

대한민국 전력산업의 주요변화 및 기회

에너아이디어 김희집 대표

2021. 5. 25.

EnerIdea

발표자 프로필



김희집

● 경력

- (주)에너아이디어 대표
- 서울대학교 공학전문대학원 객원교수
- 국무조정실 규제개선 및 에너지 신소재 분과위원장
- 전력시장 개편위원회 실시간시장 설계 위원회 위원
- 산업부 제 9차 전력수급계획위원회 위원
- 산업부 제 14차 가스수급계획위원회 위원
- (前) Accenture 컨설팅 26년 근무 (뉴욕 10년, 서울 16년)
- (前) Accenture 한국사무소 대표 및 아시아태평양 에너지 리더 역임
- (前) 산업부 에너지신산업 추진협의회 민간위원장
- (前) 녹색성장위원회 및 국가경제자문회의의 위원

● 학력 : 서울대학교 경영학 학사, 미국 Texas주립대 (Austin) MBA

목 차

- I. 에너지 대전환
- II. 전력 정책 방향
- III. 전력시장의 주요 과제
- IV. 제주도의 기회



우리 인류의 가장 큰 산업인 에너지 산업은 지각 변동을 겪고 있습니다



기후변화 대응 에너지 전환



탈 탄소, 탄소중립



전기화, 수소의 등장



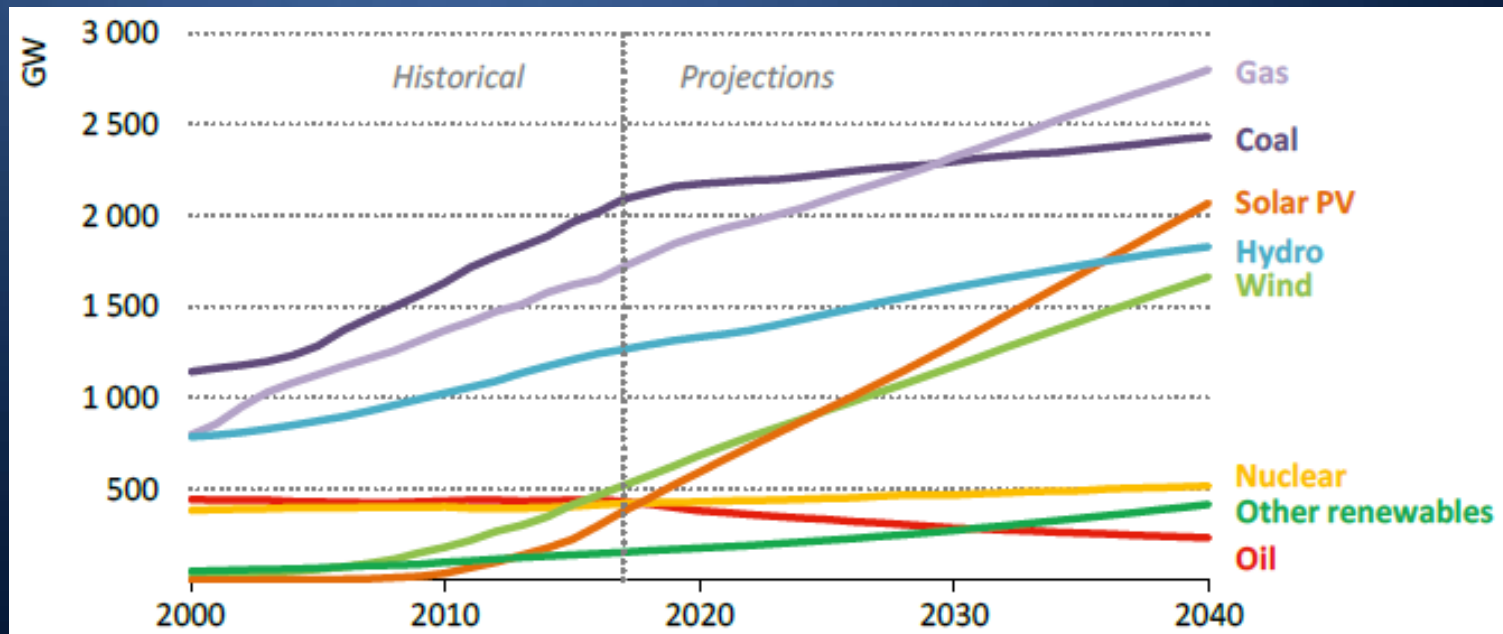
가속화되는 기술의 진보

2030년까지 에너지산업은 재생에너지, 전기자동차, ESS 및 분산 에너지, 디지털 혁명을 축으로 크게 변화할 것으로 예측됩니다



전력 생산 (발전)에서는 태양광과 풍력이 변화를 주도할 것입니다

- Installed power generation capacity by type



The New Policies Scenario reshuffles the leaders in power generation capacity; by 2030, gas surpasses coal while wind and solar PV gain ground

미국 바이든 정부 기후정책



민주당 하원·상원
그린뉴딜 결의안 제출
(19.2.7)



바이든 대통령
기후변화·에너지 정책



온실가스 순배출 제로 달성



일자리 창출 및 경제안보 보장



그린 인프라 및 산업 투자



깨끗한 공기물기후,건강한 먹거리,
자속 가능한 환경 보장



경제정의와 형평성 증진

(공약집) Biden Plan for a Clean Energy Revolution and Environmental Justice(19.1.15),
Biden Plan to Build a Modern, Sustainable infrastructure and an Equitable Clean Energy Future(7.14)



'50년까지 탄소배출 제로 목표 → 100% 청정에너지 경제실현

- 오바마 행정부 '35년까지 발전부문 탄소배출 32%감축(05 대비)
→ 바이든 '35년까지 발전부문 탄소배출 제로, '50년까지 국가 탄소배출 제로가 목표
- 향후 10년 동안 연방예산 1.7조불 투입
→ 주정부민간 등으로부터 총 5조불 투자 유발



파리기후변화 협약 재가입 → 국제협력 강화*

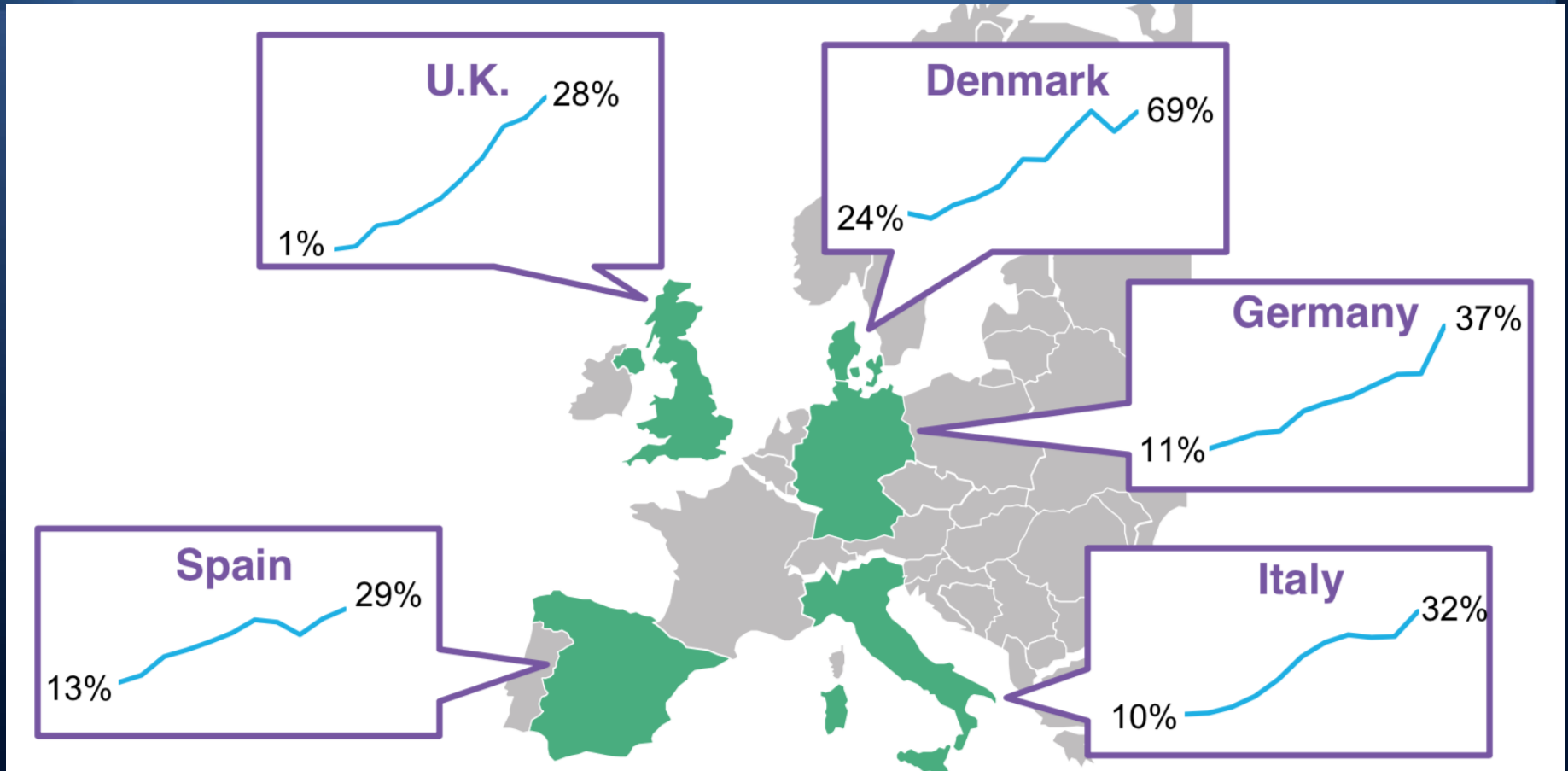
- 파리기후협약 의무 미이행 국가에 대한 탄소국경조정세 적용 등
- 타국의 기후변화 대응목표 상향 요구



기후변화 관련 연구 전담부서 신설(ARPA-C)
친환경에너지 혁신에 4년간 4천 억불 투자 등

- Advanced Research Projects Agency on Climate

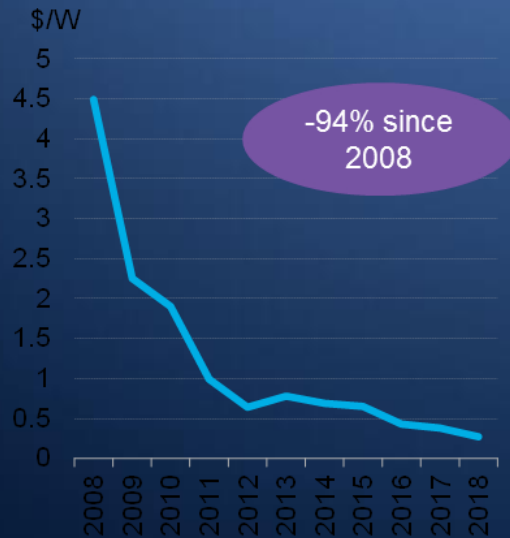
유럽 주요국의 재생 에너지 발전량 비중은 10년간 약진하였습니다



자료: Bloomberg New Energy Finance, respective country sources

Solar, wind and storage got cheap...

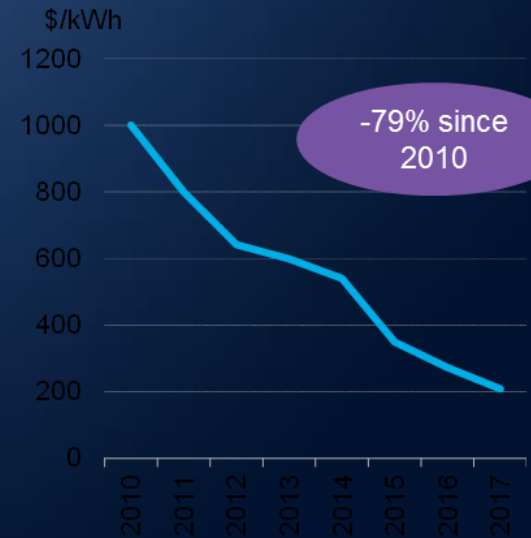
Solar PV module prices



Onshore wind turbine prices



Lithium-ion battery prices



Source: Bloomberg NEF

에너지 전환은 에너지산업 내에서 큰 변화를, 그리고 세계 경제 패권의 변화를 가져올 것 입니다



“Race to the top in the high-value clean tech race such as batteries, electrolyser, offshore wind and (digital-driven) electricity networks”

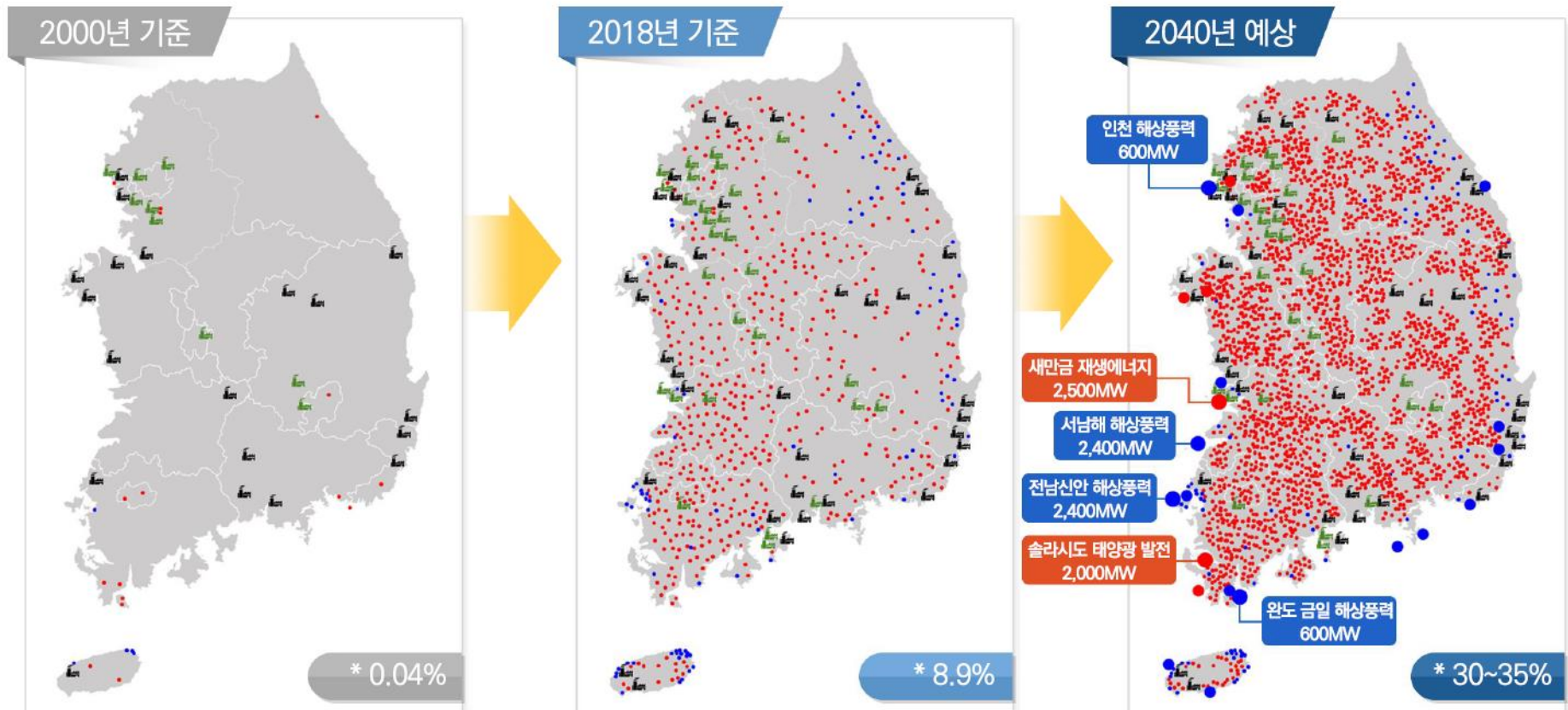
목 차

- I. 에너지 전환 동향
- II. 전력 정책 방향**
- III. 전력시장의 주요 과제
- IV. 전력시장 개선방향 및 사업기회



분산에너지 시스템으로 전환 시 기대되는 미래

 : 원자력, 석탄, 복합화력
  : LNG CHP
   : 500MW 이상 신재생 단지
   : 100 ~ 500MW 신재생 단지
  : 태양광 20MW 규모
  : 풍력 10 ~ 20MW 규모



우리나라의 에너지전환

우리나라 에너지전환은 선진국대비 다소 늦은 편이나 착실히 추진 중

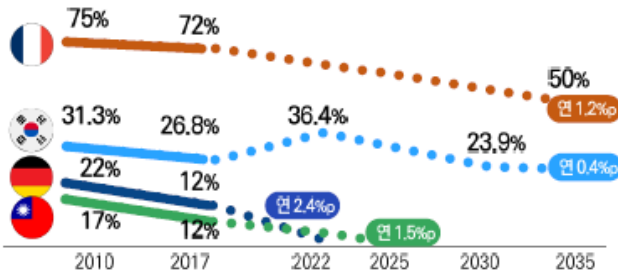


원전 '24년까지 오히려 설비 증가
60여년 이상 점진적 감축
신규건설 및 노후원전수명연장금지

> 주요국 원전 변화

독일	대만	프랑스	한국
(11) 17기	(17) 4기	(17) 72기	(17) 24기
(22) 0기	(25) 0기	(35) 50%	(83) 0기

> 원전 발전비중 전망

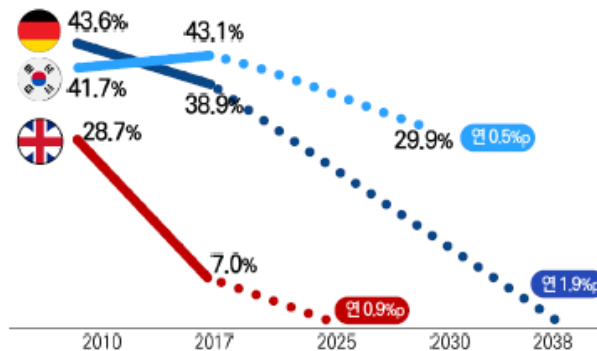


석탄발전량 비중을
'30년 29.9% 수준까지 감축
(17년 43.1%)



영국은 '25년, 독일은 '38년에
석탄발전 전면 폐쇄 예정

> 석탄 발전량 비중 전망

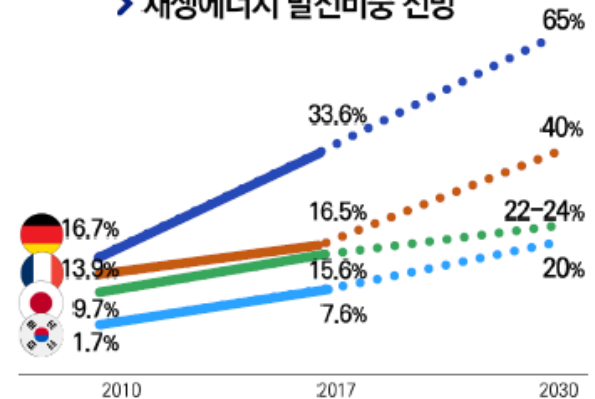


재생에너지는
선진국에 비해 느린 속도
점진적 확대 추진



외국에 비해 절대적으로
낮은 비중(17년 7.6%)을
매년 1%p 점진적 확대

> 재생에너지 발전비중 전망

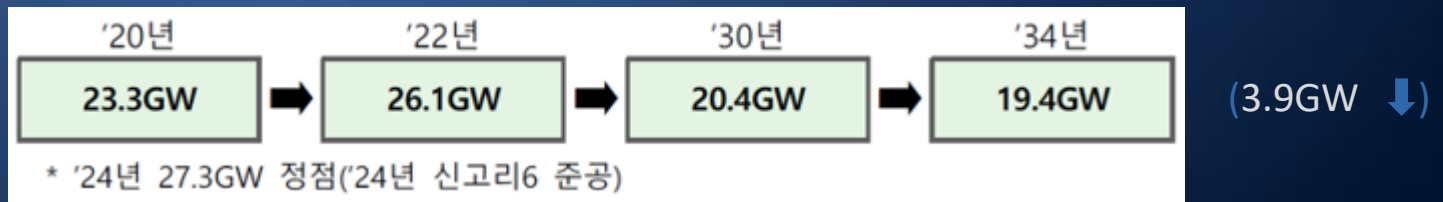


제9차 전력수급 기본계획의 발전설비 계획

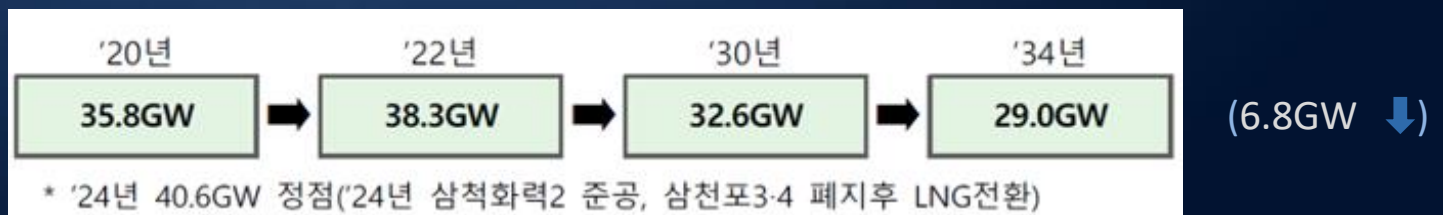
• 확정설비 용량

➤ 총 확정설비 용량 : '34년 총 122.2GW

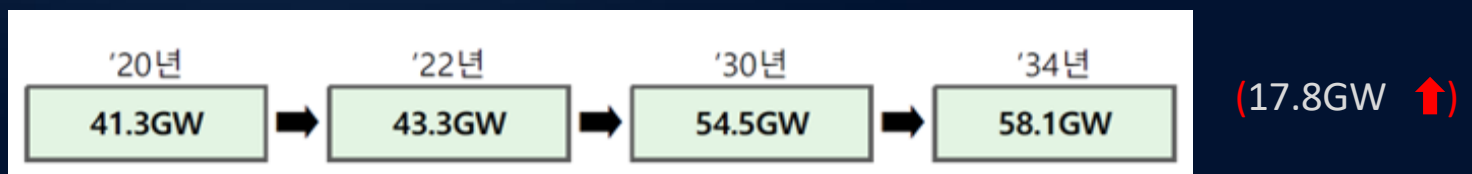
• 원자력 발전



• 석탄 발전

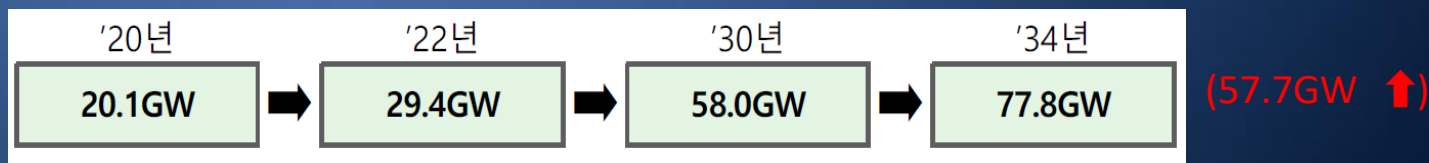


• LNG 발전



제9차 전력수급 기본계획의 발전설비 계획

- 신재생에너지 발전



✓ 재생에너지3020, 수소경제활성화 로드맵, 3차 에너지기본계획, 신재생 에너지법 개정* (19.10월), 그린뉴딜 계획 등 반영

* 비재생 폐기물은 신재생 범위에서 제외

- 태양광(45.6GW) 및 풍력(24.9GW)은 '34년 신재생 전체의 91% 수준
- 연료전지는 8차 계획의 '30년 기준 대비 3.5배 증가(0.75GW→2.6GW)

➤ 전원구성 결과

- '34년 정격용량기준 : 신재생(40.3%), LNG(30.6%), 석탄(15.0%), 원전(10.1%) 順
- '34년 실효용량기준 : LNG(47.3%), 석탄(22.7%), 원전(15.5%), 신재생(8.6%) 順

제9차 전력수급 기본계획의 재생에너지 확대 및 변동성 보완방안

• 재생에너지 보급 목표

- '34년 재생에너지 발전량 비중 22.2%(141.2TWh *) 달성

* 재생에너지 사업용 발전량(135.4TWh) 및 자가용 발전량(5.8TWh)의 합계

- '20년~'34년간 신규 재생에너지 설비용량은 62.3GW 전망

• 확대방안

- 대규모 재생에너지 프로젝트 적기 추진

- 새만금(3GW, ~'25년) 서남해 해상풍력(2.4GW, ~'28년) 신안 해상풍력(8.2GW, ~'30년)

- 지속 가능한 재생에너지 시장기반 확보

- 재생에너지 3020 목표달성을 위해 신재생에너지 공급의무화(RPS) 비율상향 및 REC 경쟁입찰 확대, RE100 지원제도 도입 등 추진('20년~)

• 재생에너지 변동성 보완방안

- 재생에너지 출력변동성 대응을 위한 백업설비 반영

- 계통신뢰도 유지용 ESS 구축 및 제도개선

- 재생에너지 제어 보상 방안 수립 및 종합관제시스템 구축

정부는 전세계적인 온실가스 감축 요구에 부합하기 위해 한국형 RE100을 도입하였습니다

01 국내 RE100 도입 방향

다양한 이행수단을 마련하여
기업의 선택권을 보장

온실가스 감축실적과 연계하여
기업의 재생에너지 구매 부담을 완화

기업 뿐만 아니라 공공기관 등으로
RE100 참여범위를 확대

02 이행수단 개요 및 재생에너지 사용 확인 절차

※ 기업이 RE100 이행수단을 통해 재생에너지를 구매 또는 사용한 실적은 에너지공단이 확인서 발급을 통해 인정



분산에너지 활성화 대책



분산형 에너지 시스템으로의 전환을 위하여 ① 지역주도의 에너지 시스템 실현, ② 분산형 에너지 인프라 구축, ③ 재생에너지 출력 제어 최소화 방안을 추진



1

지역주도의 에너지 시스템 실현

- 맞춤형 마이크로그리드 실증
- 지역의 에너지 역량 강화
- 분산에너지 특구 지정을 통한 성공사례 창출

2

분산형 에너지 인프라 구축

- 계통안정화 ESS 구축
- 재생에너지 통합관제시스템 구축
- 신규 유연성자원 개발

3

재생에너지 출력 제어 최소화 방안

목 차

- I. 에너지 전환 동향
- II. 전력 정책 방향
- III. 전력시장의 주요 과제**
- IV. 전력시장 개선방향 및 사업기회



전력산업 주요 이슈

• 재생에너지 수익성 개선

➤ 문제

- RE100 참여기업은 재생E가 비싸다 하고, 재생E 사업자는 수익성 하락

➤ 새로운 재생E 수요처 발굴

- 최근 RPS 이행비율 상한 25% 법개정 → 연도별 이행비율 탄력적 조정
- RE100 참여 유인 확대로 신규 수요처 발굴
 - 직거래(PPA): 우리나라의 재생E 가격이 높으므로 도입초기에는 일부비용(망이용료 등) 면제로 참여 기업 부담 완화
 - 녹색프리미엄 등: 적정 가격으로 참여기업 부담 줄이면서 국제적 인증 받도록 함
- 재생E 가상(Virtual) 거래제 도입 검토 (재무적 거래)
 - 도시 지역 RE100 참여기업이 원격지 재생E 구매 가능하도록 하는 제도

➤ 재생E 발전비용 인하 노력

- 국제 연구결과에 따르면 우리나라 재생E 발전단가는 매우 높은 수준
- 예를 들어 미국의 RE100 참여 기업의 전력구입단가는 일반전력과 비슷함
- 우리나라 재생E 고비용구조를 해소하기 위한 정책적 노력이 필요함

전력산업 주요 이슈

• 재생에너지 발전 변동성 대응

- 재생에너지 발전 지속 증대
 - 발전비중: '19년 5.6% (비재생폐기물 제외), '34년 22.2%, '40년 30-35%
 - 재생에너지 간헐성 → 계통 운영에 심각한 영향 우려
- 재생에너지 변동성 대응 필요
 - IEA(2017년)는 발전비중 15-25%시 즉시 대응을 위한 설비 확충 필요성 강조
 - 제3차 에너지기본계획에서도 별도로 전문가의 심층 검토
- 최근 사례 (특히 코로나 19로 전력수요가 낮아지면서 더욱 부각됨)
 - 제주도(2020년): 재생에너지 설비비중 36%, 발전비중 16%
 - 봄철 주말: 전력수요 최저, 재생에너지 발전 최대 → 풍력발전 출력제한 빈발
 - 2020년 풍력 출력제어: 77회, 19.4GWh(3.2%), 2021년 100회 이상 예상
- 대응방안 마련 시급
 - 변동성 자원 확보: ESS, 양수발전, 가스터빈, (기존발전 감발 운전)
 - 재생에너지 발전 예측력 제고: 발전정보 실시간 모니터링, AI 예측시스템 등
 - 전력시장 제도 개선: 당일시장, 실시간 시장 개설. 유연성 자원 보상 현실화

전력산업 주요 이슈

• 분산전원 확대

- 전력수요 수도권 집중 ('19년)
 - 수도권 전력수요 비중: 37.4% (서울 9.1%, 경기 23.6%, 인천 4.7%)
 - 수도권 발전 비중: 24.1% (서울 0.3%, 경기 13.1%, 인천 10.7%)
 - 전력공급의 북상조류: 충남(22.0%), 경북(14.2%) 등이 주 발전 지역
- 최근 재생에너지 발전 증대 지역
 - 전남, 새만금, 서남 해안 등 : 풍력, 태양광
 - * 100 MW 이상의 태양광, 풍력발전이 분산형 전원으로서 역할을 하는가?
 - 남부 지역에 연료전지 급증: 충북(19.8%), 전남(11.6%) 등
 - * 연료전지는 매우 경직적인 전원: 지방 산업단지에 허가 신청 급증
- 분산형 전원의 기능
 - 수요지 인근 소규모 발전시설 확충 → 송전설비 부담 감소 및 계통 안정 기여
- 정책방향
 - 수요지 인근 (수도권)에 분산형 전원 확충 시급
 - 최근 “지역주도의 분산에너지 활성화 대책” 발표

전력산업 주요 이슈

• 최근 논의 요약

- 2050 탄소 중립
 - 향후 30년간 전력산업 방향 결정 → 상당한 변화가 요구됨
- 전력수급계획 성격 변화
 - 과거처럼 발전설비 건설 위주의 계획 수립은 불가능
 - 관련 상위 계획 및 정책 반영
 - 온실가스감축계획, 에너지기본계획, 미세먼지 저감대책 등
- 전력시장 개편
 - 20년 운영한 CBP 시장의 한계 → 전면적인 개편 필요
 - PBP 시장, 실시간 시장, 보조서비스 시장 등
- 재생에너지 확대
 - 변동성 대응: 시장제도 개선, 탄력적인 수요 필요
 - 재생E 발전 비용을 낮추는 노력 지속 필요
 - RE100: 재생E 가격이 Grid Parity에 도달할 때까지는 참여기업 지원 필요

시장제도 개편위원회 운영 및 구성

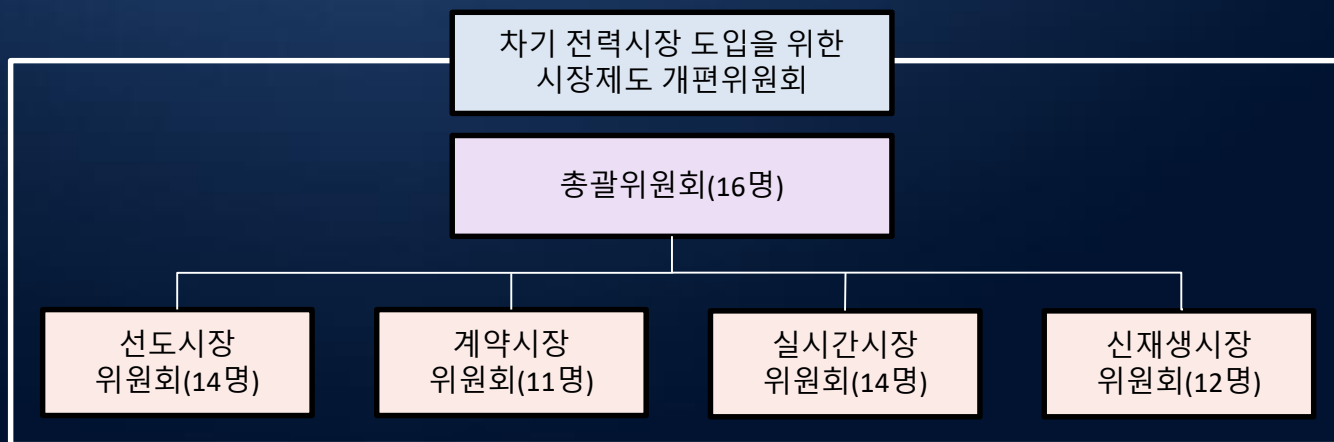
• 제1차 총괄위원회 운영

➤ 추진배경

- (외부환경 변화) 온실가스 감축 확대 필요, 2050 탄소중립, 분산전원 및 재생e 전원 확대 등으로 시장제도 개편 필요성 증대
- 발전부문의 친환경 에너지 전환을 위한 전력시장 체계를 마련코자 차기 전력시장 도입을 위한 시장제도 개편위원회를 신설

➤ 위원회 구성 및 운영방안

- (구 성) 총괄위원회와 4개의 전문위원회로 분리 운영



전력시장의 개편방향 - 실시간 시장 도입

• 실시간시장의 의의

- (밸런싱) 하루전 예측 대비 실시간 변동에 대한 거래 포지션 조정→실시간 가격기능 및 유연성자원 수익기회
- (임밸런스) 하루전 예약불이행에 대한 실시간 가격리스크 노출→시장계약의 기능적 역할 담보 및 전력수급 안정

구 분	연 료 비	하루전 계 약량	실시간 전력량	실 시 간 Imbalance	현행시장(하루전)			이 중 시장(하루전+실시간)			현행 대비 증감
					전력량정산금	제약정산금	총 수 익	하 루 전 대금	실 시 간 대금	차 감 대금	
발전기1	40	50	0	-50	0	0	0	50*90 =4,500	-50*95 =-4,750	-250	-250
발전기2	90	40	50	10	40*90 =3,600	10*90 =900	4,500	40*90 =3,600	10*95 =950	4,550	50
발전기3	95	0	40	40	0	40*95 =3,800	3,800	0	40*95 =3,800	3,800	0
계 통 한 계 가 격		90	95	0							

• 실시간시장의 내용

- (밸런싱 책무) 모든 시장참여자는 계약포지션에 대한 밸런싱 책무가 있으며, 임밸런스에 대한 비용을 부담
- (입찰의무) 모든 시장참여자는 밸런싱 책무에 따라 하루전 시장 및 실시간 시장에 발전입찰 및 수요입찰 제출
- (가격제도) 미국식 실시간시장은 밸런싱과 임밸런스 동일가격, 유럽식은 밸런싱과 임밸런스 가격을 분리

차기 전력시장 거래제도 개선방향

• 현물시장 플랫폼 개선

- 실제 수급여건을 반영하는 계약기반 하루전시장으로 전환(비계약 → 실계통 계약시장)
- 당일 수급여건 병동에 대한 당일시장 및 실시간시장 도입(하루전시장 → 하루전시장 + 실시간시장)
- 예비력 용량가치에 대한 보조서비스 시장가격 도입(용량가치의 COFF 개별정산 → 보조서비스 시장가격 정산)

• 정산조정제도의 개선

- LNG복합에 대한 정산조정 폐지
- 기저전원과 피크전원의 현물시장 분리, 원전 및 석탄에 대한 발전총량제한 및 연간 옥션시장 도입 등

• 환경급전제도의 강화

- 탄소비용의 반영방법 개선사항 검토
- 미세먼지 예·경보에 대한 전력시장 거래제도 및 거래절차 개선사항 검토

• 재생에너지 시장통합

- 중앙급전 재생에너지(VPP, ESS연계, 원격계측제어 등)의 보조서비스 시장참여 및 용량요금 지급
- 급전불가 재생에너지를 비롯한 비중앙발전기의 시장입찰 의무화 및 임밸런스 정산제도 도입

• 가격입찰의 허용

- 가격입찰의 기대효과 대비 부작용에 대한 신중한 검토를 거쳐 제한적 가격입찰 등 허용

목 차

- I. 에너지 전환 동향
- II. 전력 정책 방향
- III. 전력시장의 주요 과제
- IV. 전력시장 개선방향 및 사업기회**



제주도는 CFI(Carbon Free Island) 2030년 완성을 목표하고 있습니다

지난 10여년간,
카본프리아일랜드 2030
계획의 수립·실천을 통한



경험·인프라 축적



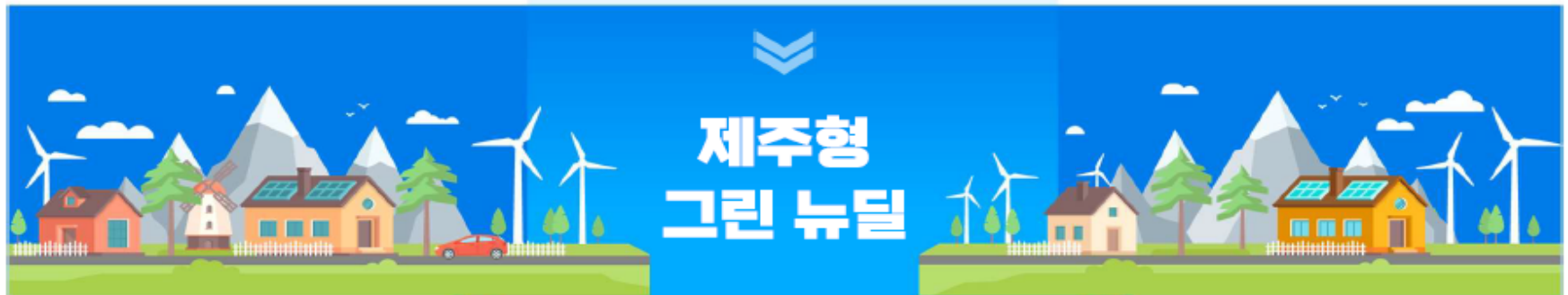
그린 뉴딜 선도적
추진 여건 조성



한국판 뉴딜
그린 뉴딜



재생에너지 확대 발생문제
선제적 대응



글로벌 선도 '카본프리 청정 아일랜드'
전국 최고·글로벌 선도 신재생에너지 메카 제주

대규모 태양광 사업의 확대

최근 대규모 태양광이 대한민국에 들어서고 있습니다



그림: 솔라시도 육상 태양광 발전소

준공된 국내 주요 대규모 태양광 발전단지 현황				
사업자	발전단지	위치	규모 (MW)	준공
남부발전	솔라시도 육상 태양광	전남 해남	98	2020.06
남동발전	영암 육상 태양광	전남 영암	94	2020.08
서부발전	안좌스마트팜&솔라씨티 육상 태양광	전남 신안	96	2020.11
중부발전	영광 육상 태양광	전남 영광	100	2020.11

자료: 에너지경제신문



2030년까지 30조원 규모의 태양광사업이 추진될 예정이고, 공기업 8사의 경우 3년 내 3조원 규모의 사업을 준공할 예정

대규모 태양광 사업의 확대

최근 대규모 태양광이 대한민국에 들어서고 있습니다

공기업별 주요 대규모 태양광 발전 사업 추진 현황				
사업자	사업명	규모 (MW)	사업비 (억원, 예상)	준공일정
한수원	비금 주민태양광	200	3,750	2023.01
	새만금 수상태양광	300	6,600	2023.08
남동발전	고흥호 수상태양광	60	1,437	2022.08
	새만금 육상태양광	99	1,948	2021.12
	신안 태양광2,3단계	90	1,548	2021.06
	해창만 태양광	95	4,591	2022.04
남부발전	당진 초락도리 태양광	238	3,000	2023.12
동서발전	대호호 수상태양광	80	698	2022.12
서부발전	태안 이원호 수상태양광	45	45	2022.09
중부발전	새만금 3구역 태양광	100	1,451	2021.12
	군산 어은리 태양광	30	572	2021.08
수자원공사	합천댐 수상 태양광	40	835	미정
	임하댐 수상태양광	45	941	미정
농어촌공사	석문호 수상태양광	100	2,390	2022.07
	새만금 햇빛나눔	73	1,327	2022.12
계		1,595	31,133	

자료: 에너지경제신문

대규모 풍력 사업의 확대

최근 대규모 해상 풍력이 대한민국에 들어서고 있습니다

대규모 풍력 발전 사업 추진 현황					
사업자	규모 (MW)	사업 준비기간	사업자	규모 (MW)	사업 준비기간
한국서부발전	18	2022-06-30	원드웨이	210	2024-08-31
한국남부발전	60	2019-06-30	신안대광해상풍력	400	2026-12-31
	50.4	2022-12-31	궁항해상풍력발전	240	2026-12-31
한국남동발전	200	2022-12-31	태안풍력발전	504	2024-12-31
	400	2024-12-31	안마해상풍력	304	2024-06-30
한국동서발전	99	2021-12-31	동진풍력발전	147	2019-05-31
	34.4	2022-12-31	삼해개발	288	2024-04-30
한화건설	396.8	2021-04-30	명운산업개발	354.48	2022-12-31
포스코에너지	300	2021-09-30	지에이파워	333	2018-11-30
한국해상풍력	400	2024-11-30	에너지메카	285	2022-10-31
SKE&S	399	2026-12-31	여수삼산해상풍력	320	2022-12-31
	399	2026-12-31	삼척풍력발전	138.6	2018-12-31
에스케이건설	136	2022-08-31			

자료:전기위원회

제9차 전력수급 기본계획 제주지역 전력수급 계획

• 제주지역 수급현황

- 전력소비량 : '19년 총 전력소비량은 5,374GWh
 - 지난 5년간('15~'19년) 연평균 증가율은 5.0%이나 '19년 경기둔화 이상기온 등으로 전년 대비 1.9% 증가

<최근 10년간 연도별 전력소비량 추이>



제9차 전력수급 기본계획 제주지역 전력수급 계획

• 발전설비 계획 및 전력수급 전망

➤ 발전설비 계획

- 기준 설비에비율 : '34년 30% (연도별 27~30%)
- 목표 설비용량 : '34년 1,817MW
'34년 목표수요 1,398MW보다 기준 설비에비율 30%만큼 많은 수치
- 확정 설비용량 : '34년 1,802MW (연말기준)
재생e 확대 목표, 발전설비 현황조사 결과 등을 종합적으로 반영

<확정 설비용량>

구분	LNG	유류	신재생	기타	연계선	계
실효용량(MW)	480	87	624	12	600	1,802
정격용량(MW)	480	87	4,456	49	600	5,672

- 신규 필요설비 용량 : '34년 17MW (하계기준)
'34년 목표 설비규모 1,817MW에서 확정설비 1,800MW 제외

제9차 전력수급 기본계획 제주지역 전력수급 계획

• 재생에너지 확대 대응방안

➤ 재생에너지 관련 현안

- 태양광 발전 급증 시 기존 풍력 제어만으로 대응 불가(태양광 제어 필요)
- 재생e 출력예측 정확도 제고, 출력 예측값을 고려한 통합발전계획 수립 및 운영체계 구축 필요

➤ 주요 대응방안

- 신재생 발전설비 운영기준 개선
- 태양광 전원 제어방안 수립, 재생e 증가에 따른 주파수·전압 안정도 제고방안 검토 등
- 제주-완도 제3직류연계선(HVDC) 적기 준공
- '22년말까지 제3직류연계선을 준공하여 재생e 잉여전력을 육지전송
- 주파수 조정용 ESS 설치
- 주파수 조정용 ESS를 활용하여 의무가동 발전기(Must-Run) 필요 운전 대수를 하향 조정 가능
- 대규모 P2X 단지 개발 및 활용
- 재생e 출력제어에 의한 잉여전력 활용을 위해 P2X(전력의 타에너지 변환)
- 실증사업 등을 통한 신규수요 창출

제주도는 CFI(Carbon Free Island) 완성에는 많은 노력이 필요합니다

제도개선(규제완화, 전력거래 자유화)
출력제약 보상, 전력 직거래, 제주형 전기요금
ESS 독립발전 인정, 전력거래 시장 개선 등



산업화 체계 구축(생산, 활용, 산업화)
ESS, P2H, P2G,
V2G 재생에너지 연계 EV 충전 등

분산 에너지 특구 | VPP 운영, 재생에너지 모니터링 관리시스템 구축 + 에너지 거버넌스

그린뉴딜 선도지역 지정 추진

3단계(타운 → 지구 → 도시형)
그린뉴딜 신재생에너지 선도지역 운영



전국 최고·글로벌 선도 신재생에너지 메카 제주

제주의 재생에너지 확대를 위하여 실천적인 많은 노력이 필요합니다



제주도의 전력 신사업 위협과 기회

위협 요소

1. 계통 한계에 의한 성장 제약이 심각 - 획기적인 해결책이 필요
2. 현실적인 실천적 노력 필요

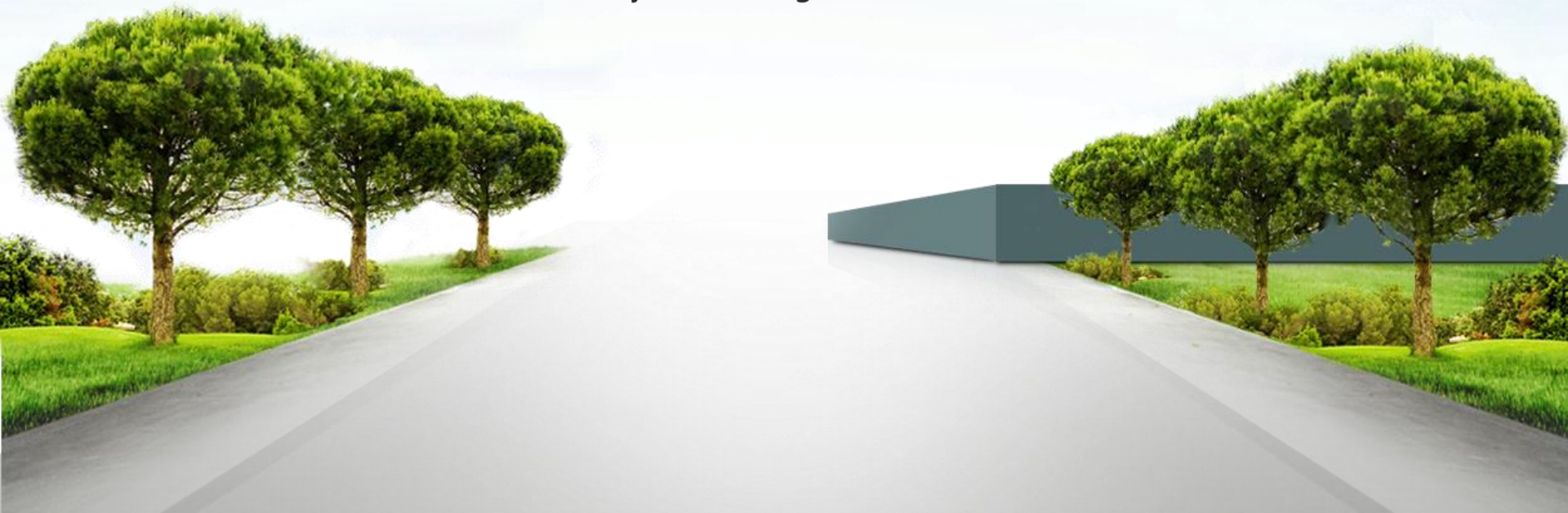
기회 요소

1. 실시간 전력 시장, VPP를 제주에서 시험하고자 함
2. 미래 에너지 환경이 선도적으로 존재 - AMI 보급 완료, 높은 재생에너지 비율
3. 많은 해상 풍력 자원을 보유
4. 탄소중립의 국가적 추진
5. 강력한 CFI 정책 노력
6. 우수한 산학 협력 및 신사업 지원 체계

감사합니다

에너아이디어 김희집 대표

hjkimcello@gmail.com



제9차 전력수급 기본계획 제주지역 전력수급 계획

<연도별 전력수급 전망 (단위 : MW)>

연도	최대 전력	목표 설비	확정 설비	과부족	신규 설비	최종 설비규모	설비 예비율	기준 설비예비율
2020	1,009	1,281	1,217	△64		1,217	20.6%	27%
2021	1,030	1,308	1,376	69		1,376	33.7%	
2022	1,065	1,353	1,395	42		1,395	31.0%	
2023	1,101	1,399	1,613	214		1,613	46.4%	
2024	1,140	1,448	1,627	180		1,627	42.8%	
2025	1,178	1,508	1,643	134		1,643	39.4%	28%
2026	1,215	1,556	1,656	100		1,656	36.2%	
2027	1,249	1,598	1,667	68		1,667	33.5%	
2028	1,276	1,633	1,687	54		1,687	32.2%	
2029	1,302	1,692	1,720	28		1,720	32.1%	30%
2030	1,324	1,721	1,759	38		1,759	32.9%	
2031	1,343	1,746	1,782	35		1,782	32.6%	
2032	1,363	1,772	1,789	17		1,789	31.2%	
2033	1,380	1,795	1,795	0		1,795	30.0%	
2034	1,398	1,817	1,800	△17		1,800	28.8%	

◆ 발전설비 계획 및 전력수급 전망

➤ 전력수급 전망

- ✓ 단기('21~'24년) : 설비예비율 27% 이상 유지(31.0~46.4%)
- ✓ 중기('25~'28년) : 설비예비율 28% 이상 유지(32.2~39.4%)
- ✓ 장기('29~'34년) : 필요시 신규설비 건설을 통해 설비예비율 30% 수준 달성%

3월 24일 국회 본회의서 재생에너지 직접 PPA 허용 및 RPS 의무공급비율 상향에 대한 개정법률안이 통과되었습니다

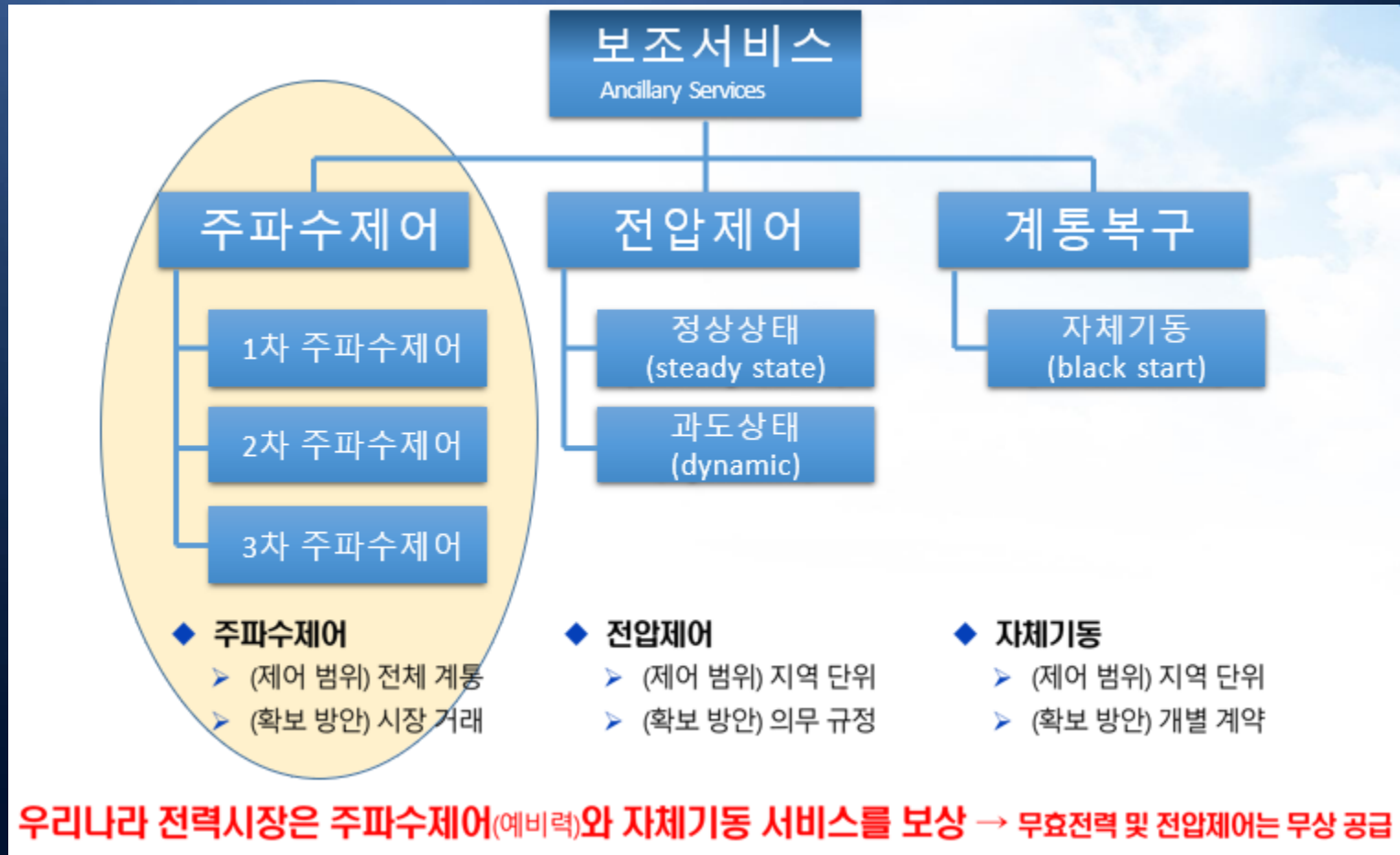
➤ 재생에너지 직접 PPA 허용

- 그동안 국내의 경우 전력생산(발전)과 판매 겸업을 금지하고 있어 재생에너지 전력을 직접 사고파는 행위가 불가능하였음
- 본 개정안 통과로 재생에너지 공급자와 소비자가 한전을 거치지 않고 직접 전력을 거래할 수 있는 길이 열림
- 재생에너지 확대를 요구하는 세계적인 흐름에 맞춰 기업들의 RE100 참여 확대 기대

➤ RPS 의무공급비율 확대 (10% → 25%)

- 기존 신재생에너지법에서는 RPS 의무비율이 10% 상한으로 묶여 있어 2022년 이후 의무비율 상향이 불가능하였음
- 본 개정안 통과로 2022년 이후에도 2034년까지 RPS 의무비율을 25%까지 상향할 수 있게 되었음
- 본 개정안 통과로 발전사들의 REC 구매량이 증가함으로써 수요-공급 평준화에 따른 REC 가격 안정화의 발판이 될 것으로 기대

보조서비스 분류체계 및 문제점



산업부와 전력거래소는 ‘차기 전력시장 도입을 위한 시장제도 개편위원회’를 열어 차기 전력시장 설계방향을 논의하였습니다

위원회 구분	역할
선도시장	<ul style="list-style-type: none"> 석탄상한제 시행을 위한 가격입찰제와 선도시장 설계업무를 담당
계약시장	<ul style="list-style-type: none"> 원전과 양수발전을 정부승인차액계약제(Vesting Contract)로 묶어 적정 투보율을 산정하는 역할 담당
실시간시장	<ul style="list-style-type: none"> 실계통기반 하루전시장 개설과 실시간 및 보조서비스시장에 관한 설계방향 담당 다만 실시간시장의 경우 시스템 개설까지 최소 2~3년이 추가 소요될 전망
신재생시장	<ul style="list-style-type: none"> 재생에너지전력 직거래를 허용한 PPA법과 관련한 전력시장 장외거래 법제와 규칙 등 담당 가상발전소(VPP)를 활용한 재생에너지 입찰제도 등 담당

실시간시장위원회 구성

위원회 운영

- (주요역무) 실계통기반 하루전시장 개설준비, 실시간·AS시장 설계
- (참여인원) 14명
 - 학계 4명, 연구원 3명, 회원사 5명, 정부·거래소 2명
- (운영계획) 실계통기반 하루전시장 개설준비 및 실시간·AS시장 도입으로 구분하여 검토 시행
 - (하루전시장) 시운전계획, 보완사항 발굴, 결과보고 등 협의
 - (실시간·AS시장) 기본설계 방향 및 상세설계 항목별 협의
- (운영기간) '21. 3월 ~ '24. 12월(실시간시장 도입 전까지)

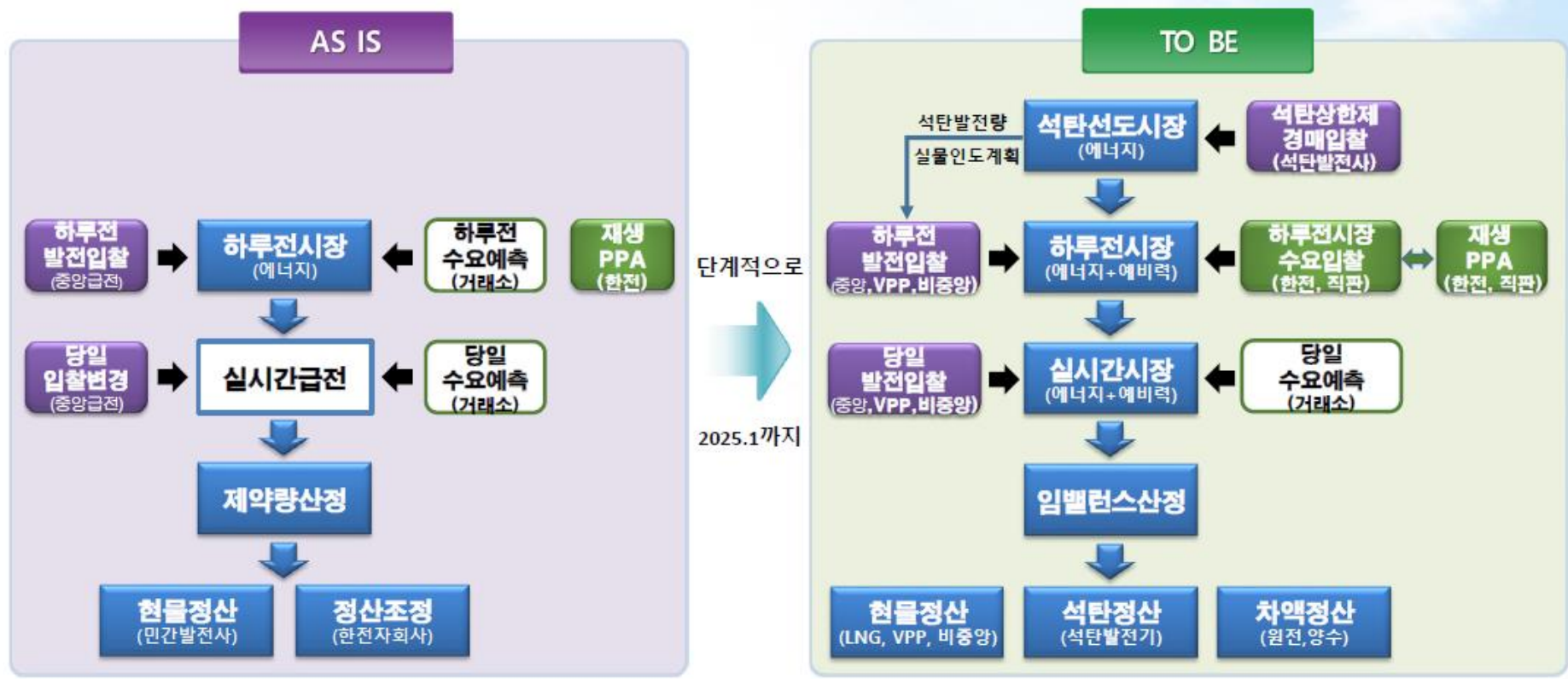
신재생시장위원회 구성

위원회 운영

- (주요역무) ① RE100 관련 전기사업법 개정에 따른 재생에너지 PPA 법제도 마련 ② VPP 활용 재생에너지 입찰제도 설계 및 법 제도 마련
- (참여인원) 12명
 - 학계 5명, 연구원 3명, 시민단체 1명, 법률전문가 1명, 정부·거래소 2명
- (운영계획) ① 재생에너지 PPA 도입을 위한 관련 규정 개정 및 세부 내역 설계
 - 안정적 계통운영 위한 장외거래 계통 영향 분석 및 PPA 계량체계 마련
 - PPA 장외거래로 인해 발생가능한 보완공급 및 전력거래 정산체계 수립
 - 시행령, 시행규칙, 고시, 규칙 등 PPA 관련 규정 개정 검토
 - PPA 전력거래에 대한 송·배전요금 제도의 적용 방안
- ② VPP 활용 재생에너지 입찰제도 설계 및 법 제도 마련
 - VPP사업자(가칭) 자격조건, 구비설비, 발전용량 등 등록기준 검토
 - VPP의 기술적 요구조건 검토
 - 제도설계, 법·제도 정비(전기사업법, 전력시장운영규칙 개정(안) 검토

전력시장의 개편방향 - 차기 도매시장의 구조

- ◆ 전환부문 온실가스 감축을 이행하고 에너지 전환에 적합한 전력시장 제도를 구축
- ◆ 전력시장을 다양화, 전력시장에 대한 기회를 개방, 계약적 책무를 통한 전력수급 확보



대규모 태양광 사업의 확대

현재 재생에너지는 정부 보급목표에 따라 규모가 확대되고 있고, 재생에너지 확대와 관련된 정책 및 제도가 시행 중입니다

1. 사업용 태양광 보급 목표 2030년 설비용량 14GW → 34GW 확대
 - 높아진 RPS 비율로 신재생에너지공급인증서(REC) 구매만으로 목표치를 달성하기 힘들어 짐
 - 8개 공기업의 태양광 발전사업 확대 계획 → 30MW 이상 기준 총 15곳에서 1.5GW 사업이 2023년 준공 목표로 추진 중
2. RPS 의무공급비율 상한 10% → 25%로 확대
 - 신재생에너지 설비확충 목표에 따라 RPS상한을 25%로 확대
 - 10월 21일 시행예정으로 연도별 의무비율 수립예정
3. 직접 전력구매계약(PPA) 허용
 - 전기사용자가 재생에너지 전기공급사업자와 자율적인 계약을 통해 전력을 공급받을 수 있는 제도
 - 글로벌 RE100 시행을 위한 기업들의 재생에너지 확보 수단으로서 작용
 - 법안 개정이후 시행령 제정 중

발전출력제약 문제는 곧 국가 전체적으로 확산될 가능성이 큼니다

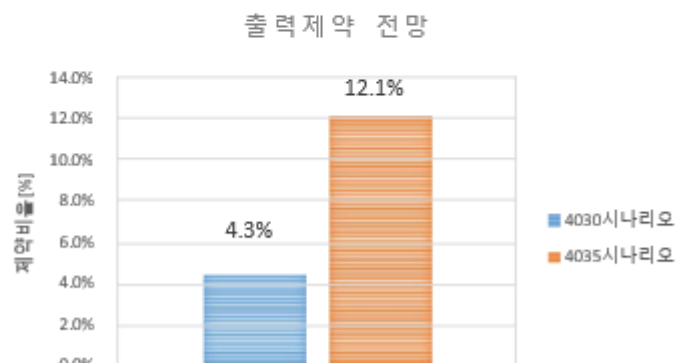
재생에너지 단순 확산 만으로는 재생에너지 활용에 제약 발생

■ 신재생 확충 규모 상 국가차원의 선제적 발전출력제약 대응 강구

□ 재생에너지 설치 목표

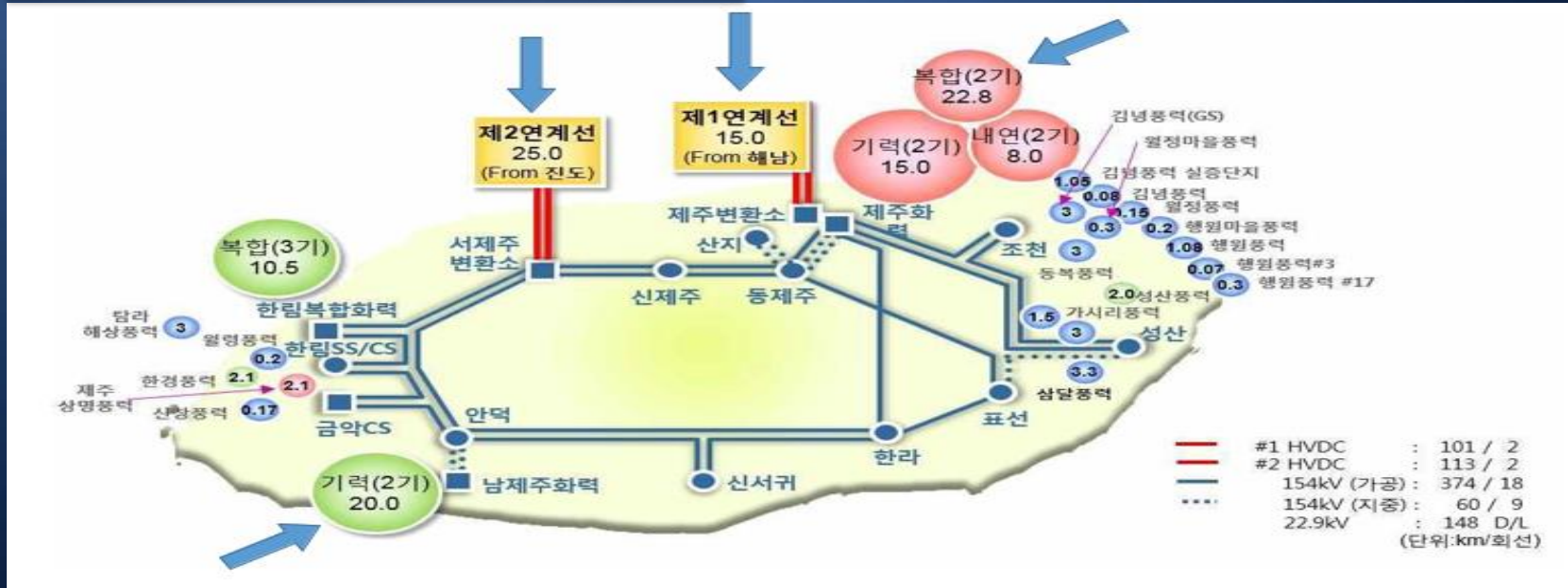
- **4030** 시나리오('40년까지 재생에너지비율 30%): 태양광 64GW, 풍력 29GW
 - **4035** 시나리오('40년까지 재생에너지비율 35%): 태양광 89GW, 풍력 30GW
- (출처: 저탄소 전력시스템으로의 전환을 위한 전력시장 제도개선 방안 연구, 에너지경제연구원)

구 분	4030 시나리오	4035 시나리오
총 출력제약비율 (연간)	약 4.3%	약 12.1%
총 출력 제약량 (연간)	6,106,000 MWh (6.1 TWh)	21,156,802MWh (21 TWh)



제주의 전력망과 주요 전력설비 현황은 아래와 같습니다

제주도 전력망 및 설비현황



구분	직류 연계선		제주화력			남제주화력		한림복합	재생E	공급능력합계
	제1	제2	기력 #2,3	복합 #1,2	내연 #1,2	기력 #1,2	복합 (2210MW)			
설비용량	150	250	79X2	104X2	40X2	103X2	155	83	646	1,936

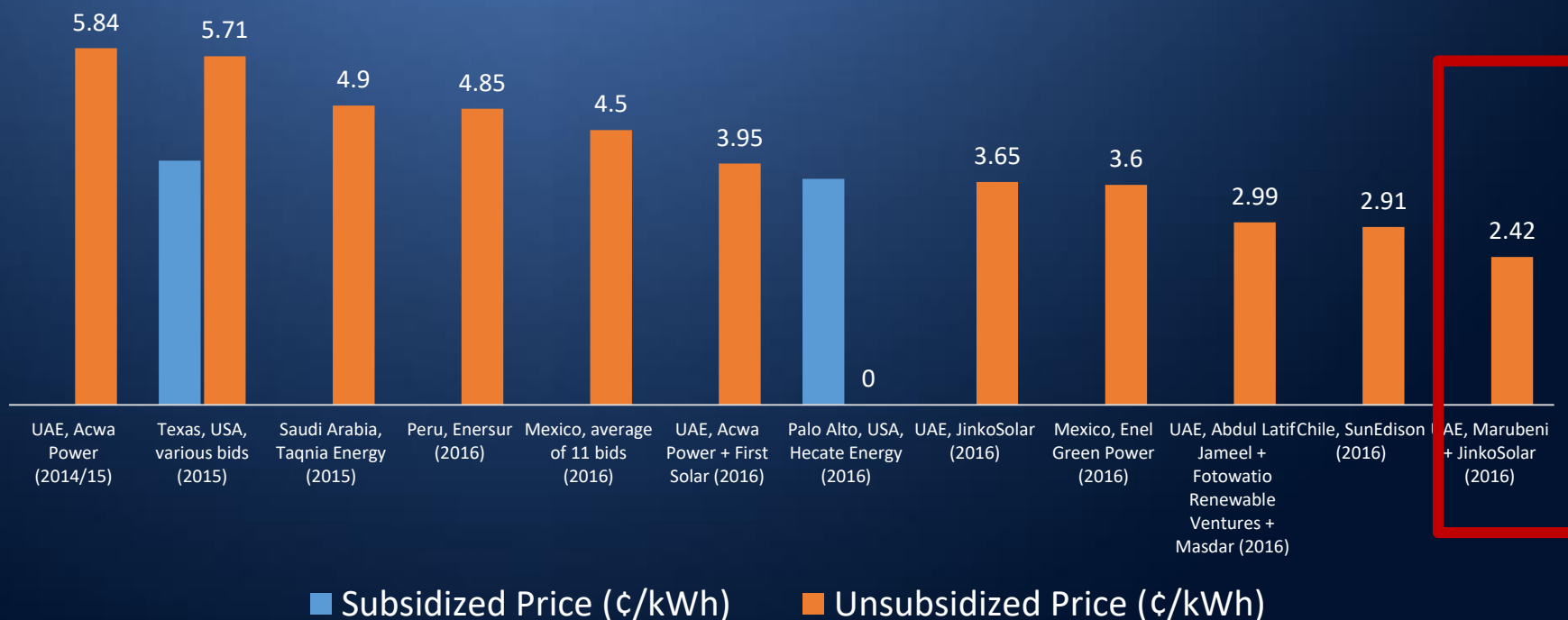
↑ ↑
동시정지

↑
2기 정지

↑
1기 정지

수요에 비해서
발전기 용량이 너무 큼

Utility-Scale 태양광은 전 세계적으로 상당히 낮은 가격으로 확대되고 있습니다



7

전력망 투자



전력망 인프라 투자 → 재생에너지 확산 High-Way 구축

- ✓ 선제적 전력망 보강에 약 4.2조원 투자(~'32) →
재생에너지 접속 지연(접속대기 4.3GW, '20.6월)해소

① 집중지역

(제주·강원·전남·전북 등)

선제적 전력망보강 및
건설기간 단축

② 대규모 발전단지

(새만금·신안·서남해 등)

공동접속설비 투자
+ 송전망 신설

- ✓ 에너지저장장치(ESS) 확충 → 전력 저장 방전을
통해 변동성 완화

- ✓ 재생에너지 통합관제 시스템 구축 → 출력 모니터링·제어



지능형 인프라 구축 → 에너지 신산업·新서비스 창출

- ✓ 지능형 계량기(AMI)를 전국 아파트 상가, 공장 등에
보급 (총 2,750만호) → 스마트 그리드 기반

(정부사업) 아파트 500만호
(한전 사업) 단독주택, 공장, 상가 등 2,250만호

- ✓ 빅데이터를 활용한 에너지 신산업 및 일자리 창출

계절별·시간대별 요금제, 수요반응(DR), 소규모 태양광,
스마트가전 등



전선 지중화

학교 주변 통학로 등 전선·통신선 공동 지중화

전력시장 거래제도의 주요 문제점

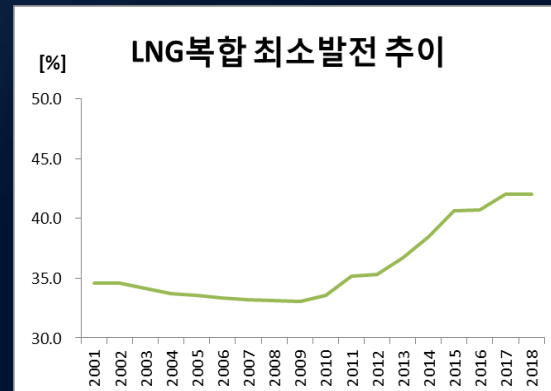
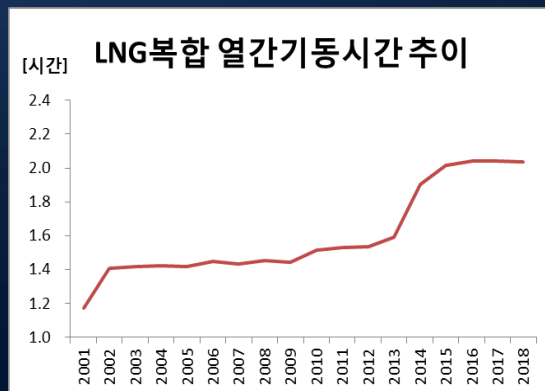
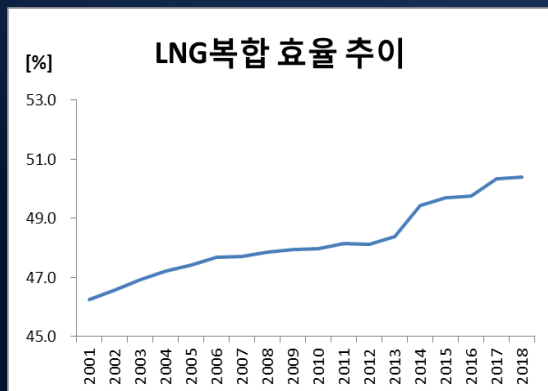
◆ 수급여건 변동에 대한 실시간 시장가격 부재

- 재생에너지 예측오차, 불시 정지 등 실시간 수급여건이 변동하더라도, 시장가격은 하루전 가격으로 고정되고, 마진이 없이 자신의 연료비만 CON정산되므로 급전유연성 확충 유인이 없음

◆ 유연성자원에 대한 보조서비스[예비력] 시장가격 부재

- 예비력의 공급에 따른 용량가치는 시장가격이 없이 발전기별COFF로 개별 정산되므로,
- 에너지를 공급 않고 보조서비스만 공급하는 주파수조정용 ESS등 신자원과, 메리트오더상 대부분 중간 출력수준으로 운전되는 첨두발전기는 COFF가 발생하지 않아,
- 예비력 용량가치에 대한 시장가격을 도입하지 않는 경우 유연성자원의 투자유인이 없음

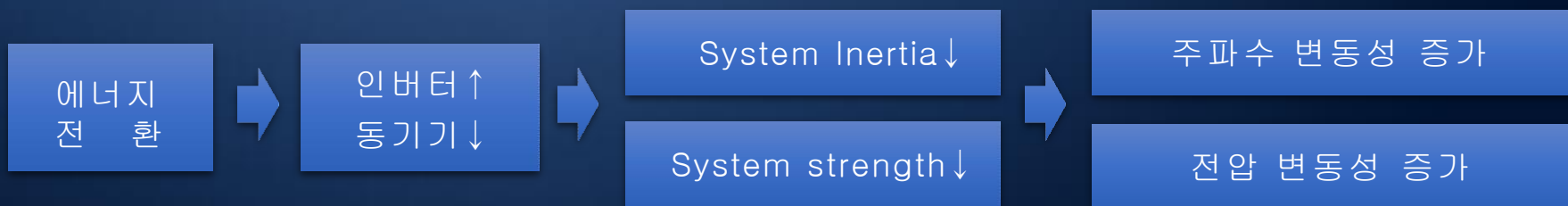
◆ LNG복합발전기의 효율은 좋아지고 있으나 급전유연성은 지속적으로 악화



보조서비스 분류체계 및 문제점

◆ 재생에너지[VRE/IBR]확산에 따른 새로운 보조서비스 필요성

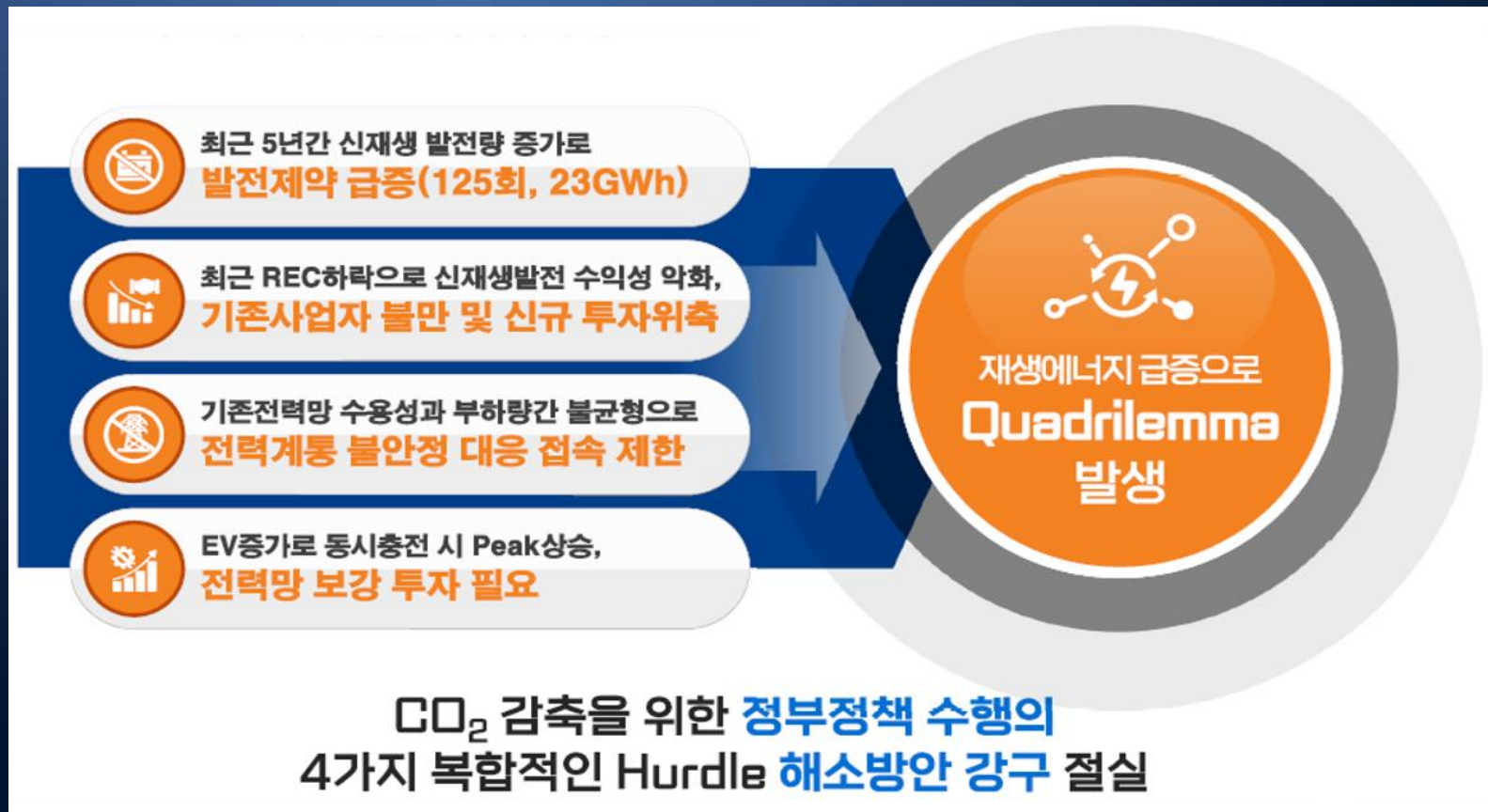
- 재생에너지 인출용량(송배전용량)부족에 따른 출력제한에 대한 자발적 출력제한서비스
- 풍력/태양광 인버터 기반의 성비(IBR)오서 회전관성의 미비로 주파수 변동성 확대
- 재생에너지 연계 송전선로 확충의 어려움 및 동기발전기 감소로 계통강도 약화



◆ VRE/IBR 확대에 대응하는 새로운 보조서비스 도입→ 타당성 검토후 서비스 기술기준/보상기준 마련

- 속응성 주파수제어서비스
- 관성 서비스 및 계통강도 서비스

재생에너지 보급확대는 새로운 문제점을 발생시켰습니다



전력시장 제도 개선

• 전력시장 운영의 한계

➤ CBP 시장구조의 문제

- 초기: 기저발전 수익규제 → BLMP, 정산조정계수
- 중기: 연료비(원/kWh) 기준 급전, 단일 가스가격 → 가스발전기 효율경쟁

➤ 최근의 문제

- 원인: 석탄 세금 인상, 가스 세금 인하, 유가 하락(LNG 가격 하락)
- 현상: CBP 시장에서 공급곡선 기울기가 완만해짐 → 마진(SMP-연료비) 감소
- 결과: 화력발전 공기업 정산조정계수 적용에 한계, 적자 구조화
- 현행 CBP 시장의 한계에 봉착

➤ 새로운 시장제도 필요

- 중단기: 가격입찰(PBP) 시장 도입
- 장기 전력시장체계에 대한 지속적인 검토 필요
 - 예, 양방향 입찰 시장 등

재생에너지 보급확대는 새로운 문제점을 발생시켰습니다

◆ 과발전문제, Ramp제약 문제

➤ 물리적 방안

- 석탄, 원자력정지 → 가스(수소터빈)
- 에너지저장(양수, 배터리, 수소)
- 동기조상기(물리적 관성)
- 인버터의 계통안정성보완(합성관성)
- Sector coupling(열, 수소)
- 출력제한

➤ 제도적 방안

- Flexible Demand(소비의 유연화)

소비를 통한 공급의 변동성 제어)

- ✓ VPP
- ✓ Service provider
- ✓ Demand aggregator

재생에너지 보급확대는 새로운 문제점을 발생시켰습니다

- (현재) 발전자원으로 수요변화 제어
 - 공급으로 소비의 변동성 제어
 - 발전자원 보조서비스 시장
- (재생에너지 증가) 발전자원의 변동성 간헐성 보완 필요
 - 물리적 방안
 - ✓ 공급으로 소비의 변동성 에너지저장(양수, 배터리, 플라이휠)
 - ✓ 동기조상기
 - 제도적 방안
 - ✓ 보조서비스 확대
 - ✓ 수요반응(DR)

제9차 전력수급 기본계획 제주지역 전력수급 계획

◆ 제주지역 수급현황

- 최대 전력 : '19년 최대전력 수요는 965MW(8월) 기록
- ✓ 지난 5년간('15~'19년) 연평균 증가율은 4.9% 수준이며, 이는 예전 5년('10~'14년) 증가율 5.9%에 비해서는 낮은 수치

<연도별 하계 및 동계 최대전력 추이>



제9차 전력수급 기본계획 제주지역 전력수급 계획

◆ 제주지역 수급현황

- 전력공급 : '19년 신재생 발전설비 비중은 49%(정격용량 기준)
 - ✓ (설비규모) '19년말 기준 총 1,898MW
 - ✓ '09년말 980MW 대비 94%(연평균 6.8%) 증가하였으며, '14년말 1,292MW 대비 47%(연평균 8.0%) 증가
 - ✓ (원별비중) '19년 신재생(49%), 연계선(21%), 유류(18%), LNG(12%) 順
 - ✓ 신재생 설비비중은 '09년 9% → '14년 17% → '19년 49%로 증가

<원별 발전설비 비중>

