대용량 전력저장시스템(ESS) 기술실증 현황 및 향후전망

2012. 7.25

KEPCO SG사업처

황 우 현 Ph.D

목 차

I ESS 정의 및 필요성

II 현황 및 시사점

III 해외동향

IV 대용량 전력저장시스템 실증현황

V 향후전망

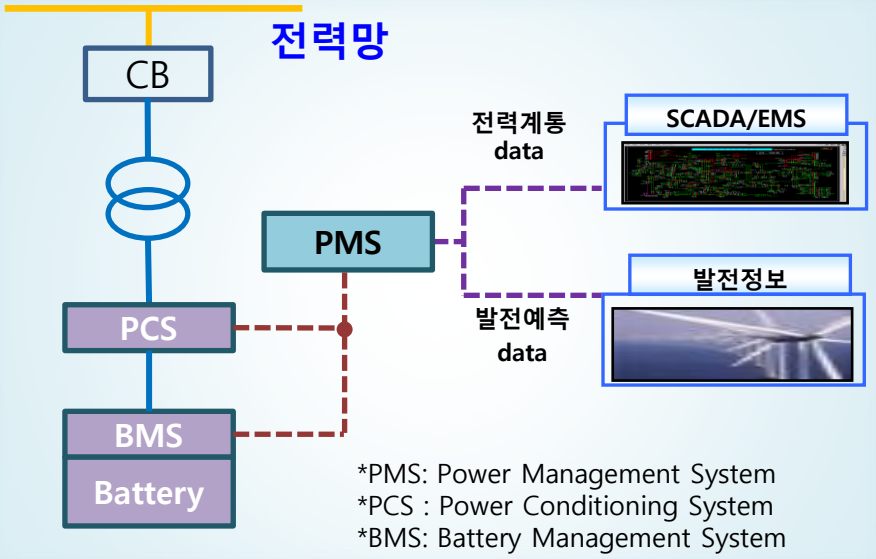
I. ESS 정의 및 필요성

Ⅰ. ESS 정의 및 필요성

ESS 정의

- 이차전지(Battery) : 전력을 저장했다가 필요 시에 사용 가능한 전지
- 전력저장시스템(ESS) : 생산된 전력을 저장했다가 필요한 장소와 시간대에 사용 할 수 있도록 지원하는 종합운영시스템

ESS 구성장치



- 전력저장시스템(ESS) 구성
  - Battery : 전력저장(충방전)
  - BMS : 배터리 감시 및 제어
  - PCS : 전력변환제어 (배터리 DC- 계통 AC 연계)
  - PMS : 운전정보 수집 감시 및 전력저장 시스템 전체적인 제어역할

Ⅰ. ESS 정의 및 필요성

필요성

- **전력계통의 효율적 운영 및 안정적인 전력공급**
  - 양수발전 기능을 대체하고 **수요관리 기능 보완**
  - **피크부하의 분산으로 부하율 개선** 및 발전소, 송전선로 등 건설비 절감
    * 부하율(%) = 평균부하/최대부하 * 100
  - 계통의 고장 시 예비전력을 공급하여 **고장파급 방지 및 광역정전** 예방
  - 신재생에너지 확대 연계 시 **불안정한 출력 안정화, 전기품질 개선** 등

- **전력저장장치의 경제성 확보**
  - 연구개발 추진, 정부 지원제도 시행 등으로 점진적 가격 경쟁력 확보

- **신 성장동력(산업) 성장 및 일자리 창출 기대**
  - 신재생에너지 공급확대에 따라 내수와 수출시장이 활성화
    * 전력저장장치 2020년 국내 4조원, 세계 47조원 전망
  - 전력분야의 신사업 개척 및 활성화로 신규고용 창출과 전문인력 양성 필요

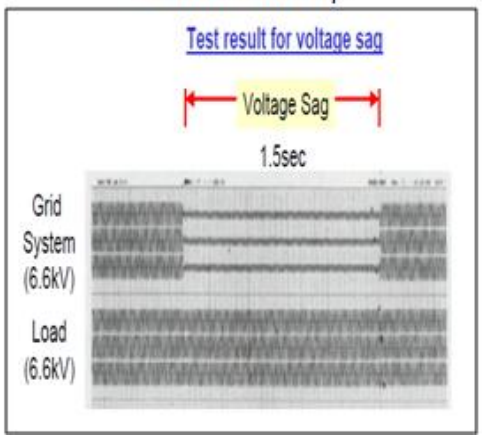
Ⅰ. ESS 정의 및 필요성

ESS 주요 활용분야

UPS 및 전압보상

가정, 상업 및 공장용 Power Backup

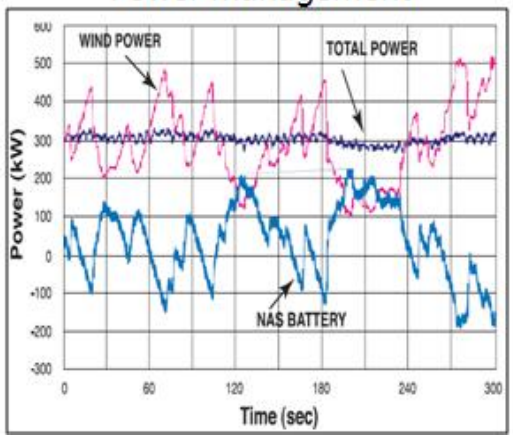
Power backup



신재생 에너지 전력저장

산업, 공공용 태양전지 발전 시스템
풍력발전의 불안정 전원을 커버

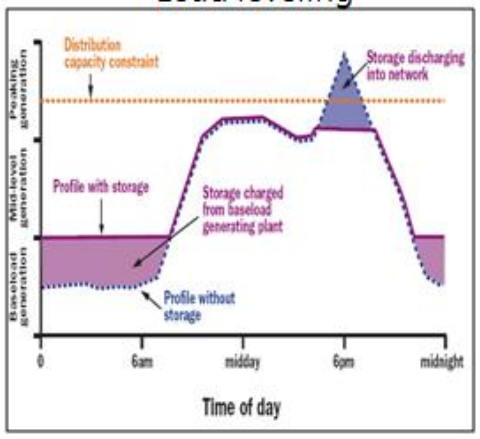
Power management



계통 안정화/대량 전력저장

산업시설, 발전소, 변전소,
수 처리시설

Load leveling



Ⅱ. 현황 및 시사점

Ⅱ. 현황 및 시사점

전력계통 운영

- 광범위한 지역에 분산 설치된 송배전설비와 부하설비는 'SCADA', 'DAS', 'AMR' 에 의해 감시, 제어, 계측

변화전망

- 송변전 설비 : 전력수급 불안정 해소, 전력계통 안정적 운영 필요
  - 국가적인 이산화탄소 감축이 불가피, 전력산업의 성장률 2%대 감소대비 필요
- 신재생발전원, 전기자동차, 전력저장장치 등 전력망 연계 증가 등
  - 유/무효전력 제어 및 전력계통과 연계된 대용량의 이차전지시스템을 이용, Load Leveling, Peak Shaving을 통한 계통운영 최적화 필요
- 송전손실 최소화 방안, 계통혼잡 최소화 방안, 계통 고장시 부하차단 최소화 방안 필요

중장기 전력계통에서 필요한 전력저장시스템의 최적용량 도출 및 신재생의 활용성 확대 필요

Ⅱ. 현황 및 시사점

ESS 기술발전

- **상용화 정도, 원천·부품소재 기술 수준, 실증 경험** 측면에서 **선진국보다 열세**
  - 일부 기술은 상용화 단계에 도달하였으나, 그 외는 초기 기술개발 단계 수준
  - 리튬이온전지는 최고수준의 제조기술로 해외수출이 가시화되었으나, 전반적인 ESS 원천·부품소재 기술은 미흡

기술비교

참조 : 지경부 K-ESS 2020 (2011.5)

구분	세계 최고 기술 업체	주요 국내업체	R&D단계	기술 수준(세계최고 : 100)		
				원천	부품소재	제조
리튬이온전지	미쯔비시중공업,GS유아사(일)	삼성 SDI, LG 화학	응용제품개발	55	70	95
나트륨-황전지	NGK(일)	포스코	초기개발	35	35	30
레독스흐름전지	Prudent Energy(중)	LS 산전, 호남석유화학	초기개발	40	40	45
수퍼 커패시터	파나소닉(일), MAXELL(미)	네스캡, LS 엠트론	응용제품개발	50	55	80
플라이휠	보잉(미)	전력연구원	제품개발	70	60	70
압축공기저장	PG&E(미)	삼성테크윈	초기개발	50	70	55

ESS 기술개발 전략 강화와 함께 대규모 실증 사업 추진 필요

* '11년 지경부 에너지저장 기술개발 및 산업화 전략(K-ESS 2020) 발표 및 대용량저자장치 기술개발 및 실증 추진 중

Ⅱ. 현황 및 시사점

기술 산업화

- **전력저장시스템 사업화로 새로운 시장 형성 및 고용 창출 효과**
  - 대용량/소용량 전력저장장치, PCS 및 EMS 제작사 기술 발전
  - 신재생에너지원 운영 사업자, 엔지니어링 회사 및 관련 솔루션 제공

국내 주요기업 동향

기 업	주 요 내 용
KEPCO	• 에너지저장장치 플라이 휠 세계 최고수준, 계통운영(송배전, 보호) 확보 • 제주 SG실증단지내 분산형 전원 계통연계기술 및 에너지저장장치 운영 기술 실증 중
LG화학	• 자동차용 배터리 기술 세계 최고 수준, 미국 SCE 가정용 ESS프로그램 배터리 공급업체 선정
포스코	• 국내 최초 NaS 전지 개발 성공
삼성SDI	• 미국 AES사 20MW 규모의 ESS 공급계약 체결, 제주 SG실증단지 참여
SK이노베이션	• SK이노베이션의 첫 배터리 생산라인인 충남 서산공장 본격 가동
넥스콘 테크	• 대용량 배터리관리시스템 전문업체, 중국의 전지회사와 에너지저장시스템 사업 제휴

ESS 기술의 국내 실적과 경험으로 동남아 도서 및 원격지역 등 해외 수출 시장 개척 가능

Ⅱ. 현황 및 시사점

SG와 연관성

- **전력저장시스템은 스마트그리드 구축에 핵심적인 요소**
  - 추가 발전소 건립 없이 전력수급 불균형 해소, 안정적 계통운영 필요
  - 온실가스 감축 및 화석연료 고갈로 인해 에너지저장시스템 활용도 ↑
- **태양광, 풍력 등 신재생에너지의 안정적 계통연계 필수 기술**
  - 풍력, 태양광 등 신재생에너지는 발전량을 조정할 수 없기 때문에 전력망의 안정적인 공급 및 품질 측면에서 관리가 필요
    * 시간과 장소에 따라 출력이 변동하는 신재생에너지의 출력 안정화 기여
  - 여름에 전기가 최대로 소요되는 시간대인 오후 2~4시 사이에는 저장했던 전력으로부터 계통망으로 공급하여 피크 수요에 대응
- **가정, 빌딩 등스마트그리드와 연계된 실시간 요금제 도입 시 충전전력 전력회사 판매 가능**
- **전기차 보급 확대로 전기차 핵심인 배터리 기술 확보 필요**

Ⅲ. 해외동향

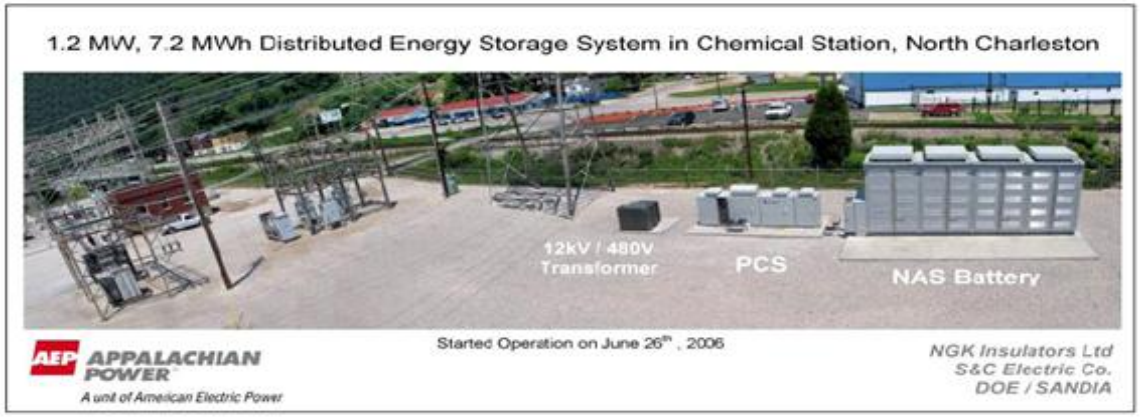
Ⅲ. 해외동향

해외시장 현황

- 2010년 현재 전세계 850MW 보급 (전력계통 80%, 기타 20%)
- 시장이 미국에 편중(전체시장의 80%)
- 전력계통용 ESS 시장전망: 87억$('13년) → 245억$('16년) (Pike Research)

미국-AEP(NaS)

- 2002년 시범운전 이래 2009년까지 11MW NAS 설치, '20년 1000MW 설치 예정
  - Peak shaving, islanding, UPS 목적
  - NaS 위주로 설치, LiB는 2.5MW(25kW×100) 설치(Ohio주)



Ⅲ. 해외동향

미국-AES(LiB)

- 주파수조정, 발전예비력을 목적으로 2009년까지 16MW LiB 설치
- 2010년 이후 100MW 설치

- 주요 설치현황
  - Chile (2MW/500kWh), Indianapolis Power & Light (2MW/500kWh)
  - South Africa(12MW/4MWh, 2009년)
  - 뉴욕 Westover 발전소내 화력발전 설비와 연계 20MW('10.6월)- 주파수조정용

Ⅲ. 해외동향

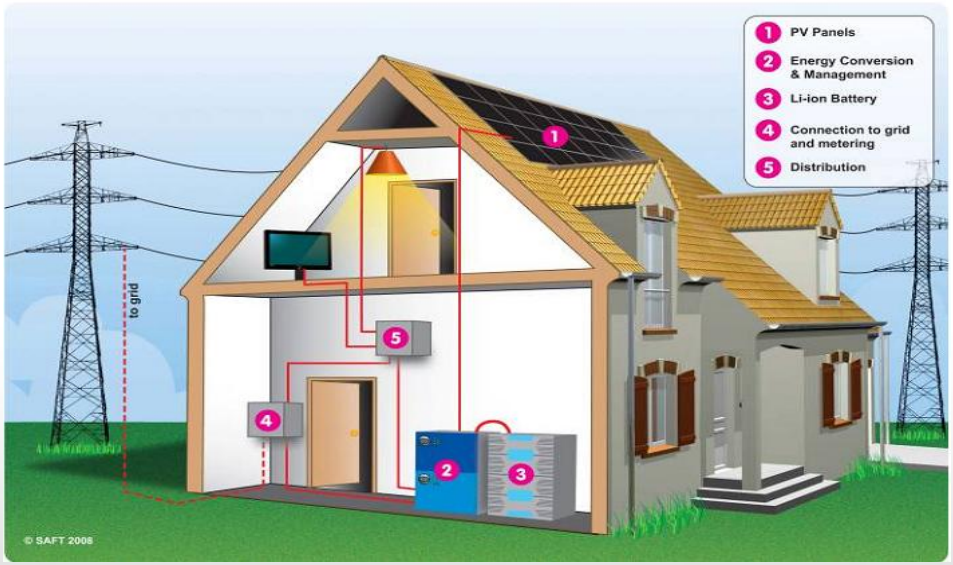
미 국 - LiB

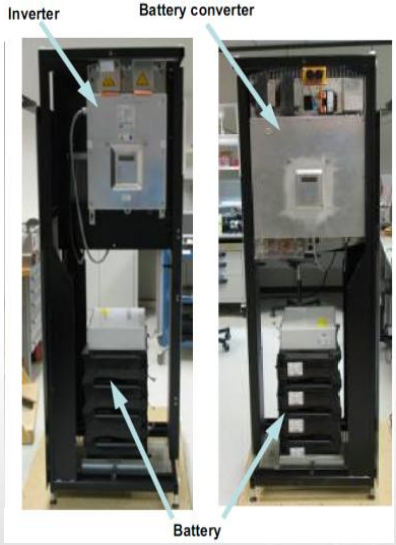
기업	적 용	설치용량	추가계획
AES (Applied Energy Service)	· 주파수조정 · 발전 예비력	16MW	100MW
AEP (American Electric Power)	· 통신용 저장장치	2.5MW (25kW x 100)	2MW
SCE (Southern California Edison)	· 계통 안정화 · 풍력 연계	25kW	10MW
DTE (Detroit Edison)	· 통신용 저장장치	2MW(Demo)	0.5MW

Ⅲ. 해외동향

유 럽-Sol~ion Project

- 프랑스 Saft 사와 독일 Conergy 사 등이 프랑스와 독일 정부 지원으로 국책 과제 수행
- 2012년 사업화를 목표로 **태양광 주택의 에너지 자급을 위한 5~15kW급 리튬 이온 전지 도입** 타당성을 평가하기 위한 것
- 약 75개 시스템에 대한 실증 사업을 포함.





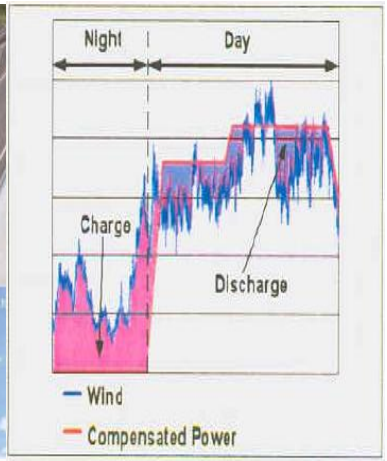
(출처:http://www.saftbatteries.com/SAFT/UploadedFiles/PressOffice/2010/CP_20-10_en.pdf)

Ⅲ. 해외동향

일본-NGK(NaS)

- 2002년 상용화 시작(1997년 변전소 실증)
- 2004년 9.6MW/57.6MWh 설치(60kW/360kWh per module)
- 2008년까지 동경전력 180MW 설치 실적 (세계적으로 302 MW 설치)

◆ 6 MW (48 MWh) NAS
(TEPCO Ohito Substation)



◆ 아오모리현 50MW 풍력단지 – Energy shifting
(34MW 규모 NaS – 현재까지 단일 최대 규모)

IV. 대용량 전력저장시스템 실증현황

Ⅳ. 대용량 전력저장시스템 실증현황

대용량 전력저장장치 운용기술 개발 및 실증

과제개요

- 과제명 : 신재생에너지 연계형 MW급 리튬이차전지시스템 운용기술 개발
- 기　간 : 2011.07 ~ 2014.06 (36개월)
- 당해년도 : 2011.07.01~2012.06.30 (1차년도)
- 연구방법 : 공동연구
  - 주관기관 : 한국전력공사 (책임자 : 책임연구원 장 병 훈)
  - 참여기관 : 전력거래소, 일진전기, 삼성SDI, 효성
  - 위탁기관 : 기초전력연구원 (서울과기대, 전북대, 건국대, 명지대)
- 소요예산 : 총 262.8억 원 (정부 : 120억, 민간 : 142.8억)

Ⅳ. 대용량 전력저장시스템 실증현황

참여기관별 업무분장

구분	기관명	주요 업무
주관기관	KEPCO	• 대용량 배터리시스템 활용방안 수립 및 운용기술개발(PMS) • 전력저장시스템 분석모델 개발 및 경제성평가 • MW급 전력저장 실증 시스템 구축 및 국내 표준화(안) 도출
참여기관	삼성SDI	• 대용량(8MWh) 전력저장시스템 개발 • MW급 대응 BMS, Battery Pack, Container 개발 • MW급 ESS용 Monitoring System 개발
	효성	• 4MW급 에너지저장장치용 전력변환시스템(PCS) 개발 • 대용량 에너지저장장치용 PCS 제어기 및 냉각시스템 개발
	전력거래소	• PMS의 EMS 연계방안 마련 및 검토
	일진전기	• Test-bed 현장 조사 및 ESS 최적화 변전시스템 설계 • 이차전지 시스템 변전설비/보호계전설비 구축 및 계통연계

Ⅳ. 대용량 전력저장시스템 실증현황

실증계획

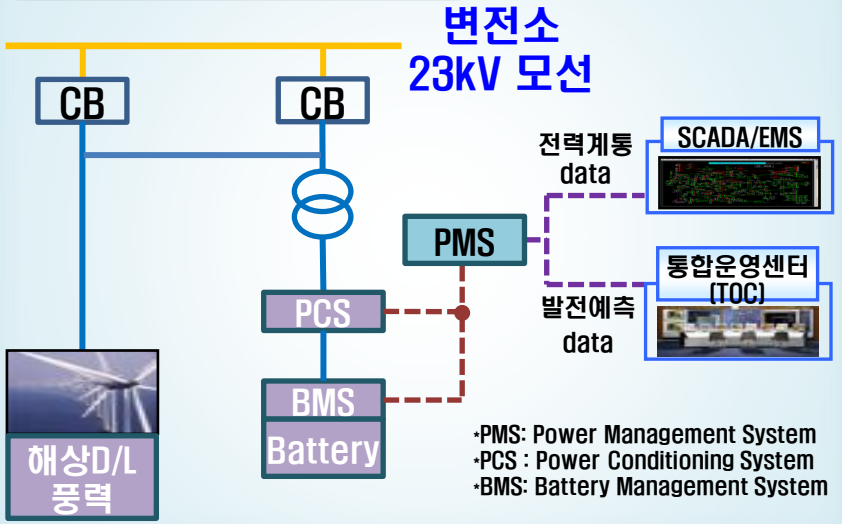
- 설치장소 : 제주 154kV 조천변전소
- 설치기간 : 2012. 7 ~ 2013. 6
- 설치내용 : 4MW/8MWh 리튬이차전지시스템 및 운영시스템 구축
  - 4MW/8MWh 리튬이온전지시스템 (Container * 8EA)
  - 4MW AC-DC 변환설비(PCS, Container * 3EA)
  - 전력저장장치 운영시스템(PMS, Power Management System) 1식
  - 기타 23kV GIS, VCB, 수배전반, 연계선로 및 통신선로

Ⅳ. 대용량 전력저장시스템 실증현황

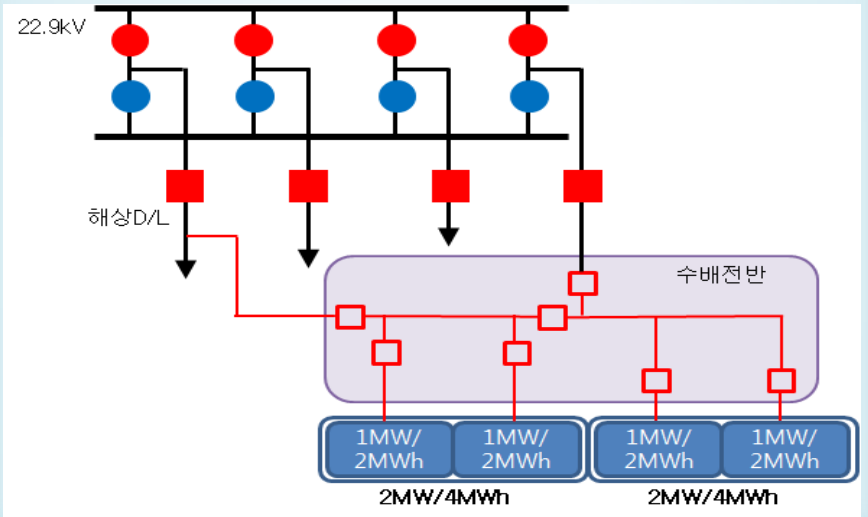
실증방안

- 154kV 조천변전소 23kV 모선 및 SG실증단지 풍력단지 연계 실증
- 제주 스마트그리드 실증 인프라를 활용한 다양한 충/방전 시나리오 실증
  - 부하평활화, 피크부하 감소, 풍력발전의 출력안정화 및 주파수 제어 등

구성도

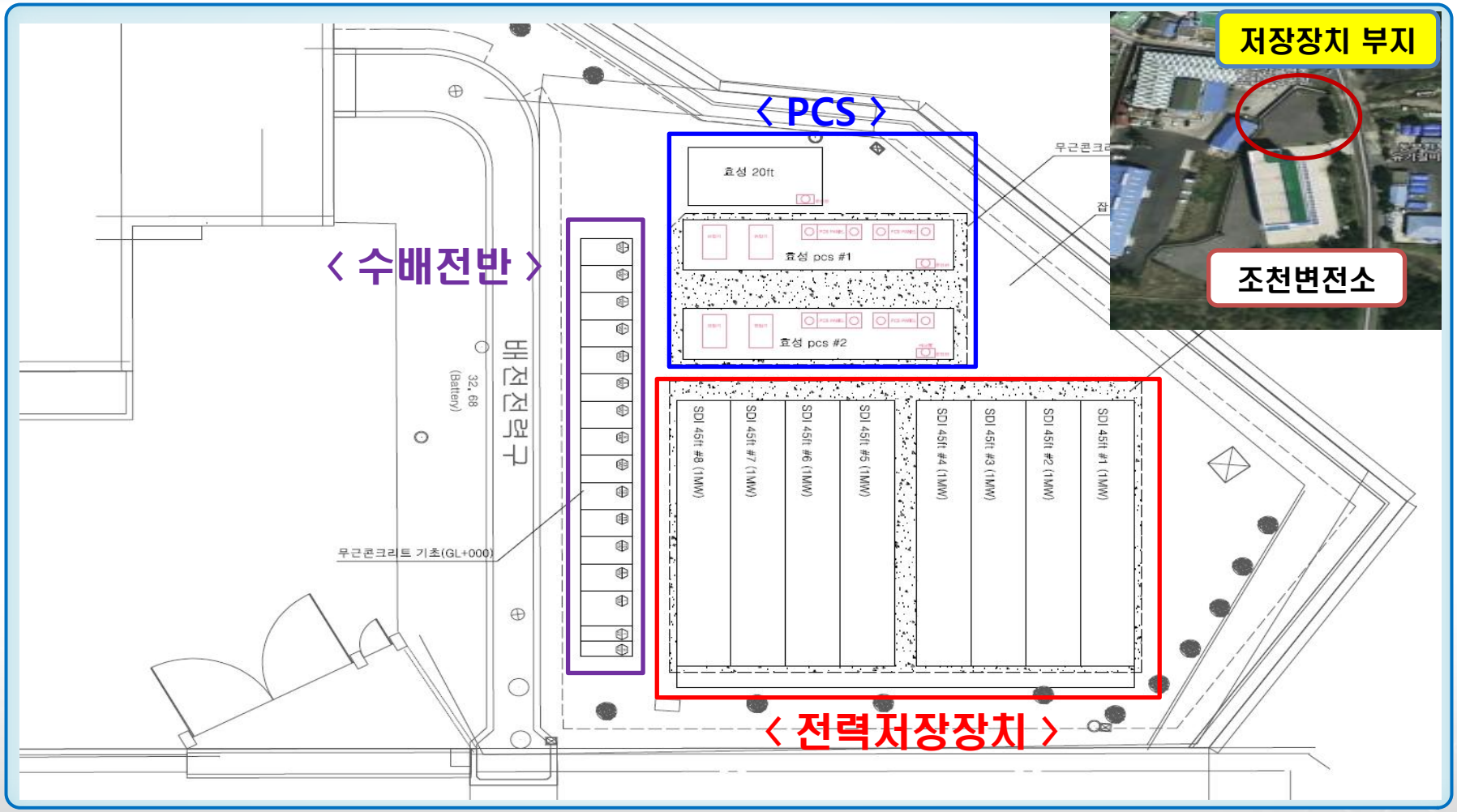


단선결선도



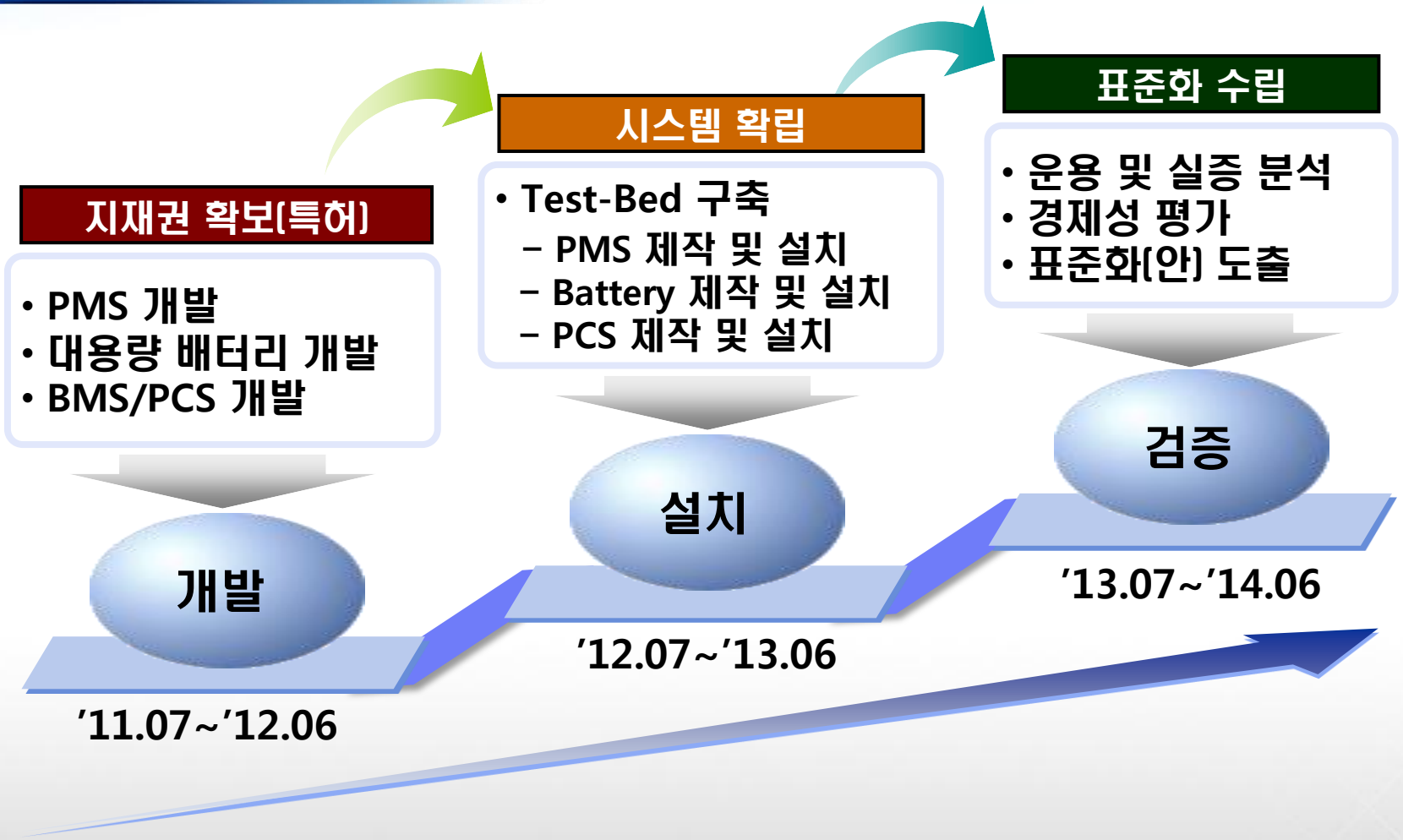
Ⅳ. 대용량 전력저장시스템 실증현황

기기배치도



Ⅳ. 대용량 전력저장시스템 실증현황

단계별 추진계획



V. 향후전망

V. 향후 전망

정부 SG 1차 기본계획 발표 ('12.7.19)

목표 (2012~2016)

7대 광역권별 스마트그리드 거점도시 구축

전략목표

- [지능형서비스] 수요자원 120만kW 확보
- [지능형소비자] 스마트미터 보급률 50% 달성
- [지능형 운송] 충전 인프라 150,000기 보급
- [지능형신재생] 신재생 4.3% 달성
- [지능형송배전] 신뢰도 10% 향상

4대 정책과제

① 제도개선 (1,401억 원)
- * 요금제도, 수요관리, 전력산업구조, 동반성장

② 시장창출 (25,170억 원)
- * 국내실증, 해외실증, 핵심기기 보급, 거점도시

③ 기술개발 (7,659억 원)
- * 기술개발 체계, 기술개발 전략, 기술개발 계획

④ 기반조성 (1,345억 원)
- * 표준 및 보안, 인력양성, 국제협력, 산업진흥 소비자 참여

* 총 투자비 : 35,595 억 원

V. 향후 전망

정부 SG 1차 기본계획 발표 ('12.7.19)

ESS 분야 (2016년 목표)

누적 용량 20만kWh 에너지저장장치(ESS) 보급

추진계획

- **에너지저장장치를 계약용량에 포함하지 않는 방안을 검토('13년)**
  - 에너지저장장치를 계약용량에 포함 시 기본요금 상승의 문제 발생 (예외규정 마련)
- **에너지저장장치를 전기사업법상 전기설비에 포함되도록 규정('13년)**
  - 기술기준, 안전관리, 공사계획의 인허가·신고, 사용전 검사·정기 검사 등
- **지능형전력망법상 사업자 등록제도에 '에너지저장서비스제공업자'를 추가하여 사업자 육성('14년, 지능형 전력망법 시행령 개정)**
  - 사업자가 가정·건물에 ESS 설치를 대신해주고, 이를 통해 절감되는 전기요금 중 일부를 회수하여 이익을 창출하는 비즈니스 모델 구축
  - 에너지저장사업자에게 ESS 설치 융자사업 도입 검토

V. 향후 전망

추진계획

➢ **에너지절약시설에 대한 체계적인 보급 지원방안 마련 추진**

- 에너지절약시설에 에너지저장장치를 포함하여 투자세액 공제 추진(기재부/'12년)
  * 에너지절약시설의 경우 초기 투자금액의 10% 투자세액 공제
- 전력부하관리기기에 에너지저장장치를 포함하여 설치지원금 지급 추진('13년)
- 비상발전기(디젤발전기)를 에너지저장장치로 대체 보급 검토('13년 이후 ~)
  * 비상발전기 설치의무 건물주, 정부, ESS 사업자 등이 비용분담하는 사업 모델 검토
  * 전국 우체국(3,500개) 신증축시(연간 40여개) 비상발전기를 에너지저장장치로 교체
  * 공공건물의 비상발전기의 에너지저장장치 교체 의무화 검토(행안부)

< 에너지 저장장치 보급 계획 (신규) >

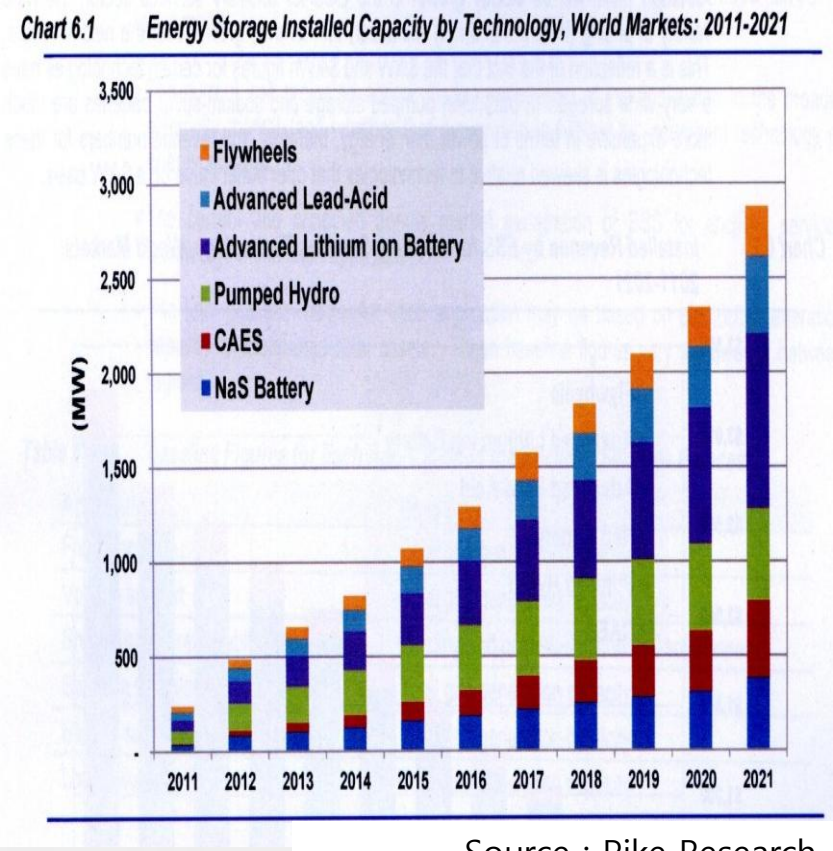
연도	'12	'13	'14	'15	'16
보급 용량(만kWh)	0.1	1	3.2	5.7	10

- 발전사업자 저장장치 의무화제도, 신재생에너지 단지 계통연계 지원, 가정용.공동주택용 소형 에너지저장장치 보급사업 중장기 검토('16년)
  * 신재생에너지 단지의 계통연계와 에너지저장장치 보급을 연계
  * 그린홈 100만호 보급사업과 연계하여 신재생에너지 보급과 가정용 에너지저장장치 보급 연계

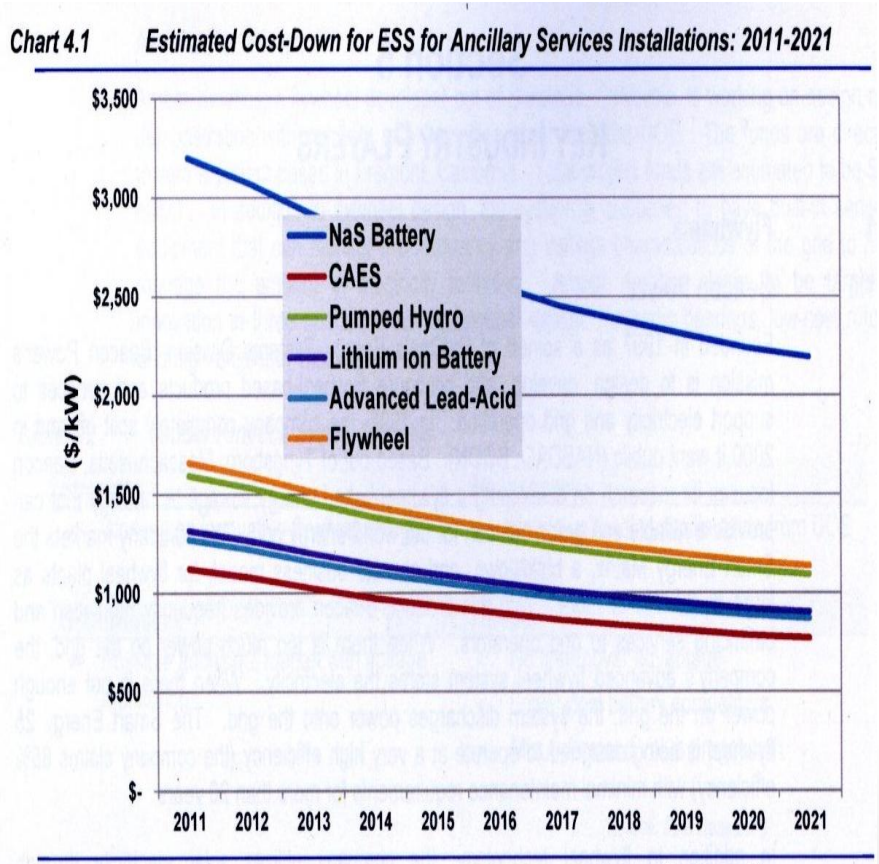
➢ **에너지저장장치의 표준화 및 인증체계 마련 (중소형 : '13년, 대형 : '16년)**

V. 향후 전망

시장전망



Source : Pike Research



Source : Pike Research

2011~2021 ESS 설치용량 및 가격전망

V. 향후 전망

전력산업 적용가능 분야 – 단기

구 분	배 경	전망 및 특기사항
신재생분산전원 품질 보상	▪ 풍력, 태양광 등 분산전원 증가추세 ▪ 품질보상 필요성 부각 ▪ 전력저장 기반 품질보상 기술이 유력	▪ 일부 분산전원에 대한 시장창출 기대
무정전 직류배전	▪ Internet Data Center와 같은 대용량 직류부하 고객이 최근에 급증하는 추세	▪ 전력회사가 무정전 직류전력을 공급하는 사업모델로서 시장창출 가능
산업용비상전원	▪ 산업용 비상전지로서 납축전지와 디젤 발전기를 대체 ▪ Load leveling을 병행하여 경제성을 향상	▪ 경제적인 소용량 전력저장장치 개발로서 시장창출 기대
도서/소외지역 독립계통	▪ 도서 또는 소외지역에 대한 원거리 전력 공급을 대신 하는 독립계통 개념을 우선 적용	▪ 국내 일부 도서지방에 시범사업 적용 가능 ▪ 전 세계적으로 중앙 전력계통망이 취약한 도서/소외 지역이 매우 많을 것 으로 예상

V. 향후 전망

전력산업 적용가능 분야 – 장기

구 분	배 경	전망 및 특기사항
마이크로그리드 및 직류배전	▪ 신재생에너지 분산전원의 확대보급으로 소규모 독립계통으로서 마이크로그리드에 대한 기술개발이 활발 ▪ 전산기반 디지털기기의 일반화로 직류 부하가 급속히 증가하는 추세	▪ 직류 마이크로그리드와 직류배전 시스템에서 핵심적인 역할을 기대 ▪ 전체 분산형 발전시스템 시장의 약 10% 정도 예상
Load leveling & peak shaving	▪ 전력부하가 큰 한낮 피크전력 대체 시 기대 이득 ▪ Load leveling 경제성은 전력산업 환경에 크게 의존 – 전력 수요 변동 추세 – 화력발전 연료비 – 원자력, 석탄, 복합화력 등의 발전량	▪ 경제성이 미흡 ▪ 중장기적으로 경제성 확보 가능성을 기대 – 원자력발전 비중 확대 – 화력발전 연료비 상승 – 전력 수요 변동 추세의 선진화 – 전력저장 비용 저감 등

감사합니다.

Commercial & Residential Complex
(Underground Substation)
Wind Farm
Superconductor
All Electrified House
Intelligent Substation
EV Charging Station
IGCC Power Plant
Smart Factory
Photovoltaic Power Plant
LED Streetlight
All Electrified House
Nuclear Power Plant
EV(Electric Vehicle)
Heat Pump
CCS
HVDC
Power Control Center
Smart Grid
(Self healing)