

# 에너지저장시스템 (ESS) 현황

## 〈목 차〉

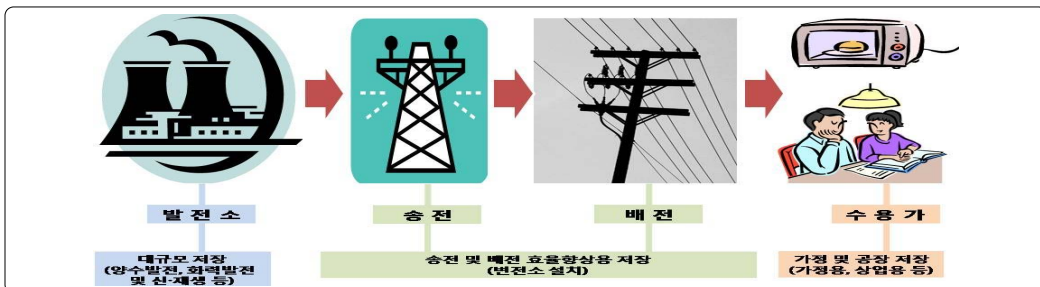
- Ⅰ. 제품개요
- Ⅱ. 기술현황
- Ⅲ. 시장현황

## I 제품개요

### 1. 에너지저장시스템(ESS)란?

- 에너지저장시스템(이하 ESS, Energy Storage System)은 생산된 전력을 발전소, 변전소 및 송전선 등을 포함한 각각의 연계 시스템에 저장 후, 전력이 필요한 시기에 선택적·효율적 사용을 통해 에너지 효율을 극대화 시키는 시스템임
  - － 야간에 유희전력을 저장하고 전력소모가 심한 주간에 저장된 전력을 사용함으로써, 전력의 효율적 사용이 가능함

에너지저장장치 개념도



\* 본고는 기술평가부 윤준호 행원이 집필하였으며, 본고의 내용은 집필자의 견해로 당행의 공식입장이 아님

- 현재 일반적으로 사용되고 있는 ESS는 양수발전(PHES, Pumped Hydro Energy System) 및 UPS(Uninterruptible Power Supply, 무정전 전력 공급장치) 등이 있음
  - 양수발전은 잉여의 전기를 활용하여 아래쪽의 물을 높은 곳으로 끌어올려 보관하였다가 전기가 필요한 경우 수력 발전을 통하여 다시 전기를 생성시키는 저장 방식임
  - UPS는 정전시 기계나 컴퓨터 정보 등의 손실을 예방하기 위해 사용되는 것으로, 일시적 에너지 저장 장치임

## 2. 개발배경

### ▶ 전기 소비 환경의 변화

- 양수발전은 환경 파괴 및 건설단가가 비싼 단점이 있으며, UPS는 최소한의 에너지만을 저장하는 시스템으로 활용 범위에 제한이 있음
- 전세계 산업의 발달로 산업용 전기사용이 많아지고 있으며, 소득의 증대에 따른 전기용품 사용 증가로 전력 사용량이 급격히 증가하고 있음
  - 이 같은 전기소비 패턴의 변화는 시간대별 부하 변동 뿐만 아니라 하절기/동절기 같은 계절별 부하에서도 차이가 커지는 경향을 보이고 있음
- 여름·겨울철의 전력 사용 급증에 따른 대규모 정전사고, 일본 원전사태 및 신·재생에너지 보급 확산 등 다양한 환경 변화에서 기인한 전력 불확실성에 대비하기 위하여 고용량·저비용의 ESS 개발 니즈가 확대되고 있음
  - 특히 신·재생에너지 발전원의 보급 확산은 새로운 ESS를 필요로 하고 있음
- 시간대별, 계절별 최대 부하가 지속적으로 증대하면 이에 대응하기 위하여 전력공급 설비를 늘려야 할 것임
  - 그러나 최대 부하에 대응하기 위하여 전력설비를 증설할 경우, 하절기/동절기를 제외한 시기의 유휴 설비가 늘어나게 되어 설비 이용률이 떨어지게

되며, 전력설비 증설 및 유지 등에 따른 경제성 측면에서도 문제가 발생하여 대안이 요구되는 상황임

#### ▶ 전력부족에 대한 대안 : ESS

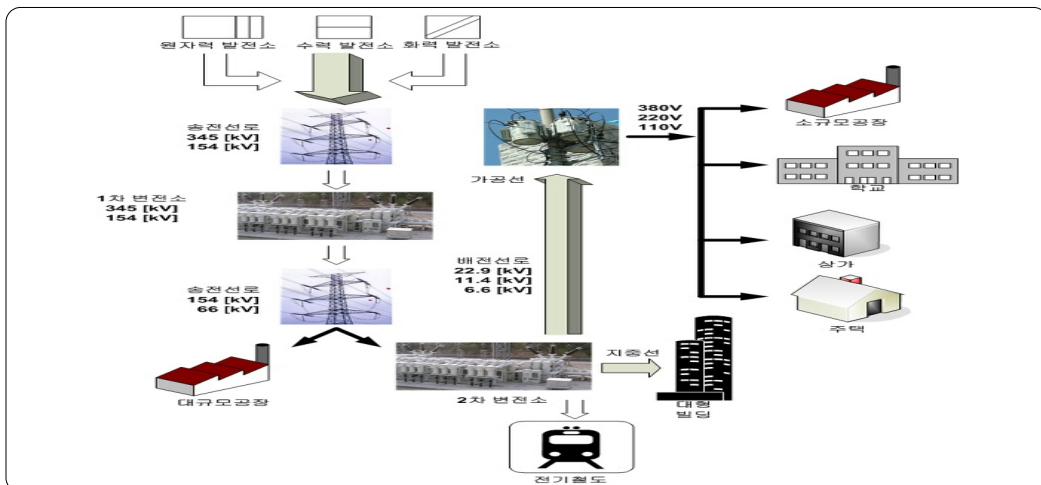
- 전력부족 현상을 해결하기 위해서 장기적으로는 전력공급 확충, 전력 수요관리 및 신·재생에너지 보급 등을 위한 신개념 에너지저장시스템 추진 필요성이 대두됨
- 시간대 및 계절별 변동이 큰 전기부하를 평준화시켜 전반적인 부하율을 향상시킬 경우, 발전단가를 낮출 수 있으며 전력설비 증설에 필요한 투자비와 운전비 등을 절감하게 되어 전기요금 인하 등의 추가적인 효과가 가능하게 될 것임
- 전기부하 평준화를 위하여 IT기술이 접목된 에너지 저장 장치를 보급하면, 유휴전력의 저장과 사용이 가능하여 전력예비력 확보가 용이함
  - － 하절기 및 동절기의 전력 집중화에 따른 전력 피크 및 대규모 정전사고 등에 효과적인 대응이 가능함
- 특히 신·재생에너지는 입지환경이나 자연조건에 크게 영향을 받아 출력 변동이 심하여 연속 공급이 불가능하고, 에너지 생산시점과 수요시점의 시간차가 발생하게 되므로 신·재생에너지 활성화를 위해서 에너지저장시스템이 중요하게 대두됨
  - － ESS는 태양광, 풍력 등 외부 환경에 따라 출력 변동성이 심한 에너지를 고품질 전력으로 전환하여 전력망에 연계가 가능한 시스템임
  - － 에너지 저장이 없는 상태에서 신·재생 에너지 발전량 비율이 10%를 상회하는 경우, 전체 전력망의 불안정으로 인해 전력품질에 심각한 피해를 줄 수 있는 것으로 보고되고 있음

### 3. 에너지저장장치의 효과

#### ▶ 기존 전력계통의 특성

- 전기는 다른 에너지원과 달리 저장하기 때문에 전력이 생산됨과 동시에 소비가 이루어져야 한다는 특성이 있음
  - 기존의 전력계통은 예상 수요량만큼의 발전을 하여야 하는데, 소비자들의 전력 사용량은 시간·요일 및 계절별로 변동하여 수요와 공급량을 일치시키는 데 애로가 있음
- 전력수요 예측에 따라 발전소에서 전기를 생산하여 소비자에게 직접 제공하는 기존의 중앙 집중형 방식은 전력 수요를 미리 예측하여 수요와 공급의 불일치 가능성이 높음
- 전력을 다양한 수요 변화에 차질 없이 공급가능한 전력수급 균형을 이루기 위해서는 상시 공급체계를 갖추어야 하고, 이에 따른 상당한 비용의 발생과 저효율이 존재하게 됨
  - 따라서 국내의 주요 전력 공급원인 원자력발전은 항상 가동 상태를 유지하여야 하고, 화력 및 수력 발전도 일정 수준의 가동률 유지가 요구됨

현재 전력계통도

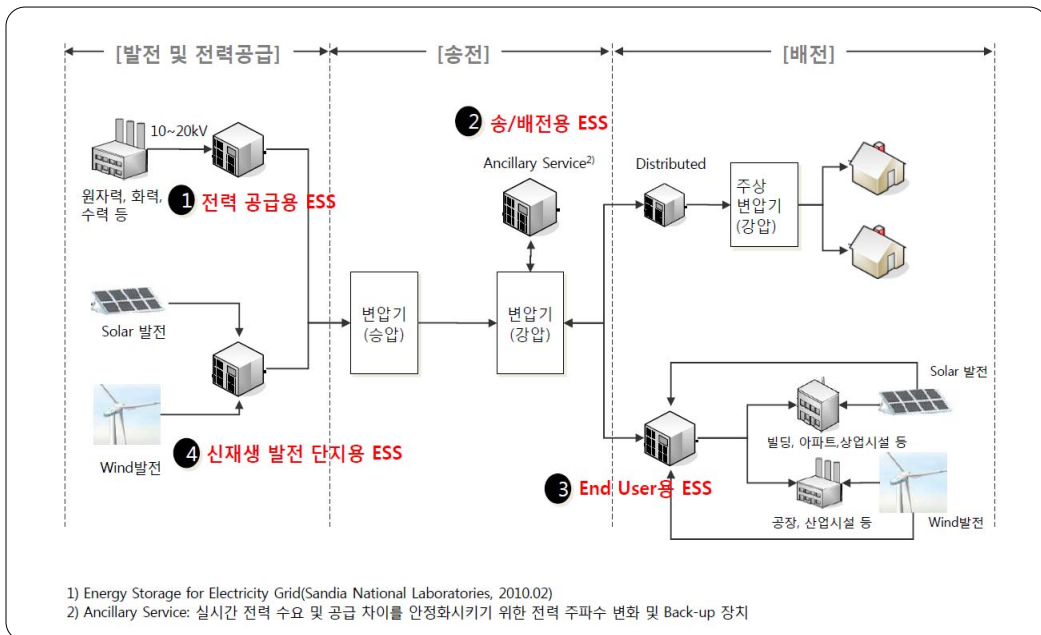


자료 : 스마트 그리드 기술동향, 지능형전력망협회(2012)

## ▶ 스마트 그리드와 ESS

- 스마트 그리드와 ESS가 결합하면 기존 전력망에 정보기술 (IT)이 응용되어 전력공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환하고 ESS를 통해 필요한 시기에 전기에너지를 공급하여 에너지 효율을 향상시키는 시스템 구현이 가능함
- 현재의 중앙집중식 전력계통 문제 해결을 위하여 분산전원의 특징을 갖고 있는 스마트 그리드와 ESS가 고안되었고 배터리 및 IT 기술의 접목이 이를 가능하게 하고 있음
  - 양방향 정보교류가 가능한 전력계통의 발전 및 전력공급, 송전 및 배관 각 단계에 ESS가 설치되어 에너지 효율을 증가시킴

스마트 그리드와 ESS 결합 전력계통도

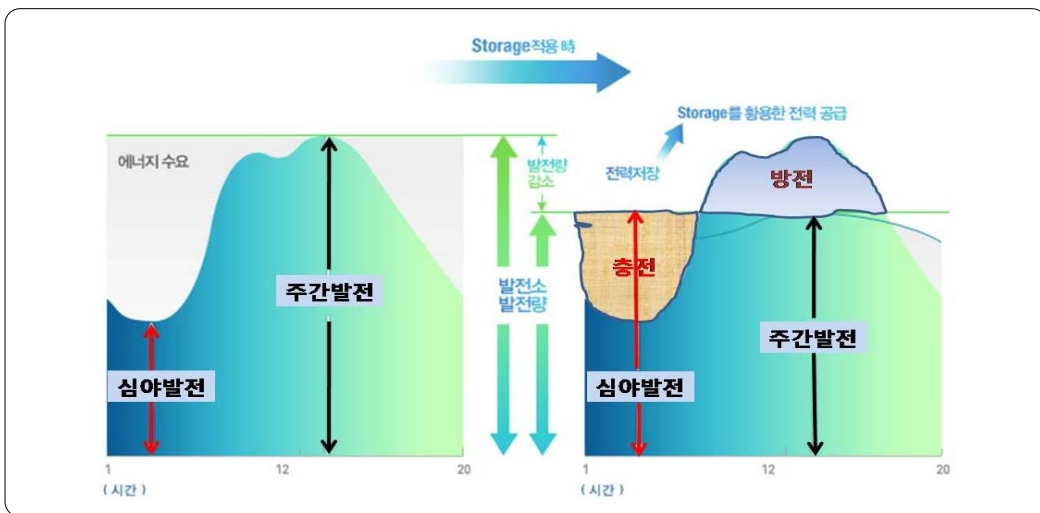


자료 : 스마트 그리드 기술동향, 지능형전력망협회(2012)

- ESS는 야간에 유휴전력을 저장하고 주간에 사용하는 부하평준화(Load Leveling)를 통해 전력운영 최적화에 기여할 수 있음

- 기존의 대규모 전력시스템과 소규모 분산형 에너지 저장 장치가 IT 기술로 연결되어 역할을 분담할 수 있도록 전력 구조가 재설계된 형태임
- 스마트 그리드를 통한 양방향 정보교류를 통해 전력 수요량이 적은 시간대(ex : 심야)에 충전을 하고, 전력 수요량이 많은 시간(ex : 주간)에 발전을 통해 발전량을 평준화시킬 수 있음

### 부하 평준화



자료 : 전력망과 정보통신의 융합기술, ETRI(2011)

- 계절 및 지역 등으로 출력변동성이 심한 태양광 및 풍력 등과 같은 신·재생에너지 전력의 충전과 방전을 환경변화에 따라 부하 평준화할 수 있음
  - 부하 평준화로 안정적 출력변환을 통해 고품질 전력으로 전환하여 전력망에 연계하여 전력망의 안정성과 신뢰도를 향상시킬 수 있음
- 스마트 그리드 ESS의 효과로는 정보통신기술을 이용한 양방향 전력공급 체계의 구축과 송배전 전력계통의 유연성 제고, 정전사태 등을 미연에 방지하여 신뢰성 제고, 그리고 경제적 측면에서의 전력관리의 효율성 제고 등이 있음

현재 전력계통과 스마트 그리드 적용 ESS 비교

구 분	현재 전력계통	스마트 그리드 ESS
통제시스템	아날로그	디지털
발전	중앙집중형	분산형
송·배전	공급자 위주(단방향)	수요·공급자 상호작용(양방향)
전력공급원	중앙전원, 화석연료 위주	분산전원 증가 (태양광, 풍력 등 적용가능)
고장진단	불가능	자가진단
설비점검	수동	원격
제어 시스템	국지적 제어	광범위한 제어
가격정보	제한적(월 1회 총액제)	실시간 정보 열람
가격제	사실상 고정가격제	실시간 변동가격제
전력수요	급변(수요에 의존)	거의 일정
소비자 구매 선택	제한적	다양

자료 : 스마트그리드 AMI 동향 보고서(2012)

## II 기술현황

### 1. 에너지저장시스템의 종류

#### ▶ 용량별 적용 범위

- 에너지 저장기술은 화학·동역학 및 위치에너지 등과 같은 여러 에너지 형태를 활용하여 최종적으로 전기로 변환시킬 에너지를 저장하는 기술을 의미함
- 에너지 저장에는 다양한 기술이 있는데 각 기술의 적용 범위는 저장용량별, 운전주기별 옵션 등에 따라 차이가 있음
  - － 대용량 ESS는 발전소 상에 위치하며, 용량이 수백MW급이며, 매일 수 시간의 에너지 저장이 가능함

- 소규모 ESS는 송·배전 지점 상에 위치하면서 전력소비자와 직접 연결되어 있는데 용량은 kW 규모이면서 수 분단위의 전력저장이 가능함

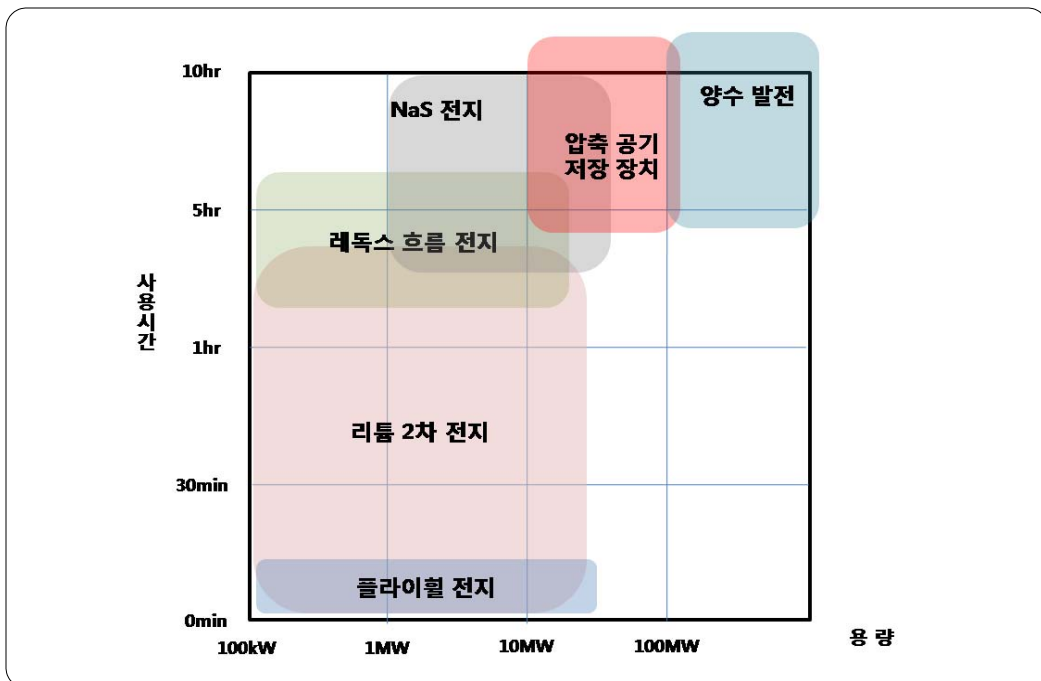
응용 분야별 저장 장치 용량

용도	주거용	상업용	산업용	발전용	
용량	≤15kW	≤50kW	≤500kW	≤1MW	≤10MW
활용	무정전 백업	수요처 전력 유효 활용	전력 수급 조정		

자료 : 에너지저장시스템 세미나, 한국전력기술인협회(2013)

- 전력저장을 위한 주요 기술로는 양수발전장치(Pumped Hydro) 외에 리튬 2차 전지(Lithium Secondary Battery), 레독스 흐름 (Redox Flow) 전지, NaS(나트륨-유황) 전지 및 압축공기 저장 장치(Compressed Air Energy Storage) 등이 있음

에너지 저장 기술별 적용 범위



자료 : 에너지저장시스템 세미나, 한국전력기술인협회(2013)



- 양수 발전 및 플라이휠은 물리적 에너지저장시스템으로 고출력 에너지를 신속히 저장할 수 있는 반면에 초기 투자비가 과다함
- 리튬 2차, NaS 및 레독스 흐름 전지 등은 화학적 에너지저장 시스템이며, 특히 리튬 2차 및 NaS 전지는 발전소 및 수용가 ESS 모두에 적합한 것으로 알려져 있음
- 우리나라는 IT 기기에 사용되는 소형 리튬 2차 전지 분야에서 세계 최고의 기술력을 보유하고 있으며, 이를 바탕으로 리튬 2차 전지를 적용한 ESS 분야로의 확대를 계획하고 있음

## ▶ 주요 ESS 비교

주요 에너지 저장시스템별 장·단점

구분	단주기		장주기	
	플라이휠	리튬 2차	NaS	레독스 흐름
전력변환효율	90%	96%	78%	70%
수명(year)	20미만	10 미만	15	5~10
방전지속시간(hr)	15min 미만	15min~2hr	6~8	2~8
용량당 가격(\$/kW)	-	1,000~2,000	200~300	600~1,000
장 점	고출력	상용화 용이	실증완료를 통한 상용화	투자비 낮음
	장수명	친환경		
	고온 내구성	효율 우수		
단 점	이동불가	폭발 위험	고온 환경 유지	환경 유해
	높은 투자비	실증 사례 무		낮은 효율
	폭발 위험			
용 도			전력저장, 송전전압 관리 등	
		부하 평준화, 신재생 에너지 관리, 계통연계		
	전력망 안정화, 품질 향상			

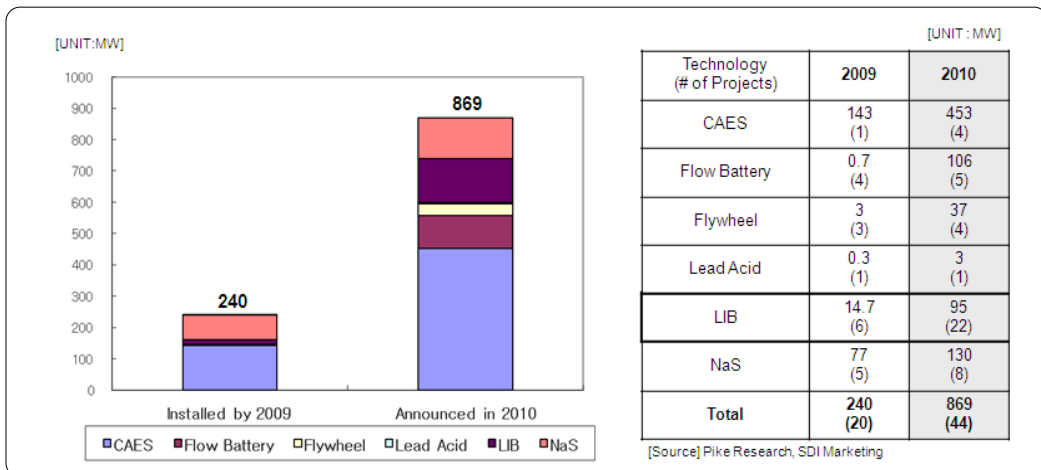
자료 : 당행 재구성

## 2. 국내·외 개발현황

### ▶ 해외 개발 현황

- 미국, 유럽 및 일본 등 주요 선진국들은 연구개발 및 실증을 활발하게 추진 중이며, 일부 상용화에 성공을 거두는 등 사업화 단계에 진입하고 있음
  - 세계적으로 '09년 240MW(20건)에서 '10년 869MW(44건) 으로 실증사업이 약 2배 이상 증가하였음

세계 에너지 저장 실증 현황



자료 : 에너지저장시스템 세미나, 한국전력기술인협회(2013)

### 1) 미 국

- 미국은 공공기관(ARPA-EI 등) 및 대형 전력회사(AES, AEP 등)를 중심으로 기술 개발 및 실증 사업을 적극 추진 중임
  - ARPA-E(DOE 산하 연구기관)는 총 92백만 달러의 자금을 리튬 2차 전지, 슈퍼 캐패시터, 레독스 흐름전지 등의 에너지 저장 기술에 투자하고 있음('09~'10)
  - AES는 뉴욕 Westover 발전소의 44MW 화력발전 설비에 20MW급 리튬 2차 전지 설치(2010.6)

## 2) 유 럽

- 프랑스 경제성과 독일 환경부가 주관하여 공동 지원하고 있는 Solion Project를 수행 중임
  - 프랑스(Saft)와 독일(Conergy)은 양국의 전력회사, 전지 업체, 태양광 발전설비 업체 및 연구소 등을 참여시켜 에너지 저장용 리튬 2차 전지 개발을 주도하고 있음

## 3) 일 본

- 일본은 NEDO<sup>1)</sup> 주도로 대용량 전지 개발 로드맵을 추진 중으로, NGK 등이 NaS 전지를 사업화 하였고, GS-Yuasa, 미쯔비시 및 Elly Power 등도 리튬 2차 전지를 개발 중임
- NGK는 전력용 애자 등을 제조하는 세라믹회사로서 미국의 포드 및 독일의 ABB로부터 기술을 이전 받아 NaS 전지의 개발을 시작하였음
  - 1984년 동경전력(TEPCO)과 함께 일본 국가프로젝트와는 별도로 NaS 프로젝트를 시작하여 1990년 10kW급 모듈을 전기자동차에 탑재하여 테스트하였으며, 1992년 Load Leveling용의 50kW 모듈을 개발하였음
- NGK의 NaS 전지 세계 시장점유율이 '08년 기준 51%로 과점 상태이며, 프랑스 EDF와 150MW, UAE와 300MW 공급계약을 체결하였음
  - '02년부터 본격 양산을 시작하였고 '07년에는 라인 확장을 통해 생산능력을 확장
- GS-Yuasa는 전지회사로서 NEDO 프로젝트에 참여하여 NaS 전지를 개발한 바 있으며, 100kW급 이상의 리튬 2차 전지를 제작하여 실증용 운전 중임
  - 미쯔비시는 14kWh급 Li-ion 가정용 시스템 및 산업용 저장 시스템, 자동차용 리튬 2차 전지에 집중하고 있음
  - SHARP는 태양전지용 리튬 2차 전지 사업을 위해 DNP, 다이와 House와

---

1) NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization) : 1980년에 설립된 일본 에너지 환경분야와 산업기술을 담당하는 독립행정법인임

합작법인인 Elly Power 설립하였음

- 신·재생 발전소용, 가정용 등 다양한 분야에서 기술개발을 추진하고 있고 NaS전지, 리튬 2차 전지에서 앞선 기술력을 보유하고 있음
  - 일본에서는 '06년 6월까지 NaS 전지가 전국적으로 90개소에 설치되었으며 축전용량은 130MW에 이르러 실용화되기 시작한 '02년 이후 급격히 증가하고 있는 추세임
  - 현재까지 NaS 전지 시스템은 일본에서 약 90여곳, 13만 kW 정도가 도입되었으며, 해외에서도 '06년 7월에 AEP(American Electric Power)의 변전소 용도로 1MW급 NaS 전지 시스템이 운전을 개시하였음

#### 4) 기 타

- 레독스 흐름 전지는 미국, 유럽, 일본, 중국 등에서 실증에 성공하여 상용화에 낙관적이나, 리튬 2차 전지 및 NaS전지에 비해 실증 및 상용화 단계가 다소 뒤쳐져 있음
  - 일본 Sumitomo는 풍력 발전과 연계하여 시장 확대 중임
  - Kansai Electric Power의 경우, 450kW 레독스 흐름 전지의 시제품을 실증 중임

◇ ESS 실증 사례 ◇

◆ (일본) 북해도 Rokkasho 소재 51MW 풍력 발전소



- 2008년 8월 34MW (250MWh) NaS 전지시스템 도입·운영
  - \* 풍력 발전 출력 안정화 실증
- 전력 품질이 높아 고가로 판매
  - 일반 전력의 경우 약 3¥/kWh인데 반하여 9¥/kWh로 판매

◆ (미국) Tehachapi 풍력 발전소



- SCE가 Tehachapi 사막지역의 풍력발전소 에너지 저장 실증
  - \* Southern California Edison 社
- ESS는 8MW(32MWh) 용량의 리튬 2차전지로 구성
- 사업규모 250억원/년, 에너지부(DOE)가 1:1 matching으로 지원

◆ (유럽) Solion 프로젝트



- 태양광 주택 리튬 2차 전지 도입 타당성 평가 위한 프로젝트
  - 2008.8월부터 75개 시스템(5~15kWh)에 대한 실증 사업 추진
- 독일 환경부, 프랑스 경제성 공동지원, Saft, Conergy, Tenesol 등이 참여

## ▶ 국내 개발 현황

### 1) 리튬 2차 전지

- 주로 KEPCO 주관 하에 삼성SDI, LG화학 등 기존의 리튬 2차 전지 생산업체들이 참여하는 형태로 시제품 생산 및 각 분야별 실증사업이 진행 중임
  - 단기적으로 에너지 저장장치 실증을 토대로 상용화의 발판을 마련하고 있으며, 중장기적으로 ESS의 확대 보급을 위한 비용 절감활동도 수행 중임
- 삼성SDI는 각 분야별 실증사업을 통해 ESS 기술의 안정성을 검증하고 있으며, ESS 시스템 개발을 총체적으로 수행함으로써 가정용 및 산업용으로 적용을 목표로 하고 있음
- LG화학은 기존 전력계통에 연계하여 전력전송의 효율성을 높이고, 특히 신·재생 에너지의 불안정한 전력의 안정화에 주력하고 있음

주요 업체별 특성

제조사	용 량	지속시간	적합용도
삼성SDI	수 kWh ~ 20MWh	수 초 ~ 수 시간	가정 및 산업용 에너지 저장 시스템 등
LG화학	수 kWh ~ 1.5MWh	수 초 ~ 10시간	전력효율화, 노후 전력 안정화 및 신·재생 전원 안정화 등

자료 : 에너지저장시스템 세미나, 한국전력기술인협회(2013)

- 리튬 2차 전지는 최고 수준의 제조기술로 해외수출을 통한 상용화도 일부 달성하였으나, 기타 ESS 애플리케이션별 핵심 부품 기술은 미흡한 상태임
  - 삼성 SDI : AES(美)에 20MW급 ESS 공급계약('10.9)
  - LG화학 : SCE(美)에 10kWh급 가정용 ESS 공급계약('10.10)
- 리튬 2차 전지를 제외한 핵심 부품 기술수준, 실증 경험 및 상용화 수준에서 선진국 대비 열위한 상황임

국내 참여 기업별 실증현황

기간	참여기업	실증 과제	분류
2011.07 ~2014.06	KEPCO(주관), 삼성SDI, 효성 등	신·재생연계형 MW급 리튬 이온 운용시스템 개발	신·재생
2010.06 ~2013.05	KT(주관), 삼성SDI, 효성 등	10kWh급 리튬 2차 전지 ESS실증	가정용
2010.06 ~2013.05	KEPRI(주관), LG화학 등	계통연계형 ESS 실증	산업용

자료 : 에너지저장시스템 세미나, 한국전력기술인협회(2013)

## 2) NaS 전지

- POSCO는 '15년 사업화를 목표로 NaS 전지 개발을 추진하고 있으며, 현재 시제품을 만들기 위한 개발 단계임
- 본격적인 실증은 '13년부터 계획하고 있으며 수십kWh급 NaS 전지를 적용한 국내 최초의 실증 실험이 될 것으로 예상됨
  - 수백kW급의 실증이 가능한 '14년부터는 본격적으로 계통에 연계된 실증이 가능할 것으로 예측하고 있음
- POSCO에서는 ESS용 2차 전지인 NaS 개발 및 실증사업에 대한 추진전략을 '14년에 소규모 건물 및 '15년 이후 대규모급으로 확대시켜 나갈 계획임
  - 건물용 ESS를 대상으로 '14년까지 개발될 수백kW 용량의 2차 전지 시스템을 이용하여 소규모 건물(일반 사무용 또는 상업용 빌딩)용에 설치하여 실증사업을 진행할 예정임
  - '14년 이후부터 데이터 센터, 병원, 통신사 등 전력의 높은 신뢰도가 필요한 시장을 대상으로 하는 중/대형 건물(1MW급 이하)용 ESS 사업 진행을 목표로 하고 있음
    - 전기 자동차의 보급 확대 대응용 분산 전력 공급소(1MW급 이상)에 대한 실증화 계획도 마련되어 있음
  - 건물용 ESS에 대한 실증을 토대로 '15년 이후, 신재생에너지, 계통연계 및 발전원을 대상으로 ESS 실증의 규모를 수백MW급으로 확대시켜 나갈 계획임

- 최종적으로 발전원과 연계한 실증 사업을 통해 시스템의 안정성, 경제성을 향상시키길 계획
- NaS 전지의 핵심소재라 할 수 있는  $\beta$ -alumina 고체 전해질의 제조 기술이 국내에 없어 전량 수입에 의존하고 있는 실정이고 실증 사례가 없는 점 등을 감안 시, 상용화를 위한 기술경쟁력은 낮은 것으로 판단됨

### 3) 레독스 흐름(Redox Flow) 전지

- 레독스 흐름전지는 국내에서 제조하는 곳이 없으므로 사업화 및 실증사례는 전무한 실정임
  - 에너지기술연구원(KIER)에서는 자체사업으로 <신재생에너지 연계 에너지저장 시스템 개발 및 실증연구> 과제를 진행하고 있음
  - 레독스 흐름전지 단독운전 및 신재생에너지-레독스 흐름전지 연계운전 등을 통해 실증을 하고자, 에너지기술연구원과 POSCO가 협력연구를 진행하고 있는 수준임

## 3. 국내·외 기술수준 비교

- 국가별 시장 형성 단계와 자국 산업 연관성 등에 따라 주력 기술 접근에 대한 차이가 존재함
  - 미국은 노후 전력계통 보완을 위해 다양한 기술을 적용 중이고, 유럽은 신·재생에너지 활성화에 따른 출력 안정화용 시스템에 중점을 두고 있음
  - 일본은 리튬 2차 및 NaS전지 산업 주도권을 최대한 활용하는 방향으로 기술개발을 전개하고 있음
  - 국내는 리튬 2차 전지 중심의 실증사업 진행 초기 단계임
- 50MW 이하는 리튬 2차 전지, NaS 전지 방식이, 50MW 이상은 압축공기저장 등의 대형 저장방식이 대세를 이룰 것으로 전망됨



- 현재의 주된 대용량 ESS인 양수발전의 경우, 높은 투자비용, 고낙차의 지형요구 조건 및 환경문제 등을 유발하여 향후에는 NaS 전지 등의 용량 Up-Grade가 활성화될 것임
- 리튬 2차 전지 및 NaS 전지도 결국 발전소, 변전소 등 전력공급 안정화를 위한 중대형 저장 수요가 증대하여 대용량화되는 방향으로 기술개발이 진행될 것으로 예상됨
  - 전력망용 저장 수요 : '11년 584MW → '20년 10,783MW
- 현재 NaS 전지가 유일하게 상용화되어 양산성이 검증 되었으나, 다양한 기술이 경합 중이므로, 향후 어떤 제품이 최종 우위를 선점할지는 예측하기가 어려운 상태임
  - NaS 전지는 리튬 2차 전지 대비 가격경쟁력이 우세하여, 상용화 측면에서 유리함
  - 전세계 설치 용량 기준 NaS 전지는 약 316MW이며, 리튬 2차 전지는 약 20MW임
- 국내 ESS 기술은 안정된 전력망, 낮은 전기 요금, 낮은 자연 재해 발생률 등 시장 개발 유인 부족에 따라 선진국 대비 기술발전 수준이 열위함
  - 리튬 2차 전지의 경우 제조기술은 세계 최고 수준의 기술력을 보유하고 있으나, ESS로의 응용을 위한 부품 기술은 상대적으로 열위함
- 에너지 저장장치 종류에 따른 세계 최고 기술업체와 국내 주요 업체 기술수준을 비교하면 다음과 같음

에너지 저장 시스템 주요 업체별 기술 수준

구 분	단계	선두업체	주요 국내업체	기술수준(최고 : 100)		
				원천	부품소재	제조
리튬이온	실증	GS-Yuasa(日)	삼성SDI LG화학	55	70	95
NaS	초기개발	NGK(日)	포스코	35	35	30
레독스	초기개발	Prudent Energy(中)	에너지 기술연구원	40	40	45
수퍼 캐패시터	개발완료	파나소닉(日) MAXWELL(美)	네스캡	50	55	80
플라이휠	초기개발	보잉(美)	전력연구원	70	60	70

자료 : 스마트 그리드 기술동향, 지능형전력망협회(2012.09)

- 국내 다수의 스마트 그리드 ESS 실증사업이 진행 중이나, 대부분 사업 개시 1~2년 수준으로 향후 최소 2~3년간의 검증 기간이 소요될 것임
  - － 또한 시험평가 및 안전 인증 등 인프라도 부족한 실정임
- ESS 설치 유인 부족으로 국내 기술개발 수준이 더디게 진행되어 해외와의 기술격차가 좁혀지기 쉽지 않은 상황임
  - － 국내의 안정된 전력망과 현재 신·재생에너지 발전 비중 ('09년 1.07%)이 낮아 원활한 ESS 시장 형성이 쉽지 않은 상황임

### III 시장현황

#### 1. 전세계 전력 현황

- ESS 시장규모는 전력수요 증가와 신·재생 에너지 확산 등에 따라 크게 성장할 것으로 전망됨

- 특히 ESS는 신·재생에너지 확대를 위한 필수 기술로 인식되고 있는데, 이는 발전량과 발전시점이 불규칙한 태양광, 풍력 등 신·재생 에너지와 결합해 시간대별로 전력공급을 일정하게 조정할 수 있기 때문임
- 또한 전기 사용자 입장에서는 스마트 그리드를 통한 수요 반응(Demand Response)<sup>2)</sup>에 참여하여 전력부하 집중시 부하 감소에 도움을 주는 것이 가능해지며 이에 따라 전력요금을 절감할 수 있음

### ▶ 전력 소비 Trend

- '03년 이후 전세계에서 소비되는 전력은 꾸준히 증가하여 '03년 16,880TWh에서 '12년에는 19,090TWh를 기록하고 있음
- 중국은 매년 15% 이상 전력 소비량이 증가해오면서 '12년에는 미국을 추월하여 전 세계에서 가장 전력 소비가 큰 국가가 되었으며, 이 추세는 당분간 이어질 것으로 전망됨

주요국 연도별 전력소비량

(단위 : TWh)

Year	2008	2009	2010	2011	2012
World	16,880	17,480	17,930	17,780	19,090
USA	3,892	3,892	3,873	3,873	3,741
China	2,899	3,270	3,428	3,438	4,693
Japan	982	1,080	925	859	860
Russia	819	1,003	1,023	858	858
Brazil	402	402	404	404	456
Korea	369	385	385	402	455

자료 : Index Mundi, 2013

2) 수용가의 에너지 사용량, 요금제도, 예상요금 등 에너지에 대한 다양한 정보를 인지할 수 있고, 자발적으로 에너지 절감 프로그램에 동참할 수 있도록 의사결정을 내릴 수 있도록 유도하는 것

- 신·재생에너지 발전비중은 OECD 국가를 중심으로 크게 증가하여 '35년에는 15%를 넘어설 것으로 전망되고 있음
- 비 OECD국가들도 '20년에는 신·재생에너지 발전비중이 6% 수준으로 크게 성장할 것으로 예상됨

지역별 발전 비중

(단위 : %)

구 분	1990	2010	2020	2035
OECD				
Fossil Fuels	59.8	60.8	55.7	48.1
Nuclear	22.7	21.1	19.5	18.5
Hydro	15.5	12.5	12.5	12.2
Other Renewables	2.1	5.6	12.4	21.2
Non-OECD				
Fossil Fuels	69.9	74.3	68.4	62.2
Nuclear	6.8	4.4	6.9	8.2
Hydro	23.0	19.7	18.5	17.4
Other Renewables	0.4	1.6	6.2	12.2
World				
Fossil Fuels	63.4	67.5	63.0	57.1
Nuclear	17.0	12.9	12.2	11.9
Hydro	18.1	16.0	16.0	15.5
Other Renewables	1.5	3.6	8.8	15.5

자료 : World Energy Outlook(2012)

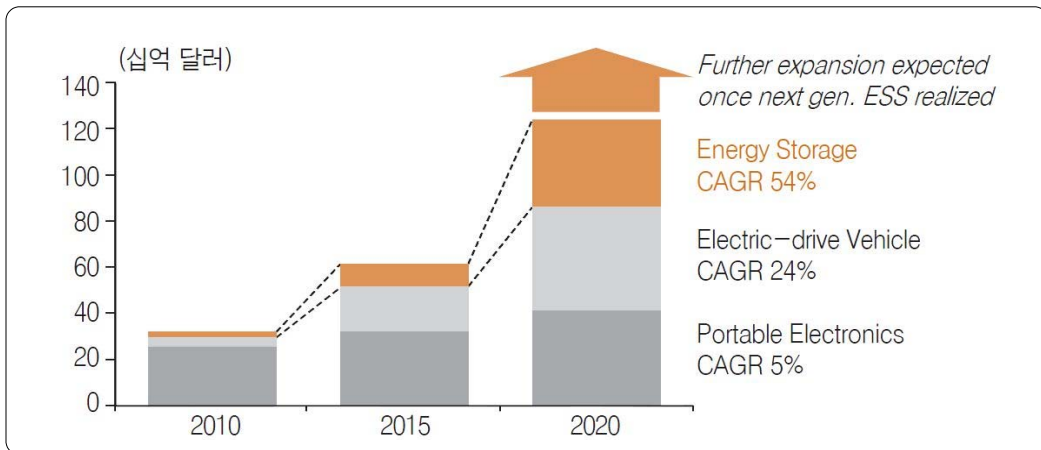
## 2. 국내·외 시장 전망

### ▶ 세계 시장 현황

- '10년을 기준으로 미국, 일본 등 일부 선진국을 중심으로 2조원 규모의 초기 시장이 형성되었음

- '10년 기준 약 850MW의 에너지 저장 용량이 보급되었는데, 발전소 및 송·배전에 적용되어 장기 저장을 위한 전력 계통용이 약 80%, 수용가에 적용되어 단기 저장을 위한 보조 서비스용이 약 20%를 차지함
- 전력계통시장은 미국이 약 78%로 최대시장 형성하고 있음

에너지 저장 시설의 수요 전망



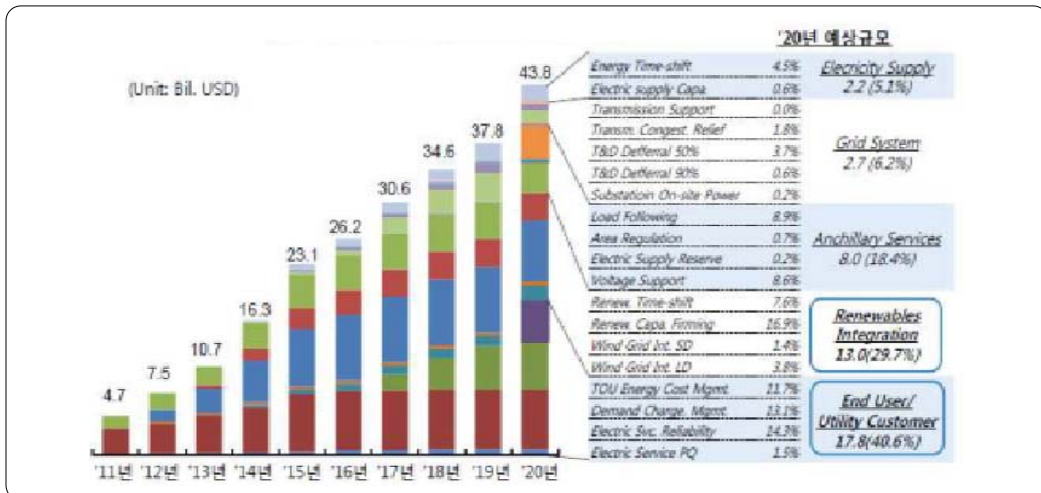
자료 : 스마트 그리드 기술동향, 지능형전력망협회(2012.09)

- 현재는 ESS 시장 태동기라 할 수 있으며, 향후 신·재생 에너지 및 스마트 그리드 시스템 구축 등이 에너지 저장시설 시장의 성장을 가속화할 것으로 전망하고 있음

## ▶ 세계 시장 전망

- 세계 ESS 시장은 '20년에 약 47.4조원 규모로의 성장이 전망되며, 이 중 가정용 및 신·재생 에너지 관련 수요가 전체의 70%이상을 차지할 것으로 보이며, 2~10시간 용량의 ESS 시장이 주류가 될 것으로 예상됨
  - 지속적인 성장으로 '30년에는 120조원 규모의 에너지 저장 시장이 형성될 것으로 전망됨
  - 특히 ESS용 리튬 2차 전지 시장은 약 12조원으로 예상됨

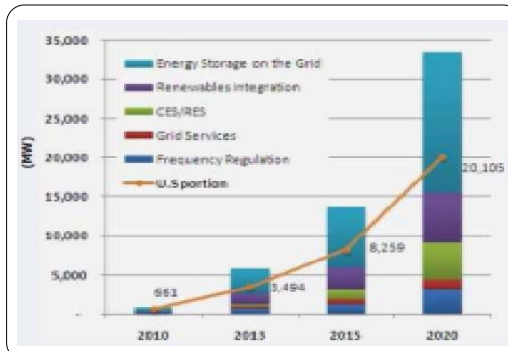
## Application 별 ESS 시장 규모 전망('11년~'20년)



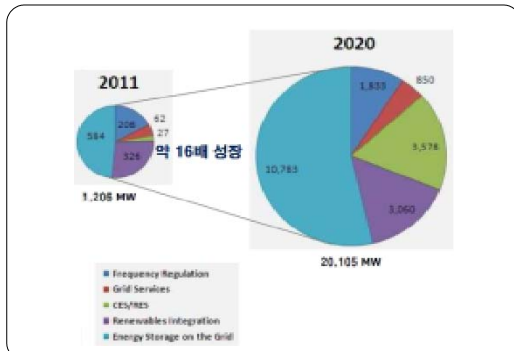
자료 : 스마트 그리드 기술동향, 지능형전력망협회(2012.09)

- 용량면에서는 '11년의 1,206MW에 비하여 '20년에는 약 16배 성장한 20,105MW에 이를 것으로 전망됨
- '50년까지 세계적으로 189~305GW 수준의 에너지 저장시설 수요가 예상됨

## ESS 시장 전망



## 응용 분야별 시장 전망

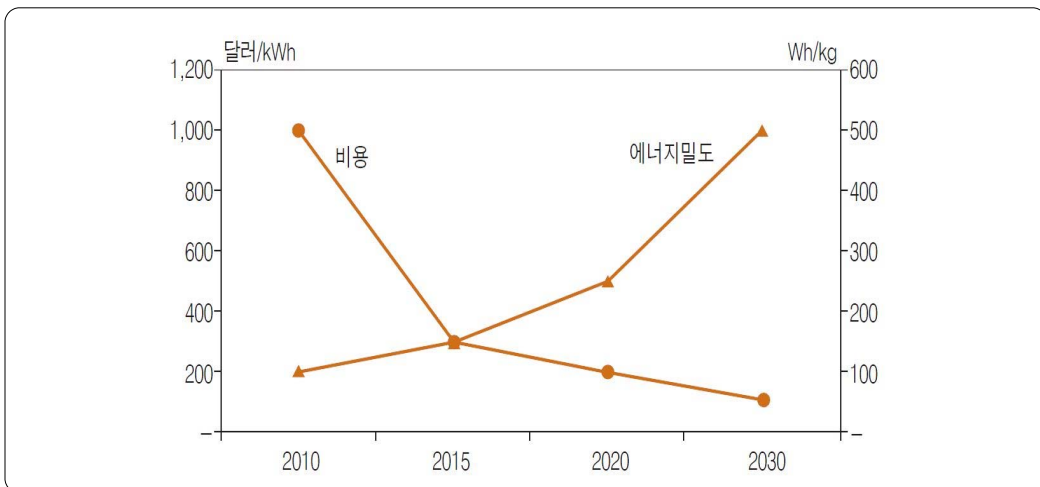


자료 : 양수발전을 대체하는 중대형 에너지 저장(ESS) 기술개발 및 산업화 추진, 지식경제부 보도자료(2011.05)

- 그러나 ESS는 막대한 투자비 및 법제화 등의 장애로 정부의 강력한 추진 정책 없이는 단기간 내에 활성화되는 데 어려움이 있음

- 세계적으로 ESS용 리튬 2차 전지 시장이 아직 크게 활성화되지 못하고 있는 이유는 높은 가격, 즉 단위 용량(kWh)당 에너지 저장 비용이 상당히 높기 때문이다
- 리튬 2차 전지 기반의 ESS에 대한 성장 전망은 리튬 2차 전지 보급 증가에 따른 생산단가 절감을 전제로 하고 있으나, 실제 제조원가의 하락은 기대치를 하회하고 있음
- 리튬 2차 전지 가격은 '10년 1,000USD/kWh에서 '20년에는 200USD/kWh까지 급락할 것이라는 전망이 지배적이었으나, '12년말 기준 제조원가는 900USD/kWh 수준으로 하락폭은 기대치를 크게 밑돌고 있음

리튬 2차 전지 비용 및 에너지밀도



자료 : Battery RoadMap, NEDO(日)(2011)

- 또한 글로벌 경기 하락에 따라 전기차 등 중대형 전지 수요 증가가 예상보다 더디게 진행될 가능성도 있어, 리튬 2차 전지 가격하락 폭도 기대에 못 미칠 가능성이 높음
- 일본의 경우, 대지진 및 원전 폭발 등을 계기로 ESS에 대한 수요가 일시적으로 증가한 바 있으나, 복구 마무리 이후 고가의 가격 등으로 수요가 하락하는 경향을 보이고 있음

## ▶ 국내 시장 전망

- '10년 기준 국내 ESS 시장 규모는 세계시장 대비 약 1% 수준이나, 투자 확대를 통해 '20년 세계시장 점유율 30%(약 14조원)를 목표로, 총 6.4조원 규모의 R&D 및 설비 투자를 추진할 계획임

ESS 시장 규모

(단위 : 백억원)

연 도	2010년	2015년	2020년
세계 시장	205	2,400	4,740
한국 시장	2	482	1,422

자료 : 스마트 그리드 ESS 기술동향 보고서, 지능형전력망협회, 2012

- 현재는 시장 형성전의 실증단계이나, 향후 전력 소비량 증가 및 신·재생에너지 확대에 따라 중장기적으로는 수요가 급팽창할 것으로 전망되고 있어, 신·재생에너지 보급 목표 및 투자 계획 등을 공격적으로 준비하고 있음
- 지식경제부의 ESS 수요 예측(에너지저장 기술개발 및 산업화 전략, K-ESS 2020)에 따르면 '15년까지 960MW, '20년까지 1,680MW규모의 에너지 저장 시스템이 필요할 것으로 예측됨
  - － 5차 전력수급기본계획에 의하면 전력소비량은 '10~'24년 기간에 연평균 1.9% 증가될 것으로 예상됨
  - － 신·재생에너지의 경우, 제3차 신·재생에너지 기본계획에 따르면 보급목표가 '08년에는 2.58%인 반면 '30년에는 11%를 목표로 하고 있음
- 삼성SDI와 LG화학 등 주요 업체들도 기존 투자 설비를 최대한 활용하는 전략으로 ESS 시장에 대응하고 있음
  - － 삼성SDI는 기존 소형 Mobile 기기용 원통형 전지를 조합하여 개발하고 있으며, LG화학은 전기차용 중형배터리 설비를 활용하고 있음
- 국내 업체 뿐만 아니라 일본 리튬 2차 전지 업체들 역시 전기자동차 성장 부진에 따른 중대형 전지 실적 보완을 위해 성장 전망 높은 ESS 시장에 경쟁적으로 진입하고 있음



- 전기자동차의 고성장 전망에 따라 중대형 전지 설비 투자를 실시했으나 예상보다 실적이 부진한 상황임
- '11년 전기자동차용 배터리 실적은 '09년 전망치의 1/4 수준에 불과함
- 상기와 같은 시장 상황으로 인해 일본의 Sony, Panasonic 및 중국의 BYD, ATL, Lishen 등 대부분의 글로벌 리튬 2차 전지 메이저 업체들도 ESS 개발에 적극 참여 하고 있음
- 국내 ESS 관련 산업은 리튬 2차 전지 위주로 확대될 것임
  - 레독스 흐름 전지, NaS 전지, 그리고 초고용량 커패시터 등이 있으나, 국내 기술기반이 리튬 2차 전지에 비해 취약함
- 그러나 국내의 경우, 미국, 유럽 및 일본 등에 비하여 ESS의 중요성에 대한 인식이 낮기에 자발적으로 ESS 시장이 활성화되기에는 상당한 시간이 소요될 것이라는 전망도 있음

#### ▶ 국내 ESS 육성 정책 비전

- 지식경제부 주관으로 '09년 이후 리튬 2차 전지 등 일부 ESS 기술에 대한 R&D 과제를 진행하고 있음
- 그러나 R&D 투자 비중이 작고 선진국의 투자 규모와 큰 차이가 있어 원천 기술 획득을 통한 파급효과를 창출하는데 한계가 있는 상황임
  - 에너지 기술개발 사업 대비 ESS 투자 비중은 '09년 약 1.3%에서 '10년 약 4.1% 수준임
  - 미국의 경우 '09~'10년에 에너지 저장 기술개발에 92백만 불을 투자하는 등 국내 투자비의 9배 이상 수준을 집행하고 있음

## 에너지 저장 기술 R&amp;D 투자 현황

(단위 : 백만원)

구 분	'07년	'08년	'09년	'10년
ESS 예산(A)	-	-	2,440	8,840
에너지 자원 기술 개발사업 예산(B)	129,535	143,172	192,567	210,000
ESS 투자 비중(A/B, %)	-	-	1.27	4.21

자료 : 양수발전을 대체하는 중대형 에너지 저장(ESS) 기술개발 및 산업화 추진, 지식경제부  
보도자료(2011.05)

- 지식경제부 발표 「ESS 기술개발 및 사업화 추진안」에 따르면 향후 10년간  
기술개발 약 2조원(정부:0.5조원, 민간:1.5조원) 및 민간 중심으로 설비 구축  
분야에 약 4.4조원 투자 유도 계획임

## 연도별 투자 목표

(단위 : 억원)

구 분		'11	'12	'13	'14	'15 <sup>3)</sup>	~'20	계
R & D	정부	376	391	455	488	385	2,951	5,046
	민간	1,128	1,174	1,366	1,465	1,154	8,854	15,141
	계	1,504	1,565	1,821	1,953	1,539	11,805	20,187
설비투자		840	1,375	2,306	3,058	2,578	34,243	44,400

자료 : 양수발전을 대체하는 중대형 에너지 저장(ESS) 기술개발 및 산업화 추진, 지식경제부  
보도자료(2011.05)

- 단기적으로 상용화 R&D와 실증 지원, 중장기적으로는 글로벌 시장에서 우위를  
점할 수 있는 원천 기술개발을 중점적으로 지원할 계획임
  - 정부는 실증 지원 및 인프라 구축, 원천 기술 개발에 집중하고, 민간은  
원천·상용화 기술, 제조·양산기술 투자에 집중하도록 유도하고 있음

3) 2015년 R&D 투자 감소 이유 : 주요 기업의 투자 계획상 2014년까지 기술개발을 중점 추진하고  
'15년부터는 실증 및 사업화에 집중

- 향후 3년내 MW급 이상의 시스템 개발 및 5년내 산업화가 가능한 기술 분야 4개를 선정하여 집중 지원할 계획임
  - － 단계별 경쟁·탈락을 통해 최종 4개(2011년 2개, 2012년 2개) 과제를 선정하여 집중 육성분야를 지정코자 함

#### 주요 기술 개발 분야

구 분	기술개발 분야
리튬 2차 전지	핵심소재 및 대용량화 기술개발, 전력계통 연계 기술개발 등
NaS전지	전해질의 고출력화 및 대형화, 시스템 안정성 향상 등
레독스 흐름전지	MW급 대용량화, 신규 redox couple 개발 등
슈퍼 커패시터	고성능 활성탄 개발 등 커패시터용 소재의 국산화 연구
플라이휠	시스템 통합 설계 기술, 진동제어 기술, 베어링 기술 등
압축 공기저장	압축기 및 터빈/연소기 기술개발, 시스템 안정성 향상 등

자료 : 에너지저장시스템 세미나, 한국전력기술인협회(2013)

- 정부는 향후 3~5년간 최대 1,200억원 규모의 민·관 Matching Fund를 조성하여 사업 추진을 구상하고 있음
  - － 참여주체인 산·학·연 각각의 역할을 명확히 하고, 대·중소 동반성장을 통한 수출 산업화를 집중 유도함

#### 주체별 역할

구 분	주체	주요 역할
산	일반기업	○ (대기업) 원천·상용화, 공정·양산 기술개발 ○ (중소기업) 부품소재 국산화 기술개발, 시스템 운영 기술개발, 금형 기술개발 등
	전력회사	○ 실증 지원, 전력 계통 연계, PMS 기술개발 등 * 한전, 발전사, 신재생에너지 사업자 등
학·연	연구소·대학	○ 원천기술개발(기업공동) 등

자료 : 양수발전을 대체하는 중대형 에너지 저장[ESS] 기술개발 및 산업화 추진, 지식경제부 보도자료(2011.05)

- 또한 시장에서 ESS의 보급을 위해 일정 규모 이상의 전력회사 및 발전회사 등을 대상으로 전기공급량의 일정비율만큼 ESS 설치를 의무화하는 방안을 검토 중에 있음
  - 중장기적으로 ESS 가격 및 신·재생에너지 보급 수준 등을 고려하여 시행시기 및 방안을 마련할 계획임