

# 태양광산업 발전을 위한 정책방향 및 추진과제

2016.5.25 14:00 충남개발공사 회의실

전북대 산학협력단 이성호교수

# 순서

- 배경, 목적
- 신기후체제 출범
- 태양광발전 세계 동향
- 배터리 세계 동향
- 우리나라 태양광 관련 정책 동향
- 태양광 정책 방향 및 과제

# 배경, 목적

- 태양광발전을 둘러싼 다양한 갈등 발생
- 크게는 국가의 정책방향부터 작게는 발전소 설치 민원까지 다양
- 태양광발전에 대한 인식의 차이가 큼
  - 태양광발전 산업/보급의 목표에 대한 인식 차이
  - 에너지산업에 대한 인식 차이
  - 기후변화 대응에 대한 인식의 차이
  - 태양광발전소의 입지, 규모에 대한 인식의 차이 등으로 나타남
- 태양광발전과 에너지, 기후변화 등에 대한 세계동향을 살펴 보고 우리나라의 태양광산업 및 보급의 정책방향과 과제를 생각해 보고자 함

# 세계 환경 변화-신기후체제 출범

- 지난 해 프랑스 파리에서 유엔의 신기후체제 출범 합의
- 우리나라 2030년 BAU기준 37% 감축 INDCs 제출
- 에너지 부문의 패러다임 변화-화석연료 사용자제, 재생에너지 및 에너지 효율 중요성 부각
- 2016. 4. 22 현재 175개국 서명하였으며, 향후 55개국이상과 그 온실가스 배출량이 55%이상 비준 시 발효됨
- 2015년 11월 정부 에너지신산업 정책 발표
  - IEA 보고서: 신기후체제 이행에 따라 향후 15년간 **총 12.3조 달러 (약 1경 4,400조원)의 대규모 시장 창출 예상**, 글로벌 시장선점을 위한 **에너지 분야의 성장동력 산업화**가 요구

# 세계 연도별 태양광발전 설비 용량

2014년 40GW 추가, (2015년 55GW 추가)

2014년 말 기준 : 177 GW

Solar PV Global Capacity, 2004–2014

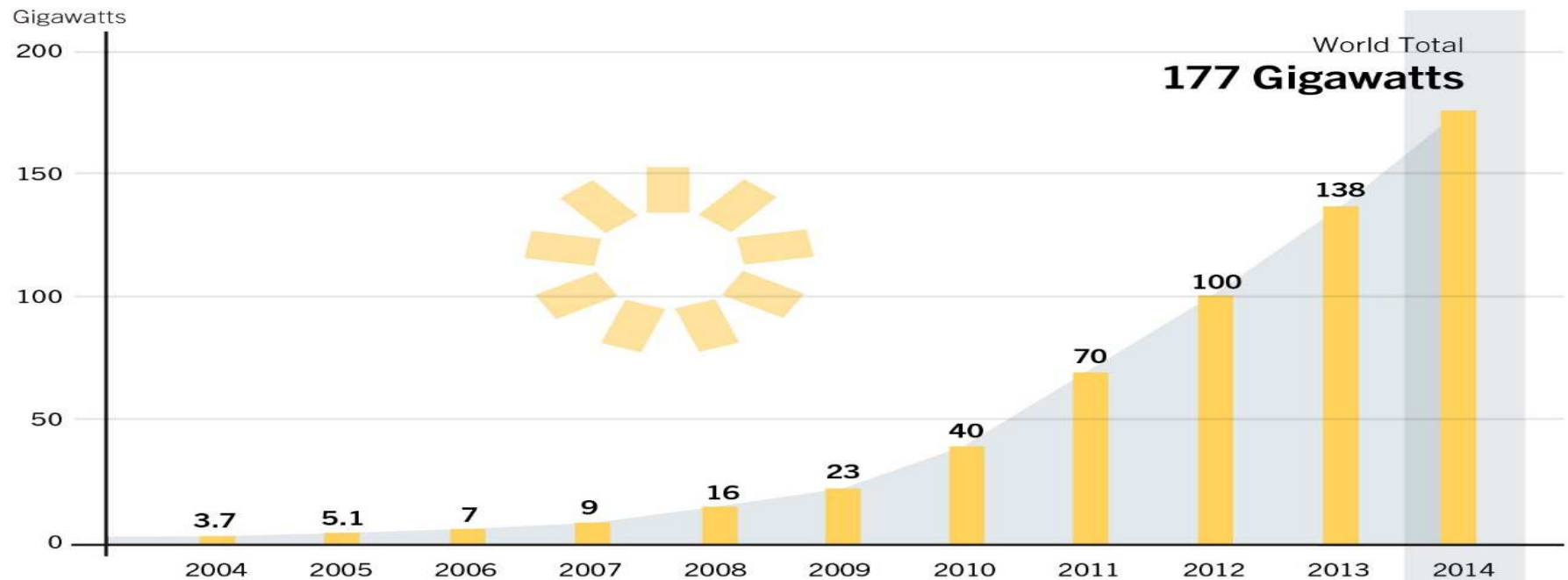
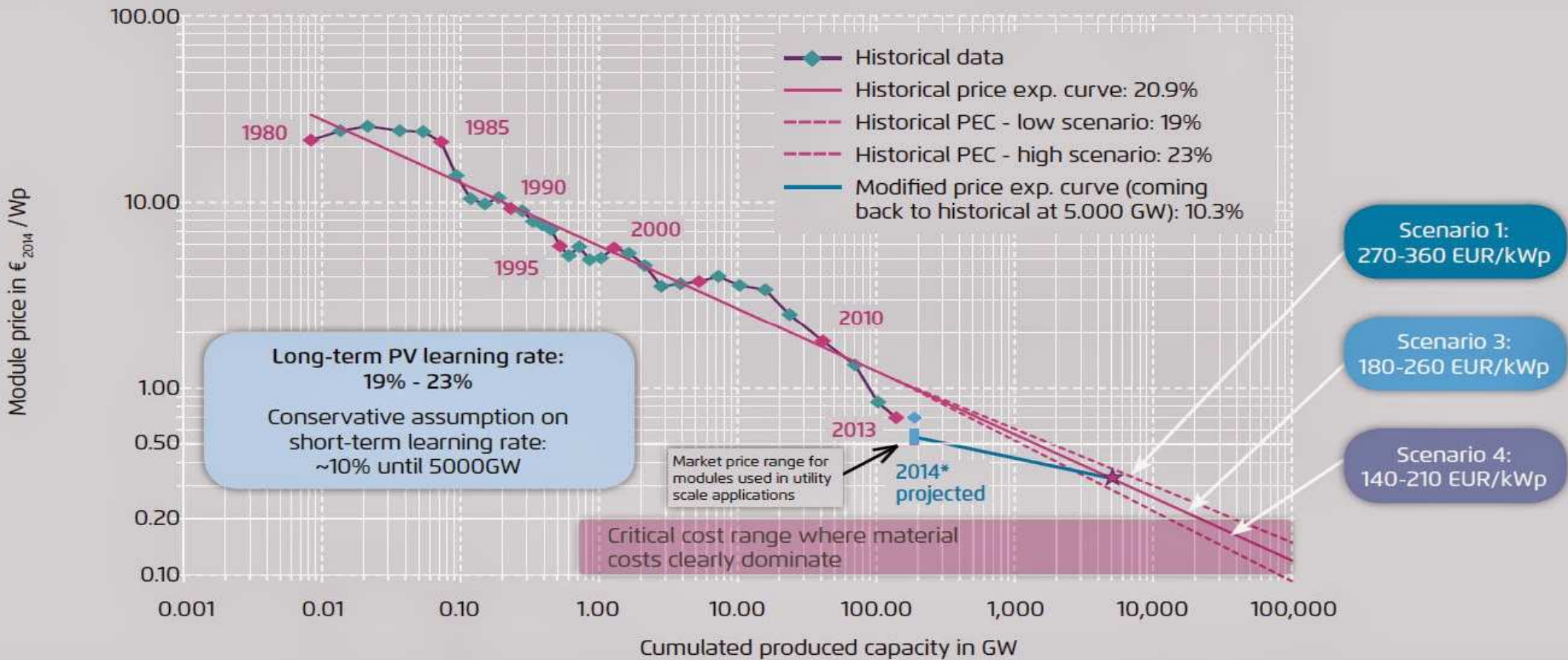
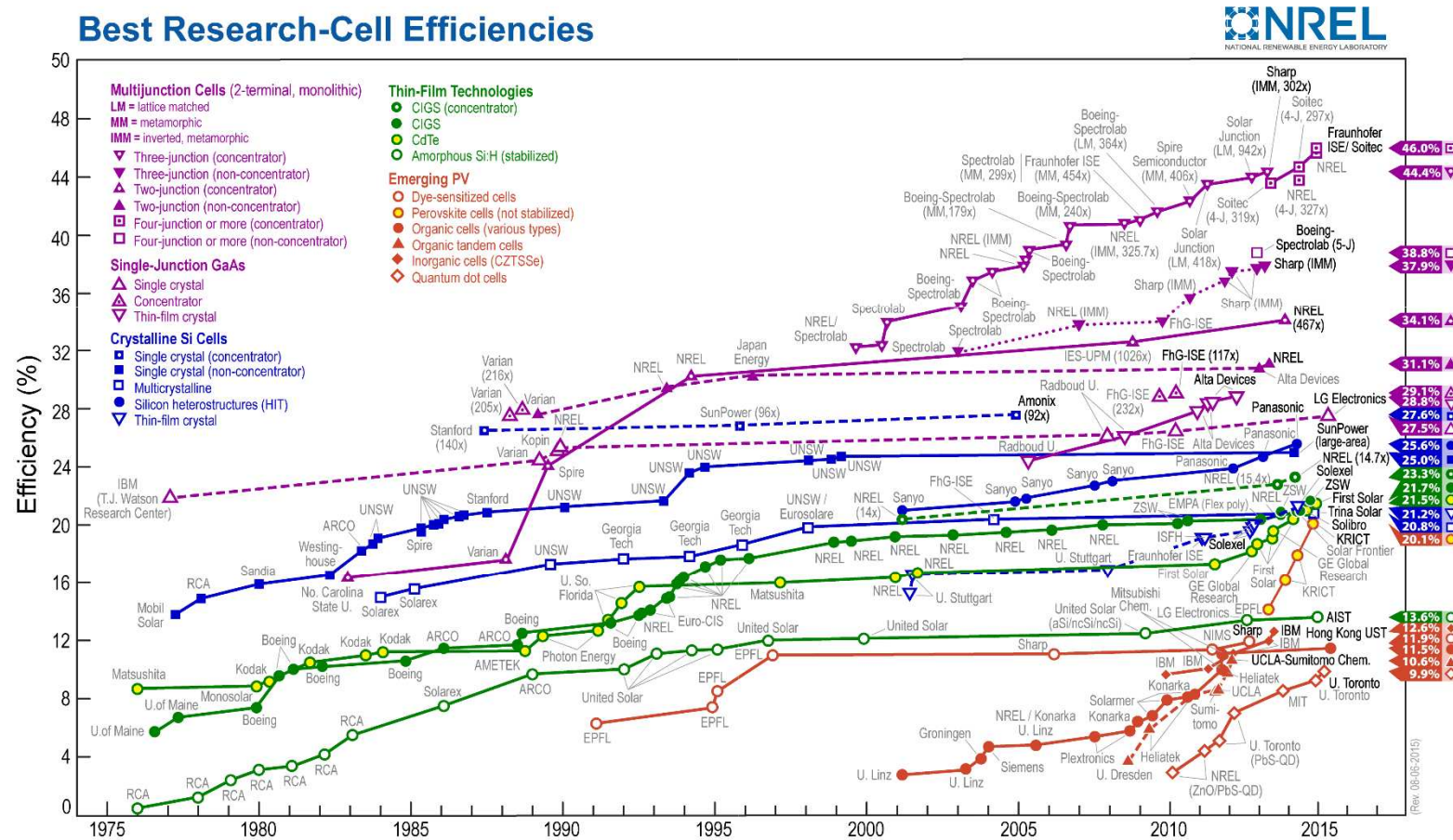


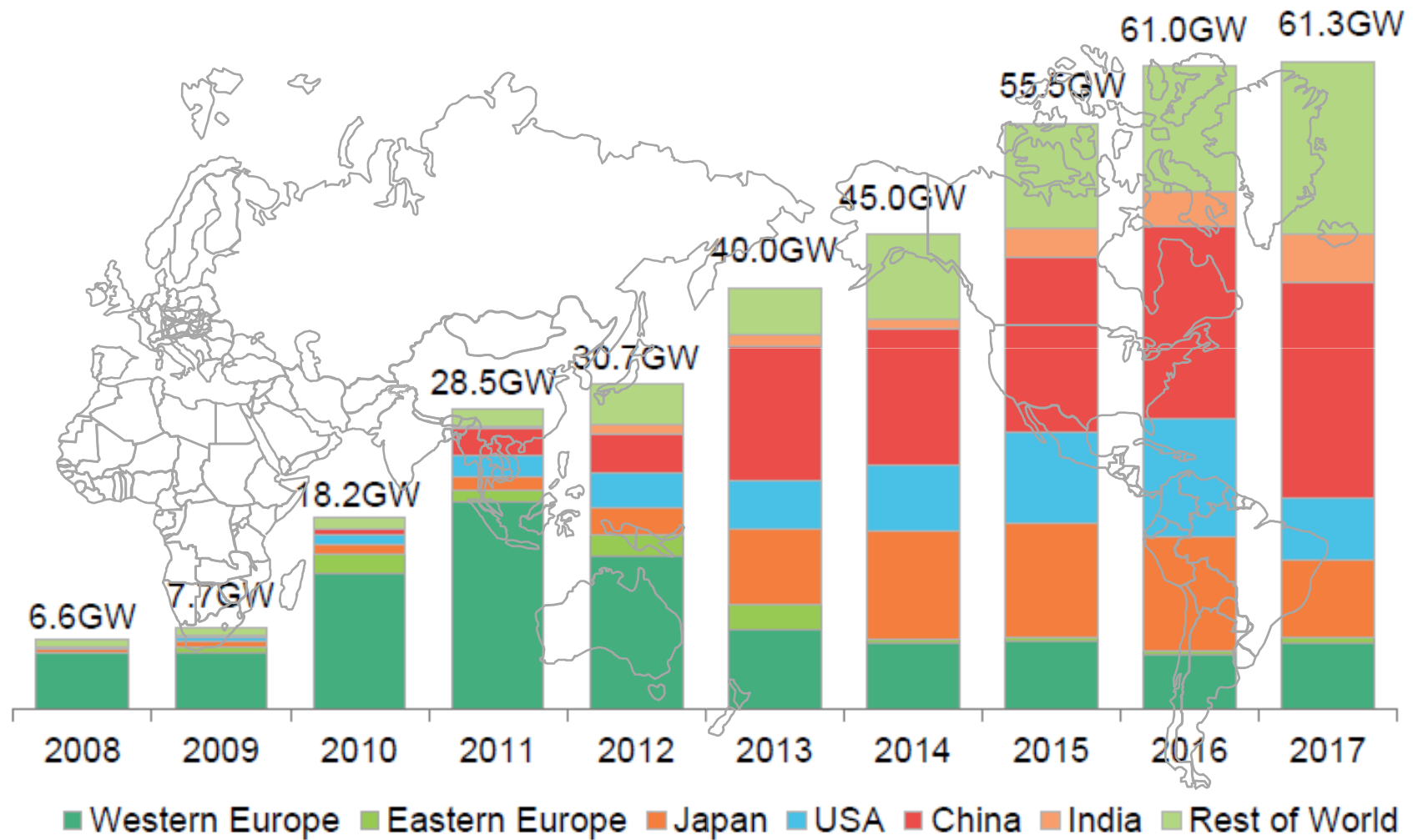
Figure E2



# PV efficiency development of each cell



# Global PV Growth(historical/forecast, BNEF)



• Source ; BNEF `15.06



# Global PV Price Trend(PV Insights)

- **Oversupply weakening**
  - Cell production oversupply rate(BNEF,'15년) : 88%('12yr) → 9%('15yr)
  - Merge&equisation and market increase effect ease oversupply
- But price is steadily decresing, due to top-tier companies expansion race

<value chain, yearly price>

term		silicon (\$/kg)	waper (\$/장)	cell (\$/Watt)	module (\$/Watt)
'11 yr	Jun	54.0	1.98	0.76	1.25
	Dec	29.9	1.13	0.58	0.96
'12 yr	Jan	30.9	1.14	0.48	0.95
	Dec	15.5	0.81	0.34	0.66
'13 yr	Jan	18.0	0.86	0.36	0.67
	Dec	18.2	0.90	0.38	0.69
'14 yr	Jan	20.4	0.93	0.39	0.69
	Jul	21.1	0.86	0.33	0.63
'15 yr	Jan	19.2	0.87	0.32	0.61
	Jul	15.4	0.81	0.31	0.55

< value chain, monthly price 2015,>

	silicon (\$/kg)	waper (\$/장)	cell (\$/W)	module (\$/W)
Jan	19.16	0.868	0.317	0.614
Feb	19.01	0.846	0.310	0.601
Mar	18.04	0.835	0.304	0.591
Apr	16.70	0.820	0.295	0.579
May	15.94	0.807	0.291	0.561
Jun	15.48	0.804	0.300	0.550
Jul	15.40	0.807	0.307	0.548
Oct	14.56	0.825	0.318	0.558

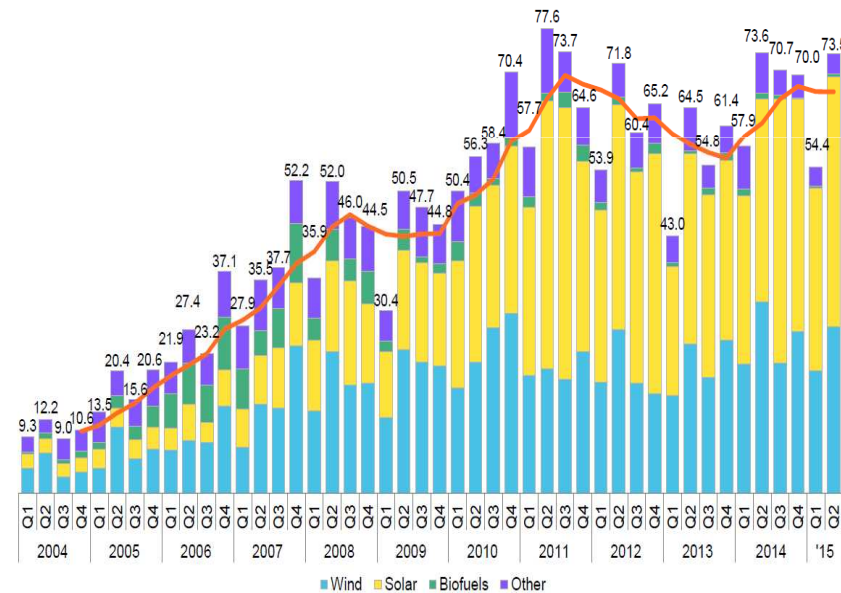
(PV Insights)



**Renewable investment was 272.2 billions in 2014.  
That would be 300 billions in this year**

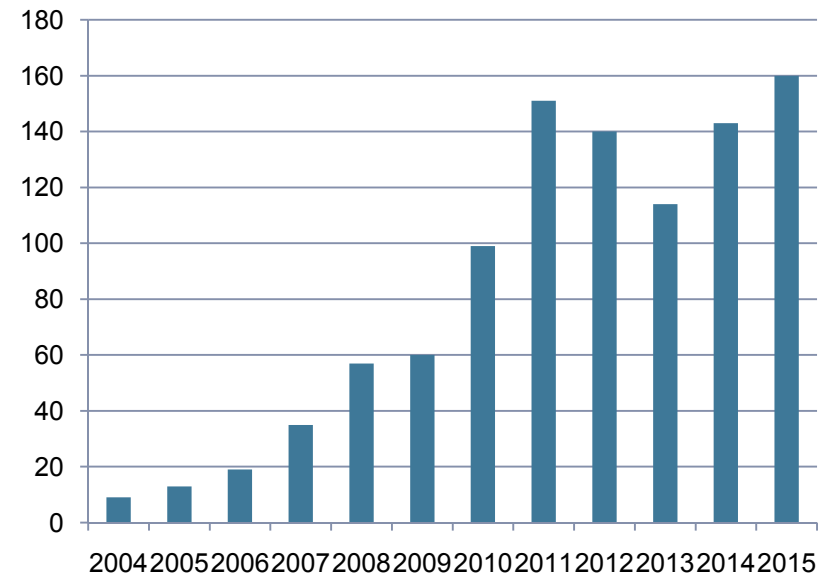
## Global renewable & PV investment trend

**Global renewables investment trend**



**In 2014, PV 145,3 billions, wind 102,1 billions  
PV & wind has 91% share of total**

**PV investment trend**



**IN 2015, PV investment will be 160 billions**

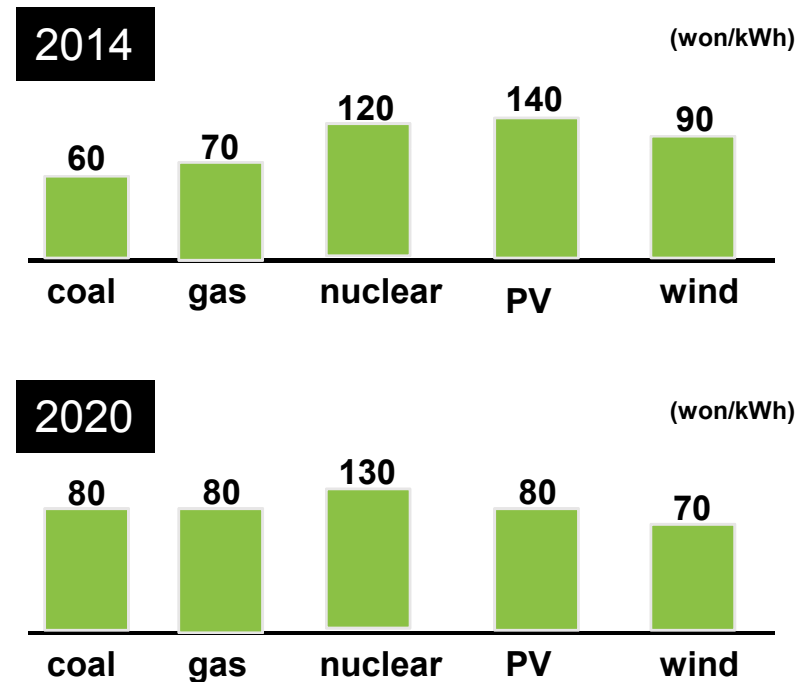
In 2014, wind power is already competitive.

PV price is decreasing, PV will be competitive with coal, gas in 2020(KoExim)

LCOE(Levelised Cost OF Energy) of energy sources.

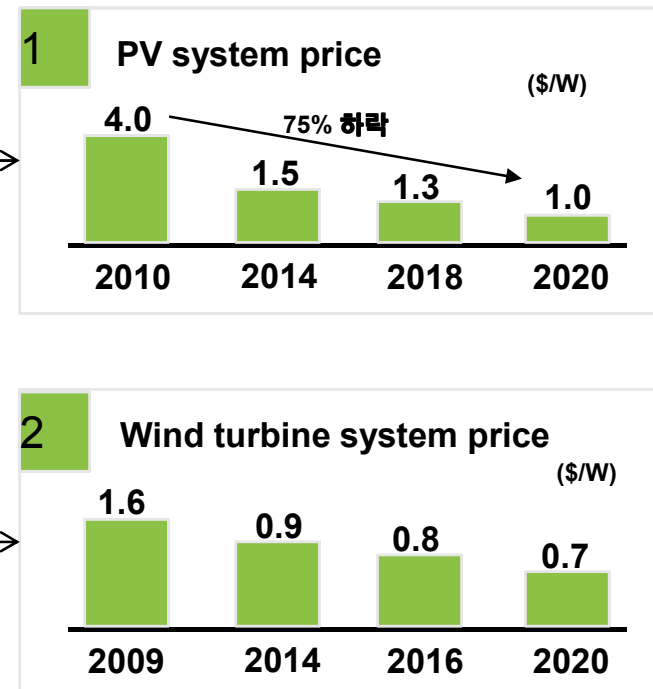
PV & wind system price

Electricity price according to resources



※ Coal, gas, nuclear is mean of advanced countries price

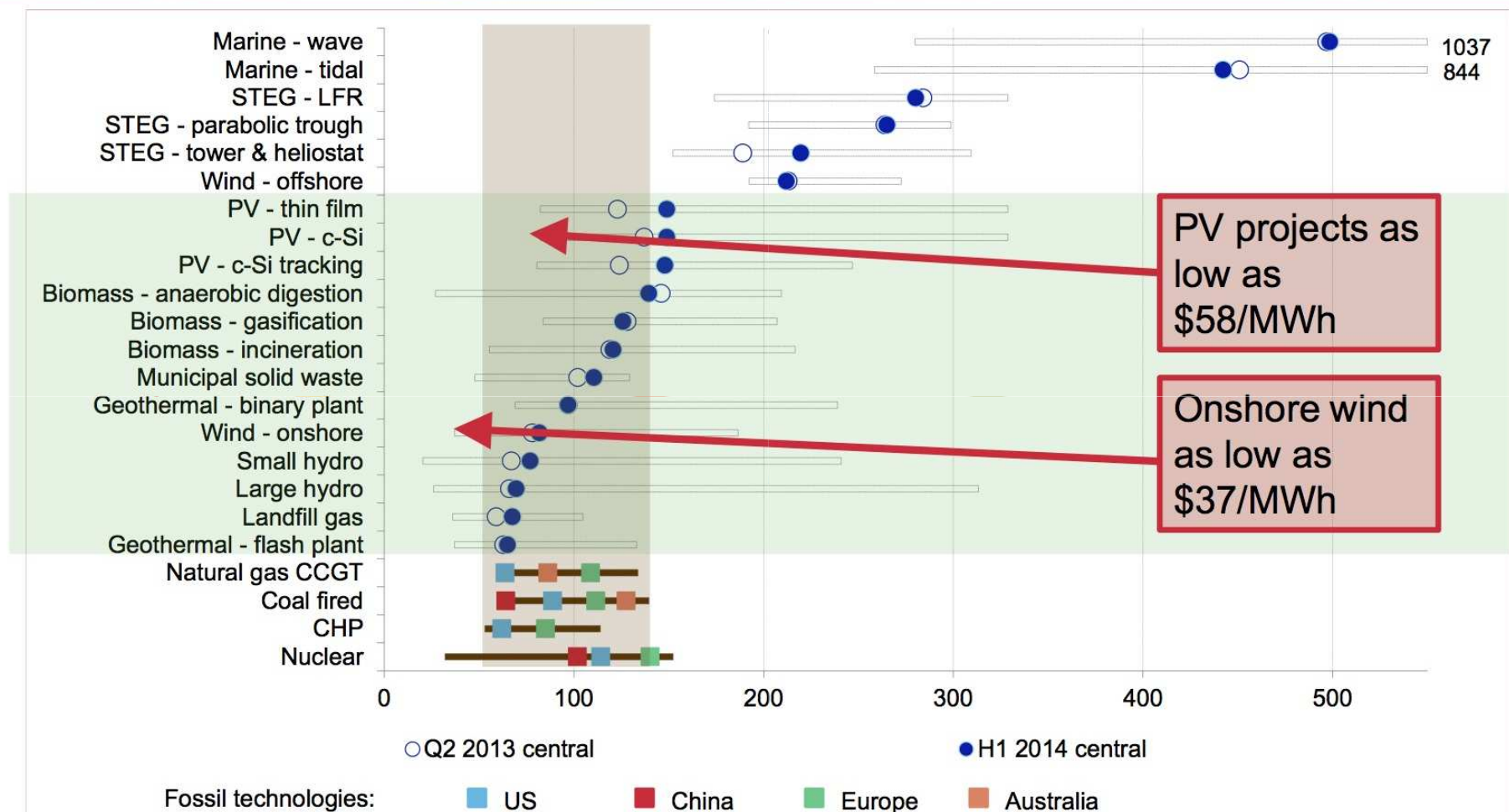
PV & wind system price trend



# LEVELISED COST OF ELECTRICITY

## 2014 (\$/MWh)

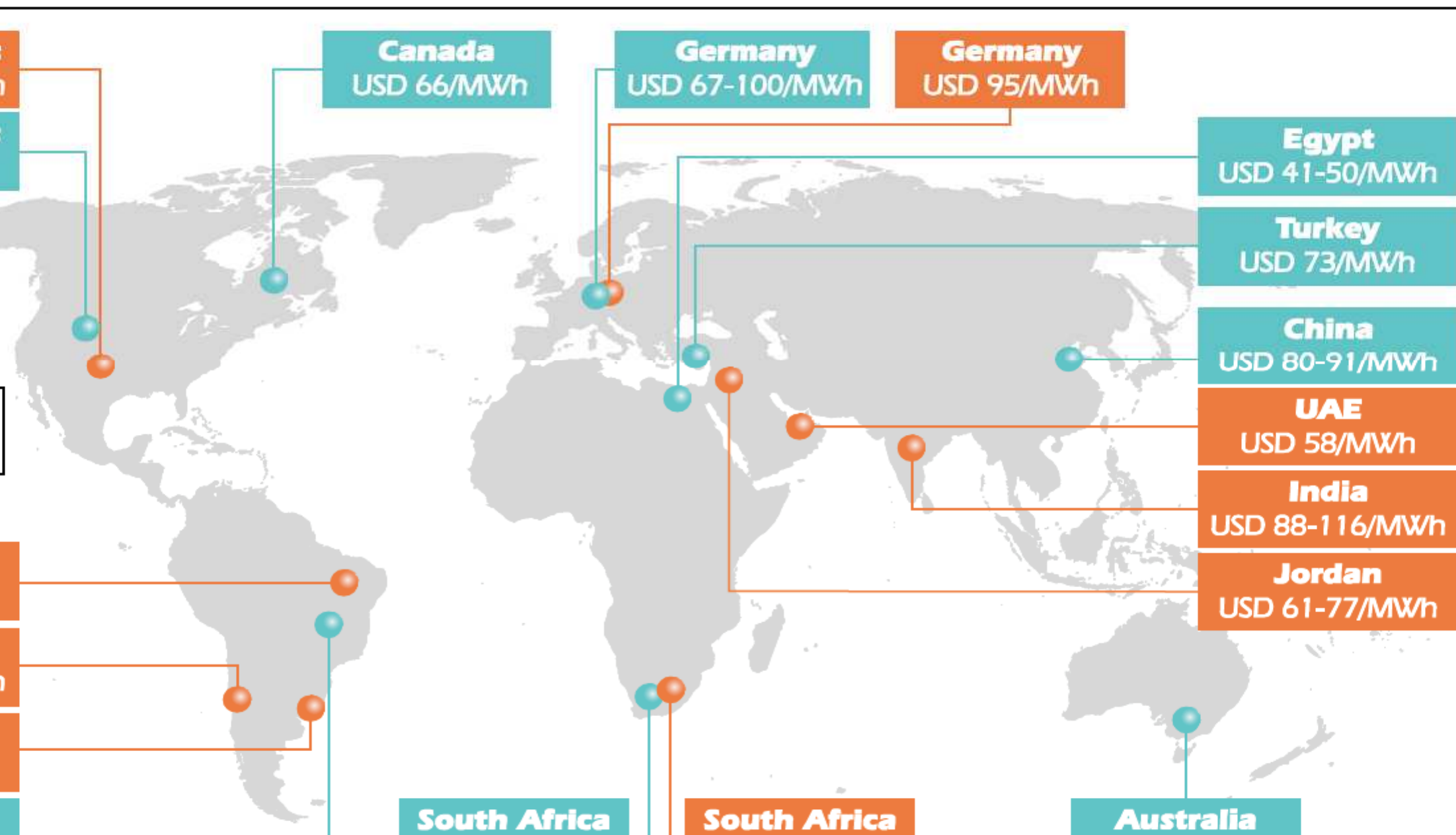
**Bloomberg**  
NEW ENERGY FINANCE



Note: LCOEs for coal and CCGTs in Europe and Australia assume a carbon price of \$20/t. No carbon prices are assumed for China and the US.

Source: Bloomberg New Energy Finance

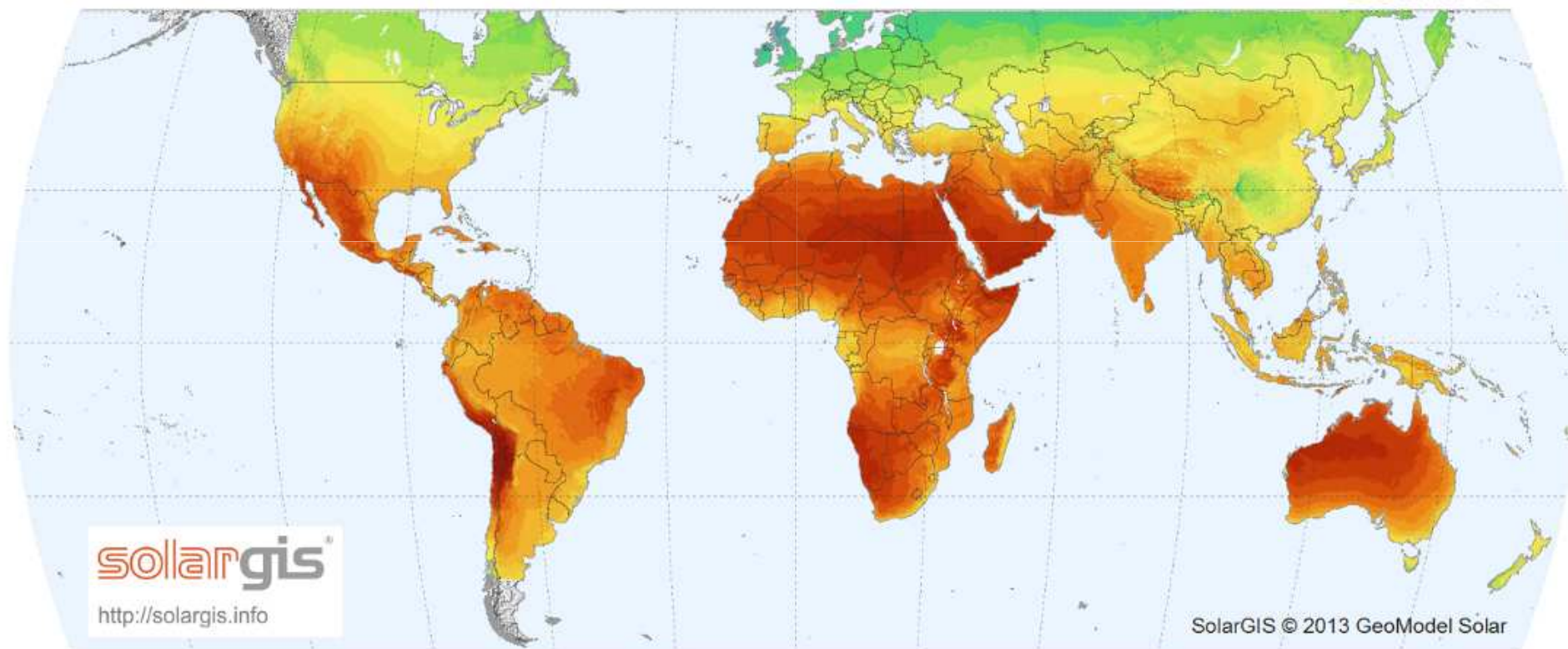
Recent announced long-term remuneration contract prices for renewable power (e.g. preferred bidders, PPAs or FiTs) to be commissioned over 2015-19





## WORLD MAP OF GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION

GeoModel  
SOLAR



Long-term average of: Annual sum < 700 900 1100 1300 1500 1700 1900 2100 2300 2500 2700 >  
Daily sum < 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 > kWh/m<sup>2</sup>

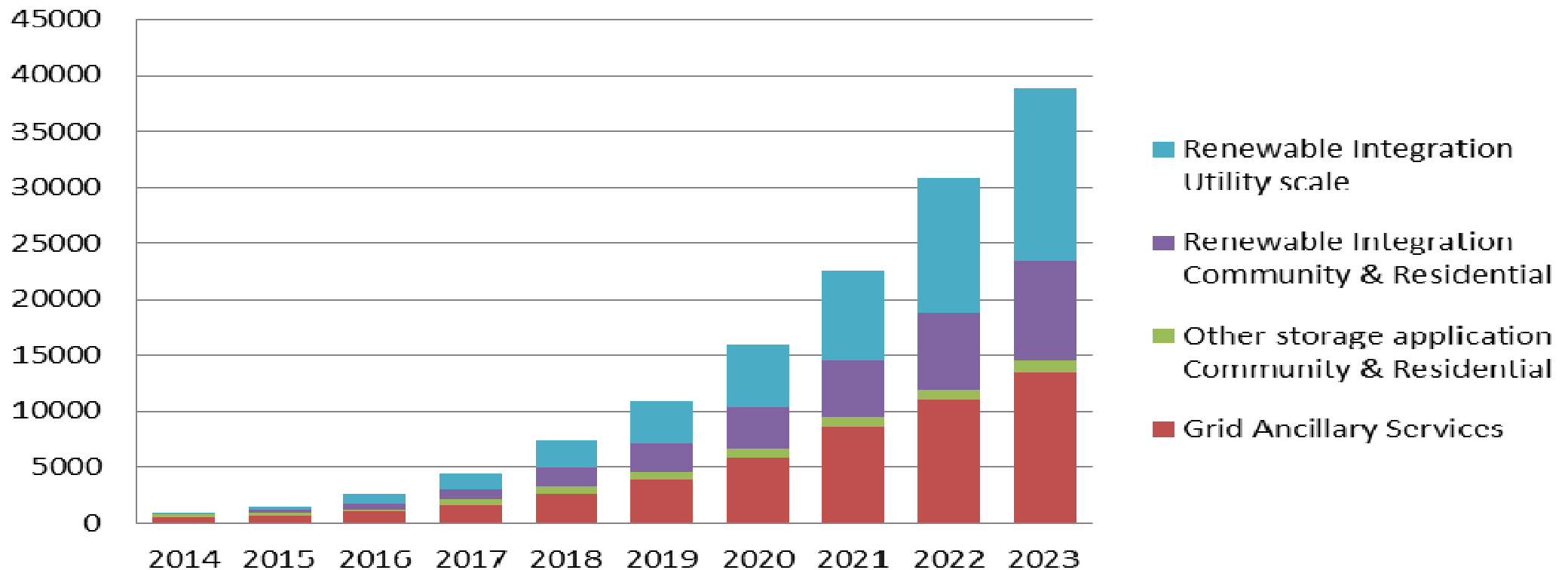
# 글로벌 태양광발전 동향(IRENA)

- 태양광발전 비용은 2008년 이후 80% 가격하락함. 이는 IT기술에서 보이는 바와 같음. 각국은 이런 가격 변화가 함축한 의미를 평가하고 현재의 정책에 반영해야 함.
- 재생에너지 발전으로 전환하는데 정책 결정권자의 역할은 중요함. **전체적인 관점과 장기적인 시각으로 접근해야 함.** 이는 전력 부문의 변화는 분리된 개별 이슈를 다루는 것이 아니라 전체적으로 전력 시스템의 변화를 의미하기 때문임.
- 시스템 유연성, 에너지 효율을 유지하기 위한 수요관리 는 송배전망의 투자를 경감시켜 주며, 소비자의 선택 을 도와주는 스마트미터기, 자산 관리를 도와주는 스마트그리드 등은 전력시스템의 신뢰성과 적용성을 높여 주는 사례이며, 동시에 재생에너지의 통합을 촉진시키는 수단이다.

# 세계 에너지 저장 시스템 동향

Navigant Research Data에 의하면 세계 시장 2023년 340억불 시장으로 예상됨.  
이중 100~120억불은 유럽이 차지할 것으로 예상됨

Total installed capacity (MW) of battery ESS by Application type

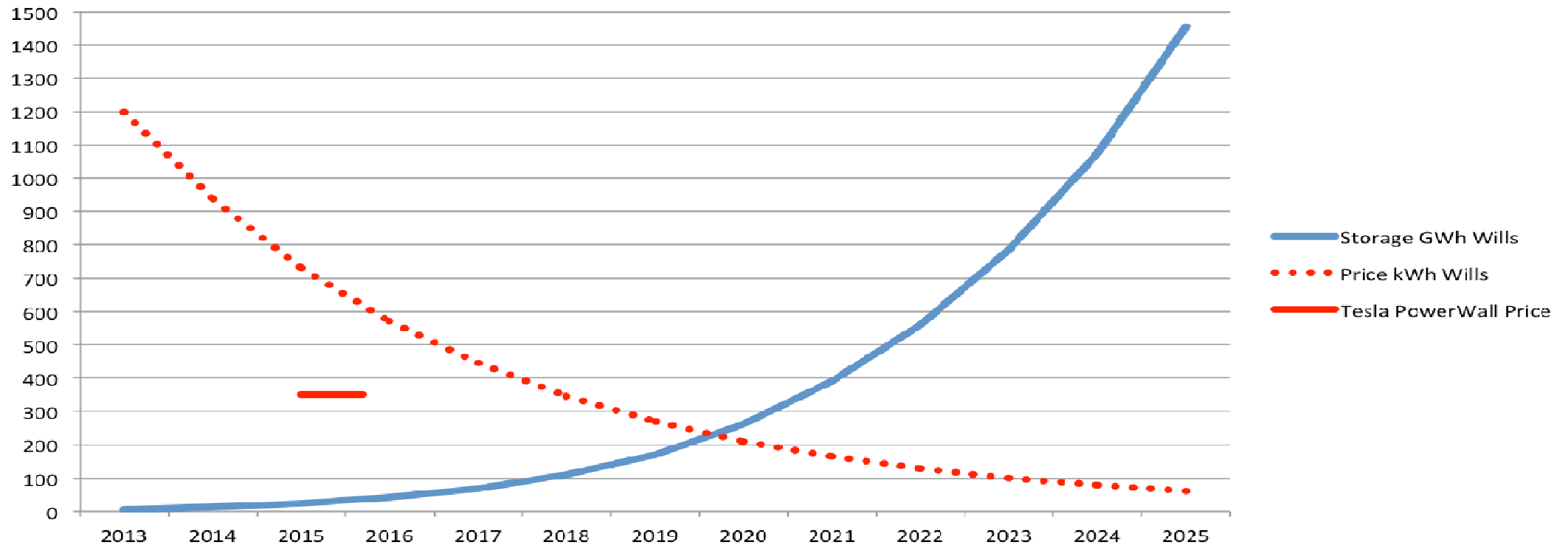




# 배터리 저장용량과 가격 전망

## Global battery storage (GWh) and price (\$/kWh)

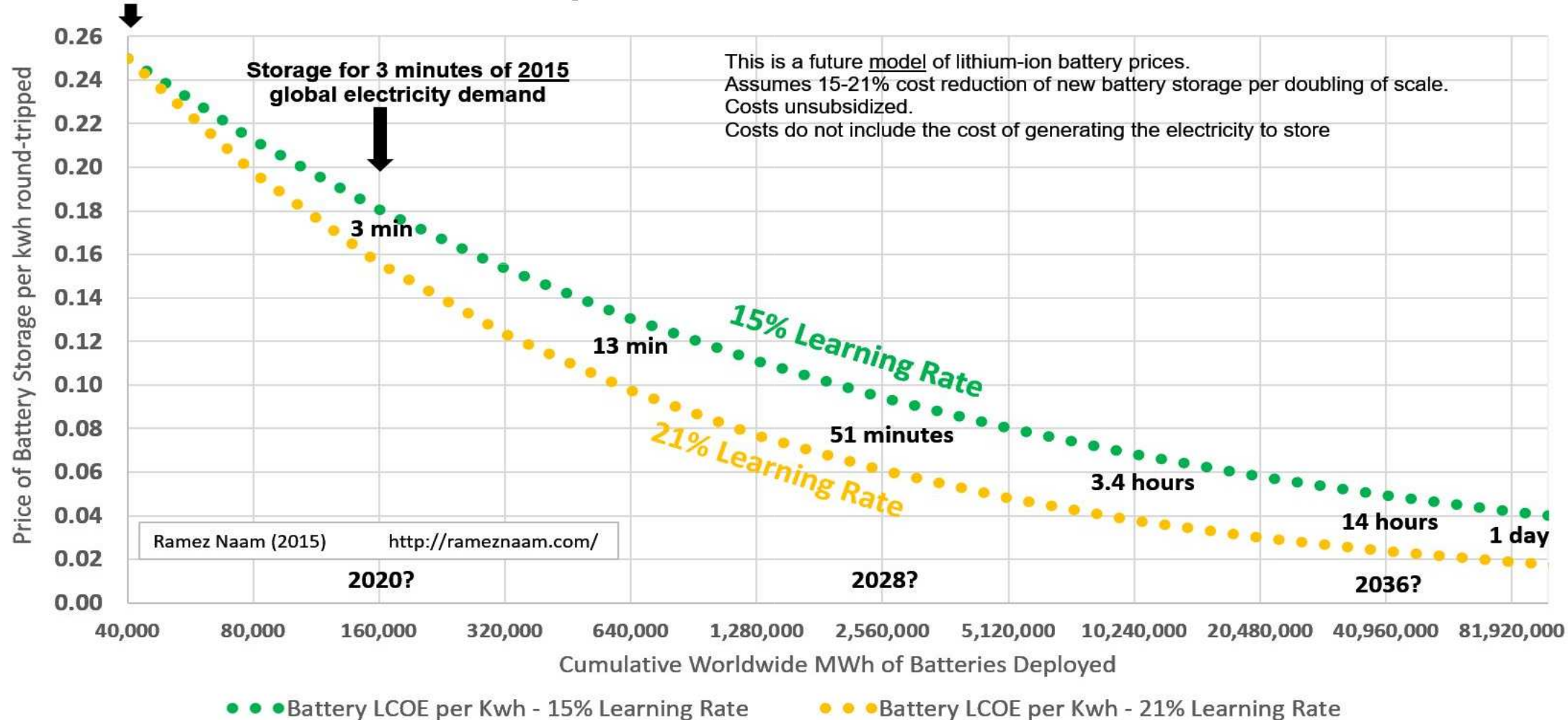
2013-2014 market data; 2015 on @ProfRayWills forecast 22% price decline Update 11Aug15



# 리튬이온전지 가격 전망

2015: Store <1 Minute of World Electricity Demand

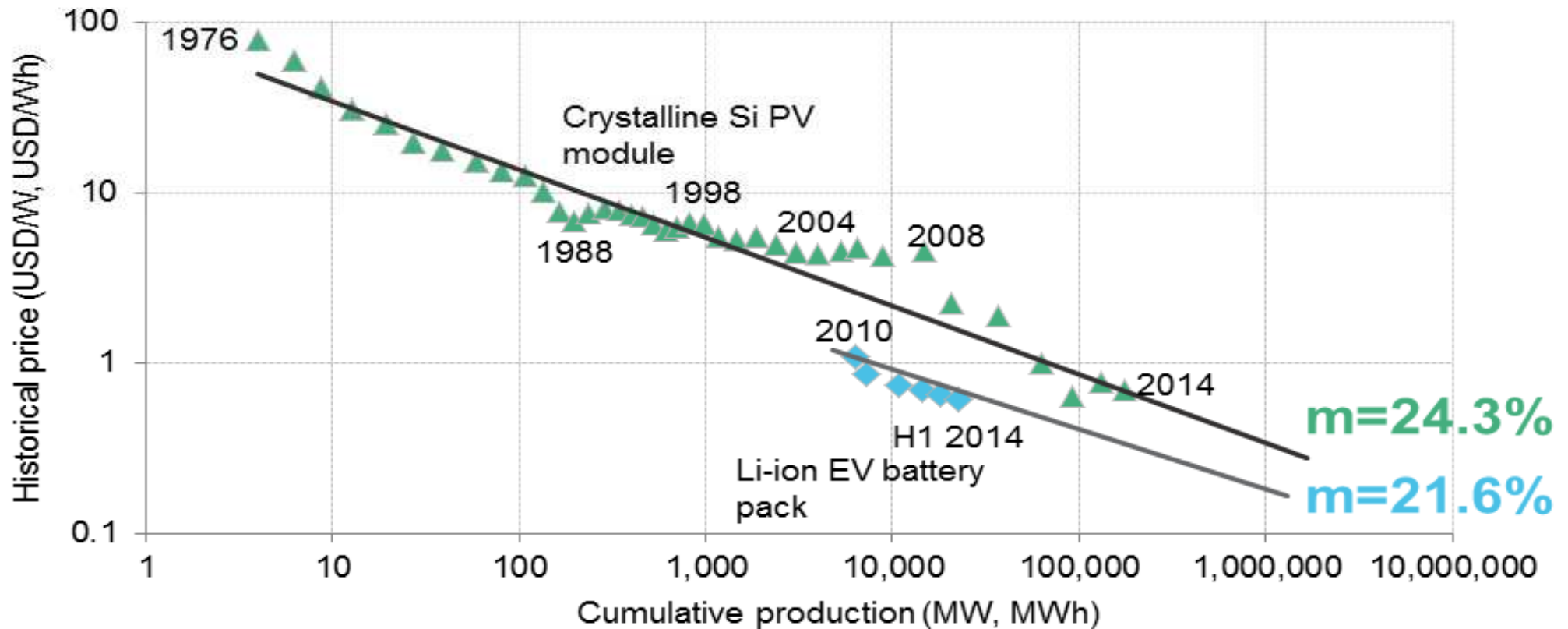
## How Cheap Can Lithium-Ion Batteries Get?



# 리튬이온 전기차 배터리 경험곡선

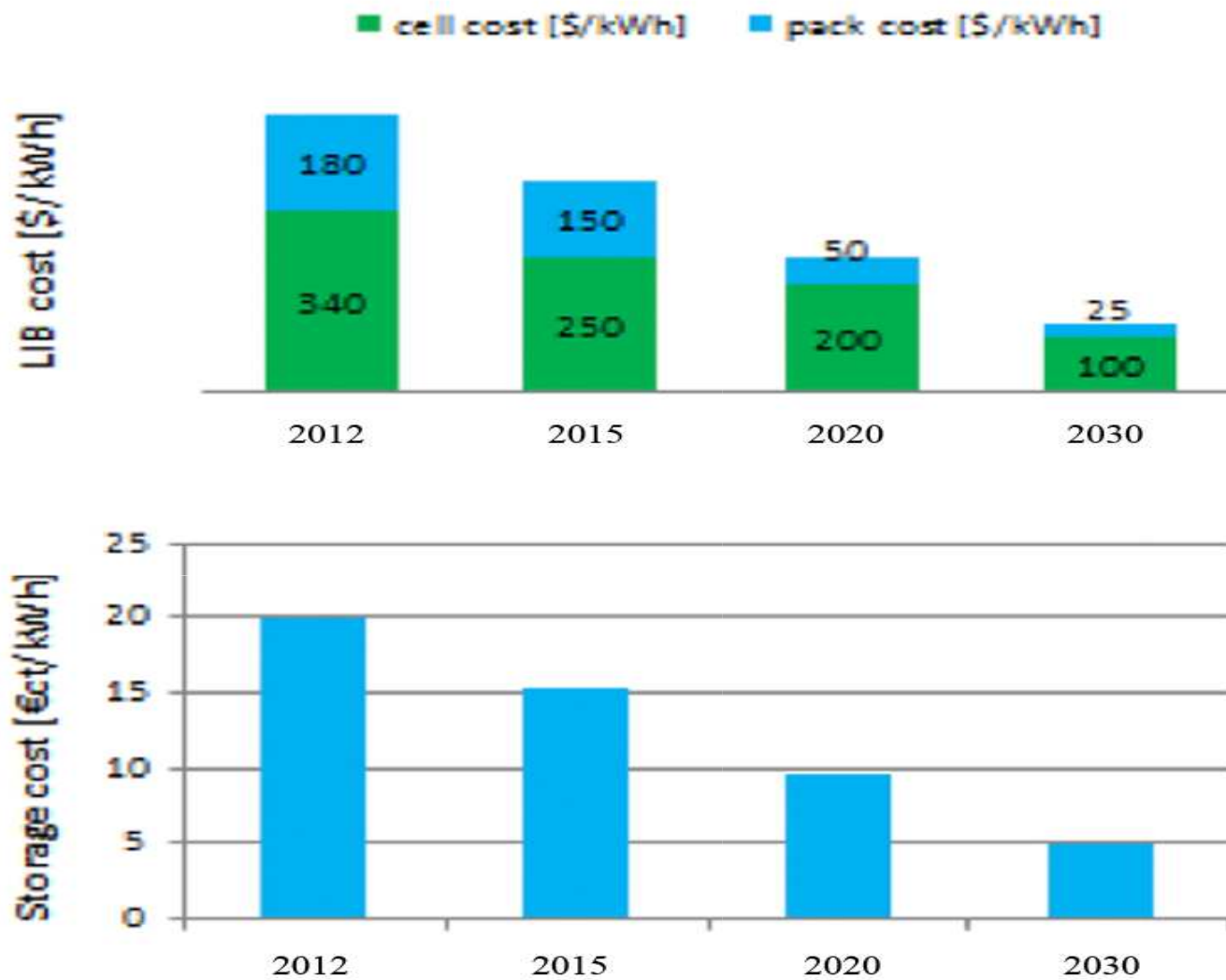
## LITHIUM-ION EV BATTERY EXPERIENCE CURVE COMPARED WITH SOLAR PV EXPERIENCE CURVE

Bloomberg  
NEW ENERGY FINANCE



Note: Prices are in real (2014) USD.

Source: Bloomberg New Energy Finance, Maycock, Battery University, MIT



*Forecast for cost of lithium-ion batteries and resulting costs for stored electricity. Data is provided by analysts from Avicenne and Winfried Hoffmann, who presented the assessment to the EU PVSEC.*

# 마이크로그리드 확산

- **마이크로그리드 기술은 에너지 안보, 경제적 편익, 환경보호를 위함.**
  - 독립계통과 디젤발전 부문에서 빠르게 확산 중
- **마이크로그리드는 개별, 상업, 캠퍼스, 마을, 도시, 섬, 등 계통연계 혹은 독립 계통 모두 적용 가능함.**
- **관련 기술은**
  - EMS, BMS, Inverter etc.
  - Economic, reliability, environment (ERE) dispatch tools
  - Energy arbitrage algorithms
- **마이크로그리드 시장은 2020년 200억불로 예상됨(Navigant)**
  - Residential, commercial, Giga factory(Tesla)
  - Integration and interoperability of systems

## 마이크로그리드 적용성

- 태양광, 풍력, 배터리 기술 발전과 스마트 기술 발전의 조합은 수용성을 높임

국 가	주요 내용	
	'30년 감축목표(INDC)	에너지 정책 방향
미국	2005년 대비 26 ~ 28% 감축 (목표년도 : 2025년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>신재생에너지 발전 비중 28% 달성</b> ('30)</li> <li>* 당초 목표 대비 상향 조정(6%p↑)</li> <li>▶ <b>전기차 100만대 보급 목표 발표</b> (~'15)</li> </ul>
중국	2005년 대비 60 ~ 65% 감축 (원단위)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>태양광 100GW, 풍력 200GW 구축</b> (~'20)</li> <li>* '15년 신규 태양광 발전 17.8GW 목표</li> <li>▶ <b>전기차 500만대 보급</b> (~'20)</li> <li>* 전기차 1,000억 위안(17조원) 예산투입('11 ~ '20)</li> </ul>
일본	2013년 대비 26% 감축	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>태양광 발전 총 68GW 규모 승인</b></li> <li>* '16년까지 약 52GW 태양광 설비 구축 예상</li> <li>▶ <b>스마트 미터 1,700만대 보급</b> (~'17)</li> </ul>
EU	1990년 대비 40% 감축	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>신재생에너지, 전기차 50억 유로 지원</b></li> <li>▶ <b>전기차 470만대 보급</b> (英, 獨, 佛, ~'20)</li> </ul>
호주	2005년 대비 26 ~ 28% 감축	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>신재생에너지 발전 비중 20% 달성</b> ('20)</li> <li>▶ <b>배출량감축펀드(ERF) 3억불 조성</b>('18~'19)</li> </ul>

# 2015.11, 新기후체제에 대한 선제적인 대응, 정부「2030 에너지 신산업 확산전략」발표

2030년 100조원 시장, 50만 일자리 창출, 온실가스 5,500만톤 감축  
향후 5년간 총 19조원 규모의 기업 투자 계획 -

누구나 전력을 생산, 판매하는 에너지 프로슈머 시장 활성화  
(전력) 기존의 전력시스템 효율을 획기적으로 높ی겠습니다.

(수송) 순수 전기차(BEV)를 2030년까지 총 100만대 확산하겠습니다.

(산업) 기존 산업 공정은 친환경 산업으로 전환하겠습니다.

(제도) 다양한 사업자가 참여가 가능한 시장 생태계를 조성하겠습니다.



# 국내동향-에너지신산업 육성

## 핵심 키워드

### 프로슈머



“인터넷처럼 에너지도 공유  
인터그리드로  
전환될 것입니다.”

미래학자 제러미리프킨

프로슈머

### 분산형 청정 에너지

분산형  
청정  
에너지

“에너지분야에 있어  
진정한 승자는 태양광, 풍력,  
바이오매스 같은  
재생에너지 분야다.”

노르웨이 경영대학원 교수 요르겐 랜더스

### 온실가스 감축

온실가스  
감축

“환경에 유익한 기술이 기업의  
이익에도 도움을  
줄 것입니다.”

옥스포드대 교수 노만 마이어스



“모든신차 시장은  
전기차가 장악하고,  
모든 전기차가  
자율주행자동차가 된다.”

스탠포드대 교수 토니세바

ICT 융합

▶ 30년까지 온실가스 감축량의 약 57%가 에너지 수요관리와 효율 개선 융합을 통해 가능해짐





# 우리나라 신재생에너지 보급목표

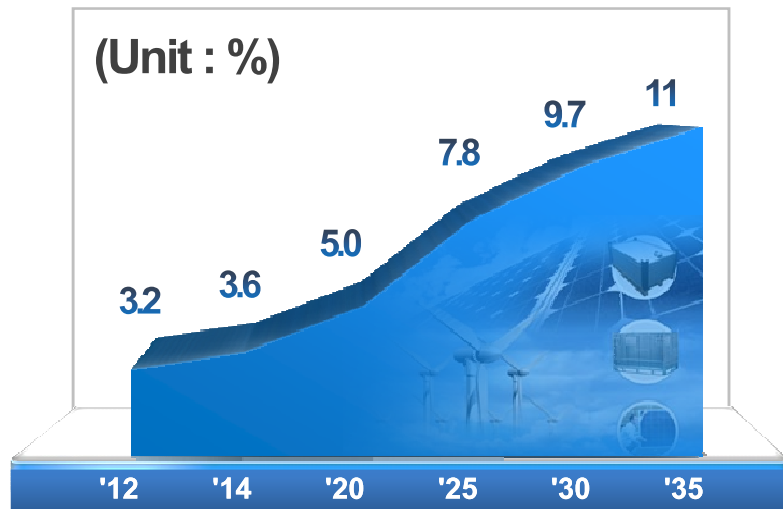
## 1차 에너지

목표: **11.0%** (2035) 신재생에너지 2014-2035 년 평균성장률  
6.3%, 1차에너지 성장률 0.7%

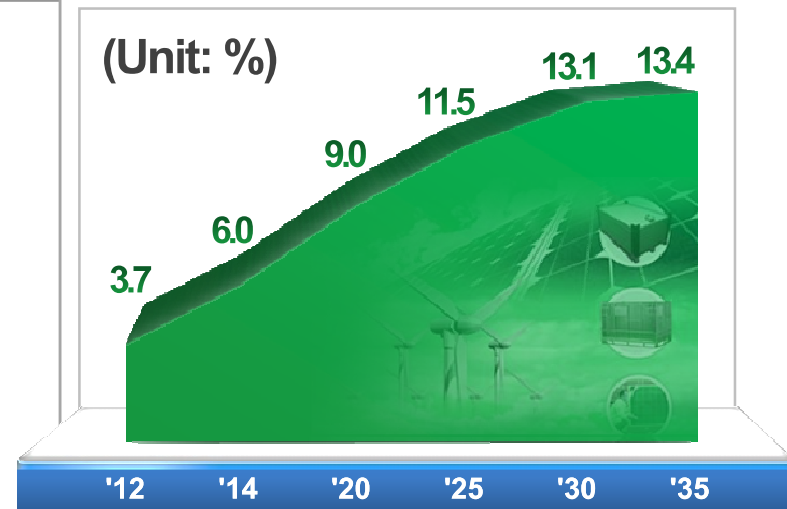
## 전 력

목표: **13.4%** (2035) 신재생에너지 2014-2035 년 평균성장률  
5.5%, 전기수요 성장률 1.8%

### 에너지 보급목표



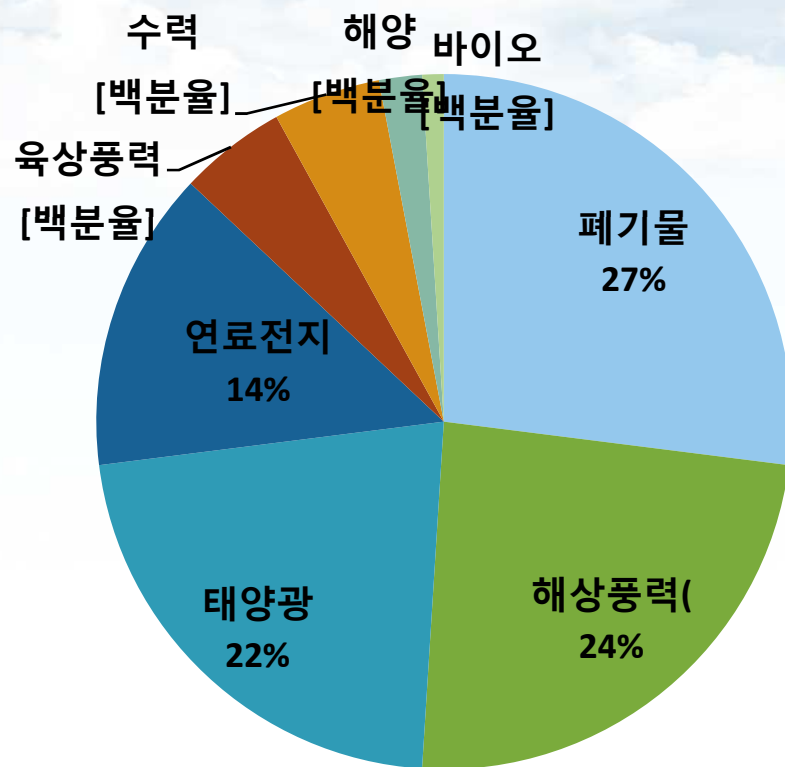
### 전력에너지 보급목표



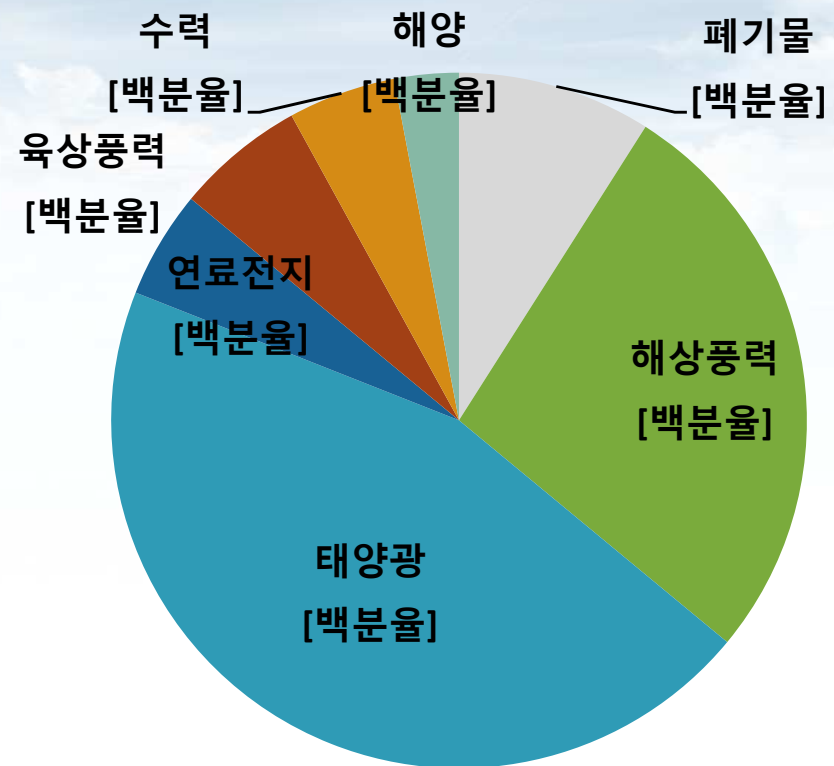
# 2035년 신재생에너지 보급 원별 목표

○ 제2차 국가에너지기본계획에 따르면 태양광발전은 2035년 17.5GW 설치 목표

- 태양광발전은 신재생에너지발전의 **22%** 를 차지할 전망
- 태양광발전은 신재생에너지설비용량의 **45%** 를 차지할 예정임.



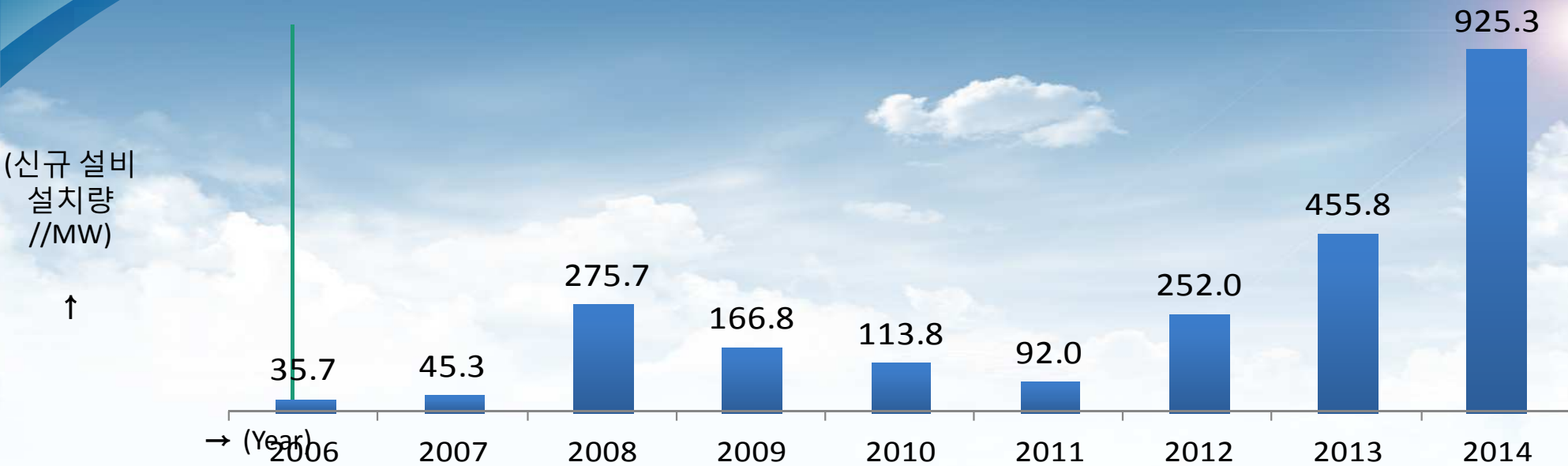
전력 생산량 원별 비교(2035)



원별 전력 설비용량 비교(2035)



# 우리나라 태양광발전 년도별 설치량

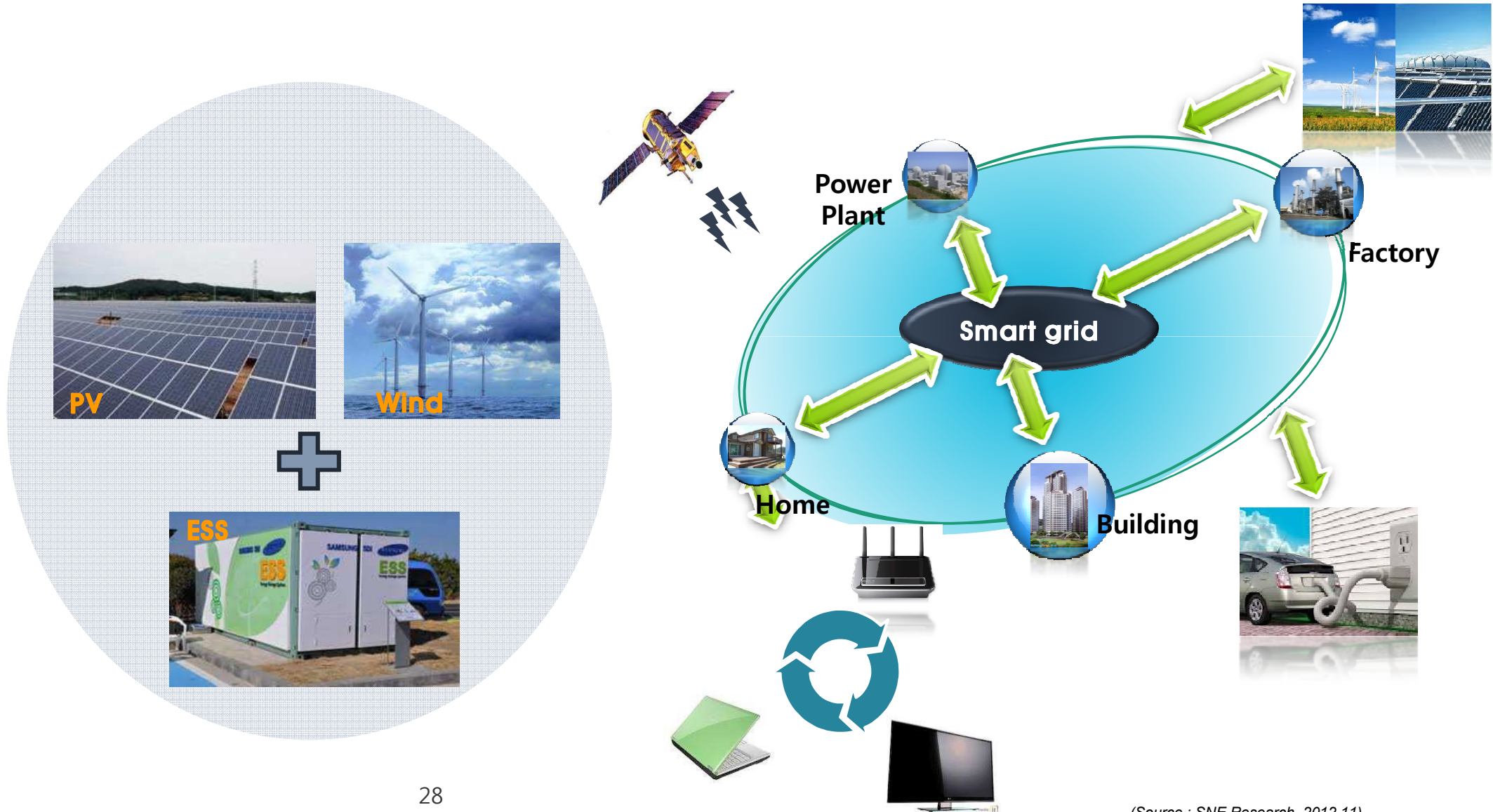


우리나라 년도별 태양광발전 설치량

- 발전차액지원제도 2004-2008
- 자발적협약(RPA) 2009-2011
- 의무할당제 2012 이후
  - 2012년 이후 설치량이 90% 차지
- 2015년 1GW이상 설치 예상



# ❖ 태양광발전은 다른 부문과 융복합 확장 중



# 태양광발전 정책 방향,과제

## -사회적, 법적 수용성 확대

- 태양광 관련 제조업 육성 및 수출산업화 지원
- 태양광발전 설치 시공 해외 진출 지원
- 토탈 에너지 솔루션 제공 사업자
- 주민 참여형 발전사업 확대
- 대규모 태양광발전
- 입지 기준(상수원, 농지, 수상, 도로변), 개발행위(경사도) 기준
- FIT, RPS
- 소규모 태양광 보호
- 지자체 역할 확대(제주도 사례)

# 정책 수립 체크 포인트

- 기후변화 대응을 위해 화석연료 사용을 실질적으로 대체?
- 기후대응, 에너지 전환은 비용을 수반하므로 부담 의지는?
- 태양광발전과 경쟁관계인 화석연료발전과의 지원 형평성은 ?
- 국가의 태양광발전 산업화 및 보급 의지, 제도가 적정한가?
- 지자체의 역할은? 소형 지원 , 서울형 FIT, 인허가 지원
- 입지기준 및 개발행위 기준?
- 태양광발전 필수 불가결한 공공재인가, 사적 이익 추구 사업인가?

# 화석연료 발전 대체 위한 필요 용량, 면적

GWH

- **우리나라 2010년 발전량(461,747GWh) 전체를 태양광 발전으로 대체할 때의 소요면적 ;**  
 $3,510 \times 10^6 \text{m}^2$  (국토면적의 약 3.5% 필요 \*남한 면적: 10만 210km<sup>2</sup>)
  - ※ 태양광발전 연간 시간 : 1,314시간(3.6시간/일 X 365일)
  - =>태양광 발전 필요용량 : 351GW => 필요면적 :  $3,510 \times 10^6 \text{m}^2$   
(1kW 설치에 10.0m<sup>2</sup> 필요면적 기준)
  - cf. 최근 250W 모듈 크기는 가로1m X세로1.5m임
- **우리나라 2010년 발전량 10%를 태양광 발전으로 대체할 때 소요면적**
  - $351 \times 10^6 \text{m}^2$  (국토면적의 0.35%, 새만금 간척지의 면적)
  - 2010년 발전량의 10%=46,175GWh = 약 35GW 필요
  - =>필요면적;  $350 \times 10^6 \text{m}^2$  (10.0m<sup>2</sup>에 1kW 설치)

# 태양광발전 수용성 확대 (제도, 인식)

- 송,배전망 확충(계통연계, 안정) 필수
- 태양광발전 개발 자원 잠재량 확충(유휴지, 공유 공간 개발)
- 태양광발전소 건설 위한 자본조달 여건 조성
- 주택가와의 이격 거리, 상수원, 농지 보호 구역 내 행위 제한



# 태양광정책-지자체 역할 확대

- 인센티브 정책-지방세 감면, 용적율 인센티브, FIT지원,
- 현금 보조금 지급-아파트 베란다 등 설치 시 일정액 보조
- 인허가 지원, 주민 참여 태양광발전 사업, 민원 조정
- 개발행위 기준 지자체마다 상이(경사도, 소나무 보호)
- 한전의 변압기 증설 통한 수용 능력 제고
- 친환경에너지타운 등 중앙정부 정책 매칭펀드 통한 유치
- 향후 기후,에너지 대응 적정 도시 이미지 창출 중요성 제고
- 발전소 주변 지원법에 따른 자원 태양광발전 투자 여부