

정책 이슈페이퍼 14-16

에너지저장시스템 시장조성 방안

이성인 외

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 5
- III. 정책 제언 / 14
- IV. 기대 효과 / 20
- <참고자료> / 21

I . 배경 및 문제점

1. 연구 배경

- 에너지저장시스템은 안정적인 전력수급체계 구축을 위한 효과적인 수단으로 국내외에서 주목받고 있음.
- 에너지저장시스템은 안정적인 전력수급체계 구축을 위한 효과적인 수단으로 막대한 시장 잠재력이 가지고 있어 새로운 성장 동력으로 주목받고 있음.
- 주요 선진국은 기술개발 지원과 함께 정부 예산으로 에너지저장시스템 실증사업을 추진하고 보조금 지급, 세금 감면 및 의무화 등을 실시
 - 에너지저장시스템의 보급 확대를 위하여 일본은 대지진 이후, 불안정한 전력문제 해결을 위해서 에너지저장시스템에 대하여 중앙정부 및 지방자치단체에서 도입 시 1/3 정도의 보조금 및 지원프로그램을 운영
 - 미국 캘리포니아는 법안을 통해 2020년까지 피크 전력의 5%를 담당할 에너지저장시스템 설치의무화
 - 한국은 2011년 5월 「에너지 저장기술 개발 및 산업화 전략(K-ESS 2020)」 계획을 수립하여 기술 개발 및 실증사업 추진
- 국내외 시장에서 다양한 저장기술을 활용한 에너지저장시스템 실증사업들이 추진되어 가시적인 성과들이 나타나고 있음.
 - 최근 에너지저장기술은 원가 측면과 성능 측면에서 빠르게 기술진전이 이루어지고 있고, 산업계도 구체적인 성과가 예상되는 에너지저장시스템 시장에 적극적인 관심을 보이기 시작

- 에너지저장시스템 사업은 아직 초기단계로 실제 기업의 수익으로까지는 연결되지는 못하고 있음.

□ 에너지저장시스템은 최대전력 수요억제 및 안정적인 전력수급에 기여

- 현재 국내 전력시장은 최대전력 증가율이 급격히 증가하고 또한 전체적인 부하율은 점차 낮아지고 있는 반면, 계절별 및 시간대별 부하변동은 커지는 경향을 보임. 또한 출력 변동성이 높은 신재생에너지 발전원이 증가되고 있어 전기저장에 대한 필요성이 증가
 - 에너지저장시스템은 시간대별 전기부하를 평준화하여 전력피크에 적극 대응하고 대규모 정전사고 등에 효과적으로 대응할 수 있는 대안
 - 전기저장기술은 기존의 양수발전에서 다양한 전기저장기술이 개발되고 있고 또한 일부 기술은 실증단계를 거쳐 초기 보급되고 있음.
- 에너지저장시스템은 에너지관리, 백업전원, 부하관리(load leveling), 주파수 조정, 전압관리 및 계통 안정화 등 다양한 용도로 활용을 통해 안정적 전력수급에 기여
 - 에너지저장시스템은 발전소~송전~변전소~배전~수용가에 이르는 전 과정에 설치되어 다양한 용도로 활용 가능
 - 에너지저장시스템은 주파수조정용과 출력 변동성이 높은 신재생전원과 연계를 통해 전력공급의 안정성 및 전력품질 유지에 기여
 - 또한 에너지저장시스템은 건물 및 산업체에 설치되어 전력요금이 높은 피크시간대의 수요 감축과 전력품질 관리, 비상용 전원 등 다용도로 활용
 - 에너지저장시스템은 발전, 송배전 설비의 효율적 이용에 기여하고, 나아가서 신규 발전소의 건설 및 송배전망 시설 투자의 회피 또는 지연하는 효과

2. 연구 필요성 및 목적

□ 연구 필요성

- 에너지저장시스템의 보급 확대를 위해서는 적용 가능한 분야별로 요구되는 기술적 요건과 저장기술의 현재 수준 및 특성에 대한 검토 분석이 필요
 - 에너지 저장기술은 최근 빠르게 진화하고 있으나, 모든 저장기술이 다양한 적용분야에서 요구되는 기술적 성능요건을 모두 충족하고 있는 것은 아님.
 - 대부분 저장기술이 개발 중이거나 아직 적용 초기단계에 있어 위험과 불확실성이 크고, 아직은 더 많은 검증이 필요
- 에너지저장시스템 보급 활성화를 위해서는 제도적, 경제적, 정책적 측면 등 종합적으로 검토하여 시장조성 및 보급 확대 대안 마련 필요
 - 국내 에너지저장시스템 시장은 아직 초기단계로 실증사업과 시범보급 사업이 추진 중에 있음. 초기 높은 투자비용의 부담으로 에너지저장시스템 시장형성에 난항을 겪고 있음.
 - 기술개발 초기 혹은 시장태동기에는 정책적인 차원에서 재정적 지원과 법적·제도적 보완이 요구됨.
 - 에너지저장시스템이 국가 전체 측면에서 경제성이 있어도 설치하여 운영하는 주체인 소비자 측면에서 경제성이 없으면 시장보급이 불가능
 - 따라서 에너지저장시스템이 시장에서 보급되기 위해서는 소비자측면에서 경제적 타당성 확보가 핵심
 - 시장 초기단계에 있는 에너지저장시스템이 빠르게 확산되지 못하게 되면 에너지저장시스템 양산체제로의 전환도 더디어 가격하락도 그 지체됨.

□ 연구 목적

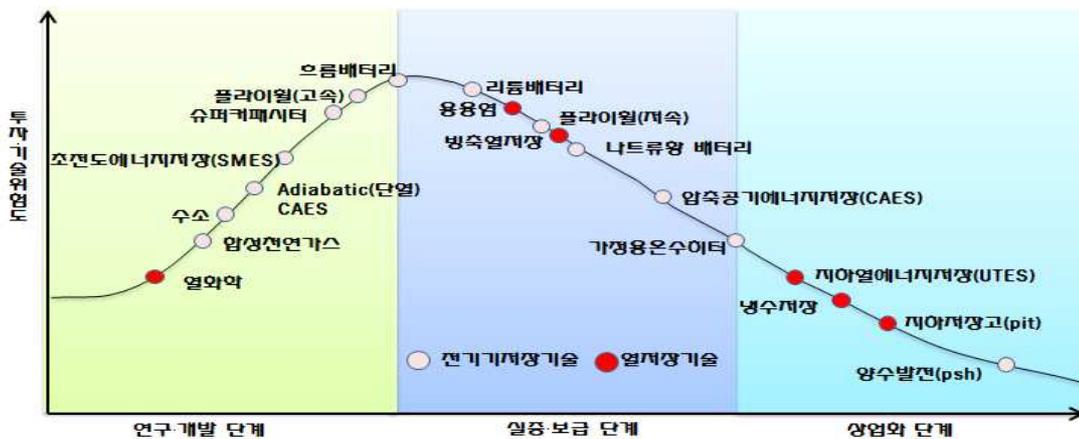
- 에너지저장시스템의 활용 가능분야 및 분야별 수요관리(부하관리) 등 기대 효과 및 활용방안 분석
 - 에너지저장시스템 개념과 구성요소, 에너지저장기술의 종류와 현재 기술수준 분석
 - 에너지저장시스템의 활용분야 및 용도, 용도별로 기대효과 및 요구되는 기술적 요건, 국내 활용 방안 검토
- 에너지저장시스템의 경제성 분석 및 보급 활성화 방안을 도출
 - 주요국의 에너지저장시스템 실증사례 및 보급 활성화 정책동향 조사분석
 - 국내 에너지저장시스템 실증사례 및 보급 장애요인 분석
 - 시장잠재력이 큰 일반용 및 산업용 수용가의 에너지저장시스템 경제성 및 민감도 분석
 - 국내 에너지저장시스템의 시장조성 및 보급 활성화 방안 도출

II. 조사 및 분석 결과

□ ESS 개념 및 구성요소

- 에너지저장기술(Energy Storage Technology)은 에너지를 저장하였다가 필요한 시기에 사용할 수 있게 하는 기술임.
- 다양한 저장기술들이 개발, 실증, 상용화되고 있음. 에너지저장 기술개발은 현재 전력 저장 위주로 진행되고 있음. 가장 성숙된 에너지 저장 기술은 양수발전임.
- 국내외에서 다양한 저장기술들이 실증사업을 통해 기술의 신뢰성과 효과를 확인하는 과정에 있음. 에너지저장기술은 시장 초기 단계에 있음.

[그림 2] 에너지저장기술 종류 및 성숙도



자료: IEA. Technology Roadmap Energy Storage. 2014

- (ESS 개념) 에너지저장시스템(ESS: Energy Storage System)은 생산된 잉여 에너지를 그 자체로 또는 변환하여 저장하고 필요할 때 사용할 수 있는 장치 또는 시스템을 총칭함.

- ESS는 발전소~송·배전~수용가에 이르는 전 과정의 전력시스템에 설치하여 피크수요 관리, 전력보조서비스 등 다양한 용도로 활용
- ESS는 생산 에너지를 기준으로 전기저장시스템(Electricity Storage System)과 열저장시스템(Thermal Storage System)으로 분류됨. 또한 저장형태 또는 방식에 따라 물리적, 화학적, 전자기적 방식으로 분류됨.

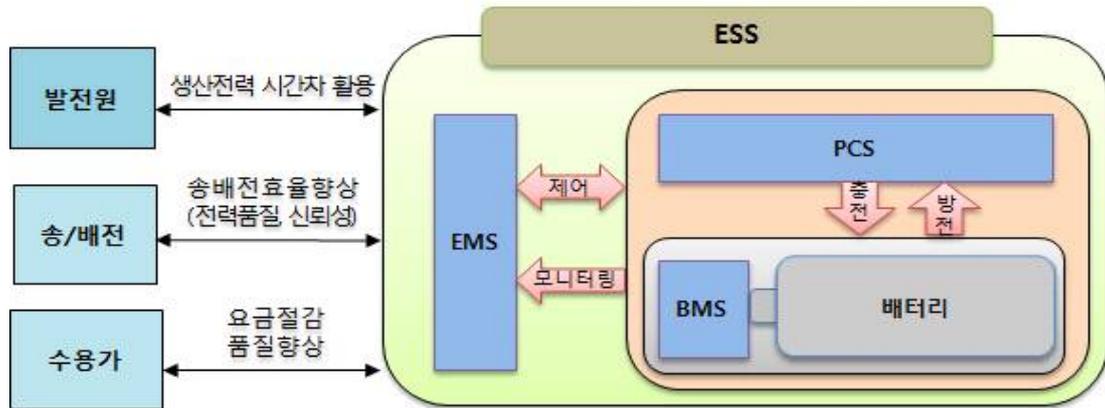
<표 1> 저장방식에 따른 에너지저장기술의 분류

전기 저장방식	에너지저장시스템 종류
물리적 저장 (mechanical)	<ul style="list-style-type: none"> · 양수발전(PHS, Pumped Hydro Storage) · 압축공기저장장치(CAES, Compressed Air Energy Storage) · 플라이휠(flywheels)
화학적 저장 (electrochemical)	<ul style="list-style-type: none"> · 리튬이온전지(LiB, Lithium Ion Battery) · 나트륨황전지(NaS) · 납축전지(Lead acid) · 흐름전지(RFB, Redox Flow Battery)
전자기적 저장 (electromagnetic)	<ul style="list-style-type: none"> · 슈퍼 커패시터(Super-capacitor 또는 Ultra-capacitor) · 초전도에너지저장(SMES, superconducting magnetic energy storage)

- (ESS 구성요소) ESS은 저장장치(저수지, 압축공기저장소, 배터리 등), 변환장치(PCS, 압축기/팽창기, 발전기 등)와 제어장치로 기본구성
- 배터리 ESS는 배터리(전지) 시스템과 배터리의 충·방전 상태 관리 및 제어를 위한 배터리관리시스템(BMS, Battery Management System)을 기본으로 하고,
- 추가적으로 생산된 전력의 주파수와 전압을 계통 및 부하 특성에 맞추어 변환하고 관리하기 위한 전력변환장치(PCS, Power Conditioning system)와 모니터링하고 제어하기 위한 에너지관리시스템(EMS, Energy Management System)으로 구성

- 삼성SDI, LG화학, 효성, LS산전 등 대기업이 핵심 분야인 배터리와 전력제어장치(PCS)에서 상당한 경쟁력을 확보하고 있음.

[그림 3] 에너지저장시스템(ESS)의 구성요소



□ 주요국의 에너지저장시스템 보급 추진 현황

- 각국 정부는 에너지저장시스템 실증사업 및 보급 확대를 위해 발 빠르게 움직이고 있음.
 - 정부 예산지원으로 에너지저장시스템 실증사업 추진과 함께 보조금 지급, 세금 감면 등을 통해 보급 확산을 서두르고 있음.
 - 아직 많은 프로젝트들이 정부 지원에 의해 추진되고 있으나, 최근 정부지원 없이도 경제성을 확보하여 추진되고 있는 프로젝트들이 생겨나고 있음.
 - 북미와 일본 등의 지역에서 상업적인 목적으로 최종소비자를 대상으로 하는 에너지저장시스템 프로젝트들이 추진됨.
- 에너지저장시스템의 실증사례 및 보급정책을 살펴보면, 미국은 전력 노후화로 전력계통용, 일본은 비상전원 확보를 위해 가정용, 독일은 출력 변동

성이 높은 신재생 발전의 활성화를 위해 신재생 발전용, 한국은 전력 피크 수요 감축을 위해 건물 및 공장용 시장에 정책 우선순위를 두고 있음.

- 미국은 공공기관 및 대형 전력회사를 중심으로 LIB, RFB, CAES, 플라이휠 분야에 대한 기술개발과 실증을 적극적으로 추진
- 미국에너지부(DOE)는 산하 연구기관인 ARPA-E와 EPRI 등 공공기관과 AES, AEP 등 대형 전력회사 중심으로 기술개발 및 실증사업 추진
- 연방정부와 주정부는 투자 촉진을 위한 감세와 보조금 지급 그리고 공공조달 확대 등 시장형성을 위한 정책을 추진하고 있음.
- 연방정부는 투자세 감면 및 감세 정책으로 기업의 투자를 촉진하고, 주정부에서도 피크 발전량의 일정 부분에 대한 설치 의무화 및 신재생 발전원 연계 설치 보조금 프로그램 운영
- 한편 ISO¹⁾와 RTO²⁾는 에너지저장시스템의 전력시장 참여를 위해 관련 제도를 개선하고, PJM은 주파수조정을 위한 보조서비스 시장에 에너지저장시스템의 참여 허용하고 있음.
- 일본은 신재생 발전소용, 가정용 등 다양한 분야에서 기술개발을 추진하고 있고, 나트륨황 전지, LIB에서 앞선 기술력을 보유하고 있으며, 정부의 보조금 지원 및 기업체와의 협력을 통하여 에너지저장시스템 시장창출을 가속화하고 있음.
- 일본은 NaS³⁾ 위주로 전력망 연계형 대규모 ESS의 실증과 보급 촉진을 진행하고 있음. 동경전력과 NGK社는 공동으로 약 300MW 규모의 NaS 전지를 활용한 ESS를 설치 운영하고 있음. 그 외 ESS의 실증은 NEDO⁴⁾ 주관

1) ISO (Independent System Operator) : 독립계통운영자

2) RTO (Regional Transmission Organization) : 지역송전망 운영자

3) 나트륨황 전지

4) NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization): 신에너지 산업기술 종합개발기구

- 으로 신재생에너지 출력보정과 부하평준화를 목적으로 실증사업을 지원
- 독일은 프랑스와 공동으로 Solion 프로젝트를 추진하고 있음. 이 프로젝트는 태양광 주택의 에너지자립을 위한 리튬이온전지 도입 타당성을 평가하기 위해 약 75개 시스템에 대한 실증사업 추진
- 독일 정부는 2013년 5월부터 태양광 발전 등 신재생 발전원에 연계된 에너지저장시스템의 설치비용의 30%까지 보조금 및 저금리 대출 지원

□ 에너지저장시스템의 활용분야 및 효과

- 전력저장시스템은 발전소~송전~변전소~배전~수용가에 이르는 전 과정에서 설치되어 다양한 서비스 용도로 활용 가능

<표 2> 에너지저장시스템의 활용분야별 기능 및 효과

구분	기능	활용 및 기대효과
발전 자원	• 차익거래(SMP 차익거래)	• 시간대별 SMP 변동에 따른 입찰을 통해 수익 창출
	• 전력 공급용량	• 용량시장에 입찰하여 수익 창출
	• 전력 예비력용량	• 예비력시장에 입찰하여 수익 창출
	• 주파수조정 보조서비스(FR)	• 주파수 변동에 즉각적인 충·방전으로 전력 균형 유지(G/F Control, AGC)
송배 전망 보조	• 송배전 혼잡 완화	• 송배전망의 개선 투자 지원 • 송배전 혼잡 시, 방전을 통한 이익 창출
	• 무효전력 공급(VAR Compensator)	• 계통에 무효전력을 공급하여 전압 조정
신재생 보조	• 신재생 발전 출력 변동 완화	• 신재생 발전원의 급격한 출력 변동 완화
수요 자원	• 수요관리 용량 입찰 (DR Capacity)	• 피크감축 수요관리 자원으로 활용(전력거래)
	• 시간대별 수요반응(요금절감) (TOU based DR)	• 일반용·산업용 시간대별 전기요금에 대응하여 요금 절감 및 계약용량 감소
	• 비상전원(UPS, 무정전 전원공급장치)	• 정전 시, 비상전원으로 활용하여 정전 피해 최소화

주 : DOE 자료를 바탕으로 신재생에너지 서비스 추가
 자료 : U.S DOE, Grid Energy Storage, 2013.12

- 에너지저장시스템의 활용 용도별 요구 성능 및 에너지저장기술별 성능 수준
 - 에너지저장시스템의 활용분야 및 용도에 따른 요구되는 반응속도, 설치용량, 방전시간(discharge duration) 및 사이클이 다름.

<표 3> 에너지저장시스템의 활용분야별 요구되는 최소 기술적 요건(DOE)

적용	활용	용량(MW)	목표방전	최소사이클/년
발전원	차익거래(Arbitrage)	1~500	1시간	250+
	전력 공급용량	1~500	2~6시간	5~100
보조 서비스	주파수 조정	10~40	15분~60분	250~10,000
	예비력 용량	10~100	15분~60분	25~50
	전압 조정	1~10MVAR	-	-
	기동(Black Start)	5~50	15~60분	10~20
	기타(Other Related Uses)	1~100	15분~60분	-
송전망	송전망 개선	10~100	2~8시간	10~50
	송전망 혼잡 완화	10~100	1~4시간	50~100
	송전망 기타 서비스	10~100	5초~2시간	20~100
배전망	배전망 개선 지연	0.5~10	1~4시간	50~100
	전압 보조	na	na	na
수용가	전력 품질(Quality)	0.1~10	10초~15분	10~200
	전력 신뢰성(Reliability)	na	na	na
	전력 부하관리(Time-shift)	0.001~1	1~6시간	50~250
	피크부가금 관리	0.05~10	1~4시간	50~500

자료: SANDIA, DOE/EPRI 2013 Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA

- 발전자원, 송·배전망의 혼잡 완화 및 송·배전망 투자지연 목적으로 활용하기 위해서는 대용량·장시간 출력이 요구됨.
- 수용가 피크 절감용 에너지저장시스템의 경우에는 발전 및 송배전용에 비하여 적은 용량이 일정 방전시간이 요구됨.
- 에너지저장시스템이 단주기 전력용(power application)으로 활용될 경우에는 보통 높은 출력 전력이 필요하며 몇 초에서 몇 분 사이의 짧은 시간

동안 사용. 따라서 전력용은 정격 출력 전력을 낼 수 있을 정도의 비교적 적은 배터리 용량만 필요

- 장주기 에너지용(energy application)으로 사용할 경우 보통 몇 분에서 몇 시간까지 방전이 요구되어 상대적으로 큰 배터리 용량이 필요
- 각 분야별 활용방안을 고려할 때 대체적으로 발전원과 송배전망 연계형 활용 에너지저장시스템의 규모가 수십 MWh, 수백 MWh급의 대규모 설비이어야 하며, 상대적으로 수요자 연계의 경우 수요자 자체 부하만을 담당하는 경우 소용량 에너지저장시스템만으로 효과 기대

<표 4> 에너지저장기술별 기술성능 수준

저장기술	성숙도	출력 (MW)	반응 시간	효율 (%)	수명	
					년	사이클
양수발전	성숙	100~5,000	초~분	70~85	30~50	20,000~50,000
CAES	설치	100~300	분	50~75	30~40	10,000~25,000
플라이휠	설치	0.001~20	<초-분	85~95	20~30	>50,000
Li-ion 배터리	설치	0.001~5	초	80~90	10~15	5,000~10,000
NaS 배터리	설치	1~200	초	75~85	10~15	2,000~5,000
LA 배터리	설치	0.001~200	초	65~85	5~15	2,500~10,000
VRB	설치	0.001~5	초	65~85	5~20	>10,000
SMES	실증	<10	<초	90~95	20	>30,000
슈퍼커패시터	실증	<1	<초	85~98	20~30	>10,000
수소	실증	100~500	분	<40	10~30	na

자료 : IEA, Energy Technology Perspectives 2014, 2014.3.19

- 모든 저장기술이 다양한 적용분야의 성능 요구조건을 모두 충족하고 있는 것은 아님. 빠른 반응이 요구되는 전력계통 보조서비스 전력용으로 가장 적당한 저장기술에는 슈퍼커패시터, SMES, 플라이휠(flywheel) 등임.
- 장시간의 지속적 출력이 요구되는 에너지용은 대용량 장주기 운전 특성을 갖는 에너지용으로 적당한 저장기술은 양수발전, 압축공기저장(CAES) 등임.

- 복합적 용도로 활용하여 에너지저장시스템의 가치 극대화 가능
 - 특정 용도로 설치된 에너지저장시스템은 복합적 용도로 활용 가능. 편익을 극대화하기 위해서는 가능한 다용도로 활용하는 것이 중요
 - 다용도 활용을 위해서는 기술적으로 가능한 범주 내에서 운영상 충돌 요인이 없어야 함.

<표 5> 에너지저장시스템 용도별 복합 활용 매트릭스(Matrix)

● Excellent ● Good ○ Fair ⊖ Poor ⊗ Incompatible

활용	부하평준	공급용량	부하추종	주파수조정	예비용량	전압관리	송전혼잡완화	송배전투자지연	요금관리	피크부가금	전력신뢰	전력품질	신재생발전연계	신재생계통통합	풍력계통통합
부하평준 (차익거래)		●	○	○	○	●	●	●	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	○
공급용량	●		○	○	○	●	○	●	⊗	⊗	⊗	⊗	○*	○*	⊗
부하추종	○	○		○	○	○	○	○	○	○	⊗	⊗	○	⊗	⊗
주파수조정	○	○	○		○	⊗	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊖	⊖	⊗
예비용량	○	○	○	○		●	○	○	○	○	⊗	⊗	○	○	◇
전압관리	●	●	○	⊗	●		○	●	○	○	○	○	○	○	⊗
송전혼잡완화	●	○	○	○	○	○		○	○	○	⊖	⊗	○	○	⊗
송배전투자지연	●	●	○	⊗	○	●	○		○	○	⊖	○	○	○	⊗
TOU요금 관리	⊗	⊗	○	⊗	○	○	○	○		●	●	●	○	○	⊗
피크부가금	⊗	⊗	○	⊗	○	○	○	○	●		●	●	○	●	⊗
전력신뢰	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	⊖	⊖	●	●		●	○	○	⊗
전력품질	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	⊗	⊗	●	●	●		⊗	⊗	⊗
신재생 연계	○	○	○	⊖	○	○	○	○	○	○	○	⊗		●	
신재생발전 계통	○	○	⊗	⊖	○	○	○	○	○	○	○	⊗	●		○
풍력발전계통	○	⊗	⊗	⊗	⊖	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	

자료: Sandia National Laboratories, Energy Storage for the Electricity Grid: Benefits and Market Potential Assessment Guide, 2010.2

□ 수용가 에너지저장시스템의 경제성 및 민감도 분석

- 일반·산업용 고객의 에너지저장시스템 경제성 분석 전제조건 및 적용상수
 - 에너지저장시스템 특성 및 할인율 : ESS 수명 12년(10~15년), 충·방전 효율 90 %, 할인율 5.5 % 적용
 - 에너지저장시스템 설치·유지비용 : 초기 설치비용 132만원/kWh(배터리 1kWh + PCS 1kW), 연간 유지관리비용 초기 설치비의 3% 가정
 - 운전전략 : 주중 경부하 시간대에 충전하여 최대 부하시간대에 방전 활용
 - 연간 출력량 : $1\text{kWh} \times 1,488\text{시간} = 1,488\text{kWh}$ (일반요금 선택)
 - 연간 출력량 : $1\text{kWh} \times 990\text{시간} = 990\text{kWh}$ (수요관리II 선택)
 - 연간 에너지 편익: 사용량요금+ 부가세(10%)+기반기금(3.7%) 절감
- 분석 결과, 현행 요금체계에서는 에너지저장시스템의 경제성은 전혀 없는 것으로 분석됨.
 - 에너지저장시스템의 초기 설치비용은 132만원/kWh 수준으로 20년의 회수 기간으로는 투자비 회수 불가능(ESS 수명 10~15년)
 - 경제성 민감도 분석결과, 일반용(을)과 산업용(을) 수용가는 현행 요금체계에서 에너지저장시스템의 설치비용이 1kWh당 100만원 수준으로 하락할 경우 경제성이 있는 것으로 분석됨. 즉 손익분기 에너지저장시스템 가격(수명 12년 가정)은 현 요금체계에서 100만원/kWh 수준
 - 설치비용이 1kWh당 50만원 수준으로 하락할 경우 B/C는 2.04~2.04 수준, 투자비 회수기간은 4.2~4.3년, 내부수익률은 33.0~33.4% 수준으로 분석됨.

<표 6> ESS 설치비용의 하락에 따른 경제성 변화

ESS설치비용(만원/kWh)		132	120	110	100	90	80	70	60
일반 요금	회수기간(년)	19.9	16.5	13.8	11.6	9.7	8.1	6.7	5.4
	B/C	0.78	0.85	0.93	1.02	1.13	1.27	1.46	1.70
	IRR	-0.8%	1.2%	3.4%	6.0%	9.1%	12.8%	17.5%	23.8%
	NPV(만원)	-34.9	-22.5	-10.0	2.4	13.9	27.2	39.7	52.1
수요 관리 II	회수기간(년)	19.6	16.3	13.7	11.5	9.6	8.0	6.6	5.3
	B/C	0.79	0.86	0.93	1.03	1.14	1.28	1.47	1.71
	IRR	-0.7%	1.4%	3.6%	6.2%	9.3%	13.1%	17.8%	24.1%
	NPV(만원)	-34.0	-21.5	-9.1	3.3	15.7	28.1	40.6	53.0

III. 정책 제언

- 에너지저장시스템이 상당한 시장 잠재력을 가지고 있으나 보급 확대를 위해 해결해야할 과제
 - 에너지저장시스템이 극복해야할 과제로 가격 경쟁력 확보, 기술 신뢰성 및 안정성 확보, 소비자의 수용성을 들 수 있음.
 - 이 중 최우선 풀어야할 과제는 가격 경쟁력과 기술신뢰도의 확보임. 에너지저장시스템의 미래는 이 같은 문제를 어떻게 해결하느냐에 달려 있음.
 - 아직 많은 저장기술들이 개발 단계에 있고 리튬배터리, 나트륨황 배터리, 플라이휠, 압축공기에너지저장(CAES) 등 일부 기술이 실증·보급 단계
 - 현재 국내에서 상용화되어 보급이 가능한 저장기술은 리튬배터리를 이용한 에너지저장시스템임. 다만 가격경쟁력과 기술신뢰도를 확보하지 않았다는 점은 반드시 풀어야 할 과제임.

□ 에너지저장시스템의 경제성 확보 방안

- 보급초기 단계에서 정부의 재정 및 운영 지원을 통해 에너지저장시스템의 선도적 시장조성
 - 선도적 초기 시장조성으로 시장이 형성되면, 양산체제로 전환으로 설치 가격도 빠르게 하락 예상. 에너지저장시스템이 빠르게 시장보급이 되면 그만큼 양산체제로의 전환도 빠르게 진행
 - 아직은 에너지저장시스템에 대한 수요가 적어 산업계가 대규모 양산설비에 과감한 투자를 진행하지 못하는 것도 한 몫을 하고 있음.
 - 정부가 정책적으로 시장을 형성하고 관련 산업의 성장을 견인하는 역할 수행이 어느 때보다 요구됨.
 - 에너지저장시스템의 설치에 대해 금융지원과 세제혜택과 함께 공공기관을 대상으로 도입·설치 적극 추진 필요
 - 또한 에너지저장시스템의 설치에는 초기 투자비용이 많이 필요하므로 중소기업장을 대상으로 직접적 지원방식인 설치 보조금 지원
 - 설치 보조금이 지원과 함께 에너지저장시스템을 리스(Lease)하는 방식 또는 제3자가 투자하여 설치·운영하는 방식으로 소비자의 부담 완화 추진
 - 경쟁우위에 있는 ICT 기술과 리튬이온전지 기술을 기반으로 에너지저장시스템의 국내 시장 창출에 보다 적극적이고 선제적으로 대응해 나간다면, 국제 시장에서 경쟁 우위를 차지할 수 있을 것으로 기대됨.
 - 앞으로 수용가 측면에서 에너지저장시스템의 경제성이 충분히 확보되면 일정규모 이상 대규모 전력사용 건물 및 공장에 대해 설치 의무화 검토 필요
- 수용가가 에너지저장시스템의 운영을 통해 전기요금 절감 효과를 확실히

볼 수 있도록 전용 요금제의 도입 필요

- 에너지저장시스템의 운영 순편익은 충전에 소요되는 전력구입비와 방출에 따른 피크절감으로 창출되는 전력비용 절감에 의해 결정됨.
- 전용 요금제도의 설계는 기존 고객과 형평성을 유지하면서 사회적 편익이 함께 고려되어 모두가 이익이 극대화되는 방향으로 이루어져야 함.
- 에너지저장시스템 전용 요금제도는 일반요금을 선택한 경우에 비하여 에너지저장시스템의 설치·운영하는 것이 비용 측면에서 유리하도록 설계 필요
- 에너지저장시스템의 경제성 확보될 수 있도록 최대부하 시간대를 늘리거나, 최대부하-경부하간 요금차이를 늘리는 방안을 검토할 수 있음.
- 수요관리형 선택요금Ⅱ의 최대부하 시간(봄·가을·여름 하루 3 → 6시간)을 늘리는 대신에 중간부하 시간대의 요금을 낮추는 방식으로 전용 요금제의 도입할 경우 경제성 확보가 가능한 것으로 분석됨.

<표 7> 에너지저장시스템 전용 요금제 도입에 따른 경제성 분석

ESS비용(만원/kWh)		132	120	110	100	90	80	70	60
ESS 전용	회수기간(년)	8.0	7.3	6.5	5.8	5.1	4.4	3.8	3.2
	B/C	1.28	1.36	1.46	1.57	1.70	1.85	2.03	2.25
	IRR	12.9%	15.3%	18.1%	21.5%	25.7%	31.2%	38.7%	49.9%
	NPV(만원)	44.9	54.9	64.9	74.9	84.9	94.9	104.9	114.9

- 에너지저장시스템 전용 요금제도를 도입할 경우 경제성이 확보되고 설치비용이 하락할수록 경제성이 확대됨. B/C는 설치비용이 140만원에서 1.20, 130만원에서 1.28, 100만원에서 1.57로 분석됨.

□ 에너지시스템의 기술 신뢰성 확보 방안

- 최근 저장기술이 빠르게 진화하고 있으나, 실증·보급 초기단계로 기술 신뢰성에 대한 시장 우려 존재
 - 현재 대규모 저장용량 에너지저장시스템에 대한 충분한 기간의 실증경험이 부족하여 기술적 신뢰성에 대한 시장의 우려 존재
 - 물론 이 문제는 실증이 확대되고 에너지저장시스템의 운영기간이 길어지면 해결될 문제임.
 - 시장 초기단계에 있는 기술 신뢰성이 입증되지 못하면 보급도 느려지고 양산체제로의 전환도 더디어 가격하락도 그만큼 더디게 됨.
- 기술 신뢰성 확보를 위해 정부-산업체가 긴밀한 협력시스템을 구축하여 공동의 기술개발 및 실증 노력 필요
 - 선진국을 중심으로 다양한 저장기술에 대한 개발이 활발하게 추진되고 있어, 향후 저장기술간의 경쟁도 심화될 것으로 예상
 - 기술개발은 기술 신뢰성 확보뿐만 아니라 가격 경쟁력 확보에도 필수적
- 비용 경쟁력을 가진 에너지 저장기술의 개발을 위해서는 다음 사항에 중점을 둘 필요가 있음.
 - 저장기술의 성능(저장효율, 저장밀도 및 수명 등) 향상 기술개발
 - 에너지저장시스템에서 원가비중이 높은 핵심 구성요소의 소재개발
 - 시스템 엔지니어링 기술개발 지원과 함께 제조능력 제고
 - 새로운 에너지저장 원천기술의 개발 확대 노력
- 특히, 중대형 리튬 이차전지 에너지저장시스템 수요확대를 위해선 배터리

제조단가를 낮추는 문제가 무엇보다 중요

- 국내 에너지저장시스템 경우 설치비용에서 리튬 배터리가 69%, PCS가 21%, 설치공사비가 10% 정도를 차지
 - 설치비용의 하락을 위해서는 원가 비중이 높은 리튬 이차전지의 가격 하락이 가장 중요
 - 리튬 배터리 가격은 kWh당 1,000 달러 수준에서 2013년에는 500~600 달러 수준으로 지난 5년간 40~50% 정도 하락
 - Navigant Research는 리튬 배터리 가격이 2013년 kWh당 500 달러 수준에서 2015년에는 300, 2020년에는 180 달러 수준으로 하락할 것으로 전망
 - McKinsey & Co는 kWh당 600달러 수준에서 2020년에는 200, 2025년에는 160 달러 수준으로 떨어질 것으로 예상
 - 따라서 국내 중대형 리튬 이차전지 기업들은 시장에서 경쟁력을 확보하기 위해선 향후 5년 이내에 중대형 전지 가격을 50% 이상 낮춰야 함.
- 이를 위해서는 규모의 경제 확보와 함께 보다 저렴한 신소재 개발이 필요
- 리튬 이차전지 산업의 경쟁력 확보를 위해서는 정부와의 긴밀한 협력시스템을 통해 대기업과 중소기업 간 새로운 협력 모델 구축 필요
 - 전지 소재 개발에는 많은 비용과 시간이 투입되며, 자금력이 약한 중소기업이 기술 개발부터 양산까지 비용을 감당하기에는 어려움이 있음.
 - 중소기업이 기술개발 후 완제품을 생산하여 대기업에 납품하는 현재 구조는 중소기업이 감당하기에는 많은 위험요인이 존재
 - 대기업이 중소기업의 제품 개발 단계에서부터 협력을 통해 제품 개발에 필요한 인력 및 비용지원을 통한 동반성장 모델 구축이 필요
 - 한편, 정부는 응용분야별 기술개발 전략과 부품소재분야 전문기업 육성을

위한 지원을 확대하고, 저장기술을 활용하여 부가가치를 높일 수 있는 산업군에 대한 차별화된 기술개발 및 산업지원 전략이 필요

- 에너지저장시스템의 기술 신뢰성을 확보하기 위한 검증·확인 및 정보 공유
 - 에너지저장시스템 산업은 Track Record가 중요한 산업으로 초기 단계에서 신뢰성을 검증하고 확인하는 것은 중요
 - 실증사업의 기간 동안에 기술 신뢰성을 검증하고 운영상의 문제점을 충분히 파악하기에는 시간적인 제약이 있음.
 - 따라서 설치사업 이후에도 충분한 시간동안 기술 신뢰성을 검증할 수 있도록 신뢰성 검증 활동 및 후속 연구 지원
 - 또한 정부 지원을 통해 설치되는 에너지저장시스템의 운영에 대해 일정기간 동안 모니터링하고 문제점과 효과를 검증하여 다양한 채널을 통해 경험 및 정보 공유

□ 에너지저장시스템의 소비자 수용성 확보 방안

- 에너지저장시스템의 보급 확산을 통해 전력 피크수요 절감효과(수요관리 효과)를 거두기 위해서는 전력 수용가(전력 소비자)의 수용성이 중요
 - 보급 확산사업이 본격 시작되기 전인 현 시점에서 수용성 확보가 차후 과제로 인식될 수 있지만, 본격적 보급 확산사업이 추진하기 되기에 앞서 지금부터 단계적으로 추진되어야 함.
 - 경제성이 확보되어 새로운 비즈니스 모델로 확립되면 수용가의 수용성 확보의 실질적 주체는 사업자가 되겠지만, 초기단계인 현 시점에서 정부 차원의 수용가 수용성 확보방안 및 지원책이 수립하여 추진될 필요가 있음.
- 수용성 확보방안으로 단지 홍보뿐만 아니라 다음 사항 추진 필요

- 수용가 대상으로 시범 보급사업 확대를 통한 설치·운영 경험 축적, 성과 확인 및 정보 공유
- 에너지저장시스템의 설치 및 운영계획 수립 가이드라인 개발 보급
- 다양한 용도의 에너지저장시스템의 설계 툴(tools) 개발 보급(적정 용량 산정 포함)

IV. 기대 효과

- 에너지저장시스템의 수요창출을 위한 정책 발굴 및 전력수급 안정에 기여
 - 에너지저장시스템의 용도, 활용분야 별로 어떠한 효과가 기대되는지 파악하고 국가적 보급 확산 우선순위 분야 결정에 활용
 - 에너지저장시스템의 계통연계 기준을 정립하고 계통연계의 제약요소 해소 방안 마련에 기여
 - 에너지저장시스템의 활용 가치 극대화, 에너지저장시스템의 시장조성을 위한 정책 발굴 및 지원 대책 마련
 - 전력 피크 관리를 위한 수요관리 대책 마련을 위한 기초자료로 활용
- 에너지저장시스템 산업의 성장 동력화 및 지속가능 발전전략 수립에 기여
 - 주요국의 정책동향 및 관련 산업에 대한 기초정보로 활용
 - 에너지저장시스템 산업의 성장 동력화 및 지속가능한 발전방안 마련
 - 에너지저장시스템 보급 활성화를 통해 관련 산업의 발전 도모

< 참고자료 >

산업자원자원부고시(제2012-296호), “전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지기준”,
2012.12.7

전력거래소, “전력시장운영규칙”, 2013.10

한국수출입은행 해외경제연구소, “리튬 이차전지 산업 동향”, Issue Briefing
(2014.6.23.)

에너지관리공단, “에너지관리시스템 보급 확대 방안”(내부자료),

KDB대우증권, “EV(전기차)와 ESS 나비효과”, 2014 Outlook Report, 2013.11.29

NEDO(2013), “NEDO 이차전지 기술개발 로드맵 2013(Battery RM 2013)”,
2013.8

일본경제산업성(2014), “エネルギー白書2014”(http://www.meti.go.jp/)

Bloomberg New Energy Finance, “ Battery innovation: incremental or
disruptive?”, Presentation Slide, 2012.1

Bloomberg New Energy Finance, “Clean Energy Investment Activity and
Trends”, Ecosummit London 2013(발표자료, 2013.10.5.)

DOE(2013), “Grid Energy Storage”, 2014.6

IEA(2014), “Technology Roadmap- Energy Storage”, 2014

IEA(2014), “Energy Technology Perspectives 2014”, 2014

SANDIA(2013), “Market and Policy Barriers to Energy Storage Deployment”,
2013.12

정책 이슈페이퍼 14-16
에너지저장시스템 시장조성 방안

2015년 5월 15일 인쇄

2015년 5월 15일 발행

저 자 이 성 인 외

발행인 박 주 현

발행처 **에너지경제연구원**

681-300 울산광역시 중구 중가로 405-11

전화: (052)714-2114(代) 팩시밀리: (052)714-2028

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 크리커뮤니케이션 (02)2273-1775
