

전력 플랫폼에 의한 에너지자원 기술 동향 분석에 관한 연구

경종수*, 황성목**, 김병기***, 이용준*

*극동대학교 해킹보안학과, **한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부, 강원대학교 전기공학과
e-mail: 2020032@kdu.ac.kr

A Study on the Technology Trends in Energy Resources Based on Power Energy Platform

Jong-Soo Kyoung*, Sung-Mok Hwang**, Byungki Kim*** and Yong-jun Lee*

요약

본 논문에서는 국내외 기술 및 제도 동향을 기반으로 수요자원, 에너지 플랫폼, 가상발전소의 구조와 발전 추세를 정리하고, 각 기술의 전력시장 참여 방식과 운영 특성을 비교·분석한다. 또한 기존 연구에 대하여 개별 기술 중심으로 수행된 한계를 고려하고 융통자원의 통합적 운영 관점에서 전력시장 활용 가능성을 종합적으로 검토한다. 기술체계 및 동향에 대한 분석결과, 개별 자원은 계통 유연성 확보에 기여할 수 있으나 단독 활용에는 한계가 존재하였으며, 재생에너지 비중이 높은 전력계통에서는 다양한 자원의 연계 운영이 필요할 수 있음을 알 수 있다.

1. 서론

최근, 인공지능(AI) 기반 예측 및 제어 기술이 접목되면서 분산자원의 실시간 활용 가능성이 확대되고 있으나, 실제 전력시장 구조와의 연계 측면에서는 여전히 제도적·기술적 제약이 존재하고 있는 실정이다. 또한, 재생에너지 비중이 높은 전력계통에서는 단일 자원만으로는 수급 불확실성 대응에 한계가 존재하므로, 수요자원, 분산자원, 저장장치 및 디지털 기반 제어 기술의 연계 운영이 필수적이다.

따라서 본 논문에서는 국내외 기술 동향 및 수준 자료를 기반으로 수요자원, 에너지 플랫폼, 가상발전소(VPP) 기술의 제도적 구조와 발전 추세를 체계적으로 정리하고, 각 기술이 전력시장 운영에 미치는 영향을 분석한다. 특히 기존 연구들이 개별 기술 중심의 분석에 집중되어 있는 한계를 보완하기 위해, 본 논문에서는 다양한 전력융통자원의 통합적 운영 관점에서 전력시장 참여 가능성과 역할을 종합적으로 검토한다.

2. 수요자원 시장의 기술 동향

수요자원 시장은 기존 수요관리 제도의 한계성을 보완하기 위해 도입된 제도로서, 초기 설계 단계부터 전력시장 참여를 전제로 하여, 전력의 감축 의무와 성과 검증을 통한 발전자원

에 준하는 신뢰성을 확보하는 것을 목표로 하고 있다. 이에, 수요반응자원은 표 1과 같이 감축 의무 부과와 단계적 검증 절차를 통해 기존 수요관리 대비 제도적 강제성이 강화된 구조를 갖는다. 다만 이러한 구조가 참여 자원 확대를 위한 운영체계에 대한 설계시, 표 1과 같이 추가적으로 고려해야할 요소가 필요하다.

[표 1] Comparative Analysis of Demand Response Resources

Category	Existing Demand Management	Demand Response Resources	Large-Scale Generation Facilitis
Reduction Obligation	None	↔ Yes	Yes (generation obligation)
Response Speed	day ahead (limited rapid response)	↔ 1 hour ahead	2 hour ahead
Reliability	No penalty (based on voluntary participation)	↔ Penalty imposed	High reliability
Verification	No prior verification	↔ 3-step verification	Periodic verification

3. 전력플랫폼의 기술 동향

국내, 에너지관리시스템(EMS) 시장은 지속적인 성장세를 보이고 있으며, 특히 2025년 국내 EMS 시장 규모는 약 3조 2,369억 원으로서, 식 (1)를 이용하여 2026년도 이후 연

평균 CAGR(연평균 성장률, Compound Annual Growth Rate)을 산출할 경우, 표 2와 같이 약 13~16% 수준의 성장률이 유지될 것으로 전망된다. 따라서, 이러한 성장 추세를 반영한 국내 EMS 시장에 대해서도 2030년까지 지속적인 성장이 예상된다. 여기에서 CAGR의 예측치는 기준연도의 시장 규모 연도를 2019년(11,354억 원)으로 가정하였고, 마지막 연도의 시장 규모 연도를 2025년(32,369억 원)을 고려하여 추세를 계산하였다.

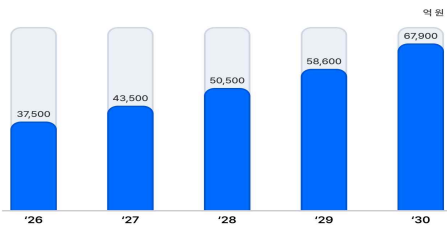
$$CAGR = \left(\frac{V_f}{V_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (1)$$

여기서, V_i : market size in the base year(Initial Value), V_f : market size in the final year, n : number of years (period)

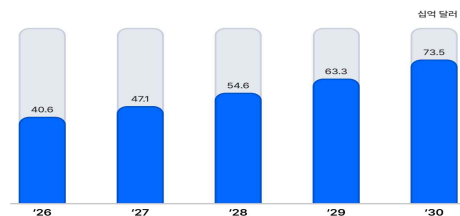
[표 2] Domestic and global energy management system, market size and forecast (Unit: USD Billion, KRW 100 Million, %)

Classification	'26	'27	'28	'29	'30	CAGR
Global market	40.6	47.1	54.6	63.3	73.5	16
Domestic market	37,500	43,500	50,500	58,600	67,900	16

특히, 산업·건물, 스마트그리드 분야에서의 에너지 효율화 요구 증가와 함께 탄소중립 정책, 디지털 기반 에너지 관리 기술(IoT, AI, 데이터 기반 에너지 관리 등)의 확산이 EMS 시장 성장의 주요 요인으로 작용할 것으로 분석되고 있다. 따라서, 이러한 요인을 고려할 때, 2025년 시장 규모를 기준하여, 약 16%의 연평균 성장률을 가정할 경우, 상기 표 2의 분석에 따라, 그림 1(a)와 같이 2030년 국내 EMS 시장 규모는 약 6~7조 원이며, 국외의 경우 그림 1(b)와 같이 730억 달러 수준에 도달할 가능성이 있는 것으로 분석된다.



(a) Projected size of the domestic EMS market

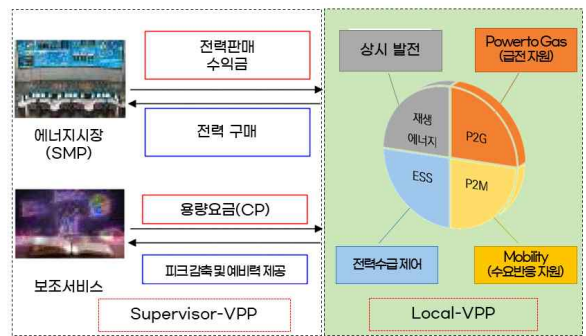


(b) Projected size of the global EMS market

[그림 1] Projected size of the domestic and global market

4. 가상발전소의 기술 동향

가상발전소(VPP)는 그림 2와 같이 태양광, 풍력, 에너지저장장치(ESS)와 같은 분산형 발전원(DG, Distributed Generation)과 수요반응(DR, Demand Response) 자원을 정보통신기술(ICT)을 기반으로 통합하여 하나의 발전소처럼 운영하는 시스템을 의미한다. 즉, VPP는 분산자원을 효율적으로 통합 관리함으로써 전력계통의 유연성을 향상시키고, 기존 대규모 중앙집중형 발전소가 제공하기 어려운 경제성과 안정성을 동시에 확보할 수 있는 장점을 가진다.



[그림 2] Technical analysis of Virtual Power Plant

5. 결론

본 논문에서는 국내 기술 동향 및 수준 자료를 중심으로 수요자원, 에너지 플랫폼 그리고 VPP 기술의 제도적 구조와 발전 추세를 정리하고, 각 기술이 전력시장 운영에 미치는 영향을 검토함으로써 향후 전력계통 유연성 확보를 위한 시사점을 도출하였다. 따라서, 시장 환경 변화에 따라 수요반응 시장과 VPP 그리고 이 기능을 포함한 에너지 플랫폼 시장은 단순히 분산자원 관리 시스템을 넘어 전력시장 참여 및 에너지 서비스 플랫폼으로 발전할 것으로 보이며, 전력계통 운영 및 에너지 서비스 시장에서 핵심이 될 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] International Energy Agency (IEA), Renewables 2023, 2023.
- [2] U.S. Energy Information Administration (EIA), Grid Integration of Renewable Energy, 2022.