

제3회

에너지전환 테크포럼

포럼 개요

주 제 : 2050 탄소중립을 위한 기술적 허들과 극복 전략 논의

2050 탄소중립을 위해 해결해야할 기술적 허들을 ①전력/산업, ②수송, ③건물, ④기타/공정전환 등 다양한 관점에서 진단하고 극복 전략 논의

일 시 : '20년 12월 22일(화) 15:00~17:00,

온라인 컨퍼런스(Cisco Webex)프로그램을 이용한 온라인 포럼

발제자 : 이성호 연구위원(한국에너지기술평가원), 박상준 팀장(한국교통연구원), 이승언 선임연구원(한국건설기술연구원), 김인숙 연구위원(과학기술정책연구원)

프로그램

| 시 간 | 프로그램 | 주요 발표 주제 및 내용 | 발표자 |
|---------------------|-------------------|--|--------------------------|
| 15:00~15:05 (5) | 개회식 | 개회 및 포럼 소개 | 사회자 |
| 15:05~15:25 (20) | | 개회사 및 그린뉴딜 유공포상 | 임춘택 원장 (한국에너지기술평가원) |
| 15:25~15:35 (10) | 발 제 | 2050 탄소중립을 위한 정책 과제 | 이성호 연구위원 (한국에너지기술평가원) |
| 15:35~15:45 (10) | | 탄소중립 달성을 위한 수송부문 과제 | 박상준 팀장 (한국교통연구원) |
| 15:45~15:55 (10) | | 2050 탄소중립을 위한 기술적 허들과 극복 전략 - 건물부문 - | 이승언 선임연구원 (한국건설기술연구원) |
| 15:55~16:05 (10) | | 탄소중립 사회와 정의로운 전환 | 김인숙 연구위원 (과학기술정책연구원) |
| 16:25~16:55 (30) | 패널토의 및 질의응답 | 좌장 윤순진 교수(서울대학교) 패널 원장목 교수(한양대학교), 석광훈 전문위원(녹색연합) | |
| 16:55~17:00 (5) | | 폐 회 | |

발 제

- 1. 2050 탄소중립을 위한 정책 과제 1
- 2. 탄소중립 달성을 위한 수송부문 과제 19
- 3. '2050 탄소중립을 위한 기술적 허들과 극복전략 -건물부문-' 29
- 4. 탄소중립 사회와 정의로운 전환 45

패널토의 및 질의응답

- 5. 패널토론 1: 원장묵 교수(한양대학교) 61
- 6. 패널토론 2: 석광훈 전문위원(녹색연합) 67

1. 2050 탄소중립을 위한 정책 과제

이성호 연구위원(한국에너지기술평가원)

2050년 탄소중립 계획

그린뉴딜/발전/산업 부문

2020. 12. 16 15:00~17:00, 그린뉴딜 비전포럼 세미나

이성호(에기평)

한국판 그린뉴딜 목적: 2050 탄소중립



한국판 그린뉴딜 추진방향

인프라 · 에너지 · 산업의 녹색전환
→ 2050 탄소중립(Net-zero) 달성

'2030 온실가스 감축 목표', '재생에너지 3020 이행계획' 등 목표상향, 조기달성, 2050탄소중립으로 경제·사회의 과감한 녹색전환 추진

- ✓ (인프라) 생활환경 녹색 전환으로 기후·환경 위기 대응 안전망 공고화
- ✓ (에너지) 저탄소·분산형 에너지 확산, 전환과정에서 소외된 계층·지역 보호
- ✓ (산업) 혁신적 녹색산업 기반을 마련하여 저탄소 산업생태계 구축

도시·공간·생활
인프라 녹색 전환

저탄소·분산형
에너지 확산

녹색산업
혁신 생태계 구축

한국판 그린뉴딜/융복합 대표과제 (정부 발표안)

그린리모델링

민간건물의 에너지 효율 향상 유도를 위해 공공건축물이 선도적으로 태양광 설치·친환경 단열재 교체 등 에너지 성능 강화

- ✓ '25년까지 총 사업비 5.4조원(국비 3.0조원), 일자리 12.4만개

그린에너지

태양광·풍력(육상, 해상) 등 신재생에너지 산업 생태계 육성을 위해 대규모 R&D·실증사업 및 설비 보급 확대

- ✓ '25년까지 총 사업비 11.3조원(국비 9.2조원), 일자리 3.8만개

친환경 미래 모빌리티

온실가스·미세먼지 감축 및 글로벌 미래차 시장 선점을 위해 전기수소차 보급 및 노후경유차·선박의 친환경 전환 가속화

- ✓ '25년까지 총 사업비 20.3조원(국비 13.1조원), 일자리 15.1만개

그린스마트 스킴

안전·쾌적한 녹색환경과 온·오프 융합 학습공간 구현을 위해 전국 초·중·고 에너지 절감시설 설치 및 디지털 교육환경 조성

- ✓ '25년까지 총 사업비 15.3조원(국비 3.4조원), 일자리 12.4만개

스마트 그린산단

산업단지를 디지털 기반 高생산성(스마트) + 에너지 高효율·低오염(그린) 등 스마트·친환경 제조공간으로 전환

- ✓ '25년까지 총 사업비 4.0조원(국비 3.2조원), 일자리 3.3만개

2050 탄소중립 추진전략(11.27 범부처 전략회의 VIP 말씀)

국가 탄소중립 거버넌스 구축

'장기 저탄소발전전략' 제출

- 2050 탄소중립 목표 포함, 연내 UN 제출
- 2025년 이전에 2030년 국가 온실가스 감축목표 상향 제출

범정부 추진 체계 구축

- 민관 참여 대통령 직속 '2050 탄소중립위원회(가칭)' 설치
- 산업부 에너지 전담 차관 신설

주요 과제별 로드맵 및 추진전략 마련

- 에너지 전환, 산업 혁신, 미래차 전환, 혁신생태계 구축, 순환경제 실현, 공정전환 추진 등

2050 탄소중립 추진전략(11.27 범부처 전략회의 VIP 말씀)

모든 경제영역의 탈탄소화

에너지시스템의 구조적 전환

- 화석연료 → 신재생에너지로 에너지 주공급원 전환
- 전력망 확충과 지역 중심 분산형 전원 체계 확산
- 재생에너지, 수소, 에너지 IT 등 3대 에너지 신산업 육성

저탄소 구조로 산업 혁신

- 제조업을 저탄소 친환경 중심으로 전환
 - 민간기업 기술혁신 지원
 - 미래차를 탄소중립 선도산업으로 육성
- * 전기차·수소차 생산 및 보급 확대, 충전소 확충, 내연기관차 산업 업종 전환, 부품업체 지원, 일자리 문제 해결

탈탄소 신산업 생태계 조성

- 재생에너지/그린수소 등 유망산업 육성
- 그린 경제 선도 혁신 벤처·스타트업 육성
- 원료와 제품의 재사용·재활용 확대로 순환경제 활성화

도시와 국토의 탄소중립 전환

- 마을과 도시 에너지자립률 제고
- 제로에너지 건물 보편화
- 국토이용계획, 교통계획 재수립

2050 탄소중립 추진전략(11.27 범부처 전략회의 VIP 말씀)

탄소중립 기반 구축

불평등과 소외가 없는 공정한 전환

- 산업별 전환 로드맵 마련을 통해 안정적 산업 재편과 고용 전환 유도
- 지역별 맞춤형 전략과 지역 주도 그린산업 육성 → 지역주민 일자리/수익 창출

탈탄소 혁신기술 확보

- 신기술 개발 투자 확대
- 연구개발 지원 체계 강화
 - * 태양광, ESS, 배터리, 에너지효율향상 기술 등
- 녹색기술 분류체계 도입

제도적 기반 마련

- 기후변화 친화 재정 제도 도입 검토
 - * 기후변화 대응 특별기금 신설, 탄소인지 예산 제도 등
- 중장기적 세제 및 부담금 제도 개편 검토
- 정책 금융 및 민간 녹색 투자 활성화

국제협력 강화

- 2021년 P4G 정상회의 개최
- 한-EU 탄소중립 협력사업 추진, 미국 바이든 신정부 기후변화 정책 공조, 한중일 탄소중립 협력 증진 등
- 그린뉴딜 ODA 확대, 한-아세안 탄소대화 수립 등 개도국 협력 추진

한국의 위상, 2030 온실가스 감축계획

한국의 국제적 위상

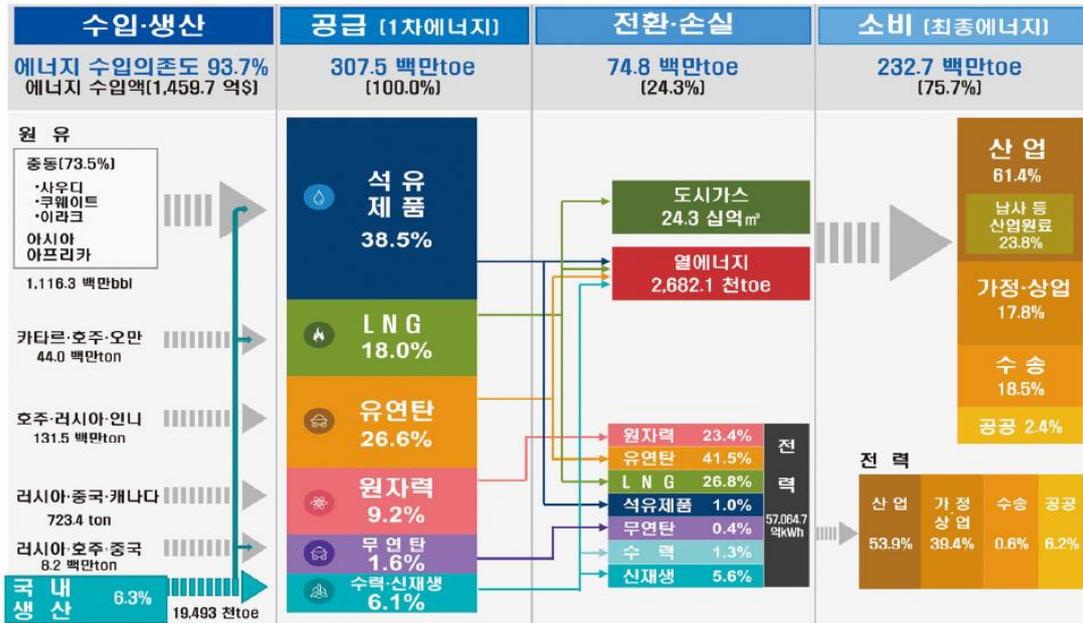
- 인구 : 5,148만명(2017, 세계의 0.69%, 28위)
- GDP : \$1,642.1bils (10위), \$31,682/인 (22위) in 2019, 수출입 비중 약 65%
- 에너지소비량: 94백만 Toe in 1990 → 301백만 Toe in 2018(지속 증가)
- 이산화탄소 배출량 : 2017, 배출량 9위, 배출량 비중 1.71%. 누적배출량 1%. 1인당 11.8톤/년
- NDC : 2030년 배출 목표는 2017년 대비 24.4% 감축한 536백만톤
- 2020.7 한국판뉴딜에 그린뉴딜 포함
- 2020.10 대통령 2050 탄소중립 선언
- 우리나라 온실가스 에너지 부문 87%, 토지이용 부문 13% 배출
- 2050 탄소중립은 화석연료 제로화, 토지이용 배출 제로화→ 비상한 상황인식 필요
- 현재 배출권거래제가 2030년 온실가스감축계획에 적합하게 운영되는가, 산업, 건물, 수송 등의 온실가스 감축이 이루어지고 있는가?

NDC

부문별 목표 핵심 4대 배출원(전환·산업·건물·수송)에서 집중 감축(91%)

| 부문 | 배출량 (17) | 배출연량 (16) | 감축목표 (단위 : 백만톤 CO ₂ -e) | | | |
|-----------|--------------------|-----------|------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| | | | 목표 배출량 | BAL대비 감축량(감축률) | 주요 감축수단 | |
| 국내 부문별 목표 | - | 850.8 | 574.3 | △276.4(32%) | | |
| 배출원 감축 | 산업 | 392.5 | 481.0 | 382.4 | △98.5(25%) | ✓효율개선 ✓냉매대체 ✓인·원료전환 ✓폐열활용 |
| | 건물 | 155.0 | 197.2 | 132.7 | △64.5(32%) | ✓단열강화(신규·기존) ✓설비개선 ✓BEMS 확대 |
| | 수송 | 99.7 | 105.2 | 74.4 | △20.8(20%) | ✓친환경차 확대 ✓연비개선 ✓환경친화적 항공·해운 |
| | 폐기물 | 16.8 | 15.5 | 11.0 | △4.5(28.9%) | ✓자원순환확대, 매립가스화 |
| | 공공(기차) | 20.0 | 21.0 | 15.7 | △5.3(25.3%) | ✓에너지효율향상, 친환경차 |
| | 농축산 | 20.4 | 20.7 | 19.0 | △1.6(7.9%) | ✓농·축·수산물 배출원 |
| | 탈루 등 | 4.8 | 10.3 | 7.2 | △3.1(30.5%) | |
| 감축수단 활용 | 전환 | (253.1) | (333.2) ² | (92) | (32%) | ✓전원믹스 개선 ✓수요관리 |
| | ES산업 CCLs | - | - | - | △10.3 | ✓탄소포장·활용·저장 |
| 국외감축 등 | - | - | - | △38.3(4.5%) | 산림흡수·국제시장활용 | |
| 감축수단 활용 | 산업흡수원 | (416) | - | - | △22.1 | ✓CCER·탄소은행·CCER |
| | 국외활동 | - | - | - | △16.2 | ✓임시저장·CCM |
| 합계 | 709.1 ¹ | 850.8 | 536.0 | △314.8(37%) | 국·(25%)·국외(4%) | |

2018년 Energy Balance Flow



국가목표 재설정(2050년 탄소중립)에 따른 조치사항

향후 1~2년 동안 고칠 것은 고치고, 준비할 것은 준비해야

1. 핵융합, 원전, 화석연료 관련 기술개발 예산에 대한 구조 조정 필요.
2. 수소경제-그린수소가 대상, 그레이수소(LNG 소비)는 제외.
3. CCUS-현재 석탄발전 500MW의 이산화탄소 발생량 300만톤 중 7만톤(2.3%) 포집.
감축목표 산정: 발생 대비 포집량, 저장 가능량, 이용 가능량 엄격한 계산 필요.
4. 해외자원개발 사업 지속 여부, 현 사업 타당성 점검.
5. 국내 탄광 관련 예산, 고용실태 점검, 국내탄 생산 계속 여부.
6. 화석연료 세제 감면, 인프라 투자, 가격 감면 등에 대한 재검토 필요.
7. 화석연료 공급 인프라 확대 사업(석유 저장시설, 송유관, 가스저장시설 등) 재검토. 석탄, 가스, 석유의 사용량 감소 대비, 화석에너지 인프라 공급에서 수요관리정책으로 전환.
8. 국가에너지기본계획, 에너지이용합리화계획, 석유수급계획, 가스공급계획, 석탄계획, 해외자원개발계획, 전력수급계획, 신재생에너지계획 등 재검토.

2050년 탄소중립 배경, 전략, 절약 잠재량

1) 배경

- 유엔은 1.5도시 목표를 위해 2030년 이산화탄소 배출 45%, 2050년 순배출제로 요구
- 유엔은 각국에 강화된 NDC 제출 요구(2015년 NDC 최초 제출 후 5년마다 제출).
- 유엔은 각국에 2020년 말까지 2050 장기저탄소발전전략(LEDs) 제출 요구.
- 유럽, 미국, 일본 2050년 탄소중립, 중국 2060년 탄소중립 선언
- 대통령 2050년 탄소중립을 위한 이행 로드맵 수립 요구.

2) 전략

- 2050년 온실가스 배출제로 위한 전략은
첫째, 최종에너지 소비를 줄이고,
둘째, 산업, 수송, 건물의 에너지를 전력화하고,
셋째, 전력의 재생에너지화.
2050년 온실가스 배출제로는 에너지소비를 최대한 줄이고, 재생에너지를 최대한 공급함으로써 달성.

3) 절약 잠재량

- 건물: 냉난방에너지(70%) 중심 → 1/2 절약(히트펌프 활용)
- 수송: 도로교통(90%) 중심 → 2/3 절약
- 산업: 에너지다소비 산업(제철, 시멘트, 정유, 석화)의 소비 위축 불가피 → 1/3~1/2 절약

2050년 탄소중립 재생에너지 전력량

1. 전제

- 2050년 최종에너지는 2017년 최종에너지 176백만toe(산업용 원료 제외)의 30~50% 절약
- 2050년 최종에너지의 전기화 비율 80%
- 2050년 전력의 재생에너지 비율 90%

2. 2050년 재생에너지 전력량: 737TWh~1032TWh

1안) 2050년 최종에너지 176백만Toe(원료용 소비 제외)의 **50% 감축**은 88백만Toe

2050년 최종에너지 88백만Toe 중 80% 전기화는 70.4백만Toe=819TWh

2050년 70.4백만Toe의 90%는 63.36백만Toe임.

1백만Toe는 11.63TWh이므로 63.36백만Toe는 **약 737TWh**임.

2안) 2050년 최종에너지 176백만Toe(원료용 소비 제외)의 **30% 감축**은 123.2백만Toe

2050년 최종에너지 123.2백만Toe 중 80% 전기화는 98.56백만Toe=1,146TWh

2050년 98.56백만Toe의 90%는 88.704백만Toe임.

백만Toe는 11.63TWh이므로 88.704백만Toe는 **약 1,032TWh**임.

2050년 탄소중립 에너지 공급계획

2050년 최소 재생에너지 전력량: $176 \times 0.5 \times 0.8 \times 0.9 \times 11.63 = 736.8763 \text{TWh}$.

1. 2017년 최종에너지 176백만toe를 2050년 50% 절약
 2. 최종에너지: 전력 80%, 열 20%
 3. 재생에너지 전력 90%, 가스 및 원전 10%
 4. 1백만toe=11.63TWh
1. 2050년 태양광발전 400GW, 풍력발전 100GW, 양수발전 50GW 필요
태양광발전량 $400 \text{GW} \times 8760 \text{h} \times 0.15 = 525.6 \text{TWh}$
풍력발전량 $100 \text{GW} \times 8760 \times 0.275 = 240.9 \text{TWh}$
태양광+풍력 발전량: $525.6 + 240.9 = 766.5 \text{TWh}$
 2. 2050년 최종에너지 80% 전기화 외 20% 열 부문 대책
1) 500도 이하의 중저온 열: 국내 바이오에너지 활용(국내 기술적잠재량 1천5백만toe)
2) 500도 이상의 고온 열: 바이오가스, 그린수소 활용
 3. 2050년 전력 90% 재생에너지 외 나머지 10%: 가스 및 원자력
 4. 2050년 그린수소 100만톤 최종 소비는 재생에너지 전력 70~90TWh 필요.
수소 1톤=40MWh, 전환손실 감안 시 재생에너지 전력 70~90MWh 필요
(수전해 효율 0.7)*(압축효율 0.9)*(저장운반손실 0.9~0.7)

2050년 탄소중립 목표와 경로(안) (온실가스, 재생에너지, 효율)

| 연도 | 온실가스 | 재생에너지 | | 에너지효율 | |
|------|----------------|--------------|------------------|-----------------|---|
| | 709 (백만탄소톤) | 전력비중 4(%) | 최종에너지 비중 2(%) | 1차에너지 절감 | 에너지생산성 toe/백만원 0.194(TPEC) 0.150(TFEC) |
| 2020 | 700 | 6 | 3 | 1%/년 →1.5%/년 | |
| 2030 | 400 | 30 | 20 | | |
| 2040 | 250 | 60 | 50 | | |
| 2050 | 50 | 90 | 80 | | |

★ 최종에너지의 재생에너지 80%는 진정한 탄소중립 계획이 아님.

<발전> 태양광발전 400GW 소요면적, 예산

1. 설치면적: 태양광발전 400GW

공유(shared) 100GW: 도시 내 건축물, 시설물 활용

전용(dedicated): 300GW는 육지, 수상, 해상 활용하되,

필요면적: 1kW는 340W 모듈(효율 18%, 가로세로 1m, 2m) 3장 6㎡, 이격거리 감안 10㎡.

1GW는 10km²이므로 태양광발전 300GW는 3천km²(국토의 3%) 필요.

만일 모듈효율이 27%로 상승할 경우

모듈 면적은 6㎡에서 4㎡로 작아지나 이격거리는 그대로이므로

1kW 설치면적은 8㎡, 1GW는 8km²이므로 300GW는 2.4천km²(국토의 2.4%) 소요

2. 경제성: 토지 전용 태양광발전 300GW

토지 비용: 90조원, 3만원/㎡

태양광 시설비: 200조원, 50만원/kW (2030년에 현재의 ½ 가정)

연간 태양광 발전 수입: 52.56조원(400GW*1,314h*100원)

3. 환경성: 태양광발전 CO2 흡수량: 소나무숲의 65.88배

1,314MWh*(540kg/MWh)/ha,년=709.56톤/ha,년

(산림과학원) 30년 소나무숲의 이산화탄소 흡수량: 10.77톤/ha,년

<발전> 풍력발전 100GW(육상 30, 수상 70) 필요면적, 예산

1. 육상풍력: 유니슨 4.2MW의 날개 직경(D) 151m, 타워 간 이격거리 2D, 3D 가정,

가로 세로 5줄씩 25개 정사각형일 경우 면적 최소화, 3D 적용

5*5 정사각형은 (0.453km²*4)=1.812, 1.812*1.812=3.28km²/105MW 이므로 1GW는 31.2km²

너비 0.5km 1렬일 경우 2D 적용 0.5*(0.302*24)=7.248km²/105MW이므로 1GW는 34.5km²

2. 해상풍력: GE 6MW는 날개 직경(D) 150m, 이격거리 3D 기준 적용시

정사각형은 (0.15*3*4)=1.8, 1.8*1.8=3.24km², 6MW, 25개는 150MW이므로 3.24/150

1GW 면적은 (3.24km²/150MW)*1000=21.6km²

너비 0.5km 일렬, 3D 경우는 0.15*3*24=10.8, 10.8*0.5=5.4km²

1GW 면적은 (5.4km²/150MW)*1000=36km²

3. 설치장소: 백두대간 중 생태자연도 2등급 지역, 서남해안 평야,

해상: 정부주도 계획, 송전선로 구축 뒤 입찰

4. 경제성: 토지비용: 100조, 3만원/㎡

풍력설치비: 육상 30조(30GW*10억/MW), 140조(70GW*20억/MW)(2020, 15억/MW, 25억/MW)

연간 풍력발전 수입: 24.09조(이용율: 27.5%, 육상 22%, 해상 30%)

<발전> 거버넌스 어떻게 할 것인가

1. 상황인식: 재생에너지가 빠르게 공급되지 못하면 모든 것이 사상누각.
재생에너지의 과감한 공급이 성패 좌우
재생에너지 최소 500GW, 4태(400GW태양광), 1풍(100GW풍력), 반수(50GW 수력) 필요.
2. 역할 분담: 공공: 부지공급, 송전선로 건설, 인허가. 민간: 발전소 건설, 판매
민간의 발전과 판매를 위한 비즈니스 모델만 만들어지면 투자금은 넘치는 상황.
부지공급, 송전선로 건설, 인허가를 담당하는 각각의 조직이 필요하고,
3. 전력시장 구조 개편: 근본적 변화 불가피
전력산업구조개편 방향: 누구나 재생에너지에 투자하고 팔 수 있는 기회를 확대하는 방향.
정부는 부지제공, 송전선로, 인허가 전담기구를 통해 재생에너지의 경제성을 높여야 함.
재생에너지의 프로슈머가 활성화되기 위해서는 발전/판매의 민간 개방이 불가피.
한전 역할: 전력 송배전 플랫폼 사업자, 발전사업자, 판매사업자, 중간사업자의 플랫폼 제공.
한전의 발전과 판매 부문은 분사, 민간 매각 불가피.
4. 에너지전문조직 필요: 에너지는 산업에 지대한 영향을 미치는 공공재적 성격. 공정거래위원회처럼
중립적인 기구가 에너지(전기, 가스, 열) 시장 감시 및 룰메이커 역할.(미국 FERC, 영국 OFGEM)

<발전> 자원: 에너지 자립 위해 900조원 투자 필요

1. 그린뉴딜: 2050년 탄소중립은 석탄, 석유, 가스 모두를 재생에너지 전기로 대체하는 상황.
정부-여당의 의지 필요, 국민, 야당을 설득할 수 있어야 뉴딜 성립.
2. 에너지시스템 전환: 현 중앙집중적 100GW 송배전망은 500GW 재생에너지 전력 수용불가,
재생에너지 전력 500GW 수용할 송배전망 전면 재구성 필요
재생에너지 500GW 설비 상황은 전력계통은 동서남북 상호 연결되어야 함.
3. 자원: 전력계통 및 재생에너지 확대에 필요한 비용을 전기요금고지서에 부과금 형태로 포함.
태양광 290조, 풍력 270조, 양수 50조, 전력계통 300조,
4. 가능성: 우리나라 전기요금은 OECD 평균의 60% 수준. 전력기금과 부과세 외에 세금 없음..
전기요금에 에너지전환 기금을 추가하여 OECD 평균 수준으로 인상(가구당 3만원→5만원) 가능.
현재 한전 전력요금은 연간 60조원 수준. OECD 수준으로 인상할 경우 67%, 연간 40조원 인상.
연간 40조 중 10조원을 에너지빈곤층 등에 사용, 30조원을 계통확대와 재생에너지 확대에 사용.
2050년까지 900조원의 자원이 확보되는 셈.
가구당 월 3만원의 전력요금이 5만원으로 오르지만 마스크 구입비 또는 통신비와 비교 시 설득 가능.
5. 연구개발: 산업적으로 태양광, 풍력, 배터리, 스마트그리드 기술을 수출 산업화해야 함.
HVDC, MVDC 등 직류 송배전망 기술, 인버터-컨버터 등 전력전자 기술에 투자해야 함..

<발전> 재생에너지 중심 전력시장, 전력계통 변화

1. 원칙

전력시장: 누구나 재생에너지를 사고 팔 수 있어야 함. 전력시장이 개방되고, 자유화되어야 함.
공공역할: 부지제공, 인허가, 송배전투자, 송배전망 투자를 통해 재생에너지의 경제성을 보완,
시장 질서 규정 관리, 발전 판매 부문의 자유로운 활동을 보장함으로써 민간투자 활성화 유도.

2. 전력시장 변화방향: 발전, 판매 시장 개방, 전력 도소매시장 자유화.

전력도매시장: 연간 계약, 계절 계약, 월 계약, 주간계약, 하루 전 계약 시장 등으로 세분화.

실시간 전력시장: 용량시장, 밸런싱시장 세분화. 주파수/전압 보상 시장,

1차(30초 내), 2차(15분~30분), 3차(1~2시간) 밸런싱 시장으로 세분화될 것.

전력의 거래 단위도 한재의 1시간 단위에서 30분, 15분, 5분 단위로 세분화될 것.

밸런싱시장: 공급을 확대하는 1차+시장, 수요를 늘리는 1차-시장, 2차, 3차 시장도 +, - 시장 필요.

실시간 전력 수급은 송변전 단위 뿐 아니라 배전단위에도 필요..

3. 2050 탄소중립은 재생에너지의 비상한 확대 전략이 필수이며,

재생에너지의 빠른 공급과 전력계통 안정을 위해 전력시장, 전력산업 구조조정 필요.

<발전> 전력계통 시스템 유연성 강화

2050년: 석탄, 석유, 가스를 전력으로 대체, 전력의 생산, 유통, 소비량 절대적 증가,

변동성 전원 중심의 전력은 전국을 유기적으로 연결, 총소비를 총공급으로 해결할 수 있어야

1. 전력계통 확장: 기존 화석/핵 발전 100GW에서 재생에너지 발전 500GW로 확대

2. 공급의 유연화: 기존 전력의 유연화(기동속도, 출력증감속도, 최소운전용량)

재생에너지 유연화(접속, 차단, 보상)

바이오가스발전 확대-국내 바이오자원 활용

3. 수요 탄력성 강화: 실시간 요금제 필수, DR, VPP,

4. 저장 능력 강화

1) 양수발전 확대-태양광, 풍력 중심 계통에서는 양수 필수

2) ESS 확대-BTM 우선, 부가적 서비스(주파수/전압) 우선

3) 전기차 확대와 V2G 인프라 구축

4) 열-가스 인프라 통합, 확대

산업 부문

< 산업의 탈탄소 수단>(출처: 맥킨지의 폴란드 2050 넷제로 보고서)

1. 수요 부문 수단-건설 자재 재사용, 경량화, 목재 사용 활성화를 통해 철강 및 시멘트 소비 절감 가능
2. 에너지 효율 개선- 효율기기 사용으로 연료소비를 20% 절약 가능
3. 전기화-전기로, 전기보일러, 히트펌프를 제로전기로 공급
4. 제로카본전기로 생산된 수소-수소환원제철 공정과 전기로 사용 제철산업 탈탄소화
5. 액체 및 고체 바이오매스 사용-바이오나프타로 화학산업의 연료와 원료 공급
6. CCUS- 불가피하게 배출되는 탄소는 포집 저장하여 산업에서 재사용

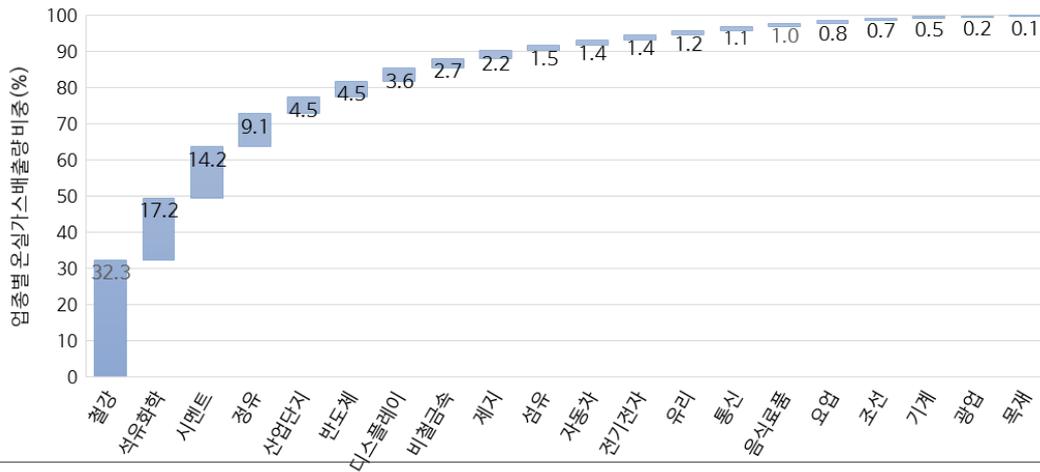
위 수단을 통해 97%의 탄소 저감 가능, 산업의 탈탄소 비용은 톤당 평균 85유로.
 제철산업은 톤당 120유로 소요. 화학산업은 에틸렌 생산에서 CCS로 27% 저감, 그린수소와 블루수소 사용 암모니아 생산에서 73% 저감. 저감비용은 톤당 70유로
 정유산업은 탈탄소가 강화됨에 따라 쇠퇴할 전망, 점차 바이오가스 바이오나프타 사용으로 대체될 것, 불가피 발생하는 탄소는 CCUS, 저감 비용은 톤당 90유로.

에너지시스템 변화: 재생에너지 공급 및 전력 인프라 확대 시급

● 한국 2050 넷제로 과제

산업부문별 온실가스 배출현황(에너지전환포럼, 서정석박사)

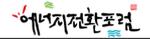
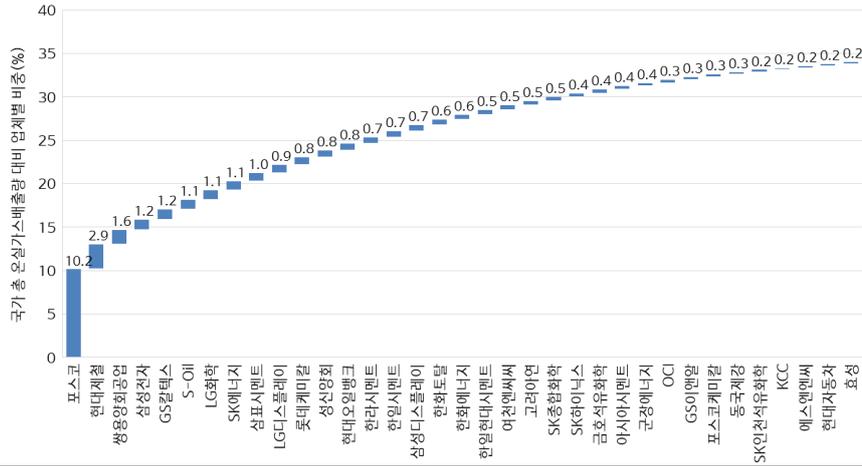
- 철강(32.3%), 석유화학(17.2%), 시멘트(14.2%), 정유(9.1%), 산업단지(4.5%), 반도체(4.5%) 순으로 높음
- 이들 6대 산업부문의 비중은 국가 총 배출량 대비 약 37%, 국가 산업부문 대비 약 68%, K-ETS 산업부문 할당업체 대비 82% 수준임



기업별 온실가스 배출현황

- 온실가스 다배출 상위 35개 기업의 배출량이 약 2억4천만톤으로 2017년 국가 총배출량 대비 약 34% 수준이며, 산업부문 총 배출량 대비 약 63%, K-ETS 할당업체 총 배출량 대비 약 76%임

(2015-2018년 평균)



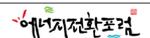
산업부문의 온실가스 배출 주요 특징

온실가스 배출량의 지속 증가

- ☞ 2000년부터 2017년까지 국가 최종에너지 소비는 연평균 2.7% 증가
- ☞ 산업부문이 연평균 3.2% 증가한 것이 주요 원인임
 - * 상업(연 2.7% 상승), 수송(연 1.9% 상승), 가정(연 0.4% 상승)

특정 산업부문과 기업에 배출량 집중

- ☞ 6개 산업부문의 온실가스 배출량 비중이 국가 총 배출량 대비 약 37%, 국가 산업부문 대비 약 68% 차지
 - * 철강, 석유화학, 시멘트, 정유, 산업단지, 반도체
- ☞ 철강업체인 포스코와 현대제철 2개사의 배출 총량이 국가 총 배출량 대비 약 13%, 산업부문 총 배출량 대비 약 24% 차지
- ☞ 다배출 상위 10개 기업의 배출 총량은 국가 총 배출량 대비 약 22%, 산업부문 총 배출량 대비 약 41% 차지
 - * 포스코, 현대제철, 쌍용화학공업, 삼성전자, 지에스칼텍스, S-Oil, 엘지화학, 에스케이에너지, 삼표시멘트, 엘지디스플레이



산업부문의 온실가스 배출 주요 특징

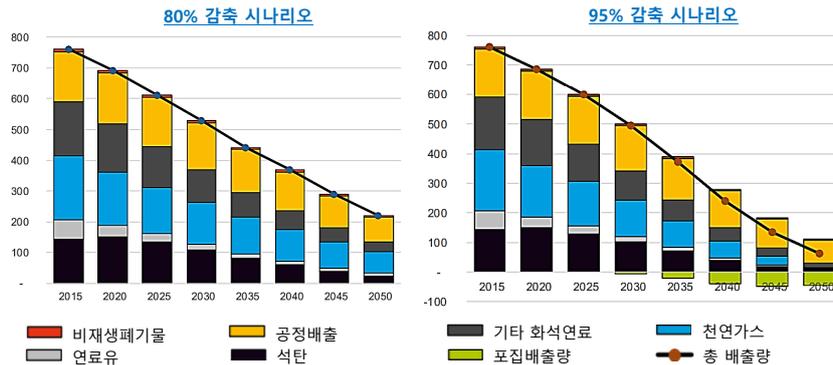
특정 배출활동 및 설비 사용에 집중

- ☞ 온실가스배출량의 70% 이상이 에너지사용이며, 나머지의 대부분이 공정배출(약 26%)임
- ☞ 에너지사용은 고정연소가 약 45%, 외부전기가 약 25%임
 - * 고정연소 연료원별 기준 부생가스(약 39%), 부생연료(약 25%), 석탄(약 22%), LNG(약 11%) 순임
- ☞ 철강(약 41%), 시멘트(약 29%), 정유(약 12%), 반도체(약 5%), 디스플레이(약 4%) 업종이 전체 공정배출의 90% 이상 차지
 - * 철강업종은 포스코와 현대제철의 일관제철 공정배출이 약94%, 시멘트는 석회석 소성과정에서 대부분 발생
- ☞ 2017년 기준 산업용 전동기, 팬, 펌프 등이 국가 전체 전력수요의 25% 이상을 차지

높은 원료용 비중

- ☞ 국내 산업부문의 최종에너지 소비에서 원료용이 차지하는 비중은 2015년 기준 48.8% (cf. OECD 평균 29.5%)
- ☞ 전체 석유 소비량의 53%가 납사 등 산업부문의 원료용으로 사용

해외 시나리오 - DG CLIMA (2019)*

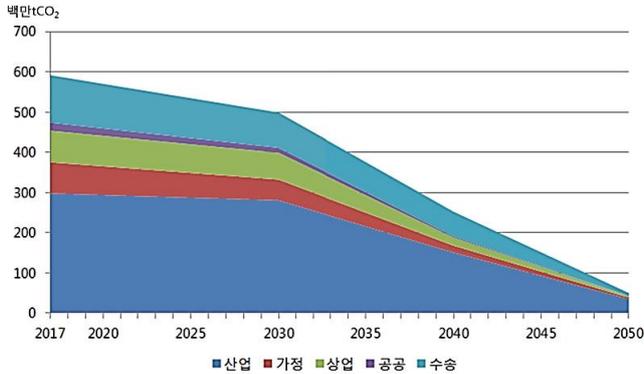


- ICF와 Fraunhofer가 EU-28 산업부문을 대상으로 FORECAST 모델을 활용하여 2050 배출량 감축시나리오 제안
- 가장 강한 시나리오로 80% 감축안과 95% 감축안을 제시(하단 그림)
- 95% 감축 시나리오에서 철강은 (96%), 석유화학(91%), 시멘트(86%) 감축 전망
- 탄소비용은 2030년 100유로/톤, 2040년 200유로/톤 수준이 되어야 시나리오 달성

* 상단의 그림은 Fleiter et al (2019)의 Industrial Innovation Part 2: Scenario analysis and pathways to deep decarbonization 41-43쪽 바탕으로 재구성한 것임.

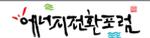
☉ 한국 2050 넷제로 과제

국내 시나리오 - 이창훈 외 (2019)



- 1.5°C 목표 달성을 위해 2050년 이산화탄소 배출량을 0으로 설정한 <심층 에너지전환> 시나리오 제시
- 산업부문에서는 2017년 298.2백만톤에서 2050년 34.7백만톤으로 88.4% 감축
- 주요 감축수단은 산업공정상 일반적으로 사용되는 저온 보일러 및 동력엔진용 연료를 재생에너지 기반의 전력으로 대체, 철강산업과 석유화학산업에서의 탈탄소화 방안 제시

출처: 이창훈 외 (2019), 지속가능발전과 에너지·산업전환: 기후변화 정책목표 1.5°C 대응을 중심으로, 경제·인문사회연구회 협동연구총서, p. 63

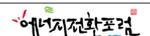


☉ 한국 2050 넷제로 과제

3대 다배출산업의 주요 감축방안

| 감축 방안 | 감축 수준 및 산업 | 산업별 잠재 감축률 및 적용 가능 기간 | | |
|---------------|--|--|---------------------------------|---|
| | | 철강 | 시멘트 | 석유화학 |
| 순환성 강화 / 수요관리 | 원자재 사용 경감이 가능한 제품 설계, 재사용, 재활용률 제고 등 | 38% (2020-2050) | 34% (2020-2050) | 56%* * 전주기배출량 기준 (2020-2050) |
| 에너지 효율 | 생산공정 효율화, 디지털 기술 적용 등 | 15% (2020-2050) | 10% (2020-2050) | 15%* * 제품배출량 기준 (2020-2050) |
| 그린수소 | 철강과 화학 제조과정의 열원이나 환원제로 수소 사용 | 100%* (2040-2050) * 수소환원제철 | 100%* (2040-2050) * 수소 소성 | 100% 2040-2050 고온 및 원료 |
| 공정의 전기화 | 고온열 발생 등의 산업공정을 전기화 | 100%* (2045-2050) * 철광석 전기분해 | 50%* (2040-2050) * 소성공정 | 100%* * 제품배출량 기준 * 전기로 교체 (2040-2050) |
| 바이오매스 | 열생산에 필요한 에너지원, 철강 환원제, 플라스틱 제품 원재료 등에 활용 | 100%* (2020-2040) * 전로, 순산소전로 공정 | 50% (2020-2050) | 100%* * 제품배출량 기준 (2020-2050) |

* 상단의 표는 Energy Transitions Committee (2018)의 Mission Possible 40-42페이지를 바탕으로 서정석박사가 재구성한 것임.



산업부문 공통 · 부문별 감축방안 및 과제

공통

- RE100 선언을 통한 재생에너지 전기 사용 확대
↳ 구매전력 탄소감축 & 부생수소, 개질수소를 그린수소로 대체
- 에너지효율향상, 3R 원칙(Reduce, Reuse, Recycle) 기반 순환경제로 전환
(연료/원료대체, 제품설계 및 공정개선 등)
- 배출권거래제, 탄소세 성격의 세제 등 탄소비용 지속 상승
- 저탄소, 순환경제형 사업부문 진출 & 산업구조로의 전환
↳ 우선과제로 전환&물리적 리스크의 정량적 평가 필요

철강

- 기술혁신 - 수소직접환원철+전기로(DR H2+EAF), 철강 재사용/재활용률 높이는 제련법 개발 및 적용, 천연가스 합성메탄가스로 대체
- 정책혁신 - 배출허용총량 지속적인 경감, 탄소집약도 높은 철강 사용에 대한 규제 신설, 공공 인프라 및 건물
- 기업혁신 - 수소직접환원철, 재사용/재활용 강화에 R&D 확대, 녹색철강 표준화에 적극 참여

산업부문 공통 · 부문별 감축방안 및 과제

시멘트

- 기술혁신 - 수소+전기 소성공정 개발 및 적용, 저탄소 시멘트와 콘크리트 등의 건축자재 개발
- 정책혁신 - 배출권거래제 목표 및 유상비율 강화, 공공 인프라 및 건물에 저탄소 시멘트 조달 의무화
- 기업혁신 - 소성공정에 수소나 재생전기로 교체

석유화학

- 기술혁신 - 고품질 다량 재활용 방식 개발 및 적용, 지속가능한 바이오 원재료 개발 및 적용(납사, 천연가스 대체) 그린수소 및 저탄소전기 기반 공정화
- 정책혁신 - 포장재, 생활가전 등에 저탄소기준 강화, 제품·포장재 재활용 및 생산자 책임제 강화
- 기업혁신 - 순환성 강화를 위한 밸류체인 전반의 협력 강화, 제품내 재활용성 및 재활용 물질 감축 활동 강화

2. 탄소중립 달성을 위한 수송부문 과제

박상준 팀장(한국교통연구원)

테크 포럼

넷제로 달성을 위한 수송부문 과제

2020.12.22.(화)

한국교통연구원 기후변화·지속가능교통연구팀장
박상준



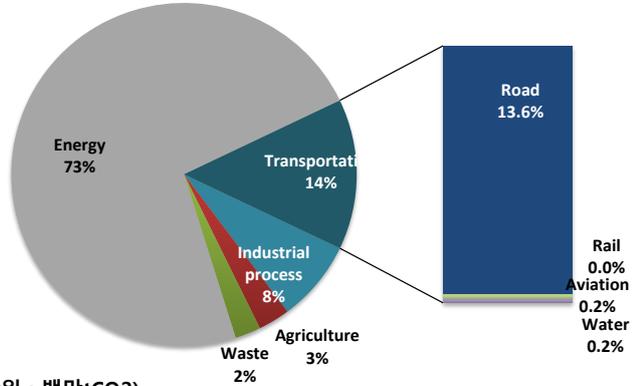
목 차

- I . 수송부문 현황
- II . 해외 사례
- III . 추진 과제

I. 수송부문 현황

❖ 온실가스 배출 현황 (2017년 기준)

- 국가 온실가스 배출량의 14% 차지 (수송부문)



< 표 1 > 국내 온실가스 배출현황 (단위 : 백만tCO2)

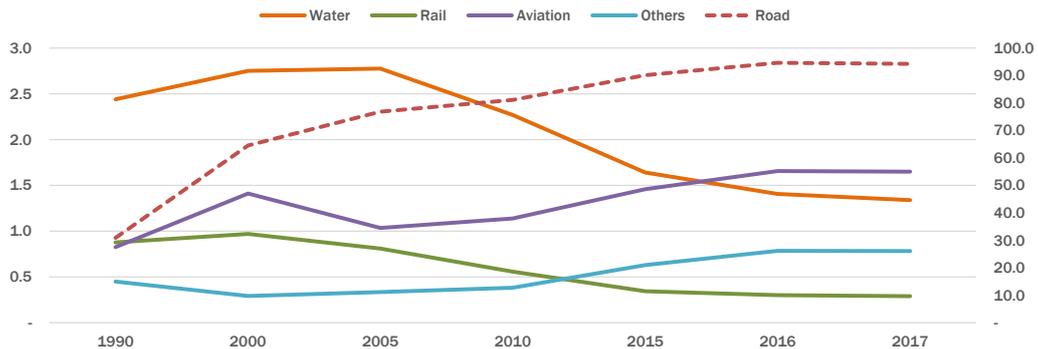
| Classification | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Energy | 241.4 | 354.2 | 410.6 | 466.6 | 564.9 | 601 | 602.7 | 615.8 |
| Industrial process | 19.8 | 44.1 | 49.9 | 54.7 | 54 | 52.2 | 52.8 | 56.0 |
| Agriculture | 21.3 | 23.2 | 21.6 | 20.8 | 22.2 | 20.6 | 20.5 | 20.4 |
| Waste | 10.4 | 15.8 | 18.8 | 16.7 | 15.1 | 16.4 | 16.5 | 16.8 |
| Total | 292.9 | 437.2 | 500.9 | 558.9 | 656.2 | 690.2 | 692.6 | 709.1 |

3/12

출처 : 국가 온실가스 인벤토리(1990-2017)

I. 수송부문 현황

❖ 교통수단별 온실가스 배출 현황



< 표 2 > 교통수단별 온실가스 배출 현황 (단위 : 백만 tCO2)

| Classification | 1990 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 해운 | 2.4 | 2.8 | 2.8 | 2.3 | 1.6 | 1.4 | 1.3 |
| 도로 | 30.9 | 64.5 | 76.9 | 81.1 | 90.1 | 94.6 | 94.3 |
| 철도 | 0.9 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 항공 | 0.8 | 1.4 | 1.0 | 1.1 | 1.5 | 1.7 | 1.7 |
| 기타 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.8 |
| 합계 | 35.5 | 69.9 | 81.8 | 85.4 | 94.2 | 98.8 | 98.3 |

4/12

1. 수송부문 현황

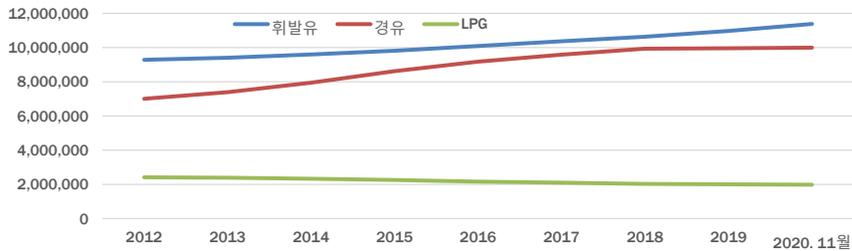
❖ 도로부문의 자동차 등록대수는 2020년 11월 말 현재 24,315,075대

- 2012년 이후 자동차 연평균 성장률 약 3.2%

〈연료별 자동차 등록대수(단위:대)〉

| 구분 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2019 | 2018 |
|-------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
| 휘발유 | 9,276,235(49%) | 9,399,738 | 9,587,351 | 9,808,633 | 10,092,399 | 10,960,779 | 11,377,943(47%) |
| 경유 | 7,001,950(37%) | 7,395,739 | 7,938,627 | 8,622,179 | 9,170,456 | 9,957,543 | 9,995,685(41%) |
| LPG | 2,415,485(13%) | 2,391,988 | 2,336,656 | 2,257,447 | 2,167,094 | 2,004,743 | 1,984,473(8%) |
| 하이브리드 | 75,003 | 103,580 | 137,522 | 174,620 | 233,216 | 506,047 | 651,563 |
| CNG | 37,003 | 39,708 | 40,457 | 39,777 | 38,880 | 38,147 | 37,251 |
| 전기 | 860 | 1464 | 2775 | 5712 | 10,855 | 89,918 | 131,923 |
| 수소 | - | - | - | 29 | 87 | 5,083 | 10,477 |
| 기타 | 63,997 | 67,647 | 74,567 | 81,488 | 90,364 | 115,119 | 125,760 |
| 계 | 18,870,533 | 19,399,864 | 20,117,955 | 20,989,885 | 21,803,351 | 23,677,366 | 24,315,075 |

출처: 국토교통부



5/12

1. 수송부문 현황

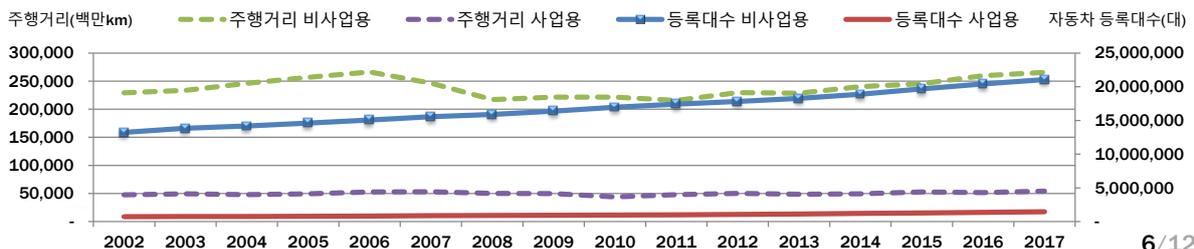
❖ 자동차 주행거리 현황

- 2002년 이후 주행거리의 연평균 성장률은 1.0%(비 사업 1.0%, 사업용 0.8%)
- 등록대수의 연평균 성장률은 3.2%

〈수송부문 주행거리 현황(단위:백만 km)〉

| 구분 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 전체 | 230,044 | 234,346 | 246,926 | 257,565 | 267,043 | 247,233 | 218,057 | 222,371 |
| 자가용(비사업용) | 229,252 | 233,533 | 245,980 | 256,647 | 266,176 | 246,437 | 217,311 | 221,577 |
| 사업용 | 47,753 | 49,442 | 47,942 | 49,268 | 52,772 | 53,113 | 50,215 | 49,756 |

| 구분 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 전체 | 222,199 | 216,354 | 279,523 | 277,420 | 290,009 | 298,323 | 311,236 | 319,871 |
| 자가용(비사업용) | 221,443 | 215,599 | 229,495 | 228,553 | 240,403 | 245,580 | 259,685 | 265,697 |
| 사업용 | 44,027 | 47,957 | 50,027 | 48,867 | 49,606 | 52,743 | 51,551 | 54,173 |



6/12

II. 해외 사례

❖ “Net – Zero Europe” 수송부문 전략 (by McKinsey, 2020. 12월)

- 승용차, 버스, 트럭의 전동화(electrification)
 - 2030년까지 신차판매 80%, 2035년 신차 판매의 100% 달성해야
- 연비기준 향상
 - 2030년까지 내연기관차, 선박, 비행기의 연비 향상 10 ~ 30% 달성
- 바이오 연료 및 대체연료 확대 보급
 - 2030년까지 해운 및 항공부문에서 바이오연료가 최소 15%, 2050년까지 최소 60% 달성
- 철도의 전기화
- 수단 전환
 - 화물부문 : 철도수단 위주로
 - 여객부문 : 대중교통, 마이크로 모빌리티, 카셰어링 등

7/12

II. 해외 사례

❖ “Sectoral Policies for Climate Change Mitigation in the EU” 수송부문 전략 (by IMF, 2020년)

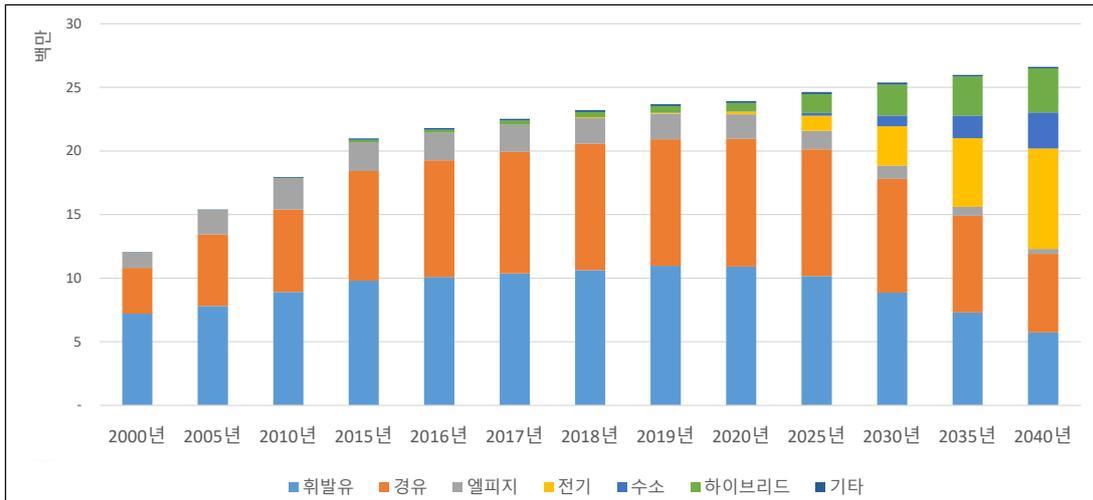
- 연비기준 향상
- 연료세(Fuel taxes) 활용
- 친환경 차량 보급(인센티브)
- 수단 전환

8/12

III. 추진 과제

❖ 2040년 차종구성 전망

- 2040년 : 전체 차량 스톡에서 내연기관 자동차는 **46.6%**
- 내연기관차 : 46.6% / 전기차 : 29.7% / 수소차 : 10.7% / 하이브리드 : 13.1%
※ 2040년 등록대수 : 26.6 백만대 기준 (전망치)
- 2050년 : 내연기관 자동차 약 **18%** 존재



9/12

III. 추진 과제

❖ 친환경차 보급 강화

- 정부의 보급 목표는 지속적으로 강화되고 있음

<표> 정부의 친환경차 보급 목표

(단위 : 만대)

| 구분 | 친환경차보급 기본계획 _2015.12 (누적) | 미세먼지 종합관리 _2017.09(누적) | | 수소차 활성화 로드맵 _2019.01 (누적) | | 미래자동차 산업발전전략 _2019.10(신규) | | | | 그린뉴딜 _2020.07(누적) | |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------|-------|------------------------------------|-----|------------------------------|------|-----|-----|----------------------|-----|
| | '20 | '20 | '22 | '22 | '40 | '20 | '22 | '25 | '30 | '22 | '25 |
| 하이브리드차(HEV) | 82 | 124 | 163.5 | | | | | | | | |
| 플러그인하이브리드차 (PHEV) | 5 | | | | | | | | | | |
| 전기차(EV) | 20 | 25 | 35 | | | 7.8 | 15.3 | 27 | 44 | 43 | 113 |
| 수소차(FCEV) | 0.89 | 1 | 1.5 | 6.7 | 290 | 1 | 2.5 | 6 | 16 | 6.7 | 20 |
| 계 | 107.89 | 150 | 200 | 6.7 | 290 | 8.8 | 17.8 | 33 | 60 | 49.7 | 133 |

III. 추진 과제

❖ 온실가스 및 연비기준 강화

- 차기 온실가스 및 연비 기준 설정

- 30년 연비 기준은 20년 대비 362%, 온실가스 배출 기준은 278% 강화

<표 2> 자동차 평균 연비 차기 기준(안)

| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10인승 이하 승용승합 | 24.3 | 24.3 | 24.4 | 25.2 | 26.0 | 27.0 | 27.9 | 29.0 | 30.9 | 33.1 |
| 승합(11~15인) 소형화물 | 15.2 | 15.2 | 15.4 | 15.7 | 16.0 | 16.0 | 16.3 | 16.6 | 16.9 | 17.3 |

<표 2> 자동차 평균 온실가스 차기 기준(안)

| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 10인승 이하 승용승합 | 97 | 97 | 95 | 92 | 89 | 86 | 83 | 80 | 75 | 70 |
| 승합(11~15인) 소형화물 | 166 | 166 | 164 | 161 | 158 | 158 | 155 | 152 | 149 | 146 |

11/12

III. 추진 과제

❖ 그린뉴딜과 장기저탄소발전전략(LEDs) 연계

- 연계성 확보를 통한 실현가능성 제고 전략 수립

- '25년까지 제시된 그린뉴딜과 '50년 장기전략인 LEDS와 연계
- 목표 달성가능성 측면에서 구체적인 전략 마련

❖ 대형차 (버스 및 화물차)의 운행 기반 마련

- 버스 및 화물차에 대한 기술개발 지원
- 2~3년 내에 대중교통수단의 친환경 차량 및 운행기반 달성 (전기차 및 수소전기차)
- 화물운행 특성에 기반한 거점별 충전인프라 구축

❖ 대중교통 기반 수요관리정책 장기전략 마련

- 공급 위주의 대책 이외에 에너지 효율 향상 대책 이외에 수요관리 전략 제시 필요
- COVID-19로 인한 여건 변화를 고려한 대중교통 활성화 전략
- 자율주행, 빅데이터, AI 기술을 활용한 수요관리정책 개발

12/12

감사합니다
Thank you

3. '2050 탄소중립을 위한 기술적 허들과 극복전략 -건물부문-

이승언 선임연구위원(한국건설기술연구원)



2050 탄소중립을 위한 기술적 허들과 극복 전략

- 건물 부문 -

2020.12.22

건 물 분 과
이 승 언 (위원장)

목 차

I 탄소 중립과 관련한 건물부문 국가 목표와 수단

II 건물 부문 탄소 중립 추진의 문제점

III 건물 부문 탄소 중립 추진의 기본 방향

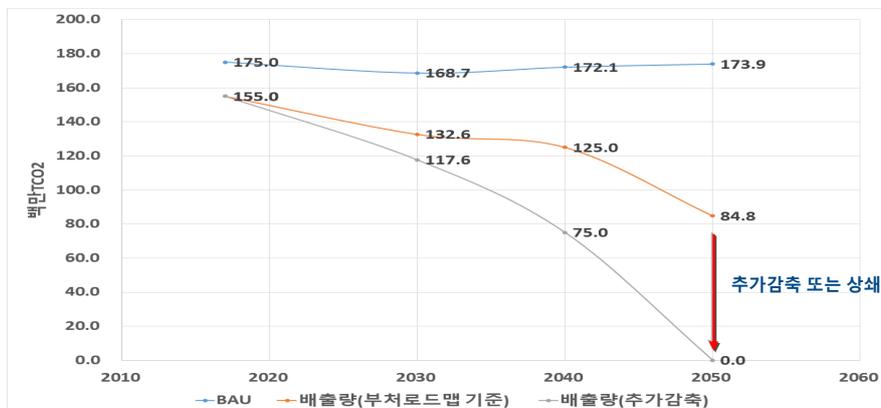
IV 건물 부문 탄소 중립을 위한 추진 인프라 제안

I. 탄소 중립과 관련한 건물부문 국가 목표와 수단

(건물전망) 현행 LEEDS 2050 배출 목표치는 84.7백만톤이나, 넷제로로 목표가 설정될 경우 건물 부문 배출량의 대폭 수정 필요 (2021년 4/4분기까지 탄소 중립 로드맵 구축 예정)

국가 온실가스 로드맵 종합 (건물부문)

2050 넷제로 탄소중립 달성을 위해서는 '17년 대비 배출량을 50% 수준으로 줄여야 하며, 에너지 공급과 연동한 신재생에너지의 대대적 도입이 불가피 (2017년 배출량 1.55억톤, 2030년 배출 목표량 1.32억톤)



I. 탄소 중립과 관련한 건물부문 국가 목표와 수단

(2030 국가온실가스 감축 로드맵) 건물 부문은 BAU 대비 32.7% 감축하여 2030년 감축 후 배출량을 1.32억톤으로 설정. 2019년 현재 약 1.5톤 규모로 배출 중

2030 국가 온실가스 로드맵 (건물부문)

| 부문 | 배출량 ('17) | 배출전망 ('30 BAU) | 감축목표 | | | |
|-----------|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|--|------------------------------------|
| | | | 목표 배출량 | BAU대비 감축량(감축률) | 주요 감축수단 | |
| 국내 부문별 목표 | - | 850.8 | 574.3 | △276.4 ¹ (32.5%) | | |
| 배출원 감축 | 산업 | 392.5 | 481.0 | 382.4 | △98.5 (20.5%) | √효율개선 √냉매대체 √연·원료전환 √폐열활용 |
| | 건물 | 155.0 | 197.2 | 132.7 | △64.5 (32.7%) | √단열강화(신규·기존) √설비개선 √BEMS 확대 |
| | 수송 | 99.7 | 105.2 | 74.4 | △30.8 (29.3%) | √친환경차 확대 √연비개선 √친환경선박 보급 √바이오디젤 |
| | 폐기물 | 구분(담당) | | 감축량(비율) | | 감축수단 |
| | 공공(기타) | 신축건물 (국토부) | | 540만톤(15.0%) | | ▶제로에너지 단계적 의무화 등 신축건물 기준 강화 |
| | 농축산 탈루 등 | 기존건물 (국토부) | | 960만톤(26.7%) | | ▶그린리모델링 활성화 ▶도시재생 연계사업 확대 |
| | | 소비개선 (국토부) | 580만톤(16.1%) | | ▶건물에너지DB 고도화 ▶온실가스 감축정보 제공 | |
| | | 설비·신재생 (산업부) | 1,520만톤(42.2%) | | ▶가전·사무기기 효율향상 ▶LED 조명 확대 ▶태양열·지열 등 신재생에너지 보급 확대 | |



I. 탄소 중립과 관련한 건물부문 국가 목표와 수단

(2050 LEDS 민간포럼 권고안) 건물 부문 강 시나리오 적용시 LEDS 권고안 2050 배출 목표치는 84.7백만톤으로 설정 (2030은 기존 로드맵 적용, 2040은 제3차 에기본 전망 채택)

2050 LEDS (건물부문) 2020.02 발표

| | '17년 현황 | '50년도 목표 (직접연소분) (단위 : 백만톤 CO _{2e}) | | | | |
|-----|---------|---|-------|-------|-------|-------|
| | | 1안 | 2안 | 3안 | 4안 | 5안 |
| 배출량 | 52.8 | 17.5 | 18.8 | 20.3 | 21.4 | 22.5 |
| 감축량 | - | 35.3 | 34.0 | 32.5 | 31.4 | 30.3 |
| 감축률 | - | 66.8% | 64.4% | 61.6% | 59.5% | 57.3% |

| 감축수단 | 개요 |
|---------------------------|---|
| ① 건축물 에너지 효율향상 | · 신축건물 에너지절약설계기준 강화 및 기존건물 그린리모델링보급 확대를 통한 에너지 효율 개선 |
| ② 고효율 기기보급 | · 기기효율등급제 강화 및 에너지효율향상 의무화 제도(EERS) 등을 통한 고효율기기 보급 및 에너지 절감 |
| ③ 스마트 에너지 관리 | · AMI(Advanced Metering Infrastructure), HEMS, BEMS보급을 통해 에너지 수요를 절감하고 행태 개선 유도 |
| ④ 신재생에너지 보급 확대 및 미활용 열 활용 | · 신재생에너지(태양광, 태양열, 지열, 수열, 연료전지 등) 보급 확대를 통한 건물에너지 효율 향상(제로에너지건물) 기여 · 발전배열·폐열, 소각폐열에서 발생하는 미활용 열 수요를 대체 에너지원으로 사용 |

I. 탄소 중립과 관련한 건물부문 국가 목표와 수단

2020년 12월 7일 관계부처 합동으로 정부는 탄소중립 추진 전략을 발표하였으며, 정량적 목표치와 구체적 세부 전략은 2021년도 중에 마련 (건물부문은 국토부 주관 작성)

2050 탄소중립 추진전략(안)의 건물 부문 전망 2020.12.07



I. 탄소 중립과 관련한 건물부문 국가 목표와 수단

2050 탄소중립 전략(안)은 개별 건물 차원보다는 도시 및 국토 차원의 접근을 제안하고 있으며, 지역 신재생에너지를 건물과 도시에 적극 연계하는 방안을 제시

2050 탄소중립 전략(안)의 도시/국토 저탄소화 2020.12.07

◇ 건물 노후화* 및 낙후 도시로 인해 에너지 효율 저하

* 전국 건축물(724만동) 중 노후 건축물(15년 이상) 규모: 약 540만동(전체의 74%)

○ 개별 건물단위의 소비 감축노력만으로는 한계 → 도시·국토차원의 거시적 계획 수립 필요

☞ ①탄소중립도시 조성 및 ②국토계획 차원의 탄소중립을 도모하고, ③농림·해양 생태계의 저탄소화 추진

① (도시) 건물의 탄소배출량 전생애주기 관리* 및 마을·도시단위 에너지 자립률 제고 등을 통한 탄소중립도시 조성

* 설계(장수명/ZEB) → 유지관리(그린리모델링/BEMS) → 철거(폐기물 재활용)

- 신규 건축물은 제로에너지건축 의무화/ 기존 건축물은 그린 리모델링 활성화 등 에너지 성능 개선
- 도시내 체계적인 신재생에너지시설 공급을 통해 E 자립률 제고, 수소도시 등 생산-공급-사용까지 친환경 E기반 도시 확산 (예시) 새만금 등 지역단위의 주요 개발사업 추진 시 신재생에너지 등 적극 도입

②(국토) 증장기계획* 등을 통해 국토를 분산·압축적으로 개편하고, 도시별 맞춤형 그린 인프라 보전·확충 지원

* 국토종합계획, 국가기간망계획 등 거시 증장기계획 수립 시 탄소중립 요소 반영

- 탄소저감에 불리한 수도권 집중구조를 다핵구조로 전환, 압축형 도시구조를 통해 이동경로, 에너지관리 효율 최적화
- 개발제한구역 등 그린인프라 보전·재생을 추진, 지역 대도시, 중소도시 등에 맞춤형 탄소중립 실현공간 구축
- 훼손된 생태계의 녹색 복원 등 자연 생태기반 회복력 강화

I. 탄소 중립과 관련한 건물부문 국가 목표와 수단

파리협정에 따라 각 국은 2020년 말까지 LEDS 보고서를 UN에 제출하여야 하며, 한국 보고서가 공개됨. 탄소중립을 비전으로 선언하고 있으나 정량 목표치는 미제시

2050 LEDS 에서 제시된 건물 부문 비전 2020.12.15



- ✓ 단열, 기밀성능(air-tightness)을 강화하여 건물에서 사용되는 에너지를 최소화
- ✓ 태양광, 지열, 수열 등 재생에너지 생산을 통해 화석연료 소비 감소
- ✓ 4차 산업기술을 활용한 에너지 효율 개선과 재생에너지 활용 확대를 지속적으로 추진
- ✓ 도시가스의 경우 가스망이 이미 전국적으로 구축된 점을 고려할 때 완전한 탈탄소화가 쉽지 않음
- ✓ 향후 수소 같은 저탄소 에너지원 기술의 경제성과 보급 가능성, 기기의 전력화 정도에 따라 감축 수준을 결정

[건물 부문 기술 수단]

■ 건물 에너지 효율 개선과 에너지원의 저탄소화 (신축 제로에너지 의무화 단계적 강화, 기존 그린 리모델링 활성화)

■ 고효율 기기 보급 (가전제품은 에너지효율등급으로 관리, '27년 형광등 최저소비효율 강화, '40년 LED 60% 보급)

■ 스마트 에너지관리 시스템 보급 확산 (사물인터넷, 빅데이터 분석 기술활용 건물에너지 사용 최적화, AMI 보급)

[건물 부문 전략]

■ 녹색건축물 확산을 위한 재정 지원 (이자지원, 세금감면 확대, 취약계층은 에너지 복지 차원의 재정 지원)

■ 건물 에너지 빅데이터 구축 및 활용 확산 (부동산 거래시 건물 에너지 성능 정보 공개, 데이터 민간 개방 확대)

■ 미래 스마트시티 조성 (도시전반 빅데이터화, 정보통신, 교통체계의 네트워크화, 에너지 공유, 수소기반 탈탄소화)

II

건물 부문 탄소 중립 추진의 문제점

II. 건물 부문 탄소 중립 추진의 문제점

탄소 배출 저감과 관련한 미래 에너지 기술 추세는 청정화, 분산화, 스마트화, 프로슈머화로 전개될 것으로 전망되나, 보수적 건물 시장과의 연동 및 구체성 확보가 관건

에너지 환경 이슈와 미래 에너지 기술 트렌드

● 에너지 환경 및 사회 이슈

- ✓ 에너지수요의 지속적인 증가와 이에 따른 환경문제 심화 (정치적 갈등, 환경 피해)
- ✓ 에너지·환경 문제의 기술적 대응의 중요성 부각 (기술간 우선순위 논쟁)
- ✓ 에너지 시장의 확대와 시장 선점을 위한 경쟁 가속화 (신에너지 기술 패권)
- ✓ 에너지 기술의 사회·공공적 역할 확대 요구 (에너지 빈곤층, 에너지 약자, 공정 경쟁)

● 미래 에너지기술 트렌드

- ✓ 청정화 : 환경 문제 대응을 위한 청정에너지 중심의 에너지 전환 가속화
- ✓ 분산화 : 전기와 열 등 에너지의 중앙집중공급에서 도시중심의 분산형 에너지시스템으로 변화
- ✓ 스마트화 : ICT와 에너지 기술간의 융합을 통한 새로운 혁신기술과 산업 창출 가속화
- ✓ 프로슈머화 : 에너지생산과 소비활동의 공유, 편익 극대화를 추구하는 프로슈머형 경제활성화 수요 확대

II. 건물 부문 탄소 중립 추진의 문제점

탄소중립이 코로나 위기 극복 수단으로 대두되어 재정 투입을 통한 경제활성화를 기대하는 한국형 뉴딜(그린딜, 디지털딜)이 추진되나 공공 건물 중심이며 민간확대 방안 모색 필요

기술적 관점에서의 전망

① 저탄소 : 기화변화 등 환경문제 심화에 따른 미래 청정 저탄소 환경 수요 증가

- 에너지의 효율적 사용, 청정에너지 수요 증가, 기술혁신을 통한 미세먼지 등 대기 환경 오염 저감 노력 강화
- 환경문제와 에너지 자원의 한계에 대응하기 위한 자원 재활용 확대

② 도시화 : 지속가능한 발전과 생활의 중심으로서 도시화 가속화

- 도시 중심 경제 활동 가속화, 소득 수준 향상과 복지 생활 수요 증가로 대도시 중심 인구 집중 가속화
- 도시의 지속 가능한 성장 및 쾌적한 환경 조성이 가능한 에너지, 건물분야 등의 첨단 인프라 수요 증가

③ 초연결 : 사물과 인간의 활동이 연결되는 AICBM기반의 초연결 사회 도래

- AICBM기반의 4차 산업혁명 시대 도래, ICT와 에너지 기술 간의 융복합을 통한 기존 기술의 한계 극복 가속화

④ 공유경제 : 개인 및 집단 소유의 자산 공유를 통해 편익을 극대화하는 공유 경제사회 도래

- 개인의 인프라 및 자산을 공유하는 공유 경제 활성화 및 수익을 공유 및 분배하는 프로슈머형 경제활동 확대

II. 건물 부문 탄소 중립 추진의 문제점

건물 부문은 난방, 냉방, 조명, 급탕, 환기, 가전/사무기기, 수송, 취사 등 다른 메커니즘의 결합체로 다양한 솔루션이 복합적으로 존재하며, 시장의 기술적 이해관계가 복잡

기술적 갭 및 허들 분석 (극복 전략 방향성)

● 기술적 허들

- ✓ 에너지분산형 커뮤니티에서의 에너지 보안
- ✓ 건물 개별 에너지 자립의 기술적 개념의 한계와 비용 문제
- ✓ 기존 커뮤니티에서의 열 프로슈머 구현을 위한 에너지 공유기술의 한계
- ✓ 전력화 추세와 시장의 전력 공급 능력에 대한 보장
- ✓ 전기자동차 보급확대와 건물 전력 계통 연동
- ✓ 에너지자립형 스마트시티 구현과 개별 건물과의 연동, 거래 체계

● 정책적 허들

- ✓ 정부의 개입이 필요, 시장 개입에 따른 국가 비용 확대
- ✓ 탈탄소 건물 유도를 위하여 인센티브 강화가 필요하나 720만동 모든 건물에 대한 인센티브 부여는 불가
- ✓ 건물 에너지 상시 관리 및 지원을 위한 국가/공공 플랫폼 구축 필요
- ✓ 분리된 정책, 분리된 R&D의 통합 거버넌스 확보
- ✓ 건물 에너지 정책의 범위와 책임 (난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기, 가전, 사무, 수송, 취사, 공급과 수요)

II. 건물 부문 탄소 중립 추진의 문제점

현재 제로에너지 건축물 제도가 도입되어 공공건물 부터 이행되고 있으나, **Nearly**의 개념이며 탄소 중립이 선언됨에 따라 **Real Net Zero** 구현을 위한 구체적 기술 개념 구축 필요

현행 ZEB 제도의 기술적 한계

□ 현재 제로에너지건축물 인증제도는 경제적·기술적 한계를 감안한 **Nearly Zero Energy Building** 수준

- 현재 ZEB 평가는 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 5개 용도에 한정, 취사, 가전, 사무기기 등 콘센트 전력, 엘리베이터 동력 등 현재 미평가 생활기반 전력에 대한 평가 및 제한 방안 도입 필요

□ **Real Net Zero Energy Building** 실현을 위한 다양한 혁신 기술개발 필요

- 고단열, 고기밀, 고효율 냉난방설비, LED조명, 태양광용량 최적화 등만으로는 고층 공동주택 Net ZEB 실현 불가능
☞ 신소재·신기술 외피/설비, BI(Building Integrated) RES, AI 스마트 제어기술, DC Grid 등 건물에너지 관련 기술 혁신 필요

□ 제로에너지건축물 관련 혁신기술 개발과 관련 인증제도와 연계체계 및 제도-산업간 Value-Chain 부재

- 신기술이 건물에 적용될 때의 Net Zero Energy 건축물 에너지성능 시뮬레이션-실증 평가기술 현재 미흡 및 ISO, EN 등 국외 표준이 없는 경우 혁신 기술이 제로에너지건축물 인증제도의 평가 요소로 반영되기까지의 장시간 소요

□ 스마트시티와 제로에너지건축물 연계 부족

- 커뮤니티, 도시단위 제로에너지화를 평가할 수 있는 지표 및 평가방법, 통합 설계 가이드 등 부재
☞ 커뮤니티 → 도시 단위 Smart Net Zero 평가 지표, 시뮬레이션 툴, 통합 설계 가이드, 인증제도 등 확산 필요

III

건물 부문 탄소 중립 추진의 기본 방향

III. 건물 부문 탄소 중립 추진의 기본 방향

건물 부문 탄소중립은 개별 건물의 ZEB화와 도시단위의 ZEC, 2개의 기술 축으로 전개될 것이며, 기존 건물의 탄소중립을 위해서는 도시단위 Net Zero 추진이 필요

탄소 중립을 위한 건물 부문 2가지 방향

□ (개별건물 ZEB) 신기술 외피 및 설비, AI Smart제어기술을 통한 에너지소요 최소화, BI(Building Integrated) 신재생 에너지를 통해 개별 건축물 탄소 배출 제로화

- AI Smart 제어기술은 에너지효율 최대화, 운영비용 절감 뿐 아니라 거주자의 편리성을 극대화하는 Real Net Zero 구현

□ (도시단위 ZEC) 개별 제로에너지건축물은 Smart 에너지생산-저장-공유 최적화의 Grid Node, 핵심 인프라로서 커뮤니티 → 도시 단위로 Smart Net Zero 확산 (분산형 에너지 공급시설과 연동)

- 한국이 보유한 세계 최고 수준의 통신·교통 인프라와 스마트시티 추진 의지는 건축물을 스마트 기술의 집약체로 공간을 변화시키고 비즈니스 모델과 거버넌스가 혁신할 수 있는 탄소배출제로를 위한 열린 기회

III. 건물 부문 탄소 중립 추진의 기본 방향

기존 건축물은 공간 협소 문제, 도심내 신규 열그리드 확충 어려움 등으로 전기 중심의 시스템 개편이 될 것이며, 자발적 리모델링 보다는 정책 기반 의무/지원형 리모델링을 추진

기존 건축물 대책

- ✓ 직접 연소하는 냉난방기기(보일러, 냉동기 등)의 전기화 추진
 - 기존 기기의 사용연료(도시가스, 경유 등)에 탄소세 부과
 - 노후설비(연소기기) 전기화로의 교체 추진시 인센티브(보조금) 지원
 - 상업시설의 연소기기(취사 등)의 전기화 개체 지원제도 마련 시행
- ✓ 리모델링, 재건축시 탄소중립 실행방안 제출 의무화
 - 녹색건축물조성지원법 또는 지자체 녹색건축조례에 반영하여 실시
 - 재생에너지설치 의무화 추진(연차별로 확대)
- ✓ 도시재생사업 등 정부 사업의 탄소중립화 실행방안 연계 추진으로 기존도시의 개선추진
- ✓ 정부(산업부)의 재생에너지 보급 지원제도 확대 추진
 - 연차별로 건물부문의 재생에너지(태양광, 태양열, 지열, 연료전지 등) 지원제도 확대 추진

III. 건물 부문 탄소 중립 추진의 기본 방향

신축 건축물의 탄소 중립 키워드는 제로에너지 건축물이며, 현재의 Nearly에서 Real Net Zero화 하기 위한 기술 개발 및 제도 구축이 필요

신축 건축물 부문

- ✓ 제로에너지빌딩 의무화제도 강화
 - 연차별로 에너지자립율을 점차적으로 100% 까지 확대 (의무화비율 이상 설치할 경우 인센티브 지원)
 - 밀도가 높은 건물들은 기금 납부제도를 마련 (대규모 단지 등에 재생에너지나 상쇄방안 설치 유도)
- ✓ 제로에너지스마트시티 추진강화
 - 신규택지개발이나 도시재생사업 추진시 제로에너지스마트시티화
- ✓ 지자체별 녹색건축조례 제·개정 추진
 - 인·허가시 탄소중립 실행방안 제출 의무화
- ✓ 녹색건축물조성지원법 및 에너지절약설계기준을 강화 개정하여 탄소중립구현방안
- ✓ 연소를 위한 연료(냉난방용 연료 및 수송용 연료 등)에 탄소세 신설 부과 검토

III. 건물 부문 탄소 중립 추진의 기본 방향

건물 부문의 탄소 중립 구현을 위해서는 다양한 건물 유형, 기술, 이해관계자, 비용, 등에 대한 체계적인 접근이 필요

탄소 중립을 위한 건물 시장의 기능과 역할

| Target Building | Technology | Market | Cost Optimal | Player (fair) |
|--------------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------|
| New Buildings | Passive | Materials (passive) | Initial Cost | Company |
| Existing Buildings | Active | Systems (Active) | Finance | Government |
| Residential | Renewables | Renewables | Maintenance | Architect |
| Commercial | Control | Design | Life span of Systems | Owner |
| Public | Smart Grid | Construction | Tax | Tenants |
| Private | Data, Network, AI | Real estate | Utility Bill | Consultants |

- 모든 건축물을 동시에 ZEB할 수 없으며, 각 국 우선 순위에 따른 단계적 접근 필요
- 일반적으로 공공부문부터 시작, 기술은 패시브, 액티브, 신재생 순으로 접근

III. 건물 부문 탄소 중립 추진의 기본 방향

탄소 중립 이행을 위해서는 개별 건물별 에너지 성능 이력에 대한 생애 주기적 관리 시스템의 도입 필요

국가 차원의 데이터 관리

| | | |
|-------|--|---|
| 의료 분야 |  |  |
| 수송 분야 |  |  |
| 건물 분야 |  |  |

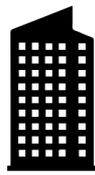
그림 출처 : Innovative indicators for energy performance certification of buildings, Maarten De Groot(energy Ville(BE)), 2020

III. 건물 부문 탄소 중립 추진의 기본 방향

신축 건물은 성능 중심이지만, 실제 건물의 에너지 사용은 건물 용도 및 사용자의 행태 특성에 따라 달라지며, Real Net Zero를 위해서는 실사용량에 대한 정책 개입이 불가피

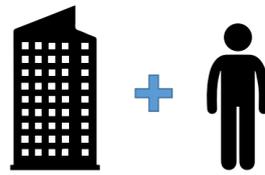
건물 부문 탄소 중립이 어려운 이유

Energy-Neutral Building



Building-related energy

Zero Energy Building



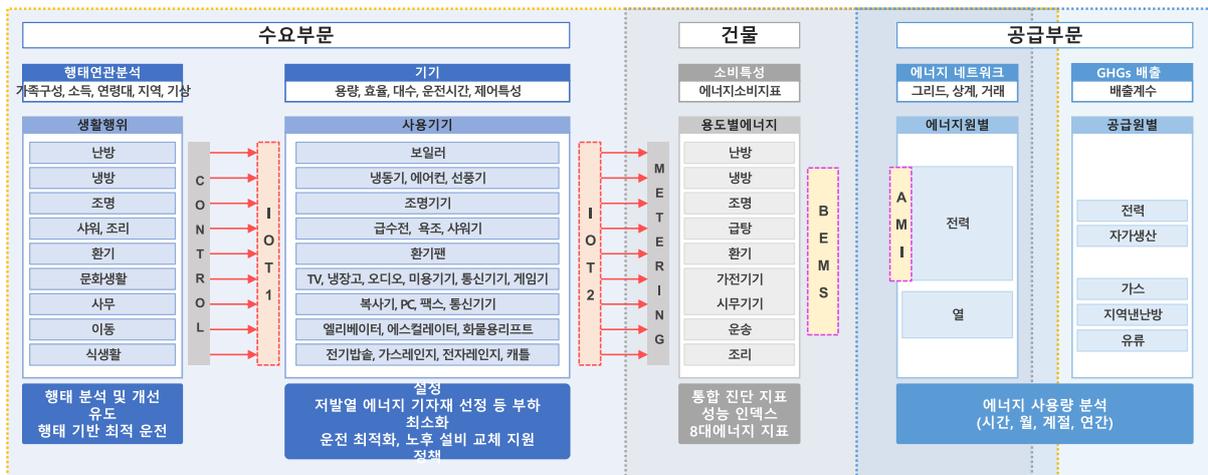
Building-related energy + Use-related energy

그림 출처 : ZEB policy and cases for non-residential and public buildings in the Netherlands, Minyoung Kwon (TU Delft), 2020

III. 건물 부문 탄소 중립 추진의 기본 방향

이전의 에너지 저감 개념은 기기 에너지 효율 향상 중심이었으나, 행태 관점의 효율화 및 절약 추진 방안이 필요하며 각 에너지 용도 및 대상별 구체적 저감 방안 구축이 필요

건물 에너지 사용의 구체적 이해와 대책 수립



IV

건물 부문 탄소 중립을 위한 추진 인프라 제안

IV. 건물 부문 탄소 중립을 위한 추진 인프라 제안

건물 부문 넷제로 구현은 720만동에 이르는 기존 건축물의 제로화가 관건 (공업 및 농업용 제외시 약 600만동, 1800만호)이며, Stock 기반 건물에너지 관리가 필요

2050 탄소 중립 구현을 위한 건물 부문 핵심 인프라 제안

(인프라 1) 국민건강보험과 같은 전국 건축물의 에너지 효율화를 지원할 수 있는 국가 건물 케어 플랫폼 구축 및 무료 E 진단 시행

- * 자동차 정기 점검과 같은 건물에너지 점검 기능 도입
(EU는 BRP(Building Renovation Passport) 기축 건물 생애주기형 관리 프로그램 개발 중)
- * 저비용 스마트 전국 건축물 에너지 언택트 검진 시스템 개발 및 서비스 제공

(인프라 2) 자발적 리노베이션을 지원하는 생애 주기형 건물 리모델링 지원 체계 구축
(에너지 약자는 지원, 강자는 규제하는 이원화 전략)

- * 리노베이션 비용을 국가 재정 지원만으로 이행은 불가, 자발적 리노베이션이 이행 되는 시장 생태계 조성 필요
- * 지역 건물에너지 주치의 제도 도입, 근린형 건물에너지 효율 지원 조직(ex 건물 에너지 협동 조합) 구축, 국선변호사와 같은 에너지취약층 전문 지원 제도 도입

IV. 건물 부문 탄소 중립을 위한 추진 인프라 제안

건물 자체의 제로화 보다는 도시 차원의 접근, 에너지 공급 부문과 연계한 접근이 필요하며 감축 행위가 경제적 보상과 연결되는 건물 부문 탄소 감축 생태계 조성 인프라 구축

2050 탄소 중립 구현을 위한 건물 부문 핵심 전략 제안

(인프라 3) 건물 단위 제로에너지 추진에서 그리드 기반 도시 단위 제로에너지 추진 체계로 전환
(공급과 수요의 적극적 연계)

* 전환부문(발전, 지역에너지, 신재생)과 연동한 건물 및 도시에너지 공급 정책 구축
(독일 프랑크푸르트 등 2050 넷제로 도시 모델과 같은 한국형 넷제로 도시 모델 개발)

(인프라 4) 에너지, 온실가스, 미세먼지 관리 체계 통합을 통한 행정 비용 최소화 및 건물 및 에너지 데이터 공유 체계 제공

* 기존의 행정 관리용 건물 데이터를 기술 데이터로 전환하기 위한 정부 행정 데이터의 리모델링 추진
(데이터 표준 체계를 통한 호환성 강화, Open API 대응)

(인프라 5) 배출권거래제(ETS) 등 기존 온실가스 감축 메커니즘의 확대 적용을 통한 건물 온실가스 감축 시장 조성

* ETS와 연계한 대형 건물 에너지 사용 총량 규제 제도 도입 (New York시는 건물 에너지 사용 총량 규제 준비중)

감사합니다



4. 탄소중립 사회와 정의로운 전환

김인숙 연구위원(과학기술정책연구원)



탄소중립사회와 정의로운 전환

에너지테크포럼

2020. 12. 16

이유진, 오계택, 박훈, 김인숙

copyright © kiminsuk. 2020 All rights reserved.

page 1

Digital + Network + Sustainability

에너지전환

디지털전환

지속가능성

상호호환성

에너지 민주주의

데이터주권

정의로운 전환(Just Transition) 2050

Twin Transition: 디지털뉴딜 + 그린 뉴딜

BMW(2020), Nachhaltige Produktion: Mit Industrie 4.0 die Oekologische Transformation aktiv gestalten, Impulspapier der Task Force Nachhaltigkeit, Plattform Industrie 4.0.

copyright © kiminsuk. 2020 All rights reserved.

page 2

DIGITAL GIPFEL 2020

Digital nachhaltiger leben

독일 14차 디지털 정상회의(Digital Gipfel, 2006~)

copyright © kiminsuk. 2020 All rights reserved.

page 3

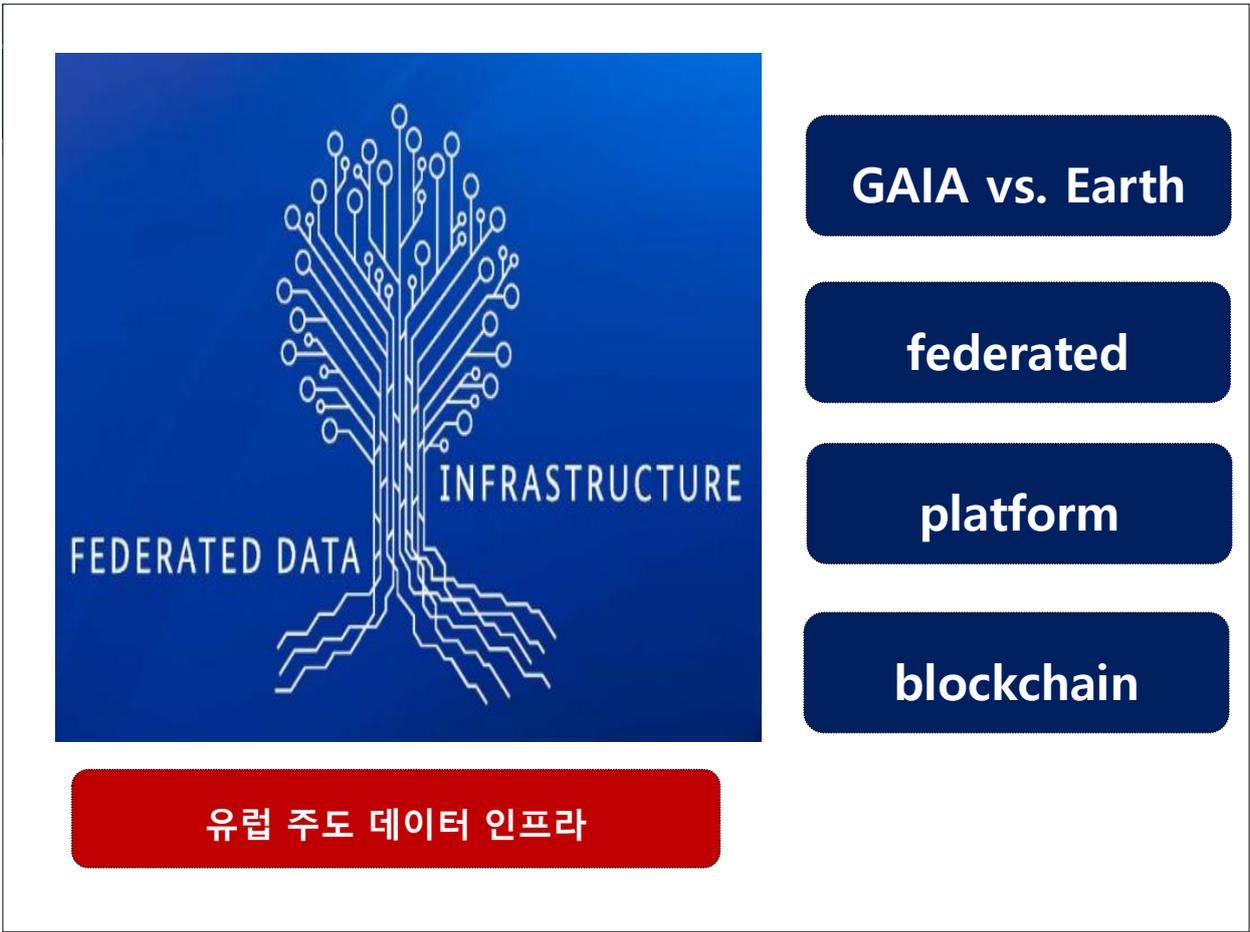
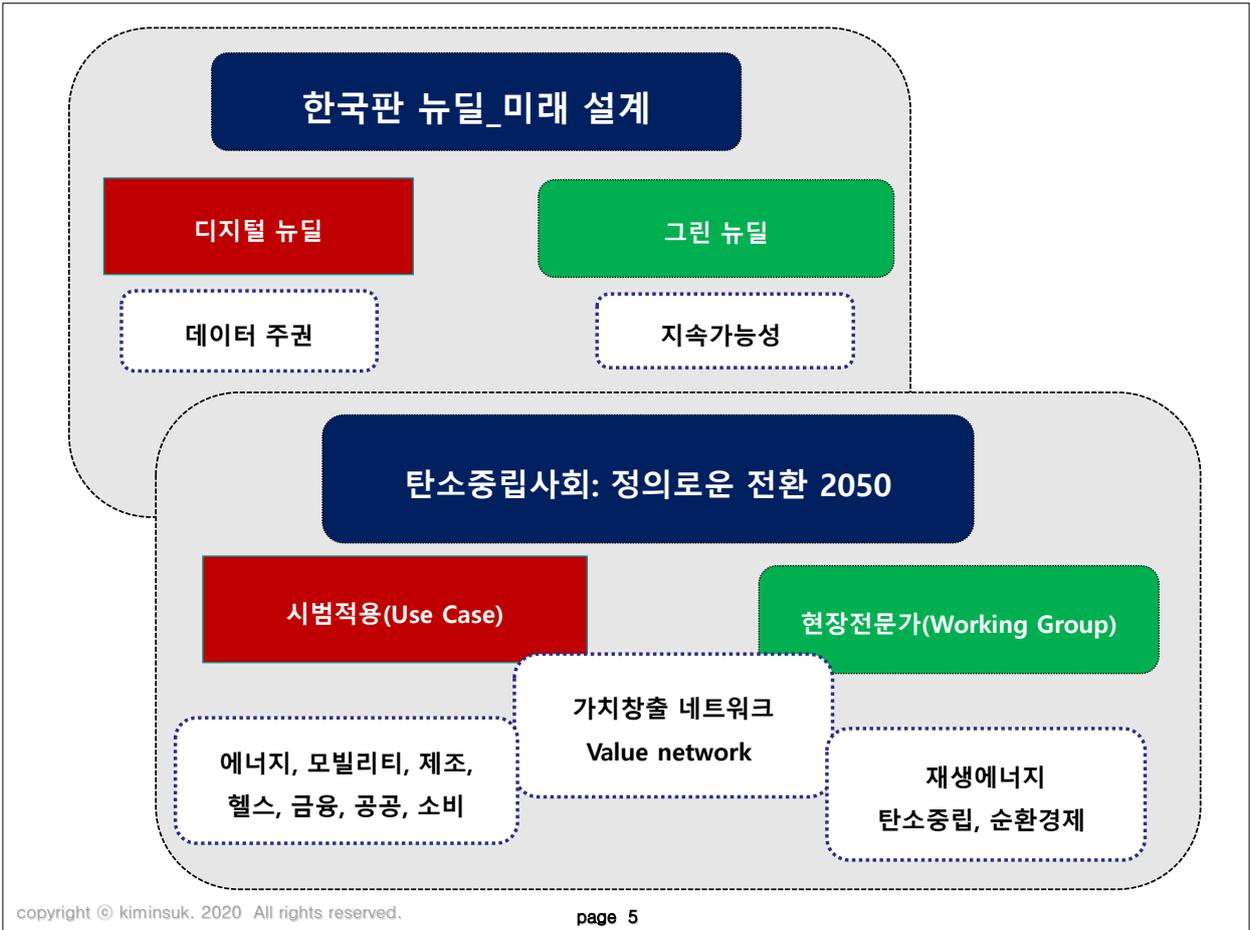


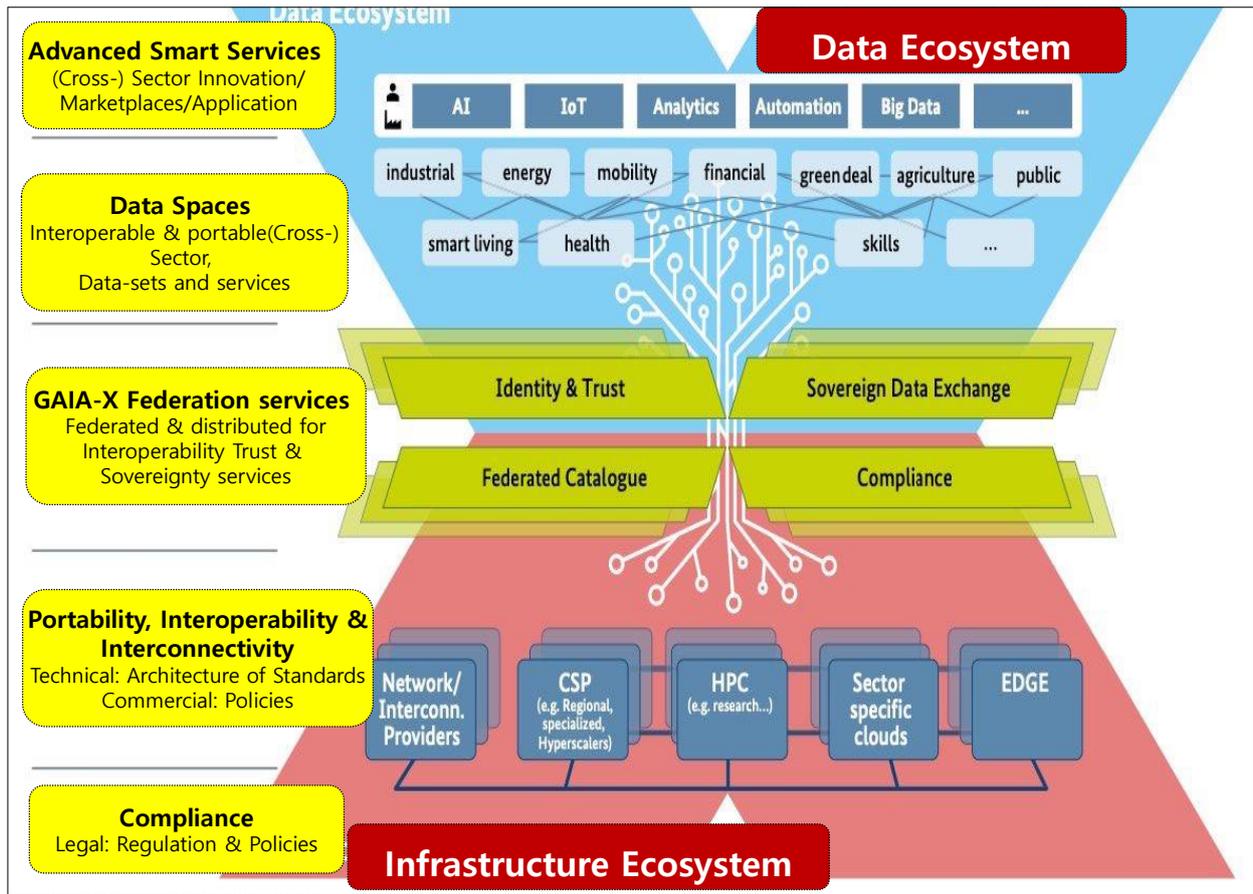
<https://urbact.eu/preparing-net-zero-energy-cities-and-regions>

<https://www.dguv.de/en/prevention/arbeitenvierpunktnull/technologien/index.jsp>

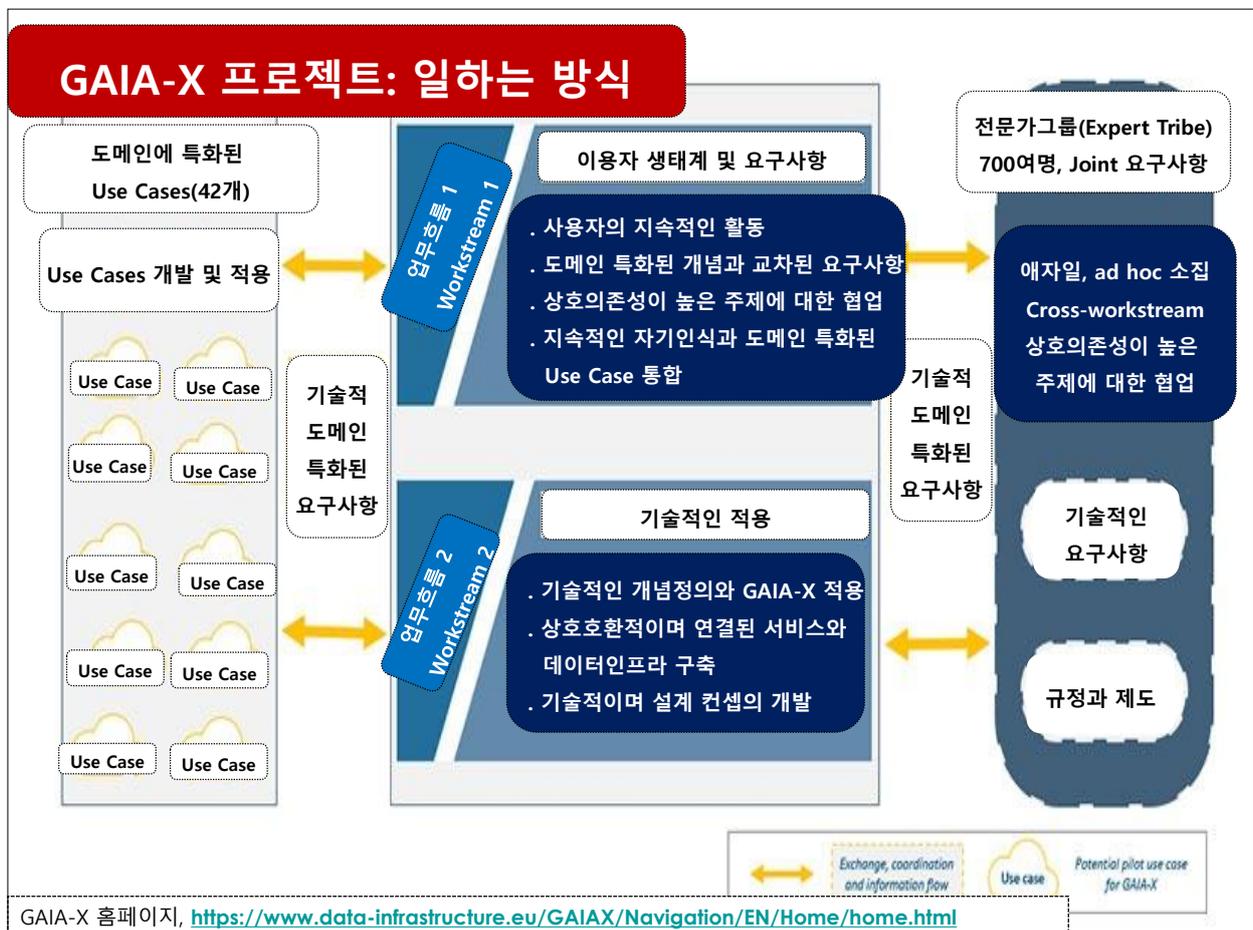
copyright © kiminsuk. 2020 All rights reserved.

page 4

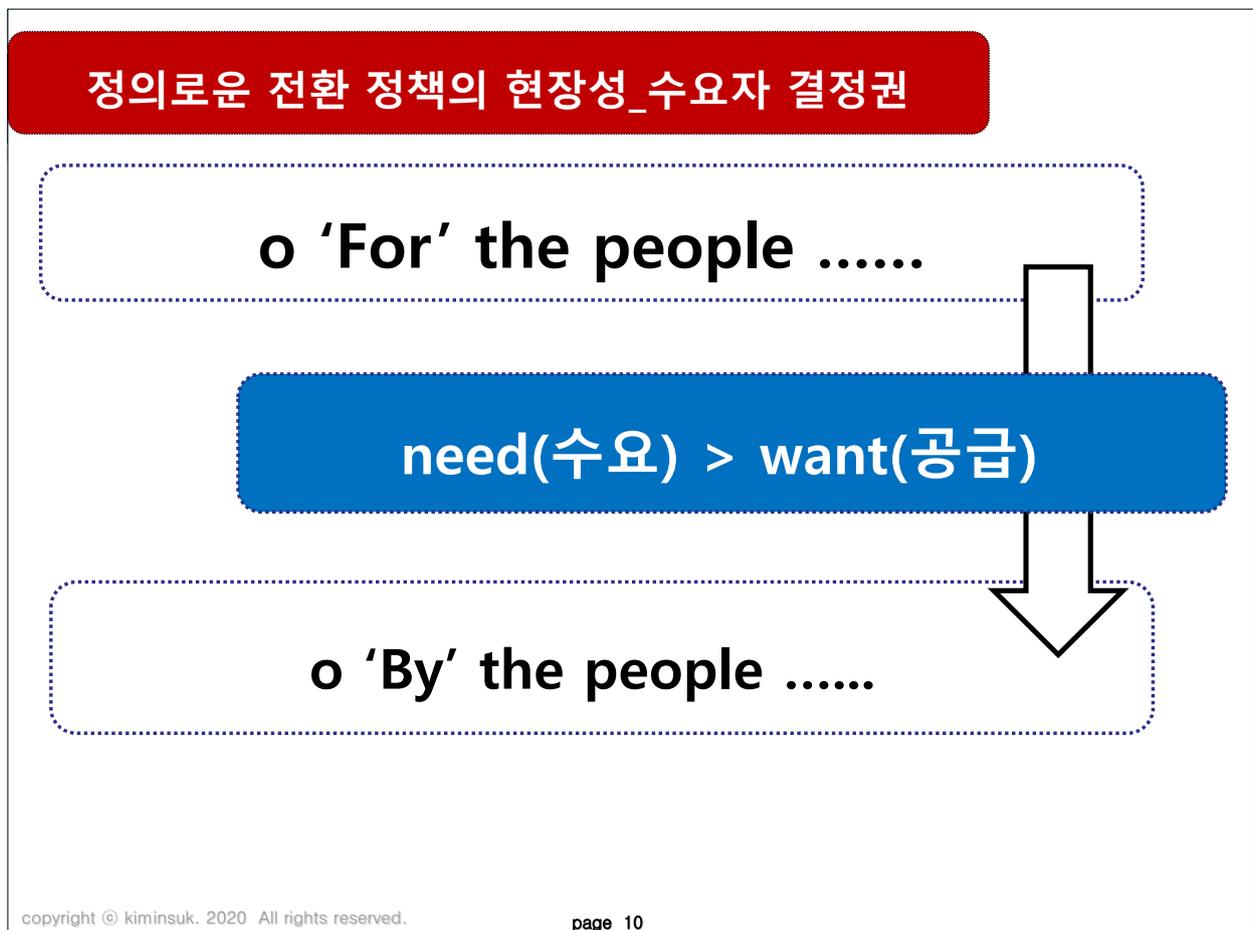
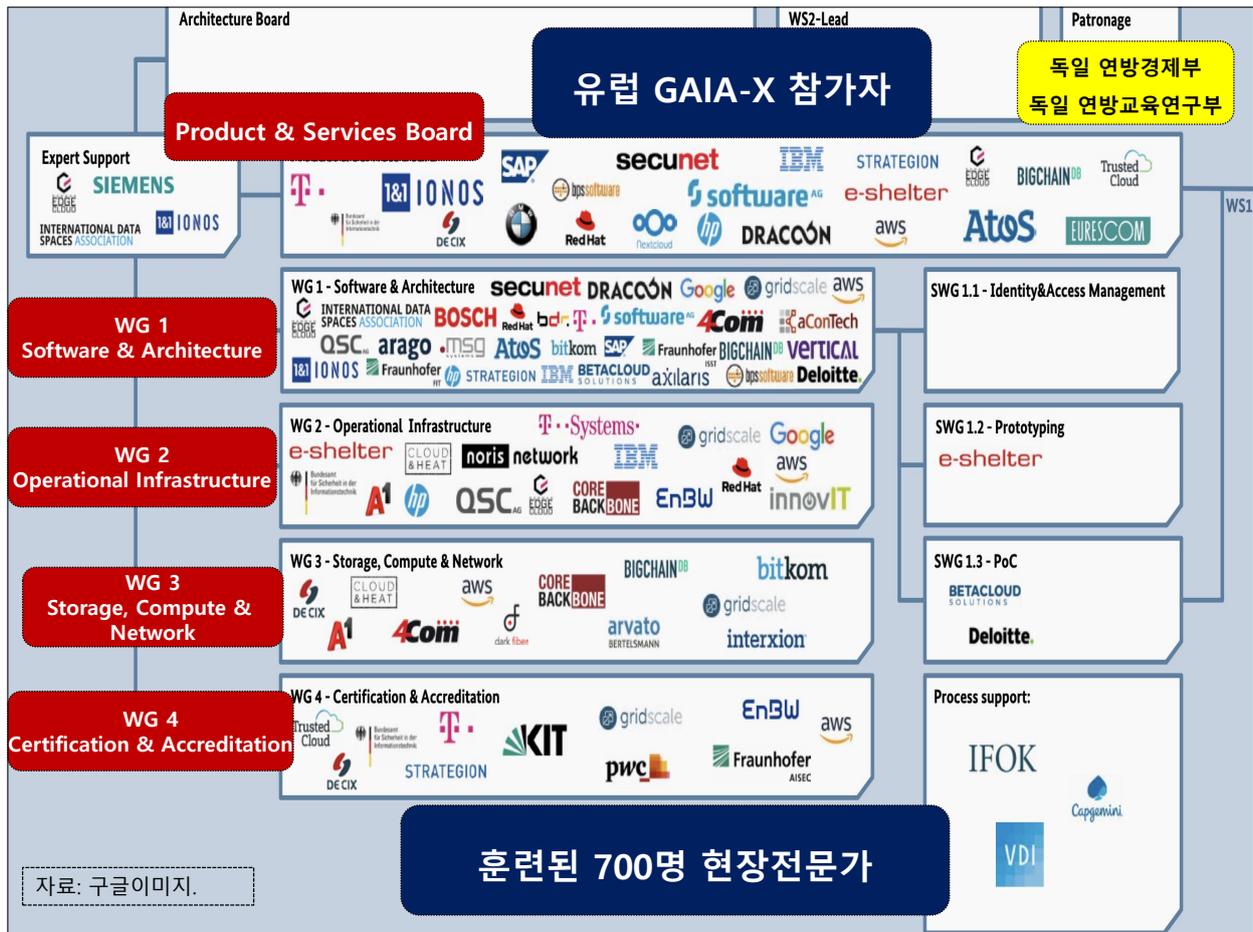




BMW(2020), GAIA-X: Technical Architecture.



GAIA-X 홈페이지, <https://www.data-infrastructure.eu/GAIA/Navigation/EN/Home/home.html>



2030 VISION For Industrie 4.0 Shaping Digital Ecosystems Globally

Autonomy

Technology development
Security
Digital infrastructure

Interoperability

Regulatory framework
Standards and integration
Decentralised systems
and artificial intelligence

Sustainability

Decent work and education
Climate change mitigation
and the circular economy
Social participation

BMW(2019), 2030 Vision for Industrie 4.0, Plattform Industrie 4.0.

UN Sustainable Development Goals(SDGs)



The 2030 Agenda for Sustainable Development

8. DECENT WORK
AND ECONOMIC GROWTH

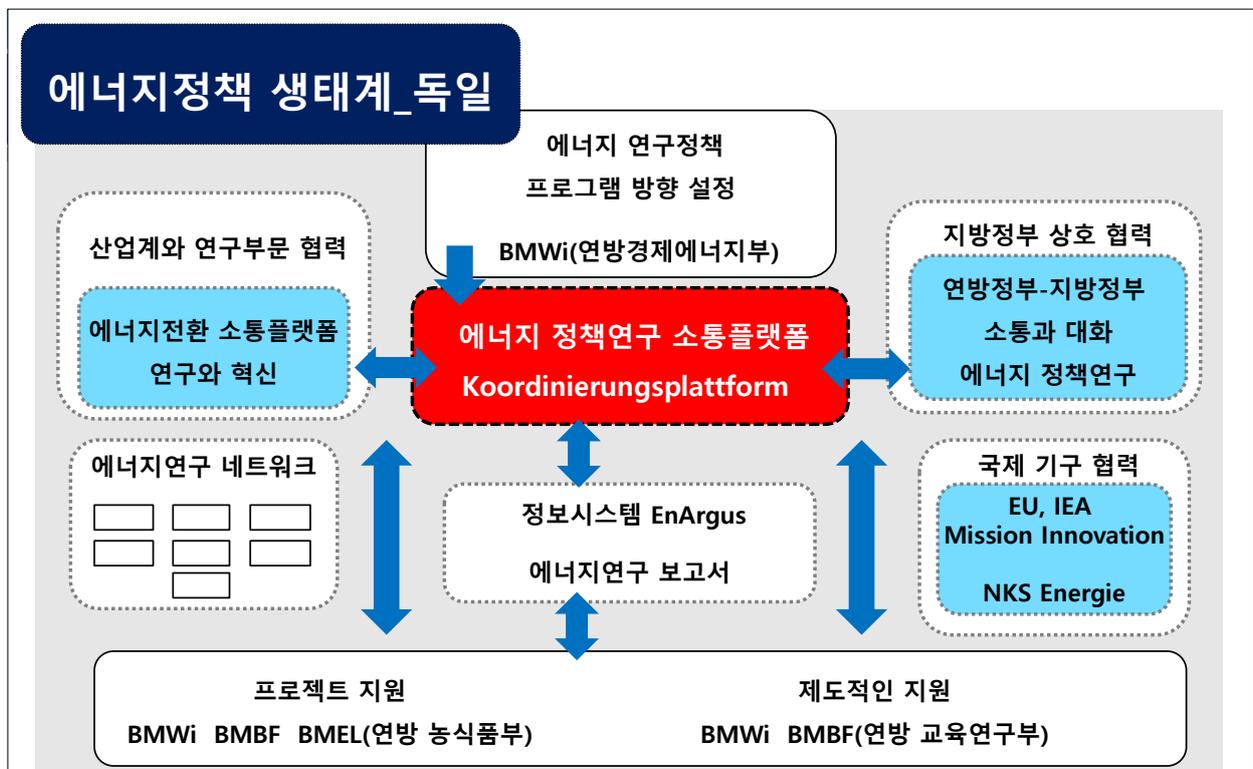
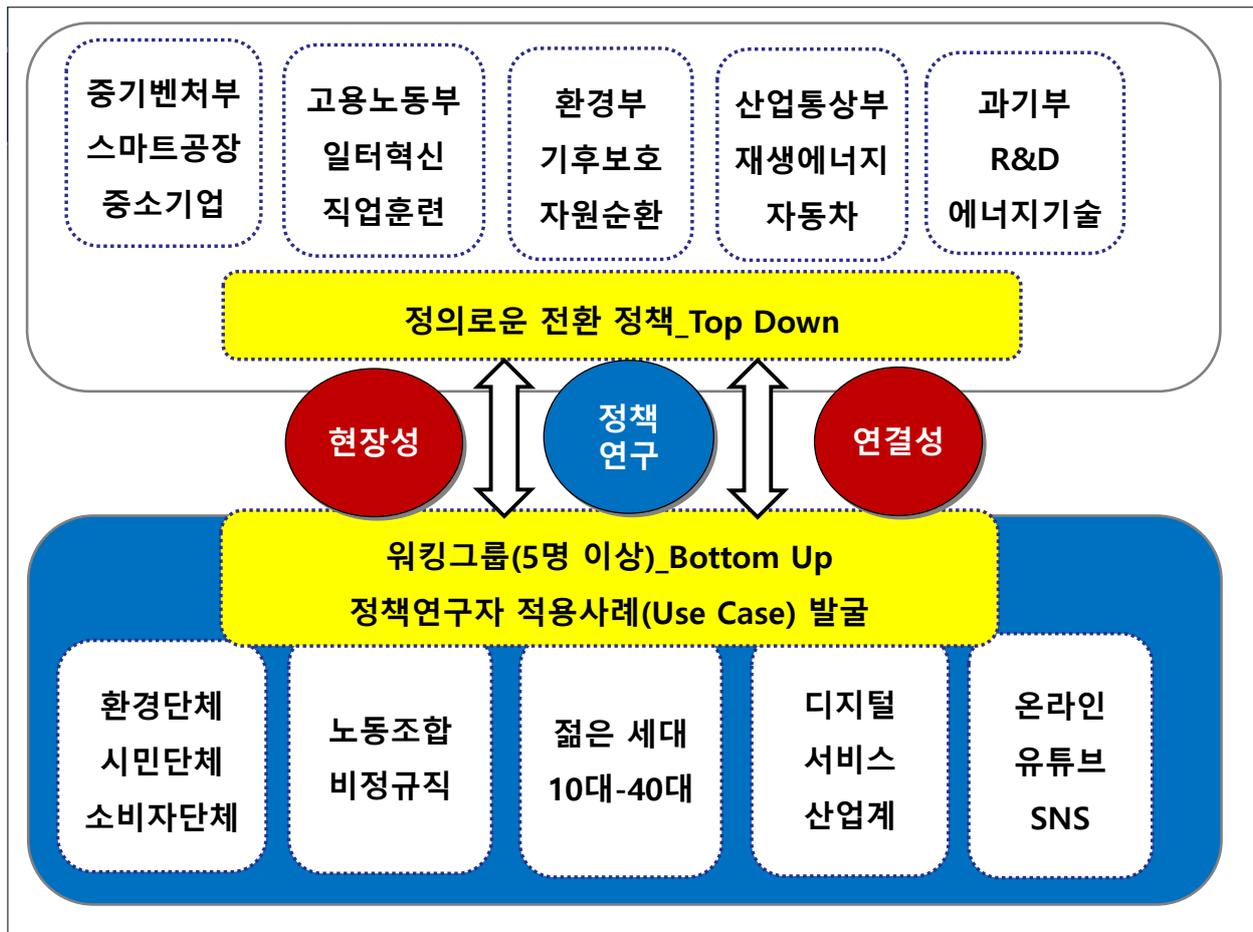
9. INDUSTRY, INNOVATION
AND INFRASTRUTURE

12. RESPONSIBLE CONSUMPTION
AND PRODUCTION

13. CLIMATE ACTION

United Nations, Sustainable Development Goals, <https://www.globalgoals.org/resources>.

BMW(2020), Nachhaltige Produktion: Mit Industrie 4.0 die Oekologische Transformation aktiv gestalten, Impulspapier der Task Force Nachhaltigkeit, Plattform Industrie 4.0.



Winkler, Jens(2017), Vorbereitungen 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung, Clusterkonferenz Energietechnik Berlin-Brandenburg, Potsdam, 2017.11.21. BMWi, Referat IIC5, Energieforschung-Grundsatzfragen und Strategie.

유럽 그린딜

유럽 그린딜(2050 기후 중립 목표 달성)
모든 정책 분야에서 기후 및 환경 도전을 기회로 전망
지속가능한 EU 경제 달성

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p>1. 신산업전략</p> <p>기후 중립화 디지털전환으로 에너지전환 및 경쟁력 강화</p> | <p>2. 수소전략</p> <p>수소를 유럽 그린딜의 핵심으로 인식하고 수소생태계 구축</p> | <p>3. 에너지시스템 통합전략</p> <p>에너지 효율 중심의 순환 에너지 시스템 재생에너지 비중 및 직접 전기화 수요 확대</p> | <p>4. 지속가능 스마트모빌리티전략 (2020년 말)</p> <p>수송부문에서 2050 온실가스 90% 감축 수송부문 수소사용 계획 구체화 예정</p> |
|---|---|---|--|

클린 수소 얼라이언스
수소 전략 로드맵에 따른 투자 아젠다 및 프로젝트 개발
EU 민관 이해관계자(공공/산업계/시민사회) 협력 지원

EU Commission(2020), Powering a Climate-Neutral Economy: An EU Strategy for Energy System Integration, COM(2020) 299 final. COM(2020) 301 final. COM(2030) 102 final. 현대자동차그룹 수소산업연구소 자료.

위기산업 지원 국내사례

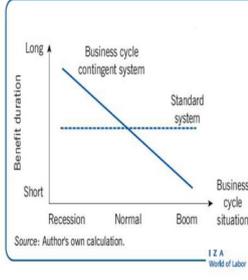
특별고용지원업종(조선업 희망센터 설치)
고용위기지역(울산동구, 거제, 통영, 고성, 창원, 진해, 군산, 목포/영암)
산업위기대응 특별지역
(울산동구, 거제, 통영/고성, 창원진해, 군산, 영암/목포/해남)

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>고용개발촉진지역 (2009. 7. 1) 고용촉진특별구역 (2013. 1월) 고용위기지역 (2013. 12월) 특별고용지원업종 (2015. 12월) 고용위기지역 (2018년 3월)</p> | <p>중앙정부 사업주 지원</p> <p>지역고용촉진 지원금 고용유지지원금 사회보험료 납부 유예 재직자 훈련지원 확대</p> | <p>중앙정부 근로자 지원</p> <p>직업훈련 확대지원 취업성공패키지2 구직급여 특별연장 생계비 지원</p> | <p>지방정부 지원</p> <p>지원맞춤형 일자리 사업 소상공인 경영안정 자금지원</p> |
|--|--|---|---|

2013년부터 시작된 조선업 위기를 극복하기 위해 업종 및 지역 지원
조선업 고용위기 감소효과 및 건설업 등 유관분야로의 전직에 도움
근로자들의 심리적 안정과 조선업 회복기의 재취업 등에 기여

위기산업 지원 해외사례

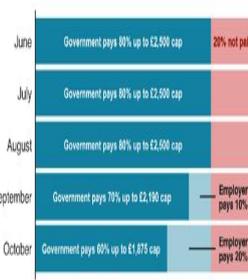
Enterprise Zone(성장을 통한 고용증가와 세수확대, 외재적 개발, 낙수효과, 기업을 통한 협력관계, 시장과 계약을 통한 매개 등)
Empowerment Community(포괄적/전략적 발전을 통한 사회 및 경제발전, 내생적 개발, 지역내 협력적 네트워크 구축 및 참여 등)

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>미국의 러스트 벨트</p> <p>2008년 금융위기 당시 GM과 Chrysler 파산 디트로이트도 2013년 파산 선언 신산업 및 지식산업 제조업 르네상스 정책 제조업 리쇼어링 지원 디트로이트 2018년 10월 실업률 3.9%</p> | <p>경기변동에 따른 탄력적 실업급여</p>  | <p>프랑스 고용 인센티브</p> <p>2009년 프랑스 청년 실업률 24% 파트타임 근무방식 개선 임금손실 보상 확대 부분실업 수당 상향 조정 프랑스 파트타임 2009년 265,000에서 2010년 92,000으로 감소</p> | <p>복지급여/일자리 연계</p> <p>독일 루르(Ruhr) 지역 금속 및 전기산업 집단 인력풀 스웨덴 Vastkraft의 기술 및 훈련 개선</p> |
|--|---|--|--|

소수의 산업이 특화된 지역의 산업이 쇠퇴하면 고용위기 수위가 증가→연관산업 다변화 필요
고부가가치 창출을 위한 새로운 산업에 대한 투자 및 인력양성 필요(협력관계 구축 필요)
위기를 극복하기 위해서는 창의적인 대안들을 창출하여 다양한 방면에서 축적의 시간

코로나19 고용위기 극복

2020년 초반 예기치 못한 코로나19의 발생으로 경제위기 발생 일자리의 위기가 발생하고 있으나 많은 국가들이 천문학적 규모의 '재난지원금'이나 '고용유지지원금' 등을 지원하여 극복 노력
미국 등은 실업률이 높아지는 했으나 일시휴직 등으로 극복 노력

| | | | |
|---|---|--|--|
| <p>미국의 PPP(Pay Protection Program)</p> <p>고용유지 시 두 달의 인건비, 모기지, 임대료, 공공요금 등 지원 600만개 중소기업에 약 419조 지원 약 3,000만개의 일자리 고용유지 세액공제제도 도입 등</p> | <p>영국의 고용유지 지원제도</p>  | <p>독일의 단축근로제</p> <p>2008년 금융위기 극복에 성공적 평가 단축된 근로시간에 대한 보상(약 60%) 75만개 기업의 약 천 만명 근로자 지원</p> | <p>프랑스의 휴업수당</p> <p>세전임금 약 70%를 휴업수당으로 지원 82만개 기업의 약 천만명에게 적용 약 1,100억 유로의 지원금 마련</p> |
|---|---|--|--|

한 나라 경제가 붕괴되어 이를 다시 구축하는 비용보다는 고용을 유지하는 것이 더 효율적
기존의 재정건전성 등의 원칙에 연연하지 않고 고용위기를 극복하기 위해 적극적으로 지원
'탄소중립사회'로의 이행과정에서 발생하는 정의로운 전환 관련 이슈에도 적용 가능함

독일 루르지역: 정의로운 전환 시사점

1. 독일 루르지역(Ruhrgebiet): 1850년부터 150년 간 석탄(채광, 석탄화력발전, 제철·제강 산업)이 지역 경제·공동체 성장유지 주도
 - 1960년대부터 루르 석탄의 가격경쟁력 약화; 1980~1992년 사이에 광부 40% 실직
 - 2007년 독일 정부가 석탄 보조금 단계적 폐지 결정; 2018년 마지막 탄광 조업 중단
2. 독일 루르 지역 전환 정책의 교훈(Anczewska et al., 2020; Galgóczi, 2019)
 - 단계적 석탄 관련 산업 폐지 계획을 되도록 빨리 확정, 가시화: 현실 인식이 늦어질수록 각종 보조금과 세금 낭비
 - 노동자 및 노동조합과 협상한 후 국가적 합의 도출: 기존 산업 노동자가 조기 은퇴하면 정부가 막대한 적응 경비를 지원하여 재정적인 어려움 예방, 실업 노동자 개인 맞춤형 재취업 지원 사업
 - 기존 산업을 대체할 수 있는 대형 산업이 나타날 때까지 기다리면 안 됨: 중소기업부터 육성해야 과도기를 이겨내기 쉬움
 - 기관 및 인프라를 구축하는 한편, 지역의 문화적 정체성을 형성: 대학 육성(지역 내 스타트업 성장 유도 등), 대중교통 인프라 및 여가생활 공간(공원 등) 구축, 기존 인프라는 역사·문화시설 및 관광자원으로 개발
 - 시민사회가 참여: 독일석탄위원회(Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung; WSB)의 위원 28명 중 5명이 NGO 대표로서 논의과정에서 기후변화 대응 원칙을 견지하고 지역민의 이해 대변

Anczewska, M., Grandpré, J. d., Mantzaris, N., Stefanov, G., & Treadwell, K. (2020). Just Transition to Climate Neutrality: Doing Right by the Regions. WWF Germany.

Galgóczi, B. (2019). *Phasing out coal – a just transition approach*. European Trade Union Institute.

copyright © kiminsuk. 2020 All rights reserved.

page 19

독일 루르지역: 정의로운 전환 정책 사례

1. 2019년 WSB의 과감한 결정(Galgóczi, 2019; DIW Berlin et al., 2019)

- 2038년까지 석탄발전 중단: 향후 20년 동안 지역 전환 지원에 400억 유로(약 530조 원) 투입
- 3대 목표: 국가 기후정책 목표 달성, 지역 구조조정, 안정적인 에너지 공급
- 갈탄 산업 중심지(Lausitz)는 지역 상공회의소와 대학 등이 구조조정 주도
- 에너지전환에 따른 에너지 요금 상승의 상당 부분을 지역민에게 감면해 줌
- 구조조정 지원을 위한 기금 마련(유럽연합, 독일 정부)

2. 전환 정책에 영향 받는 노동자의 인구학적 분석(DIW Berlin et al., 2019)

- 단순히 전체 노동자 수에 대한 대책이 아니라, 현재의 노동자와 미래의 노동자를 구분
- 현재의 노동자는 나이에 따라 은퇴 후 지원책 마련
- 젊은 현재 노동자들에게 더 나은 일자리 기회 제공, 차별화된 미래형 일자리 준비(에너지전환: 재생에너지 산업, 건물 리모델링, 에너지효율화 사업, 전기자동차, 디지털화 등)

3. 삶의 질을 향상하고 지역의 매력을 높여 주민이 지역을 떠나지 않도록 지원

- 문화 활동, 여가 활동 지원
- 시민사회 활동을 최대한 지원: 예술, 문화, 전통 보존, 젊은 가족을 위한 서비스 등
- 기존의 지역 기업들이 지역발전기금을 조성하여 비용 감당
- 석탄이 없는 지역의 미래상을 그리는 대규모 연구

DIW Berlin, Wuppertal Institute, & Ecologic Institute. (2019). Phasing out Coal in the German Energy Sector: Interdependencies, Challenges and Potential Solutions. DIW Berlin, Wuppertal Institute, & Ecologic Institute.

Galgóczi, B. (2019). *Phasing out coal – a just transition approach*. European Trade Union Institute.

copyright © kiminsuk. 2020 All rights reserved.

page 20

한국의 정의로운 전환 관련 논의

1. 정의로운 전환을 위한 에너지기후정책연구소

- 한국사회 민간연구기관으로 정의로운 전환 담론과 관련 연구 지속
- 충청남도 지역에너지계획 수립에 참여 하면서 탈석탄과 정의로운 전환 연구
- 충남연구원과 공동으로 탈석탄과 노동자 인터뷰 연구 진행

2. 충청남도 그린 뉴딜과 정의로운 전환 위원회 구성

- 우리나라 석탄발전소 60기 중 30기가 위치한 충청남도 탈석탄 정책 추진
- 충청남도 그린 뉴딜 정책은 <정의로운 전환> 표방, 정의로운전환 기금 마련 촉구
- 충남연구원 정의로운전환 정책 연구 진행 중

3. 정부와 국회 차원의 정의로운 전환 정책 추진

- 녹색성장위원회 제3차 녹색성장 5개년 계획에 정의로운 전환 명시
- 국회 이소영 의원 <기후위기대응을 위한 탈탄소사회이행기본법>에 정의로운전환 지원센터
- 국회 양이원영 의원 <에너지전환지원법> 발의 정의로운 전환 법제화
- 정부 <2050탄소중립을 위한 추진전략>에 공정전환 제시
 - 정책만 제시한 채 실행주체 명시하지 않음
- 정의로운전환 정책을 논의할 거버넌스 기구 필요

2-4. 정의로운 에너지전환

에너지 빈곤층 복지 강화

- 에너지 복지 인프라 강화
- 에너지 취약계층 지원 대상 확대

에너지 갈등의 효과적 해결

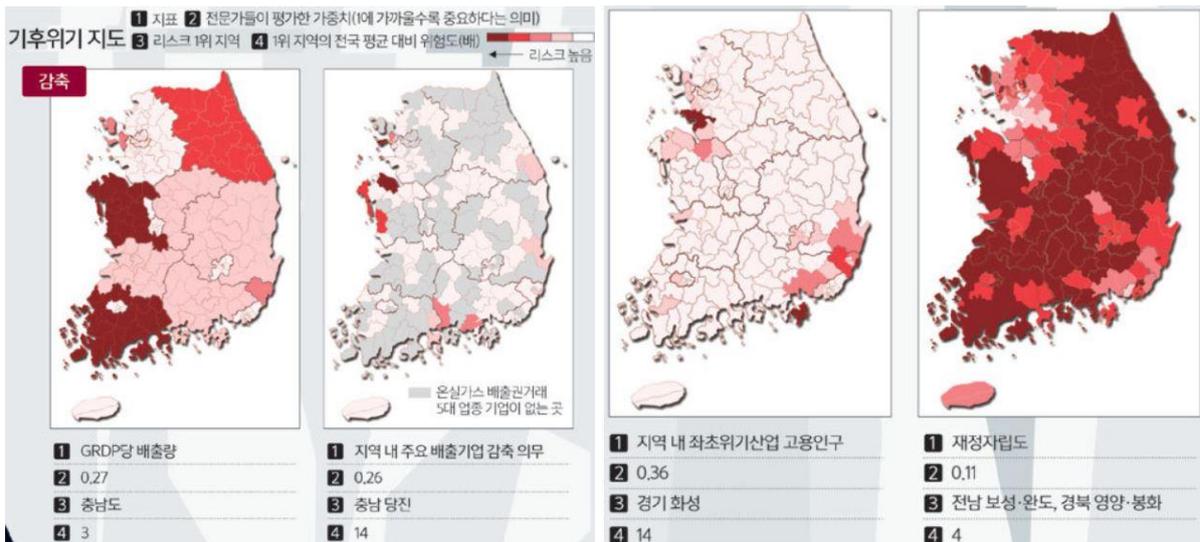
- 에너지 분야 갈등관리시스템 운영
- 투명한 에너지정보 공개를 통한 국민수용성 제고

에너지전환에 따른 지역사회 복원대책 추진

- 지역별 맞춤형 사업 발굴 및 지원
- 기존 에너지 설비의 전환을 위한 체계적 지원

제3차(’19-’23) 녹색성장 5개년 계획 (2) 안전하고 깨끗한 에너지전환

기후위기에 따른 지역별 감축 리스크



감축 리스크 △지역내총생산(GRDP)당 배출량과 △지역 내 주요 배출기업 감축 의무 △지역 내 좌초위기업 고용인구 △재정자립도를 이용- GRDP당 배출량은 한 지역의 부가가치가 온실가스 배출에 의존도를 보여주는 지표, 충남 1위

세계일보, 2020.7.10 '너흰 만들어, 우리 쓸게'... 온실가스 감축 '환경 부정의' [기후위기 도미노를 막아라]
<http://www.segye.com/newsView/20200710512185>

충청남도 정의로운 전환 그린 뉴딜 촉구 결의안

정의로운 에너지전환 전략 세부 로드맵
정부에 정의로운 전환기금 제안 - 발전소 조기 폐쇄에 따른 노동자 대책 마련

- 결의안 제목: **충남의 정의로운 전환을 위한 그린뉴딜 촉구 결의안** (2020.5.28.)
- 요청 사항: 2020년 5월 20일 '한국판 뉴딜'정책에 포함된 '그린 뉴딜' 정책이 산업구조 개편에 취약한 충청남도에 우선적으로 추진될 수 있도록 지원하고, 지역특성과 여건에 맞는 산업구조 전환을 위한 지방정부의 참여보장과 함께 계층 간 양극화와 불평등을 해소할 수 있도록 정의로운 전환을 위해, 적극적인 노력을 해줄 것을 촉구함.

<충남도의회 그린뉴딜 결의안 내용 중>

우리는 '그린 뉴딜'이 기후위기와 더불어 저출산·고령화·양극화라는 사회위기를 극복하고 지속가능하고 새로운 성장 동력을 확보하기 위한 종합적인 정책이기를 바라면서 다음과 같이 촉구한다.

하나, 정부는 석탄화력발전소 집중지역 등 산업구조 개편에 취약한 충청남도에 '그린 뉴딜' 사업이 우선적으로 추진될 수 있도록 지원하여 친환경 산업구조로의 전환을 지원하라.

하나, 정부는 공공부문이 '그린뉴딜' 사업을 주도한다는 원칙을 명확히 하고, 지역특성과 여건에 맞는 산업구조 전환을 위해 정책추진 과정에서 지방정부의 참여를 보장하라.

하나, 작금의 코로나 경제위기 사태 극복과 함께, 계층 간 양극화와 불평등을 해소할 수 있도록 재분배 정책을 함께 추진하고, 사회적 약자들의 피해를 최소화할 수 있도록 정의로운 전환을 약속하라.

탈탄소사회 이행기본법 정의로운 전환 지원센터

'기후위기 대응을 위한 탈탄소사회 이행 기본법' 발의

법 제정의
목적

섭씨 1.5도 이내로 제한 - 2050년 탄소중립 달성·목표 법제화
탈 탄소 경제·사회구조 대전환
'정의로운 전환 원칙'

법 주요 내용

계 획

탈탄소사회 이행 위한
국가전략 수립
국가기후위기대응기본
계획 수립 시행
공공기관기후위기대응
계획 수립 시행
에너지기본계획
수립 시행
(20년 5년 단위)

조 직

중앙행정기관 대통령
소속 국가기후위기위원회
지방기후위기위원회
산업전환특별지구
정의로운전환지원센터
탈탄소사회이행책임관
에너지협동조합

제 도

온실가스 종합정보관리
총량제한 배출권 거래제
기후위기영향평가
에너지전환정책
기후위기 적응 수립시행
기후위기대응기금
조세·금융체계 개편
공공녹색제품 우선 구매
국제사회 대응 강화협력

실행 부문

탈탄소 경제와 산업 육성·지원, 탈탄소기술 연구개발 사업화, 재생가능에너지 기반 에너지전환, 녹색건축물, 탈탄소 교통체계 구축, 친환경 농산물 생산기술 개발 및 탄소흡수원 확충, 지속가능한 국토 보전·관리, 탄소중립도시 조성, 탈탄소의 생산·소비 문화, 생활 실천

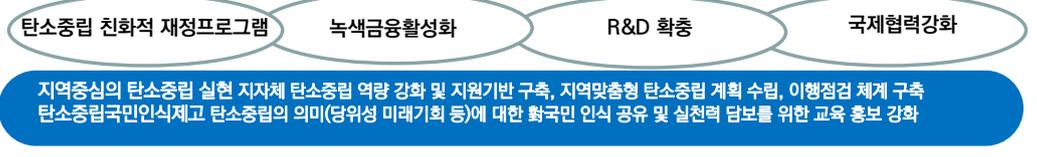
자료: 이소영 의원 발의 (2020.11.11). 기후위기 대응을 위한 탈탄소사회 이행 기본법 재구성.

2050 탄소중립 추진전략과 정의로운 전환

“적응적(Adaptive) 감축”에서 “능동적(Proactive) 대응”으로

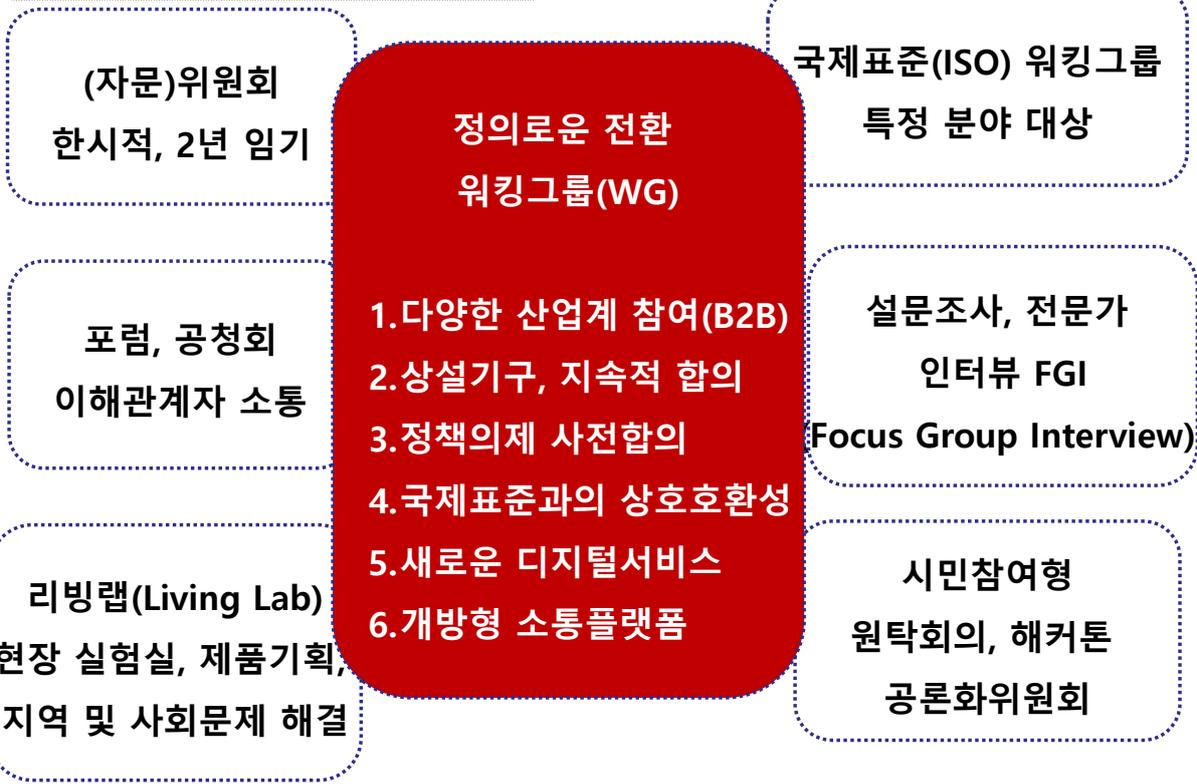
비전: 탄소중립·경제성장·삶의 질 향상 동시 달성
 조직: 2050 탄소중립위원회 + 2050 탄소중립위원회 사무처
 운용: 사회적 합의 도출+전략적 우선순위 설정 → 단계적 성과 확산

| | | |
|---|--|---|
| 에너지전환 화석연료 중심 → 신재생에너지로 에너지 공급원 전환, 전력망 확충 및 구조혁신, 분산형 전원체계 확대, 재생에너지, 수소, 에너지 IT 등 3대 에너지신산업 육성 | 고탄소 산업구조 혁신 철강 석유화학 등 다배출업종의 저탄소 전환, 「①연 원료→②공정→③제품→④소비 자원 순환」 순 과정의 탄소중립중소사업장 대상 맞춤형 공정개선 설비보급 | |
| 미래 모빌리티 내연기관차의 친환경차 전환 가속화, 보행자·친환경 교통수단 전환, 철도인프라 확충, 수소 암모니아 친환경선박 개발 확산 및 항만 인프라 구축 | 도시·국토 저탄소화 탄소중립도시 조성(노후건물 그린리모델링, 제로에너지 건물), 국토 분산 압축적 개편, 생태기반 회복력 강화, 산림, 갯벌 등 농림 해양 활용 탄소흡수 기능 강화, 농축수산업 저탄소 생산기반 확대 | 신유망산업육성 저탄소신산업(이차전지, 저전력반도체, 바이오, 그린수소), 기후산업(그린서비스, CCUS) 본격 육성 |
| 혁신 생태계 저변 구축 그린 경제를 선도하는 혁신 벤처 스타트업 집중 육성, 지역산업 개편, 그린기술 상용화, 탄소중립 규제자유특구 확대 | 순환경제 활성화 주요 원료의 순환 로드맵 작성, 산업별 재생자원 목표율설정·강화, 소비자의 수리·리폼 권유 강화, 선별·재활용 시스템 선진화, 재제조 | 취약 산업·계층 보호 및 신산업 체계 편입 석탄발전 내연기관차 산업 전환 지원, 산업별 전환 지원방안 마련, 지역에너지산업 전환연구, 맞춤형 직업훈련·재취업 지원, 고용영향평가 |

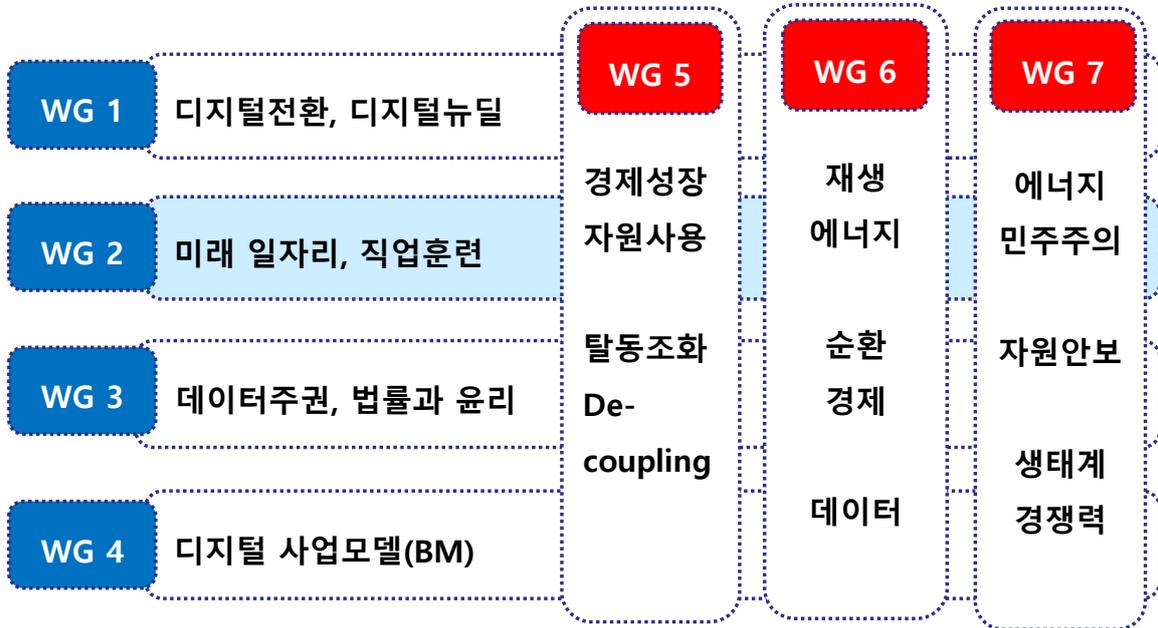


관계부처 합동, 2050 탄소중립을 위한 추진전략, 2020년 12월 7일.

다양한 방법론 실험



정의로운 전환 정책플랫폼 워킹그룹(안)



고맙습니다.

김 인숙(isk7966@gmail.com)

5. 패널토론 1

원장묵 교수(한양대학교)

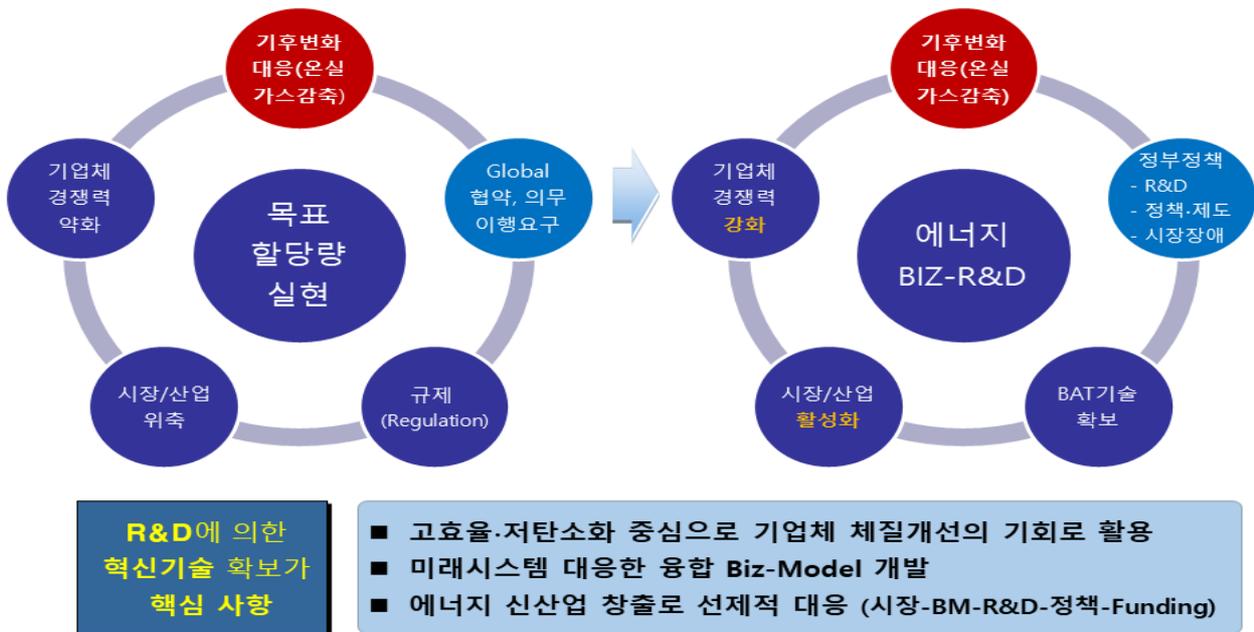
□ (주제) 탄소중립을 실현을 위한 에너지기술 R&D 혁신전략

○ 탄소중립(기후변화·온실가스감축) 대응 어떻게 할 것 인가?

① 목표할당량 - 규제 - 산업/시장 위축 - 경쟁력 약화 (악순환)

② 목표할당량 - BAT/혁신확보 - 산업/시장 활성화 - 경쟁력 강화 (선순환)

→ 탄소중립의 핵심은 경쟁력 확보 및 신산업 선점을 위한 능동적(Proactive) 전략이 중요 (즉, 시장확대 및 성장동력화 강화가 중요)



○ 국제에너지기구(IEA, 2017 ETP)는 **효율향상을 온실가스 감축기여도 가장 높은 정책수단**

- **효율향상 40%**, 재생에너지 35%, CCS 14%, 원자력 6%, 연료전환 5% 순

* 에너지 효율을 나타내는 에너지원단위(에너지소비량/GDP)는 OECD 최하위 수준('17 기준 35개국 중 33위)으로 '10년 이후 정체상태 지속

* 주요 선진국은 에너지효율 향상을 통해, GDP 증가에도 에너지소비는 감소하는 '**탈동조화(Decoupling)**'에 성공

○ 30년 감축 37% : 851 (**감축량 315**) 536백만톤 : 국내 219 (25.7%), 해외 96(11.5%)

- (수정안) 국내 감축량 32.5% 상향 조정

○ 혁신기술을 통한 절감수단 체인의 어느부분을 잘라야 하는가?

- 온실가스감축(정책측면) vs 성장동력(경제성)

→ 혁신기술을 통한 절감수단 체인 절단 (국내 여건 감안, 산업특성/경제성고려)

* 최종수요(효율향상)-1차에너지(발전효율, 연료전환)-화석연료대체(신재생)-CCUS

→ 효율적인 투자방향 및 운영을 위한 기술통계를 통한 감축량 산출 등 기반확충으로 투자 포트폴리오 설정 필요



○ 에너지 패러다임 변화 대응한 탄소중립 R&BD 전략

전략① 4차산업혁명과 연계한 융합 R&D를 통한 신산업 창출

- AICBM 연계한 신산업창출을 위한 비즈니스모델 개발로 미래에너지 시스템 대응 및 글로벌시장 점유

* 에너지 토탈솔루션, 디지털데이터/플랫폼/서비스, 스마트 에너지 커뮤니티

전략② 정책·제도·규제 연계한 전략품목 도출

- 정책제도 연계한 R&D-보급 선순환구조 확립

* 정책선도측면에서 해외의존도가 높은 국산화/수출품목 지원 강화

전략③ 단위기술 중심에서 System Integration으로 전환

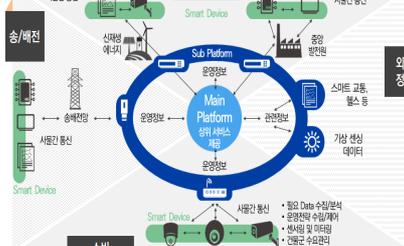
- 분산전원, 통합에너지시스템, 전력화 : 수요-공급의 균형화
- * 부품소재장비 활성화 : 대기업-중소기업 상생체계, **supply chain** 육성

전략④ R&D와 투자사업 연계를 통한 효율성 제고

- 투자사업(지자체, 공기업)과 연계한 실증/시범사업 강화
- * 정부주도 → 시장주도 : **민간 시그널** 기능 강화

전략⑤ Top-Down방식 기획으로 대표 전략과제(브랜드) 발굴

- 에너지 가치창출형 프래그쉽 프로그램 : 효율성(성능), 코스트 저감, 경제성 고려
- Energy-value R&D개념 : 다양한 에너지원, 산업간 기술융합(AICBM)을 통한 새로운 가치(Value)와 Biz-model을 창출하는 기술개발
- 에너지기술 연계시스템 구축(3E : E-Community, E-Platform, E-Life)으로 기술가치 연결
 - * 플랫폼 형태 : 서비스, 비즈니스, 제조, 운영 등
 - * 토탈 에너지솔루션 : 최적화

| E-Community (네트워크) | E-Platform (서비스,공유) | E-Life (삶의 질) |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> • 스마트시티, 산업단지 내 제로 에너지화 구축, 네트워크 내 에너지공급·수요·순환 달성 | <ul style="list-style-type: none"> • 공공데이터 기반의 동적요금제, 수요예측등의 에너지 수요 관리 공유 서비스 제공 | <ul style="list-style-type: none"> • 미세먼지 저감, 에너지안전 실시간 모니터링, 친환경 설비 고도화(수소스테이션) 등 |

6. 패널토론 2

석광훈 전문위원 (녹색연합)

□ 전력부문 기술적 쟁점

- 획기적 재생에너지 확대를 위해서 경제성, 설치용이성 개선이 필요하며, 실리콘기반 태양광의 대체재료기술 상용화 촉진필요
 - 국제과학저널 Perovskite PV 논문등재만 지난해 4,400건(누적 16,000여건)
 - OxfordPV, Stanford 등 국제적으로 perovskite 산학연사업, 벤처증가추세
- 재생에너지 간헐성 해결을 위해 ESS역시 안전성, 저장시간 개선이 필요하며, 리튬이온의 대체재료, 비화학적 저장수단 상용화 필요
- 궁극적으로 그린수소 양산체제가 재생에너지의 대량공급 및 효율적 소비, 전력계통 안정성 유지를 위해 불가피해 보임.
 - 그린수소는 가스터빈의 혼소·전소용 연료로 사용이 추진중(미,일)이기에 미래 전력계통의 '물리적 관성' 유지에도 큰 기여를 할 수 있음
- 독일·일본의 시범사업에서 전기분해기술은 10MW급에 머물러, 그 이상의 대규모장치 상용화를 위해서는 정유업체들의 참여필요
 - 유럽,미국 정유업체들의 2/3가 전기분해 수소생산기술에 직간접적 투자
 - 국내 정유업체들의 적극적 참여를 촉진하기 위한 정책 필요
- 이상 전략적 기술들에서 성과를 내기위해서는 핵융합, CCS 등 상용화전망이 낮은 비본질적 기술들의 예산최소화, 선택과 집중필요

□ 수송부문 기술적 쟁점

- EU기후정책이 강조하는 생애주기·순환경제원칙과 국내 전력부문의 높은 석탄의존도 고려시 수송부문의 맹목적 전력화는 경계필요
 - EU 전기차관련 환경영향평가지 CO2외에도 육상·하천 생태독성, 보건영향 등 포괄적인 평가진행 (석탄발전비중은 모든 평가항목의 독립변수)
 - 국내전력부문 탈석탄 추세를 반영한 정교한 수송부문 전력화정책 필요

- 국내 수송부문은 중단기적으로 Fuel Switching보다 Modal Shift가 더 획기적인 저감효과를 가져올 수 있음(특히 화물수송).
 - 국내수송부문의 최대맹점은 OECD 최고수준의 화물차 유가보조, 화물수송 도로분담률(80%), 화물차공차율(43%), 화물차의 CO₂배출비중(40%)임.
 - 그러나 화물차의 수소화·전기화는 high-tech, high-cost로 이행에 한계.
- 'Low-tech' 수단중 철도역사를 개조, 수도권 하역후 공차로 남하하는 화물차들을 철도운송(ro-ro)할 경우 막대한 배출량 저감가능
 - 이후 적응추세에 맞춰 철도의 화물컨테이너 운송으로 본격적 전환추진
- 반대로 세계최고수준의 high-tech IT인프라를 보유했음에도 불구하고 디지털 운행기록계를 '아날로그' 방식으로 운영하는 병폐존재
 - 국내 화물차, 택시에 유가보조금 부정수급 방지를 위해 디지털 운행기록계를 의무설치했으나, 실시간 운행모니터링 대신 기록계 제출에 의존
 - 독일, 벨기에, 오스트리아 등은 화물차의 디지털 운행기록계를 통해 실시간 모니터링과 운행거리, 차축, 엔진배출등급을 기준으로 통행료징수
 - 싱가폴은 올해 전 차종에 대해 실시간 거리기준 통행료체제로 전환할 예정이었으나, 디지털 운행기록계의 기술적 문제로 시행을 2년뒤로 연기
- 국내 전 차종에 대해 디지털기록계 의무화, 실시간모니터링, 거리기준 통행료(RUC) 체제로 전환 검토 필요
 - 교통당국은 국내 수송부문 전반에 대한 체계적 데이터를 구축해 에너지 효율 및 서비스개선, 개별운전자들은 효율적 운행을 도모할 수 있음
 - 해외에서 이 같은 전환이 어려운 이유는 통상적으로 거론되는 프라이버시에 대한 우려가 아니라 IT인프라 부족 또는 전환비용 문제가 더 큼
 - ※ 영국에서 서베이결과 프라이버시는 생각보다 우려사항이 아니었으며, 오히려 특정 업종에 국한해 적용할 경우 형평성문제가 우려대상

□ 건물부문 기술적 쟁점

- 국내 건물부문 에너지수요관리 정책은 오랜기간 해외 선진프로그램들을 빠르게 도입해 '백화점'식으로 구비하고 있으나 효과 의문.
 - 각종 효율기술을 장려하는 정책들도 과도하게 '관제화'되어 있는 반면,

- 관련 기술산업 생태계가 빠르게 성장할 만큼 유인은 부족
- 이명박정부에서 추진했던 '스마트그리드'가 왜 실패했는지 심층평가필요

- 주거용건물의 에너지원인 전력과 도시가스의 가격이 시장과 동떨어진 가격통제, 교차보조로 신기술진입과 산업생태계형성 저해
 - 기존 기술프로그램들의 개선도 중요하지만 먼저 전력, 도시가스 시장의 개방과 소비자들이 시장가격에 반응하도록 하는 개선이 선행되어야 함

□ 정의로운 에너지전환 관련 기술적 쟁점

- 에너지전환과 관련한 사회적 형평성문제는 1) 에너지업종에서 업종전환을 해야하는 그룹, 2) 에너지소비자 특히 에너지빈곤문제 등에 선명하고 유효한 정책이 필요함
- 1980년대 국내 주택부문 연료전환과정에서 기존 연탄생산업종을 도시가스 업종(삼천리, 대림, 동원 등등)으로 전환시켰고, 폐광지원책으로 강원랜드, 골프장 등 각종 유흥산업개발이 추진되었음.
 - 도시가스로의 업종전환은 성공적이었으나, 폐광지원대책은 장기간 천문학적 지역 토목, 개발사업비용만 지출되었을 뿐 실제 탄광종사자와 지역경제에 미친 낙수효과는 확인되지 않음.
- 에너지전환으로 직접적인 영향을 받을 에너지업종들은 크게 원자력(두산중공업 및 부지주변지역), 석탄화력(발전자회사 및 부지주변지역), 정유산업 등임.
 - 이들을 모두 연탄-도시가스 사례처럼 전환하는 것은 불가능하지만 기존 정유업종의 수소산업전환은 기술적 연관성 면에서 시도가치가 있음
 - 폐지되는 석탄화력 부지들의 경우 발전소주변지역 지원사업의 중단으로 인한 지역사회 문제 등을 신속해체철거후 재생에너지사업으로 전환시 상당부분 해소될 수 있을 것임
- 유사복지수단으로 활용되어온 전력·가스가격은 에너지전환을 위해 국제연료가격과 연동이 불가피하며, 기본소득, 에너지쿠폰 등 복지정책의 체계화를 통해 에너지가격과 복지정책간 탈각화 필요. -이상-

