제주 에너지전환 세미나

주관 : 한국신·재생에너지학회 The Korean Society for New and Renewable Energy (풍력부문 위원회)

주최 : JEF 제주에너지포럼 JEJU ENERGY FORUM, 에너지전환포럼, KETEP 한국에너지기술평가원 Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning, KPX 전력거래소 KOREA POWER EXCHANGE, KWEIA 한국풍력산업협회 KOREA WIND ENERGY INDUSTRY ASSOCIATION

후원 : WSA Wind Service Association, Cu 국제구리협회 Copper Alliance, KOEN 한국남동발전 KOREA ENERGY, 한국남부발전(주), 한국중부발전(주), SK D&D, DOOSAN 두산중공업

○ Sesson Ⅰ : 제주 신 · 재생에너지 간헐성 해소방안(2021/4/15)

시 간	발표내용	비고
14:10～14:20 (10 ‘)	축사	윤형석 제주도 미래전략국장(영상)
14:20～14:50 (30 ‘)	에너지전환을 위한 전력시장 · 계통 개편 방향	홍익대 전영환 교수
14:50～15:20 (30 ‘)	제주지역 출력제한(Curtailment) 해소방안	연세대 강용철 교수
15:20～15:50 (30 ‘)	제주 풍력발전 출력제한 현황과 대응방안	제주에너지공사 김동완 선임연구원
15:50~16:05 (15 ‘)	제주 출력제한 대응 TF 운영(안)	한국풍력산업협회 최덕환 대외협력팀장
16:05～17:05 (60 ‘)	-발표자 논의 -맺음말(좌장)	좌장 : 김세호 제주대 교수 ※제주에너지공사 부호준 운영총괄팀장(토론자 교체)

○ Sesson Ⅱ : 제주 에너지전환 실증 시범지역 추진전략(2021/4/16)

시 간	발표내용	비고
09:00～09:05 (5 ‘)	인사말	이준신 한국신 · 재생에너지학회 회장
09:05～09:10 (30 ‘)	축사	위성곤 의원(영상) ※제주에너지포럼 공동대표
09:10～09:30 (30 ‘)	제주도, 에너지전환 실증단지 추진 -제주지역 에너지전환 실증을 통한 국가 에너지전환 실현	성진기 에기평 공공R&D센터장
09:30～10:00 (30 ‘)	제주 CFI 2030 추진계획 실현과 당면 과제.	김미영 제주도청 저탄소정책과장
10:00～10:30 (30 ‘)	그린뉴딜과 전력시장.	전력거래소 제주본부 김영환 본부장
10:30~11:00 (30 ‘)	제주 재생에너지 확대 방안(수용성) -서귀포 대정읍 사례를 통한 주민수용성 인식제고 방안.	에너지전환포럼 청년 프론티어 바람과 함께 사라지다팀 송현석 단원
11:00～12:00 (60 ‘)	- 발표자 논의 - 맺음말(좌장)	좌장 : 김범석 제주대 교수

○ Sesson Ⅲ : 제주 에너지산업 융복합단지 추진 방안(2021/4/16)

시 간	발표내용	비고
13:25～13:30 (5 ‘)	인사말	기성섭 실장 에기평 융합기획실장
13:30～14:00 (30 ‘)	에너지산업융복합단지 추진현황	김태형 팀장 에기평 융합기획실
14:00～14:30 (30 ‘)	광주전남 에너지산업융복합단지 조성전략	윤지영 이사 키투웨이
14:30～15:00 (30 ‘)	새만금 에너지산업융복합단지 조성전략	박상욱 매니저 한국능률협회컨설팅
15:00～15:30 (30 ‘)	충북지역 에너지융복합단지 조성계획	문진철 팀장 충북TP
15:30～16:50 (80 ‘)	- 발표자 논의 - 맺음말(좌장)	좌장 : 김호민 제주대 교수 ※키투웨이 권영상 대표(토론자 교체)

[인사말]

이 준 신
한국신·재생에너지학회 회장

한국신·재생에너지학회 산하 전문연구회인 풍력부문위원회의 제주 에너지전환 세미나를 유네스코 세계자연유산의 도시 제주특별자치도에서 갖게 된 데 진심으로 축하드립니다.

우선 행사주최에 노력하신 더불어민주당 위성곤 의원님을 비롯해 제주에너지포럼, 에너지전환포럼, 한국에너지기술평가원, 전력거래소 제주본부, 한국풍력산업협회 등 관계자 여러분 감사합니다.

아울러 이번 행사에 후원하신 풍력서비스협회, 국제구리협회, 한국남동발전, 한국남부발전, 한국중부발전, SK D&D, 두산중공업 등 단체와 기업에 고마움을 전합니다.

특히 금일 행사 기획과 진행을 주도하신 신·재생에너지학회 풍력부문위원회 성진기 위원장님께 학회를 대표해 깊이 감사드립니다. 많은 분의 노력과 기여로 오늘 행사가 진행될 수 있었습니다.

세계적으로 기후위기 대응과 친환경 및 저탄소 경제체제 전환의 중요성이 부상함에 따라 우리나라도 국가 에너지전환정책에 강한 드라이브가 걸리고 있습니다. 재생에너지3020이행계획('17.12)과 한국판 그린뉴딜('20.7), 탄소중립 추진전략('20.12) 등 국가 차원의 노력이 더해지는 상황입니다. 특히 이곳 제주는 '탄소 없는 섬, 제주 카본 프리 아일랜드 2030(Carbon Free Island 2030) 계획수립('19.0.0)'등 청정 제주의 꿈을 실현하기 위해 노력 중입니다.

제주는 국내 재생에너지 분야에서 가장 선도적인 위치에 있는 지역이라 할 수 있습니다. 그렇기에 재생에너지 간헐성에 따른 전력계통 안정을 위해 풍력발전 출력을 제한하는 상황이 빈번해지는 등 재생에너지 확대에 따라 필연적으로 발생할 수밖에 없는 숙제 역시 가장 먼저 직면한 곳이기도 합니다. 그리고 결국 제주가 해법을 가장 먼저 찾아낼 것으로 생각합니다.

학회는 20년 역사 속에서 신·재생에너지 분야에 특화된 학술 활동을 통해 국가 에너지 산업 근간이 되는 소재, 부품, 시스템, 다양한 에너지원 그리고 이를 구현하기 위한 정책과 산업 생태계에 관련한 교류 및 학술 활동에 앞장서 왔습니다.

그동안 학회는 재생에너지의 날 제정, RE100 등 재생에너지 확대를 위한 토대를 구축하는 데 힘썼습니다. 이제 태양광, 풍력발전, 수소, 바이오, 열에너지, 해양에너지 등 각기 다른 신·재생에너지원을 심도 있게 들여다볼 차례입니다. 이에 이번 세미나는 전문적인 부문위원회 활동을 시작하는 의미에서 매우 뜻깊은 행사입니다. 향후 지속해서 발표와 토론, 좌담회 등이 이어지길 소망합니다.

한편 이번 세미나는 제주 재생에너지 간헐성 해소를 비롯해 제주 에너지전환 실증 그리고 에너지 산업 융·복합 추진전략을 두루 살펴보는 자리입니다.

이번 세미나가 국내 재생에너지 프런티어로서 제주가 직면한 문제를 해결하는데 학·연·산 간 지혜를 모아 해법을 모색하는 장이 될 것으로 확신합니다. 또 상호 간에 깊은 교류를 통해 학·연·산 간 공동체 의식을 함양하며, 우리 학회와 국내 풍력발전 분야가 결속을 다지는 의미 있는 시간이 되길 소망합니다.

끝으로 완연한 봄 소리가 들리는 시기에 우리나라 최고의 청정도시에서 전문지식뿐만 아니라 그동안 돌아보지 못한 몸과 마음을 힐링하는 귀한 시간도 갖길 바라며 축사에 갈음합니다.

경청하여 주시어 감사드립니다.

2021. 4. 16
한국신·재생에너지학회장 이준신

[축사]

위 성 곤
국회의원

안녕하십니까. 국회의원 위성곤입니다.

먼저 한국신·재생에너지학회가 주관하는 제주에너지전환 세미나 개최를 진심으로 축하드립니다. 아울러 제주에서 학회 풍력 부문위원회가 본격적인 활동을 시작한 데 기쁨을 함께합니다.

저는 제주에너지포럼 공동대표로서 이 자리에 함께하고 있습니다. 지난 27 일 출범식을 갖고 본격적인 활동을 시작한 제주에너지포럼은 에너지전환과 탄소중립, 그린뉴딜 등 관련 정책을 논의하고 제주 특색에 맞는 전략을 수립하는 데 무게를 두고 있습니다.

제주는 명실공히 우리나라 재생에너지 시장에서 가장 상징적인 지역입니다. 우리나라에서 가장 먼저 상업용 풍력발전기가 제주 행원에서 작동했고, 탐라에서 국내 최초 해상풍력 발전단지가 제주의 세찬 바닷바람을 맞아 전기를 생산하고 있습니다. 제주의 도전이 곧 우리나라 재생에너지 분야의 도전이었습니다.

하지만 선도지역으로서 해결할 문제도 많습니다. 가장 시급한 재생에너지 간헐성 문제를 해소하기 위해 V2G 나 VPP(가상발전소)같은 유연한 전력계통시스템을 도입하고, 경제성을 지켜줄 RPS 지원체계의 혁신도 요구됩니다. 종국에는 전반적인 전력시장 혁신이 수반돼야 할 것입니다. 이번 학술세미나에서 이런 문제를 두고 학계와 연구단체, 산업계 전문가들의 아낌없는 조언이 있길 바랍니다.

끝으로 도민 여러분들과 함께 기후변화 대응과 청정한 에너지전환에 제주가 힘차게 한발 한발 내딛을 수 있도록 저 역시 최선을 다하겠습니다. 감사합니다.

일 정 표

세션1 : 제주 신·재생에너지 간헐성 해소방안(4/15)

축 사 윤형석 국장(제주도청 미래전략국)

발제 1 에너지 전환을 위한 전력시장, 계통 개편 방향

전영환 홍익대학교 교수

발제 2 제주지역 출력제한 해소방안

강용철 연세대학교 교수

발제 3 제주 풍력발전 출력제한 현황과 대응방안

김동완 제주에너지공사 선임연구원

발제 4 제주 출력제한 TF 운영(안)

최덕환 한국풍력산업협회 팀장

발표자 논의 (좌장 : 김세호 제주대 교수)

세션2 : 제주 에너지전환 실증 시범지역 추진전략(4/16)

인사말 이준신 회장(한국신·재생에너지학회)

축 사 위성곤 국회의원(제주에너지포럼 공동대표)

발제 1 제주도, 에너지전환 실증단지 추진

성진기 에너지기술평가원 공공R&D 센터장

발제 2 제주 CFI 2030 추진계획 실현과 당면 과제

김미영 제주도청 저탄소정책과장

발제 3 그린뉴딜과 전력시장

김영환 전력거래소 제주본부장

발제 4 제주 재생에너지 확대 방안(수용성)

송현석 에너지전환포럼 청년프론티어팀

발표자 논의 (좌장 : 김범석 제주대 교수)

세션3 : 제주 에너지산업 융복합단지 추진 방안(4/16)

인사말 기성섭 실장(한국에너지기술평가원)

발제 1 에너지산업융복합단지 추진현황

김태형 에너지기술평가원 팀장

발제 2 광주전남 에너지산업융복합단지 조성전략

윤지영 키투웨이 이사

발제 3 새만금 에너지산업융복합단지 조성전략

박상욱 한국능률협회컨설팅 매니저

발제 4 충북지역 에너지산업융복합단지 조성계획

문진철 충북테크노파크 팀장

발표자 논의 (좌장 : 김호민 제주대 교수)

차 례

【발제 1】

【발제 2】

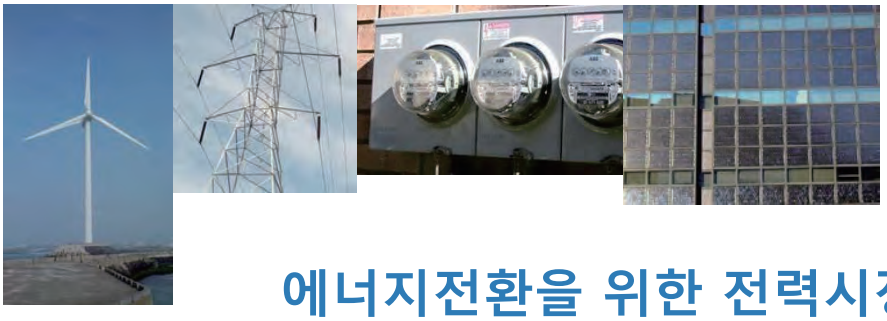
【발제 3】

[발제 1-1]

에너지 전환을 위한 전력시장, 계통 개편 방향

전 영 환

홍익대학교 교수



에너지전환을 위한 전력시장 계통 개선방향

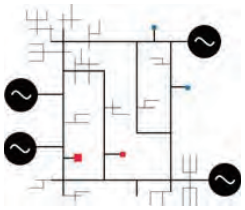
2021/04/15

홍익대학교

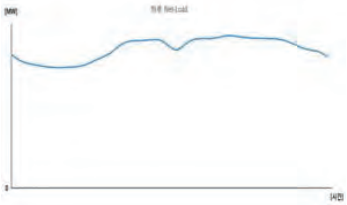
전 영 환

목 차

01 재생에너지 확대에 따른 전력망 여건의 변화

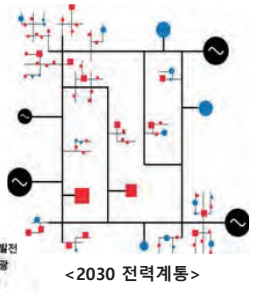


<현재 전력계통>



<재생에너지 영향 zero>

[MW] 하루 Load 및 Net-Load



<2030 전력계통>

<재생에너지 증가>

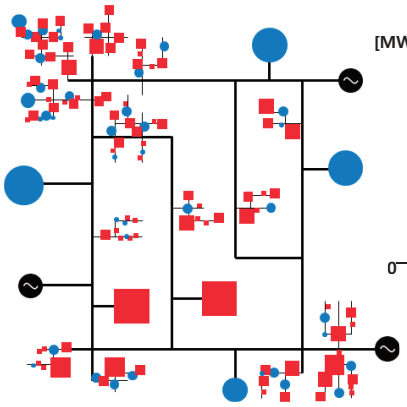
○ 발전자원으로 수요변화 제어

- 공급으로 소비의 변동성 제어
- 발전자원 보조서비스 시장

○ 발전자원의 변동성 간헐성 보완필요

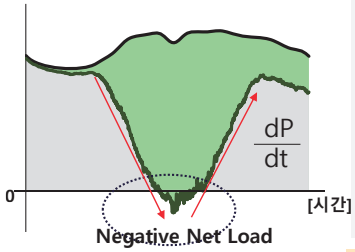
- 물리적 방안
  - 공급으로 소비의 변동성 에너지저장
    - 양수, 배터리, 플라이휠 등
  - 동기조상기
- 제도적 방안
  - 보조서비스 확대
  - 수요반응(DR) 등

02 초과발전에 의한 출력제한



<미래 전력계통>

[MW] 하루 Load 및 Net-Load



<미래 Net Load>

판매시장 필요

○ 과발전문제, Ramp 제약 문제

● **물리적 방안**

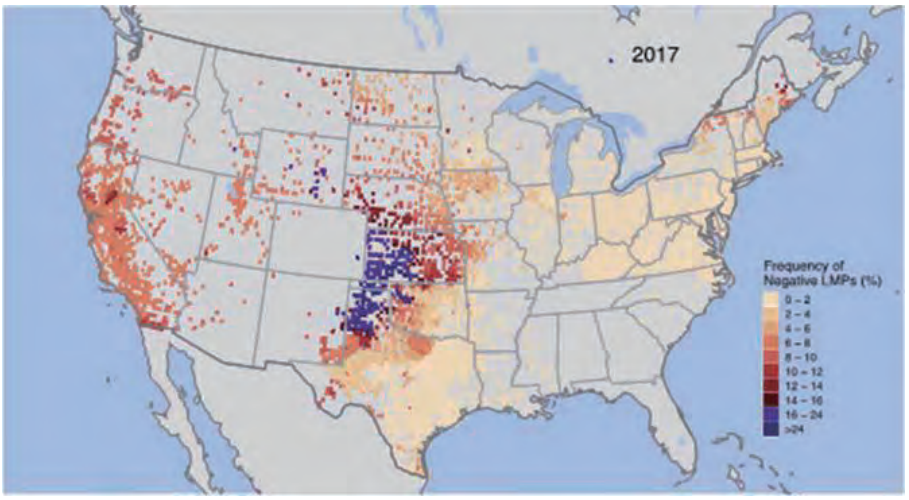
- 발전기 유연성 확대
  - 석탄, 원자력 정지 → 가스(수소터빈)
- 에너지저장 (양수, 배터리, 수소)
- 동기조상기 (물리적 관성)
- 인버터의 계통안정성보완 (합성관성)
  - Grid forming, grid following
- Sector coupling (열, 수소)
- 출력제한
  - 경제성 문제

● **제도적 방안**

- Flexible Demand(소비의 유연화)
  (소비를 통한 공급의 변동성 제어)
  - VPP
  - Service provider 의 필요성
  - Demand aggregator

01 재생에너지 확대 시장영향-미국

Negative price 빈도 – 2017년



02 미국 Texas-ERCOT 시장가격

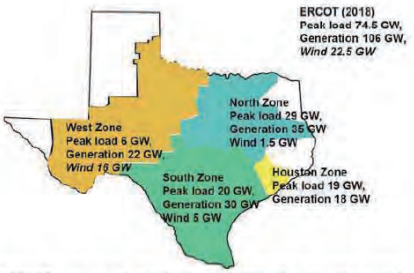


Figure 2.2 ERCOT zones and distribution in 2018 of generation, wind, and peak load. *(Source: Lee, D., Ross B., 2020. Wind Variability and Impact on Markets, Available from: http://users.ece.utexas.edu/~baldick/papers/GDFM.pdf. (Accessed 4 June 2020), based on data from Potomac Economics, 2019. 2018 State of the Market Report for the ERCOT Wholesale Electricity Markets, Available from: www.potomaceconomics.com, (Accessed 18 September 2019).)*

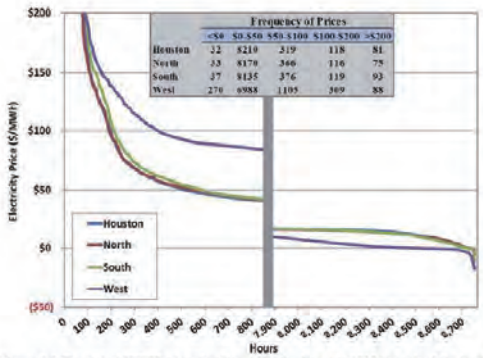


Figure 2.6 Truncated ERCOT price-duration curve for hours in 2018 in each of the load zones. *(Source: Potomac Economics, 2019. 2018 State of the Market Report for the ERCOT Wholesale Electricity Markets, Available from: www.potomaceconomics.com. (Accessed 18 September 2019).)*

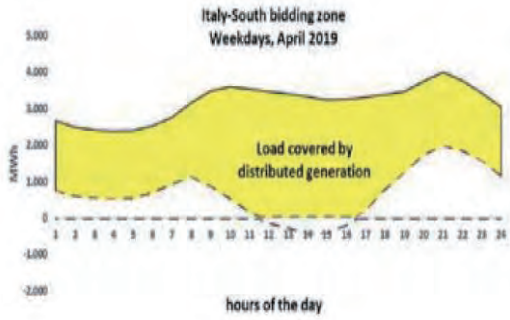
Negative price는 재생에너지 출력조정의 경우이며 송전망 제약에 따라 지역마다 횟수 가격이 다름

03 재생에너지 확대 시장영향-이탈리아

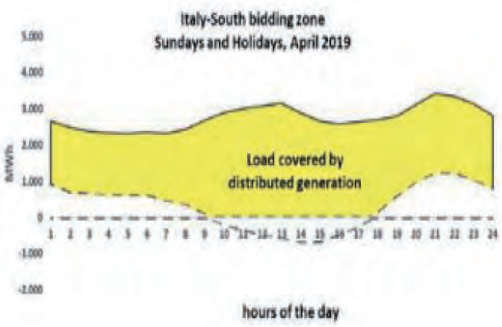
이탈리아 남부 과(過)발전(overgeneration) 케이스 – 2019년 4월 – 55% 수준

전국 평균 : 재생에너지 35% 수준

✲ 송전망제약이 지역적 overgeneration 결정

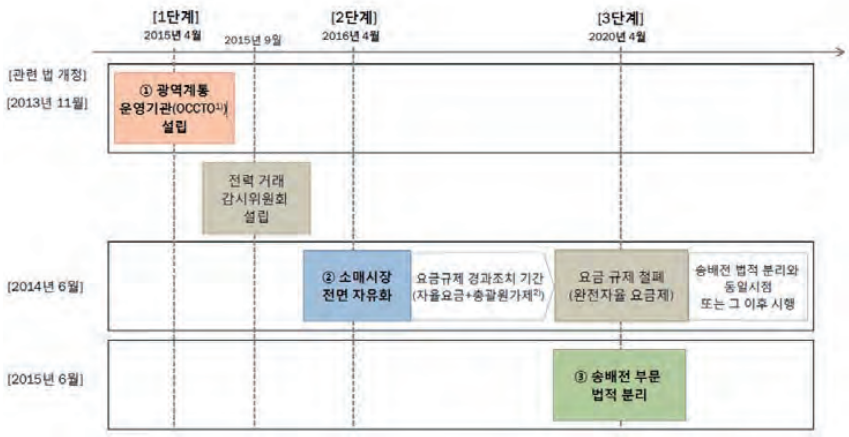


2019년 4월 주중



2019년 4월 주말

04 일본의 전력시장 발전 현황



05 과(過)발전(overgeneration)과 전력시장

- 에너지 저장 -> 한계
- 인근연계선로활용 -> 남는 전력 송출
  -> 인근계통도 재생에너지가 증가하면서 여유가 없어지기 시작

- Curtailment → 도매전력시장 → Negative pricing으로 나타남

↓ 소매시장과 연계

- 소비자가 전력을 소비하는 시간, 패턴을 바꿀 수 있는 유인 제공
- Demand aggregator, new service provider 필요성 대두

현재의 DR, smart metering으로는 한계가 있음

우리나라 도매전력시장 – 재생에너지 포함 경쟁적 입찰시장으로 개선필요
curtail이 가격신호로 반영되어야 함 (negative pricing)

06 Flexible Demand 확대필요 - 선진시장의 경험

- 도매시장의 가격신호인 Dynamic pricing 만으로는 어려움
  - Smart metering (AMI) 가 전제
  - Dynamic pricing에 의한 전기요금 만으로 소비자 반응이 효과가 크지 않음
  - AMI와 연계한 스마트가전, demand aggregator, new service provider 등 정교한 소비 계획이 동반되어야 함.

- 지금 현재 준비하는 실시간 요금제 만으로는 충분한 효과를 얻을 수 없음
- Service provider, VPP 등이 새로운 비즈니스 모델을 만들고 소비자의 소비계획을 정교하게 계획해야 함 (현재 제주의 문제)
- 소매경쟁으로 Sector coupling, V2G 등 새로운 비즈니스 모델 창출
- 해외에서도 flexible demand 확대 추진 중

우리나라 → 판매시장 개방으로 경쟁적 소매시장이 절대적으로 필요
소비의 유연성을 확보하여 공급의 변동성 제어
- VPP, Demand aggregator, New service provider

현재 제주의 재생에너지 출력제한 문제

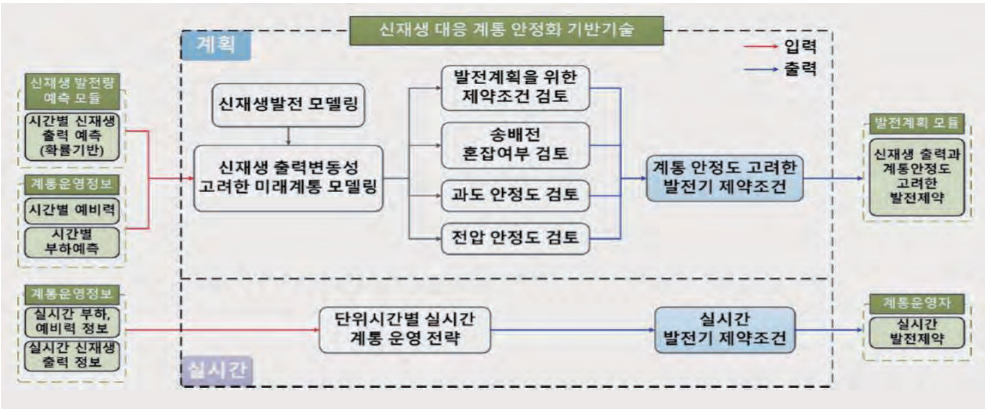
재생에너지 운영시스템

- **RMS(Renewable energy Management System)**
  - 전국 단위의 신재생 발전량 예측
    - Wind, Solar : 단기, 중기, 지역연계
  - 신재생 대응 계통 안정화 기술
    - 관성, 예비력 등 제약 도출 및 발전계획 구현

<RMS 모식도>

02 재생에너지 운영시스템 기능

- **신재생발전 지역 및 통합 관제시스템(RMS)용 계통안정화 핵심요소 기술**
  - 신재생에너지 출력예측, 제어·평가 기술개발

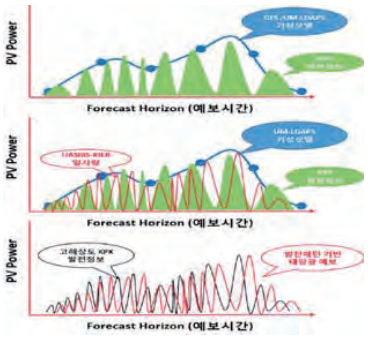


1. 신재생 예측 2. 계통안정화기술 3. 발전계획

03 재생에너지 출력 예측

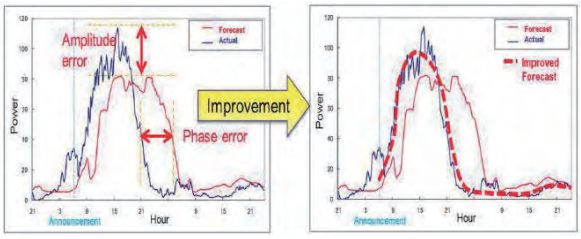
• 태양광 발전 출력 예측 모델 개발

- 기상데이터, 공간데이터 Downscaling 처리 알고리즘 개발
- 머신러닝 기법으로 발전출력 패턴 학습
- 주간, 일간, 단기 모형예측



▪ 풍력 발전 출력 예측 알고리즘 개발

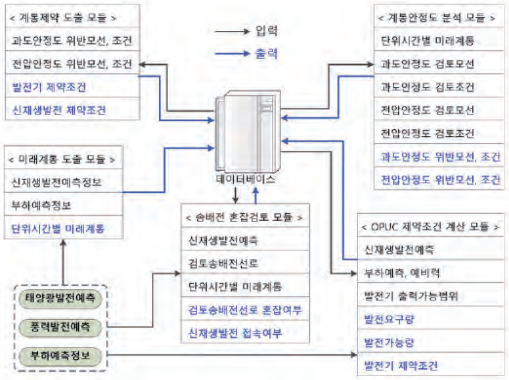
- 풍력예측 알고리즘 입출력 특성 분석
  (기상, 전기적출력, 공간 데이터)
- 기상모형(풍속예측) 및 통계모형(전기적 출력예측)의 Ensemble 모형 개발
- RMS와 연동되는 예측시스템/데이터베이스 설계 및 개발



04 안정도 평가 및 제어

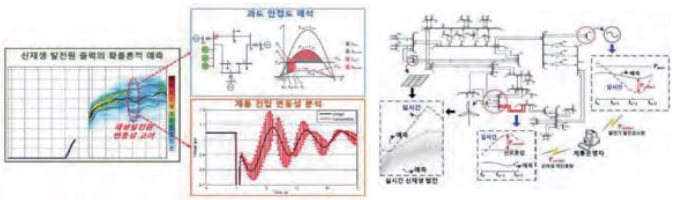
• 신재생발전 통합관제시스템 DB 설계

- 핵심 요소기술 모듈별 입·출력 변수 정립
- 변수별 갱신 주기 및 예외 처리 기준 수립



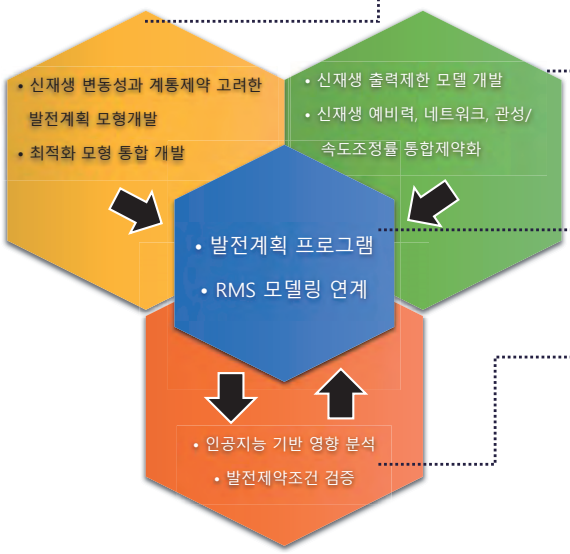
▪ 계통 안정화 기반 기술개발

- 광역계통 해석용 태양광 및 풍력 발전기 모델링
- 과도/전압안정도 평가 알고리즘 개발
- 계통해석을 위한 지역/통합 단위 시간별 미래계통 구현 모듈 개발
- 계통 상황에 따른 실시간 통합운영 전략 도출
- 계통 상황에 따른 신재생발전단지 제어전략 도출



05 기술개발 주요 내용

- **발전계획 기술개발 주요내용**



- 계통제약 요소 정의 및 모형화 방법 분석
- 신재생에너지의 변동성과 계통제약을 고려한 발전계획 모델링

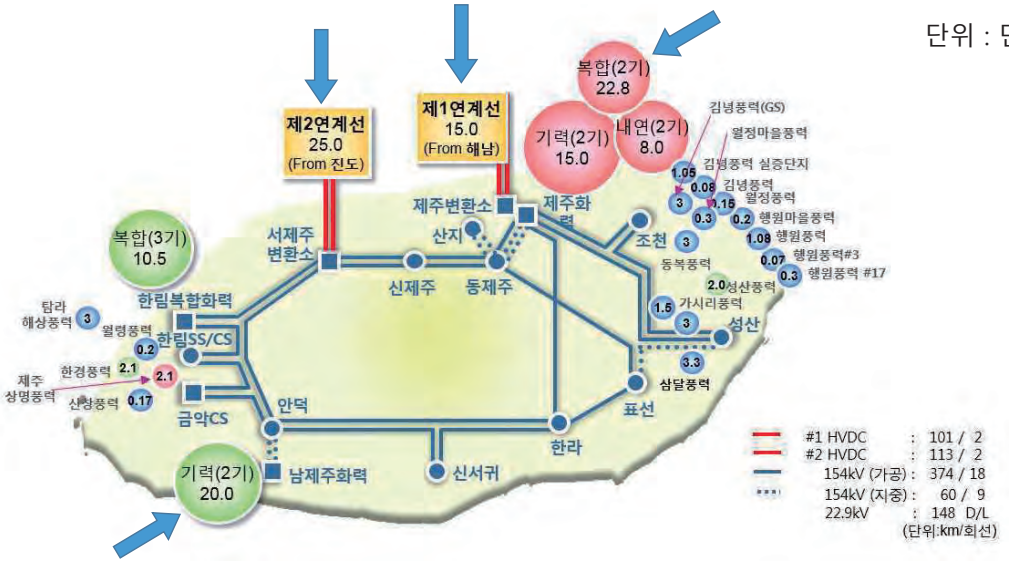
- 관성제약 및 일차 예비력의 UC 제약화
- 이차, 삼차 예비력의 UC 제약화
- 신재생 출력제어와 예비력 통합 제약화
- 네트워크, 관성/속도조정율 등 통합제약화

- 통합 UC의 요구사항이 반영된 기본 UC 알고리즘 개발
- 사용자 UI 프로그램 개발
- 타 기관 분석 모델 엔진 적용

- AI 기반 신재생 변동성 해석모델을 계통 해석 Tool과 연동
- AI 기반의 다양한 운영조건을 고려한 실시간 발전계획 제약조건 도출
- 신재생 불확실성을 줄이기 위한 에너지 저장기술의 운영 방안 도출

01 제주 전력망

단위 : 만Kw



02 제주 수요 및 전력설비 현황

➢ 계통 수요 (2020년 9월)

최대수요	최저수요	평균수요
1,009Mw	450Mw	653Mw

➢ 제주 설비 현황

단위 : Mw

구분	직류 연계선		제주화력			남제주화력		한림 복합	재생E	공급 능력 합계
	제1	제2	기력 #2,3	복합 #1,2	내연 #1,2	기력 #1,2	복합 (2210운용)			
설비 용량	150	250	79x2	104x2	40x2	103x2	155	83	646	1,936

동시 정지 | 1pole 정지 | 2기 정지 | 1기 정지

수요에 비해서
발전기 용량이 너무 큼

03 제주 운영 현황

➢ 발전기 must run 현황 (전력거래소 자료)

- (안정성을 유지하기 위한 무조건 운전해야 하는 발전기)

정상시		신재생 출력제어 예상시	
수요	운전대수	수요	운전대수
901MW이상	7대	901MW이상	7대
601~900MW이하	6대	751~900MW이하	6대
501~600MW이하	5대	551~750MW이하	5대
500MW이하	4대	550MW이하	4대

➢ HVDC 최소운전 조건 (전력거래소 자료)

- #1 : 50Mw – 150Mw
- #2 : 50Mw – 250Mw
- 모두 100Mw-400Mw에서 운전 중

04 2020년 재생에너지 16%에서 curtail 77회

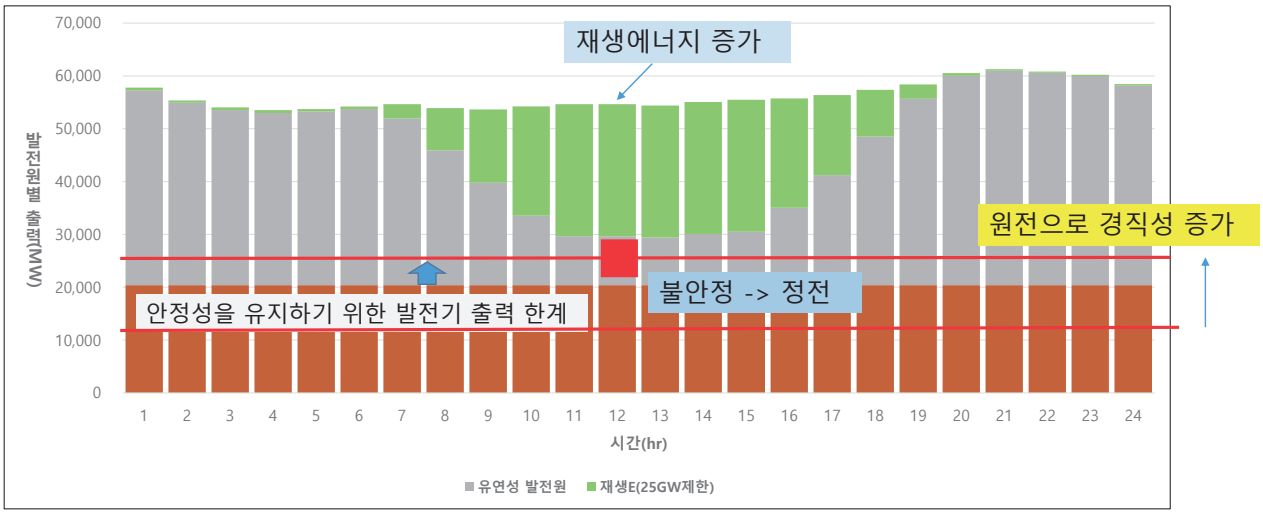
- curtail이 발생해도 시장가격에 신호가 없다..
  - 실시간 가격 신호 부재 -
  - 시장가격에 전력거래소의 인위적인 개입
  - 요금제도가 curtail 상황이 반영되지 않음
  - 실시간가격 만으로는 충분한 효과가 없음 <- 해외사례

- 현재 ESS, 동기조상기, 제3HVDC 증설 계획
- 열, 수소 저장 (시장가격 및 demand aggregator등과 연계)
- 인버터의 계통의 안정성보완 기능 미비(grid forming, grid following)

- Flexible Demand <- 도매시장, 소매시장에 연계한 새로운 서비스 필요
  - VPP
  - Demand aggregator
  - 다양한 service provider

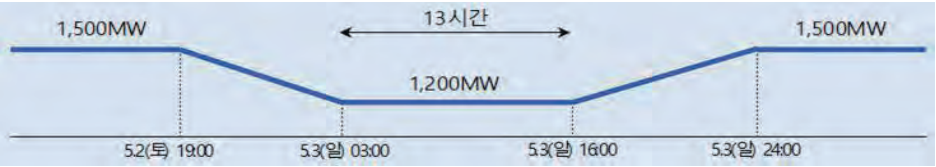
05 육지계통의 문제

육지계통도 재생에너지 20% 이전에 과발전 문제 발생 – 단위용량이 큰 발전기



06 신고리 #3,4의 출력감소 운전의 의미

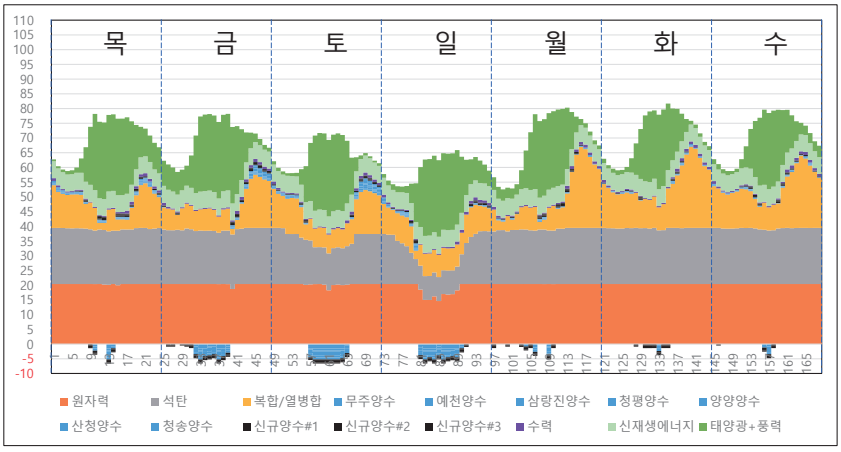
- 육지 계통에서 원전의 비중이 높기 때문에 특정 시간대에 원전의 탈락 만으로도 안정성 유지하기 어려움
- 원전 1,400Mw, 석탄 1,000Mw, 가스복합 800Mw 정도



고장기준	최대탈락량	최저주파수	회복주파수	
			1분 이내	10분 이내
발전기 1기	1,400MW	**59.7Hz**	59.8Hz	-
발전기 2기	2,800MW	59.2Hz	59.5Hz	59.8Hz
SPS 동작	4,000MW			

07 2030 발전계획 전원믹스 검토

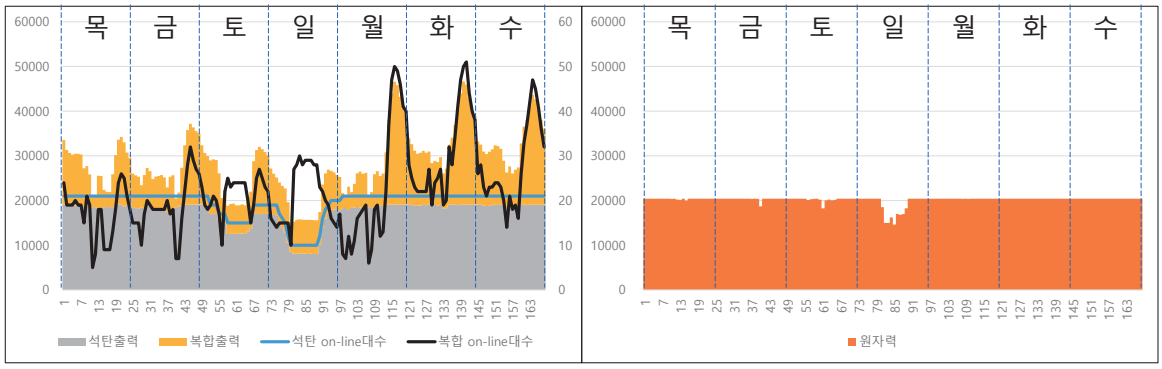
- 2030년 봄철 최소 순부하 주간 시나리오
  - 석탄 50% → LNG 복합으로 대체 + 환경제약으로 석탄화력 발전소 최소발전량 80%로 상향



08 2030 발전계획 전원믹스 검토

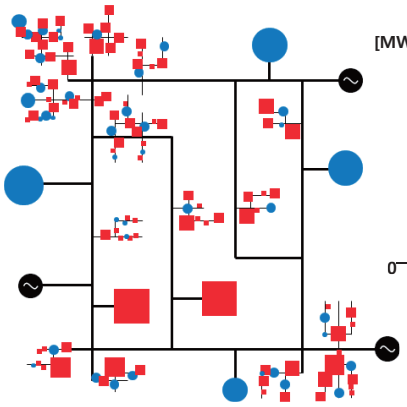
과발전 문제 – 오후에서 저녁에 이르는 순부하 증가 문제도 원인

- 석탄화력 최소발전량 80%로 상향시 예비력 확보가 어려워 주말 발전기 기동정지 빈도 증가
- 주말 원자력 발전기 출력 감발

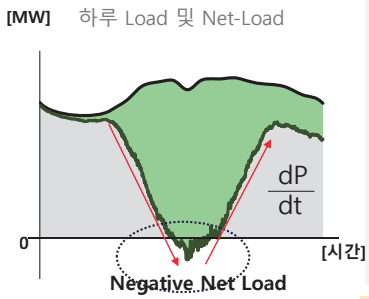


01 물리적 보완, 제도적 보완

○ 과발전문제, Ramp 제약 문제



<미래 전력계통>



<미래 Net Load>

판매시장 필요

● **물리적 방안**

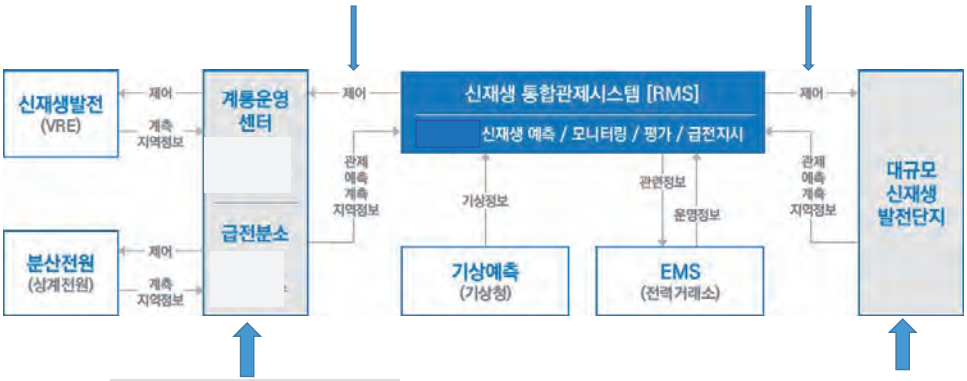
- 발전기 유연성 확대
  - 석탄, 원자력 정지 → 가스(수소터빈)
- 에너지저장 (양수, 배터리, 수소)
- 동기조상기(물리적 관성)
- 인버터의 계통안정성보완(합성관성)
  - Grid forming, grid following
- Sector coupling (열, 수소)
- 출력제한
  - 경제성 문제

● **제도적 방안**

- Flexible Demand(소비의 유연화)
  (소비를 통한 공급의 변동성 제어)
  - VPP
  - Service provider 의 필요성
  - Demand aggregator

02 전력망 운영 고도화 - 거래소

전력시장을 통한 발전,및 수요의 유연성 확보 여부가 재생에너지의 수용성, 경제성을 결정



한전 : 망 중립성 문제

20Mw 이상은 거래소에서 직접 제어

03 전력시장의 고도화

재생에너지로의 에너지 전환

전력시장체제 없이
효과적인 전력망운영 시스템을
갖출 수 없음

시장제도 활성화
- 공급측
  - CBP->PBP->양방향입찰시장
  - 실시간시장, 보조서비스시장
  - 재생에너지 포함 입찰
- 수요측
  - 소매시장 개방
  - 판매시장에 수요측 입찰참여

계통운영변화 (거래소)
- RMS 시스템 구현
- HVDC의 양방향 운전
- 에너지 저장
  *P2G, P2H, ESS
- 예비력을 부하에서도 공급
- 발전계획 프로그램의 이용을 통한 재생에너지 curtail 최소화

수요자원의 활성화
- 도매, 소매시장연계
- 열수요, 그린수소 시장 등 전기 신수요 창출
- 전기자동차
- VPP 등 프로슈머 도입
- 판매시장의 활성화를 통한 다양한 판매사업자 등장
- DR 등 수요자원 관리
- Service Provider 활성화

해외에서도 적극적인 개척 필요성
논의 중 (Flexible Demand)

탄소중립을 위한 에너지전환

[발제 1-2]

제주지역 출력제한 해소방안

강 용 철

연세대학교 교수

한국신· 재생에너지학회
제주 에너지전환 세미나

제주지역 출력제한(Curtailment) 해소 방안

2021. 4. 15.
연세대학교 강용철

Renewable Energy vs Variable Renewable Energy(VRE)

Normal operation vs Contingency operation

Flexibility(유연성) vs Stability(안정성)

Variability vs Uncertainty vs Intermittency

경제급전(ED) vs 자동발전제어(AGC) vs 기동정지계획(UC)

Dispatchable vs Controllable

CONTENTS

Key Indicators on Energy Transition

Table 1. Key indicators relevant to the energy transition in selected countries (REmap Case)

	CHINA 2015	CHINA 2050	EU 2015	EU 2050	INDIA 2015	INDIA 2050	USA 2015	USA 2050
Share of renewable energy in primary energy supply	5%	69%	13%	74%	9%	75%	9%	63%
Share of renewable energy in final energy use	7%	67%	17%	70%	10%	73%	8%	63%
Electricity use in final energy consumption	19%	54%	22%	41%	18%	48%	20%	51%
Share of renewable energy in power	26%	94%	29%	94%	15%	92%	14%	78%

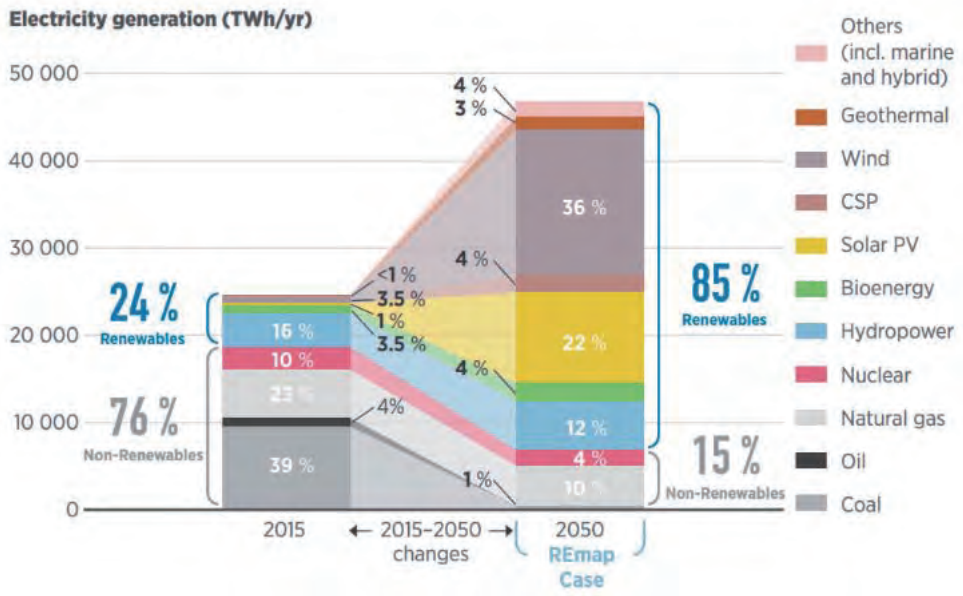
44%

85%

Energy Transition → Energy Transformation

(Ref.) IRENA, "Global energy transformation: A roadmap to 2050" 2018.

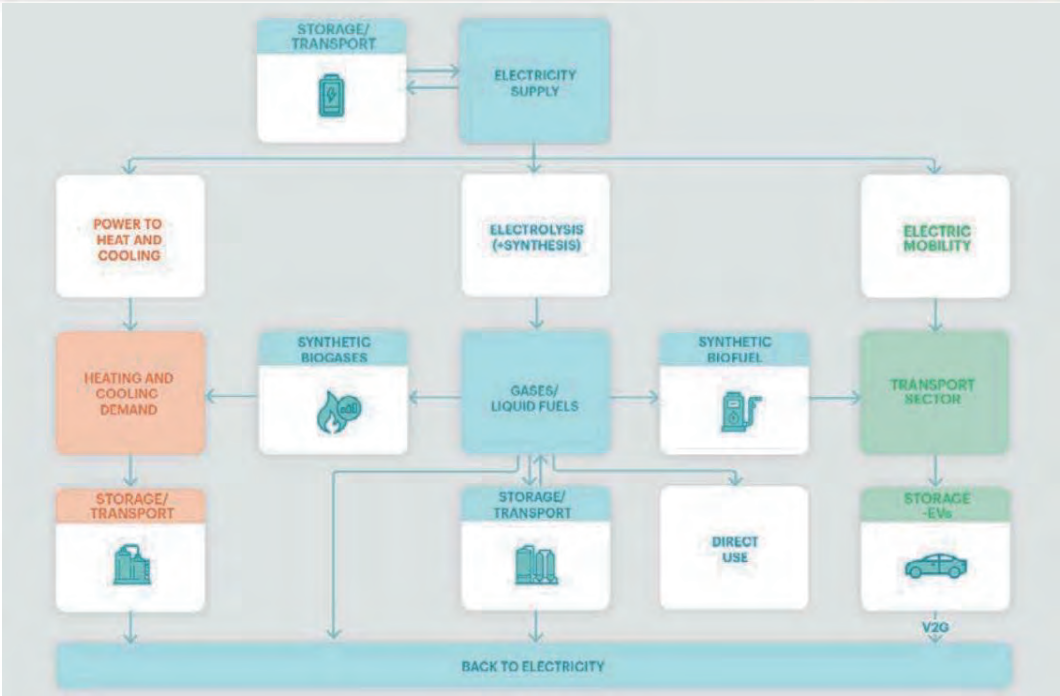
2℃ scenario for electricity generation



CFI: RE 확대, Electrification, 에너지 Efficiency

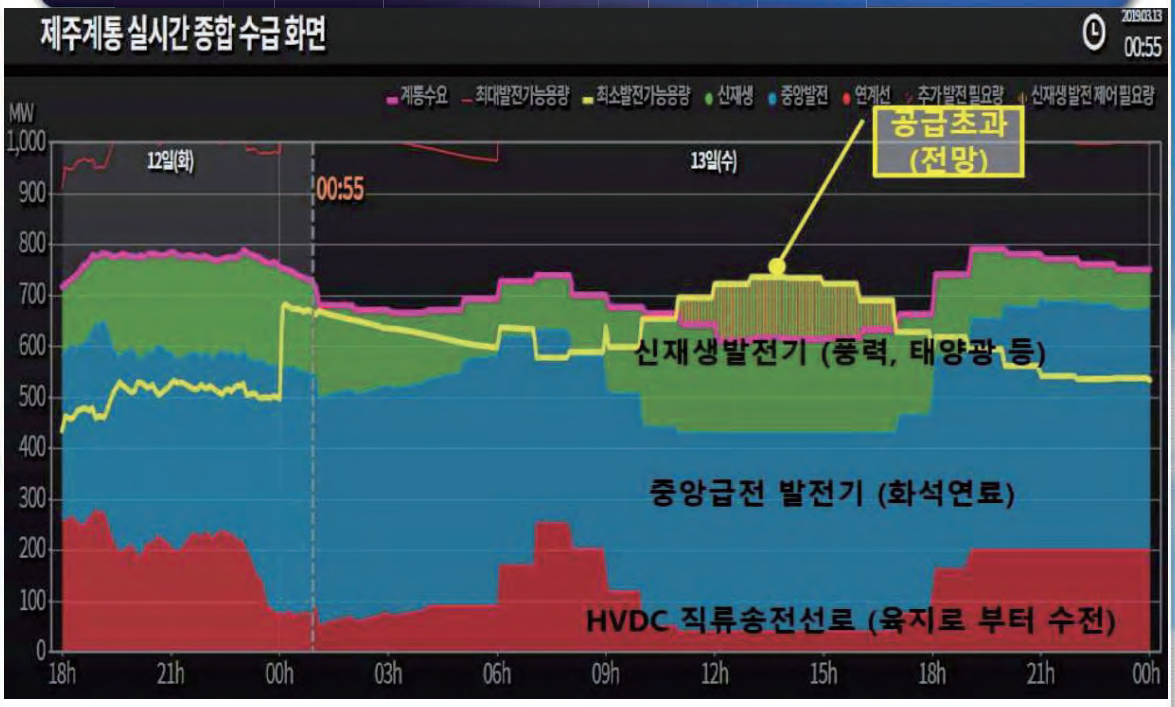
(**Ref.**) IRENA, "Status of power system transformation 2019: Power system flexibility," 2019.

Basic concept of sector coupling



(**Ref.**) IEA, 2019.

제주 계통 실시간 종합 수급 화면



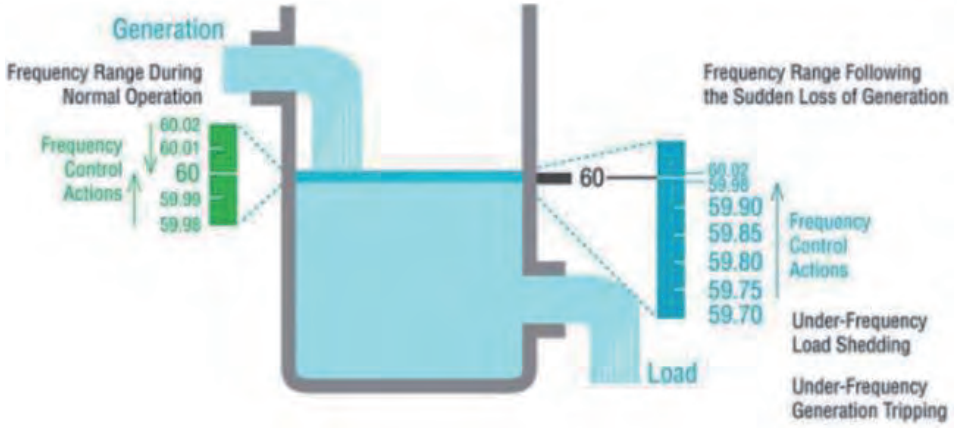
제주도 출력제한의 원인은?

(Ref.) 전력거래소 제주본부

CONTENTS

전력망 운영: 유연성과 안정성

전력망 Operation: 주파수 유지(Balancing)

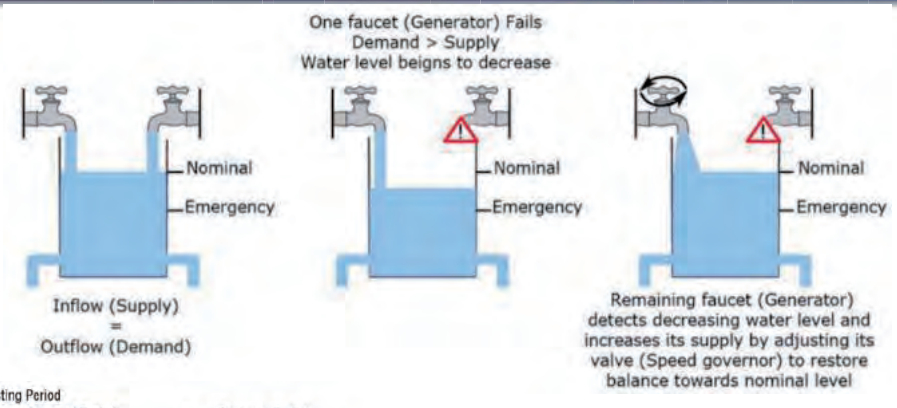


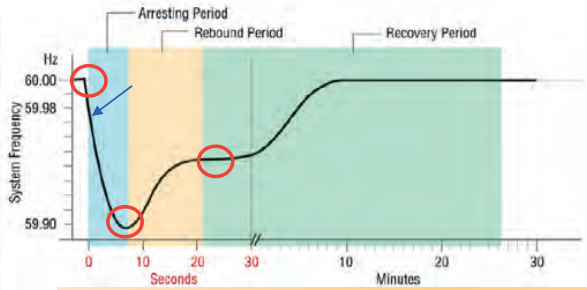
Normal operation:
부하 변동시 주파수 유지
전력망 유연성
- ✓ $\Delta f \leq$ 36mHz(조속기 Deadband)

Contingency operation:
발전기 탈락시 주파수 유지
전력망 안정성
- ✓ f_N > 59.2Hz(UFLS 임계값)
- ✓ f_{set} > 59.8Hz(AGC 작동)

(**Ref.**) LBNL report, "Use of Frequency Response Metrics to Assess the Planning and Operating Requirements for Reliable Integration of Variable Renewable Generation," Lawrence Berkley National Laboratory, LBNL-4142E, Dec. 2010.

발전기 탈락 시 무엇이 주파수를 회복시킬까?





- ✓ 발전기 탈락 시, 주파수 하락: 관성응답(가운데 그림)
- ✓ Δf > 36mHz: 조속기 제어(오른쪽 그림)로 주파수 회복
- ✓ 조속기 작동 후: 관성 응답 감소

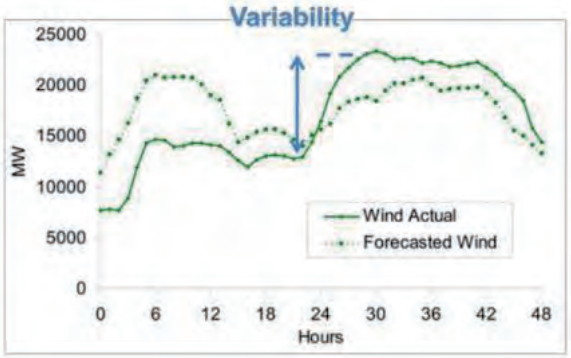
$$\beta = \sum_i \frac{100}{R_i} \frac{S_i}{f_0} \frac{1}{10} \, (MW/0.1Hz)$$

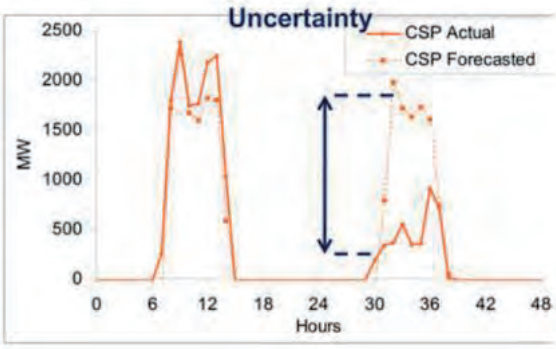
동기기 관성(Uncontrollable) vs 조속기 제어 게인(β)

관성(에너지)의 기능은?

(**Ref.**) C. Roberts, "Review of international grid code," Lawrence Berkley National Laboratory, USA, LBNL-2001104, Feb. 2018.

Variability(변동성) and uncertainty(불확실성)



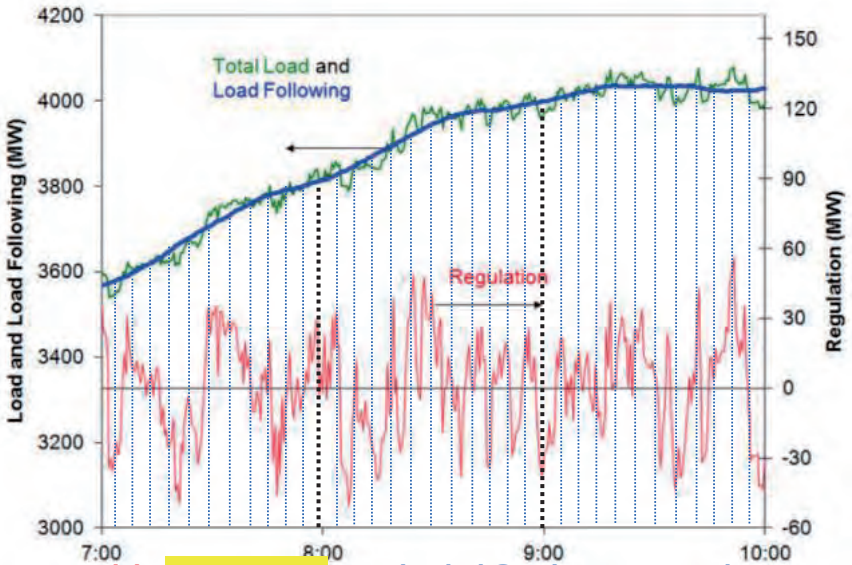


Variability: **expected changes** in power system variables.
Operating reserves are needed if this variability occurs at time resolutions that **scheduling resolutions** are not prepared for.

Uncertainty: **unexpected change** in power system variables.
Operating reserves are needed for uncertainty since a different supply-demand profile is needed than what was scheduled

(**Ref.**) E. Ela, M. Miligan, and B. Kirby, "Operating reserves and variable generation," NREL/TP-5500-51978. National Renewable Energy Laboratory. Aug. 2011.

Normal operation: 1단계, 2단계

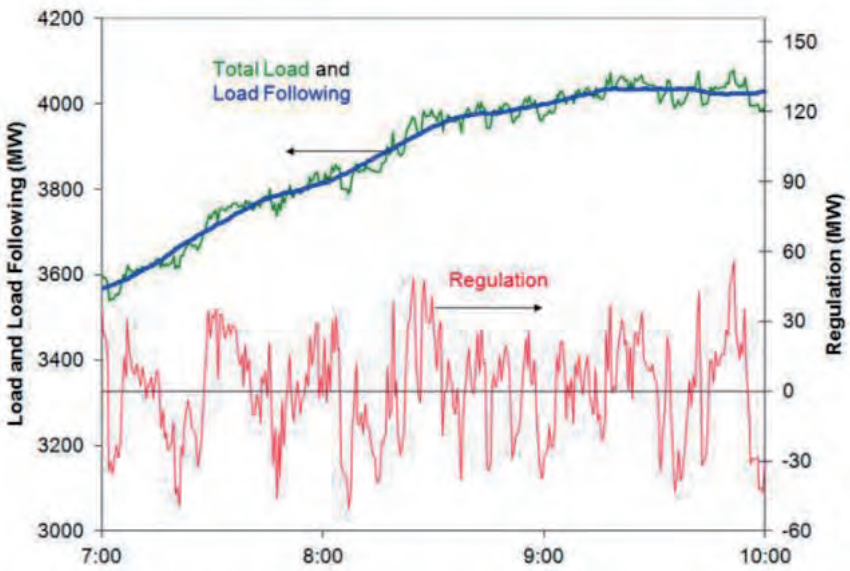


경제 급전
- 증감발률(%/min)
- 최소 출력(MW)

1. **부하 예측(Day-ahead)**: **불확실성을 감소하기 위해 Load following 성분 예측**
2. **발전계획(Day-ahead)**:
   → **기동정지계획(UC, Hourly)**
   → **경제급전(Economic dispatch, Load following)**: 부하의 천천히 변하는 변동성 (**Variability, Load following**) 담당, **매 5 분**(시스템 운영자), **에너지 공급**

(**Ref.**) B. J. Kirby, "The Value of Flexible Generation,", PowerGen 2013.

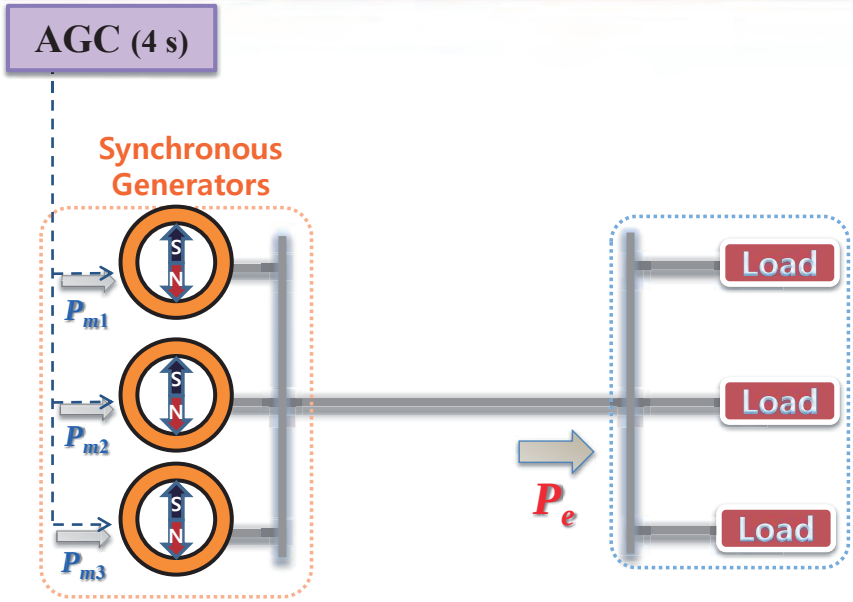
Normal operation: 3단계



3. 자동발전제어(Automatic Generation Control, Regulation, 실시간): 부하의 순간적이고 빠른 변동(**Uncertainty**) 담당, **Zero-energy service**, **4 초(시스템 운영자), 보조 서비스**

(**Ref.**) B. J. Kirby, "The Value of Flexible Generation,", PowerGen **2013.**

Automatic generation control



1. 관성 응답: 부하 증가 → 주파수 감소
2. AGC: 시스템 운영자가 적분제어를 통하여 P_m 증가 → 주파수 회복

큰 계통일수록 부하 변동에 대하여 주파수 변동이 적음

기존 전력망 운영자는 어떻게 Variability와 Uncertainty를 해결했나?

Controllable Uncontrollable

Σ Generation = Σ Load

1) 관성이 커짐 → 주파수 변동 감소
2) 제어성이 커짐 → 높은 유연성
3) 높은 안정성 확보

부하의 Smoothing 효과
(Variability/uncertainty 감소)

Generation fleet: Balancing에 참여하는 Online 발전기

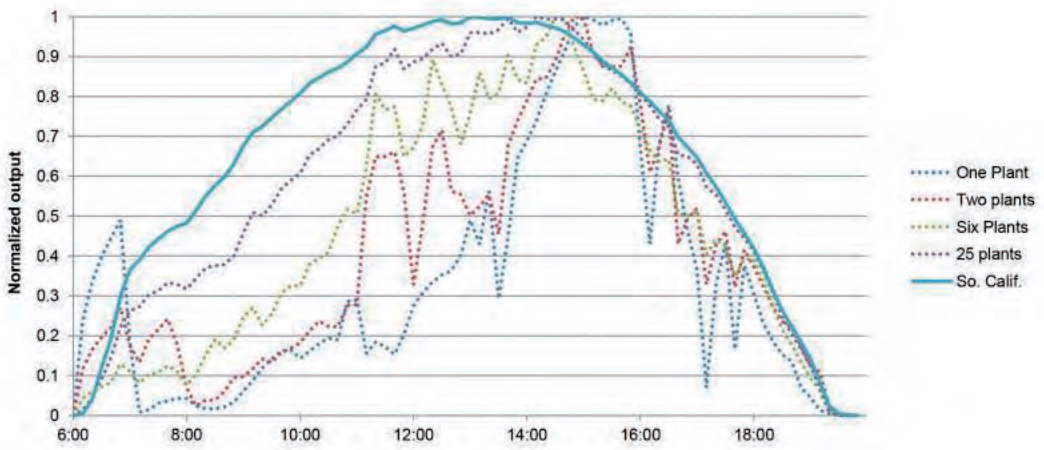
- Normal operation: 지속적인 부하 변동 시 Balancing
  - ✓ 총 부하의 예측(Day-ahead) → Uncertainty와 Variability 감소
  - ✓ UC/ED: Variability 담당
  - ✓ AGC: Uncertainty 담당

➢ 기존 전력망은 Variability와 Uncertainty를 해결하기 위해 ESS를 사용했는가?

➢ ESS는 어떤 목적으로 사용했나?

VRE 수용률이 높아질 때 Wind 와 PV는 Generation fleet에 포함?

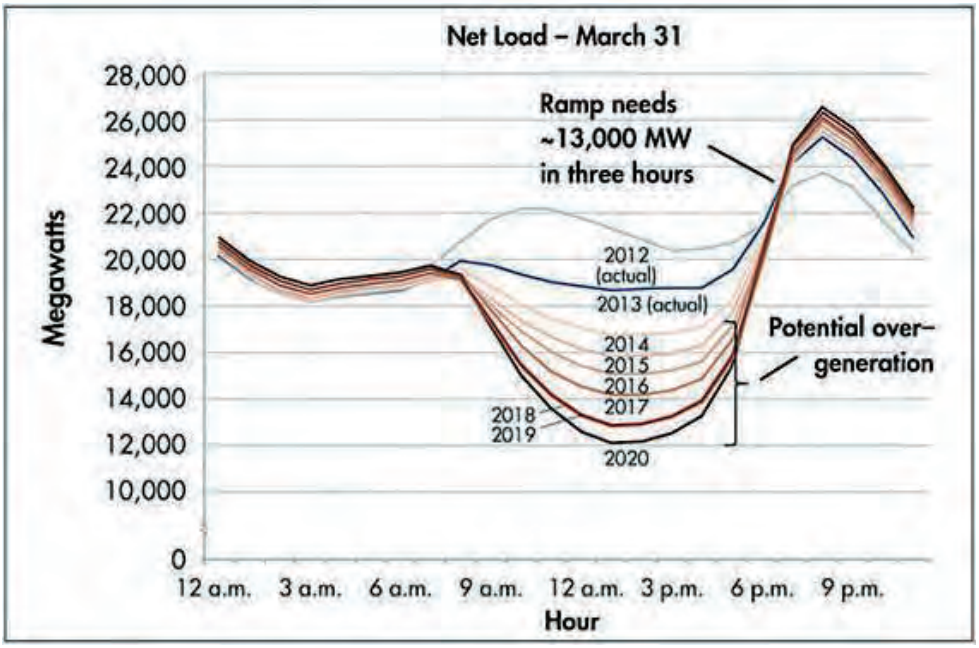
Variability of Solar PV



Lew et al. 2013

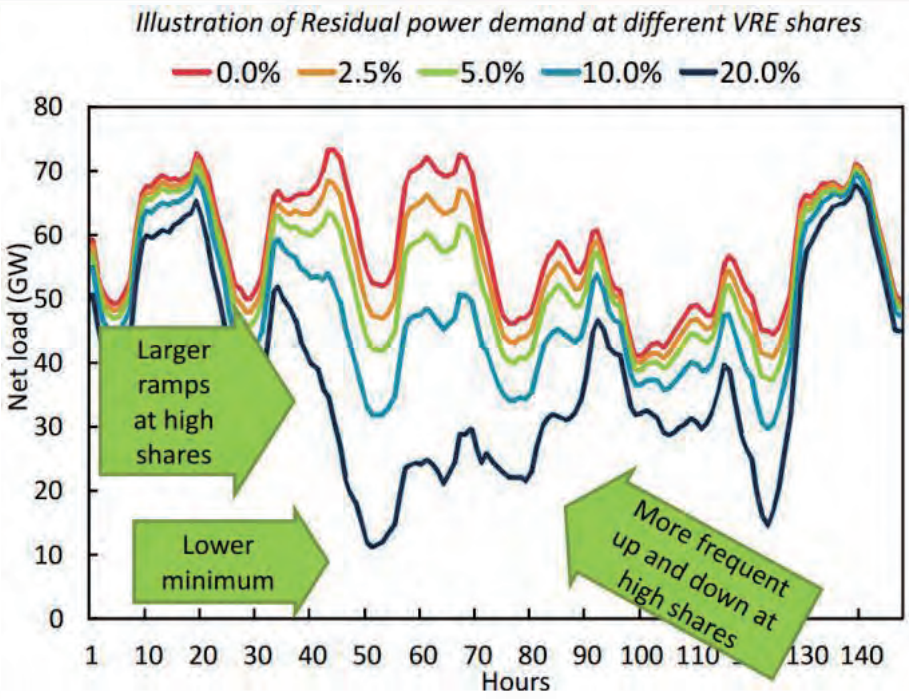
Smoothing effect significantly mitigates short-term variability and instantaneous ramp rates.

PV 수용률이 증가하는 경우의 Net load

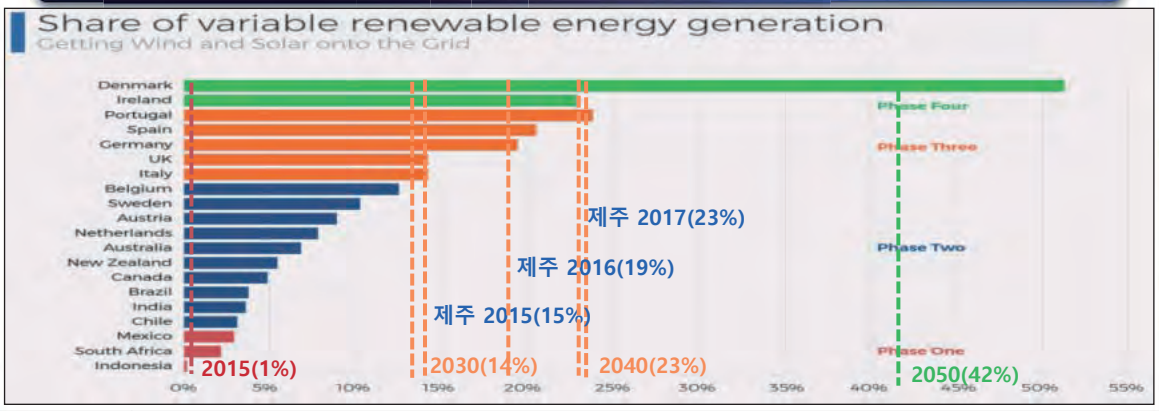


수용률이 증가할 때 어떤 Variability가 증가했나? Short term vs Long term
이를 감당하기 위해 필요한 것은? Fast-starting 발전원 vs 전력망 Larger ramping

풍력 수용률이 증가하는 경우의 Net Load



Phases of VRE penetration



Phase I	0–3%	Localized effect(POI)
Phase II	3–13%	Short term(mins to hours) flexibility
Phase III	13–25%	Short term/Medium term(hours to days) flexibility
Phase IV	25–50%	**Stability** & Long term(days to months) flexibility
Phase V	>50%	Long term/very long term(months to years) flexibility
Phase VI		Very long term(months to years) flexibility: Planning

(**Ref.**) IEA, "Status of power system transformation: advanced power plant flexibility," **2018.**

Different timescales of power system flexibility

Flexibility type	Ultra-short-term flexibility/ stability	Very short-term flexibility	Short-term flexibility	Medium-term flexibility	Long-term flexibility	Very long-term flexibility
Timescale	Subseconds to seconds	Seconds to minutes	Minutes to hours	Hours to days	Days to months	Months to years
Issue	Ensuring system stability (voltage, and frequency stability) at high shares of non-synchronous generation	Ensuring short-term frequency control at high shares of variable generation	Meeting more frequent, rapid and less predictable changes in the supply/ demand balance, system regulation	Determining operation schedule of the available generation resources to meet system conditions in hour- and day-ahead time frame	Addressing longer periods of surplus or deficit of variable generation, mainly driven by presence of a specific weather system	Balancing seasonal and inter-annual availability of variable generation with power demand
Has relevance for following areas of system operation and planning	Dynamic stability (inertia response, grid strength)	Primary and secondary frequency response, which include AGC	AGC, ED, balancing real time market, regulation	ED for hour-ahead, UC for day-ahead time frame	UC, scheduling, adequacy	Hydro-thermal co-ordination, adequacy, power system planning

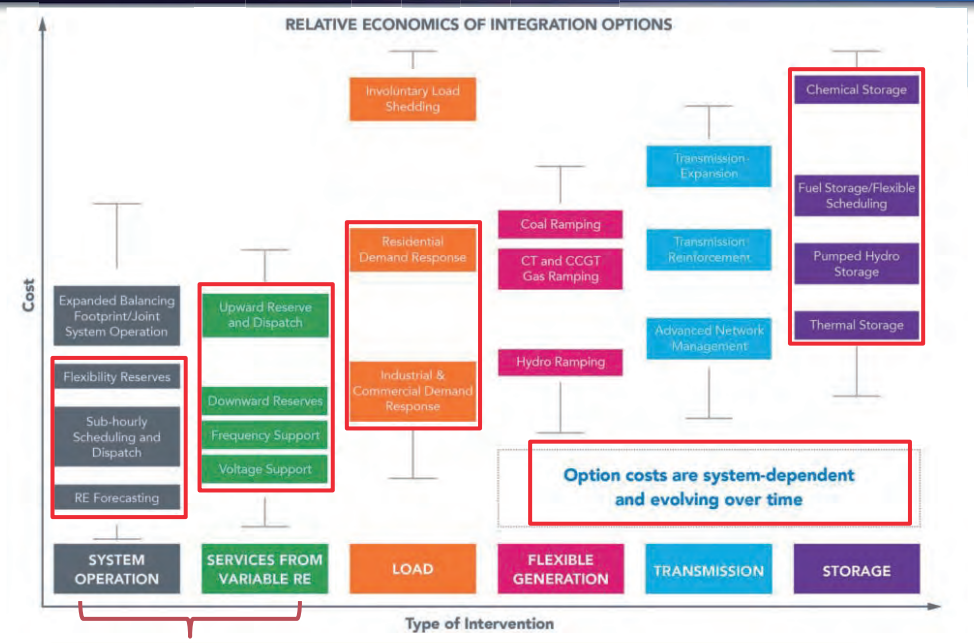
(**Ref.**) IEA, "Status of power system transformation: advanced power plant flexibility," **2018.**

Technical flexibility resource categories

Flexibility timescale / Flexibility resource	Ultra-short term (subseconds to seconds)	Very short term (seconds to minutes)	Short term (minutes to hours)	Medium term (hours to days)	Long term (days to months)	Very long term (months to years)
State-of-the-art VRE	Controller to enable synthetic inertia; very fast frequency response	Synthetic governor response; AGC	Downward/ upward reserves; AGC; ED of plants including VRE	ED tools; UC tools; VRE forecasting systems	UC tools; VRE forecasting systems	VRE forecasting systems; power system planning tools
Demand-side resources	Power electronics to enable load shedding	Demand-side options including electric water heaters, electric vehicle chargers, large water pumps and electric heaters; variable-speed electric loads	Air conditioners with cold storage and heat pumps; most equipment listed under very-short-term flexibility	Smart meters for time-dependent retail pricing	Demand forecasting equipment	Demand forecasting equipment; power-to-gas
Storage	Supercapacitors ; flywheels; battery storage; PSH ternary units	Battery storage	Battery storage; CAES; PSH	PSH	PSH	PSH; hydrogen production; ammonia or other power-to-gas/liquid

(**Ref.**) IEA, "Status of power system transformation: advanced power plant flexibility," 2018.

전력망 유연성 향상 방법



Low capital cost, but requires significant changes in institutional context.

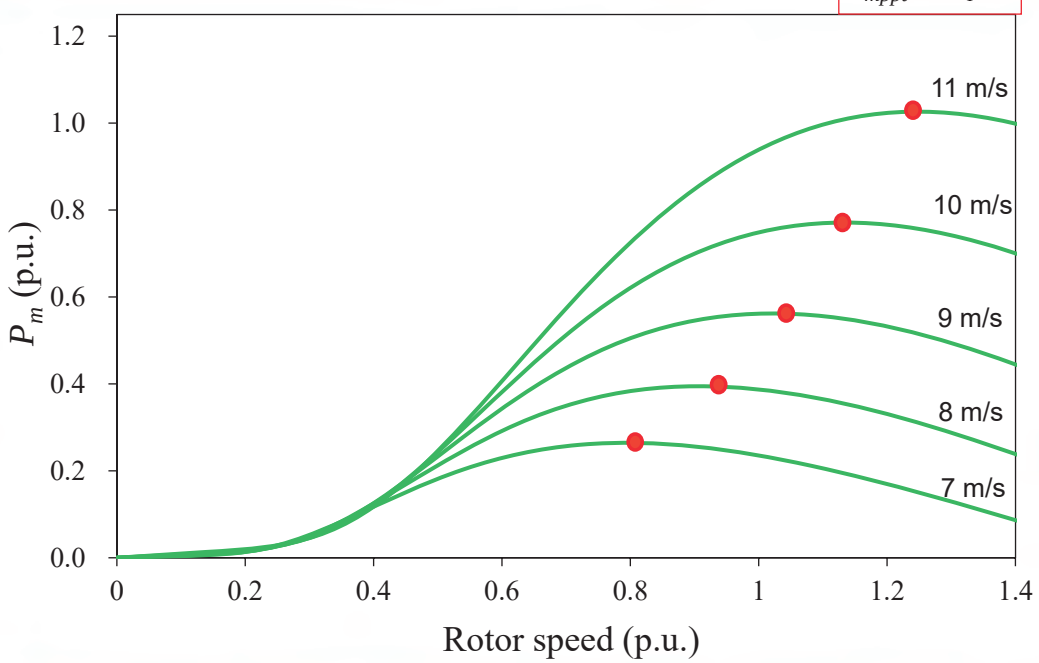
(**Ref.**) J. Cochran, P. Denholm, B. Speer, and M. Miller, "Grid integration and the carrying capacity of the US grid to incorporate variable renewable energy," NREL/TP-6A20-62607. National Renewable Energy Laboratory. Apr. 2015.

CONTENTS

여러 풍속에서 Pm 곡선의 특징

$P_m(V, \lambda, \beta)$

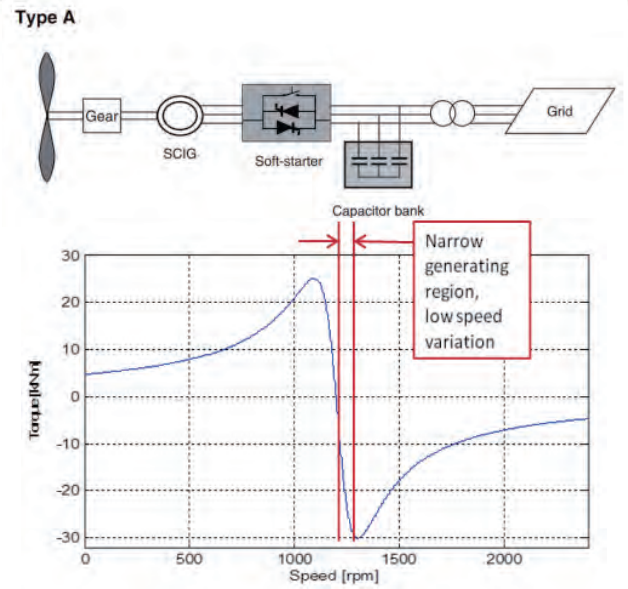
$P_{mppt} = k_1 \omega^3$



- P_m: 위로 볼록 → 최대점 존재
- P_m이 최대가 되는 회전자 속도가 풍속별로 다름!!!

최대의 출력을 얻기 위해서는 → 회전자 운전 범위가 넓어야 함!!!

Type A: Fixed-speed 풍력발전기



1) Uncontrollable: 계통 운영에 부적절한 발전원
2) 좁은 회전자 속도 운전 범위(1%): MPPT 불가능
   ✓ 회전체에 에너지를 흡수하거나 방출할 수 없음!!
   ✓ 풍속의 심한 변동 → 출력과 전압의 심한 변동

Type B: Limited variable-speed 풍력발전기

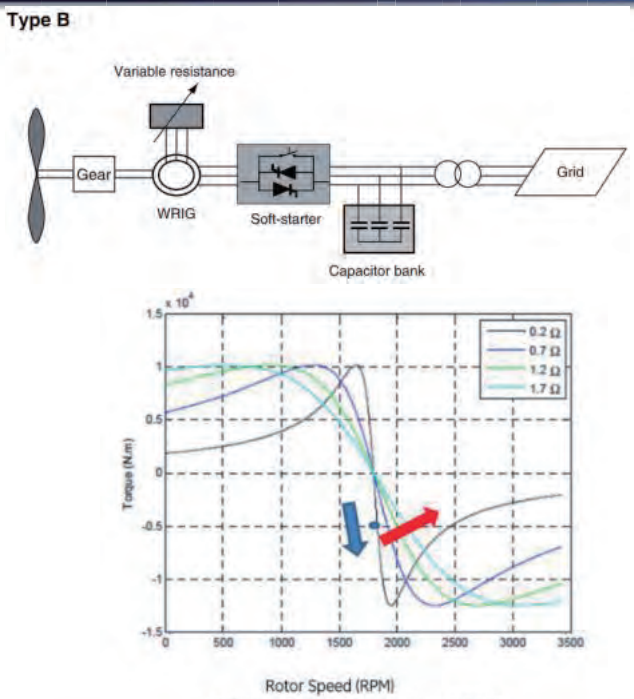
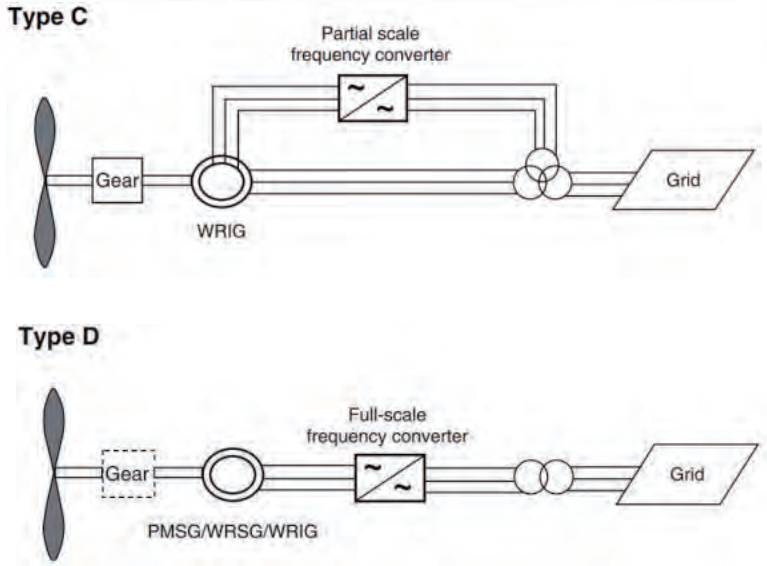


Figure 21 Speed - Torque Curve NREL[39]

회전자 속도 범위가 Type A보다는 다소 넓으나(10%), 특성이 유사

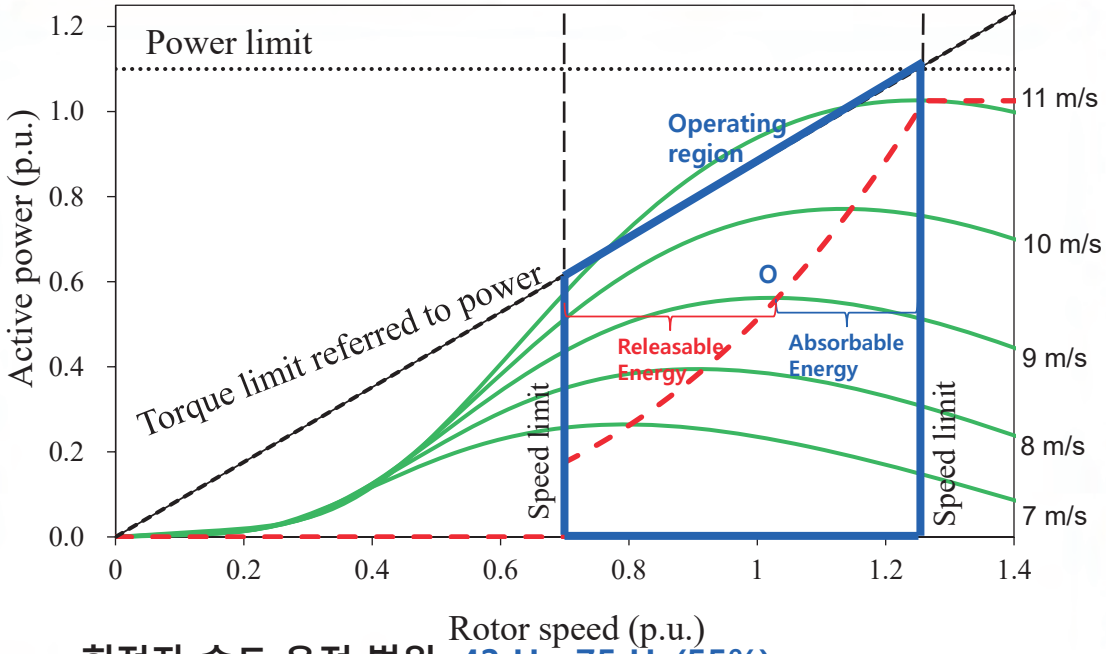
26

Type C & Type D: Variable-speed 풍력발전기



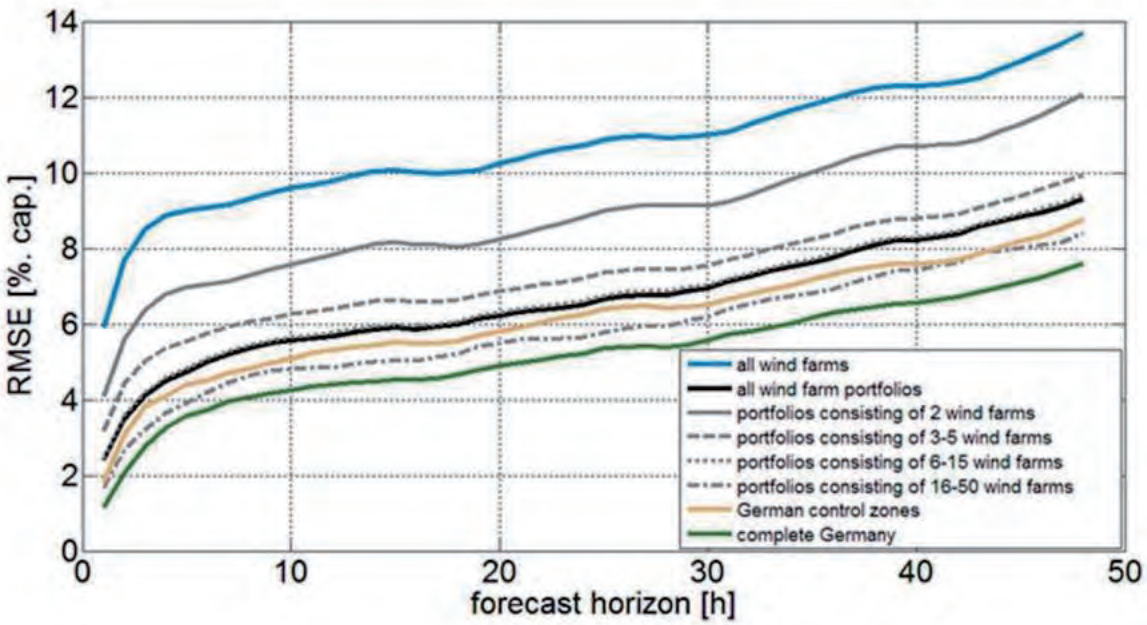
1) Controllable: 계통 운영에 적절한 발전원
2) 넓은 회전자 속도 운전 범위(>50%): MPPT 가능!!
   - ✓ 회전체에 에너지를 흡수하거나 방출 가능!!
   - ✓ 풍속의 심한 변동시에도 출력 변동 억제 가능

가변속 풍력발전기(DFIG)의 동작영역



- 회전자 속도 운전 범위: 42 Hz–75 Hz(55%)
- 방출가능 에너지와 흡수가능 에너지는 풍속에 따라 변함
- 가변속 WTG: Variable ESS를 포함한 발전기!!

Wind forecast accuracy



예측 → 풍력발전이 급전가능(Dispatchable)함
풍력발전: Dispatchable + Controllable

(Ref.) Fraunhofer IWES

출력제한 해소 방안

- **제주 계통의 부하 예측 + VRE 예측**
  - 정확도가 높을수록 Uncertainty 감소 → Dispatchable + 예비력 감소
- **제주 계통 실시간 발전계획: HVDC 육지 송전 운전 포함**
  - 현실적인 에너지/보조 서비스 정산
- **VRE의 유연성/안정성 확보 기술**
  - 풍력발전의 안정화(FFR, PFR) 기술
  - 풍력발전의 주파수 평활화(Frequency smoothing) 기술
- **Sector coupling 포함한 전력망 운영**
  - Phase V, Phase VI
  - EV, 플러스 DR, P2G, P2H, Seasonal storage


衆惡之 必察焉
衆好之 必察焉
－ 論語 －

[발제 1-3]

제주 풍력발전 출력제한 현황과 대응방안

김 동 완

제주에너지공사 선임연구원

제주 에너지전환 세미나

제주 풍력발전 출력제한 현황 및 대응방안

2021. 4. 15.(목)

김동완

목 차

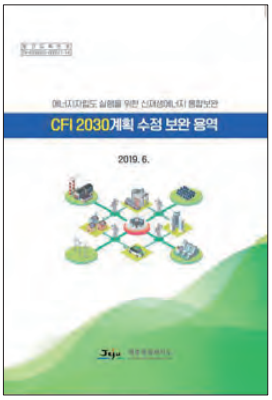
- 제주 풍력발전 출력제한 현황 및 대응방안 -

1 제주 신재생에너지 발전출력제약 현황 및 전망

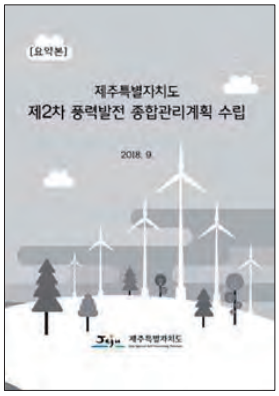
I. 현황 및 전망

1) 제주 신재생에너지 보급 목표

■ **신재생에너지 보급 계획**



< CFI 2030 >



< 제2차 풍력발전 종합관리계획>

< 제6차 지역에너지계획 >

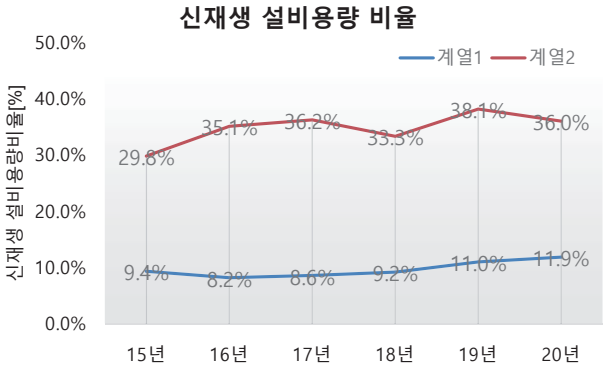
❍ **시 사 점**

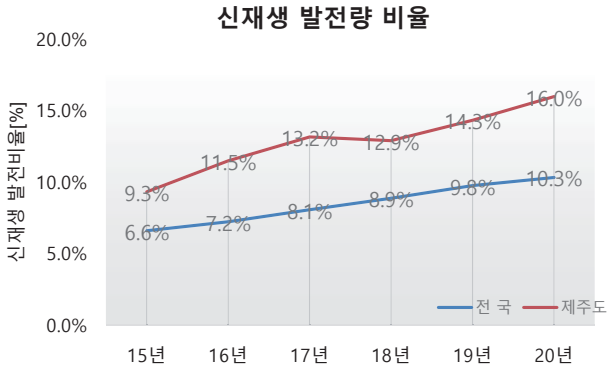
- **태양광, 풍력 중심**(80%)의 신재생에너지 확대
- **공공주도, 주민참여, 이익공유** 등을 통한 에너지 복지 실현

■ 신재생에너지 선도적 보급

○ 제주는 정부의 재생에너지 확대 및 에너지 전환 정책에 맞춰 지속적 보급

- 신재생에너지 **설비용량** 비율 : **36%** ('20년 기준)
- 신재생에너지 **발전량** 비율 : **16%** ('20년 기준) **(중앙급전발전기 54%, 해저연계선 29.8%)**

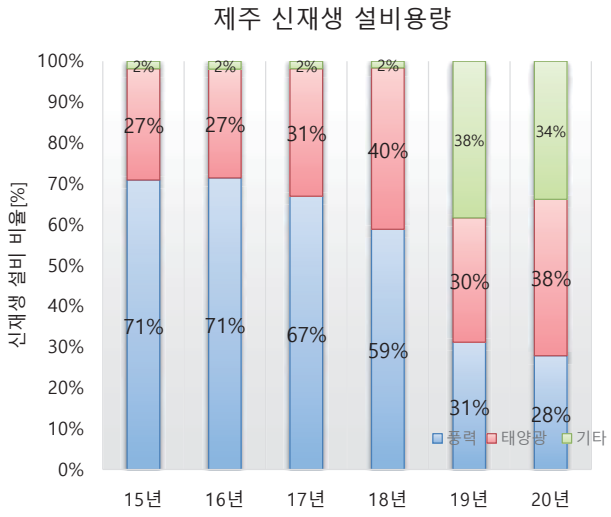




■ 제주 신재생에너지 설비용량

설비용량 (MW)	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년
풍력	221	272	274	269	291	295
태양광	85	101	128	180	284	405
기타	6	7	8	8	358	358
합계	**311**	**380**	**409**	**457**	**933**	**1,059**

* 자료 : 전력통계정보시스템(EPSIS)



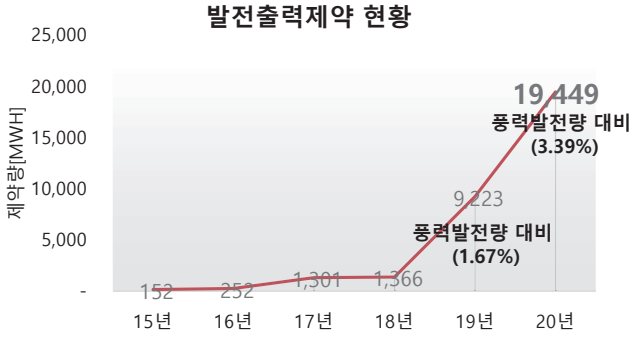
■ 발전출력제약 급격한 증가

❍ 제주는 '15년도부터 출력제약(Curtailment)이 발생, '19년도 부터 급격히 증가

- '20년 : 약 **19.4GWh** 출력제약(77회) 발생 ⇒ 제주 전체 신재생 발전량의 **3.39%** 해당

❍ 태양광 가파른 증가에 따른 발전출력제약 패턴 변화

- △봄, 가을철 출력 제약 급증, △밤 시간대에서 주간 시간대로 출력제약 패턴 변화



■ 발전출력제약 손실비용

구 분	풍력발전 출력제어횟수	Ⓐ출력제어량 (MWh)	비용 (백만원)	Ⓑ전체발전량 (MWh)	비중(%) Ⓐ/Ⓑ ×100
'15년	3회	152	27	344,678	0.04
'16년	6회	252	45	463,613	0.05
'17년	16회	1,301	234	535,384	0.24
'18년	17회	1,366	246	533,618	0.25
'19년	46회	9,223	1,660	546,846	1.67
'20년	77회	19,449	3,501	574,481	3.39
총 합	**165회**	**31,743**	**5,713**	**2,998,620**	**-**

* 비용 = 출력제어량×1,000×180원/kWh(장기계약자 평균적용 금액기준) 추정

Ⅰ. 현황 및 전망

3) 제주 전력계통 운영 전망

■ 비관적 출력제약 전망

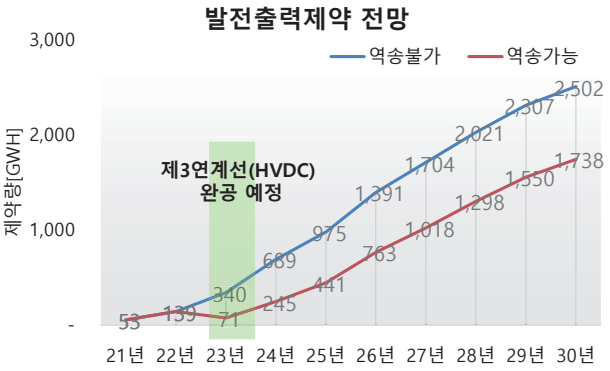
❍ (단기예측) '21년 52GWh 규모 4.3% 초과, '23년 역송 불가시 16% 까지 상승

❍ (장기예측) 제주는 '30년까지 출력제약 전망은 상당히 비관적이나 불확실성이 큼.

- 제3연계선(HVDC) 완공에 따른 역송 유무와 상관없이 출력제약량은 상당할 것으로 전망
- '30년 신재생 발전량에 대한 출력제약 비율 : **역송 불가 시 43%, 역속 가능 시 30%** 예상

구 분	연 도	총 발전량	신재생발전량	출력제약량
제3연계선 역송 불가 시	'21년	6,710GWh	1,220GWh (15%)	**52GWh (4.34%)**
	'23년	7,470GWh	2,130GWh (30%)	**340GWh (15.96%)**
	'30년	11,150GWh	5,770GWh (52%)	**2,500GWh (43.36%)**
제3연계선 역송 가능 시	'21년	6,710GWh	1,220GWh (15%)	**52GWh (4.34%)**
	'23년	7,200GWh	2,130GWh (30%)	**71GWh (3.35%)**
	'30년	10,400GWh	5,770GWh (56%)	**1,740GWh (30.12%)**

* 출처: 전력거래소 제주본부



Ⅰ. 현황 및 전망

3) 제주 전력계통 운영 전망

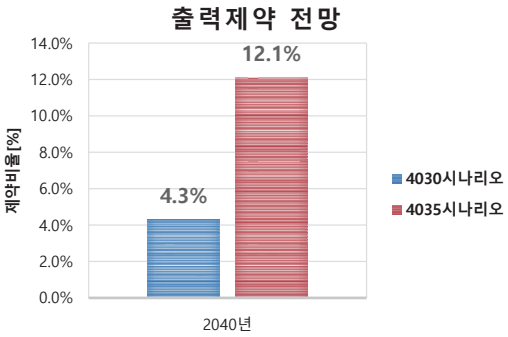
■ 국가적 차원의 발전출력제약 전망

❍ 4030 시나리오('40년까지 재생에너지 비율 30%) : 태양광 64GW, 풍력 29GW

(출처: 저탄소 전력시스템으로의 전환을 위한 전력시장 제도개선 방안 연구, 에너지경제연구원)

구 분	4030 시나리오	4035 시나리오
총 출력제약 비율 (연간)	약 4.3%	약 12.1%
총 출력제약량 (연간)	6,106,000 MWh (6.1TWh)	21,156,802MWh (21TWh)

* 이용률 가정 : 태양광 14%, 풍력 25%



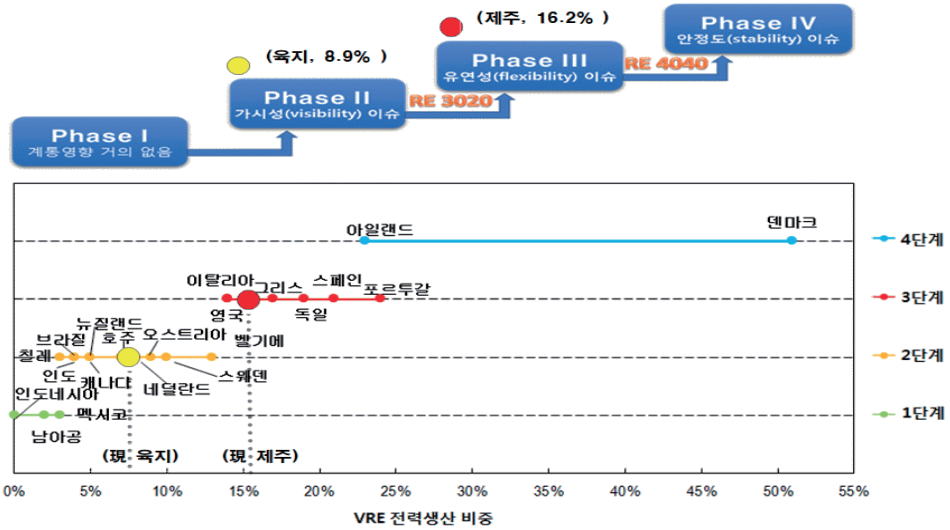
제주 발전출력제약 문제가 육지 계통으로 확산으로 전망

국가적 차원의 딜레마 확산으로 제주에서 선도적 해결이 필요

■ 전력계통 영향 전망

❍ 육지계통(10.3%, 20년) : Visibility 이슈 단계

❍ 제주계통(16.2%, 20년) : Flexibility 이슈 단계



* 출처: IEA 태양광 및 풍력의 전력망 수용 – 정책설계를 위한 안내서 (2017)

2

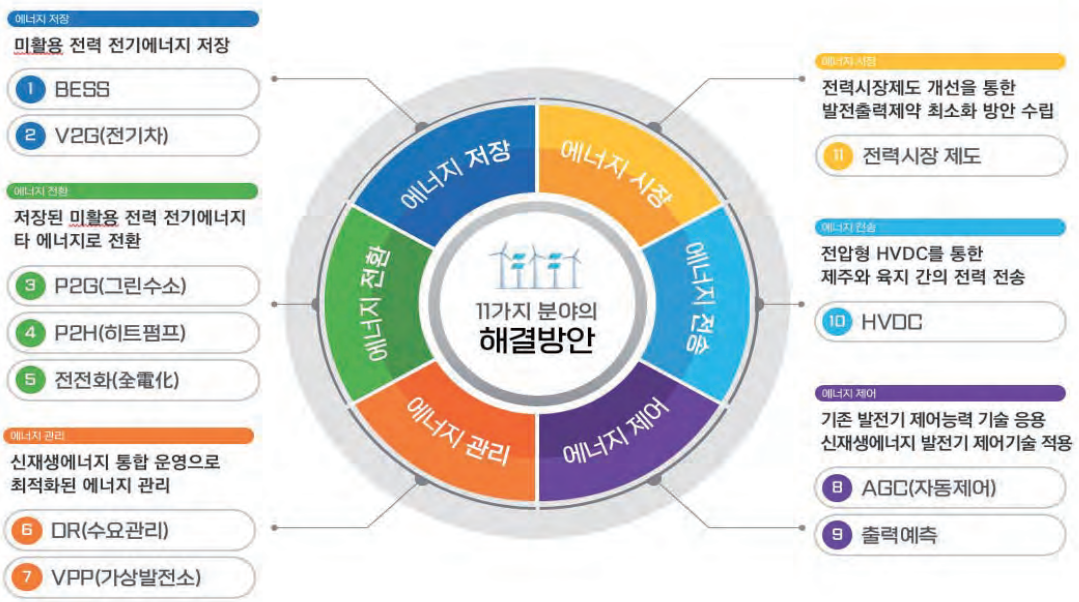
- 제주 풍력발전 출력제한 현황 및 대응방안 -

제주 신재생에너지 발전출력제약 해결 방안

II. 해결 방안

1) 출력제약 해결방안

■ 11가지 분야의 발전해결방안



II. 해결 방안

2) 분야별 주요 이슈

■ 에너지 저장

❍ **BESS** (Battery Energy Storage System)

- 화재 이슈로 ESS 안전강화 대책 2회 발표('19년)
  - 제조, 설치, 운영, 소방 기준 강화
  - 설치 제한, 충방전율 제한 등 사업 손실 우려
- REC 하락과 일몰로 신재생 사업 부담 증가
- 신재생에너지 보조 설비로만의 접속 제한

>> 국가 지원을 통한 공공주도 ESS 확대 필요와 ESS의 공급가치 보상의 보조서비스 시장 개설

❍ **V2G** (Vehicle to Grid)

- V2G(V2L) 적용 전기차가 늘어나면서 인지도 증가
- 이동성 및 접근성이 좋아 VPP 자원으로 활용 매력 높음
- 주간 시간의 직장 근처 V2G 활용 필요
  - 보급된 충전기 70% 가정용으로 출력제약 시간 연계 어려움
  - 충전시간대 전환을 위한 플러스 DR, 충전요금제 개편 필요

>> 제주 폐배터리를 활용한 V2G 스테이션, 이동형 충전소 등 생활 밀접형 부하 조정용 기술 실증 필요

『지역주도의 분산에너지 활성화 대책』 발표('21.3. 제주)

○ (추진방향) 공공 ESS 구축을 통한 재생에너지 계통수용 능력 확대 ⇒ 재생에너지 비중이 높은 제주도에서 '21년부터 先 추진*

* 재생에너지 150MW 추가 수용이 가능한 계통안정화 ESS 23MWh 구축('21년, 393억원)

* 김제발전소, 울산발전소에 설치된 ESS(10MWh)를 서제주 발전소로 이설('20년)

『지역주도의 분산에너지 활성화 대책』 발표('21.3. 제주)

○ (추진방향) 단기적으로는 V2G를 선제적으로 상용화하기 위한 기술개발·실증*을 추진, 중장기적으로는 V2G 친화형 인프라** 구축

* 폐배터리 활용 V2G 및 ESS 융합시스템 개발, 전기차 DR 등 비즈니스 모델 실증(22~25년, 미정)

** V2G 충전 인프라 보급·확산 지원, V2G 자원의 전력시장 참여 허용 등

■ 에너지 전환

❍ P2G (Power to Gas)

- 수소경제 활성화 로드맵 발표('19.1.)
- 수소법 제정('21.2.), 안전관리 규정 발효 예정('22년)
- 상명풍력 500kW, 40kg 수소생산시스템 구축('17년)
- 제주에너지공사 3MW, 600kg 수소실증과제 진행중
  - 수소 주민수용성 및 경제성 확보 중요

『지역주도의 분산에너지 활성화 대책』 발표('21.3. 제주)

○ (추진방향) P2G 활용을 위한 **기반 인프라 구축, 기술 고도화를 추진**하는 동시에, P2G 특성을 고려한 **제도 개선 병행**

* ①제주 동복·북촌 풍력단지에 3MW급 수전해 시스템 설계 구축 및 실증 수소 600kg 및 2MWh 배터리 저장시스템 구축('20~'22, 200억원), ②강원 동해에 태양광 연계 2MW급('19~'23) P2G 실증 등

❍ P2H (Power to Heat) & 全電化

- 제주는 열수요가 적은 지역, 집단난방시설 없음
- 대규모 숙박시설의 경우 전기 냉난방, 전기보일러 등 이미 전전화 건물로 구축

>> 제주 전전화 건물 대상으로 출력제약 시 중앙제어를 통해 P2H 시스템 실증 필요

『지역주도의 분산에너지 활성화 대책』 발표('21.3. 제주)

○ (추진방향) **P2H 시범사업을 제주도부터 우선 추진***하고, **제도개선**** 등을 통해 중장기적으로 **P2H 시스템** 도입·확대

* 호텔, 병원 등 에너지다소비사업장을 대상으로 열 비즈니스 모델 개발('22~'25년, 미정)

** 한전의 산업용 경부하 전력요금(60원/kWh)보다 낮은 플러스 DR요금 적용, 재생에너지 생산자와 사용자간의 직접거래 도입 등 추진 검토

■ 에너지 관리

❍ DR (Demand Response)

- 제주 출력제약 문제로 플러스 DR 개념 도입
- 신재생 사업자와, 수요 사업자의 공동협약을 통해 신재생 사업자 REC 지급, 수요 사업자 SMP 보상

>> 제주는 공급 초과 시점의 제어가능한 부하 또는 신재생 출력패턴과 비슷한 부하가 필요

『지역주도의 분산에너지 활성화 대책』 발표('21.3. 제주)

○ (추진방향) **제주부터 재생에너지 출력제어량 일부를 플러스 DR로 대체가 가능하도록 수요자원 확보 및 인센티브 체계** 마련

* 양식장기기, 삼다수공장 및 공공기관의 참여로 4MW 확보

- **수요 증대량과 참여율을 종합적으로 평가, 수요자원**에 대해 해당 시간 **제주 SMP로 보상, 신재생사업자에게는 REC** 지급

❍ VPP (Virtual Power Plant)

- 태양광, 풍력, ESS 등의 조합을 통한 대행업의 사업모델
  - 신재생 출력 평활화, 예측 제고로 변동성 대응
  - 급전지시가 가능한 발전기로 진화

>> 보조서비스시장 참여를 통해 수익성 향상 및 비즈니스 모델 개발 필요

『지역주도의 분산에너지 활성화 대책』 발표('21.3. 제주)

○ (추진방향) 분산에너지 비중이 높아 **통합 관리 필요성이 높은 지역**을 **"분산에너지 특구"로 지정**하여, **통합발전소*·배전망운영자제도**** 등 실증

* [VPP; Virtual Power Plant] 일정규모 이상의 분산에너지를 통합하여 전력시장에 입찰 참여하는 통합발전소

** [DSO; Distribution System Operator] 배전망에 연계된 재생에너지 발전소 등에 대한 제어와 급전, 시장운영 등을 담당하는 운영자

■ 에너지 제어

❍ 출력예측

- 재생에너지 발전량 예측 실증사업 진행 중
  - 예측제고 인센티브 8%이내 3원 ~ 4원/kWh 시행
  - 하루 전 전력시장에 2회(10시, 17시) 예측값으로 입찰하여 오차율 기준 만족 시 추가 정산금 지급

▷ 예측오차율(%)

$$= \frac{\frac{|1\text{차 예측량} - \text{발전량}| + |2\text{차 예측량} - \text{발전량}|^{*}}{\text{설비용량}^{**}}}{2} \times 100(\%)$$

「지역주도의 분산에너지 활성화 대책」 발표('21.3. 제주)

○ (추진방향) 재생에너지 특성을 고려한 통합관제시스템을 개발·도입* 하고, 이를 활용하기 위한 기반 인프라**를 제주부터 先 구축

* 지역內 재생에너지의 보급·운영 현황 파악, 계통 상황을 고려한 예측·제어 수행 등

** 신재생 발전기에 정보제공장치를 구축(제주 100kW 이상)하고, 자동제어가 가능한 스마트 인버터 설치를 의무화('21~'25년, 250억원)

❍ AGC (Automatic Generation System)

- 신재생 출력의 변화는 장주기 변동성(Variability)과 단주기 불확실성(Uncertainty)으로 구분
- 신재생발전기 관성 및 전력변환장치를 이용한 전압 주파수 제어 기능을 통해 불확실성 제어

>> 발전기 능력을 이용한 전력계통 안정화 가치를 보상하는 보조서비스 시장이 필요

■ 에너지 전송

❍ HVDC (High Voltage Direct Current)

- 제주 1, 2연계선의 건설 목적은 제주의 전력생산단가를 낮추고, 전력계통 안정화
- 출력제약으로 기존 연계선의 역송과 양방향 제어가 가능한 전압형 3연계선('23년 예정) 검토
  - 전압형 HVDC는 에너지 저장의 한계 및 전력계통 고장 시 즉각 대응
  - MMC 기술이 상용화 되면서 효율 개선 및 가격 경쟁력 확보
- 그러나,
  - 완도지역 민원에 따른 연계 지연
  - 재생에너지 발전원이 많은 전남지역 연계로 인한 역송 제한 우려

>> 전압형 HVDC 기술의 전력망 확대는 제주, 육지사이 전력계통 문제를 상호 보완해 갈수 있음

「지역주도의 분산에너지 활성화 대책」 발표('21.3. 제주)

④ (HVDC 역송) 육지-제주간 #1, #2 HVDC의 역송성능 확보 및 운전을 통해 잉여전력을 육지로 전송 ⇒ 60~120MW 증가

II. 해결 방안

2) 분야별 주요 이슈

해결 분야		내용
에너지 저장	①BESS	❍ (대규모) 계통연계형 ESS로 부하 평준하, 주파수 조정용 ❍ (소규모) Green EV 충전소, Home-BESS 등 생활 밀집형 부하 조정용
	②V2G	❍ 플러스DR 추진, 충전요금제 개편, 직장 인근 충전기 확대로 전기차 충전시간대 전환
에너지 전환	③P2G	❍ 제주 신재생 인프라 활용 및 대규모 부대시설 조성을 통한 그린수소 생산
	④P2H	❍ 히트펌프 및 축열을 통한 온수 및 난방열 생산 보급
	⑤전전화	❍ 비 전력 분야의 전기화를 통한 수요 경영 (창출 + 유연화)
에너지 관리	⑥DR	❍ 제주 출력제약 시간의 플러스 DR 도입
	⑦VPP	❍ 태양광, 풍력, ESS 조합을 통한 대행업의 사업
에너지 제어	⑧AGC	❍ 풍력발전기 관성 및 전력변환장치를 이용한 전압, 주파수 제어
	⑨출력예측	❍ 신재생에너지 출력예측을 통해 변동성 및 불확실성 최소화
에너지 전송	⑩HVDC	❍ 전압형 HVDC 이용한 제주-육지 간 실시간 및 양방향 전력 전송
⑪전력시장제도		❍ 실시간 시장 및 보조서비스 시장 도입 ❍ 신재생에너지 출력예측의 전력시장 가격 반영 ❍ 신재생에너지 연계 ESS 용량요금 지원

제주에너지공사 JEJU ENERGY CORPORATION

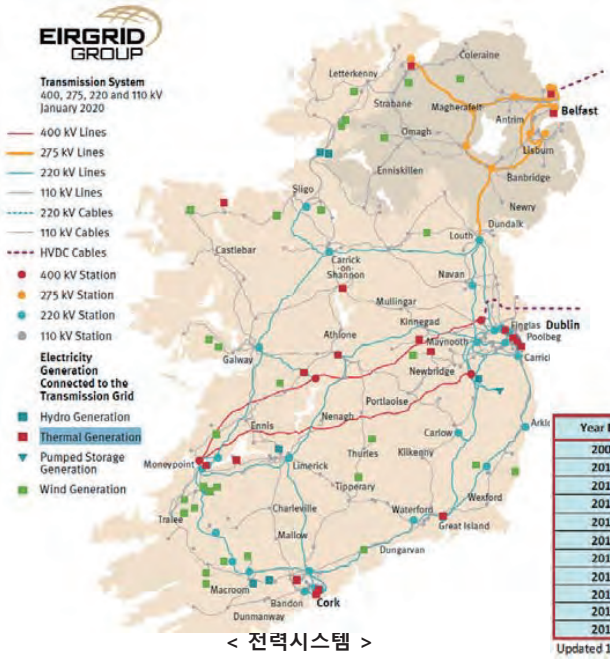
19

3

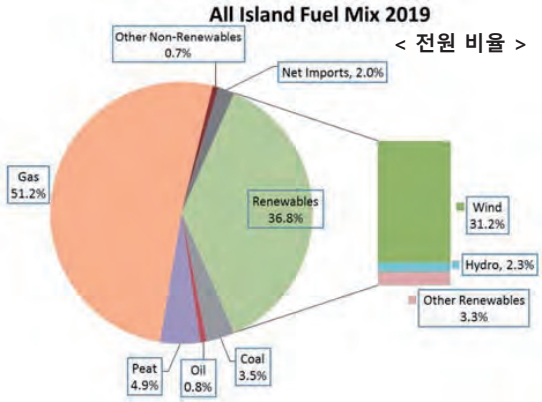
- 제주 풍력발전 출력제한 현황 및 대응방안 -

제주 신재생에너지 발전출력제약 보상 방안

■ 아일랜드(Ireland) 사례



< 전력시스템 >



Wind Installed Capacities (MW) < 풍력 설비용량 >

Year End	Ireland TSO	Ireland DSO	Ireland Total	Northern Ireland TSO	Northern Ireland DSO	Northern Ireland Total	All Island TSO	All Island DSO	All Island Total
2009	668.8	575.8	**1,244.5**	0.0	348.7	**348.7**	668.8	924.5	**1,593.2**
2010	727.8	655.8	**1,383.6**	0.0	392.2	**392.2**	727.8	1,048.0	**1,775.8**
2011	769.2	808.6	**1,577.8**	73.6	438.8	**512.4**	842.8	1,247.4	**2,090.2**
2012	769.2	927.5	**1,696.7**	73.6	526.0	**599.6**	842.8	1,453.5	**2,296.3**
2013	845.2	1,071.3	**1,916.5**	73.6	566.4	**640.0**	918.8	1,637.6	**2,556.4**
2014	1,046.6	1,213.1	**2,259.6**	73.6	655.5	**729.1**	1,120.2	1,868.6	**2,988.8**
2015	1,152.6	1,287.9	**2,440.5**	73.6	677.4	**751.0**	1,226.2	1,965.3	**3,191.5**
2016	1,371.3	1,416.7	**2,788.0**	73.6	869.0	**942.6**	1,444.9	2,285.7	**3,730.6**
2017	1,591.5	1,714.0	**3,305.5**	121.1	1,032.6	**1,153.7**	1,712.6	2,746.6	**4,459.2**
2018	1,774.5	1,885.8	**3,660.2**	121.1	1,155.2	**1,276.3**	1,895.6	3,040.9	**4,936.5**
2019	1,932.5	2,180.4	**4,112.8**	121.1	1,155.2	**1,276.3**	2,053.6	3,335.5	**5,389.1**

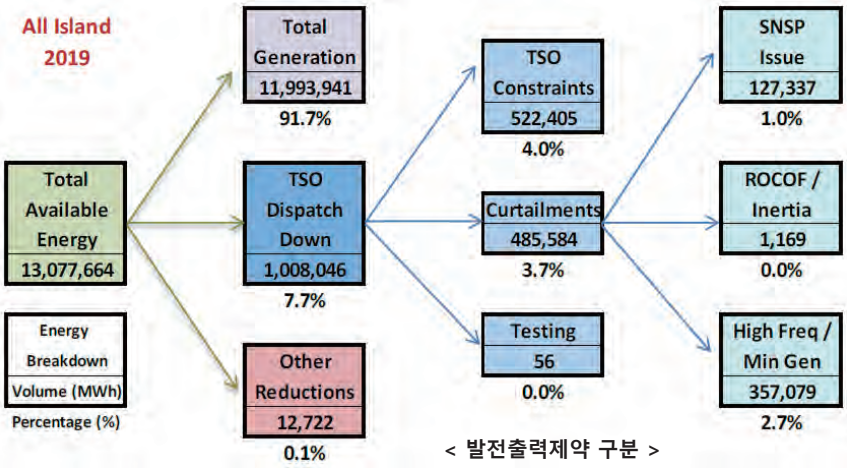
Updated 19-May-2020

III. 보상 방안
1) 해외 출력제약 및 보상기준 사례

■ 아일랜드(Ireland) 사례

○ **신재생에너지 발전출력제약(Dispatch Down)은 Constrains와 Curtailment로 구분**

- 송전용량 부족(**계통혼잡**)으로 인한 **Constrains** 발생
- 신재생에너지 **공급과잉**으로 인한 **Curtailment** 발생



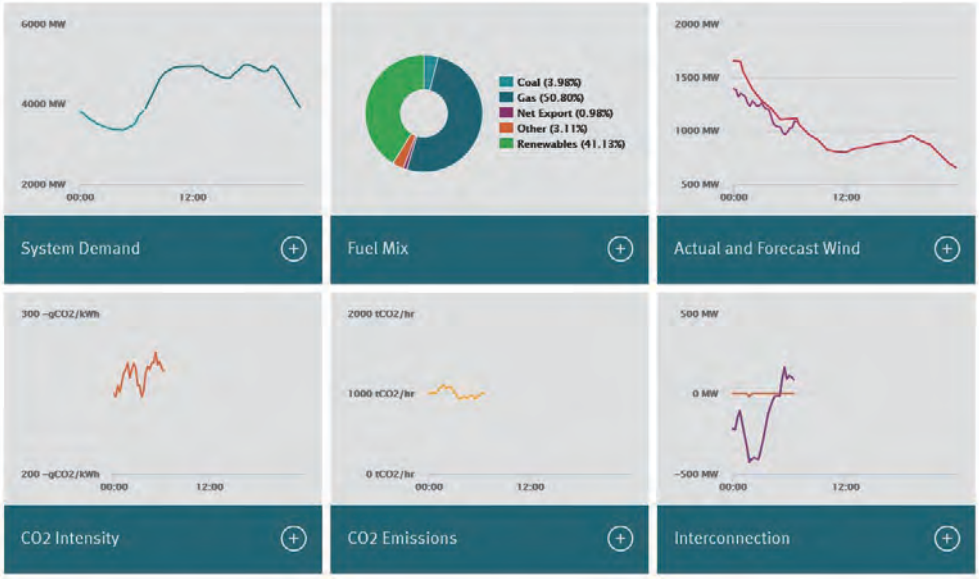
< 발전출력제약 구분 >

Ⅲ. 보상 방안

1) 해외 출력제약 및 보상기준 사례

■ 아일랜드(Ireland) 사례

❍ 에너지 전원 비율 / 전력부하 / 신재생 예측·실측 / HVDC 운전 / CO_2 배출 데이터 공유



Ⅲ. 보상 방안

1) 해외 출력제약 및 보상기준 사례 (제주도 vs 아일랜드)

구분		제주도	아일랜드	비고
면적		1,848km²	**70,280km²**	38배
인구		67만명 4천명	**498만명 3천명**	7.4배
전력 수요	최소	385MW	**2,548MW**	7.0배
	평균	601MW	**4,221MW**	
	최대	965MW	**6,548MW**	
	합계	5,269GWh	**36,978GWh**	
신재생 설비	풍력	291MW	**5,389MW**	10.6배
	태양광	284MW	**304MW**	
	기타	9MW	**508MW**	
	HVDC	150MW/250MW	**500MW×2(양방향)**	
신재생발전량 비율		14.4%	**36.8%**	최대 84%
신재생 발전량	풍력	547GWh	**11,994GWh**	
	태양광	268GWh	**?**	
	기타	21GWh	**?**	
풍력 출력제약	계통혼잡	-	**4.0%, 522GWh**	
	과잉생산	-	**3.7%, 486GWh**	
	합계	1.67%, 9.2GWh	**7.7%, 1,008GWh**	
태양광 출력제약	계통혼잡	-	**2.4%, 3.2GWh**	2019년부터 제약운전
	과잉생산	-	**1.7%, 2.3GWh**	
	합계	-	**4.2%, 5,6GWh**	
대표 정책		CFI2030	Ireland 2050	2019년 기준

Ⅲ. 보상 방안

1) 해외 출력제약 및 보상기준 사례

■ 보상기준 사례검토

보상	풍력발전사업자 손실	적용국가
기회비용	손실 없음(전액 보상)	·독일(연수입 1% 초과 시) ·이탈리아(추정 발전손실량) ·포르투칼(50시간이상 손실) ·벨기에(송전제약)
1일전 가격의 X%	(1-X%)×1일전 가격 + 보조금	·스페인(X=15%)
1일전 가격	보조금	·아일랜드(18년 이전) ·덴마크(육상풍력)
양자 간 계약	계약가격	·덴마크(해상풍력) ·영국
무보상	1일전 가격 + 보조금	·스페인(기술적제약) ·벨기에(계통안정) ·아일랜드(18년 이후)

※ 기회비용 = 1일전 시장 가격 + 보조금(시장 가격 이외 지원 제도를 통한 추가 수익)

Ⅲ. 보상 방안

2) 보상기준 제안

■ 제주 출력제약보상기준 제안

구분	출력제약 근거	상황	보상안
전력계통제약 (Constraints)	전력계통 과잉투자 방지	사전 협의 수준	보상 없음
		협의 수준 초과	완전한 보상
과잉발전 (Curtailment)	수급일치	사전 협의 수준	보상 없음
		협의 수준 초과	완전한 보상
		기타	양자 계약 (1일전 가격의 X%)
시스템 안전문제 (Other)	예비력 비용감소	시스템 안정성 목적	없음
		기술적 원인에 의한 출력제한	완전한 보상

* [DTU 논문] Curtailment of renewable generation: Economic optimality and incentives(2012) 인용

■ 보상기준 설계 시 고려사항

❍ **전력시장에서 위험은 가격위험, 공급위험, 수급균형에 대한 책임**

- 가격위험 : 전력가격의 불확실성, 보상수준의 불확실성
- 공급위험 : 전력망에 공급되는 최종 공급전력량 또는 출력제약량
- 수급균형에 대한 책임 : 불균형 해소에 소요되는 비용 부담

❍ **합리적인 보상기준은 출력제어로 인해 발생하는 재생에너지 기회비용 보상과 계통변동성 유발에 대한 책임부과 사이의 균형이 고려**

- 비용형평성에 입각한 보상기준 설계를 통해 시장참여자 간 이해관계 대립 최소화

⇨ **현 상황에서 출력제어 부정적 인식을 개선하기 위해 기회비용 완전보상이 필요**

■ 제안 사항

❍ **출력제약 원인 분석(Curtail/Constraint) 및 경제적 가치 보상**

- 출력제약 원인 분석과 데이터 공유 / 미공급 전력량에 대해 해당 시점의 경제적 가치로 보상

* 참조: 재생에너지 출력제어 기준 및 보상 필요성에 대한 연구

■ 전력시장 제도개선 방안

❍ **실시간 모니터링 및 스마트인버터 구축**

- VRE 가시성 확보를 위한 실시간 모니터링 및 데이터 축적 필요
- 출력지령에 대응 가능한 실시간 제어 필요

❍ **신재생 출력예측의 전력시장 가격 반영**

- 예측을 통한 도매시장의 직접참여, 소규모 전력중개사업 등 예측결과가 전력시장 가격에 반영 필요

❍ **실시간 시장 도입**

- 당일 변동하는 수요와 공급을 반영하여 결정하는 실시간 시장 및 하루 전시장과의 이중 정산 필요

❍ **보조서비스 시장 개설**

- 유연성 자원의 적정 공급가치를 보상하는 보조서비스 시장 개설 필요

❍ **신재생 연계 ESS 용량요금 지원**

- ESS를 통하여 신재생의 출력을 제한 할 경우 그 용량에 한하여 용량 요금 지원


감사합니다.

[발제 1-4]

제주 출력제한 대응 TF 운영(안)

최 덕 환

한국풍력산업협회 팀장

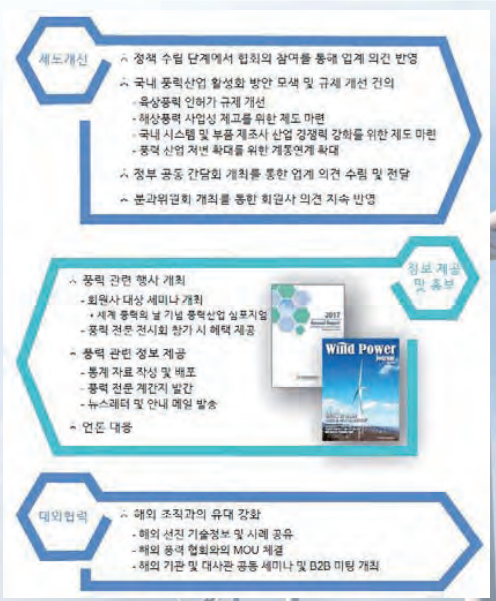
1 풍력발전 개요

한국풍력산업협회

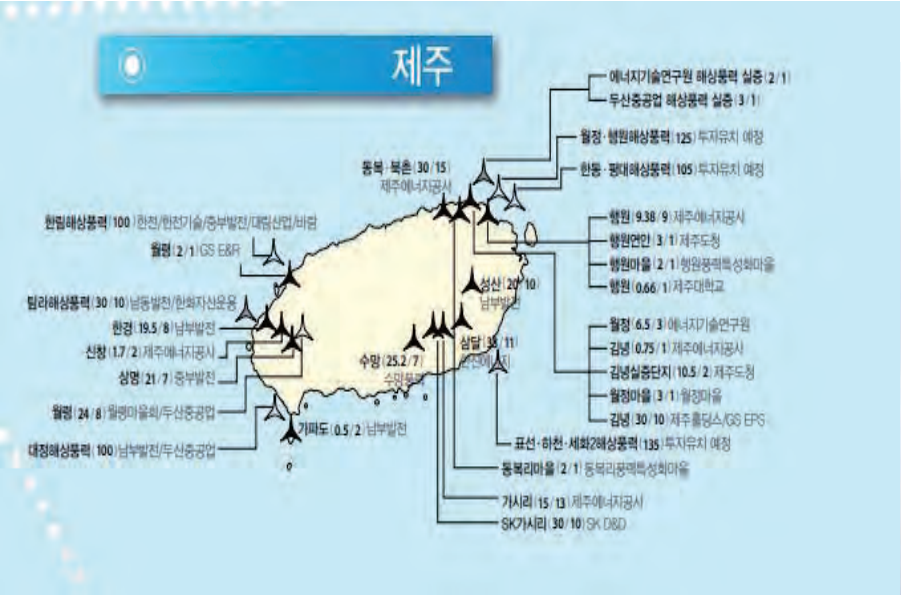
사단법인 한국풍력산업협회

설립일 : 2010년 3월 4일

회원사 : 116개 (20년말 기준)



2 제주 풍력발전 현황



2 제주 풍력발전 현황

▶ 설치현황

○ 2020년 현황 : 24개소 127기 298.69MW / 국내 점유율 18.19%
`19년 대비 1개소 1기 3.0MW 증가

▶ 세부 설치현황

No	발전소명		최종준공	총용량(kW)	대수	설치위치	사업자
1	행원	육상	2014	9,380	9	제주도 제주시	제주에너지공사
				660	1		제주대학교
		해상		3,000	1		제주도청
2	한경		2007	19,500	8	제주도 제주시	한국남부발전
3	신창		2006	1,700	2	제주도 제주시	제주에너지공사
4	월정		2006	1,500	1	제주도 제주시	에너지기술연구원
5	성산1		2009	12,000	6	제주도 서귀포시	한국남부발전
6	삼달		2009	33,000	11	제주도 서귀포시	한신에너지
7	김녕		2010	750	1	제주도 제주시	제주에너지공사
8	월령		2010	2,000	1	제주도 제주시	GS풍력발전
9	성산2		2010	8,000	4	제주도 서귀포시	한국남부발전
10	월정1(해상)		2012	3,000	1	제주도 제주시	에너지기술연구원 (실증연구용)
11	가시리		2012	15,000	13	제주도 서귀포시	제주에너지공사
12	월정2(해상)		2012	2,000	1	제주도 제주시	에너지기술연구원 (실증연구용)
13	가파도		2012	500	2	제주도 서귀포시	한국남부발전 (가파도 자체사용)
14	행원마을		2013	2,000	1	제주도 제주시	행원풍력에너지 특성화마을법인
15	김녕(실증단지)		2014	10,500	2	제주도 제주시	제주도청
16	SK가시리		2015	30,000	10	제주도 서귀포시	SK D&D
17	월정마을		2015	3,000	1	제주도 제주시	월정풍력에너지 특성화마을법인
18	동복북촌		2015	30,000	15	제주도 제주시	제주에너지공사
19	제주김녕		2015	30,000	10	제주도 제주시	제주김녕풍력발전
20	제주상명		2016	21,000	7	제주도 제주시	한국중부발전
21	탐라(해상)		2016	30,000	10	제주도 제주시	한국남동발전
22	동복리마을		2017	2,000	1	제주도 제주시	동복리풍력에너지 특성화마을법인
23	제주수망		2019	25,200	7	제주도 서귀포시	수망풍력
24	**북촌서모**		**2020**	**3,000**	**1**	**제주도 제주시**	**북촌서모풍력**
계				298,690	127		

▶ 설치예정단지 : 7개소 610.0MW

○ 육상 : 2개소 45.0MW

No	발전소명	용량(kW)	설치위치	사업자	비고
1	행원육상풍력	21,000	제주도 제주시	제주에너지공사	육상
2	동복·북촌육상풍력2단계	24,000	제주도 제주시	제주에너지공사	육상
계		2개소 45,000kW			

※ 출처 : 제주도청, 제주에너지공사

○ 해상 : 5개소 565.0MW

No	발전소명	용량(kW)	설치위치	사업자	비고
1	한림해상풍력	100,000	제주도 제주시	한국전력기술	해상
2	대정해상풍력	100,000	제주도 서귀포시	대정해상풍력	해상
3	표선·하천·세화2 해상풍력	135,000	제주도 서귀포시	별도공모	해상
4	한동·평대해상풍력	105,000	제주도 제주시	별도공모	해상
5	월정·행원해상풍력	125,000	제주도 제주시	제주에너지공사	해상
계		5개소 565,000kW			

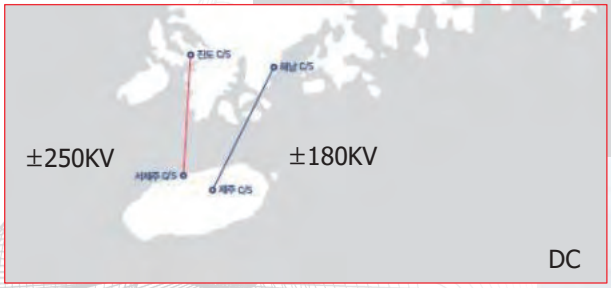
※ 출처 : 제주도청, 제주에너지공사

2 제주 풍력발전 현황(계통)

765KV

345KV

▲ 배후망 부족 발생



출처 : 한국전력공사 홈페이지

2 제주 풍력발전 현황

▲ 제주 전력계통이 이어지는 남부지역은 이미 전력계통 부족할 뿐 아니라 재생에너지 대폭 확대 예상.
▲ 장기적으로 제주 내에서 전력계통 간헐성 문제를 해결할 수 있는 방안 필요.

3 한국풍력산업협회, 제주 TF 운영(안)

□ 2021/03/02 전문 언론사 이투뉴스와 재생에너지 출력제약 해법과 계통정책 개선과제 도출 긴급좌담회 개최
□ 2021/03/03 제주 풍력발전 종사자들과 간담회
□ 2021/03/23 산업통상자원부 분산에너지과와 태양광, 풍력업계 협회 및 종사자 간담회

▲ 풍력발전은 전력시장 종사자로서 충실히 의무를 이해하나 차별 요소 존재.
※2015년 풍력 200MW, 태양광 85MW
※2020년 풍력 295MW, 태양광 405MW, 가스복합 300MW

▲ 단기 과제
- 출력제약에 따른 보상.
※2015년 2700만원(출력제약 3회), 2020년 30억원(출력제약 77회, 19GWh), 2022년까지 330억원(254GWh)

- REC 가격 하락에 따른 사업자 부담 중가.

- 제주에 한해 ESS(에너지저장시스템) 전기요금 할인 특례 및 REC 가중치 일몰제 연장.
※ 2020년 ESS REC 가중치 폐지

- 제 3 연계선 건설

- 태양광 중심의 전력중개시장 개선.
※ 태양광 예측 오차율은 8% 미만(kWh당 3~4원 예측 인센티브)

▲ 장기과제
- 다양한 해법 시험·실증할 수 있는 플랫폼화
※ 분산에너지특구 지정
※ V2G, VPP(가상발전소), 전력중계거래 등 모든 방법 동원 가능
※ 제주 지역에 한해 전력시장 개방(판매, 송배전망)

3 한국풍력산업협회, 제주 TF 운영(안)

▲ 한국풍력산업협회 제주TF 구성 및 운영 목표.
- 협회와 산.학.연.관 간의 네트워크를 구축하고, 재생에너지 중심의 에너지 전환이라는 대전제의 방향성에 동참하며 긴밀한 연계와 발전적 협력관계 유지

▲ TF 구성(안)
※제주도내 풍력발전사업자 혹은 예정자
※도내 대학을 비롯한 학계, 연구계
※이해 기관 및 단체
※한국풍력산업협회

▲ TF 업무 운용(안)
- 제주도 내 출력제약에 대한 대응 방향 도출
- 분기별 온라인 및 오프라인 회의 통해 현황 점검.
- 중앙과 지역언론 보도 활동.
- 국회 및 정부 그리고 지역 대상으로 소통과 일관성 있는 대응.
- 기관별 풍력발전 출력제한 현황 및 자료에 대한 상호 공유
- 발전 손실량에 대한 손실 보존방안 제안
- 풍력 및 에너지 전환에 대한 기술교육 및 기술 교류 등을 통한 TF 구성원의 역량 증진 및 솔루션 제안


감사합니다.

[발제 2-1]

제주도, 에너지전환 실증단지 추진

-제주지역 에너지전환 실증을 통한 국가 에너지전환 실현

성 진 기

한국에너지기술평가원 공공 R&D 센터장

에너지전환
제주도실증

제주도, 에너지전환 실증 추진

(제주도 에너지전환 실증을 통한 한반도 에너지전환 실현)

2021. 4. 16

한국에너지기술평가원 **성 진 기**

에너지전환
제주도실증

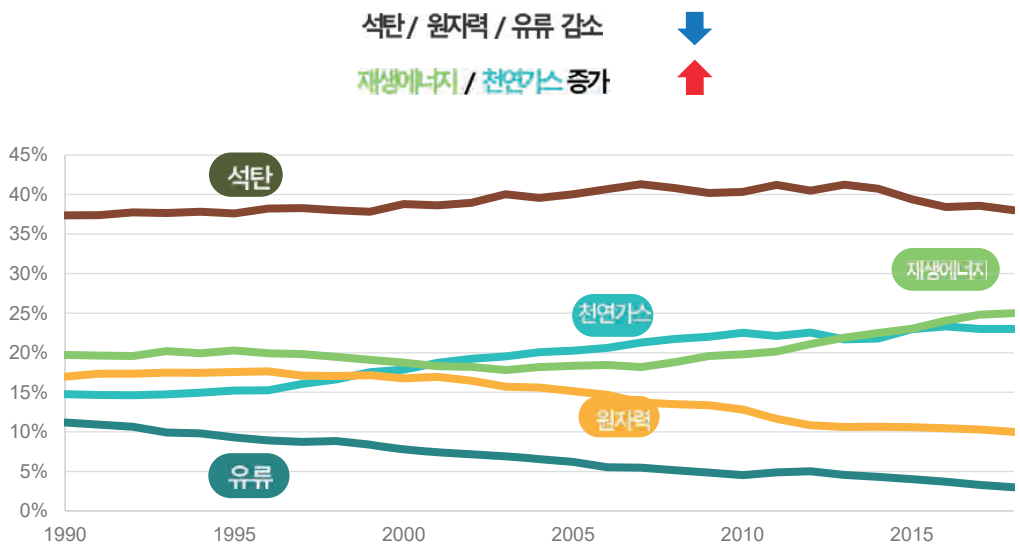
CONTENTS ▷

CONTENTS ▷

1. 에너지 패러다임

에너지전환
제주도실증

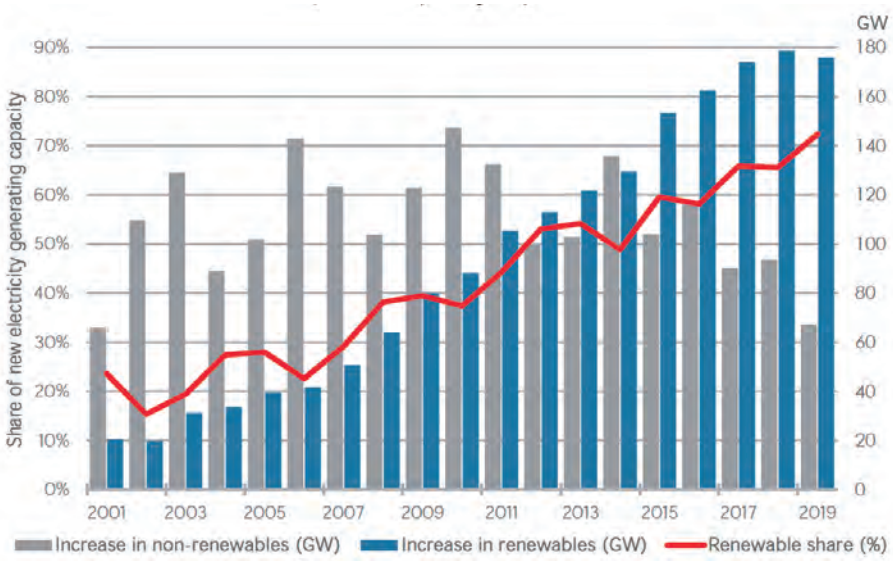
▪ 재생에너지의 부상



(Source : IEA(2019.9), World Energy Balances 2019)

▪ 재생에너지 전원의 부상

신규설치전원의 72% 재생에너지, 투자금액 296.7 billion usd



1. 에너지 패러다임
에너지전환 제주도실증

▪ 글로벌 재생에너지 현황

- ▪ 재생에너지는 2019년 전세계 전력 수요의 27.3%공급
  (전세계 발전용량 순증가의 70%)
  - ✓ 2019 신규 설치 : 200GW
    (최근 5년 CAGR >8% 증가)
  - ✓ 2007~2019 설비용량 : 2.5배 증가
    (1,000GW → 2,588GW)

- ▪ 2020년 260GW 신규설치(Bloomberg)
  - ✓ 전세계 신규 전력설비의 82%가 재생E
  - ✓ 중국 136GW, 미국 29GW 신규설치
  - ✓ 유럽은 사상 처음으로, 재생E발전(38%)의 비율이 화석연료발전(37%) 추월(Ember)

- ▪ 전력부분 글로벌 에너지전환 핵심 동인은 풍력, 태양광 분야의 기술 혁신, 시장 변화, 효율적 정책 및 New Business Model

FIGURE 10. Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2019

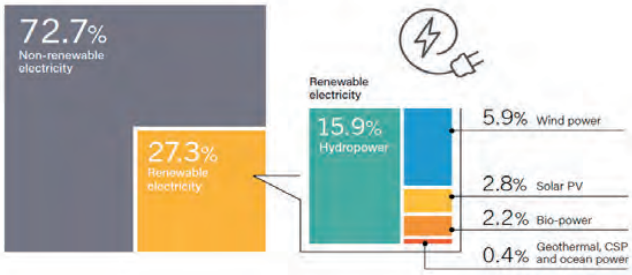
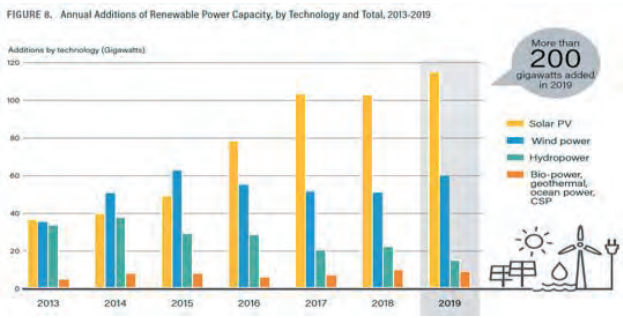
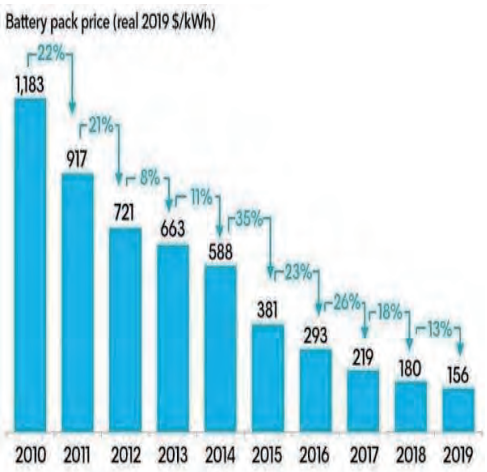


FIGURE 8. Annual Additions of Renewable Power Capacity, by Technology and Total, 2013-2019

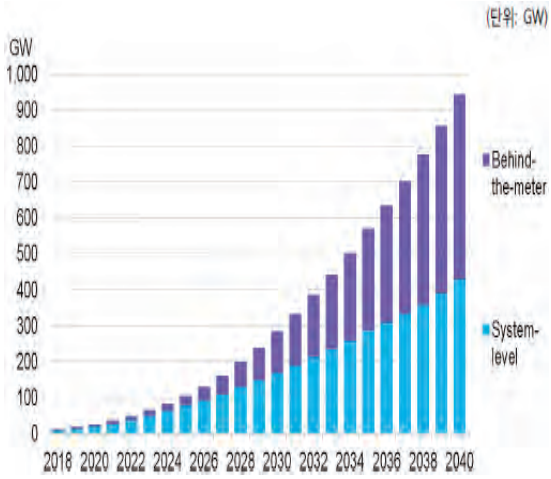


▪ Battery 시장의 폭발적 성장

Li Battery 87% 하락



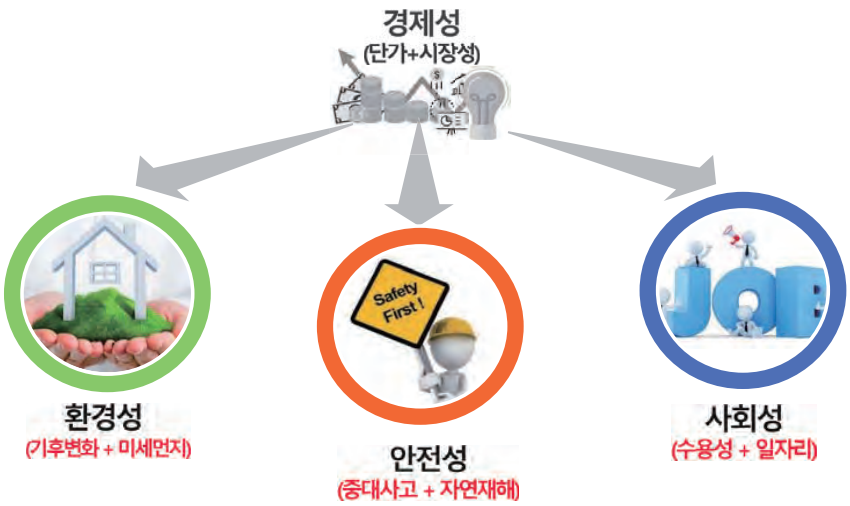
ESS 시장 950GW 규모



(Source : Bloomberg New Energy Finance)

1. 에너지 패러다임
에너지전환 제주도실증

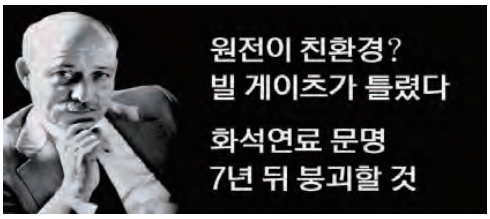
▪ 에너지 패러다임의 변화



1. 에너지 패러다임

에너지전환
제주도실증

- **글로벌 그린뉴딜: JEREMY RIFKIN** (서울신문, 2001년4월1일)



- **전세계 2028년까지 인프라 전환 필요**
  - ✓ 한국은 전력생산의 66% 화석연료 의존
  - ✓ 태양광과 풍력 3.8% : 중국,일본의 절반 이하
  - ✓ 한국정부의 그린뉴딜 속도가 느리다
  - ✓ 한전 등은 이 상태로 가면 좌초 자산이 될 것

- 누구든, 어디서든 태양과 바람으로 전력을 생산 할 수 있다.

- 전력을 생산하는 수 많은 주체들과 Partership을 맺고,
  전력이 효율적으로 모든 곳에 공급될 수 있도록 해야 한다.
  (한국은 삼성전자와 SK홀딩스, 현대기아차 등 정보통신기술(ICT)과 Mobility(이동수단) 분야에서 세계적 기업 보유)

- 기후변화의 심각성을 받아들이는 중장년 층과 젊은 층 간 인식의 차가 큰 것을 두고,
  젊은 층의 적극적인 정치(에너지민주화) 참여를 강조 했다.

9/25

에너지전환
제주도실증

CONTENTS ▷

▪ 에너지전환 주요정책

1. 재생에너지 3020 이행계획 (`17.12.)
- 신규 설비용량(48.7GW)의 95% 이상을 태양광(63%, 30.8GW), 풍력(34%, 16.5GW) 등 청정에너지로 공급

2. 재생에너지산업 경쟁력 강화 방안 (`19.4.)
- 친환경 에너지를 넘어 미래를 책임질 새로운 성장동력으로 육성

3. 제4차 에너지기술개발계획(`19~`28) (`19.12.) : Innovation Roadmap
- 에너지전환과 신 산업 선도를 위한 에너지기술 강국 도약(4대 전략, 10대과제)

4. 해상풍력 발전방안(`20.7.)
- 2030년 12GW 준공, 세계5대 해상풍력 강국 성장, 주민과 함께하고 수산업과 공존라는 상생여건 조성

5. 한국판 그린뉴딜 및 탄소중립 (`20)
- 그린리모델링, 그린에너지, 친환경 미래 모빌리티, 그린 스마트 스쿨, 스마트 그린산단 등 / 2050년 탄소중립 선언

6. 제5차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획 (`20.12.)
- 2034년 발전량 중 신재생에너지 비중 25.8%(재생22.2% : 84.4GW, 신3.6% : 3.4GW, 온실가스 감축 69백만tCO2)

7. 제9차 전력수급기본계획 (`20.12.)
- 2034년 국자 전체 에너지설비 대비 신재생에너지 설비 비중을 15.8%(20.1GW) → 40.9%(77.8GW) 2.6배 확대,
  석탄은 35.8GW → 29.0GW, 원자력 23.3GW → 19.4GW, LNG 41.3GW → 58.1GW로 축소
  (석탄발전 30기(15.3GW) 폐지, 이중 24기(12.7GW) LNG발전으로 연료전환)

→ **에너지전환 정책(계획, 로드맵)의 지속 가능성 ? 실현 가능성 ? 예산 확보 가능성 ?**

2. 에너지전환 정책

에너지전환
제주도실증

▪ 한국판 그린뉴딜 추진과제

전체 28개 과제

디지털 뉴딜(총12개)	안전망 강화(총8개)	그린 뉴딜(총8개)

✓ '22년까지 총 사업비 67.7조원(국비 49.0조원), 일자리 88.7만개
✓ '25년까지 총 사업비 160.0조원(국비 114.1조원), 일자리 190.1만개

대표과제 선정기준

1. 경제 활력 제고 등 파급력이 큰 사업
2. 지역균형발전 및 지역경제 활성화 촉진 효과가 큰 사업
3. 단기 일자리 뿐만 아니라 지속가능한 대규모 일자리 창출 사업
4. 국민이 변화를 가시적으로 체감할 수 있는 사업
5. 新산업 비즈니스 활성화 등 민간 투자 파급력·확장성이 있는 사업

10大 대표과제

디지털 뉴딜	디지털·그린 융복합	그린뉴딜
① 데이터 댐 ② 지능형 정부 ③ 스마트 의료 인프라	④ 그린 스마트 스쿨 ⑤ 디지털 트윈 ⑥ 국민안전 SOC 디지털화 ⑦ 스마트 그린산단	⑧ 그린 리모델링 ⑨ 그린 에너지 ⑩ 친환경 미래 모빌리티

✓ '22년까지 총사업비 43.4조원(국비 29.5조원), 일자리 51.6만개
✓ '25년까지 총사업비 100.9조원(국비 68.7조원), 일자리 111.1만개

(Source : 한국판 뉴딜 국민보고대회, 제7차 비상경제회의)

▪ 탄소중립 정책발표

문재인 대통령의 탄소중립 선언

- **2050년 탄소중립 선언 (10.28) / 탄소중립 추진전략 (12.7)**
  - 2021년 예산안 시정연설에서 2050년 탄소중립 목표 선언
  - 탈석탄 및 재생에너지 확대 등 에너지전환 가속화
- **2050 탄소중립을 향한 임기 내 노력**
  - 대통령 직속 "2050 탄소중립위원회" 설치
  - 에너지전담차관 신설로 에너지전환 강화
  - 기후변화대응 특별기금 신설
  - 세금과 부담금제도 중장기 개편
  - 2030년 감축목표도 임기 내 상향 추진

정부의 탄소중립 추진 전략

- **탄소중립 정책과제 단계적 추진**

① 2050 탄소중립 시나리오 (~'21.6)	② 핵심정책 추진전략 수립 (2021)	③ 국가계획 반영 (2022~2023)
• 탄소중립을 위한 **부문별 감축 잠재량 분석** • **탄소중립 복수시나리오** 마련	• 시나리오 토대로 에너지·산업·수송 등 **분야별 전략** 마련	• **2030 NDC 상향** 추진 • 관련 **법정계획 정비** * 에너지기본계획, 전력수급기본계획, 기후변화대응 기본계획 등

- **시나리오 작성 주요 일정**
  - 1월 : 작업반 (10개 분과) 구성 및 운영 시작
  - 3월 : 분야별 2050 탄소중립 시나리오 초안 작성
  - 4/5월 : 감축경로('30년, '40년) 논의 및 이해관계자 의견 수렴
  - 6월 : 부문별, 단계별 2050 탄소중립 시나리오 마련
- **2050 탄소중립 시나리오 작성 기술작업반**
  - 10개 분과 : 총괄, 전환, 산업, 수송, 건물, 농축수산, 폐기물, 흡수원, CCUS, 수소

▪ 정부의 탄소중립 추진전략(안)

- **탄소중립 정책과제 단계적 추진**

① 2050 탄소중립 시나리오 (~'21.6)	② 핵심정책 추진전략 수립 (2021)	③ 국가계획 반영 (2022~2023)
• 탄소중립을 위한 **부문별 감축 잠재량 분석** • **탄소중립 복수시나리오** 마련	• 시나리오 토대로 에너지·산업·수송 등 **분야별 전략** 마련	• **2030 NDC 상향** 추진 • 관련 **법정계획 정비** * 에너지기본계획, 전력수급기본계획, 기후변화대응 기본계획 등

- **시나리오 작성 주요 일정**
  - 1월 : 작업반 (10개 분과) 구성 및 운영 시작
  - 3월 : 분야별 2050 탄소중립 시나리오 초안 작성
  - 4/5월 : 감축경로('30년, '40년) 논의 및 이해관계자 의견 수렴
  - 6월 : 부문별, 단계별 2050 탄소중립 시나리오 마련
- **2050 탄소중립 시나리오 작성 기술작업반**
  - 10개 분과 : 총괄, 전환, 산업, 수송, 건물, 농축수산, 폐기물, 흡수원, CCUS, 수소

- **탄소중립 민관합동 이행체계**

(Source : 에너지전환포럼 총회, 2021)

CONTENTS ▷

3. 글로벌 탄소중립

▪ 탄소중립과 무역장벽

미, 중, 일의 탄소중립 선언

- **미국 바이든 대통령 당선자** 선거 공약
  - 2050년 이전 탄소 순배출 제로, 2035년 발전부문 배출제로
  - 파리협약 재가입, 2030년 감축목표 상향 위한 외교적 노력 강화
  - 무역정책과 기후정책의 연계 : 탄소국경세 도입
- **중국 시진핑 주석** 유엔총회 연설(20.9.22)
  - 2030년 이전 배출정점, 2060년 이전 탄소중립
  - 2030년 감축목표 강화 추진
  - 기존 입장 : 배출정점은 2030년 즈음, 탄소중립 시점은 명시안함
- **일본 스가 총리** 의회 연설(20.10.26)
  - 2050년 탄소중립 선언
  - 기존입장 : 탄소중립은 금세기 후반 최대한 빨리, 2050년 목표는 80% 감축

탄소중립과 무역장벽

EU, 미국 등 주요 무역상대국의 탄소국경세 부과 전망

- EU : 철강 등에 대해 국경조정조치 언급
- 미국 : 감축조치가 미흡한 국가의 수입품에 대한 탄소세 부과

글로벌 기업의 RE100 선언 및 공급망 탈탄소화 계획 : 주요 리스크

- Google, BMW 등 주요 기업들 RE100(이용전력의 100% 재생에너지사용) 선언
- **Apple 2030년 공급망 탄소중립 선언**
- 삼성전자/SK하이닉스 해외공장만 RE100
- 국내에서 RE100이 어려우면 공장 또는 생산물량 이전 불가피

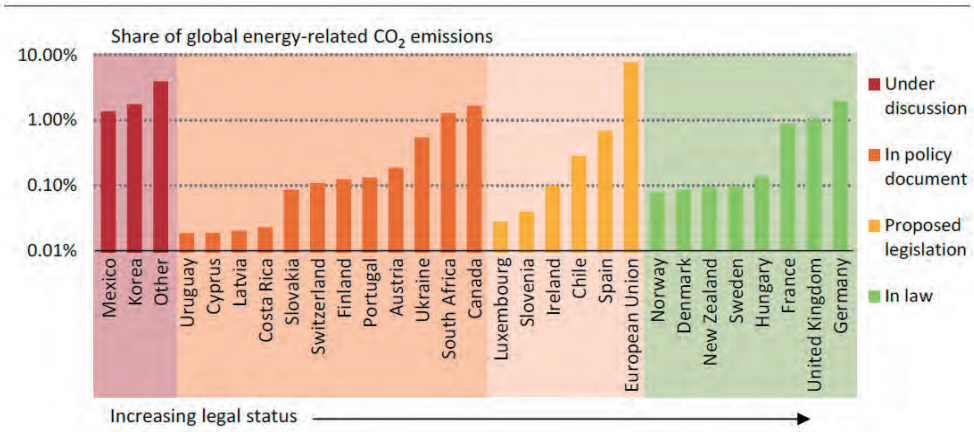

Sony warns it could move factories over Japanese energy policy

CEO pushes for renewable rules revamp to meet green manufacturing pledges of its client Apple Financial Times(2020.11.16)

(Source : 에너지전환포럼 총회, 2021)

▪ 국가별 탄소중립 정책

2020년 8월말 현재, **125개국이 탄소중립** 선언 또는 고려(IEA)
(Urguay 2020년, Finland 2035년)



More than a dozen countries and the European Union, which accounted for around 10% of global CO_2 emissions in 2019, have net-zero emissions targets in law or proposed legislation

(Source : IEA, World Energy Outlook(2020))

3. 글로벌 탄소중립
에너지전환 제주도실증

▪ Renewable Energy 100

- **글로벌 참여기업('15년 50 → 264개)이 소비전력 100%를 재생에너지로 대체하는 자발적 캠페인**

✓ 기후변화 대응, 환경경영에 대한 주주 요구 등 Risk 관리와 사회적 책임 이행이 목적

- **재생에너지 전력가격 하락과 전력구매계약(PPA) 확산 등이 RE100 확산에 기여**

✓ 2010~2019년 기간 중 태양광 85%, 풍력 49%, ESS 85% 등 전력공급 비용이 큰 폭으로 하락, 전력구매계약을 통해 저렴한 가격으로 재생에너지 전력을 공급받을 수 있게 되었고, 발전사업자는 안정적인 투자금 회수 가능

- **재생에너지 전력 조달방식은 직접 생산과 전력구매 방식으로 구분**

✓ **인증서 구매나 녹색요금제 활용 비중이 높으나,** 재생에너지 전력을 직접 조달해 소비하는 PPA와 자가발전 방식의 활용도는 낮은 편임 (2018년 기준 REC와 녹색요금제 : 72%, PPA : 24.2%, 자가발전 : 3.8%)

| RE100 이행을 위한 재생에너지 전력 조달 방식 |

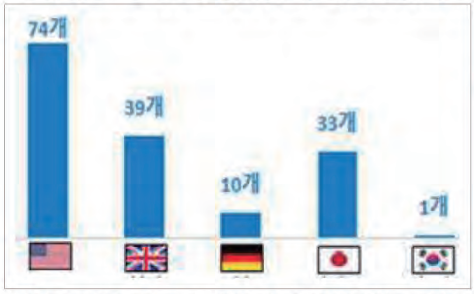
분류	조달방식		주요 내용
직접 생산	자가 발전		자가소비를 목적으로 신재생 발전설비를 직접 건설해 생산된 전력을 사용
전력 구매	PPA		발전사업자와 계약을 체결하고 일정 기간 계약가격으로 재생에너지 전력을 구매하는 방식
	인증서 구매		REC를 구매하여 재생에너지 전력 사용을 인정받는 방식
	녹색 요금제		전기요금과 별개로 별도의 요금 및 녹색 프리미엄을 납부하고, 재생에너지 사용 또는 기여를 인증받는 방식

▪ RE 100 국내외 비교

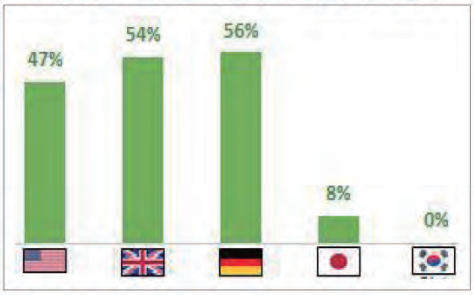
▪ **세계 글로벌 기업의 상당수가 RE100에 참여하고 있으나, 우리나라는 최근 이행을 선언한 SK 이외에는 RE100 참여기업이 없음**

✓ 미국(74개), 영국(39개), 일본(33개)에서 많은 기업들이 참여하고 있으며, 이행률도 미국(47%), 독일(56%), 영국(54%) 등이 높음

▌국가별 RE100 참여기업 규모(2020년)▐



▌국가별 RE100 기업의 이행률(2018년)▐



※ BNEF(2020.07), * 한국은 최근 SK RE100 가입 반영

3. 글로벌 탄소중립
에너지전환 제주도실증

▪ 신 무역장벽 : 탄소 국경세, RE100, ESG

▪ **"수소 없이 기업생존 불가능 ...삼성그룹의 수소사업 진출"**
✓ 삼성물산, 삼성엔지니어링, 삼성중공업과 수소사업 준비 중
✓ 반도체, 디스플레이 공정에 불화수소 등을 **그린수소**로 대체(친환경성)

▪ **제3차 수소경제위원회 : 국내기업 42조원 투자**
✓ 2030년까지 SK그룹(연료전지 18.5조원), 현대차(모빌리티, 10조원), 한화그룹(그린수소1.3조원), 효성그룹(수소액화1.2조원), 포스코(수소환원제철11조원)

▪ **포드 "전기차 올인" 2030년까지 유럽서 내연기관차 퇴출**
✓ 2030년까지 유럽 대륙에 오직 전기차만 출시(2025년까지 150억달러 투자)
(10억달러 투입, 독일 쾰른 공장을 전기차 조립공장(4,000명) 으로 전면 개조

▪ **"폭스바겐의 이 한마다, 한국 전기차 배터리에서 벗어나겠다"**
✓ 허버트 다이스 CEO는 'Power Day'를 열고 2025년 배터리 직접생산
(유럽에 40GWh공장 6곳, 년 650만대 생산, **생산공장 100% 재생에너지 사용**)
✓ 규모의 경제를 활용 최대 50% 배터리 가격 인하(100€/kWh)

▪ **"탈 탄소금융, 112개 금융기관 2050 탄소중립 지지선언, 기후금융 동참..."**
✓ 은행등 종합금융그룹, 보험사, 증권사, 자산운용사, 연기금, 공제회 등 112개 금융업종이 지지 선언(국회기후변화포럼, 한국사회책임투자포럼, 3월9일)
✓ 탄소중립 적극지지, 금융비즈니스 ESG 도입, 기업에 ESG정보공개 요구 등

▪ **국내 9개 에너지기업 "탈탄소 동맹" 결성('21.4.7)**
✓ **두산중공업, GS에너지, SK E&S, POSCO에너지, 현대자동차, E1, 효성중공업, 한화에너지, DL에너지**
✓ **정부의 합리적 에너지전환 추구에 상호 협력하는 자발적 탄소중립 연합체 구성**
✓ **다른 에너지 기업들까지 확대하고, 세부적인 실행계획과 역할 마른 후 총회 개최**
✓ **에너지산업의 새로운 거버넌스 체계 구축**

CONTENTS ▷

4. 에너지전환 실증(제주도)

에너지전환
제주도실증

▪ 국가 에너지전환 실증 – 제주도 (Curtailment 해소) ?

▪ **에너지전환 정책 실현을 위한 지자체(도시) 규모 실증 필요**

✓ 재생에너지 확대, 수소경제, 에너지효율향상, 에너지 신산업 등 에너지R&D 결과물의 **에너지전환 구현**을 위한 **대규모 실증 - 실 환경 시범적용 - 최종 검증**

▪ **국가 에너지전환 적용을 위한 중소도시 규모의 실증 선행 필요**

✓ 국가 전체 에너지전환 이행 후, 환경 / 에너지수급 / 경제적 시행착오 발생시 막대한 피해 예상

→ 에너지전환정책과 에너지신기술 적용시 발생 가능한 문제점과 장애 해소를 위한 **에너지전환 패키지 실증 및 빅 데이터 분석** 필요

✓ 중·소도시급 실증 Site : **제주도의 에너지 플랫폼 적합성** 검토

- 독립 Grid 및 풍력, 태양광 등 재생에너지 확대, 전기차 보급사업 추진 중
- 다양한 시간적, 공간적 에너지 부하특성
- 중·소도시급 거주인구 : 약 67만명

▪ **제주 Curtailment 해소는 한반도 에너지전환의 출발점**

- 에너지자립사업 'Carbon Free Island 제주 by 2030' 계획과 연계 추진

4. 에너지전환 실증(제주도)

▪ 국가 에너지전환 실증 – 제주도 (에너지 스마트 시티) ?

▪ **단계별 실증을 통해 최적화된 에너지전환 포트폴리오 도출**

✓ **(1단계) 에너지수요공급 통합모니터링센터 구축**

- 기존 수요부문, 관광객 유입 등 부하변동, 재생에너지 발전량 변동에 따른 에너지 수요/공급 빅데이터 분석

✓ **(2단계) 에너지 신기술의 운영 및 실증 시범적용** (규제 샌드박스)

- 지역특성(상업·주거·수송)을 반영한 중점분야 & 품목 선정 후, 규제특례로 연계

예시) 중점분야 : 수송, 신재생에너지, 에너지효율향상, 에너지 신산업 / 데이터 센터 유치

1.수송부문 : ① 전기 자동차 ② 자율 주행차 ③ 친환경 선박 / 항공 ④ 신호등 체계 연동화 .....

2.신재생발전 : ① 태양광 / 풍력 / 수소·연료전지 ② ESS배터리 재활용 ③ 그린 수소 ④ 양수발전 .....

3.효율향상부문 : ① 백색가전 ② 전동기 ③ 스마트조명 ④ 클라우드 EMS ⑤ 계간 축열 .....

4.에너지 신산업 : ① VPP ② BEMS 연계 스마트단지 ③ 에너지프로슈머 ④ P2G/P2H ⑤ V2G .....

✓ **(3단계) 에너지전환시스템 구축 (3D : 탈탄소화, 분산화, 디지털화 구현)**

- 부문별/분야별/품목별 실증 및 시범적용 결과의 검증 및 모니터링 → 실시간 전력거래 및 공급 최적방법론 도출
- 기상 및 재생에너지 발전량 예측, 에너지 수요량 예측을 통합 관리하는 에너지네트워크 구축
- **시 · 공간적 에너지 부하예측 및 최적 공급 포트폴리오를 분석하고, 전력·열·가스의 실시간 거래 시스템 구축**

에너지전환
제주도실증

4. 에너지전환 실증(제주도)

▪ 한반도 에너지전환 실증 – 제주도 (roll model) ?

▪ **제주도에서 구현된 에너지전환 실증시스템을 국가 전체 지자체 별로 확대**

✓ 지역별 특성(인구, 산업, 지리적 형태 등)을 반영한 최적화된 에너지전환시스템을 각 지역단위로 적용

CONTENTS ▷

5. 탄소중립과 그린뉴딜 정책제언

에너지전환
제주도실증

▪ 정부 全부처 협업

▪ **전 부처는 에너지전환 비전 제시, 핵심 미션 설정 (국정과제-실천과제)**
✓ 재생에너지 **대규모 단지개발**을 부처(해수부, 국토부, 환경부 등) **핵심 미션으로 설정**
✓ **해양수산부**는 지역주민과 **환경성, 수용성, 경제성, 인허가 확보·협의 후, 12GW 입지조성**
→ 수산업과 해상풍력의 상생·공존, 지역의 일자리 창출, 연관산업(조선, 해양, 관광 등) 활성화

▪ **해상풍력단지 개발 및 조성 절차 이원화, 정부 부처간 협업 시스템**
✓ **단지개발 단계를 2단계로 추진절차를 분리 :** 입지조성 vs 단지조성
→ **입지조성** 단계는 해상풍력 **부지발굴, 수용성·환경성·경제성·인허가 확보**
→ **단지조성** 단계는 해상풍력 **사업자 공모·선정, 기자재 공급·시공, 계통연계, O&M**
✓ **(재생에너지) 입지조성**은 해수부, 환경부(산림청), 농림부, 국토부, 국방부 등 **모든 부처가 참여**
→ 해상풍력은 해수부, 육상풍력은 환경부(산림청) , 태양광은 농림부, 국토부 등
✓ **(재생에너지) 단지조성(Supply chain, Grid 등)**은 **산업부가 추진**하며, **각 부처 및 지자체 협업**

▪ **산업부 역할 강화와 전 부처의 자발적 참여 유인**
✓ **①시장개발, 정책 총괄, ②풍력발전 생태계 조성, ③전력계통 연계 3대 미션 수행에 역량 집중**
→ **재생에너지 전원 개발, 에너지전환 및 기후변화대응**이라는 산업부 고유 미션 달성

▪ L C R (국산부품의무비율) ?

▪ **LCR** (Local Content Requirements : 국산부품의무비율)**제도**

✓ **LCR 제도** : **자국 내 생산된 제품 · 서비스에 일정 의무비율 이상 국산 부품 사용**을 하는 제도

→ **국산제품 사용시, 세금/자금 지원 혜택(RPS보조금)** : 호주, 중국 등 일부 국가는 반덤핑관세 부과 등 자국 산업 보호

✓ **전세계 LCR 적용 사례**

- 남아공 : 3라운드 입찰시행 / LCR비율 35%~40%
- 브라질 : 국영 개발은행 저리 대출지원 조건 / LCR비율 부품 60%, 서비스 90%
- 캐나다 온타리오 : 부품, 고용 포함 / LCR비율 25%~50%
- 캐나다 퀘벡 : 3단계 입찰시행 / LCR비율 60%(특정낙후지역 30% 별도)
- 미국 오하이오 : FIT 연계시행 / 주 내 생산터빈 이용시 1.2센트/kWh 인센티브
- 스페인 : 지방별 FIT 연계시행 / LCR비율 70%
- 터키 : FIT 연계시행 / LCR비율 65%, 비중별, 부품별 보조금 추가 지급
  (해상풍력 프로젝트 별도 LCR 적용 / 터빈 설비 60%, 건설·운영인력 80% 터키인참여 의무)

▪ **민간 주도의 LCR 도입 검토**

✓ **국내 시스템 및 부품사의 경쟁력 강화를 위한 LCR 제도를 민간 주도로 도입 검토**

→ RPS의무공급사(한수원, 발전5사 등), 국내 부품/시스템 기업 및 국내 진출한 해외기업이 회원으로 가입된 **"풍력산업협회"에서 회원사의 자발적 형태로 LCR 권고(안) 운영**

✓ LCR 제도는 단기간(통상 4~5년) 동안 적용 가능한 1회성 정책이므로 신중한 검토 필요

→ 합리적 계획 및 대규모 시장(대만), 제도 시행을 통한 가시적 성과 추진(공장, 투자유치 등 / 캐나다)

5. 탄소중립과 그린뉴딜 정책제언

에너지전환
제주도실증

▪ GRID 해소 ?

▪ **해상 전력계통 신설**

✓ **연근해(10km이내)** → 연근해 해상풍력 수용을 위해 공용 접속망 및 육지계통 보강(변전소, 송전선로)

✓ **외해 / 공해 (10km초과)**

→ 한반도 **새로운 HVDC 해상계통 선로 < 서남해 (L자형) / 한반도(U자형) > 신설 검토, super grid 연계 검토**

✓ **해상 송전계통의 새로운 틀**

→ 해상 송전계통 설치·운영자 지정, **운영상 책임한계 규정, 해상GRID 비용부담 ?**

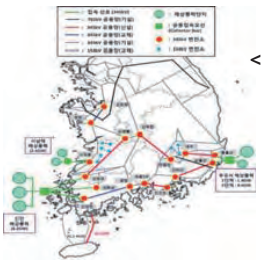
→ **송전설비 및 송전비용 할당에 대한 기본적인 틀을 해상선로 건설 전에 규정화**

→ 해상선로의 설치·운영을 위한 **해상계통 보조금** 신설 검토

<대규모 해상풍력 계통 보강 계획(잠정)>

- 공용접속망 및 공동접속설비 선제적 구축 -

(source : 해상풍력 발전 방안(2020.07.17, 산업통상자원부))



<해상계통 신설>

5. 탄소중립과 그린뉴딜 정책제언

▪ 재원확보, 전력시장 개편 ?

▪ 교통에너지환경세 활용

✓ '19년 **14.8조원**으로 특별회계 (교통 80%, 환경 15%, 균형2%, 일반회계 3%로 구성)

→ 소득세(75조원), 부가가치세(67조원), 법인세(59조원)에 이어 4대 국세 수입원

✓ 휘발유, 경유, LPG 및 유사 대체 유류를 대상으로 하는 특소세(개소세), 탄소세 성격

→ **에너지·기후 대응분야 30%이상 배정 추진 (국토부, 환경부, 기재부 협의 필요)**

▪ 공적기금의 사회적 투자 유인

✓ **공적기금**(약 2,000조원 규모)**의 경제·기후 위기대응을 위한 사회적 투자 여건 마련**

→ 국민연금 약 700조원, 사학연금 약 150조원, 농협·수협·축협 약 1,050조원 등

✓ **국민연금 사회적 투자 정책**(적정 이윤보장) **도입시, 사업 추진동력/투명성/정책 신뢰성 확보**

→ **국민참여 금융모델** 개발 : 덴마크 Pension의 사례처럼 **연금 활용 & 국민 주주** 추진

▪ 낙후된 전력시장 개편

✓ **PPA(전력수급계약) 도입**, 독과점 상태인 전력시장 개편으로 **RE100 기업 도입·확대**

✓ OECD 60% 수준인 **전기요금 합리화 등 전력시장 개편**

에너지전환
제주도실증

5. 탄소중립과 그린뉴딜 정책제언

▪ 그린 뉴딜 (유럽) ?

▪ 대규모 인공 섬 건설 및 초대형단지 추진

✓ 유럽 6개국 풍력에너지 허브 건설 추진
(North Sea Wind Power Hub)

✓ 영국 동쪽 100km연안 Dogger Bank에 **6km²** **인공 섬** 조성(건설비 13억€, 약1.7조원)

✓ 인공 섬 주변, 약 **7,000개의 풍력 터빈** 설치

▪ 그린 뉴딜 (한반도 Super Grid & 해양 플랜트) ?

▪ 몽골 고비사막 & 시베리아 청정 에너지 를 동북아 Super Grid 구축, 공동사용

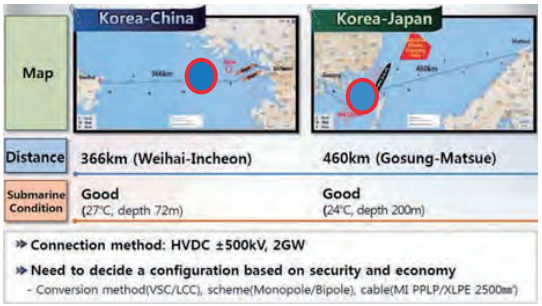
✓ Grid 지리적 한계극복, 에너지안보 해소, 동북아 군사긴장 완화 & 경제 활성화

- 중국(국가전망공사), 러시아(ROSSETTI), 일본(Soft Bank), 한국(한전) MOU (2016.3)
- 문재인 대통령, 동북아 Super Grid 구축 사업 관련 국가에 제안 (2017.9)

▪ 한-중-일 일부 구간 2022년 착공 예정

✓ Super Grid 활용, 대규모 해상 Plant (그린뉴딜) 건설

- Weihai(중) – Incheon(한) 366km(수심 72m)
  → 부유식/고정식 100GW
- Gosung(한)-Matsue(일) 460km(수심200m)
  → 부유식 50GW



에너지전환
제주도실증

Thank You

[발제 2-3]

그린뉴딜과 전력시장

김 영 환

전력거래소 제주본부장

그린뉴딜과 전력시장

전력거래소 제주본부장 김영환

[발표요지]

- **2050탄소중립, 그린뉴딜 추진**
  - 친환경에너지 확산을 위한 **신재생발전자원 개발 및 보급**
  - **태양광발전원가 화석연료 역전** 임박(세계 주요국 Grid parity 도달)
  - CO2배출과 미세먼지 억제를 위한 화석연료 발전 억제

- **태양광,풍력 등의 신재생발전원의 발전시간, 변동특성에 대응하는 전기요금제도와 전력시장제도 변화** (제주사례를 통해 전망)
  - 수요자원시장, 소규모전력중개시장 → **한국형VPP시장**
  - 발전경쟁시장(CBP) → **보조서비스시장, 실시간시장**
  - **신재생직거래, RE100 시장의 확대로 점진적 전력시장개방**

- **탄소중립, 그린뉴딜의 필요조건은 스마트그리드, 스마트시티**
  - **신재생발전량에 연동하는 전기요금제도와** 스마트계량기 보급
  - 전력, 수송, 냉난방, 축열조 등 **산업부문간 에너지원 연계(Sector Coupling)로** 비용/효용 최적화

smart KPX 전력거래소

1

한국판 뉴딜종합계획

한국판 뉴딜이 추구하는 우리 경제 · 사회의 미래 변화상

1. D·N·A(Data·Network·AI) 기반을 바탕으로 혁신과 역동성이 확산되는 디지털 중심지로서, 글로벌 메가트렌드를 주도하는 '똑똑한 나라'
2. 탄소중립(Net-zero)을 향한 경제·사회의 녹색전환을 통해, 사람·환경·성장이 조화를 이루며 국제사회에 책임을 다하는 '그린선도 국가'
3. 튼튼한 고용사회 안전망과 사람에 대한 투자가 국민의 삶과 일자리를 지켜주고 실패와 좌절에서 다시 일으켜주는 '더 보호받고 더 따듯한 나라'

smart KPX

2

제5차 신재생에너지 기본계획

지속가능한 신재생 보급

- 풍력 인허가 통합기구(One-Stop Shop) 도입, 설비수명 증가에 따른 부지 임대 기간 확대 (現 20년→예: 30년), 이격거리 **규제 합리화 등 인허가 구제·개선**
- **지역에너지센터 설립,** 신재생e 중심의 **지역에너지계획 수립·이행 우수 지자체 인센티브** 강화, **계획입지 도입**(중장기) 등 **지역주도의 신재생 확산**
- 신재생에너지에 적합한 **유휴 국유지 정보제공 플랫폼 구축**('21) 등 **입지 맞춤형** (건물·산단·유휴 국유지 등) 보급 확산
- 맞춤형 융자, 녹색보증, 신재생 생태계 펀드 등 **다양한 금융지원**으로 투자활성화 유도
- 재생에너지 **인허가 통합시스템과 연계**한 **설비통합 안전관리 체계** 구축
  * 인허가 통합시스템(지자체 인허가 현황 등 파악(現 전북·경북 '21년 전국)) 활용, 안전관리 강화

제5차 신재생에너지 기본계획

RPS시장 효율성제고, 非전력분야 신재생확대

- **사업자의 수익성 제고를 위해 경쟁입찰 장기계약 중심으로 RPS 시장개편**
  (태양광 우선 → 풍력 등 에너지원 확대, 에너지원별 시장분리 등 검토)
  * 탄소인증제 도입 시점을 기준으로 기존/신규 사업자 분리 입찰, 대규모(20MW 이상) 신규시장 신설 등 現 입찰제도 개편도 추진

- **보급목표 달성에 필요한 수준으로 RPS 의무비율 상향('34년 40%) 및 공급 의무자 확대 검토**
  * 발전설비 기준 하향시(現 500MW→ 300MW) 공급의무자 확대 ('21, 23개 社→30개 社)

- **신재생열 보급제도(RHI 또는 RHO) 도입방안을 마련하고, 신재생 연료혼합 의무화(RFS) 대상 다각화**(바이오 연료 재생e 전력, 수소 등) **검토·추진**
  * 아울러, 바이오디젤 혼합비율(現 3%)을 '30년 5% 내외까지 단계적으로 상향하고, 예치 · 유예 등 의무이행의 유연성 부여를 위한 제도개선 병행

제5차 신재생에너지 기본계획

수요혁신, RE100 본격화 및 자가용 확산

- **기업, 공공기관 등의 RE100 이행이 가능하도록 다양한 이행수단을 가동하고** 공공기관의 선도적 참여 유도
- **온실가스 감축온실가스 감축 인정에 더해 녹색보증 지원**, RE100 라벨링 부여 등 **RE100 참여 인센티브 강화**, 향후 **RE100 참여주체를 산단·지역·국민 등으로 확대**
  * RE100 산단, 마을단위 RE100, 녹색 프리미엄 판매대상에 주택용 전기소비자 포함 등
- 자가용 재생에너지 활성화를 위해 **자가소비형 REC 등 인센티브부여 검토・추진**
  * 산업단지를 대상으로 우선 시행 후, 보급속도를 평가하여 추가 확대
- 시간대별 수요를 **초과하는 재생에너지에 대한 수요 이전, 공급이전** (저장후 他시간대 활용, 저장믹스 계획 수립) 등을 통한 수요 창출
  * 출력제어가 증가하는 **제주 대상 저장믹스(Storage Mix) 계획 우선 수립('21년, 잠정)**
  * 재생에너지 전력의 열・가스 등 **타분야 전환(섹터 커플링)** 기술개발・실증도 추진
  (예) 그린수소 생산(P2G) → 수소차 충전 / 열(Heat) 생산(P2H) → 열수요 지역에 난방 공급

1

제5차 신재생에너지 기본계획

계통수용성 증대를 위한 시스템 구축

- **계통혼잡 완화**를 기존 고정(Firm) 접속방식에서 **선로별 접속용량 차등, 최대 출력 제한, 先접속 後제어 등 유연한(Non-Firm) 접속방식**
  * 접속가능 용량 (現) 모든 배전선로 12MW → (改) A선로 12MW, B선로 14MW
- 재생e **변동성 대응**을 위해 ①**설비 스스로의 예측제어능력 제고**는 물론, ②**유연성 제원** 및 ③**관성자원 확보**, ④**재생e 관제인프라 통합** 등 **대응 인프라 강화**
  * R&D 결과는 공기업 시범사업 연계 등으로 트랙레코드 확보 지원
- **최저효율제, 탄소인증제 고도화로 고효율·친환경제품 시장 확대**
  * 최저효율 기준의 단계적 상향 및 탑 러너(Top Runner, 최고 에너지효율 제품군) 도입, 現 태양광 모듈에서 풍력·연료단지 등으로 탄소인증제 대상 확대 등 검토

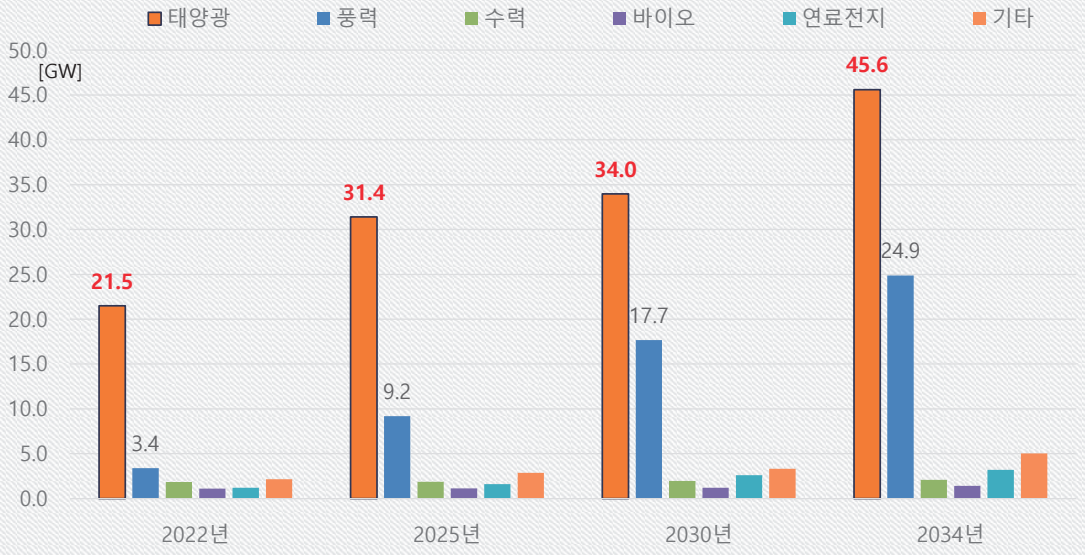
① 발전량 사업입찰, VVP(가상발전소) 구성 등, ② ESS, 양수, 가스터빈 등
③ 계통운영자가 일정수준 이상의 관성자원을 확보하도록 계통신뢰도 기준 강화
④ 전국 계통 재생에너지 통합관제시스템 구축('21년 운영) 및 스마트인버터 의무화

9차 전력수급기본계획 (2020~2034)

연도별 신재생에너지 보급 전망(2020~2034)

➢ 태양광, 풍력 중심의 재생에너지 보급

설명: 태양광 투자비 하락 지속 및 이용률 15% → 27% 급상승으로 핵심 신재생 전원으로 보급탄력 지속되어 예상 계획을 상회할 가능성이 높음



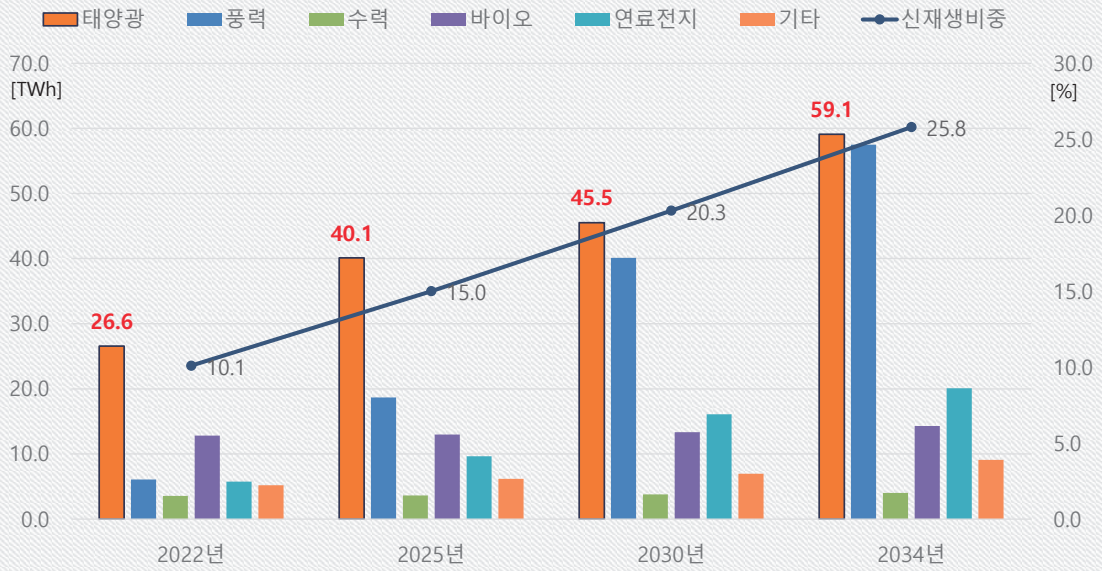
7

제9차 전력수급기본계획

연도별 신재생에너지 발전량 전망

➢ 해상풍력 확대로 풍력, 태양광 중심으로 신재생보급 확산

설명: 현행 RPS제도 (REC 및 가중치 조정문제) 한계로 풍력발전 투자비 경제성 확보 불확실성 문제 대두, 투자위험 요소로 작용



8

제주 전력설비현황 및 신재생 점유율

설명: 1인평균 매시간 약1kWh소비, 제주평균 65만kWh/h 소비, 풍력,태양광 등의 신재생 설비용량 74만kW로 평균소비량을 넘어섰음, 풍력,태양광의 평균이용률이 낮아서 매시간 70만kW 이상 생산되는 경우 거의 없지만, 지난 해 제주도 총발전량의 16.0%를 풍력태양광 발전량으로 공급

전력설비 현황(만kW)

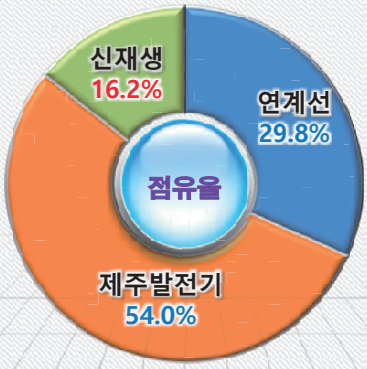
['20.12월말 기준]

구 분			설비용량	소계
중앙급전 발전기	남제주기력#1,2		20.0	91.0 (44%)
	제주기력#2,3		15.0	
	제주내연#1,2		8.0	
	한림복합		10.5	
	제주LNG복합#1,2		22.9	
	남제주복합		14.6	
비중앙 발전기	신재생 발전기	풍력	29.5	74.3 (36%)
		태양광	42.0	
		기타	0.9	
		소계	72.3	
	기타(폐기물)		1.9	
연계선	#1HVDC		15.0	40.0 (19%)
	#2HVDC		25.0	
전력설비 합계			2,05.2	

* HVDC : 공급능력 적용
** '21.2월말 기준 : 태양광 447.6MW, BTM 53.8MW

발전량 점유율(%)

[20년 연간실적 기준]



- 제주발전기 (중앙급전 52.5%+기타(폐기물) 1.5%)
- 신재생 세부 점유율

풍력 10.2%　태양광 5.8%　기타신재생 0.2%

제주 풍력발전 출력제어 현황

➢ '20년 출력제어 총 77회, 19.4GWh (전년대비 10.2GWh 증가)

설명: 제주에서는 풍력,태양광이 전력수요를 초과발전하는 횟수가 점점 많아지고 있음, 작년 2020년에 77회 발생하여 1,945만kWh(30억원상당)의 발전제약으로 풍력사업자의 매출손실이 발생하였음. 이는 풍력총발전량의 3.24% 에 해당
- 보다 많은 풍력자원을 활용하려면 일정부분 초과발전을 허용 불가피, 과다해지면 사업자만의 불이익이 아니라 전체적으로도 비효율적이게 됨

풍력발전 출력제어 현황

구 분		제어량 / 횟수 (MWh)	풍력발전량 대비 제어비중
'15년		152 (3회)	0.04%
'16년		252 (6회)	0.05%
'17년		1,300 (14회)	0.24%
'18년		1,366 (15회)	0.25%
'19년	1~6월	4,343 (21회)	1.48%
	7~12월	4,881 (25회)	1.84%
	소계	**9,223 (46회)**	**1.65%**
'20년	1~6월	13,408 (44회)	4.14%
	7~12월	6,041 (33회)	2.19%
	소계	**19,449 (77회)**	**3.24%**

신재생설비 증가 추이

구분	태양광	풍력	기타	소계
'15년	76.0	220.7	8.5	305.2
'16년	92.6	270.9	8.5	372.0
'17년	125.4	272.9	8.8	407.1
'18년	184.9	266.5	8.8	460.2
'19년	293.8	290.3	8.2	592.2
'20.1분기	**304.8** (△11.1)	290.3	8.2	603.3
'20.2분기	**335.1** (△30.2)	291.7	8.2	635.0
'20.3분기	**359.8** (△24.7)	294.7	8.5	662.9
'20.4분기	**420.1** (△60.3)	294.7	8.5	723.3

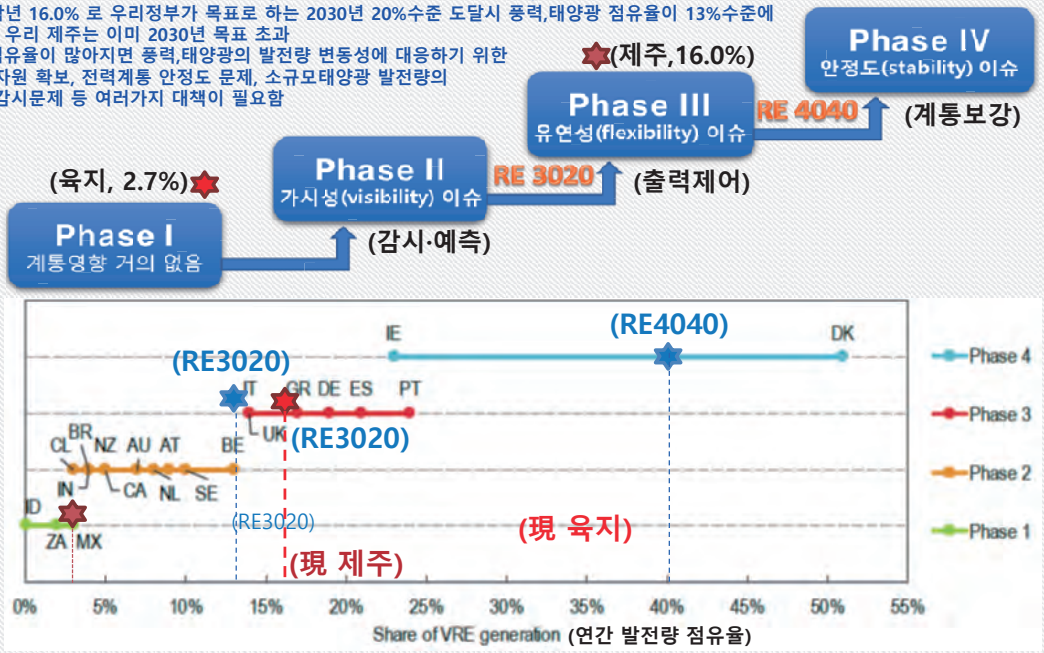
※ ( ) 태양광설비 증가량[MW]

IEA 재생에너지 보급단계로 본 제주

- 육지계통(2.7%,'19) : Visibility 이슈 단계 → 감시·예측시스템 구축
- 제주계통(16.2%,'20) : Flexibilty 이슈 단계 → 간헐적 출력제어 발생

설명: 2019년 우리나라 신재생보급률 7%수준, 실재 변동성 재생에너지인 풍력,태양광 비율은 전국은 2.7% 수준 제주는 작년 16.0% 로 우리정부가 목표로 하는 2030년 20%수준 도달시 풍력,태양광 점유율이 13%수준에 불과한데 우리 제주는 이미 2030년 목표 초과

- 신재생 점유율이 많아지면 풍력,태양광의 발전량 변동성에 대응하기 위한 유연성 자원 확보, 전력계통 안정도 문제, 소규모태양광 발전량의 실시간 감시문제 등 여러가지 대책이 필요함



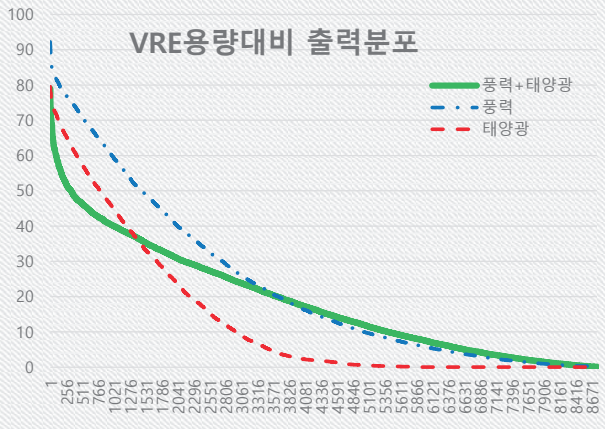
"Getting Wind and Sun onto the Grid – a Manual for Policy Makers", (IEA, 2017)

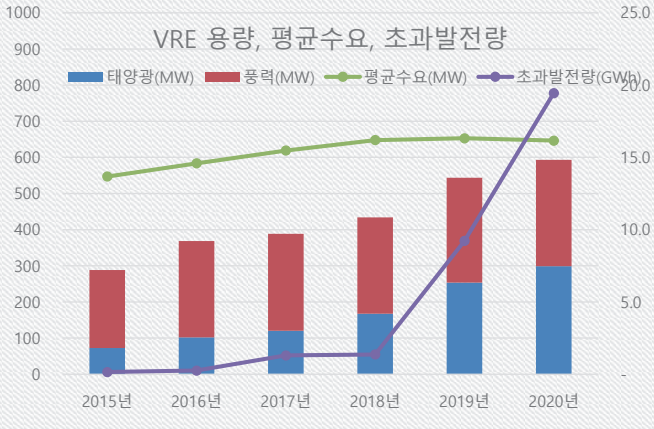
11

VRE 점유율증가와 초과발전

- 출력제어 및 초과발전을 통한 변동성 재생에너지의 활용 극대화
  - 후발 신재생사업자의 시장진입 허용범위와 발전제약량 분배방안 마련 필요

설명: 재생에너지 비율을 높여가려면, 특히 태양광, 풍력 등의 변동성 신재생자원을 활용하려면 일정부분 초과발전을 허용하는 것이 불가피
풍력, 태양광의 용량비율, 최저수요 및 평균수요대비 효율적 용량을 지속적으로 분석할 필요가 있으며,
유연성자원의 용량과 특성에 따라 도매 및 소매분야 전력시장제도에 따라 적정 신재생용량관리를 위한 신재생보급촉진제도 및 시장제도 필요



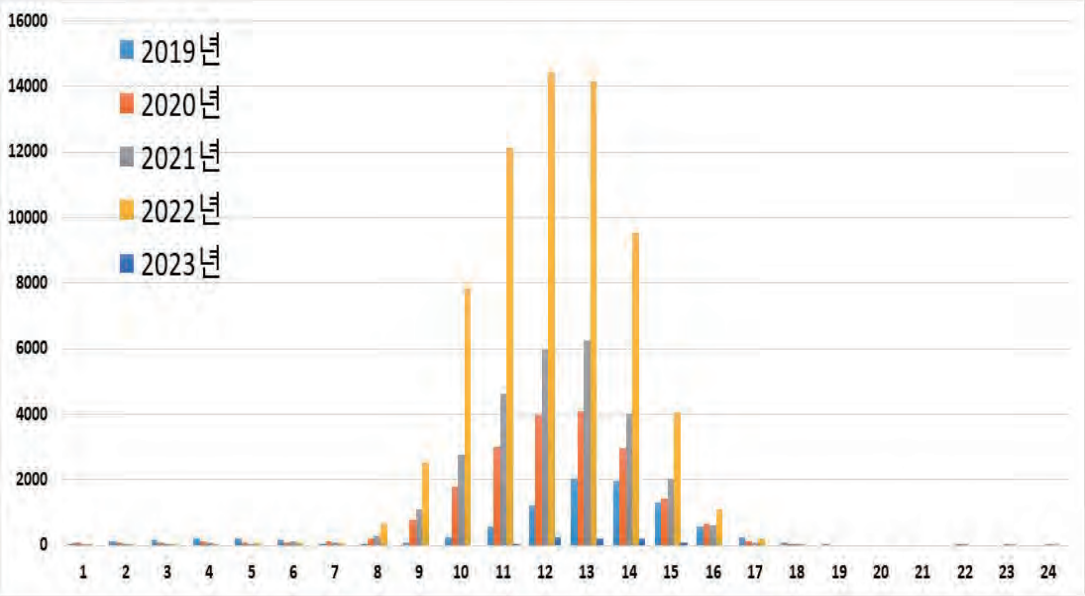


12

VRE 초과발전 발생시간

설명: 신재생초과발전은 태양광 발전량과 풍력발전량의 발전시기가 겹치는 낮시간에 주로 발생
초과발전을 흡수하기 위한 여러가지 대책 필요

➢ 시간대별 출력제어 실적 및 전망(단위: MWh)



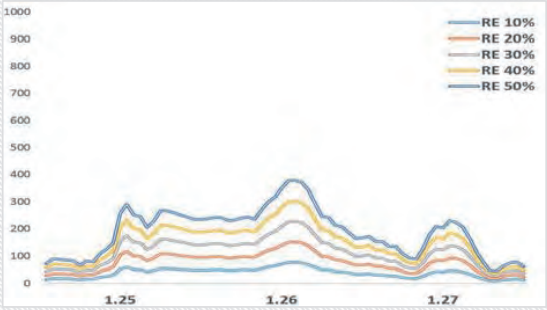
* 태양광 발전시간(10시~15시)에 출력제어 집중

신재생 통합관제체계 구축

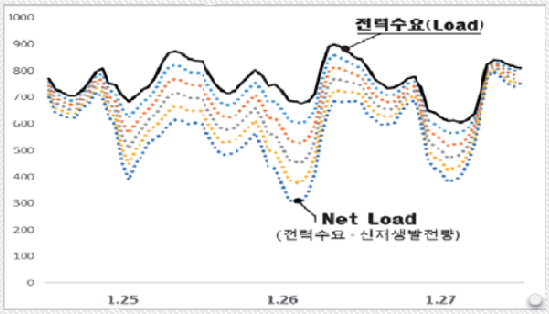
➢ Net-Load 변동 심화로 발전계획 불확실성 증대

- VRE 증가로 Net Load(전력수요-신재생발전량) 변동 심화

[신재생(점유율 별) 발전량]



[Net Load 변화 (예시)]

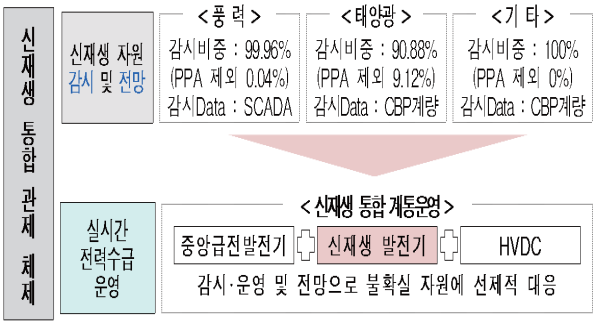


※ 신재생 점유율 별 Net Load 변화분석 (`19년01월25일 ~ 27일 기준)

신재생 통합관제체계 구축

➢ 신재생 자원의 효과적인 수용을 위하여 계통운영자의 의사결정을 도울 수 있는 Tool 제공 필요

□ 감시 및 전망체계 → 전력계통 운영능력 제고



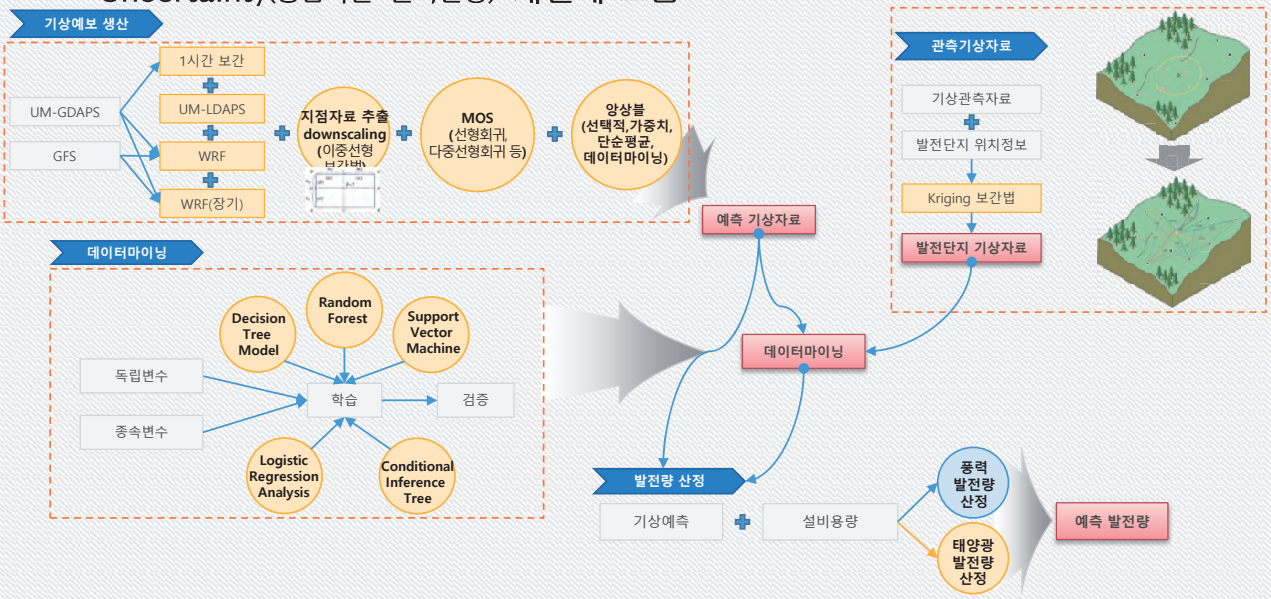
□ 상황파악 및 의사결정 지원을 위한 정보제공

기상감시	발전운영	위험정보	통계관리
제주전역 기상실황 및 예보자료 자체 생성 · 표출	중앙급전(입찰정보)과 신재생(예측)자원의 가용발전력을 산정 및 전망하여 표출	신재생출력 급변(Ramp) 전망 및 위험 기상 감시	실비통계(CBP 연계) 및 신재생 운영실적 레포트(일 · 주 · 월간)

【 신재생 통합관제시스템 표출화면 】

신재생 발전량예측시스템 운영

➢ 신재생 발전량 예측정확도 향상은 전력계통 Flexibility(물리적 유연성) 및 Uncertainty(공급자원 불확실성) 개선에 도움



신재생 발전량예측시스템 운영

➢ 실시간 관제운영을 위한 신재생 단기예측 정밀도 향상

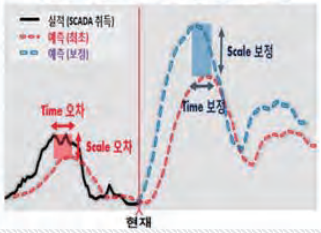
- **[풍력발전] 실시간 자료**(SCADA) **활용 예측보정 기술적용**

【 실시간 계량가능 풍력설비 】

취득방식	주기	설비용량	점 유
RTU연계 (4개 단지)	2초	111MW	41.7%
전용T/L (2개 단지)	4초	63MW	23.6%
전용D/L (5개 단지)	8초	76.45MW	28.7%
발전량추정 (8개 단지)	8초	15.95MW	6.0%

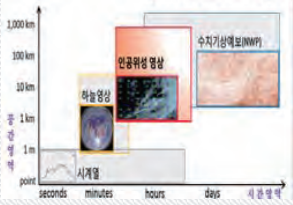
※ 발전량추정 : 인근 풍력발전소(전용T/L) 실시간 이용률 적용
※ PPA발전설비 비중 : 0.037% (0.0994MW)

【 풍력발전 단기예측 값 보정(예시) 】



- **[태양광발전] 기상 예보자료 생성주기 단축**

【 예측범위(시·공간)별 적정 기상정보 】



기상 정보	예측 범위	
	시 간	공 간
수치기상예보	Hr(s)~ days	수십~ 수백km
인공위성	Min(s)~ Hr(s)	1km~ 수백km
영상촬영	Min(s)	수m~ 수십km
시계열(통계)	Sec(s)~ Hr(s)	지점~ 수m

※ 기대 효과 : 예측 정밀도 개선으로 신재생자원 활용 신뢰성 확보

< 개 선 >	< 효 과 >	< 파 급 >
단기 예측력 제고	전력계통 유연성 증대	실시간 관제운영
	보조서비스 참여기반 마련	Intraday 전력시장

신재생 발전량 원격제어체계 구축

➢ 〔풍력발전 AGC〕 신재생발전자원의 보조서비스 참여 및 유연성 자원화 가능성 검토

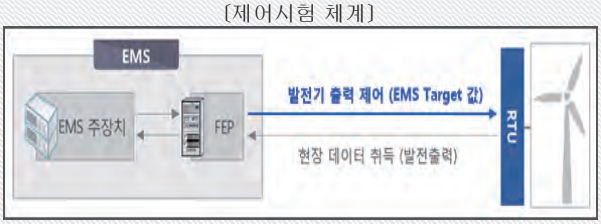
□ **(제어시험) EMS활용 원격 출력제어**

- **[목적] 풍력발전기 관제능력(급전자원화) 가능성 검증**
- **[대상] RTU 도입 발전단지 4개소**
  ※ 상명(30MW), 김녕(30MW), 탐라해상(30MW), 동복(30MW)
- **[방법] 목표출력(Target)값 EMS에서 전송 및 응동감시**

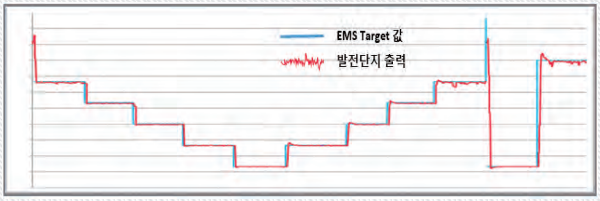
□ **(시험결과) 기존 발전설비 대비 응동특성 월등**

- **[Ramp] 증감발율 11.3**MW/Min(4개소 평균) **속응성 높음**
  → 제주지역 중앙급전발전기(10기) 평균 4.2MW/Min
- **[유지성능] 1%대로 관련기준**(2% 미만) **상회**
  → 전력시장운영규칙([별표13]의 7.3.2.1.2) 전기사업자의 자료제공 품질기준 차용 해석 : 발전출력 250MW 미만 시 허용오차 2%미만(단, 제주는 1MW 미만)

〔제어시험 체계〕

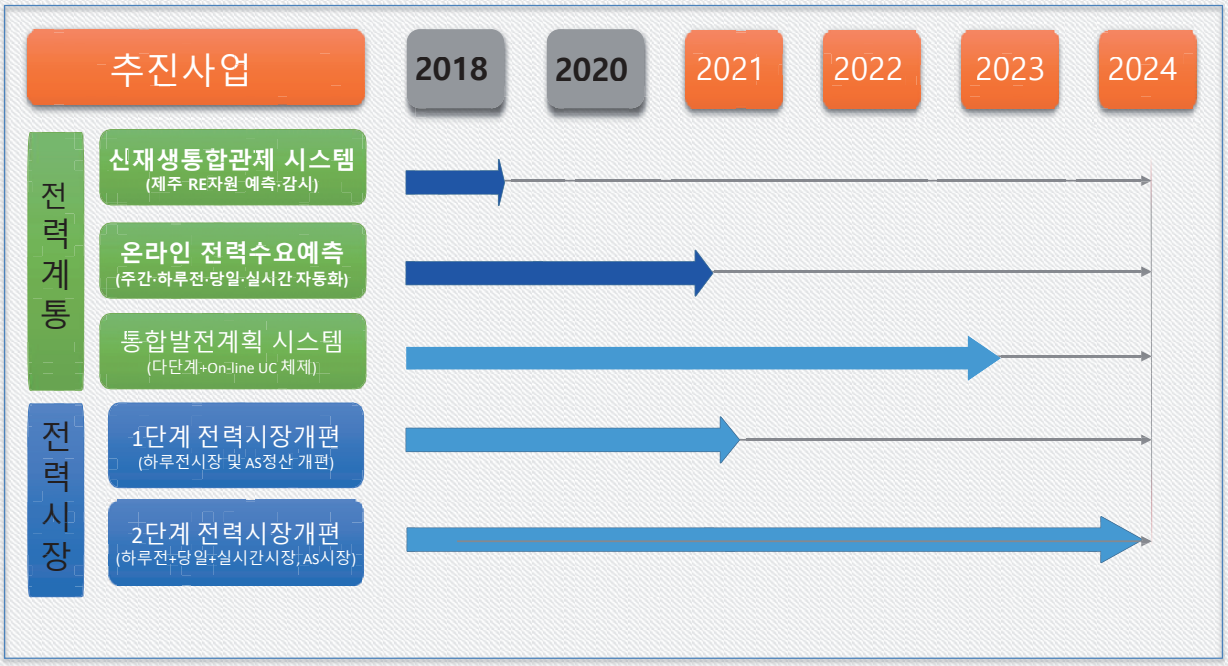


〔C 풍력발전단지 제어시험 응동결과〕



분산자원 수용 강화 Road Map

➢ 전력계통 및 전력시장 운영시스템 고도화

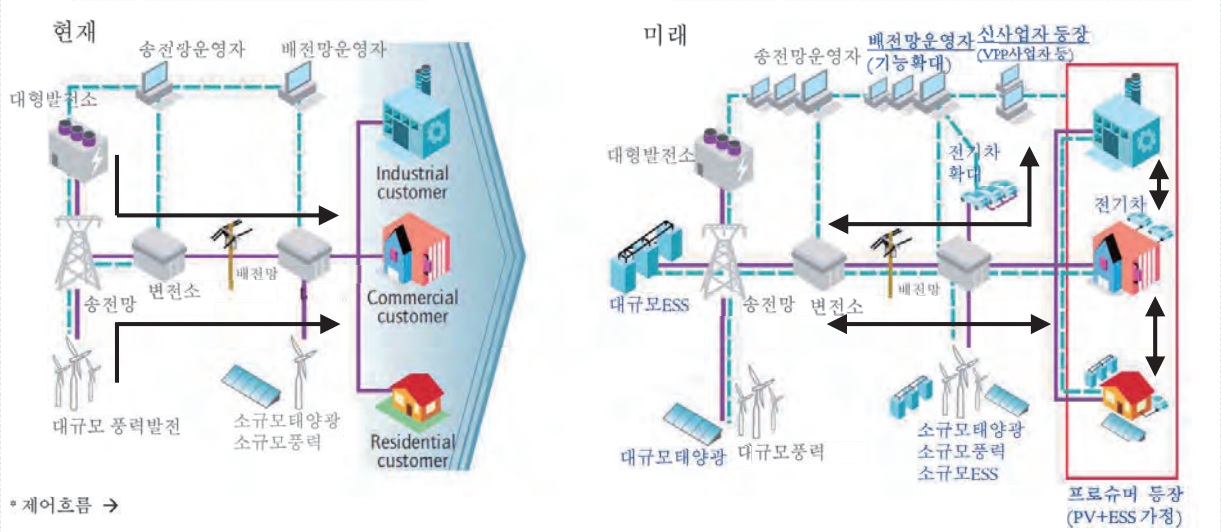


전력공급체계 분산화와 수요반응

➢ **탄소중립, 그린뉴딜의 필요조건은 스마트그리드, 스마트시티**
- **신재생발전량에 연동하는 전기요금제도와** 스마트계량기 보급

현재 – 중앙집중형 전력망
Centralized Power Grid

미래 – 분산형 전력망(Decentralized Grid)
Clean, Local Power Grid



수동적 Local Grid(집중적 단방향 제어)

능동적 Local Grid(분산적 양방향 제어)

도매전력시장 구조의 진화

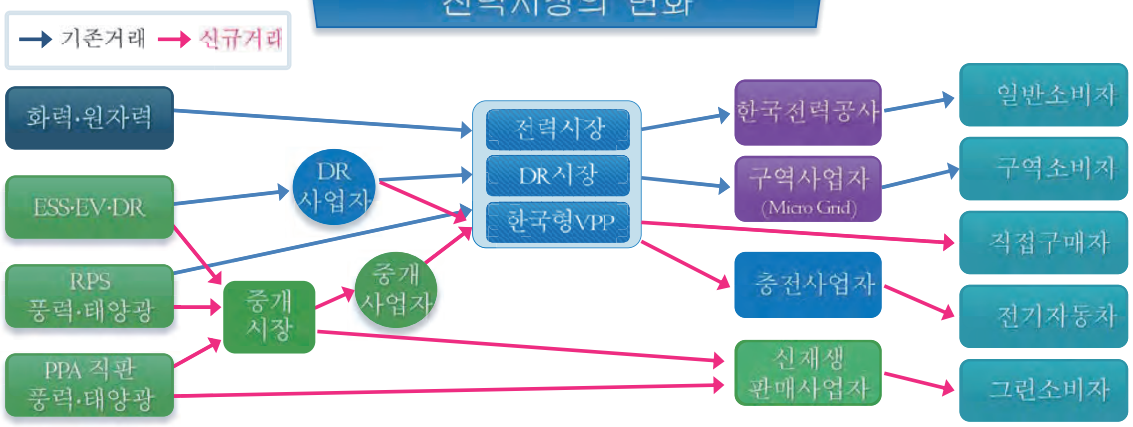
도매전력시장 참여자 확대

- 공급측 발전사업자, 구역전기사업자, 수요반응사업자, 전력중개사업자
- 수요측 판매사업자, 구역전기사업자, 직접구매자, 전기차충전사업자

프로슈머 전력시장 활성화

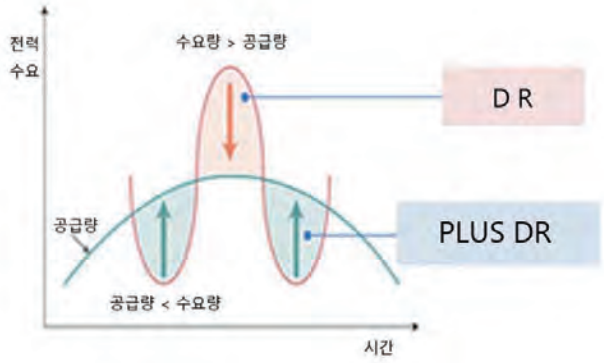
- 재생에너지 및 신자원(ESS, EV, DR 등)에 대한 분산형 전력시장 (±DR시장, 소규모중개시장)
- 소비자는 재생에너지를 생산함과 아울러 에너지원에 대한 선택권을 행사 (RE100)

전력시장의 변화



다양한 수요자원시장 도입

구 분			발령 요건	주요 참여자	용 량
전력 사용 절감	❶ 의무수요감축(신뢰성 DR)		수급 준비(550만kW) 등 수급비상시	산업체, 대형 빌딩 등 4,900개사	4.5GW
	❷ 자발적 DR	경제성 DR	없음 (매일 24시간 입찰)		
		피크수요 DR	수급대책기간 기준전망수요 초과시		
		미세먼지 DR	미세먼지 비상저감조치 발령시		
	❸ 에너지쉼표(국민 DR)		수급 비상 또는 미세먼지 비상저감조치 발령시	70kW 이하 소규모 사용자 884개	-
	❹ Fast DR('21년 시범운영)		주파수 59.85Hz 이하 하락시	산업체 35개사	742MW
사용 증대	❺ 플러스 DR('21.3월 시행)		제주 신재생 출력제어* 발생시 * 전력수요가 낮은 시간대에 공급과잉으로 일부 풍력발전 제어	제주내 전기 사용자	-



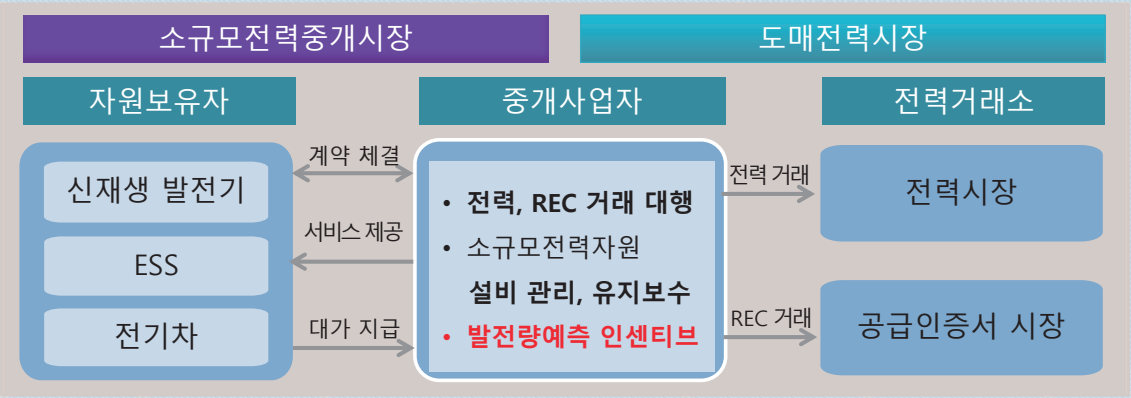
➢ **플러스 DR 개념**

신재생 출력제어가 필요한 시간에 수요를 증가시켜 출력제어량 최소화

- 전기차 충전소, ESS 충전
- 산업체 조업시간 이전
- 상업시설 열생산, 온수, 조명 추가사용

소규모전력중개시장 인센티브제도 도입

소규모자원 소유자에 대한 서비스 및 수익성 향상



대행업에서 공급형 VPP(가상발전기) 사업모델로 진화

- 태양광, 풍력, ESS 등의 조합을 통해 신재생 발전출력 평활화
- **출력 예측 정확도 제고로 신재생 변동성 대응 → 인센티브 제도화**
- 신재생, ESS, 수요자원 등의 다양한 조합으로 급전지시 가능한 발전기로 진화
- 보조서비스시장 참여를 통해 수익성 향상 및 비즈니스 모델 개발

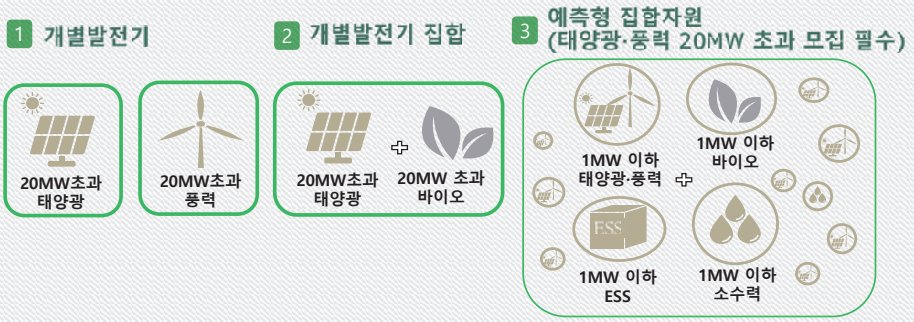
재생에너지 발전량예측(입찰)제도

재생e 예측 제도 대상 자원

대상 발전기

- 태양광, 풍력을 발전원으로 하는 발전설비
  단, 기타 재생e와 집합 구성 가능(정산금 대상X)
- 20MW 초과 개별 발전기 및 중개사업자가 모집한 **예측형 집합자원**

참여 가능 자원 (예시)



재생에너지 발전량예측(입찰)제도

참여 조건 및 오차율 산식

참여 조건

- **등록시험**을 통과한 개별발전기 및 예측형 집합자원
- **등록시험 통과 요건** : 1개월 평균 예측오차율*≦10%
  *태양광, 풍력 이용률 10% 미만 시 오차율 산정에서 제외

오차율 산식

- $$\text{오차율} = \frac{\text{시간대별}\ |\text{발전량} - \text{예측량}|}{\text{설비용량}} \times 100$$
- 설비용량 포함 : 태양광, 풍력 설비 ☞ 주요자원
  * 주요자원만 오차율 산정시 설비용량에 적용함
- 설비용량 제외: 바이오, 소수력 등 기타 재생e ☞ 보조자원
  * 보조자원의 발전량은 오차율 산정시 사용됨

재생에너지 발전량예측(입찰)제도

예측 오차에 따른 정산금 및 페널티

정산금

- 지급기준 : **예측오차율 8% 이하 (이용률 10% 이상)**
- 정산금 수준 : 8%이하(3원/kwh), 6%이하(4원/kwh),
- 정산금 대상 : 지급기준을 만족하는 시간대의 태양광 태양광, 풍력 실제 발전량

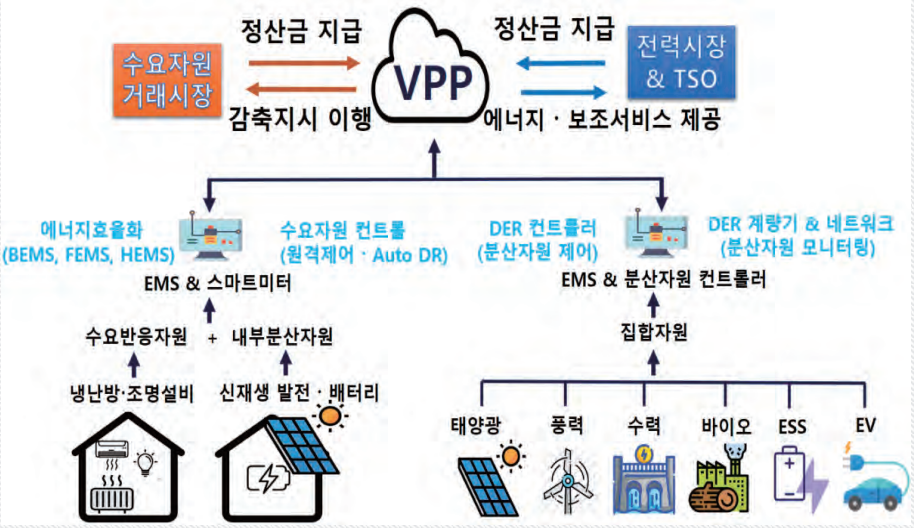
  ✻ 바이오, 소수력 등 기타 재생e 발전량 제외
  ✻ 태양광, 풍력 연계 ESS의 방전량은 포함

자격유지

- 참여 자원의 3개월간 평균 오차율 10% 이하 유지 예측제도 **참여 대상자원 자격 유지**
- 위 조건 만족 못하는 경우, 예측제도 재 참여를 위해 1개월 간 등록시험을 다시 받아야 함

한국형 통합발전기(VPP:Virtual Power Plant)제도

- 일정규모 이상의 재생에너지 및 수요자원을 병합하여 전력시장 입찰에 참여
- 발전량 예측, 실시간 발전량 정보 제공을 통한 계통운영계획 참여
- 전압제어, 예비력 제공 등 중앙급전발전기와 유사하게 계통안정운영에 필요한 가시성 확보와 유연성 문제를 해결



전력시장제도 변화 : 실시간 시장

실시간시장 도입

(현황) 현 전력시장은 비용평가 기반 하루(1일)전 가격결정 체계

- 하루전 예측된 전력수요를 기준으로 **제약*을 반영하지 않고 시장가격** 결정

  * 예비력, 송전제약, 양수운전, 열공급 등 (운영발전계획에는 반영, 가격결정계획에는 미반영)

(문제점) 수시로 변동하는 재생에너지 출력변동성을 시장가격에 반영하기 어려움

- 재생에너지 확대로 시장의 가격계획과 실시간 운영계획 간 편차 심화
- 재생에너지 출력 변동이 시장가격에 반영되지 않아 실시간 급전지시 이행에 대한 유인이 없음

(개선방향) 당일 변동하는 수요와 공급을 반영하여 가격을 결정하는 실시간 시장 도입

- 비제약 가격제도에서 **제약기반 가격제도**로 전환
- 실제 운영시점에서 변동된 수급·계통 상황을 반영하여 시장가격 결정
- 하루전 및 실시간시장의 반복 거래 후 이중정산

전력시장제도 변화 : 보조서비스 시장

보조서비스시장 도입

(현황) 보조서비스 자원의 적정 가치를 보상하지 못하는 무늬만 시장

- 배정된 예산에서 보조서비스 종류별로 구분하여 일정액을 보상

구분	주파수추종	자동발전제어	대기예비력	대체예비력	무효전력	자체기동	합계
정산금(억원)	223	44	53	91	없음	18	428

(문제점) 재생에너지 변동성에 대응을 위한 유연성자원* 투자 유인 부족

* 기동시간이 짧고 출력 증감발률이 높은 **가스터빈, 양수·수력발전, ESS, DR** 등

(개선방향) 유연성자원의 적정 공급가치를 보상하는 보조서비스시장 도입

- 에너지와 예비력을 동시 최적화하여 기회비용*을 보상하는 시장

  * 보조서비스 제공에 따른 상실비용(에너지시장 참여에 따른 기대수익)

- 유연성자원에 대한 투자유인 제공 및 신재생 확대기반 마련

RE100제도

RE100선언: MS, Apple, BMW

RE100 이행을 위한 다양한 제도 마련 필요

녹색요금제(한전) 이외에 직접계약제도(PPA), 중개사업자 활용, 인증서제도 등

구분	직접계약제도 (Power Purchase Agreement)	인증서제도 (EAC, Energy Attribute Certificate)	녹색요금제	자체건설
개요	기업이 재생에너지 전력을 계약을 통해 직접 구매	생산 전력의 발전원 정보가 수록된 인증서 발행, 운영	판매사업자가 재생에너지를 별도의 요금제로 판매	기업이 재생에너지를 직접 생산하고 소비
특징	기업이 직접 공급자를 찾아 계약 체결	기업이 재생에너지 인증서를 구매	기업이 해당요금 지불하고 재생에너지 전력을 구매	기업이 설비투자, 운영의 주체

중개사업자 활용: 기업, 재생e 공급자 사이에 중개사업자가 관여하여 전력구매계약을 체결

재생e 신규 확대 가능성은 자체건설 > 직접계약제도 > 녹색요금제 > 인증서제도 순

재생에너지 증가 (Additionality) → 직접투자/자체건설 → 직접계약제도(PPA) → 녹색요금제 → 인증서제도(EAC)

높을 가능성..... .....낮거나 불확실

개인간 거래(P2P) 확대

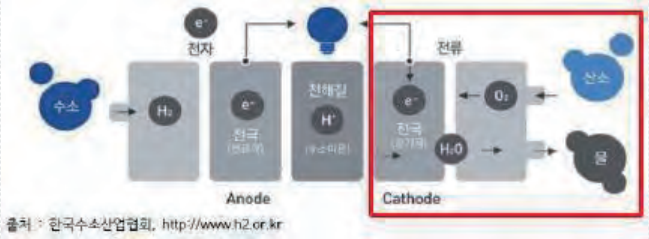
사업용 중심에서 개인소유 재생e설비를 활용한 개인간 거래 활성화

개인간 거래(P2P)를 위한 공급측과 소비측간 가상 상계 제도 도입

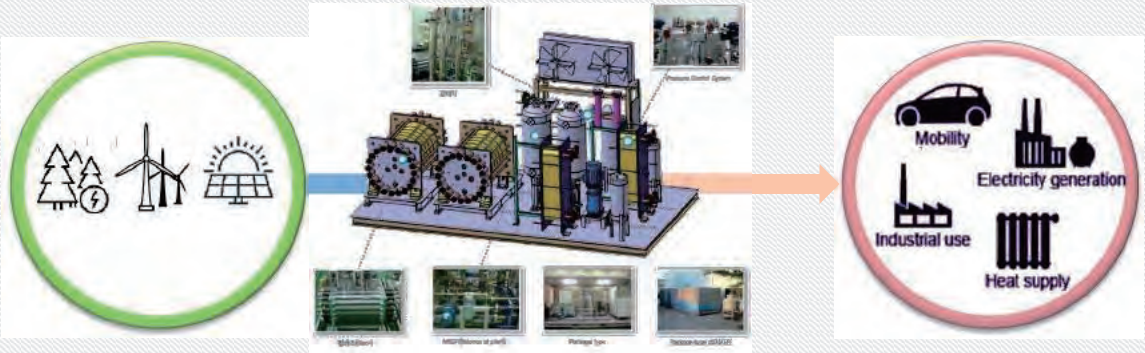
P2G (Power to Gas) 도입

➢ **잉여전력을 활용한 수소생산**

- 수전해로 수소를 생산 저장
  (cf. LNG 개질을 통한 수소생산)
- 수소 연료전지차, 열 및 전력생산



출처 : 한국수소산업협회, http://www.h2.or.kr

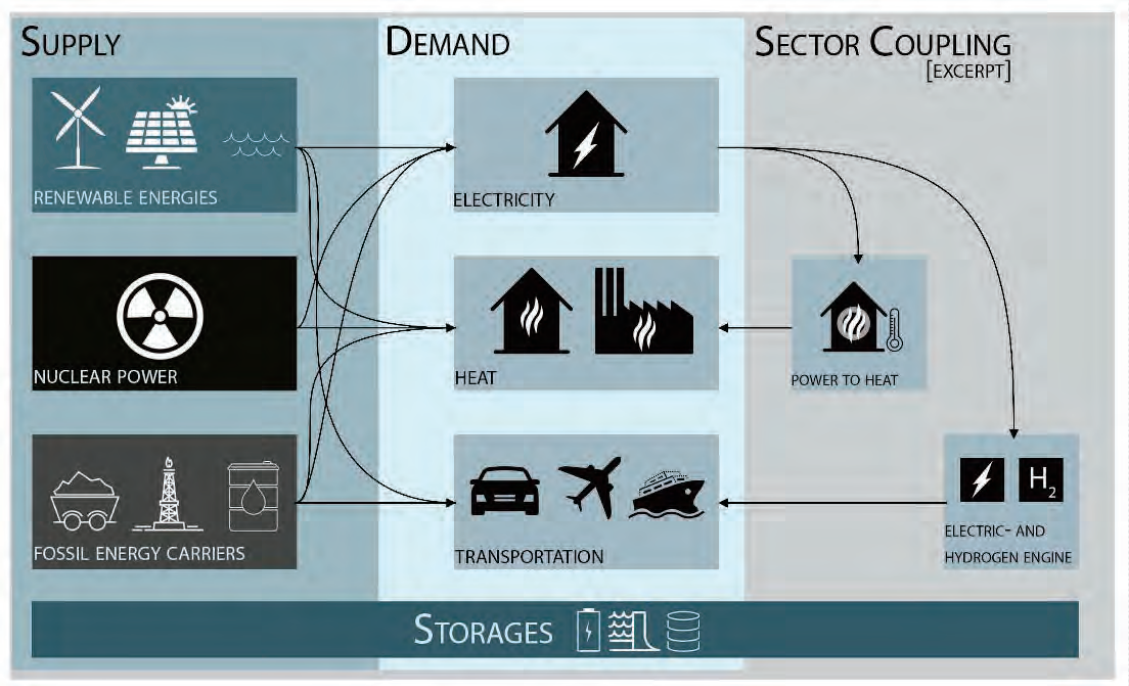


신재생에너지 수전해 시스템 수소생산/활용

* 출처: 한국조선해양기자재연구원 황태규

스마트시티: 에너지부문간 연계체계(Sector Coupling)

➢ **수소, ESS(전기차, 전차) 등 저장 가능한 에너지를 이용해 발전, 난방, 수송 부문 등의 연결을 통한 에너지시스템 최적화**



경청해주셔서 감사합니다 ! ^^

smart KPX 전력거래소 KOREA POWER EXCHANGE

33

[발제 2-4]

제주 재생에너지 확대 방안(수용성)

-서귀포 대정읍 사례를 통한 주민수용성 인식제고 방안

송 현 석

에너지전환포럼 청년 프론티어팀


에너지전환포럼
제주도의 재생에너지 확대 방안
서귀포 대정읍의 사례를 통한 주민 및 도민 인식제고 방안
바람과 함께 사라지다(B)


CONTENTS
Ⅰ. 제안 배경
Ⅱ. 문제정의
Ⅲ. 솔루션 제안
Ⅳ. 결 론

01. 제안 배경 _ 탐구배경 및 목표

제주 CFI (Carbon Free Island) 정책

(출처 : CFI 2030계획)

총 발전량 (kWh)	신 · 재생에너지 발전량(kWh)				2019년 보급률
	풍력발전 (290.2MW)	태양광발전 (256.9MW)	기타 (9.3MW)	소계 (556.4MW)	
5,717,469,696	547,775,983	258,454,236	13,786,559	820,016,778	14.34%

도 내 신 · 재생에너지 보급현황 (2019.12.31. 기준)

(출처 : 제주특별자치도 정보공개 게시판)

01. 제안 배경 _ 탐구배경 및 목표

'주민 수용성' 확보의 부족으로 지연되고 있는 풍력 사업 계획과 멀어지는 CFI와 Net zero

"풍력사업이 지닌 가능성에도 불구하고 제주도의 풍력사업은 지역주민과 환경단체의 반대로, 해상풍력 설치를 두고 제주도 내에서 찬반 여론이 심한 상태"

- 탐라해상풍력발전단지, 2006년에 발전사업 허가
  - 〉주민수용성 문제로 9년 지연돼 2015년 착공
- 절차 이행 중인 풍력발전 사업 : 10개소, 654.2 MW (2020.5,제주도)

- CFI 거버넌스 구축에도 도 • 사업자 • 주민 간의 소통은 부재
  -〉지역 주민은 해상풍력' 단어조차 듣고 싶어 하지 않는 상황

출처 : 네이버 포스트(시사주간)

01. 제안 배경 _ 현장답사 결과 요약

대정읍 동일1리 주민 인터뷰 객관화 _찬성, 반대, 중도적 입장

대정읍 동일1리 주민

1. **<u>설명회, 인터넷 조사, 현장 방문</u>**으로 **자발적으로** 많은 정보를 접함
   -〉 일부 정보 팩트 체크 필요 & 신뢰성 있는 양질의 정보 제공을 원함

2. 기존 마을의 의견 수렴 방식인 **마을 총회, 토론회로 주민의견 수렴**
   -〉 생계의 이유와 사업에 대한 이견으로 참석 못 한 주민 고려 부족
   -〉 설명회의 적절성 판단에서 실제 '지역 주민' 참여 여부 조사 필요

3. **<u>주민의 적극적인 의견 표현이 불가</u>**한 여러 상황적 맥락
   -〉 단순 대가성 보상으로의 접근, 이로 인한 주민 간, 사업자 간 오해 발생
   -〉 도와 읍 단위의 소통 개선 지원 필요

01. 제안 배경 _ 현장답사 결과 요약

대정해상풍력의 사업자 두산 중공업 인터뷰 요약

두산 중공업
풍력사업팀

1. 가장 큰 **사업 지연의 원인은 인허가와 민원**
   -〉 인허가 과정에서 법적 기준치가 아닌 민원으로 지연되는 경우가 다수
   -〉 법적 기준을 기준으로 한 인허가 과정의 필요성 제기

2. 이해관계자 설득 및 포섭은 사업 설명회, 홍보물, 전단지를 통해 진행
   -〉 개별 접촉의 경우 효과는 높지만 오해 발생으로 지역 간 갈등 발생 가능
   -〉 2011년부터 지속적인 노력에 불구, 지역 주민에게 정보 전달 어려움

01. 제안 배경 _ 현장답사 결과 요약

제주도청 저탄소정책과 신재생에너지팀의 고병구 주무관님 인터뷰 요약

제주도청 풍력사업
인허가 업무자

1. **민간 사업의 특성 상 도의 개입이 어려움**

-〉 도 재정 투입이 없어 사업자의 요구 제안이 곤란

2. **중앙 부처 단위의 가이드라인 제공 필요**

-〉 보상 기준에 대한 가이드라인, 관련 정보 문제 신속한 제공이 필요

3. 각 부처 지속적인 **담당자 변경으로 업무 차질** 발생

-〉 마을 운영위의 변경으로 요구사안 변경 사례도 잦음

02. 문제정의 (1)

재생에너지 인식 및 관심 결여

◇ 재생에너지 인식 및 관심 결여

- 주민들은 단기적인 보상이 아닌 사업이 왜 필요한 지에 대한 인식이 필요하다고 인식함
- 재생에너지가 생활 속에서 왜 필요한지에 대해 인식하지 못함
- 미래 주체인 젊은 세대가 배제되고, 특정 연령대에만 집중된 교육 프로그램과 설명회가 운영되고 있다고 인식함

▶ 따라서 전 연령을 포괄한 교육 및 공감대 형성 캠페인이 부족하며 인구통계학적 인식제고 솔루션이 필요하다고 보여짐

02. 문제정의 (2)

이해관계자들의 소통 부재

◇ 활발하지 않은 소통

- 각자 생계로 인한 찬반 의견 공유 및 사업 설명회 등 참여 어려움
- 해상풍력에 대한 정보를 공유하는 소통의 장 X
- 해상풍력이랑 관련된 기관 혹은 풍력사업자에 대한 정보 공유나 소통 진행 상황 모름
- 반대 측 이해관계자가 참석하지 않아 협의점을 찾는데 어려움
- 김은성(2018)에 따르면 주민설명회, 주민동의, 주민참여 등 절차적 민주주의가 심각하게 훼손되어져 왔다는 것을 알 수 있음.

▶ 이를 해결하기 위한 기존의 절차적 민주주의의 회복 및 직접적인 혜택을 제공하는 소통의 장을 열어 이해관계자들의 소통을 활성화시킬 수 있는 방안 모색해야함

02. 문제정의 (2)

정보의 비대칭성

◇ 정보의 비대칭성(Information asymmetry)

- 정보의 비대칭성는 효율적인 자원분배를 불가능하게 하며 역선택이나 도덕적 해이 등의 문제를 낳음
- 즉, 주민들은 재생에너지에 대한 객관적 지식을 얻기 어렵고 진입장벽이 높기 때문에 주민들은 출처가 정확하지 않은 정보에 노출이 되어있음
- 풍력발전시행사와 정부는 지역주민들을 설득하는 데에 있어 지역경제를 발전시키겠다는 주장을 할 때, 에너지 비전공자인 주민들을 이해시키기에 한계가 있었음.
- 민간 디벨로퍼나 브로커들이 각자의 이익을 위해 가짜 뉴스 및 유언비어를 퍼트려 여론을 몰아가는 경우가 있음을 확인함.

▶ 이에 각 이해관계자 간에 벌어지는 정보의 비대칭성으로 인해 서로 간의 신뢰성 저하 및 업무 추진에 어려움

02. 문제정의 (3)

제주특별자치도 풍력 자원 공유화 기금'의 운용에 대한 문제제기

◇ 풍력자원 공유화 기금 활용 사업의 단편성

〈제주특별자치도 풍력자원 공유화 기금〉

풍력자원을 공공 자원으로 지정, 이에 따른 개발 이익을 지역 에너지 자립과 에너지 복지 사업 활성화 등에 기여

공유화기금 기금 활용 주요사업 현황(2017-2018년)

- 2017년 재생에너지개발 및 보급 사업(23억 9천만원)
  - 주택 태양광발전 보급사업(17억원) : 단독주택, 공동주택 및 20세대 이상 공동주택 등 태양광 보급
  - 마을공공시설 태양광발전 보급 지원(1억 9천만원) : 신재생에너지 보급 지원을 통한 도민 복지실현 및 지역에너지 자립 기반 조성을 위해 마을 공공시설에 태양광 발전시설 설치 지원
  - 마을 경로당 태양광발전 설비 설치 지원(5억원) : 마을 경로당에 태양광발전 설비 설치 지원
- 2018년 재생에너지개발 및 보급 사업(38억 7천만원)
  - 취약계층에너지 지원사업(3억원) : 취약계층(장애인, 조손 가정 중 중위소득 40% 이하)에 전기요금 지원
  - 주택태양광 발전 보급 사업(14억원) : 단독주택, 공동주택 등 태양광 보급
  - 마을 경로당 태양광발전 설비 설치 지원(7억원): 마을 경로당에 태양광발전 설비 설치 지원
  - 에너지 취약 학교 태양광 발전 보급(5.7억원) : 학교의 에너지비용 경감 지원 및 신재생에너지 체험학습장으로 활용하기 위하여 도내 초, 중, 고등학교에 태양광 발전설치 보급
  - 행원 및 김녕풍력발전 운영 등 (9억원) : 풍력발전유지관리 등

→ 제주에너지공사, SK D&D, 탐라해상풍력 등 풍력발전사업자가 개발이익 공유화 계획에 따른 기부금 납부

02. 문제정의 (3)

제주특별자치도 풍력 자원 공유화 기금'의 운용에 대한 문제제기

공유화기금 기금 활용 주요사업 현황(2017-2018년)

- 2017년 재생에너지개발 및 보급 사업(23억 9천만원)
  - 주택 태양광발전 보급사업(17억원) : 단독주택, 공동주택 및 20세대 이상 공동주택 등 태양광 보급
  - 마을공공시설 태양광발전 보급 지원(1억 9천만원) : 신재생에너지 보급 지원을 통한 도민 복지실현 및 지역에너지 자립 기반 조성을 위해 마을 공공시설에 태양광 발전시설 설치 지원
  - 마을 경로당 태양광발전 설비 설치 지원(5억원) : 마을 경로당에 태양광발전 설비 설치 지원
- 2018년 재생에너지개발 및 보급 사업(38억 7천만원)
  - 취약계층에너지 지원사업(3억원) : 취약계층(장애인, 조손 가정 중 중위소득 40% 이하)에 전기요금 지원
  - 주택태양광 발전 보급 사업(14억원) : 단독주택, 공동주택 등 태양광 보급
  - 마을 경로당 태양광발전 설비 설치 지원(7억원): 마을 경로당에 태양광발전 설비 설치 지원
  - 에너지 취약 학교 태양광 발전 보급(5.7억원) : 학교의 에너지비용 경감 지원 및 신재생에너지 체험학습장으로 활용하기 위하여 도내 초, 중, 고등학교에 태양광 발전설치 보급
  - 행원 및 김녕풍력발전 운영 등 (9억원) : 풍력발전유지관리 등

02. 문제정의 (3)

제주특별자치도 풍력 자원 공유화 기금'의 운용에 대한 문제제기

◇ 풍력자원 공유화 기금 활용 사업의 단편성

〈제주특별자치도 풍력자원 공유화 기금〉

풍력자원을 공공 자원으로 지정, 이에 따른 개발 이익을 지역 에너지 자립과 에너지 복지 사업 활성화 등에 기여

공유화기금 기금 활용 주요사업 현황(2017-2018년)

○ 2017년 재생에너지개발 및 보급 사업(23억 9천만원)

- 주택 태양광발전 보급사업(17억원) : 단독주택, 공동주택 및 20세대 이상 공동주택 등 태양광 보급
- 마을공공시설 태양광발전 보급 지원(1억 9천만원) : 신재생에너지 보급 지원을 통한 도민 복지실현 및 지역에너지 자립 기반 조성을 위해 마을 공공시설에 태양광 발전시설 설치 지원
- 마을 경로당 태양광발전 설비 설치 지원(5억원) : 마을 경로당에 태양광발전 설비 설치 지원

○ 2018년 재생에너지개발 및 보급 사업(38억 7천만원)

- 취약계층에너지 지원사업(3억원) : 취약계층(장애인, 조손 가정 중 중위소득 40% 이하)에 전기요금 지원
- 주택태양광 발전 보급 사업(14억원) : 단독주택, 공동주택 등 태양광 보급
- 마을 경로당 태양광발전 설비 설치 지원(7억원) : 마을 경로당에 태양광발전 설비 설치 지원
- 에너지 취약 학교 태양광 발전 보급(5.7억원) : 학교의 에너지비용 경감 지원 및 신재생에너지 체험학습장으로 활용하기 위하여 도내 초, 중, 고등학교에 태양광 발전설치 보급
- 행원 및 김녕풍력발전 운영 등 (9억원) : 풍력발전유지관리 등

→ 제주에너지공사, SK D&D, 탐라해상풍력 등 풍력발전사업자가 개발이익공유화계획에 따른 기부금 납부

→ 풍력 발전을 통한 개발 이익이 '태양광 발전의 보급' 밖에는 할 수 없었던 것일까?

→ 풍력자원 공유화 기금 활용 사업의 다양화 필요

02. 문제정의 (3)

제주특별자치도 풍력 자원 공유화 기금'의 운용에 대한 문제제기

- 동일 1리 주민, 대정읍 주민 대다수는 풍력단지 필요성 인식 없음
- 풍력 자원 공유화 기금에 대해서도 알지 못하고 있음

사업 추진을 위한 마을 단위의 단순 대가성 보상을 제안함
-〉 일부 주민과 주변 마을이 사업자에게 무리한 보상 요구

풍력 자원 공유화 기금의 홍보 및 운용 내역 공개

+

도민 제안형 사업 확대 및 후속적 홍보방안 마련

03. 솔루션 제안

그 중 '**에너지 전환에 대한 체계적인 교육의 부재와 대정읍 주민에게 제공되는 가시적인 경제적 이익 혜택 제공 미비로 인한 인식 저하가 근본적인 문제점**'이라고 생각하였고, 이에 교육에 대한 솔루션과 대정읍 주민에게 장기적인 혜택이 돌아갈 수 있는 인식 제고 사업에 대해 솔루션을 내고자 한다.

03. 솔루션 제안

단기적, 중·장기적 지역 특화 인식제고 방안 도출

단기적인 인식 제고 방안 : 지역축제

- '최남단 방어축제' 지속가능한 운영 방안 제안
- 빛거리 축제

중·장기적인 인식 제고 방안 :교육

- 제주 고교학생회장단 연합 '맨도롱'과 연계를 통한 제주 지역의 에너지 전환 소셜 캠페인
- 기후위기 전문 교과 공동 교육 운영

03. 솔루션 제안

단기적 인식제고 방안 : 지역축제

'최남단 방어축제' 지속가능한 운영 방안& 빛거리 축제

◇ 목적

대정읍의 지역축제인 **'최남단 방어축제'를 활성화하며**

축제 기간 외 관광객이 유입될 수 있고

주민들도 함께 즐길 수 있는 축제 기획

→ 지역 사회가 가진 재생에너지 전환에 협력의사 및 관심도를 높이려는 목적

03. 솔루션 제안

단기적 인식제고 방안 : 지역축제

◇ '최남단 방어축제' 운영 프로그램 확대 - 재생에너지와 지역 에너지 자립 컨텐츠

출처 : 비자숲힐링센터 홈페이지

재생에너지 & 에너지 자립 내용 소개 및 체험 프로그램 부스 설치 및 확대

↓

일자리 창출 및 재생에너지에 대한 노출 높여 주민들에게 재생에너지 교육

↓

청장년층, 중년층, 노년층 모두에게 인식 제고

03. 솔루션 제안

단기적 인식제고 방안 : 지역축제

◇ 해상풍력 건설 이후 '최남단 방어축제' 지속가능한 운영 방식 제고

- 최근 해상풍력-수산업 공존 양식장의 개발로 다양한 어종(굴, 가리비, 미역/다시마, 새우 등) 양식이 가능해짐.
- 주민참여 이익공유 비즈니스 모델 개발로 해상풍력 양식장의 경제성 제고

출처 : 한국해상풍력

- 기후위기로 어획량이 감소되고 있는 방어의 해상풍력-수산업 공존 양식장으로 '최남단 방어축제 ' 의 지속가능한 운영 방식 제고
- 해상풍력-수산업 공존 대방어 양식장을 통해 관광객에게는 질 높고 저렴한 친환경 방어에 대해 소개 및 지역 주민들이 지역 에너지 자립 부스를 운영할 수 있는 자격을 주어 더 많은 관광객 유치

03. 솔루션 제안

단기적 인식제고 방안 : 지역축제

◇ 빛거리 축제

출처 : 태안빛축제 홈페이지

해상풍력-수산업 공존 양식장의 인공어초 양식장 등의 재생에너지 관련 빛 조형물 설치

↓

어류와 해저생물에 좋은 서식처와 산란처의 역할 인식 제고	대정읍의 랜드마크 조형물로 자리매김	풍력발전 설치로 생기는 지역 경제 환경 변화 가시화

03. 솔루션 제안

중·장기적 인식제고 방안 : 학생네트워크와 연계한 캠페인

제주 고교학생회장단 연합 '맨도롱'과 연계 통한 제주 지역 에너지 전환 소셜 캠페인

◇ 목적

청소년 세대는 **부모와 조부모 세대의 의사결정에 큰 영향**을 미칠 수 있는 계층이자 **다른 세대의 움직임을 만들어낼 수 있는 존재**

→ 청소년의 주체적 실천의지 함양을 위한 **기후위기, 재생에너지 인식 제고 필요**

출처 : 제주 맨도롱 SNS

03. 솔루션 제안

중·장기적 인식제고 방안 : 학생네트워크와 연계한 캠페인

◇ **제주 고교학생회장단 연합 '맨도롱'과 연계를 통한 제주 지역의 에너지 전환 소셜 캠페인**

도청 및 도교육청, 제주에너지공사가 도 내 고교 학생 네트워크 연계를 통한 소셜 캠페인 통해 청소년들의 기후위기와 CFI 2030 홍보 및 필요성 제고방안 제시

정보 전달형 프로그램
청소년을 대상으로 '기후위기 퀴즈' 기획

체험형 프로그램
신·재생에너지 홍보관과 연계한 친환경 에너지 체험

참여형 프로그램
청소년 의견 수렴 확대를 위한 '학생 CFI 거버넌스' 운영

출처 : 제주 맨도롱 SNS

03. 솔루션 제안

중·장기적 인식제고 방안 : 고교학점제와 연계한 기후위기 공동 교육 운영

◇ 기후위기 전문 교과 공동 교육 운영

대정고 : 연구학교 운영 & 과목 선택권 확대

- 환경 교육 방법론적 개선
- 환경에 관심있는 학생을 대상으로 기후위기 전문 교육 진행
- 강론뿐 만 아니라 도와 에너지공사, 아시아기후변화교육센터 등 다양한 기관·단체와 연계한 현장 중심형 교육 제안

지역 의견 수렴 과정에서 청소년의 의견 수렴 부재

- 대정 지역의 각 협의회와 연계한 간담회 및 토론회 참여 자리 제공
- 지역 내 기후위기 전문 공동교육과정을 학교의 교육 과정 내에서 진행
- 청소년들이 마을의 일원으로 의견을 낼 수 있는 창구 마련

04. 결론

단기 및 중·장기적 지역 특화 인식제고 방안의 기대효과

지역 축제

빛거리 축제 & 최남단 방어 축제의 지속가능한 운영 방안 제고

- 주민들과 축제를 주관하는 정부기관 및 풍력 발전사가 함께 참여하여 풍력이 아닌 이야기부터 풀어나간다면 신뢰관계를 맺을 수 있을 것
- 에너지 자립 모델 및 CFI 모범 예시로 자리매김
- 축제를 방문한 관광객들 또한 재생에너지에 대한 인식제고

교육

제주도와 '맨도롱'과의 연계를 통한 제주 지역의 에너지 전환 소셜 캠페인 & 대정 지역 고등학교의 기후위기 전문 교과 공동 교육 운영

- 전문적이고 체계적인 환경 교육을 제공하여, 기후변화 대응을 위한 실천적 의지 배양
- 제주 지역의 지속가능성에 대해서 청소년들이 주체가 된 소통의 장 형성
- 지역 내 공동 교육 운영을 통해서는 단위학교 네트워크 지원체제 형성
- 기존 지역 내 의견 수렴 과정에서 청소년들의 의견을 수렴할 수 있는 창구 형성

04. 결론

"제주도의 재생에너지 확대, 그리고 나아가 재생에너지에 대한 국민수용성 확대를 꿈꾸다"

1 제주도민과 청장년층에 경제성 가시화를 통한 인식 제고

2 청소년층에게 O2O 채널을 통한 개선된 교육 시스템과 다양한 진로 체험 제공

3 CFI 2030 을 넘어 Net Zero 2050까지

참고문헌

고호석, "지역축제의 인지된 효과가 지역사회 애착도 및 협력의사에 미치는 영향", 지역산업연구, 36(1), 2013, 265-284.

곽현근, and Hyon Kun Kwak, "개인의 자아존중감과 자기효능감에 미치는 동네효과 연구" 지방정부연구 12.4, 2008, 203-224.

김은성, "우리나라 풍력발전단지의 주민 수용성에 대한 감각적, 문화적, 제도적 요인." ECO 22.1, 2018, 209-41.

김윤지, "환경 변화에 대한 고등학생들의 인식", 대한지구과학교육학회지 7.2, 2014, 151-58.

김창선, 박근영, and 김현종, "에너지 융·복합 상품개발에 대한 경제성 분석: R&D포트폴리오 관점에서 해상풍력기반 복합양식단지 개발을 중심으로", 상품학연구 36.4, 2018, 35-42.

윤성권, 임현지, 「한국기후변화학회지」, 제10권 제2호, 재생에너지 기반 섹터커플링(부문간 연계)을 통한 기후변화 대응 연구, 한국기후변화학회, 2019, 153-159

전창완, "일반계 고교 1학년 학생들의 학급 내 동료 효과", 교사교육연구 54.3, 2015, 459-70.

한국은행, "정보의 비대칭성" (2020.02.20), 〈https://www.bok.or.kr〉

Thank you ☺

"우리가 하는 일은 바다의 붓는 한방울의 물보다 하찮은 것이다.
하지만 그 한방울이 없다면 바다는 그만큼 줄어들 것이다."
– 마더 테레사 –

[발제 3-1]

에너지산업융복합단지 추진현황

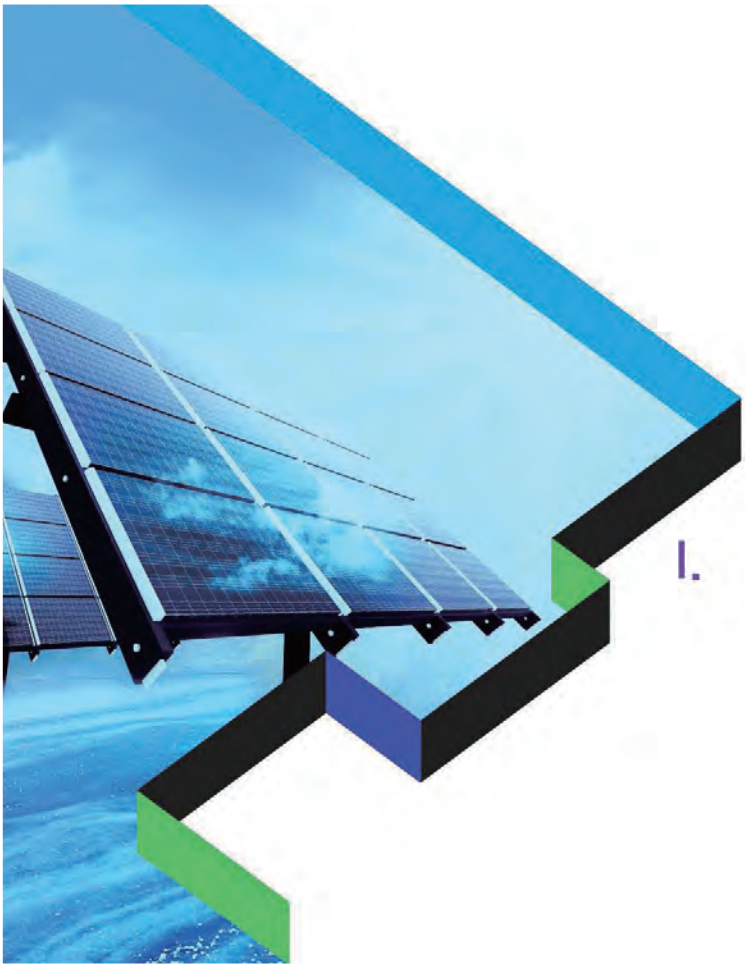
김 태 형

한국에너지기술평가원 융합기획실 팀장

에너지산업융복합단지를 통한 지역 에너지산업 활성화

2021. 04.

한국에너지기술평가원
융합기획실 김태형 팀장



I. 에너지산업융복합단지 추진배경

1. 추진 경과

- 나주혁신도시(에너지밸리) 한전 등 공기업 지원책 마련 필요
- 에너지산업 융복합단지 특별법 시행 (2018.6 / 의원발의)

- 2019.6 1차 에너지산업융복합단지 기본계획(안) 수립 ('19-'23)

  에너지산업융복합단지 기본목표와 지정방향 제시

  에너지중점산업의 종류와 발전전략 설정

- 2019.11 · 1차 지정 (전북, 광주-전남)
- 2019.07 · 2차 지정 (경남,경북,부산-울산,충북)

[에너지산업융복합단지 지정현황('21.4.)

지자체	부산울산	전북	광주전남	경남	경북	충북
중점 산업	원전해체	수상 태양광 해상풍력	전력신산업, 해상풍력	가스터빈	풍력 리파워링	태양광, 에너지안전
지역	기장군	새만금	나주, 목포	창원공단	영덕군	진천,증평군

2. 추진 환경

에너지전환

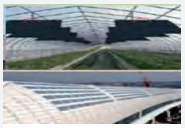
전 세계적 에너지전환 추세에 따라 신재생, 원전해체 등의 산업 규모가 급격히 확대 중

재생에너지 (2030년)	수소 (2040년)	원전해체 (2050년)
· 태양광·풍력 투자 92조원 · 고용창출 19만명	· 경제효과 43조원 · 고용창출 42만명	· 국내 시장 13조원 · 세계 시장 318조원

(시사점) 에너지전환을 산업혁신, 일자리 창출 계기로 활용 필요

기술 융복합

4차 산업혁명에 따라 산업 간 경계가 허물어지면서, 에너지 산업에서도 에너지원간, 산업간 융복합이 활발



에너지-ICT 융합

기존산업의 전환

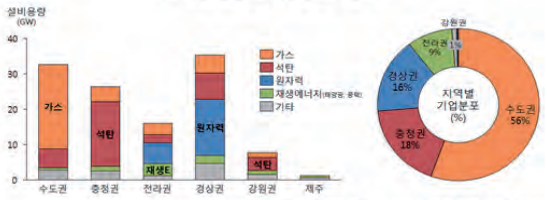
에너지원간 융합

(시사점) 경쟁력 있는 주력산업을 활용한 새로운 에너지 시장 창출 필요

지역 주도

발전설비는 지역에 밀집된 반면, 사용처는 수도권에 집중되어 지역의 불만과 수용성 문제가 누적

< 지역별 발전설비 및 산업체 분포 >



* 출처 : 전력거래소('19), 에너지기술평가원('18)

쇠퇴하고 있는 기존 지역산업의 전환 시급성, 공기업 지방이전 등으로 지역 에너지산업 클러스터 형성 조건은 성숙

(시사점) 지역이 주도하는 에너지 산업 생태계 조성을 위한 지역 내 산·학·연 혁신주체의 역량 강화 필요

한국형 뉴딜

코로나 사태로 정부의 재정 지원이 급격한 확장 중이며, 그린뉴딜과 지역균형 뉴딜이 국정 핵심정책으로 부각

(시사점) 중앙정책과 지역 정책 간 상호보완 시너지 창출이 중요

II. 에너지산업융복합단지 추진내용

5

3. 에너지산업 융복합 개념

- (정의) 에너지산업(석유·가스·석탄·열·전기 및 신재생에너지 등을 포괄)과 에너지연관산업(에너지산업과 연관된 설비·부품·장비·정보화·서비스 등)의 집적 및 융복합을 촉진하기 위하여 조성된 지역(법 제2조)

  국가적 육성이 필요한 에너지 중점산업(법 제13조) 분야의 산·학·연 협력 네트워크를 구성, 기술혁신·융복합의 거점이 되는 클러스터

- (구성요소) 특화기업, 연구소, 대학, 지원기관, 에너지공기업, 관련시설(발전소 등) 실증·시험시설 등

  산·학·연이 개발한 기술·제품의 최종 수요처인 에너지 공기업 또는 공급시설 등을 포함하여, 집적효과 극대화 및 타 클러스터와 차별화

- (공간범위) 신규 개발 방식이 아닌, 기존에 조성된 혁신도시, 산업단지, 전원개발구역 등을 연계

  에너지 시설 특성을 고려하여 물리적 반경·면적 제한을 두지 않되, 산·학·연 주요입지는 '국가혁신융복합단지' 수준으로 집적 유도

- (조성방식) 지자체별 특화산업과 연계한 에너지 중점산업을 선정하고, 기존 인프라를 최대한 활용

  재생에너지 단지, 에너지 공기업, 기존 주력산업 등을 활용하여 다양한 형태의 에너지산업 융복합단지 조성 가능

6

[참고] 에너지산업 융복합단지 클러스터 예시

1 재생에너지 단지 연계형

- (개념) 대규모 재생에너지 개발 단지 인근에 연관 기업 및 실증·시험 설비 집적
- (효과) R&D-실증-생산-납품을 연계함으로써 연관 기업의 성장기회로 활용

2 에너지 공기업 연계형

- (개념) 에너지 공기업이 입주한 혁신도시를 중심으로 산·학·연 집적
- (효과) 공기업이 보유한 인프라를 활용하여 지역 에너지산업 혁신역량 강화 지원

3 新에너지 서비스 실증형

- (개념) 단지내 규제특례를 적용하여 P2P 에너지 거래, 동적 요금제, 수요반응 등 新서비스 실증
- (효과) 새로운 융복합 서비스 모델 검증 및 주민 체험기회 제공

[참고] 해외 에너지 클러스터

1 (미국 휴스턴) 석유·가스 산업의 중심, "세계의 에너지 수도"

- 세계 원유의 17%, 천연가스의 30%
- 엑손모빌, 아람코 등 3,600개 에너지 기업
- 전세계 에너지 정보교류의 60%이상이 이루어짐
- 市 재정의 25%, 일자리의 40%가 에너지 관련

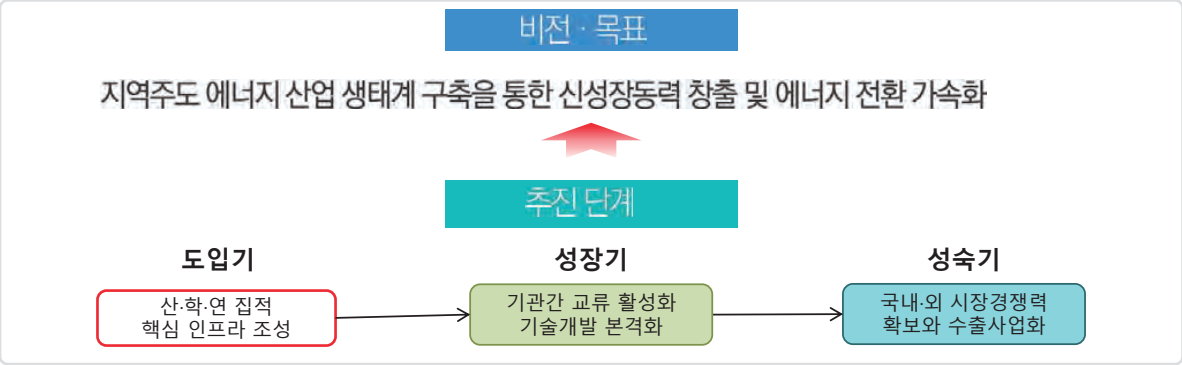
2 (독일 함부르크) 조선·항공 등 연관산업 기반의 "풍력산업의 중심지"

- 북해, 발트해 해상풍력단지와 지리적으로 근접
- 조선, 항공 등 연관산업 기반(Airbus, Lloyd 위치), 풍력산업 공급사슬(supply chain) 형성
- Nordex, Vestas, Siemens 등 1,500여개의 풍력 발전 기업에 집적, 풍력분야 약 25,000명 종사
- 세계최대 풍력전시회 Global Wind Summit 개최

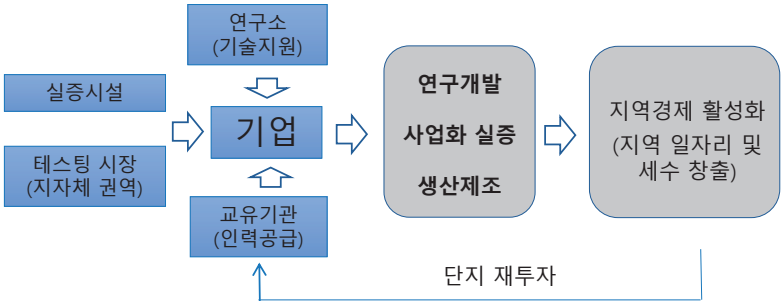
3 (일본 후쿠오카) 연구개발-실증을 연계한 "수소·연료전지 클러스터"

- 수소 생산-저장-수송-이용 전 과정을 통합 실증
- 신일본제철, 도요타, 도레이케미칼 등 500여개 기업, 규슈대학 등 100여개 대학·연구기관 집적
- '수소타운'(100여개 가구)에서 가정용 연료전지 실증, 수소 하이웨이에서 수소차 내구성 테스트 수행,

4. 비전 및 전략



[에너지산업융복합단지 발전 모형]



5. 추진과제

1 산·학·연 집적 활성화 및 인프라 구축

앵커기업 및 연관기업 유치

- (기업유치) 지자체 주도로 선도기업 유치, 앵커기업을 활용 연관 중소기업 동반유치 및 생태계 구축
  - 에너지공기업, 발전단지 등 수요처의 공급망(Supply Chain) 구축과 연계하여 시스템부품 기업 유치 추진
  - 세금감면, 우선구매 등의 혜택을 부여하는 에너지특화기업 지정 추진(대기업 포함이 가능하도록 법개정 추진 중)

- (투자기업 지원) 융복합단지 투자 기업에 지방투자촉진보조금지원 비율 2%p 우대 추진
  - 지자체 별로 입지·시설투자, 고용·교육훈련 보조금 지원 추진

구분	내용	예시
입지투자	분양가 일부 보조	분양가의 20% 이내
시설투자	신규 설비 설립·이전 혹은 신·증설에 따른 보조금 지원	10억 초과 투자금액의 10% 이내(최대 50억)
고용·교육훈련	신규고용창출 인원에 따른 보조금 지원	신규고용 20명 초과 1인당 고용·교육훈련보조금 60만원/월

5. 추진과제

1 산·학·연 집적 활성화 및 인프라 구축

연구 및 실증 인프라 구축

- (연구기관) 출연연·공기업연구소 분원, 국가 대형연구시설 등을 활용 및 유치하여 연구역량 확충
  - 연구개발특구, 강소특구 등 기존 R&D 클러스터와 융복합단지를 연계
- (실증 시험시설 집적) 에너지 실증·시험시설을 융복합단지에 우선 설치하여 테스트베드로 활용

구분	과거	향후
지역 분포	지역별 분산 (전국에 총 33개, 약 8천억원 투자)	에너지 중점산업 분야별 융복합단지로 집적
시설 특징	통합 실증 곤란	전주기 통합 실증시설 구축 (예: 수소 생산-저장-운송·활용)

전문인력 양성

- (교육기관 설치) 지역 대학·대학원, 산학융합원 등 에너지 전문인력 기관 지정
  - 산학융합지구 조성사업 등('19년 210억원) 활용 대학과 기업이 공동으로 설립·운영
- (인력양성 지원) 산업체 수요맞춤형 인력양성, 재직자 역량강화 등 교육과정을 지원
  - 에너지인력양성사업 내 '지역클러스터 활성화 인력양성사업' 신설 추진('20년 신규)

5. 추진과제

2 기술혁신 역량강화 및 전주기 지원 확대

지역주도 기술개발 활성화

- (R&D 지원확대) 융복합단지 산·학·연 등이 에너지 기술개발사업에 주관기관으로 참여시 가점 부여
  - 신재생 핵심기술개발, 수요관리 핵심기술개발, 원자력 등 9,000억원 규모('21년)
- (지역R&D 신설) 지역 산·학·연이 수행하는 '지역 에너지 혁신사업' 신설 추진('20년~)

사업유형(안)	주요 내용(안)
지역 제안형	지역소재 기업 및 지자체가 제안한 현장 애로사항 해소 목적 R&D
공기업 협력형	공기업의 시스템 구성에 필요한 부품·소재·장비 Supply Chain 육성
수용성 제고형	지자체의 부지제공, 주민수익배분 등 수용성 제고를 위한 기술개발

지역특화 실증연구 확대

- (실증연구 확대) 융복합단지별 대표 실증 프로젝트를 발굴 지원하여 기술 사업화 촉진

분야	프로젝트 예시
원전해체	원자로 모형, 제염성능 평가시설 등 구축, 절단·제염 등 설비실증
부유식 해상풍력	대용량 발전설비 제조, 전용항만, 설치선박, O&M 지원센터 등 집적
스마트그리드	직류(DC) 기반 전력 생산-송배전-소비 인프라 구축 및 가구 실증

5. 추진과제

2 기술혁신 역량강화 및 전주기 지원 확대

지역특화 실증연구 확대(계속)

- (인증지원) 공공기관이 실증사업 트랙레코드에 대한 인증서. 확인서를 발급하여 하여 판로개척 지원
- (지역협력 강화) 실증사업에 필요한 인·허가 등을 사전에 해소하고, 전력판매 수익금 등을 지역에 재투자
  - 「에너지기술 실증연구평가관리지침」에 근거, 지역수용성 제고, 후속 연구 등에 투자

사업화 · 마케팅 지원

- (공공기관 우선구매) 에너지 특화기업 제품을 국가·공공기관에서 우선 구매하도록 「융복합단지법」 개정 추진
- (후속 사업 및 마케팅 지원) 기술개발 이후 비즈니스 모델 개발, 현지화, 주민수용성 확보 등을 위한 추가 R&D 지원
  - 에너지산업융복합단지 교류 및 사업화 촉진을 위한 신규사업 예산 확보 중
  - 기술개발·실증 결과물을 신재생에너지보급사업 등으로 연계·지원하여 기술개발 성과의 조기 확산
  - 융복합단지 공동브랜드 개발 등 앵커기업 브랜드파워를 활용한 중소기업 마케팅 지원으로 판로 확대

5. 추진과제

3 클러스터 생태계 조성 및 신성장동력화

세제 · 금융 및 규제특례 지원

- (세제지원) 에너지 특화기업에 대한 지방세 감면(법 제15조) 및 지역 투자·고용 보조금 등 지원
  - 타당성 평가 등을 통해 필요 시 지방세특례제한법 개정 추진
- (금융지원) 공기업 등의 투자펀드를 활용, 융복합단지 내 창업·중소기업에 투자
  - (투자펀드 예시) 에너지밸리펀드(880억원), 에너지혁신성장 펀드(500억원) 등
- (규제특례) 규제샌드박스(실증특례, 임시허가), 규제자유특구 등 활용 신사업 활성화 환경 조성

< 규제특례 활용 시 추진 가능한 실증·사업화 예시 >

구분	주요 내용	현행 규제
액화수소 충전소	기체 대비 저장능력이 높은 액화수소 사용 수소충전소 구축	「고압가스안전관리법」에 액화수소 저장·사용기준 부재
P2P 전력거래	블록체인을 활용한 개인간 전력거래	「전기사업법」에 발전·판매겸업 불허
빅데이터 활용 수급 최적화	지역 DR자원, 분산전원 및 소비패턴 분석을 통한 에너지 수급 최적화	「개인정보보호법」에 따라 사전 사용동의 필요
동적 요금제	에너지수급, 피크부하와 연동한 동적요금제 시범 운영	「전기사업법시행규칙」의 전기요금산정기준 개정 필요

5. 추진과제

3 클러스터 생태계 조성 및 신성장동력화

해외진출 촉진

- (기술교류) 지역 브랜드를 활용한 해외공동 마케팅 , 인지도 높은 국제 행사의 국내 개최 등 지원
  - (예시) 세계에너지총회, 국제재생에너지총회, 청정에너지 장관회의, 미션이노베이션 회의 등
- (국제공동연구) 해외 기관과 기술교류 및 공동연구개발을 통해 국제표준 개발 및 해외수출 촉진
  - 에너지국제공동연구사업 내 글로벌시장개척 공동 R&D 사업 활용
- (해외 클러스터 협력) 융복합단지와 해외 연계 클러스터를 연계하여 글로벌 진출 거점으로 육성

클러스터 지원센터 구축

- (종합지원센터 구축) 단지 발전전략 수립, 기업·기관 유치, 성과관리를 위한 종합지원센터 구축

구분	지원센터 주요 기능
발전전략	단계별·구역별 융복합단지 발전전략 수립
기업·기관 유치	단지내 산·학·연 유치를 위한 지원활동 전개
시설·장비 관리	단지내 연구시설·장비 DB 제공
네트워크 지원	입주기관 간 인적 네트워크 형성, 전문가 매칭 지원
성과관리	조성계획 대비 추진성과 조사·분석 및 피드백

5. 추진과제

- (현황) 에너지산업융복합단지 추진과제는 현재 진행 초기 상태이며, 향후 단지 활성화를 위해 단계적으로 추진 과제 확대 예정

	'19~'20	'20~'21	예정('21~)
R&D 사업	▪ 에너지기술개발사업 과제 지원 시 가점 부여	▪ 21년 에너지공기업 협력사업 과제 반영(2개) ▪ 22년 지역뉴딜형 R&D수요를 기획프로그램에 연계	▪ 에너지기술개발사업과 연계를 통한 예산확보
비R&D 사업	▪ 융복합단지 종합지원센터 건축 보조금 지원(국비 최대 80억원) ▪ 19년 융복합단지(전북,광주전남) 사업기획 지원(3억원)	▪ 융복합단지 교류 및 사업화 촉진지원 사업('21년 12억원) ▪ 에너지인력양성사업 반영	▪ 타 분야(중기청 등) 사업 연계 강화 ▪ 신규사업 기획 (에너지 특화기업 지원 등)
기타	▪ 지방투자촉진보조금 고시 개정 (에너지특화기업 지원 가능)	▪ 에너지특화기업 지정 고시 및 62개 기업 지정완료(3월) ▪ 융복합단지 특별법 개정 (전담기관 지정 등) ▪ 단지별 운영체계 마련 (종합지원센터 인력구성 등)	▪ 전문인력양성기관 지정 고시안 마련 ▪ 전문연구기관 지정기준 고시안 마련

[참고] 에너지특화기업 지정

주요혜택 및 경과

- 주요 혜택

  - 에너지특화기업은 ❶'지방세특례제한법'과 지자체 '조례'에 따른 지방세 감면, ❷'지방투자촉진보조금' 설비보조금 지원비율 2%p 가산 지원, ❸산업부 R&D 과제 우대 가점 등의 혜택 부여

  - 에너지특화기업에 대한 실효적 지원을 확대하기 위해 국 · 공유 재산 특례, 공공기관 우선구매, 세제지원, 고용보조금 지급 등 우대조항을 포함한 에너지융복합단지법 개정을 추진 중에 있음

  *개정안 발의(상임위심의중): 전담기관지정, 운영위원회신설, 공공기관우선구매, 국세감면, 국·공유재산특례, 고용보조금, 특허출원우선심사특례 등

- 에너지특화기업 지정 대상

  - 융복합단지 지정 구역 내 사업장 위치
  - 총 매출액 중 에너지산업 매출 50% 이상
  - 발전사업자에 속하지 않을 것
  - 상호출자제한기업집단에 속하지 않을 것
  - 기술역량, 경영역량, 에너지중점사업 연계성 평가점수 70점 이상 (100점 기준)

17

[참고] 에너지특화기업 지정

주요내용(안)

- 에너지특화기업 지정관련 요령 고시
  - 산업통상자원부 고시 제2021-20호 「에너지특화기업 지정에 관한 운영요령」(2021.1.20.)
- 에너지특화기업 지정 절차
  - 지정신청서, 증빙자료 등 전담기관에 제출
  - 지정 심사는 전문가들로 구성된 평가위원회를 구성하여 실시
  - '21년 하반기 중 추가 지정공고 예정
- 2021년 1차 지정 결과
  - 84개 기업이 지정 신청하였으며, 평가를 통해 62개 기업을 에너지특화기업으로 지정('21.3.31.)

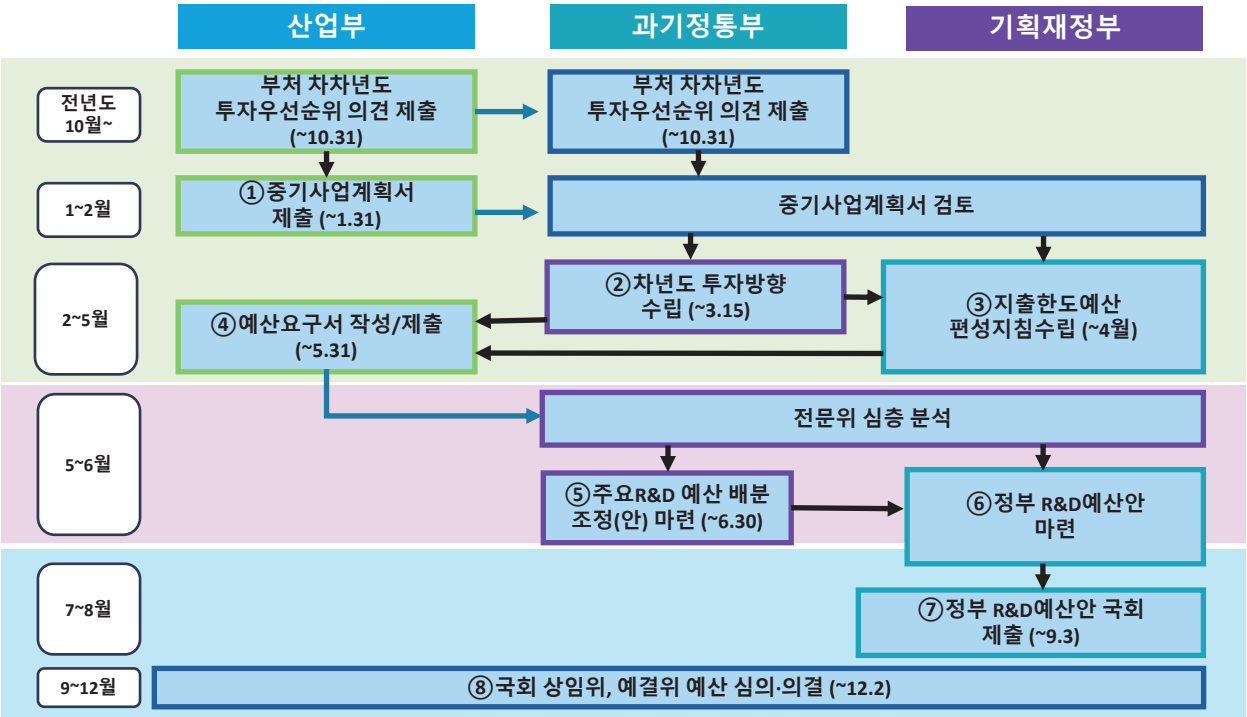
(단위 : 개사)

구분	광주전남	충북	부산울산	경남	전북	경북	계
신청 기업	64	9	5	3	2	1	84
적격 기업	**48**	**7**	**3**	**2**	**1**	**1**	**62**

- 향후계획
  - '21년 하반기 중 추가 지정 공고
  - 발전사업자 제외조항 개선방안 등 제도보완 검토
  - 법 개정안 통과시 전담기관 설치, 관련예산 확보 등 행정조치

18

[참고] 에너지R&D 예산확보 프로세스



6. 이슈 및 제언

(이슈1) 융복합단지 참여 주체 간 역할과 범위에 대한 기대차 존재

- 지역은 중앙정부의 적극적 재정 지원을 기대하나 산업부와 기재부는 지역이 주도해야 한다는 인식

(이슈2) 실제-이상-수단 괴리

- 지역의 자립을 바라면서도 동시에 자체 역량이 부족하고 관리 감독이 필요하다고 생각하는 모순
- R&D보다 제도, 기업지원, 인력확보 등이 더 중요하지만 어떻게?

(이슈3) 조성계획의 미흡점 개선

- 예산 집중 투입을 전제한 기존 산업 단지 개발 모델을 극복할 대안 필요
- 추진 목표와 추진 과제의 구체화 필요
- 네트워크와 협력을 통한 성장 전략

(제언) 융복합단지 전략의 구체화

- 단기/중장기 (성과) 목표의 설정
- 추진과제의 우선순위 도출 (선택과 집중)
- 예산 투입의 현실성
- 단지 운영의 지속가능성 (재정자립)
- 다양한 사업·제도를 엮는 시스템적 접근 (개별 사업 관점의 단발성 접근 지양)
- 융복합단지 운영체계, 관리기관 (종합지원센터 등) 구성 방안
- 우호적 지원 네크워크 구축 (일반시민, 지역주민, 언론, 정치계 등)

감사합니다

[발제 3-2]

광주전남 에너지산업융복합단지 조성전략

윤 지 영

키투웨이 이사

광주전남 에너지산업융복합단지 조성전략

제주세미나

2021. 04. 16

Table Of Contents

Key To Way는 Unique하고 신속한 글로벌 파트너십 컨설팅 모델을 보유한 Cordence의 일원으로서 실행 중심의 차별화된 컨설팅 기업으로 성장해 옴

	Key To Way		Cordence Worldwide
회사명	Key To Way	회사명	Cordence Worldwide
업력	12년 (2009년 설립)	업력	16년 (2005년 설립)
인력	35 명	인력	5,100 명 이상
주요 특징	• 실행 중심의 차별화된 컨설팅 서비스 • 주요 특화된 서비스 영역 – Design Thinking – Complexity Management – High Reliability Organization(HRO) – Six Theta – Smart X – Nuclear Industry – Cross-border Business in Asia	주요 특징	• Globally Local – 각 국가들의 전문 컨설팅 펌으로 구성 (25 국가 65 오피스) • Uniquely Agile Partnership – 고객의 니즈에 따라 전문 분야별 멤버 회사의 협업 대응 • 멤버 회사들 간의 지식공유를 위한 G-Hub 구축 운영

Cordence는 전세계 25개국 65개 오피스에서 5,100 여명의 컨설턴트가 글로벌 기업들을 대상으로 최상의 컨설팅 서비스를 지속적으로 제공하고 있음

65+ Offices in the world

in **25** countries

16 years serving our clients together

12 Communities

- Automotive & Industrial Goods
- CPG & Retail
- Energy & Chemicals
- Financial Services
- HealthCare
- Innovation
- Information Technology
- Life Sciences
- Public Services
- Real Estate & Property
- Travel & Transport
- Utilities

5,100+ consultants throughout the world

12 Member Firms

With total combined 2019 revenues exceeding

$730M

Key To Way는 지역에너지전환 연구, 에너지융복합단지 고도화 전략, 원자력 해체산업 발전전략 제시 등 다양한 에너지 관련 프로젝트 수행 경험을 보유함

주요 관련 사업 실적

사 업 명	발주기관	연도	업무수행 내용
정의로운 에너지전환을 위한 폐지 석탄발전소 활용방안 연구	산업통상자원부	2021	• 정의로운 에너지전환을 위해 폐지 또는 전환되는 석탄발전 폐부지 및 인력에 대한 활용방안 연구
한국형 지역에너지산업 전환 연구	산업통상자원부	2020	• 에너지전환에 따라 축소가 예상되는 산업(석탄발전, 원전)과 지역에 대해 정의로운전환에 기초한 지원사업 기획
기업형 에너지산업융복합단지 기반 활성화 방안 연구	한국에너지기술평가원	2020	• 광주·전남 기업형 에너지산업융복합단지 고도화 및 육성전략 수립을 위한 발전전략, 로드맵, 실행계획 수립
방사선보건원 인력 적정성 진단	한국수력원자력	2020	• 방사선보건원 업무진단을 통한 원내 구성원의 직무 및 수행 업무 적정성 진단
종합 보안방호 전략 수립	한국수력원자력	2020	• 한수원 보안을 둘러싼 환경분석 및 종합보안방호 비전 및 전략방향, 전략과제 수립
원자력미래포럼 비전제시	한국원자력산업협회	2019	• 에너지 전환 정책에 따른 원자력 관련 산업 현황 분석 및 발전전략 방향성 제시
원전해체산업 생태계기반 조성 및 글로벌 진출전략 연구	에너지경제연구원	2019	• 국내 원전해체산업 역량분석 및 원전해체산업 생태계 전략, 글로벌 원전해체시장 진출 전략 수립
경영자정보시스템 구축사업	한국수력원자력	2019	• WANO 등 주요 원전성능지표 및 안전지표와 국내외 원자력 정책 분석을 통한 EIS탑재 지표 도출
국내외 원전안전 기술 및 규제기준 비교	에너지경제연구원	2018	• 국내외 원전안전 관련 규제 및 기수기준 비교분석 • 적용 가능한 원전안전 기준 강화방안 연구
일자리 평가지표 로드맵 수립	한국수력원자력	2018	• 비정규직의 정규직 전환, 공공기관 좋은 일자리 창출, 처우개선 평가 지표 설계 및 수행 로드맵 수립
원전감독법 감독위원	산업통상자원부	2017	• 원자력 발전소 현장 점검을 통한 원전감독법의 제도운영 현황 검토, 원전 현황진단 및 개선방안 검토
경영혁신을 위한 조직진단	한국원자력연구원	2017	• 방사성 폐기물 관련 안전관리 체계 진단 • 해외 원자로 안전규제 및 준수에 대한 비교 분석
윤리경영 체계 정립	한국수력원자력	2016	• 한수원 윤기경영 추진전략 수립 및 체계 재정립 • 윤리경영 실천(특화) 프로그램 발굴 및 실행계획 개발

공공기관, 제조업, 에너지, 화학, EPC, 통신 등 다양한 산업의 대기업 및 중견 기업들과 공공기관들을 대상으로 지속적으로 프로젝트를 수행하고 있음

Table Of Contents

II. 에너지산업융복합단지 개요

융복합단지 정의	연구개발 기능을 담당하는 대학과 연구소, 생산기능을 담당하는 대기업 및 중소 기업, 각종 지원 기능을 담당하는 컨설팅 등의 기관이 집적되어 정보 및 기술, 지식의 공유를 통해 새로운 지식과 기술의 창출 등 시너지 효과를 일으킬 수 있는 산업의 집적지
융복합단지 효용	1. 기업의 생산성이 크게 향상되며 기업의 혁신역량도 증대 2. 기업의 총원가 절감에도 크게 기여하며 신규산업 육성에 유리 3. 지역사회의 일자리 창출을 통하여 지역경제 활성화 촉진

실리콘밸리형	대기업 주도형	대학·연구소 주도형	지역 밀착형
• 핵심역량 중심의 네트워크 • 대기업의 선도 수요창출 역할 담당 • 연구기관의 기업활동 적극적 지원 • 지원 서비스 기관의 충분한 인프라	• 대기업 및 협업업체간 네트워크 • 지식교류 네트워크 • 산학연 연계 • 지역 인프라	• 거점대학이 비전 제시자로서의 역할 • 벤처기업들의 지속적인 대규모 연구개발 투자	• 응집력 있는 지역 산업문화 • 지방 도시간의 유기적인 연계 • 경쟁력 있는 수출주도형 산업체제
• 미국 실리콘밸리 • 중국 중관춘	• 일본 도요타 클러스터 • 스웨덴 시스타 파크	• 미국 샌디에이고 바이오클러스터	• 이탈리아 모데나

에너지산업융복합단지는 에너지신산업의 육성을 목표로 6개 지역에 걸쳐 지정되었으며 지역에 특화된 중점산업을 기반으로 단지조성 및 활성화 추진중

에너지산업 융복합단지 지정 현황

구분	중점산업	추진내용	지정일
광주 전남	스마트그리드 에너지효율향상 풍력	· 에너지밸리 지역 인프라를 활용하고, 기업유치를 통해 조성 - 에너지공기업(한전, 한전KDN, 한전KPS) 활용 - 전력기업(LS산전, 보성파워텍, 대호전기) 활용	19' 11
전북	수상태양광, 해상풍력	· 부안 신재생에너지단지 및 국내 최대규모 재생에너지 발전단지를 앵커시설로 활용하여 특화 집적화단지 조성	19' 11
경남	가스복합 화력발전	· 한국형 가스복합발전 개발 및 사업화를 위한 산업생태계 조성 - 가스터빈 국산화 등 기술경쟁력 확보 - 가스복합발전 산업으로 산업생태계 전환 등	20' 08
경북	풍력	· 풍력 신산업을 통한 그린뉴딜 실현 - 육상풍력 클러스터 추진(리파워링 단지 등) - 풍력발전 시스템 유지관리(O&M) 기술력 확보 등	20' 08
부산 울산	원자력	· 원자력 및 원전해체 산업의 글로벌화 - 원자력산업 전주기(건설·운영·해체) 기술개발, 자립화, 고도화 - 국제공동 협력프로젝트 등을 통한 글로벌 해외시장 진출 등	20' 08
충북	태양광, 에너지효율, 지능형 전력망	· 신재생에너지기반 안전산업 생태계 조성 - 신재생에너지 안전분야 인증, 표준화 등 융합산업 고도화 - 에너지신산업 분야 지능형정보 중심 생태계 조성 등	20' 08

에너지 및 연관산업간 융복합을 통해 에너지신산업을 육성하고 지역경제 발전을 도모하기 위해 에너지산업융복합단지 특별법이 2018년 6월 시행됨

에너지산업융복합단지의 개념(법12조)	에너지산업과 에너지 연관산업의 집적 및 융복합을 촉진하기 위하여 조성된 지역으로서 융복합단지 조성계획에 따라 지정된 지역
단지 지정 요건(법9조)	에너지 및 연관산업의 ①기본계획과의 부합성, ②집적·융복합 효과, ③기반시설 확보 가능성, ④일자리 창출, ⑤전문인력 확보 및 지속발전 가능성 등을 고려

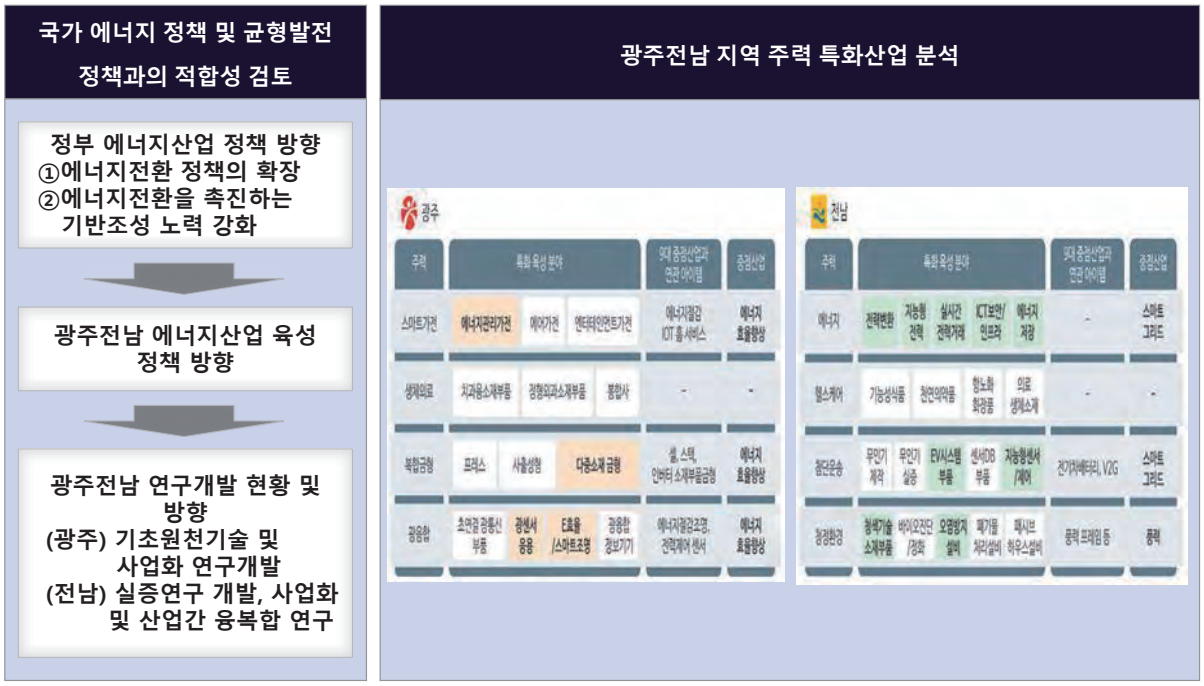
에너지산업융복합단지의 지정 및 육성에 관한 특별법

구분		주요내용	비고
기반시설 지원		· 에너지산업 등과 관련된 연구개발시설, 기업지원시설, 인력 교육 · 양성 시설 지원 등	12조
에너지중점		· 에너지산업의 성장잠재력, 경제적 파급효과 등 고려하여 중점산업 지정 후 경비 등 지원	13조
에너지특화기업		· 총 매출액 중 에너지산업의 매출액 비중이 50% 이상 등의 요건을 충족한 기업을 지정	14조
	세제지원	· 에너지특화기업에 대하여 지방세 등 감면 가능	15조
	우선구매 지원	· 산업부 장관, 시도지사는 에너지특화기업의 제품, 서비스에 대한 우선구매 요청 가능	시행령 15조
	연구·개발 지원	· 에너지 관련 기술, 서비스 연구개발을 위하여 지원 가능	16조
전문연구기관 지정		· 전문연구기관 지정 후 연구개발 및 관리에 소요되는 비용의 전부 또는 일부 지원 가능	17조
전문인력 양성		· 에너지산업 관련 전문적인 지식 등을 가진 인력양성 등을 위한 기관 지정 후 비용 지원	18조
국제교류 등의 지원		· 국제동향 파악, 국제협력 및 해외시장 진출 촉진을 위한 비용 지원 가능	19조

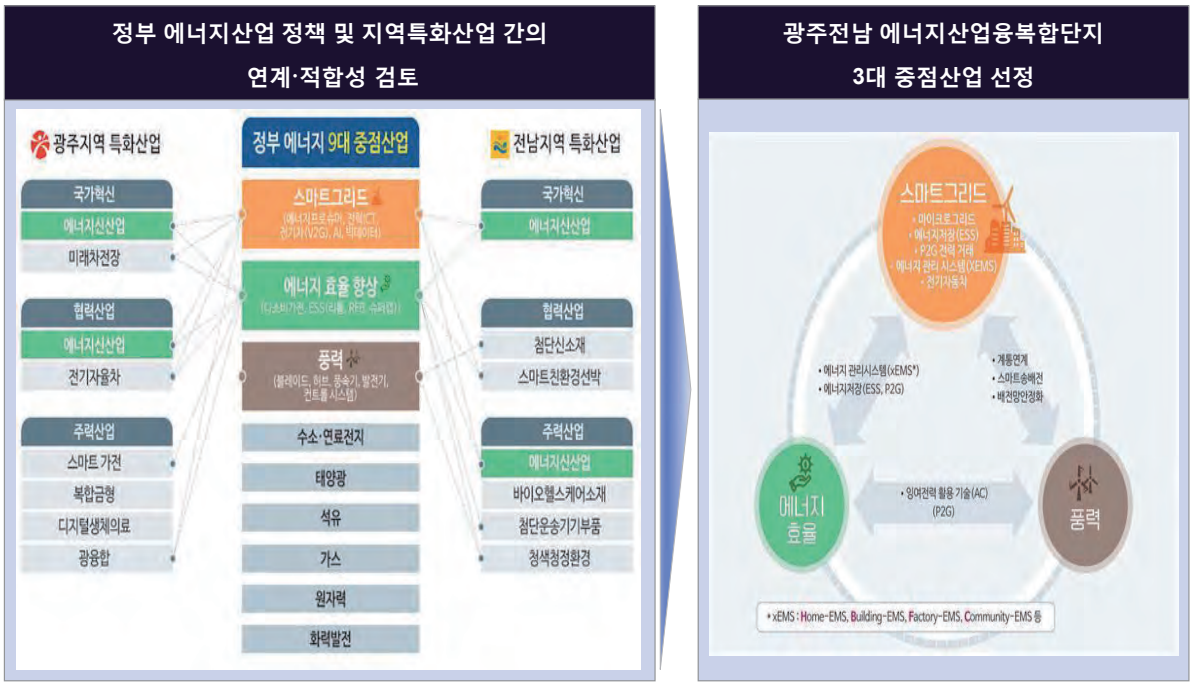
Table Of Contents

(에너지중점산업 도출단계) 총 5단계의 분석과정을 거쳐서 광주전남 에너지 산업융복합단지의 3대 중점산업 (스마트그리드, 에너지효율향상, 풍력)을 도출함

(에너지중점산업 도출단계) 국가와 지역 간의 정책 및 특화 에너지산업부문의 연계성 및 적합성 검토를 거침



(에너지중점산업 도출단계) 국가와 지역 간의 정책 및 전략산업부문의 연계성 및 적합성 분석을 통하여 3대 중점산업을 도출함

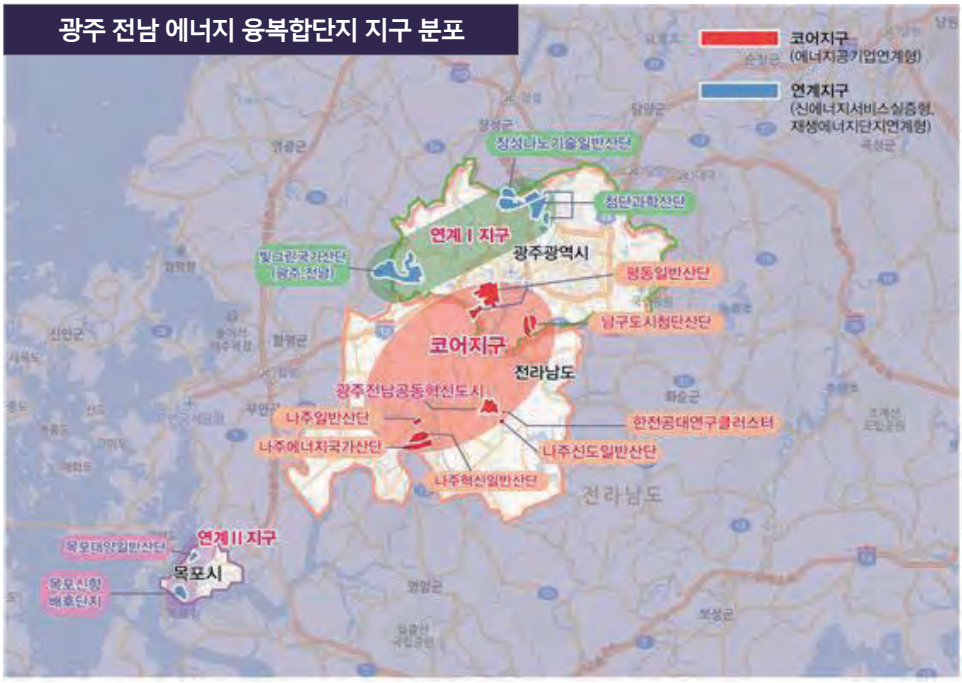


(단지지정) 중앙 지구지정 가이드라인과 지역 자체 기준을 교차 검토하고 지구 선정에 대한 합리성 확보를 위한 협의체를 활용하여 합리적인 후보지구를 선정함

1단계	정부의 지구 지정 가이드라인 1차 검토	지구 범위 설정
2단계	후보지구 일반 현황 및 특성 검토	후보지 1차 스크리닝
3단계	지역 자체 기준 설정 및 검토	후보지 압축
4단계	정성적 고려사항 검토 (지자체 핵심방향, 에너지밸리 연계, 사업 취지 등)	최적합 후보지 선정
5단계	융복합단지 조성 유형별 지구 세부 특성 분석 (기본계획 가이드라인에 따른 단지 유형 검토)	코어 및 연계지구 설정
6단계	대상지구 최종 선정 및 공간 구상 방향 설정	최종안 확정

(단지지정) 광주·전남 에너지산업융복합단지는 코어지구와 연계1-연계2지구에 걸쳐 지정 되었으며 각 지구의 강점을 극대화할 수 있는 육성방향을 설정함

광주 전남 에너지 융복합단지 지구 분포



육성방향
코어지구 : 한전-유치기업/학연 중심의 자립형 산업 생태계 구축
연계지구 : 지구 특성별 모델 개발 및 성과 확산

3개 지구별 유형 및 중점산업을 지정하였으며 단지내 산업 밸류체인의 부문별 육성방안수립 및 기업유치를 통하여 에너지융복합단지 발전을 촉진시킬 계획임

구분	유형	중점산업	산업단지명
코어 지구	에너지 공기업 형	스마트그리드 에너지 효율향상 풍력	광주전남공동혁신도시
			남구 도시첨산산업단지
			에너지밸리 일반산업단지
			평동일반산업단지 1차, 2차
			평동일반산업단지 3차
			나주 혁신일반산업단지
			나주 신도일반산업단지
			나주 일반산업단지
			나주 에너지국가산단
			한전공대 연구클러스터
연계 1지구	서비스 실증형	에너지 효율향상	첨단과학산업단지1단계
			첨단과학산업단지2단계
			첨단과학산업단지3단계(광주)
			첨단과학산업단지3단계(전남)
			빛그린국가산업단지(광주)
			빛그린국가산업단지(전남)
			장성 나노기술일반산단
연계 2지구	재생+ 실증형	풍력	목포 대양일반산업단지
			목포 신항 배후잔지

단지 내 중점산업 및 기업간 연계성

대 대기업 중 중견기업

		기업명	비고
ESS 6	완성품 (배터리 Package) 4	대 LS산전㈜	전력기자재
		대 현대일렉트릭㈜	전력기자재, HVDC
		중 일진전기㈜	전력기자재
		중 ㈜우진산전	–
	PCS 2	대 GS네오텍㈜	스마트빌딩, 전력·플랜트 IT
		중 ㈜우전기전	–
배터리 7	완성품 2	대 ㈜LG화학	점유율 : 8%(세계 4위)
		대 삼성SDI㈜	점유율 : 4%(세계 8위)
	소재 2	대 ㈜포스코켐텍	–
		대 GS칼텍스㈜	–
	R&D 단계 3	대 롯데케미칼㈜	Redox Flow Battery
		대 LS엠트론㈜	슈퍼커패시터전지
		중 세방전지㈜	–
재생에너지 11	전지,모듈 5	대 LG전자㈜	–
		대 한화큐셀㈜	한화큐셀코리아 합병('18.11)
		대 현대중공업 그린에너지㈜	–
		중 ㈜신성이엔지	–
		중 ㈜에스에너지	–
	소재 3	대 한화케미칼㈜	폴리실리콘 가공
		대 ㈜KCC	폴리실리콘 가공
		중 웅진에너지㈜	잉곳, 웨이퍼
	발전기 2	대 두산중공업㈜	–
		중 유니슨㈜	–
	타워 1	중 씨에스윈드㈜	–
직류송배전 2	완성품 1	대 효성중공업㈜	전력기자재, PCS
	부품 1	중 삼화콘덴서공업㈜	전압용 커패시터
전력IoT 4		중 한국알프스㈜	배전용 센서
		대 ㈜포스코ICT	PCS, EMS
		대 롯데정보통신㈜	전력데이터, 디지털변환
		중 ㈜파워로직스	BMS, EMS

※ 범례
굵은 파란글씨 : 과제 수행기업 8사 (이중 LS산전, 일진전기, 두산중공업, 효성중공업 4사는 협약기업)
굵은 검은글씨 : 기타 에너지밸리 협약기업 6사

Table Of Contents

광주전남 에너지산업융복합단지 활성화 방안의 3가지 범위는 융복합단지 고도화 육성전략 수립, 스미트 융복합단지 인프라 조성, 글로벌 활성화 전략 수립임

융복합단지 비전	미래 가치를 창출하는 글로벌 에너지신산업 허브
융복합단지 목표	신재생에너지원 활용, 스마트 융복합 에너지 신산업 거점 구축

연구과제 목표

융복합단지 고도화 육성전략	스마트 융복합단지 인프라 조성	글로벌 융복합단지 활성화 전략
① 정부정책, 시장동향, 기술동향 분석 ② 광주•전남 에너지 산업 생태계 분석 ③ 융복합단지 발전 비전 및 발전 전략 수립 ④ 산업별 중장기 추진 로드맵 및 세부 실행계획 수립	① 종합지원센터 운영체계 구축 및 활성화 전략 ② 중점산업간 네트워크 연계 및 최적운영 방안 제시 ③ 중소유망 기업발굴 및 지원을 위한 제도개선 방안 ④ 에너지밸리 연계 및 인력양성과 인력창출 전략 도출	① 에너지전문인력 양성을 위한 산학협력 복합 플랫폼 구축 ② 에너지플랫폼, 빅데이터 활용을 통한 신산업 활성화 방안 도출 ③ 수익공유 및 주민참여형 BM 발굴, 시범사업 등 활성화 방안 ④ 지역제안, 공기업협력, 수용성 제고를 위한 과제 발굴 ⑤ 국내,외 시장 진출을 위한 시장 개척 및 협력사업 모델 발굴

3대 중점산업 중심으로 스마트 융복합 에너지신산업 거점 구축을 위해 융복합 단지 고도화 육성, 인프라 조성, 글로벌 단지 구축을 위한 추진전략을 설정함

연구목표	전략방향	추진전략 설정
융복합단지 고도화 육성전략	국가 에너지산업 융복합단지 정책, 재생에너지 2030, 그린뉴딜 정책 등에 주도권을 확보할 수 있는 고도화 육성전략 수립	국내외 정책동향에 부합하고 기술발전 트렌드를 반영한 광주전남 에너지융복합단지 의 중점산업의 내부역량을 분석을 통한 전략 수립
스마트 융복합단지 인프라 조성	경제성, 기술성, 정책부합성과 기업형 융복합산업 단지로의 발전을 위한 중점산업, 중소유망 기업 발굴, 인력양성 등 인프라 조성 전략 도출	종합지원센터를 통한 자립화, 중점사업간 네트워크 연계, 기술혁신역량과 부합한 에너지신산업 관련 기업, 기술, 인력 인프라 조성 전략 수립
글로벌 융복합단지 활성화 전략	에너지산업 융복합단지 실행계획의 차질 없는 이행과 자생적 BM 창출 및 글로벌 핵심기술의 지속적 발전을 뒷받침할 핵심전략 도출	지자체 및 정,산, 학,연의 에너지신사업 정책 자원 확보 및 에너지공기업 연계형 사업 발굴을 통한 중소기업 혁신성장 기반 조성

광주전남 에너지융복합단지 활성화 방안수립은 현황분석-육성전략 도출-로드맵 구축의 3단계로 진행될 예정임

프로젝트 추진 Approach

8주	4주	12주
1단계	**2단계**	**3단계**
융복합단지 자원특성 및 산업역량 분석	융복합단지 글로벌 육성전략 도출	에너지산업융복합단지 로드맵 구축

A 국내외 에너지산업 분석
- 국내외 에너지산업 정책
- 국내외 에너지산업 트렌드

B 에너지산업 융복합단지 조성안 파악
- 광주·전남 에너지산업 육성 정책 조사
- 추진 현황 파악

→ **C 광주 · 전남 산업/정책/자원 분석**
- 지자체 관련 정책
- 산업, 주요기업 현황
- R&D, 역량 분석

→ **D 융복합단지 글로벌 육성전략 도출**
- 산업환경, 거버넌스 체계 확립
- 에너지중점 산업육성
- 중점산업간 네트워킹 방안
- 전통산업과의 연계방안

→ **E 융복합단지 기술 및 정책 로드맵 구축**
- 실증 고도화 방안 도출
- 전문기업 및 인력 육성
- 산학협력 복합 플랫폼 기능 인프라 조성 방향

1단계 역량분석 | 2 | 3

TASK	KEY ACTIVITY	APPROACH / METHOD	KEY OUTPUT
국내외 에너지산업 분석	• 국내외 에너지산업 관련 정책 조사 • 국내외 에너지산업 트렌드 조사	• PEST • 보고서 검토 • 문헌 조사	• 현황분석 보고서
에너지산업 융복합단지 내부역량 파악	• 광주·전남 에너지산업 육성 관련 정책 조사 • 에너지산업융복합단지 3대산업 중점산업 중심 산학연 역량 파악	• 관계자 인터뷰 • 내부 자료 분석 • 문헌조사	• 현황분석 보고서
광주 · 전남 산업/정책/자원 분석	• 광주·전남 에너지산업 관련 정책 검토 • 광주·전남 에너지산업 현황 조사 • 광주·전남 에너지산업 역량 분석	• 보고서 검토 • 내부 자료 분석 • 관계자 인터뷰 • 문헌조사	• 현황분석 보고서

1 | **2단계 육성전략 도출** | 3

TASK	KEY ACTIVITY	APPROACH / METHOD	KEY OUTPUT
육성전략 도출	• 타 지자체 기반조성 사업 조사 • 정부 정책, 지자체, 기관 산업 육성 전략 방향성 및 세부 추진사례 분석 • 해외 선도사례 조사 • 산업 전문가 인터뷰 • 광주 전남 지역 내 에너지산업 기업 인터뷰 • 3대 중점산업 기반 활성화 사업, 기업유치 전략 등 Long list 도출	• 1단계 분석 시사점 활용 • 이해관계자 인터뷰 • 타 기반조성 사업 벤치마킹 • 문헌 조사 • 내부 Ideation • 글로벌 네트워크 Cordence worldwide 활용	• 비전 및 미션 • 각 부문 추진전략 체계

1 | 2 | **3단계 로드맵 구축**

TASK	KEY ACTIVITY	APPROACH / METHOD	KEY OUTPUT
로드맵 구축	• 이해관계자, 전문가 등 평가 의견 수렴 • 활성화 사업 상세화 - 활성화 방안 추진 과제 Long List – Short List 도출 - 이해관계자, 전문가 등 평가 의견 반영 • 각 부문 추진전략 (단지 운영체계 수립, 기업유치 전략, 글로벌화 추진전략, 기술/정책 로드맵)	• 내부 Ideation • 이해관계자 인터뷰 • 전문가 인터뷰/자문회의 • 내외부 과제 검토회의 • 우선 순위 평가 Matrix • 로드맵 Template	• 활성화 사업 • 운영체계 전략 • 기업유치 전략 • 글로벌화 전략 • 추진 로드맵 (기술/정책)

단지활성화방안은 광주·전남 에너지융복합단지의 특성을 고려하며 신산업 메카 구축, 에너지융복합 산업 거점 지역화, 산학연생태계 완성을 도모를 목적으로 함

성과 활용 방안

스마트융복합에너지 신산업 메카 구축

- 기존 광주·전남에서 추진해 온 공동혁신도시, 광주 도시첨단 산업단지, 전남 에너지밸리 조성 사업의 연계를 통한 완결형 사업 구현

에너지융복합 산업 거점 지역화

- 기업 대상 기술개발 및 사업화 지원을 통해 광주·전남 지역 내 에너지 관련 기업 성장 지원과 함께 타 시도, 지자체의 선도 기업들의 유치

→ 에너지산업의 거점 지역으로 자리매김을 도모

산학연 생태계 완성

- '한전공대' 포함 지역 내 대학, 에너지 관련 기관과의 연계를 통한 산학연 협업체계 구축

→ 산학연 연계 기술 고도화 및 전문 인력 유치로 지역 내 산업 활성화

Key To Way • Proprietary and Confidential 24

KEY TO WAY
BUSINESS ADVISORS
Cordence Worldwide

KEY TO WAY
BUSINESS ADVISORS
Cordence Worldwide

[발제 3-3]

새만금 에너지산업융복합단지 조성전략

박 상 욱

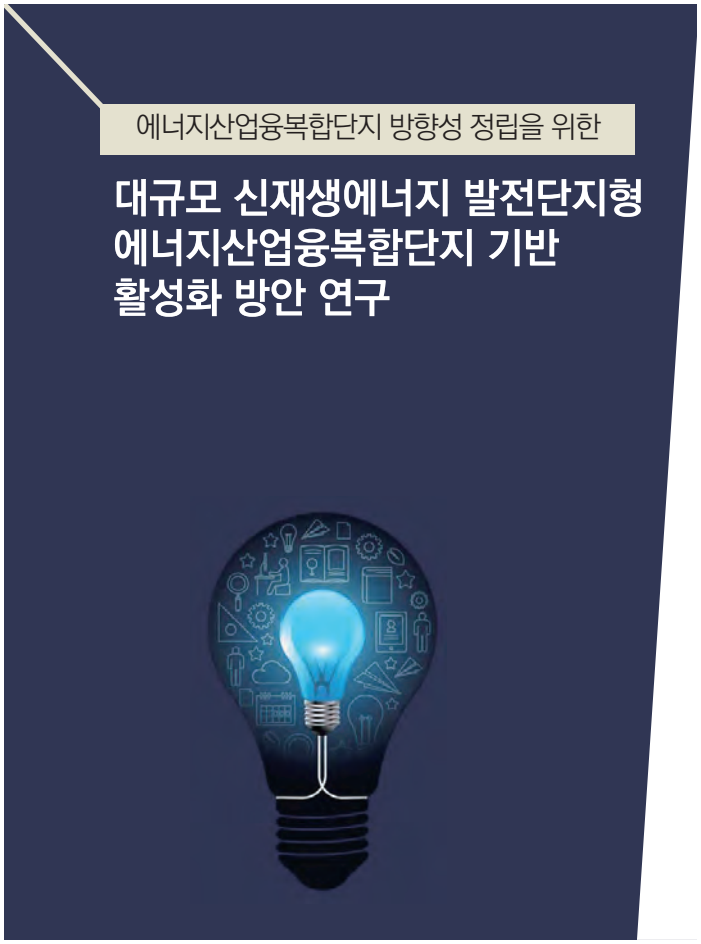
한국능률협회컨설팅 매니저

대규모 신재생에너지 발전단지 형 에너지산업융복합단지 기반 활성화 방안 연구

제주 에너지전환 세미나

2021. 4. 16.

(주)한국능률협회컨설팅



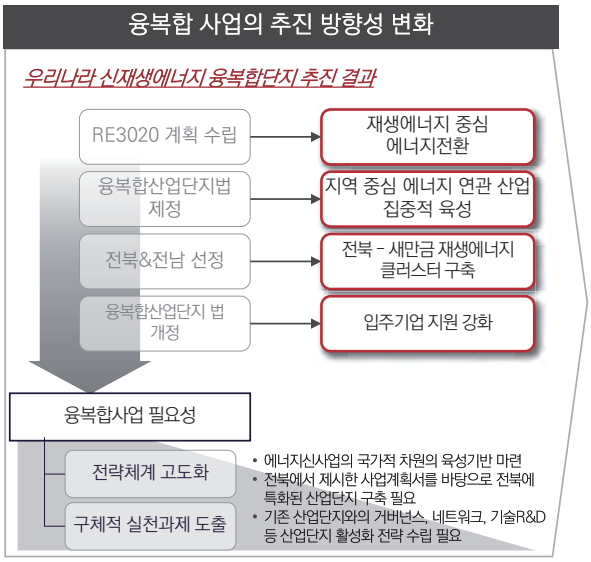
CONTENTS

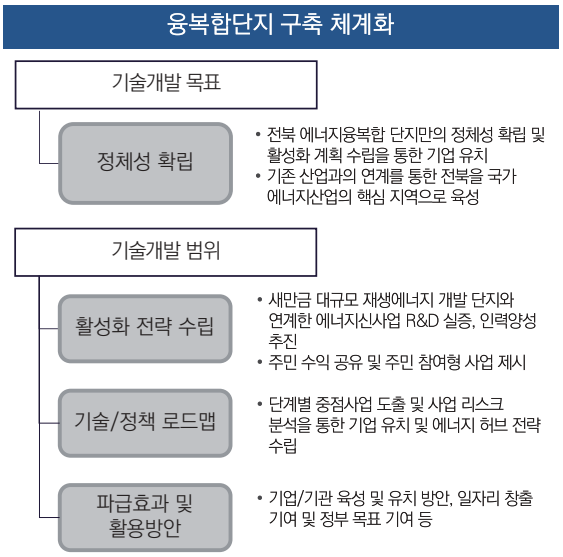
Ⅰ 과업 개요

1. 배경 및 목적
2. 주요 과업 범위

1. 배경 및 목적

본 사업은 전북 에너지융복합산업단지의 성공적인 구축을 위한 전략 및 로드맵 수립과 세부 실행계획 설계를 통해 융복합단지를 동북아 에너지 허브로 구축하는 것이 목적임





2. 주요 과업 범위

프로젝트 목표

"융복합단지 추진 전략의 고도화를 통한 성공적인 융복합단지 추진 기반 마련"

"체계적 비전체계 수립을 통한 전북 융복합단지 미래상 제시"

"융복합단지 활성화 전략을 통한 지역 및 산업계 파급효과 유발"

"사업 추진 구조 체계화를 통한 개발 리스크 관리"

수행 범위

내외부 환경분석
- PEST 분석 / 산업현황 분석
- 지역 산업 현황 분석 및 Focus Group Interview
- SWOT 분석

비전맵 도출
- 비전, 핵심가치 및 최종 목표 제시
- 전략 방향성 및 전략 과제 도출

입주 기업 사업 역량 향상 전략
- 기업 유입 방안
- 산업단지 브랜드 제시
- R&D 사업화 지원 사업
- 산학연 네트워크 강화 방안

입주 기업 기술 역량 향상 전략
- 발전단지 형 신재생에너지 실증단지 설치 및 운영 방안 제시
- 스마트그리드, 에너지신산업 등 에너지 신산업 분야 R&D 과제 도출
- 인력 양성 등 사업 실행 방안 제시

개발 리스크 관리
- 사회적 가치 향상 방안 제시를 통한 주민수용성 확대
- 융복합단지 운영 체계(안) 및 방안 제시

주요 산출물

① 환경분석 및 비전맵
- SWOT 분석 결과
- 융복합단지 비전맵

② 본원적 기능 전략
- 본원적 기능 과제 정의서
- 융복합단지 브랜드
- 추진 가능한 R&D 사업 리스트

③ 지원적 기능 전략
- 지원적 기능 과제 정의서
- 주민 수용성 확대 사업 실행(안)

5 대규모 신재생에너지 발전단지형 에너지산업융복합단지 기반 활성화 방안 연구

Ⅱ 거시환경분석

1. 정책 환경 변화
2. 시장 및 산업 환경 변화
3. 사회 환경 변화
4. 기술 환경 변화
5. 거시환경분석 종합

現 정부는 에너지 전환 정책의 성공적인 완수를 위해 신재생에너지 및 에너지신산업 분야를 지속적으로 진흥하고, 이를 고도화 및 확산을 추진 중임

신재생에너지 및 에너지신산업 육성 정책

제4차 산업혁명 기술 중심 신산업 육성 정책

국정과제 33 & 34

소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축
- 4차 산업혁명 인프라 구축
- 스마트홈 등 ICT융합 서비스 발굴 및 확산

고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성
- 전기차, 수소차의 획기적 보급 확대 및 플랫폼 구축
- 지능형 로봇, AR·VR, 나노·바이오 등 첨단산업 육성 추진

신산업 기술 로드맵

재생에너지와 스마트에너지 시스템 중심 신산업 확산
- RE3020을 이행하기 위한 태양광 및 해상풍력 기술개발 집중 지원
- VPP, 분산자원 중개거래 등 수용가 영역 스마트그리드 기술 집중 지원

신산업 기술 로드맵 중 주요 연관 산업

구분	주요 방향
이전 (~2017)	에너지 공급 측면에서 개별 산업 분야를 중점적으로 육성
이후 (2018~)	에너지 공급 및 수요를 동시에 고려 정책-시장-기술을 통합한 '패키지 지원 체계 수립'('18) '규제 샌드박스' 시행으로 신사업모델 실증 가능('19)

재생에너지	태양광	• 입지 다변화 대응 기술 • 발전단가 저감기술 • 차세대 태양광 상용화 기술 등
	풍력	• 대형 해상 풍력(8MW) • ICT 통합 풍력단지 운영 기술 • 부유식 시스템 엔지니어링 등
스마트그리드	스마트에너지	• 마이크로그리드 실증 • 차세대 직류 송배전 기술 • 소규모 분산자원 중개거래 등

에너지신산업 정책 히스토리

에너지신산업 활성화(2015.04) → '5대 신산업' 선도프로젝트(2017.12) → 신산업 발전 전략(2018.02) → 신산업 기술 로드맵(2018.07)

** 자료 : 국정기획자문위원회(2017) 문재인정부 국정운영 5개년 계획 ; 산업통상자원부(2017) 신산업 기술 로드맵*

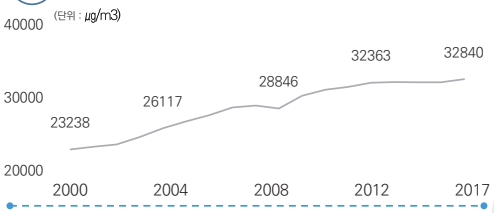
Implications

재생에너지와 에너지신산업이 융복합될 수 있는 실증Site 확보 및 이를 바탕으로 한 융복합단지 활성화 전략 수립이 필요함

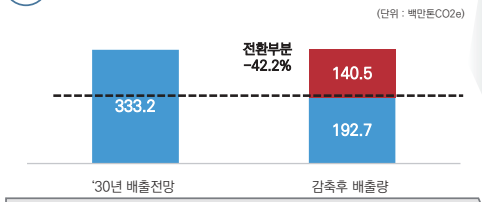
파리협정 이후 기후변화대응 주체가 기존 일부 국가 참여에서 모든 국가 참여로 전환되어 국내외 재생에너지를 비롯한 에너지신산업 분야에 대한 투자가 가속화 될 것으로 전망됨

기후변화대응 강화

글로벌 온실가스 배출 추이



부문 별 온실가스 감축 목표(국내)



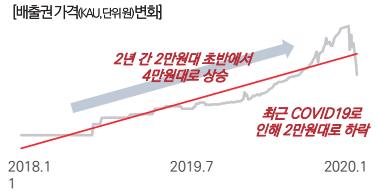
전환부문 온실가스 감축 의무 강화

에너지 전환 가속	글로벌	• 에너지 효율 향상 및 재생에너지 확대를 통한 기존 Conventional 발전 시장 축소
		• SDM 새로운 국외 감축 체계 下 재생에너지 및 신재생에너지 추진 논의
	국내	• 제7차 전력수급기본계획에 수립되어 있던 석탄발전 2기 건설 중단
		• 재생에너지 목표 지속 상향 설정 3020(8차 전력수급) → 4030(3차 에기본)

** 당진에코파워 : 석탄발전소에서 PV(약 10MW)+ESS(약 25MWh)로 전환*

대응 비용 증가

[배출권 가격(KAU, 단위 원)변화]



석탄발전 대체를 위한 재생에너지 시장 확대 전망

Implications

국내외 재생에너지 및 재생에너지 출력 제어를 위한 에너지신사업의 확대 전망

온실가스 상쇄를 위한 글로벌 신재생에너지 시장이 성장할 것으로 전망

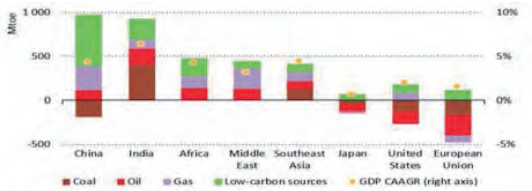
** 자료 : 가스신문(2019.3) SK가스 출자한 당진에코파워, 태양광 발전소 본격 건설 ; CNREC(2018) Energy Transition Trend 2018 ; IEA(2019) World Energy Outlook 2019 ; 관계부처합동(2018) 2030온실가스 감축 로드맵 수정(안) ; KRX(2019) 통계*

에너지 인프라 투자 규모는 꾸준히 성장할 것으로 전망되며, 중장기적 관점의 기술 개발, R&D 사업화 및 해외 진출 지원 등이 융복합단지에서 필수적으로 제공해야 할 서비스로 예상됨

글로벌 에너지 벨류체인 전반 시장 변화

- 주요 협력 대상 개도국의 경우, 에너지 벨류체인 상, Up stream – Down stream 전반에 걸쳐 유관 투자는 가속화 中
- 이에 따라 융복합산업단지 내 기업들의 글로벌 시장 진출을 위한 체계 수립 및 지원은 필수

source : preqin(2019) 2019 Preqin Global Natural Resources Report



- 글로벌 저금리+이머징 마켓 확대 下 신흥국 위주로 에너지 인프라 투자 확장 中
- 일부 선진국은 에너지효율개선 활동 증가로 인프라 투자 성장률은 상대적으로 둔화

- 산업 성숙도 + GDP 성장률에 따라 개도국은 전통 에너지원이 에너지 전반 수요를 견인하나 재생에너지도 동시에 개발 中
- `40년까지 글로벌 전반에서 신재생에너지 중심 에너지 수요 증가 예상되어 관련 기자재 시장 증가와 기업 해외 진출 확대 기대됨

Implications

COVID 19로 인하여 글로벌 전력수요 및 인프라 투자 규모가 단기적으로 축소될 수 있으나, 중장기적으로는 확대될 것으로 전망

중장기적으로 개도국 중심 에너지 수요가 증가하여 관련 국가 진출을 위한 기술개발, R&D 사업화 지원이 필요할 것으로 전망

** 자료 : IEA(2019) World Energy Outlook 2019*

국내외 에너지산업은 비즈니스 모델 진화 & 경쟁구도 & 시장수요 측면에서 지각변동이 일어나므로, ① 융복합 산업단지 내 유치 기업의 재정립 및 ② 산업의 다양성을 고려한 지원 체계 구축이 필요함

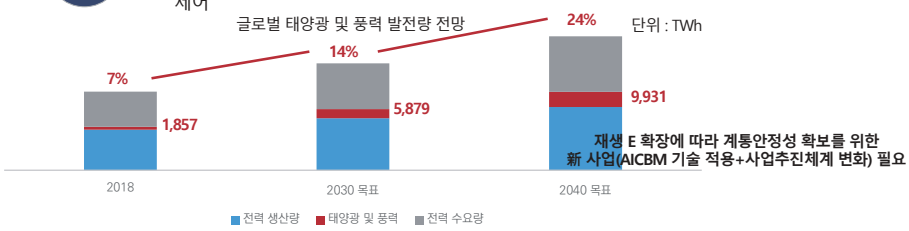
에너지 산업 생태계 변화 동향

- 글로벌 재생에너지 확장으로 새롭게 요구되는 기술에 의해 1) 융복합 사업 중요성 강조, 2) 시장 신규진입자 발생, 3) 플랫폼 비즈니스化 측면에서 산업 생태계 변화 中

사업 추진형태	하드웨어 중심
시장 구도	단방향 중앙공급
적용 기술	연결성에 기반한 중앙 관리 및 제어

→

- "H/W와 S/W 사업이 융복합되며 플랫폼 형태의 사업으로 전환"
- "디지털 부문 기술 적용한 전력생산자-소비자 양방향 공급 실현 中"
- "글로벌 IT기업 중심으로 AI기술 활용하여 매출증대-비용절감 가능한 신사업발굴"



재생E 확장에 따라 계통안정성 확보를 위한 新 사업(AICBM 기술 적용+사업추진체계 변화) 필요

Implications

기존 신재생에너지 및 에너지신산업 기업 외 IT 기업, 4차 산업혁명 기업 등 異種 산업 유치 필요

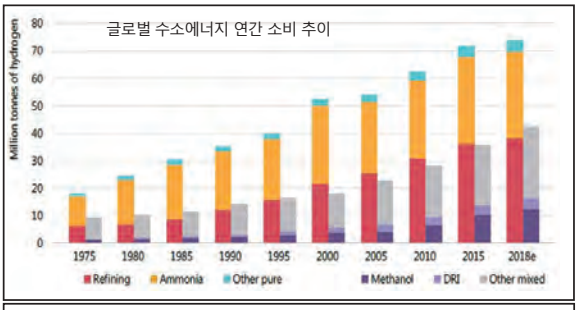
다양한 산업의 유치를 추진함에 따라 이를 고려한 실증사업 다양화 필요

산업 별 기술 성숙도 및 시장 성숙도가 다름에 따라, 모든 기술 성숙도에 대응할 수 있는 One Stop 지원체계가 필요함

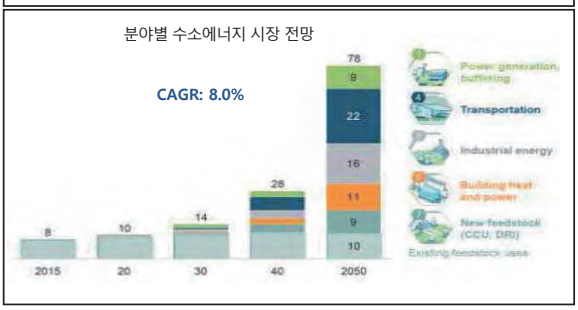
2. 시장 및 산업 환경 변화

새만금 내 대규모 발전단지가 위치가 예정됨에 따라 그린수소 생산을 위한 실증을 하기에 최적 장소로 전망되며, 이를 위한 P2G 등의 R&D 기획 및 실증 단지 구축 관련 사업 추진이 필요할 것으로 전망됨

에너지 산업 생태계 변화 동향



- 전 세계적으로 수소에너지에 대한 활용도가 높아짐에 따라 연간 화석연료 수소생산 증가에 따른 년간 소비량도 함께 증대함
- 국가별 장기에너지 전략에 재생에너지 및 수소 역할 확립이 미래에너지의 핵심요소로 고려함



- 현재 수소의 대부분은 산업용 원료로 사용되고 있으나 수송, 건물, 발전용으로 활용처가 점차 확대되어 '50년 수요는 546백만 톤 예상
- 중점적으로 수소 차·연료전지 분야의 기업 간 기술경쟁이 치열하고, 국가의 기술적·지리적 한계를 극복하기 위한 R&D에 집중 투자함

Implications

신재생에너지 발전비중 확대에 따라 전력 안정성 확보를 위한 그린수소 관련 사업이 확대될 것으로 예상됨

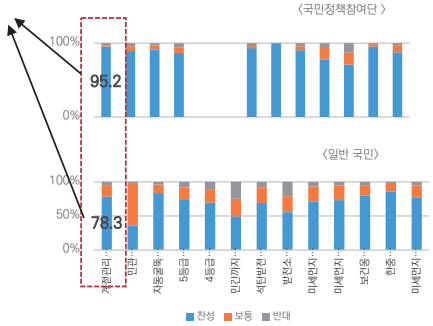
3. 사회 현황 변화

환경문제에 대한 시민의식 수준 향상에 따라 융복합단지 내 에너지와 환경산업의 융복합 기업 입주 및 관련 사업 추진의 검토가 필요함

환경 문제로 인한 선호 발전원 변화

석탄발전 제약 운영 정책에 대한 인식

'계절관리제도 도입' 관련 찬성 지지율 高



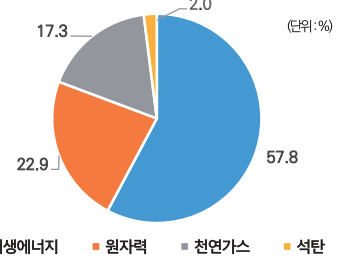
환경급전의 일환으로 석탄발전소의 제한적 제약운영 정책의 탄력성 확대 전망

석탄 발전소의 제약 운영 확대로 이용률 하락 전망

발전부문 선호도

구분	주요 방향
계절관리제	• 국민 78.3%가 미세먼지가 심각한 고농도 시기(12~3월)에 계절관리제를 시행하는 것에 찬성 ➢ (발전) 석탄발전소 가동중단 → 겨울철 9~14기, 봄철 22~27기 ➢ (수송) 5등급 노후차량 도심 운행 제한

전력생산 에너지원 선호도 조사



Implications

융복합단지 내 에너지+환경산업의 융복합 사업의 검토가 요구됨

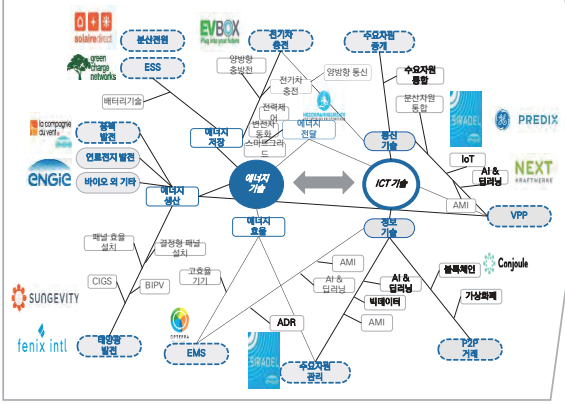
* 자료 : 국가기후환경회의(2019) 보도자료(2019.11.18), 국민 10명중 8명, 계절관리제 도입 찬성

에너지 주요 분야에서 선진국과의 기술격차가 여전히 존재하여, 전북 융복합 산업단지 내 글로벌 기업 유치를 위해서는 새만금 융복합산업단지만의 정체성 정립이 중요함

기술 간 융복합 상품 확대 中

에너지 분야 기기의 지능화, 초 연결 기술을 기반으로 하는 에너지 신산업이 미래 성장 산업으로 부각

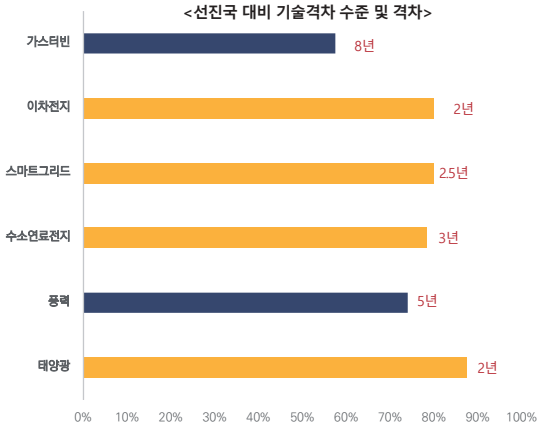
<기술 간 에너지 융복합 사업>



그러나, 선진국과의 기술 격차는 유지

에너지 주요분야의 신진국 대비 기술격차는 여전히 차이가 있으며, 이를 극복하기 위한 지원 사업이 필요함

<선진국 대비 기술격차 수준 및 격차>



에너지 R&D 일몰 후 지자체의 정부 신규 R&D 사업 기획 참여가 확대되었으며, 미래 사업 및 입주 기업의 수요 중심 신규 과제 발굴을 통해 융복합 산업단지 내 사업의 지속적인 기획이 이루어져야 함

에너지 R&D 기획 방향성 변화

에너지 R&D 일몰('17년)

구분	내용
일몰 정의	종료 시점이 명시되지 않은 R&D 분야 장기 계속 사업의 일몰
일몰제 목적	관행적 계속 사업의 효율화 및 환경 변화 적기 대응을 위해 '16년부터 정부 R&D 사업에 일몰·재기획 제도 적용
에너지 R&D 시점	일부 사업(신재생, 방폐물, 스마트그리드 등)을 제외하고 '19년 일몰* *'19년부터 신규 사업 예산이 없음
세부 내용	일몰 확정시점부터는 당해 사업의 계속 과제만 예산 반영 가능 신규 과제는 예비타당성 조사(국비 300억 이상 또는 사업비 500억 이상) 또는 신규과제 기획(예타 기획 과제 이외 과제)을 통해 진행

일몰제 시행 후 R&D 기획 특징

- 단위 사업 별 R&D 기획에서 사업화를 고려한 사업 분야 별 기획
  → 에기평의 기획 역량의 중요성이 강조됨에 따라 기획과 관리·평가의 담당자 분리
  → 산업부 주도의 R&D 사업 분야 기획

에너지 R&D 기획 주요 트랜드

일몰 직후 — 일몰 후~예타과제 사이 중소형 비예타 과제 중심

- 에너지 R&D 과제 일몰 확정 직후('17년 12월) '18년 3월에 신규과제 기획 실시
  → 중소형 중심 비예타 과제 기획 실시
  ※ 예타 준비기간 등 약 2~3년 기간 소요
  ※ 짧은 기간 내 예타 과제 기획 어려움
- 일부과제 예타 기획 실시
  → 산업부에서 Top-Down 중심으로 과제 기획
  ※ R&D 신규 과제는 정부의 의중에 따라 추진 여부가 결정되는 경우가 많음

최근 — 기존 내역 사업정도의 예타 기획 확산

- 원자력 안전, 원자력 해체, 에너지 효율 등 기존 내역 사업 크기로 예타 기획 실시
  → 에너지기술평가원은 '18년 4개, '19년 4개의 예비타당성 조사를 위한 기획보고서를 작성

Implications

입주 기업 대상 기술개발 수요조사 및 R&D 기획 및 사업 운용 필요

5. 거시환경분석 종합

전북은 1기 에너지산업융복합단지로 선정됨으로써 대규모의 에너지산업 발전의 동력을 확보하였으나, 신재생에너지 산업은 고비용이 소요되고 관련 기술도 미성숙함

PEST 분석 종합

Political

- 태양광 및 풍력을 핵심 신재생에너지원으로하여 보급 확대
- 새만금 재생에너지 클러스터 조성, 시험인증센터 육성
- 서남해 해상풍력 등 대규모 사업 추진
- 대규모 해상풍력 발전단지 건설 연계 클러스터 구축
- 그레이 수소활용에서 블루 및 그린 수소 활용으로 확대
- 국내도 수소차 및 연료전지 양대축을 활용하여 산업 육성 추진
- 재생에너지 대폭 확대가 예상되나 계통연계 적체 이슈가 상존
- 관련 규정 미비로 새로운 송배전 계획/전략 수립 필요

Economic

- 폴리실리콘부터 시스템까지 전체 가치사슬 확보 상황
- 규모의 경제 미확보 등으로 가격 경쟁력이 다소 취약
- 불충분한 내수시장 규모로 인해 가치사슬 전반이 취약한 실정
- 소수의 풍력터빈 기업과 중소규모의 부품기업의 산업군 형성
- 수송/발전분야에서 수소 수요 증가 전망
- LNG 가격의 상승으로 개질을 통한 수소 연료 경제성 약화
- 해외 트렉 레코드는 타국 대비 부족한 상황
- 에너지산업 선진화 위해 기술개발 및 투자 재원 마련도 필요

Social

- 주민반대와 갈등에 부딪혀 사업지연 초래 경험
- 홍보 소홀, 공청회 등의 소극적 수행으로 갈등 심화
- 지주파 소음, 이외 주민참여 배제, 이익공유 방안 부재 등
- 청정에너지 확대는 찬성하나 비용부담은 반대하는 이율배반적 태도
- 환경보전의 책임주체로서 공공주도적 사업을 기대

Technological

- (태양광) 부력시스템 개발을 통한 가격 혁신 필요
- (풍력) 해외 대비 핵심 설계기술, 원가경쟁력, 신뢰성 측면에서 열등한 상황
- (수소) 수소 생산은 개질 중심에서 수전해 중심으로 기술 개발 투자가 확대
- (신송·배전) 첨단화를 통해 송전의 환경적·국민안전 영향을 최소화 하는 방향으로 진행 중

기회/위기 도출

Opportunities

- 전북 지역, 에너지산업융복합단지로 선정
- 2050 탄소중립 선언, 한국판 그린뉴딜 등 재생에너지에 대한 정부 투자 지속적 확대 기대
- 해상풍력 전용 지원항만 부재로 클러스터 구축 시 시장지배력 확보 가능
- 수소 수요 증가(수송, 발전)로 규모의 경제 달성 전망
- LNG 가격 상승으로 그린수소의 상대적 가격 경쟁력 확보 예상

Threats

- 현재까지 규모의 경제 미확보로 단기적으로 막대한 투자 비용 소요
- 대규모 에너지 시설에 대한 주민 반대 상존
- 풍력 분야의 불충분한 가치사슬로 산업 전반이 취약
- 수소 저장소의 폭발 사고 발생으로 위험한 에너지라는 인식 확산
- 계통연계 적체
- 신송·배전 관련 트랙레코드 미비

15 대규모 신재생에너지 발전단지형 에너지산업융복합단지 기반 활성화 방안 연구

Ⅲ 전북현황분석

1. 기존 계획 분석
2. 전북 정책·사업 환경 분석
3. 전북 산업 환경 분석
4. 전북 현황 분석 종합

현재 새만금 및 부안 신재생에너지 산단에서는 아래와 같이 대형 재생에너지 자원을 기반으로 산학연의 실증 추진 中이며 2019년 11월 새만금 에너지 산업 융복합단지로 지정됨

새만금 및 부안 재생에너지 산단 개요

〈기본 개요〉

구분	유형	단지 내 역할	지정면적	비고
산업융합거점지구	군산2국가 산업단지	해상풍력 산업융합	15.8km^2	조성 완료
	새만금 산업 단지(1.2 공구)	수상태양광 산업융합	4.4km^2	조성완료
	새만금 산업 단지 (5.6 공구)	RE100촉진 산업융합	3.3km^2	~2021년 조성 완료 예정
시험평가 기술축적 거점지구	부안 신재생 에너지산업단지	시험평가, 실증융합	0.4km^2	조성 완료
면적합계			23.9km^2	



〈단지 내 재생에너지 자원 및 실증사업 추진 현황〉

사업명	위치	규모	사업비
서남해 해상풍력 발전단지	부안	2,460MW	12.45조원
군산 말도 해상 풍력 발전단지	군산	1,000MW	4조원
새만금 태양광 발전단지	새만금	2,800MW	6.66조원
새만금 해상풍력 발전단지	새만금	99.2MW	
새만금 연료전지 발전단지	새만금	100MW	
합계		6,459MW	21조원

사업명	수행기관	조성기간
2MW규모 수상태양광 실증	한국산업기술시험원	'19~'21
해양 태양광 발전시스템 개발 및 실증	전북대학교	'20~'21
20MW규모 5.5MW 대형 해상터빈 실증	군산대학교	'18~'22
국가종합 재생에너지 실증단지	에너지기술평가원	'21~'24
수소융복합실증단지	전북TP	공모 중

** 출처 : 전라북도, 2019, 새만금 에너지산업융복합단지 조성계획*

새만금 에너지산업융복합단지 조성계획에서 제시된 발전 방향에 맞게 구체적인 우량기업/기관 유치 및 육성방안, 전북도 특색에 맞는 융복합 사업화 및 실증 계획으로 청사진을 구체화 해야 하는 단계에 있음

새만금 에너지산업 융복합단지 발전전략 분석

비전	재생에너지 융합산업 글로벌 중심지 →새만금 재생에너지 클러스터 비전 실현 중심단지		
목표	단지 내 기관 유치 -전문기업 : 100개 -인력양성기관 : 2개 -전문연구기관 : 2개	단지 내 산업화 지원 -R&D 지원 : 50건 -실증지원 : 30건 -사업화지원 : 15건	글로벌 생태계 조성 -글로벌 협력 : 10건 -단지협력조직 : 10개 -입주 만족도 : 85점
발전방향	산학연 유치 (재생에너지 친화 산학연 집적화)	중점산업 육성 (융합혁신 촉진 전주기 지원화)	단지 지원 및 운영 (글로벌 선도 단지운영 시스템화)
발전방향별 핵심 이슈	• **앵커기업을 비롯하여 우량기업 및 연구소 유치가 관건** -지역 조선기자재 재생에너지 업종전환 사업 추진 -중점산업 공급망 구축으로 앵커기업 및 동반기업 유치 -대규모 실증연구단지 조성으로 연계 기관 및 기업 집적화 타겟 -새만금 산단에 특화된 투자유치 인센티브 제공	• **대규모 재생에너지 자원을 활용한 새만금 특화 실증연구 활성화가 관건** - 재생에너지 부하제어를 위해 P2G 실증 인프라 조성하여 국내 최초 그린수소 실증 단지로서 특화 필요 • **산학 간 인력양성 외에도 전북도 현대중공업, 한국 GM의 유휴인력을 활용할 수 있는 업종전환 교육으로 잠재적 일자리를 현실화**	• **생태계 활성화를 위한 세제 및 금융지원, 규제특례로 우량기업을 최대한 유치** • **특히 단순 지원 뿐 아니라 기업들의 중장기적 성장 가능한 인프라 구축 필요** - 기업 입주 이후, 물 인프라(배후항만 등) 조성 등을 통해 실제 기업들의 영업활동이 용이해지는 방향

Implications

새만금 에너지 융복 산단은 풍부한 재생에너지 자원을 기반으로 우량기업 및 기관을 유치하여 다양한 실증을 통해 융복합 사업 활성화를 목표로 하고 있음

또한 발전방향에 부합하여 우량기업-기관 유치방안, 전북도 내 자원의 특수성을 활용한 산단 & 기업 발전 방안이 구체적으로 제시될 필요 있음

** 출처 : 전라북도, 2019, 새만금 에너지산업융복합단지 조성계획*

1. 기존 계획 분석

현재 전북에서 제출한 사업계획서를 분석한 결과 사업적인 부분은 잘 되어 있으며, 본 프로젝트를 통해 전북만의 특화 전략 제시, 세부 추진 사업의 연계성 확보 및 운영 계획 관련 고도화가 필요한 것으로 분석됨

전북 융복합산업단지 사업 계획서 분석 결과

전북의 지역 정책 방향성

원전 및 석탄의 단계적 감축과 재생에너지 확대를 통한 에너지 전환

- 중소강소기업 육성
- 재생에너지를 지역 전략 산업으로 선정
- 에너지 전문 기업체수 증가

- 재생에너지 중심 산업 육성 투자
- 재생에너지 외 스마트그리드, 수소 등 육성

+

- 에너지산산업을 6대 혁신성장 산업 선정
- 재생에너지+타산업 융복합 고려

사업 부지 여건

군산2국가/새만금 산업단지	부안신재생에너지단지
• 태양광 및 풍력을 중심으로 재생에너지 산업이 집적화 되어 있음 • 조선업체들의 재생에너지로의 사업 전환 고려 필요	• 친환경 발전을 통한 미세먼지 감축 및 온실가스 감축 목표 달성

융복합산업단지 추진 계획(안)

재생e 발전 단지 중심 융복합	• (단기) 수상 태양광 및 해상 풍력 중심 단지 내 다양한 산업 추진 • (중장기) 그린수소 생산 등을 고려한 실증단지 구축	➢ Net Zero, CEMS 등 산업 단지 구축 관련 명확한 계획 미흡 ➢ 스마트그리드 등 4차산업혁명 기술 도입에 따른 다양한 실증단지 구축 관련 계획 미흡

2. 전북 정책·사업 환경 분석

전북에서 추진 중인 정책 및 사업 분석 결과, 핵심 에너지 관련 기업, R&D 기관, 인력양성 기관 유치설립으로 산업 전 분야 가치사슬 구축을 통해 태양광 및 풍력 중심의 재생에너지 발전 단지 조성이 필요한 것으로 판단

전북 정책·사업 환경 분석	시사점/이슈
• 정부 정책 방향에 따라 태양광 및 풍력 중심의 신재생에너지 보급 확대 - 목표수요 대비 발전량 목표('25년): NRE 53.4%, NE 3.9%, RE 49.4%, DG 50.0% • 새만금 재생에너지 발전단지(수상태양광, 해상풍력), RE100, 재생에너지 연계 그린수소 생산 등 사업 추진 • 사업 추진을 위한 다양한 인프라 구축 - '해상풍력 전문 연구센터' 등 재생에너지 R&D 기관 설립 - 재생에너지 국가종합실증연구단지 구축 - 수상태양광 제조산업 특화 단지, 해상풍력 중량부품 제조 산단 등 특화 산단 조성 - 신재생에너지산업 전문인력양성센터 구축 • 에너지 전환 기금 설치, 에너지재단(공사, 센터) 설립 • 조선기자재 등 기존 주력 산업의 쇠퇴 대응 NRE 업종으로 전환	• 태양광 및 풍력 중심의 재생에너지 발전 단지 조성 필요 • 클러스터 조성 시 RE100 적용으로 Carbon Net Zero 실현 • 핵심 에너지 관련 기업, R&D 기관, 인력양성 기관 유치설립으로 산업 전 분야 가치사슬 구축 • 전담 기관 설립으로 정책·사업 추진의 전문성, 효과성 등 확보

3. 전북 산업 환경 분석

핵심 에너지인 태양광 및 풍력 분야의 기업, R&D 기관, 인력양성 기관 보유는 클러스터 조성에 기여할 수 있는바, 이를 위해 정부 지원 기관의 유치로 R&D 기능을 향상하고, 기업 대상의 기존 인센티브(유치, 설립 등) 외 추가적인 지원책 개발 및 제공이 필요함

전북 산업 환경 분석

- 태양광 및 풍력 사업체 수는 증가 추세

구분	핵심업종		연관업종	
	'08년	'17년	'08년	'17년
태양광	160개	252개	108개	295개
풍력	119개	311개	209개	536개

- 새만금국가산업단지, 전주 도시첨단산업단지, 완주 과학산업단지, 정읍 첨단과학산업단지 등 다수 에너지 유관 산단 분포
- OCI, 솔라파크코리아, 네모ENG 등 태양광 기업, 휴먼컴퍼지트, TSWIND, 금강이엔지 등 풍력 기업 입지
- 현대차(전주 · 완주공장에서 수소버스 양산 예정), 한국가스공사, 한국도로공사, 현대차, 효성 등 SPC 출범하여 수소 인프라 구축 및 운영
  - 전북도 '30년까지 수소충전소(24개소) 및 수소차 (14,000대), 수소버스(400대) 보급 계획 中
- 연구소기업(솔라시도코리아 등), 전문 연구기관(KTL 신재생에너지기술센터 등)과 다수의 산학협력단, 창업보유센터 등 보유
- 전북대, 우석대 등에 에너지 전공 프로그램 운영 중
- 지방투자촉진보조금, 전라북도 투자보조금 등 중앙·지장정부의 기업 유치 인센티브 제공
- R&D 기술사업화, 혁신성장 R&D+ 등 다양한 R&D 지원 제공
- 태양광과 풍력 모두 가치사슬 측면과 기업의 숫자 측면에서 매우 부족

시사점/이슈

- 태양광 및 풍력 중심의 재생에너지 발전 단지 조성하여 수소산업 등 융복합 사업화 실현 가능
- 클러스터 조성 시 RE100 적용으로 Carbon Net Zero 실현
- 핵심 에너지 관련 기업, R&D 기관, 인력양성 기관 유치설립으로 산업 전 분야 가치사슬 구축
- 전담 기관 설립으로 정책·사업 추진의 전문성, 효과성 등 확보

4. 전북 현황 분석 종합

새만금 에너지 융복합 산업단지가 차별화된 선도사례가 되기 위해 다수 우량기업/기관의 유치 & 육성과 더불어 융복합 사업 활성화를 목표로 이에 정합한 구체적 추진사업 및 실행계획이 요구되는 상황

전북 현황 분석 종합

정책·사업

- 정부 정책 방향에 따라 태양광 및 풍력 중심의 신재생에너지 보급 확대 및 전북 수소산업 육성계획 이행방안 수립
- 새만금 재생에너지 발전단지(수상태양광, 해상풍력), RE100, 재생에너지 연계 그린수소 생산 등 사업 추진
- 사업 추진을 위한 다양한 인프라 구축
  - '해상풍력 전문 연구센터' 등 재생에너지 R&D 기관 설립, 재생에너지 국가종합실증연구단지 구축 등
- 에너지 전환 기금 설치, 에너지재단(공사, 센터) 설립
- 조선기자재 등 기존 주력 산업의 쇠퇴 대응 NRE 업종으로 전환

산업

- 태양광 및 풍력 사업체 수는 증가 추세
- 새만금국가산업단지, 전주 도시첨단산업단지, 완주 과학산업단지, 정읍 첨단과학산업단지 등 다수의 에너지 유관 산단 분포
- OCI, 솔라파크코리아, 네모ENG 등 태양광 기업, 휴먼컴퍼지트, TSWIND, 금강이엔지 등 풍력 기업 입지
- 현대차(전주 · 완주공장에서 수소버스 양산 예정), 한국가스공사, 한국도로공사, 현대차, 효성 등 SPC 출범하여 수소 인프라 구축 및 운영
- 연구소기업(솔라시도코리아 등), 전문 연구기관(KTL 신재생에너지기술센터 등)과 다수의 산학협력단, 창업보유센터 등 보유
- 전북대, 우석대 등에 에너지 전공 프로그램 운영 중
- 지방투자촉진보조금, 전라북도 투자보조금 등 중앙·지장정부의 기업 유치 인센티브 제공
- R&D 기술사업화, 혁신성장 R&D+ 등 다양한 R&D 지원 제공
- 태양광과 풍력 모두 가치사슬 측면과 기업의 숫자 측면에서 매우 부족

강점/약점 도출

Strength

- 새만금 재생에너지 클러스터 등 재생에너지 확대를 위한 다양한 정책·사업 추진 중
- 에너지 산업 융복합단지 선정을 계기로 서남해 해상풍력 발전사업의 추진 탄력 기대
- OCI 등 태양광 분야 유수의 기업과 에너지 관련 산업단지 보유
- 대규모 재생에너지 자원으로 그린수소, 에너지산산업 등 융복사업 활성화를 위한 내부역량 보유
- 에너지 관련 연구소기업, 전문연구기관 보유
- 道 내 교육기관에서 에너지 전공 학과 개설 및 운영 중
- 새만금이라는 국가 단위의 사업 추진으로 대규모 국비 확보 기대

Weakness

- 아직까지 는 중점 에너지원의 가치사슬 상 미비한 여건 존재 (해상풍력 배후 항만 및 엔지니어링 센터 부재 등)
- 도내 기업 中 수상태양광, 해상풍력 外 수소 및 에너지산산업 분야의 기업체는 상대적으로 숫자, 규모 측면에서 미비
- 부안, 새만금 재생에너지 발전단지 만으로는 타 재생에너지 클러스터(충북, 전남)와의 차별화가 어려움

** 출처 : 000*

Ⅳ 국내·외 벤치마킹

1. 국내 벤치마킹
2. 해외 벤치마킹

1. 국내 벤치마킹 - 오송 첨단의료복합단지

오송 첨단의료복합단지는 '05년 국내 의료산업의 전략적 시장선점을 위해 의약품 후보물질 도출, 의료기기 개발, 全 단계 임상시험 인프라 구축 계획에 따라 현재 SK바이오랜드 外 16개사와 국책기관이 입주하여 신약개발 및 감염병(Covid-19 포함) 관리 실행 中

오송 첨단의료복합단지 조성 배경 및 경과

- 조성 배경
  (국내 의료산업의 글로벌 경쟁력 상실 우려)
  - 의료산업 첨단화 지연 시, 선진국 진출 확대 + 개도국 추격 우려
  - 경쟁력 약화로 의료무역수지 적자 지속 확대 (01~09년 간 150%↑)

  (전략적 집중 투자 시, 비교우위 시장 선점 가능)
  - 선진국은 정부, 대기업 주도하 집중투자 시작하는 단계

  (국내 의료산업의 잠재적 성장 가능성은 뛰어나나 개발 인프라 미흡)
  - '90년대 말부터 국내 IT 및 BT(Bio Tech) 분야 기초연구 성과가 뚜렷
  - 그러나 의약품 후보물질 도출, 의료기기 개발, 임상시험 인프라 미흡
- 주요 추진경과
  05.10 제1차 의료산업선진화위원회에서 첨단의료복합단지 추진 결정
  08.03 첨단의료복합단지 지정 및 지원에 관한 특별법 제정
  09.08 충북 오송지구 외 1곳을 첨단의료복합단지로 선정
  10.01 단지별 조성계획 결정
  11.03 첨단의료복합단지 3개년 종합계획 수립
  11.10 대구경북 · 오송첨단의료복합단지 핵심 인프라 착공
  13.11 대구경북 · 오송첨단의료복합단지 핵심 인프라 준공
  13.12 '14~'16년 첨단 의료복합단지 3개년 종합계획 수립

오송 첨단의료복합단지 현황

위치	충북 청주시 흥덕구 오송읍 일원
부지면적	1,131,054㎡(약 342,143평)
주요시설	핵심 인프라 구역, 연구지원시설구역, 연구개발기관 입주 구역, 편의시설 구역 등
사업기간	2009년~2038년 (30년간)
입주시기	2011년 상반기 (핵심 인프라 2013년 완공)
입주대상	• 보건의료 관련 정부출연기관 • 국내외 보건의료 관련 기업 연구시설 • 국내외 보건의료 관련 대학 연구시설 • 국내외 병원 연구시설 및 임상시험센터 • 국내외 보건의료 관련 유망 벤처기어 연구시설 등

국내 기업 입주

SK바이오랜드, 한국콜마, 메디톡스, 外 14개사 입주

** 자료 : 보건복지부 보건산업진흥정책 中 첨단의료복합단지 개요 등*

1. 국내 벤치마킹 - 오송 첨단의료복합단지

오송 첨복단지의 사례로 산업융복합단지의 성패를 결정하는 요인은 1) 산단 관리주체의 전략기능 강화로 일관성 있는 기획 및 운영, 2) 산업 특성 감안한 성과목표 설정 이후 입주기업 대상 전 주기 지원, 3) R&D 자금 조달 및 사업화 컨설팅 지원으로 보임

오송 첨단의료복합단지 추진 전략

전략1 전략기획본부 기능 강화 및 관리 효율화

- 전략기획본부의 1) 취약한 총괄 기획, 2) 타 기관과의 기능 중복, 3) 인적자원 구성으로 업무 연속성 저하 개선을 위해 1) 조정(Coordinating) 기능 강화, 2) 본부 중심 공통업무 단일화, 3) 입주업체 관리 & 사업화 지원 기능 활성화, 4) 조직 구성원 평가기능 강화 전략과제 실행

전략2 입주기업의 사업화 기능 강화

- 유망기술 발굴/평가 - 사업화 단계까지 전 주기 관점에서 종합 컨설팅 지원 추진
  ① 테마발굴(환경 및 기술 분석 지원) ② 과제 구체화 단계(과제전략 수립 & 연구과제도출) ③ 과제실행단계(기술검증, 기술개발, 기술이전 지원), ④ 사업화(내외부 전문가의 사업화 아이템 선별 지원), ⑤ 글로벌 기술협력(국가간 기술협력 및 정보교류 활성화 지원)

전략3 해외 연구개발기관 투자 및 단지 특성 상 정합한기업 유치

- 기초 연구성과(신약후보물질 구조개발, 마커 발굴 등) 단계에서 해외 연구개발기관과의 MOU 등 네트워킹 및 홍보 지원
- 입주 희망기업을 1) 클러스터 유형별, 2) 애로요인 유형별로 분류하여 정확한 수요분석 ▶ 기업유치효과 극대화 가능한 평가기준 마련 및 입주기업 지원책 마련

전략4 원활한 R&D 자금 유치

- 펀딩을 통해 1) 입주기업의 사업화 가능성 평가, 2) 이후 비즈니스 모델 등 전반에 걸쳐 조언 수행을 목표로 하며 지역에 상주가능한 단지 전문 R&D 자본 유치

** 자료 : 보건복지부, 2012.10, 첨단의료복합단지 발전방향 연구(한국보건산업진흥원)*

시사점/이슈

- 오송 첨단의료복합산업단지의 핵심성공요인(KSF, Key Success Factor)는 아래와 같음

  (1) 민간(입주기업) - 공공(보건부, 지자체) 간, 성과목표 관리 및 산단 총체적 전략/기획 가능한 조직 강화

  (2) 입주기업의 사업화 전 주기 단계의 활동/애로사항 분석 및 단순 지원 수준 이상의 컨설팅 제공

  (3) 산단 편입 시, 사업화 효과가 충분히 발현되는 기업 유치

  (4) 입주기업 수요 분석으로 기업 클러스터 유형 별 맞춤형 지원 제공으로 지원효과 극대화

  (5) 공공으로서 국내 입주기업의 약점(자금조달등 기초 연구성과 기반 마련)을 보완할 수 있는 지원 실행

2. 해외 벤치마킹 - 함부르크 재생에너지 클러스터

독일은 북해와 발트해 해상풍력단지와 지리적으로 근접하고 항만 등 물류 인프라가 우수한 점을 이용해 함부르크에 재생에너지 클러스터를 조성하고, 조선·항공 등 연관산업 기반을 이용해 풍력산업 공급체인을 형성

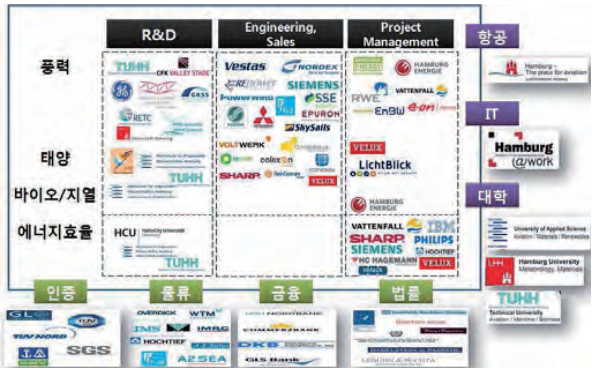
함부르크 재생에너지 클러스터 조성 배경 및 경과

- 함부르크 지역은 북해와 발틱해에서 불어오는 바람이 강한 지역으로 오래 전부터 풍력관련 설비 도입이 활발했으며, 거점항구이자 수출입에 편리한 해상교통 중심의 클러스터에 입지하고 조선산업 및 풍력산업이 발달
- 전통적으로 철강 및 메커니컬 엔지니어링이 집중된 지역의 제철소, 철강 가공기업 및 기어박스 제조기업은 풍력산업의 새로운 중심지로 다시 부상하였다.
- 풍력단지 건설에 따라 제조기업이나 부품기업뿐만 아니라 프로젝트 기획, 금융, 기타 서비스 등 다양한 분야의 다수의 기업이 입지
- 독일 정부는 Hamburg Renewable Cluster Agency(EEHH)를 설립하여 기업들의 기술발전, 상용화, 서비스 등 전 분야에 대한 지원 및 체계적인 관리를 수행
- 연구 클러스터 기반의 신재생에너지 클러스터로서 산관 협력을 위한 지원도 추진

<함부르크>

함부르크 재생에너지 클러스터 현황

- 190여 개의 재생에너지 관련 업체가 EEHH 네트워크에 멤버로 참여
- R&D, 제조, 프로젝트 관리, 인증, 금융, 법률, 교육 등 다양한 분야 약 1,500여 개의 신재생에너지 기업·기관에 25,000여명의 근로자가 종사
- (주요 기업) Areva, Gamesa, GE, Nordex, Repower 시스템, 지멘스, Vestas 등 세계적인 풍력업체 들의 입주 및 연구센터 구축

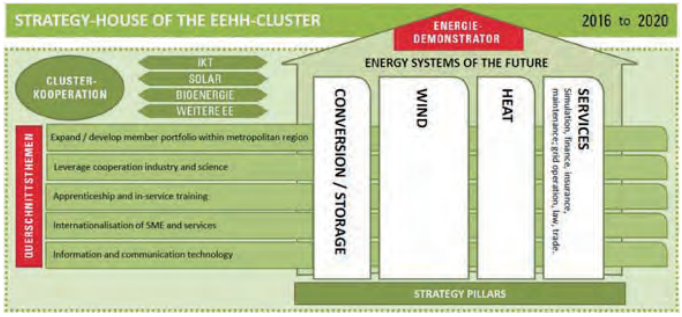


<함부르크 재생에너지 클러스터>

** 자료 : 이투뉴스(2019.7.19), 에너지산업융복합단지 어떻게 구성되나; 한국에너지공단(2012), 신재생에너지 산업육성 이니셔티브 2단계 추진방안 연구; 한국해양수산개발원(2017), 친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안; KEMRI 전력경제 리뷰(2015.제21호), 해외 신재생에너지 산업 클러스터 사례와 시사점: 산업연구원(2011), 독일 녹색산업 발전요인과 한국의 정책과제*

함부르크 재생에너지 클러스터는 제조–설치–운영관리–금융–법률 등 전 산업 분야의 기업 및 기관을 유치하였으며, 타 에너지 및 산업 클러스터와의 협력을 적극 추진

함부르크 재생에너지 클러스터 2단계 추진 전략



- 함부르크 재생에너지 클러스터는 미래의 에너지 시스템 구축을 위해 열에너지, 풍력, 융합 및 저장, 서비스(금융, 유지보수 등)가 핵심 축으로 설정
- 클러스터의 발전을 위해 ①ICT, 태양광, 바이오에너지, 기타 재생에너지 클러스터와의 협력 추구, ②멤버 기업 포트폴리오를 대도시권역으로 점진적으로 확대, ③산업과 과학분야의 협력 확대, ④수습생 제도, 현장 교육 등 교육·훈련 추진, ⑤해외 중소기업 유치, ⑥ICT 활용 등을 추진

시사점/이슈

- 발전단지형 신재생에너지 클러스터는 해당 지역에 적합한 에너지원에 따라 기업의 종류 등이 결정
- 클러스터의 조성 및 운영관리를 위한 기관이 필요
  - 클러스터 운영관리 기관은 기업·기관·지역주민간 네트워크 구축, 인력 양성, 기업 지원 등의 역할을 수행
- 클러스터 내에서 밸류체인 전 단계를 처리할 수 있도록 제조업뿐 아니라 ICT, 금융, 법률, 물류, 교육, 연구개발 등 다양한 기업·기관의 유치 필요
- 풍력 클러스터의 경우, 대형 구조물 설비 구축이 요구되어 관련 부품의 설치 및 물류비중이 타 산업에 비하여 크며, 자연/환경적 입지를 기반으로 조성된 '풍력발전단지' 배후에 인접 산업 수요를 거점으로 산업기반이 집적화되는 경향
  - 함부르크 풍력 클러스터의 경우, 해상풍력 발전에 대한 천혜의 자연 입지조건과 관련 기반사업인 조선 사업이 발달한 항구에 위치한 지리적 입지 특성으로 인하여, 풍력단지 조성에 최적의 위치이며, 이를 기반으로 배후 산업단지 (풍력 클러스터)의 활성화가 이루어진 대표적인 사례

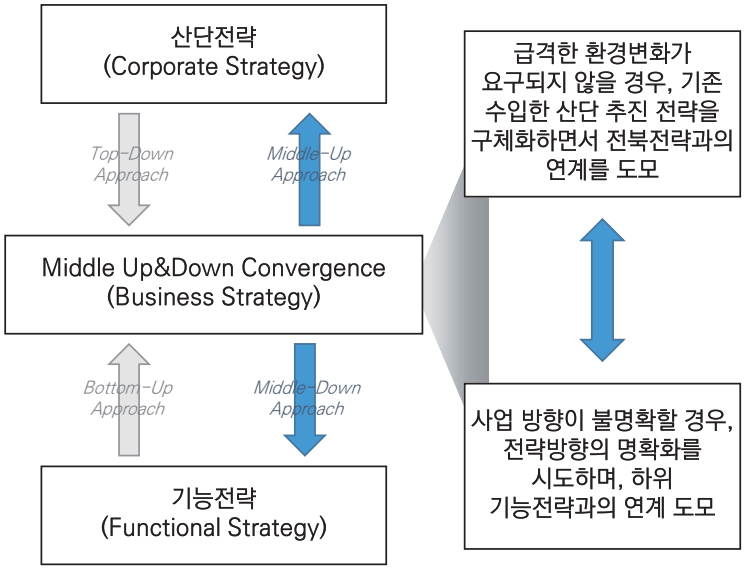
** 자료 : EEHH(2017), The Renewable Energy Cluster of Hamburg; EEHH(2018), Hamburg - European Capital for Wind Energy; 한국에너지공단(2012), 신재생에너지 산업육성 이니셔티브 2단계 추진방안 연구; 산업포털 여기에(2015.10.27), 해외 신재생에너지 산업 클러스터 사례와 시사점*

V 활성화 전략 수립

1. 전략 수립 체계
2. SWOT 분석
3. SWOT 전략 수립
4. 비전 및 전략맵 도출
5. 전략 Roadmap 도출

1. 전략 수립 체계

완성도 높은 전략맵 도출을 위해 산업 단지 구축 전략과 이를 실행하는 산단 기능 전략을 모두 고려할 수 있는 Middle Up-Down 전략 도출 방법론을 사용하여 실행력이 높은 전략을 수립함



Middle Up-Down Convergence 목표

- 전략 실행력을 높이기 위하여 기존 Top-down 및 Bottom-up 방식을 혼합

✓ *Top-Down Approach는 거시 및 전북환경분석을 통한 SWOT 분석을 통해 수립*

✓ *Bottom-Up Approach는 기존 수립 계획 분석, 전문가 자문 및 기업 수요조사를 통해 Top-Down Approach를 보완*

2. SWOT 분석

SWOT 분석

Strength

- 새만금 재생에너지 클러스터 등 재생에너지 확대를 위한 다양한 정책·사업 추진 중
- 에너지 산업 융복합단지 선정을 계기로 서남해 해상풍력 발전사업의 추진 탄력 기대
- OCI 등 태양광 분야 유수의 기업과 에너지 관련 산업단지 보유
- 대규모 재생에너지원으로 그린수소, 에너지신산업 등 융복사업 활성화 위한 내부역량 보유
- 에너지 관련 연구소기업, 전문연구기관 보유
- 道 내 교육기관에서 에너지 전공 학과 개설 및 운영 중
- 새만금이라는 국가 단위의 사업 추진으로 대규모 국비 확보 기대

Weakness

- 아직까지 중점 에너지원의 기치사슬 상 미비한 여건 존재 (해상풍력 배후 항만 및 엔지니어링 센터 부재 등)
- 도내 기업 中 수상태양광, 해상풍력 外 수소 및 에너지신산업 분야의 기업체는 상대적으로 숫자, 규모 측면에서 미비
- 부안, 새만금 재생에너지 발전단지 만으로는 타 재생에너지 클러스터(충북, 전남)와의 차별화가 어려움

Opportunities

- 새만금 재생에너지 클러스터 등 재생에너지 확대를 위한 다양한 정책·사업 추진 중
- 에너지산업융복합단지 선정을 계기로 서남해 해상풍력 발전사업의 추진 탄력 기대
- OCI 등 태양광 분야 유수의 기업과 에너지 관련 산업단지 보유
- 에너지 관련 연구소기업, 전문연구기관 보유
- 道 내 교육기관에서 에너지 전공 학과 개설 및 운영 중
- 새만금이라는 국가 단위의 사업 추진으로 대규모 국비 확보 기대
- 수소 수요 증가(수송, 발전)로 규모의 경제 달성 전망
- LNG 가격 상승으로 그린수소의 상대적 가격 경쟁력 확보 예상

Threats

- 현재까지 규모의 경제 미확보로 단기적으로 막대한 투자 비용 소요
- 대규모 에너지 시설에 대한 주민 반대 상존
- 풍력 분야의 불충분한 기치사슬로 산업 전반이 취약
- 수소 저장소의 폭발 사고 발생으로 위험한 에너지라는 인식 확산
- 계통연계 적체
- 신송·배전 관련 트랙레코드 미비

2. SWOT 분석

SO 분석

Strength

- 새만금 재생에너지 클러스터 등 재생에너지 확대를 위한 다양한 정책·사업 추진 중
- 에너지 산업 융복합단지 선정을 계기로 서남해 해상풍력 발전사업의 추진 탄력 기대
- OCI 등 태양광 분야 유수의 기업과 에너지 관련 산업단지 보유
- 대규모 재생에너지원으로 그린수소, 에너지신산업 등 융복사업 활성화 위한 내부역량 보유
- 에너지 관련 연구소기업, 전문연구기관 보유
- 道 내 교육기관에서 에너지 전공 학과 개설 및 운영 중
- 새만금이라는 국가 단위의 사업 추진으로 대규모 국비 확보 기대

Opportunities

- 새만금 재생에너지 클러스터 등 재생에너지 확대를 위한 다양한 정책·사업 추진 중
- 에너지산업융복합단지 선정을 계기로 서남해 해상풍력 발전사업의 추진 탄력 기대
- OCI 등 태양광 분야 유수의 기업과 에너지 관련 산업단지 보유
- 에너지 관련 연구소기업, 전문연구기관 보유
- 道 내 교육기관에서 에너지 전공 학과 개설 및 운영 중
- 새만금이라는 국가 단위의 사업 추진으로 대규모 국비 확보 기대
- 수소 수요 증가(수송, 발전)로 규모의 경제 달성 전망
- LNG 가격 상승으로 그린수소의 상대적 가격 경쟁력 확보 예상

SO 전략

- 융복합산업단지, 계획입지제도 등을 활용한 정부 예산 사업 유치
- 중점 추진 에너지산업의 핵심 기업 유치로 밸류체인 구축 및 강화
- 연구소, 대학 등 혁신자원의 체계적 활용
- 공공–민간–혁신자원의 효과적 협업을 위한 네트워크 구축 및 운영관리 기관 설립
- 정부 예산을 적극적으로 활용하여 융복합산업단지 내 추진 사업 재원 마련
- 가용한 대규모 재생에너지 자원으로 다양한 실증을 통해 에너지 융복합 사업 활성화 달성
- 산단 조성 시, 기업의 탄소 넷제로 및 RE100 달성이 가능하게끔 계획하여 도내외 우량기업 유치

2. SWOT 분석

ST 분석

Strength

- 새만금 재생에너지 클러스터 등 재생에너지 확대를 위한 다양한 정책·사업 추진 중
- 에너지 산업 융복합단지 선정을 계기로 서남해 해상풍력 발전사업의 추진 탄력 기대
- OCI 등 태양광 분야 유수의 기업과 에너지 관련 산업단지 보유
- 대규모 재생에너지원으로 그린수소, 에너지신산업 등 융복사업 활성화 위한 내부역량 보유
- 에너지 관련 연구소기업, 전문연구기관 보유
- 道 내 교육기관에서 에너지 전공 학과 개설 및 운영 중
- 새만금이라는 국가 단위의 사업 추진으로 대규모 국비 확보 기대

Threats

- 현재까지 규모의 경제 미확보로 단기적으로 막대한 투자 비용 소요
- 대규모 에너지 시설에 대한 주민 반대 상존
- 풍력 분야의 불충분한 가치사슬로 산업 전반이 취약
- 수소 저장소의 폭발 사고 발생으로 위험한 에너지라는 인식 확산
- 계통연계 적체
- 신송·배전 관련 트랙레코드 미비

ST 전략

- 에너지융복합산업단지 특화 기업 유치 전략 수립 및 시행
- 쇠퇴 산업 노동력의 재교육 및 취업 전략 수립 및 시행
- 신송·배전 실증사업 추진
- 旣 입지 연구기관 통해 안전 분야 연구개발 추진

2. SWOT 분석

WO 분석

Weakness

- 아직까지 중점 에너지원의 가치사슬 상 미비한 여건 존재 (해상풍력 배후 항만 및 엔지니어링 센터 부재 등)
- 도내 기업 中 수상태양광, 해상풍력 外 수소 및 에너지산산업 분야의 기업체는 상대적으로 숫자, 규모 측면에서 미비
- 부안, 새만금 재생에너지 발전단지 만으로는 타 재생에너지 클러스터(충북, 전남)와의 차별화가 어려움

Opportunities

- 새만금 재생에너지 클러스터 등 재생에너지 확대를 위한 다양한 정책·사업 추진 중
- 에너지산업융복합단지 선정을 계기로 서남해 해상풍력 발전사업의 추진 탄력 기대
- OCI 등 태양광 분야 유수의 기업과 에너지 관련 산업단지 보유
- 에너지 관련 연구소기업, 전문연구기관 보유
- 道 내 교육기관에서 에너지 전공 학과 개설 및 운영 중
- 새만금이라는 국가 단위의 사업 추진으로 대규모 국비 확보 기대
- 수소 수요 증가(수송, 발전)로 규모의 경제 달성 전망
- LNG 가격 상승으로 그린수소의 상대적 가격 경쟁력 확보 예상

WO 전략

- 정부 예산을 최대한 확보
- 주민 민원 해소를 위한 소통 체계 구축
- 일부 불충분한 가치사슬의 핵심 기업 유치
- 해상풍력 등 기반 인프라가 부족하여 밸류체인이 미흡한 경우, 산단 조성 시 보완
- 탈 탄소 및 오염 최소화 가능한 산단 추진사업 도출로 입주기업 유인 및 도민 환경가치 기여
- 전북도만의 차별화 가능한 산단 인센티브 및 유무형 인프라 계획

2. SWOT 분석

WT 분석

Weakness

- 아직까지 중점 에너지원의 가치사슬 상 미비한 여건 존재 (해상풍력 배후 항만 및 엔지니어링 센터 부재 등)
- 도내 기업 中 수상태양광, 해상풍력 外 수소 및 에너지산산업 분야의 기업체는 상대적으로 숫자, 규모 측면에서 미비
- 부안, 새만금 재생에너지 발전단지 만으로는 타 재생에너지 클러스터(충북, 전남)와의 차별화가 어려움

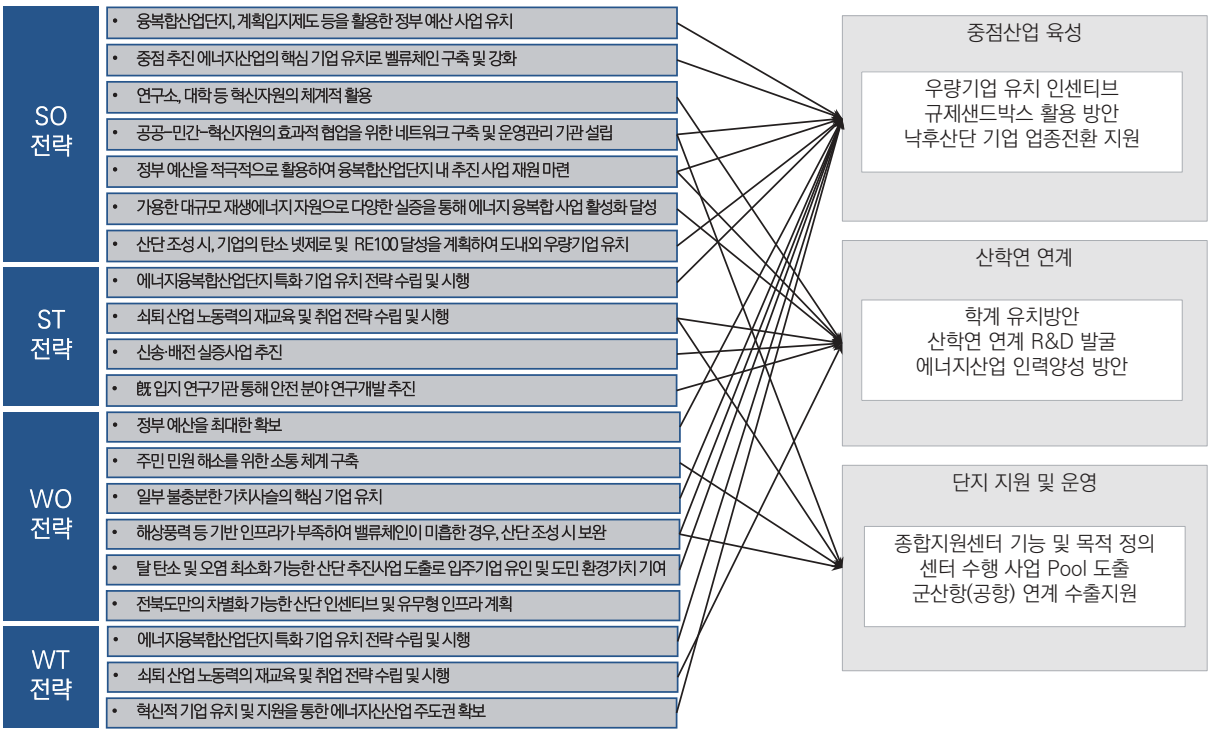
Threats

- 현재까지 규모의 경제 미확보로 단기적으로 막대한 투자 비용 소요
- 대규모 에너지 시설에 대한 주민 반대 상존
- 풍력 분야의 불충분한 가치사슬로 산업 전반이 취약
- 수소 저장소의 폭발 사고 발생으로 위험한 에너지라는 인식 확산
- 계통연계 적체
- 신송·배전 관련 트랙레코드 미비

WT 전략

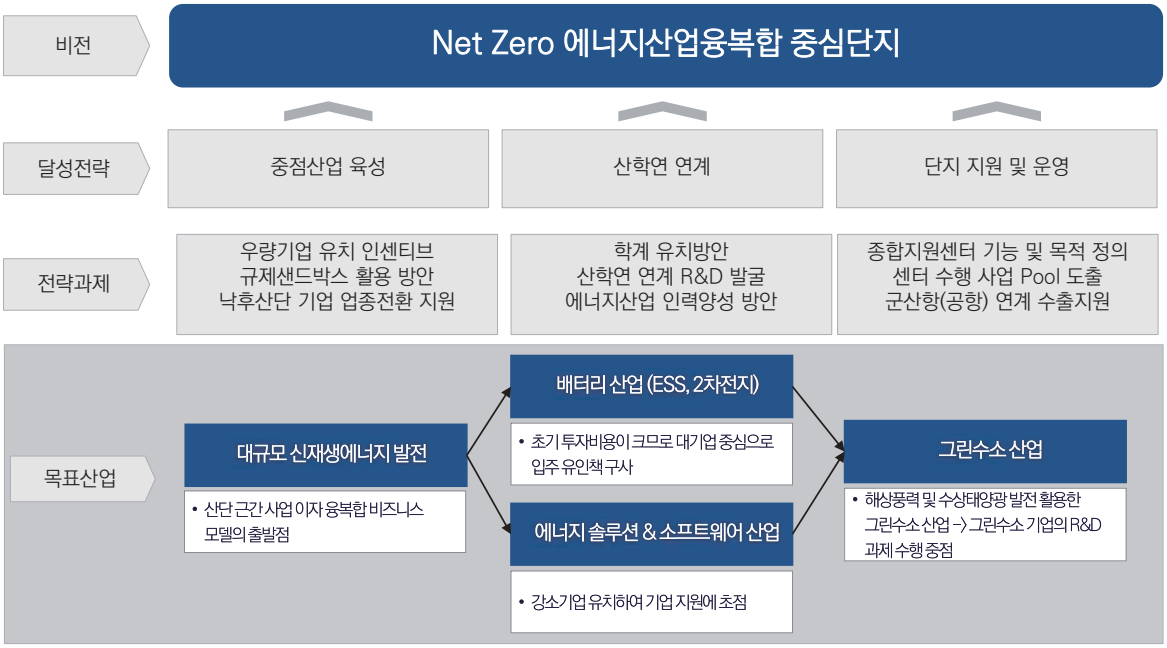
- 에너지융복합산업단지 특화 기업 유치 전략 수립 및 시행
- 쇠퇴 산업 노동력의 재교육 및 취업 전략 수립 및 시행
- 혁신적 기업 유치 및 지원을 통한 에너지신산업 주도권 확보

2. SWOT 전략 수립

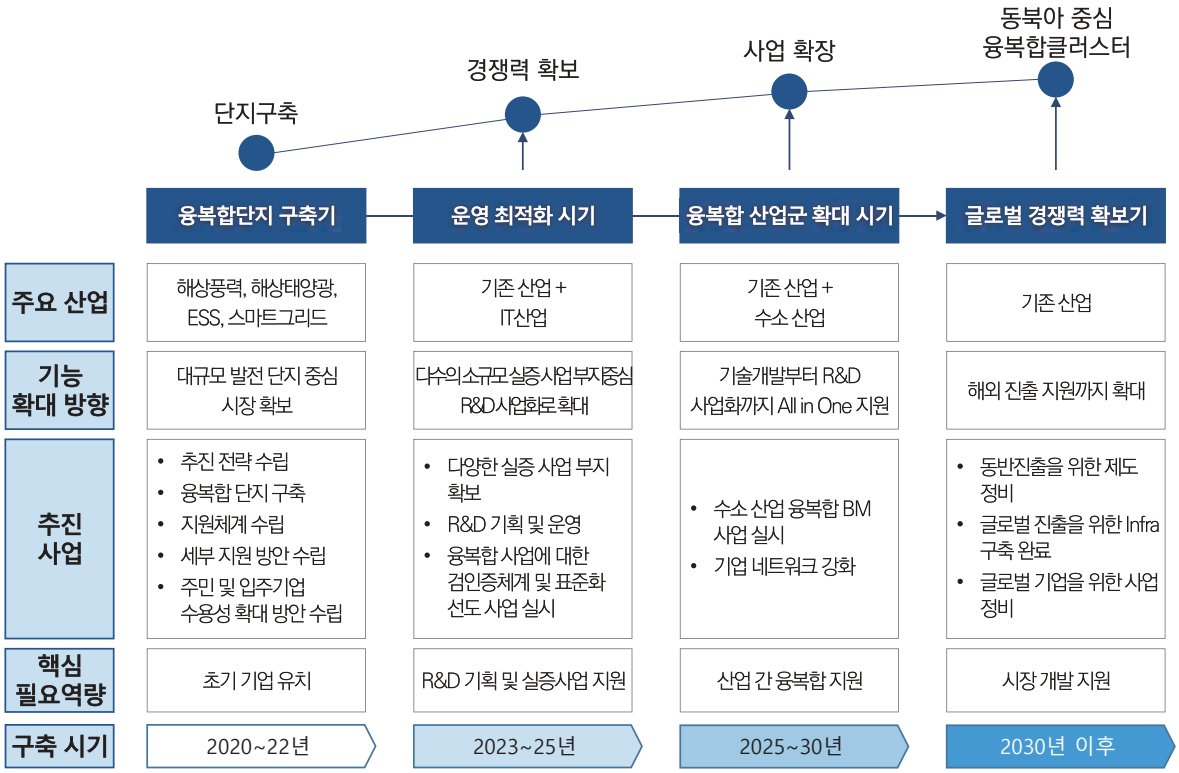


4. 비전 및 전략맵 도출

에너지산업융복합단지 조성의 방향성을 설정하고, 설정된 방향성에 따른 세부 추진과제 및 구체적인 목표산업 설정을 통해 비전 달성 가능성을 높임



5. 전략 Roadmap 도출

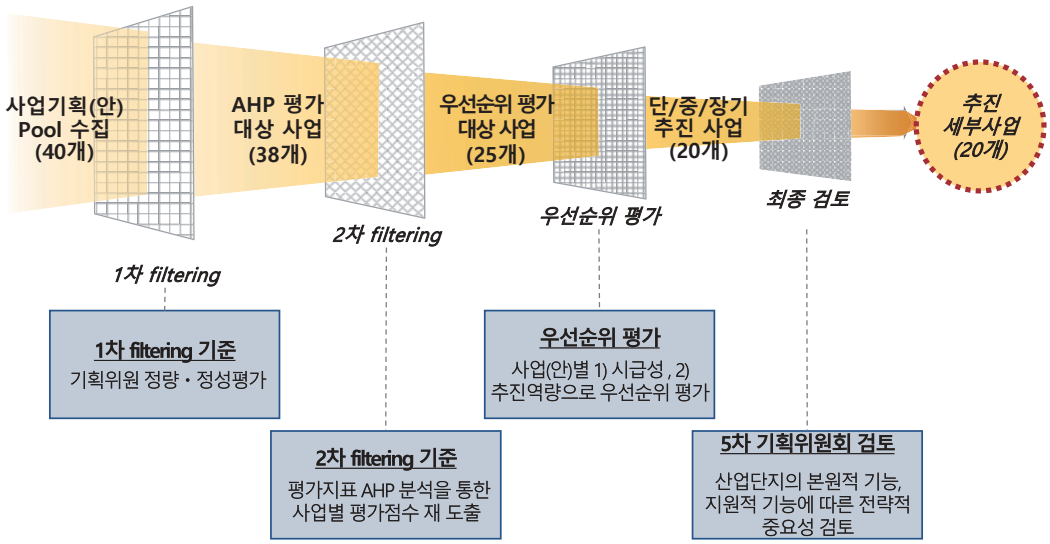


VI 추진 사업 도출

1. 사업 기획위원회
2. 산업계 수요조사

세부 추진사업 기획을 위해 본 연구에서는 아래와 같이 1) 기획위원 평가, 2) 평가지표의 AHP 분석을 통한 사업평가, 3) 우선순위 평가, 4) 전략적 중요성 검토를 통해 사업기획 예정

추진 사업 기획을 위한 기획위원회 구성 & 운영 논리 도출



사업기획(안) 리스트(기획위원 발제, 수행기관 발굴, 전북도 추진 예정)는 본 사업기획을 위해 선발된 9인의 기획위원에 의해 정량 · 정성적으로 평가되며 정량평가 항목은 아래와 같이 국회예산정책처의 기준을 참고함

방법론1. 기획위원 정량 · 정성 평가

〈국가 R&D 사업의 과제기획 선정평가 체계 분석대상, 범위 및 분석기준〉

구분	검토사항	주요 분석 기준
계 획	기획체계	• 국가 R&D사업의 R&D 과제기획 체계는 중장기 R&D 투자계획과 체계적 전략적으로 연계되고 있는가? • **R&D 과제기획체계는 전문성, 객관성, 사업화 가능성이 확보될 수 있도록 적절하게 구축되어 있는가? (시급성)**
집 행	선정평가 체계	• **국가 R&D 사업을 통해 연구비를 지원받을 R&D 과제의 선정평가 절차는 공정하고 투명하게 구축 되어 있는가? (실현가능성)**
산 출	과제선정 결과	• **국과연 산하 출연연의 주요사업은 도전적이고 창의적인 과제 기획체계를 구축하고 있는가? (독창성, 전북특화)** • 산업부의 산업기술 R&D 사업은 해당 산업의 국가 경쟁력 향상에 필요한 과제 기획체계를 구축하고 있는가? • 중소기업 R&D 역량 강화를 통한 성과창출 지원체계를 마련하고 있는가?
결 과	성과관리	• **국과연 산하 출연연의 R&D 사업은 우수한 R&D 성과를 창출하고 있는가? (목표연계성)** • **산업부의 산업기술 R&D 기획 관리체계는 효율적으로 구축되어 있는가? (목표연계성)** • **중기부의 R&D 과제기획지원 사업은 중소기업의 R&D 역량 향상에 도움이 되었는가? (목표연계성)**

〈국회예산정책처 기준 시사점〉

투입 단계 시사점
사업기획 시, 상위 계획과의 연계성이 잘 확보되어 있으며, 현실적으로 추진 가능한가?

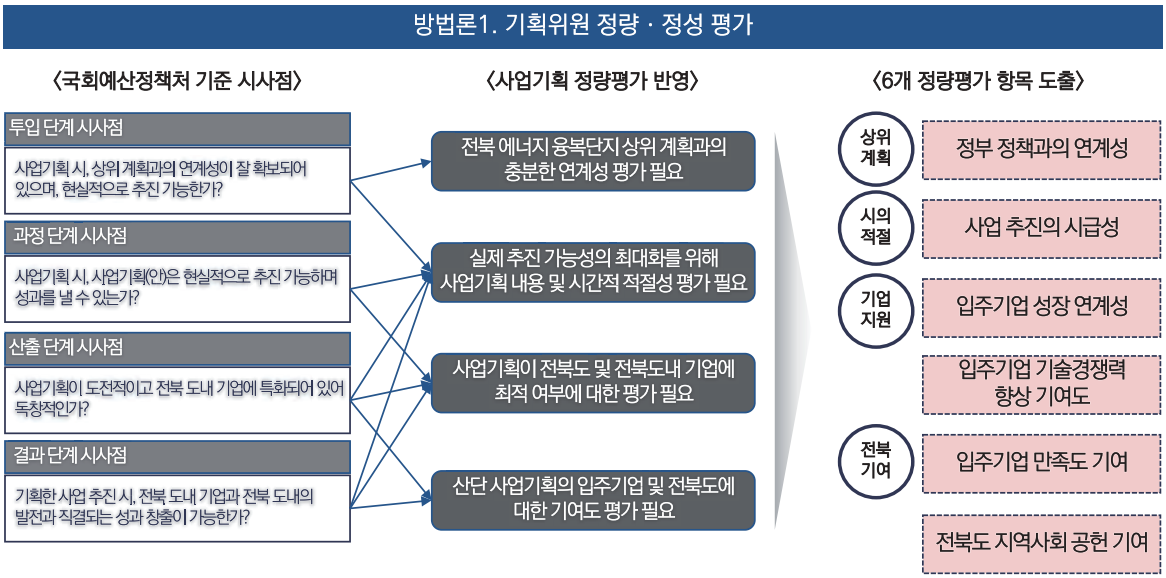
과정 단계 시사점
사업기획 시, 사업기획(안)은 현실적으로 추진 가능하며 성과를 낼 수 있는가?

산출 단계 시사점
사업기획이 도전적이고 전북 도내 기업에 특화되어 있어 독창적인가?

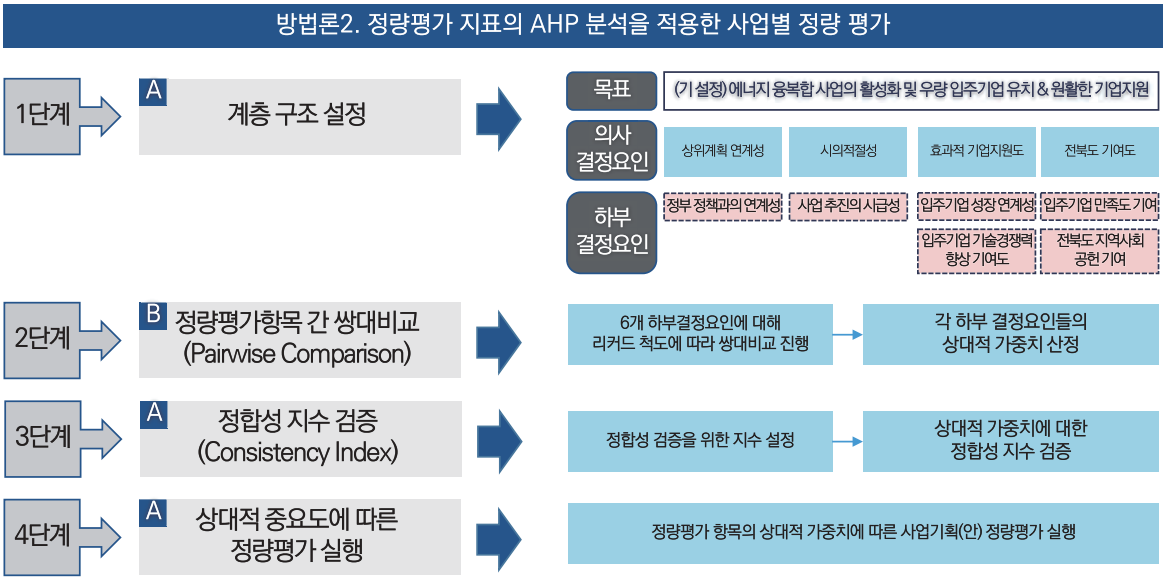
결과 단계 시사점
기획한 사업 추진 시, 전북 도내 기업과 전북 도내의 발전과 직결되는 성과 창출이 가능한가?

** 자료 : 국회예산정책처, 2020, 국가R&D사업의 과제기획 · 선정평가 체계 분석*

국회예산정책처의 R&D 과제기획 평가 시사점에 따라 사업기획(안)에 대한 정량평가 시, 아래와 같이 6개의 정량평가 항목을 도출하여 개별 기획위원이 정량 · 정성평가 진행



AHP(Analytic Hierarchy Process, 계층적 분석과정)를 통해 아래와 같이 기 도출된 하부의사결정요인(정량평가 항목)에 대해 가중치 설정 후, 사업기획(안)의 정량평가 실행

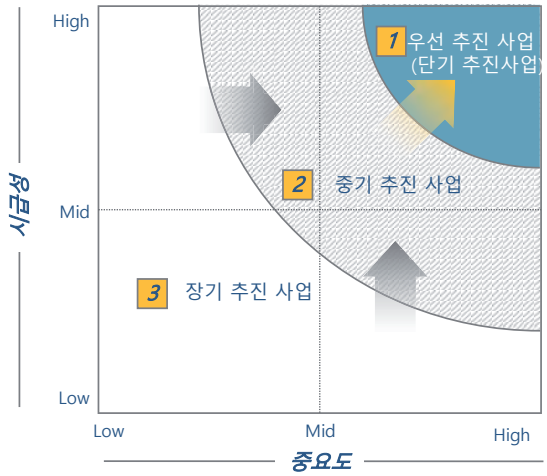


1. 사업 기획위원회 운영

AHP 분석 이후 도출된 우선순위 평가 대상 사업을 1) 시급성, 2) 중요도에 따라 우선추진(단기) 사업/중기 추진사업/장기 추진 사업으로 분류하여 R&D 과제 로드맵 및 사업 정의서 도출

방법론3. 사업별 우선순위 평가

시급성/중요도에 따라 단기-중기-장기 추진 사업으로 구분



R&D 과제 로드맵 및 세부사업 정의서 도출

〈추진 사업 정의서 예시〉

전략 과제	친환경 에너지 확대	추진 사업	국내 대규모 태양광 · 해상풍력 확대
정의	• 에너지전환을 위한 대규모 태양광 및 해상풍력 중심의 국내 신재생에너지 포트폴리오 확대		
주요 현황 및 이슈 (As-is)	• 2040 전원 포트폴리오 기 수립으로 신재생 포트폴리오 대폭 확대 필요	과제 목표 및 기대효과 (To-be)	• 신재생에너지 확대로 탄소배출 최소화에 기여

NO.	주요 활동	일정 `21	`22	`23~`25	`26~`30	`31~`40
1	대규모 해상풍력단지 조성					
2	대규모 태양광 발전사업 수주 전략 차별화					
3	신기술 적용 연료전지 개발					

2. 산업계 수요조사 Framework

산업계 수요조사는 아래와 같이 3가지 목적으로 입주기업 대상 1) 수요조사 설문, 2) FGI 인터뷰로 이뤄지며 마이클 포터의 가치사슬 모델을 적용하여 수요조사를 기획함

산업계 수요조사 목적

다수의 우량 기업 유치를 위한 산단의 입주 인센티브 방안 도출
입주기업의 성장에 직결되는 산단 추진사업 도출
입주기업의 융복합 사업 추진 및 R&D 활성화 방안 도출

산업계 수요조사 방법 – 기대효과

기업 수요조사 설문 (비대면)	기업개요, 영업현황, 산업단지 입주 수요관련 질의응답	기업 FGI 인터뷰 (대면)	기업 본원적-지원적 활동 별 산단 추진사업 및 지원책 관련 심층 조사

수요조사 기획 모델

〈마이클 포터의 가치사슬 모델 적용〉

본원적 활동: 물류투입 → 운영(생산) → 물류산출 → 마케팅/판매 → 서비스

지원적 활동:
- 기업 하부구조 (인프라)
- 인적 자원 개발 (HRM)
- 기술 개발
- 획득(구매/조달) 활동

이윤 창출

입주기업이 이윤창출을 위해 영위하는 1) 본원적 활동, 2) 지원적 활동에서 산단이 제공 또는 지원할 수 있는 활동의 범주 검토 → 설문 조사를 통해 잠재 입주기업에 대한 인센티브 및 영업활동 상, 산단에 바라는 기본 수요에 대해 개괄적 조사 → 에너지 사업군 별, 입주 기업의 밸류체인 상, 보완사항 분석 및 산단 조성 니즈에 대한 심층 조사

입주 잠재기업 수요 설문조사 개요는 아래와 같으며 분석결과를 토대로 FGI 인터뷰 대상 기업 도출에 활용하고자 함

입주 잠재기업 수요 설문조사 개요

설문조사 목적	• 전북도내 잠재 입주기업들의 가치사슬 상, 핵심 현황 & 수요를 파악하고 입주 유인책에 대한 인식도를 조사하여 시사점 도출 • 도출된 시사점을 기반으로 에너지 사업군 별 FGI 인터뷰를 통해 잠재 입주기업의 수요 심층 분석에 활용하고자 함
설문조사 대상/방식	• 전북도내 45개 기업 (태양광, 풍력, 연료전지, 수소)
설문조사 항목	Primary Activities (본원적 활동): 가치사슬 상 핵심 현안 (As-Is), 가치사슬 상 핵심 니즈 (To-Be) Support Activities (지원적 활동): 증설 및 투자계획 (Firm Infrastructure, R&D), 입주 유도책 (Procurement & Incentive)

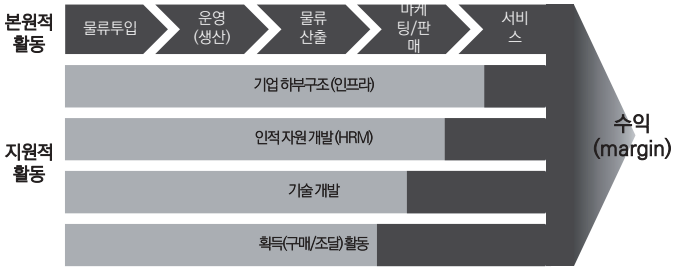
설문조사는 가치사슬 모델 상, 입주기업의 본원적 활동, 지원적 활동 측면에서 입주 기업의 현황 진단 및 산단에 기대하는 조성 방향성을 토대로 기획함

기업 수요 설문조사 기획 논리

〈마이클 포터의 가치사슬 모델 적용〉

수요조사 목적

- 잠재적 입주기업의 산업단지 입주 인센티브에 대한 수요 발굴
- 산단 입주 시, 가치사슬 별 입주기업의 핵심현안 & 니즈 발굴
- FGI 인터뷰 대상 기업 확보



〈설문조사 기획 논리〉

Key Questions

1. 에너지원별 입주기업의 사업 가치사슬 상, 현재 약점은 무엇이며 산단이 어떻게 보완 & 지원 할 수 있을 것인가?
2. 우량 대중소기업이 산단에 입주 시, 어떤 인센티브 & 효과를 기대하는가?
3. 전북도내 기업은 에너지 융복합 사업에 대해 어떻게 인식하고 있는가?

본원적 활동	지원적 활동
가치사슬 상 핵심현안 기업 가치사슬 별 시급한 핵심 현안 중장기적 기업가치 성장을 위한 활동	**미래 투자 계획 & 니즈** 미래 투자계획에 대한 내부 인식 증설 및 기술 R&D 투자 현황
가치사슬 상 핵심니즈 기업 본원적 측면에서 산단이 지원 & 제공 해 주길 기대하는 수요	**입주 유도책 니즈** 산단에서 제공가능한 지원적 활동 측면의 인센티브에 대한 니즈

설문조사는 아래와 같이 4단계에 걸쳐 진행됨

설문조사 절차

1 설문 문항 작성
- 가치사슬 모델에 따라 1) 기업 본원적 활동, 2) 기업 지원적 활동 측면에서 설문 문항 도출
- 설문문항은 1) 가치사슬 상 핵심현안, 2) 가치사슬 상 핵심니즈, 3) 증설 및 투자계획, 4) 입주 유도책 범주로 구분

2 설문지 사전 검토
- 설문 문항을 에너지기술평가원에 송부하여 사전 검토 실시
- 설문 진행 시 응답자의 예상 질문에 대한 준비

3 설문조사 실시
- 전북도내 태양광, 풍력, 연료전지 등 부문의 기업 45개에 이메일 송부
- 응답은 객관식 형태로 5지 선다형으로 구성함

4 조사 결과 검토
- 각 분야별 비교분석을 통해 시사점 도출
- 수요조사 결과 기반으로 FGI 인터뷰 대상 기업 도출

설문조사 항목은 본원적 활동/지원적 활동으로 분류하여 1) 가치사슬 상, 기업 핵심 현안, 2) 가치사슬상, 핵심 니즈, 3) 증설 및 투자계획, 4) 입주 유도책 별로 도출함

	설문조사 질문지 항목		도출 내용
Primary Activities (본원적 활동)	가치사슬 상 핵심 현안 (As-Is)	• 기업 가치사슬 별로 핵심 현안에 대한 중요도 시급성 인식 • 수익(margin) 창출을 위해 가치사슬 별로 요구되는 활동에 대한 내부 인식	• 영위 사업군 별, 가치사슬 상 약점 파악 및 시급 추진사업 스크리닝 • 전북도내 기업의 구조적 성장 가능한 추진활동 방향성 점검
	가치사슬 상 핵심 니즈 (To-Be)	• 기업 본원적 활동 측면에서 산단에 희망하는 내부 수요 (고객발굴, 마케팅, 물류, 생산/가공, 서비스)	• 기업 본원적 활동 측면에서 중장기적인 개선 방향성에 대한 내부인식 검토 • 에너지 융복합 사업 니즈 확인
Support Activities (지원적 활동)	증설 및 투자계획 (Firm Infrastructure, R&D)	• 사업장 증설 및 기술 R&D 현황 • 미래 유관계획에 대한 내부 인식	• 전북도내 기업들의 산단 입주 또는 사업장 증설 가능성 검토 • 미래 인프라 투자 희망 부문 검토
	입주 유도책 (Procurement & Incentive)	• 산단에서 제공 가능한 구매조달, R&D, 인력양성 및 세제 혜택에 대한 입주 인센티브 수요 조사	• 대중소기업이 산단에 희망하는 주요 인센티브 내부인식 도출

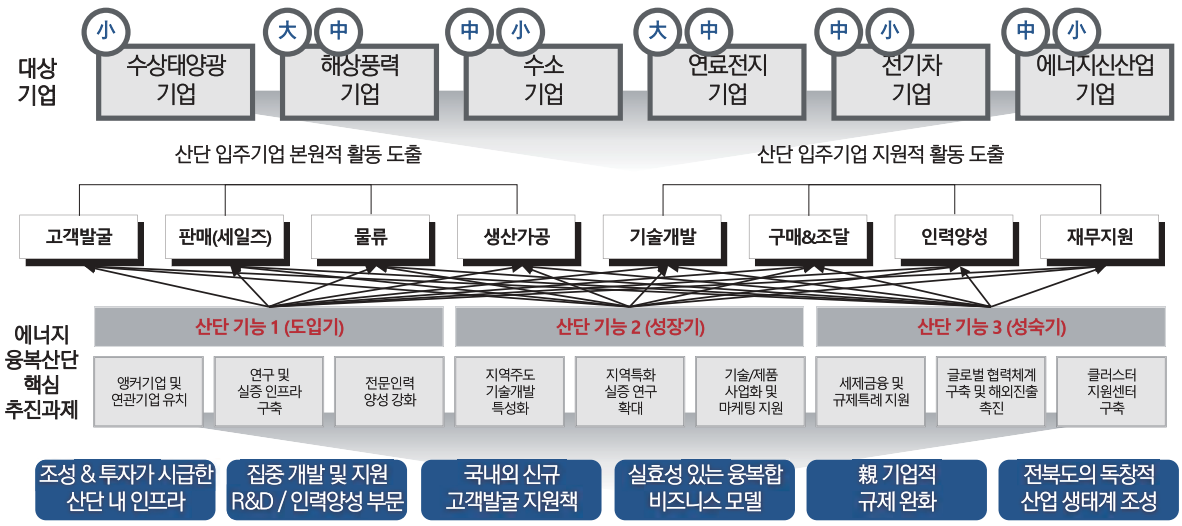
민간기업 FGI 인터뷰 결과는 에너지 사업군 별 대중소 민간기업의 니즈를 심층 분석하여 향후 산단 조성전략 및 사업 도출에 반영할 예정

민간기업 FGI 인터뷰 개요

인터뷰 목적	• 향후 전북 에너지 융복합 산업단지(이하 "산단") 內 우량기업의 유치 및 융복합 사업 활성화를 위해 잠재적 입주 기업의 본원적 기능 + 지원적 기능 측면의 니즈(Needs)를 심층 분석하여 산단 추진전략 수립에 반영하고자 함
인터뷰 대상	• 수상태양광, 해상풍력, 수소, ESS. 전기차, 에너지신산업 부문 20여개 대 · 중 · 소기업 관리자급 임직원
인터뷰 기간	• 약 5일 간 (2021. 03. 15. ~ 2021. 03. 19.)
인터뷰 방법	• 각 기업 방문으로 FGI(Focus Group Interview) 조사 진행

민간기업 FGI 인터뷰는 가치사슬 모델로 도출한 8개의 기업 활동 범주 내에서 에너지 융복 산단 계획 상, 단기/중기/장기적으로 추진 가능한 기능 별로 심층 질의응답 예정

민간기업 FGI 인터뷰 기획 모델



** 자료 : 산업통상자원부, 2019, 에너지융복합산업단지 기본계획*

End of Document

[발제 3-4]

충북지역 에너지산업융복합단지 조성계획

문 진 철

충북테크노파크 팀장

충북 에너지산업융복합단지 조성계획

[재]충북테크노파크 문진철 수석연구원

2021. 04. 16

2021년 충북에너지산업융복합단지 조성계획

목 차

생명과 태양의 땅 충북

함께하는 도민 일등경제 충북

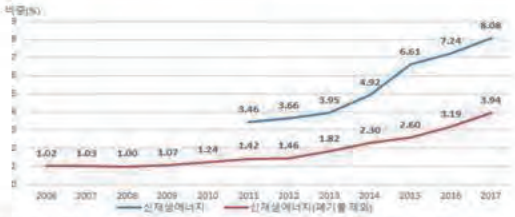
Ⅰ. 추진배경 및 필요성

1 추진배경 및 필요성

1-1 에너지산업융복합단지의 필요성

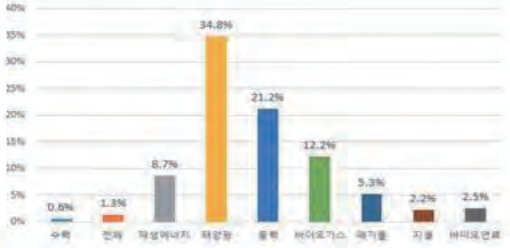
산업 차원 국내외 신재생에너지 생산/보급의 성장 견인은 **태양광산업이 주도**

- 17년 신재생에너지 생산량은 전년 대비 16% 증가
  - 신재생에너지 공급비중은 5.45% 차지
- 총 발전량의 신재생에너지 비중은 8% 차지
  - 폐기물 제외시 발전량 비중은 3.94% 수준
- **태양광의 경우 신규 설비용량의 65.1% 차지**



자료: 한국에너지공단, 2018. 2017년 신재생에너지 보급통계를 바탕으로 계산함.
주: 2011년부터 폐기물 발전량 조사 시행.

- 세계적으로 전력생산에서 **태양광, 풍력이 주도적 역할**
- OECD 국가의 태양광 평균 성장률 34.8% 1위
- 국내의 경우 태양광 65%, 풍력 5.4% 차지
- 따라서, **국내** 에너지산업의 **성장 견인역할은 태양광산업이 주도**하고 있음



자료: IEA, 2018. Renewables Information 2018, p.8.

4

1 추진배경 및 필요성

1-2 에너지산업융복합단지의 필요성

기업 차원 가격, 소재, 기술의 해외 의존성 극복 및 기업협력형 밸류체인 생태계 조성

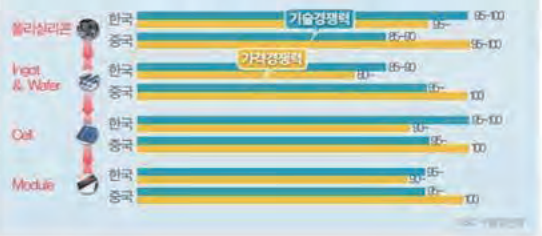
■ (태양광산업) 중국의 저가 공세에 따른 시장 개선

- 웅진에너지, OCI, 한국실리콘 등 기업회생절차 신청
- 기업의 신규 투자설비 위축 및 기술력 약화 추세
- 저가 국내 유입에 따른 시장의 가격경쟁 심화

■ (에너지효율/ESS산업) ESS 화재에 따른 기술 신뢰 확보

- 17년부터 ESS의 화재 발생에 따라 시장/기술 신뢰 위축
- 중국/미국 무역전쟁에 따른 국내 희토류 확보 어려움

2018년 기준 한국 vs 중국 태양광기업 경쟁력 현황 (단위: %)



■ 에너지산업 종사자, 고용인원, 매출액, 수출액 고려한 최상위 비중 분야의 집중 투자 계기 조성

(단위: 개, 명, 억 원, %)

공목	업체수		고용인원		매출액		내수		수출액		해외 공장		투자액	
		비중		비중		비중		비중		비중		비중		비중
태양광	118	28	7,522	54	64,358	67	19,331	48	36,740	85	8,287	71	7,731	95
태양열	17	4	195	1	187	0	184	0	3	0	-	-	0	0
풍력	27	6	1,853	13	10,957	11	2,485	6	5,064	12	3,408	29	120	1
연료전지	15	3	588	4	3,262	3	2,238	6	1,024	2	-	-	49	1
지열	24	5	335	2	1,006	1	1,002	2	4	0	-	-	18	0
수열	3	1	25	0	47	0	47	0	-	-	-	-	-	-
수력	5	1	100	1	107	0	92	0	15	0	-	-	-	-
바이오	121	27	1,647	12	12,597	13	12,286	30	311	1	-	-	155	2
폐기물	124	27	1,682	12	2,964	3	2,964	7	-	-	-	-	23	0
합계	438	100	13,927	100	95,463	100	40,608	100	43,161	100	11,694	100	8,097	100

자료: 한국에너지공단, 2018년, 2017년 신재생에너지 산업통계(확정치) 조사결과.
주: 업체수 합계 438은 2개 이상 신재생에너지원의 산업을 영위하는 기업체의 중복을 제외한 수치로 기업체의 단순합(454)과 일치하지 않음.

■ 재생에너지 3020 이행을 위한 산업생태계 육성 지원

재생에너지 3020 계획 설비 보급 목표 (단위: %)

1 추진배경 및 필요성

1-3 에너지산업융복합단지의 필요성

시장 차원 재생에너지 3020 정책과 그린뉴딜 달성을 위한 에너지안전 신뢰성 확보

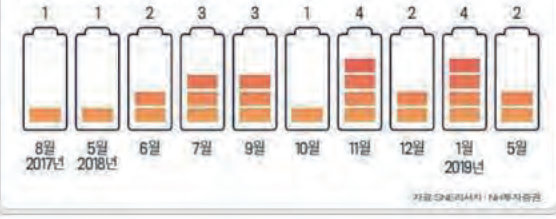
계기: 에너지산업의 안전문제 위기 → 선정: 실증+안전문제 기술, 정책 해결 → 육성: 에너지안전산업과 동반성장

- 에너지산업의 안전문제 위기: PV, ESS, 수소 화재/폭발 등 사회적 비용 약 15조 5,000억
- 실증+안전문제 기술, 정책 해결: PV, ESS, IoE 기반 에너지산업융복합단지 조성
- 에너지안전산업과 동반성장: 에너지 기술/실증 중심의 안전 인증, 표준 산업육성

■ 신재생에너지 안전 이슈화 해결: 태양광, ESS, 수소 등

- ESS 설치 국내 1,300개 안전점검 결과 1,287개 가동중단
- 20년 5월까지 국내 ESS 신규설치 건수 "0건"
- 태양광설비 연평균 50건 화재 발생(18년 상반기 33건)
- 강릉 수소폭발에 따라 사망 2명, 중상 6명

에너지저장장치 (ESS) 월별 화재 건수 단위: 건

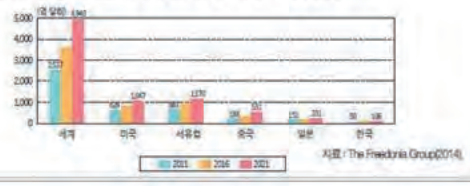


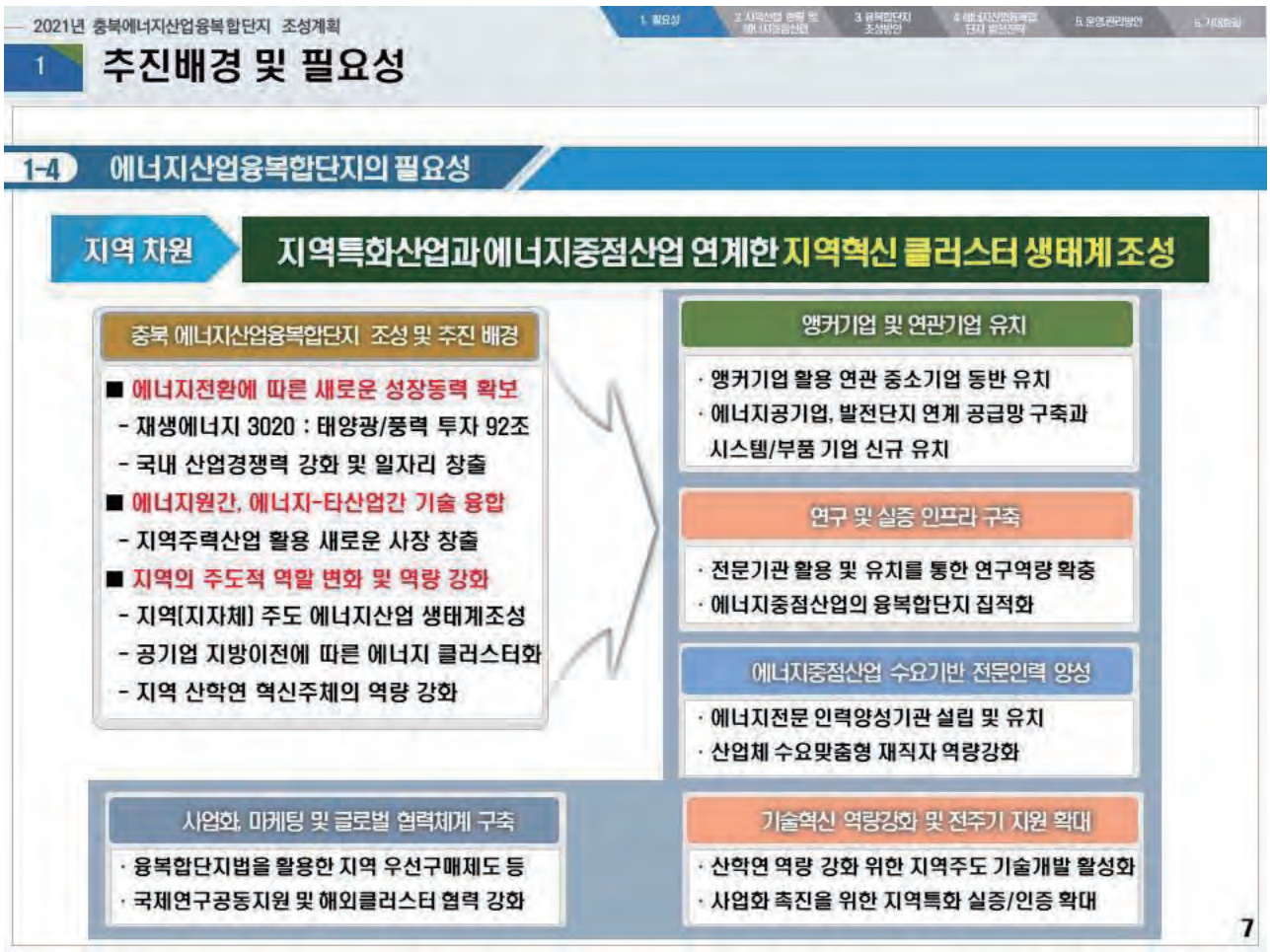
■ 제3차 에너지기본계획 이행을 위한 "안전/환경" 대응

- 40년까지 목표 30~35%에 따라 안전한 에너지믹스 달성
- 에너지시설 안전관리 강화, 안전전문인력양성, 인증강화
  에너지안전거래 스마트에너지관리시스템 육성

■ 신재생에너지산업과 안전산업간의 동반성장 마련

- 국내 안전산업 시장규모는 21년 106억달러 예상
  신재생에너지 연평균 4.3% 반영시 약 4조원 예상





II. 지역산업 현황 및 에너지중점산업

2 지역산업 현황 및 에너지중점산업

2-1 지역산업 현황

에너지산업 비중 충북의 제조산업중 에너지+IT산업 비중 27%, 연평균 4.1% 지속성장

태양광산업

- 셀 및 모듈, 시스템 업체 포함 약 95개사
- 주요 앵커기업 : 한화솔루션, 신성이앤지, 현대에너지솔루션 등
- 전국 셀 및 모듈 생산량 : 전국 1위

에너지효율산업

- 음극재 및 전해질, 베터리, BMS 포함 약 76개사
- 주요 앵커기업 : LG화학, 에코프로, 파워로직스 등
- 전국 ESS용 이차전지 생산량 : 전국 1위

스마트그리드산업

- 전력기기 및 스마트제어기기 포함 약 26개사, - 주요 앵커기업 : LS산전, 한전산업개발, 타이드, 이온, 성창통신 등

9

2 지역산업 현황 및 에너지중점산업

2-2 지역산업체 분포 현황

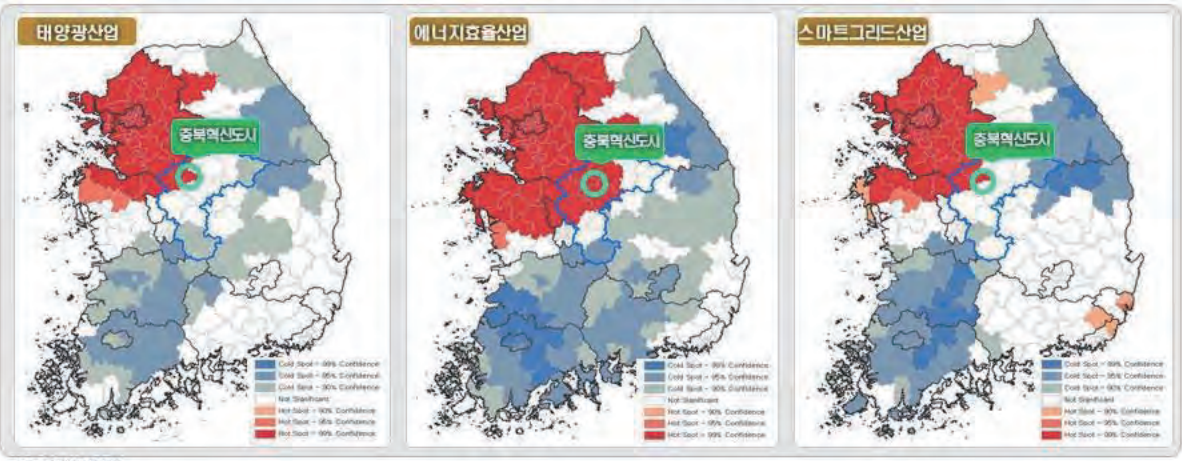
기업 집적도 분석 충북의 3대 에너지중점분야는 타 지역에 비해 지역경쟁력 매우 우수

3대 중점산업 관련 기업체 분석결과 : 충북혁신도시 중심으로 집적화 ☞ 에너지산업융복합단지 최적지

[산업적 측면] 태양광, 에너지효율, 스마트그리드 등 관련 앵커기업 분포 (101개 기업, 20km이내)

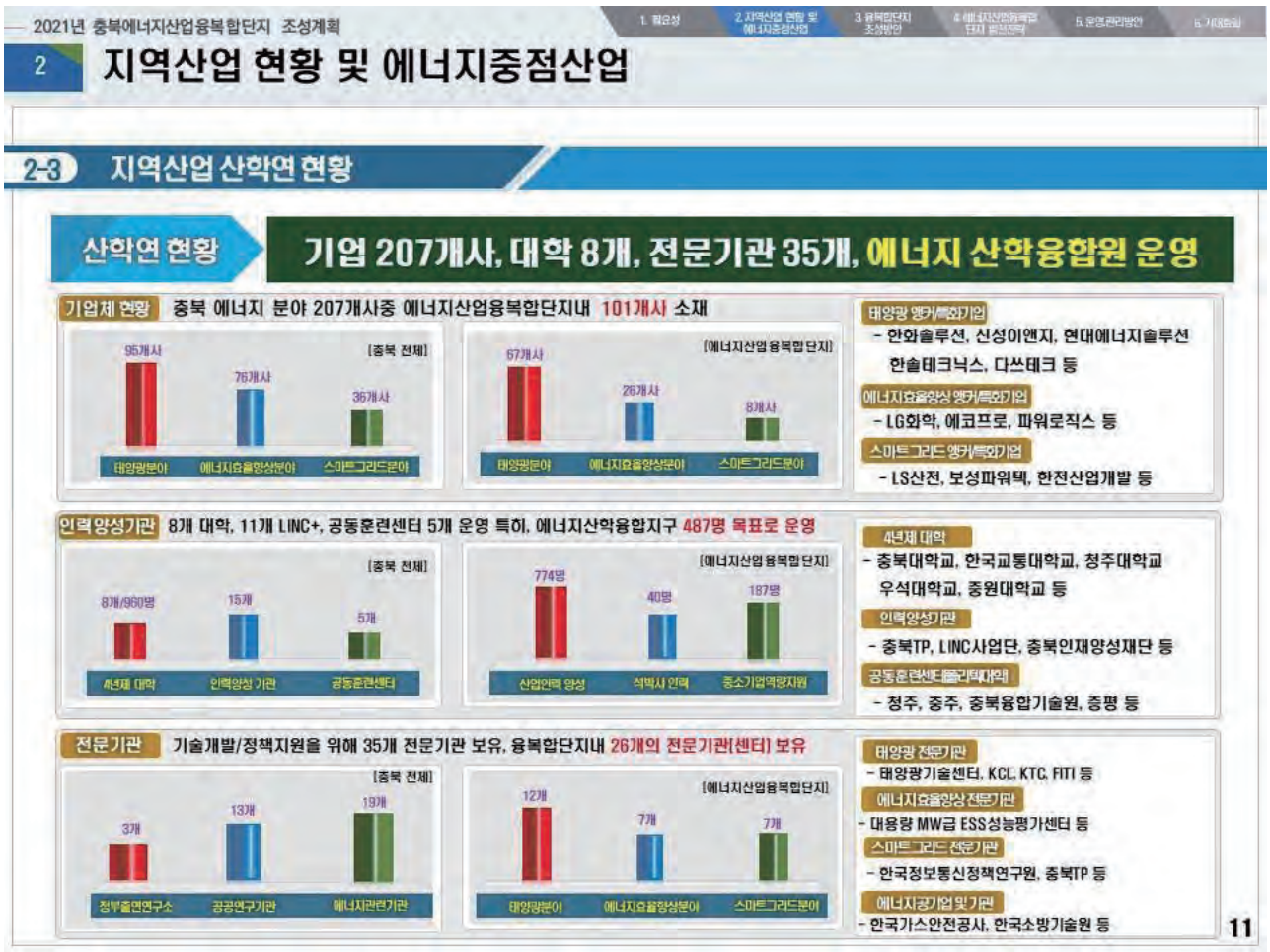
[지리적 측면] 혁신도시 주변 산업단지 밀집되어 지역혁신거점 수행 최적지 (40개 단지, 20km이내)

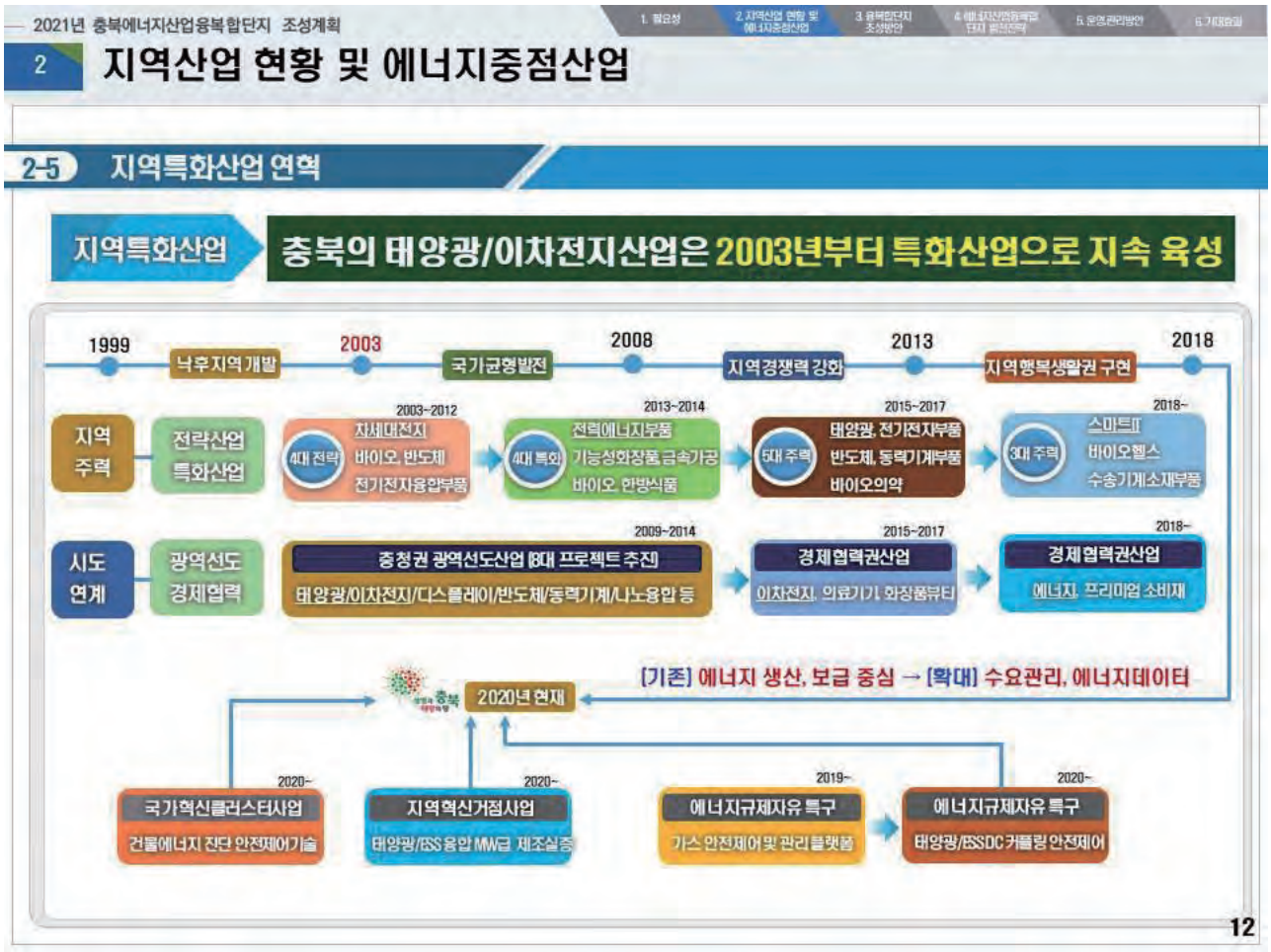
* [참조] 태양광의 경우 서울/경기는 본사 위치, ESS의 경우 충남 삼성SDI 위치, 스마트그리드의 경우 서울/경기 본사 위치 등으로 분석됨



2018 산업연구원 조사

10


2021년 충북에너지산업융복합단지 조성계획
2 지역산업 현황 및 에너지중점산업
2-3 지역산업 산학연 현황
산학연 현황
기업 207개사, 대학 8개, 전문기관 35개, 에너지 산학융합원 운영
기업체 현황 충북 에너지 분야 207개사중 에너지산업융복합단지내 101개사 소재
[충북 전체]
95개사
76개사
36개사
태양광분야
에너지효율향상분야
스마트그리드분야
[에너지산업융복합단지]
67개사
26개사
8개사
태양광분야
에너지효율향상분야
스마트그리드분야
태양광 앵커/특화기업
- 한화솔루션, 신성이앤지, 현대에너지솔루션
한솔테크닉스, 다쓰테크 등
에너지효율향상 앵커/특화기업
- LG화학, 에코프로, 파워로직스 등
스마트그리드 앵커/특화기업
- LS산전, 보성파워텍, 한전산업개발 등
인력양성기관 8개 대학, 11개 LINC+, 공동훈련센터 5개 운영 특히, 에너지산학융합지구 487명 목표로 운영
[충북 전체]
8개/960명
15개
5개
4년제 대학
인력양성 기관
공동훈련센터
[에너지산업융복합단지]
774명
40명
187명
산업인력 양성
석박사 인력
중소기업역량지원
4년제 대학
- 충북대학교, 한국교통대학교, 청주대학교
우석대학교, 중원대학교 등
인력양성기관
- 충북TP, LINC사업단, 충북인재양성재단 등
공동훈련센터(폴리텍대학)
- 청주, 충주, 충북융합기술원, 증평 등
전문기관 기술개발/정책지원을 위해 35개 전문기관 보유, 융복합단지내 26개의 전문기관(센터) 보유
[충북 전체]
3개
13개
19개
정부출연연구소
공공연구기관
에너지관련기관
[에너지산업융복합단지]
12개
7개
7개
태양광분야
에너지효율향상분야
스마트그리드분야
태양광 전문기관
- 태양광기술센터, KCL, KTC, FITI 등
에너지효율향상 전문기관
- 대용량 MW급 ESS성능평가센터 등
스마트그리드 전문기관
- 한국정보통신정책연구원, 충북TP 등
에너지공기업 및 기관
- 한국가스안전공사, 한국소방기술원 등
11


2021년 충북에너지산업융복합단지 조성계획
2 지역산업 현황 및 에너지중점산업
2-5 지역특화산업 연혁
지역특화산업
충북의 태양광/이차전지산업은 2003년부터 특화산업으로 지속 육성
1999
낙후지역개발
2003
국가균형발전
2008
지역경쟁력 강화
2013
지역행복생활권 구현
2018
지역 주력
전략산업 특화산업
4대 전략
2003~2012
자체대전지
바이오, 반도체
전기전자융합부품
4대 특화
2013~2014
전력에너지부품
기능성화장품, 금속가공
바이오 한방식품
5대 주력
2015~2017
태양광, 전기전자부품
반도체, 동력기계부품
바이오의약
3대 주력
2018~
스마트IT
바이오헬스
수송기계소재부품
시도 연계
광역선도 경제협력
2009~2014
중청권 광역선도산업 (8대 프로젝트 추진)
태양광/이차전지/디스플레이/반도체/동력기계/나노융합 등
2015~2017
경제협력권산업
이차전지, 의료기기, 화장품뷰티
2018~
경제협력권산업
에너지, 프리미엄 소비재
(기존) 에너지 생산, 보급 중심 → (확대) 수요관리, 에너지데이터
2020년 현재
2020~
국가혁신클러스터사업
건물에너지 진단 안전제어기술
2020~
지역혁신거점사업
태양광/ESS융합 MW급 제조실증
2019~
에너지규제자유 특구
가스 안전제어 및 관리플랫폼
2020~
에너지규제자유 특구
태양광/ESS DC 커플링 안전제어
12

2 지역산업 현황 및 에너지중점산업

2-6 지역특화산업 역량

지역특화산업 역량 | **지역특화산업 육성을 위해 2011년부터 총 6,283억 누적 투자 지원**

■ 태양광 및 에너지효율, 스마트그리드산업에 대한 기술지원, 사업화, 마케팅과 인증지원 등 지속 투자
- 특화산업 : 지역특화산업, 국가혁신융복합클러스터, 연구개발특구, 에너지안전 규제자유특구 등
- 2011년부터 총 6,283억 지속 투자(2011년부터~현재)
  (태양광 분야 : 15개 사업, 2,131억원, 에너지효율향상 분야 : 15개 사업, 1,634억원, 스마트그리드 분야 : 9개사업, 2,517억원)

지역특화산업 (주력, 광역)	국가혁신융복합클러스터	태양광산업 특구
· 지역주력산업/경제협력권사업 - 태양광, ESS의 부품, 소재, 시스템 - 에너지 절감ICT 융합부품 및 시스템	· 지능형첨단부품산업(IoE) 성장거점 - 에너지 수집/제어/안전관리 플랫폼 - 에너지 디지털트윈 및 유지보수	· 태양광산업 특구지정(11년부터) - 기업 투자 유치 및 산업육성 - 18년 전국 최우수특구선정(170개 대상)
충북연구개발 특구	**글로벌 스마트 솔라밸리/지역육성 전략**	**에너지안전 규제자유특구**
· 4차 산업혁명과 지능정보화 R&D - 지능의료/ICT컬쳐/스마트에너지 R&D지구(태양광, ESS, 이차전지육성)	· 태양광 기반 미래에너지 가치 구현 - 에너지신산업 실증기반구축 - 에너지 인력양성 산학융합지구 운영	· 스마트 안전제어 규제자유특구 조성 - 가스 유/무선 원격제어 안전관리구축 - 태양광/ESS기반 DC 커플링 안전규제

2 지역산업 현황 및 에너지중점산업

2-8 에너지중점산업 도출 결과

선정 결과 | **정부정책과의 연계성, 정합성 및 충북의 에너지 강점분야 중점산업 선정**

중점검토사항

■ 에너지산업융복합단지 조성 추진을 위한 여건 성숙, 시장창출 기반 마련, 그린뉴딜 정책과의 정합성 고려
1. 글로벌 솔라밸리 충북조성을 위해 기업/기관/기업지원/인력양성 등 누적 투자금액 : 약 1조 4,000억원
   * 태양광기술센터, 태양광재활용센터, MW급 ESS성능평가센터, 건물에너지센터, 에너지 산학융합지구 등 인프라구축 추진
2. 태양광 뿐만 아니라 에너지융복합 측면에서 에너지효율(ESS)와 지능형서비스(IoE) 산업융합 확대
3. 태양광 기반 융복합산업과 지능형 IT, 빅데이터 등 에너지신산업 지속적 발굴과 협력산업으로 육성

도출 결과

	3개 중점산업 선정			공기업 연계 확산산업
에너지 중점분야	01 태양광(PV)	02 에너지효율향상(ESS)	03 스마트그리드(IoE)	04 (표준, 안전) 가스, 연료전지
에너지 중점기술	· 소재 부품, 경량화 · 장비 및 고효율화 · 수상용 태양광 · 전기안전/사업법 · BIPV, 도로, 방음벽 · DC BUS, 5G 유무선 · AI, 빅데이터, O&M	· 전력계통, EMS · 전력 ICT, PCS · VPP, 전력중개거래 · 양방향 ESS/UPS · 배터리 BMS · 에너지 프로슈머 · EV 배터리, 모터 자원화	· 전력/가스/열 수집장치 · 제로에너지(Active) · 비상전원, BEMS · 스마트 조명 · IoE 기반 스마트시티 · 에너지 프로슈머(P2P) · 그린 리모델링	· P2G, LVDC B.M 모델 · 저장 탱크, 운송 안전 · NH3, CH4 분해/정제 · 이동형 모빌리티 안전 · 에너지 자립률 향상 · RE100 인증체계 · 수소시범도시/타운

2 지역산업 현황 및 에너지중점산업

2-7 에너지안전산업 역량

지역특화산업 확대 **충북의 특화산업 중심으로 전기/화재, 안전 등 차세대성장동력 확보**

- ■ 에너지공기업 및 기관 : 한국가스안전공사, 한국소방기술원, 국가기술표준원 등
- ■ 전문 지원기관 : 충북테크노파크, 대한전기협회, 한국건설생활환경시험연구원, 한국전기전자시험연구원 등
- ■ 인력양성 기관 : 충북대학교, 대한전기공사협회, 에너지산학융합본부 등
- ■ 중점 분야 : 태양광 전기설비, 태양광/ESS기반 MW급 고전압안전, EV용 ESS화재안전, 수소 전주기 안전평가

태양광/ESS 고전압 안전 실증단지 조성

DC1500V 전기안전 실증 및 전기사업법(KEC) 개정 추진

EV/모빌리티용 ESS 화재안전평가 기반구축

모빌리티 ESS 배터리 화재안전 시험설비 및 평가기술

수소 전주기 제품안전성평가 기반구축

15

2021년 충북에너지산업융복합단지 조성계획

생명과 태양의 땅 충북

함께하는 도민 일등경제 충북

III. 에너지산업융복합단지 조성방안

3 에너지산업융복합단지 조성방안

3-2 단지조성 추진 절차 및 결과

단지 지정 결과 에너지 앵커기업 분포, 단지의 확장성과 인프라 집적도 고려 **융복합단지 선정**

지정 절차

1단계	2단계	3단계	4단계	5단계
정부 지정 가이드라인 검토	후보지구 현황 및 특성분석	지역특화산업과 연계성	지자체 의지 및 조성계획	대상지구 최종 선정, 확정

단계별 중점 사항

- 1단계 : 정부 지정 가이드라인 검토 ☞ 기존 클러스터[혁신도시, 산업단지, 전원개발구역 등]과 연계 가능성
- 2단계 : 후보 산업단지 현황 분석 ☞ 혁신도시 중심 40개 산업단지 중 완료지구 28개, 계획지구 12개 분석
- 3단계 : 지역 자체 기준 설정 및 특화산업 검토 ☞ 후보지구 선정 및 기업체 현황 분석 [에너지분야 101개 입지]
- 4단계 : 지자체 중점사업 및 의지 ☞ 충북 민선7기 핵심과제 중 사업비 비중 4위, 도비 출자 기준 1위로 의지 강함
- 5단계 : 조성 유형별 지구 세부 전략화 ☞ 혁신도시 중심 14개 산업단지 및 신규조성 단지 특화[4개, 혁신도시 포함]
- [기타] : 공간 구상 및 조성방향 ☞ 코어지구 I 과 코어지구 II, 연계지구로 구분하여 전략/단계별 융합 육성

최종 확정

- 코어지구 I : 4개 에너지특화단지 조성, 앵커기업 및 전문기관, 인력양성, 글로벌협력 등 ☞ 융복합단지 거점 조성
- 코어지구 II : 혁신도시 인근의 기존 10개 산업단지 조성[산업단지 업종 전환] ☞ 제조혁신 밸류체인 생태계 조성
- 연계지구 : 코어지구의 기능 집적화 협력지구[29개 산업단지] ☞ 4차 산업혁명 관련 디지털 안전정보기술 협업

17

3 에너지산업융복합단지 조성방안

3-3 단지조성 공간범위 및 확장성

단지 공간 범위 혁신도시 중심으로 20km이내, 면적 27,873,522m² 지정하고 단계적 조성 추진

공간 범위

- 공간 범위 : 혁신도시 중심 20km이내
- 단지 면적 : 27,873,522m²

주진 방안

- [1단계, 1~5년] 코어지구 I : 에너지특화 단지 조성
- [2단계, 5~10년] 코어지구 II : 기존 산단 밸류체인 전환
- 연계지구 : 코어지구[I, II] 협력형 디지털IT, 빅데이터 협력

제한 사항 확인

- 입지 계획
  산업기술단지/연구개발특구, 규제자유특구 등 부지 검토
- 개발 제한
  지자체(도/시/군)의 토지이용계획 확인
- 확장성 고려
  코어지구 I, II 산업단지 활용 융복합단지 확장성 확인

단지별 연계방안

충북의 에너지산업 특화 분야를 중심으로 기능과 연계에 충실한 조성전략 을 통해 미래 新에너지 안전, 표준서비스 실증·협력형 공간범위 설정과 자원 효율화

18

3 에너지산업융복합단지 조성방안

3-4 코어지구 I 특화 조성 방안

코어지구 I 충북 3대 에너지중점산업 기반의 4개 특화단지 조성하여 에너지안전산업과 동반육성

코어지구 I : 4개 단지조성

충북혁신도시
태양광/ESS 기반의 건물에너지진단 및 교육 거점화
- 태양광 ESS 융복합시스템 실환경 안전실증단지 구축
- 소재부품 양산성 검증을 위한 시제품 제조/검증 기반 구축
- 스마트시티 에너지 최적화 및 건물에너지진단 기술개발

진천 융복합단지
가스, 연료전지 등 지능형 안전제어 플랫폼 구축
- 전기, 가스, 열 기술지원 및 원스톱 인증지원 시스템 구축
- 태양광, 에너지효율(ESS) 등 기술 기반의 표준화 제/개정
- 국가공동 기업활용 R&D센터 구축 및 기술 활성화

음성RE100 산업단지
산단스마트에너지 최적화 기술 및 통합안전관리
- RE100 산업단지 조성(태양광, ESS, 연료전지 및 통합관리)
- 스마트산단 통합관리을 통한 안전관리시스템 구축
- 태양광 설치조건 등 설계, 설치 및 시공기술 검증

진천복합 산업단지
도시단위 디지털트윈 제어 및 중개시스템 구축
- 도시단위 태양광·ESS 융복합 연계 실증단지 조성
- 자율주행 도로, 에너지 국제협력 컨퍼런스 조성
- 도시단위 에너지 빅데이터 관리 및 활용 기술

충북에너지산업 융복합 특화단지 조성 및 산업 생태계 혁신

- 충북 3대 에너지산업 육성
- 기술 인증 및 표준화 거점
- 에너지 안전산업 동반성장

2021년 충북에너지산업융복합단지 조성계획
1. 필요성 | 2. 사업산업 분석 및 에너지주요산업 | 3. 융복합단지 조성방안 | 4. 에너지산업융복합단지 발전전략 | 5. 운영관리방안 | 6. 기대효과

3 에너지산업융복합단지 조성방안

3-5 코어지구 II : 에너지 밸류체인형 산업단지

특화분야 에너지 앵커기업 중심의 소재/부품/장비 등 밸류체인형 제조혁신 산업단지 전환

단지 개요
- 면적 : 9,323,186m²
- 산업단지 : 10개[조성완료 4, 계획 2, 추진 4]
- 앵커기업 : 한화솔루션, 신성이앤지, 현대에너지솔루션 등

추진 배경
- 배경 : 코로나-19에 의한 에너지분야 소/부/장 공급망 붕괴 발생 따라서, 지역단위 Localization 공급 밸류체인 집적화 요구됨

조성 방향
- 앵커기업 중심의 산업단지 조성을 통한 밸류체인 생태계 강화
  - 코어지구 II 소재 앵커기업 중심으로 산업 밸류체인 생태계 조성
    ☞ 에너지산업융복합단지 확장성 확보
  - 노후 산업단지화에 따른 소재, 부품, 장비, 시스템 관련 기업의 신규 투자 지구[소/부/장 특화 단지]로 육성
  - 주력제조업 녹색전환을 위한 저탄소/녹색산단 조성
    ☞ 스마트에너지플랫폼 구축, 에너지효율화 진단/관리시스템 지원
  - 노후 산업단지 규제 해소 및 앵커기업과의 협력 유도를 통한 에너지 기업 사업전환 ☞ 디지털 제조혁신 생태계 조성

단지 배치도

3 에너지산업융복합단지 조성방안

3-6 연계지구 : 에너지 지능정보 협력단지

특화분야 3대 에너지중점산업과 스마트안전산업 육성을 위한 지능정보화 기술융합 지원

단지 개요

- 면적 : 13,591,297m²
- 산업단지 : 29개[조성완료 및 활성화]
- 앵커기업 : LG화학, 에코프로, 파워로직스, LS산전, 현대모비스 등

추진 배경

- 배경 : 디지털, ICT 및 빅데이터 관련 산업생태계 조성 및 활성화 따라서, 신규 조성되는 코어지구에 대한 전방위 산업협력 지원

협력 방향

- 스마트에너지 ICT 정보기술 및 빅데이터 분석 관련 기술 협업
- 연구개발특구, 가수/수소안전단지, 전기안전단지 등 3대 에너지 중점산업과의 기술융합 지원 기능 수행
- 앵커기업과 유치 기업간의 수요 공급 밸류체인 네트워크 강화
- 안전산업 활성화를 위한 AR/VR 기술, 에너지설비의 위험 전조 예측 및 사전 대응 기술개발, 빅데이터 기반의 에너지설비 노후도 /위험도 예측평가 기술 등 에너지산업과 타산업간의 기술융합
- 창업 인큐베이터 및 Post-BI 기업지원 협업

단지 배치도

21

3 에너지산업융복합단지 조성방안

3-7 기존 클러스터와의 연계방안

연계방안 기존 핵심 기술개발 중심에서 대규모 실증과 연계한 지역에너지 혁신거점 조성

기존 클러스터 정책 ← [연계협력] → 에너지산업융복합단지 → [성과확산] → 지역혁신성장 거점화

지역혁신거점(스마트특성화)

- 태양광, ESS의 부품, 소재, 시스템
- 국내최초 DC 1500V 안전실증단지

국가혁신융복합클러스터

- 지능형첨단부품산업(IoE) 성장거점
- 에너지절감형 부품 및 시스템 개발

에너지안전 규제자유특구

- 가스 유/무선 원격제어 안전관리구축
- 태양광/ESS기반 DC 커플링 안전규제

충북연구개발특구

- 4차산업혁명과 지능정보화 R&D육성

코어지구 I + 태양광/ESS산업

- 전력품질 및 운영 기반 안전기술 실증
- 태양광/ESS 전기안전 전기사업법 개정

코어지구 I + 스마트그리드산업

- 혁신도시 스마트시티 조성 계획 반영
- 건물에너지 진단 및 에너지효율 연계

코어지구 I + 태양광/ESS산업

- 진천복합산업단지 조성 계획 반영
- 태양광 전기관리 법률 개정 및 표준화

코어지구 I + II + 스마트에너지 산단

- 신재생에너지와 정보통신 디지털 융합

지역혁신성장 거점화

- 앵커기업 및 연관기업 집적화
- 기관/기업간 공동연구 활성화
- 개방형 에너지 실증단지 공동활용
- 산업체 인력양성 교육/실습 병행
- 산단 개선 밸류체인 생태계 전환
- 사업화 및 마케팅 공동추진 확대

22

생명과 태양의 땅 충북

함께하는 도민 일등경제 충북

IV. 에너지산업융복합단지 발전전략

4 에너지산업융복합단지 발전전략

4-1 비전 및 목표

비전

국가 신재생에너지 미래가치 구현을 위한

"신재생에너지 안전, 표준 실증기반의 에너지안전산업 육성"

목표

강소기업 60개, 고용창출 10,771명, 인력양성 1,034명, 생산효과 13,489억

전략

에너지특화 단지조성 (실증기반형)	디지털 제조혁신 (혁신생태계형)	안전, 실증 표준 거점화 (사업촉진형)

과제

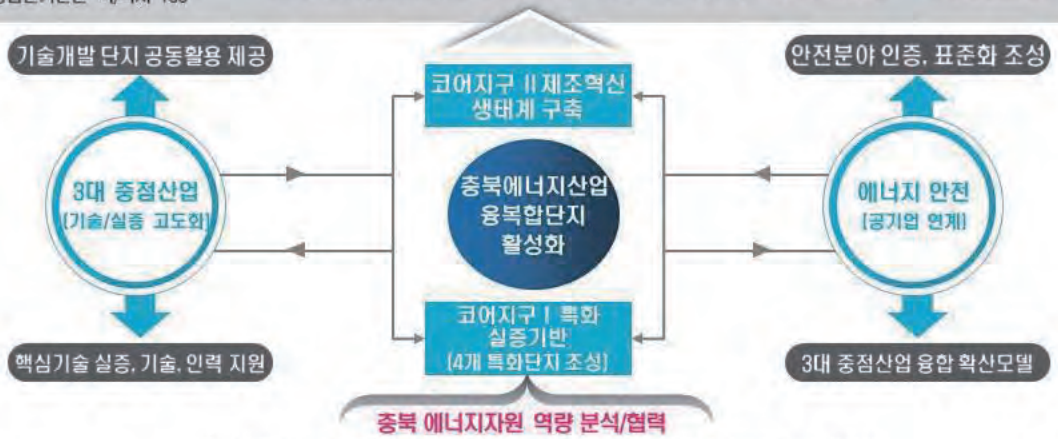
3대 중점산업 활성화 위한 융복합단지 인프라 구축	기술혁신 역량 강화 및 디지털 생태계 지원 확대	에너지 지능정보 융합기술과 안전분야 인증/표준기반 조성
· 3대 중점 에너지 실증기반 확보 · 전문연구기관 및 기업투자 유치 · 현장 수요맞춤형 전문인력양성 · 코어지구 I 4개 특화단지 조성	· Localization 산업생태계 조성 · 융복합단지 확장성 기반 마련 · 앵커기업 중심 벨류체인 조성 · 코어지구 II 소부장 특화단지조성	· 에너지 안전분야 실증기술확대 · 공공기관/기업 연계 핵심기술개발 · 인증, 표준화 기반 혁신거점 조성 · KS, IEC 등 글로벌 표준화 참여

4 에너지산업융복합단지 발전전략

4-2 에너지산업융복합단지 육성 계획

육성계획 석박사 전문인력양성, 강소기업 및 전문기관 유치, 글로벌협력강화를 통해 산업활성화

전문 석/박사 인력양성 260명 배출	강소기술기업 60개사 유치	전문연구기관 7개 유치	글로벌 협력 강화
태양광기반 산학융합지구 석/박사 40, 산업인력 774, 혁신연구센터 박사 60, 통합전기안전 석/박사 160	타깃기업군(50억 이상, 10인 이상) 목표 : 태양광 27, ESS 26, 스마트그리드 7	융복합단지 조성을 통한 유치 확대 전문연구기관 3, 뿌리산업 지원기관 4	국제교류협력 36개국, 29개 도시, 101개 공공기관 협력강화



충북 에너지자원 역량 분석/협력

- 융복합단지내 특화기업(101개사) : 태양광 67개사, ESS 26개사, 스마트그리드 8개사
- 전문인력양성 1,570명/년간 : 대학 8개, 인력양성기관 9개, 마이스터고 2개교 등
- 공공기관/전문기관 19개 : 태양광 15개, ESS 11개, 스마트그리드 9개로 충북제외 19개

25

4 에너지산업융복합단지 발전전략

4-3 기술 · 실증 추진방안

추진방안 3대 중점산업의 지역/기술적 여건을 해소하고 기술 · 사업화 중심의 지원 확대

지역 및 기술여건

태양광산업	에너지효율향상산업	스마트그리드산업
· 태양전지 셀, 모듈 기업 집적화(전국 비중 60%) · 성능 신뢰성 및 KS시험기관 보유(TP, KCL, KTC) · 대규모 실증지원(MW급) 인프라 부족 · 태양광 국가종합실증단지 부재 · 소재/부품/장비 등 Value Chain 부족	· ESS 셀, 모듈 기업 집적화(전국 비중 50% 이상) · ESS 성능 신뢰성 및 KS시험기관 보유(KCL, KTC) · ESS 고출력 베터리 제조 장비 인프라 부재 · 소재/부품/장비 등 Value Chain 부족 · ESS기반 융합기술 실증 및 단지 조성 부재	· 건축 외장재, BIPV 등 KS시험기관 보유 · 제로에너지빌딩(ZEB) 요소기술 R&D 수행 · 건물에너지 통합 IoE Value Chain 부족 · 에너지 스마트시티 발전 계획 수립

기술확대 전략

태양광산업	에너지효율향상산업	스마트그리드산업
· 국내최초 MW급 DC1500V 설비 평가 구축 · 태양광 기업공동활용 시제품제작지원센터 · 소재/부품/장비 등 Value Chain 생태계 육성 · 건물 · 에너지정보 통합성능평가센터 구축 · 입지 다변화, ICT 융합 제품 기술서비스 · 태양광설비 전기안전 및 화재관리 시스템	· ESS 부품/제조검증센터/실증 테스트베드 구축 · 소재/부품/장비 등 Value Chain 생태계 육성 · DC Coupling 기반 에너지 규제자유특구 추진 · 제로에너지 건물, 산업단지 실증단지 구축 · ESS 화재/안전 및 수송모빌리티 융합단지 조성 · ESS 고효율 전지 고신뢰성 제고 기반구축	· AI기반 스마트건물 에너지 하우징 기술개발 · 도심 건물에너지 IoE 통합 플랫폼 단지 구축 · Ridar+디지털트윈 스마트 산단/도시 조성 · 스마트시티와 이상기후 예지 융합기술개발 · 에너지 규제자유특구 DC/LVDC 단지 조성 · 재생에너지 온실가스 인벤토리 기반구축

26

4 에너지산업융복합단지 발전전략

4-4 기술 · 실증 · 안전 융합사례

● **전국 최초** 태양광,ESS연계형 **융복합실증단지 조성** ☞ 설비의 **안전관리기술 확보 및 전기사업법 개정**

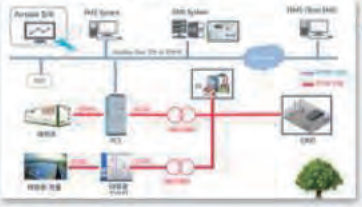
* [추진배경] 전기사업법 개정(저압범위, 2021시행)에 따라 직류전압 범위 증가 (DC750V이하→DC1500V이하) 관련 전기안전 및 관련 법규 적합성 검토)

전기사업법 개정에 따라 저압전압 범위 증가→고전압에 대한 ESS 충/방전 및 전기 보호접지, 화재 검증→전기사업법 제 · 개정

구분	현행	개정
저압 (충전부노출, 대안전기협회)	DC 750V 이하	DC 1500V 이하
	AC 600V 이하	AC 1000V 이하
고압 (대만금, 전남/광주)	DC 750V 초과 7000V 이하	DC 1500V 초과 7000V 이하
	AC 600V 초과 7000V 이하	AC 1000V 초과 7000V 이하
특고압	7000V 초과	7000V 초과

태양광/ESS 설비 안전진단 및 운영 표준화

§ 국내 최초 태양광/ESS 연계 DC 1500V 설비구축
§ 전압 증가에 따른 부품, 소재 내구성 평가
§ 설비 지침 및 전기사업법 개정(대한전기협회 공동주관)
§ 접지, 감전, ESS 운영방법 등 지침서 개발



실증운영 기술 지원 및 안전산업 생태계 육성

2021년 충북에너지산업융복합단지 조성계획
1. 필요성 | 2. 사업산업 현황 및 에너지융합산업 | 3. 융복합단지 조성방안 | 4. 에너지산업융복합 단지 발전전략 | 5. 운영관리방안 | 6. 기대효과

4 에너지산업융복합단지 발전전략

4-5 중점산업의 확산방안

육성방안 기술개발과 실증, 전문인력양성 통합하는 **에너지산업의 클러스터 DNA 조성**

3 기술, 산업의 고도화

에너지산업융복합단지 조성과 안전기술 융합을 통한 기술사업화

3대 에너지 중점산업 강화 — **4 에너지 안전산업 융합,확산**

기능 협업

3대 중점 에너지 핵심기술 ⇄ (고도화 요소 기술 개발 / 현장적용 기술 평가/개선) ⇄ 실증기술 활용 인프라 지원 ⇄ (개발기술의 사전실증 요청 / 제품개발 기준 및 인증, 표준 제시) ⇄ 지역에너지 센터 설립 (산학연 협업) ⇄ (전문인력 제공 / 현장기술 교육지원) ⇄ 생태환경 기업 육성 (수혜기업)

2

기술연계 확대			전문인력양성
전기설비 안전 IoT 기술	태양광 전기설비 관리기술	건물에너지 안전진단 기술	기업 수요맞춤형 전문교육
안전관리 AR/VR 기술	ESS 화재 제어 핵심 기술	에너지 디지털트윈 운영 기술	차세대 공정기술 인력양성
스마트시티 안전데이터 공유	디지털기반 관리 에지기술	건물에너지정보 3D화 기술	지능정보형 통합안전기술 교육
수소 DC 안전성확보 기술	가상집합 IDC센터 운영기술	DC기반 에너지 통합제어 기술	표준 및 전기사업법 제정/개정

1 충북에너지산업융복합단지 조성
3대 중점분야 : 태양광/에너지효율향상/스마트그리드

5 에너지산업융복합단지 확산 모델 완성
에너지융복합 기술중심의
안전 인증 및 표준화 클러스터 구축

생명과 태양의 땅 충북

함께하는 도민 일등경제 충북

Ⅴ. 에너지산업융복합단지 운영,관리방안

5 에너지산업융복합단지 운영 · 관리방안

5-1 단지육성 지원제도 (세제,금융,보조금 등)

지원 분야 자금, 세제지원, 인력양성 및 판로개척 등 단지육성을 위한 161개 정책 지원 강화

자금 26개	판로/수출 38개	인력/교육 23개	인증/지식재산 15개	기술지원 26개

자금 및 세제지원	투자촉진보조금(최대 50억원), 특별지원(300억원초과시 의회동의), 지방세감면(최대 100%) 등
금융 및 판로지원	경영안정자금(880억원), 벤처지식산업지원(15억원), 창업자금(1,000억원), 신성장기반자금(45억원), 고용창출기업특별자금(50억원), 청년창업자금(20억원) 등
기업성장 및 혁신지원	기업의 판로개척, 인력양성 및 고용안정, 인증 및 지식재산권 지원, 기술지원, 보증보험 등
주민 수용성 확보	기업지원 One Stop서비스, 도/시/군 의원, 시민단체의 참여, 주민공유 발전방안 수립 등
규제특례지원	에너지특화기업 조달우수 구매 유도, 기술R&D 추진시 지방비 매칭 지원, 육성 조례 제정 등

5 에너지산업융복합단지 운영 · 관리방안

5-2 종합지원센터(지역에너지센터)구축 계획

센터 기능 에너지산업융복합단지 조성과 활성화 위한 컨트롤타워 및 성과관리 전문기관 설립

종합지원센터구축

[기능] 에너지산업융복합단지 활성화를 위한 성과 · 관리체계 운영

- 단지 계획 단계부터 추진TF 구성→ 행정 및 인허가 지원, 기업/기관 유치 컨트롤타워 수행
- 에너지산업융복합단지 관련 사업기획, 평가 및 신규사업 발굴 등

[위치] 충북혁신도시(클러스터9)

종합지원센터 구축 위치

종합지원센터 인프라 확보 방안

층수		건축면적	주요시설
증축	4F	창업보육공간	1,563	창업보육(24개) 시설
	3F	지원시설	781	단지 종합지원센터 사무실
		지원시설	781	연구기관 개방형 Open Lab
기존	2F	지원시설	1,563	창업보육(12개) 시설
	1F	지원시설	781	회의실(대회의실 세미나실 등)
		지원시설	781	사무실 및 시험설비
		시험실	1,806	태양전지 우물 KS시험 설비

종합지원센터 통합성과관리 운영체계

효율화

- 자립운영/지원체계 일원화
- 단계별 산업육성 전략수립/수행
- 성과관리 전담기관 업무 수행

주요 기능 및 역할

지속 운영을 위한 수입/지출의 합리적 개선
단지조성 관련 SPC 지분 의무 배정 및 재원 확보
운영전략 : T/F→지역에너지센터→충북에너지공사
단지 조성 단계부터 설계, 인허가, 지원정책 일원화
관리주체 일원화, 입주기업협의회 운영, 민원지원
융복합단지 설계, 구축 및 운영 주관(지자체 TF구성)

31

2021년 충북에너지산업융복합단지 조성계획

생명과 태양의 땅 충북

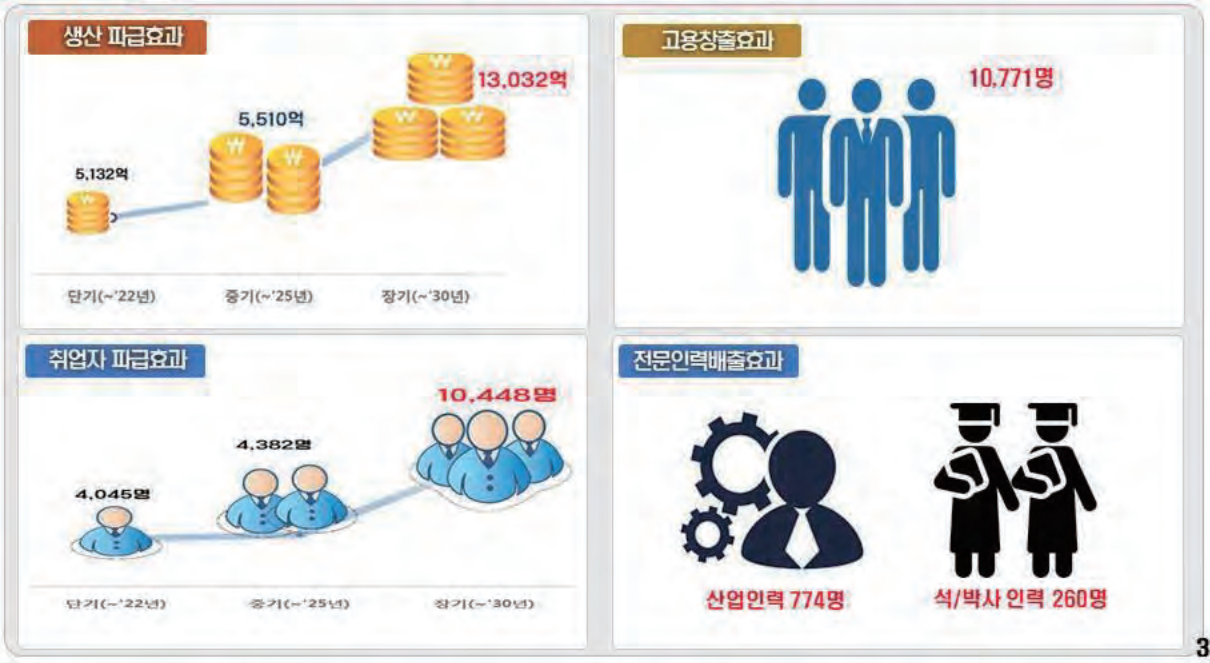
함께하는 도민 일등경제 충북

Ⅵ. 기대효과

6 기대효과

6-1 정량적 효과

정량적 효과 강소기업 60개, 고용창출 10,771명, 인력양성 1,034명, 생산효과 13,032억 목표



33

7 추진사례1

지정고시 (20년 08월 26일, 산업부)

추진 결과 이차전지 소재/부품/장비 기업육성을 위한 특화단지 선정(3,000억 투자 예정)

34

7 추진사례2

지정고시 (20년 08월 26일, 산업부)

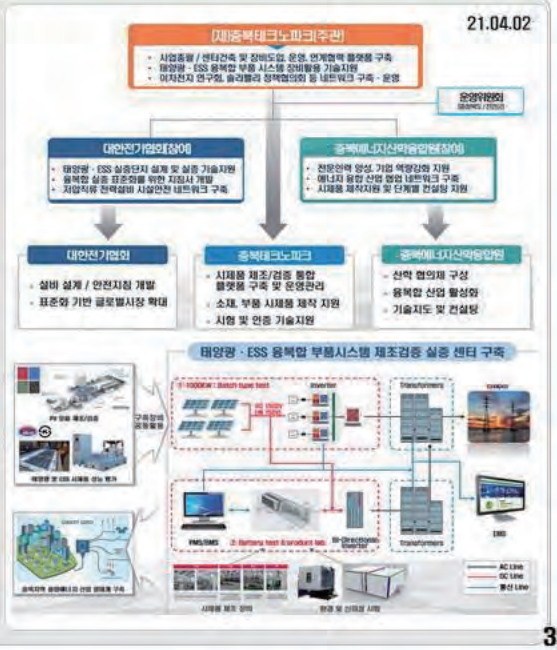
추진 결과 진천에너지융복합파크 특화단지의 태양광 저압실증설비 인프라 구축 (약 164억원)

에너지중점육성 범위

- 공간 범위 : 혁신도시 중심 20km이내
- 단지 면적 : 27,873,522m²

추진 방안

- (1단계, 1~5년) 코어지구 I : 에너지특화 단지 조성
- (2단계, 5~10년) 코어지구 II : 기존 산단 밸류체인 전환
- 연계지구 : 코어지구 조성 관련 디지털IT, ICT신기술 협력



7 추진사례3

지정고시 (20년 08월 26일, 산업부)

추진 결과 음성RE100스마트산단 RE100 달성을 위한 투자협약 체결 (약 1조 5,000억 규모)

업무협약 체결

21.04.06

- 장소 : 충북에너지산업융복합단지 RE100스마트산업단지 [= 음성인곡산업단지]
- 설비 규모 : 연료전지 200MW
- 투자 금액 : 약 1조 5,000억원
- 전기 생산 : 1,700GWh/년 (50만 가구 1년 사용량 수준)
- 단지 면적 : 171만 5,000m² (부지 조성비 : 2,708억원)
- 단지 활용 방안
  - RE100 스마트산업단지 조성
  - 기업 투자 유치
  - 에너지통합관리센터 구축

맺음말

생명과 태양의 땅 충북

함께하는 도민 일등경제 충북

역동적 에너지안전혁신경제로

충북에너지산업융복합단지 조성하겠습니다.

감사합니다.