

출력제어 해소를 통한 분산에너지 활성화 방안 세미나

- 제주 사례를 통해 대한민국 에너지 정책 미리보기 -

2022. 8. 26.(금)



위성곤·양이원영 국회의원실·제주특별자치도

출력제어 해소를 통한 분산에너지 활성화 방안 세미나

- 제주 사례를 통해 대한민국 에너지 정책 미리보기 -

2022. 8. 26.(금)



위성곤·양의원영 국회의원실·제주특별자치도



출력제어 해소를 통한 분산에너지 활성화 방안 세미나

- 제주 사례를 통해 대한민국 에너지 정책 미리보기 -

목 차

1. 출력제어 해소를 통한 분산에너지 활성화 방안 세미나 개요	07
2. 인사말씀	08
3. 출력제어 문제 발생에 따른 해결방안	11
4. 제주 적정규모 ESS 및 구축방향	18
5. 제주 및 국내 신재생에너지 지속 확대를 위한 방안	25

출력제어 해소를 통한 분산에너지 활성화 방안 세미나

- 제주 사례를 통해 대한민국 에너지 정책 미리보기 -

■ 추진배경

- 「탄소없는 섬 제주」 발표 시, 2030년까지 신재생에너지로 지역 내 에너지 수요를 100% 충당하는 목표를 수립하고 신재생에너지를 보급 확산하는 과정에서 출력제어 문제가 매년 발생하고 있음
- 탄소중립 실천, 재생에너지 확대를 위해 현 상황을 면밀히 진단하고 이를 해결할 수 있는 방안 강구를 통해 글로벌 에너지 선도도시로 조성

■ 행사개요

- | 일 시 | 2022. 8. 26.(금) 14:00 ~ 16:00
- | 장 소 | 한국에너지기술연구원 제주글로벌연구센터(구좌읍 김녕)
- | 주최주관 | 위성곤·양의원영 국회의원실, 제주특별자치도
- | 참 석 자 | 국회의원, 에너지 관련 민·관·학·연 참석 20명 내외

시 간		주요내용	비고
14:00~14:15	'15	(인사말씀) 위성곤, 양의원영 국회의원	
14:15~14:25	'10	(발제1) 출력제어 문제 발생에 따른 해결방안 (분산에너지 연계)	제주도청 저탄소정책과 오정현 주무관
14:25~14:35	'10	(발제2) 제주 적정규모 ESS 및 구축방향	전력거래소 김영환 제주본부장
14:35~14:55	'20	(발제3) 제주 및 국내 신재생에너지 지속 확대를 위한 방안(VPP, 그리드포밍 등 예산반영 필요, 적정 출력제어 수준, 보상의 공론화 등)	한국에너지기술연구원 정학근 본부장
14:55~16:00	'65	(자유토론) • 산업통상자원부 이영주 서기관 • 대한태양광발전사업자협회 곽영주 협회장 • (사)풍력서비스협회 부정환 부회장 • 에너지경제연구원 안재균 박사 • 한국에너지기술평가원 이금정 PD • 제주대학교 황진택 교수 • 제주에너지공사 부호준 신사업팀장 • 한국전력공사 제주본부 김도훈 송변전운영실장 • 제주특별자치도 윤형석 미래전략국장	위성곤, 양의원영 국회의원, 발제자 포함 자유토론

에너지의 생산부터 공급체계와 운영방식까지 모든 부문을 새롭게 구축해야...



국회의원 위 성 곤

안녕하십니까? 제주 서귀포시 국회의원 위성곤입니다.

오늘 ‘출력제어 해소를 통한 분산에너지 활성화 방안 세미나’에 참석하신 모든 분들께 감사의 인사를 드립니다.

공동주최로 함께 하신 양이원영 의원님과 제주특별자치도 오영훈 도지사님을 비롯해 발제와 토론을 맡아주신 많은 전문가분들께도 고마움을 전합니다.

전세계가 비상입니다. 우리나라에서 집중호우로 많은 국민들이 고통을 당한 반면, 유럽은 유례없는 폭염과 산불로 어려움을 겪는가 했더니 500년만의 가뭄이 덮쳤고 중국 양쯔강의 수위도 통계가 집계된 1865년 이후 최저 수위를 기록하는 등 세계 곳곳이 이상기후로 비명을 지르고 있습니다.

그야말로 기후위기가 몰고 온 재앙을 바로 눈앞의 현실로 마주하고 있습니다. 기후위기 대응과 탄소중립을 위한 에너지 전환을 하루라도 빨리 이루지 않으면 더 이상 인류의 생존조차 장담하기 어려운 지경에 이르렀다고 할 수 있습니다.

이에 우리나라의 탄소중립을 선도하고 있는 제주도는 ‘Carbon Free Island JEJU’를 선언하고 도내 전력수요 100%를 신재생에너지로 공급하겠다는 목표로 다양한 노력을 기울여 나가고 있습니다. 제주의 성공이 곧 대한민국의 성공이기에 국가적으로 이를 지원하고 뒷받침해 나가는 것이 중요합니다.

하지만 제주의 신재생에너지 보급률이 18.2% 수준에 이른 지금 더 이상 앞으로 나가기 어려운 장애들이 곳곳에서 조성되고 있습니다. 그 단적인 예가 바로 출력제어입니다. 전력수요와 공급의 불균형으로 작년까지 총 225회의 출력제어 이루어졌으며, 올해에는 풍력뿐 아니라 태양광마저 가동을 중단해야하는 상황을 맞고 있습니다.

그 피해는 1차적으로 정부의 정책을 믿고 재생에너지 사업에 참여했던 많은 민간 사업자들에게 돌아가고 있습니다. 특히, 태양광발전의 경우 소규모 사업자들이 많아 대출이자도 감당하지 못하는 등 경영위기에 빠질 우려를 안고 있습니다.

상황이 시급합니다. 에너지 전환은 에너지의 생산부터 공급체계와 운영방식까지 모든 부문을 새롭게 구축해야하는 작업이기 때문에 그 과정에서 다양한 문제가 발생할 수 있습니다. 중요한 것은 얼마나 신속하고 적극적으로 대처하는가입니다.

오늘 이 세미나는 기후재앙에 대응하는 재생에너지 확대 정책을 지속적으로 진행해 나가기 위해 현재 제주가 처한 문제를 면밀하게 진단하고 이를 해결하기 위한 방안을 논의하는 자리입니다.

오늘을 계기로 재생에너지 확대와 관계된 많은 기관과 관계자들이 함께 머리를 맞대고 우리 앞에 나선 문제들을 하나하나 해결해 나가는 작업들을 추진해 나가길 기대합니다.

다시한번, 이 자리에 함께 하신 모든 분들께 감사의 인사를 드리며 모두가 주인된 자세로 전인류의 과제인 기후 위기 대응에 힘을 모아나갔으면 합니다. 감사합니다.

전력시장 제도를 재생에너지 중심으로 개편해야...



국회의원 양이원영

반갑습니다! ‘바람과 해를 담은 정치’더불어민주당 국회의원 양이원영입니다.

<출력제어 해소를 통한 분산에너지 활성화 방안 세미나> 개최를 진심으로 축하드립니다. 재생에너지 확대 방안과 탄소중립 실천을 논의하는 귀한 자리를 마련해 주신 더불어민주당 위성곤 의원님, 그리고 제주특별자치도 구성원 여러분의 노력에 다시 한번 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 오늘 행사를 준비해 주시고 자리해 주신 모든 분께도 감사 인사드립니다.

제주특별자치도는 제주만의 전력시장 제도 마련을 위해 네거티브 규제를 활용한 분산에너지 특구 지정을 추진하고 있습니다. 기후변화로 인해 이미 아열대 기후를 띄고 있는 제주도는 국내 어느 지자체보다 이 문제에 발 빠르게 대응하고 있어 그 의미가 큼니다.

그러나 제주의 신재생에너지 발전설비 증가에 따른 전력 공급 초과현상과 그로 인한 출력제어는 우리의 과제입니다. 이를 근본적으로 해결하기 위해 전력시장 제도를 재생에너지 중심으로 개편해야 할 때입니다.

무엇보다 단기적인 재생에너지 출력제어 최소화 방안뿐만 아니라 중장기적으로 보상원칙 및 세부 방안을 마련해야 합니다. 아울러 관련 시장제도를 개선해 비용 효율적인 출력제어 방안도 검토해 나가야 합니다. 그런 의미에서 오늘 이 자리에서 제시해 주시는 에너지 관련 민·관·학·연 관계자 여러분의 고견이 무척 소중합니다.

다시 한번 발제를 맡아주신 한국에너지기술연구원 정학근 본부장님, 전력거래소 김영환 제주본부장님, 제주도청 저탄소정책과 오정현 주무관님께 감사드립니다.

앞으로 제주특별자치도가 출력제어 문제 해결의 좋은 선례로 비전을 제시해주시기를 부탁드립니다.

저도 에너지 정책을 담당하는 국회 산업통상자원중소벤처기업위원회 위원으로서 재생에너지 확대를 위해 적극적으로 노력하겠습니다.

감사합니다.

위대한 도민시대, **사람과 자연이 행복한** 제주

CFI2030, 그리고 분산에너지 활성화

2022. 8. 26.

Jeju 제주특별자치도
Jeju Special Self-Governing Province



CONTENTS

I. CFI 2030 비전 실행 계획 수립

II. CFI 2030, 지난 10년의 **도전**과 **성과**

III. 탄소중립 프런티어 제주, 당면 과제

IV. CFI2030, 앞으로의 계획(총괄)

V. CFI2030, 앞으로의 세부운영계획

- 전력유연성 확보 자원을 통한 **출력제어 해소**
- 분산e 특구를 통한 **새로운 전력시장 질서 마련**
- 그린수소 등 청정에너지 다변화를 통한 **공정한 전환 추진**
- 에너지신산업 육성, 연구기관 설립 통한 **일자리 창출**

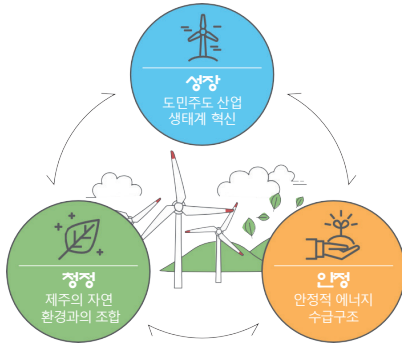
VI. **출력제어 해소를 위한 중점과제**



I CFI 2030 비전 실행 계획 수립

비 전 Carbon Free Island JEJU

핵심가치



2030 정책목표

- 1** 도내 전력수요 100% 대응
신재생에너지 설비 도입(4,085MW)
- 2** 친환경 전기차 도입(37.7만대)
- 3** 에너지 수요관리 고도화로
고효율 저소비
- 4** 에너지 융·복합 신산업 선도
(직간접 일자리 7.4만개 창출)

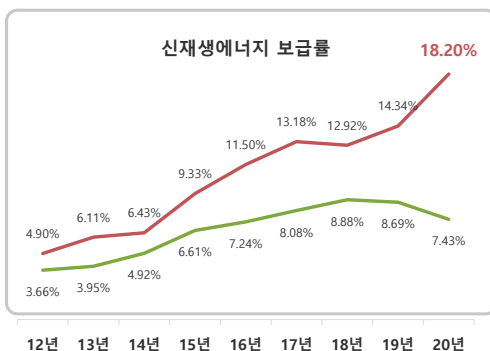
2030년 온실가스 배출량 기준안 대비 CO_2 배출량 4,203천ton $\xrightarrow{34\% \text{ 감축}}$ 2,779천ton

1

II CFI2030, 지난 10년의 도전과 성과



전국 최고의 청정에너지
생산 및 에너지 전환 실현

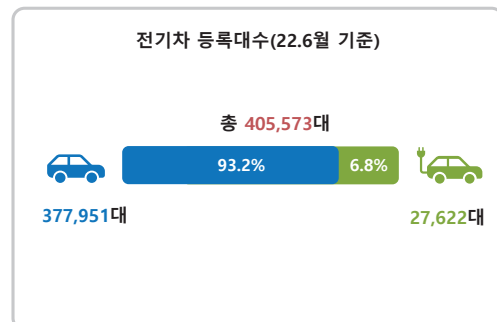


- 신재생에너지 보급률 18.2%로 전국 1위 ('20년 발전량 기준)
- 도내 전력설비 중 신재생에너지(37.8%, 806MW) 설비('22.6.)

정부의 재생에너지 3020 이행계획을 10년 앞서
80% 이상 달성



보급 7년 만에 전국 최초
전기차 2만대 시대 실현



- 전기차 27,622대 운행, 도내 차량 대비 6.8%로 전국 1위 ('22.6월 기준)

(전기차 폐배터리 산업화 지원센터)
전기차 순환 경제 모델 발굴
(전기차 충전서비스 특구지정)
에프터 마켓 비즈니스 모델 발굴

2

III 탄소중립 프런티어 제주, 당면 과제



목표대비 실적미달, 예상치 못한 Hurdle 발생

출력제어 실적

최근 3년간 태양광발전 설비가 크게 증가하여 '20년에는 설비량이 평균수요를 추월하여 출력제어가 불가피한 상황

〈 제주지역 수급현황 (사업용 설비) 〉

HVDC (공급능력)	중앙급전	재생에너지				기타 (폐기물)	합계
		태양광	풍력	기타	소계		
400	798	294	290	8	592		1,790
400	910	420	295	9	723	19	2,052
400	910	526	295	9	829	19	2,158

〈 풍력 및 태양광 출력제어 실적 (' 22년 6월말 기준, ()안은 태양광 실적, 단위: 제어횟수) 〉

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
'21년	9	10	11	16	9					7(1)	1	1	64(1)
'22년	5	6	10(2)	17(11)	18(8)	4(1)							60(22)

출력제어 전망

가을철 출력제어량은 날씨영향, 계통운영 여건에 따라 2.0 ~ 9.0 GWh 이며 태양광 최대제어량은 134MW(역송불가 경우)로 전망

3

III 탄소중립 프런티어 제주, 당면 과제



목표대비 실적미달, 예상치 못한 Hurdle 발생

연계선 역송 불확실

- 재생에너지 인버터 성능개선 비율을 일정 이상 확보시 역송허용 방침(제2차 계통평가위원회)에 따라 개선사업 독력 중이나,
- 최근 한전의 성능개선사업 종료, 사업자 미동의, 노후 인버터 개선불가 등 역송가능 용량인 428MW(태양광 568MW 기준)에 미달
- 따라서 가을철에도 인버터 미개선 태양광 우선차단은 불가피 예상

원격제어 설비 부족

- 태양광 원격차단 가능용량은 190MW로 가을철 태양광 최대 제어전망치인 134MW보다 여유가 있어 보이지만,
- 역송불가방침 지속, 가을철 코로나 재유행 등으로 수요감소 및 기상 조건에 따른 재생에너지 과발전에 대비한 원격제어 설비 확충 필요

* 출력제어 순서 : ①일반발전기 감발 → ②HVDC 최소운전 → ③최소출력 하향 → (④HVDC 역송운전) → ⑤풍력 출력제한 → ⑥폐기물 출력감발 → ⑦변압기 Tap조정 → ⑧태양광 차단(원격제어)

4

III 탄소중립 프런티어 제주, 당면 과제



목표대비 실적미달, 예상치 못한 Hurdle 발생

분야협소

신재생에너지 발전시설 보급 및 전기차 보급 수치에 치중

1차 산업, 숙박, 건물 등 탄소중립 실천전략 미흡



도민공감

CFI2030 추진에 따른 도민공감대 형성 부족

도민이 참여하는 거버넌스 구성 및 운영 한계



탄소배출

지역내 탄소배출량

‘12년 4.4백만톤

↓ 4% 증가

‘19년 4.6백만톤

- 인구 55만명 → 67만명
- 관광객 874만명 → 1,200만명
- 차량 25.7만대 → 65.8만대



5

IV CFI2030 제주, 앞으로의 계획(총괄)



ESS 구축 등 전력유연성 자원 확보를 통한 출력제어 해소



분산에너지 특구 지정을 통한 새로운 전력시장 질서 마련



그린수소 등 청정에너지 다변화를 통한 공정한 전환 추진



에너지신산업 육성, 연구기관 설립 통한 일자리 창출

6

V CFI2030 제주, 세부운영계획

ESS 구축 등 전력유연성 자원 확보를 통한 출력제어 해소

대규모 에너지저장장치(ESS) 구축

- (설비규모) 약 200MWh(4시간 총방전용)
- (추진기간) 2022.9.(공모) ~2024.3.(운전)
- (주요내용) 출력제어 해소 + 전력피크기여
- (향후계획) 사업자 선정, 절차 이행 등

✓ ESS 구축을 위한 최소한의 경제성 확보 필요

- ESS 실효용량 기준 신설, 제주CP하락
→ 제주지역 내 구축 시 수익성 감소
- 안정적 운영을 위한 추가 인센티브 필요
→ 현금 지원이 아닌 제도적 보완 필요

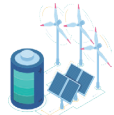


섹터커플링(P2G,P2H 등) 운영 확대

- (설비규모) P2G(15.5MW 생산 설비 구축), P2H(1MW, 4개 사이트), P2M(공용충전기 활용)
- (추진기간) 2022.4.~2025.12.(실증기간)
- (주요내용) 섹터커플링 사업 확대 기반 마련
- (향후계획) 실증 바탕 도내 사업화 추진 등

✓ 섹터커플링 확대를 위한 별도 시장 도입 필요

- 섹터커플링 전용 별도 요금제 신설
→ 전력계통 기여한 가치보상체계 필요
- 보조서비스 시장 참여 및 추가 정산
→ VPP자원화를 통한 추가 용량요금 지급



7

V CFI2030 제주, 세부운영계획

분산에너지 특구 지정을 통한 새로운 전력시장 질서 마련

분산에너지 특별법 제정

- 입법예고(21.7), 현재 국회 계류 중
- (특별법 주요내용)
 - 특구계획 수립(지자체) → 승인(산업부)
 - 분산에너지사업자 ↔ 전기사용자 직접거래
 - 분산에너지 의무설치량 할당(일정규모 이상)

✓ 「분산에너지 활성화 특별법(안)」 조속 제정

- 특례 제도 도입을 위한 특구 지정 필요
→ 제주에서 선도적인 모델 구현 가능
- 제주특별법 개정, 규제자유특구 지정 동시 병행 추진 → Two Track



제주형 가치보상체계 설계 및 도입

- (용역기간) 2022.3.24. ~ 9.23.(6개월)
- (수행기관) 사단법인 넥스트(대표: 김승완)
- (주요내용)
 - 재생e 기반 전력거래를 위한 제도개선안 도출
 - 특례사항 기반 분산에너지 특구 계획 수립 등

✓ 용역 내용 공론화를 통한 공감대 형성 필요

- 유관기관, 관련 기업 등 공론화 추진
→ 의견 반영을 통한 특구 계획 보완
- 관련 법령(안) 제개정 시 본격 도입
→ 전력 신산업 육성 기반 마련



8

V CFI2030 제주, 세부운영계획



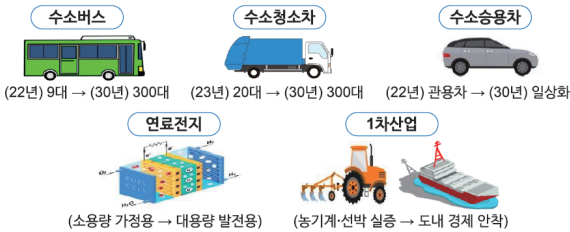
그린수소 등 청정에너지 다변화를 통한 공정한 전환 추진

사업화 ①

지자체 정책 연계 안정적 수요 창출로 수소 전주기적 비즈니스모델 구현

- 제주도 “수소경제 추진 기본계획”과 연계하여 既 상용화 된 수소 모빌리티 중심의 생산·보급·활용모델을 공공기관 先 적용 후 민간영역으로 확대

제주특별자치도 수소경제 추진 기본계획 (안)



사업화 ②

가스터빈 수소 혼·전소를 통한 제주도 Carbon Free Island 구현

- 한림 및 남제주북해에서 既 운영중인 가스터빈 수소 혼소(5%) 추진 예정
- 한국가스공사와 가스터빈 수소 혼소를 위한 업무협약 체결 ('22. 3월)

- 한림북해 부지 내 5MW급 수소 전소 가스터빈 신규 설치 추진
- 가스터빈용 수소 전소 연소기 개발 국책연구과제 진행 중 (~'24. 12월)
- 연소기 개발 완료 후 가스터빈 수소 전소 실증 ('25. 1월 ~ '27. 12월)



- 이를 통해 연간 약 15,836톤의 이산화탄소 배출 저감으로 2050 탄소중립 달성을 위한 저탄소 전원으로의 전환기반 구축

제도 최적화

그린 수소 생산을 위한 제도 개선 견인으로 경제성 확보 및 사업화 촉진

- PPA, 플러스DR 등 그린 수소 생산 경제성 확보를 위한 전력요금제도 개선(안) 도출 및 정부 제언
- 블록체인을 활용한 그린 수소 생산, 저장, 유통 관리 시스템 개발을 통해 재생에너지 연계 그린 수소 인증 제도 도출 및 정부 제언
- 대규모 수전해 설비 및 수소 출하설비에 대한 안전성 검증과 안전기준 개선방안 연구 등을 통해 그린 수소 안전성 확보 기반 마련

9

V CFI2030 제주, 세부운영계획



에너지신산업 육성, 연구기관 설립 통한 일자리 창출

에너지신산업 육성

- (현재) 재생e 및 전기차 충전 사업 한정
- (추진방향)
 - 섹터커플링 등 실증 참여 기업 제주 유치
 - 특구 연계 VPP 및 DR 사업 육성
 - 탄소중립실현을 위한 전환 업종 지원 등

✓ 탄소중립 참여를 위한 지원 방안 마련 필요

- 탄소중립 확대 생태계 기반 마련
→ 실증과제 유치, 제주형 전력시장 구축
- 기존 주유소 → 수소 충전소 전환 시 지원
→ 규제개선을 통한 전기차 충전기, 태양광 시설 등 지원



에너지 전문 연구기관 설립

- (현재) 제주에너지공사 외 에너지기관 부재
- (추진방향)
 - (초기) 도내 대학 연계 혁신선도센터 구축
 - (안정기) 분산에너지지원센터 연계 추진
 - (확장) 제주에너지연구소 설립

✓ 전국 최고 수준의 에너지 전문인력 양성 필요

- 지역혁신선도센터 제주도 내 설치 필요
→ 산·학·지방정부 구성 운영 및 확대
- 에너지연구소 설립에 대한 공감대 형성
→ 주무관청 설립허가 신청, 도의회 승인 등



10

VI 출력제어 해소를 위한 중점과제

역송방안 모색

- ① 금악변환소내 FR용 ESS 50MW 규모 9월 준공(現 시험 운전)
- ② 제1연계선 역송 재추진, 역송시 주파수모드 안정적 운영 필수
- ③ SPS 최적 설치, 역송연계선 고장에 대비한 발전기 SPS 이설(남제주 기력)
- ④ 태양광 발전사업자 세제 지원 추진

원격제어 확대

- 태양광 특고압 잔여설비 54MW에 대한 신속한 통신기능확보와 100kW 이상 저·고압 설비 및 100kW 미만 설비 대책 필요
 - 종료된 한전 그린뉴딜사업을 제주지역의 특수성을 고려하여 추가 연장
 - 100kW이상 저·고압 설비는 한전, 전기안전공사와 원격차단 기능 확인 후 계통접속 허용 추진
 - 100kW미만 설비는 출력차단 제외, 고정가격계약 우선권, REC 가중치 추가(1.0→1.2) 등 여러 특혜로 최근 쪼개기 편법 기승

11

바람으로 일으킨 위대한 도전으로
CFI2030 제주를 완성하여
탄소중립 대한민국 미래를 선도하는
위대한 결실을 맺겠습니다.
감사합니다.

Real-time Renewable Energy Supply and Demand in Jeju

(제주지역 실시간 신재생에너지 수급현황 비율)

<https://www.jeju.go.kr/cfi/presenteng.htm>

Real-time Power Supply and Demand in Jeju

(제주지역 실시간 전력수급현황)

<https://www.jeju.go.kr/cfi/livegrapheng.htm>



분산에너지 활성화를 위한 신재생 적정수용체계 확보 방안

KPX 전력거래소 제주본부장 김영환
(yhwan1129@kpx.or.kr)

제주 신재생발전량 점유율

smart KPX 전력거래소

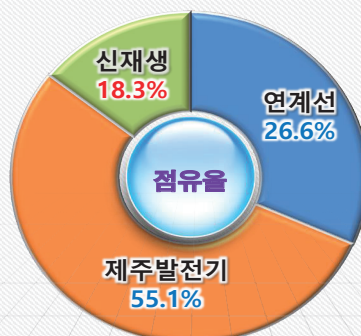
전력설비 현황(MW)

[21.12월말 기준]

구 분		설비용량	소계
전통적인 발전기	남제주기력#1,2	200	910 (42%)
	제주기력#2,3	150	
	제주내연#1,2	80	
	한림복합	105	
	제주LNG복합#1,2	229	
	남제주복합	14.6	
비중앙 발전기	신재생 발전기	풍력	295
		태양광	549
		기타	8
		소계	852(40%)
	기타(폐기물)	19	871 (40%)
연계선	#1HVDC	150	400 (18%)
	#2HVDC	250	
전력설비 합계		2,181	

발전량 점유율(%)

[21년 연간실적 기준]



- 제주발전기 (중앙급전 53.5%+기타(폐기물) 1.6%)
- 신재생 세부 점유율

풍력 8.8% 태양광 9.4% 기타신재생 0.1%

* BTM 태양광설비용량은 59MW를 포함할 경우 도내 신재생설비용량은 930MW (설비용량점유율 41.5%)

신재생 초과발전 현황

smart KPX 전력거래소
KOREA POWER EXCHANGE

- 풍력중심이던 제주에 2017년이후 태양광 연계 급속 증가
- 신재생 초과발전 Tipping Point 는 2018년(0.25%) → 2019년(1.65%)로 제어량 급증

신재생설비 증가 추이

구분	태양광	풍력	소계	평균수요
'15년	76.0	220.7	296.7	547.0
'16년	92.6	270.9	363.5	584.0
'17년	125.4	272.9	398.3	619.0
'18년	184.9	△ 59.5	266.5	451.4
'19년	293.8	△108.9	290.3	584.1
'20년	420.1	△126.3	294.7	646.0
'21년	525.6	△105.5	294.7	823.3
				670.0

풍력발전 출력제어 현황

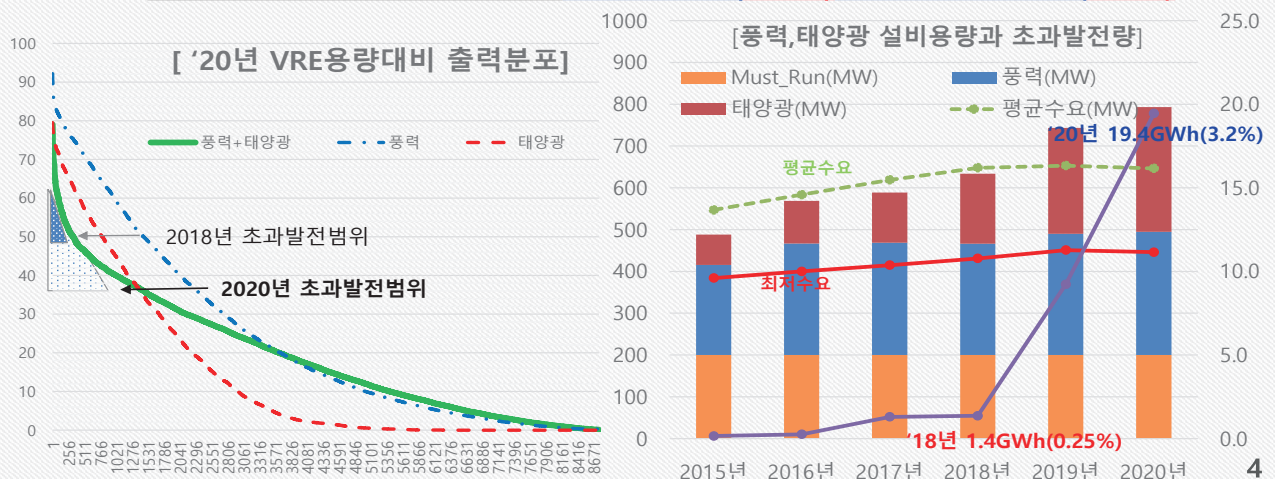
구 분	제어량(MWh)/횟수	제어비중
'15년	152 (3회)	0.04%
'16년	252 (6회)	0.05%
'17년	1,300(14회)	0.24%
'18년	1,366(15회)	0.25%
'19년	9,223(46회)	1.65%
'20년	19,449(77회)	3.24%
'21년	12,016(64회)	2.09%

3

신재생 초과발전 Tipping Point

smart KPX 전력거래소
KOREA POWER EXCHANGE

- 초과발전 인과요소 : 수급한계, 송전한계, 안정도(관성력 및 예비력)
 - '18년 제주 VRE한계량(231MW) = ① 전력수요(431MW) - ② Must Run 발전량(200MW)
 - '20년 제주 VRE한계량(246MW) = ① 전력수요(446MW) - ② Must Run 발전량(200MW)
 - * **Must Run**: 상정고장 대비 일반발전기 최소운전량 (최저수요 시간 발전기 4대, 최소운전부하)
- 신재생 설비용량 대비 초과발전량(제약율) 비교
 - '18→'20년 VRE한계용량/설비용량 변화 : 231/481MW → 246/652MW
 - '18→'20년 발전량점유율/제약량 : **12.5%/1.4GWh(0.25%) → 18.0%/19.4GWh(3.24%)**

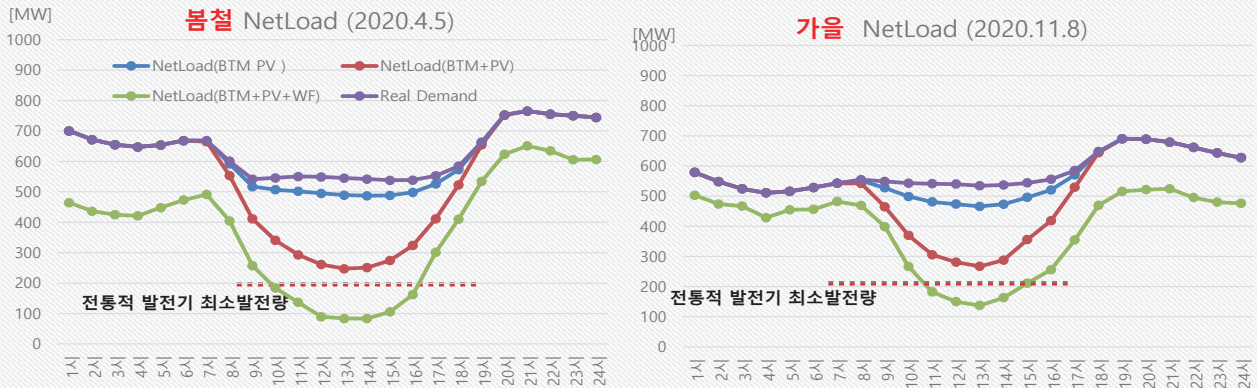


4

신재생 출력제어 발생시기(계절)

smart
KPX 전력거래소
KOREA POWER EXCHANGE

- 신재생설비 증가에 따라 Duck Curve 현상이 심화되면서
- 전력수요가 낮은 봄, 가을철, 주말 경부하시기 출력제어 집중 발생

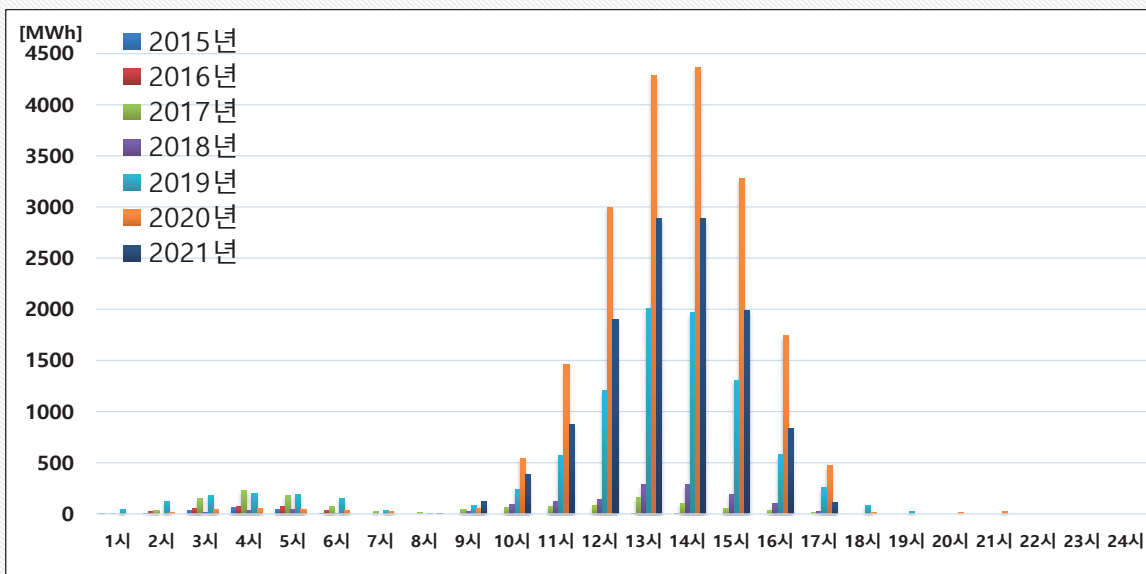


5

출력제어 발생시기(시간)

smart
KPX 전력거래소
KOREA POWER EXCHANGE

- 발생시간으로는 풍력, 태양광 발전량이 겹치는 낮 시간 (태양광발전량 분포와 유사)
- '22년 풍력설비 295MW에서 향후 400MW초과시 심야시간 출력제어 발생

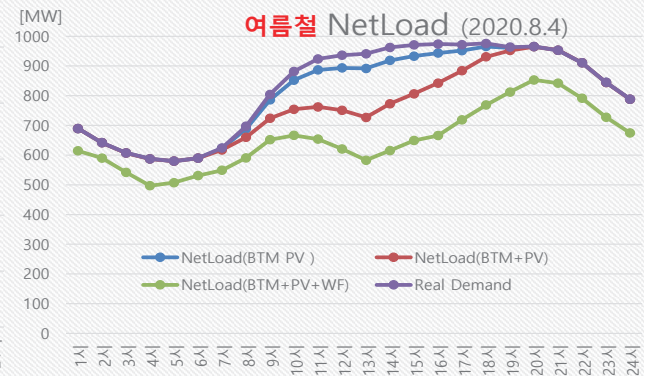
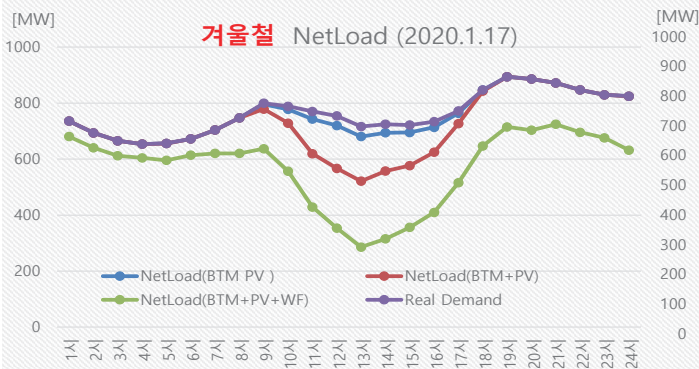


6

태양광설비 증가와 저장장치의 필요성(1)

smart KPX 전력거래소
KOREA POWER EXCHANGE

- 연중 피크대비 전통적인 전력공급수단을 유지하면서 저장을 통한 부하이전수단 필요 (ESS, 소규모 양수 등)
- 연중 제1 피크발생시기인 겨울철 풍력발전량의 최대전력수요 기여도는 높음, 최대전력 발생시간 태양광기여도 없음
- 연중 제2 피크발생시기인 여름철 풍력발전량 최대전력수요 기여도 낮음, 태양광 기여도 없음

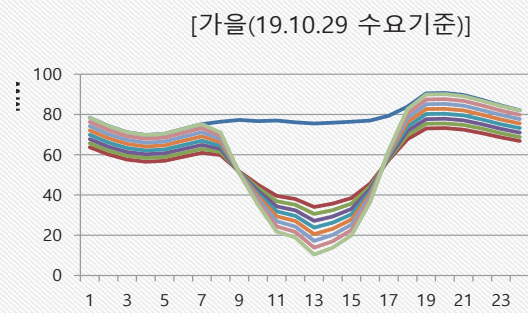
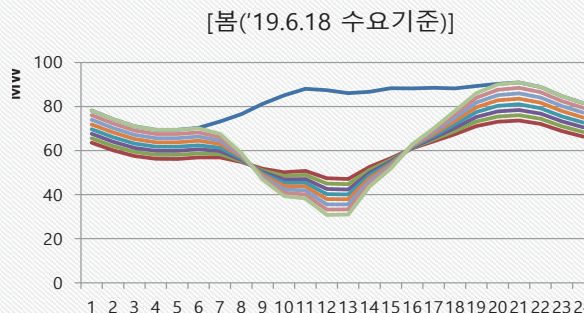
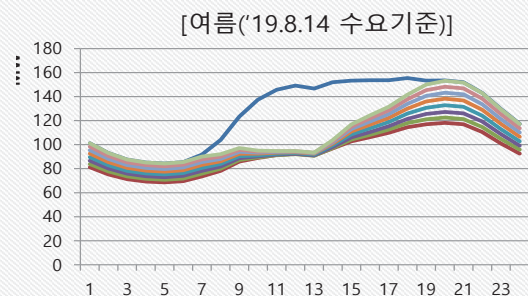
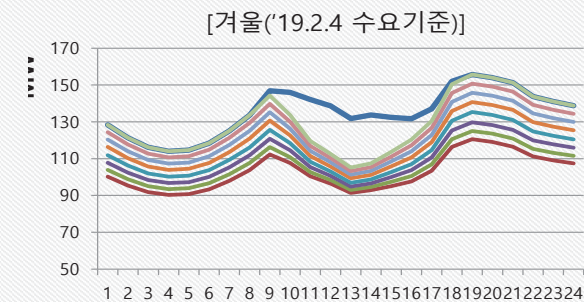


7

태양광설비 증가와 저장장치의 필요성(2)

smart KPX 전력거래소
KOREA POWER EXCHANGE

- 제주CFI2030 태양광 설비계획에 따른 순수요 변화



8

초과발전 완화대책



출력제어 최소화를 위한 완화대책 ('20~'21)

- **중앙급전발전기 최소출력 하향 및 HVDC 최소운전('20.1~)**
 - 기력 및 복합발전기 최소출력 기준대비 10~16MW하향 조정
 - ☞ '20년 초과발전량 50%감축, '21년 25,562MWh 출력제어 완화 효과
 - **제1연계선을 이용한 70MW 역송('21.4~'22.2)**
 - **신재생연계형 ESS(22MW) 운영을 피크시간 방전중심에서 출력제어시간 충전 중심으로 REC 발급기준 시간 변경('20.7~)**
 - **초과발전시간 전력소비를 유도하는 Plus DR 도입('21.3~)**
 - '21년 총 9회 (28시간) 발령으로 낙찰량 19.86MWh, 이행 10.387MWh(이행률55%)
 - 그리드위즈 전기차충전(P2M) +DR 개시('21.10~)
- ❖ **출력제어 완화효과 : '20년 77회 19,449MWh → '21년 64회 12,016MWh**
(신재생 설비용량 증가 : '20년 715MW → '21년 815MW)

9

초과발전 완화대책(향후)



출력제어 최소화를 위한 추진중인 대책 ('21~'24)

- **(긴급 유연성자원 확보) 65MW/260MWh ESS 긴급도입 추진**
 - 재생E 초과발전 흡수 및 하계 전력수급 안정
 - 설치용량 및 선정입찰방식 확정후 중앙계약시장 시범사업 형태로 추진
- **(중장기 유연성자원 확보) '30년까지 1,7GW/13,3GWh 저장수단 추진 필요**
 - 제주CFI계획상 신재생 도입 및 출력제어율 3% 기준
 - 투자비 4.1조원, ESS기준 소요부지 2km²(6만평) 필요
- **(송전망 연계) 전압형 HVDC#3 적기 준공**
 - 전압형 HVDC 도입으로 실시간 양방향전송으로 재생에너지 및 수요 변동성에 유연한 대응
- **(안정도 확보) 태양광 인버터(LVRT) 성능개선 추진**
 - 안정적인 연계선 역송을 위해 현 태양광 설비용량의 2/3 수준인 396MW 이상 LVRT 성능 개선이 필요, 태양광 사업자 미동의로 200MW 추가 추진 필요

10

신재생 적정수용체계 구축

smart KPX 전력거래소
Smart & Power & Exchange

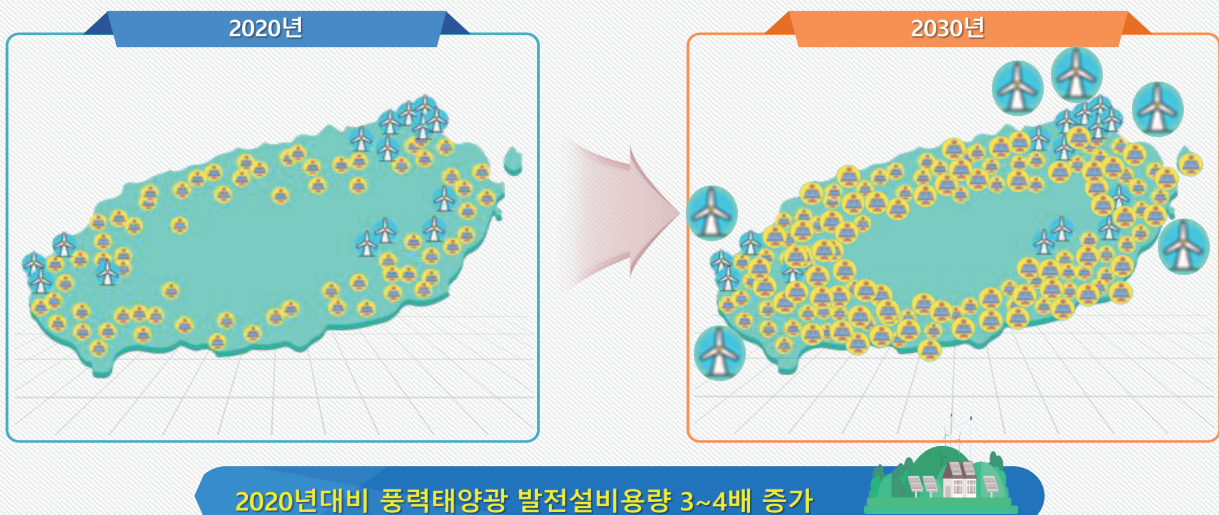
- (전력거래소) 신재생 계통연계 적정 수용가능용량 분석 및 제시
 - 전력수요, 기후 및 신재생 발전실적을 바탕으로 초과발전량 분석
 - 전력수급기본계획상 신규 HVDC 및 대용량저장장치 설치시기를 고려하여 신재생 원별 적정용량 제시
 - 신재생 발전량 입찰 실시간시장 운영 및 VPP 활성화 유도
- (제주도) 전력거래소 수용가능용량을 반영한 신재생 발전사업 허가
 - 사업허가 후 발전소 준공 및 계통연계시기 고려
 - 신재생발전사업자 적정 수익 및 초과발전 목표량 고려
 - 제주형 RE100 제도 운영
- (한전) 전력거래소 수용가능용량을 반영한 신재생 계통연계
 - 수급초과 제약 및 지역별 송전제약을 고려한 계통접속 허용
 - 신재생 초과발전시간을 고려한 계시별요금제 확대 시행
- (공통) 실시간 시장 및 VPP 활성화
 - (실시간시장) 신재생발전기 당일시장에서 발전량 및 가격 입찰
 - (VPP) 신재생발전기와 저장장치를 결합한 공급형 VPP 활성화

11

제주 분산자원의 증가(1)

smart KPX 전력거래소
Smart & Power & Exchange

- 태양광/풍력 재생에너지의 주전원화
 - 신재생 집중지역 송전제약 심화 -> DSO 역할 증대
- VPP, DR, Sector Coupling(P2M, P2H, P2G) 자원의 전력시장 참여 확대



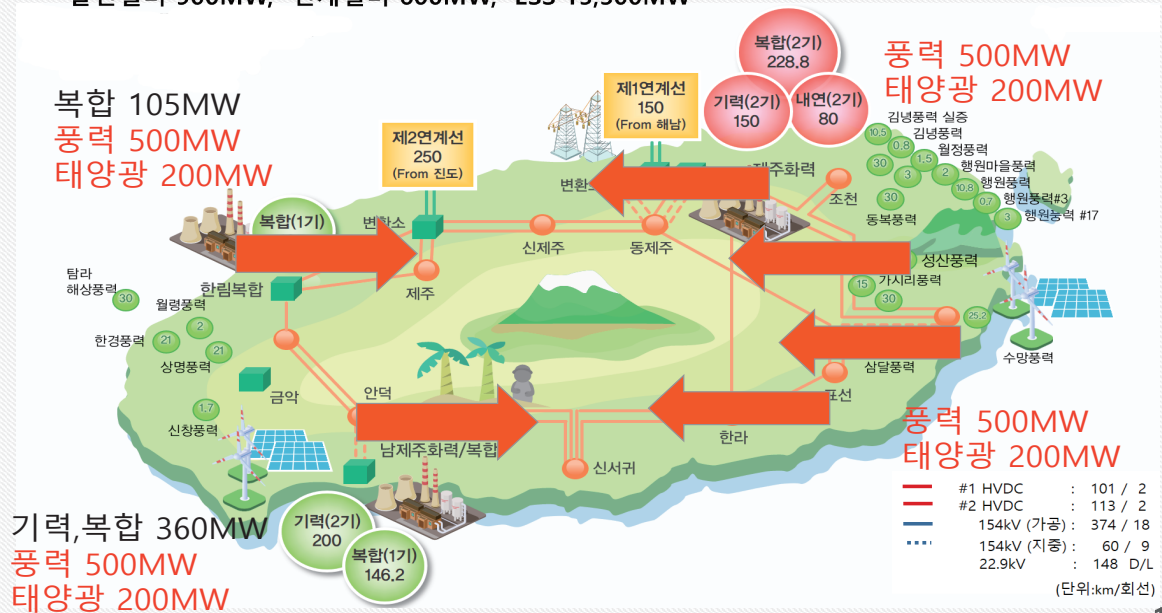
12

제주 분산자원 증가(2)

smart KPX 전력거래소
KOREA POWER EXCHANGE

➤ 2030년 제주 전력공급설비

- 풍력설비용량 2,345MW, 태양광 1,411MW
- 발전설비 900MW, 연계설비 600MW, ESS 13,300MW



13

감사합니다 ! ^^

smart KPX 전력거래소
KOREA POWER EXCHANGE

14

재생에너지 수용향상 기술

2022.08.26

한국에너지기술연구원

에너지효율연구본부장, 정학근



1. 전력망의 재생에너지 수용 한계
2. 재생에너지 수용향상 기술
3. KIER 재생에너지 수용향상 연구
4. 수용향상을 위한 제안

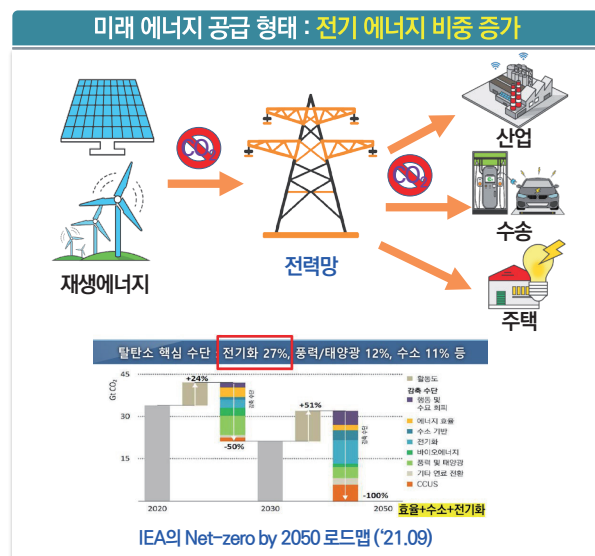
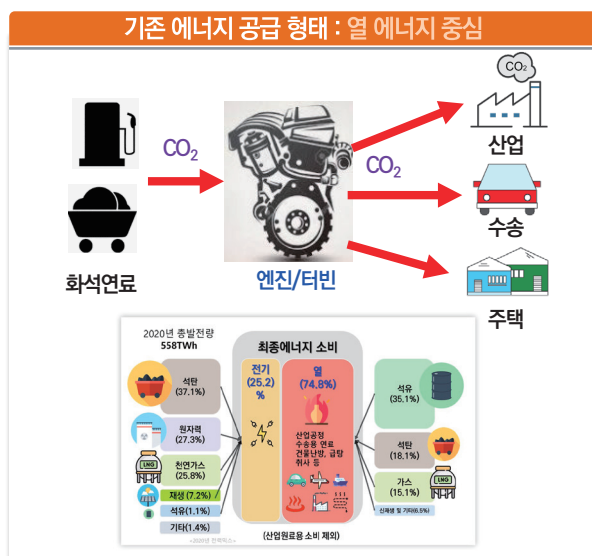
(Topic 1)

전력망의 재생에너지 수용 한계

<3/37>

탄소중립 달성을 위한 전력망 중요성 증대

전기 에너지 공급 비중 증가 전망: 전력망 중요성 증대



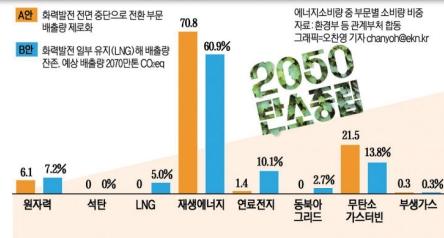
<4/37>

탄소중립 핵심 재생에너지

KIER Great 1st

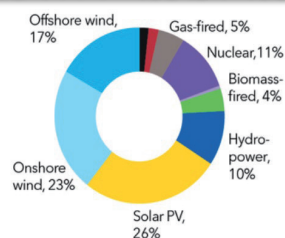
탄소중립을 위한 재생에너지 중심의 에너지망 형성 예상

대한민국 2050 탄소중립 시나리오 (재생E 60~70%)



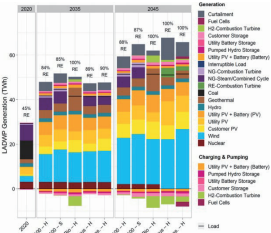
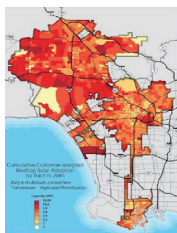
출처: 에너지경제

2050 유럽 에너지 믹스 예상량 (풍력+태양광 66%)

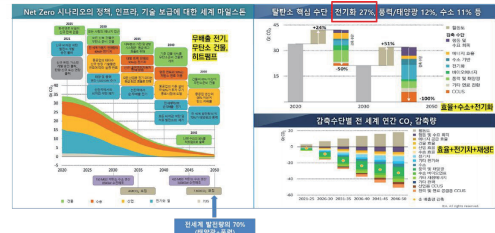


출처: DNV Group

LA100 (미국 LA 탄소중립 시나리오) : 풍력+태양광 69~87% 목표



국제에너지기구(IEA) 시나리오: 전 세계 풍력+태양광 비중 70% 예상



<5/37>

탄소중립 핵심 재생에너지, 하지만 수용의 한계

KIER Great 1st

재생에너지의 수용한계 : 제주도 예시

재생에너지 수용한계 도달 : 제주 전력 문제

- 재생에너지 수용가능 한계 초과로 출력제한 횟수 증가
 - '15년부터 꾸준히 증가, '20년도 총 77회 출력감발 지시



- HVDC를 통한 재생에너지의 육지 역송에도 한계
 - '21.04 HVDC 1호기 역송에도 불구하고 제한 발생
 - 역송지점 인근 (해남, 진도) 재생에너지 수용한계 발생*
 - * '21.03, 신안 부근 태양광발전 출력제한 발생

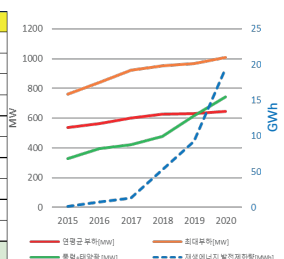
- 실시간 관제 의무 없는 소규모 태양광(1MW 이하)의 증가
 - 실시간 관제 의무 X, 전력계통의 재생에너지 수용성 악화

육지로의 수용한계 이슈 확산 가능성

- 부하 증가량 대비 재생에너지 증가세↑, 출력제한 전국 확산 가능

	발전/삭감량 (GWh)
재생E 삭감량 (-)	9,223
HVDC	1808
- 풍력	546
- 태양광	268
- 기타	8
합계	822
기력(화력)	1852
내연	265
가스터빈	7
복합	965
발전량 총 합	5719

[제주 전력공급 현황(2019)]



[제주 부하 및 재생에너지 연간 성장 비교]

- 재생에너지 계통 접속 지연 및 출력제한 : 낭비되는 재생E 발생
 - 태양광, 풍력 14.2GW 중 4.2GW 접속대기 상태 (한국전력, 2020.11)
 - *기준 완화 등으로 용량 지속적 저감 시도 중
 - ~3GW 접속대기 상태 (산업통상자원부, 21.09월 기준)

<6/37>

탄소중립 핵심 재생에너지, 하지만 수용의 한계

KIER Great 1st

현대 전력계통의 이해

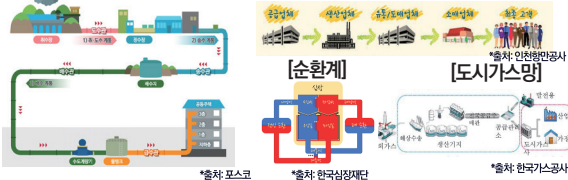
전력계통의 정의 및 특징

- 전력계통 : 발전-송전-배전으로 구성, 전기의 공급망



*출처: 한경대일리

- 타 공급망과의 차이점 : 1) **항상 공급과 수요**가 일치, 2) 동기화 [상수도망] [물류망]



*출처: 포스코

*출처: 한국심상재단

*출처: 한국가스공사

전력계통 안정도 유지 필요성 및 안정도 지표

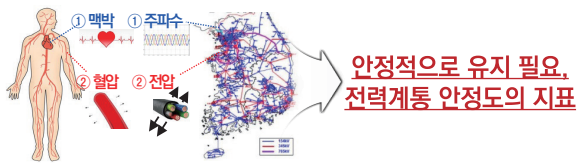
- 수요≠공급 시 시스템 붕괴 (블랙아웃)

- 순시적 불균형은 관성 및 예비력에 의해 충당
- 심각한 불균형 시 일부 차단
- 블랙아웃 시 정상화까지 상당한 시간 소요



(FT)는 "베네수엘라 전체의 96%가 정전이 됐다"고 전

- 수요≠공급의 지표 : 1) 주파수, 2) 전압



<7/37>

탄소중립 핵심 재생에너지, 하지만 수용의 한계

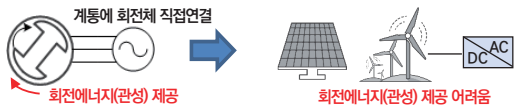
KIER Great 1st

수용한계를 유발하는 재생에너지 특징

특성1: 무관성

- 기존 발전기와 다르게, 재생E는 무관성의 특징

- 수요≠ 전기적 공급 시, 발전기 회전에너지가 공급 충당
- 재생E는 인버터를 통해 계통에 연계, 무관성
- 주파수 변동을 심화



회전에너지(관성) 제공 어려움

특성2: 큰 임피던스 (적은 단락용량)

- 재생E는 계통 입장에서 큰 임피던스 (재생E의 낮은 단락용량)

- 재생E는 인버터를 통해 계통에 연계
- 인버터 기반 자원은 기존 발전기(동기기 기반)에 의해 낮은 단락용량의 특징 : 큰 임피던스로 보임
- 전압 변동 심화

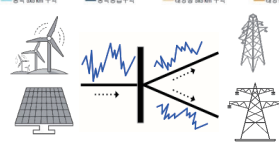
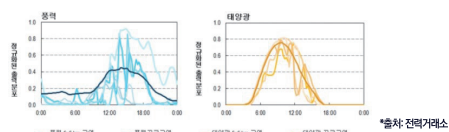
$$\frac{V^2}{Z} = S \rightarrow \frac{V^2}{Z} = \frac{V^2}{\text{큰 임피던스}} \rightarrow \text{임피던스 증가} \rightarrow \text{전압변화 증가}$$

적은 단락용량

특성3: 변동성/간헐성

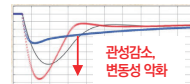
- 출력 간헐성 : 일사량, 풍속에 따라 실시간 출력 변동

- 주파수, 전압 변동을 야기



전력계통 안정도 문제 야기 : 수용한계 발생

[큰 주파수 변동]



[큰 전압 변동]



<8/37>

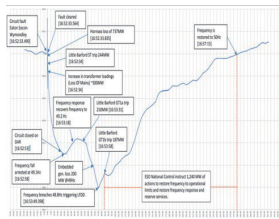
탄소중립 핵심 재생에너지, 하지만 수용의 한계

KIER Great 1st

재생에너지로 인한 계통 고장 사례 : 영국 (19.08)

영국 대정전 주요 원인

- 낙뢰로 인한 연쇄적인 발전기 탈락 발생 및 주파수 하락
 - 400kV급 송전 선로에 낙뢰 발생 → 500MW급 분산전원 탈락
 - 737MW급 해상풍력 및 244MW급 가스화력발전소 공급 중단
 - 낙뢰로 인한 공급 감소량 2,100 MW, 예비력인 1,000MW 초과
 - 주파수 변화율(RoCoF) 급증으로 추가 350MW 분산전원 탈락
 - 주파수 48.8Hz 아래로 하락해 부하 탈락 및 정전 발생
 - 배전계통운영자 대응으로 40분 내 전력공급 복구



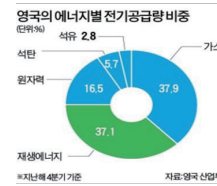
[정전 시간 주파수 변화]



[낙뢰 지점 및 해상풍력/가스발전소 위치]
출처 : 세계발전시장 인사이트, 애경연, 2019

영국 대정전의 시사점

- 재생에너지 급증에 따른 연쇄적 탈락 : 계통 운영방안 및 대응책 필요
 - 전체 설비규모 104GW, 1%미만(1GW) 공급중단으로 정전발생
 - 재생에너지 급증에 따른 연쇄적 분산전원 탈락
 - 재생에너지의 계통 보조 기능 강화 등 이에 대한 대응책 필요



[영국 발전원별 전기공급 비중]



[정전 타임라인에 따른 분산전원 탈락]

- 배전계통운영자의 필요성 및 향상된 운영 기술 필요
 - 영국의 경우, 배전계통운영자가 분리되어 운영됨에도 큰 피해
 - 배전운영자의 더 빠른 대응 및 향상된 대응기술 요구

<9/37>

(Topic 2)

재생에너지 수용향상 기술

KIER Great 1st

<10/37>

재생에너지 수용향상 기술

KIER Great 1st

재생에너지 한계 극복을 위한 수용향상 기술

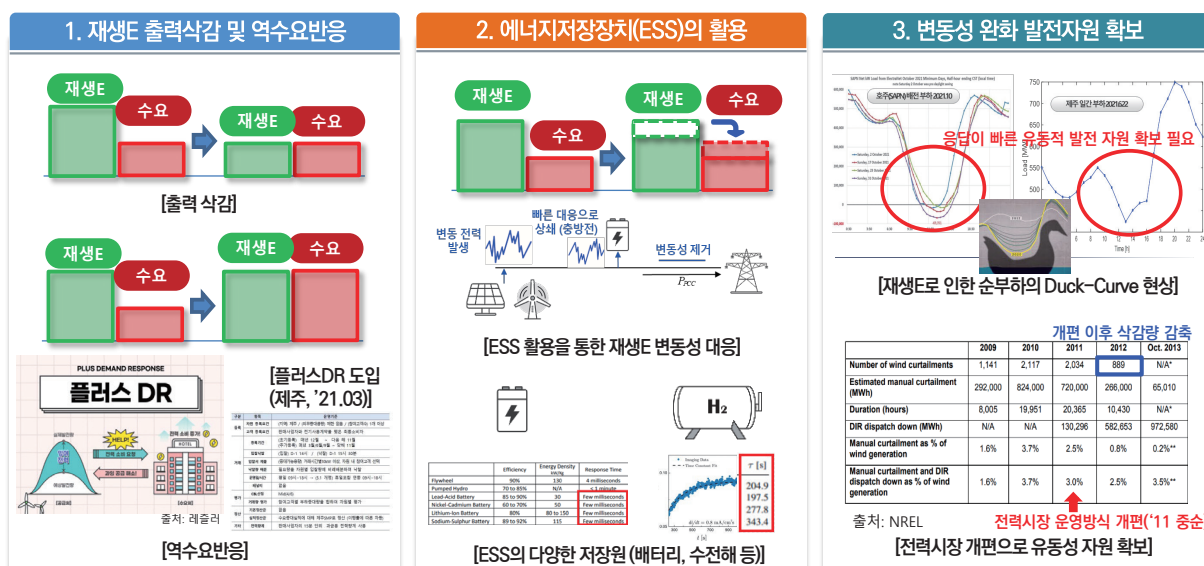


<11/37>

재생에너지 수용향상 기술

KIER Great 1st

(문제점 : 수급 불균형) → 유연성 자원



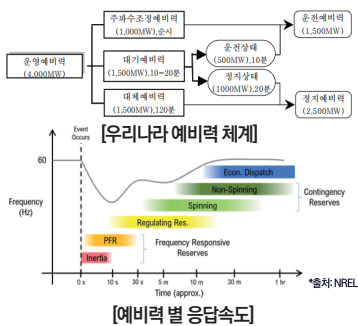
<12/37>

재생에너지 수용향상 기술

KIER Great 1st

(문제점 : 관성 저하) → 관성 보강

1. 빠른 주파수 예비력 활용



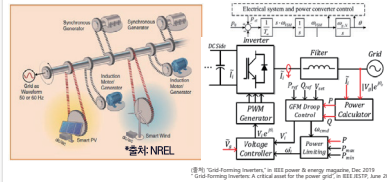
National Grid ESO debuts new fast frequency service

Oct 1, 2020 | Grid Stability News

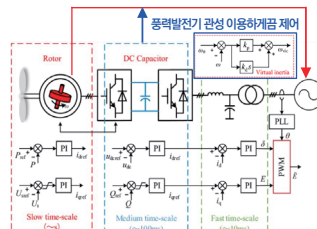
*출처: National Grid

[영국 매우 빠른 주파수 예비력 서비스 도입('20)]

2. 인버터의 가상 관성 기술 구현



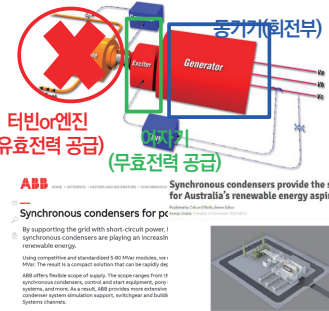
[인버터의 가상 모사(가상관성) 제어]



[인버터를 이용해 풍력발전기의 관성 이용]

3. 동기조상기의 활용

- 엔진을 제거한 발전기(동기조상기) 이용
- 재생도로 교체할 발전기의 동기를 유지하면 무효전력 제공 + 관성 제공으로 계통 보조 가능



Key benefits of ABB Synchronous condensers

High inertia

Short-circuit Power

Reactive Power

(13/37)

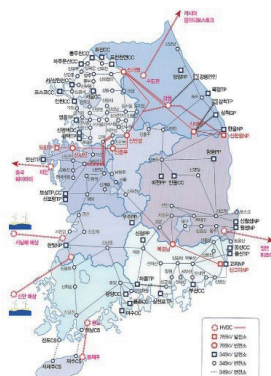
재생에너지 수용향상 기술

KIER Great 1st

(문제점 : 계통 Z 증가) → 임피던스 감축 효과

제 9차 장기 송변전설비계획: 송변전설비 증설 계획

- 송변전설비 확충: '34년까지 증설 및 29조 3170억 투입 계획
- 송전선로 1만173c-km, 변전설비 12만352MVA 규모*
- *'19년 설비규모 대비 약 40% 증가



송전선로	
345kV	154kV
51회선	376회선

변전설비			
345kV 변전소	345kV 변압기	154kV 변전소	154kV 변압기
4개	2대	93개	75대

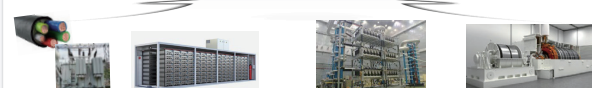
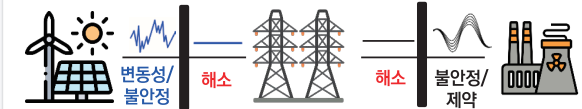
* 한국전력공사, 제 9차 장기 송변전설비계획 (2020 ~ 2034)

9차 송·변전설비 계획을 감안한 전국 계통 예상도

송·변전설비 증설을 통해 '34년까지 재생에너지 77.8GW 수용 전망

제 9차 장기 송변전설비계획: 기타 설비 증설 계획

- ESS(에너지저장장치) 설치 확대: 계통안정화·변동성 대응 (육지) 전력망 신뢰도 준수/제약 완화를 위한 ESS(1.4GW) 도입 (제주) 제주계통 신뢰도 유지를 위한 ESS(90MW) 설치
- FACTS(유연송전시스템) 설치 및 확대: 안정도(전압) 개선 동해안 및 울산/경남 지역 신규 원자력 발전소* 연계 대비 * 신한울 1호기('22.09), 신고리 5호기('23.03) 연계 시 안정도 문제 발생 예상
- 동기조상기 확보: 재생e 확대 따른 전력계통 관성자원 추가확보 관성보강을 위한 회전형 계통 안정화 설비(동기조상기)* 도입 * 폐지 화력발전기 등을 용도 전환하여 계통 안정화에 이용 (화석연료 이용 X)



송변전설비 확충 ESS 설치 확대 FACTS 설치 확대 동기조상기 확보

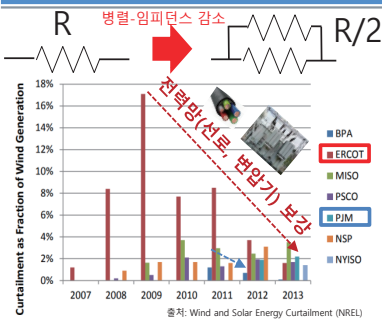
(14/37)

재생에너지 수용향상 기술

KIER Great 1st

(문제점 : 계통 Z 증가) → 임피던스 감축 효과

1. 전력망(선로) 보강 및 연계



[선로 보강을 통한 미국 재생E 출력삭감 감축]



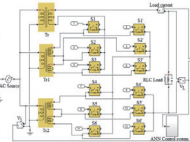
[기간전력망 구축(북해도/동북아 수퍼그리드)]

2. 전압·전력용량 조절장치

- 무효전력 공급 시, 전압 향상 즉 간접적인 임피던스 감축효과 확보



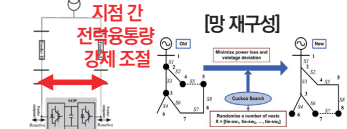
[STATCOM]



[OLTC]

- 전력용량을 조절하여 간접적인 임피던스 감축효과 확보 (망 재구성, SOP 등)

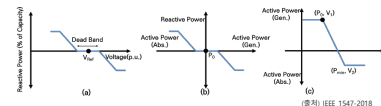
[Soft Open Point (SOP)]



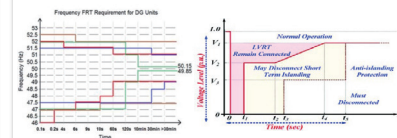
(출처: "Distribution network reconfiguration for power loss minimization and voltage profile improvement using cuckoo search algorithm," in IEEE, Jan. 2018)

3. 스마트 인버터

- 스마트 인버터 : 전력망 보조기능이 탑재된 인버터
- 최근 IEEE 1547-2018, UL 1741 등 표준으로 인버터에 해당 기능 정의 및 권고



[전압보조기능-간접 임피던스 감축효과]



[FRT] [VRT]

단락용량 증가효과 → 임피던스 감축효과

(출처: "Protection of Future Active Distribution Networks with Distributed Generation," in CIGRE Australia, Mar 2015)

<15/37>

(Topic 3)

KIER 재생에너지 수용향상 연구

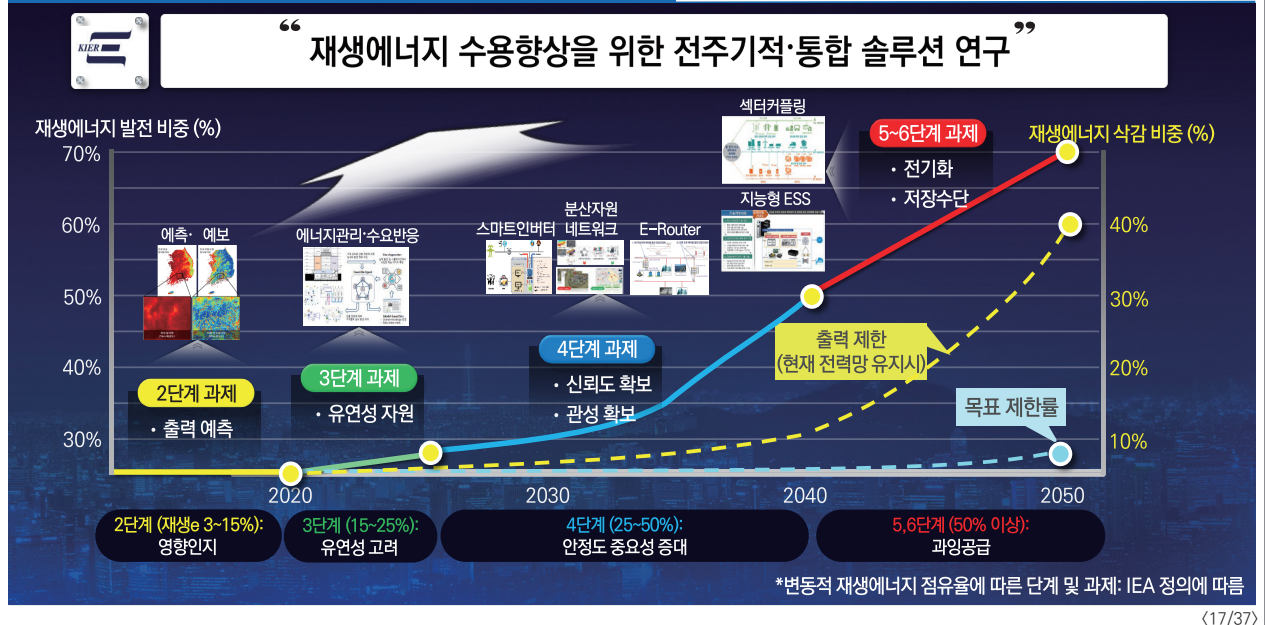
KIER Great 1st

<16/37>

KIER 연구기술

KIER Great 1st

전주기적 통합솔루션을 통한 우리나라 탄소중립의 달성



(17/37)

KIER 연구내용

KIER Great 1st

연구 개발 계획



(18/37)

KIER 연구내용

KIER Great 1st

대표 연구 기술 : 신재생에너지 변동성 예보 핵심기술

일시량 Nowcasting

- GK - 2A (천리안 2호) 위성영상 최적화
- 직접관측 미세먼지 프로파일 합성
- 지형 자료 동화 기반 Downscaling Modeling

지형 보정 일시량

발전량 Nowcasting

발전량 Nowcasting

- 신재생 발전량 빅데이터 모니터링
- AI - Based Transposition Model

발전량 Forecasting

- AI - Based 후처리 모델 개발
- KIEReCAST (KIER- SolarWRF) 태양광/풍력 예보 독자 모델 개발

위성영상 모니터링 기술

통합모델

nRMSE = 9.9%

• Regional Specialization

• GHG only

지역모델

nRMSE = 8.6%

• ML model

• LGBM Method

• 15 Input Variables

• Irradiance Decomposition and Transposition

인공지능 모델

nRMSE = 5.9%

KIEReCAST

신재생예보플랫폼

KIER 연구내용

KIER Great 1st

대표 연구 기술 : 자율형 분산 에너지관리시스템(AdBEMS*) 기술

에너지 수요예측 기술

- RNN 네트워크의 Encode / Decoder 구조를 이용한 Sequence-to-Sequence 모델 개발
- 적은 양의 데이터로 높은 정확도 제공 가능
- 예측 결과에 대한 설명 제공 (eXplainable AI)
- Hyperparameter space에서 최적 설정을 찾아서 parameters 최적화가 가능

강화학습 기반 에너지 최적관리

- 재실자 쾌적도를 고려한 에너지 비용 최소화 를 위한 강화학습 모델 구현
- 도메인 지식, 물리 모델에 기반하여 수집된 데이터 확장을 위한 기술 적용
- 실제 도메인 적용을 위한 학습 속도 개선 기술 적용

건물 설비 고장진단 기술

- 정밀 에너지 시뮬레이션 기반 건물 설비 모델링 및 정확성 검증 프로세스 구현
- 표준 기반 유형별 계절별 고장 데이터 생성
- 기계학습 및 규칙 기반 (Rule-based) 고장진단 기술 개발 및 평가
- 가상생성 기반 고장진단 기술 개발 및 평가

<Fractal Grid 구조의 분산에너지관리시스템>

수요관리 수익 ↑ CEMA

에너지 비용 ↓ BEMA1 BEMA2

재실자의 편의성 ↑ ZEMA1 ZEMA2 ZEMA3

HVAC lighting smart plug meter sensor

<Cloud 기반 인공지능플랫폼>

Data pre-processing
Demand forecasting

Occupancy Pattern
Optimization

<엣지 에이전트 분산에너지관리플랫폼>

<지능형 수요관리기술>

공공기관 신재생에너지 의무화 (2030년 건물에너지 사용량의 40%)와 ESS 보급확대에 효과적으로 대응하는 자율형 EMS 기술 개발

*Autonomous distributed Building Energy Management System

2023년 12월 15일

(20/3)

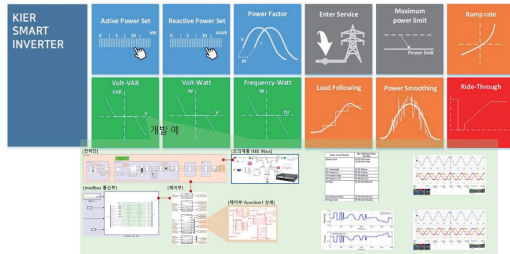
KIER 연구내용

KIER Great 1st

대표 연구 기술 : 재생에너지 연계 스마트 인버터 기술

세부 핵심기술: 재생에너지 연계 스마트 인버터 기술

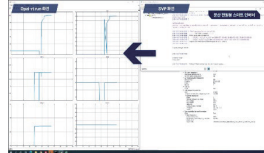
스마트인버터 핵심 제어 기술



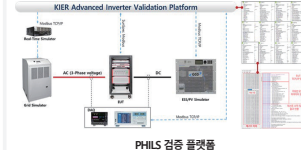
기능	내용	기능	내용
Active Power Set	상위 지령에 따른 유효전력 제어	Enter Service	전력 계통 투입 관련 제어
Reactive Power Set	상위 지령에 따른 무효전력 제어	Maximum Power Limit	최대 유효전력 제한 관련 제어
Power Factor	상위 지령에 따른 역률 제어	Ramp-Rate	신재생에너지 연계 증감률 제어
Volt-VAR	전압 유지를 위한 무효전력 제어	Load Following	신재생에너지 연계 부하추종 제어
Volt-Watt	전압 유지를 위한 유효전력 제어	Power Smoothing	신재생에너지 연계 출력 평활화 제어
Frequency-Watt	주파수 유지를 위한 유효전력 제어	Ride-Through	계통 사고 대응을 위한 Ride-Through

스마트 인버터 기술 검증

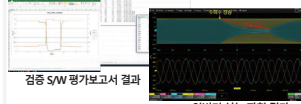
PHILS 테스트를 통한 검증



실시간 시뮬레이션 기반 제어기 검증



PHILS 검증 플랫폼



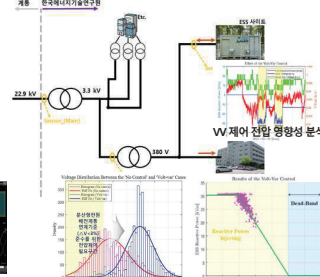
검증 S/W 평가보고서 결과

인버터 성능 파형 결과

실증 사이트를 통한 검증



250kW/300kWh 규모 ESS 실증 사이트



VV 제어 전압 영향성 분석

W 제어 전압 영향성 분석

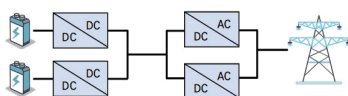
(23/37)

KIER 연구내용

KIER Great 1st

대표 연구 기술 : Edge-AI 기반 차세대 일체형 ESS 모듈

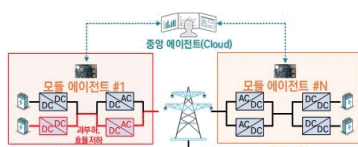
① 모듈·병렬 구조를 통한 고신뢰성 확보



- ESS의 고장 대응능력 강화
- 단일 배터리 및 전력 모듈의 고장에도 전체 시스템은 운전 가능한 전력 변환 구조

ESS의 시스템 안전성 및 신뢰성 향상

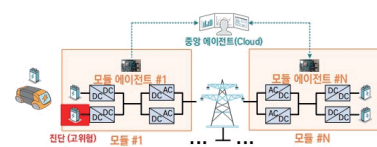
② 에이전트 기술을 통한 고효율성 확보



- 배터리/PCS의 노화 및 SOC 상태에 맞는 최적 전력 경로 결정 및 운전 수행

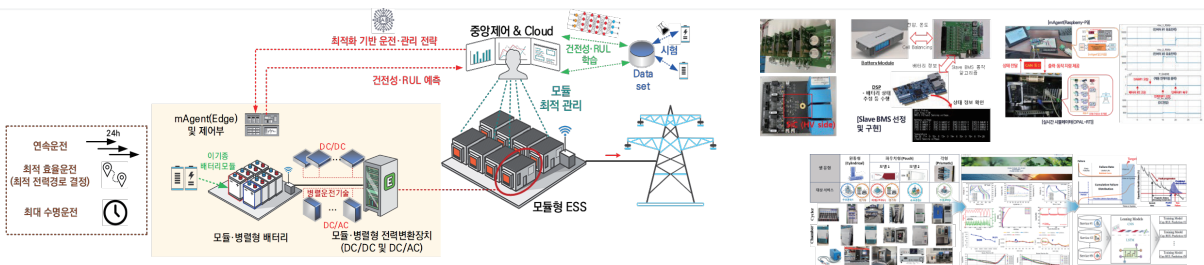
경제성 및 ESS 운전시간 최대화

③ 지능형 기술을 통한 고유연성 확보



- 상황에 맞는 전력 모듈 개수 결정 및 운영
- 요소 고장 시 2nd Life 요소 활용 및 교체

유연한 전력용량처리 및 대처 가능



(24/37)

KIER 연구내용

KIER Great 1st

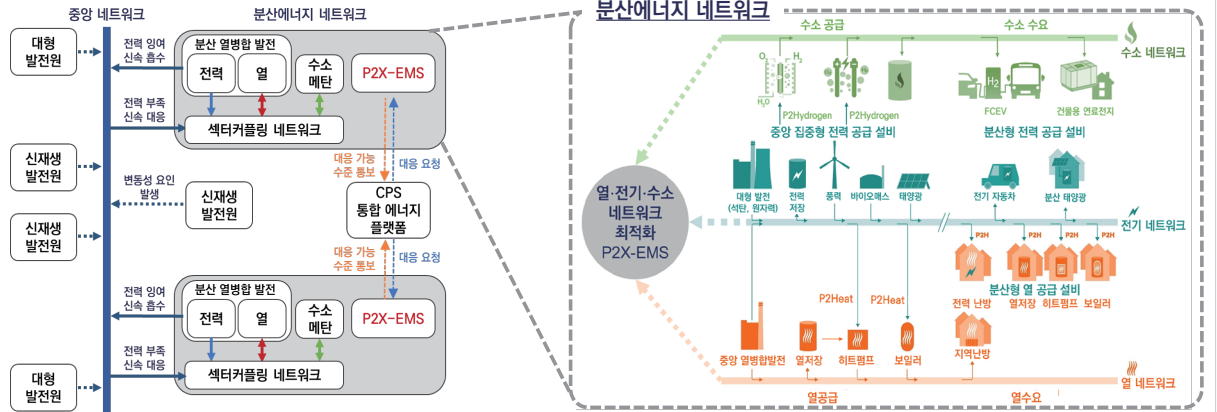
대표 연구 기술 : 전력 변동성 대응을 위한 섹터커플링 최적화 기술 개발

분산형 비전력 네트워크를 활용한 전력 변동성 흡수

- 분산에너지 네트워크 활용
 - 독립적인 전기, 열, 가스 네트워크 보유
 - 분산 열병합발전 (연료전지 등..) 기반으로 빠른 부하 대응 가능
- 전기와 다른 latency 특성 활용
 - 비전력 네트워크를 버퍼로 활용하여 대량의 에너지 흡수/대기 가능

P2X 섹터커플링 기반 수요-공급 분산 최적화 기술

- 미래 분산형 네트워크 에너지 전환 기법 적용
 - Power-to-Heat (P2Heat)
 - Power-to-Gas (P2Gas)
 - Power-to-Hydrogen (P2Hydrogen)
- 조합최적화 기반 대응 기법 개발



<25/37>

(Topic 4)

재생에너지 수용향상을 위한 제안

KIER Great 1st

<26/37>

제안사항

KIER Great 1st

재생E 수용한계 극복을 위한 가상발전소 제도·규정·보상안 개선 필요

가상발전소 (VPP) 개념 및 현황

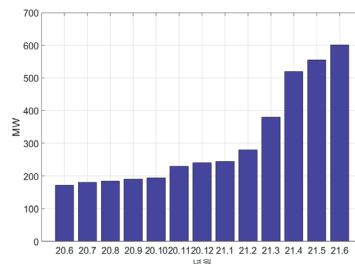
- (정의) 분산자원 군집, 하나의 발전기처럼 운전
- (의의) 1. 소규모 재생E 등 분산자원의 시장 참여
→ 탄소중립 달성의 핵심 역할
- 2. 분산자원의 모니터링 및 관리 가능
→ 재생E 예측 및 변동성 대응 가능
- (해외) 호주, 독일, 미국 등 주요국 관련 시장 도입
- (국내) 가상발전소를 위한 소규모 전력거래시장 개설 ('19.12)



*출처: 이코노믹리뷰

활성화를 위한 제도개선 및 보상안 필요

- (현황) '21.6 기준 약 600MW 모집
*국내 전체 발전용량 대비 0.4% 수준
→ 탄소중립을 위해 활성화 반드시 필요



〈국내 가상발전소의 분산전원 모집 현황〉

- (제도개선) 가상발전소의 다양한 시장 참여 허가
→ 추가 비즈니스 모델을 통해 활성화 가능
- (보상안 추진) 활성화를 위한 인센티브 제공
→ 추가 비즈니스 모델을 통해 활성화 가능

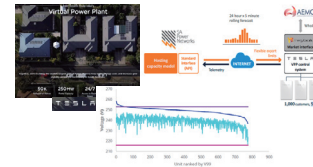
한계점 극복을 위한 규정마련 필요

- (VPP한계) 안정적인 전력공급의 어려움
*출력제어 및 전력계통 악영향 감축 필요

	ESS	VPP	CCUS	녹색수소	지열발전
탄소배출					
안정적 전력공급					
	강점	중간	약점		

*출처: 1) KEMRI 전력경제 REVIEW, 한국전력 경영연구원, '21.04
2) BloombergNEF, '21.03

- (규정강화) 가상발전소의 접속규정 강화
- (보상안 마련) 계통 보조기능 보상안 마련



〈계통보조기능 예시: 테슬라 VPP의 전압 제어〉

(27/37)

제안사항

KIER Great 1st

플러스DR 활성화를 위한 시장제도 개선 및 전기차 충전 인프라 확충

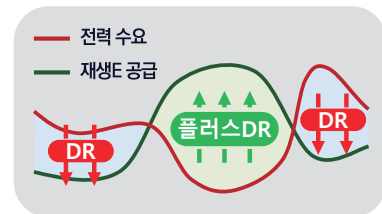
한전, 전기차를 수요자원으로 활용 한국에너지신문 21.10

제주도 출력제한, 전기차로 잡는다 파이낸셜 21.04

비효율적 플러스DR 운영제도 및 충전인프라 부족

제주 EV 플러스DR 확대 잔걸음... 잉여전력 해소방안 될까 전기신문 22.03

제주도 플러스DR 6개월간 단 3번 발령...안하나 못하나 전기신문 22.04



〈DR 및 플러스 DR 개념〉

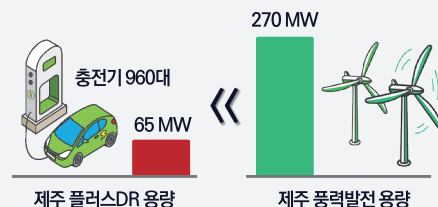
- 플러스DR 활성화를 위한 발령 기준 완화

- 현행 기준 예측 불확실성 및 계통 안정성 이슈로 인해 70MW 초과시 발령

- 운영 유연성 확보를 위한 실시간 플러스DR 시장 도입

- 현행 하루 전(Day-ahead) 시장 운영, 미 CAISO 등은 실시간 DR 시장 운영 중

- 플러스DR용 전기차 충전 인프라 확충

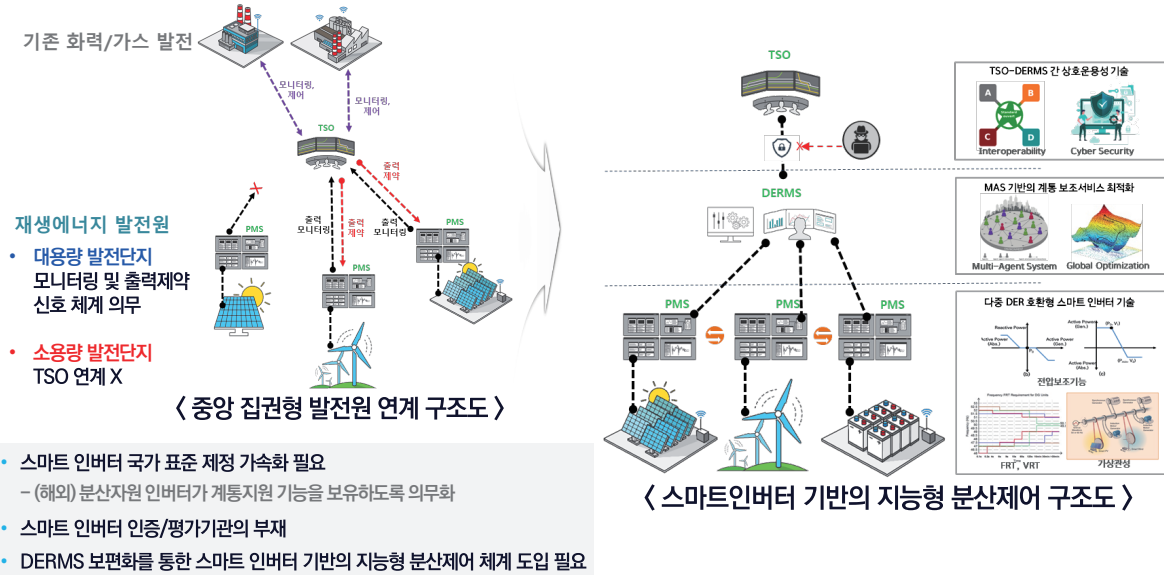


(28/37)

제안사항

KIER Great 1st

재생에너지 발전출력 제어를 위한 스마트인버터 설치 의무화 및 DERMS* 보편화



* DERMS(Distributed Energy Resources Management System): 재생에너지 관제시스템

<29/37>



감사합니다 (Q&A)

KIER Great 1st

<30/37>



출력제어 해소를 통한 분산에너지 활성화 방안 세미나

- 제주 사례를 통해 대한민국 에너지 정책 미리보기 -