

분산에너지 정책 동향과 지역 연계전략 세미나

글로벌 분산에너지 활성화 정책 및 산업 동향

2023. 12. 19. (火)

한국철도기술연구원
문 국 현

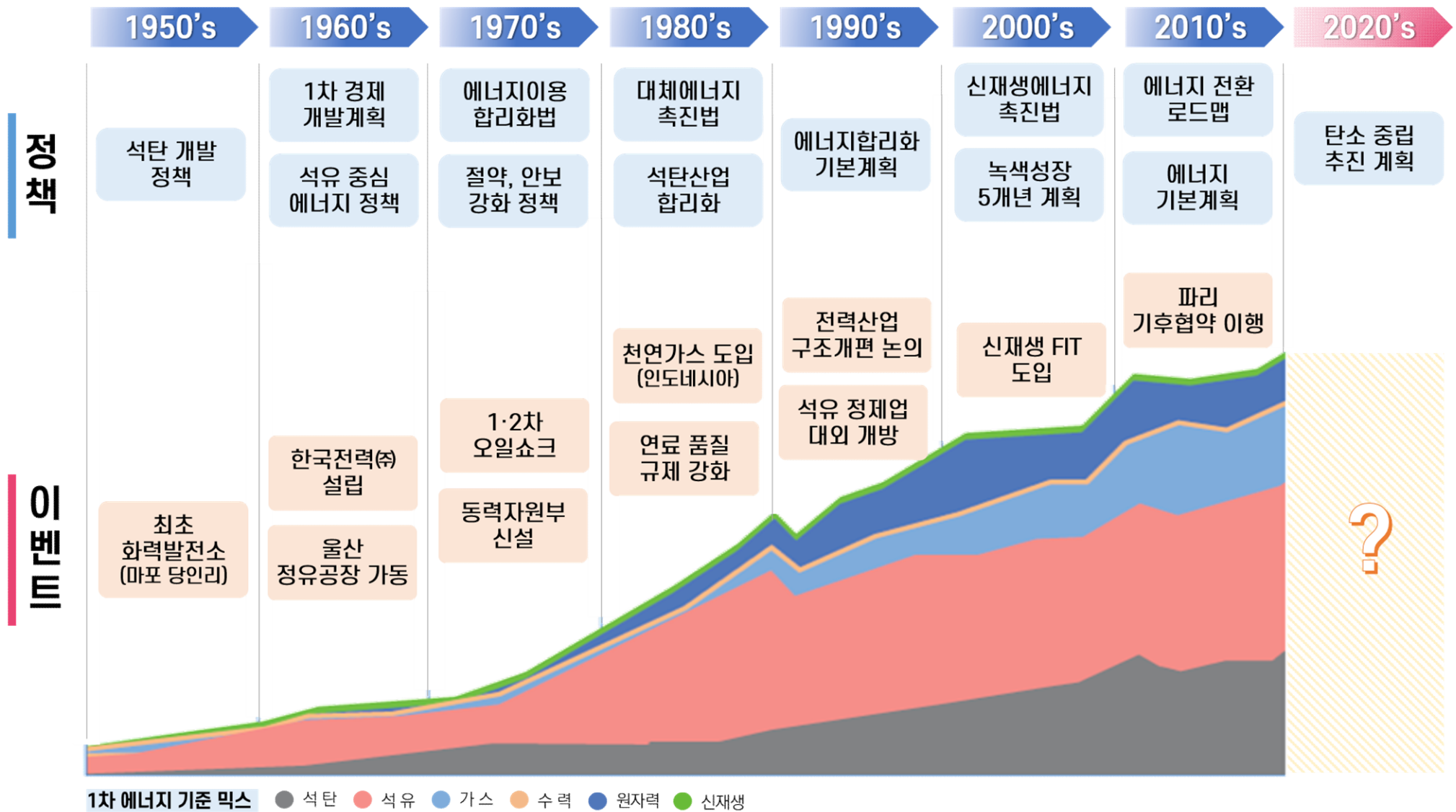
※ Disclaimer (면책조항) : ① 해당 자료에 제시된 내용은 기관의 공식적인 의견이 아닌, 발표자 개인의 견해입니다.
② 에너지기술연구원, KISTEP 김선교 박사와 저자로 참여한 KIER CT Brief 45호 (2022.07) 기고문을 바탕으로 작성되었습니다.

I 배경 및 필요성

II 해외 분산에너지 활성화 관련 정책 동향

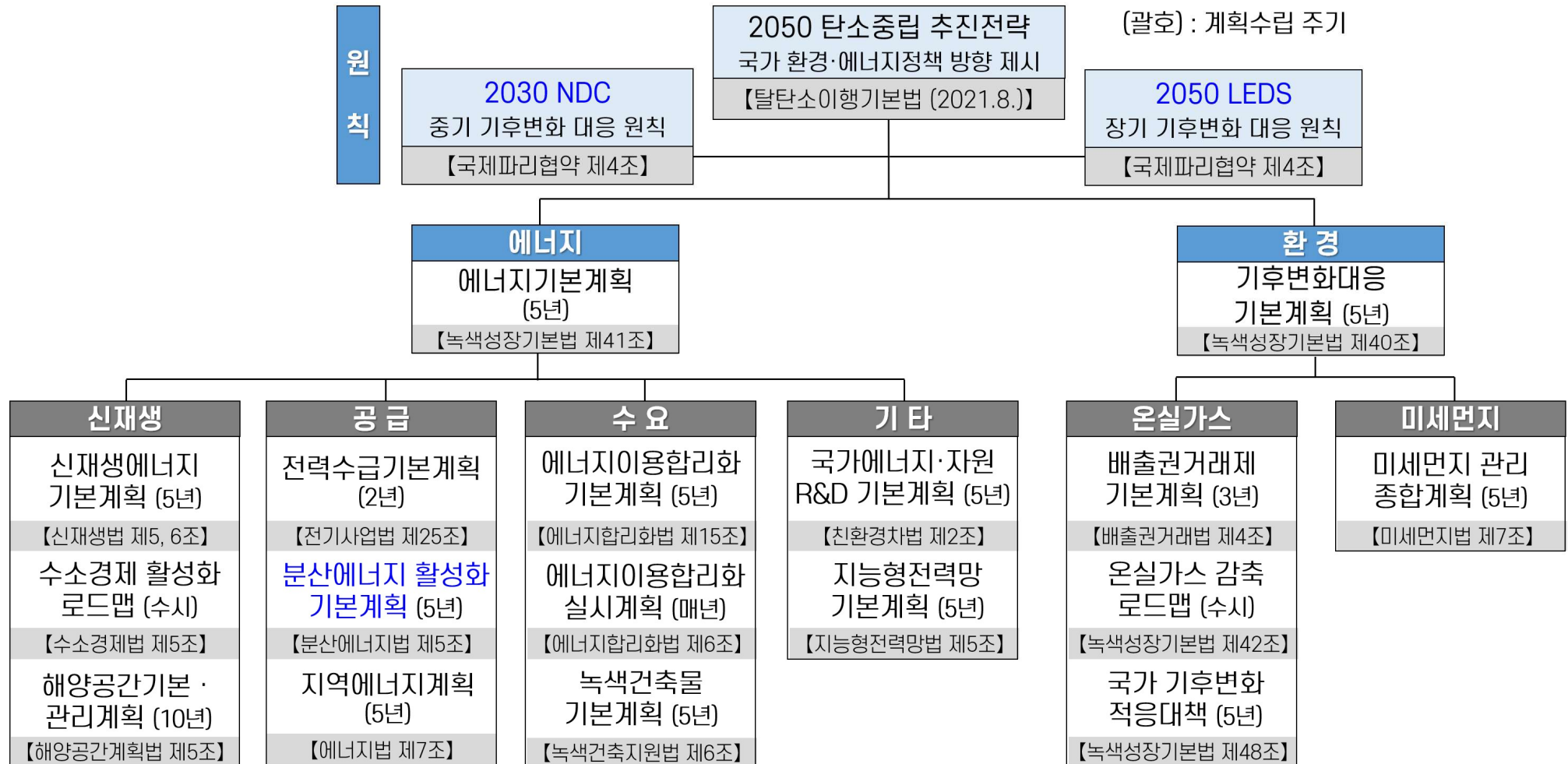
III VPP 관련 에너지 산업 · 기술 동향

IV 결론 및 시사점



※ 참고 : 정부 관계부처 자료 종합 (2020), 한전 경영연구원 '전력산업의 미래와 KEPCO 대응전략' (2016)

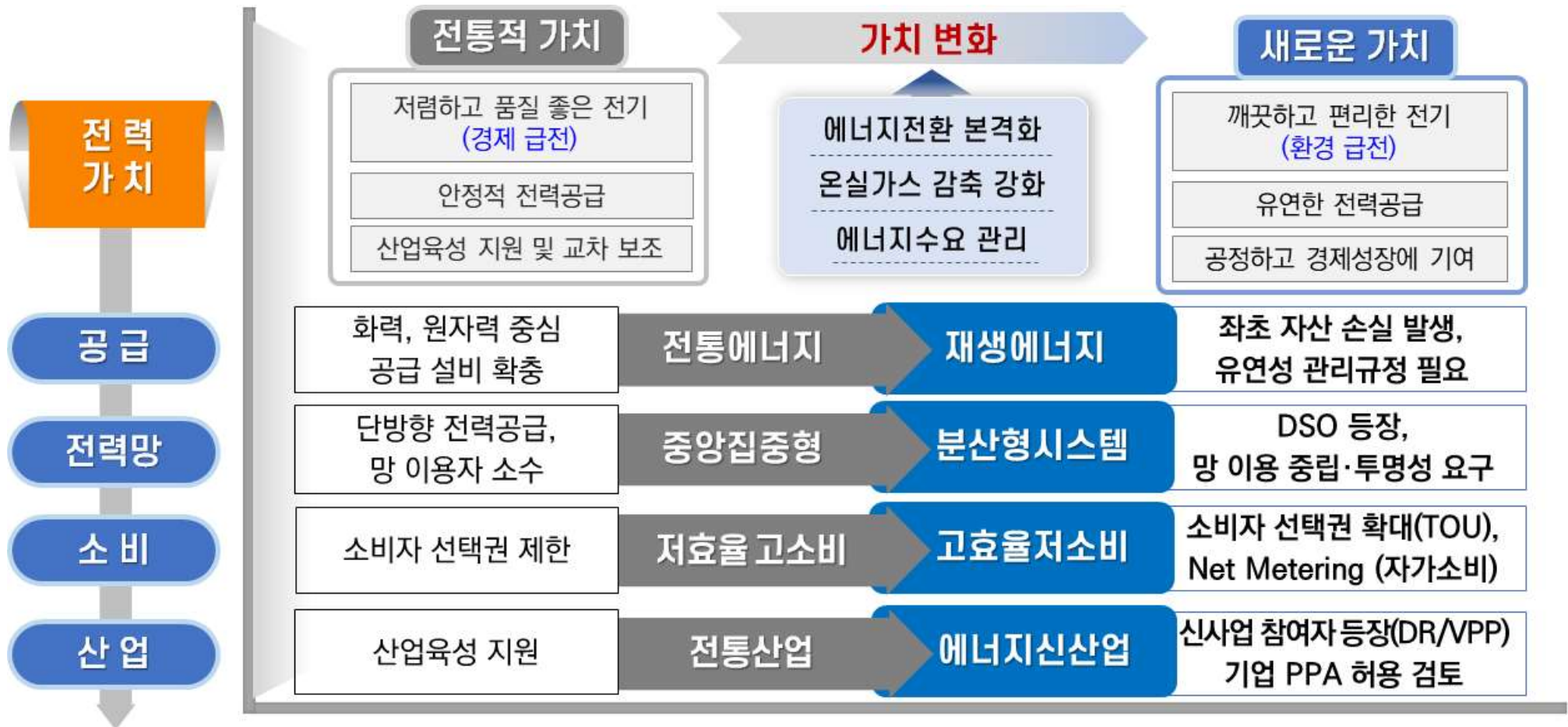
“ 탄소중립 달성을 우선 목표로 에너지·환경 정책 추진 ”



☞ 분산에너지법 제정(시행 2024.6.14.)에 따라, 산업부 주재로 분산에너지 활성화 기본계획 및 연도별 시행계획 마련 예정

※ 참조 : 탄소중립 추진전략 (2020), 정부 보도자료 (2020), 국가법령정보센터 (2021)

“ 전원믹스 뿐 아니라 공급, 망, 소비, 산업 등 시스템 전반의 혁신 진행 중 ”



➡ 전력산업 시스템과 가치 전환으로 규제 체계(정책·조직·관리기관) 변화

* 참조 : 에너지미래포럼, 에너지 시장의 현주소와 에너지 정책 방향, 2020

“ 소비자 인근에 설치되는 소규모 에너지원으로, 국가별 상황에 따라 차이가 상존 ”

일반 개념

일반적으로 소비자 인근에 설치되는 소규모 자원으로 분산형 전원, 전력저장, 수요자원 등을 포함하나, 단일 정의는 없으며 목적과 상황에 따라 세부적으로 차이가 상존

국가별 동향



FERC

배전 시스템, 그 하위 시스템 또는 소비자 계량기 뒤에 위치한 모든 자원을 의미
전력저장장치, 분산 발전, 수요 반응, 에너지 효율, 축열, 전기 자동차 및 해당 공급 장비가 포함



EC

시스템의 저전압 레벨(배전 그리드) 또는 최종 사용자 근처에 연결된 중소규모 리소스로 구성
분산형 발전, 에너지 저장, 수요 반응 등이 주요 구성 자원



AEMC

가정과 사업장에서 에너지를 생산, 저장 또는 관리할 수 있는 장치로, 미터 뒤 장치로도 언급
지붕형 태양광 발전, 에너지 저장, 수요 반응, 전기 자동차 및 에너지 관리 시스템이 포함



산업부

전력수요지역 인근에 설치하여 송전선로의 건설을 최소화할 수 있는 40MW 이하의 모든 발전설비
또는 500MW 이하의 집단에너지, 구역전기, 자가용 발전설비. 태양광·풍력 등 재생에너지를 포함

* FERC (Federal Energy Regulatory Commission) : 美연방 에너지규제위원회, EC (European Commission) : 유럽위원회, AEMC (the Australian Energy Market Commission) : 호주 에너지시장위원회

“ 적절한 위치에 배치될 경우, 전력망 투자비를 경감하고 계통 운영을 보조 가능 ”

전력망 안정성 제공

- 전력망 기반 전기공급이 중단되었을 때, 비상급전원 등 신뢰성 서비스를 포함한 전력망 지원 서비스를 제공

전력망 용량 지원

- 전력망에 대한 추가 투자 지연 및 최소화
- 배전 수준에서의 용량 가치를 제공하며 해당 지역의 침투 기간, 분산에너지원 위치 및 가용성에 따라 차별화

보조서비스 (ESS 등)

- 다양한 응답특성에 기반한 유연성 서비스를 제공
- 우발상황, 주파수 및 전압 조정, 지역별 필수 전원 확보 등 가치가 높은 전력 수요에 대한 긴급, 필수 서비스 제공

예비력 자원 제공

- 다양한 예비력 기준에 따른 대체 용량 공급 자원으로 활용
- 해당 요량의 가치는 수급(Balancing) 상황에 따른 분산 에너지원의 가용능력에 따라 평가

도매시장 에너지 공급

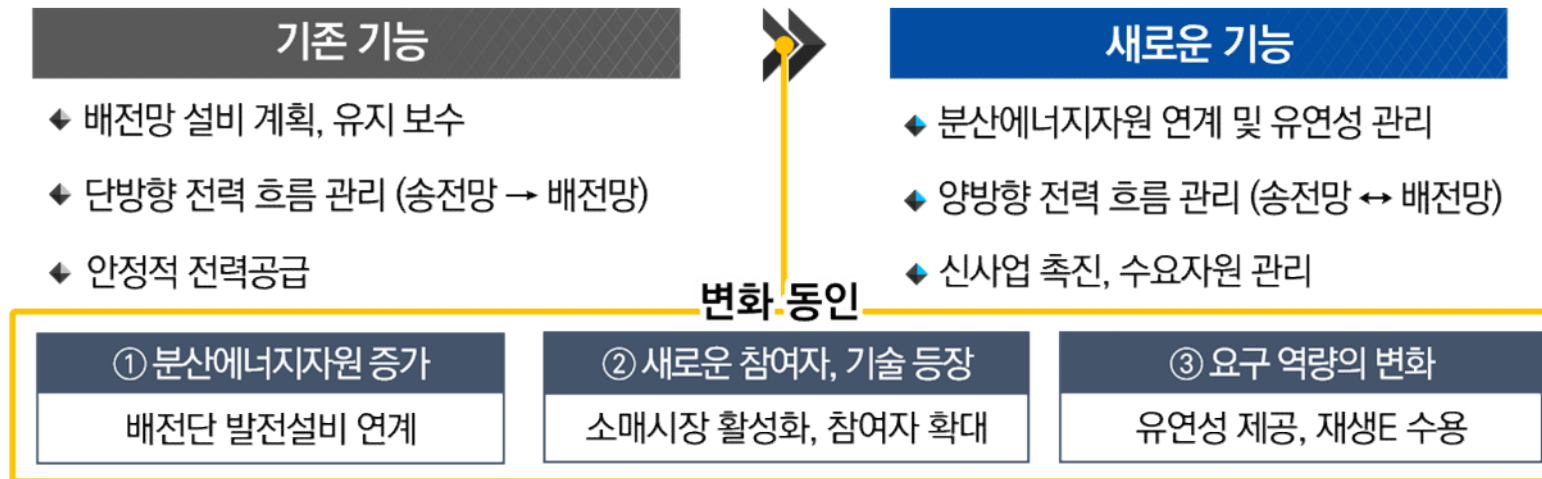
- 기존 전력망 기반 전력 공급원의 역할로 도매시장에 에너지를 생산하는 자원으로 활용

시장 리스크 관리

- 도매·소매 시장 상황에 따라 분산에너지원을 구매·확보하는 것은 풀(pool) 시장 가격 노출에 대한 위험회피(hedge) 및 포트폴리오 관리의 수단으로 활용

“ 향후 분산에너지원 증가 등으로 배전망 운영자(DSO)의 역할 중요 ”

☞ 배전단 신자원·서비스 출현에 따른 **배전망 운영자의 기능 변화**

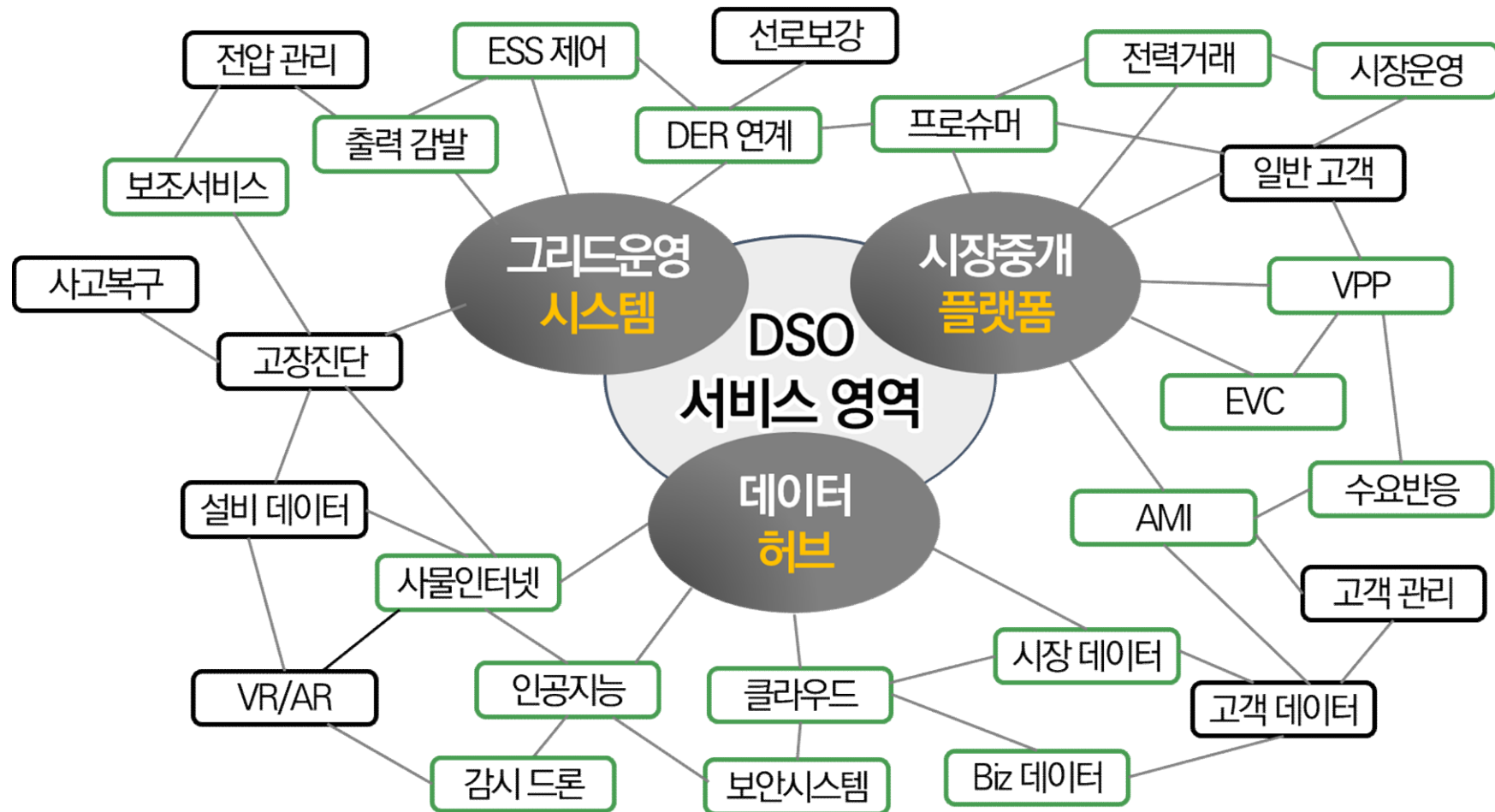


☞ 배전망 운영자 역할 확대에 기대되는 **긍정적인 효과**



[참고] 분산에너지 활성화를 위한 DSO 주요 기능

I. 배경 및 필요성



 : 신규 기능 (New role) : 진화, 확장된 기능 (Evolved & extended role)

※ European Commission, evolvDSO technical report (2017) 참고 (실제 연관관계는 더 복잡하게 얽힘)

“ 분산에너지원은 지속 증가해왔으며, 최근 **탄소중립** 이행을 위해 **추세가 가속화** ”

전망 및 추세

▲분산형 태양광, ▲전기차, ▲히트펌프가 분산에너지원의 주요한 자원으로 빠르게 보급

- ▶ 전 세계 태양광 용량 추가는 2020년 134GW에서 2030년 630GW로 4배 증가가 예상되며, 2020년 기준 거의 1억 가구에 분산형 태양광 패널이 설치 (IEA, 2022)
 - ▶ 국내에서는 태양광 중심으로 보급 확대 중이며 이러한 추세는 지속될 전망
- * 분산에너지원 중 태양광 비중은 48%이며, 분산형 전원 중 태양광 비중은 70%를 차지

주요 트렌드

태양광을 중심으로 보급 확산 중이며, 새로운 시장과 기술이 보급 中

태양광 주도

분산형 발전원에서 기존의 소형 열병합 발전을 넘어 분산형 태양광이 계속 확대되는 흐름이 지속될 전망

복원력

전력시스템 전반의 높은 신뢰도를 유지하는 복원력에 대한 필요로 전력저장에 대한 수요가 빠르게 성장할 전망

유연성

스마트 미터링, 온도조절 및 가정 부하에 대한 제어기술의 적용 확대로 주거용 부하 유연성 시장이 개화

전기차 저장*

전기차의 빠른 증가와 함께, 전력저장 수단으로서의 가능성이 시장을 창출하여 비즈니스 모델로 전환될 전망

* 캘리포니아 주의회는 2027년까지 전기차의 양방향 충전 기능 탑재를 의무화하는 법안을 검토 중

※ 참조 : Greentechmedia, "5 Major Trends Driving the \$110B US Distributed Energy Resources Market Through 2025" (2020)

I 배경 및 필요성

II 해외 분산에너지 활성화 관련 정책 동향

III VPP 관련 에너지 산업 · 기술 동향

IV 결론 및 시사점

“ 2019년 12월부터 VPP 사업자의 도매시장(에너지·용량·보조서비스) 참여를 허용함 ”



용량 규모 및 특징

영국의 VPP 용량은 6.1GW

에너지 판매업체 등이 보유한 DR 자원을 포함해 VPP로 고려하고 있어 보급 규모가 크지만, 중개사업자의 시장 참여는 아직 저조

보조서비스

지난 수년 동안 개방되어 있었으며, 이 중에서도 수익성이 가장 뛰어난 주파수조정(FR) 시장이 가장 인기

현재는 ESS가 FR 시장을 잠식했으며, 가정용 ESS 또한 서비스에 진출

네트워크 지원

지역 네트워크 서비스는 초기 단계로 수익성이 낮고, 계약 용량이 작아 참여자들의 관심도는 낮음

대형 발전소가 설치되지 않은 지역에 용량을 제공할 수 있는 이점이 있음

용량 시장

영국 용량시장은 National Grid 주관으로 중앙 경매를 통하여 이루어짐

시스템 운영자가 거의 용량을 요구하지 않아, 참여자들이 다른 비즈니스 모델에서 수익 창출 하도록 허용

향후 VPP가 전통발전원의 용량을 대체하는 용량시장의 옵션이 될 수 있음

에너지시장

도매시장은 여전히 에너지 공급 자격을 가진 참여자로 제한되어 있음

2019년 12월 중개업체가 참여할 수 있는 여건이 마련되었으나 활성화까지는 긴 시간이 소요될 전망

피크 관리

불투명한 채널을 통한 양자 간 합의로 계약이 이루어져, 정확한 규모는 알 수 없음

향후 에너지 판매업체나 전력 마케터들이 서비스 구매보다는 VPP를 통한 비용 상쇄에 집중

※ 기존 도매시장 참여는 에너지 공급 자격을 가진 사업자로 제한돼 있었으나, 공급 면허를 취득한 에너지 판매업체, 중개사업자 등도 참여가 가능

“ 2017년 재생에너지법(EEG) 2차 개정을 통해 중개사업자의 도매시장 참여를 허용 ”

獨 재생에너지법 Market Premium 지급 조건

조항	내용
EEG 2017 제20조 1항	<ul style="list-style-type: none"> - 발전사업자 또는 중개사업자가 전기를 직접 판매 - 전력은 원격으로 제어 가능한 시스템에서 생성
EEG 2017 제20조 2항	<ul style="list-style-type: none"> - 실제 공급 가능한 전력량을 예측할 수 있어야 함 - 전력을 공급할 수 있는 전원들을 원격으로 제어할 수 있어야 함 - 계통운영자의 전력공급 요구에 따라 전력을 제공할 수 있어야 함
EEG 2017 제14조 2항	<ul style="list-style-type: none"> - 발전사업자 또는 중개사업자는 하루 전까지 그 다음일 이후 전력공급의 예상시간, 공급량 및 기간이 예측되는 즉시 알려야 함
EEG 2017 제20조 3항	<ul style="list-style-type: none"> - 전력 유통시스템 호환 및 안전한 원격 제어 기술이 구비되어야 함

정책 특징

FIP 보조금을 지원받는 재생에너지 설비는 중개사업자를 통해 시장 참여 가능

재생에너지 예측 의무 이행에 따른 비용 소요를 “Management Premium”을 통해 보상하며, 중개사업자가 재생에너지를 모집하여 시장에 참여하는 경우에도 보상받음

3 미국

II. 해외 분산에너지 활성화 관련 정책 동향

“ 뉴욕주, 캘리포니아주 등에서 분산자원이 VPP를 통해 도매시장에 참여토록 제도 개선 ”

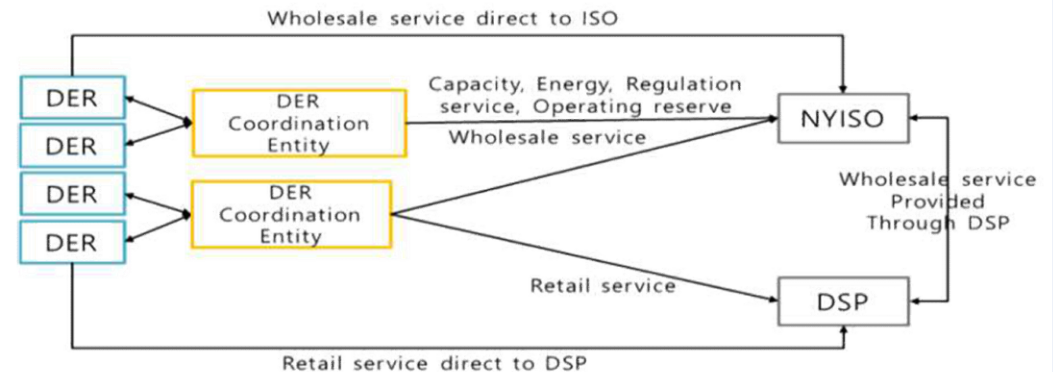
뉴욕주 (NYISO)



미국

NYISO 시장에서 분산자원은 수요관리 프로그램에서 수요감축을 보조하는 역할로 시장 참여

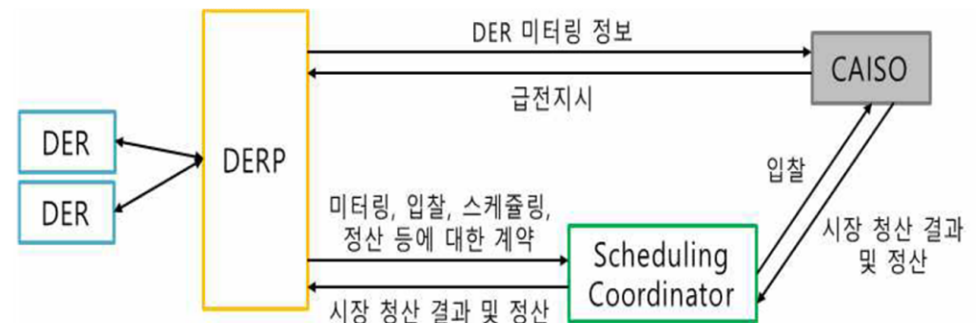
NYISO는 수요반응 자원과 분산자원을 함께 VPP 자원으로 통합해 중개사업자(DCE)를 통해 NYISO의 모든 시장(에너지, 용량 및 보조 서비스 시장)에서 활용



캘리포니아주 (CAISO)

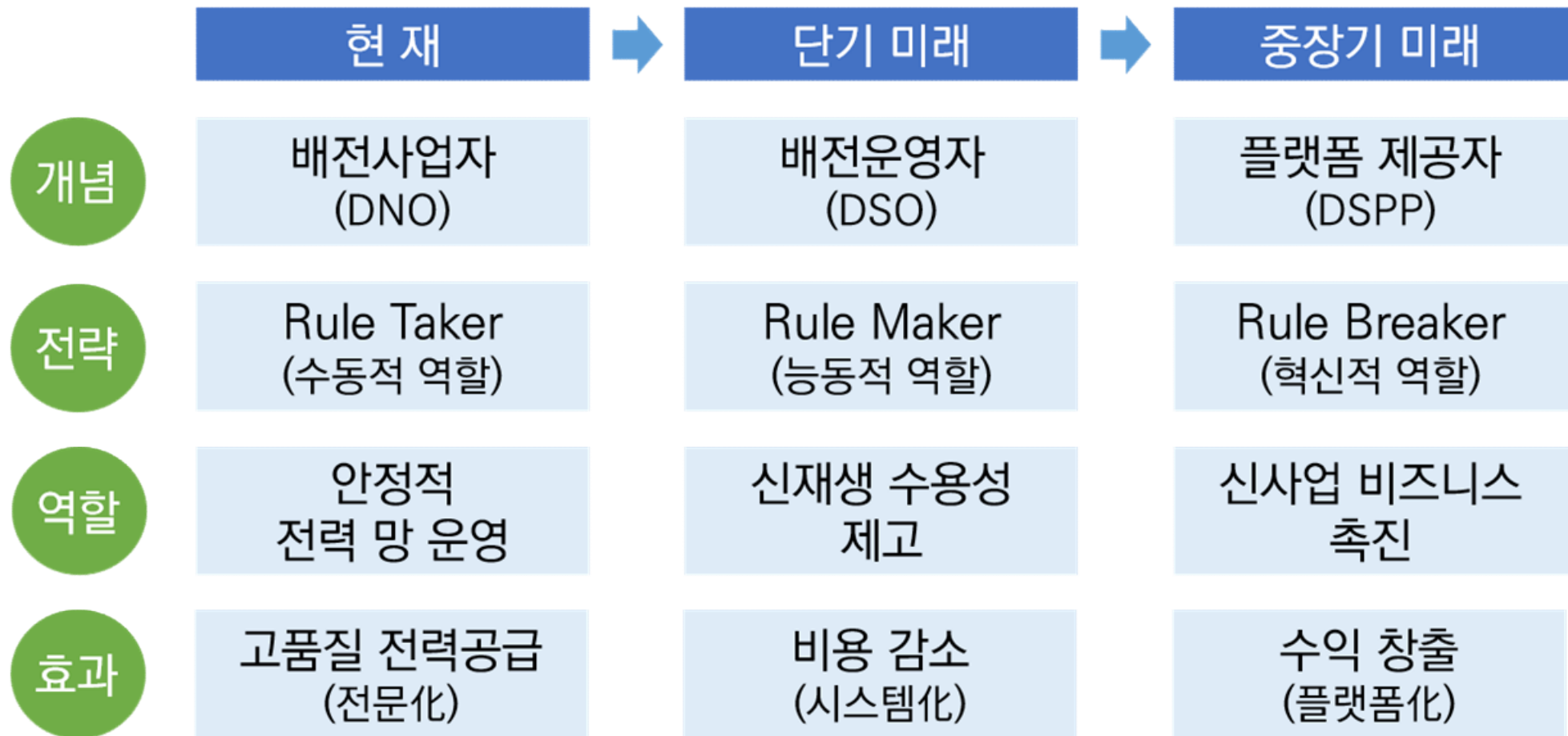
CAISO는 소규모 자원들을 모집하여 전력사업을 수행할 수 있는 사업자인 DERP에 관한 제도를 2016년 8월부터 도입

CAISO에서는 SC*를 통해서만 전력시장에 입찰할 수 있기 때문에 중개사업자는 DER을 모집해 SC를 통해서 전력시장에 참여



* SC : Scheduling Coordinator는 하나 또는 다수의 발전사업자나 부하공급사업자를 대리하여 ISO가 운영하는 시장에서 입찰서 제출, 낙찰, 발전 및 부하계획의 담당, 결제 집행 등의 거래 활동을 수행하는 자

※ 참고 : 정현우, 고락경, 김지희, VPP 운영현황 및 활성화 방안, 2021.04.



“ 2020년 4월, 분산에너지원 로드맵을 발표하여 5개년 계획 수립 ”

정책 특징

- 기술, 규제 및 시장 장벽을 극복하고 분산에너지원을 전력망에 통합하기 위한 실증(pilot) 프로그램을 운영
- 전력망에 대한 지원과 전력 시스템 운영의 가시성을 높일 수 있는 기술 개발을 지원
- 분산에너지원을 투자 및 전기 활용에 대한 명확한 정보를 제공하고, 새로운 비즈니스 모델이 출현할 때마다 사용 고객이 보호받을 수 있는 체계 수립



호주

프로젝트

지역	프로젝트 명	내용
Victoria	Project EDGE Trial	지역 및 도매 전력망 서비스를 제공하는 분산 에너지 자원(DER)을 실증하는 3년간의 프로젝트. Hume 지역의 주거, 산업 및 상업용 고객 참여. 정전을 줄이고 에너지 가격을 낮추며 향후 계획에 정보를 제공하는 것을 목표로 설정
	Indra Monash Smart City	모나쉬 대학교의 클레이튼 캠퍼스 전력망에 DER 기술 통합. 태양광 패널, 건물, EV 충전소, 에너지 저장 장치 등 그리드에 연결된 자산을 실시간 모니터링하여 통합하여 실증
Western Australia	Project Symphony	에너지 분배 소프트웨어 시스템으로 옥상 태양광 및 배터리 저장장치와 같은 DER 자산을 조정하고 관리하는 실증 프로젝트. 투자 수요를 파악하고 서호주의 DER 로드맵을 적용, 확산하는 것을 목적으로 설정
	Onslow DER Project	재생 에너지, 모듈식 가스 발전, 배터리 전력저장장치를 갖춘 Onslow 지역의 마이크로그리드, 분산 에너지 자원 관리 시스템을 사용하여 DER의 신뢰성 및 운영 문제를 해결하는 솔루션 구축을 목표로 설정
	Alkimos Beach solar and storage trial	배터리 스토리지, 옥상 태양광, 새로운 전기 소매 제품 테스트를 결합한 600만 달러 규모의 프로젝트. 높은 수준의 태양광 발전과 지원 기술의 통합을 지향
Queensland	evolve DER	배전망 관리를 위해 운영 기술과 통합된 소프트웨어 시스템에 중점을 둔 프로젝트. DER의 네트워크 호스팅 용량을 늘리고 확장 가능한 기능 및 시스템을 개발하여 DER 활용도를 높이는 것을 목표로 설정

※ 2020년 4월 분산에너지원 로드맵을 발표하여 태양광, 배터리, 전기자동차를 포함한 모든 분산에너지원의 통합을 유도하고 활성화를 위한 5개년의 계획을 수립

“ 일본은 수급조정시장 개설을 통해 중개사업자의 경매입찰 참여를 허용 ”

정책 특징

- 중개사업자가 모집한 발전기, ESS, 부하 설비 등의 자원을 VPP로 정의하고 재생에너지 예측오차 대응을 위한 3차 조정력에 VPP 참여를 허용함
- 에너지 시장, 용량시장 외에 수급조정(보조서비스) 시장에도 VPP가 참여할 수 있도록 시장이 확대됨에 따라 중개사업자 증가 및 비즈니스 모델 확대가 예상됨

거래 상품

상품명		1차조정력	2차조정력①	2차조정력②	3차조정력①	3차조정력②
기능		1차 주파수 응동 (GF)	2차 주파수 응동 (LFC)	2차 주파수 응동(EDC)	수급밸런스	FIT 재생에너지 예측오차 대응
대응상황	전원탈락	O	O	X	O (후속조치)	X
	수요변동	O	O	X	X	X
	예측오차	X	X	O	O	X
응동시간		10초 이내	5분 이내	5분 이내	15분 이내	45분 이내
지속시간		5분 이상	30분 이상	30분 이상	3시간	3시간
최저입찰량		5MW (입찰단위 : 1MW)				
개설시점		2024년	2024년	2024년	2022년	2021년

※ 참고 : BNEF, Japan Power Market Primer Part 3. : Balancing Market, 2020.10

[참고] 국내 분산에너지 활성화 로드맵 수립 방안

II. 해외 분산에너지 활성화 관련 정책 동향

“ 친환경 분산에너지 보급 확대를 위한 시장·요금·인프라 등 개편 ”

비 전(안)

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

* 분산에너지 : (배전단) 40MW 이하 발전설비, 에너지 저장장치(ESS), 수요반응 자원(DR), VPP 등 (송전단) 집단에너지사업자, 구역전기사업자, 자가용전기설비 등

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 中**
- 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
- 마을內 분산전원 연결 플랫폼 개발 및 마이크로그리드 구축
- 지역주도 에너지전환을 위한 지역 에너지센터 신설

** DSO 운영모델 정부(안)

단계(재생E 수준)	1단계(20%미만)	2단계(20~30%)	3단계(30%이상)
배전망 운영	한전	망 중립성 확보기관 (정부안)	
시장 운영	TSO(KPX)	TSO-DSO 협조	TSO-DSO 개별

※ 참조 : 산업부, 분산에너지 활성화 로드맵 수립 방안 (2021. 2. 22 보고 안건)

I 배경 및 필요성

II 해외 분산에너지 활성화 관련 정책 동향

III VPP 관련 에너지 산업 · 기술 동향

IV 결론 및 시사점

“ VPP 시장은 빠르게 성장할 전망이며, 산업·기술은 국가별로 다르게 나타남 ”

시장

- 통합발전소(VPP) 시장 규모는 2023년 10억 6,200만 달러로 추산되며, 향후 연평균 24% 속도로 성장하여 2029년에는 38억 9,000만 달러에 도달할 전망 (QYResearch, 2023)

기술

- 태양광 등 분산에너지에 대한 투자가 활발한 서구·북미·일본에서는 VPP 개념이 2010년대 초부터 도입되었고, 주로 IT 및 에너지 회사가 관련 사업을 수행하거나 기술을 개발하고 있음

비즈니스

- VPP 사업모델은 크게 ①도매(판매)시장, ②용량시장, ③망 서비스*, ④보조서비스로 구분됨

* 송·배전망 혼잡 해소, 투자 회피 및 지연, 운영 효율화

“ Next Kraftwerke는 세계 최대 VPP 사업자(2022)로, R&D를 통해 고유 기술 보유 ”

Next Kraftwerke

- 유럽을 중심으로 세계 전역에 걸쳐 15,346개의 분산자원과 12,294MW 용량을 보유함(2022년 12월 기준)
- 대학, 연구소 등과 공동으로 VPP 운영 효율 향상, 전략 수립 등을 위한 R&D 프로젝트를 수행 중

프로젝트 명	지원 기관	주요 내용
GIS-MS	EU 지역개발 기금, 뉘른베르크주 베스트팔렌주	▶ 마이크로그리드 시스템의 안전성(Security)을 강화하기 위해, 수요-공급의 변동성에 대응하여 비상발전기의 최적 충·방전 스케줄링 제어 관리
FRESH	괴팅겐대학교	▶ 신규 VPP 분산에너지원 발굴 ▶ 전기차 배터리를 운영예비력 자원으로 활용하기 위한 실증
DA/RE	뉘른베르크주	▶ 재생에너지 예측 오차 등에 대응하여 발전기 및 ESS의 재급전(re-dispatch) 용량 결정 연구
SERENDI-PV	EU 위원회 (Horizon 2020)	▶ 태양광 설비의 수명, 안정성, 수익성을 최적화하기 위한 운영조건을 측정 ▶ 태양광 발전량 예측 및 입찰 참여를 도모하기 위한 전략 수립
BE20Plus	독일 바이오매스 연구센터	▶ 바이오가스 발전소의 20년 운영에 따른 경제적 효용성 평가 및 독일 에너지전환에서 수행가능한 역할 정의

소넨커뮤니티

- 태양광 설비 보유자(에너지 프로슈머)를 대상으로 판매한 스마트 ESS를 통합 운영하여, 잉여 전기에너지를 거래하는 온라인 가상전력 플랫폼을 운영
- 태양광 전력 생산이 어려운 상황(날이 흐리거나 밤 시간)에도 전력을 판매할 수 있도록 ESS 충·방전 스케줄을 최적 관리하여, 지역 커뮤니티 내에서 에너지 자급자족이 가능하도록 지원함
- 가상전력 플랫폼에서는 자가학습 소프트웨어를 통해 에너지 프로슈머가 사용하는 에너지보다 더 생산할 에너지를 예측·제공*

* 고객의 입찰·판매 전략에 도움을 주기 위해, 잉여 전기에너지를 생산함

“ 테슬라는 가정용 ESS 시장에 진출하여, **보유한 S/W를 통한 솔루션 제공** ”



미국

GMP

- GMP는 전기요금 절감 및 보조서비스 시장 참여를 위해 주택용 ESS를 보급하여 VPP를 운영 중임
- 2016년 5월, 미국 전력회사 중 최초로 주택용 ESS 판매/리스 사업을 시행했으며, Tesla社와 파트너십을 체결하여 2,000호 이상의 고객에 ESS를 보급 및 대여
- 2018~2019년 하계 피크전력 발생 시 보유한 주택용 ESS 충·방전 제어를 통해 피크전력을 완화하여, 전력구입 비용 및 송전손잡 요금 절감

* 2018년 7, 8월 및 2019년 7월 ESS를 활용하여 약 200만\$ 이상의 비용 절감

테슬라

- 전기차 제조기업 테슬라는 미국, 호주, 독일에 가정용 스마트 ESS(Powerwall), 태양광, 스마트미터를 보급하고, 이를 소프트웨어를 통해 체계적으로 통합 제어하여 전력시장에 참여함
- 미국의 뉴욕, 텍사스를 대상으로 소규모 가정용 ESS를 연계하여 태양광 프로슈머의 완전 전력자립을 도모하고, 남는 전기에너지를 모아 그리드에 공급하는 사업을 수행 중 (전기에너지 판매 뿐 아니라 비순동예비력 시장에도 참여함)
- 남호주 지역에 주 정부와 공동으로 8억 달러를 투자하여 5만여 가구를 대상으로 태양광 250MW와 ESS 650MWh를 설치하여 전기요금 절감을 유도

* GMP(Green Mountain Power) : 미국 버몬트주 최대 전력회사

“ AGL Energy는 VPP 사업 수행을 통해 다양한 사회적 효용을 제공 ”



호주

Reposit Power

- 태양광과 ESS를 활용한 보조서비스 사업에 참여하며, 고객 확충을 위해 5년간 전기요금 무료 혜택을 제공
- 가정용 ESS를 활용하여 피크전력 저감효과를 검증하고, 수익성이 높은 보조서비스 시장에 진출
- Ausgrid의 보조서비스 시장 참여를 위해 대규모 용량이 요구되기 때문에, 유틸리티급 대규모 ESS를 활용하고 신규 고객에게 다양한 혜택을 제공

AGL Energy

- 이더넷 및 Wi-Fi를 통해 등록설비 간 네트워킹 연결을 상시 유지하고, 스마트미터를 통해 정밀 제어 및 전력 소비·공급량 측정을 수행
- AGL Energy는 가정용 태양광이 설치된 1,000가구의 태양광 5MW를 모집하고, 7MWh급 ESS를 저렴한 가격으로 제공해주고 VPP 실증사업에 참여 유도(2022년 기준 약 300가구 모집)

효용	수혜자	주요 내용
태양광 자가소비 증가	국가 및 소비자	지속 모니터링 및 최적 ESS 충·방전 제어를 통해 태양광 자가소비 비율 제고
정전 시 백업 전력 활용	소비자	정전에 따른 사회·경제적 피해액 감소
피크 수요관리	전력회사	피크감소에 따른 전력구매, 송전혼잡 비용 감소 및 전력망 건설비용 회피·지연
유연성 제공	전력회사, 소비자	보조서비스 관리 비용 감소, 전력 유연성 설비 투자 대체, 정전시간 감소

“ 일본 기업들은 **지능형 정보기술(AI, IoT 등)**을 **활용**하여, VPP 운영 최적화를 도모 ”

Toshiba

- 사물인터넷(Internet of Things) 기술과 인공지능 기술을 적용하여, 실시간으로 변화하는 수급 상황에 따라 분산된 다수의 발전 및 ESS 설비를 실시간으로 저장하는 기술을 제공
- 통합발전소를 통해 네가와트 어그리게이터, ESS 통합 운영제어 사업을 진행하고 있으며, 축적된 수요관리 경험을 바탕으로 대용량 전력 사용 고객을 대상으로 에너지절감 컨설팅도 수행

사업모델	관련 기술	주요 내용
네가와트 어그리게이터	인공지능	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전기회사와 전기소비자 간의 중재 서비스를 제공 ▶ 정확한 예측을 위해 OpenADR 빅 데이터 분석 수행 ▶ 인공지능을 바탕으로 기상예보·전력수요 예측의 정확도 제고
ESS 통합 운영·제어	사물인터넷	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2016년 실증화 프로젝트를 수행하고 2019년부터 사업 운영 ▶ 배터리의 필요 SoC를 유지하면서 수요관리에 효율적으로 대응 ▶ 2021년부터 예비력시장 참여, 배터리 외 자원 활용도 모색

SB에너지

- 소프트뱅크 그룹의 SB에너지는 규슈 전역에서 가정에서 사용하는 소규모 ESS를 AI와 IoT를 통해 제어하여 운영예비력을 제공하는 사업을 추진 중임
- AI를 통해 조정에 활용할 수 있는 설비를 결정하고 충·방전을 제어하며, IoT를 통해 ESS의 충전 잔량을 상시 감시하고, ESS와 ESS 간에는 블록체인을 통한 기기 간 통신이 이루어질 수 있음

I 배경 및 필요성

II 해외 분산에너지 활성화 관련 정책 동향

III VPP 관련 에너지 산업 · 기술 동향

IV 결론 및 시사점

“ 해외는 관련 제도 개선을 통해, 다양한 분산자원이 VPP를 통해 시장 참여 중 ”

해외는 에너지 부문 탈탄소화를 위해 재생에너지원이 빠르게 증가하면서, 분산에너지원을 통합하고 활용성을 극대화해야 하는 과제가 점점 더 분명해지고 있으며 관련 시장을 활성화시키기 위한 정책을 전개하는 중

- (시장 설계) 분산에너지 확산을 위해 주요 국가들은 혁신적 기술을 도입하고 투자를 지속할 수 있는 우호적인 시장을 만들고 있으며, 분산에너지 사업자를 다변화, 다양화할 수 있는 다양한 가격제도 및 보상체계 수립이 중요
- (시스템 통합) 분산에너지원을 기존 전력 시스템에 통합하기 위한 유연성 자원으로 활용하기 위한 기술 개발, 인프라 투자, 제도 개선과 함께 수요자원과 에너지저장을 확장할 수 있는 명확한 계획 수립이 필요
- (협력 체계 구축) 정부, 민간, 연구 기관의 실제적 협력을 통해 다양한 전문지식을 활용하고 분산에너지원 혁신을 지속할 수 있는 체계 확립 필요
 - (호주) 스마트그리드, 스마트 시티 및 분산에너지원 프로젝트를 통해 공공-민간파트너십을 구축하고 다양한 서비스를 실증, 검증하며 향후 정책을 구체화하는 개선하는(Rolling) 체계를 구축
 - (미국) 다양한 DER 기반의 사업자가 인수&합병, 공동출자, MOU 등을 통해 새로운 시장에 진출하는 민간 내 협력이 활성화되어 있으며, 정부는 DER 수준 및 요구사항에 맞춘 제도 개선을 통해 시장 활성화 기반을 조성

“ 정책 과제 실현을 위해서는 **통합·일관적인 정책의 지속적인 실행**이 필요 ”

국내도 다양한 분산자원의 VPP 참여와 비즈니스 모델 확대를 위한 시장제도 개선 필요

- 현재는 태양광 중심으로 자원이 모집되어 간헐성 완화 및 예측력 제고 목적으로만 활용되고 있으나, 다양한 분산자원이 결합되면 전압 및 주파수 제어, 운영예비력 등 다양한 비즈니스 모델이 가능해짐
- 태양광, ESS, EV 외 다양한 분산자원이 시장에 참여할 수 있도록 제도 개선 필요

분산에너지원의 확대 기반 조성 → 유인체계 마련을 통한 분산화 확대 → 전력시장 시장 제도'이라는 단계별 정책 과제 실현을 위해서는 **통합적인 정책의 지속적인 실행**이 필요

- (전력시장 개편) 에너지 전환과 분산에너지원 확산을 위해서는 시장 기반의 다양한 서비스 공급 체계가 필수적이며 지역민 및 참여자와 이익을 공유하고 공공성과 형평성을 고려한 전력시장 재설계 선행이 필요
- (실제적 보상체계 확립) 분산에너지원이 창출하는 수요의 분산, 계통운영의 효율성 향상, 유연성 자원의 확대 등 다양한 사회적 편익에 대한 보상이 필요하며, 이를 위한 인센티브 제도 도입이 필요
- (신산업 활성화) 분산에너지원의 공급 주체로 통합발전소(VPP) 사업자를 활성화시키는 부분이 필수적이며, 수요자원 시장, 전기차, ESS 등 다양한 자원을 통합시키고 관련 서비스를 고도화시킬 수 있는 시장 여건 조성 필요
- (지역주도 거버넌스) 지역 에너지 센터 설립 및 중소기업, 협동조합, NGO, 지역사업자 등 다양한 이해관계자를 조정할 수 있는 지역주도의 거버넌스 확립이 필요
- (임무지향 R&D) 에너지원 및 분산에너지원의 구성변화 및 전체 에너지시스템의 기술적 요구조건을 충족시키기 위한 목표를 구체적으로 도출하고 해당 목표를 달성하는 임무지향 R&D를 활성화

정청해 즉 서서
감사합니다!

주요 과제 및 사례

- DSO 역할을 명확히 규정하고 규제완화 시행

 - DER 사업자와의 협조체계 구축, 망 요금 규제체계 개선

사례 (미국) 망 요금제도 개편하여 분산자원 통합 추진
- 고객 개인정보 보호를 위한 데이터 관리 지침 확립

사례 (미국) 전력 데이터 사용 시 소유주의 허가 의무화
- 운영 효율과 안정성 증진을 위한 디지털 기술 활용

 - 스마트그리드 사업 확대, AI 활용한 설비 유지·보수

사례 (EU) 2020년 말까지 스마트미터기 80% 보급
- 실시간 소비자 소통 체계 구축

사례 (스페인) 실시간 확인, 요금지불 가능 앱 개발

해외 정책 동향

-  미국

 - 뉴욕주 유틸리티 공공관리위원회는 배전사업자에 온라인 시장 구축 등 DSO로서의 역할 요구
 - 뉴욕주 에너지 혁신 비전에서 DSO 개념 제시
-  영국

 - 오픈 네트워크 프로젝트에서 TSO-DSO 협업체계 마련
 - 수요반응, ESS와 같은 유연성 자원 거래가 가능하도록 온라인 시장을 개방
-  EU

 - 6개 기업, 2개 대학이 협력해 피크시간 중 배전망 안정성 유지를 위한 연구 프로젝트 착수

출처 : IRENA 'Future role of distribution system operators (DSOs)' (2019)

“ 전력망 운영, 변동성 재생에너지와 공존 준비 필요 ”

과제 방향

탄소 중립을 위해
3차 에기본 수용
한계점 35%
초과 전망*
- 2050 LEDS T/F -

변동성 재생에너지 확대

▲ 2050년 재생에너지 발전량 80%, 전기화 확대를 가정한 규모**

	2019(실적)	2050
태양광	11.8GW / 13.0TWh	500GW / 657TWh
풍력	1.5GW / 2.7TWh	200GW / 526TWh

배전망 분산에너지 활성화

- ▲ 분산에너지 발전 비중⁺ : 2018년 12.7% → 2040년 30% 달성
- ▲ 계통안정성 제고를 위한 분산에너지 기반 인프라 확충·고도화
- ▲ 수요지 인근 저탄소 에너지 생산·소비·거래 체계 구축

전력계통

- 확대 시나리오에 따른 **수급 영향, 전력 흐름** 변화 분석 (에너지 전기화 고려)
- 중장기 계통 **유연성 공급자원** 적정성 검토
- 대형 설비 감소에 따른 **계통 관성영향** 진단 및 개선방안 선제적 마련
- 출력제어 기술 개발, 보상제도 마련
- 국가간 슈퍼그리드 연계
- 망 운영 **사이버 보안** 체계 강화

분산전원

- **DSO** 기반의 통합 관리·운영 방안 마련
- **특구 지정**을 통한 지역단위 보급 추진
· 분산에너지 1호 특구로 제주특별자치도 지정 예정
- **VPP, 플러스 DR, ESS, 자가발전, 열병합** 등 주요 자원에 따른 영향 분석
· 분산자원의 섹터 커플링(부문간 연계) 전략 마련
- 중장기 배전망 수용용량 진단 및 **최적 설비 투자계획** 마련

경영·재무

- 변동성 재생에너지 확대 시나리오별 **전력망 수용비용** 추산 (System LCOE)
- 출력안정화 위한 백업설비 및 계통보강 (송·배전로, 관성유지 등) 투자비 추산
- **망 중립성** 유지를 위한 비차별적 접속 권리 제공 제도 개선

* 제3차 에기본, “2040년 재생에너지 30% 이상 보급이 필요하며, 비중 확대에 따른 계통 운영과 비용 등을 고려하여 35%를 한계치로 설정”, + 분산에너지에 40MW 이하 발전설비 및 집단에너지사업자, 구역전기사업자 등 포함

** 2019년 통계 : 한국에너지공단 (소규모 자가용까지 포함하여 통상 전력거래소 발표 통계보다 10~30% 높음), 2050년 전기화를 반영하지 않은 80% 재생에너지 설비 규모는 태양광 193GW, 풍력 31GW (예견연, 2020)

※ 참고 : 기획처(2021), 배전계획처(2021), 계통계획처(2021), 한국에너지공단(2020), 에너지경제연구원(2020)

1. 정현우, 고락경, 김지희, KEMRI 전력경제 Review 2021년 제4호, VPP 운영현황 및 활성화 방안, 2021.4.
2. 전기저널, 문병철 산업부 분산에너지과장, 분산에너지 활성화 추진전략, 2021.8.2.
3. 국가법령정보센터, 분산에너지 활성화 특별법, 2023.6.13.
4. 산업부, 분산에너지 활성화 추진전략, 2021.6.
5. 산업부 보도자료, 「분산에너지 활성화 특별법」 국회 통과, 2023.5.25.
6. QYResearch, Global Virtual Power Plant (VPP) Market Size, Status and Forecast 2023-2029, 2023.
7. 에너지데일리, [기획] VPP 어떻게 활성화 할 수 있나 - ②, 2022.9.26.
8. 에너지경제연구원, 우리나라 P2P 전력거래 가능성 연구, 2015.10.
9. The Guru, 테슬라, 호주 가상발전소 사업 확장, 2021.9.27.
11. 김신아, 주요국의 에너지 프로슈머 관련 정책 동향 및 비즈니스 모델 분석, 2017.
12. 대한상공회의소, 새로운 도약을 위한 탄소중립 전략보고서 100대 정책과제, 2023.5.3.
13. 전력거래소, 해외 주요국 VPP 운영 현황, Monthly world smart grid trend, 2023.1.
14. IRENA, MARKET INTEGRATION OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES , 2019.
15. IEA, Unlocking the Potential of Distributed Energy Resources, 2022.5.
16. Mohsen Parsa Moghaddam, Reza Zamani, Hassan Haes Alhelou, Pierluigi Siano Decentralized Frameworks for Future Power Systems, Academic Press, 2023.
17. Utility magazine, Mapping the future of distributed energy resources, 2022.2.4.
18. FERC Order 2222 - Federal Energy Regulatory Commission, 2020.9.17.
19. 한국에너지기술연구원 CT Brief 51호, 분산에너지 활성화 특별법 및 통합발전소(VPP) 관련 에너지산업·기술동향 분석

※ 자료 문의 : 문국현 / gmoon@krri.re.kr