

동향자료 월간 24-05호

신재생에너지 BRIEF

산업·정책·기업 동향 보고서

2024. 5. 27(월)

■ 이슈 및 포커스

- 태양광과 풍력이 주도하는 미국 전력 산업

■ 신재생에너지 주요 산업 동향

- 재생에너지, 처음으로 전 세계 전력의 30% 기록
- 태양광, '24년 미국 신규 발전량의 60% 이상 차지

■ 신재생에너지 주요 정책 동향

- 美 정부, 중국산 태양광 셀 관세율 50%까지 2배 확대
- 프랑스, 해상풍력 발전 확대에 박차... '35년까지 6배 확대 목표

■ 신재생에너지 주요 기업 동향

- 한화큐셀, 美 카터스빌 태양광 모듈 공장 가동 본격 개시
- 트리나솔라, 베트남 웨이퍼 설비 확대

■ 전문가 기고 (스페셜 리포트)

- 분산 전원 시장 고도화 현황

동 자료는 유관기관과 매체 등을 통해 발표된 신재생에너지 분야의 국내외 현황과 동향자료를 정리한 자료이며, 신재생에너지 정책수립 참고 및 기업의 해외진출에 도움이 되고자 관련 정보를 공유하기 위해 제작하였습니다.

동 자료에 대해 궁금한 사항이 있는 경우, 한국신·재생에너지협회 해외사업본부 (02-529-4054)에 연락주시기 바라며, 본 책자 내용은 협회 홈페이지(www.knrea.or.kr) > 신재생에너지소식 > 해외진출정보)에서 열람하실 수 있습니다.



CONTENTS

신재생에너지 BRIEF

동향자료 월간 24 - 5

■ 요약

I. 【Focus】 태양광과 풍력이 주도하는 미국 전력 산업 ...	1
II. 주요 산업 동향	4
III. 주요 정책 동향	12
IV. 주요 기업 동향	18
V. 【전문가 기고 / 스페셜 리포트】 분산 전원 시장 고도화 현황	23

신재생에너지로 만들어 가는 희망의 내일, 한국신·재생에너지협회가 함께 합니다.

요약

I. 이슈 및 포커스 : 태양광과 풍력이 주도하는 미국 전력 산업

II. 주요 산업 동향

- 재생에너지, 처음으로 전 세계 전력의 30% 기록
- 중국, 신재생에너지 '50년까지 88%로 비중 확대
- 중동, 북아프리카 '24년 40GW 태양광 달성
- 태양광, '24년 미국 신규 발전량의 60% 이상 차지
- 계륵 신세였던 ESS...美 신재생 훈풍 타고 효자로

III. 주요 정책 동향

- 영국 신재생에너지 도입 현황 및 정책 방향
- 美 정부, 중국산 태양광 셀 관세율 50%까지 2배 확대
- 말레이시아 정부, 주거용 태양광 발전에 대한 인센티브 제도 개시
- EU 집행위원회, 수소은행 경매 낙찰 사업 발표 및 7억2천만 유로 지원 예정
- 프랑스, 해상풍력 발전 확대에 박차...'35년까지 6배 확대 목표

IV. 주요 기업 동향

- 한화큐셀, 美 카터스빌 태양광 모듈 공장 가동 본격 개시
- 매트릭스 리뉴어블즈·현대 美 텍사스주 147MW 태양광 PPA 체결
- 트리나솔라, 베트남 웨이퍼 설비 확대
- 中 원전업체, 中 최대규모 해상 태양광 발전소 착공
- 반오드, 소피아 풍력발전소 설치 시작

V. 전문가 기고 (스페셜 리포트)

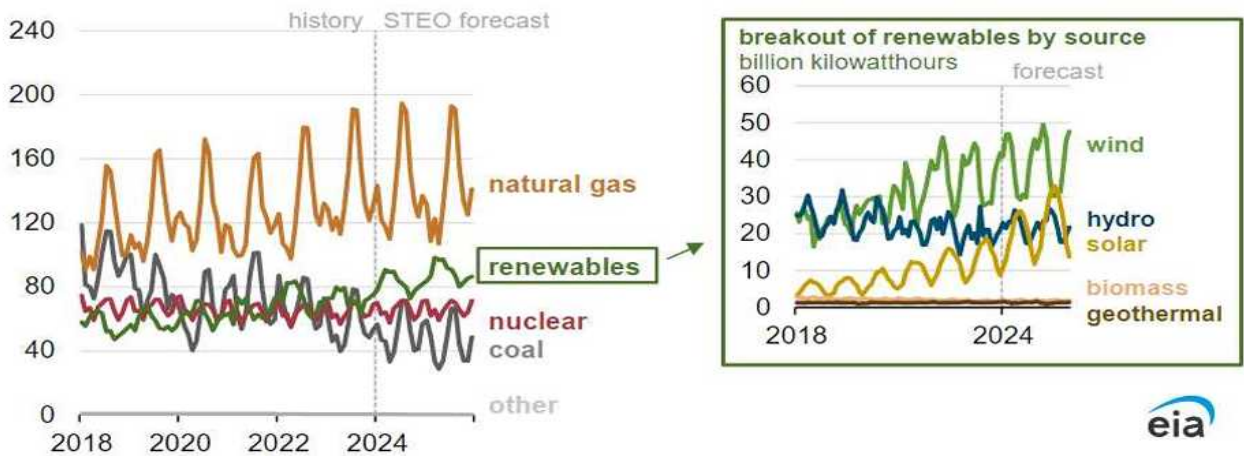
- 분산 전원 시장 고도화 현황
(천천히 아름다운 생각(전력분야 컨설팅) / 미국변호사 / 이민호)

I 【Focus】 태양광과 풍력이 주도하는 미국 전력 산업

◆ 태양광과 풍력 발전설비 증가로 미국의 연간 재생에너지 발전량이 처음으로 원자력 발전량('21년)과 석탄 발전량('22년) 넘어

■ 신재생에너지 원별 발전 현황

< 미국의 원별 전력 발전 현황 >



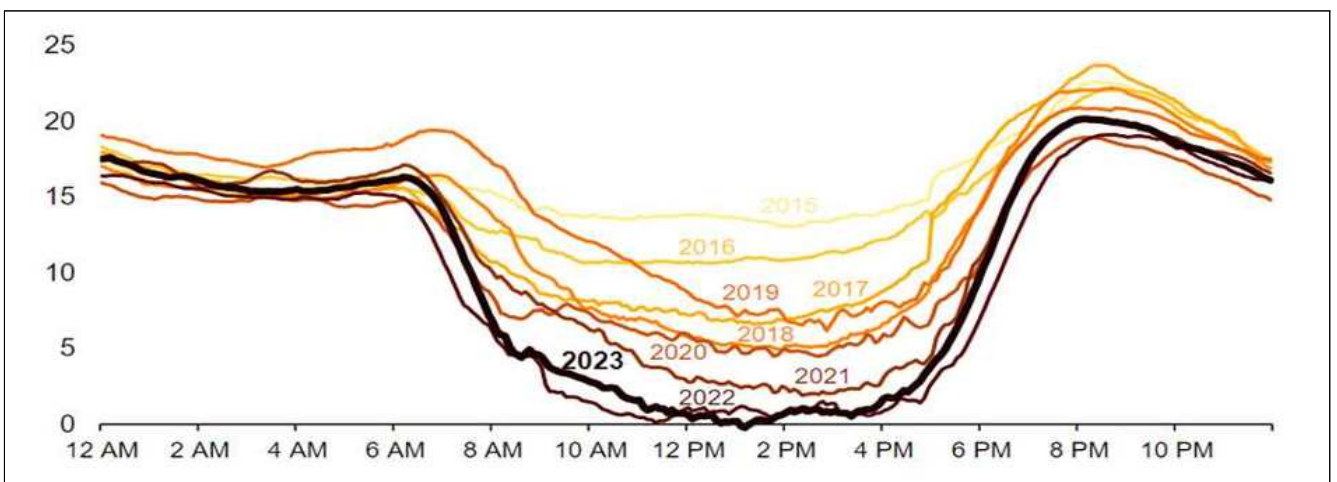
* 출처 : Short-Term Energy Outlook(EIA, 2024.1.)

- (재생에너지) 최근 발표된 단기 에너지 전망(Short-Term Energy Outlook)에 따르면 태양광과 풍력 에너지가 향후 2년 동안 미국 전력 발전 성장을 주도할 것으로 예상됨
 - (발전량 증가) 재생에너지 발전량은 태양광 75%('23년 1,630억kWh → '25년 2,860억kWh), 풍력 11%('23년 4,300억kWh → '25년 4,760억kWh) 증가 예상
 - (발전 비중) '23년 미국 전력 부문은 4조 170억kWh를 생산하였으며, 태양광, 풍력, 수력, 바이오매스 등 재생에너지는 전체 발전량의 22%인 8,740억kWh를 점유함
 - (설치 계획) 미국 내 계획 중인 신규 발전소는 태양광 36GW('23년 95GW → '24년 131GW), 풍력 7GW('23년 149GW → '24년 156GW)가 증가할 것으로 예상됨

■ 태양광 발전 현황

- (Duck Curve) 캘리포니아는 태양광 발전 용량이 증가함에 따라 전력 부하가 낮에는 매우 낮고, 저녁에는 높은 Duck Curve 현상 심화
 - (그리드 불균형) 태양광 발전이 감소하는 오후부터 높은 전기 수요에 탄력적으로 대응하기 위해 기존 발전소(LNG 등)의 전력 생산을 증가하는 현상 발생
 - (ESS확대) 일몰 후에도 재생에너지를 공급해 그리드 내 부하를 일정하게 유지하기 위해 에너지 저장 시설 설치 확대 중('18년 0.2GW → '23년 4월 4.9GW)

< 캘리포니아 전력 부하 패턴(Duck Curve) >

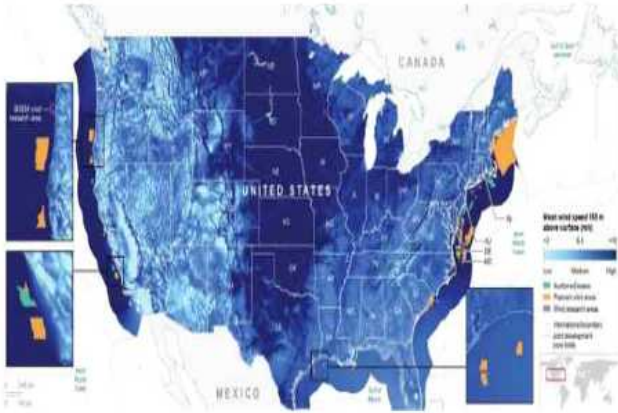


* 출처 : California Independent System Operator(CAISO)

■ 풍력 발전 현황

- (육상풍력) '22년 풍력으로 가장 많은 전력을 생산한 5개 주(텍사스, 일리노이, 아이오와, 오클라호마, 캔자스)는 연평균 풍속이 높은 중부 내륙에 위치
- (해상풍력) 동부 해안을 중심으로 해양 에너지 관리국(BOEM) 주관 입찰제도 참여를 통해 최대 7.5GW 신규 풍력 설비 설치계획 접수

< 미국 풍속 지도 및 발전량 >



U.S. utility-scale wind electricity generation by state, 2022



* 출처 : Electric Power Monthly, table 1.14B (EIA, 2023. 2.)

☞ 한국에너지공단 에너지이슈브리핑 (05.07)

II 주요 산업 동향

1 재생에너지, 처음으로 전 세계 전력의 30% 기록

- 지난해 처음으로 전 세계 전력에서 재생에너지의 비율이 30%를 초과한 것으로 알려짐
 - 싱크탱크 엠버 전 세계 전력 평가(Global Electricity Review) 보고서에 따르면, 재생에너지가 '23년 전 세계 전력 중 차지한 비율은 정확히 30.3%임
 - 이는 '22년 29.4%에서 증가한 수치이며, 재생에너지원에는 풍력, 태양광, 수력, 바이오에너지가 포함됐는데 주로 태양광에 의해 주도된 것으로 알려짐
 - 엠버는 '23년에 발생한 태양광 용량의 증가는 '30년까지 목표로 한 재생에너지 수준에 도달할 수 있다는 가능성을 보여주었으며, 이는 COP28에서 약속한 용량보다 3배 증가한 것이라고 언급함
 - 보고서는 이러한 추세가 올해 가속화될 전망이라고 밝힘
 - 또한, 싱크탱크 데이터 수집이 시작된 '00년 이래 처음으로 전체 화석연료 전력 생산량이 전 세계 전력 생산량의 60% 미만으로 감소할 예정이라고 전망함
 - 엠버는 전 세계 전력 수요의 92%를 차지하는 80개국의 최신 '23년 데이터를 포함해 215개국의 전력 데이터를 분석했다고 전함
 - * 사용 자료에는 아프리카, 아시아, 유럽연합, G7 등 13개 지역 및 경제 그룹에 대한 데이터도 포함됨
 - 보고서는 지난해 전 세계 태양광 및 풍력 발전 용량의 절반 이상이 중국에서 이루어졌다고 전함
 - 중국은 전 세계 신규 태양광 발전의 51%, 신규 풍력 발전의 60%를 차지함
 - 이는 중국 제조업체들이 공급량을 늘리고 최저 가격을 제시하면서 태양광 공급이 과잉되고, 발전 비용이 급락한 데서 증가한 것이 요인임
 - 실제로 태양광 발전은 '23년에 석탄보다 두 배 이상 많은 전력을 생산한 것으로 나타남

- '23년 말에 설치가 기록적으로 급증했다는 것은 '24년이 태양광 발전량이 훨씬 더 많이 증가할 예정임을 의미한다고 전함
- 보고서는 '24년에 화석연료 생산량이 약간 감소하여 이후 몇 년 동안 더 큰 감소를 가져올 것으로 예측함
 - IEA에 따르면 지난해 석탄으로 생산된 전 세계 전력은 1만508TWh로 사상 최고치를 기록한 바 있음
 - '24년 화석연료 에너지의 수요 증가는 '23년보다 968TWh 높을 것으로 예상되는데,
 - 청정에너지 발전이 1,300TWh로 더 높아 전 세계 화석연료 발전량은 2% 감소(약 -333TWh)할 것으로 전망된다고 전함
- * 업계 전문가들은 로이터 통신을 통해 목표를 달성하려면 새로운 프로젝트에 대한 전력망 연결 및 허가와 관련된 문제를 해결해야 한다고 조언함

☞ **임팩트는 (05.13)**

2

중국, 신재생에너지 '50년까지 88%로 비중 확대

- '50년까지 중국의 재생에너지 사용 비율이 88%까지 증가할 것으로 예측됨
 - 이로 인한 온실가스 배출량 감소는 70% 이상에 달할 것이라는 분석임
 - 포브스 재팬은 국제 에너지 컨설팅 기업 DNV의 보고서를 인용, 중국은 현재의 30%에서 '35년까지 55%, '50년까지 88%까지 재생에너지 비율을 늘릴 계획이라고 보도함
 - 이미 '22년 세계에서 설치된 태양광 및 풍력 발전설비의 약 40%가 중국에서 설치된 것으로 알려짐
 - 중국은 세계 온실가스(GHG) 배출량의 33%를, 미국은 15%를 차지하고 있으며, 두 국가가 전 세계 배출량의 거의 절반을 차지하고 있음
 - 이전까지 中 온실가스 배출량은 증가하면서 석탄화력발전소 신설 계획이 있었기 때문에, 미국의 소규모 배출량 감소로는 큰 차이가 없을 것으로 예측됨

- 하지만 온실가스 배출에 대한 기조가 바뀌며, 중국은 배출 증가가 산업 성장에 의한 것으로 단지 미국을 따라잡기 위한 것이었다고 해명함
- 중국의 에너지 공급 구성에서도 큰 변화가 예상됨
- '30년부터 '50년까지 중국의 강도 높은 에너지전환 계획에 따라 태양광과 풍력의 비율이 7%에서 41%로 크게 증가하며,
 - 이 기간동안 화석연료 사용은 83%에서 44%로 감소할 것으로 예상함
 - 특히 '30년에는 발전량의 51% 이상이 재생에너지에서 발생하며, '50년은 이 비율이 78%까지 상승할 것이라고 밝힘
 - 이에 따라 화석연료에 의한 전력은 절반이상 감소할 것으로 보이며, 다만 천연가스 사용량은 비교적 안정세를 유지할 것으로 내다봄
 - * 전기차 보급에 따라 원유 수요 감소를 중국 시장에서 보완할 수 없게 되면서, 미국은 새로운 전략을 모색해야 할 수도 있다는 분석임
- DNV는 중국의 에너지 공급이 '30년을 정점으로 감소하기 시작, '50년까지 20% 줄어들 것이라고 예측함
 - 이는 에너지효율의 개선, 인구 감소, 그리고 강화된 탈탄소화 정책 때문임
 - 더욱이 중국의 CO2 배출량은 '26년에 정점을 찍고 '40년까지 30% 감소할 것으로 보인다고 전함
- '50년까지 중국은 배출량을 70% 이상 감소시켜 세계 전체 배출량의 5분의 1 수준으로 줄인다는 계획임
 - 배출 감소의 핵심은 발전소 및 기타 에너지 소비 부문에서 석탄의 사용을 줄이는데 있음

☞ 시타임스 (05.07)

3

중동, 북아프리카 '24년 40GW 태양광 달성

- 중동태양광산업협회(Middle East Solar Industry Association, MESIA) 최신 전망 보고서에 따르면, 중동 및 북아프리카 전역 태양광이 급격하게 성장함
 - 태양광의 급격한 성장은 유틸리티 규모의 태양광이 주도할 예정이나, 분산형 에너지 프로젝트를 포함한 균형적인 접근이 필요하다고 언급함
 - MESIA에 따르면, 중동 및 북아프리카(MENA) 지역은 이번년도에 태양광이 약 40GW에 도달할 예정이며, '30년까지 180GW를 달성할 전망이다
 - 해당 지역의 태양광에너지 확대와 관련된 기회를 강조하는 중동태양광산업협회 2024 태양광 전망 보고서는 MENA 전역의 14개국을 다루며, 이 지역은 지난해 태양광 발전설비용량을 32GW(23% 성장률)까지 기록함
 - 사우디아라비아, 터키, 이집트, UAE, 오만, 모로코는 이러한 성장을 주도하고 있음
 - 보고서에 따르면, 해당 국가들은 이번 10년(decade) 안에 태양광 누적 발전설비용량의 2/3 이상을 차지할 전망이다
 - 기가와트 규모의 태양광 프로젝트와 경쟁 입찰로 인한 급격한 성장에도 불구하고, 전력 믹스에서 화석연료를 대체하거나 이에 가까워지기 위해 최소한의 수준에도 부족하다고 언급함
 - 이 지역에서 화석연료는 전반적인 전력 믹스에서 89%를 차지하는데 반해, 태양광 발전은 현재 2%의 비중만 구성하고 있음
 - 하지만 보고서는 이 지역이 m2당 평균 2,000kWh를 초과하는 최대 수준의 일사량을 보유한다며, 해당 지역의 태양광 성장 가속화를 위한 잠재력을 지니고 있다고 언급함
 - 이 지역은 공격적인 재생에너지 추진을 통해 '50년까지 세계 에너지의 최대 40%까지 공급할 수 있을 것으로 예측됨
 - 이 보고서는 MENA의 전략적인 위치가 그린수소 또는 계통연계를 통한 전기를 통해 이웃 국가에게 태양광에너지를 수출하는 가능성을 제공한다고 덧붙임
 - 도전으로 인한 목표 달성은 특히 걸프만 내 분산형 에너지 분야에 특히 집중됨
 - 유틸리티 규모 프로젝트들이 중대한 반면, 지속 가능한 개발 지원을 위해 에너지 배치에 대한 균형잡힌 접근법이 필요함

4

태양광, '24년 미국 신규 발전량의 60% 이상 차지

- 미국에너지정보청(Energy Information Administration, EIA)에 따르면, 미국 전역 총발전량 중 3% 증가는 주로 태양광이 차지함
 - 美 EIA 단기 에너지 전망 보고서는 미국 총 발전설비용량은 '24년 3%, '25년 1% 증가할 것이라고 예측함
 - 주로 태양광이 해당 성장의 대부분을 차지할 전망이라고 언급함
 - '23년, 태양광, 풍력, 수력은 미국 발전량의 약 21%를 차지한 바 있음
 - EIA는 이러한 양상이 '25년에 24%까지 성장할 전망이라고 언급함
 - 태양광은 이러한 에너지전환을 주도하고 있음
 - EIA는 태양광이 '23년보다 '24년에 41% 더 많은 전력을 공급할 예정이라고 덧붙임
 - 또한, '23년에 19GW의 태양광 발전설비용량이 추가되었으며, 이번년도에 37GW 이상 규모가 발전량 중 많은 비중을 더할 전망이라고 언급함
 - '25년, 총 태양광 발전량은 25% 성장할 전망임
 - * EIA는 '25년에 태양광이 수력을 처음으로 추월할 것으로 예상함
 - 미국 발전량은 1140억kWh 증가할 것으로 예상되며, 이 성장 중 60%는 유틸리티 규모 태양광에 의해 주도될 전망임
 - 다른 재생에너지원 중 풍력은 '24년 발전량 증가분 중 19%를 차지하고, 수력은 13%를 차지함
 - 태양광은 미국에서 전기를 위해 사용되는 천연가스 양을 감소시키고 있음
 - EIA는 '23년 대비 '24년 재생에너지원(특히 태양광)으로부터의 발전량 증대는 '23년 수준을 넘어서 천연가스의 성장을 저해하고 있다고 전함
 - 이번년도에 3%의 발전량 증대 예상에도 불구하고, 전력 분야에서의 천연가스 소비는 가장 많은 전력 소비가 기록된 작년 여름과 비슷한 수준일 것으로 예측됨

- 하지만, 태양광 및 다른 재생에너지는 미국이 탈탄소 경제 목표를 도달하기 위해서라면 더욱 확대되어야 할 필요가 있음
 - EIA는 미국 GDP의 약 6%는 에너지에 사용되고 있다고 전함
 - 오늘날 약 50톤의 이산화탄소가 미국 에너지원에 의해 배출되고 있으며, EIA는 '25년을 통틀어 유의미한 배출 감축은 없을 것으로 예상하고 있음
 - 태양광은 '25년 에너지믹스 중 약 4%에서 7%까지 증가할 예정인 반면, 풍력은 약 11%를 차지할 전망이다

☞ PV Magazine (05.09)

5

계속 신세였던 ESS...美 신재생 혼풍 타고 효자로

- 최근 'ESS 호황'이 미국을 중심으로 태양광 설치 열풍과 함께 진행되고 있음
 - 작년 1분기 1,781MWh였던 미국 ESS 설치량은 4분기 1만2,351MWh로 여덟 배 가까이 증가함
 - 증가 이유는 태양광 설치 붐이 일고 있는 미국 캘리포니아의 주거용 태양광 패널·ESS 설치 비용(5kW 기준)이 평균 2만2,500달러로 1년 전보다 20~30% 감소한 덕분임
 - 이는 태양광 패널 가격이 1년 전의 절반 수준인 W당 10센트까지 감소한데다 리튬·인산철(LFP) 배터리 가격도 15%나 하락해서임
 - 여기에 인플레이션감축법(IRA)에 따라 설치비용의 30%인 6,750달러 가량을 환급받을 수 있음
 - * 5kW 설비로 연간 2,000달러 상당의 전기를 생산할 수 있는 만큼 7~8년이면 설치비를 충당할 수 있음
 - 산업용 태양광 단지가 빠르게 늘어나는 것도 ESS 수요에 더해짐
 - 지난 1월 캘리포니아주 모하비 사막에 들어선 미국 최대 태양광 단지 (태양광 모듈 200만개)에는 12만개가 넘는 ESS 배터리가 투입됨

- 미국 데이터리서치 업체 글로벌마켓인사이트에 따르면 지난해 말 680억달러(약 93조원)였던 미국 ESS 시장 규모는 '30년 2,000억달러(약 273조원)로 확대될 전망이다
- 현시점에서 ESS 시장은 완벽한 '중국 세상'임
 - 한국이 잘하는 삼원계(NCA 또는 NCM) 배터리보다 30~50%가량 싼 LFP 배터리를 앞세워 세계시장의 90%를 흡수함
 - 높은 출력과 오랜 주행거리가 필요한 전기차와 달리 고정된 장소에 설치되는 ESS는 가격 경쟁력이 핵심임
- 국내 배터리 3사가 삼원계 대신 LFP ESS로 '맞불'을 놓기로 한 이유가 이것 때문임
 - LFP ESS 개발을 가장 먼저 완료한 LG는 내년부터 본격적으로 양산에 들어가며, 삼성은 '26년부터 생산을 시작할 예정임
- LG는 미국에서 가정용 태양광 패키지상품을 준비하고 있는 한화큐셀 물량을 수주한 데 이어 미국 유럽 일본 등 4~5개 기업과도 수주를 협의하는 것으로 알려짐
 - 이 물량을 맞추기 위해 미국 공장의 전기차용 생산라인을 ESS라인으로 전환하는 걸 추진하고 있음
 - 미국 애리조나주에 짓고 있는 연산 17GWh 규모의 ESS 배터리 공장 완공('26년 목표)을 기다렸다면 손님을 놓칠 수 있다는 판단에서임
- ESS 수요가 폭발하고 있는 만큼 생산라인을 더 갖춰야 한다는 것도 영향을 끼침
 - LG는 가정용 ESS 배터리 개발에 나서는 등 5개가 넘는 ESS 관련 연구 개발(R&D) 프로젝트도 진행하고 있음
- 삼성SDI 역시 '26년부터 생산할 LFP 배터리에서 전기차 비중을 줄이고 ESS 비중을 늘리는 방안을 검토 중임

- LFP 배터리 양산도 전기차에 앞서 ESS부터 시작할 계획임
- SK온은 '26년 LFP ESS 시장 진출을 검토하고 있으며, 미국에 ESS LFP 전용 공장 설립도 고려하는 것으로 알려짐

☞ 한국경제 (05.10)

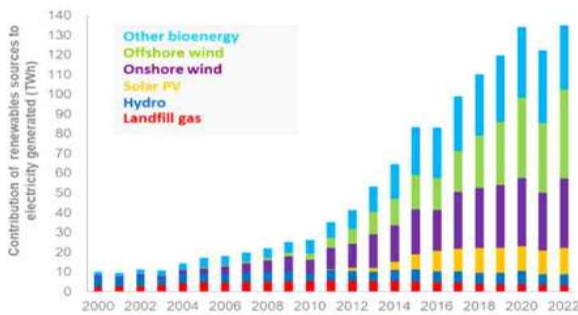
Ⅲ 주요 정책 동향

1 영국 신재생에너지 도입 현황 및 정책 방향

■ '22년 영국의 에너지 공급에서 신재생에너지 비중은 14.6%, 원자력을 포함한 저탄소 에너지 공급은 20.7%로 지속적으로 증가함

● 영국 신재생에너지 에너지원별 현황은 다음과 같음

< '00년 이후 신재생에너지 원별 발전량 >



	2000	2010	2020	2021	2022
육상풍력	0.9	7.2	34.7	29.2	35.2
해상풍력	-	3.1	40.7	35.5	45
태양광 Solar PV	-	0	12.5	12.1	13.3
수력	5.1	3.6	6.9	5.4	5.7
매립가스 landfill gas	2.2	5.2	3.5	3.3	3.1
기타 바이오에너지	1.7	7	36	36.7	32.7
계	9.9	26.2	134.3	122.2	135

* 출처 : UK ENERGY IN BRIEF (Department for Energy Security & Net Zero, 2023. 7. 27.)

● 영국 신재생에너지 정책은 다음과 같음

- (태양광) 현재 설치된 태양광 규모는 14GW이며, '35년까지 태양광 발전 용량이 70GW 증가할 것으로 예상하여 가정·상업용 건물에 대한 설치 기준 마련 및 산업 활용 연구를 지원할 예정임*

* 가정집, 창고 등의 지붕에 태양광 패널을 설치해 보급하는 것을 최우선 추진함

- (해상풍력) '30년까지 해상풍력 발전 용량을 50GW까지 확대하되, 5GW는 부유식 해상풍력으로 공급할 계획임

• (부유식 풍력) 부유식 해상풍력 발전 목표를 뒷받침하기 위해 부유식 해상풍력 제조 투자 제도(Floating Offshore Wind Manufacturing Investment Scheme)를 출범('23.3월), 1.6억 파운드를 항만과 공급망에 투자할 계획임

• (상생협력) 육상풍력은 가장 저렴한 재생에너지 중 하나로 14GW 이상 설치, 낮은 전기료를 보장하는 조건으로 각 지역사회와 협의해 추가 발전소 건립을 논의함

- (탄소포집) '30년까지 매년 2~3천만톤의 CO2 포집·저장을 위해 4개의 클러스터 구축을 추진하여 저탄소 수소 10GW 생산을 지원할 계획임

☞ 한국에너지공단 에너지이슈브리핑 (05.20)

2

美 정부, 중국산 태양광 셀 관세율 50%까지 2배 확대

■ **美 정부는 중국산 태양광 셀 관세율을 25%에서 50%로 2배 확대함**

- 또한, 정부는 중국산 반도체, 전기차, 전기차배터리의 관세율을 증가시킴
 - 관세율의 증가는 중국 외 지역에서 태양광 발전설비의 확대를 저지하고, 가격을 인하시키는 중국 정책 주도의 공급 과잉을 예방할 전망이다
- 美 정부는 중국이 전 세계 공급망의 80~90%의 부분들을 지배하는 불공정한 방식을 사용해왔고, 이제 이 상태를 유지하려고 한다며,
 - 중국 정책들과 시장성이 없는 관행들은 의도적으로 저렴하게 만든 태양광 모듈과 패널로 시장 포화상태이며, 중국 외 태양광 제조 분야에 투자를 약화시키고 있음
 - 바이든 정부는 반도체(25%→50%)뿐만 아니라, 중국산 알루미늄과 강철(0%→7.5%)에 대한 관세율도 증가시키기로 결정함
 - 더불어 리튬 전기차 배터리도 7.5%에서 25%까지 증가하기로 하였으며, 전기차에 부과된 관세도 25%에서 100%까지 늘리기로 합의함
- 美 정부는 ‘공정한 경쟁을 통한다면 미국 근로자들과 비즈니스는 그 누구보다 뛰어날 수 있으나,
 - 중국 정부는 너무 오랫동안 불공정하고 시장성이 없는 관행을 진행해왔다’고 언급함
 - 중국의 기술 이전과 지적재산권 침해도 미국이 기술, 인프라, 에너지, 헬스케어에 필요한 핵심 투입물에 대한 글로벌 생산량의 90%까지 통제하는데 쓰였다고,
 - 미국의 공급망과 경제 안보에 치명적인 위협을 초래했다고 덧붙임

☞ PV Magazine (05.15)

3

말레이시아 정부, 주거용 태양광 발전에 대한 인센티브 제도 개시

- 말레이시아의 에너지전환 및 수자원 전환부는 민간 및 공공 파트너와 협력하여 시민들에게 태양열 채택 시 재정적 인센티브와 할인 혜택을 제공하고 있음
 - 국민을 위한 에너지 전환 태양광 이니셔티브라고도 알려진 Solar@PETRA 이니셔티브는 페트라(Petra), 이온 그룹, 말레이시아 태양에너지 기업 솔스 에너지(Sols Energy) 및 말레이시아 국영 은행인 BSN 간의 합작 투자임
 - 이 계획은 이온(Aeon) 지점에 태양광 발전 시설을 설치하는 시민들에게 구독권을 제공할 예정임
 - 정부 직원은 솔스에너지(Sols Energy)를 통해 경쟁력 있는 태양광 금융 시설을 제공받게 될 예정임
 - 한편, BSN을 사용하는 국내 태양광 사용자는 제로 자본 모델을 기반으로 한 태양광 가입 시설을 이용할 수 있음
 - 말레이시아 정부는 이 프로그램이 국내 사용자의 태양광 설치 계획과 시장에서 이용 가능한 금융 시설에 대한 접근을 확대하기 위해 고안되었다고 언급함
 - 정부는 이것이 4월 초 정부가 도입한 태양광 리베이트 프로그램을 보완하는 것이라고 덧붙였다, 이 프로그램은 국영 유틸리티인 말레이시아 국영전력공사(Tenaga Nasional Bhd)가 시행하고 있음
 - 국제재생에너지기구(IRENA)의 데이터에 따르면 말레이시아는 '23년 말까지 1,933MW의 태양광 발전 시설을 설치함
- * 지난달, 옥상, 지상 설치 및 부유식 태양광 프로젝트에 사용할 수 있는 최대 2GW를 포함하여 국내 5번째 대규모 태양광 입찰이 발표됨

 PV Magazine (05.08)

4

EU 집행위원회, 수소은행 경매 낙찰 사업 발표 및 7억2천만 유로 지원 예정

- EU 집행위원회는 그린수소 생산을 지원하기 위한 유럽 수소은행의 첫 번째 시범 경매 낙찰 사업을 발표하였으며, 스페인, 포르투갈, 노르웨이, 핀란드 등의 총 7개 프로젝트에 7억 2천만 유로를 지원할 예정임
- 스페인 프로젝트 3개와 포르투갈 프로젝트 2개가 5억 9천만 유로 이상 지원받으며, 1억 2,600만 유로가 노르웨이와 핀란드의 프로젝트 2개에 배정됨
 - 이번 경매에는 유럽 17개국에서 총 132건의 프로젝트가 접수되어, 가용 예산이었던 8억 유로의 15배가 넘는 금액이 요청됨

< 유럽 수소은행 경매 낙찰 프로젝트 목록 >

Project	Coordinator	Country	Bid volume (kt_H2/10 yrs)	Bid capacity (MWe - Mega watts electric)	Expected GHG avoidance (kt_CO2/10 yrs)	Bid price (EUR/kg)
eNRG Lahti	Nordic Ren-Gas Oy	Finland	122	90	836	0.37
El Alamillo H2	Benbros Energy S.L.	Spain	65	60	443	0.38
Grey2Green -II	Petrogal S.A.	Portugal	216	200	1477	0.39
HYSENCIA	Angus	Spain	17	35	115	0.48
SKIGA	Skiga	Norway	169	117	1159	0.48
Catalina	Renato Ptx Holdco	Spain	480	500	3284	0.48
MP2X	Madoquapo wer 2x	Portugal	511	500	3494	0.48

* 출처 : EU 집행위원회 “European Hydrogen Bank auction provides €720 million for renewable hydrogen production in Europe”

- 낙찰 프로젝트들은 계약 체결 후 최대 5년 이내인 '29년 말까지 생산을 시작해야 하며, 최대 10년간 생산된 수소 1kg당 고정 프리미엄 보조금 지급을 받게될 예정임
- EU 집행위는 이번 경매 낙찰 프로젝트들을 통해 총 158만 톤의 수소가 생산될 것이라고 밝혔으며, 이는 EU의 '30년 역내 생산 목표인 1천만 톤의 약 1.5%에 해당함
- 유럽 수소은행은 그린수소 생산에 드는 초기비용과 현재 비재생 수소가 주도하는 수소 시장가격 간의 격차를 해소하기 위해 보조금을 지급할 예정이며,

- 이 자금은 EU ETS에서의 배출권 판매 수익으로 마련되는 혁신기금 (Innovation Fund)을 통해 조달될 예정임
- 이번 경매의 입찰가격 상한선은 최대 4.5유로/kg인데, 최종 낙찰 프로젝트의 입찰가격은 0.37유로~0.48유로/kg 수준으로 상한가격의 1/10 수준임
 - 업계 분석가들은 입찰가가 낮게 제출된 것은 아직 체계적인 입찰시스템이 미흡하다는 것을 의미하지만,
 - 기업들이 입찰가격이 낮아 상대적으로 적은 보조금을 수령하는 것보다 수소 구매자를 찾는 것을 중요시하고 있다는 것은 고무적인 일이라고 평가함
- 한편, 독일 프로젝트 21개가 입찰하였음에도 낙찰되지 못하였는데, 자격을 충족하는 독일 내 프로젝트는 서비스형 경매 제도를 통해 3억 5천만 유로의 보조금을 경매 없이 받게될 전망이다

☞ 에너지경제연구원 세계에너지시장 인사이트 (05.20)

5

프랑스, 해상풍력 발전 확대에 박차... '35년까지 6배 확대 목표

- 프랑스 정부가 '26년 10월까지 4차례에 걸쳐 16GW 규모의 해상풍력 발전 프로젝트 입찰에 부치는 등 해상풍력 발전량을 확충한다고 밝힘
- 프랑스는 총발전량의 70%를 원자력으로 생산하는 원전 강국으로 그동안 재생에너지를 다른 EU 국가 대비 등한시한다는 지적을 받아옴
 - 프랑스 재무부는 대서양 연안의 생나제르(Saint-Nazaire) 지역을 방문해 일련의 해상풍력 입찰 및 인센티브 도입 계획을 발표함
 - 이는 프랑스 정부가 해상풍력 산업을 '35년까지 6배 늘리겠다는 목표의 일환임
- 해상풍력 용량이 독일과 영국 등 이웃 국가 대비 뒤처지는 프랑스는 '35년까지 18GW, '50년 중반까지는 45GW 규모 해상풍력 발전단지 설치를 목표로함
 - 현재 프랑스에서 운영 또는 건설 중인 해상풍력발전단지는 3GW에 불과함
- 프랑스 정부는 해상풍력 발전 프로젝트의 입찰을 예고하면서 입찰 절차 단축, 송전망 연결 지연 해결, 불필요한 행정 절차 간소화 등의 지원 정책을 제시함

- 프랑스는 해상풍력 발전과 송전망 건설에서 ‘프랑스 장비와 업체’를 지원할 예정임
- 프랑스 정부는 또한 '50년까지 탄소중립을 달성하기 위해 '35년까지 재생에너지 발전 용량을 2배 이상 늘리고,
 - 전례 없는 양의 태양열 및 풍력 발전 시설을 도입할 것을 목표로한다고 밝힘
 - '35년까지 풍력, 태양열 및 수력 발전 생산용량을 40~175GW까지 확대할 계획임
 - 또한, 저탄소 수소 생산을 위해 '30년 6.5GW, '35년까지는 10GW 전해조 설비 보유를 목표로함
- * 이외에도 바이오가스, 재생 및 합성 연료, 탄소 포집 등을 확대하겠다는 계획도 발표함

👉 ESG경계 (05.03)

IV 주요 기업 동향

1 한화큐셀, 美 카터스빌 태양광 모듈 공장 가동 본격 개시

- 한화솔루션 큐셀부문이 미국에서 태양광 모듈 공장을 증설해 제품 생산을 시작함
 - 한화큐셀은 미국 내 태양광 모듈 생산량을 연간 5.1GW에서 8.4GW로 64.7%(3.3GW) 늘려 미국 내 태양광 시장 장악력을 강화한다는 계획임
 - 카터스빌 공장은 한화큐셀의 미국 내 태양광 통합 생산단지 ‘솔라 허브’의 한 축으로, 연간 3.3GW 규모의 태양광 모듈을 생산할 수 있음
 - 한화큐셀은 솔라 허브의 또 다른 축인 달튼 공장을 지난해 말 증설 완료하고 기존 연간 1.7GW였던 모듈 생산능력을 연간 5.1GW로 3배 증대시킴
 - * 뒤이어 카터스빌 공장 모듈 라인이 완공되며 한화큐셀의 미국 내 모듈 생산 능력은 총 연간 8.4GW로 늘어남
 - 한화큐셀에 따르면 8.4GW는 미국의 약 130만 가구가 1년 동안 사용할 수 있는 전력을 생산할 수 있는 규모임
 - 내년부터 카터스빌 공장의 모든 생산라인이 본격적으로 가동되면 한화큐셀은 북미 지역에서 핵심적인 태양광 밸류체인을 모두 제조하는 기업이 될 전망이다
 - 美 공장 신·증설과 모듈 효율증가에 힘입어 한화큐셀의 글로벌 연간 생산능력은 내년 기준으로 잉곳·웨이퍼 3.3GW, 셀 12.2GW, 모듈 11.2GW가 될 예정임
 - 한화큐셀은 미국 정부가 시행한 IRA(인플레이션감축법)에 따라 AMPC (첨단세액공제) 등 혜택을 받고 있음
 - 한화큐셀에 따르면 카터스빌 공장이 올해만 약 2GW 규모의 모듈을 생산하게 되면서 이에 따른 세액공제 혜택이 연 내 1억4,000만달러 (한화 약 1,860억원) 추가될 것으로 예상됨
 - 내년부터 잉곳·웨이퍼·셀·모듈을 모두 미국 내에서 제조하기 시작하면 세액공제 혜택은 더 늘어나 연간 1조원에 달할 것으로 전망됨

2

매트릭스 리뉴어블즈 · 현대 美 텍사스州 147MW 태양광 PPA 체결

- 스페인 개발사 매트릭스 리뉴어블즈(Matrix Renewables)는 美 텍사스州에서 한국 자동차 제조사 현대자동차 그룹과 147MW 규모 태양광 PPA(전력구매계약)를 체결함
- 구매 계약을 위한 전력은 '25년 2분기에 상업 운전 시작 예정인 벨 카운티에 위치한 284MW 스틸하우스 태양광 프로젝트에 의해 공급될 전망이다
 - 현대자동차 그룹은 스마트 및 지속 가능한 모빌리티 제조사로써, 자사는 세계 설비에 친환경적인 노력과 재생에너지 확대를 추진할 예정이라고 언급함
 - 비록 매트릭스 리뉴어블즈는 스틸하우스 태양광 프로젝트 건설을 위해 어떤 모듈을 사용할 예정인지 밝히지 않았지만,
 - 지난해 미국과 스페인의 프로젝트를 위해 CdTe 박막 태양광 모듈 제조사 퍼스트 솔라와 2.1GW 규모의 모듈 공급 계약을 체결함
- 매트릭스 리뉴어블즈는 미국 4개 지역*에 다양한 개발 단계 및 운영 중인 6.7GW 이상의 포트폴리오를 보유함
 - * 캘리포니아계통운영기관(CAISO), 미국중부계통운영기관(MISO), ERCOT(Electric Reliability Council of Texas), 서부전력조정협의회(WECC)
 - CAISO, MISO, WECC 시장은 태양광 발전설비용량이 '23년 말 기준에서 가장 많이 증가하였으며, 각각 150GW 이상 규모임
 - 매트릭스 리뉴어블즈는 최근 스페인 에스트레마두라, 카스티유, 레온 중부 지역에 위치한 239MW 태양광 프로젝트에 대해 191백만달러(US) 자금을 조달받음

☞ PV TECH (05.01)

3

트리나솔라, 베트남 웨이퍼 설비 확대

- **주요 중국 태양광 제조사 트리나솔라(Trina Solar)는 베트남 태양광 웨이퍼 제조 설비에서 운영을 확대함**
 - '23년 8월에 운영을 시작하면서, 트리나솔라는 웨이퍼뿐만 아니라 태양광 셀, 모듈 생산을 위해 운영설비 확대와 응우옌 노동력을 2배로 늘렸다고 언급함
 - 현재 트리나솔라는 210mm 단결정 웨이퍼 6.5GW, 태양광 셀 4GW, 모듈 5GW 등 총생산을 위해 발전설비용량을 증설하고 있음
 - 트리나솔라는 해당 설비가 I-TOPCon 셀 기술인 Vertex 시리즈로 명명되는 N타입 탑콘 제품을 생산한다고 덧붙임
 - 트리나솔라는 자사의 베트남 공장이 중국 외 지역에서 최대규모이며, 모듈 조립과 더불어 웨이퍼에서의 셀 전환 등 선진 기술 및 제조를 진행하고 있다며,
 - 트리나솔라가 베트남에서 제조한 높은 성능의 Vertex 모듈은 전 세계 그리고 아시아를 넘어서 현지에서도 판매되고 있다고 전함
 - '23년 8월 보고서에 따르면, 동남아시아에서 성장 중인 태양광 제조 분야는 1,000억달러(US)의 새로운 수익을 창출할 수 있음
 - 다수의 중국 대규모 제조사들은 현지 설비 설립을 위해 트리나솔라와 협력했으며, 여기에는 태국에서 N타입 웨이퍼 발전소(5GW)를 세운 캐나다인 솔라도 포함됨
 - 트리나솔라는 공식석상에서 부유식 및 지상형 태양광 프로젝트를 포함한 베트남 시장에서의 활동과 설치 현황을 강조함
 - 하지만, 동남아시아에서의 제조 발전설비용량에 대한 논의는 미국 시장을 목표로 함
 - 트리나솔라와 캐나다인솔라는 지난해 8월, 미국 반덤핑관세와 상쇄관세를 회피하는 것에 대해 유죄 판결을 받음
 - 美 상무부(Department of Commerce, DOC)는 5개 기업이 중국 제품에 대한 미국 관세를 회피하기 위해 중국 공급망을 동남아로 이전하는 전략을 취하고 있다고 언급함

- 트리나솔라와 캐나디언 솔라의 웨이퍼 설비는 상무부의 규제 아래로 가동되고 있음
 - * 태양광 셀 및 모듈은 중국 웨이퍼로 만들어지면 관세 대상이지만, 동남아에서 생산된 웨이퍼는 면제임
- 최근 미국에 진입하는 동남아산 태양광 제품 규제 확대를 위해 새로운 관세 청원이 발생함
 - PV TECH는 이 신규 청원이 통과될 것으로 예상하며, 동남아산 태양광 제품이 미국에서 유럽 또는 타 시장으로 이전될 것을 예측함

☞ PV TECH (05.09)

4

中 원전업체, 中 최대규모 해상 태양광 발전소 착공

- 중국의 국영 원전업체가 중국 내 최대규모의 해상 태양광발전소를 착공함
 - 中 최대 국영 원자력발전소 운영업체인 중국핵에너지전력(중귀허텐, 中國核電, CNNP)은 장쑤(江蘇)성 련윈강(連雲港)시에서 2,000만kW 규모의 ‘중허텐완(中核田灣)’ 대형 해상 태양광 프로젝트를 착공함
 - 총투자액은 98.8억 위안(한화 약 1조8,600억원)이며, 프로젝트는 20만 kWh와 40만kWh 규모의 에너지저장장치 건설을 포함함
 - 이날 착공된 태양광발전소는 올해 9월부터 일부 설비가 전력 생산을 시작할 예정이며, 내년에 전체 용량을 완공한다는 방침임
 - * 해당 태양광 프로젝트의 설계수명은 25년임
 - 이는 공식적으로 가동된 후 매년 평균 22.34억kWh의 전력을 생산할 예정임
 - 이는 23만명의 연간 전력사용량에 해당함
 - 이로써 연간 68만톤의 석탄 사용이 감축되며, 177만톤의 탄소배출이 감소되는 효과를 발생시킴
 - 프로젝트 건설이 완료되면, 이 지역에서 가동 중인 원전인 텐완(田灣) 원전과 함께 총 설치용량 1,000만kW를 넘어서는 대규모 청정에너지 기지를 형성할 것으로 예상됨

☞ 뉴스핌 (05.20)

5 반오드, 소피아 풍력발전소 설치 시작

- 반오드(Van Oord)의 아이올로스 선박이 영국 북해 남부 RWE 소피아 해상 풍력발전소에 100개의 첫 모노파일 하부구조물을 설치함
 - 이 1.4GW 프로젝트는 잉글랜드 북동부 해안으로부터 195km 떨어진 도거뱅크 (Dogger Bank)에 위치함
 - RWE는 반오드와 모노파일 하부구조물과 어레이 케이블에 대한 설계, 조달, 건설, 설치 계약을 체결함
 - 반오드 해상풍력은 영국 티스사이드 스톡슬레이 내 MPI 해상풍력 오피스에서 작업을 관리하고 있음
 - 반오드의 FPV 선박 Bravenes와 Nordnes는 모노파일이 설치될 위치에 세굴 방지 장치를 설치함
 - 각각의 직경은 최대 8.8m, 길이는 최대 92m, 무게는 최대 1,530톤에 이름
 - 독일 로스토크의 EEW에서 제조한 후 구조물은 바지선을 통해 풍력 터빈 발전기 기초의 저장 및 마샬링 기지 역할을 하는 뉴캐슬 근처의 타인 항구로 운송되고 있음
 - 확장된 모노파일 설계로 인해 전환 부분이 필요하지 않음
 - 기초를 완성하기 위해 모노파일에는 주 접근 플랫폼, 내부 플랫폼, 보트 착륙장 및 상부 사다리로 구성된 보조 강철 구성 요소가 포함됨
 - 네덜란드와 폴란드의 다양한 공급업체는 다시 타인 항구로 운송하기 위해 2차 철강 부품을 생산 중임
 - 이번년도 말, 반오드의 칼립소 선박과 트렌처 디그잇(Dig-it)은 그리스에서 제조되고 뉴캐슬 북부 블리스(Blyth)항에 적재된 360km의 어레이 케이블을 설치할 예정임

☞ Offshore Magazine (05.22)

V

【전문가 기고 / 스페셜 리포트】 분산 전원 시장 고도화 현황

천천히 아름다운 생각(전력분야 컨설팅) / 미국변호사 / 이민호

※ 요약

- ◆ 전 세계는 에너지 전환 다음 단계로 수요측 전원 관리방안 마련 중
 - 전 세계 에너지 전환 주요 키워드 : 전기화, 분산화, 양방향, 유연성
 - 재생에너지의 문제점(간헐성/신뢰도/적정성/송전망) 증가에 대응책이 진화 중
 - 민관 협력을 통한 수요측 전력 서비스(Grid Edge Service)가 지속적인 발달 중
- ◆ 전력 도·소매 및 DSO 시장 개혁으로 다양한 전원을 수용하기 위한 구조 발달
 - 소비자측 서비스 분류(발전원/수요반응원), 수요자원 부하 분류(고정, 유연, 이동)
 - 도매시장 본질 회복, 소매시장 순수 경쟁화, DSO 시장 영향력 증가, P2P시장 개시
 - 전 세계는 VPP 등 전력 생산 및 구매를 최적화할 수 있는 다양한 방식 실험중
 - 선진 전력시장은 배터리 입찰 최적화를 통한 전력망 전 부분 최적화 진행중
- ◆ 주요 에너지 기업들의 분산 전원 관리 혁신 사례 및 향후 전망
 - (셀)전기차 충전 정책/ (구글)데이터 센터 전력공급/ (테슬라)배전회사 변신
 - (구글네스트)냉난방기기 수요반응/ (히타치,GE)분산전원 데이터 기업 변신
 - 전기차(EV)는 분산전원 관리 핵심 요소로 향후 전력 정책 우선 순위
 - EV 충전 관리는 향후 수요 관리, 데이터 관리, 발전 사업의 핵심 도구

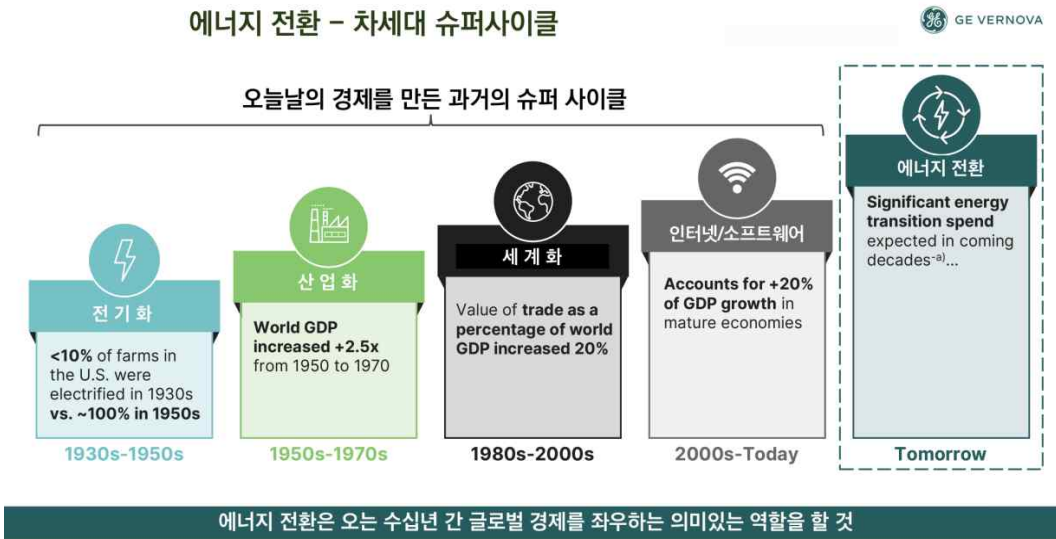
1 수요측 전원 관리 시대

가. ‘에너지전환’ 주요 키워드: 전기화, 분산화, 양방향, 유연성

- 美 IRA를 통한 ‘에너지전환’ 가속화는 전세계 에너지 패러다임을 전환 중임
 - 전 세계 기업, 신재생에너지로의 ‘에너지전환’이 다음 시대 먹거리임을 확인하며 신속한 정책 전환 중임

< 에너지 전환 슈퍼사이클, GE 전력부분 >

에너지 전환 - 차세대 슈퍼사이클

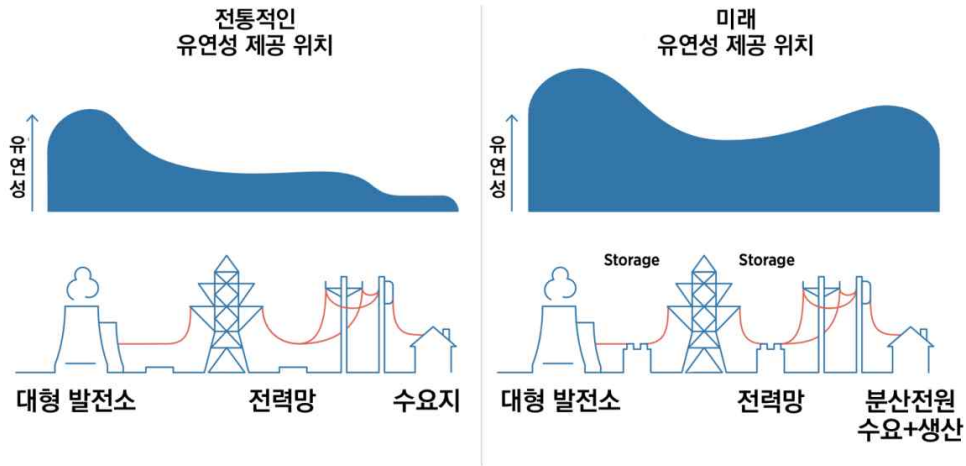


* 출처 : GE Vernova 투자설명회 자료 ('24.3.6)

- ‘에너지전환’의 핵심 주제는 ‘전기화, 분산화, 양방향, 유연성’
 - **(분산화, Distributed)** 전기화 및 재생에너지 증가로 소비측 에너지 시장 참여 도구(전기차, 히트펌프, 자동온도조절기, 태양광, 홈배터리) 다양화
 - 이에 따른 배전망 수준에서의 에너지 공급 및 수요 조절 기능 발달
 - **(양방향, Bidirectional)** 소비자가 배전망에서 생성된 전력을 저장하거나 타 수요지(도·소매망)에 공급할 수 있게 되면서, 에너지 소비자는 전기를 공공재의 개념에서 일반재의 개념으로 시각 변화함

- **(유연성, Flexibility)** 간헐성이 특징인 재생에너지원의 증가로 날씨, 공급량, 전력망, 배터리 충전량 등의 변수 대응을 위해 공급측 자원관리 및 수요측의 유연한 자원 통제 기술이 필요함

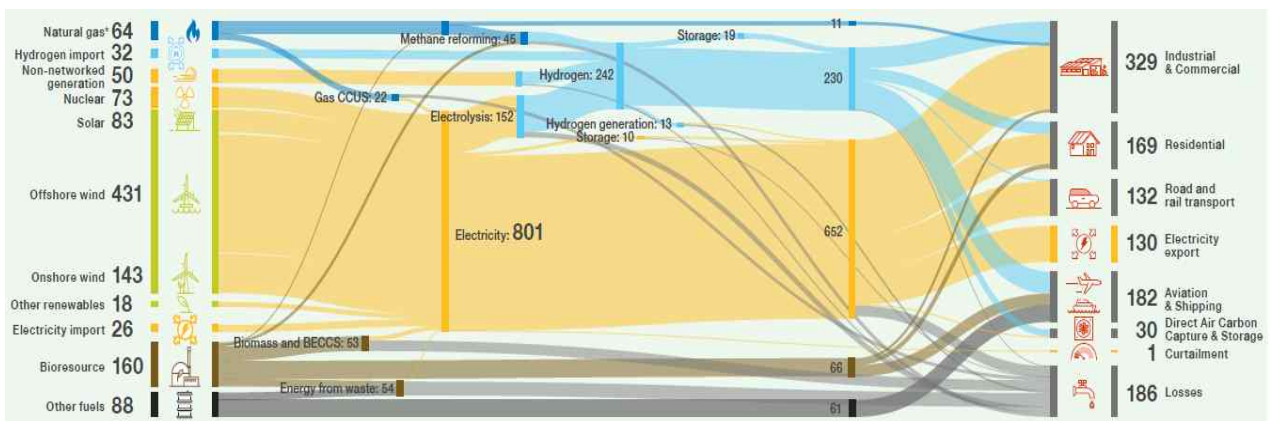
<유연성 자원 개념 변화>



* 출처 : IRENA, Innovation Landscape

- **(전기화, Electrification)** 모든 분야에 전기를 사용함으로써 에너지 효율화, 화석연료용 전력 사용 감소, 수요측 전력 감소를 유도함('50년 수요 감소 예측치 : 프린스턴 대 32%, 스탠퍼드 대 57%)

< 전기화와 영국 에너지 수요 변화, '22년(1763TWh) v. '50년(1167TWh) >



* 출처 : 영국 전력거래소, National Grid ESO

나. 증가하는 재생에너지와 전력망 문제, 대응책 급속 진화중

- **(간헐성, Intermittency)** 재생에너지 발전량 변동성으로 인해 낮 시간 출력제한(Curtailment), 저녁 시간 출력증가(Ramp-up) 문제 → 수소발전, 배터리 집합(Aggregation), 수요(증감)반응 등 대응책 발전
- **(독일)** '30년까지 재생에너지 80% 목표, 적극적 에너지전환 정책 추진 중임

 - (정부) 간헐성 문제 해결책으로 수소발전 제시. 최근, 수소발전 완전 전환용 가스발전소 10GW 입찰중임
 - (민간) Sonnen등 혁신기업, 가정용 배터리집합(Aggregation)으로 풍력 발전지역 초과에너지 저장 사업을 개시함
- **(미국)** IRA 및 분산전원 시장참여 의무화 등 에너지전환 가속화

 - (연방정부) 배터리 도매시장 참여 허가(FERC, Order841) 및 분산전원 시장참여를 의무화함(FERC, Order2222)
 - (주정부) 혁신 장주기 저장장치 지원사업을 실시함(Redflow社 : 아연브로민전지, Hydrostor社 : 압축공기배터리, Formenergy社 : 철배터리)
 - (민간) 테슬라 중심 VPP 사업화 가시화(텍사스, 홈배터리 전력판매 개시), 배전 유틸리티 수요반응 서비스를 증가함(애리조나, 스마트 온도조절기 기반 중앙통제식 수요반응으로 '23년 여름 276MW 부하감축)
- **(신뢰도, Reliability)** 재생에너지 증가로 순간적 공급 변동 대처 문제 → 실시간 및 보조서비스 시장 개선, 배터리 시장참여 증진 등 시장 개선을 통한 대응책을 모색해야 함
- **(영국)** 수요·공급 밸런싱 및 보조서비스 시장 개혁으로 전천후 신뢰도 대응

 - (도매시장) 수요반응 시장(Demand Flexibility Service) 개설, 실시간 수요공급 밸런싱 시장 정비, 주파수 서비스 입찰 개선
 - (배전망) 배전시스템운영자(DSO)설치 및 지역 유연성 시장 개설(망혼잡 완화, 무효전력 서비스 보상)

< 영국, 하루전 입찰 주파수 보조 서비스 종류 >

서비스 종류 내용	Dynamic Containment	Dynamic Moderation	Dynamic Regulation
대응 시간	0.5초	0.5초	2초
최대 대응 시간	1초	1초	10초
지속 시간	15분	30분	60분

* 출처 : 영국 전력거래소 (National Grid ESO)

● **(미국) 각 시장 시스템 운영자(ISO/RTO) 및 배전회사 신규 서비스**

- 캘리포니아 CAISO 도매시장 여유용량 확보(RUC), 긴급 수요대응 보상제도 (ELRP 프로그램, 최대 \$2,000/MWh 보상), 신뢰도 수요반응(Reliability DR), 수요측 서비스 자원화 계획(부하이동) 등 운영
- 동북부 배전사연합: Connected Solution 프로그램(가정용 온도조절기 및 홈배터리 배전사에 통제권 제공시 전력 요금에서 크레딧 보상)

< 캘리포니아 주 부하이동 (Load Shfit) 목표>

분 야	방 법	'22년 현 황	'30년 목 표
부하 수정 (Load Modifying)	계시별 요금제 (TOU)	620~1,000MW	3,000MW
	다이나믹 가격제	30 MW	
	부하수정 프로그램	7MW	
자원 계획 (Resource Planning)	경제적 DR	670~825MW	4,000MW
	신뢰도 DR	740MW	
	배전사 DR	210MW	
증분 및 비상대응 (Incremental&Emergency)	비상대응 프로그램	800MW	7,000MW
	비상 백업 자원	375MW	
총		3,100~3,600MW	7,000MW

* 출처 : 캘리포니아 에너지 위원회(CEC)

- **(적정성, Adequacy)** 재생에너지 발전 예측 난이도 점증하여 피크 수요에 대응할 수 있는 예비력 정밀 예측 및 충족 필요성이 증가함 → 용량시장 개선, 배터리 및 수요반응 등 용량시장 참여폭 확대
- **(영국)** 배터리 및 태양광 자원의 용량시장 참여와 함께 용량 가치 재산정(Derating)을 통해 배터리, 태양광, 풍력 등의 용량 기여도 반영

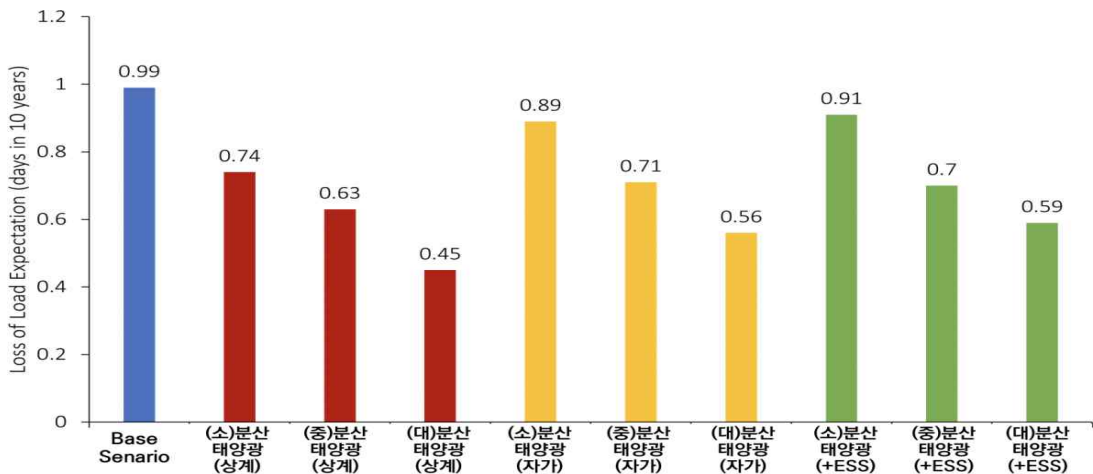
- (미국) 용량시장에 배터리, 태양광, 풍력, 수요반응(DR), 에너지효율(Energy Efficiency) 등 다양한 자원 참여
 - 각 발전원의 실 가치 측정을 위해 유효 부하대응 용량(Effective Load Carrying Capacity, ELCC)을 사용함

< PJM 2025/2026 용량입찰 ELCC >

발전원 ELCC	육상 풍력	해상 풍력	고정식 태양광	저장 장치 (4시간)	저장 장치 (8시간)	수요 반응	가스 복합	원전
%	35%	60%	9%	59%	68%	76%	79%	95%

* 출처 : 미국 PJM(%는 입찰시 인정 용량을 의미)

< 분산 전원의 자원 적정성 및 신뢰도 영향 평가 >



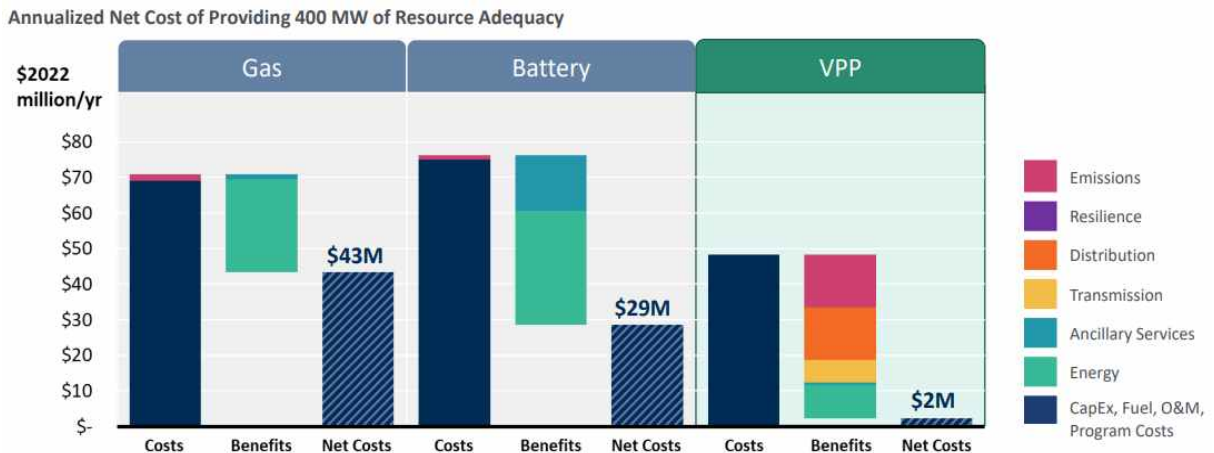
* 출처 : EPRI

※ Loss of Load Expectation: 전력 공급 신뢰도를 예상 부하손실로 측정된 값으로 나타냄. 보통 10년에 1일 손실을 기준으로 측정하며, <표>에는 분산 전원 특성별 손실 정도가 1 이하임

- (송전망, Transmission) 재생에너지 송전망 연결 필요에 의해 전 세계적으로 연결 대기열 급속 증가 → 송전으로서의 저장(Storage as Transmission Asset), 그리드 강화 기술, 수요지 중심 발전, VPP 등 대응책 마련 중임
- (송전으로서의 저장, SATA) 송전망의 개념으로 배터리를 사용하는 것은 최근 많은 유틸리티들이 고려하는 방식임
 - 송전 혼잡이 일어나는 송전선의 수요측 부분에 배터리를 설치해 수요가 적은 시간에 에너지를 스토리지에 저장했다가 송전혼잡 발생 시 또는 피크 시간 수요를 배터리에 있는 에너지로 공급함

- **(그리드 강화 기술)** 동적 송전선 평가(Dynamic Line Ratings, DLR, 시스템 센서의 측정을 기반으로 실시간으로 선로의 운반 능력을 확장)
 - 고급 전력 흐름 제어(Advanced Power Flow Control)
 - 토폴로지 최적화(다중 요소 인식을 이용하여 병목구간 우회)
- **(수요지 중심 발전)** 재생에너지의 경제성을 고려해(부지 가격+일사량 v. 기획비용) 수요지 근처에 태양광 및 풍력을 건설함
 - 송전망 대기보다 수익을 먼저 내는 것이 시간을 포함하는 경제성 계산에 유리함
- **(비송전 대체제 및 VPP)** 분산전원(DER)은 비송전 대체재(Non Transmission Alternative, NTA)로 송전혼잡 완화 및 피크 수요를 분산함

< VPP 자원의 송전 및 에너지 비용 절감액 비교 >

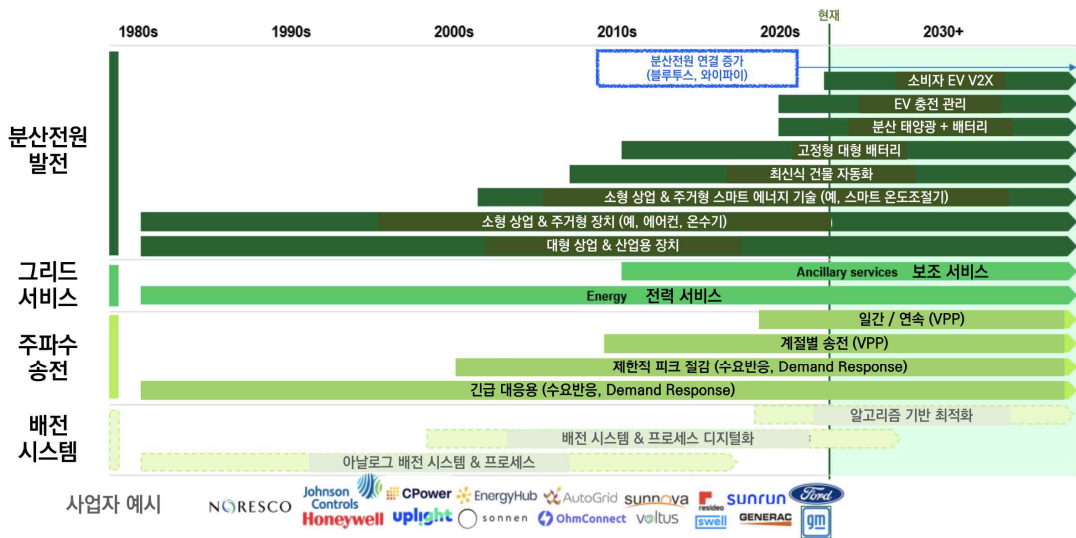


* 출처 : Brattle(구글이 용역 후 무료 배포, “Real Reliability, The Value of Virtual Power”)

다. 각국 정부는 민간과 지속적인 협력을 통해 새로운 시장 개척

- 미국 및 유럽 정부들은 수요측 전력 서비스의 가능성을 인지하여, 정부와 민간의 협력으로 서비스화 및 수익화 작업 진행중
- **(미국)** 연방 에너지부 주도의 VPP 진흥 프로그램(VPP Commercial liftoff) 진행('30년까지 80~160GW 보급 목표)

< 분산전원의 자원 적정성 및 신뢰도 영향 평가 >



* 출처 : 미국 에너지부 (Pathways to Commercial Liftoff: Virtual Power Plant 보고서)

- (미국/영국) 분산전원의 증가에 따라 각 독립시스템운영자(ISO/RTO) 및 주정부 에너지 위원회(PUC)의 의사결정 절차 이해관계자 참여
 - 전력가격 및 전력시장 제도변경 시 이해관계자 회의(Stakeholder Meeting)를 통해 장기간 의견 제시 후 의사결정에 참여함
 - 내부 의사결정 기본자료를 투명하게 공개함(예 : CAISO Policy Initiatives, 영국 ESO Stakeholder Groups)

< 캘리포니아 CAISO 의사결정 절차 >



* 출처 : CAISO

- 수요측 전력 서비스는 다양하게 분화하고 있으며, 수요측 전원을 분류하고 각각 수익을 얻을 수 있는 방법을 다각도에서 고려중임
- (독일) 송전 제약(congestion)관리를 위한 VPP 시범사업 - TenneT(송전시스템운영자) + Sonnen(가정용배터리사업자)

- (독일) 전기차 충전소 수요반응사업 - TenneT(송전시스템운영자) + NextKraftwerke(VPP사업자) + Jedlix(전기차충전사업자)
- (미국) 위기대응전력보상사업(ELRP) - CAISO(독립시스템운영자) + PG&E(배전사업자) + 테슬라(가정용배터리사업자)
- (미국) 자동온도조절기 수요반응 사업 - Google Nest(홈메니지먼트 시스템) + Ohmconnect(수요반응 어그리게이터) + CAISO

2 분산 전원과 전력 시장의 변화

가. 소비자측 서비스 분류

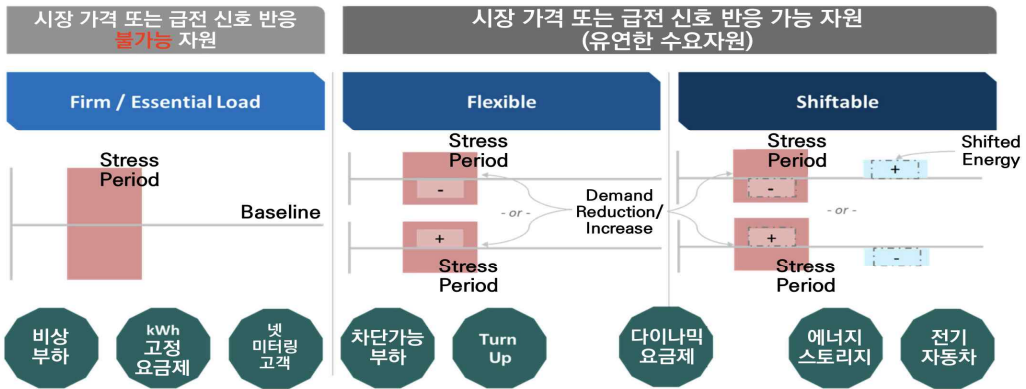
- (수요측 전원의 두 가지 분류법) 발전원 ↔ 수요반응원, 전력생산 ↔ 수요관리



* 출처 : EPRI

- (유연한 수요자원의 분류) 고정부하(Firm/Essential Load) - 급전불가능
 - 유연한 부하(Flexible) - 급전가능
 - 이동가능 부하(Shiftable) - 급전가능

< 유연한 수요측 자원의 종류 >



* 출처 : EPRI

나. 분산 전원 최적화를 위한 전력시장의 대응

- (영국, 호주) 분산전원 전력시장 진출에 가장 적극적이며, 도매시장 실시간 거래 확대(5분 단위), 보조서비스 수익화, 배전 경쟁화 등을 통해 혁신적인 신규 서비스의 접근을 허용함**

< 영국-호주의 전력 시장 개혁 현황 >

		A. 소비자~ 배전사업자	B. 배전사업자~ 도매시장운영자	C. 어그리게이터~ 도매시장운영자	D. 발전기~ 도매시장운영자
소매시장	공통 서비스	(영국) DSO Flexibility Market (Congestion Management, Reactive Power), (영국: A.소비자~배전사업자) Smart Export Guarantee, Demand Charge Reduction (DUOS), Active Network Management (호주) Open Networks Project			
도매시장	공통 서비스	(영국:도매거래) Pay-as-bid or NIV chasing, Intra-day 30 minutes (영국:보조서비스) FFR, reactive power (호주:보조 서비스) Very Fast FCAS (Frequency Control Ancillary Services), FCAS, Regulation (호주:도매거래) Aggregated Dispatch Conformance (ADC) (호주:도매거래) intra-day 5 minutes, Regulation-frequency co-optimization,			
	위치별 서비스	(영국/호주) Competitive Retailers (e.g. Octopus Energy)	(영국) Demand Flexibility Service, Dynamic Containment(DC), Dynamic Regulation(DR), Dynamic Moderation(DM)		

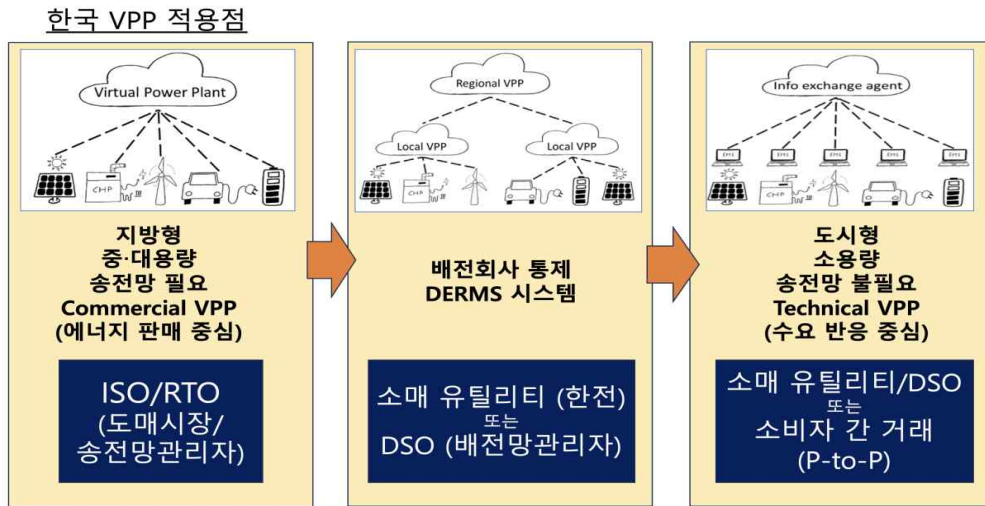
* 출처 : 이민호 ©

■ (VPP 망 수준별 전략 다양화)

- (독일) 대형 풍력, 태양광, 수력, 가스발전소를 묶어서 운영함 (Combined Power Plant)**
- (영국) 배전망운영자(DNO)는 분산전원관리시스템(DERMS) 설치/운영 중임**

● (유럽) 이웃간 거래(Peer to Peer) 실험 중임

< 도매-소매 수준별 VPP 사용법 >

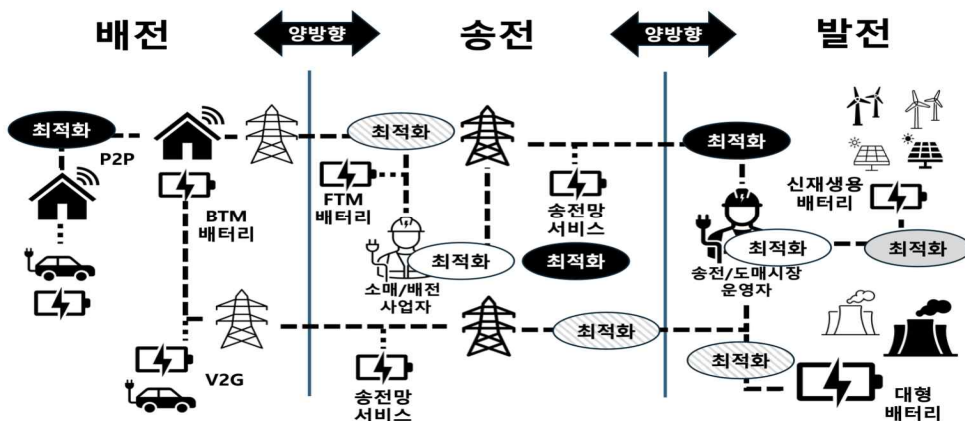


* 출처 : 이민호 ©

다. 배터리 최적화는 가장 중요한 과제

■ 배터리는 위치에 구애받지 않고, 유연하기 때문에 전력 전 분야에서 사용할 수 있는 최적화 기술로 급격히 진화 중임

< 배터리 최적화 포인트 >



자료 : 이민호 ©

■ (세계 전력시장) 발전, 송배전 분야에 배터리가 도매 및 소매(DSO) 시장 모두 참여할 수 있도록 시장 개혁(Market Reform) 중임

● (미국) Order 2222(분산전원 도매시장 참여)

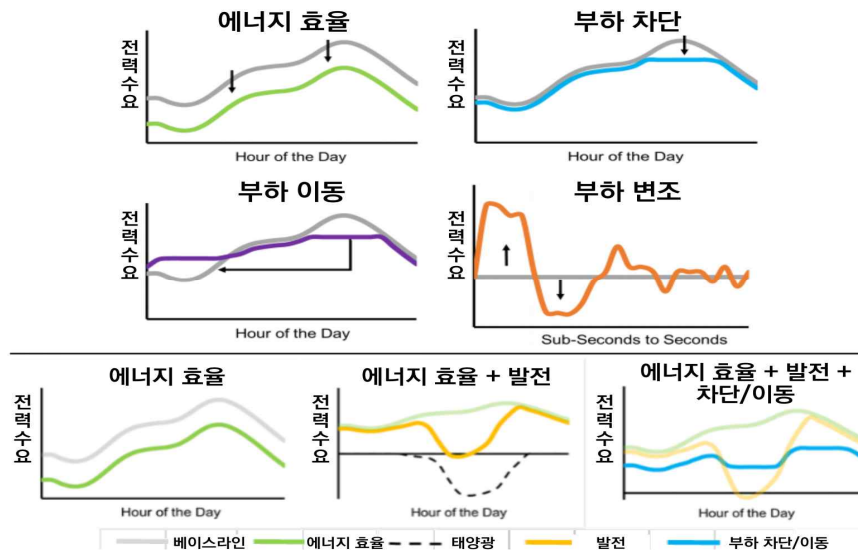
- (영국) 실시간 Balancing 시장 개혁, 수요반응 시장 개시
- (호주) 5분단위 정산, 보조서비스 입찰 최적화 시스템

3 주요 에너지 기업 분산 전원 시장 진출

가. 중공업 회사, 디지털 사업으로 전환

- (GE) 에너지 부분 분리 후 전력(Power), 풍력(Wind), 전기화(Electrification)를 주요 사업으로 지정함
 - 특히 전기화 부분의 강점(그리드 솔루션, 파워 컨버전, 솔라&스토리지 솔루션 등 IDC 랭킹 상위)을 활용하여 디지털화 천명
- (Hitachi) 적극적 M&A로 에너지 전분야 디지털 사업 확보하며, 사업을 크게 3분야(디지털 시스템&서비스, 그린에너지&모빌리티, 컨넥티브 산업)로 나누고, ‘디지털’, ‘그린’, ‘연결’을 새로운 트렌드이자 기회로 인식함

< 망연결 에너지효율 빌딩 부하 관리 예시 >



* 출처 : 미국 에너지부(Smart Grid System Report)

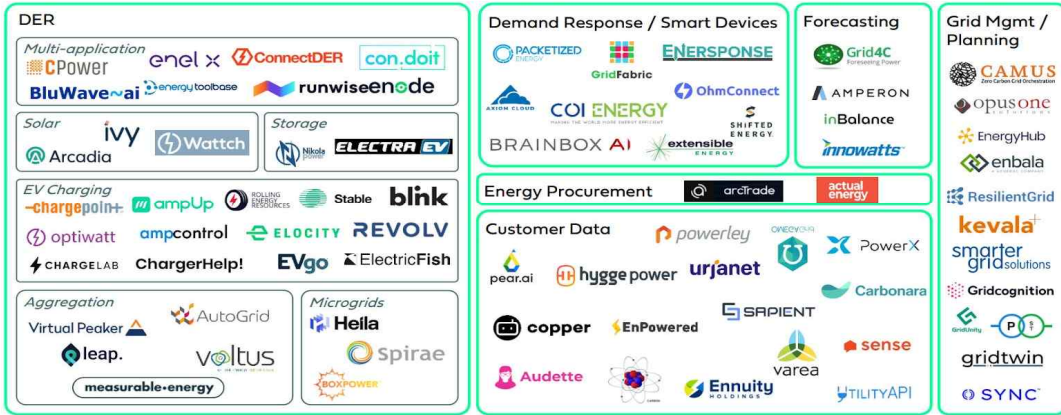
나. 세계 대기업들 전력 회사로 변신

- **(셸)** 전기차 충전 사업을 위한 M&A로 충전사업자(Newmotion, Greenlots, Ubitricity, SBRS Charging Solutions, Volta)를 인수함
 - 이후 확장하여 분산전원 관리 회사 인수(Limejump, Sonnen, Next Kraftwerke)로 수요반응, VPP, 가정용 배터리 사업에 적극진출함
- **(구글)** 발전사업자로 등록하여 도매시장 직접 참여, 데이터 센터 수요 조정(태양광, 풍력 발전 시점 및 위기 대응 요구에 수요 증감 조정)으로 전세계에서 100% 신재생 사용 현실화함
- **(테슬라)** 텍사스 배전회사로 등록하여 가정용 배터리(Powerwall)를 발전원으로 VPP 사업 개시하며 전 세계에 가정용 배터리 VPP 사업을 시행 중임
- **(구글네스트)** 캘리포니아 수요반응 업체인 Ohmconnect와 협력하여 Renew Home을 설립함
 - 가정용 자동온도조절기를 통해 전력 수요를 조정하고 배전사업자 및 도매시장에 판매하며 재생에너지와 연계하여 REC 소득 공유사업도 시행함

다. 분산전원 스타트업 그리고 데이터 전쟁

- **(영국)** 배전시스템관운영자(DSO)의 유연성 서비스(Flexibility Service) 개시로 다양한 스타트업이(Piclo, EV Energy, Ubitricity) 자사 플랫폼으로 유연성 서비스 사업을 개시함
 - 이들은 Tesla나 Octopus Energy와 같은 대기업들과 경쟁하면서 전기차 충전, 전기차 수요반응, V2G 사업에 적극적으로 진출함
- **(미국)** 미국은 수요반응사업에서 분산전원 수익화가 시작됨
 - 현재 수요반응사업 유니콘(Ohmconnect, Leapfrog, Virtual Peaker, Votus, Energy Hub)들은 가정용 배터리, VPP, 분산전원관리시스템(DERMS), 가정용 에너지 효율 플랫폼 등으로 사업을 지속 확장 중임

< 분산전원 분야 다양한 유니콘들 >



* 출처 : CTVC

- **(데이터 전쟁) 분산전원 스타트업 성장의 가장 중요한 밑거름은 소비자 데이터임**
 - 캘리포니아, 영국 등 분산전원 활성화 주 및 국가는 ‘Open Data’ 정책을 통해 배전회사의 고객 데이터를 공유하도록 함
 - 반면, 테슬라는 NACS 표준화를 통해 데이터를 수집할 수 있는 길이 열려 향후 데이터 플랫폼 기업의 독점화 심화 가능성 있음

라. 전기차, 새로운 시대의 주인공

- **(옥토퍼스 에너지) V2G 상용화로 전기차 무료 충전 서비스 시작함**
 - 영국 2위 배전회사인 옥토퍼스 에너지는 전기차를 통해 전력시장에 참여(보조서비스, 수요반응 등)하거나 배전망에서 사용하여 수익이 발생함
- **(상호운영성) 전기차는 향후 전력 수요 증가의 주된 원인임**
 - 전기차의 전력망 조화를 위해 스마트 충전(피크 수요 회피 및 소비자 충전 패턴 인식 등) 기술에 대한 요구와 V2G등 에너지 시스템에 통합운영의 필요가 증가함
 - 이를 위해 가정 전력 시스템과 가전제품 및 소비자 수요를 통합 운영할 수 있는 상호운영성(Introperability) 표준에 대한 요구가 증가함

참고자료

○ 네이버 프리미엄 콘텐츠 <제로 에너지 시대가 온다>

※ 추가로 각 분야별 자세한 내용은 <제로에너지 시대가 온다, 부크크>로 출간되었사오니, 많은 관심 부탁드립니다.

동 자료는 산업통상자원부에서 시행하고 있는
'신재생에너지 해외진출 지원사업'의 지원을 받아 작성하였습니다.