
분산에너지의 시대 위기와 기회

한국에너지공과대학교 문승일

2024.04



발표자 약력

> 학력

- 1981~1985 : 서울대학교 전기공학부 학사
- 1986~1993 : 오하이오 주립대학교 전기공학부 박사

> 주요 경력

- 2022~ : 한국에너지공과대학교 석학교수
- 2024~ : KENTECH 연구원 원장
- 1997~2021 : 서울대학교 공과대학 교수
- 1993~1997 : 전북대학교 공과대학 교수
- 2015~2016 : 기초전력연구원 원장
- 2019~2021 : 서울대학교 전력연구소 소장
- 2019~2021: 서울대-한국전력 에너지 CEO 과정 주임교수
- 2022~: 한국에너지 공과대학 차세대 그리드 연구소 소장
- 2018~ : 한국공학한림원 정회원
- 2009~2021: 녹색성장위원회 위원 (에너지 전환 분과위원장)
- 2014~2016 : 산업통상자원부 전력정책심의회 위원장
- 2022~: 산업통상자원부 정책자문위원회 위원
- 2014~2018: 국가 에너지위원회 위원
- 2013~2016 : KBS 객원해설위원
- 2017~2023: LS ELECTRIC 사외이사

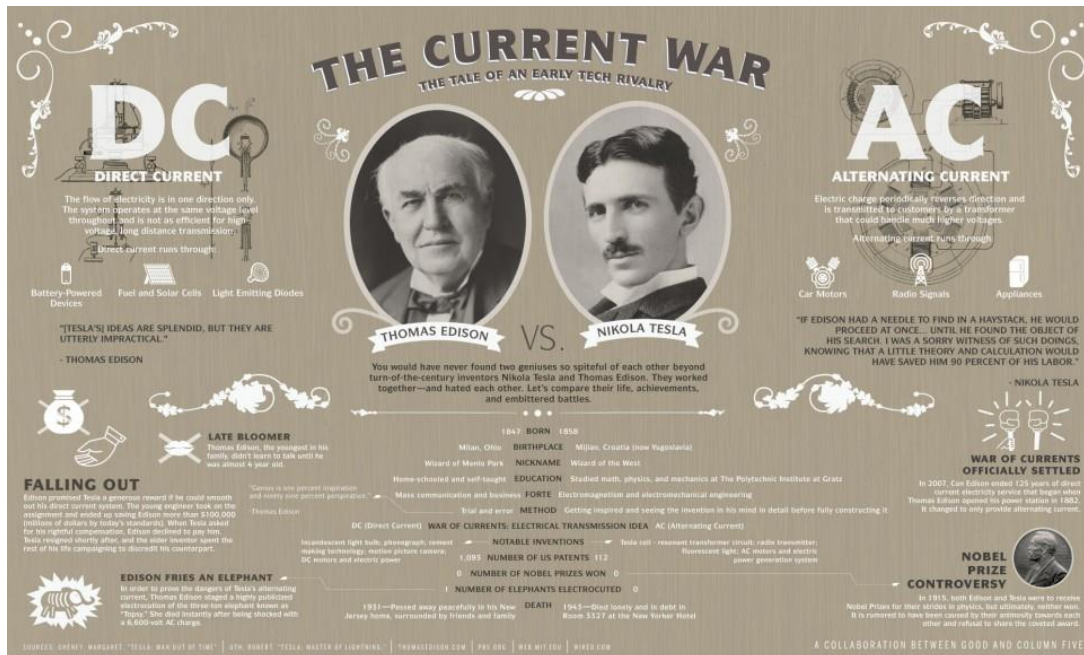


1

새로운 전력망의 필요성

다시 불거진 직류 vs. 교류 논쟁

- The Current War, 과거의 직류-교류 전쟁
 - 에디슨의 직류 기반 전력 공급 체계 (에디슨社): **패배**
 - 발전소를 소비지역과 가까이 설치해야 하고 굵은 구리선이 필요하여 높은 비용 발생
 - 테슬라의 교류 기반 전력 공급 체계 (웨스팅하우스社): **승리**
 - 고전압 송전으로 장거리 전력 전송 가능하고 변압기의 유지보수 비용이 상대적으로 적음
 - 1893년 시카고 만국박람회장에서 웨스팅하우스가 전기사업권을 낙찰 받은 것이 결정적
- 최근 HVDC, MVDC 등 DC 기술 발달로 인해 직류 vs. 교류 재조명

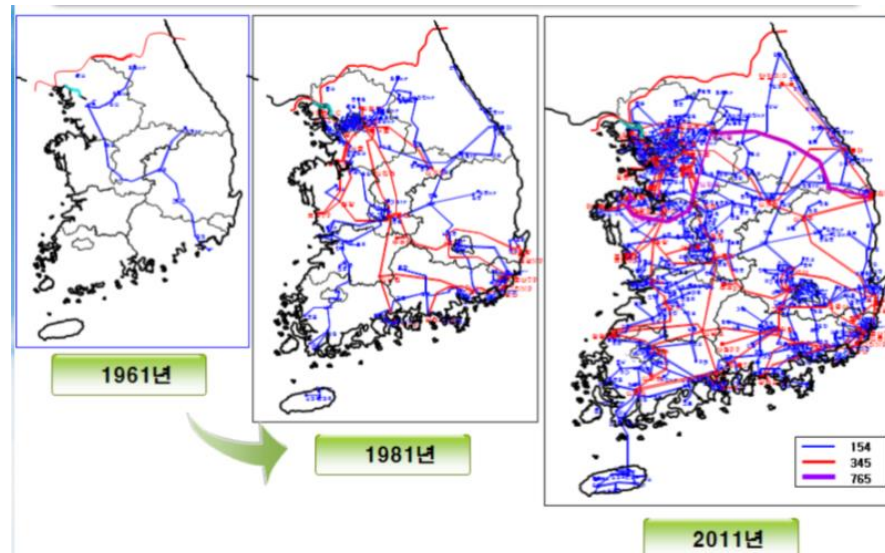


(출처: ThingLink)

우리나라 전력망 특징

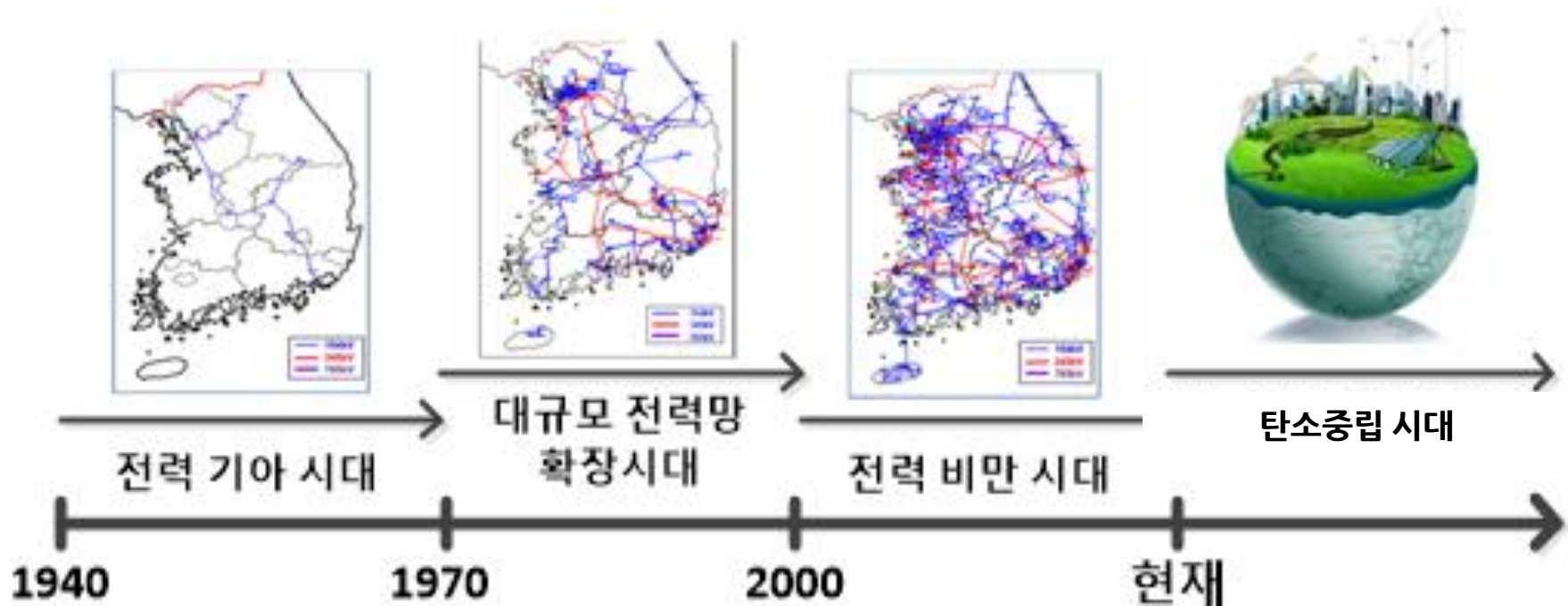
- 우리나라 전력망은 섬과 같이 고립
 - 외부 전력으로부터 비상시 도움 받을 수 없음
- 높은 밀집도를 갖고 있는 전력망으로 발전
 - 장점: 전력망 운영의 안정성이 매우 높음
 - 단점: 사고 파급 효과가 광범위하게 미칠 수 있음
- 하나의 지점에 사고 발생시 사고 파급 효과
- 대규모 정전 발생시 전력망 회복의 어려움
 - 계통이 밀집도가 높고 강건할 수록 정전으로부터의 회복이 어려움

우리나라 전력망의 발전



새로운 전력망이 필요하다

- 전력망 설비 과포화(발전,송전 등)- 전력비만 시대
- 기후위기 및 RE100, CFE 대응
- 탄소중립의 시대를 대비한 새로운 전력망 필요



에너지 갈라파고스 대한민국

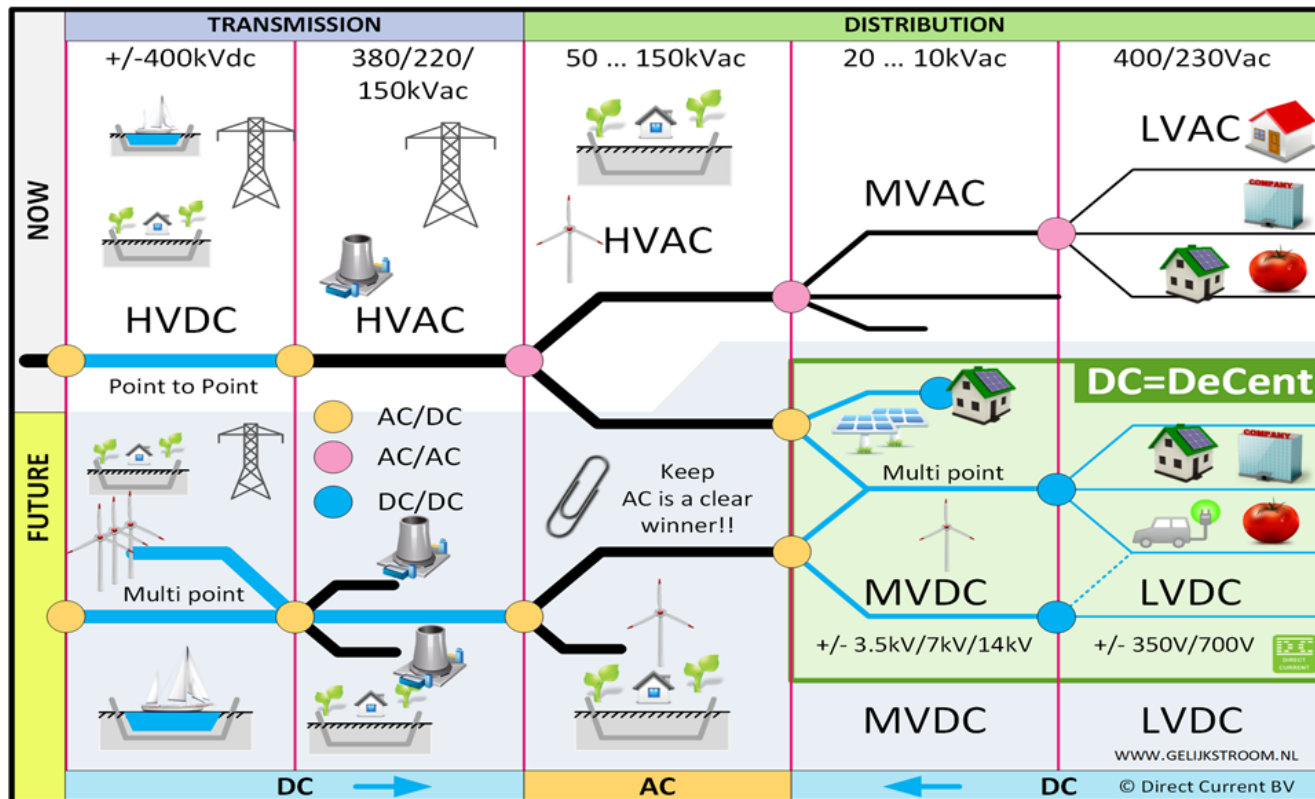


2015년 1월 30일 밤 국제우주정거장(ISS)에서 바라본
한반도와 주변 지역

전력망 기술의 변화

- 기존 AC 기반 중앙집중형 전력망에서 분산형 DC 전력망으로
 - HVDC 등 DC 송전 기술 활용을 통한 전력 계통 운영 유연성 확보
 - MVDC, LVDC 구성을 통한 배전망 DC 설비의 효율성 제고

AC/DC 하이브리드 전력망의 기술개요



(출처: 한국전자기술연구원)

직류 전력망과 교류 전력망의 비교

AC

복잡

P, Q

V, δ , Hz

H inertia

대규모 집중 발전

거대 송전망

거대 독과점 사업자

DC

간단

P

V

0

소규모 분산 발전

소규모 전력망

중소규모 다양한 사업자

재생E 확산에 따른 어려움

▶ 재생E가 확산함에 따라 제주도에서 발생하는 문제들

HOME > 정치/행정 > 제주도정

제주 신재생에너지 설비용량 5년새 2배 급증...해결 과제도 산적

김재병 기자 | 승인 2024.02.15 | 댓글 0

작년 말 설비시설 1659개소, 설비용량 877.997MW...2018년 436MW보다 2배 늘어
공급 과잉으로 발생하는 출력제한 해소, 대규모 태양광 인허가권 이양 등 시급



행원동력단지 전경.

풍력발전과 태양광발전 등 제주지역 신재생에너지가 2배나 늘어났다.

많이 본 기사

- 1 제주 현안 해결할 법안들..21대 국회서 폐기...
- 2 제주 불법채류자 또다시 증가...법무부 칼 빼...
- 3 국제로타리3662지구, 대상포진 접종비 4600...
- 4 교통안전을 위한 약속 '지정차로 준수'
- 5 아낌없이 주는 나무
- 6 제주학생문화원서 18일 인사혁신처 주관 공...
- 7 제주Utd, 17일 천안시티FC와 코리아컵 3라...
- 8 제주 만감류 신품종 5개 추가 육성...감굴산...

홈 > 뉴스 > 신재생·환경

태양광 발전사업자 “출력정지, 더는 못참아”

권준범 기자 | 승인 2023.11.30 21:20 | 댓글 0

제주도청·도의회·한전 앞 집회...“피해 보상하라”
대형사업 줄줄이 승인...인허가 남발 ‘탁상행정’
전문가들 “보급 확대 앞서 계통 확보 선행돼야”

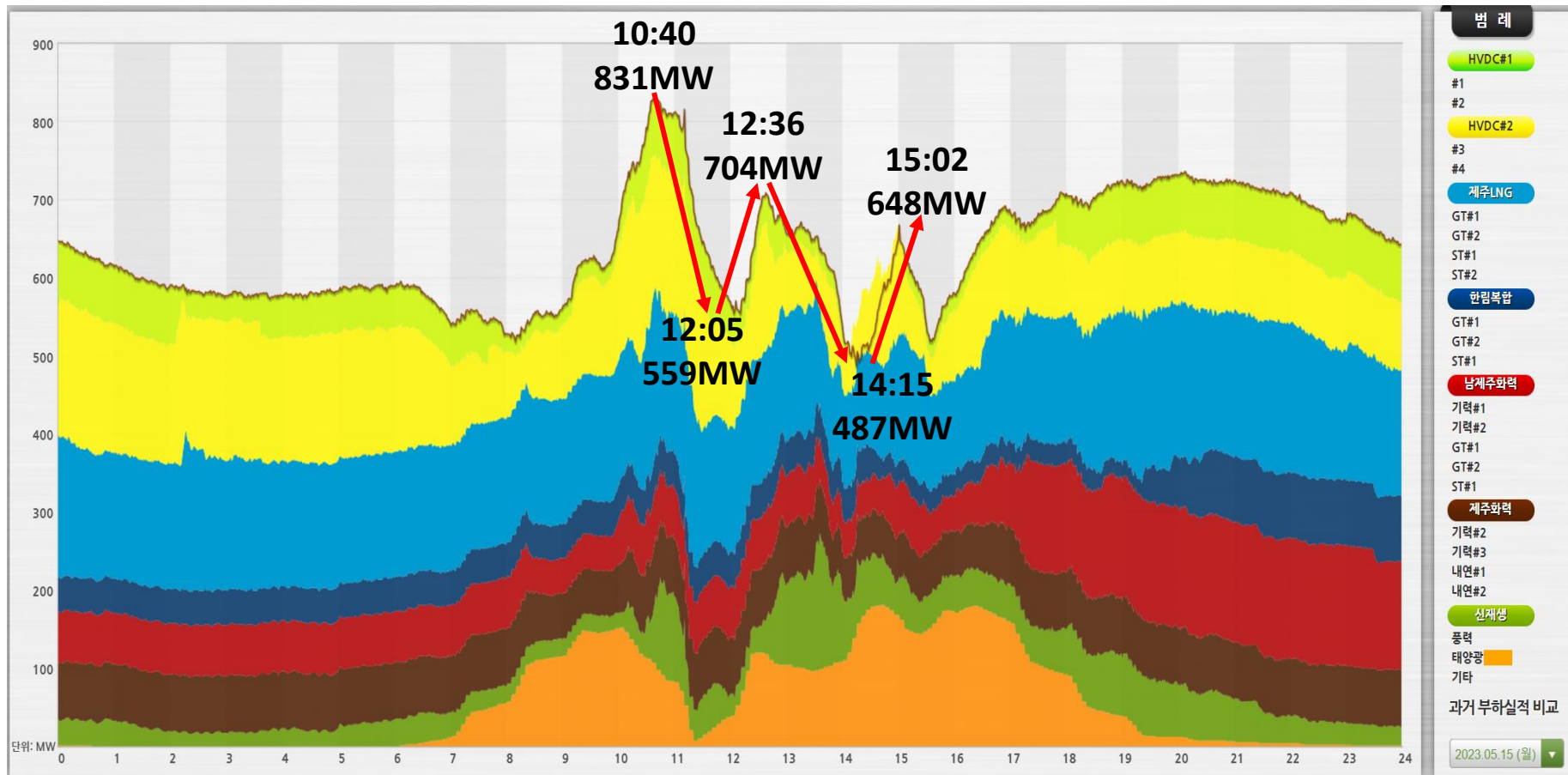
Gmarket AUCTION

(출처: 제주일보)

(출처: 에너지신문)

제주도에서 일어나는 문제

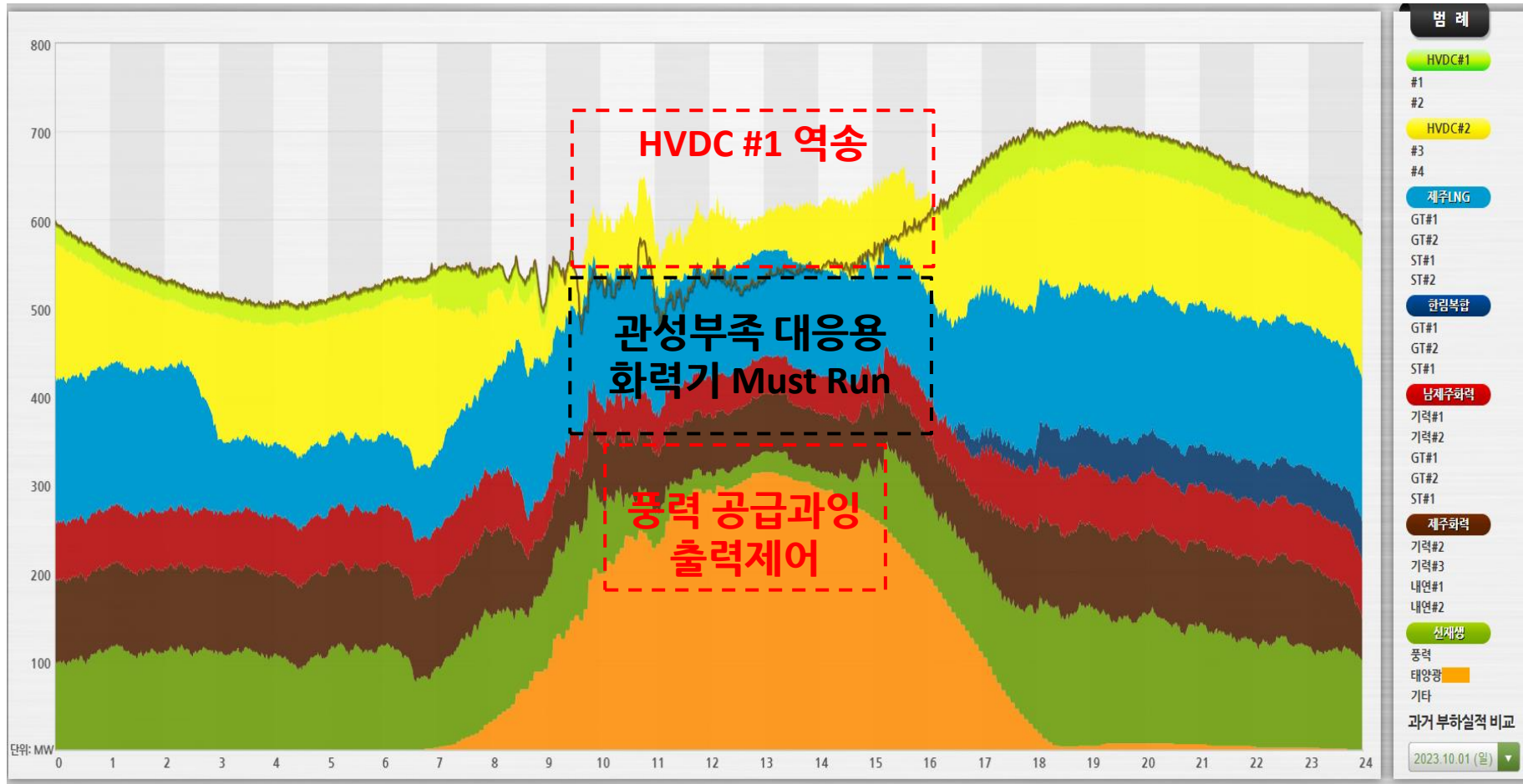
- ▶ 재생E 간헐성 : 일기 변화에 따른 태양광 발전량 변동으로 전력수요의 큰 변화 발생
- ▶ 계통운영 난이도 증가 : 예비력 확보 및 발전기 운영전략 고도화 필요



'23년 5월 15일 제주계통 전력수요패턴

제주도에서 일어나는 문제

- ▶ 공급과잉 : 배전단 재생에너지 보급 증가로 송전단 덕커브 발생
- ▶ 관성부족 : 공급과잉 해소를 위한 화력발전기 정지로 계통 관성저하



'23년 10월 1일 추석연휴 특수경부하기간 제주계통 전력수요패턴

제주도에서 일어나는 문제

➤ 제주지역 재생에너지 출력제한 급증

- 원인 : 재생에너지 공급과잉 → 전력수요 덕커브 → 화력정지 및 관성부족

구 분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24
풍 력	3	6	14	15	46	77	64	104	117	28
태양광	-	-	-	-	-	-	1	28	64	8
계	3	6	14	15	46	77	65	132	181	36

* '24년도는 4/11 기준

제주지역 재생에너지 출력제어 현황 (출처: 전력거래소)

➤ 제3연계선 완공 후에도 호남지역 공급과잉 문제로 출력제한 완화엔 역부족

- 계통 규모를 고려하지 않은 대규모 재생에너지 건설로 공급과잉은 가중

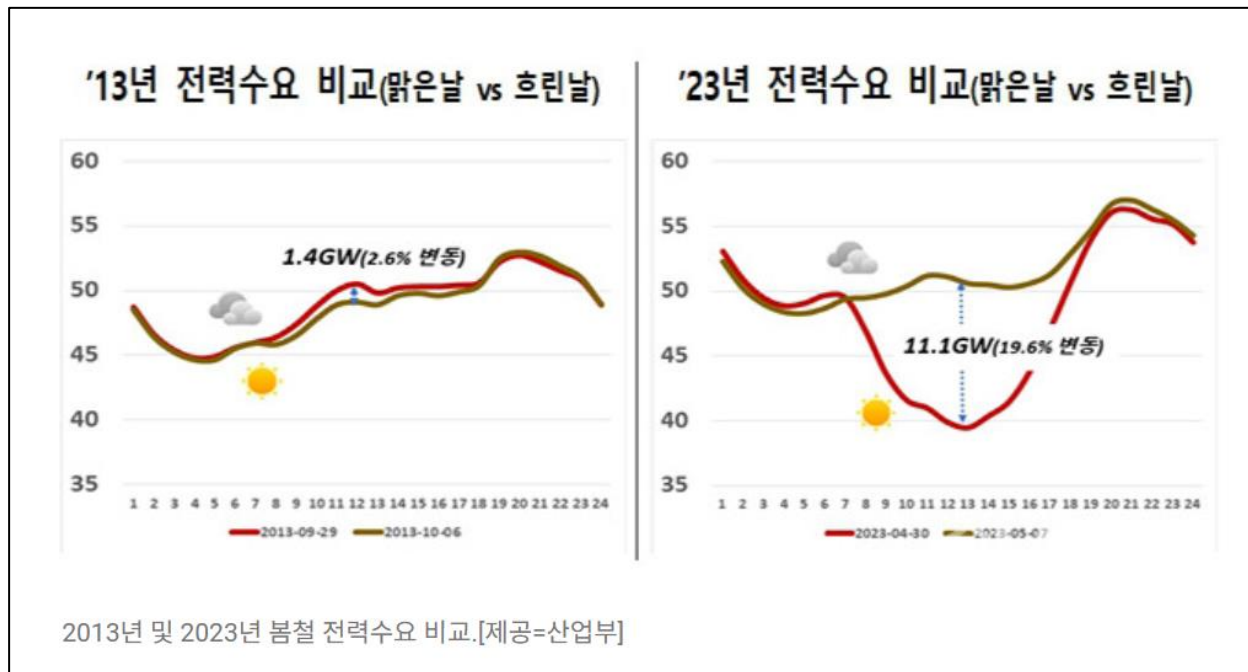
— 제주 최대 '수망태양광발전' 사업 승인, 100MW 급 (연합뉴스, '23.10.20)

- 육지계통으로 역송을 위한 전압형HVDC 설비 건설은 지연중

— 제주-호남 전력망 '제3연계선' 사업 차질, 호남 태양광 공급과잉도 발목 (디지털타임스, '24.1.8)

분산에너지 확대에 의한 덕 커브 현상

- 덕 커브(Duck Curve):
 - 낮 시간대에 태양광 발전량이 높아져 전력수요가 낮아지는 현상
- 올해 봄 역대 최저 수요 기록(37.3GW) 예상 (발전설비 145GW)
 - 봄철 전력수급 대책기간 전력계통 안정화 조치 필요
 - 수요자원(DR) 활용, 공공기관 자가용 태양광 운영 최소화 조치 등

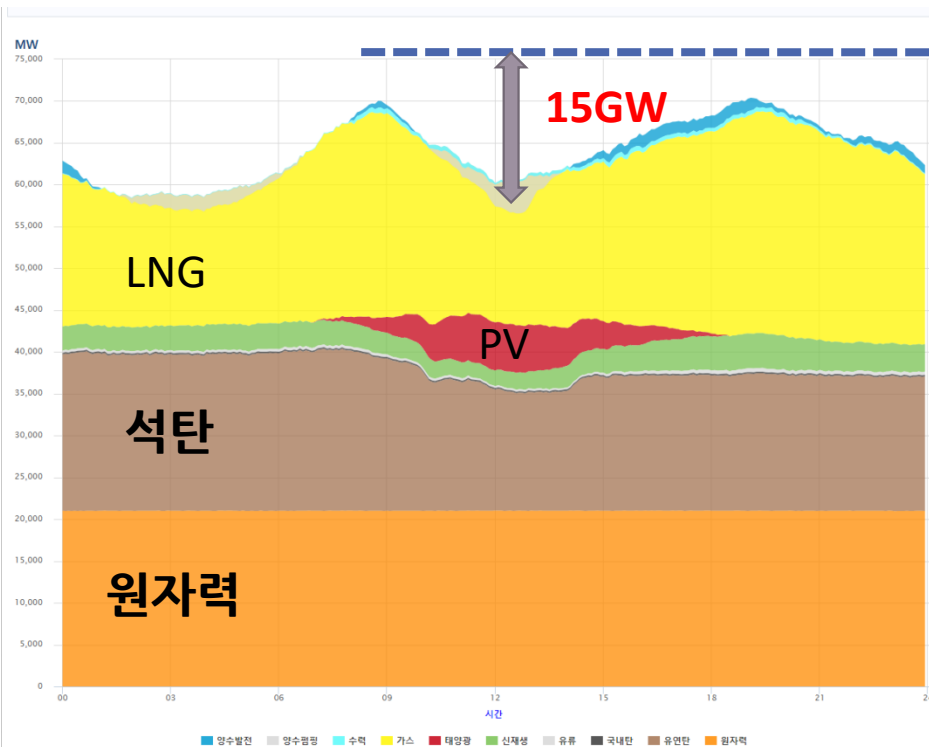


(출처: 전기신문)

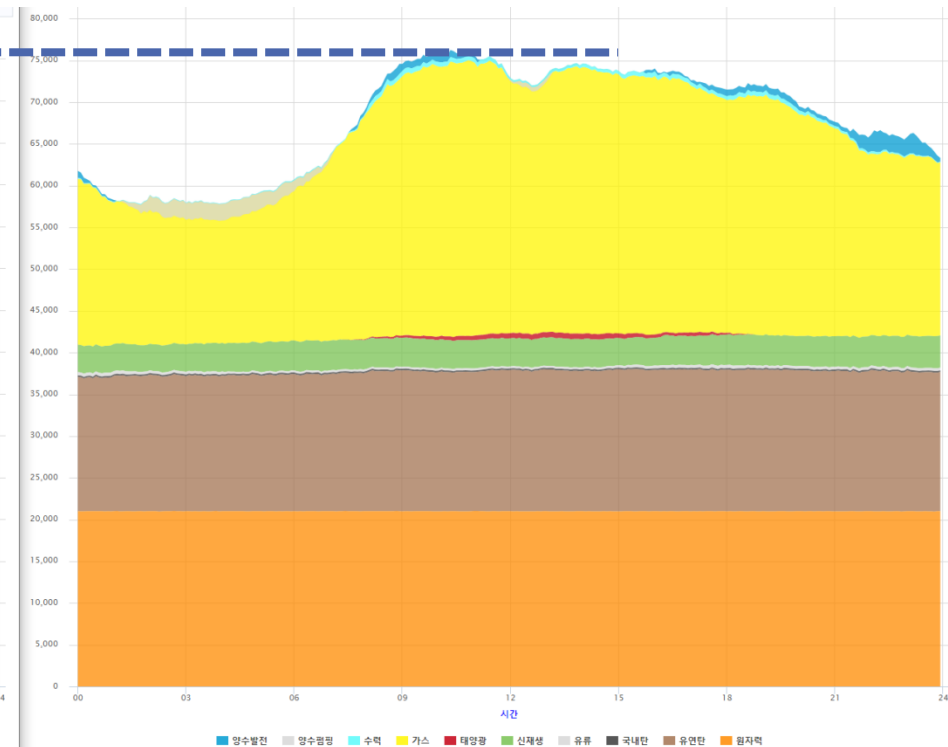
육지에서 일어나는 문제

▶ 재생에너지의 비가시성으로 인한 혼란이 유발한 비용상승

- 배전망에 직접 연결된 재생에너지는 계통운영자에게 비가시성 문제를 일으킴
- 비가시성으로 인한 재생에너지의 불확실성을 커버하기 위해 예비력 확보가 필요하며 이는 계통운영 비용의 증가로 이어짐



‘24/03/27 전력수요 패턴
(태양광 전력 多)



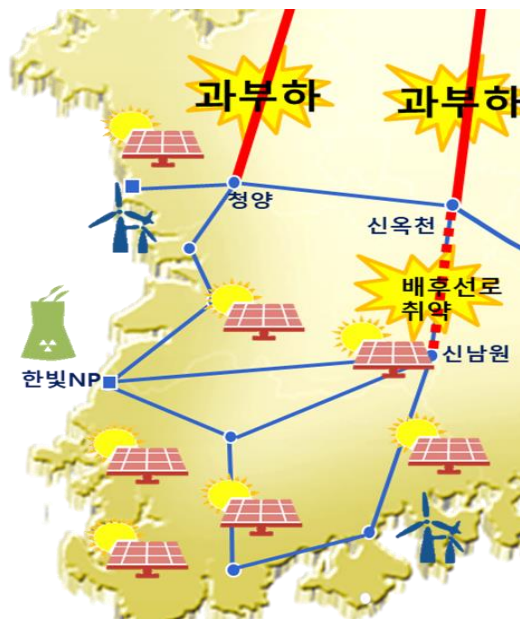
‘24/03/28 전력수요 패턴
(태양광 전력 小)

‘24년 봄철 전력수요 패턴 (출처: 전력거래소)

육지에서 일어나는 문제

▶ 재생에너지 지역 편중으로 인한 문제 가중

- 태양광, 풍력 등의 재생에너지는 토지가격이 저렴한 호남지역에 집중되어 있음
- 생산되는 전력을 수도권으로 수송하기 위한 송전선로는 2개 루트에 불과함
 - 345kV 청양-신탄정 T/L, 345kV 세종-신옥천 T/L
- 기존 송전선로의 과부하와 배후 선로의 전압안정도 문제가 동시에 발생 중
 - 지역 내 상정고장 시 신남원S/S 저전압으로 인한 전압불안정 발생가능성 상존



충청, 호남지역 송전혼잡 및
배후 송전선로 전압안정도 문제

구분	VRE 비중	전력계통 상태	지역별 과부하 발생	구분	VRE 비중	전력계통 상태	지역별 과부하 발생
1단계	3%이내	• 과부하 없음 • 전압유지 가능		4단계	30%	• 과부하 대폭 확대 • 전압유지 매우 어려움	
2단계	3~15%	• 과부하 발생 • 전압유지 가능			40%	• 과부하 대폭 확대 • 전압유지 매우 어려움	
3단계	15~25%	• 과부하 확대 • 전압유지 어려움			50%이상	• 과부하 대폭 확대 • 전압유지 매우 어려움	
				5~6 단계	50%이상	• 과부하 대폭 확대 • 전압유지 매우 어려움	

재생에너지 비중별 전력계통 운영 이슈 (출처 : 전력거래소)

육지에서 일어나는 문제

➤ 재생에너지 지역 편중 문제를 해결할 신규 송전선로 건설에는 장시간 소요

- 2013년 밀양 송전탑 사태 이후 신규 송전선로 건설에는 평균 13년 소요
 - 송전선로 건설기간 13년에서 9.3년으로 단축한다…특별법 추진 (뉴스1, '23.12.04)
- 동·서해안→수도권 HVDC 전력망 건설에도 장시간 소요예정
 - 2036년까지 '서해안 해저 전력고속도로' 건설…민간 참여 확대 (연합뉴스, '23.12.04)

➤ 재생에너지 보급 속도를 송전선로 건설이 못 따라 잡음

- 재생에너지 발전소 건설엔 2~4년 소요됨
- 이는 지역의 계통혼잡을 가중시켜서, 재생에너지의 추가 보급을 지연시킴

재생e
발전소 건설
(2~4년)



송전선로
건설
(10~13년)

계통 부족 시달리는 전남, 해상풍력 발전사업 허가 멈추나

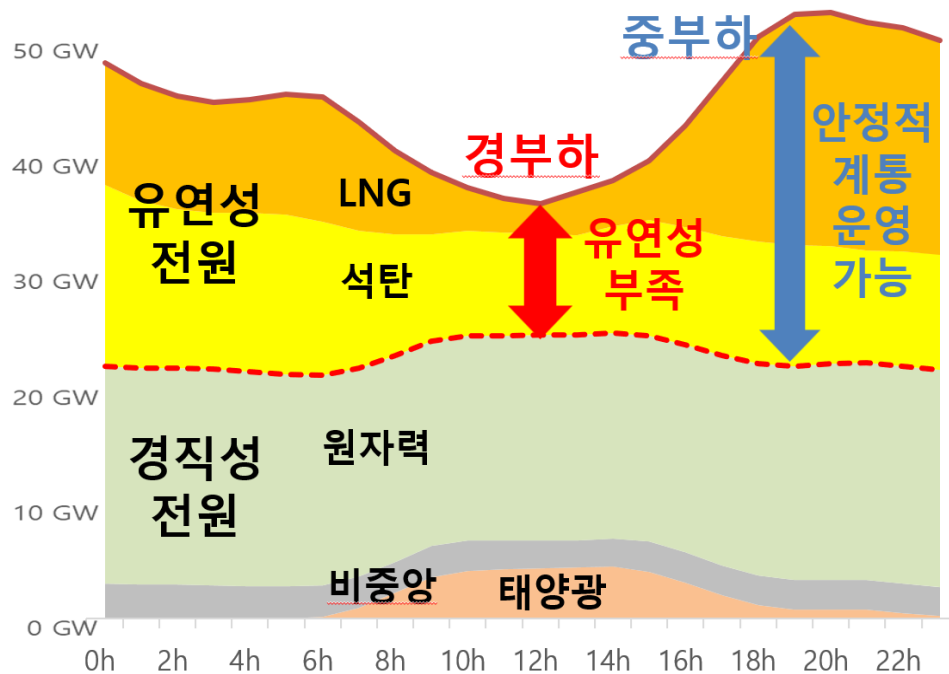
✎ 안상민 기자 | ⓒ 승인 2024.04.03 10:35 |
□ 호수 4254 | □ 1면

올해 계통 포화지역 선포 가능성 점쳐져
선포 시 추가 발전사업허가 어려워져
송전선로 이용 협약 맺은 사업자도 소수 그쳐
전남도, 알박기 한 계통용량 회수 등 대책 부심

출처 : 전기신문

향후 육지계통의 문제

- 계통운영 측면
 - 재생e 간헐성, 공급과잉, 관성·유연성 부족, 송전혼잡, 안정도저하 문제 복합 발생
- 전력시장 측면
 - 재생에너지 출력제어 보상문제, 송전제약에 따른 화력발전기 보상문제 등
- Grid 운영 난이도 상승으로 광역정전 등의 대형 사고 위험 증가

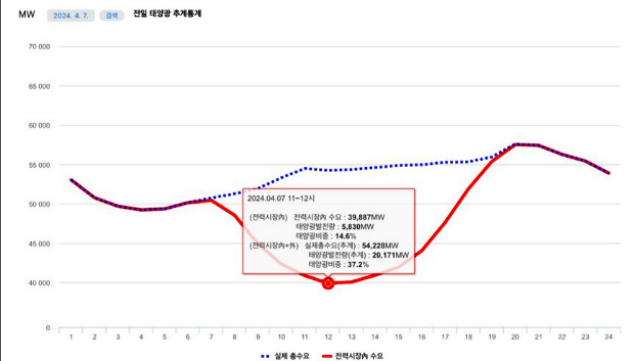


'23년 봄철 경부하시 육지계통 유연성 부족 현상

태양광 출력제어 결국 육지까지 상륙... 업계 추산 시간당 400MWh 규모

※ 김진후 기자 | ⓒ 승인 2024.04.09 10:21 |
□ 호수 4257 | □ 1면

7일 11~14시 전남 일대 첫 대규모 출력제어
태양광 비중 최대 37.2%, 'SMP 0원' 명절 기록 갱신
업계 "시간당 손실만 4천만원 육박...형평성·투명성 개선돼야"



태양광 발전량 비중이 역대 최대인 37.2%를 기록했다. [출처=전력거래소.]

출처 : 전기신문('24.04.09)

2

분산에너지의 시대

분산에너지 특별법 주요 내용

> 특별법은 지난 '21.6 발표된 분산에너지 활성화 추진전략의 내용을 따름

비 전(안)

수요지 인근 저탄소 에너지 생산·소비·거래 체계 구축, 2040년 분산에너지 비중 30% 달성

① 분산에너지 생산·소비 인센티브 도입

- 친환경 복합화력, 변동성 대응 기여 자원에 대한 지원
- 수도권 신규 전력수요 지역 분산을 위한 유인체계 구축
- 자가소비형 고객에 대한 REC 지원 등 검토

중앙
집중형

② 분산에너지 친화적인 시장제도로의 개편

- 한국형 통합발전소(VPP) 도입 및 소규모 전력중개시장 활성화
- 보조서비스 시장 도입 등 분산에너지 활성화를 위한 시장 개편
- 지역별·계시별·전압별 요금제 개발 및 망 요금 체계 개편

③ 계통안정성 제고를 위한 인프라 확충·고도화

- 지역별 관리를 위한 배전계통 운영제도 도입
- ※ DSO (Distribution System Operator) 역할 논의 진행 중**
- 재생에너지 통합관제시스템 구축
- 잉여 전력 해소를 위한 유연성 자원(P2G, V2G 등) 개발

분산형

④ 지역주도의 분산에너지 시스템 구축

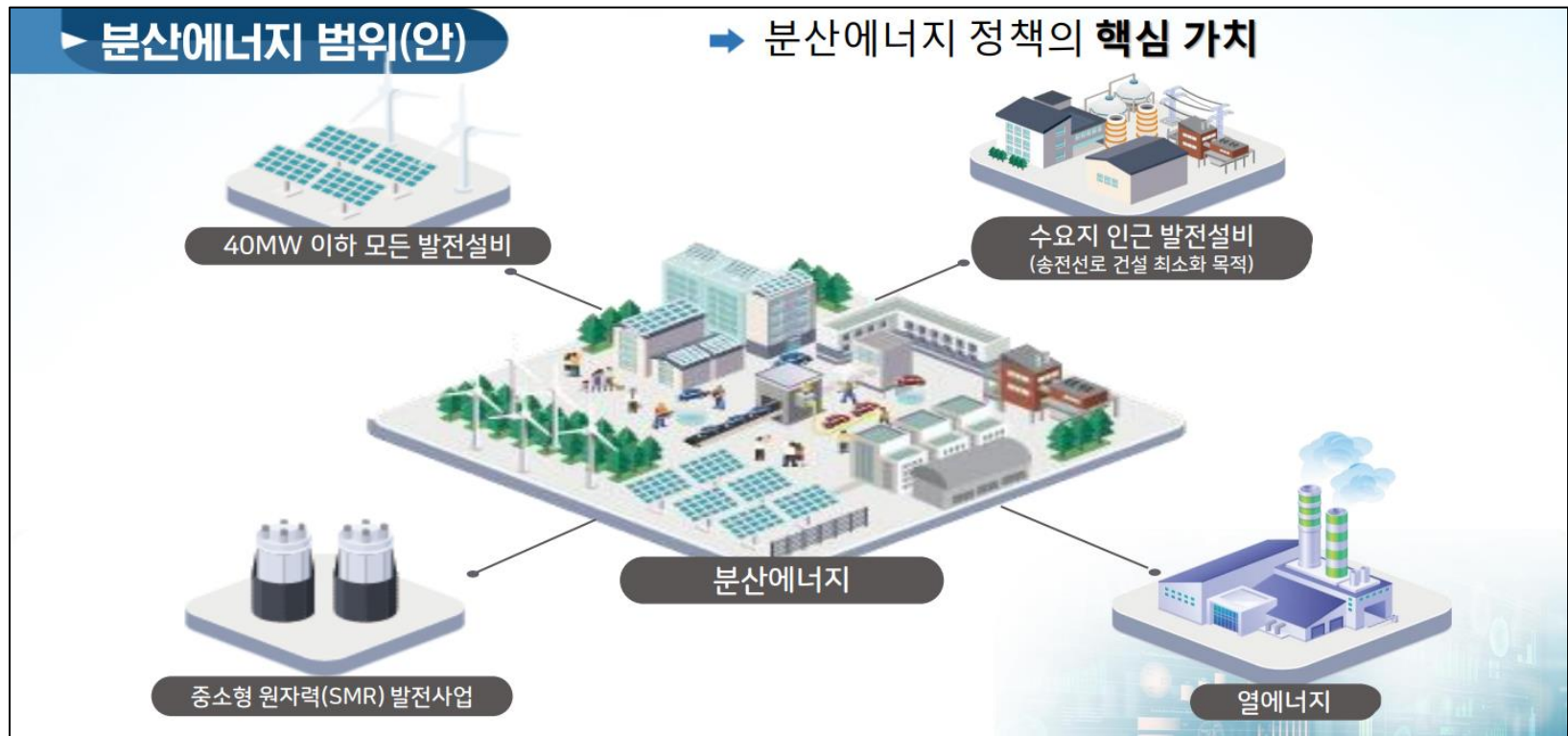
- 분산에너지 특구* 지정을 통한 지역단위 실증 추진
- * 재생에너지 집중지역, 구역전기 사업구역, 산업단지 등
- 마을내 분산전원 연결 플랫폼 개발 및 마이크로그리드 구축
- 지역주도 에너지전환을 위한 지역 에너지센터 신설

분산에너지 활성화 추진전략 주요 내용
(출처: 산업부)

분산에너지 범위

▶ 분산특별법 제2조(정의)

- 분산에너지란 에너지를 사용하는 공간·지역 또는 인근지역에서 공급하거나 생산하는 에너지로서 대통령령으로 정하는 일정 규모 이하의 에너지

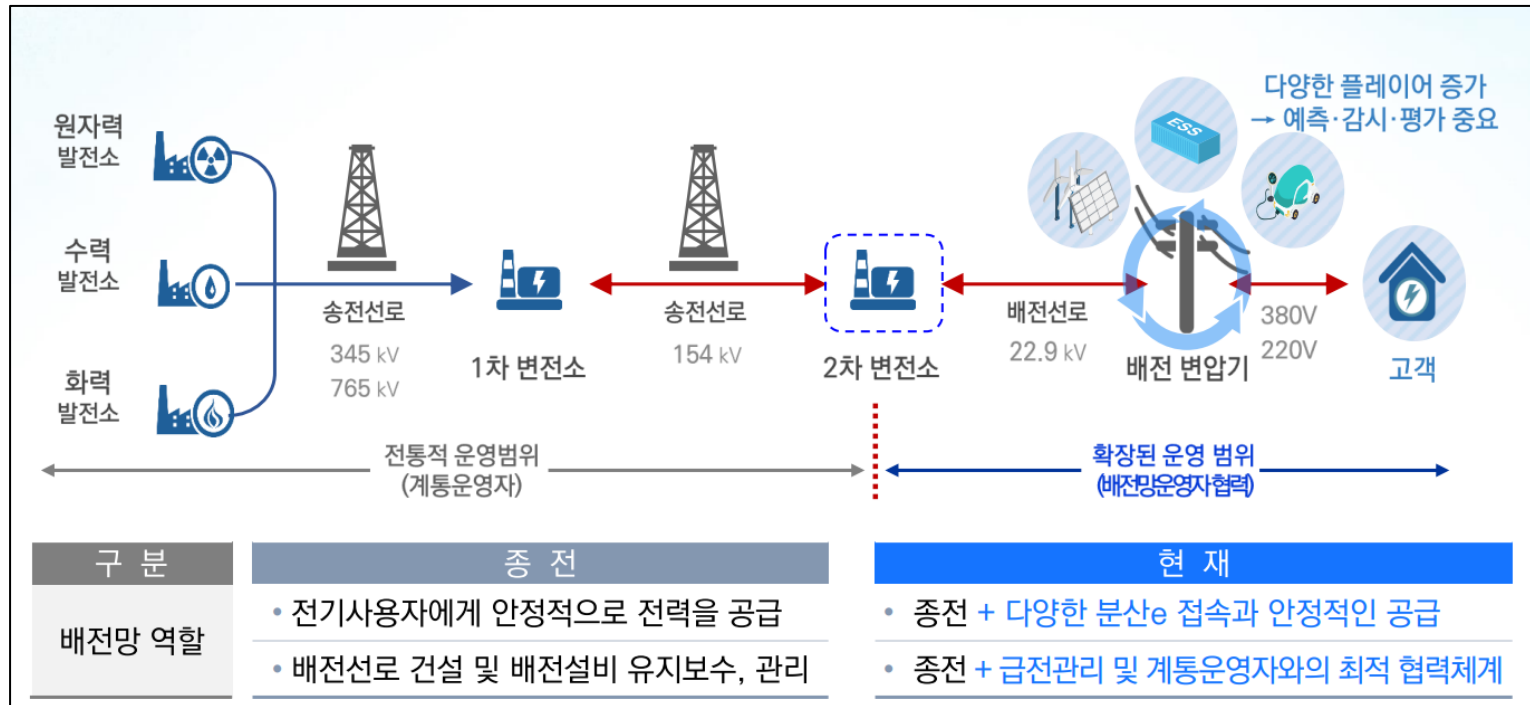


(출처: 산업부)

배전망 관리 · 감독

➤ 추진배경

- 배전망에 연계되는 분산에너지 증가에 따라 배전망에 대한 관리 체계 필요
- 또한, 전체 전력 시스템의 안정적 운영을 위한 배전-송전 연계성 강화 필요



(출처: 산업부)

전력계통영향평가

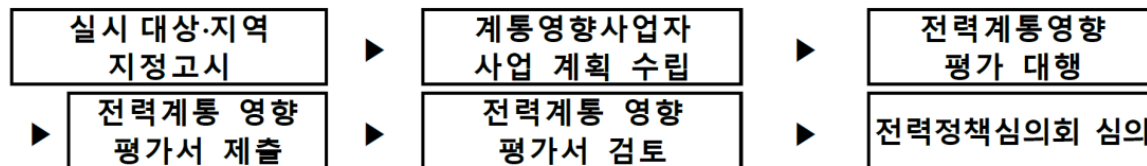
▶ 실시대상

- 대상 지역에서 일정 규모 이상의 전기를 사용하려는 사업자(계통영향사업자)
- 수요분산 효과를 고려하여 대상지역과 실시대상 규정(의료시설 등 예외)
- 평가항목은 계통혼잡지역 신규수요 억제 및 사회·경제·정책적 파급효과 고려 선정

[참고] 현행 전기사용예정통지 제도 [전기사업법 시행령 제5조의5]

- 5MW 이상 전기를 사용하려는 자는 정하는 시기(1~4년 전)까지 전력수전예정통지서 제출 의무
 - 전력계통영향평가 제도 시행으로 대규모 전기사용자에 대한 공급 가능여부 평가 절차 강화*
- * 전력설비 보강 난이도, 전력계통 영향 최소화 방안 포함 여부 등 평가 강화

<전력계통영향평가 시행절차>

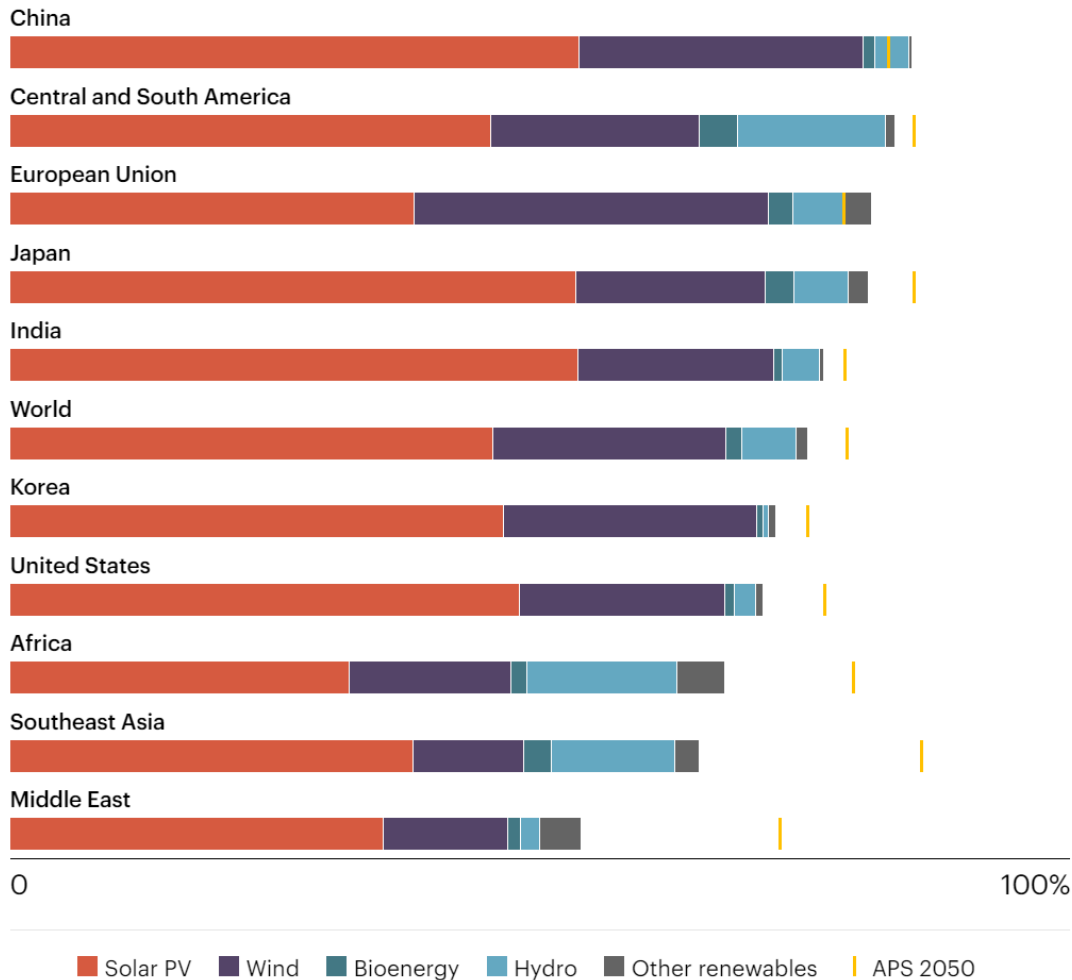


(제6장 목적) 일정 규모 이상의 전기를 사용하려는 사업자에게 전력계통영향평가 실시 의무 부여

(출처: 산업부)

분산에너지 해외 현황

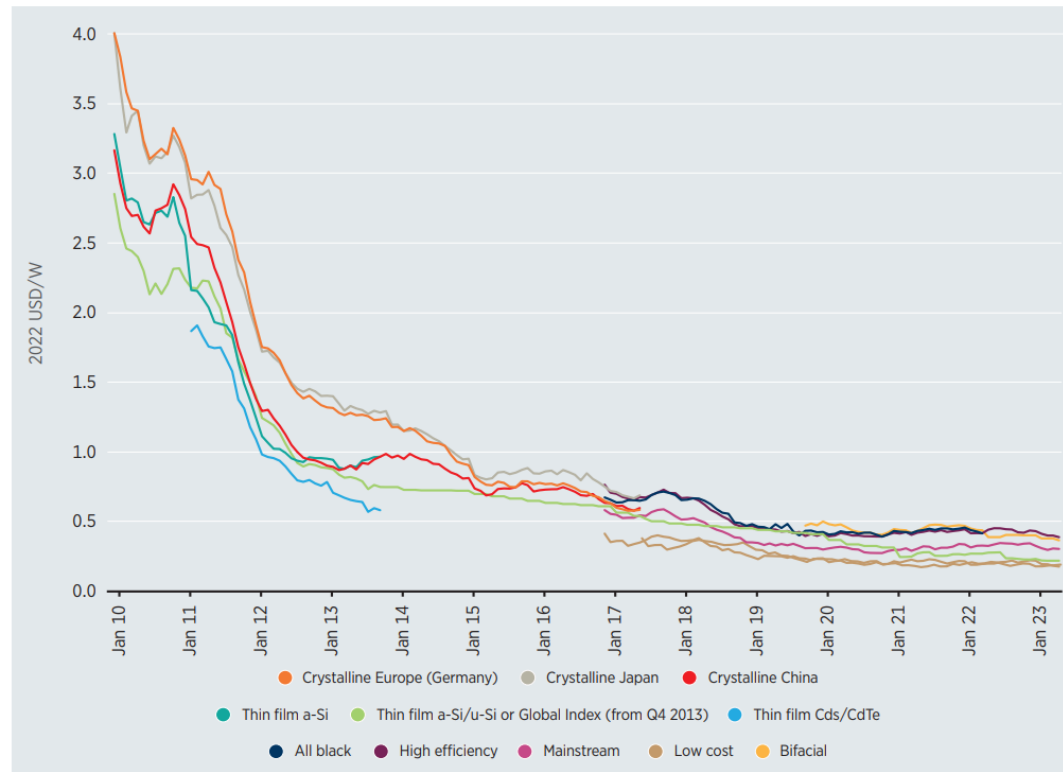
- 새로 지어지는 발전소의 거의 대부분이 태양광과 풍력 발전
- New power capacity in World energy outlook 2022



분산에너지 해외 현황

- 주요 분산에너지원인 태양광의 비용은 지속적으로 낮아지고 있음
- 생산나라별 유럽에 판매된 PV 모듈의 가격 변화 (2010~2022)
 - IRENA, Renewable Power generation costs in 2022

Figure 3.2 Average monthly solar PV module prices by technology and manufacturing country sold in Europe, 2010 to 2022

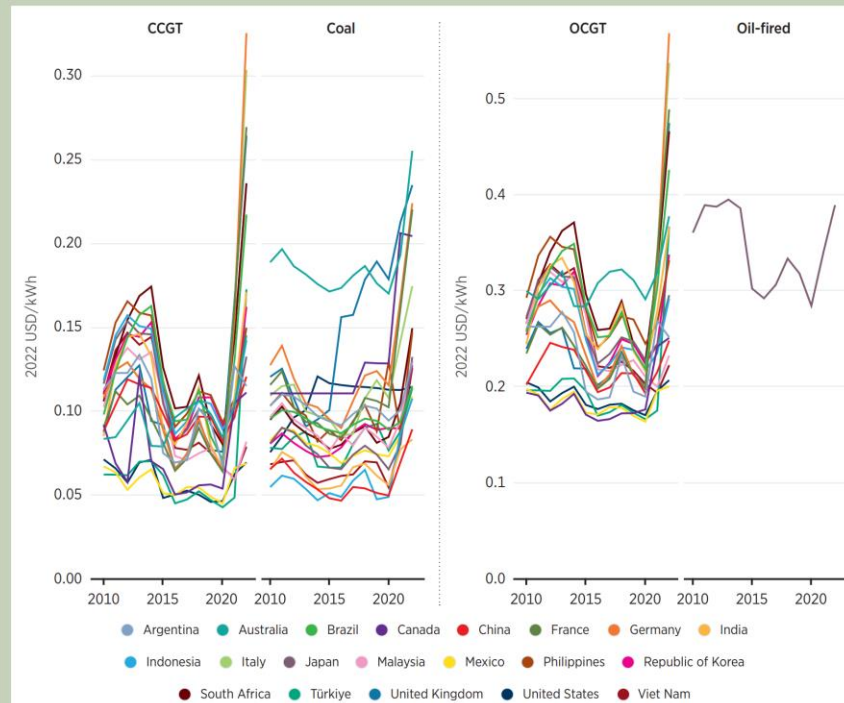


Source: GlobalData (2023); pvXchange (2023); Photon Consulting (2017); IRENA Renewable Cost Database.

분산에너지 해외 현황

- ▶ 화석연료 발전원가(좌) 및 대단위 태양광의 화석연료 대비 가격 경쟁력(우)
 - 출처: IRENA

Figure B1.2a Fossil fuel-fired LCOE by fuel/technology and year for 20 countries, 2010-2022



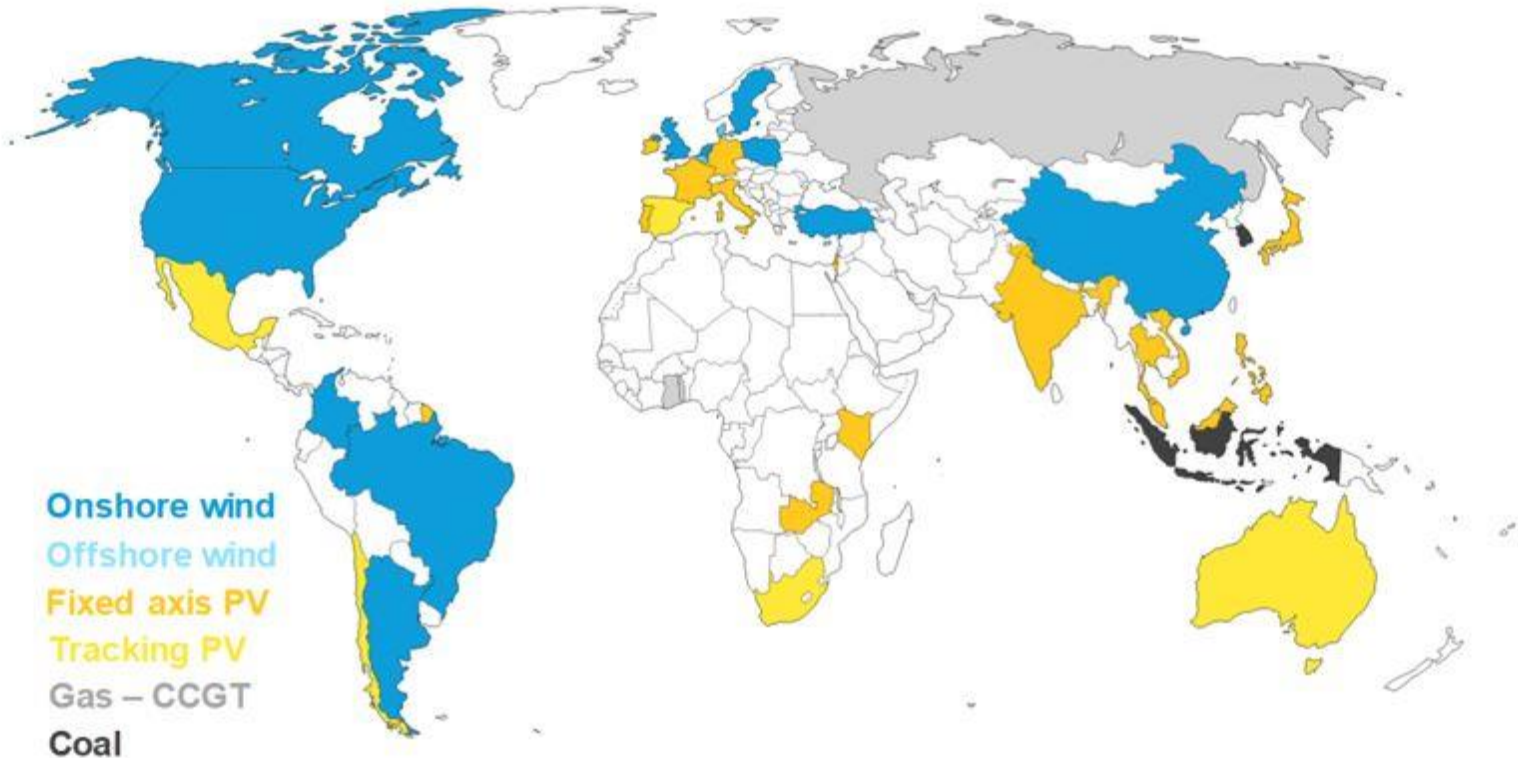
Source: IRENA Fossil Fuel Power Plant Database (see the online annex).



분산에너지 해외 현황

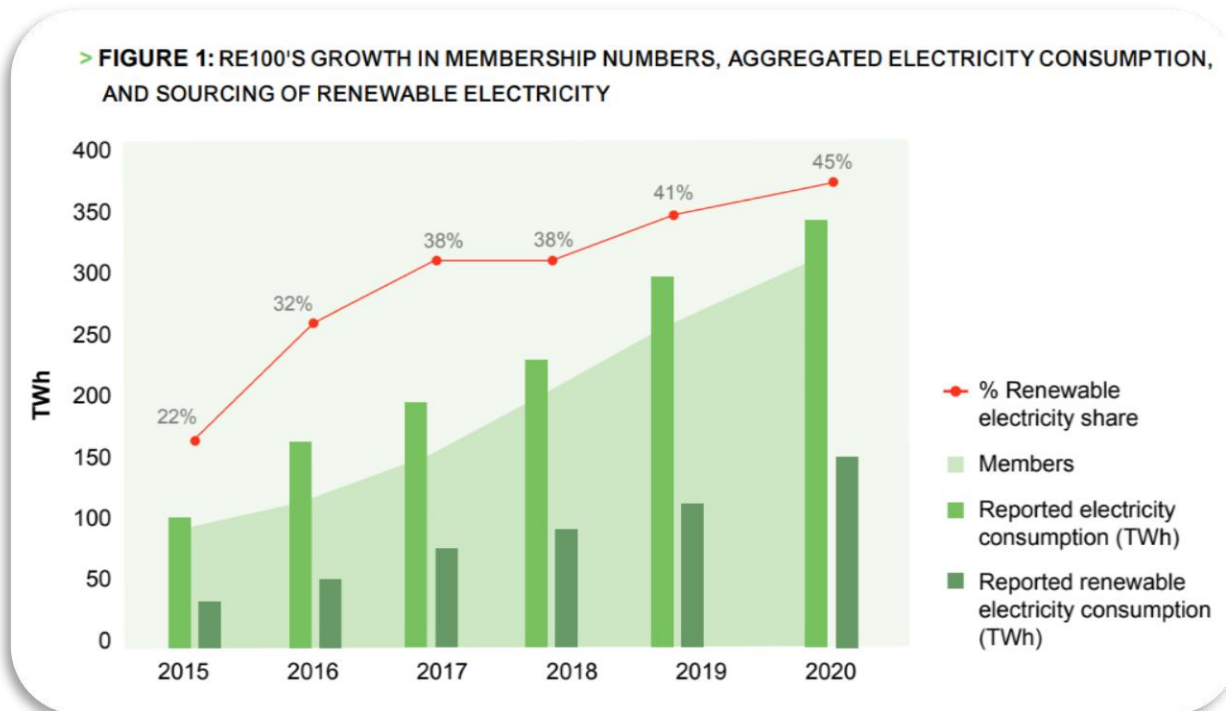
- 우리나라는 화석에너지가 제일 저렴한 전 세계 몇 안되는 국가 중 하나
- 전세계 나라별 가장 저렴한 에너지원 종류
 - BloombergNEF

Cheapest source of new bulk generation (\$/megawatt-hour, levelized) by market, 1H 2023



RE100 (Renewable Energy 100%)

- **RE100: 기업의 자발적인 재생에너지 이용 캠페인**
 - 2014년 파리협정의 성공을 이끌어 내기 위한 지지 캠페인으로 시작
 - CDP와 The Climate Group이 RE100 위원회를 운영
 - CDP*: Carbon Disclosure Project
 - 참여 기업은 매년 재생e 사용량을 보고하고 평가 받음
 - 현재 전 세계 400개가 넘는 기업이 참여 중



국내 기업의 RE100 참여 필요성

▶ 국내 기업의 RE100 참여 필요성

• 다수의 글로벌 기업이 RE100에 참여

- 이미 애플, 구글, 마이크로소프트 등 글로벌 주요 기업은 가입 완료
- 국내는 삼성 및 SK 계열사, LG 에너지솔루션, LG 이노텍 등 30곳이 넘지 않음

• RE100에 참여하는 글로벌 기업이 하청 및 파트너사에게 재생e 사용을 요청



한국경제

[단독] 'RE100' 뭐길래...한국 기업, 잇단 계약 취소 '속앓이'

입력 2023-05-15 16:11 수정 2023-05-15 17:00 지면 B5

유럽권 'RE100'의 공습

녹색 보호주의에 궁지 몰린 韓 부품사

선진국권 녹색 보호주의 본격화

BMW 등 車업체 'RE100' 요구

국내 부품사와 계약 취소 잇달아

RE100 이행 못하면 탄소세 부담



독일 자동차기업 BMW의 뮌헨 본사. 한국경제신문이 단독 입수한 '해외 기업의 RE100 이행요구 실태 및 피해 현황 조사' 자료에 따르면 BMW, 볼보 등 유럽 자동차 기업들이 한국 부품사들에 RE100(재생에너지 100% 사용) 이행을 요청한 것으로 파악된다. /AFP연합뉴스

국내 기업의 RE100 참여 필요성

➤ RE100은 이제 생존의 문제

“선택이 아닌 생존 문제” RE100 가입 속도 내는 기업들

2022.08.23 22:04 입력

김상범 기자

미국·유럽 고객사들의 요구로 필수 트렌드화, 매출과
현대차·네이버 등 속속 가입…삼성전자도 연내 동참
새로운 무역장벽으로 떠올라…“정부의 제도적 뒷받침



국내 기업 RE100 가입 현황

기업명	분야
SK하이닉스	메모리반도체
SK텔레콤	이동통신서비스
SK	지주회사
SK머티리얼즈	산업용특수고분
SK실트론	실리콘웨이퍼
SKC	2차전지, 반도체
아모레퍼시픽	화장품, 생활용품
LG에너지솔루션	배터리
한국수자원공사	수자원개발
KB금융그룹	종합금융그룹
고려아연	희소금속
미래에셋증권	증권사
SK아이이테크놀로지	2차전지분리막
롯데칠성음료	음료
인천국제공항공사	공항운영
현대모비스	자동차부품
현대위아	자동차부품
현대자동차	완성차
기아	완성차
KT	이동통신
LG이노텍	전자부품
네이버	플랫폼서비스

RE100 생존 문제인데 “한국은 공급량 태부족”

[리셋! 에너지 안보] <8> 산업계서 바라보는 재생에너지

입력 2022-08-17 04:04 수정 2023-02-04 13:57



한국의 기업들은 재생에너지 도입을 선택이 아닌 필수로 본다. 기업들에 재생에너지는 더 이상 환경문제에 그치지 않는다. 새로운 무역장벽으로 떠오른 것은 물론 생존을 좌우하는 사안으로 확산한 지 오래다. 글로벌 신용평가기관 및 투자기관은 기업에서 기후변화 대응에 어느 정도 노력하는지 평가할 때 ‘RE100’(재생에너지 100% 사용) 등을 주요 기준으로 삼는다. 기준을 맞추지 못하면 투자를 받지 못하는 실정이다. 다국적 기업은 협력사에 RE100 참여를 적극적으로 요구할 정도다.

국내 재생에너지 사업 불허 사례

- ▶ **블랙록 10조 규모 대규모 해상풍력 사업 불허**
 - 전력 계통 연계 어려움 등으로 인해 사업 불허
 - 이후 서해안 HVDC 송전망 보강 이후에나 가능할 것으로 전망
- ▶ **재무능력 입증·전력계통 연계 어려움 등이 주요 사유**

뉴스홈 | 최신기사

정부, 블랙록 '국내 최대 10조원' 해상풍력 사업 불허

송고시간 | 2024-01-30 06:01



차대운 기자

[기자 페이지](#)

산업부, 재무능력 입증·전력계통 연계 어려움 등 이유로 '제동'
송전 제약에 신규 투자 영향... '전기 고속도로' 놓일 2036년 후 개선 전망

(출처: 연합뉴스)

한국전력의 변화

- ▶ 김동철 사장 취임사 및 신년사
 - 전기요금의 현실화, 새로운 사업 구조로의 혁신
 - 이탈리아 에넬社 사례 언급

김동철 한전 사장, 탈 공기업 선언 “우리도 이탈리아 ‘에넬’처럼”

이승훈 기자 lsh@vop.co.kr | 발행 2024-01-03 11:12:30

f t v l 가



(출처: 민중의 소리)

한국전력의 변화

- ▶ 한국전력이 투자해야 하는 전력망 보강 비용의 회피 수단이 필요
 - 우리나라의 막대한 재생에너지 보급을 위해선 천문학적 전력망 보강 비용이 발생
 - 2030년 목표 달성 기준 총 투자비 약 70조원
- 출처: 에너지경제연구원

〈표 6-5〉 한국전력의 전력망 총 투자비 소요 전망

구분	제9차전력수급기본계획 목표달성 (2030년 재생에너지 비중 20.8%)	NDC 목표달성 (2030년 재생에너지 비중 30%)
투자비	59.3조 원	70.6조 원

자료: 한국전력공사 내부자료(2022), NDC 목표달성을 위한 전력망 보강 로드맵

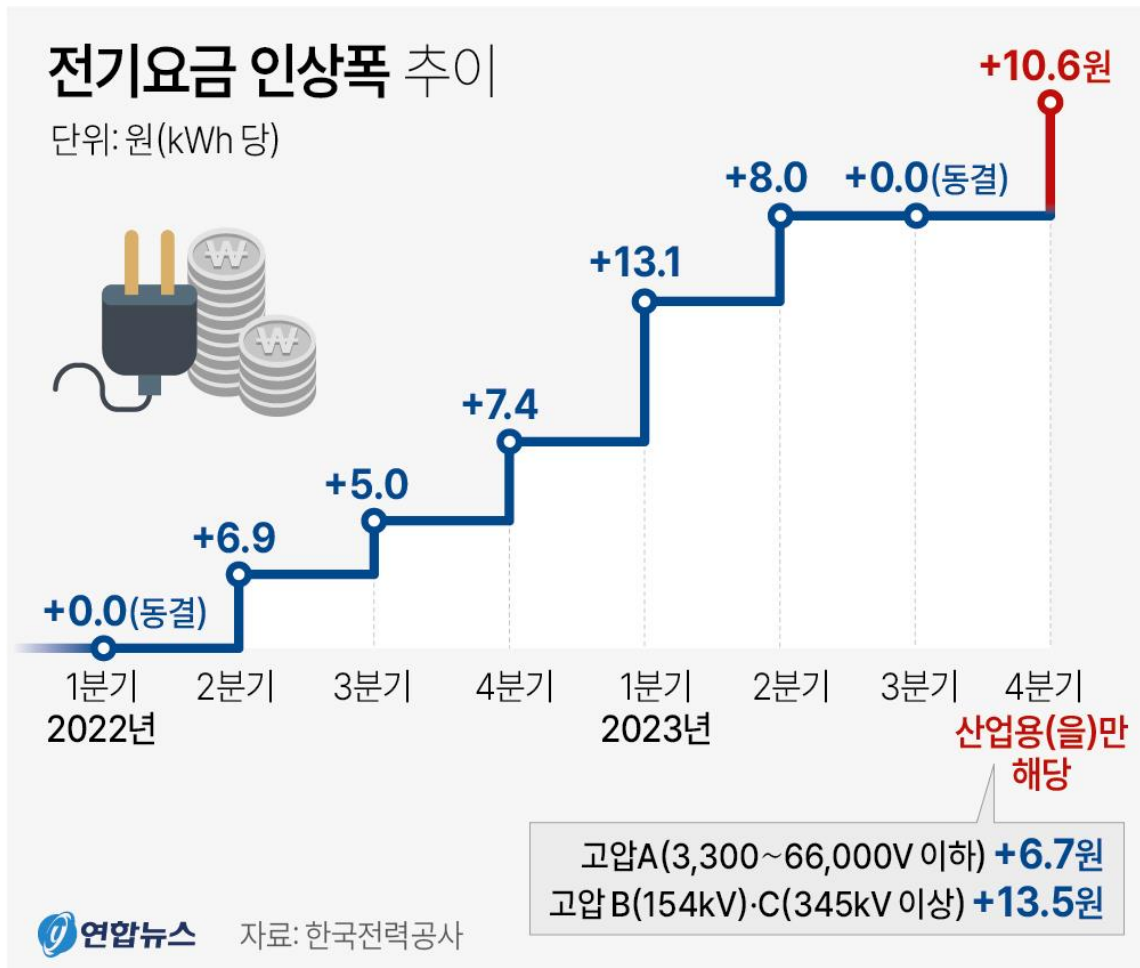
〈표 6-6〉 한국전력의 전력망 보강 비용 전망

구분	제9차전력수급기본계획 목표달성 (2030년 재생에너지 비중 20.8%)		NDC 목표달성 (2030년 재생에너지 비중 30%)	
연간 투자비	1,977억 원		2,353억 원	
2030 재생에너지발전량	121.7 TWh		182.5 TWh	
2030년 투자비/발전량	16.2 원/kWh		12.98 원/kWh	
	태양광	풍력	태양광	풍력
2030 발전량	46 TWh	40 TWh	60 TWh	97 TWh
2030년 투자비/발전량	6.11 원/kWh	5.38 원/kWh	4.26 원/kWh	6.94 원/kWh

자료: 한국전력공사 내부자료(2022), NDC 목표달성을 위한 전력망 보강 로드맵 자료를 활용하여 저자 산출

전기요금의 인상

➤ 지속해서 상승하고 있는 전기요금



김영은기자 20231108

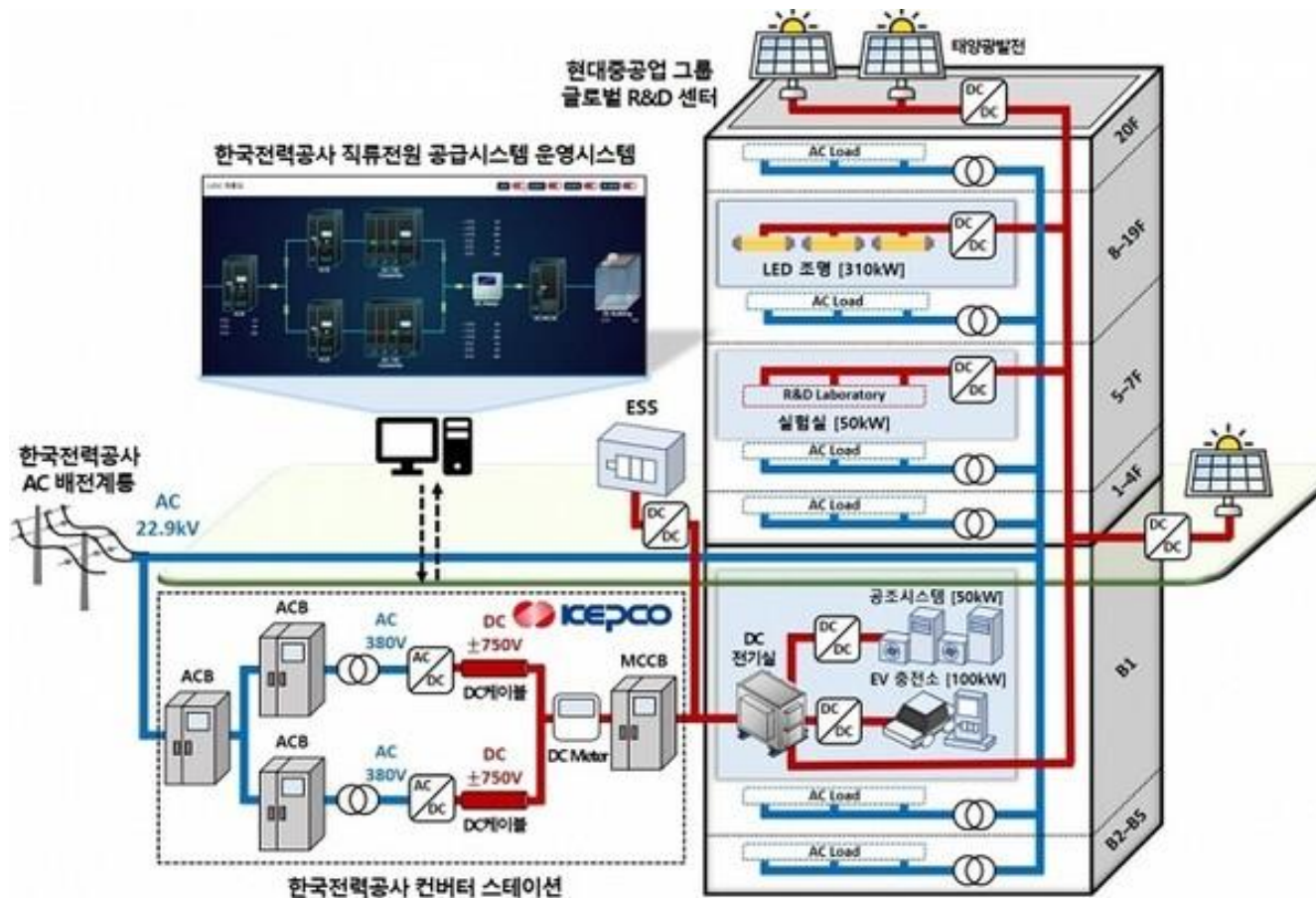
(출처: 연합뉴스)

3

분산에너지 시대의 기술과 전략

분산에너지 주요 혁신 기술

- MVDC, LVDC 등 DC 배전 기술 개발
- 직류전원 공급시스템 개념도
 - 출처: HD현대일렉트릭-한국전력

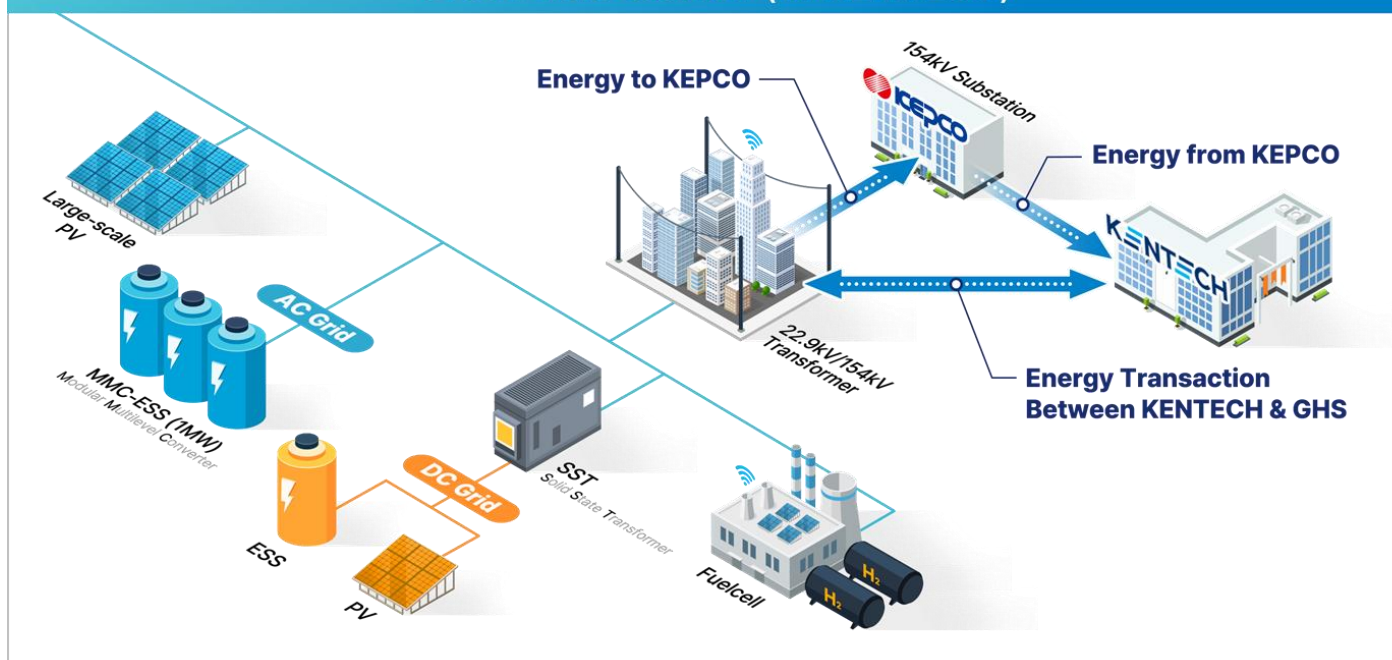


분산에너지 주요 혁신 기술

➤ 모바일 그린허브스테이션 (MGHS)

- 재생에너지 연계 MMC 타입 ESS 기반 모바일 그린허브스테이션 개발 및 운영 실증
- 재생에너지 이용률 및 수용성 제고를 위한 MGHS 기술 개발 및 실증 수행

Green Hub-Station (in KENTECH)



LS ELECTRIC

KENTECH

Korea Institute of Energy Technology

KERI
KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

Ministry of Trade,
Industry and Energy

KEPCO

Jeollanamdo

NAJU

분산에너지 주요 혁신 기술

- ▶ 전남 에너지신산업 글로벌 혁신 특구 - MVDC 주제, MG의 핵심 산업
- ▶ 미래 직류 기반 전력망 플랫폼 실증 사업

전남 에너지신산업 글로벌 혁신 특구 [사업의 컨셉]

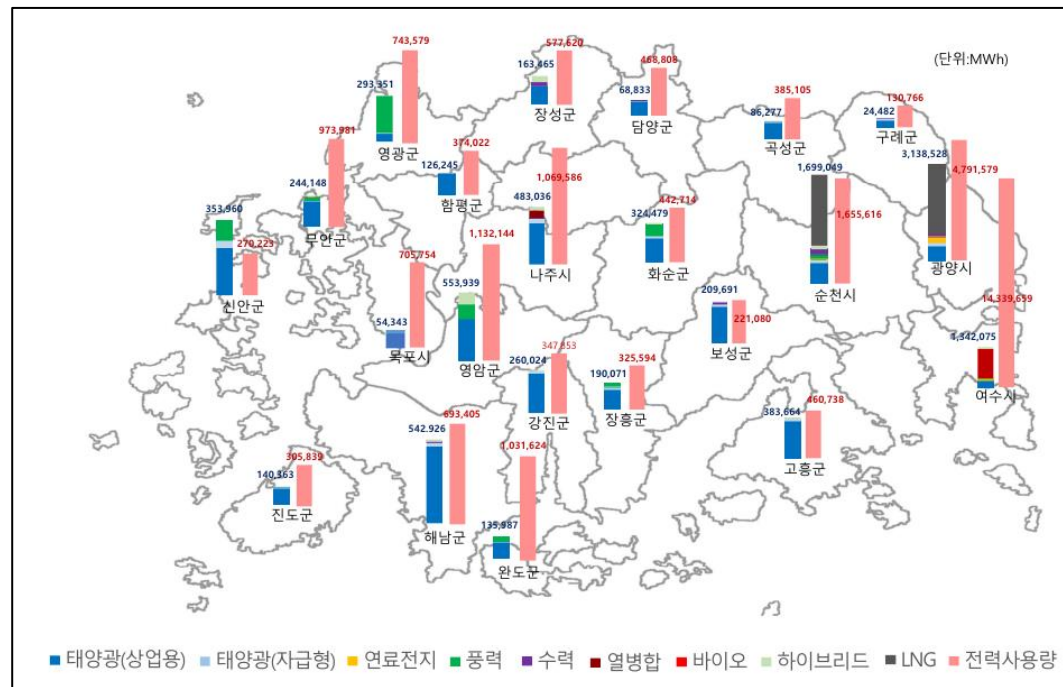


(출처: 전라남도)

전라남도 분산전원 전력사용량 현황

- ▶ 전라남도 전체 분산에너지 비중 약 34.5%, 그러나 주요 산업단지는 예외
 - 주요 산업단지인 여수의 전라남도 전력 사용량 비중 45.6%
 - 여수의 분산에너지 비중은 9.3%에 불과
- ▶ 지역의 분산에너지 자급자족 생태계 구축이 필요함

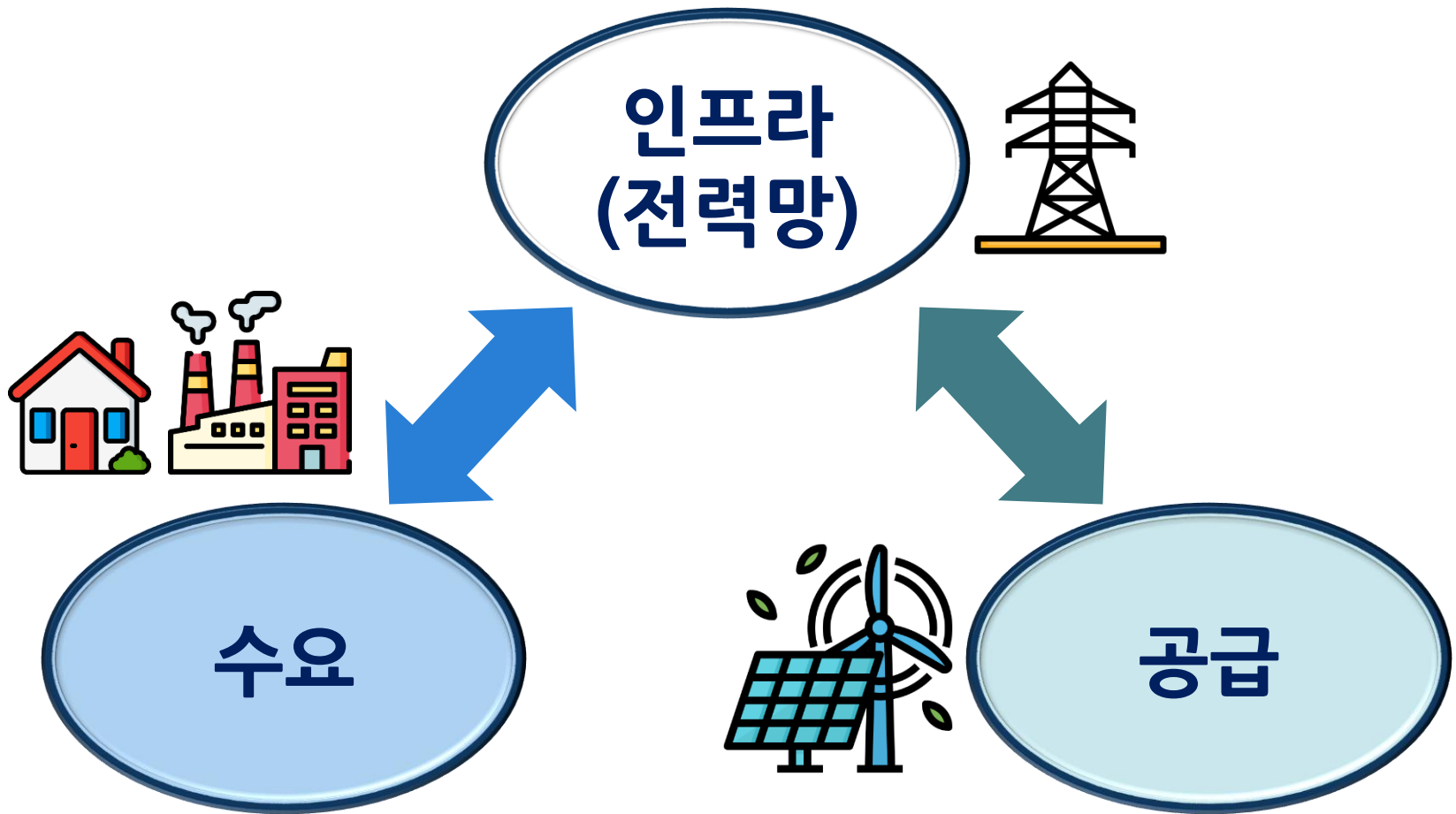
전라남도 분산전원 전력사용량 의존율 비교



(출처: 녹색에너지연구원)

분산에너지 생태계 구축 전략

- 수요-인프라-공급의 삼박자 형성
- 분산에너지 생태계 구축의 핵심:



RE100 생태계 구축

- 중양집권 에너지 -> 지역 분산 에너지의 에너지 민주화 시대
- A.I. 산업과의 연계 -> 에너지 A.I. Platform 구현
 - A.I. 기술 기반 에너지 효율화를 통한 전력 수요 감축
- 분산에너지 인프라 구축 및 기술 실증
 - Microgrid, VPP, Green Hub Station, MVDC, Energy AI, EV 기반 V2G



에너지 A.I. 적용 사례 예시: 에너지 효율화
(출처: 산업부)

지역주민과 상생하는 분산에너지 생태계

- 분산에너지 보급 및 확대를 위해 지역 주민 수용성과 능동적 참여가 필요
 - 핵심은 지역 주민에게 수익성을 보장하는 것
- 전국에서 제일 저렴한 재생에너지 공급 역량을 전라남도에서 구축
- 전남의 분산에너지 활성화를 위한 주민참여형 분산에너지사업 방안이 필요
 - 대표적으로 농민 참여형 사업을 통한 농지의 태양광 부지로의 활용
- 풍부한 재생에너지 공급량을 바탕으로 도내 산업단지의 경쟁력 확보 가능



에너지 안보의 중요성

- ▶ 우크라이나 전쟁을 통해 본 국방분야 에너지 안보 이슈
- ▶ 분산에너지 전력망은 에너지 안보 측면에서 매우 큰 장점을 가짐
- ▶ 우리나라의 에너지 안보 이슈
 - 에너지 수입 의존도 93%(총 수입에서 에너지 비중 26%)
 - 중동지역 의존도 높고, 해상 수송에 의존
 - 중앙집중형으로 밀집된 전력망은 방호에 매우 취약



적군의 공습에 파괴된 송전망
(Russia-Ukraine War)



분산 전력망은 국소 지역 파괴의 파급이 작음

에너지 안보의 중요성

▶ 에너지 공급과 이용에 관한 안전성 보장, 에너지 수급과 사용 위협 관리

▶ 한국의 에너지 안보 측면의 취약성

① 에너지 수입 의존도 93%(총 수입에서 에너지 비중 26%)

* 중동지역 의존도 높고, 해상 수송에 의존

② 전력소비는 OECD 국가중 4위, 에너지 자급률 18.1%(세계 33위)

* 에너지 안보리스크 : 하위 25%(미국의 2배, 태국보다 심각한 수준)

③ 외부 공급이 제한되는 에너지“섬”

④ 중앙집중형으로 밀집된 전력망은 방호에 매우 취약

에너지 다소비국 한국		
	2021년	세계 순위
에너지 소비	2억3466만TOE	8위
에너지 수입액	1372억달러	석유·석탄 4위 가스 3위
에너지 효율 (원단위)	0.16 (TOE/백만원)	OECD 35위
※ TOE(석유환산톤)는 석유 1톤이 연소할 때 발생하는 에너지. 100만원어치를 생산하기 위해 0.16TOE의 에너지를 쓴다는 의미임.		
자료=산업통상자원부·국제에너지기구·BP		

출처: 조선경제 기사

한국의 에너지 소비 현황



러시아-우크라이나 戰 전력망 파괴

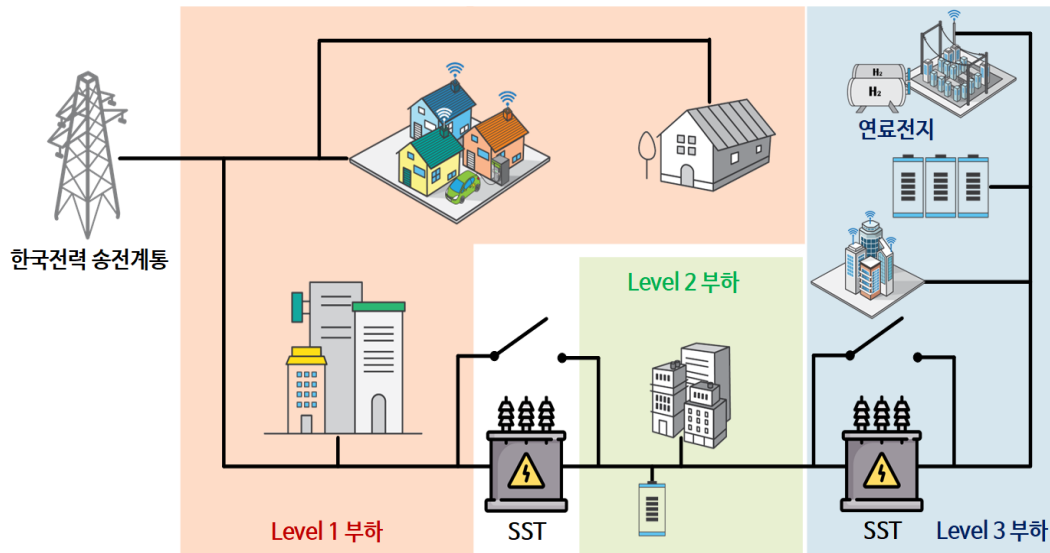
에너지 안보를 위한 군 MG 전환 추진

- 군 부대 MG 구성을 통한 에너지 자립성 및 신뢰성 제고
 - 고정형과 이동형 두가지 유형의 MG 기술을 갖춰 전·평시 대비 필요
- 군 MG 구성을 위한 핵심 기술 요소



고정형 MG 구축 기술 예시

- 1단계(Level 1) 부하: 현재 전력 공급 체계 유지
 - 창고, 생활관 등이 이에 속함
- 2단계(Level 2) 부하: 일시적인 정전을 버티는 능력 필요
 - 통신 시설, 훈련 시설 등이 이에 속함
 - 1단계 부하 정전의 파급 차단 필요(반도체 변압기 연계 필요)
- 3단계(Level 3) 부하: 장기적인 독립 운전 능력 필요
 - 지휘본부 및 전투 시설이 이에 속함
 - 현재 디젤 발전기 중심의 비상 전력 공급 체계보다 뛰어난 안전성 필요

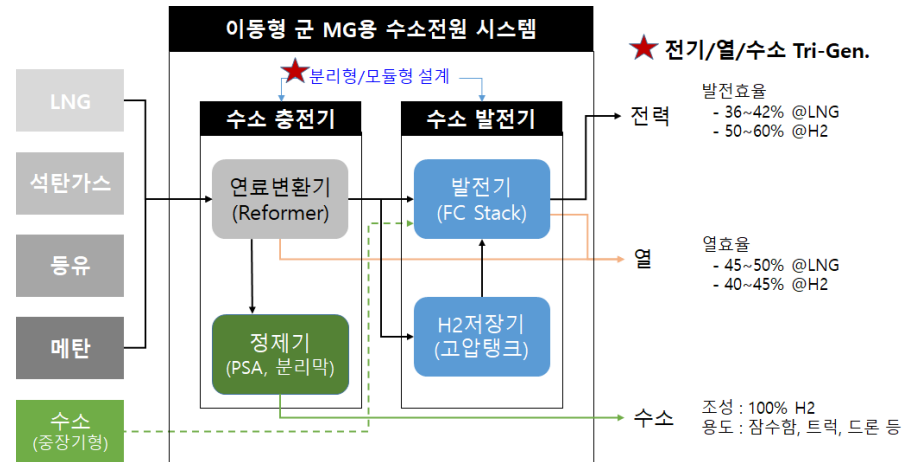


단계별 고정형 군 MG 전력 공급 체계

이동형 MG 구축 기술 예시

수소기반 이동형 군 MG 구조

다양한 연료로부터 수소를
생산하는 수소충전기와
수소로 전기와 열을 생산하는
수소발전기로 통합 및 분리형
모듈로 운용가능

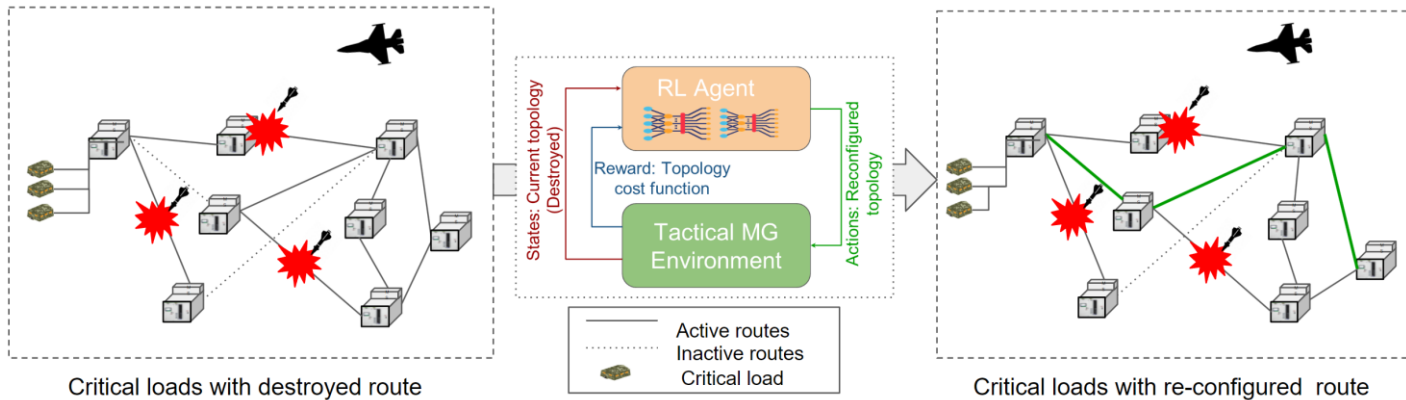


이동형 수소 전원 컨테이너 예시



군 MG 운영 기술 예시

- ▶ A.I. 기반 토폴로지 재구성 기술로 Seamless Resiliency 확보
 - 전력망이 물리적 공격을 받는 경우 대체 경로로 전력 공급을 보장
 - 강화 학습 기반 토폴로지 재구성 기법 적용



공격받는 상황에서 MG 토폴로지 재구성

- ▶ 전·평시 운용 구분을 통해 다양한 상황에 대비
 - 평시: VPP 운영 등을 통한 군부대 운용 비용 절감
 - 전시: 회복탄력성 및 신뢰도 확보 목적의 다양한 기술 적용

분산 에너지 시대의 개막

위기인가? 기회인가?

감사합니다.