



KEMRI 전력경제 REVIEW



이전 Review 보기

Vol.317

2025년 7월호

▶ Issue Paper

✧ 글로벌 기후테크 유니콘 기업 현황 분석

▶ Research Activities

✧ 미국 IRA 법안 폐지에 따른 영향 분석

✧ ESS 가치 제고를 위한 전력시장 제도 개선 방향

【 Highlight 】

1. 글로벌 기후테크 유니콘 현황

- 전 세계 기후테크 유니콘(118개)은 미국(47개), 중국(35개), 유럽(25개), 기타 9개국(11개)에 분포
 - 미국은 실리콘밸리의 딥테크 생태계를 기반으로 전분야에서 선도 유니콘 보유, 중국은 전기차·배터리 분야의 압도적 강세를 보이며 정책 지원과 내수시장을 기반으로 급성장, 유럽은 탄소관리·에너지 플랫폼에 강점 보유
- 기후테크 유니콘의 61%는 B2B 중심이며 하드웨어 중심 기업이 B2B 기업의 82%를 차지, B2C는 전체의 24%로 소비자 대상 비즈니스가 중심, B2B+B2C 혼합 모델은 15%를 차지
- 전 세계 기후테크 유니콘 중 에너지 저장, 재생에너지, 전력 플랫폼, 전기차 충전, 탄소 관리 등 전력산업 유관 분야에서 가장 많은 유니콘(54개)이 활동 중

2. 유니콘 성장 추이 및 트렌드

- 최근 10여 년간 기후 대응을 목표로 한 신생 기술 스타트업들이 대거 등장
- 2021~2022년 기후테크 투자 붐으로 유니콘이 급증했으나, 이후 성장세가 둔화
 - 전체 유니콘의 70%가 이 시기에 탄생했으며, 2023년부터 고금리와 투자 위축 등 거시경제 불확실성으로 기업가치 재조정 국면에 진입하면서 신규 유니콘 급감
- 유니콘 진입까지 평균 6년 소요, SW 기업과 모기업 지원 스타트업은 더 빠르게 성장
 - HW 기업은 기술 실증과 생산 기반이 필요함에 따라 진입에 평균 8년이 소요되나, SW 기업은 5년으로 더 짧으며, 모기업 연계와 자금 지원 시 소요 시간 단축

3. 유니콘 성장 요인

- 유니콘은 독자 기술력과 AI 기반 플랫폼을 통해 시장 선점에 성공
 - 핵융합·전고체 배터리 등 차세대 원천 기술이 투자를 유인하며 AI·데이터 기반 플랫폼 등을 통해 빠른 확장성과 진입장벽을 동시에 확보
- 정부 정책과 제도적 지원이 기술 상용화와 시장 진입에 결정적 역할
 - 미국 IRA, 유럽 그린딜, 중국 보조금 정책 등이 초기 수요 형성에 기여, 규제 완화도 스타트업 확장에 기반이 되어 실행력을 높임
- 재생에너지·전기차 확산 등 글로벌 시장 변화가 신사업 기회를 확대
 - 탄소중립 정책으로 예측 가능한 수요가 형성되어 투자 환경이 개선되고 전기차·태양광 확대는 인프라 기업 성장에 직접적인 기회로 작용
- 기관 및 전략 투자자의 자금 유입이 스케일업 가속화에 핵심
 - VC·연기금의 자본 공급과 더불어 전략적 투자와 글로벌 기업과의 파트너십 강화는 시장 진입 기회를 확대하며 기술 검증과 후속 투자를 동시에 견인

【 목 차 】

Issue Paper

■ 글로벌 기후테크 유니콘 기업 현황 분석

- 김주한 선임연구원

I. 배경	1
II. 유니콘 개요 및 분석 대상	1
III. 기후테크 유니콘 현황	2
IV. 기후테크 유니콘의 탄생 추이 및 특징	9
V. 유니콘 주요 성장요인 분석	10
VI. 국내 사업환경 진단 결과	13
VII. 에너지 분야 유니콘 육성을 위한 시사점 및 발전 방안	14

Research Activities

I. 미국 IRA 법안 폐지에 따른 영향 분석	18
II. ESS 가치 제고를 위한 전력시장 제도 개선 방향	23



Research Issue : 글로벌 기후테크 유니콘 기업 현황 분석

I. 배경

- 에너지·기후 관련 신사업은 에너지산업 고도화와 국가 일자리 창출 등 범국가적 파급력을 지닌 전략사업으로, 해외 주요국은 기후테크 유니콘을 성장시키는데 성공했으나, 국내는 유사한 성공 사례가 없음
- 국내에서는 에너지·기후 분야 유니콘에 대한 체계적 분석과 기반연구가 부재한 상황으로 본 연구는 이를 보완하기 위해 글로벌 기후테크 유니콘의 현황과 성장요인을 분석

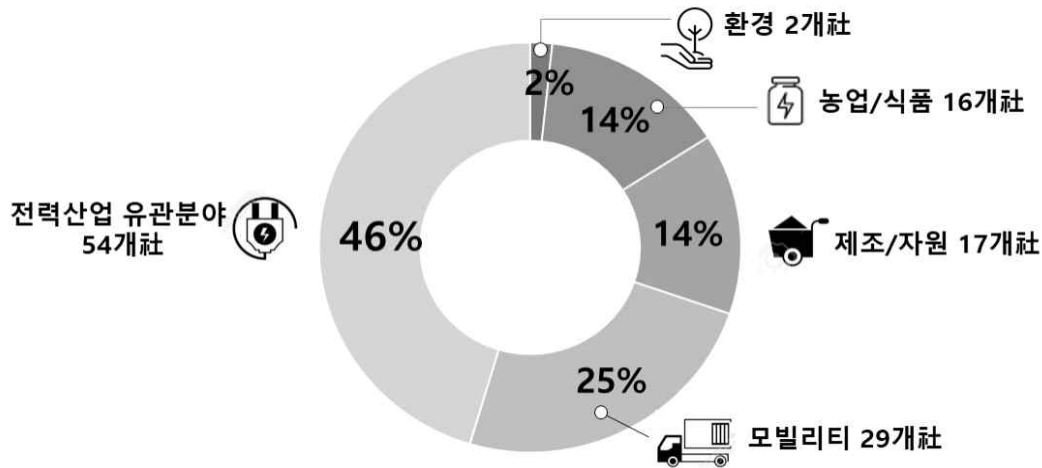
II. 유니콘 개요 및 분석 대상

- [정의] 유니콘은 비상장이며 기업가치가 10억 달러 이상인 스타트업을 의미
 - 산업이 급성장함에 따라 유니콘의 10배(100억 달러) 이상인 기업을 데카콘, 100배(1,000억 달러) 이상인 기업을 헥타콘으로 분류
 - 2024년 말 기준, 전 세계적으로 약 1,296개의 유니콘이 존재, 이들의 총 기업가치는 약 4조 7,000억 달러, 평균 기업가치는 37억 달러
- [가치평가 방법] 유니콘은 비상장 기업이므로, 투자 라운드 결과나 대규모 투자 사례를 기반으로 기업가치를 산정
 - CB Insights, Holon IQ, Hurun Research Institute, PitchBook 등 민간 분석기관 및 연구소에서 추정치를 집계하여 유니콘 리스트 공표
 - ※ 각 기관별 집계 시점, 기준 등에 따라 유니콘 기업의 명단 상이
- [분석대상] 전력·에너지 산업과 연관성이 높은 기후테크 스타트업 동향을 제공하는 Holon IQ*의 기후테크 유니콘 리스트(118개 기업)를 활용
 - * Holon IQ는 뉴욕에 본사를 둔 글로벌 리서치 업체로 기후테크, 에듀테크 관련 스타트업 시장동향을 제공
 - 기후테크는 온실가스 감축과 기후위기 대응을 목표로 하는 기술 산업 분야로, 에너지·수송·자원·식품·환경 관련 산업 전반을 포괄

Ⅲ. 기후테크 유니콘 현황

1. 산업 분야별 현황

Ⅰ 기후테크 유니콘 산업별 분포 현황 Ⅰ



- [전력산업 유관분야(54개)] 에너지 저장, 재생에너지, 전력 플랫폼 등 에너지 관련 혁신 스타트업이 다수를 차지하며, 전기차 충전 인프라 제조, 탄소배출권 평가 등 신산업 분야 확장 스타트업도 포함
 - 전력산업 전주기에 걸친 기술 솔루션 제공 및 제조 기반 하드웨어부터 플랫폼형 소프트웨어까지 다양한 사업모델 보유
 - 특히 B2B 중심의 저탄소 관련 비즈니스와 데이터 서비스 등을 통해 산업 내 전력 효율화 및 탈탄소화를 동시에 추구하며, 정책 수요와 기술 혁신이 맞물려 빠른 성장세를 보임
- [모빌리티(29개)] 고효율 배터리, 전기 모터 등 모빌리티 제조, 자율주행 기술 개발, 차량/전동킥보드 공유 플랫폼 등으로 구성되어 있으며 전기 모빌리티 생태계 전반을 포괄
- [제조/자원(17개)] 그린수소 기반 철강생산, 폐열 재활용 등 탈탄소화된 제조 공정과, 고효율 자원 생산기술, 탄소 나노 튜브 소재 등 신소재 개발을 추구하는 첨단 기술 기반 스타트업으로 구성
- [농업/식품(16개)] 대체 육류·유제품 생산, 인공지능 기반 스마트팜 구축 등 농식품 생산·관리에 혁신을 도입한 기술 중심의 스타트업들로 구성
- [환경(2개)] ESG 리스크관리 및 평가, 인공지능 기반 폐수 처리 솔루션 등 지속가능한 경영 서비스에 초점을 맞춘 스타트업으로 구성







2 전력산업 유관 분야 기술별 현황

■ 기후테크 유니콘의 기술별 분포 현황 ■







■ 에너지 저장 (18개)

- 배터리 재활용 기술, 초고속 충전, 첨단 소재 등 에너지저장장치(ESS) 분야에서 원천기술 및 제조 기술력을 보유한 기업들이 다수
- 완성차 OEM, 재생에너지 개발사 등이 주요 고객이며, 제품 공급 또는 기술 라이선스를 제공하는 제조 기반 B2B 사업모델이 주류를 이룸

기 업	사업 내용
Hithium	고용량, 고효율 ESS 및 ESS 운영 안정화 기술을 바탕으로 시장 확대
PowerOak	리튬 배터리 기반 ESS 기술로 맞춤형 배터리 생산 및 시스템 판매
Svolt	자동차 OEM에 배터리 공급 및 ESS 시스템 판매
 Lishen Battery	리튬이온 배터리 셀 생산기술을 기반으로 B2B 배터리 대량 공급
Fox ESS	배터리 관리시스템(BMS)과 ESS를 통합한 솔루션을 B2B·B2C로 제공
Jiangsu Horizon	리튬 이온 배터리의 고품질 분리막 공급으로 배터리 안정성 개선
EcoFlow	리튬 배터리 기반 포터블 파워스테이션을 캠핑, 비상용의 B2C로 확장
Sunwoda Elec	ESS, 전기차 배터리 판매와 시스템을 통합하는 유지보수 서비스 제공
Sila Nanotech	배터리 실리콘 음극재 개발, ESS 제조사와 기술공급 계약 등 체결
 ONE	상용차 대상 장거리용 ESS, 또는 장주기 ESS를 기업에 공급
Factorial Energy	전고체 배터리 기술 개발, 벤츠·현대차 등과 전략적 협력
Group14 Tech	흑연과 실리콘을 조합한 나노 복합 음극 재질을 ESS 제조사에 공급
Form Energy	고성능 소형 모듈 배터리를 판매와 유지보수 서비스 제공
 Northvolt	친환경 공정 기반 리튬이온 배터리를 완성차 업체 등에 장기 공급
Polarium	모듈식 ESS를 기업 고객에게 판매하고 유지·보수 통합 서비스 제공
 Velkor	저탄소 전력 기반 고에너지 밀도 리튬이온 배터리 공급
 Prologium Tech	고체 전해질 리튬 배터리 기술로 제조업체에 공급
 StoreDot	초급속 리튬이온 배터리를 셀 제조사나 자동차 OEM에 기술 이전




■ 재생에너지 (10개)

- 가정용 태양광 보급과 이와 연계된 금융/서비스 사업이 활발하며, 유럽과 미국은 주택·상업용 태양광 서비스 중심이고, 중국은 소재 기업들이 다수를 차지
- 선진국에서는 초기 자본 부담을 낮춘 태양광+배터리 구독 서비스 또는 대출 중개 플랫폼 기반의 수수료형 사업모델이 보편적
- 중국은 고효율 태양광 웨이퍼 등을 태양광 모듈 제조사나 재생에너지 개발자에게 직접 판매하는 하드웨어 중심 수익모델이 주를 이룸

기 업	사업 내용
Gokin Solar	태양전지 제조 기업에 고효율 대면적 실리콘 웨이퍼를 장기 공급
 Huasun Energy	발전소, 개발사, EPC 등에 고효율 태양광 모듈을 판매하여 수익 창출
Yuze Semicon.	태양광 셀 제조사와 장기계약을 체결하여 웨이퍼를 대량으로 공급
Astronergy	고효율 패널 판매 및 자체 태양광 발전소 개발·건설을 통해 전력 판매
1KOMMA5	유럽 내 태양광 기업을 인수합병, 고객에게 청정에너지 통합 서비스 제공
 Enpal	초기비용 없이 태양광 설비·배터리 설치 후 임대료 기반 수익 창출
Source Global	태양광 패널 판매 및 태양광 전력을 활용한 수자원 관리 서비스 제공
 Aurora Solar	주택용 태양광 설치 관련 설계·시공·대출 중개 플랫폼 운영
Palmetto	가정용 태양광 설계 소프트웨어 및 시공 관련 중개 플랫폼 제공
 Amarenco	아일랜드, 프랑스, 중동, 동남아에서 유틸리티 규모 태양광 발전소 개발





■ 전기차 충전 인프라 (10개)

- 자체 충전 인프라 구축 외에도 EV 충전·결제 소프트웨어 플랫폼, 스마트 에너지 관리 등 혁신 기술을 보유한 기업들로 구성
- 단순 충전 수익 외에도, 플랫폼 이용료 및 충전망에서 생성되는 데이터를 활용한 전력망 관리, 차량 서비스 등 부가서비스를 통해 수익 다각화

기 업	사업 내용
Turntide Tech.	고효율 모터 판매 및 기존 모터 교체를 통한 에너지 절감 솔루션 제공
Beta Tech.	전기 항공기 설계 및 항공 운송 분야 충전 인프라 개발
	Ample 배터리 교체형 전기차 인프라 운영 및 배터리 최적화 시스템 개발
	Electrify America 전기차 대상 고속 공공충전 서비스 제공, 멤버십 구독 기반 수익모델
	TeraWatt Infra. 대형 상용차 전용 EV 충전 인프라 운영과 부동산 복합 개발
Greater Bay Tech.	세계 최고 수준의 초고속 EV 충전 기술 개발 및 통합 충전 솔루션 제공
	Star Charge 스마트 EV 충전 솔루션과 클라우드 기반 플랫폼으로 충전 서비스 운영
	Skio Matrix EV 제조사 대상 맞춤형 전기차 플랫폼 및 충전 인프라 제공
Teld New Energy	EVC 플랫폼과 충전 서비스 및 충전 데이터 기반 B2B 솔루션 제공
 ABB E-mobility	충전 하드웨어를 판매와 소프트웨어 및 유지보수 서비스 제공

■ 탄소관리 및 기후 솔루션 (6개)



- 블록체인 기반 탄소배출권 거래 인증, 탄소 감축 데이터 제공 등 탄소거래 시스템 구축과 인증·평가 서비스를 제공하는 특화기업이 대다수
- 정부 및 기업을 대상으로 탄소감축 사업 평가 서비스 및 배출권 인증 데이터 구독 서비스를 제공하며, 수수료와 서비스 이용료 기반의 수익 구조를 갖춘

기 업	사업 내용
Xpansiv	세계 최대 규모의 탄소 크레딧 거래 플랫폼 구축 및 표준화 거래 서비스 제공
 Watershed	탄소배출량 실시간 분석을 통해 감축 전략 수립을 지원
Crusoe Energy System	유전에서 발생하는 플레어 가스를 자원화하여 데이터센터 운영에 활용
 BeZero Carbon	탄소배출권 품질을 등급화하여 금융기관·기업 대상 구독형 서비스 제공
 Climeworks	기업 대상 탄소제거 컨설팅 및 탄소 크레딧 판매 중개 서비스 제공
 Grandtop	고효율 폐기물 소각 설비의 제조·설계와 배기가스 정화·처리 기술 제공

■ 전력 거래 및 데이터 플랫폼 (5개)



- 미국과 유럽 등 선진국을 중심으로 에너지 거래 및 데이터 관리 역량을 갖춘 플랫폼 기업들이 두각을 나타냄
- 클라우드 기반 플랫폼을 통해 B2B 고객을 대상으로 수요관리·전력거래 최적화 등의 SaaS* 제공과 AI와 빅데이터 분석 기술을 활용한 데이터 판매를 주요 수익원으로 함

* Software as a Service : 클라우드 기반으로 소프트웨어를 제공하는 서비스 모델로 사용자는 SW를 직접 설치하거나 관리할 필요 없이 구독료를 내고 서비스를 이용

기 업	사업 내용
Uplight	유틸리티 전용 에너지 절감 및 수요관리 SaaS 플랫폼
 Arcadia	전력·EVC 사용량 데이터, 청정에너지 조달 서비스 등 기업 대상 에너지 플랫폼
GoodLeap	에너지효율 솔루션, 태양광 프로젝트 소비자-시공사-금융기관 연결 중개 플랫폼
OVO Energy	전력 데이터 기반으로 플랫폼 운영 및 잉여 전력 판매
 Octopus Energy	자체 플랫폼(Kraken)을 통한 수요관리 및 전력 계약 운영, 자체 소매사업 운영

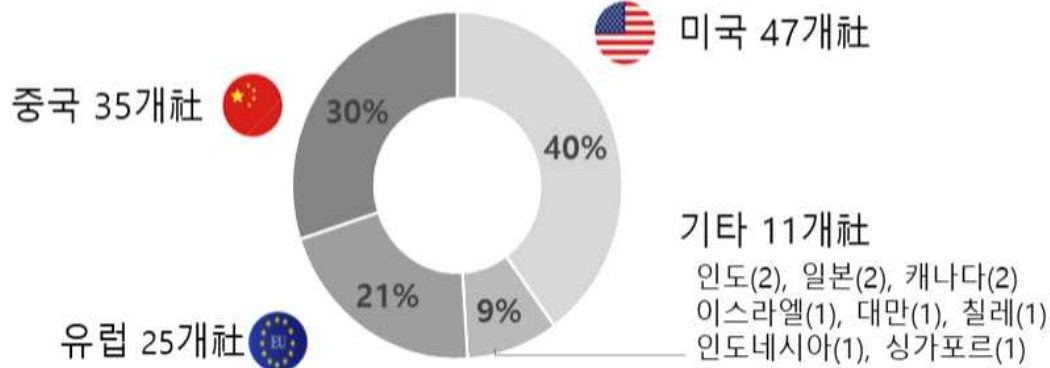
■ 수소·핵융합 등 차세대 에너지원 (5개)

- 수소에너지와 핵융합, 차세대 원자력 등 미래형 에너지원의 혁신 기술을 보유한 딥테크(deep tech) 기업들로 구성
- 현재는 기술개발 및 파일럿 실증에 주력 중이며, 향후 발전 사업자에게 설비설계 및 기술 라이선싱을 제공하여 수익화가 가능할 것으로 기대됨

기 업	사업 내용
Helion Energy	소형 핵융합 발전 기술을 개발, 전력회사 또는 기업에 기술 제공 및 전력 판매
 TAE Tech	핵융합 발전소 개발과 함께 파생 기술인 입자 가속기를 의료 분야에 활용
Electric Hydrogen	그린수소 프로젝트에 전해조 시스템 납품 및 유지관리 서비스 제공
CFS	고온 초전도 자석의 소형 토카막 핵융합 기술개발 및 전력 판매
 Sunfire	고온 수전해 및 알카라인 수전해 기술 장치 제조 공급 및 유지보수

3. 지역별·국가별 현황

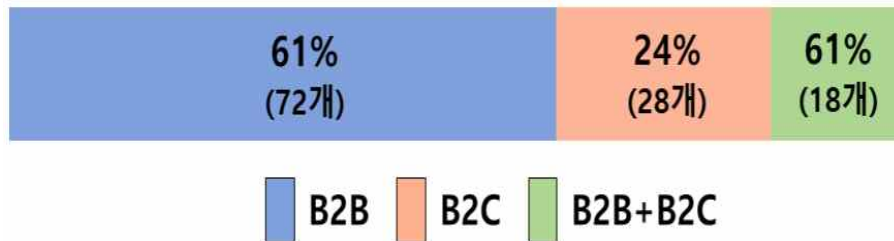
■ 지역별·국가별 기후테크 유니콘 분포 현황 ■



- **[미국(47개)]** 세계 최대 유니콘 보유국(40%)으로 핵융합, 에너지 플랫폼, 배터리, 모빌리티 등 전 분야에서 선도적으로 유니콘이 배출되며 글로벌 기후테크 혁신의 중심지로 자리매김함
 - 실리콘밸리 중심의 벤처캐피털이 기술 상용화 단계까지 긴밀하게 연계되어 있으며, 인공지능 및 데이터 기반 플랫폼과 결합된 혁신이 활발히 전개 중
- **[중국(35개)]** 전 세계 전기차·배터리 분야 유니콘의 70%가 중국에 집중되어 있으며, 탄소중립 정책과 거대 내수시장을 바탕으로 공유 모빌리티 및 전기차 충전 스타트업도 급속히 성장 중
 - 중앙정부의 신에너지차 보조금 정책과 지방정부의 생산기지 유치 전략에 힘입어 빠르게 성장했으며, 제조업 경쟁력과 내수시장을 바탕으로 스케일업*에서 강점을 보임
 - * 성장 가능성이 높은 스타트업이 초기 단계의 어려움을 극복하고 본격적인 성장 궤도로 진입하여 사업규모를 확장해 나가는 단계
- **[유럽(25개)]** 친환경 규제와 ESG 경영 강화에 따라 에너지, 탄소배출권 거래·관리, 산업공정 등 다양한 분야에서 유니콘이 탄생(20%)하고 있으며, 독일(6개), 스웨덴(5개), 영국(4개), 프랑스(3개) 등이 중심 국가로 부상
 - 에너지 플랫폼 기업(Octopus Energy, Enpal 등)과 탄소관리 인증·평가 기업(BeZero Carbon 등)이 유럽 기후테크 유니콘의 60% 이상을 차지
- **[기타(11개)]** 인도네시아, 칠레, 인도, 대만 등 총 9개 국가에서 지역 특성이 반영된 맞춤형 유니콘들이 탄생
 - 인도네시아의 eFishery(수산양식), 칠레의 광업기술(구리 채굴), 인도의 저가 소형 전기 모빌리티 OLA Electric 등 지역 맞춤형 솔루션을 제공하며 성장

4. 비즈니스 모델 유형별 현황

■ 기후테크 유니콘의 사업유형별 분포 현황 ■



- **[B2B 중심(72개)]** 전체 61% 기업이 B2B 중심 사업모델을 채택하고 있으며, 이 중 하드웨어 중심기업이 전체의 82%에 달함
 - (하드웨어) 59개사로 전기차, 전해조 등 대규모 자본투자가 필요한 첨단기술 분야에 특화되어 있으며, 소수 대형 고객과 장기 계약이나 기술 라이선싱을 통해 안정적인 수익을 확보
 - 기술 검증 및 시장 형성이 정부의 직접 보조금, R&D 펀딩, 탄소 감축 정책(예: IRA(미국), Fit for 55(유럽))과 긴밀하게 연동되어 초기 진입장벽이 높음
 - (소프트웨어/플랫폼) 13개사로 탄소관리 SaaS, 에너지관리 플랫폼 등 디지털 솔루션 기업들로 구성되며, 구독형 소프트웨어 판매, 데이터 플랫폼 이용료 기반의 수익모델 구축
- **[B2C 중심(28개)]** 공유 모빌리티 서비스나 소비재 중심의 기업들로 구성되며, B2B 중심 유니콘 대비 그 수가 적지만 전 세계적으로 비즈니스 영역을 확대 중
 - 브랜드 구축과 수익모델 정립까지 시간과 자본이 필요하나, 성공 시 높은 브랜드 충성도와 시장 선점 효과가 가능하며 성장 잠재력이 큼
 - Bolt, TIER Mobil 등 소형 전동기기 공유 서비스 기업, NotCo 등 대체육 기업 등은 빠른 속도로 시장 점유율을 확보하고 해외 진출에 성공
 - B2C 모델은 특히 마케팅·디자인·사용자경험(UX) 역량이 경쟁력으로 작용하며, 사회적 트렌드(예: 비건, 저탄소 소비)와 결합해 확산
- **[B2B+B2C(18개)]** B2B SaaS 기업이나 소비재와 기술 라이선싱을 결합한 서비스 기업 등으로 구성되며 시장 규모 확대와 수익 다각화를 목적으로 B2B와 B2C 사업모델을 결합
 - 기술 기반 기업의 경우, 초기 안정적 매출 확보를 위해 B2B 모델로 시작하고 이후 직접 고객 직접 확대를 위한 B2C로 전환을 시도하는 사례가 많음

IV. 기후테크 유니콘의 탄생 추이 및 특징

- [신생기업 주도] 기후테크 유니콘의 90%가 2010년 이후 설립된 기업이며, 이 중 70%는 2014~2019년에 창업한 기업으로 최근 10여 년간 기후테크 분야에서 신생 스타트업들이 대거 등장함

- 기후위기 인식 확산, 재생에너지 기술 발전, ESG 트렌드 부상 등이 맞물리며 창업 초기부터 기후 대응을 핵심 목표로 삼은 기술 기반 스타트업들이 다수 등장함
 - 특히, 2015년 파리기후협약 이후 에너지·모빌리티·탄소관리 등의 분야에서 신규 스타트업 등장이 급증했으며, 정부 정책과 민간 투자 환경의 뒷받침으로 시장 진입 장벽이 낮아짐

- [유니콘 진입시기] 2021~2022년 기후테크 투자 붐의 영향으로 81개(70%) 기업이 유니콘으로 진입하였으나 2023년에는 신규 유니콘이 17개로 감소하며 성장 속도가 급격히 둔화

- 2021년 이후 대규모 자본이 기후테크 분야로 유입되며 유니콘 탄생을 가속화되었으나, 2022년 이후 경기침체 등 거시경제 불확실성으로 투자 규모가 감소하면서 스타트업의 기업가치가 재조정됨

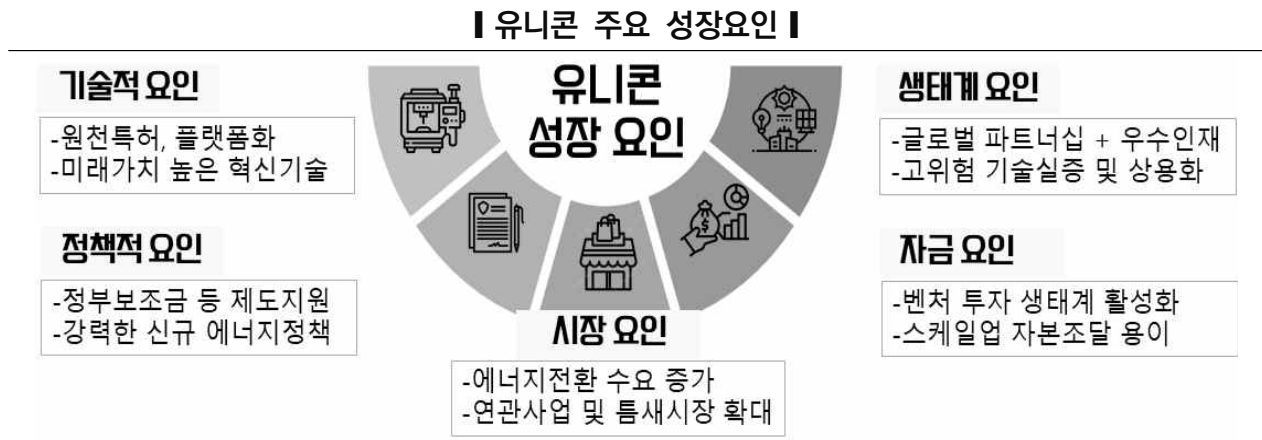
- [진입 소요기간] 유니콘으로 성장하기까지 평균 6년이 소요되며, 소프트웨어 플랫폼 기업이거나 모기업의 지원을 받는 경우 보다 빠르게 유니콘이 되는 경향을 보임

- 기술·HW 기업은 기술 실증·생산 인프라 구축에 시간이 소요되어 유니콘 진입 기간이 긴(평균 8년) 반면, SW·플랫폼 기업은 단기간(평균 5년)에 진입
- 모기업의 지원을 받는 기업이 유니콘으로 진입하는 데 필요한 시간이 더 짧다는 사실은 자금과 인프라 지원이 고속 성장의 촉진제로 작용한다는 것을 시사함



* Holon IQ의 글로벌 기후테크 유니콘 리스트를 기반으로 저자 작성

V. 유니콘 주요 성장요인 분석



■ [기술적 요인] 독자적인 원천특허, 획기적 기술 개선, 신기술 기반 플랫폼 구축을 통해 시장 선점에 성공한 기업의 기술력이 경쟁우위로 작용

- 핵융합, 전고체 배터리, 직접공기포집(DAC) 등은 향후 수십조 규모로 성장할 수 있는 게임체인저 기술로, 미래·장기 투자 유인을 제공
 - Helion Energy社 : 핵융합 원천 기술을 개발하여 美 국방부의 대규모 투자를 유치
- AI 빅데이터 기반 플랫폼은 빠른 시장 확장이 가능해 진입장벽을 형성하며 승자독식 구조로 연결
 - Uplight社 : AI 기반 통합 에너지관리 플랫폼 보급을 통해 자사 플랫폼이 사실상 업계 표준으로 자리매김하며 고속 성장

■ [정책적 요인] 에너지전환 등 정부의 정책과 보조금·세액공제 등 제도적 지원이 스타트업들의 시장 진입과 유니콘으로의 성장에 토대를 제공

- 미국 IRA, 유럽 그린딜, 중국 신에너지차 보조금 정책 등은 기술 상용화를 위한 재원 조달과 초기 시장수요 형성에 기여
 - Svolt社 : 중국 정부의 생산 보조금과 공장 설비투자 지원을 기반으로 빠르게 스케일업하며 유니콘으로 진입
- 규제 완화는 시장 진입 장벽을 낮추어 비용·시간·절차의 부담을 줄이며 스타트업 사업 모델의 실행 및 확장의 기반이 됨
 - Arcadia社 : 에너지 데이터에 대한 제3자의 접근을 허용하는 정책 이후 에너지 사용량 및 요금제 데이터를 수집·판매하는 플랫폼 사업을 본격화함

■ **[시장 요인] 재생에너지 및 전기차 보급 확대라는 메가트렌드와 그리드 솔루션, 전기차 충전 등과 같은 연관 신수요의 등장으로 사업 기회 확대**

- 각국 정부·기업들이 탄소중립 목표를 수립함에 따라 기후테크 시장의 수요가 보장될 수 있다는 인식이 확대되면서, 안정적인 매출 전망과 자금조달 용이성으로 이어짐
 - Eletric Hydrogen社 : 청정수소 수요가 확대될 것이라는 기대 속에서 전해조 기술에 대한 대규모 투자를 유치하고 공동 프로젝트를 확대하며 유니콘으로 진입
- 전기차 시장 급성장으로 인해 배터리·충전 인프라 기업의 사업기회가 확대되고, 재생 에너지 비중 증가로 전력망 효율성 관련 기술 수요가 확대되는 등 글로벌 시장 환경의 변화가 곧 기업의 성장요인으로 작용함
 - Enpal社 : 에너지 요금 급등 상황에서 초기 비용 부담을 대폭 낮춘 구독형 주택 태양광 모델로 폭발적 성장 달성

■ **[자금 요인] 유니콘으로의 스케일업 과정에서 필요한 자금을 지속적으로 공급받을 수 있는 자본조달 용이성이 유니콘 탄생을 촉진**

- 벤처캐피탈(VC)·사모펀드(PE)·연기금 등 기관투자자의 대규모 자금 유입으로 설비투자, 실증, 마케팅 등 기업의 성장전략 실행기반 확보
 - Cruise社 : 초기 라운드에서 SoftBank의 대규모 투자를 유치하고 이후 후속 라운드에서 Goldman Sachs, 연기금 등으로부터 받은 3억 달러 이상의 대규모 투자금을 바탕으로 빠른 스케일업과 기업가치 상승을 이끌어 냄
- 재무적 투자자 외 전략적 투자자와의 협력은 단순 자금 외에도 초기 수요처 확보 및 시장 진입 기회를 제공하여 후속 투자를 유도할 수 있음
 - Sila Nanotech社 : 폭스바겐, 벤츠, 현대차 등 글로벌 완성차 기업과의 전략적 파트너십 및 지분 투자를 통해 생산설비 구축과 유니콘으로의 성장을 가속화함

■ **[생태계 요인] 우수 인재와의 협업 가능성 증가, 다양한 규모의 기업들 참여 등 유니콘의 성장에 최적화된 생태계가 조성되면 스타트업의 아이디어와 기술이 빠르게 검증되고 확산**

- 창업자의 글로벌 네트워크와 다양한 국적·배경의 핵심 인재 확보 능력이 주요 성장요인
 - Watershed社 : 글로벌 유틸리티와 빅테크 출신의 핵심 인재 영입을 통해 전략적 투자자 유치 및 글로벌 파트너십을 확대하면서 성장 기반을 다짐

- 민간 주도의 스타트업 투자환경, 규제 유연성, 개방된 시장환경 등은 핵융합과 같은 단기간에 상용화 가능성이 낮은 기술의 실증 및 상용화 기반 제공
- CFS社 : MIT 출신 창업자의 네트워크를 기반으로 빅테크와의 협력 및 대규모 투자 유치를 통해 핵융합 기술에 대한 실증 파일럿을 수행

■ [소결] 유니콘 성장요인 종합

- ① 미래 파급력이 높은 핵융합, 수소 등의 핵심 원천 기술을 기반으로 글로벌 대기업들과 파트너십을 체결하고 지속적으로 거대자본 유입
- ② 정책 추진으로 시장이 충분한 수요를 시장에 공급하고, 다양한 기업이 성장할 수 있는 거대 내수시장을 보유 (중국의 모빌리티·ESS, 독일의 가정용 태양광)
- ③ 개방된 전력시장을 보유하여 신규 기업의 진입이 용이하고, 다양한 기술 기반을 가진 기업 간의 협력이 유기적으로 이루어지는 국가에서는 AI·빅데이터 기술을 활용해 틈새 시장을 공략하거나 플랫폼·SaaS 사업모델을 구축하여 시장 선점
- ④ 유니콘은 기술력만으로는 탄생하지 않으며, 유니콘으로의 성장을 위해서는 정책·자본·시장·조직 등 복합적 요인이 작동하는 생태계를 조성하는 것이 핵심

VI. 국내 사업환경 진단 결과

1. 에너지 스타트업 생태계의 현실

- 국내 에너지 스타트업 수는 전체 스타트업 대비 극히 적으며, 기업가치 1조 원 이상 유니콘 기업은 전무
- 시장성과 매출 기반이 약해, 반복 매출 확보나 실수요처 발굴 없이 BEP(손익분기점) 달성 이전에 사업이 중단되는 사례가 다수 발생

2. 스타트업이 직면한 구조적 제약

- [제도 및 규제 장벽] 실증·시범 사업 진입 시 법제도 해석과 절차의 복잡성으로 사업 추진이 지연되거나 무산되는 경우가 많음
- [투자 생태계 불균형] 재무적 투자자 위주 자금 유입으로 전략적 연계가 약하며, 대기업 계열 VC 등 전략적 투자자와의 사업 기회 연계 기회가 제한적
- [시장진입 장벽] 발전 자산을 보유한 대기업 중심의 시장구조로 인해 스타트업 기술의 실증 기회나 납품 기회를 확보하기 어려움
- [외부 협력의 어려움] 국내 시장은 규제 및 제도 복잡성으로 인해 해외 혁신기업과의 협업에 한계가 있으며, 이로 인해 기술 교류, 공동 실증, 글로벌 시장 진출 기회 등이 제한됨

3. 정책 및 제도적 한계

- [소통 및 협력 채널 부재] 지자체, 정부 부처, 공공기관 간 연계가 부족하고 통합된 소통 창구가 없어 스타트업은 파트너십 구성, 사업 초기 기획, 규제기관 탐색에 과도한 자원을 소모함
- [정책 실효성 부족] 초기 단계 기업을 지원하기 위해 조성된 기반 펀드가 국산화율 등 까다로운 조건을 포함하고 있으며, 실제 집행률이 낮은 특성을 보임
- [데이터 가용성 부족] AI 기반 예측·제어 솔루션 고도화를 위한 실시간 발전량·기상 정보 등 각종 데이터에 대한 접근이 제한적

Ⅶ. 에너지 분야 유니콘 육성을 위한 시사점 및 발전 방안

1. 기술적 측면

- 미래 파급력이 높은 핵심 원천 기술을 확보하기 위한 환경을 마련하기 위해서는 스타트업의 기술 동향 파악이 필수
- [글로벌 시장환경 변화 모니터링] 글로벌 유니콘의 기술 및 사업 동향을 지속적으로 분석하고, 이를 기반으로 기술 융복합 기회 모색 필요
 - 유니콘 기업들의 신사업 트렌드 및 글로벌 유틸리티와의 협력 사례 분석을 통해 국내 적용이 가능한 혁신 기술·사업모델 검토
 - 국내 기업들의 기술 수준과 사업화 역량을 지속적으로 모니터링할 필요가 있음
- [상호보완적 역할 기반 협력 강화] 국내 에너지 분야의 주요 기업들이 보유한 역량과 국내 스타트업의 기술·사업모델 간 정합성 분석을 통한 사업화 연계 전략 추진 필요
 - ‘기술 역량은 보유했으나 사업화 역량이 부족한 스타트업’은 실증·판로지원을 통해 사업화로 연계하고, ESS, VPP 등 상용화 가능성이 높을 것으로 기대되는 기술군을 중심으로 조기 실증과 기술 이전 가능성 검토
 - 반대로 시장성이 있으나 국내 주요 기업들의 기술력이 부족한 분야는 스타트업과의 기술협력 및 전략적 제휴를 통해 보완

2. 정책적 측면

- 에너지 신사업 분야 스타트업 육성을 위해서는 규제 장벽의 완화가 필요하며
- 기술을 보유하고 있어도 사업화로 연계할 수 있는 역량이 부족한 국내 스타트업들을 위한 사업화, 인프라 지원 확대 등의 정책적 노력이 필요
- [규제 협의 및 사업 연계 통합창구 구축] 에너지 스타트업이 직면한 규제, 사업화 연계, 기관 간 소통 문제를 해소하기 위해 통합적 지원 플랫폼 운영 필요
 - 스타트업은 실증사업 진행 시 산업부, 국토부, 환경부 등 각 부처의 인허가·규제에 대응하고 민관 협력 기회를 발굴하는데 많은 비용을 부담함

- 이와 같은 부담을 완화하기 위해서는 규제 해석, 실증사업 매칭, 협업 기회 발굴 등을 단일 창구에서 처리할 수 있는 온라인 기반 ‘규제 컨시어지형 통합창구’ 구축 필요
- 특히 분산에너지 실증 프로젝트, 전력 데이터 플랫폼 등은 산업부·지자체·공기업 간 교차 협력이 요구됨

■ **[실증 환경 및 테스트베드 제공] 기술 기반 스타트업의 시장 검증 기회와 사업화 연계를 촉진하기 위해 실증 테스트베드에 대한 접근성을 강화해야 함**

- ESS, VPP, 분산자원 등 주요 기술군의 스타트업들이 주요 에너지 기업들이 보유한 전력계통, 송변전 인프라, 재생에너지 발전 단지 등을 활용해 실제 계통 환경에서 보유한 기술을 실증할 수 있도록 물리적·가상 테스트베드에 대한 접근성을 개선

■ **[전력 데이터 활용 기반 강화] AI 기반 기술을 검증하고, 예측 기술의 고도화를 위해 고품질 에너지·전력 데이터의 통합 활용도 제고 필요**

- 실시간 전력 수요·공급과 예측·제어 관련 데이터는 에너지 신사업 비즈니스 모델 고도화를 위한 핵심 요소이나, 현재는 접근 편의성이 높지 않음
- 글로벌 사례를 봤을 때 AI 기반 예측·제어 솔루션 기술을 활용한 유니콘이 등장하기 위해서는 고품질의 데이터에 대한 접근성이 우선 개선되어야 하므로 장기적 관점에서 데이터 품질 확보 및 활용도 제고 방안 수립이 필요
- 데이터의 실시간성을 확보하고 자료의 가용성을 높일 수 있는 통합 활용 포털 구축과 데이터 개방 및 활용을 위한 제도적·법적 규제 해소 방안 마련 필요

3. 시장·자금 측면

- **국내 에너지 신사업 시장의 성숙도가 부족하여 안정적인 수익 확보가 어려움**
- **초기 매출 및 반복 매출 확보가 어려운 상황이므로 대기업 등 전략적 투자자의 투자 확대 필요**

■ **[전략적 투자 확대 필요] 스타트업이 시장에 진입하여 매출 기반을 확보할 수 있도록 지원하기 위해 다양한 방식의 투자가 이루어질 수 있는 투자 생태계 활성화 필요**

- 현재 국내 스타트업 투자 생태계는 재무적 투자자 중심으로 형성되어 있어 스타트업들이 스케일업 이전 단계에서 자금난을 겪거나 후속 투자 부재로 고사하는 경우가 많음

- 발전소, 송배전 인프라, 전력 플랫폼 등 에너지·전력분야에서 다층적 산업 자산을 보유한 민간기업이나 공기업 등이 단순 지분투자를 넘어 전략적 투자자로서의 역할을 강화할 경우 실증 인프라 제공자이자 수요처이자 투자자 역할을 동시에 수행할 수 있음
- **[국내시장 한계 극복을 위한 해외 동반 진출]** 주요 기업과 스타트업이 공동으로 해외에 진출하여 제한된 시장 규모와 구조적 진입장벽을 지닌 국내 에너지 신사업의 성장 돌파구 마련
- 국내 주요 에너지기업이 보유한 해외 인프라와 글로벌 네트워크를 바탕으로, 스타트업과의 공동 진출을 통해 수익성 높은 해외 시장 개척 가능

4. 생태계 측면

- **유니콘 육성을 위한 기술·정책·시장·자금 요인에 어려움이 있는 국내 환경에서는 주요 에너지기업과 스타트업이 동시에 성장할 수 있는 환경 조성 필요**
- **[글로벌 유망 스타트업 유치 및 생태계 확장]** 개방적 생태계 조성을 통해 외국 스타트업과의 경쟁·협력을 촉진하고, 이를 국내 에너지 산업의 질적 성장 및 해외 진출 기반 강화로 연계
- 미국·유럽은 해외 스타트업의 유입을 통해 자국 기업과의 기술 협업, 시장 확장, 신규 사업모델 창출이 활발히 이뤄졌으며, 관련 생태계 강화로 이어짐
- 국내 에너지 시장은 외국계 혁신기업의 유입이 극히 제한적이며, 이로 인해 기술 다양성 확보 및 글로벌 연계 협력 기회가 부족한 상황
- 외국계 기업의 유입은 국내 스타트업과의 ‘경쟁 속 협력’을 유도하여 기술 고도화와 시장 감각을 제고하고, 공동 실증과 파트너십을 통해 장기적으로 해외 시장 동반 진출의 교두보 역할을 할 수 있음

【참고문헌】

- ▶ 박기현 외, 글로벌 유니콘 기업의 기업가치 결정요인 분석 : 산업 및 국가수준 요인을 중심으로, 한국혁신학회지 제17권 제4호, 2022.11
- ▶ 한국경제연구원, 글로벌 100대 유니콘기업과 국내 신산업 규제 개선방향, 2023.8
- ▶ CB Insights, Global Unicorn Club List 2025, 2025.5
- ▶ HolonIQ, Global Climate Tech Unicorns, 2023.12
- ▶ KDB 미래전략연구소, 국내외 유니콘 기업 현황과 시사점, 2019.11
- ▶ KIET, 신용합시대 국내 신산업의 혁신성장역량 평가와 과제, 2019.4
- ▶ KIET, 해외 하드웨어 유니콘기업, 벤처투자의 동향과 시사점, 2023.1
- ▶ STEPI, 글로벌 데카콘 기업의 성장경로 분석 -미국과 중국 사례를 중심으로- , 2020.12

작성자 : 한전 경영연구원 김주한 선임연구원

Research Activities I : 미국 IRA 법안 폐지에 따른 영향 분석

자료 Market Indicative Power Forecast IRA Repeal Scenario (S&P Global Commodity Insights, 2025.5)

1 분석 배경

- ‘트럼프 감세법안’의 의회 통과(’25.7.4)로 인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act, 이하 IRA)에 따라 지급되던 청정에너지사업에 대한 혜택이 조기 축소·폐지될 예정
 - 바이든 행정부는 경제·기후·보건 법안인 IRA 제정(’22)을 통해 풍력, 태양광, 원자력, 배터리 저장 및 기타 청정에너지 기술에 대한 대규모 세액공제·보조금 등을 제공
 - 트럼프 대통령은 국가 에너지 비상사태 선포 후 제조업 부흥과 에너지 패권 강화 등을 목표로 前행정부의 IRA와 같은 기후 및 재생e 등에 관한 지원 정책을 폐기·축소 중
- IRA 폐지가 미국 전력시장에 미치는 잠재적 영향을 분석
 - (방법) IRA 법안이 유효했던 ’24년 4분기 지역별 전력시장 데이터를 기반으로 IRA 법안 폐지 여부에 따른 시나리오별 ’35년 전력시장의 주요 지표 전망치를 비교·분석
 - (가정) 법안 폐지 시나리오는 ’28년 이후 풍력·태양광 발전에 대한 생산 세액공제(PTC)와 ESS, 해상풍력, 지열 등 고비용 기술에 대한 투자 세액공제(ITC)의 전면 폐지를 가정
 - 또한 모든 시나리오에서 美 전역의 전력수요가 급증하고 있는 점을 반영했는데, 구체적인 지역별 전력수요 성장률 및 신규 설비용량 수치는 S&P 자체 전망치를 적용함

| 미국의 지역별 장기 전력수요 성장률 |



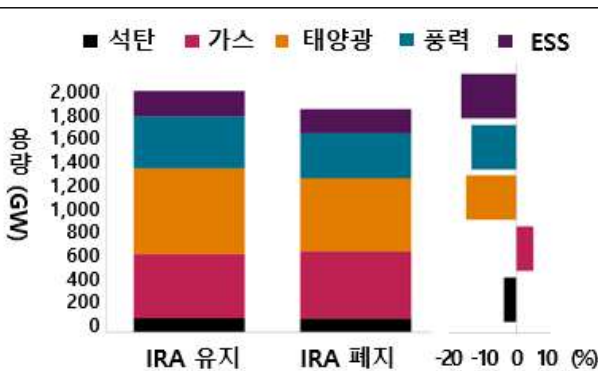
※ 출처 : S&P Global Commodity Insights

2 IRA 법안 폐지가 美 전력시장에 미치는 영향

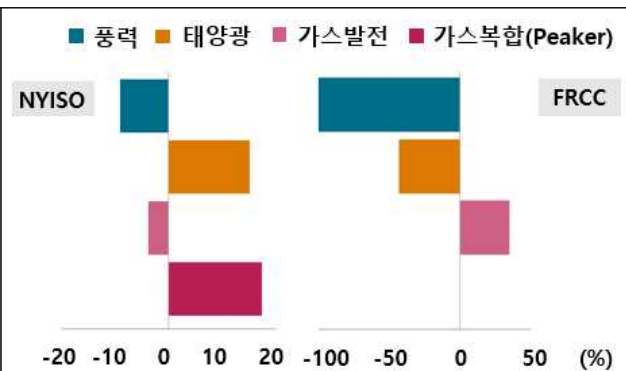
1. 설비용량

- [전체 시장] IRA 법안 폐지 시 법안 유지 시나리오 대비 태양광, 풍력, ESS는 각각 104GW, 57GW, 38GW 감소하고, 천연가스는 26GW 증가할 전망('35년)
- [지역별 시장] 전원별 설비용량에 대한 영향은 주·지역별 RPS 목표, 해상풍력 보급 계획 및 현재 재생에너지 보급률 등에 따라 상이하게 나타날 것으로 예상
 - (NYISO) IRA 폐지 시에도 뉴욕주의 공격적인 청정에너지 기준*(Clean Energy Standard) 목표를 달성하기 위해 태양광 설비가 확충되고 기저부하로 가스복합발전이 증가할 전망
 - * '30년까지 州 내 발전사들이 총 전력공급량의 70% 이상을 재생에너지로 충당하도록 의무화함
 - (FRCC) IRA 폐지 시, 풍력 설비의 100%, 태양광 설비의 50%가 축소되고, 안정적인 전력공급을 위해 필요한 피크 대응용 가스발전(Peaker)은 증가할 전망
- 플로리다 지역은 재생에너지공급의무화제도(RPS)가 시행되고 있지 않아 IRA 폐지 시 경제성이 낮아지는 재생에너지 발전설비 보급에 어려움을 겪을 것으로 예상됨

『35년 시나리오별 총 설비용량 및 전원별 변화율』



『35년 지역별·전원별 설비용량 변화율』

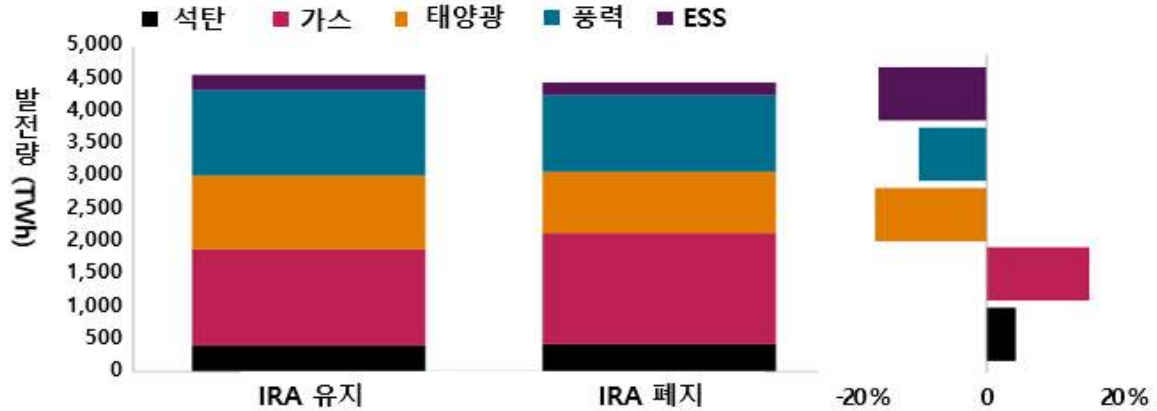


※ 출처 : S&P Global Commodity Insights

2. 발전량

- IRA 법안 폐지 시 예상되는 설비용량 축소의 영향으로 풍력 및 태양광 발전량과 ESS 전력공급량은 10~17% 감소할 전망
 - 반면에 가스복합 발전량은 법안 유지 시나리오 대비 16%가량 증가하고, 석탄 발전은 설비용량 감소에도 효율성 향상으로 발전량이 증가하여 경제성이 제고될 것으로 예상

Ⅰ '35년 시나리오별·전원별 발전량 및 전원별 발전량 변화율 Ⅰ



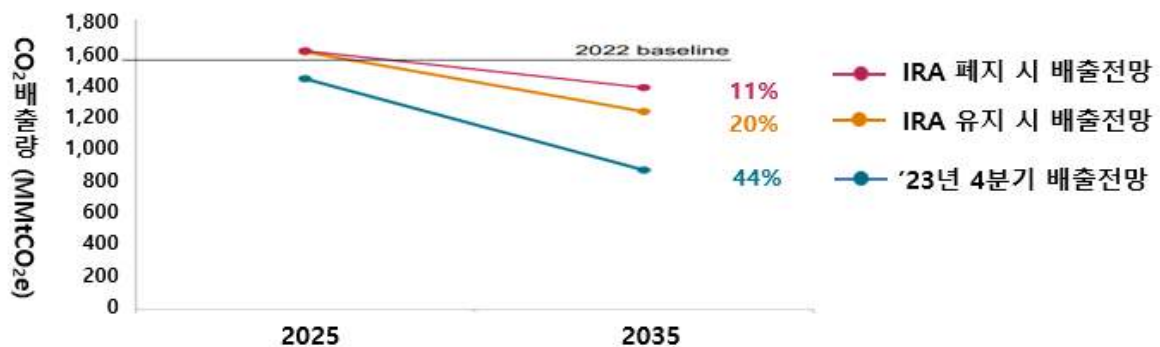
※ 출처 : S&P Global Commodity Insights

3. CO₂ 배출량

□ IRA 법안 폐지 시 '35년 CO₂ 배출량은 '22년 대비 약 11% 감소하지만, IRA 법안 유지 시에는 약 20% 감소할 것으로 예상됨

- IRA 폐지에 따른 재생에너지 보급 부진이 CO₂ 감축량 감소로 이어질 전망
- '23년말 시점에는 '35년 CO₂ 배출량이 '22년 대비 44% 감소할 것으로 예상되었으나, 시나리오 분석에서는 전력수요 급증이 반영되어 '25년 CO₂ 배출량 예상치가 크게 상승한 것이 IRA가 유지되더라도 '35년 CO₂ 배출량이 20% 감소에 그친데 크게 영향을 미침

Ⅰ 향후 10년간('25 ~ '35년)의 CO₂ 배출량 예측 Ⅰ



※ 출처 : S&P Global Commodity Insights

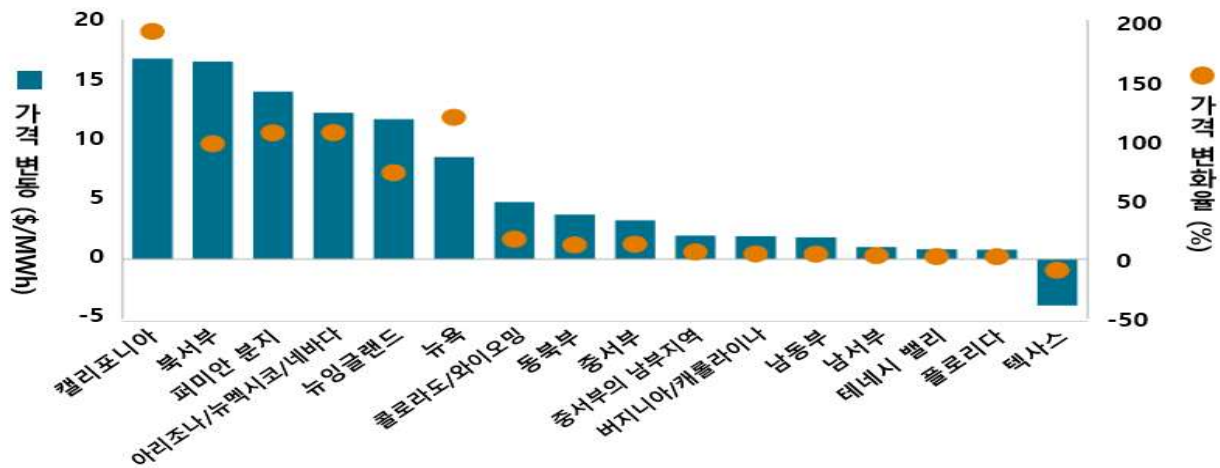
4. 에너지 가격

□ IRA 법안 폐지 시 마이너스 가격 입찰* 유인 부재, 발전원 변동(재생e↓, 가스 및 석탄↑) 등의 복합적인 영향으로 전국 대부분 지역의 에너지 가격이 인상될 전망

* 태양광 및 풍력 등이 과잉 전력을 생산 시 마이너스 가격으로 입찰하더라도 IRA에 따른 생산세액공제(PTC) 혜택이 더 크다면 재생에너지 발전사업자에 이익이 발생할 수 있음

- 단, 텍사스주(ERCOT)는 IRA 폐지로 축소되는 재생에너지 설비를 가스복합발전으로 적기 대체하면서 미국 내 유일하게 2035년 에너지 가격이 하락할 것으로 예상됨

■ IRA 법안 폐지 시 '35년까지의 지역별 평균 에너지 가격 변동 및 변화율 전망 ■



※ 출처 : S&P Global Commodity Insights

- [용량가격] IRA 폐지에 따른 영향은 시장별 규정에 따라 상이*하며, '35년 용량 가격은 IRA 유지 시나리오 대비 kW당 (-)1.66 ~ (+)11.9달러 수준의 차이 발생 예상

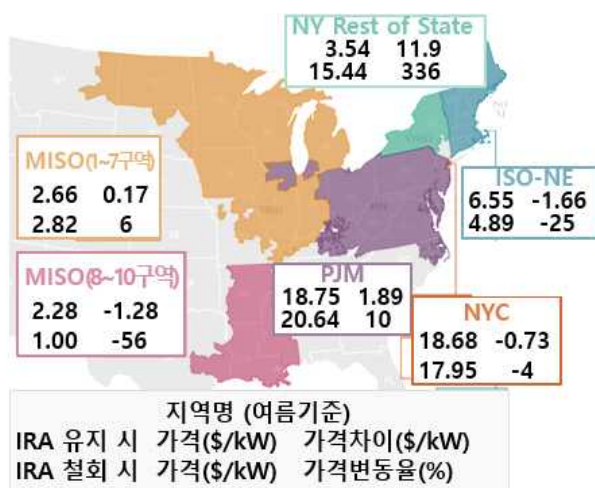
* 전력시장별로 에너지원별 용량 가격, 수익조정제도 등 시장제도 설계 내용에 차이 존재

- [REC가격] IRA 폐지 시 에너지 가격이 전반적으로 상승하면서 REC 가격은 하락*할 것으로 전망되나, 일부 지역에서는 REC 가격이 상승하는 경우도 예상됨

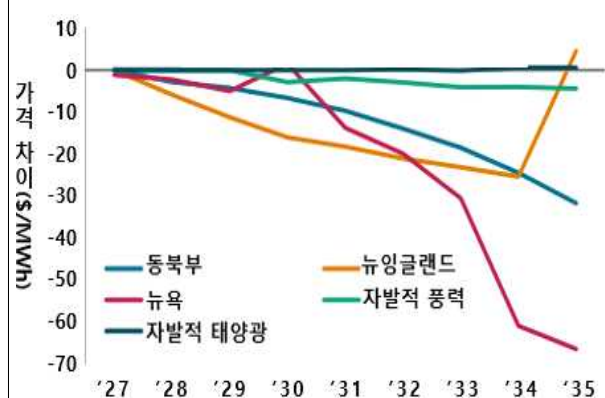
* 일반적으로 에너지 가격과 REC 가격은 음(-)의 상관관계를 보이며, 이를 가정함

- ISO-NE 서비스 지역에서는 IRA가 유지되더라도 RPS 목표가 달성('34년)된 후 REC 가격이 급하락할 것으로 예상

■ '35년 시나리오별·지역별 용량가격 및 차이 ■



■ 지역별 REC 가격 차이 전망 ■



* 자발적 풍력/태양광 : 소비자가 발전사업에 자발적으로 투자·참여하는 방식

※ 출처 : S&P Global Commodity Insights

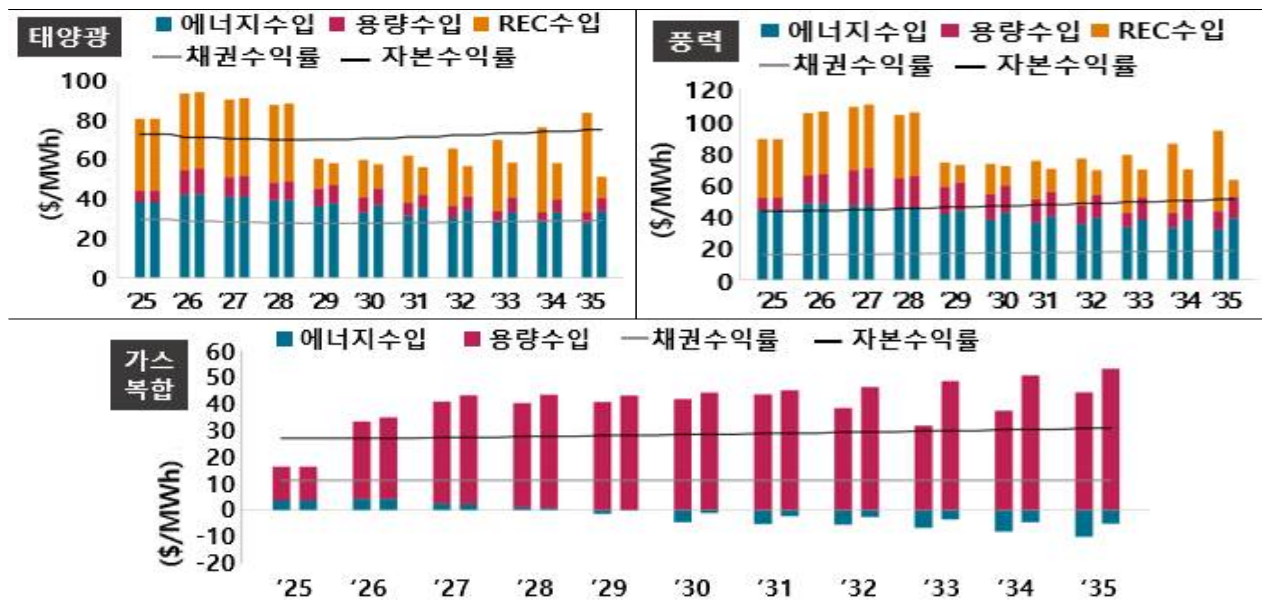
5. IRA 폐지 시 전원별 재무* 전망

* 수익 및 비용에 영향을 미치는 시장여건(재생에너지 보급률, 용량시장 제도, RPS 목표 등)을 고려하여, 지역별로 '35년까지 각 발전원의 비용(연료, CO₂ 배출량, 자본비용 등)을 차감한 수익(=에너지 수입 + 용량 수입 + REC 수입)을 산출

□ IRA 세액공제를 통해 사업의 경제성을 확보했던 태양광 및 풍력발전은 법안 폐지 후 재무여건이 악화되는 반면, 가스복합발전의 재무여건은 대체로 개선될 전망

- (태양광/풍력) PJM의 경우 IRA 폐지 후 REC 수입이 크게 감소하여 태양광사업의 수익률이 목표치를 하회하며, 풍력도 태양광과 유사한 패턴을 보이거나 목표 수익률을 상회할 것으로 예상
- (가스복합발전) IRA 폐지 후 연료 및 탄소 배출 비용이 상승해 에너지 수입이 (-)를 기록하지만, 용량 가격 상승에 따른 용량 수입 증가로 재무 여건이 개선될 전망

Ⅱ IRA 폐지 시 재무 전망 (PJM 지역) Ⅱ



※ 출처 : S&P Global Commodity Insights

3 분석 종합

- IRA 법안 폐지 시, 화석연료의 설비용량 및 발전량 비중 확대로 CO₂ 배출량이 증가하고 국가 탄소중립 달성이 목표 대비 지연될 것으로 예상됨
- RPS 제도가 없는 지역에서의 태양광, 풍력 및 ESS 용량이 크게 감소하고, REC 가격의 하락과 함께 에너지 가격은 대체적으로 인상될 전망(텍사스주 제외)
- 태양광·풍력 발전의 경제성이 전반적으로 악화되고 가스복합은 일부 개선 예상

작성자 : 한전 경영연구원 안희영 책임연구원

Research Activities II : ESS 가치 제고를 위한 전력시장 제도 개선 방향

자료 Energy Storage Market Design Reforms (ACP*, 2025.3)

* American Clean Power(미국 청정에너지 협회) : 미국 내 청정에너지 산업계를 대변하는 기관으로 청정에너지 산업 성장을 위한 정책 제안, 시장 정보 제공 등의 역할을 수행함

1 미국의 ESS 보급 현황

- 美 캘리포니아주, 텍사스주 등 전원믹스가 재생에너지 위주로 빠르게 변화하고 데이터센터 건설, 전기화 등의 영향으로 전력수요가 급격하게 증가하는 지역들 중심으로 MW급 대규모 BESS의 보급이 빠른 속도로 늘어나고 있음
 - 2025년 1분기 기준 미국 내 상업 운전을 새로 개시한 BESS의 규모는 1.97GW* 수준이며, 미국 전역에서 가동 중인 ESS 총 설비용량(양수발전 제외)은 31GW**를 넘어섬
 - * ** 설비 규모가 200kW 이상인 프로젝트만 집계한 결과(S&P Global, '25.6.4)
 - 현재 캘리포니아주와 텍사스주에서는 각각 12.8GW, 9.2GW 규모의 BESS가 가동 중
 - 2030년까지 미국에서 신규 건설 예정인 BESS 용량은 총 165GW에 달하며, 이 중 75%는 텍사스주(70GW), 캘리포니아주(34.4GW), 네바다주(19.5GW)에서 추진 중

■ 美 분기별 200kW급 이상의 대규모 ESS(양수발전 제외) 보급 추이 ■



※ 출처 : US large-scale energy storage resources by quarter in service(S&P Global, '25.5)

2 ESS 운용 관련 現 전력시장의 제도적 이슈

□ 美 연방에너지규제위원회(FERC)는 2018년 Order 841을 제정해 ESS가 도매시장에 제한 없이 참여해 기존 발전 자원과 공정하게 경쟁하고 보상받는 제도적 환경을 조성함으로써 민간사업자의 ESS 투자 및 시장 참여 활성화를 유도함

- Order 841은 산하 ISO들에게 ESS의 도매시장 참여 관련 공통 기준을 제시하고 세부 규정 마련을 지시했으며, 계통환경과 시장 여건 등을 감안한 ISO의 재량적 규정 수립을 허용
- 현재 모든 ISO들은 Order 841에 의거해 송배전망에 직접 연계되어 있고 공급능력이 100kW 이상인 ESS 설비*의 도매시장 참여를 허용하고 있음

* BTM(Behind-the-Meter)단에 위치한 100kW 미만의 ESS는 수요반응 서비스에 참여 가능

Ⅰ FERC Order 841의 ESS 도매시장 참여 관련 주요 지침 Ⅰ

구분	세부 내용
참여 허용 도매 서비스	에너지, 용량, 보조서비스
최소 입찰 허용 용량	100kW
시장가격 결정 자격	모든 도매 서비스 가격 결정 허용
사업자 비용 보전	비용 보전금(make-whole payment*) 지급

* 발전기 등 전력자원이 시장 참여에서 얻는 수익이 부족한 경우 이를 보전하기 위해 지급되는 보상금

※ 출처 : Wholesale Electricity Market Design in North America Reference Guide(EPRI, '25.1)

□ Order 841에도 불구하고 ISO들은 ESS의 빠르고 유연한 운전 특성과 가치를 도매시장 제도에 충분히 반영하지 못하고 있음

- 美 도매시장은 ESS 대비 느린 출력제어 속도, 긴 기동정지 시간, 안정적 연료공급 등의 운전 특성을 보유한 기존 화력발전에 맞춰 시장 제도를 설계했으며 여전히 이를 유지 중
 - 에너지, 용량, 보조서비스 상품의 입찰-계획-운영-정산 관련 규칙은 기존 전통전원의 기술적 한계와 보상을 목적으로 설계되어 있어 ESS 가치가 충분히 발휘되기 어려움
- 제한된 에너지 용량으로 인해 발생하는 기회비용*을 반영해 ESS의 합리적 운영을 유도할 수 있는 세부 제도적 장치를 마련하고, 이를 바탕으로 ESS가 지닌 빠른 동작 특성의 가치를 극대화할 수 있는 서비스 시장 운용이 필요함

* 저장용량 제한으로 인해 특정 시간에 운전 결정 시 포기 해야 하는 다른 시간의 잠재적 수익 기회

□ 일부 ISO는 전력 부문 탈탄소화 같은 수급 환경의 구조적 변화에 대응하기 위해 ESS의 신속한 운용 확대를 지원할 제도적 보완이 시급함

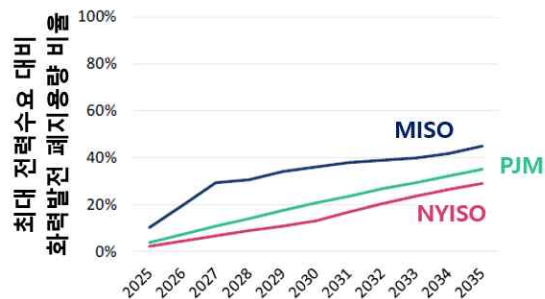
- PJM, MISO, NYISO 등은 기존 화력발전의 대규모 폐지와 재생에너지 대체를 추진 중으로, 공급신뢰도 유지와 늘어나는 유연성 수요 대응에 활용할 수 있는 ESS의 보급을 촉진하기 위한 시장제도 개편이 필요한 시점

Ⅱ PJM-MISO-NYISO 재생에너지 발전 확대 및 화력발전 폐지 계획 Ⅱ

〈 재생에너지 발전 확대 〉



〈 화력발전 폐지 〉



※ 출처 : Energy Storage Market Design Roadmap(ACP, '24.4)

3 ESS 가치 제고를 위한 전력시장 제도 개편 방향

1. 하루전 예측오차 대응용 예비력 서비스 신설

- 하루전 예측오차(day-ahead uncertainty) 대응용 예비력 서비스를 신설하고 재생 에너지 발전량 증가로 확대되는 순수요(net-load)* 예측오차 대응에 ESS 활용 제고 필요

* 전체 수요에서 재생에너지를 제외한 수요로 일반 발전기가 감당해야 하는 수요량

- 하루전 수요예측 오차 발생 시 ISO는 통상 급전계획에서 제외(out-of-market)된 저효율 발전기를 기동해 대응하고 시장가격보다 높은 Uplift*로 보상하고 있어 시장 효율성 저하

* 시장가격 및 급전 결과와 별개로 발전설비의 손실 보전을 위해 지급하는 보상금

- 하루전 예측오차 대응용 예비력 서비스를 신설 시 가격신호를 통해 ESS 등 유연하고 비용 경쟁력을 갖춘 전원설비의 참여 확대를 유도해 기존 저효율 발전기 대체 가능

- 빠른 응답과 양방향 제어 능력을 갖춘 ESS에 유리한 요구사항을 제시하고 있는 CAISO 등의 사례를 참고해 하루전 수요예측 오차 대응용 예비력 서비스 운용 필요

- CAISO의 “Imbalance Reserve*”는 재생에너지의 공급 과잉·부족에 단시간(15분) 내 대응 하기 위한 양방향 출력제어 제공을 요건으로 제시하고 있어 전통전원 대비 ESS가 유리

* 재생에너지 증가로 발생하는 순수요 예측의 불확실성에 대응하기 위해 하루전 시장에서 확보하는 예비력

2. 시간 내 유연성 제공용 예비력 서비스 개선

- ISO의 시간 내(intra-hour) 유연성 제공 예비력 서비스*의 활용 범위가 5분 이내 순수요 변동 대응에서 단기(15분 내) 순수요 예측오차 대응까지 확대되는 경우 고 성능의 유연성 제공 설비인 ESS의 활용 가치도 제고될 것으로 예상됨

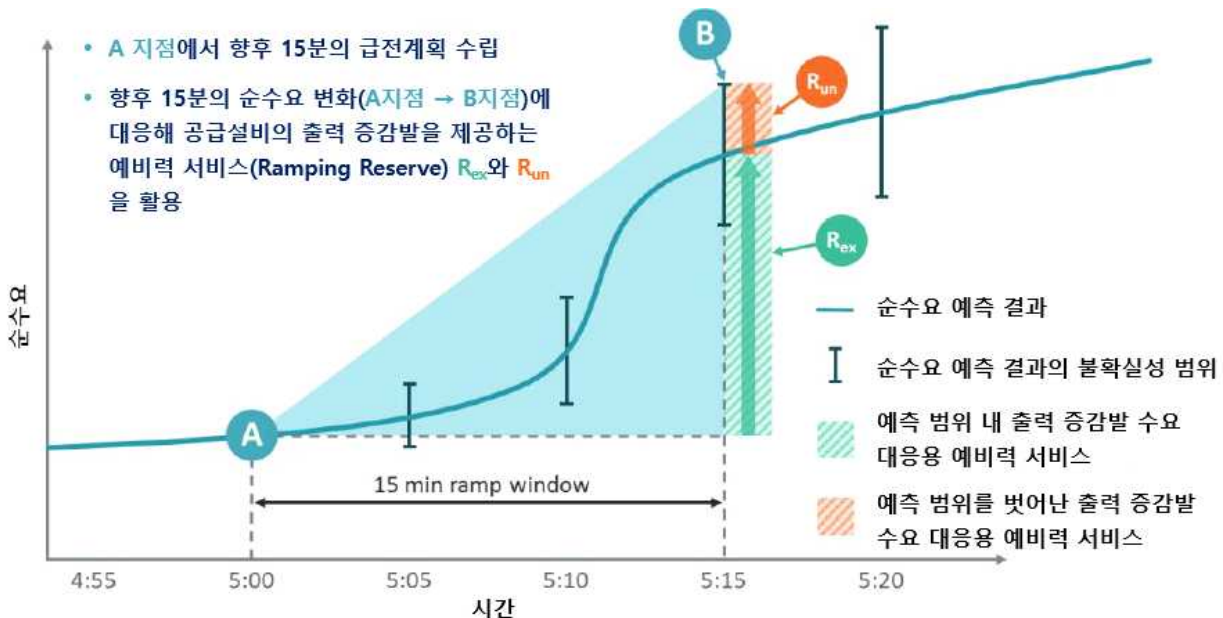
* 5분 내외의 단기간에 발생하는 순수요의 급격한 변동성 대응에 활용하는 예비력

- 대부분의 美 ISO들은 시간 내 유연성 제공 예비력 서비스를 실시간 시장의 순수요 변동 대응과 가격 안정화를 위해 운영하고 있으나, 일부 ISO만 단기 예측오차 대비에 활용 중*

* (CAISO) Flexible ramping product, (SPP) Ramp capability up & down 등

- 시간 내 유연성 제공 예비력의 활용 범위가 단기 예측오차 대응까지 확대되면 빠른 양방향 출력제어 능력을 보유한 ESS의 활용 확대로 이어져, 비경제적인 화력발전 운영 축소와 재생에너지 출력제한 완화로 효율적 망 운영에 기여 가능

Ⅱ 15분 유연성 제공 예비력 확보 개념 Ⅱ



※ 출처 : Energy Storage Market Design Roadmap(ACP, '24.4)

3. ESS의 용량기여도 평가 방식 개선

- MISO 등 일부 ISO는 ESS의 용량기여도를 과소평가하고 있는데, 이로 인해 실제 가치 대비 시장에서의 보상 부족으로 투자 유인이 감소하고 적기 보급이 저해될 수 있음

* 특정 발전자원의 정격용량 대비 공급신뢰도에 실질적으로 기여하는 실제 용량의 비율

- MISO는 ELCC*를 활용해 부하차단이 예상되는 고위험 시간대를 기준으로 용량기여도를 평가하고 있는데, 非합리적 운전 패턴**을 가정함으로써 ESS의 기여도를 과소평가함

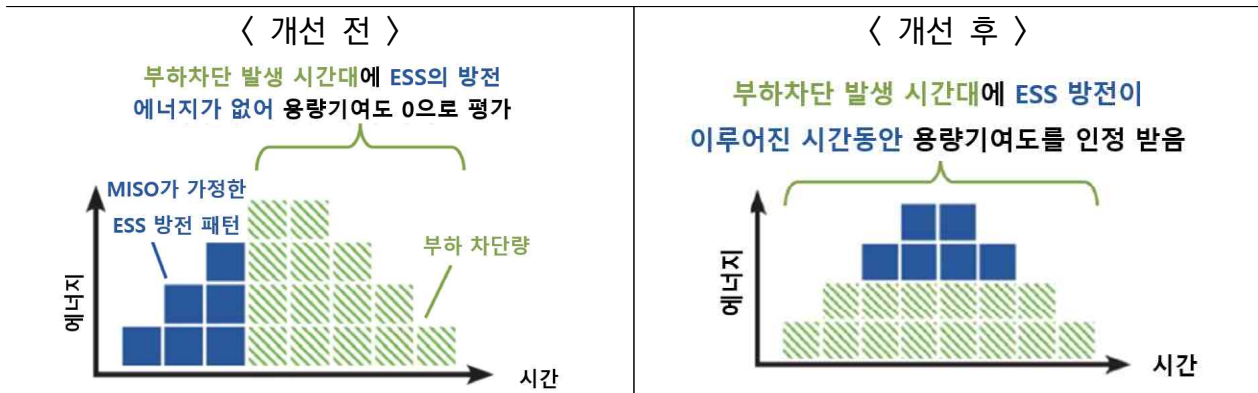
* Effective Load Carrying Capability : 확률론적 방법으로 특정 발전원의 용량기여도를 평가하는 방식

** 부하차단 초기 일부 시간에만 방전량을 집중해 저장한 에너지가 소진되어 이후 시간대에는 방전 불가

- ESS의 용량기여도 평가 시 공급능력 부족으로 부하차단이 예상되는 고위험 시간대에 ESS의 정교하고 합리적 충·방전 운영을 가정함으로써 용량기여도 제고가 가능함

- 최근 MISO는 부하차단이 예상되는 시간대에 ESS가 저장에너지를 균등하게 방전하도록 하여 고위험 시간대에 ESS의 공급신뢰도 기여도를 높일 수 있도록 제도 개선 중

Ⅱ MISO의 방전패턴 개선에 따른 ESS의 용량 기여도 변화 Ⅱ



※ 출처 : Energy Storage Market Design Reforms('25.4)

4. 기회비용을 온전히 반영한 ESS 입찰 허용

- ESS에 저장된 에너지를 효율적으로 배분하고 그 가치를 전력시장에서 정확하게 평가하기 위해서는 ESS의 제한된 저장용량으로 인해 발생하는 기회비용을 입찰 가격에 온전히 반영할 수 있도록 ISO의 관련 시장 규정 개선이 필요함
 - 대다수의 ISO는 ESS의 입찰가격에 기회비용 반영을 허용하나, 기회비용을 의도적으로 높게 책정해 시장가격을 교란*할 가능성에 대비해 온전한 기회비용의 반영을 제한하는 상황
 - * 예) 송전 제약 등으로 인해 전력 유통이 제한된 지역 내에 설치된 ESS가 가격 상승을 유발하는 경우
 - PJM은 실시간 시장, 예비력 시장의 입찰가격 상한을 적용해 ESS는 입찰가격에 기회비용을 충분히 반영할 수 없으며, 낮은 기대수익은 ESS의 시장 참여 저해 요인으로 작용 가능
 - 과도한 기회비용 반영을 통한 시장가격 왜곡은 감시하되, 충분한 기회비용 반영을 통해 필요한 시간대(시장가격 급등, 망 제약 발생 등) ESS의 참여를 유인할 수 있다면 전력시장의 전반적인 효율 향상으로 이어질 수 있음

5. ESS의 지역 공급신뢰도 이슈 대응 활용

- 전력시장만으로 해소가 어려운 지역적 망 혼잡 완화 및 공급신뢰도 유지에 고비용 화력발전소 운용이나 망 보강을 대신해 ESS의 활용을 확대하는 것이 바람직함
 - 재생에너지 확대로 심화되는 국지적 망 운영 제약 및 수급 불균형 문제의 대응 방안으로 기존 노후 화력발전 유지(고비용)나 송전망 건설(장기간 소요)을 고수하는 것은 비효율적
 - ISO는 장기적 관점에서 경제성을 담보하는 기술 중립적(technology-neutral) 해결책으로 우수한 제어 성능 제공과 빠른 건설이 용이한 ESS의 전략적 배치 및 운용도 고려 필요

작성자 : 한전 경영연구원 김영욱 선임연구원

KEMRI 전력경제 Review 2025년 7월호 (Vol.317)

발행일 2025. 8. 8.

발행인 원장 강민석

편집인 경영연구원 편집위원회
편 집 장 책임연구원 원동규(☎국선 : 02-3456-5490 / 사선 : 021-5490)
편집위원 선임연구원 김범규(☎국선 : 02-3456-5491 / 사선 : 021-5491)

홈페이지 www.kepco.co.kr/KEMRI

문의처 경영연구원 연구기획팀(☎국선 : 02-3456-5490~1 / 사선 : 021-5490~1)

※ 한국전력 경영연구원의 사전 동의 없이 본 보고서의 내용을 무단 전재하거나 제 3자에게 배포하는 것을 금합니다.