



국내 배터리 기반 에너지저장장치(BESS) 확대를 위한 제도적 대안 연구

신동욱¹⁾ · 박경수^{2)*}

Institutional Policy Alternatives for Expanding Battery Energy Storage Systems (BESS) in South Korea

Dongwook Shin¹⁾ · Kyungsu Park^{2)*}

Received 24 November 2025 Revised 10 February 2026 Accepted 23 March 2026 Published online 25 March 2026

ABSTRACT The expansion of renewable energy has become a central priority in efforts to address climate change and achieve carbon neutrality. However, the increasing penetration of solar and wind power introduces intermittency and output variability, posing challenges to grid stability. Battery Energy Storage Systems (BESS) have therefore gained significant attention as a means to store surplus electricity and supply it during periods of demand, supporting system flexibility and reliability. While many countries actively promote BESS through mandates, subsidies, and market reforms, deployment in South Korea remains limited due to fire incidents, institutional shortcomings, and profitability barriers, highlighting the need for effective institutional policy alternatives to support adoption. This study identifies four institutional policy alternatives to accelerate BESS adoption in South Korea and employs the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate and prioritize them across multiple dimensions. The AHP results indicate that subsidies for installation costs hold the highest priority, highlighting the critical role of reducing initial investment burdens to facilitate wider private-sector participation.

Key words Battery energy storage system(배터리에너지저장시스템), Renewable energy(신재생에너지), Carbon neutrality(탄소중립), Analytic hierarchy process(계층분석법)

Nomenclature

CR: consistency ratio

1. 서론

최근 전 세계적으로 탄소중립 실현을 위한 에너지 전환

이 가속화되면서, 화석연료 중심의 전력 생산 구조에서 벗어나 청정에너지 기반의 지속 가능한 전력 체계로의 이행은 더 이상 선택이 아닌 필수적 과제로 인식되고 있다. 유럽연합(EU), 미국, 일본 등 주요 선진국뿐 아니라 중국, 인도 등 탄소배출 상위 국가들 역시 재생에너지 확대와 석탄 발전 감축을 주요 에너지 정책으로 채택하고 있으며, 우리나라 또한 2030년 국가 온실가스 감축목표(NDC)와 2050년 탄소중립 달성을 위한 다양한 제도와 정책을 추진 중에 있다.

그러나 국내의 현실을 살펴보면 이러한 감축목표를 달성하기 위한 기반이 충분히 구축되었는지에 대해서는 여전히

1) Administrative Manager, Korea Southern Power CO., LTD.

2) Professor, College of Business, Pusan National University

*Corresponding author: ks.park@pusan.ac.kr

Tel: +82-51-510-3161

Fax: +82-51-581-3144

의문이 제기된다. 최근 10년간 재생에너지 보급률은 완만한 증가세를 보였으나, 목표 달성을 위한 속도에는 미치지 못하고 있다는 평가가 지배적이다. 재생에너지 확대를 위한 주요 장애 요인은 기술적, 제도적 측면 모두에서 나타나고 있다. 인허가 절차의 복잡성, 입지 규제, 민원 발생 등의 요인으로 신규 발전설비의 구축이 원활하지 않으며, 사업자의 초기 투자 부담 또한 적지 않다. 그중에서도 가장 시급한 문제는 간헐적 출력 특성으로 인해 야기되는 전력 공급의 불확실성과 그로 인한 계통 불안정성이다. 특히 태양광과 풍력 중심의 재생에너지 확대는 자연조건에 따른 간헐성과 출력 예측의 어려움으로 인해 일정 수준 이상 보급될 경우 전력 계통 안정성 저해 요인으로 작용할 수 있다.

이러한 상황에서 에너지저장장치(Energy Storage System, ESS)는 잉여 전력을 저장하였다가 수요 시 공급함으로써 전력 수급의 불일치를 완화하고, 주파수 조정, 피크 부하 저감, 비상 전력 공급 등 다양한 계통 보조 서비스를 제공할 수 있어 재생에너지 확대를 위한 핵심 수단으로 주목받고 있다. 특히 리튬이온 배터리를 기반으로 한 배터리 에너지 저장장치(Battery Energy Storage System, BESS)는 대표적인 ESS 유형으로, 모듈화된 구조, 높은 설치 유연성, 기술 발전에 따른 경제성 향상, 재생에너지 발전원과의 연계 용이성 및 빠른 응답 속도 등의 장점으로 전 세계에서 가장 광범위하게 도입되고 있다. 국내외 다수의 보고서에 따르면 BESS와 태양광 발전의 통합은 출력 안정성과 에너지 효율을 개선하고 전력망의 스트레스를 완화하는 데 기여하는 것으로 분석되며, 특히 BESS와 태양광 시스템의 통합은 에너지 시스템의 효율성을 현저히 향상시키고, 에너지 변동성을 최대 30%까지 감소시키며, 출력 안정화를 통해 에너지 신뢰성 지표를 15% 높이는 것으로 분석되었다.^[1] 또한 피크 부하를 20%, 전력 인프라에 가해지는 스트레스를 25% 감소시키는 효과가 있어 전력망 운영의 효율성과 안정성 제고에 실질적으로 기여하는 것으로 나타났다. 아울러 BESS는 잉여 전력을 저장함으로써 출력 제한으로 인한 손실을 줄이고, 고부가가치 시간대에 판매함으로써 재생에너지의 경제성과 투자 회수 가능성을 높이는 데에도 기여한다.

국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)에서는 2030년까지 전 세계 에너지 저장 용량이 2023년 대

비 5배 이상 증가할 것으로 전망하고 있으며, BESS의 대규모 도입이 계통 안정성과 재생에너지 수용성 확보의 핵심 수단으로 강조되고 있다.^[2,3] 그럼에도 불구하고 국내 BESS 보급은 최근 수년간 안전성 문제, 제도적 불확실성, 낮은 수익성 등의 이유로 확산 속도가 정체되고 있는 실정이다. 이에 따라 BESS의 도입 확대를 위한 실효성 있는 제도 설계 및 정책 개선이 요구된다.

본 연구는 이러한 배경에서 BESS 관련 주요 정책과 제도 변화의 흐름을 분석하고, 국내외 사례 비교를 통해 현실적인 정책 및 제도적 대안을 도출하고자 한다. 또한, AHP (Analytic Hierarchy Process)를 활용하여 경제성, 기술적 실현 가능성, 사회적 수용성, 환경 지속성 측면에서 정책 및 제도적 대안을 분석하고 종합적인 우선순위를 도출한다. 이러한 분석 결과들은 재생에너지 확산과 BESS 시장 활성화를 위한 실질적인 정책적 시사점을 제공할 것으로 기대된다. 본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 우선, 제2장에서 BESS 확대를 위한 해외 주요 나라들의 노력들을 살펴본다. 제3장에서는 국내 BESS 보급 현황과 정책 흐름을 살펴보고, 주요 제도적 대안을 도출한다. 제4장에서는 AHP 분석을 통해 주요 제도적 대안에 대해 분석한다. 마지막 제5장에서는 본 연구의 결론과 발전 방향을 제시한다.

2. BESS 확대를 위한 해외 정책 사례

2.1 중국

중국은 재생에너지의 간헐성과 계통 안정성 문제를 해결하기 위한 일환으로, 유틸리티 규모의 재생에너지 설비에 ESS 연계를 의무화하는 정책을 지방정부 단위로 추진하고 있다. 2022년 기준, 21개 성지방정부에서 발전사업 입찰 시 ESS 설치가 필수 조건으로 요구된다.^[4] ESS의 용량과 지속시간 기준은 지방별로 상이하게 설정되어 있다. 또한 중국의 일부 지역에서는 ESS 설치를 촉진하기 위해 보조금을 지급하고 있다. 이 보조금은 주로 건물이나 시설 내부에 설치되는 BTM (Behind-the-Meter) 방식의 ESS를 대상으로 하지만, 칭하이성이나 저장성과 같은 일부 지역에서는 발전소 등 외부 계통과 직접 연결되는 FTM(Front-of-the-Meter) 방식의 ESS에도 보조금을 지원하고 있다.^[5]

2.2 미국

미국은 ESS를 시장 기반의 수익 창출 자원으로 명확히 정의하고, 제도적으로 전력시장 내 참여 경로를 설계해왔다. 연방 에너지규제위원회(FERC)는 ESS의 전력도매시장 참여를 허용하였고, 이에 따라 ESS는 주파수 조정, 예비력 확보, 피크 세이빙 등 다양한 전력서비스에서 수익을 창출할 수 있게 되었다. 캘리포니아주에서는 1,325 MW 규모의 ESS 설치 의무화가 시행되었으며, 주요 전력회사가 계통 연계형 ESS를 적극 운영하고 있다.^[6]

여기에 더해 연방정부는 ITC(Investment Tax Credit)를 통해 최대 60%까지 설치비 세액공제를 허용하고 있으며, 이는 초기 투자비 부담을 줄여 민간 참여를 확대하는 주요 수단으로 기능하고 있다. 미국의 사례는 시장 참여 제도 정비, 보조금 및 세제지원, 다변화된 수익 구조 설계의 복합적 접근을 통해 ESS 보급을 유도한 점에서 한국의 전략 수립에 유의미한 참고 모델이 된다.^[5]

2.3 독일

독일은 높은 재생에너지 비중을 수용하기 위한 전략의 일환으로, 에너지저장장치를 계통 연계형으로 확대 적용하고 있다. 국가 재생에너지 증가 전망에 따른 송전망의 혼잡 문제나 출력제한 상황에 대비하여 2019년에는 “Grid Booster” 계획을 발표하였으며,^[7] 2030년까지 25 GW의 대규모 ESS를 활용하는 프로젝트가 추진되고 있다. 특히 태양광발전소와 연계된 60 GW의 도입 또한 추진 중이다. 또한 독일의 계통 운영기관들은 ESS를 통해 주파수 안정화와 예비력 확보를 위한 규정 개정을 꾸준히 전개하고 있으며, 이는 재생에너지 간헐성 문제를 보완하고 전력 계통의 유연성을 높이는 기술-정책 연계 모델로 주목받는다. 독일의 사례는 한국이 향후 계통 혼잡도 해소, 주파수 조정, 재생에너지 출력제한 대응 등의 목적으로 ESS를 전략적으로 배치할 필요가 있음을 시사하며, 실증 기반의 기술-시장-정책 연계를 강조하는 모델로 평가된다.^[6]

2.4 호주

호주는 특히 남호주를 중심으로 분산형 전원의 확대를 가속화하고 있으며,^[8] ESS는 이러한 전원 자원의 집합 운

용(Virtual Power Plant)에서 핵심 인프라로 작동하고 있다. 수천 개의 산업용·주택용 ESS를 디지털 플랫폼으로 통합해 하나의 발전소처럼 운용함으로써, 수요 변동 대응력과 계통 안정성을 동시에 확보하고 있다. VPP 실증 사업은 민간 전력회사와 정부의 협력을 통해 추진되었으며, 향후 상업화가 본격화될 것으로 전망된다. 이러한 운영 모델은 한국에서 분산형 자원(Distributed Energy Resources: DER)의 확대와 함께, ESS 기반 통합 제어 시스템 개발의 필요성을 부각시키는 사례이다. 또한 디지털 기반의 실시간 수요 응답 체계가 ESS 수익 다각화의 한 축이 될 수 있음을 보여준다.^[5]

2.5 영국

영국은 재생에너지 비중 확대에 따라 유연한 전력 계통 운영의 필요성이 높아지자, ESS를 계통 자원으로 제도화하였다.^[6] ESS가 용량 시장(Capacity Market)과 보조 서비스 시장에 참여할 수 있도록 정산 체계를 마련하였으며, 특히 고속 응답 주파수 조정 서비스 FFR(Fast Frequency Response) 분야에서 ESS의 활용성이 높게 평가되고 있다. 이러한 서비스 구조는 ESS의 기술적 특성과 잘 맞아떨어지며, 민간사업자의 참여 유인을 강화하는 데 기여하고 있다.

영국의 사례는 에너지저장장치가 단순히 보조 수단이 아니라, 계통 안정성 확보를 위한 핵심 인프라로 활용될 수 있음을 보여준다. 또한 다양한 시장에 ESS가 직접 참여함으로써 수익 창출 경로를 확보하고, 민간 주도의 사업 확산 기반을 마련한 점에서도 시사하는 바가 크다. 이는 향후 한국에서도 ESS 활용도를 높이기 위해 전력시장 참여 기회를 제도적으로 확대할 필요가 있음을 시사한다.^[9]

2.6 일본

일본은 후쿠시마 원전 사고 이후 전력공급의 안정성과 비용 통제를 에너지 정책의 핵심 가치로 설정해 왔으며, 이에 따라 ESS 확대를 위한 정부 주도의 강력한 보급 정책이나 의무적 유인책은 제한적인 편이다. 이러한 환경에서 재생에너지 확대도 관리 가능한 수준에서 이루어지고 있어 ESS의 필요성 역시 상대적으로 낮게 인식되어 왔다.^[10] 다

만 최근 일본 정부는 재생에너지 연계형 ESS를 중심으로 민간·공공 연계 보조금과 실증사업을 추진하고,^[11] 내진 설계 및 안전성 강화 기술에 투자하는 등 ESS 활용을 점진적으로 확대하고 있다.

3. 국내 BESS 확대를 위한 주요 제도적 방안

3.1 국내 BESS 보급 현황과 정책 흐름

2024년 기준, 우리나라의 연간 총발전량 중 재생에너지가 차지하는 비율은 약 9% 수준이다.^[12] 이에 반해 중국은 약 31%,^[13] 미국은 17%,^[14] 독일은 59%,^[15] 호주는 39%,^[16] 영국은 50.8%^[17] 이상으로 한국보다 높은 수준이다. 이는 각국이 재생에너지 중심의 전원믹스로 빠르게 전환하고 있음을 보여준다. 이는 한국이 재생에너지 확대 정책이 뒤쳐져 있으며, 향후 전력 계통의 유연성과 안정성을 확보하기 위해 BESS의 발전 비율 확대가 필요함을 시사한다.

앞서 2장의 해외 사례에서 확인하였듯이, 해외 주요국들이 재생에너지 확산에 따라 계통 안정성을 보완하기 위해 BESS 연계를 전략적으로 강화하고 있음을 보여준다. Fig. 1과 같이, 한국의 BESS 확대 속도는 가파르게 증가하다 최근에는 다소 정체되어 있음을 볼 수 있으며, 한국도 재생에너지 확대와 함께 해당 비율을 단계적으로 상향해 나갈 필요가 있다.

국내에서는 여러 정부를 거치며 BESS 정책이 단계적으로 변화해 왔다. 박근혜 정부(2013~2017) 시기에는 ‘스마트그리드 확산 전략’ 아래 공공 주도의 시범사업이 추진되

며 BESS 도입의 초기 기반이 마련되었으나, 민간 참여 확대와 상업적 수익성 확보에는 한계가 있었다.^[19,20] 문재인 정부(2017~2022)는 ‘재생에너지 3020 이행계획’을 통해 태양광·풍력 보급 확대를 추진하며 BESS 설치 보조금 정책을 본격화해 2022년 누적 설치량이 약 10 GW까지 증가했으나, 연이은 ESS 화재 사고로 안전성 우려가 커지면서 민간 투자와 정책 신뢰도가 약화되었다.^[21~23] 윤석열 정부(2022~2025)는 단기 보조금보다 전력시장 참여를 통한 수익성 확보에 초점을 맞춘 시장 기반 접근으로 정책 방향을 전환하였으며, 유틸리티급 BESS의 보조 서비스 시장 참여 제도 개편이 추진되고 있다. 이에 따라 2024년 기준 누적 설치량은 약 11 GW로 완만한 회복세를 보이고 있으나, 정책 효과는 향후 시장 반응을 통해 추가 검증이 필요한 상황이다.^[24,25]

3.2 전력시장 내 BESS의 한계

정부 주도의 에너지저장장치(BESS) 보급 정책은 초기 시장 형성과 기술 도입 측면에서는 일정한 성과를 보였으나, 산업의 지속 가능성과 전력시장 내 자립적 정착 측면에서는 구조적 한계가 여전히 존재한다. 주요 제약 요인을 살펴보면, 첫째 BESS는 초기 설치 비용이 높고 전력 요금 변동성 등으로 인해 투자 회수 불확실성이 커 민간 참여 확대가 어렵다.^[26] 둘째, 반복된 ESS 화재로 인해 기술 안전성과 성능 검증 체계에 대한 신뢰가 낮아졌으며, 실증 기반 검증 부족도 문제로 지적된다.^[20] 셋째, 전력시장 내 BESS의 제도적 지위가 명확하지 않아 합리적인 가격 신호를 기반으로 한 자율적 운영이 어려운 상황이다.^[27] 넷째, PCS·EMS 등 연계 기술, 인증기관, 전문 인력, 테스트베드 인프라 등 산업 생태계가 충분히 구축되지 않아 품질 보증과 성능 평가가 제한된다.^[20] 다섯째, 보조금 일몰·기준 변경 등 정책의 지속성 부족은 민간 투자자의 불확실성을 높여 시장 신뢰도에 부정적 영향을 미친다.^[9] 여섯째, 국제 인증·해외 실증·수출 금융 등 글로벌 시장과의 연계가 부족해 산업 경쟁력 확장에도 제약이 따른다.^[5] 결국 이러한 기술적·제도적·경제적 제약이 복합적으로 작용하며, 단순한 보급 확대만으로는 시장의 안정적 성장과 지속성을 확보하기 어렵다.

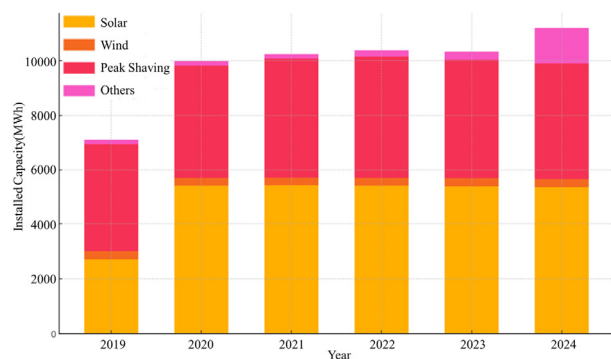


Fig. 1. Annual total installed BESS capacity and composition in Korea (MWh)^[18]

3.3 국내 BESS 확대를 위한 방안

국내 BESS의 확대 방안을 도출하고 정책 제언으로 이어가기 위해, 우선적으로 다양한 제도적·기술적 대안들을 폭넓게 검토하였다. 관련 문헌조사 결과, 정부 부처의 정책자료, 에너지 관련 학술논문, 그리고 주요 민간 연구기관의 보고서에서 공통적으로 제시된 9가지 확대 전략을 도출할 수 있었다. 도출된 전략들은 설치비용 보조금 지원, 실증 연계형 R&D 비용 지원, 산업 생태계 및 인프라 구축, 전력 판매단가 장기 확정 제도 도입, 세액 공제 확대, 안전성 및 소비자 수용성 확보, 글로벌 확장 전략, 설치 의무화, 수익 구조 다각화 등이다.

3.3.1 설치비용 보조금 지원

ESS는 초기 설치비용이 매우 크기 때문에, 정부의 직접적인 보조금 지원이 초기 시장 형성에 중요한 역할을 한다. 주요국은 ESS 설치 시 장비비의 일정 비율을 지원하거나, 정액으로 고정된 보조금을 제공한다. 예컨대 미국은 주정부 단위에서도 재정 지원을 통해 민간 참여를 확대하고 있으며, 일본은 공공-민간 공동투자 형태로 보급을 가속화하고 있다. 보조금은 ESS 초기 확산에 핵심적인 유인책으로 작용하며, 설치비 절감 및 민간 참여 확대를 유도하는 효과가 있다고 분석하고 있다.^[20,28]

국내에서도 한때 ESS 설치 보조금 제도가 시행되었으나, 예산 종료 및 일몰 등으로 지속성이 부족하다는 평가가 많았다. 단기적 지원에서 그치는 것이 아니라, 지속적이고 안정적인 재정지원 체계가 필요하다는 것이 전문가들의 공통된 의견이다. ESS 보조금은 시장 진입 장벽을 낮추고 사업자 간 경쟁을 유도하는 효과도 있어, 중소기업이나 신생 사업자의 진입 여건을 조성하는 데 기여할 수 있다.^[5]

3.3.2 실증 연계형 R&D 비용 지원

ESS는 다양한 기술 요소가 결합된 시스템으로, 배터리 수명, 안전성, 배터리 밀도 등 해결해야 할 기술적 과제가 많다. 특히 실증 기반 R&D는 기술 상용화와 인증 제도 발전의 핵심적 기반이 될 수 있으며, 정부의 인증 기준이나 기술 표준화에도 영향을 미친다. 일본과 유럽은 실증 데이터를 바탕으로 정책을 수립하고 있으며, 이는 기술·정책·

시장 간 연계 구조를 강화하는 방식으로 작동하고 있다. 한국도 민간기업과 공동 R&D를 추진하고 있으나, 예산 연속성과 사후 관리 체계의 부재가 지속적인 개선 과제로 지적된다.^[26]

3.3.3 산업 생태계 및 인프라 구축

ESS는 단일 제품이 아닌, 다양한 부품과 서비스가 복합된 산업 구조를 갖는다. 산업통상자원부에 따르면 ESS 산업의 지속 가능한 성장을 위해 정부 주도의 기반 인프라와 인증 생태계 정비는 필수적이며, 배터리 셀뿐만 아니라 BMS, PCS, EMS 등 연계 기술들이 유기적으로 연결되는 산업 생태계의 구축이 중요하다.^[20] 따라서 관련 기술기업, 인력, 인증기관, 부품 공급망 등 전반적인 생태계 구축이 요구된다.

또한, 독일과 미국에서도 클러스터 기반 산업 정책을 통해 ESS 중심 산업지대를 형성하고 있으며, 표준화와 전문 인력 양성에 집중하고 있다. 국내에서도 이를 위한 테스트 베드, 공동연구 시설, 전문인력 양성 프로그램이 필요하다는 지적이 많다. 특히 고장 분석, 성능 평가, 안전 검증 등은 민간 단독으로 수행하기 어렵기 때문에, 공공 주도의 인프라 구축이 병행되어야 한다.^[20]

3.3.4 전력 판매단가 장기간 확정 제도 도입

ESS는 단기간 내 수익을 회수하기 어려운 자산 구조를 가지고 있으므로, 장기 고정단가 체계는 ESS 투자 유인의 핵심 조건으로 작용하며 민간 투자 활성화를 위한 제도 개선이 시급하다는 의견들도 존재한다. 전력 판매단가가 시장 가격에 따라 급변할 경우, 사업자는 불확실성을 감수해야 하며 이는 투자 회피로 이어질 수 있다. 이를 방지하기 위해 장기 전력 거래 계약(PPA)이나 기준단가 고정 제도를 도입하는 것이 필요하다.

독일, 미국 등은 일정 기간 동안 고정된 정산단가 또는 성능 기반 보조금을 제공하여 투자 안정성을 보장하고 있다. 국내는 계통한계가격(SMP)의 변동성으로 인해 ESS 운영의 수익성 확보가 어렵다는 의견이 많다. 특히 재생에너지 연계형 ESS는 충·방전 시 수익이 불확실하므로, 예측 가능한 수익구조가 제도적으로 뒷받침되어야 한다.^[26]

3.3.5 세액 공제 확대

ESS 도입 기업에 세액 공제를 부여하는 방식은 직접 보조금 지급과 달리 간접적이지만 강력한 투자 유인책이 될 수 있으며, 특히 중소기업과 스타트업에게 효과적인 정책 도구로 작용할 것으로 기대된다.

미국의 인플레이션 감축법(IRA)처럼 ESS를 포함한 청정에너지 투자를 전폭적으로 세금혜택 대상에 포함시킨 사례가 대표적이다. 이는 민간 기업들이 ESS에 대한 장기적 투자 계획을 수립할 수 있도록 동기를 부여한다. 한국의 경우에도 일정 범위의 투자 비용에 대해 세액 공제가 적용되고 있으나, 적용 범위와 인센티브의 실효성이 떨어진다는 비판이 존재한다. 고정비용이 높은 ESS 특성상, 세액 공제 확대는 경제성 제고의 중요한 도구로 작용한다.^[29]

3.3.6 안전성 및 소비자 수용성 확보

ESS 화재 사고는 소비자 신뢰 및 수용성을 크게 훼손하고 시장 확산의 가장 큰 장애물로 작용해 왔다. 이를 해결하기 위해서는 열폭주 억제 기술, 고성능 소화장치 내장, 이상징후 감지 BMS 등과 같은 기술적 정비와 동시에 화재 발생 시 법적 책임 소재, 보상 체계, 보험 시스템 등과 같은 제도 개선이 병행되어야 한다.

일본은 ESS 설치 시 소방기관 승인과 기술 인증을 의무화하고 있으며, 미국은 UL 인증 확대를 통해 안전성 확보에 집중하고 있다. 한국도 KS 인증 기준을 강화하고 있지만, 사고 이후 신속한 대응 프로토콜 부재가 문제로 지적되고 있으며 소비자의 인식 개선과 수용성 제고를 위한 교육과 정보 제공이 절실하다.^[26]

3.3.7 글로벌 확장 전략

국내 ESS 기술은 일정 수준의 경쟁력을 갖추었으나, 글로벌 시장 진출을 위해선 전략적 지원이 필요하다. 국내 대기업들은 미국과 유럽의 배터리 저장소 프로젝트에 활발히 참여하고 있으나, 중소기업의 경우에는 글로벌 시장에 대한 진입장벽이 높다. 중소기업의 해외 진출을 위해서는 국제 인증, 실증, 금융지원이 연계된 통합적 지원책이 필요하며, 수출금융, 기술 인증 대행, 국제 전시회 공동 참가 등과 같은 정부 차원의 지원 등이 도움이 될 수도 있다. 또한

ESS는 전기차 배터리 산업과 기술 기반을 공유하기 때문에, 연계 산업군 간 글로벌 전략도 통합적으로 고려되어야 한다.^[26]

3.3.8 설치 의무화

ESS의 자발적 보급만으로는 재생에너지 확대 목표 달성이 어렵기 때문에, 일정 기준 이상 시설에 ESS 설치를 의무화하는 방안이 논의되고 있다. 예를 들어, 태양광 발전소의 일정 용량 이상일 경우 ESS를 함께 설치하도록 규정하거나, 산업단지 내 피크 저감용 ESS 의무화를 적용할 수 있다.

미국 캘리포니아주는 전력회사에 ESS 설치 목표를 법으로 부과하고 있으며, 그 결과 민간투자가 대폭 확대되었다. 한국도 일부 공공기관이나 신재생 의무 공급 사업자에 의무 설치 기준을 도입하고 있지만, 적용 범위가 제한적이고 실효성이 떨어진다는 지적이 있다. 단계적 도입과 함께, 초기 도입 부담을 낮추기 위한 보조 정책이 병행되어야 한다.^[20]

3.3.9 수익구조 다각화

기존에는 ESS가 전력 저장 기능에 국한되어 사용되었지만, 최근에는 전력시장 내 다양한 서비스에서 수익을 창출할 수 있도록 구조가 다각화되고 있으며 이러한 보조 서비스 시장 참여 및 다기능화는 ESS의 경제성 제고의 핵심 요인이 될 수 있다.

특히 미국의 PJM, 일본의 도매시장 등에서는 ESS가 용량 시장(capacity market)과 보조 서비스 시장에 동시에 참여해 수익을 극대화하고 있다. 한국도 최근 보조 서비스 제도 개편과 ESS의 시장 참여 제도화가 논의되고 있으며, 이를 통해 단일 수익원에서 벗어난 사업 모델이 가능해질 전망이다. 수익 모델의 다양화는 ESS 경제성을 높이고, 투자 리스크를 줄이는 핵심 전략 중 하나로 꼽힌다.^[26]

3.4 국내 BESS 확대를 위한 주요 제도적 대안 도출

BESS의 확대를 위해 제시되는 각 대안은 초기 시장 진입 유인 제공, 기술력 제고, 계통 수용성 확보, 산업 경쟁력 강화 등 다양한 목적을 내포하고 있으며, 제도적 접근과 기술적 접근이 혼재된 형태를 보인다. 그러나 본 연구는

BESS 확대를 위한 정부 차원의 제도적 기반 조성에 초점을 맞춘다. 실제 국내 BESS 시장은 기술적 성숙도 부족이 지적되고 있으며, 이는 정부의 제도적 지원 부족으로 인해 기술개발 여건과 민간 투자가 동반 위축되는 구조적 제약에 기인하는 측면이 크기 때문이다. 정책적·제도적 기반의 부재는 기술 발전과 시장 활성화의 동반 제약 요인으로 작용하고 있으며, 이에 대한 제도적 정비 필요성이 학계와 산업계 전반에서 제기되고 있다.

이에 따라 본 연구는 BESS 확대를 위한 주요 정책 대안의 상대적 중요도를 정량적으로 평가하기 위해 AHP를 적용하였다. AHP는 복수의 평가 요소를 동시에 고려하며 정책 간 우선순위를 도출할 수 있는 대표적인 다기준 의사결정 기법으로, 전문가 판단을 구조화하고 주관적 평가를 수리적으로 정량화할 수 있다는 점에서 많은 분야에서 활용되고 있다. 정책 분석 분야에서도 다양한 주제에 적용되고 있으며, Ko and Ha(2008)^[30]은 국내 정책학 연구에서의 AHP 활용 현황을 체계적으로 분석하여 그 적용 가능성과 한계를 제시하기도 하였다. Jung *et al.*(2021)^[31]은 AHP를 활용해 빅데이터 산업 활성화를 위한 정책추진 과제의 우선순위를 분석하였으며, Seo and An(2025)^[32]은 지역 특화 산업 정책의 사례로 인삼산업 정책의 우선순위를 도출함으로써 AHP가 산업·지역 정책의 의사결정 지원 도구로 유용함을 보여주었다. 특히, 신재생에너지 및 배터리 관련 분야에서도 정책적 관점에서 AHP를 적용한 연구가 일부 존재한다. Heo *et al.*(2016)^[33]은 AHP를 이용하여 신재생에너지 정책 요인의 중요도를 분석하였고, 최근에 수행된 Kim *et al.*(2025)^[34]에서도 AHP 분석을 활용하여 배터리 산업 정책의 전략적 우선순위를 제시한 바 있다. 본 연구에서는 실무적·정책적 관점에서 국내외 사례를 기반으로 도출된 다양한 정책 대안을 검토하여 사전 필터링하고 다양한 평가 요소를 바탕으로 더욱 정교하게 분석하려 했다는 점에서 차별성을 가진다.

AHP에서는 평가대상이 많을수록 비교의 일관성과 판단 신뢰도가 저하될 수 있으므로, 본 연구는 3.3절에서 도출한 9개의 대안을 대상으로 평가 대상을 축소하였다. 특히 실무적 활용성을 높이기 위해 유사 대안을 통합하거나 계층적으로 구조화하지 않고, 전문가 자문단 회의를 통한 사전 필터링(pre-screening)만을 적용하였다. 구체적으로는 발

전 및 전력산업 분야 전문가 4인(남부발전 2인, ESS 제조사 1인, ESS 운영사 1인)으로 구성된 자문회의를 실시하여, 각 대안의 제도화 가능성, 실효성, 해외 실증사례 존재 여부, 국내 제도 환경과의 정합성 등을 종합적으로 검토하였다. 그 결과, 전문가 자문단의 실무적 판단을 반영하여 다음의 4가지 대안을 주요 제도적 대안으로 선정하였다.

- (1) 전력 판매단가 장기간 확정: BESS 운영자가 전력시장에 참여해 판매할 전력의 단가를 일정 기간(예: 10년 이상) 고정함으로써 장기 수익성을 보장하고 투자 불확실성을 완화하는 제도
- (2) 설치비용 보조금 지원: BESS 설치에 필요한 초기 투자 비용 일부를 정부가 보조함으로써 민간의 초기 진입 장벽을 낮추고 보급을 촉진하는 정책
- (3) 실증 연계형 R&D 비용 지원: BESS 관련 기술의 실증과 사업화를 연계하여 현장 적용 가능한 기술 개발을 촉진하고, R&D 리스크를 분산하기 위한 정부 재정 지원
- (4) 설치 의무화: 신규 재생에너지 발전소 또는 일정 규모 이상의 전력사업자에게 BESS 설치를 법적으로 의무화하여, 전력 계통의 유연성과 안정성을 확보하려는 규제 기반의 정책

이들 대안은 제도적 기반이 적절히 마련될 경우 민간 투자 유인 제고, 사업 안정성 강화, 초기 시장 형성 등 측면에서 긍정적 파급효과를 기대할 수 있다. 4장에서는 이러한 주요 제도적 대안들에 대해 AHP를 통해 우선순위 분석을 진행한다.

4. BESS 지원을 위한 제도적 방향에 대한 AHP 분석

4장에서는 앞서 도출된 주요 4가지 대안을 중심으로 AHP 분석을 수행하고, 이를 통해 국내 BESS 정책 수립을 위한 실증 기반의 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

연구에서는 2025년 6월에 총 20명의 전문가를 대상으로 온라인/오프라인 설문조사를 진행하였으며, 일관성 비율(CR: Consistency Ratio)이 0.15 이하인 1명을 제외하고 19명의 응답자만을 대상으로 AHP 분석을 수행하였다. AHP

Table 1. Affiliations and fields of survey respondents

Affiliation	Number of Respondents	Field	Number of Respondents
Power Generation Company	10	Power Plant Operation	7
Korea Electrical Safety Corporation	2	Renewable Energy Development	7
Facilities Corporation	2	ESS Manufacturing & Installation	3
ESS Manufacturer	2	Electrical Safety	2
ESS Operator	1	Total	19
Private Sector	2		
Developer	0		
Total	19		

에서는 쌍대 비교(pairwise comparison)를 통해 평가자의 판단 일관성을 검증하며, 일반적으로 CR ≤ 0.10을 이상적 기준으로 제시하지만, 비교 대상이 많거나 판단이 복잡한 정책·기술 의사결정 문제에서는 더 큰 CR 값을 허용하고 있다.^[33] 이에 본 연구는 정책 대안 및 기술 대안의 복잡성과 전문가 집단의 이질성을 고려하여 CR ≤ 0.15를 허용 기준으로 설정하였다. 설문 응답자는 모두 재생에너지 및 에너지저장장치 관련분야에서 5년 이상 종사한 전문가 집단으로 선정되었으며, 이들은 발전공기업, ESS 제조 및 운영회사, 태양광 설비 시공사, 공공기관시설 운영 부서 등 다양한 전력 산업군에 종사하고 있다. 최종적으로 분석에 활용된 응답자의 소속 및 분야는 Table 1과 같다.

4.1 평가 요소의 중요도 분석

BESS 관련 정책은 다양한 목표를 동시에 고려해야 하는 복합적 정책 영역이므로, 본 연구에서는 이를 보다 정량적이고 정교하게 분석하기 위해 다양한 평가요소와 그 중요도를 도출하였다. 이를 위해 전문가들의 토의를 거쳐 경제성, 기술적 실현 가능성, 사회적 수용성, 환경 지속성의 네 가지 평가 요소를 선정하였다.

- 경제성 : 초기 투자와 유지비용 대비 수익 창출 가능성 판단, 민간과 정부 모두에게 투자 유인이 되는지 평가

Table 2. Importance weight by evaluation factor

Evaluation Factor	Importance Weight	Rank
Economic Feasibility	0.311	1
Technological Feasibility	0.256	2
Social Acceptability	0.184	4
Environmental Sustainability	0.25	3

- 기술적 실현 가능성 : 현재 또는 가까운 미래 기술로 목표 성능 구현 가능한지 판단, 기술 성숙도와 실증 가능성 중심으로 평가
- 사회적 수용성 : 화재 등 안전 문제로 인한 신뢰 저하와 민원 대응 포함, 주민과 소비자 입장에서 수용 가능성 평가
- 환경 지속성 : 온실가스 저감, 자원 절감, 생태계 보호 등 종합 고려, 모든 과정에서 환경에 미치는 영향 평가 이를 바탕으로 AHP를 적용하여 분석한 평가 요소별 중요도(가중치) 결과는 Table 2와 같으며, 경제성(31.1%) > 기술적 실현 가능성(25.6%) > 환경 지속성(25.0%) > 사회적 수용성(18.4%) 순으로 나타났다. 즉, 전문가들이 BESS 확대를 위한 제도에 대해 여전히 경제적 타당성을 최우선으로 고려하고 있으며, 동시에 기술적 완성도와 환경적 기여도 또한 중요한 평가 요소로 인식하고 있음을 보여준다. 또한 기술적 신뢰성과 환경적 지속성 간의 중요도 차이는 미비했다.

4.2 주요 제도적 대안에 대한 우선순위 분석

4.2.1 평가 요소별 분석

각 평가 요소별로 총 네 가지의 핵심 대안에 대해 분석한 결과는 Table 3과 같다. 이를 위해 본 연구에서는 경제성, 기술적 실현 가능성, 사회적 수용성, 환경 지속성의 네 가지 평가 요소별로 모든 대안을 쌍대 비교하는 방식으로 설문을 실시하였다. 즉, 경제성 관점에서 4개 대안 간 모든 조합을 비교한 후, 동일한 절차를 기술성, 사회적, 환경성 측면에서도 각각 반복하였다.

- 경제성 측면: '설치비용 보조금 지원(34.8%)'이 가장 높은 중요도를 보였고, '판매단가 장기 확정 제도(31.4%)'

Table 3. Evaluation results by evaluation factor

Alternative	Economic Feasibility	Rank	Technological Feasibility	Rank	Social Acceptability	Rank	Environmental Sustainability	Rank
(1) Long-term Fixed Electricity Tariff	0.314	2	0.214	3	0.214	4	0.166	4
(2) Subsidies for Installation Costs	0.348	1	0.248	2	0.323	1	0.188	3
(3) Demonstration-linked R&D Support	0.178	3	0.36	1	0.247	2	0.3	2
(4) Mandatory Installation Policy	0.16	4	0.178	4	0.216	3	0.346	1

가 그 뒤를 이었다. 이는 초기 설치비용 부담과 수익 예측 불확실성이 BESS 투자에 있어 핵심 장애요인으로 작용함을 시사한다. 반면 ‘실증 연계형 R&D 지원(17.8%)’과 ‘설치 의무화(16.0%)’는 직접적인 수익성과의 연계 부족 또는 강제성으로 인해 낮은 평가를 받았다. 전반적으로는 민간 참여를 유도하기 위해 비용 완화와 수익 안정성을 중심으로 정책 설계가 이뤄져야 함을 보여준다.

- 기술적 실현 가능성 측면: ‘실증 연계형 R&D 지원(36.0%)’이 가장 높은 중요도를 나타냈으며, ‘설치비용 보조금 지원(24.8%)’, ‘판매단가 장기안정(21.4%)’이 그 뒤를 이었다. 이는 기술 신뢰성 확보를 위해 실증 중심의 기술개발 지원이 우선되어야 한다는 인식을 반영한 결과로 해석된다. 특히 안전성과 성능 검증이 선결 과제로 인식되는 상황에서 실증 R&D는 기술적 완성도 제고의 핵심 수단으로 평가된다. 반면, ‘설치 의무화(17.8%)’는 기술 준비 부족 시 오히려 시스템 리스크를 높일 수 있다는 우려로 인해 상대적으로 낮은 비중을 보인 것으로 판단된다.
- 사회적 수용성 측면: ‘설치비용 보조금 지원(32.3%)’이 가장 높은 중요도를 보였으며, ‘실증 연계형 R&D 지원(24.7%)’과 ‘설치 의무화(21.6%)’가 그 뒤를 이었으며, 사회적 수용성 제고를 위해서는 자발적 참여를 유도하는 유인 중심 정책이 보다 유효할 것으로 판단된다. 강제적 방식인 설치 의무화는 기술적 기반이 충분하지 않은 상황에서는 오히려 수용성을 저해할 수 있다는 우려가 반영된 결과일 수 있다.
- 환경 지속성 측면: ‘설치 의무화(34.6%)’가 가장 높은 중요도를 보였으며, ‘실증 연계형 R&D 지원(30.0%)’이 그 뒤를 이었다. 이는 BESS가 환경 목표 달성을 위한 필수 인프라이며 의무화가 가장 직접적인 대응 수

단이라는 인식이 반영된 결과로 볼 수 있다. 또한 실증 연계형 R&D를 통해 환경에 미치는 영향을 줄일 수 있을 것이라는 기술적 발전에 대한 기대감이 반영된 것으로 판단된다.

4.2.2 주요 제도적 대안의 종합 평가결과

평가 요소별 가중치와 각 대안의 점수를 가중 평균하여 산출된 주요 BESS 확대를 위한 제도적 대안에 대한 종합점수는 Table 4와 같다. 예를 들어, “전력 판매단가 장기안정” 대안의 종합점수는 $(0.311 \times 0.314) + (0.256 \times 0.214) + (0.184 \times 0.214) + (0.250 \times 0.166) = 0.233$ 이다.

경제성과 사회적 수용성 측면에서 모두 높은 평가를 받은 ‘설치비용 보조금 지원(0.278)’이 가장 높은 종합 우선순위를 나타냈다. 특히 초기 투자 부담을 완화함으로써 민간의 참여 유인을 효과적으로 제고할 수 있다는 점에서 실효성이 큰 정책으로 평가된다. 다음으로 ‘실증 연계형 R&D 비용 지원(0.268)’이 적은 점수 차이로 두 번째 우선순위를 기록하였다. 이 대안은 기술적 실현 가능성과 환경 지속성 측면에서 강점을 보이며, BESS의 성능 검증과 기술 신뢰성 확보를 통해 중장기적인 확산 기반을 구축할 수 있는 전략으로 해석된다. 다만, 경제성 측면에서는 상대적으로 낮은 평가를 받은 점은 주의할 필요가 있다. 반면, ‘전력 판매단가 장기안정(0.233)’은 경제성 측면에서는 비교적 높

Table 4. Overall scores for policy alternatives

Alternative	Overall Score	Overall Rank
(1) Long-term Fixed Electricity Tariff	0.233	3
(2) Subsidies for Installation Costs	0.278	1
(3) Demonstration-linked R&D Support	0.268	2
(4) Mandatory Installation Policy	0.221	4

은 점수를 받았으나, 기술적 실현 가능성, 사회적 수용성, 환경 지속성 측면에서의 낮은 평가로 인해 종합 점수 또한 저조하였다. '설치 의무화(0.221)'는 환경 지속성 측면에서는 가장 높은 점수를 기록했으나, 경제성과 기술성 평가에서의 낮은 점수로 인해 전체적으로는 가장 낮은 순위에 머물렀다.

이러한 분석 결과는 BESS 확대를 위한 제도 설계에 있어 설치비용 보조금 지원과 같은 단기적 재무 유인을 증진시키는 동시에 실증 연계형 R&D 비용 지원과 같은 중장기 기술 기반 강화도 고려해야 함을 시사한다. 특히, 단순한 의무화보다는 자발적 참여를 유도하고 기술적 신뢰성을 확보하는 정책이 보다 효과적인 접근임을 보여주며, 향후 정책 수립 시 중요한 시사점을 제공한다.

5. 결론

본 연구는 재생에너지 확산에 따른 전력 계통의 유연성 확보 및 출력 안정성 제고의 핵심 수단으로서, 배터리 기반 에너지저장장치(BESS)의 역할에 주목하였다. 주요 선진국과 신흥국들의 정책 사례 분석 등을 통해 BESS 도입 확산을 위한 다양한 제도적 접근을 살펴보았으며, 이를 바탕으로 국내 상황에 적합한 주요 제도적 대안과 그 우선순위를 도출하고자 계층분석기법(AHP)을 적용하였다. 분석 결과, BESS 확대를 위한 제도적 방안 중에서는 '설치비용 보조금 지원'이 가장 높은 우선순위를 보였으며, 이는 초기 투자 비용 부담이 민간 참여의 핵심 저해 요인으로 작용하고 있음을 시사한다. 이어 '실증 연계형 R&D 비용 지원'이 기술적 발전 향상을 통한 BESS 확대 전략으로 높게 평가되었다. 반면, '전력 판매단가 장기 확정'은 높은 경제성 점수에도 불구하고 종합적으로는 우선순위가 낮았으며, '설치 의무화' 또한 환경 지속성 측면에서의 높은 평가를 받았으나 경제성 및 기술성 측면에서 낮은 평가를 받아 종합적으로 낮은 우선순위를 보였다.

이러한 결과는 BESS 정책 설계에 있어 경제성 중심의 단기적 유인책뿐 아니라, 기술 신뢰성, 환경 지속가능성, 사회적 수용성 등 다차원적 요소를 통합적으로 고려하는 통합적 접근이 필요함을 다시 한번 보여주었으며, 향후 BESS

관련 정책, 제도, R&D 예산 편성 및 지원 방향 설정 등에 있어 전략적 판단의 근거를 제공할 수 있으며, 그 효율성과 효과성을 제고하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문은 이렇듯 실무적·정책적 관점에서 국내외 사례를 검토하고 이를 기반으로 정책 대안을 체계적으로 구조화한 뒤, 다양한 평가 요소를 바탕으로 AHP를 적용하여 정량적 분석을 수행한 실증적 연구로서 의의를 지닌다. 다만 본 연구는 다음과 같은 한계를 지닌다. 첫째, 정책 대안의 선정은 소수의 전문가 자문을 기반으로 이루어졌으며, 자문단의 구성도 발전사 및 제조사 중심으로 제한되어 있어 민간 ESS 사업자나 중소기업의 시각이 충분히 반영되지 못했을 가능성이 있다. 둘째, 관련 제도 및 기술에 대한 평가는 전문가의 주관적 판단에 의존하여 수행되었으며, 각 대안의 구체적인 계획, 시나리오 기반 효과 분석, 정량적 시뮬레이션 등은 포함되지 않았다. 이는 분석의 객관성과 정책 적용 가능성을 보다 정밀하게 검토하는 데 제약 요인이 될 수 있다. 셋째, BESS 관련 기술의 발전, 제도 환경의 변화, 전력 수급 계획의 조정 등 외부 요인의 변화에 따라 정책 대안의 상대적 우선순위는 향후 달라질 수 있으며, 정책의 도입 시기 및 속도에 대한 연구 또한 필요하다. 넷째, 본 논문은 시장에서 가장 보편적으로 적용되는 리튬이온(LiB) 기반 단주기 BESS를 중심으로 한 일반적 시장 상황을 전제로, BESS 확대를 위한 제도적 지원 방향을 도출하는 데 초점을 맞추었다. 따라서 본 연구 결과는 전체 시장에 대한 특정 시점의 전문가 인식을 바탕으로 한 초기 분석으로 이해되어야 하며, 향후 정책 수립 시에는 보다 다양한 이해관계자의 참여와 실증 기반의 보완적 분석이 함께 이루어질 필요가 있다.

References

- [1] Mo, J.Y., and Kim, M.J., 2015, "Impact of energy storage systems and strategies for related industry development", Korea Institute for Industrial Economics & Trade (KIET), https://www.kiet.re.kr/research/reportView?report_no=771.
- [2] International Energy Agency (IEA), 2024, "Batteries and Secure Energy Transitions", IEA, <https://www.iea.org/reports/batteries-and-secure-energy-transitions>.

- [3] International Energy Agency (IEA), 2024, “Net Zero Emissions by 2050”, IEA, <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>.
- [4] Carbon Brief, 2025, “Q&A: How China became the world’s leading market for energy storage”, Accessed 23 October 2025, <https://www.carbonbrief.org/qa-how-china-became-the-worlds-leading-market-for-energy-storage/>.
- [5] Lee, D.Y., 2024, “Trends and implications of overseas ESS policy support”, Korea Energy Economics Institute (KEEI).
- [6] Kim, J.W., and Jin, T.Y., 2024, “Cost-effective pathways for decarbonizing the power sector”, Korea Energy Economics Institute (KEEI), Basic Research Report 24-06, https://www.keei.re.kr/board.es?act=view&bid=0001&cg_code=C01&list_no=124836&mid=a10101020000.
- [7] An, J.G., 2022, “Strategies for minimizing overhead transmission lines and expanding underground installation”, National Research Council for Economics, Humanities and Social Sciences, Joint Research Report, https://www.nrc.re.kr/board.es?mid=a10301000000&bid=0008&act=view&list_no=0&otp_id=OTP_000000000010088.
- [8] Kim, H.W., 2022, “Case studies of overseas inertia ancillary services”, The Electric Journal.
- [9] Yu, J.G., 2020, “Issues and improvement plans for ESS deployment policies”, National Assembly Research Service, <https://www.nars.go.kr/report/view.do?brdSeq=29339>.
- [10] International Energy Agency (IEA), 2021, “Japan 2021 Energy Policy Review”, IEA, https://iea.blob.core.windows.net/assets/3470b395-cfdd-44a9-9184-0537cf069c3d/Japan2021_EnergyPolicyReview.pdf.
- [11] Japan Energy Hub, 2025, “37 grid-scale BESS projects secure 36.3B yen through METI’s FY2025 storage subsidy program”, Accessed 30 December 2025, https://japanenergyhub.com/news/meti-fy2025-grid-scale-bess-subsidy/?utm_source=chatgpt.com.
- [12] Korea Electric Power Corporation (KEPCO), 2025, “KEPCO Electricity Statistics 2025, No. 94”, KEPCO, <https://www.kepco.co.kr/home/customer/library/electricity-statistics/kepco-stats/boardView.do>.
- [13] EMBER, 2025, “China accounted for more than half of the global increase in wind and solar power in 2024”, Accessed 23 October 2025, <https://ember-energy.org/countries-and-regions/china/>.
- [14] EMBER, 2025, “Demand and supply changes in 2024”, Accessed 23 October 2025, <https://ember-energy.org/latest-insights/us-electricity-2025-special-report/2024-in-review/>.
- [15] International Trade Administration (ITA), 2025, “Germany Country Commercial Guide”, Accessed 23 October 2025, <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/germany-energy>.
- [16] Clean Energy Regulator, 2025, “Quarterly Carbon Market Report – December Quarter 2024”, Government of Australia, Accessed 23 October 2025, <https://cer.gov.au/markets/reports-and-data/quarterly-carbon-market-reports/quarterly-carbon-market-report-december-quarter-2024/state-total-renewables?utm>.
- [17] RenewableUK, 2025, “Official stats show renewables generated over half of UK’s electricity for the first time in 2024”, RenewableUK Press Release, Accessed 23 October 2025, <https://www.renewableuk.com/news-and-resources/press-releases/official-stats-show-renewables-generated-over-half-uk-s-electricity-for-the-first-time-in-2024/>.
- [18] Public Data Portal, 2025, “ESS statistics by generation resource (2019-2024), Korea Electrical Safety Corporation”, Accessed 23 October 2025, <https://www.data.go.kr/data/15086616/fileData.do>.
- [19] Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), 2015, “7th Basic Plan for Long-term Electricity Supply and Demand”, MOTIE, https://kpx.or.kr/boardDownload.es?bid=0057&list_no=56884&seq=26448.
- [20] Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), 2023, “Energy Storage (ESS) Industry Development Strategy”, MOTIE, https://www.pcccr.go.kr/flexer/view/BOARD_ATTACH?storageNo=2577.
- [21] Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), 2019, “ESS Safety Reinforcement Measures: Reference Materials”, MOTIE, <https://www.korea.kr/common/download.do?fileId=197053640&tblKey=GMN>.
- [22] Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), 2020,

- “9th Basic Plan for Long-Term Electricity Supply and Demand”, MOTIE, <https://www.motir.go.kr/kor/article/ATCLf724eb567/210325/view>.
- [23] National Fire Agency, 2024, “Fire incident statistics of stationary ESS”, Accessed 23 October 2025, https://www.nfa.go.kr/nfa/releaseinformation/beforehand/officialist/?boardId=bbs_000000000000022&mode=view&cntId=269.
- [24] Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), 2023, “10th Basic Plan for Long-Term Electricity Supply and Demand”, MOTIE, https://www.motir.go.kr/kor/article/ATCLc01b2801b/68162/view?utm_source=chatgpt.com.
- [25] Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), 2025, “11th Basic Plan for Long-Term Electricity Supply and Demand”, MOTIE, <https://www.motir.go.kr/kor/article/ATCLc01b2801b/70152/view>.
- [26] An, J.G., and Im, D.O., 2024, “LCOS outlook and optimal mix planning system for effective carbon neutrality (1/3)”, Korea Energy Economics Institute (KEEI), Basic Research Report 24-18, https://www.keei.re.kr/pdfOpen.es?bid=0001&list_no=124896&seq=1.
- [27] Lee, T.E., Heo, Y.J., and Jin, T.Y., 2024, “Study on VoLL for securing flexibility resources required for carbon neutrality in the electricity market (3/3)”, Korea Energy Economics Institute (KEEI), Basic Research Report 24-21, https://www.keei.re.kr/pdfOpen.es?bid=0001&list_no=124847&seq=1.
- [28] Lee, S.I., 2014, “Demand management effects and market formation strategies for ESS”, Korea Energy Economics Institute (KEEI), Basic Research Report 14-23, https://www.keei.re.kr/pdfOpen.es?bid=0001&list_no=81686&seq=1.
- [29] KEMRI, 2024, “KEMRI Power Economics Review”.
- [30] Ko, G.G., and Ha, H.Y., 2008, “Meta Analysis of the Utilization of Analytic Hierarchy Process for Policy Studies in Korea”, Korean Policy Studies Review, **17**(1), 287-315.
- [31] Jung, H.S., Park, S.H., and Hyun, D.W., 2021, “A priority analysis of policy implementation tasks for the revitalization of the big data industry: Based on the analysis of policy priority using AHP”, Korean Journal of Broadcasting, **35**(1), 283-313.
- [32] Seo, H.S., and An, M.R., 2025, “An Analysis of Policy Prioritization in the Ginseng Industry Using AHP : Focusing on Jeollabuk-do”, J. Soc. Sci. Studies, **32**(1), 149-173.
- [33] Heo, S.Y., Cho, M.S., and Lee, Y.G., 2016, “Analysis of Priorities of Constructive Factors of New and Renewable Energy Policy in South Korea using Analytic Hierarchical Process”, Journal of Innovation Studies, **11**(1), 29-69.
- [34] Kim, J.H., Lee, S.J., and Jung, Y.J., 2025, “A Study on Priority Setting of Government Support Policies for Korea’s Battery Industry using the AHP”, Journal of Innovation Studies, **20**(3), 259-276.