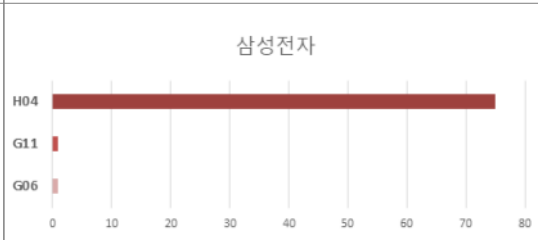
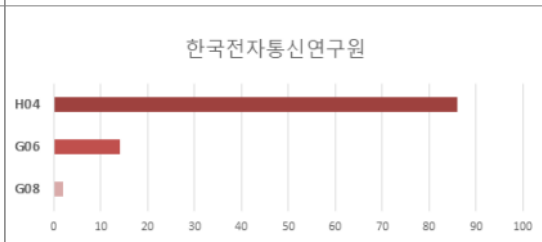
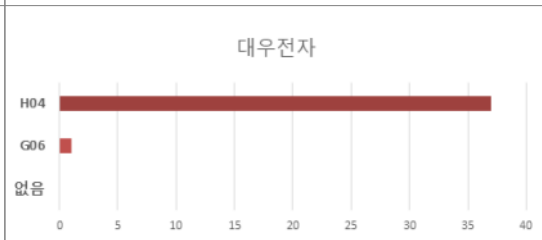
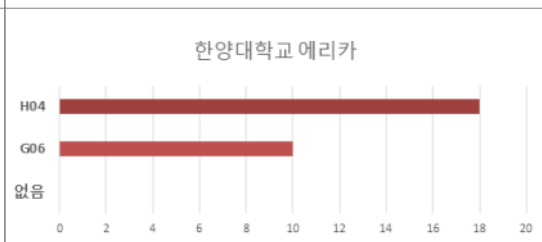
1 글로벌

Rank	출원인명	출원인 국적	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	엘지전자	한국	15.80%	4.13%	50.57%
2	SONY	일본	19.79%	2.86%	-45.92%
3	삼성전자	한국	8.48%	2.22%	12.73%
4	한국전자통신연구원	한국	7.39%	1.93%	-27.12%
5	TOSHIBA	일본	7.34%	1.06%	-30.30%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	IPC 정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장
3		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

2 한국

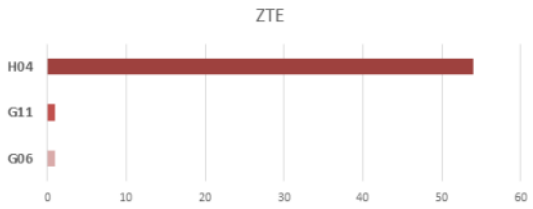
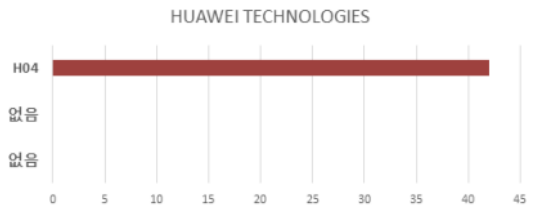
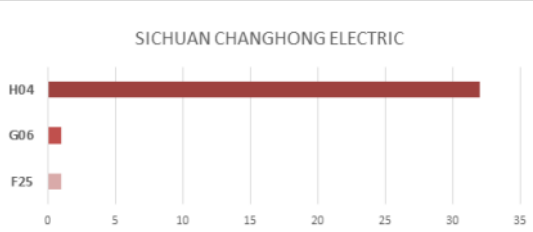
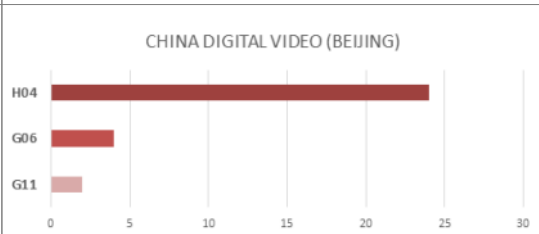
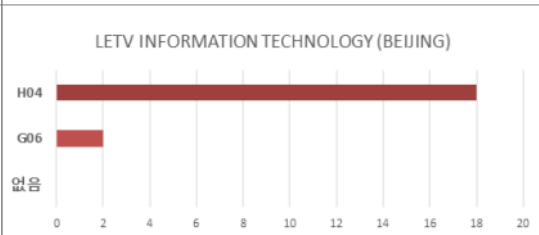
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	엘지전자	15.80%	4.13%	50.57%
2	삼성전자	8.48%	2.22%	12.73%
3	한국전자통신연구원	7.39%	1.93%	-27.12%
4	대우전자	2.83%	0.74%	-100.00%
5	한양대학교 에리카	2.03%	0.53%	2600.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
2		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

3 중국

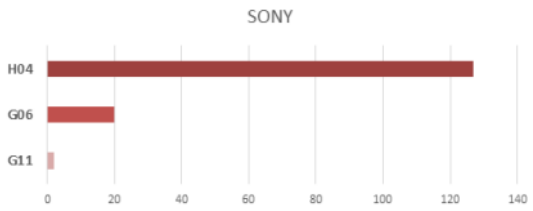
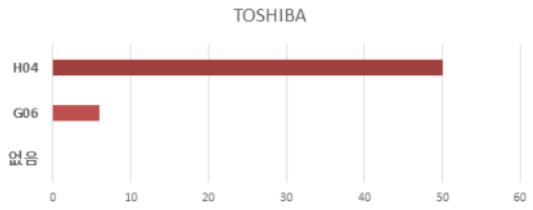
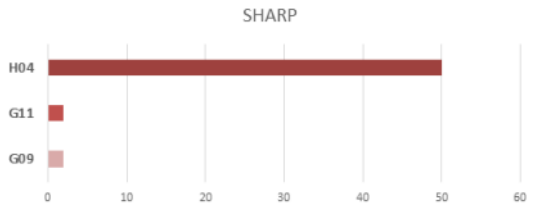
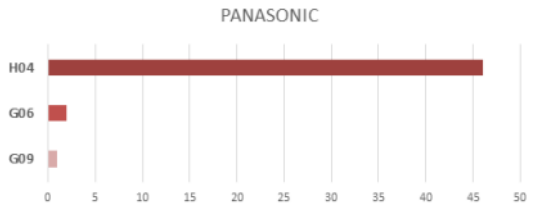
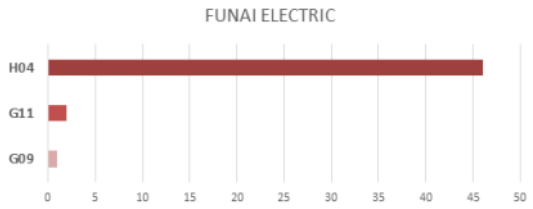
Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	ZTE	2.85%	1.06%	-72.73%
2	HUAWEI TECHNOLOGIES	2.14%	0.80%	-25.00%
3	SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC	1.73%	0.64%	366.67%
4	CHINA DIGITAL VIDEO (BEIJING)	1.53%	0.57%	0.00%
5	LETV INFORMATION TECHNOLOGY (BEIJING)	1.02%	0.38%	1900.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황

Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
2		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
3		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		F25	냉동 또는 냉각; 가열과 냉동을 조합한 시스템; 히트펌프 시스템; 얼음의 제조와 저장; 기체의 액화 또는 고체화
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

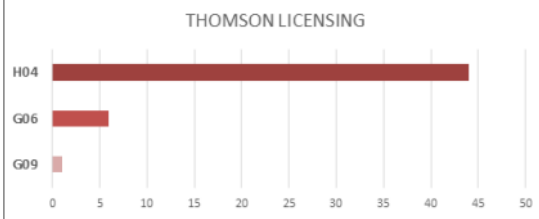
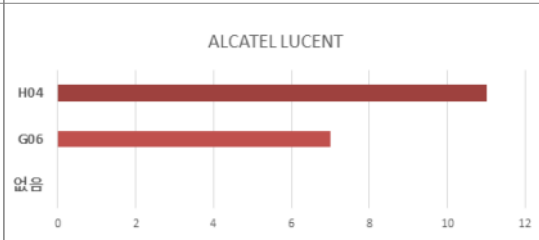
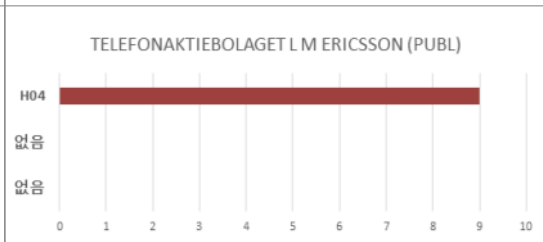
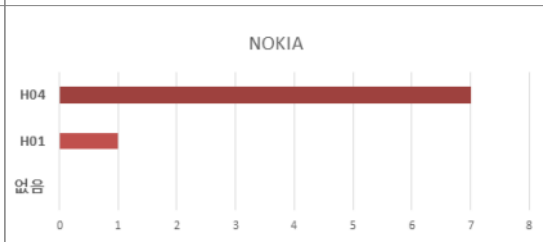
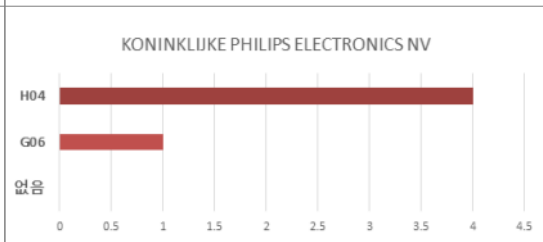
4 일본

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	SONY	19.79%	2.86%	-45.92%
2	TOSHIBA	7.34%	1.06%	-30.30%
3	SHARP	7.08%	1.02%	-36.36%
4	PANASONIC	6.55%	0.95%	-21.43%
5	FUNAI ELECTRIC	6.42%	0.93%	-93.48%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC	정의
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G11	정보저장
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
4		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
5		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인

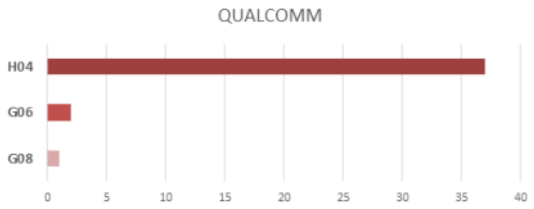
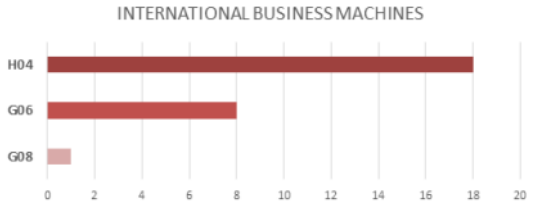
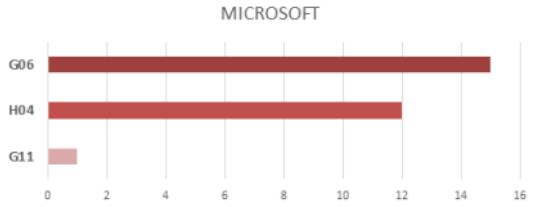
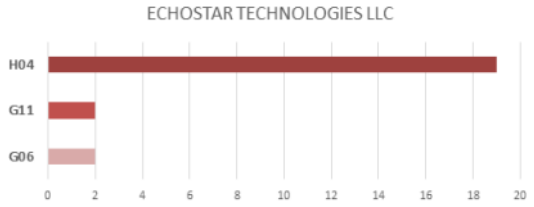
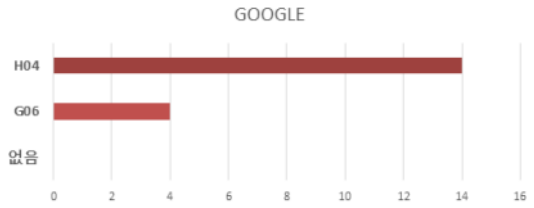
5 EU

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	THOMSON LICENSING	20.16%	0.97%	68.42%
2	ALCATEL LUCENT	7.11%	0.34%	-80.00%
3	TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)	3.56%	0.17%	-20.00%
4	NOKIA	3.16%	0.15%	-66.67%
5	KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS NV	1.98%	0.09%	-100.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G09	교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-
3		H04	전기통신기술
		-	-
		-	-
4		H04	전기통신기술
		H01	기본적 전기소자
		-	-
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-

6 미국

Rank	출원인명	국가내 점유율	전체 점유율	특허 증가율
1	QUALCOMM	4.38%	0.76%	-33.33%
2	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	3.07%	0.53%	0.00%
3	MICROSOFT	3.07%	0.53%	-60.00%
4	ECHOSTAR TECHNOLOGIES LLC	2.52%	0.44%	30.00%
5	GOOGLE	1.97%	0.34%	250.00%

주요 출원인 보유 특허 IPC 현황			
Rank	주요 출원인 보유 특허 IPC TOP3	IPC 정의	
1		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
2		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		G08	신호
3		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
4		H04	전기통신기술
		G11	정보저장
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
5		H04	전기통신기술
		G06	산술논리연산; 계산; 계수
		-	-