

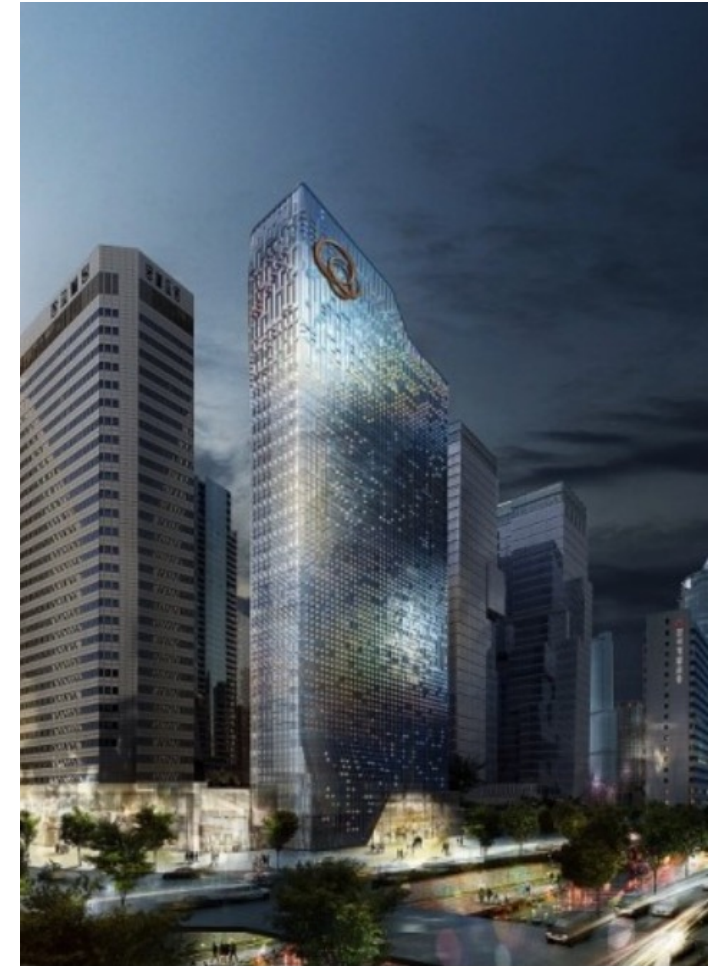


태양광 산업



2020.07.29

최정훈







스탠퍼드 대학교의 에너지 전문가 '토니 세바'의 책

I. 태양광 시장의 규모와 추이

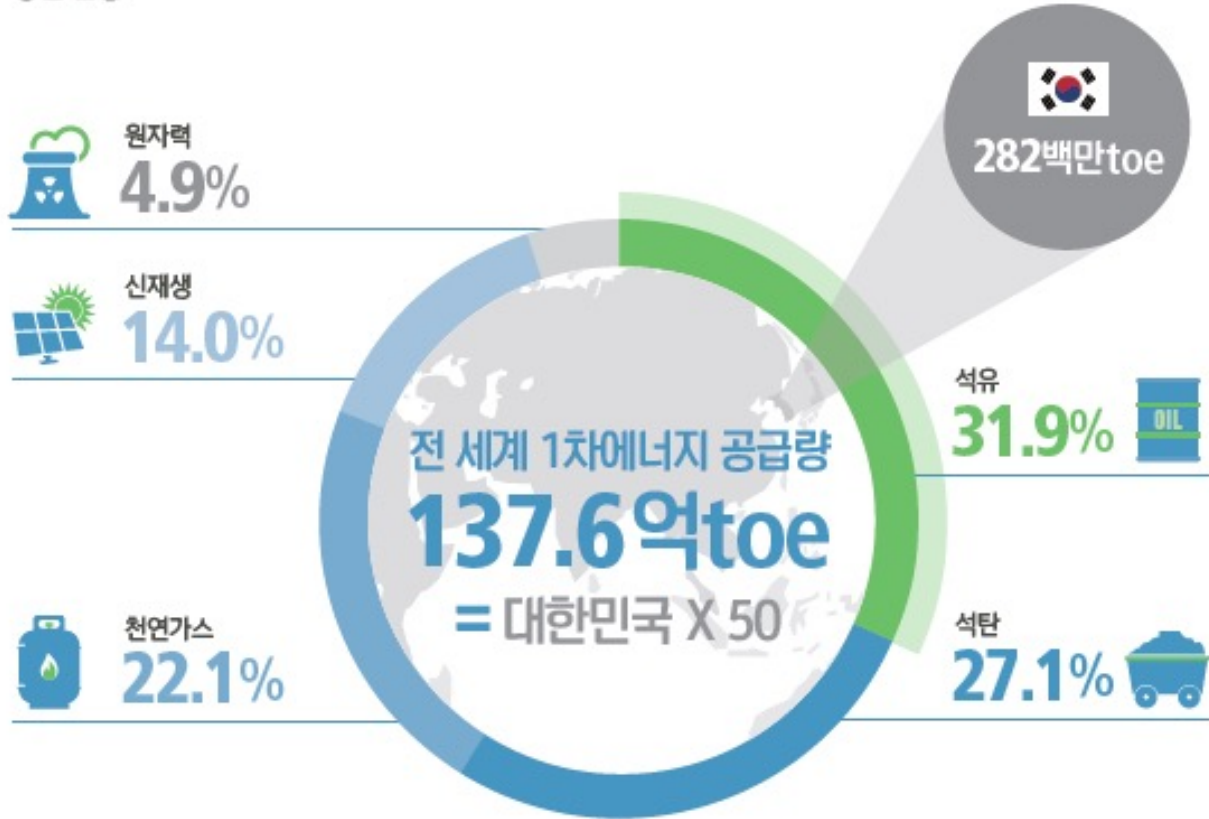
II. 태양광 시장의 Value Chain

III. 대한민국의 태양광 현황

IV. 미래의 태양광 시장 전망

I . 태양광 시장의 규모와 추이

2016년 전 세계 1차에너지 원별
공급현황



출처: World Energy Balances 2018(IEA)

2018년 전 세계 연료별 1차에너지 믹스

단위: 백만toe, %

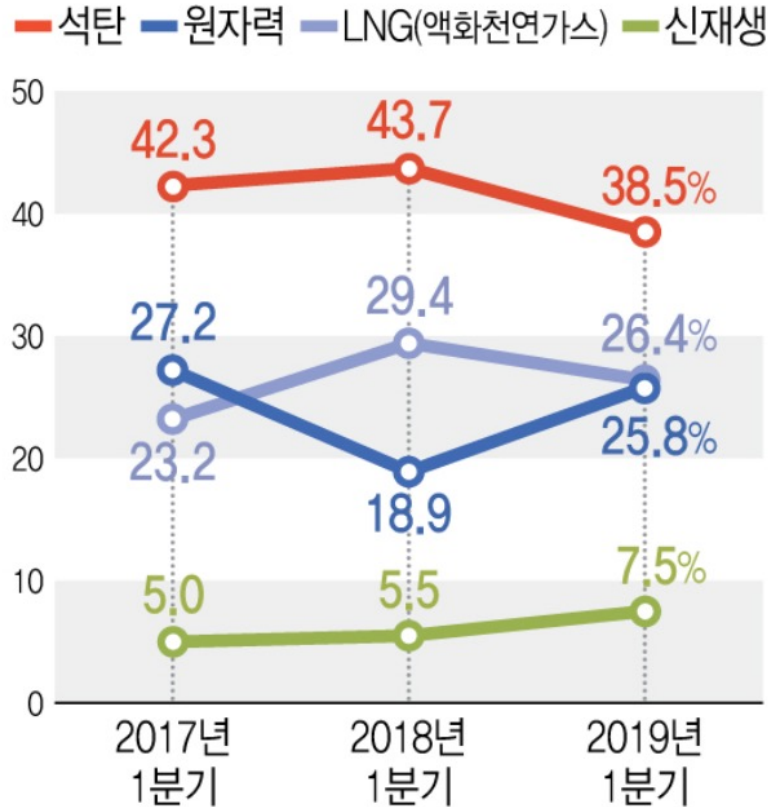
	석유	천연가스	석탄	원자력	수력	재생에너지	총계
소비	4,662.1	3,309.4	3,772.1	611.3	948.8	561.3	13,864.9
비율(%)	33.6	23.9	27.2	4.4	6.8	4.0	100.0
전년 대비	증가율	1.2	5.3	1.4	2.4	3.1	14.5
	증가폭	55.0	167.5	53.7	14.1	28.9	390.3

자료: 대한석유협회 글로벌 뉴스레터 (2019 BP 세계 에너지 통계 관련)

I am your Energy GS칼텍스

TOE(tonnage of oil equivalent): 원유 1ton의 발열량_10^7Kcal

전력원별 발전 비중 추이

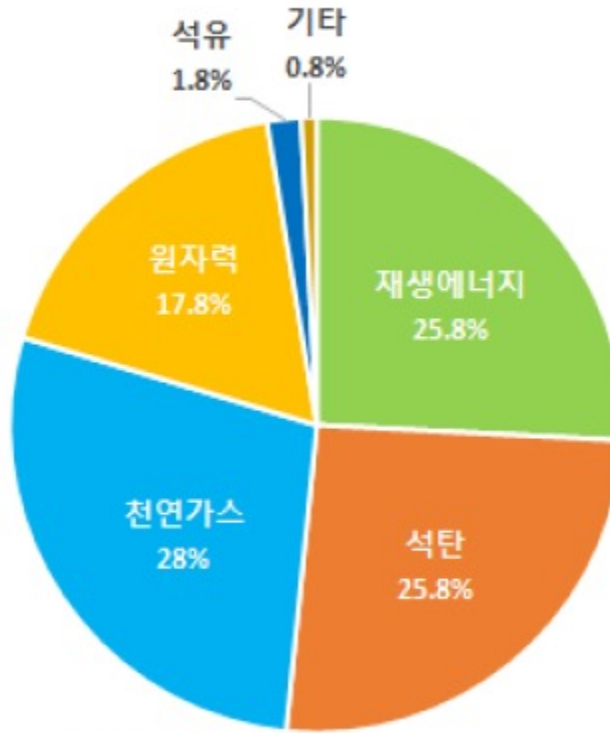


자료/ 한국전력



대한민국의 발전 비중

[그림 2-4] 2018년 OECD 원별 발전비중



자료: IEA(2019a), p.13.

OECD 국가의 발전 비중 평균

단위: %

최고 ▾

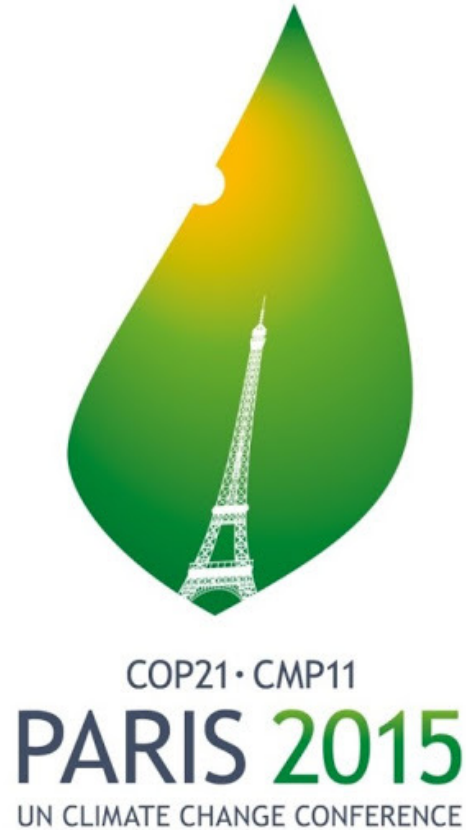
독일	28.9
포르투갈	28.9
스페인	25.6
영국	23.9
뉴질랜드	23.5
이태리	17.3
벨기에	14.6
칠레	14.3
루마니아	14.0
터키	13.8
스웨덴	13.3
네덜란드	13.3

Enerdata 2019년 풍력 태양광/열%

풍력/태양광 발전량 상위 국가들

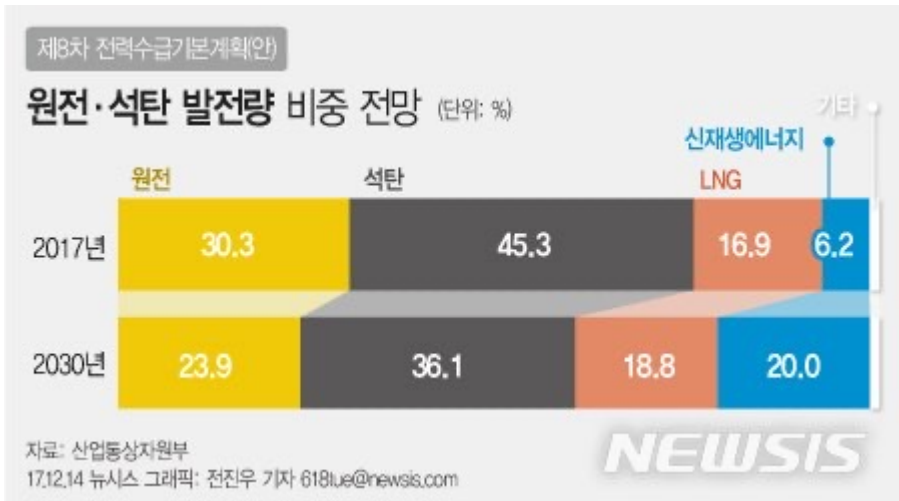
국가명	2017	2018	증가율	1인당 소비량
중국	1,890.4	1,906.7	0.9%	1.35 TOE
인도	415.9	452.2	8.7%	0.34 TOE
미국	331.3	317.0	-4.3%	0.97 TOE
일본	119.9	117.5	-2.1%	0.93 TOE
한국	86.2	88.2	2.4%	1.73 TOE

영국 에너지그룹 BP 'Statistical Review of World Energy2019'



	1997년 교토의정서	2015 파리기후협약
대상 국가	주요 선진국 37개국	195개 협약 당사국
적용 시기	2020년까지 기후변화 대응방식 규정	2020년 이후 '신기후체제'
목표 및 주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> -기후변화의 주범인 주요 온실가스 정의 -온실가스 총배출량을 1990년 수준보다 평균 5.2% 감축 -온실가스 감축 목표치 차별적 부여 (선진국에만 온실가스 감축 의무 부여) 	<ul style="list-style-type: none"> -지구평균온도 상승폭을 산업화 이전과 비교해 1.5℃까지 제한 -2020년부터 개발도상국의 기후변화 대처 사업에 대해 최소 1000억 달러 지원 예정 -2023년부터 5년마다 탄소 감축 상황 보고
우리나라	감축 의무 부과되지 않음	2030년 배출전망치(BAU) 대비 37% 감축

*2030 한국의 BAU:온실가스배출전망치(8억5070만t)



제8차 전력수급기본계획

South Korea

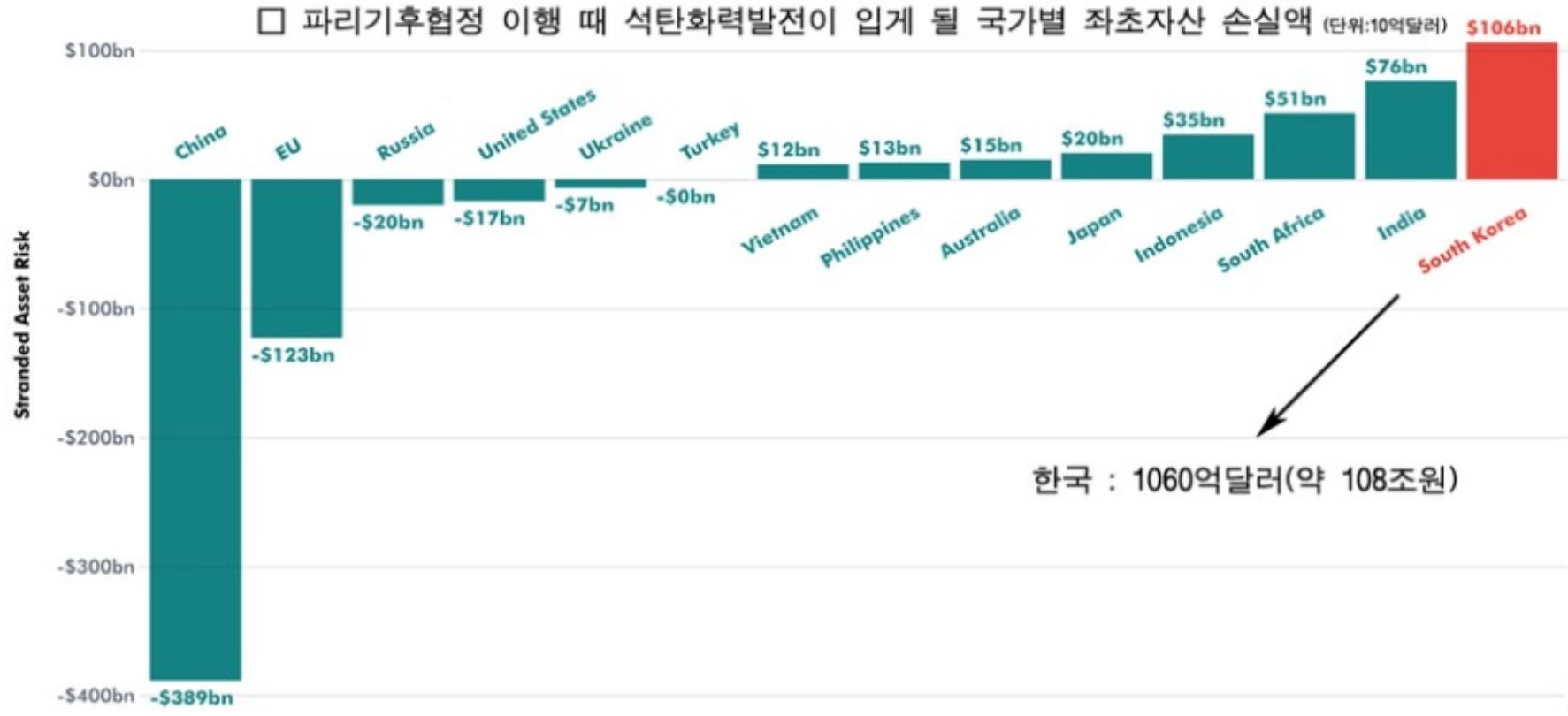
SHARE

CHOOSE UPDATE TO VIEW 2 Dec 2019 ▼



NDCs with this rating fall outside of a country's "fair share" range and are not at all consistent with holding warming to below 2°C let alone with the Paris Agreement's stronger 1.5°C limit. If all government NDCs were in this range, warming would reach between 3°C and 4°C. For sectors, the rating indicates that the target is consistent with warming between 3°C and 4°C if all other sectors were to follow the same approach.

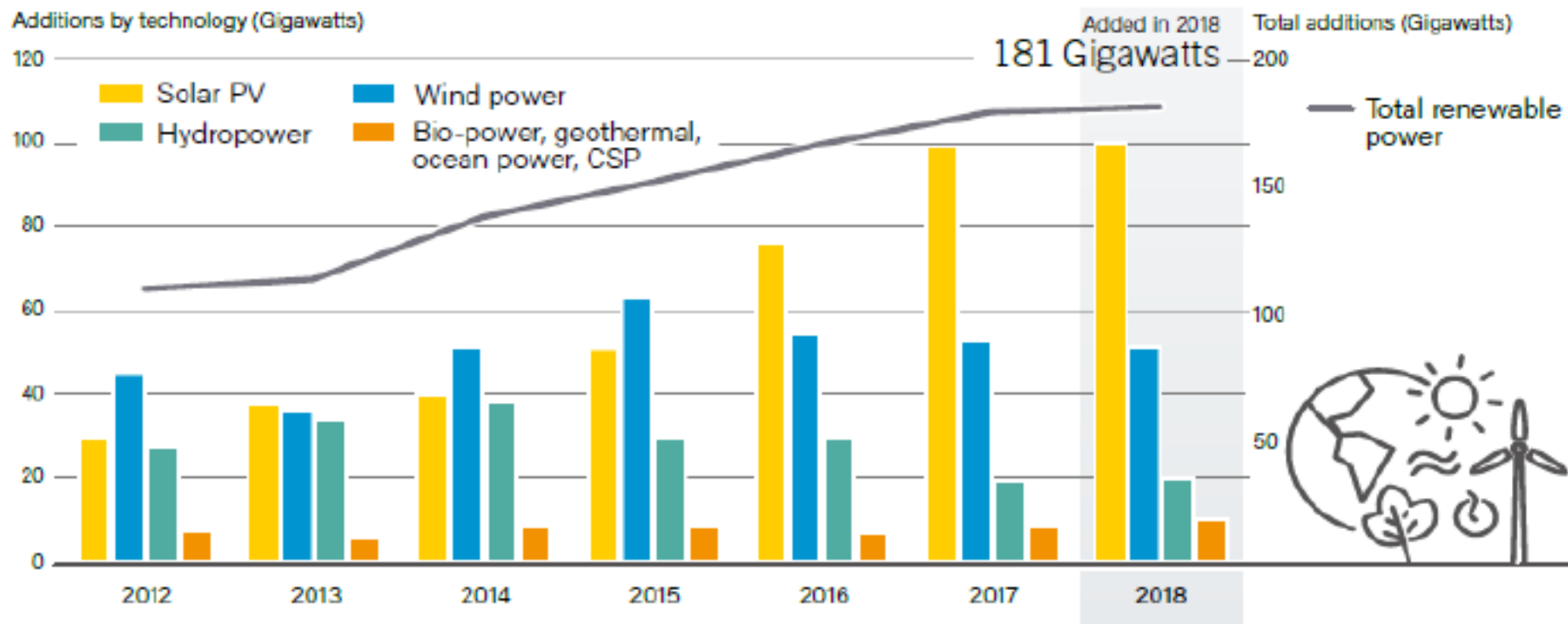
에너지 시장의 구조와 규모



한국은 세계 석탄화력발전 설비 용량의 95%를 차지하는 34개국 가운데 '좌초자산'이 가장 높은 것으로 분석됐다. 카본 트랙커 이니셔티브 제공

영국의 금융 싱크탱크인 '카본 트랙커 이니셔티브'의 '저렴한 석탄, 위험한 착각: 한국 전력시장의 재무적 위험 분석 보고서'

〈그림 1〉 전 세계 재생에너지 발전 신규 설치 추이

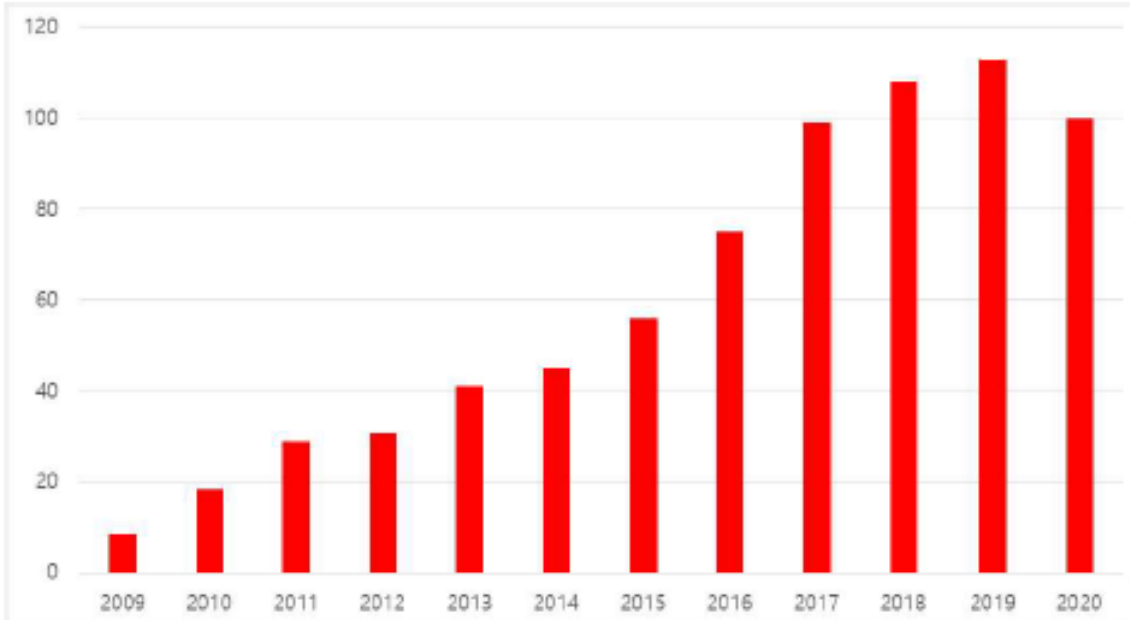


자료: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century('19)

태양광 산업의 수요(설치량)

< 세계 태양광시장 현황 및 전망 >

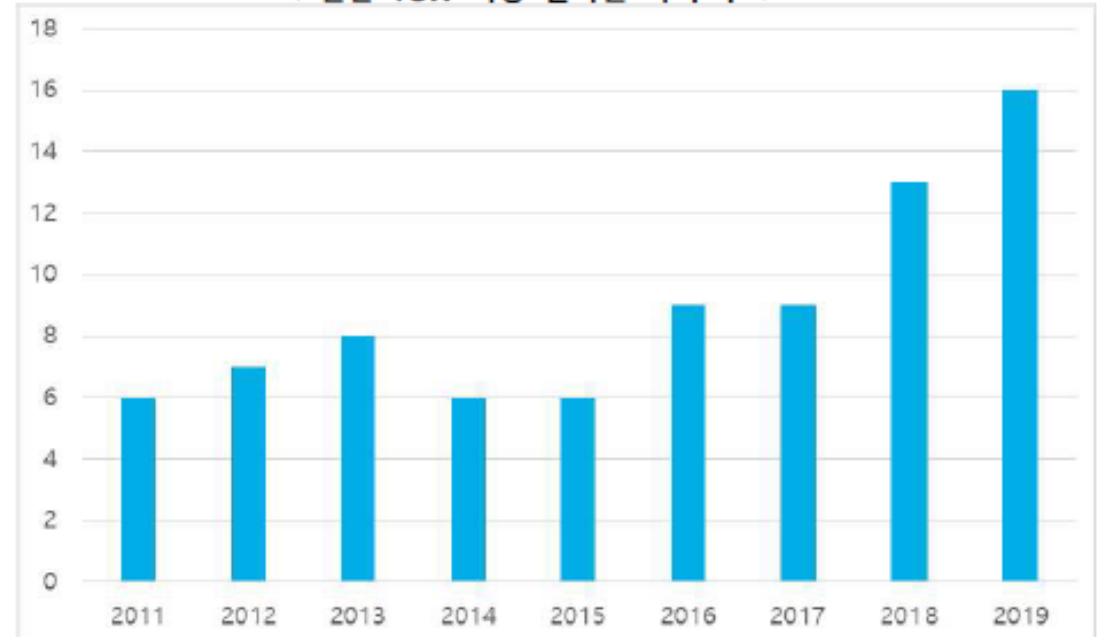
단위 : GW



자료: 수출입은행

< 연간 1GW 이상 설치한 국가 수 >

단위 : GW

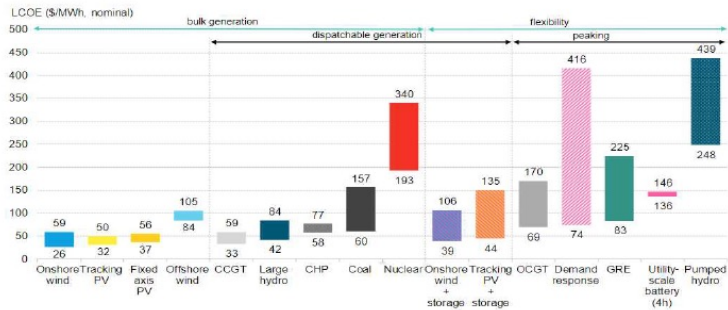


자료: 수출입은행

II. 태양광 시장의 Value Chain

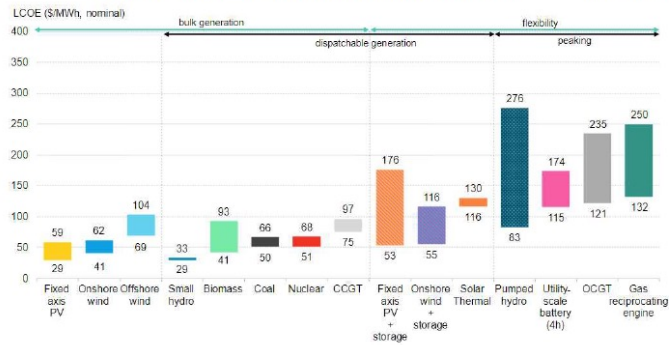
LCOE(균등화발전원가): 발전소가 1kWh의 전기를 생산하기 위해 필요한 비용 Levelized cost of energy

< 2020년 1분기 기준 미국 발전원별 발전단가 현황 > (단위 : \$/MWh)



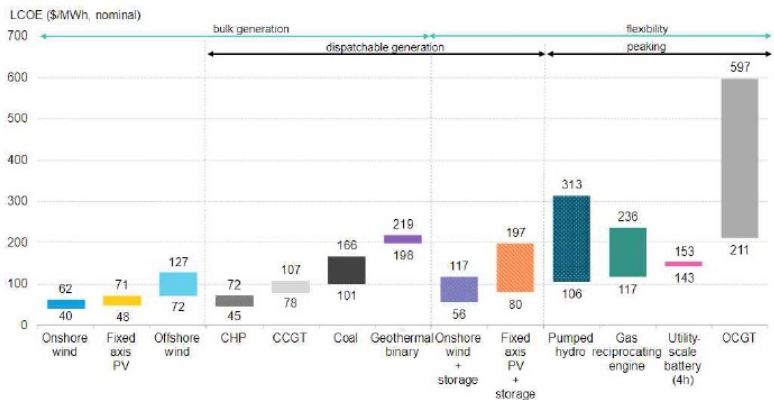
자료: BNEF, 주 : Onshore Wind(육상풍력), Tracking PV(추적형 태양광), Fixed axis PV(고정형 태양광), offshore wind(해상풍력), CCGT(복합가스발전), Demand response(수요자원거래: 전기사용이 집중되는 시간대에 전기 공급을 하는 발전원)

< 2020년 1분기 기준 중국 발전원별 발전단가 현황 > (단위 : \$/MWh)



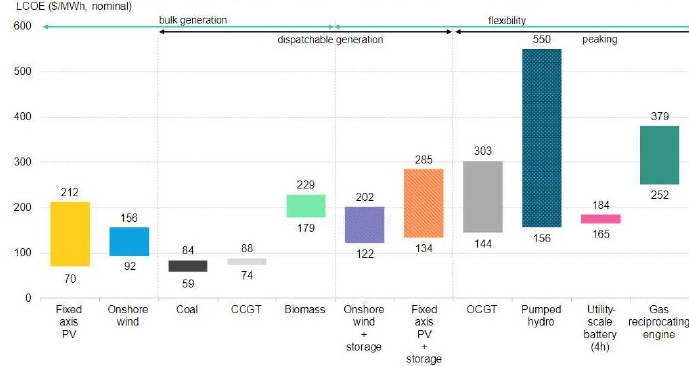
자료: BNEF

< 2020년 1분기 기준 독일 발전원별 발전단가 현황 > (단위 : \$/MWh)



자료: BNEF

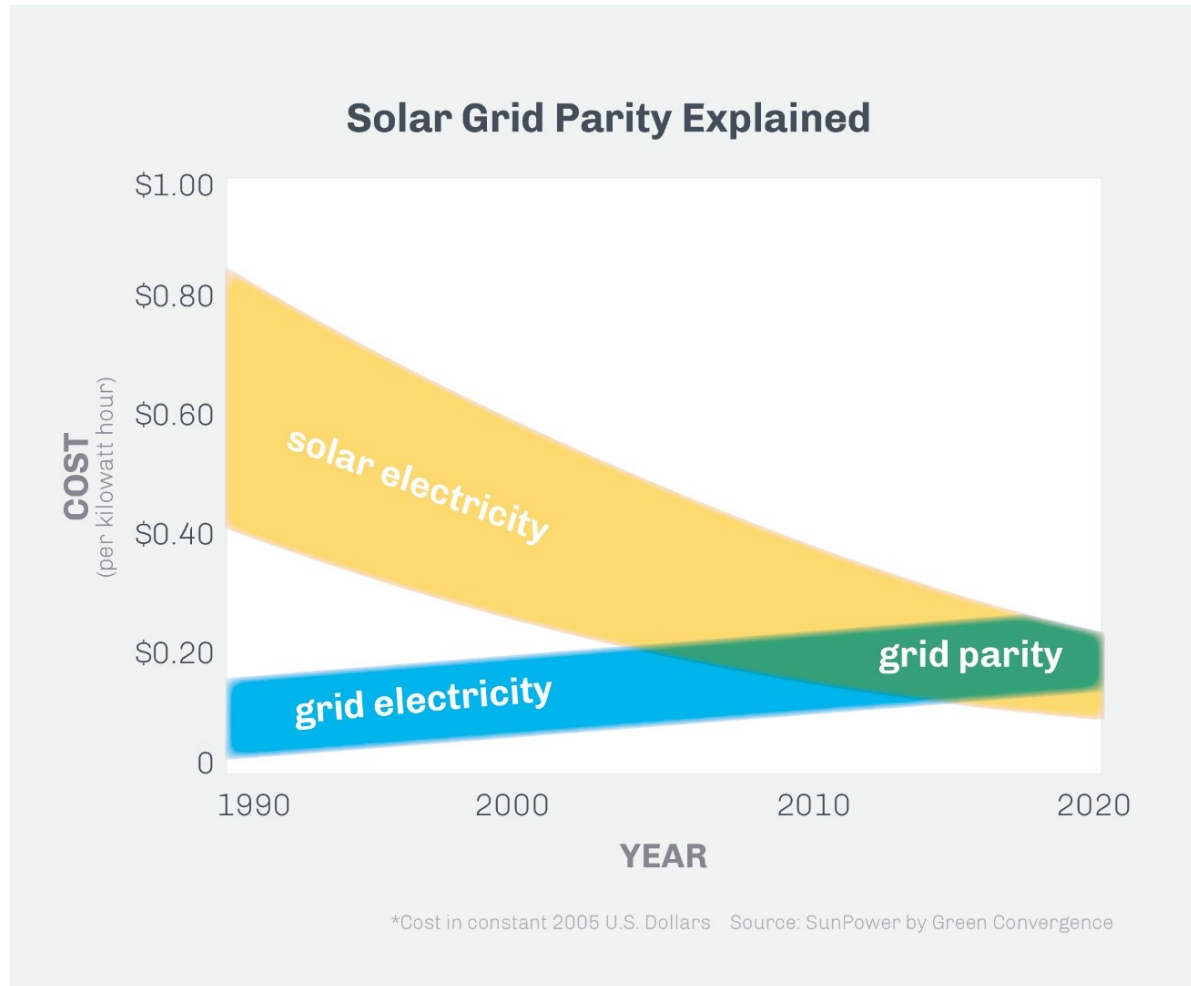
< 2020년 1분기 기준 일본 발전원별 발전단가 현황 > (단위 : \$/MWh)



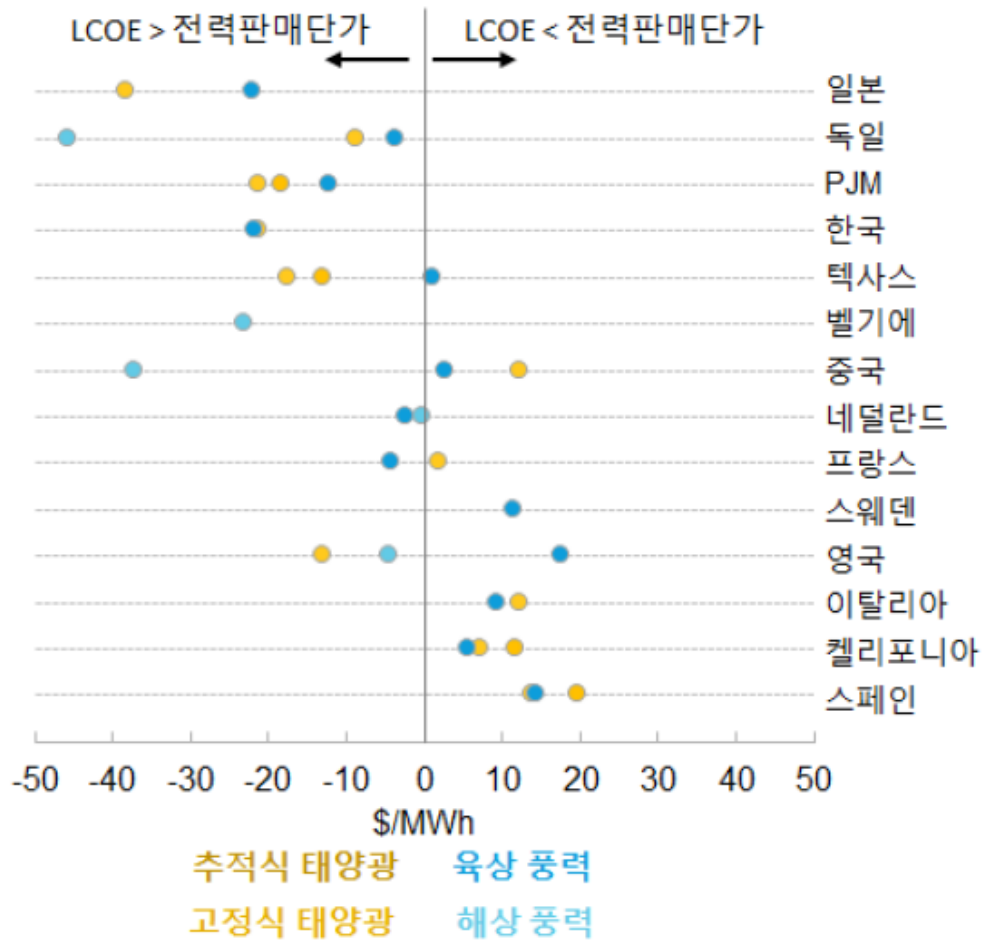
자료: BNEF

BNEF: Bloomberg New Energy
Finace

Grid Parity- 신재생에너지 LCOE=전력판매단가 시점



[그림 2-15] 2019년 그리드 패리티 현황



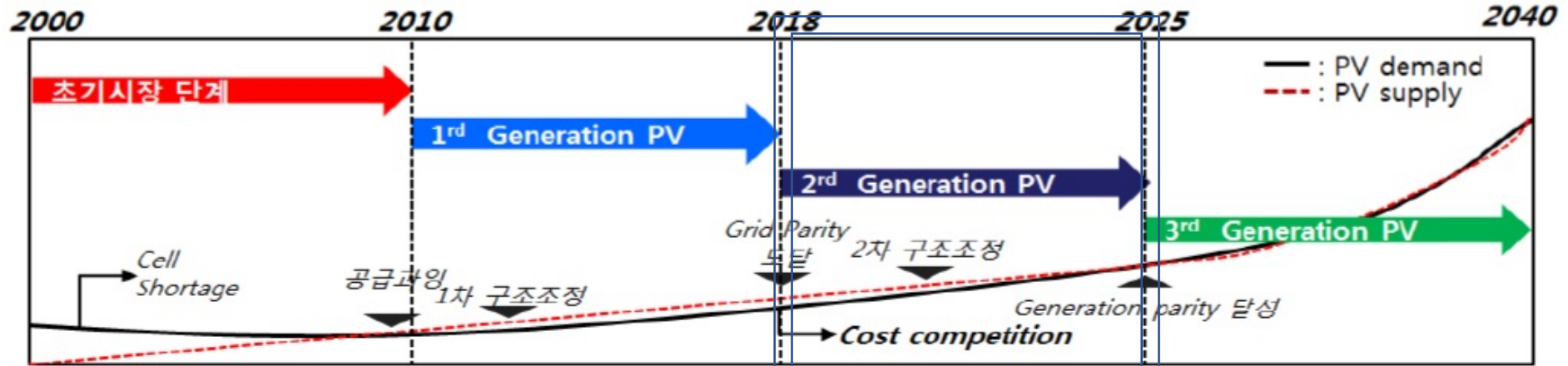
자료: BNEF(2019c), p.15.

< 주요 국내외 전문기관의 태양광 균등화 발전원가(LCOE) 전망 >

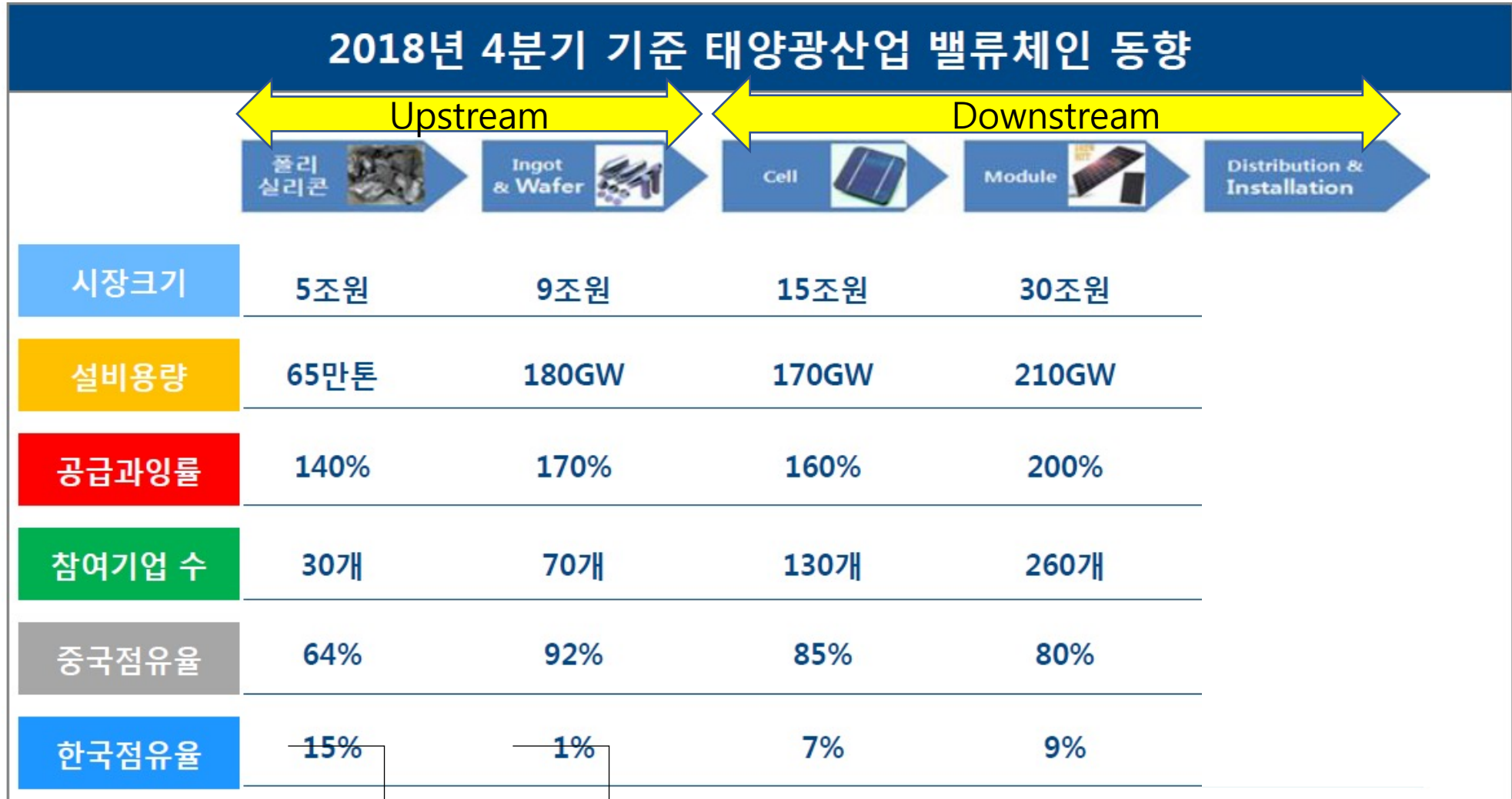
구 분	IRENA	BNEF NEO	OECD/IEA	에너지경제연구원	현대경제연구원
대상	세계 가중평균	우리나라	세계 평균	우리나라	우리나라
시점	'15년 ⇨ '25년	'17년 ⇨ '30년	'15년 ⇨ '30년	'16년 ⇨ '24년	'16년 ⇨ '30년
하락률	59% ↓	66% ↓	41~50% ↓	36% ↓	31% ↓

제8차 전력수급기본계획

세계 태양광산업 성장 Cycle



주요시장	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 독일 등 유럽시장 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 중국, 미국, 일본 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 개도국 확산 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 전 세계
산업특성	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 정부 지원 주도의 성장 ✓ Feedstock shortage에 의해 경쟁과 성장이 정체됨 ✓ First Mover는 높은 성장률과 높은 수익률을 향유함 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 기존 업체에 의한 급속한 Capacity 확장과 많은 신규 사업자의 시장진입 ✓ 공급과잉에 따른 1차 구조조정 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 생존업체가 Value chain을 Control하며 진입장벽을 높임 ✓ 태양전지 고효율화 등 성능개선 ✓ ESS 결합 등 분산전원 등장 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 블록체인 및 인공지능 결합 ✓ PV + ESS + 가상발전소 분산전원이 보편화 ✓ 플랫폼 비즈니스 등장
게임법칙	정부 지원	비용과 효율 개선 경쟁	고효율화 및 Application 확장	IoT와 결합한 수요개발



→ 0%(현재) → 0%(현재)

EXIM Bank

폴리실리콘(Poly Silicon) > 6N; 99.9999%) 잉곳/웨이퍼(Ingot/Wafer)

< 폴리실리콘 가격동향 >

단위 : \$/kg

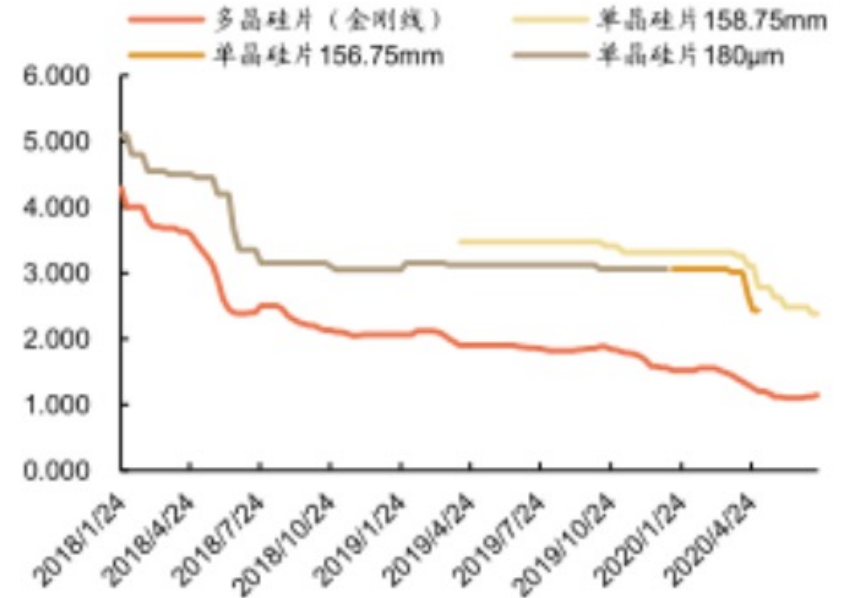


자료: BNEF

원가 중 전기료 차지하는 비중 40%

세계 폴리실리콘 기업 수: (2018년) 32개 → (2019년) 19개
 세계 잉곳·웨이퍼 기업 수: (2018년) 125개 → (2019년) 77개

图22: 硅片价格走势(元/片)



资料来源: PV Infolink, 中港证券研究所

원가 중 전기료 차지하는 비중 30%

산업통상자원부

폴리실리콘(Poly Silicon) > 6N;99.9999%



8.6만t
6.9\$/kg

세계 폴리실리콘 기업 수 : (2018년) 32개 → (2019년) 19개
세계 잉곳·웨이퍼 기업 수 : (2018년) 125개 → (2019년) 77개



2014 전세계 생산 3위
2020년 태양광 국내생산 중단
말레이시아 2.6만t 가량 생산



8만t
6.0\$/kg



7만t
6.0\$/kg

총공급량 65% 차지(2019)



大全新能源公司
DAQO NEW ENERGY CORP.

7만 t
6.1\$/kg

중국 점유율 64%
(2018년4분기기준)



한화솔루션



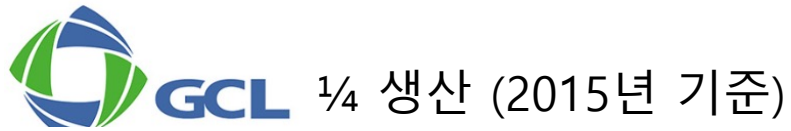
5만 t
5.7\$/kg

2020년 폴리 실리콘 분야 철수



5만t
9.0\$/kg

잉곳/웨이퍼(Ingot/Wafer)



2015년 기준 상위
10개 업체 중 9개 업체 중국계 업체



중국 점유율 92%
(2018년4분기 기준)

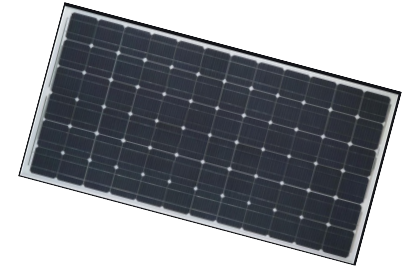
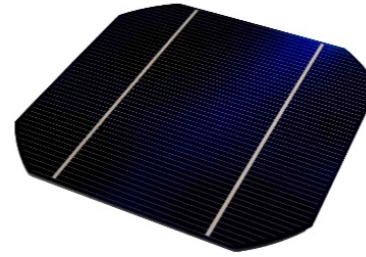


OCI 계열사
2018년 파산
2020.04 3번째 유찰



2019년 법정관리신청
2020년 한국거래소 상장폐지 결정

셀/모듈(Cell/Module)

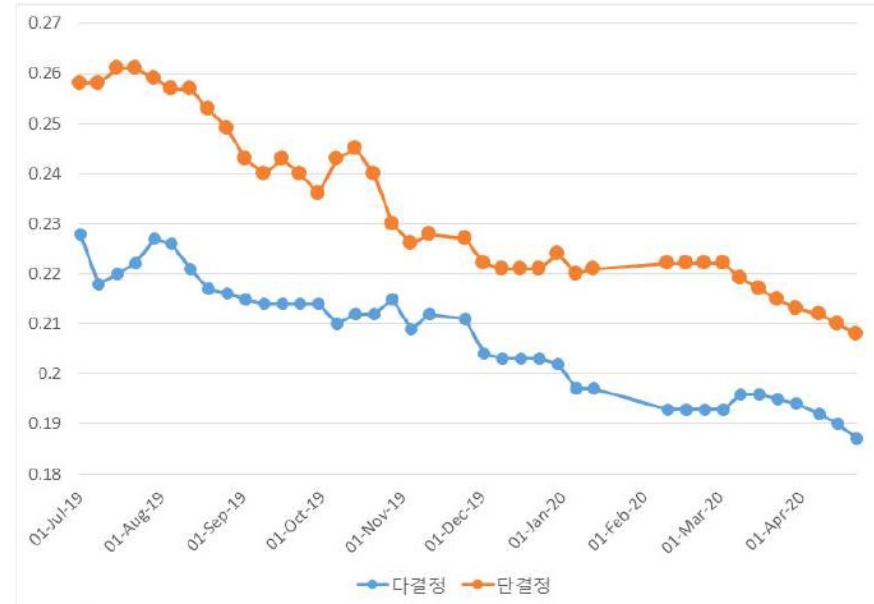


< 태양전지 가격동향 및 단결정 & 다결정 태양전지 비중 > 단위 : \$/W



자료: BNEF

< 태양광 모듈 가격동향 > 단위 : \$/W



자료: BNEF

셀/모듈(Cell/Module)



중국 점유율 85, 80%
(2019년4분기기준)



한화솔루션



셀/모듈(Cell/Module)



한화솔루션

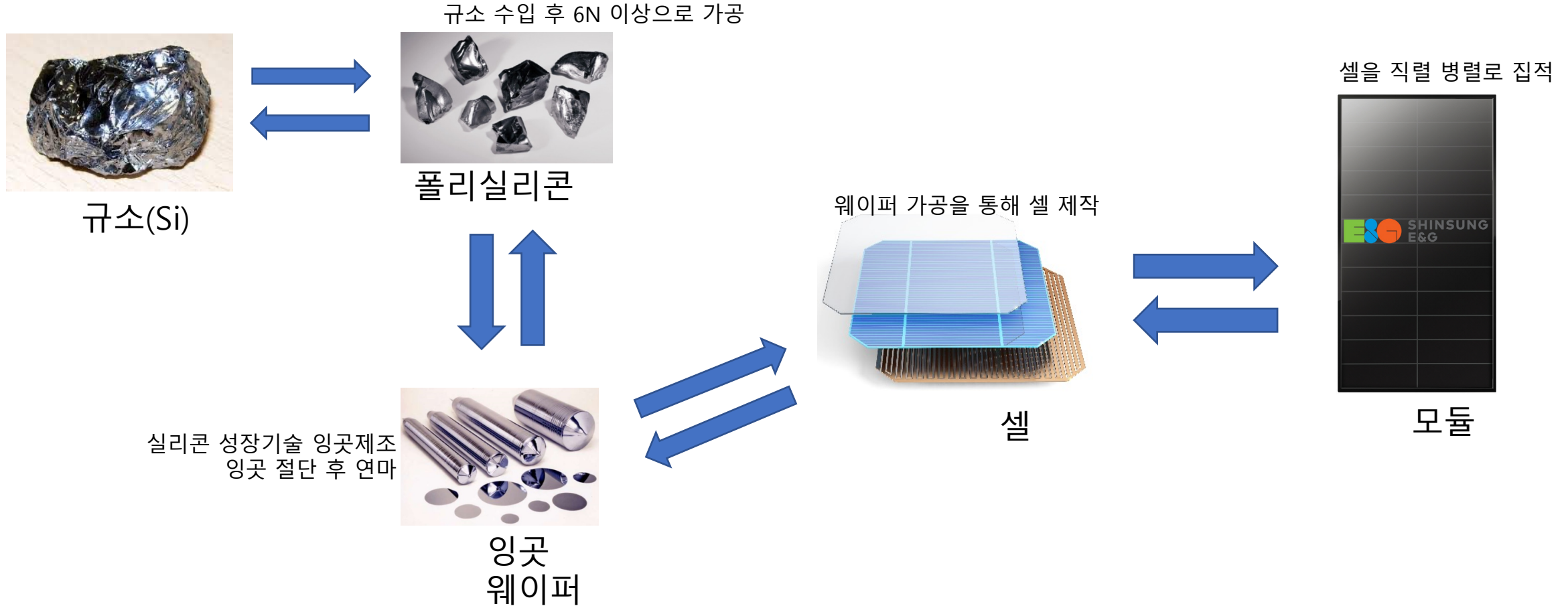


< 국내 태양광기업 실적현황 >

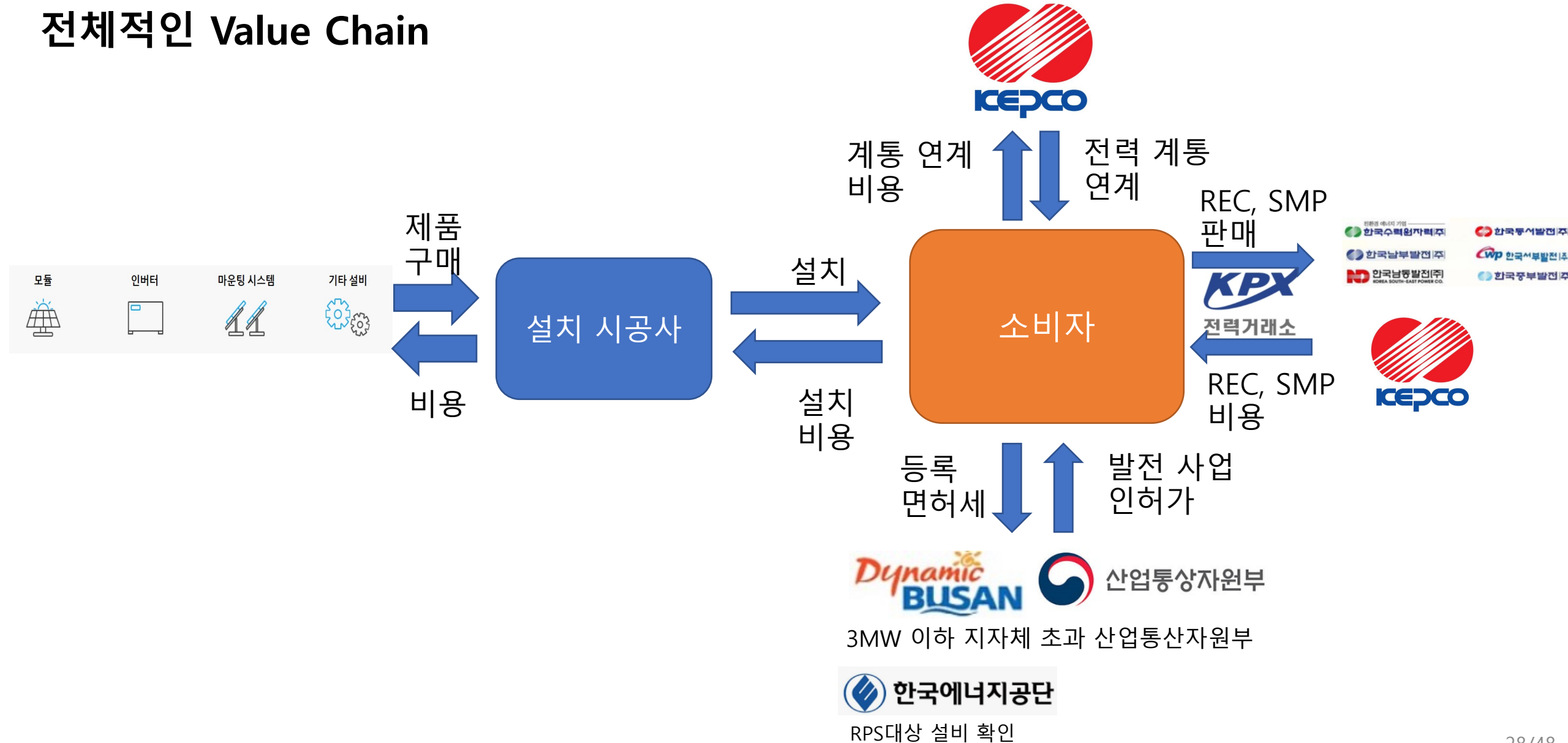
단위 : 억원

업체	2017년		2018년		2019년		2019년 3분기		2019년 4분기	
	매출	영업 이익	매출	영업 이익	매출	영업 이익	매출	영업 이익	매출	영업 이익
OCI	36,322	1,897	31,121	1,587	26,051	-1,806	6,708	-564	6,387	-643
한화솔루션 태양광사업	24,663	143	25,216	-107	35,552	2,235	9,223	656	10,491	763
신성 이엔지	2,172	-97	9,905	-52	4,511	97	1,131	14	1,199	26
에스 에너지	3,046	60	2,311	76	2,169	14	490	13	754	12
현대에너지솔루션	2,598	-228	3,476	139	4,461	221				

전체적인 Value Chain



전체적인 Value Chain



Ⅲ. 대한민국의 태양광 현황

재생에너지 3020

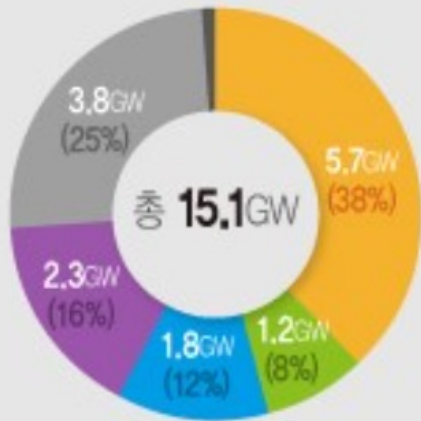


재생에너지 3020 이행계획(안) (단위: %, GW)

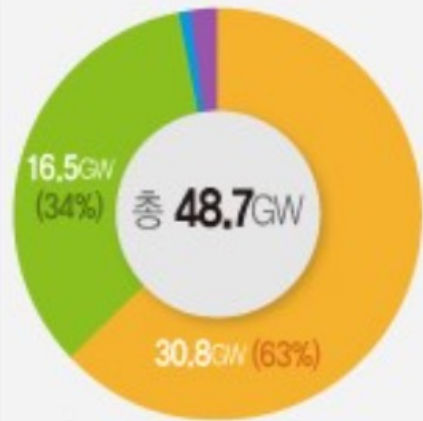
태양광 풍력 수력 바이오 폐기물 기타



2017년

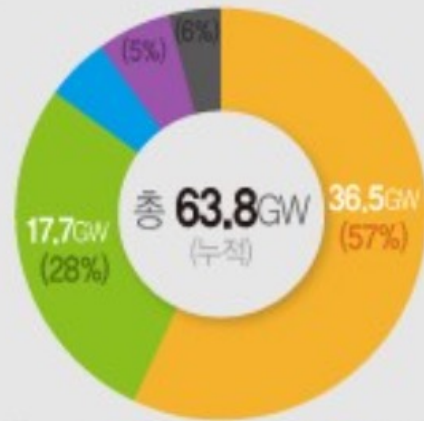


신규 (2018~2030년)



95% 이상 청정에너지로 공급

2030년



2030년까지 재생에너지 발전량 비중 20% 달성 목표 (8차 수급계획 기준)

NEWSIS

자료: 산업통상자원부

17.12.20 뉴시스 그래픽: 전진우 기자 618ue@newsis.com

추진 전략

- ◆ [분야] 폐기물·바이오 중심 ⇒ 태양광·풍력 등 청정에너지 보급
- ◆ [주체] 외지인·사업자 중심 ⇒ 지역주민·일반국민 참여 유도
- ◆ [방식] 개별입지 난개발 ⇒ 대규모 프로젝트 계획적 개발

재생에너지 3020



재생3020 계획 소요

비용 (단위:조원)

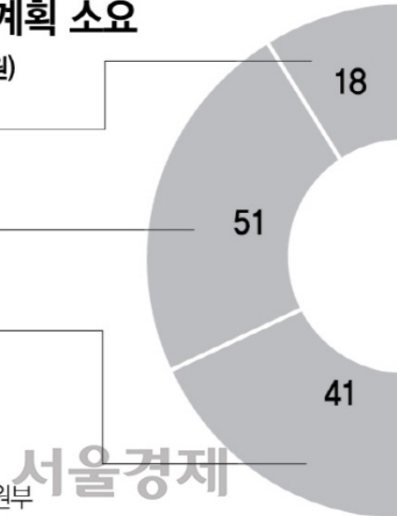
정부 예산

공공기관 등

민간기업

전체 110

자료: 산업통상자원부



2020년 신재생에너지 보급 사업



□ 산업통상자원부(장관 : 성윤모)는 「2020년 신재생에너지 보급지원 사업」(2,282억원, 전년 대비 337억원 증액)을 3.20일 공고하고 신청 접수를 받는다.

* 주택지원 : 650억원, 건물지원 : 350억원, 융복합지원 : 1,122억원, 지역지원 160억원

< 2020년 보급지원사업 주요 추진 내용 >

- ① 다중 이용시설 지원 확대 및 행복주택 지원 대상 추가
- ② 고효율·친환경·중소기업 제품 보급 확대
- ③ 신재생설비의 안전성 강화
- ④ 주택·건물의 태양광 보조금 상향(30%→50%) 및 피해예방 강화
- ⑤ 신재생에너지 보급 확대를 위한 지자체·부처 간 협업 강화

신재생 에너지 공급의무화(RPS) 제도-한국에너지공단 Renewable Portfolio Standard



50만kW(500MW)이상의 발전사업자
2020년 기준 총 22개사

· 의무공급량 비율 : 총발전량(신 재생에너지발전량 제외) × 의무비율(%)

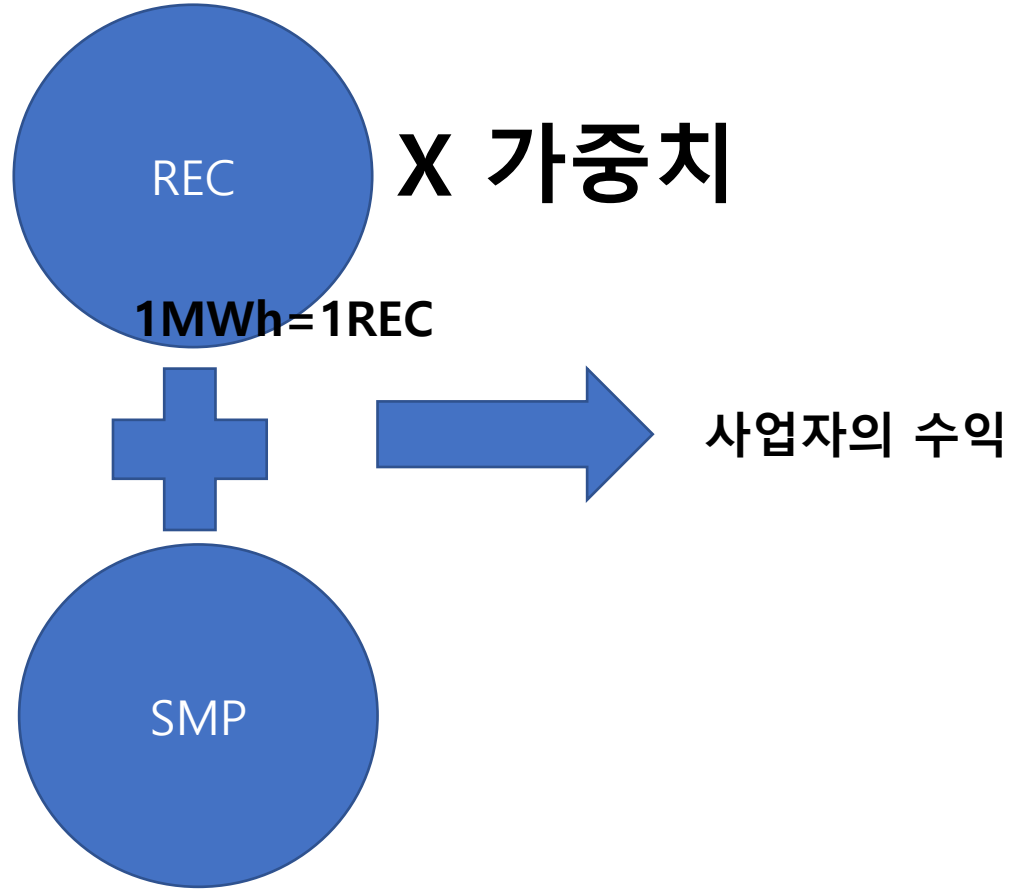
연도별 의무공급량 비율

연도	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
의무비율 (%)	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

연도별 별도 의무공급량(태양광)

연도	'12	'13	'14	'15~
별도 의무공급량(GWh)	276	723	1,156	1,577

한국에너지공단



신·재생에너지원별 가중치

구분	공급인증서 가중치*	대상에너지 및 기준		
		설치유형	지목유형	용량기준
태양광에너지	0.7	건축물 등 기존시설물을 사용하지 않는 경우	5개 지목 (전, 답, 과수원, 목장용지, 임야)	
	1.0		기타 23개 지목	100kW 이상
	1.2			100kW 미만
	1.5	건축물 등 기존 시설물을 이용하는 경우 유지의 수면에 부유하여 설치하는 경우		
기타 신·재생에너지	0.25	IGCC, 부생가스		
	0.5	폐기물, 매립지가스		
	1.0	수력, 육상풍력, 바이오에너지, RDF 전소발전, 폐기물 가스화 발전, 조력(방조제 有)		
	1.5	목질계 바이오매스 전소발전, 해상풍력(연계거리 5km이하)		
	2.0	해상풍력(연계거리 5km초과), 조력(방조제 無), 연료전지		

* 개발촉진지구개발사업 또는 지역종합개발사업의 경우 사업성격에 따라 해당 분과에서 심의

100kW용량일 경우 = 127,750kWh*82.08
+127*1*44,450=16,130,870

SMP REC 가격

SMP 82.08원/kWh(07.28 16시)

REC 44,450원/REC(07월 평균)

대한민국의 태양광 현황

69%

신재생 발전 사업자

SMP
REC



전력거래소
KOREA POWER EXCHANGE

송전
배전



소비자

새만금 수상태양광 발전단지

설비용량/소요면적

3GW / 38.29 km²

*새만금 총 면적의 9.4%



새만금개발청

2.4 GW / 31.76km²



농림축산식품부

0.4 GW / 6.07km²



새만금개발청

0.2 GW / 0.46km²

새만금 수상태양광 발전단지

사업기간

2018~2022년 (* 농식품부 태양광 사업은 '30년까지)

대상지역

재생에너지 부지는 공항과 인접하거나 수면상태로 개발수요가 상대적으로 낮은 지역(6개 지구)



구분	위치	발전량	면적
01	산업연구용지 동측	태양광 0.3 GW	3.96km ² (120만평)
02	산업연구용지 남측	태양광 0.8 GW	10.6km ² (321만평)
03	국제협력용지 남북도로 서측	태양광 0.8 GW	10.6km ² (321만평)
04	국제협력용지 남북도로 동측	태양광 0.5 GW	6.6km ² (200만평)
05	4호 방조제 내측 호내	풍력 0.1 GW	0.3km ² (9만평)
06	산업연구용지 동측	연료전지 0.1 GW	0.16km ² (5만평)

◀ 새만금개발청 6개 지구

그린뉴딜 정책

탄소중립 사회를 향한 그린뉴딜 첫걸음

- 2020년-2025년 기간 73.4조원 투자, 일자리 65.9만개 창출 -

- ◇ (공공시설 제로에너지화) 공공임대주택 22.5만호 그린리모델링 추진, 초·중·고 2,890동 그린 스마트 스쿨 전환
- ◇ (신재생에너지 확산) 태양광·풍력 발전용량 '25년까지 지난해 대비 3배 이상 확충(12.7GW → 42.7GW), 아파트 500만호 대상 지능형 전력계량기 보급
- ◇ (녹색산업 혁신) 스마트 그린산단 10개 구축, 1.9조원 규모 녹색 용자 공급, 5대 선도분야 '녹색 융합 클러스터' 5개소 구축, 클린팩토리 1,750개소 구축

* 5대 선도분야: ①청정대기, ②생물소재, ③수열에너지, ④전기차 폐배터리, ⑤자원순환

제9차 전력수급기본계획

2020년 하반기 발표 예정

<표 10.1-2> 제9차 전력수급기본계획 주요내용

구분	주요 내용
수요관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기준수요 대비 최대전력 12.5% 절감 추진 ⇒ '34년 최대전력 104.2GW 도출
발전설비 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 석탄발전 60기 중 30기 폐지, 그중 24기는 LNG로 전환 ⇒ 석탄설비 : ('20년) 34.7GW → ('30년) 32.6GW → ('34년) 29.0GW ⇒ 원전설비 : ('20년) 24.7GW → ('30년) 20.4GW → ('34년) 19.4GW ⇒ LNG설비 : ('20년) 41.3GW → ('30년) 57.0GW → ('34년) 60.6GW
온실가스 배출량 목표 달성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전원 Mix 전환, 석탄발전 운영제한 등 온실가스 감축방안 제시 ⇒ '30년 온실가스 배출량 목표(1.93억톤) 달성
미세먼지 감축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 석탄발전 축소, 재생에너지 및 LNG 발전 확대 등 추진 ⇒ 발전부문 미세먼지 배출량(만톤) : ('19)1.86 → ('30)0.95(49%↓)
재생에너지 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 태양광(45.6GW)·풍력(24.2GW) 중심으로 신재생에너지 확충('34년) ⇒ 신재생설비 : ('20년) 19.3GW → ('30년) 57.9GW → ('34년) 78.1GW



환경부 등 보완요구 사항

온실가스	<ul style="list-style-type: none"> · 국가 목표와 정합성 검토 위한 구체 자료 없음. 달성 가능성 평가 어려움 · 연도·발전기별 발전량 및 배출량 예측치 등 근거 제시돼야 · 기존전원 이용률 및 적정이용 추진계획 빠짐
미세먼지	<ul style="list-style-type: none"> · 개선 효과 검토 위한 구체 자료 없음 · 폐기되거나 LNG로 전환되는 석탄발전 30기의 구체 정보 없음
재생에너지	<ul style="list-style-type: none"> · 보급 확대에 따른 환경영향 검토돼 있지 않음

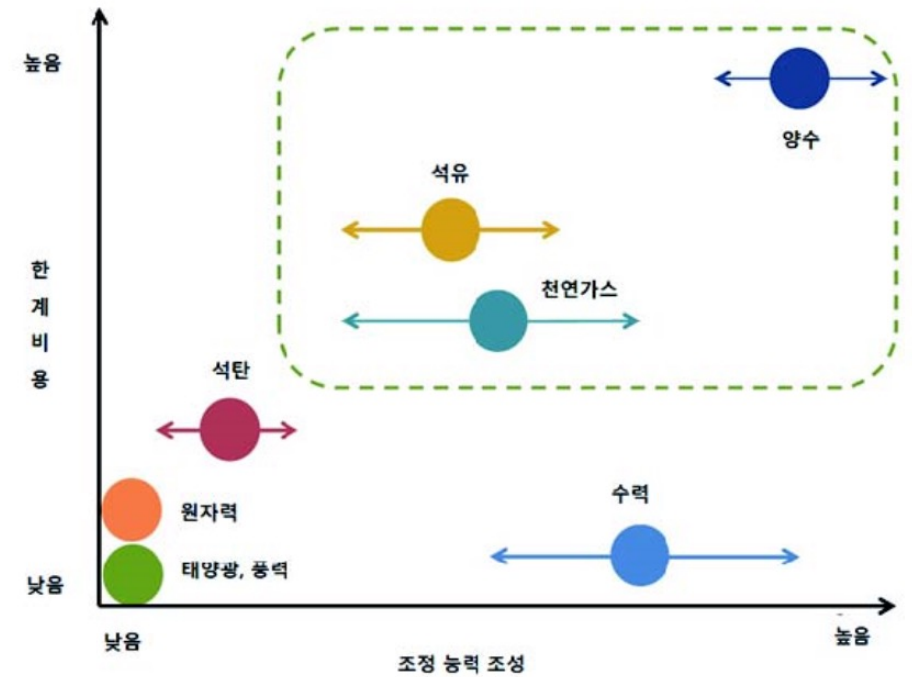
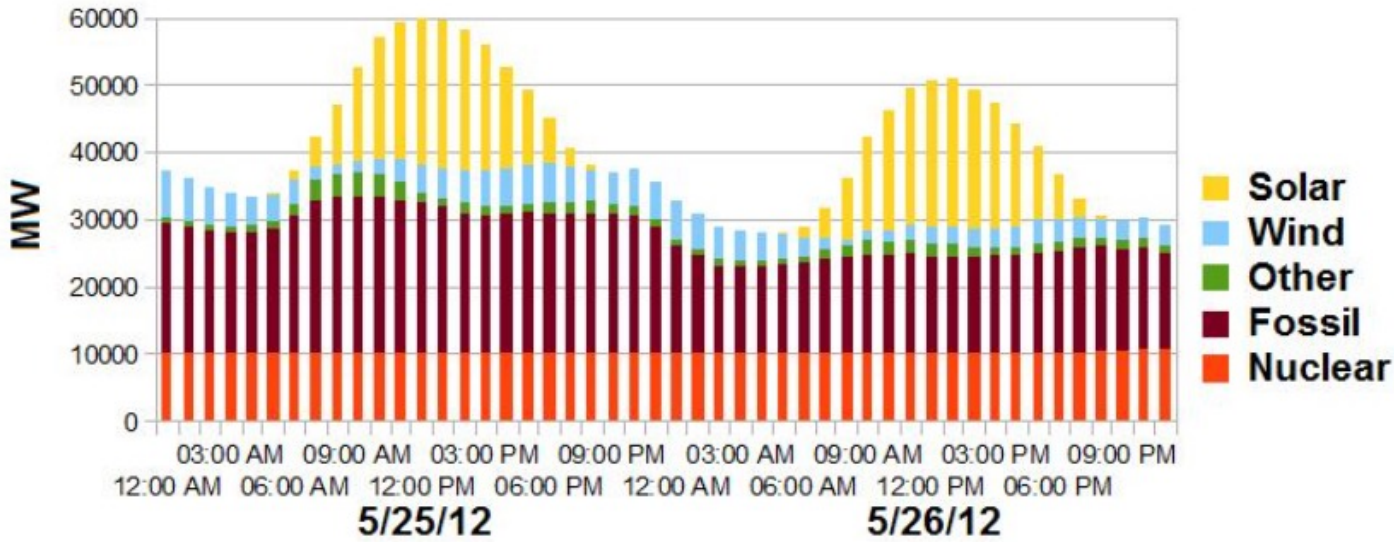
전략환경영향평가

IV. 미래의 태양광 시장

미래의 태양광 시장

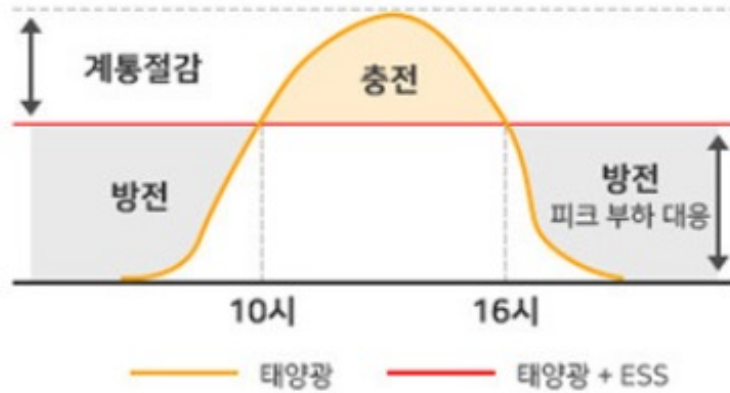
기존 태양광의 문제점-발전의 불균형성, 조정능력

Germany Electricity Generation



ESS(Energy Storage System) + 태양광

태양광 연계용 ESS 모델



늘 곁에 kt

태양광 연계용 ESS의 REC 가중치

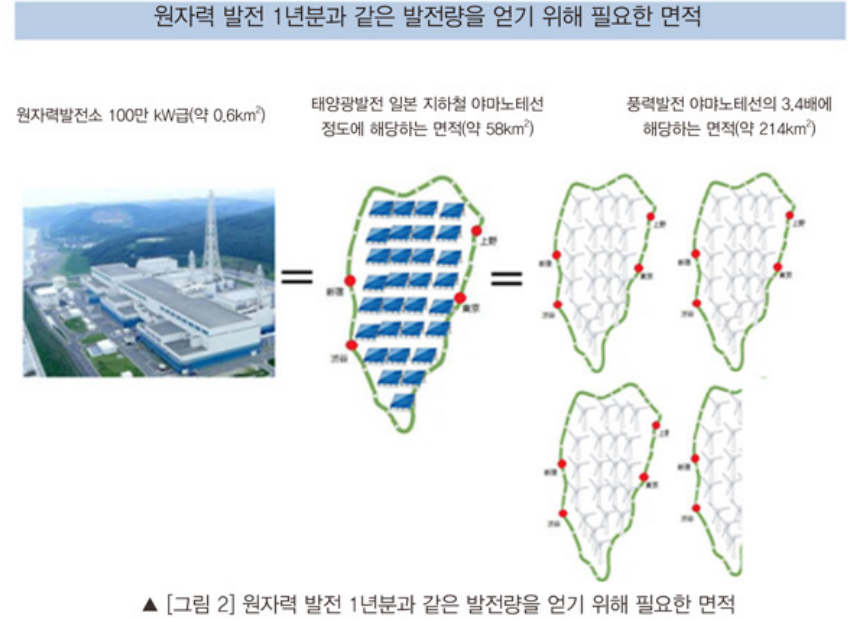
태양광 REC 변동	기존	ESS 연계 시
3MW 이상	0.7	5.0
100kW 이하	1.2	5.0
지붕형/수상	1.5	5.0

기존 태양광의 문제점

실리콘계	단결정	<ul style="list-style-type: none"> • 200μm 정도의 얇은 단결정 Si 기판 이용 • 장점 : 성능, 신뢰성 • 과제 : 저가격화 	~20%	실용화
	다결정	<ul style="list-style-type: none"> • 작은 결정이 집합된 다결정 기판 이용 • 장점 : 단결정보다 저렴 • 과제 : 단결정보다 효율 낮음 	~15%	실용화
	박막계	<ul style="list-style-type: none"> • a-Si이나 미세결정 박막을 기판 위에 형성 • 장점 : 대면적으로 양산 가능 • 과제 : 효율 낮음 	~9% (비정질)	실용화

기존 실리콘 태양광의 효율 약 20%

기존 화력발전소 약 40% 효율

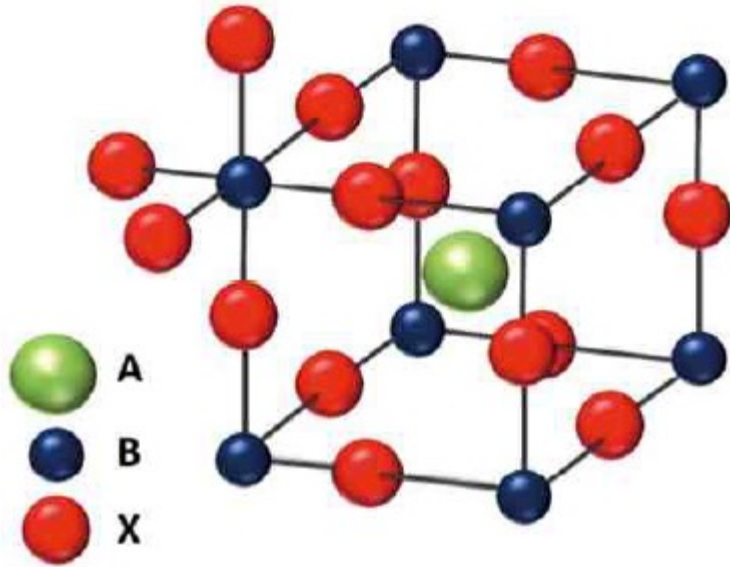


원전에 비해 약 100배의 부지 필요

대한민국이 쓰는 전기 100% 발전 시 필요한 부지 남한 면적의 5%

페로브스카이트

AX12
BX6



[Fig. 1] Perovskite crystal structure with ABX_3 chemical formula

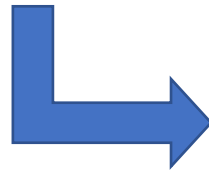
$CH_3NH_3PbI_3$ (메틸암모늄납요오드화물)

페로브스카이트 태양전지 개발

-2009년 일본 Toin 대학 연구팀 최초 태양전지 적용(3.8%)

-2011년 성균관대학 박남규 교수 연구팀(6.5%)
단기 안전성 개선

-2012년 박남규 교수 연구팀 액체 전해질을 고체 홀전도체로 대체(9.7%)
500시간 이상의 안전성



안정성 확보로 수많은 연구를 창출하는 전환점

현재 2017년 광전 변환효율 22.1%까지 도달 (실험적 30.4%까지 가능)

페로브스카이트 연구 대학 및 기업



22.1% 효율 달성(NREL 공인인증효율 1위)



2018년 페로브스카이트 R&D 조직 구성

한화솔루션



2019년8월 25.2% 효율 도달 발표
2019년4월 중국 23.7%



페로브스카이트 평판형 태양전지 개발(20.4%)



이태우 신소재공학과 교수팀
기존 OLED 수준의 효율의 PeLED 세계 최초 구현

정부에 따른 에너지

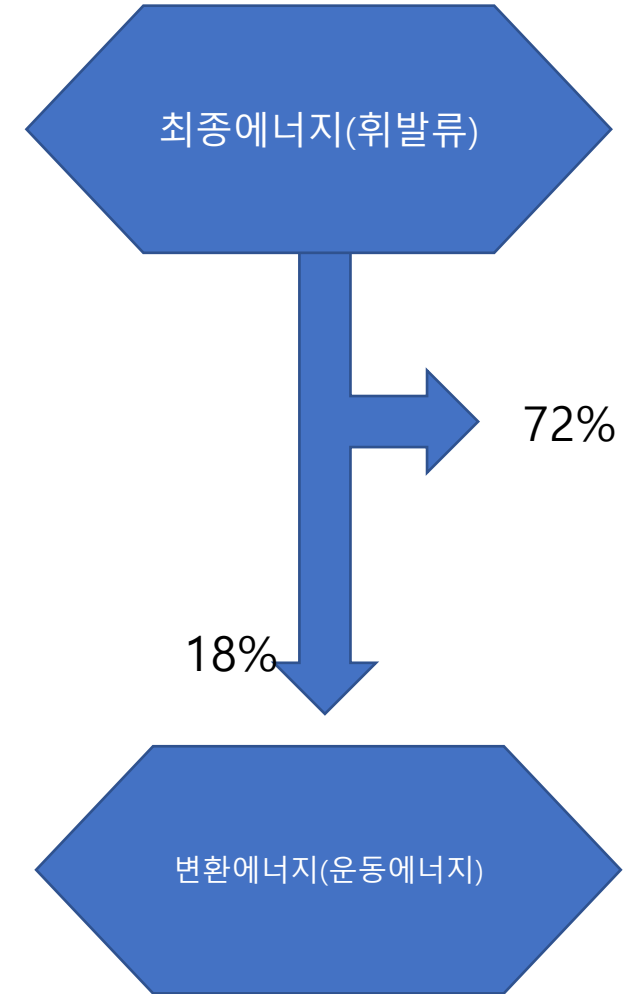


감사합니다.

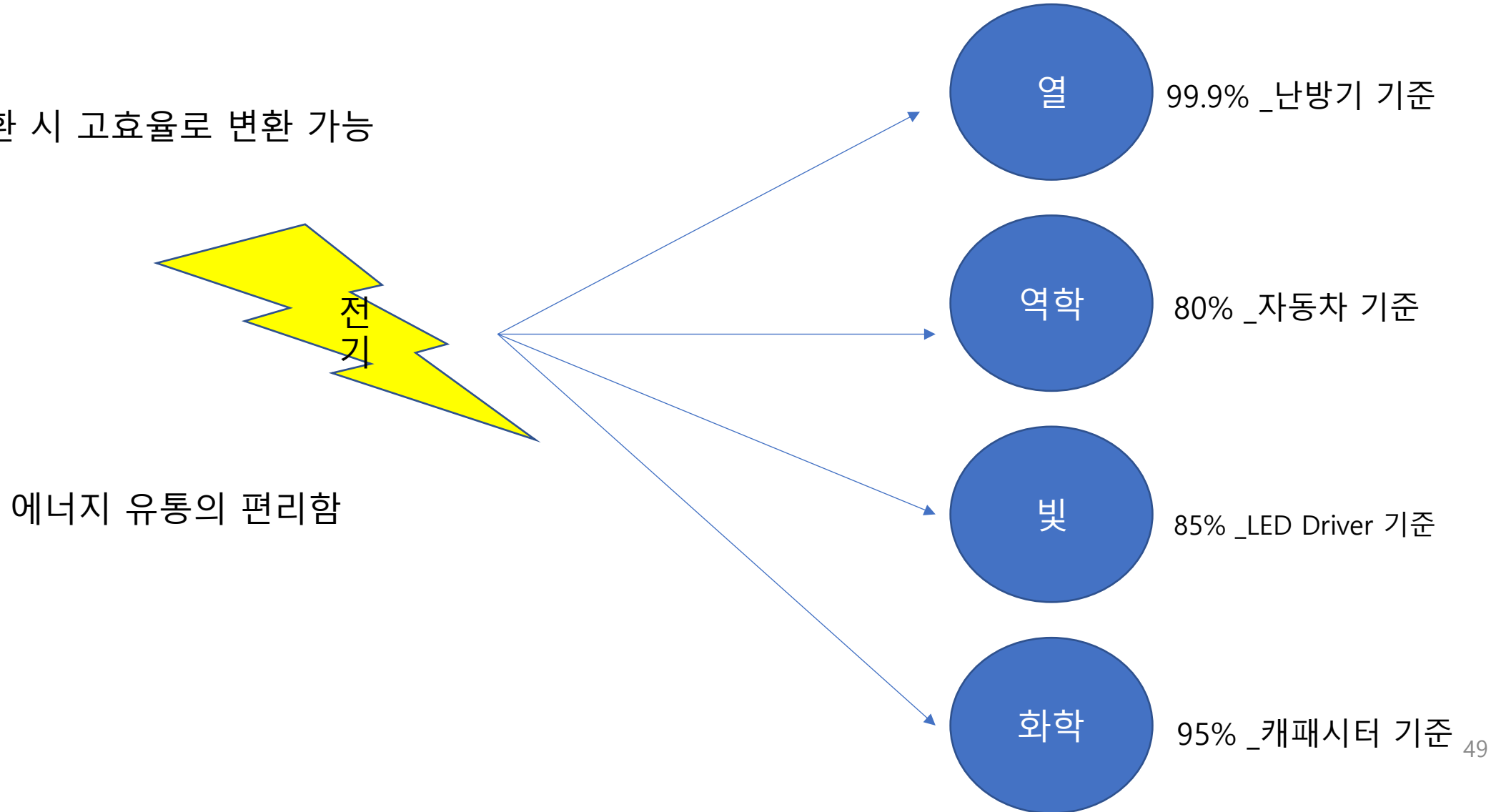
1차 에너지 최종에너지(전기)로 변환하는 과정에서의 손실

구분	Well to Tank*		Tank to Wheel	Well to Wheel
	연료생산효율	송전손실	차량 효율	전체 효율
가솔린 내연기관	88%	0%	18%	16%
디젤 내연기관	89%	0%	22%	20%
하이브리드 자동차	88%	8%	30%	24%
전기자동차	42%	8%	80%	31%
연료전지 자동차	75%	0%	48%	36%

(출처 : 업계 자료, 신영증권 리서치 『각종 자동차의 연료 효율 비교』)



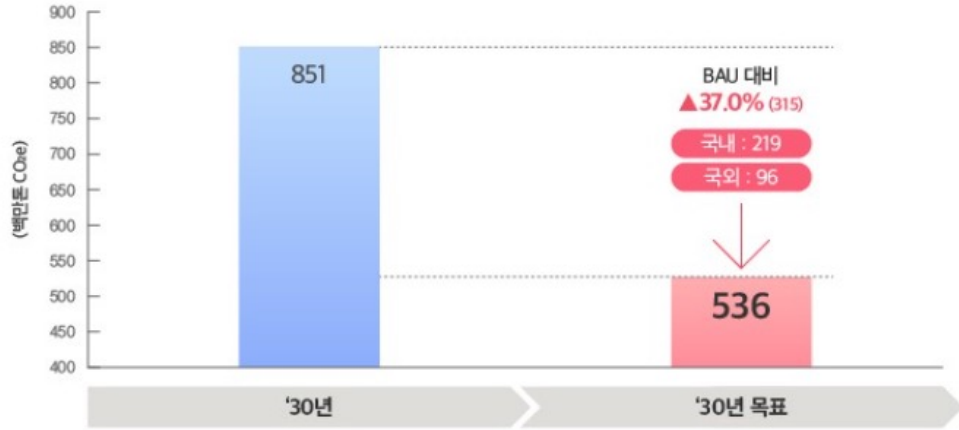
다른 에너지로 변환 시 고효율로 변환 가능



2030년 파리기후협약 온실가스 감축 방안

□ 2030년 국가 온실가스 감축목표

○ 배출전망치 851백만 톤 대비 37% 감축



(출처=2030 국가온실가스감축 기본로드맵 보도자료 / 국무조정실, 2016.12)

○ (국내 감축) 2030년 BAU 대비 25.7%, 219백만 톤 감축

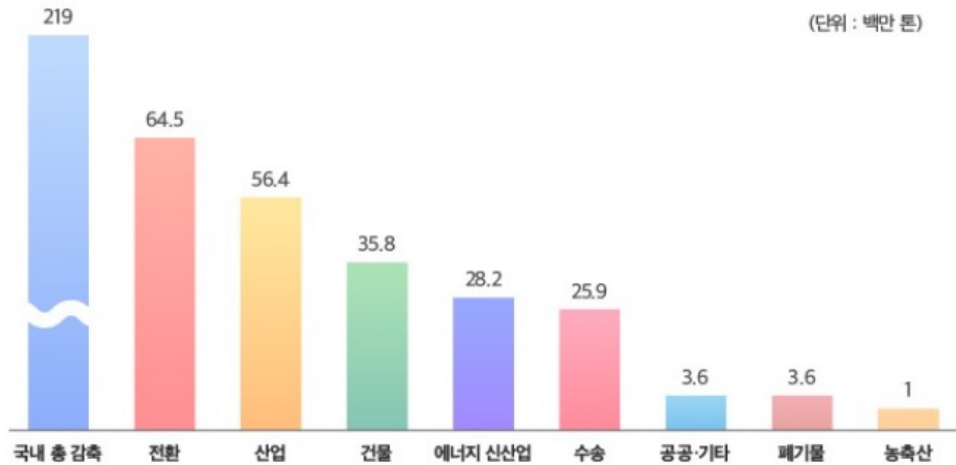
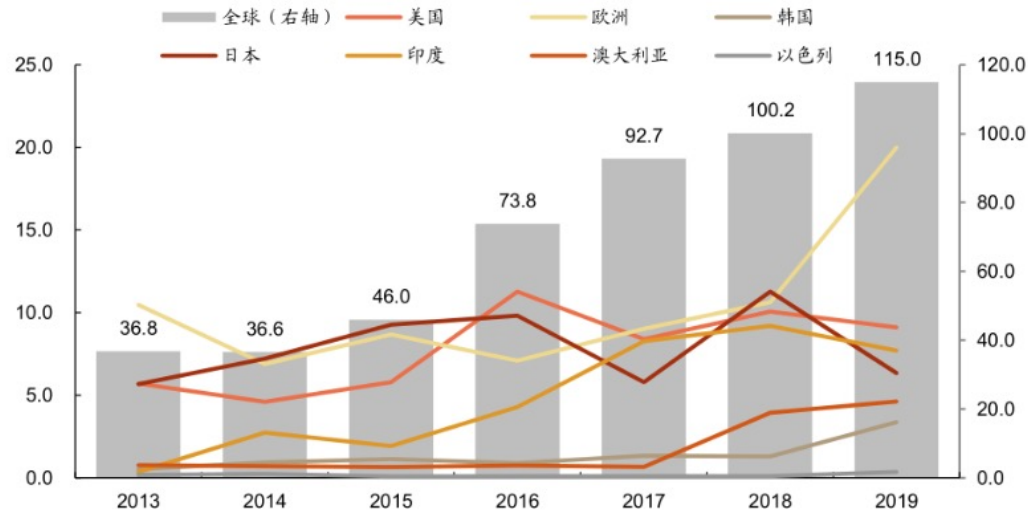
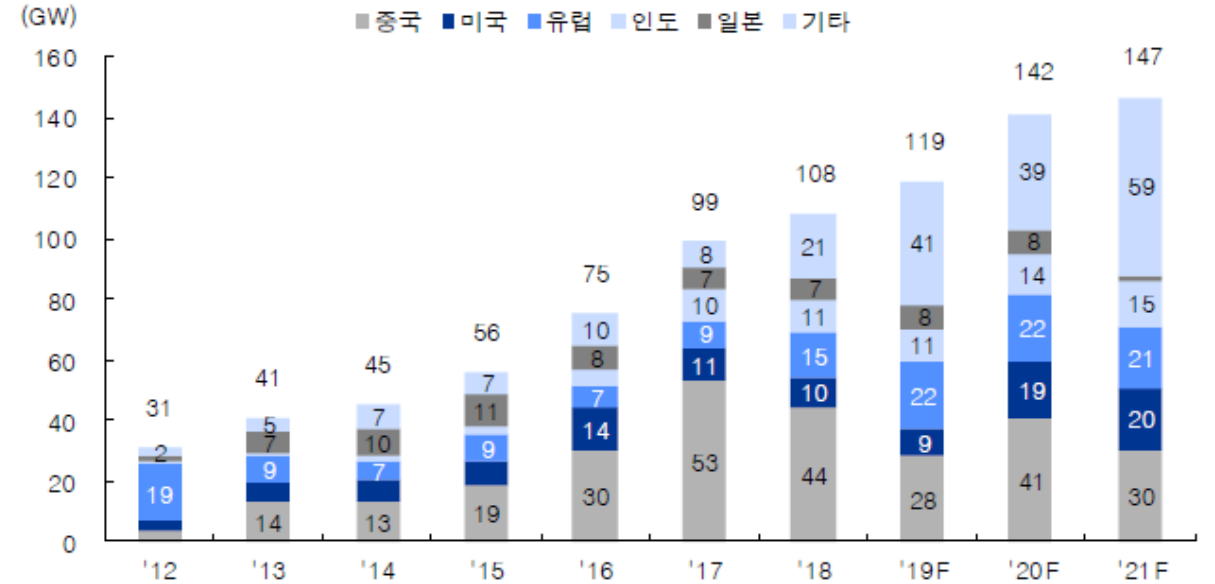


图2: 海外部分国家及全球光伏装机 (GW)



资料来源: BP, 中港证券研究所

그림 45. 연간 신규 수요 - 2020년 +140GW



자료: BNEF, EIA, IBK투자증권

2018년 세계 태양광 신규 설치 순위

순위	국가	설치량(MW)
1	중국	35000
2	인도	10000
3	미국	10000
4	일본	7200
5	호주	3200
6	멕시코	2900
7	한국	1800
8	독일	1800
9	브라질	1500
10	프랑스	1350

출처: 수출입은행

(2) 원전사고위험관련 국내 제도적 현황

노심용융 등 원전의 중대사고는 발생확률이 매우 낮으나 일단 발생시 체르노빌, 후쿠시마 원전사고의 사례에서처럼 천문학적인 규모의 비용이 유발된다. 석탄화력, 가스복합 등 기타 발전설비의 경우도 사고위험은 있으나 그 피해액이 일반적인 산업재해범위내에 있고 상대적으로 작아 동보고서의 사고위험비용 산정대상은 원전설비로 한정한다. 원전사고로 인한 손해에 대한 배상관련 현행 법령은 '원자력손해배상법(1969)' 및 '원자력손해배상 보상계약에 관한 법률(1975)'로서 지난 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 지난 2014년 12월 손해배상책임한도 등이 개정된 바 있다.

원자력손해배상법 2014년 개정(2014.12.19)에 따라 원전사고시 원자력사업자의 손해배상책임한도는 기존의 부지당 500억원에서 3억SDR(약 5,000억원)으로 상향 조정되었다. 이에 따라 원자력사업자가 부지당 5,000억원 한도의 피해보상에 상응해 납부하는 보험료는 0.1원/kWh 수준이다. 그러나 이미 후쿠시마원전사고 손해 규모가 2016년말 기준 200조원을 넘어선 상황에서, 사고피해액이 3억SDR을 초과할 경우 국가가 배상하도록 설정하고 있어, 국내 원전의 사고위험으로 인한 외부 비용은 적절히 내재화되어 있지 않다. 따라서 현재의 제도로 인한 자원배분의 왜

[표 3-19] MIT 2003, MIT 2009 발전비용평가에 적용된 자본비용 할인율 전체

분 류	부채비중	기자본 비중	부채 할인율	자기자본할인율	가중평균자본비용 (WACC)
Nuclear	50%	50%	8%	15%	10.0%
Coal	60%	40%	8%	12%	7.8%
CCGT	60%	40%	8%	12%	7.8%

출처: MIT 2003. <Future of Nuclear Power>, MIT 2009. <Update of the MIT 2003 Future of Nuclear Power>

[표 3-20] MIT (2003, 2009)의 균등화 발전비용 평가결과

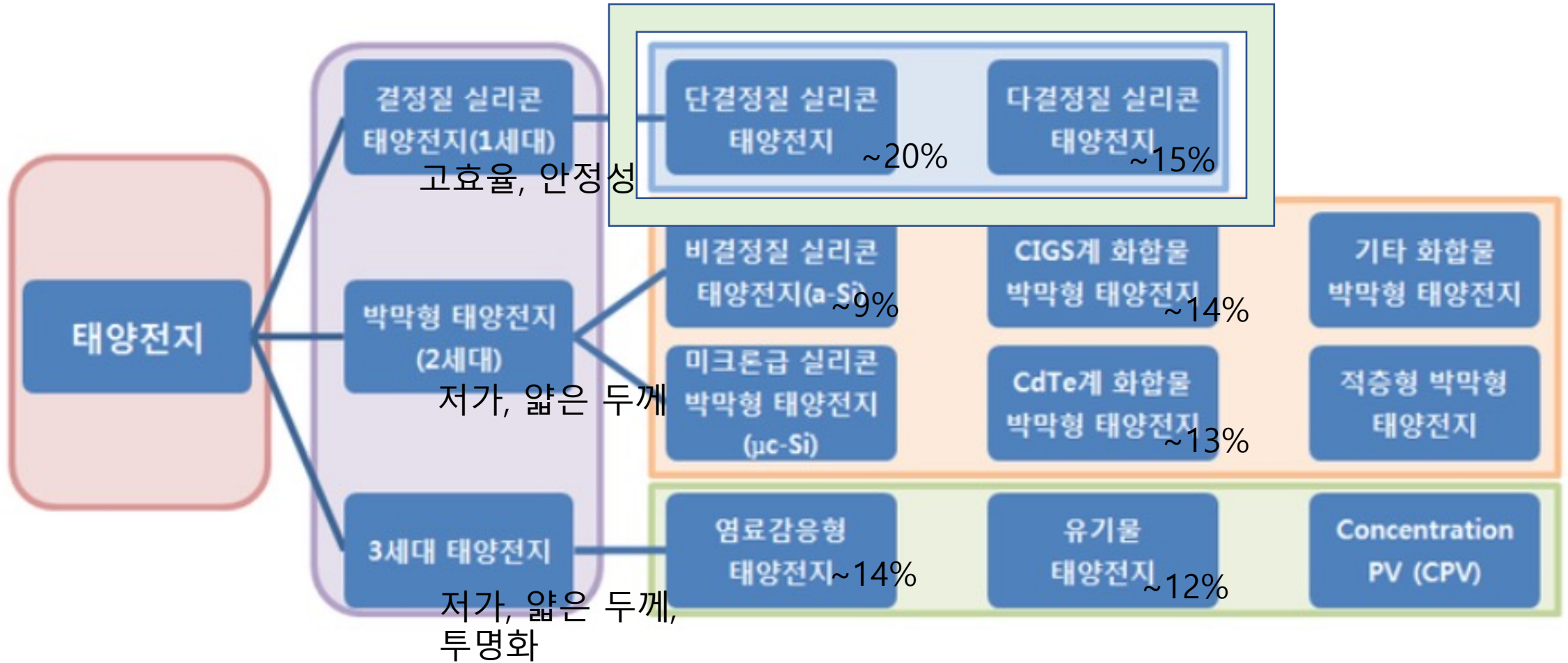
분 류	Overnight Cost	연료비용	LCOE	탄소비용 (\$25/tCO2)	할인율 (7.8% 적용)	
						\$/kW
MIT 2003 (\$2002)	Nuclear	2,000	0.47	6.7	-	5.5
	Coal	1,300	1.2	4.3	6.4	
	Gas	500	3.5	4.1	5.1	
MIT 2009 (\$2007)	Nuclear	4,000	0.67	8.4	-	6.6
	Coal	2,300	2.6	6.2	8.3	
	Gas	850	7	6.5	7.4	

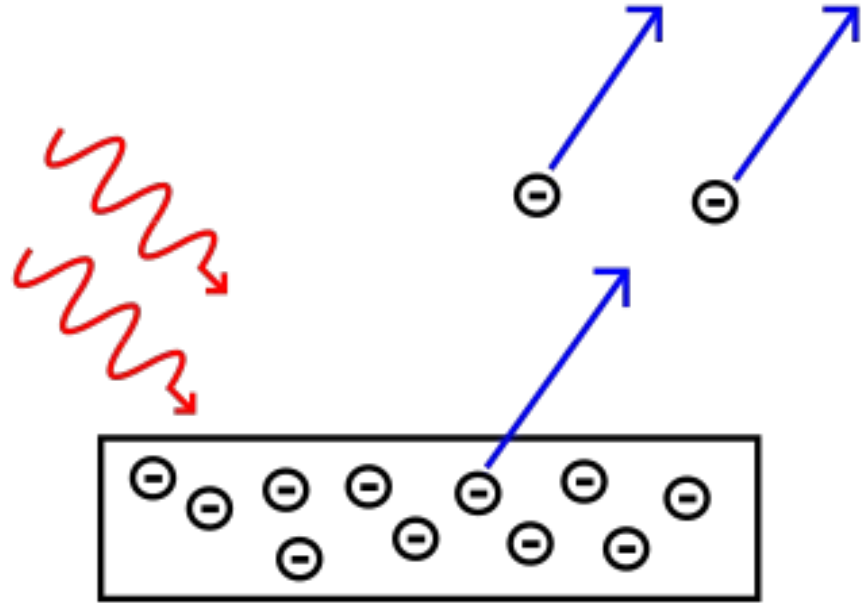
출처: MIT 2003. <Future of Nuclear Power>, MIT 2009. <Update of the MIT 2003 Future of Nuclear Power>

LCOE 조사 및 시사점 분석: 한국전력

세대별 태양광 종류와 효율

시장 87%차지





광전효과(光電效果)는 금속 등의 물질(입자)이 빛에 쪼이면 전자를 내놓는 현상이다

$$E = hf$$



$$Ek = E - W = hf - W = \frac{1}{2}mv^2$$



원소	일함수 (eV)	한계진동수 (10 ¹⁴ Hz)
알루미늄 Aluminum	4.08	9.8653992
베릴륨 Beryllium	5.0	12.08995
카드뮴 Cadmium	4.07	9.8412193
칼슘 Calcium	2.9	7.012171
탄소 Carbon	4.81	11.6305319
세슘 Caesium	2.1	5.077779
코발트 Cobalt	5.0	12.08995
구리 Copper	4.7	11.364553
금 Gold	5.1	12.331749
철 Iron	4.5	10.880955
납 Lead	4.14	10.0104786
마그네슘 Magnesium	3.68	8.8982032
수은 Mercury	4.5	10.880955
니켈 Nickel	5.01	12.1141299
니오브 Niobium	4.3	10.397357
칼륨 Potassium	2.3	5.561377
백금 Platinum	6.35	15.3542365
셀레늄 Selenium	5.11	12.3559289
은 Silver	4.73	11.4370927
나트륨 Sodium	2.28	5.5130172
우라늄 Uranium	3.6	8.704764
아연 Zinc	4.3	10.397357

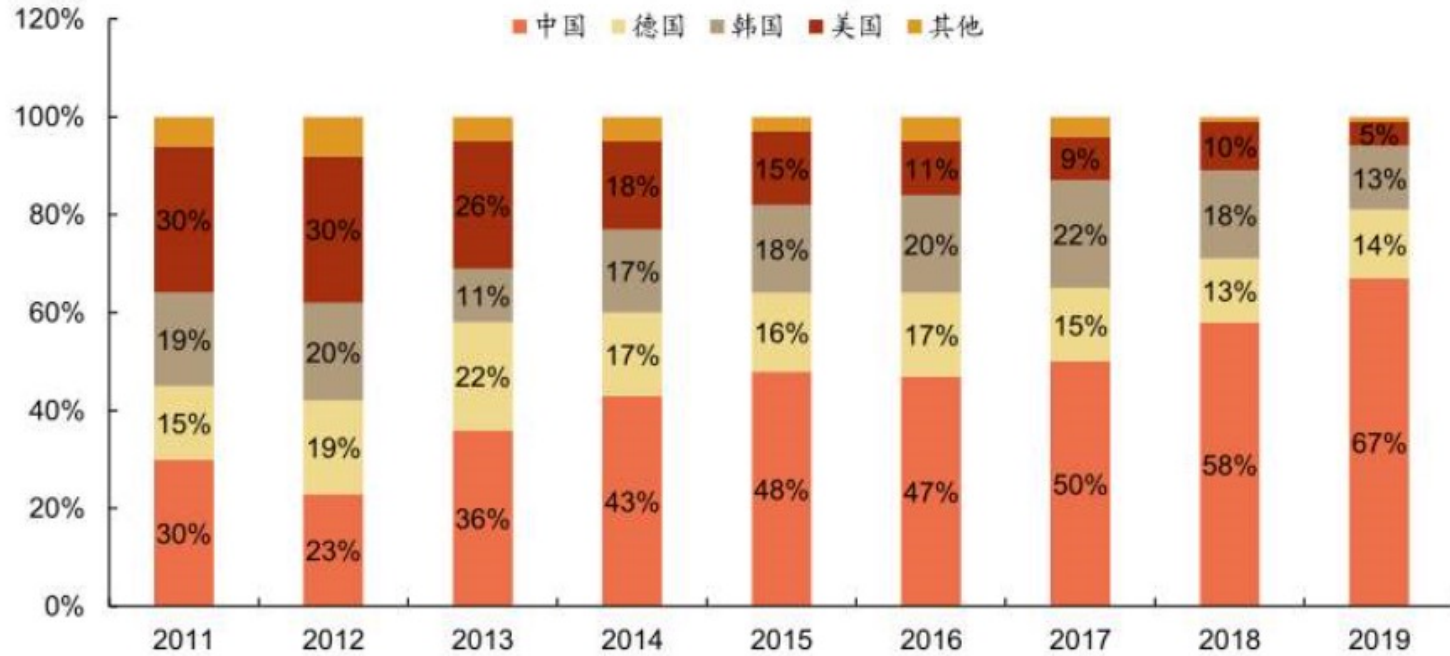
폴리실리콘 생산기업

表3: 我国与全球多晶硅料产能分布 (吨)

	公司名称	2018 产能(吨)	2019 新增产能(吨)	2019 产能(吨)	
中国	江苏中能	115,000		115,000	
	新特能源	36,000	36,000	72,000	
	东方希望	30,000	50,000	80,000	
	新疆大全	35,000	35,000	70,000	
	四川永祥	80,000		80,000	
	洛阳中硅	20,000		20,000	
	亚洲硅业	20,000		20,000	
	内蒙古东立	12,000		12,000	
	内蒙古盾安	10,000		12,000	
	江苏康博	10,000		10,000	
	其他	20,000		40,000	
		合计(中国)	388,000	121,000	531,000
	韩国	OCI	52,000		52,000
HK silicon		15,000		15,000	
Hanwha Chemical		15,000		15,000	
合计(韩国)		82,000	-	82,000	
马来西亚	OCI	13,800	13200	27,000	
	Tokuyama	8,200		8,200	
日本	Sumitomo	2,500		2,500	
	Mitsubishi	2,000		2,000	
	合计(日本)	12,700	-	12,700	
	德国	Wacker	60,000		60,000
NITOL		3,500		3,500	
合计(德国)		63,500	-	63,500	
美国	Hemlock	27,000		27,000	
	Wacker	20,000		20,000	
	REC	20,000		20,000	
	Mitsubishi	1,500		1,500	
	合计(美国)	68,500	-	68,500	
	中国产能	388,000	121,000	531,000	
	海外产能	240,500	13,200	253,700	
	全球总计	628,500	134,200	784,700	
	中国产能占全球比重(%)	61.7%		67.7%	

资料来源: 赛迪智库, 中港证券研究所

图4: 各地区硅料产量市场份额



< 폴리실리콘 주요 기업 추정 Cash Cost 현황 > 단위: 천톤, \$/kg

기업명	국적	생산용량	추정 Cash Cost
East Hope	China	50	5.7
Yongxiang	China	80	6.0
Xinte Energy	China	70	6.0
Daqo	China	70	6.1
OCI	Malaysia	26	6.5
GCL-Poly	China	86	6.9
Wacker	Germany	50	9.0

자료: BNEF

资料来源: BNEF, Wind, 中港证券研究所

GCL과 Yongxiang 비교

Tongwei-> Yongxiang 2018.12 가동시작

通威未来乐山包头多晶硅成本			保利协鑫多晶硅生产外购电力成本		
电费	12.4	24.70%	电费	43.4	45.13%
金属硅	14.3	28.50%	金属硅	14.3	14.86%
人力	3.5	6.97%	折旧	13.0	13.51%
蒸汽	2.5	4.98%	人力	7.0	7.27%
其他	3.5	6.97%	蒸汽	6.5	6.75%
折旧	9.0	17.93%	其他	3.0	3.12%
管理费用	5.0	9.96%	管理费用	9.0	9.35%
销售费用			销售费用		
财务费用			财务费用		
可变成本	36.2	72.13%	可变成本	74.3	77.14%
生产成本	36.2	72.13%	生产成本	87.3	90.65%
全成本	50.2	100.01%	全成本	96.3	100.00%
含税成本	58.24	116.02%	含税成本	111.65	115.99%

* 중국 TONGWEI Yongxiang 내몽고 新 공장과 GCL 쉬조우 舊 공장의 생산원가 비교

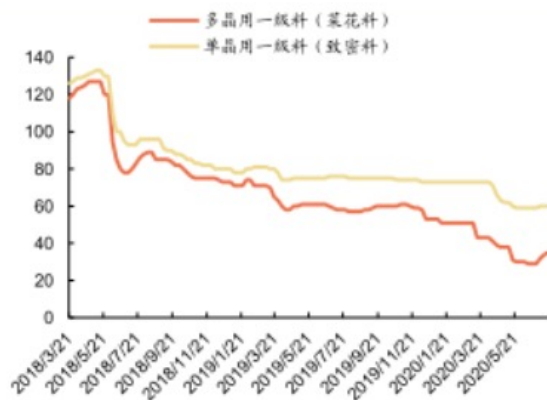
중국 태양광 부분별 가격

表6: 光伏产业链产品价格

种类	品种	规格	单位	2020/7/12	周度涨跌	月度涨跌	年度涨跌	最高点差幅	最高点日期
硅料	进口多晶硅	多晶用	USD/kg	4.90	4.26%	6.52%	-26.87%	-70.30%	2018-1-17
		单晶用	USD/kg	6.80	0.00%	1.49%	-19.05%	-25.27%	2019-2-13
	多晶硅	菜花料	元/kg	35.00	2.94%	20.69%	-33.96%	-77.42%	2018-1-3
	单晶硅	致密料	元/kg	60.00	0.00%	1.69%	-17.81%	-61.29%	2018-1-3
硅片	多晶-金刚线	进口	USD/片	0.15	0%	0.00%	-26.92%	-76.25%	2018-1-3
		国产	元/片	1.15	2.68%	4.55%	-26.28%	-75.00%	2018-1-3
	单晶 158.75um	进口	USD/片	0.30	0.00%	-3.18%	-28.64%	-35.32%	2019-4-3
		国产	元/片	2.38	0.00%	-4.03%	-28.10%	-31.41%	2019-4-3
电池片	多晶-金刚线	18.7%进口	USD/W	0.06	0%	-1.61%	-19.74%	-71.63%	2018-1-3
		18.7%国产	元/W	0.48	-2.25%	-4.40%	-19.39%	-71.38%	2018-1-3
	单晶 PERC	21.9%+双面进口	USD/W	0.10	0.00%	0.00%	-17.36%	-40.12%	2019-1-2
		21.9%+双面国产	元/W	0.80	0.00%	1.27%	-15.79%	-38.93%	2019-1-30
		21.9%+G1 进口	USD/W	0.10	0.00%	0.00%	-20.00%	-20.00%	2019-10-17
		21.9%+G1 国产	元/W	0.80	0.00%	1.27%	-17.95%	-18.37%	2019-12-22
21.9%+M6 进口	USD/W	0.10	0.00%	0.00%	-	0.00%	2020-5-10		
21.9%+M6 国产	元/W	0.81	0.00%	1.25%	-	0.00%	2020-7-12		
组件	275W 多晶	进口	USD/W	0.17	-0.58%	-2.30%	-17.48%	-52.25%	2018-1-3
		国产	元/W	1.28	-0.78%	-2.29%	-17.95%	-52.59%	2018-1-3
	315W 单晶 PERC	进口	USD/W	0.19	-0.52%	-1.54%	-15.42%	-52.59%	2018-1-3
		国产	元/W	1.44	-2.04%	-4.00%	-17.24%	-50.52%	2018-1-3
	355W 单晶 PERC	进口	USD/W	0.19	-0.52%	-1.53%	-	-8.96%	2020-5-10
		国产	元/W	1.45	-2.03%	-3.97%	-	-10.49%	2020-5-10
光伏玻璃			元/平米	24.00	0.00%	0.00%	-17.24%	-17.24%	2019-12-1

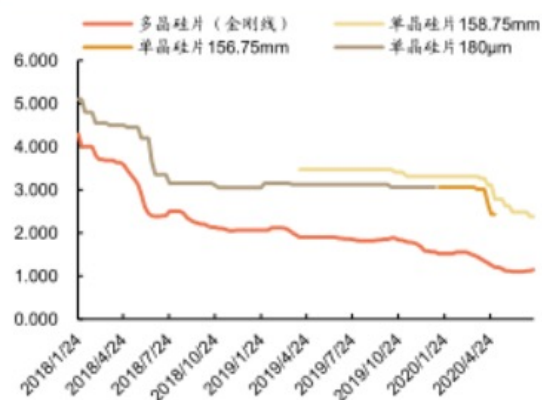
资料来源: PVInfoLink, 中港证券研究所

图21: 硅料价格走势(元/kg)



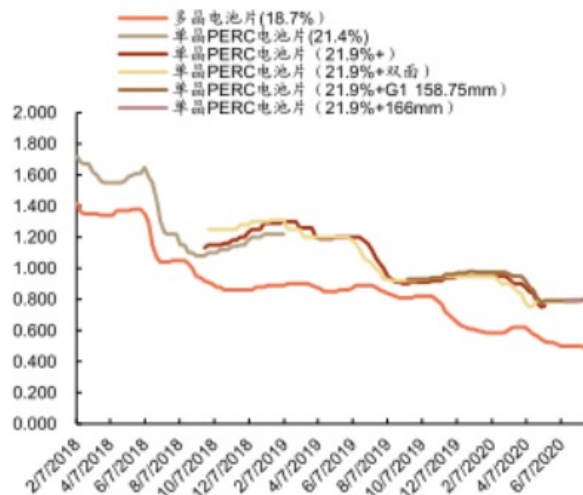
资料来源: PV Infolink, 中港证券研究所

图22: 硅片价格走势(元/片)



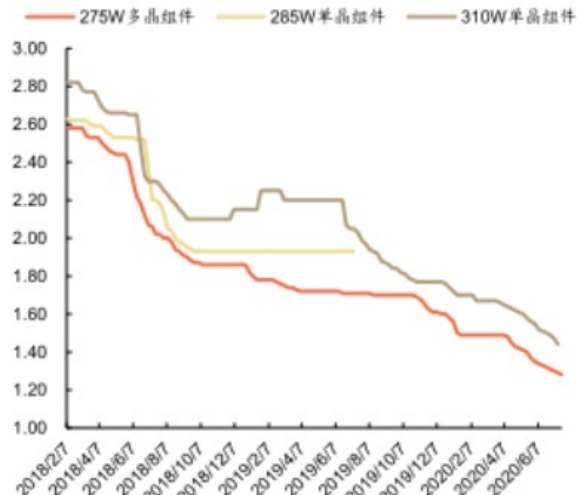
资料来源: PV Infolink, 中港证券研究所

图23: 电池片价格走势(元/W)



资料来源: PV Infolink, 中港证券研究所

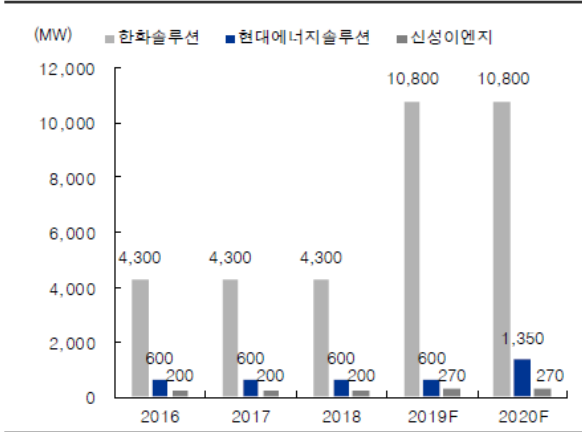
图24: 组件价格走势(元/W)



资料来源: PV Infolink, 中港证券研究所

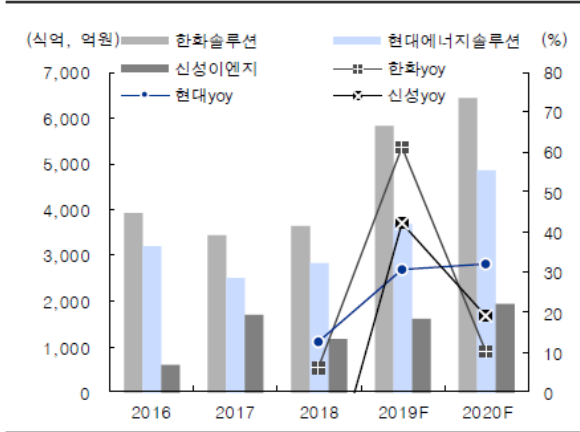
셀/모듈(Cell/Module)

그림 41. 국내 모듈 3사 캐파



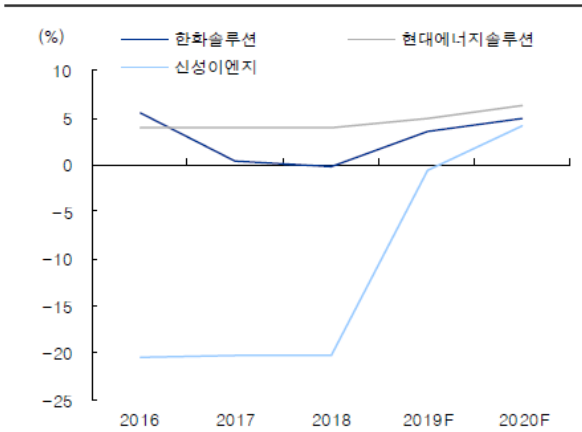
자료: 각 사, IBK투자증권

그림 42. 매출액 및 성장률



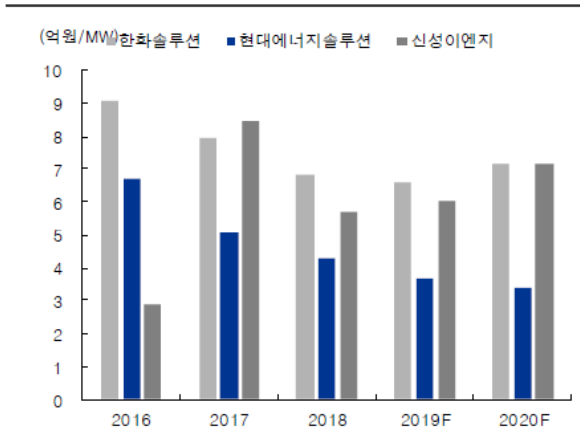
자료: 각 사, IBK투자증권

그림 43. 3사 영업이익률



자료: 각 사, IBK투자증권

그림 44. 모듈 캐파와 매출액을 통해 산출한 ASP



자료: 각 사, IBK투자증권

계통연계 비용

• 1. 기본시설부담금 (부가가치세 불포함)

구분		금액	
		공중공급	지중공급
저압	매 1계약에 대하여 계약전력 5kW까지	220,000원	421,000원
	계약전력 5kW 초과분의 매 1kW에 대하여	86,000원	98,000원
고압 또는 특별고압	신증설 계약전력 매 1kW에 대하여	17,000원	35,000원

• 2. 거리시설부담금 (부가가치세 불포함)

구분			금액		
			공중공급		지중공급
			단상	삼상	
신설거리 시설부담금	기본거리를 초과하는 신설거리 매 1m에 대하여	저압	39,000원	43,000원	60,000원
		고압 또는 특별고압	43,000원		110,000원
첨가거리 시설부담금	기본거리를 초과하는 첨가거리 매 1m에 대하여	저압	5,000원		-
		고압 또는 특별고압	10,000원		-

※ 1m 미만의 끝자리수는 버립니다.

※ 삼상으로 공급하기 위하여 기존 단상 배전선로에 첨가공사를 하는 경우에는 첨가거리시설부담금 단가를 적용합니다. 다만, 지중 배전선로인 경우에는 신설거리시설부담금 단가를 적용합니다.

2030 계획 세부내용1

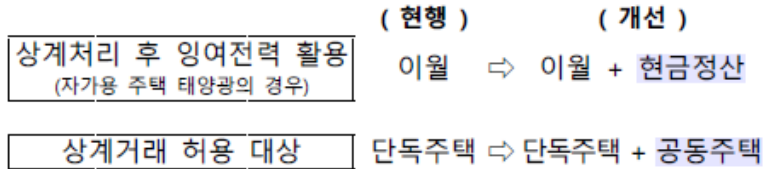
① 도시형 자가용 태양광 확대 (주택, 건물 등)

- 보급사업 확대 및 태양광 설치시 요금 절감혜택 확대(상계거래 제도 개선)

자가용 설비 확대



↑ 자가용 태양광 생산 전력을 다 사용하지 못하고 남는 경우, 전기요금 차감에 활용
상계거래 제도개선



- 제로에너지건축물 인증 의무화* 등을 통해 재생에너지 기반 건축 확산

* (20) 공공 건축물(연면적 3천㎡ 미만) → (25) 민간 공공 건축물(5천㎡ 미만) → (30) 모든 건축물

③ 농촌지역 태양광 활성화 (농식품부, 지자체, 산업부 협업)

- 농업인 참여 활성화 : 염해간척지(농업진흥구역 내), 농업진흥지역 외 농지 등에 태양광 설치 활성화 (30년까지 10GW)
- 농사와 태양광 발전을 병행하는 '영농형 태양광 모델' 신규 도입



② 소규모(100kW 이하) 사업지원 및 협동조합을 통한 참여 활성화

- 한국형 FIT를 한시적으로 도입하여 소규모 사업(일반국민 위주)의 수익 보장 및 절차 간소화



- 사회적 경제기업(협동조합) 및 시민펀드형 사업에 인센티브를 제공



* 제도설계('18.상) : 인센티브(REC 가중치 부여 등), 대상 설비규모, 주민 인정 범위 등

- 軍 시설물(병영생활관 등) 옥상 등 유휴 국유재산 적극 활용

3 대규모 프로젝트 추진

◇ **주민수용성/환경성을 고려한 대규모 프로젝트를 단계적으로 추진**

1 단계 : '18 ~ '22년 [5.0GW 공급]

- 민간·공공기관이 제안한 프로젝트(사업계획조사 21.3GW 등) 중 5GW 집중 추진
→ 전속승인 검토 및 선제적 계통연계 검토 등 통해 지원

< 대규모 프로젝트 예시 >

원전 유류 부지 활용		석탄발전 부지 활용		수상 태양광		해상/육상 풍력	
----------------	--	---------------	--	-----------	--	-------------	--

2 단계 : '23 ~ '30년 [23.8GW 공급]

- 투자 촉진 : 대형 발전사의 RPS 의무비율 단계적 상향 조정 → 대규모 프로젝트 추진을 적극 유도
- 부지 확보 : (태양광,육상풍력) 수상태양광, 대규모 간척지(새만금 등) 등 활용 (해상풍력) 대규모 계획단지 조성(계획입지 활용)

3 대규모 프로젝트 수용성 확보

- 주민 참여형 사업모델 신규 개발 : 채권투자형, 펀드투자형 등



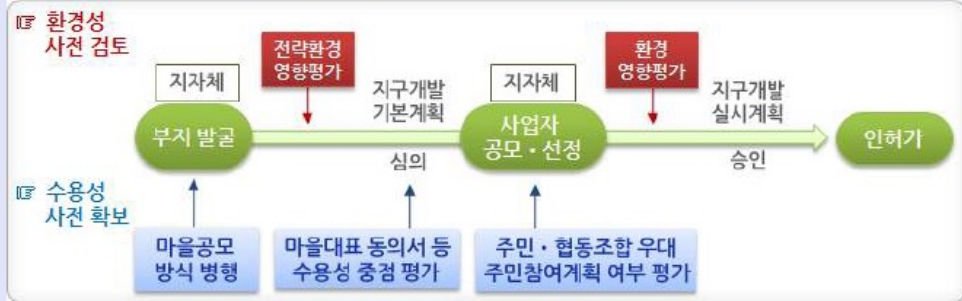
* REC 등 인센티브 제공 : (현행) 지분투자형에 한정 → (확대) 신규개발 모델에도 적용

2 지자체 주도의 계획입지제도 도입

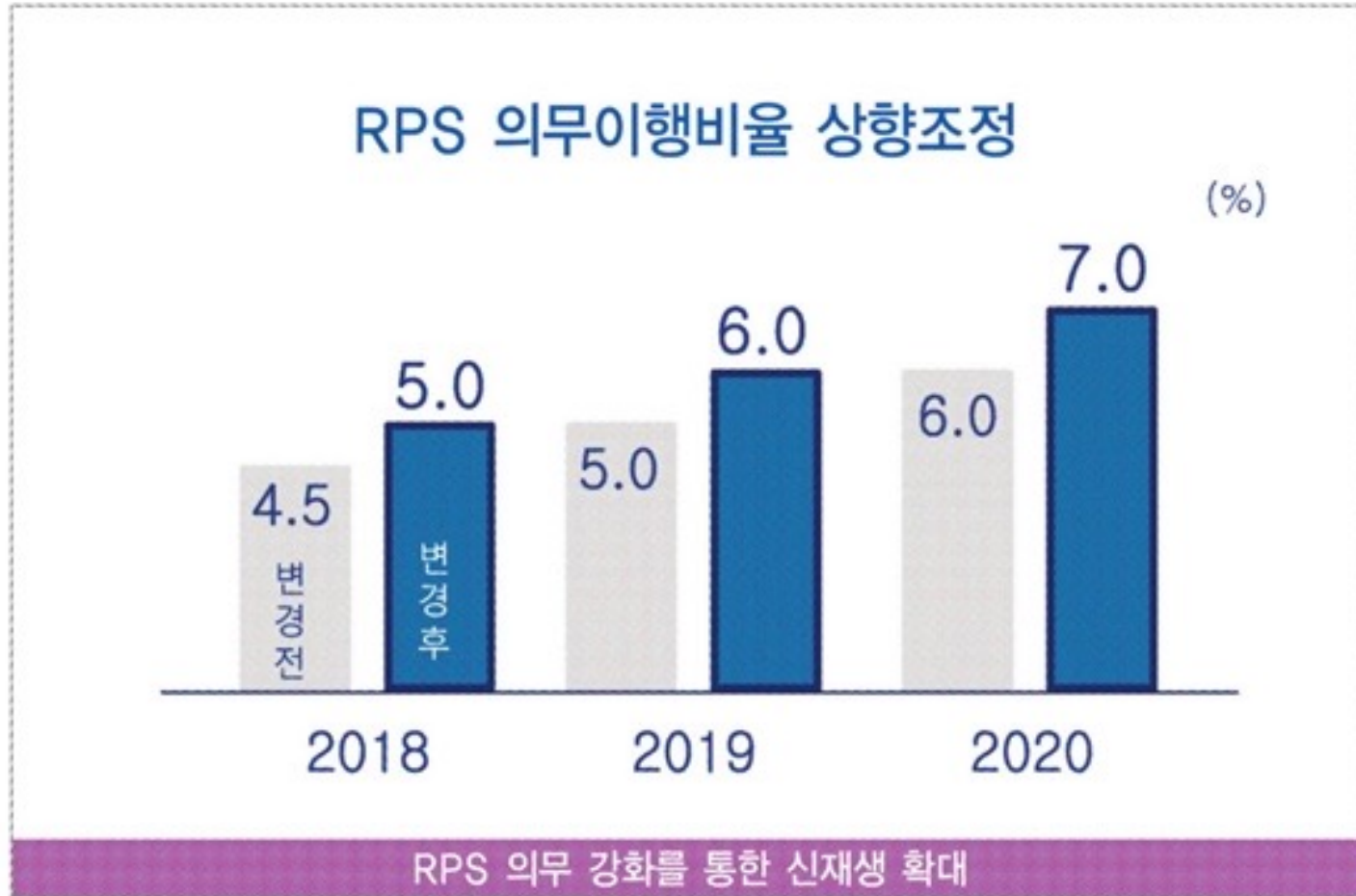
◇ **수용성/환경성은 사전 확보하고, 개발이익은 공유하는 계획입지제도 도입**

【 계획입지제도 주요내용(안) 】

- ◆ 절차 : 광역지자체가 부지발굴 → (중앙정부 승인) → 민간사업자에 부지 공급 → 민간사업자가 지구개발 실시계획 수립 → (중앙정부 승인 / 인허가 의제처리)
- ◆ 수용성 제고 : 마을공모 방식 도입, 계획 심의 시 주민수용성 중점평가 등의 장치 마련
- ◆ 환경성 검토 : 지구개발 기본/실시계획 심의 前 전략/환경영향평가가 실시 의무화
- ◆ 지역사회 기여 : 개발이익 공유(사업자 → 지자체), 지역지원사업 등 기여방안 마련



☞ 제도 도입(신재생법 개정, '18년상), 입지 후보지 발굴(지자체, '18년) 추진



RPS 2020 공급의무자별 의무공급량

〈 2020년도 공급의무자별 의무공급량 〉

(단위: MWh)

구 분		의무공급량 ^{주)}
그룹 I	한국수력원자력	4,815,568
	한국남동발전	5,040,384
	한국중부발전	3,597,402
	한국서부발전	3,660,845
	한국남부발전	4,039,843
	한국동서발전	4,019,422
그룹 II	한국지역난방공사	733,560
	한국수자원공사	50,344
	SK E&S	530,982
	GS EPS	439,172
	GS 파워	285,389
	포스코에너지	849,368
	씨지엔울촌전력	438,908
	평택에너지서비스	279,010
	대륜발전	62,734
	에스파워	317,796
	포진파워	179,939
	동두천드림파워	371,572
	파주에너지서비스	822,405
	GS동해전력	481,919
	포천민자발전	270,956
	신평택발전	114,481
합 계		31,401,999

발전차액지원제도 (FIT)

장점

- 높은 고정 가격에 전력 판매 가능
- 신재생에너지 발전사업자가 시장 진입 시 리스크가 적음
- 신재생에너지 투자 확대 촉진으로 해당 산업 확대

단점

- 혜택이 더 많은 신재생에너지 원으로 생산자가 집중될 가능성이 높음
- 기술혁신을 통한 발전단가 하락유인이 적음
- 발전사업자들 간 경쟁요인이 낮음

신재생에너지 공급의무할당제도 (RPS)

장점

- 신재생에너지 의무 공급량 설정으로 제도적 목표 달성이 용이
- 기술발전&시장경쟁을 통한 발전단가 하락

단점

- 신규 진입자 · 소규모 발전사업자들이 신재생에너지 시장에 진입하기가 어려움
- 신재생에너지 산업이 확장되기 어려움

구분	신재생에너지 공급의무할당제도 (RPS)	발전차액지원제도 (FIT)
<p>실행 국가</p>	<p>남아프리카공화국, 루마니아, 칠레, 키르기스스탄, 팔라우</p>	<p>네덜란드, 니카라과, 덴마크, 라트비아, 도미니카공화국, 리히텐슈타인, 마케도니아, 몬테네그로, 몰도바, 몽골, 바누아투, 보스니아, 세르비아, 스위스, 슬로바키아, 슬로베니아, 아르메니아, 아일랜드, 알제리, 에스토니아, 에콰도르, 오스트리아, 요르단, 우크라이나, 이란, 이집트, 이탈리아, 일본, 잠비아, 체코, 케냐, 크로아티아, 키프로스, 탄자니아, 터키, 팔레스타인, 프랑스, 핀란드</p>
<p>공동 실행 국가</p>	<p>가나, 그리스, 나이지리아, 대한민국¹⁾, 리투아니아, 말레이시아, 미국, 베트남, 벨라루스, 볼리비아, 세네갈, 스리랑카, 스웨덴, 알바니아, 영국, 오스트레일리아, 이스라엘, 인도, 인도네시아, 중국, 캐나다, 페루, 포르투갈, 폴란드, 필리핀</p>	

* 참고: REN21. (2018). 「Renewables 2018 Global Status Report」

** 주 1) 우리나라는 2018년도 6월부터 소규모 발전사업자들을 대상으로 FIT를 다시 실행하였음.

표 5 | 주요 국가별 신재생 발전 지원 현황

[단위 : 원/kWh]

국 가	태양광					풍력				
	도매가격	보조금	구입원가	LOOE	차액	도매가격	보조금	구입원가	LOOE	차액
독 일	36	261	297	122	175	36	102	138	90	48
영 국	67	31	98	118	-20	67	122	189	92	97
이탈리아	55	282	337	138	199	55	172	227	78	149
미 국	35	56	91	198	-107	35	7	42	57	-15
일 본	125	347	472	220	252	125	146	270	-	-
한 국	77	88	165	147	18	77	87	164	141	23

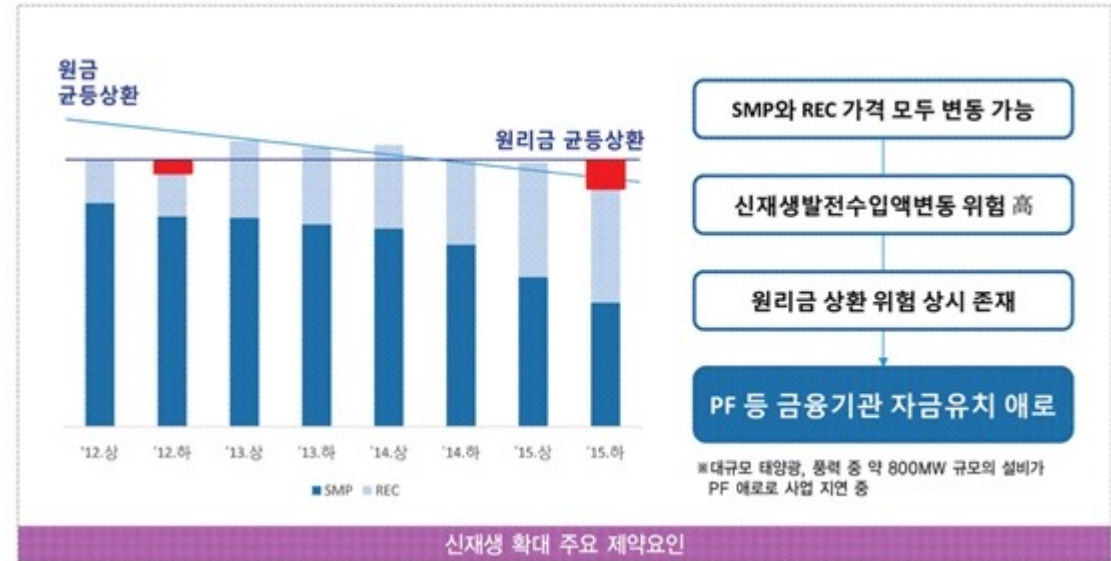
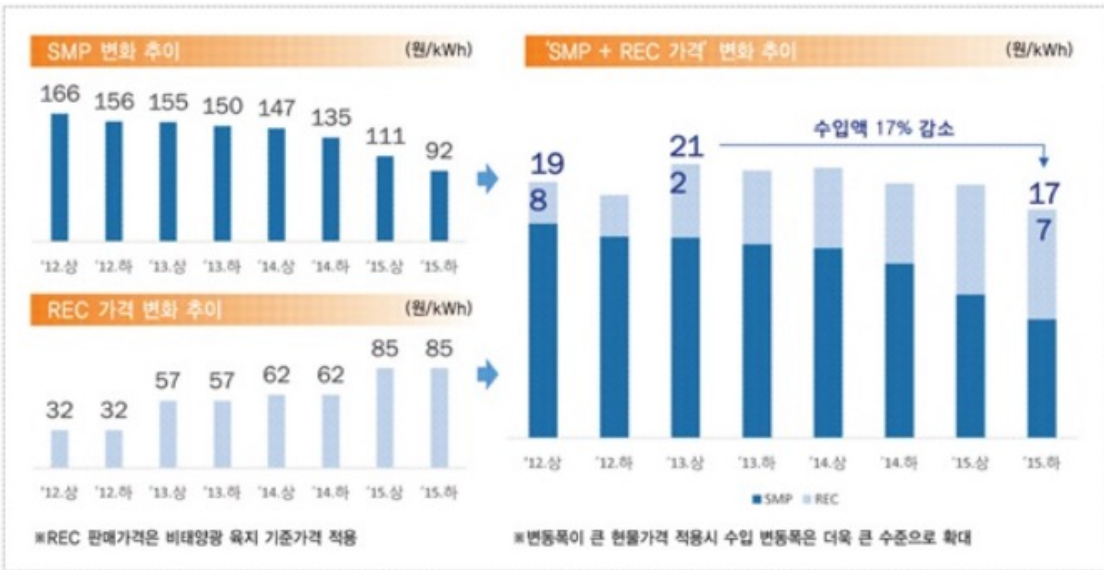
* 차액 = 구입원가(유틸리티 신재생 구입단가) - LOOE

** LOOE 출처 : IRENA, 'Renewable Power Generation Cost in 2017, 국회예산정책처, '산업동향&이슈', 에너지경제연구원, '태양광 원가분석을 통한 균등화 비용 국제 비교분석동

*** 도매가격 출처 : 독일 'Electricity spot market prices in Germany', 영국 'Electricity price : Day-ahead baseload contracts', 이탈리아 'Gestore Mercati Energetici', 미국 'EIA', 일본 '자원에너지청'

2017

SMP+REC 합산계약의무화 및 입찰시장 도입



구분	장기고정가격 입찰계약	한국형 FIT
참여대상	제한 없음	30kW 미만 : 제한 없음 100kW 미만 : 농축산어민 및 협동조합
계약기간	20년	20년
입찰여부	입찰 참여 (경쟁방식)	별도입찰 없음
고정가격 (SMP+1REC)	167,828원 (‘19년 하반기 100kW 미만 선정평균가)	184,393원 (‘19년 한국형 FIT 매입가격)
구매물량	연 850MW 내외	제한 없음
신청기간	연 2회	연중

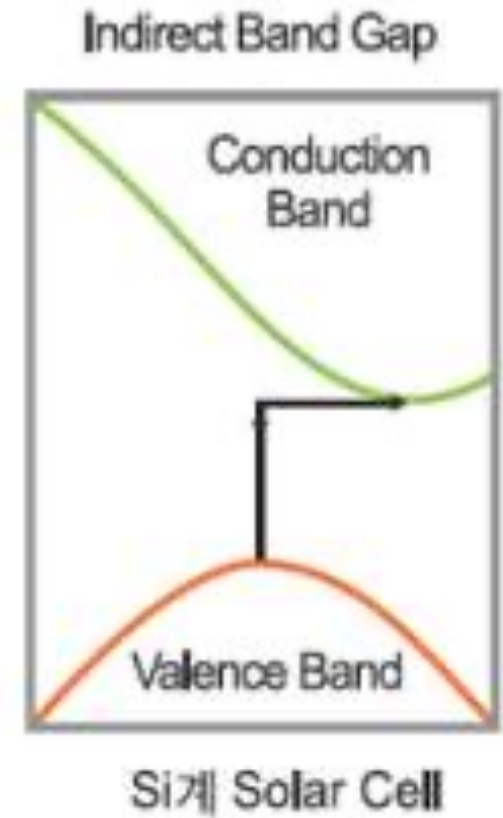
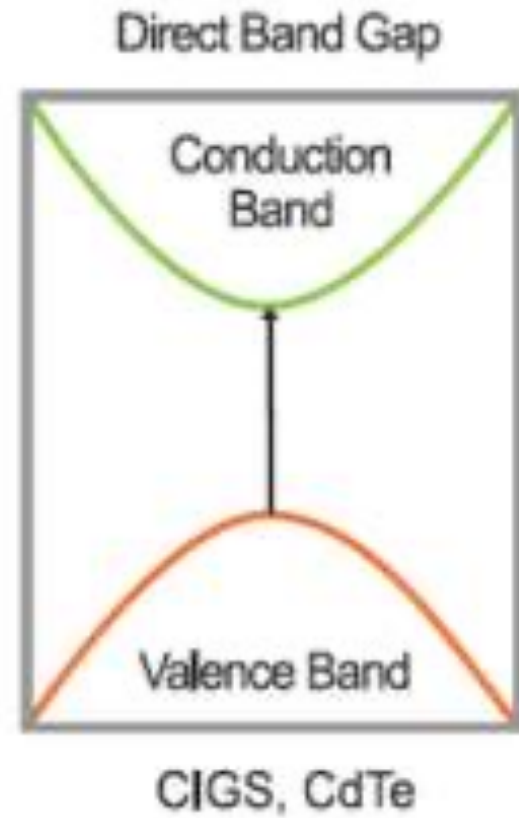
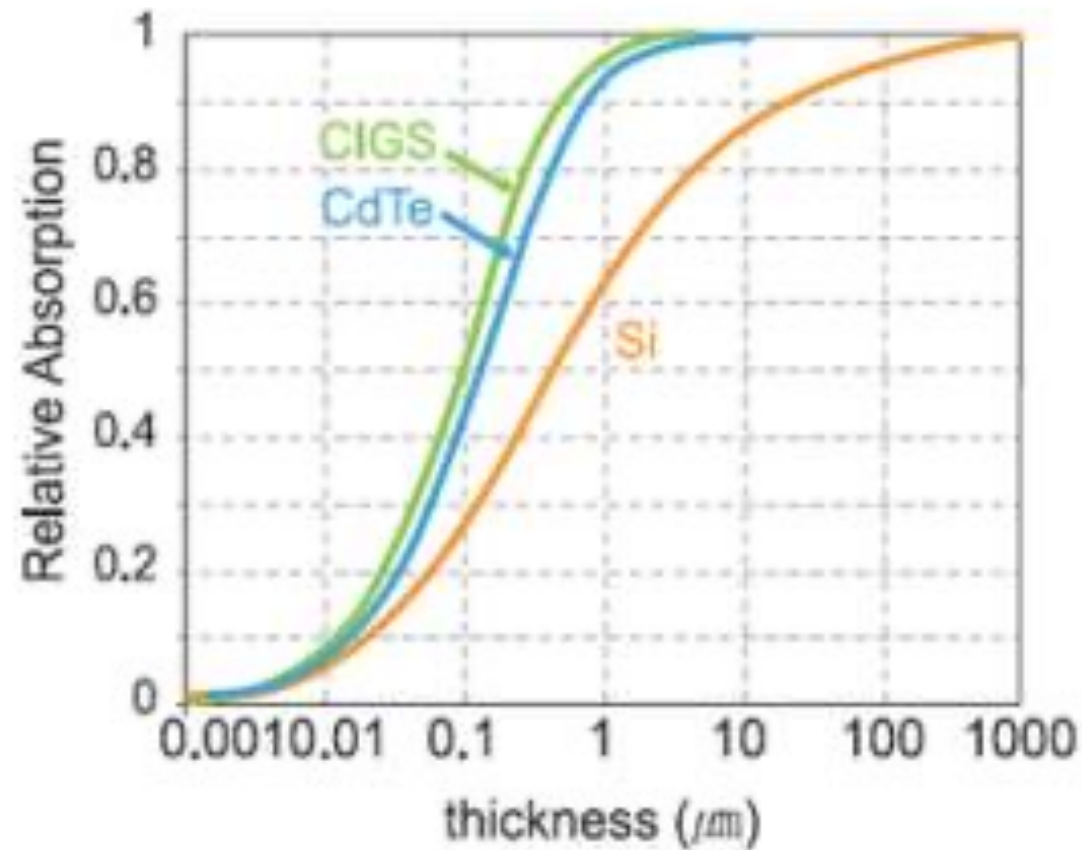
고정가격계약과 한국형 FIT의 차이(출처: 산업부)

④ 신재생에너지 확산기반 구축 및 공정한 전환 지원

- 먼저, 재생에너지 산업생태계를 육성하는 '그린에너지' 사업을 추진한다. 신규 주요사업으로는 **국민주주 프로젝트, 공장 지붕 태양광 설치 용자, 태양광발전 공동연구센터구축** 등이 있으며 제도개선(집적화단지, RPS 비율상향, RE100 이행수단 마련 등)도 병행한다. 보급·용자 등 기존 사업은 더욱 확대할 계획이다.
- 재생에너지 보급을 가속화하여 2025년까지 **태양광·풍력 설비용 지난해의 3배 이상 수준**으로 대폭 확대한다.
 - * 재생에너지 발전용량(태양광, 풍력) : 12.7GW('19) → 42.7GW ('25)

- 신재생에너지 사업에 직접 투자하는 지역주민에게 용자를 지원하는 '**국민주주 프로젝트**'를 도입하고, 수익이 주민에게 환원될 수 있도록 **이익공유모델을 설계**한다.
- 또한, 수용성·환경성이 확보된 부지에서 사업이 계획적으로 추진될 수 있도록 지자체 주도의 집적화단지 제도를 도입할 계획이다.
- 재생에너지 수요 확대를 위해 **신재생에너지 공급의무(RPS) 비율을 상향**하고, **RE100[™] 이행수단**(제3자 PPA 등)을 마련하여 국내 기업과 공공기관의 참여 확대를 유도한다.
 - * 21년 8 → 9%, '22년 9 → 10% (시행령 개정), 법정상한(10%) 수정(법 개정)
 - ** 기업 사용전력의 100%를 재생에너지로 이용하는 것을 목표로 하는 자발적 캠페인
- 국내 시장확대가 산업 생태계 성장으로 이어지도록 태양광·해상 풍력·수소·수열 분야 **핵심 R&D 및 연구인프라 구축**도 지원한다.
 - * (20년 추경 신규사업) 태양광 제조기업 공동연구센터 구축, 대규모 해상풍력단지 개발 타당성조사 지원 및 실증단지 구축, 그린수소 원천기술 개발, 등
- 수소산업 생태계 육성을 위해 **수소전문기업 육성**뿐만 아니라 생산부터 저장·활용까지 **전주기에 걸쳐 원천기술 개발에 주력**하고 '25년까지 6개의 **수소 시범도시[™]**를 조성할 계획이다.
 - * 재생에너지 활용 그린수소 생산 충전소연료전지 등 수소 소재부품장비 R&D 집중지원
 - ** ('20~'22년) 3개 수소도시 조성(울산, 전주, 원주, 안산), '25년까지 3개 도시 추가조성
- 또한, 석탄발전 등 사업 축소가 예상되는 지역에 신재생에너지 업종으로의 전환을 지원하는 등 녹색 전환과정에서 소외되는 지역·계층을 보호하기 위한 대책도 추진한다.

태양전지재료별 광흡수계수 반도체 Type 비교



새만금 수상 태양광 발전량 원전과 비교

서울의 1년 일조시간=1,996시간
 1일 평균 일조시간=5.45시간
 종합효율계수(K)=0.7
 태양광 발전 기준 1일 일조시간=3.5~3.8시간

새만금의 수상 태양광이 1년동안 발전하는 양
 $2.1 \times 3.8 \times 365 = 2,912 \text{GWh} = 2.9 \text{TWh}$



새만금 사업의 2.1GW 수상 태양광
 사업비용 4.6조(예상)

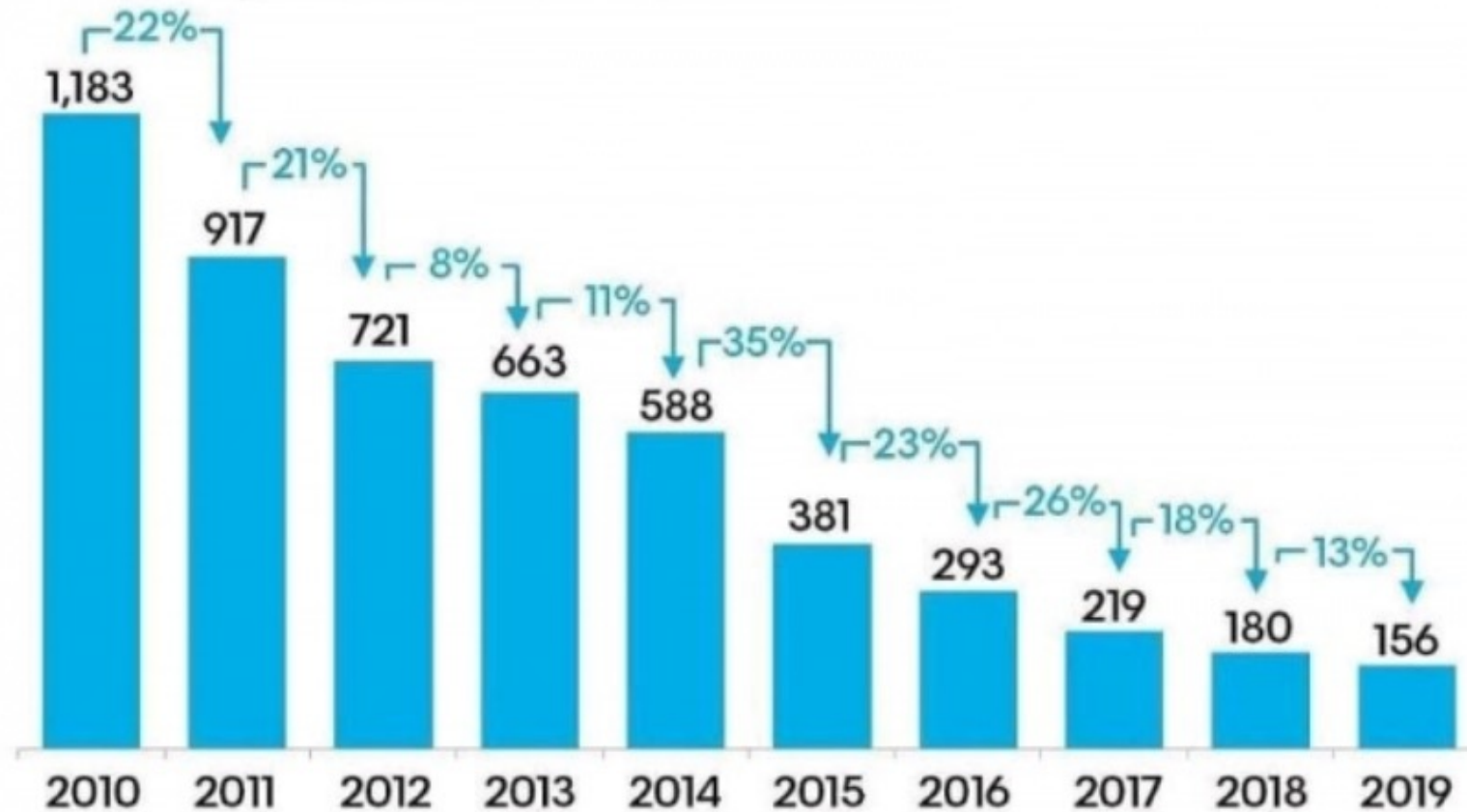
			Mw	MWh			
신고리	#1	가압경수로	1,000	~11.228	6,849,825	74.9	75.4
	#2		1,000	~12.720	7,265,001	79.4	80.1
	#3		1,400	~16.1220	11,496,255	88.4	88.6
	#4		1,400	~19.829	4,481,713	102.7	100.0

원자력 발전소:설비용량 대비 실효용량=0.81%
신재생전원 -> 0.12%

한국 2018년 전기 사용량 526TWh

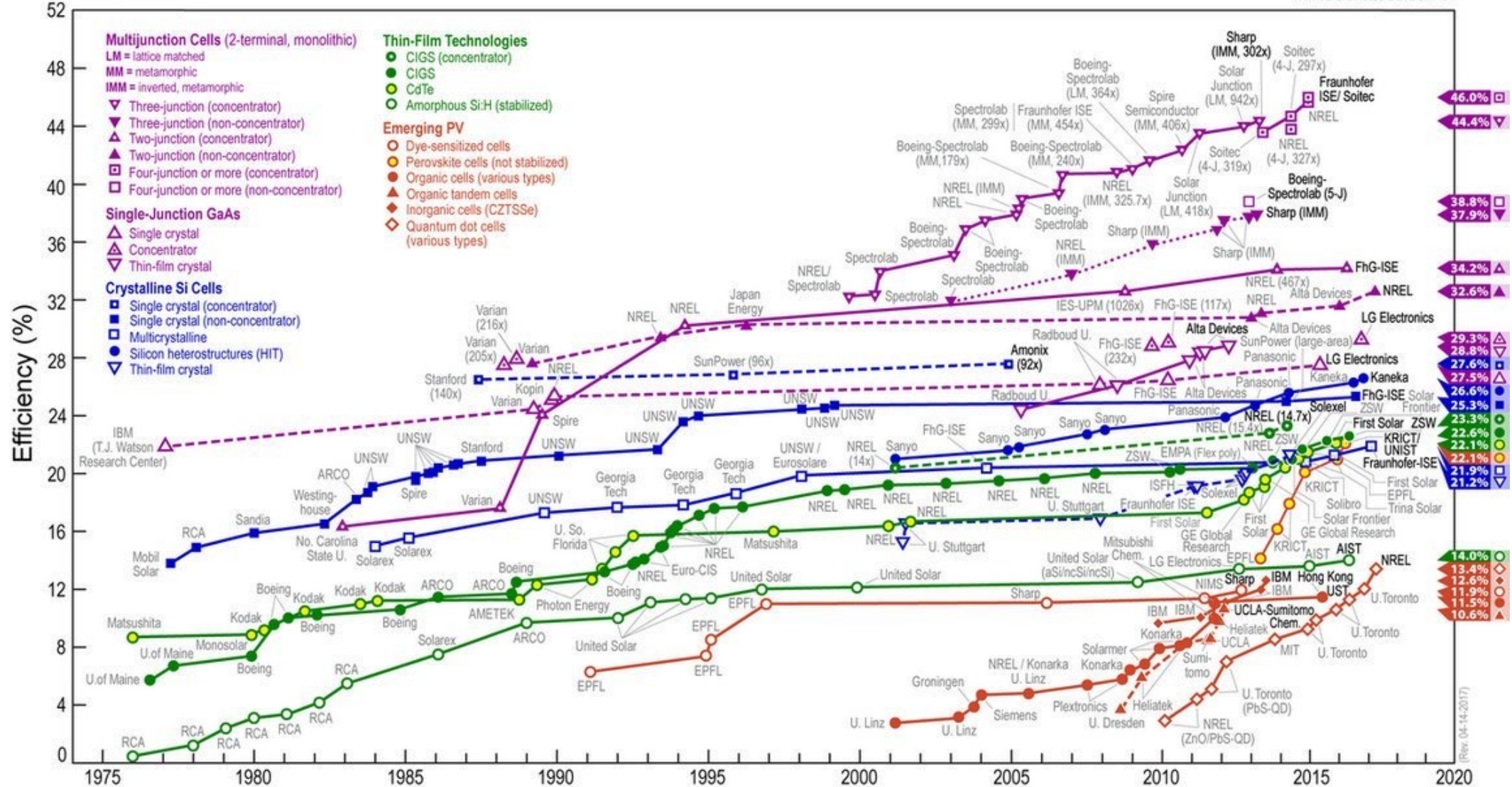
Lithium-ion battery price survey results: Volume-weighted average

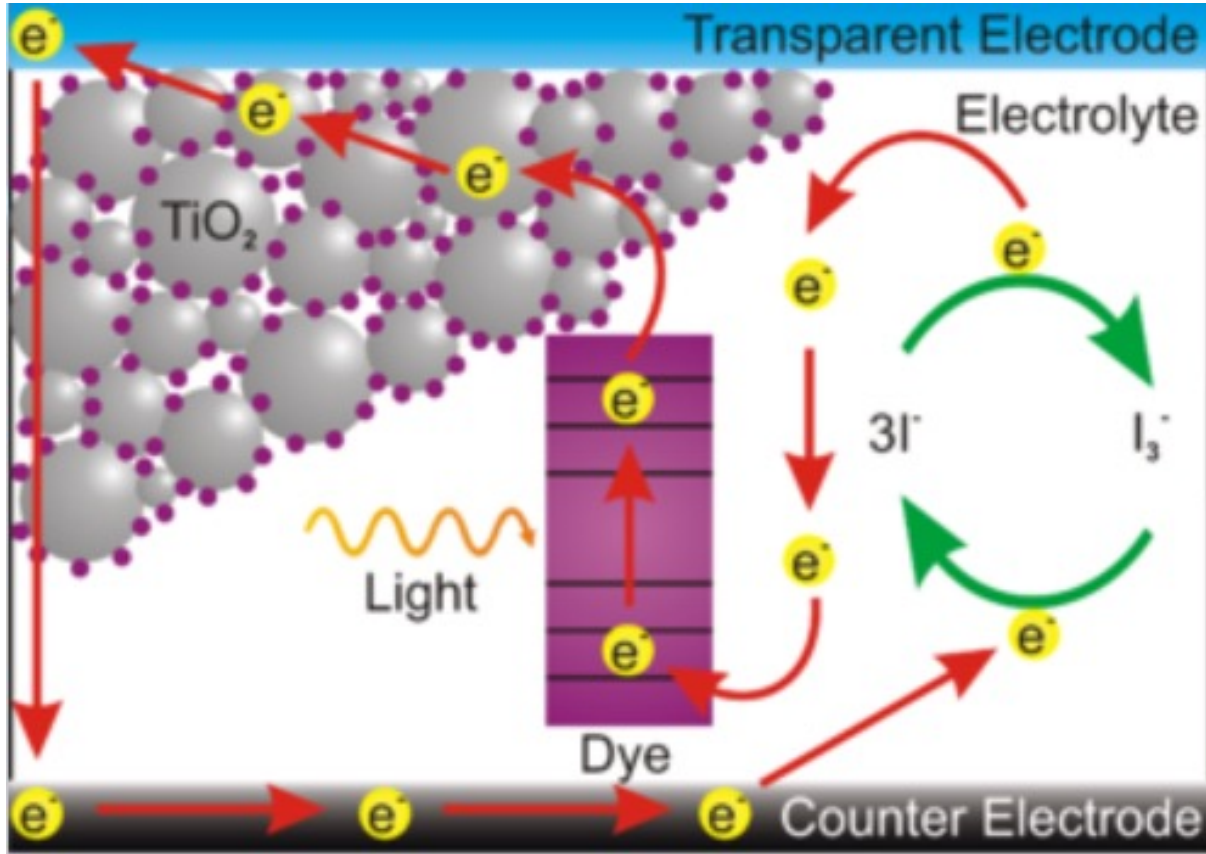
Battery pack price (real 2019 \$/kWh)



Source: BloombergNEF

Best Research-Cell Efficiencies





	반도체 태양전지	DSSC
발전 단가	높음	낮음
발전 효율	높음	보통
환경친화성 (소재 & 공정)	보통	우수함
색상	한정	다양함
투명성	불투명	투명

기업	주요 내용
상보	2008년 ETRI로부터 플렉서블 DSSC기술을 양수
티모	2009년 5월 DSSC 시범생산라인 구축. 2010년 10월 염료감응 태양 전지 녹색기술인증서 획득
동진세미켄	2008년 DSSC Pilot 설비 구축 2009년 지식경제부 신재생에너지 기술 개발사업 중 염료감응형 태양 전지 분야 전략기술개발 사업사로 선정 2015년까지 400억원을 투입하여 100 MW DSSC 제조라인 구축예정
이건창호	지경부 주관 '수요자 맞춤형 염료감응형 태양전지 태양광창호와 태양 전지 고속공정 개발 과제' 주관기업 선정 창호형 DSSC 개발중

기업	주요 내용
Dai Nippon Printing(일본)	ITO(SPD foamed) film substrate 기판에 셀면적 0.16cm ² , 광전변환 효율 6.52%의 flexible 염료감응태양전지 개발
Peccell Technologies(일본)	나노입자금속산화물의 저온성막기술을 확립하고 투명 플라스틱 기판의 Flexible 염료감응태양전지 모듈을 제작
TDK(일본)	다양한 색상의 ZnO solar cell을 개발해 염료감응 태양전지 모듈로 충전하는 스쿠터 개발
G24i(영국)	2007년 Roll to Roll 인쇄방식으로 5MW/년 규모의 금속박판 Flexible 염료감응 태양전지 모듈 양산 라인을 구축
Corus(영국)	Colarcoat Production 공정 노하우를 활용한 Flexible 염료감응태양전지 Roll to Roll 생산방식을 검토

○ 미국에서는 Konarka, Dupont, GE 등에서 진행하며, 유럽은 3G Solar, Solaronix, 호수는 Dyesol이 주도



한화솔루션

폐기된 태양광 85% 회수
그중 80% 재활용 공정을 거쳐 재활용 가능

변화하는 세계 시장



중국
2020년 신규 태양광 발전 프로젝트에 대한 정부 지원금 15억 위안
2019년 확정 발표한 보조금 30억 위안에 비해 50% 삭감

2021년 육상 풍력 발전 보조금 종료
2025년 태양광 발전 보조금 종료



일본
2020년 기존 FIT 지원 제도 종료
2021년 새로운 제도 도입 예정



미국
2018년 1월 23일 태양광 셀, 모듈에 대한 세이프가드 조치 발동
태양광 2.5GW까지 무관세 수출
수입한 태양광 제품 1년차 30%, 2년차 25%, 3년차 20%, 4년차 15% 부과

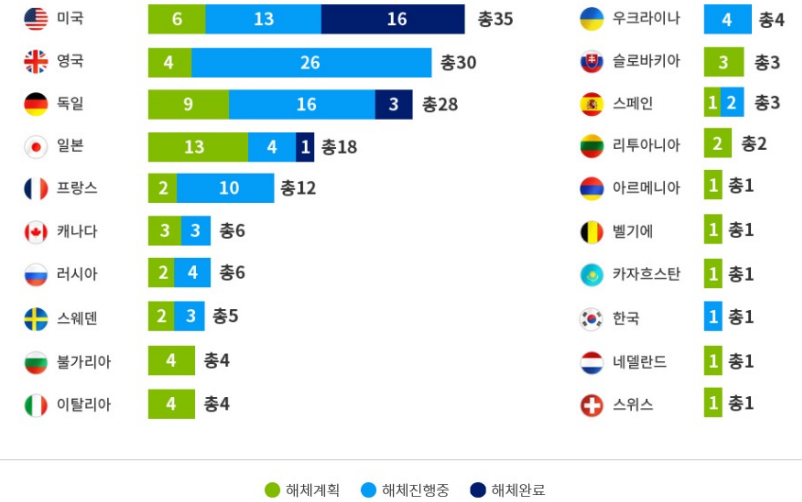
구분	기수	설비용량(MWe)	국가수	보기
운전중	441	389,998	30개국	IAEA
건설중	54	57,441	19개국	IAEA
계획중	109	117,912	18개국	WNA
영구정지	188	83,961	21개국	IAEA

운전중·건설중·영구종료 : IAEA PRIS 2020. 5. 현재 / 계획중 : WNA 2020. 5. 현재

번호	국가명	운전	정지	건설	계획
1	미국	95	38	2	3
2	프랑스	57	13	1	
3	중국	48		11	44
4	러시아	38	8	4	24
5	일본	33	27	2	1
6	대한민국	24	2	4	
7	인도	22		7	14
8	캐나다	19	6		
9	영국	15	30	2	2
10	우크라이나	15	4	2	2

주요국가 원전해체 진행 현황

(IAEA-PRIS 2019년 3월 기준, 단위: 개)



원전해체산업 육성 전략

외국 화력발전소에 투자하는 한국 은행

	국가	발전소명	용량 (MW)	투자비 (억원)	참여형태	국내 금융기관 참여
한국전력	필리핀	세부	200	941	건설 및 운영	한국수출입은행 (100백만달러)
	필리핀	SPC	277	200	지분투자	-
	중국	격맹국제	2,603	2,530	지분투자	-
	베트남	응이손2	1,200	3,032	건설 및 운영	한국수출입은행 (534백만달러)
	방글라데시	모헤시칼리	1,200	4,538	건설 및 운영	미정
	남아공	타바메시	630	1,506	지분투자, 건설·운영	미정
	인도네시아	자와 9&10	2,000	600	지분투자, 건설·운영	수출입·산은·무보 (미정)
	필리핀	수알	1,000	미정	직접개발	
합계			9,110			

발전부문별 온실가스 배출량 추이

〈표 1〉 발전부문의 온실가스 배출량 추이

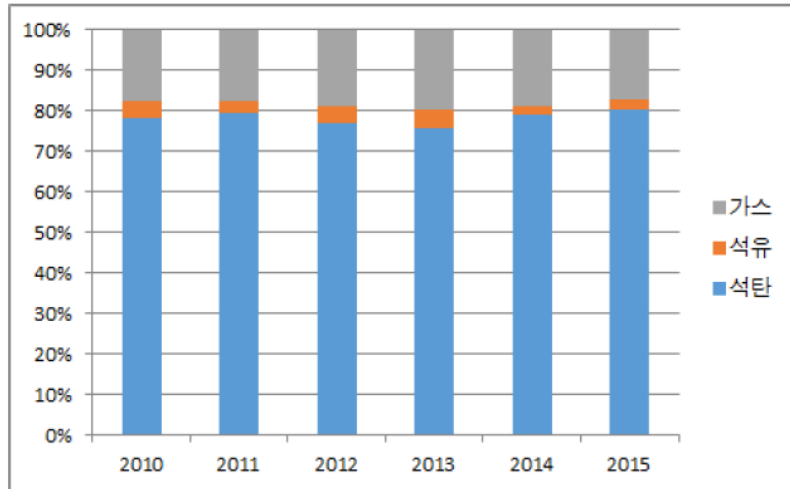
(단위: 천톤)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
석탄	184,082	190,952	187,237	188,405	185,697	190,793
석유	9,332	6,725	10,385	10,656	5,100	5,947
가스	41,389	42,759	45,301	49,122	44,381	40,774
발전부문	234,803	240,437	242,923	248,184	235,179	237,514

자료: 에너지경제연구원




주: 석탄에서 배출되는 온실가스 배출량에는 신탄 및 기타에서 배출되는 온실가스 배출량을 포함한다. LNG에서 배출되는 배출량은 도시가스에서 배출되는 배출량을 포함한다. 아래 에너지사용량 및 발전량에도 동일한 기준을 사용하였다.

[그림 1] 발전부문의 온실가스 배출량 연료별 상대적 비중



무연탄 92% 탄소(C)

주요 정당 환경·에너지 공약

더불어 민주당 	<ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지 비중 확대, 석탄발전 감축 • 미래차(전기·수소차)와 전후방 연계산업(2차 전지, 수소연료전지) 육성 • 탄소세 도입 검토 • 기후위기 취약계층 에너지복지 강화
미래 통합당 	<ul style="list-style-type: none"> • 재앙적 '탈원전' 정책 폐기 • 사용 후 핵연료 처리문제 해결방안 마련 • 태양광게이트 비리규명 및 척결 • 국산 농축산물 신뢰 강화
정의당 	<ul style="list-style-type: none"> • '탈핵' 조기 달성, 2030년까지 석탄화력발전소 가동중지 • 경유차 완전 퇴출, 내연기관차 신규판매 제한 • 산업용 전기요금 정상화 • 환경영향평가 대상사업 종류·범위 확대

20대 4.13 총선, 탈핵-에너지전환 정책에 대한 정당별 입장

탈핵정당 : 더불어민주당(더), 정의당(정), 노동당(노), 녹색당(녹)
 찬핵정당 : 새누리당(새), 국민판단 : 국민의당(국)
 ○:찬성 X:불가 △:보류 -:무응답

	새	더	국	정	노	녹
탈핵기본법 제정	X	○	검토	○	○	○
신규원전 중단	X	○	검토	○	○	○
노후원전 수명연장 금지	X	○	규제	○	○	○
원자력안전위원회 독립성 강화	-	○	○	○	○	○
재생에너지 발전차액지원제도 도입	X	○	△	○	○	○
재생에너지 지원재원 전액요금 표시제 도입	부당	○	△	○	○	○
지역에너지전환 지원제도 마련	현행	규제	△	○	○	○
초고압 송전선 재검토/주민의견수렴 의무화	X	○	검토	○	○	○
핵연료세 도입	-	규제	○	○	○	○
방사능오염 지역주민 이주대책 마련	-	○	규제	규제	○	○
예산-원전홍보 재처리 식감/원전안전, 재생에너지 증액	X	○	규제	○	○	○
수입품 방사능 관리 강화/방사능안전급식체계 구축	-	○	○	○	○	○

[자료: 핵없는사회를위한 공동행동 20대 총선, 탈핵-에너지전환 정당초청 토론회 자료집 재구성]

2016.04.13 총선

2020.04.15 총선