

에너지저장 기술개발 및 산업화 전략 (K-ESS 2020)

2011. 6



목 차

- I. 개념 및 중요성
- II. 현황 및 당면과제
- III. 비전 및 추진전략
- IV. 전략 과제



I. 개념 및 중요성

1. 에너지저장 시스템 개념

에너지저장 시스템

- 생산된 전력을 전력계통(Grid)에 저장했다가 전력이 가장 필요한 시기에 공급하여 에너지 효율을 높이는 시스템

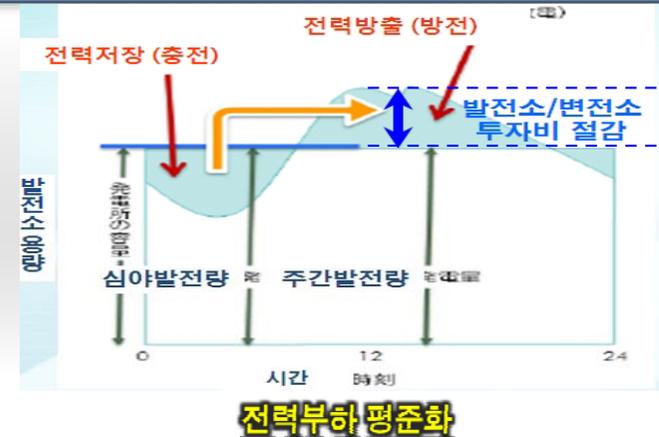
에너지저장 시스템 개념도



2. 안정적 전력공급 실현이 가능한 기술

전력 운영의 최적화가 가능

- 경부하시(야간) 유휴전력을 저장하고 과부하시(주간) 사용함으로써, 부하 평준화>Loading Leveling)를 통한 전력 운영의 최적화가 가능



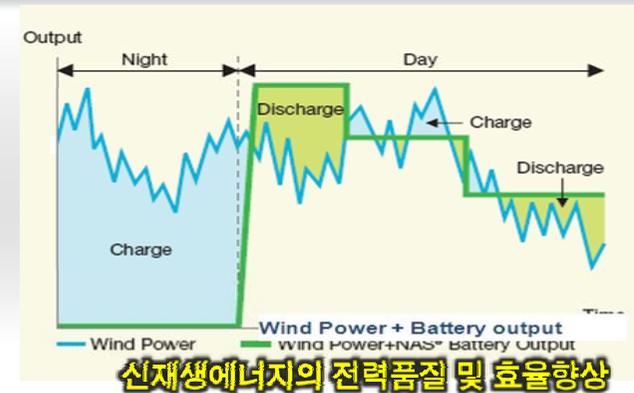
전력 피크 및 대규모 정전 사고 등에 효과적으로 대응

- 전력예비력을 확보하여 여름/겨울철의 전력 피크 및 대규모 정전 사고 등에 효과적으로 대응
 - 지난 1월, 우리나라의 최대 전력 수요 경신(7314만kW, 전력 예비율 5.5%, '11.1.17)
 - ⇒ 전력 예비율 6% 이하일 경우 정전사태나 제한 송전 발생 가능
 - 여수산단 정전 사고('11.1, 피해액 : 약 700억원)와 같은 대규모 정전 사고에 대한 사전 예방이 가능하고, 원전 등의 발전소 운영시 비상 전력으로 활용 가능

3. 신재생에너지 확대를 위한 필수 기술

전력 운영의 최적화가 가능

- 태양광, 풍력 등 외부 환경에 따라 출력변동성이 심한 신재생 에너지를 고품질 전력으로 전환하여 전력망에 연계 가능

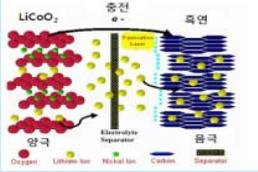
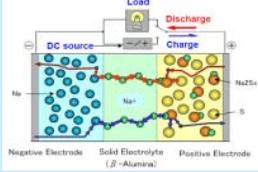
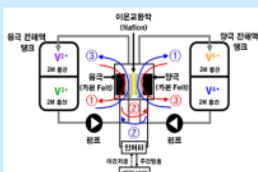
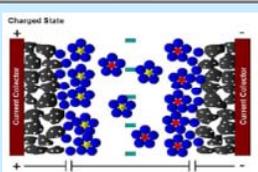
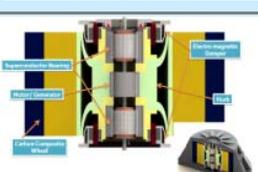
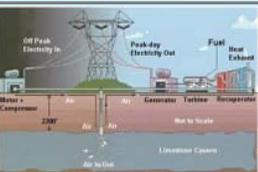


4. 스마트그리드 구현을 위한 핵심기술

스마트그리드 기술의 핵심요소

- 에너지 저장을 통한 전력 효율 극대화는 공급자와 소비자가 정보를 교환하여 에너지 효율을 최적화하는 스마트그리드의 핵심 요소

[참고] 주요 에너지저장 시스템

종류	작동 원리 및 특징
 <p>LiB (리튬 이온전지)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (원리) 리튬이온이 양극과 음극을 오가며 전위차 발생 • (장점) 高 에너지밀도, 高 에너지 효율 • (단점) 안전성, 수명 未 검증, 高 비용
 <p>NaS (나트륨 황 전지)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (원리) 300 ~ 350℃의 온도에서 용융상태의 나트륨 이온이 전해질을 이동하면서 전위차 발생 • (장점) 高 에너지밀도, 低 비용, 大용량화 용이 • (단점) 고온 시스템 필요, 低 에너지 효율
 <p>RFB (레독스 흐름 전지)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (원리) 전해액 내 이온들의 산화·환원 전위차를 이용하여 전기에너지를 충·방전 • (장점) 低 비용, 大용량화 용이, 장시간 사용 가능 • (단점) 低 에너지밀도, 低 에너지 효율
 <p>Super Capacitor (슈퍼 커패시터)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (원리) 소재의 결정 구조 내에 저장되는 전지와는 달리, 소재의 표면에 대전되는 형태로 전력 저장 • (장점) 高 출력밀도, 長 수명, 안정성 • (단점) 低 에너지밀도, 高 비용
 <p>Flywheel (플라이휠)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (원리) 전기에너지를 회전하는 운동에너지로 저장했다가 다시 전기에너지로 변환 • (장점) 高 에너지 효율, 長 수명 • (단점) 초기 구축 비용 과다, 低 에너지밀도
 <p>CAES (압축공기 저장시스템)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (원리) 잉여 전력으로 공기를 동굴이나 지하에 압축, 압축된 공기를 가열하여 터빈을 돌리는 방식 • (장점) 대규모 저장 가능, 低 발전단가 • (단점) 초기 구축 비용 과다, 지리적 제약

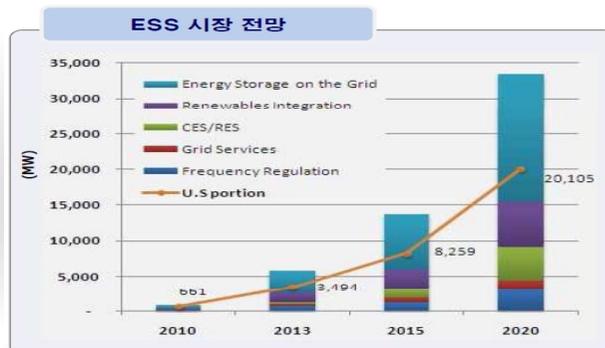
II. 현황 및 당면과제

1. 세계 시장 현황 및 전망

• 현재는 시장태동기이나 **신재생에너지 확산, 고품질 전력수요 확대** 등에 따라 **급속하게 시장이 성장할 전망**

- **(시장 현황)** 미국, 일본 등 일부 선진국 중심으로 2010년 기준 2조원 규모의 초기시장 형성
 - '10년 850MW의 저장용량이 보급 : 전력계통용(장기저장) 80%, Ancillary 서비스용(단기저장) 20%
- **(시장 전망)** 신재생 에너지 확산, Global 전력 수요의 증가에 따라 세계 ESS 시장이 급팽창
 - '10년 2조원 ⇒ '20년 47.4조원(약 24배의 성장이 예측), '30년에는 120조원 규모의 시장이 형성될 전망
 - 저장용량은 약 16배 성장 예상('11년 1,206MW ⇒ '20년 20,105MW)

ESS 시장전망



[Source] Pike Research, Fuji Keizai, Gartner, SDI Marketing

응용 분야별 시장전망



2. 세계 기술개발 동향 및 전망

- 선진국 위주로 에너지 저장 연구개발 및 실증을 활발히 추진 중, 향후에는 전력망용 대규모 저장 위주로 기술개발이 전개될 전망

주요 선진국들은 연구개발 및 실증을 활발하게 추진중이며 사업화단계에 진입

일본

신재생 발전소용, 가정용 등 다양한 분야에서 기술개발 추진: 나트륨-황 전지, 리튬이온전지 등에서 앞선 기술력 보유

미국

공공기관(ARPA-E, EPRI 등), 대형 전력회사(AES 社, AEP 社) 중심으로 기술개발 및 실증 적극 추진

유럽

프랑스 Saft 社, 독일 Conergy 社 등이 참여하여 국책과제인 Solion 프로젝트 추진

- (향후 전망) 연구개발 · 사업화가 가속화되고, 특히 전력망(Grid)용 대규모 저장 기술과 가정용 ESS 개발에 대한 수요가 확대될 전망

- 발전소, 변전소 등 전력공급 안정화를 위한 중대형 저장 수요가 증대하여 대용량화되는 방향으로 기술개발이 진행될 것으로 예상
- 중장기적으로 실시간 전력거래가 가능해지는 스마트그리드 확산에 따라 가정용 에너지저장 기술개발 수요도 크게 확대될 전망

ESS 실증 사례

(일본) 북해도 Rokkasho 소재 51MW 풍력발전소



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

(미국) Tehachapi 풍력 발전소



- SCE 社가 Tehachapi 사막지역의 풍력 발전소에 에너지 저장 실증
- 에너지저장시스템은 8MW(32MWh) 용량의 리튬이온전지로 구성
- 사업 규모는 250억원/년, 에너지부(DOE)가 1:1 matching으로 지원

(유럽) Solion 프로젝트



- 태양광 주택의 리튬이온전지 도입 타당성을 평가하기 위한 프로젝트
 - '08.8월부터 75개 시스템(5~15kWh)에 대한 실증 사업 추진('12년 사업화 목표)
- 독일 환경부와 프랑스 경제성이 공동지원하고 Saft社, Conergy社, Tenesol社 등이 참여

3. 우리나라의 현황 및 당면과제

- 중장기적인 국내 에너지 저장 수요에 미리 대응하고, 급팽창하는 해외시장 선점을 위해, 국내 ESS 시장을 조기에 창출할 필요
- 세계 최고 수준 도약을 위한 전략적 기술개발 및 투자 확대, 실증 지원, 산업 인프라 구축이 시급

시장 현황

- 현재는 시장 형성전의 실증단계이나, 향후 전력 소비량 증가 및 신재생에너지 확대에 따라 중장기적으로는 수요가 급팽창할 전망
 - '15년까지 960MW, '20년까지 1680MW 규모의 에너지저장 수요 예측
- ESS 설치 유인 부족으로 국내시장 형성이 더디게 진행되어 산업화 추진에 걸림돌이 될 가능성
- 중장기적인 에너지저장 수요에 선제적으로 대응하고 미국 등 급팽창하는 해외시장 선점을 위해 국내 시장 창출을 촉진할 필요

“국내 시장 활성화를 위한 제도적 지원 방안 마련 필요”

3. 우리나라의 현황 및 당면과제

기술개발 현황

- **상용화 정도, 원천·부품소재 기술 수준, 실증 경험 측면에서 선진국보다 열세**
 - (R&D 현황) 일부 기술은 상용화 단계에 도달하였으나, 그 외의 기술은 초기 기술개발 단계 수준
 - (기술 수준) 리튬이온전지는 최고수준의 제조기술로 해외수출이 가시화되었으나, 전반적인 ESS 원천·부품소재 기술은 미흡

ESS 기술개발 현황 및 기술수준

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

- (실증 현황) 가정용 ESS의 실증은 초기단계, 큰 수요가 예측되는 전력망용 대규모 ESS 실증은 전무

“ESS 기술개발 전략 강화와 함께 대규모 실증 사업 추진”

3. 우리나라의 현황 및 당면과제

정부투자 현황

- '09년 이후 리튬이온전지 등 일부 기술에 대한 R&D 과제 진행
 - R&D투자 비중이 작고 선진국의 투자 규모와 큰 차이가 있어 원천기술 획득을 통한 파급효과 창출 한계

에너지저장 기술 R&D투자(지경부)

(단위 :백만원)

구분	'07년	'08년	'09년	'10년
ESS 투자 비중(%)	0	0	1.27	4.21

“미래 시장 선점을 위한 ESS 기술개발 투자 확대 필요”

인프라 현황

- 중장기적인 기술 축적 및 해외 시장 개척을 위한 안전성 평가, 핵심 인력양성 등의 인프라 구축 미흡
 - (평가·인증) 안전성에 대한 엄격한 수준의 검증이 요구되나, 평가/인증 기반이 열악
 - (인력 양성) 전기/화학 등 에너지저장 분야의 고급 전문 인력 확보가 어려운 상황
 - (표준) 평가기술/방법에 대한 국제기준이 아직 설정되지 않아 표준시장 선점의 기회

“안전성 평가 등 ESS 산업화를 위한 인프라 구축 추진”

III. 비전 및 추진전략(K-ESS 2020전략)

1. 비전 및 추진전략(K-ESS 2020전략)

비전

ESS가 발전원-송전망-수용가 등 전력망에 널리 활용되는
사회실현 및 세계 3대 ESS 산업 강국 도약

		전략목표				
		'13년		'17년		'20년
산업화	세계시장 점유율	10%		15%		30%
기술개발 및실증	가격/kWh(전지 기준)	50만원	»»	30만원	»»	20만원
	수명(전지 기준)	10년		15년		20년
	실증 규모	8MW급		100MW급		수백MW급
국내보급	보급 용량	'20년까지 1700MW 보급				

- 전략방향

 - 미래시장 선점을 위한 선제적/전략적 R&D 추진
 - 에너지저장 실증을 통한 산업화 촉진
 - 산업 인프라 구축 및 국내 시장 활성화

- 전략과제

 1. 에너지저장 R&D 투자확대 및 전략성 강화

2. 에너지저장 실증을 통한 산업화 촉진

3. 에너지저장 산업 인프라 구축

4. 국내 시장활성화를 위한 제도적 기반 조성

IV. 전략 과제

1. 에너지저장 R&D 투자 확대 및 전략성 강화

- 에너지저장 R&D 투자를 확대하여 원천기술 확보 및 글로벌 시장 선도가 가능한 기술에 집중투자
- 시장주도형 기술개발, 미래 新기술 개발, 국제 공동 기술개발 등 기술개발의 전략성을 강화하여 미래 에너지저장 시장 선점

선제적 R&D 투자 확대

- (투자 확대) '20년 세계시장 점유율 30%(약 14조원) 목표로 '20년까지 총 6.4조원 규모의 R&D 및 설비 투자
- 향후 10년간 기술개발에 2조원(정부 : 0.5조원, 민간 : 1.5조원), 설비 구축에 4.4조원 투자(민간 중심)

연도별 투자 목표

(단위 : 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	' 16~' 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	

- (투자 방향) 단기적으로 상용화 R&D와 실증 지원, 중장기적으로는 글로벌 마켓에서 우위를 점할 수 있는 원천 기술개발 지원에 중점
- 정부(실증 지원, 인프라 구축, 원천 기술 개발), 민간(원천/상용화 기술, 제조/양산기술 투자)

1. 에너지저장 R&D 투자 확대 및 전략성 강화

R&D 투자의 전략성 강화

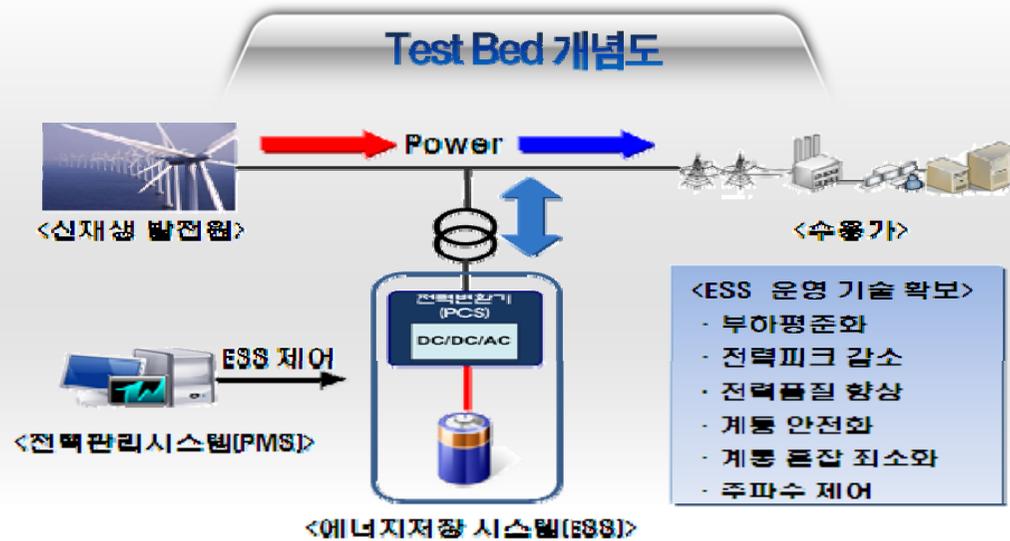
- **(시장주도형 기술개발) '선택과 집중'** 의 원리에 따라, 단기간내에 국내 시장 보급 및 수출 산업화가 가능한 기술 개발 추진
 - 향후 3년내 MW급 이상의 시스템 개발, 5년내 산업화가 가능한 4개 분야선정하여 집중지원
 - 향후 3~5년간 최대 1,200억원 규모(4개 분야별 최대 300억원)의 민·관 Matching Fund를 조성
 - 참여주체인 산·학·연 각각의 역할을 명확히 하되, 대·중소 동반성장을 통한 수출 산업화를 집중유도
- **(미래 新기술 개발) 중장기적으로 가격/수명/저장 용량 등에서 획기적인 개선이 가능한 새로운 방식의 ESS 기술개발 추진('11년~)**
 - 마그네슘 전지, 금속-공기 전지 등 새로운 방식의 원천성 기술 및 新 부품소재 개발을 10년간 중장기적으로 지원(과제별 최대 220억원)
- **(국제 공동 기술개발) 미국/일본 등 우수기술을 보유하고 있고 에너지저장 수요가 커 수출가능성이 높은 국가와의 공동 R&D 추진('11년~)**
 - 해외 선진기술 보유회사 및 연구기관과의 전략적 제휴 및 유기적 협력 네트워크를 구축
 - 해외 협력기관과의 공동 Funding을 통해 에너지 저장 기술 국제 공동기술개발사업 추진

2. 에너지저장 실증을 통한 산업화 촉진

- 해외수출 등 **ESS 산업화**를 위해서는 **Track Record 확보**가 중요
- 송전망, 발전원, 수용가 등의 **전력 계통에 ESS를 연계/운영**하는 기술에 대한 **단계적 실증/보급** 및 **기반 조성** 추진

송전망 연계형 실증

- **(파일럿 실증)** 154kV 변전소에 Test Bed를 구축하여 8MWh 규모의 에너지저장 실증 추진 ('11~'14년, 300억원 규모)



- **(대규모 실증)** '15년 이후 345kV 이상의 변전소에 수십 MW급 에너지저장 실증 추진 후 단계적 보급 확대 추진

2. 에너지저장 실증을 통한 산업화 촉진

발전원 연계형 실증

- (신재생 발전원) 신재생 에너지 발전소를 Test Bed로 활용한 에너지저장 실증 체계 구축('13년~)
- (대규모 발전원) 중장기적으로 기존의 양수발전을 대체하는 대규모 발전소용 수백 MW급('17년~)

수용가 연계형 실증

- (주택/건물용) 그린홈 100만호 보급사업 등과 같은 주택/건물의 신재생에너지 보급사업과 연계한 에너지저장 실증
- 향후 신재생에너지 시범도시 등 보급사업 추진시 해당 지방자치단체와 연계하여 실증 사업 확대('13년~)

실증/보급을 위한 기반 구축

- (추진 체계) 민관 합동으로 「에너지저장 시스템 실증/보급 추진 위원회」 구성('11년)
- (실증 사업) 「에너지저장 실증 기반구축」 사업 추진('13년~)

3. 에너지저장 산업 인프라 구축

- 에너지저장 장치의 **조기 상용화**를 위해 시험/평가/인증 등 **안정성 검증 인프라** 구축 추진
- 수요연계형 **인력양성** 체계를 구축하고 **국제 표준화** 및 **특허 창출**을 지원하여 **연구 역량 제고** 및 **국제적 선도 기반 마련**

시험/평가/인증 기반 구축

- **(기반 구축)** 개발에 성공한 ESS의 신속한 안전/신뢰성 확보를 지원하기 위해 **에너지저장 시험/평가/인증 기반 구축**
 - 부품/소재 고도 분석기반 구축 및 전체 시스템의 안전/신뢰성을 평가하는 기술개발 및 장비구축 지원
- **(인증 제도)** 에너지저장 시스템의 안전성을 인증하기 위한 제도적 기반 마련(~'14년)
 - 인증대상 및 인증 기관 지정, 인증조건 및 절차, 기술적 검토사항 등 제반 사항을 관련 규정에 반영
- **(인증 기관)** 에너지저장장치의 시험/평가를 전담하는 인증기관 지정
 - 소형 이차전지 등 기존의 저장장치 안전성 평가 경험 및 인력을 보유한 연구기관 중에서 전담 인증기관을 지정('14년까지 1~2개 기관)
 - 중장기적으로는 업체의 인증비용 최소화 및 수출 기반 강화를 위해 국제인증기관화 추진

3. 에너지저장 산업 인프라 구축

ESS 인력 양성 지원

- **(수요연계형 인력양성)** 기존 학과 중심의 지원 체계에서 탈피, 기업이 원하는 교과과정(Track)을 편성하여 제공하는 체계 마련('11년~)
 - 에너지저장 분야의 실무즉응형 학부 엔지니어 및 석/박사급 고급 연구인력 양성 지원
- **(미래 선도 인력양성)** ESS 분야에서 세계를 리드할 **전문가 배출**을 목표로 중장기적인 원천성 기술개발 및 인력양성 지원('11년~)
 - 대학 연구실에 10년간 장기적으로 지원(과제별 최대 220억원 지원, 단계별 경쟁/탈락 제도 도입)

국제 표준화 및 특허 지원

- **(국제표준화)** '에너지저장용 이차전지 성능/안정' 규격에 대한 국내표준(안) 마련 후 국제표준화 추진
 - ESS 표준화 추진 협의회를 구성, 국내 표준을 마련, ISO/IEC 등 국제 표준화 기구에 적극 대응
- **(특허지원)** R&D 기획시, 시장/기업 동향 및 특허 분석, IP 전략 수립을 동시에 추진하여 특허 경쟁력을 강화

4. 국내 시장 활성화를 위한 제도적 기반 조성

- 에너지 저장 시스템의 **국내 시장 활성화**를 위해 **인센티브 제공, 전력요금 개선, 신규 비즈니스 창출** 등 제도적 지원 방안 마련

에너지저장 시스템 보급 촉진

- 에너지저장 시스템을 설치하여 전력 피크 감소 및 전력망 안정화에 기여하는 주택에 보조금, RPS 공급 인증서 발급 등의 인센티브 제공
- 전기사업법 등 관련 법령에 ESS를 전기설비로 규정하고 중장기적인 보급 계획 수립
- 스마트그리드 기반의 실시간 요금제 도입 추진(중간 단계로 주택용 계시별 요금제 마련)

신규 비즈니스 창출을 통한 보급 확산

- 가정/건물에 에너지 저장 서비스를 제공하여 수익을 창출하는 ESS-service 사업 육성
- 세부 모델 설계 및 중장기 육성 방안 마련('12년)

에너지저장 시스템 설치 의무화 방안 검토

- 전력/발전회사를 대상으로 전기공급량의 일정비율만큼 ESS 설치를 의무화하는 방안 검토
 - 미국 캘리포니아주는 신재생 보급 확산을 위해 에너지저장시스템 의무화 제도 도입('10.9)
- 연구용역 추진('11년~), 중장기 추진 방안 마련('12년)

〈참고〉 추진 일정

실천 과제	추진 일정	비고
1. 에너지저장 R&D 투자 확대 및 전략성 강화		
시장주도형 기술개발 사업 추진	'11년 ~	
미래 新기술 개발 사업 추진		
국제 공동 기술개발 사업 추진		
2. 에너지저장 실증을 통한 산업화 촉진		
송배전망 연계형 파일럿 실증 추진	'11년 ~	
송배전망 연계형 대규모 실증 추진	'15년 ~	
신재생 발전원 연계형 실증 추진	'13년 ~	
대규모 발전원 연계형 실증 추진	'17년 ~	
수용가 연계형 실증 사업 확대	'13년 ~	
에너지저장 실증 추진위원회 구성/운영	'11년 ~	
에너지저장 실증 기반 구축사업 신설	~ '13년	
3. 에너지저장 산업 인프라 구축		
ESS 안전성/신뢰성 향상 기술개발/장비 구축	~'14년	
ESS 인증을 위한 규정 마련		
ESS 인증기관 지정		
ESS 인력양성 사업 추진	'11년 ~	
ESS 국내 표준안 마련	~ '13년	
ESS 국제 표준화 추진	'13년 ~	
4. 국내시장 활성화를 위한 제도적 기반조성		
ESS 보급 촉진을 위한 인센티브 제공 방안 마련	~'12년	
ESS 제도적 기반 확보(전기사업법 반영)	'14년 ~	
ESS 제도적 기반 확보(K-ESS 로드맵 수립)	~'14년	
주택용 계시별 전력 요금제 도입	~'11년	
ESS-service 사업 모델설계 및 육성방안 마련	~'12년	
ESS 설치 의무화 방안 마련		

감사합니다