

KOSME 산업분석 리포트

- 태양광 · 풍력을 중심으로 한 신재생에너지 -

2019. 7.

KOSME

융합금융처

목 차

I. 신재생에너지	1
1. 신재생에너지 개요	2
2. 해외동향	4
3. 국내동향	7
(쉬어가는 코너) 새만금 태양광/풍력발전, 산업의 메카되다	12
II. 태양광 발전	13
1. 태양광 발전 개요	14
2. 태양광 시장현황	16
3. 국내외 산업동향	20
4. 국내 중소기업 기술동향	27
(쉬어가는 코너) 언론이 바라보는 태양광 발전의 현주소	29
III. 풍력 발전	30
1. 풍력 발전 개요	31
2. 풍력 시장현황	34
3. 국내외 산업동향	39
4. 국내 중소기업 기술동향	43
(쉬어가는 코너) 풍력발전의 유니콘, 유니슨(주)를 가다	45
[첨부] 참고문헌	46

【요약】

□ 신재생에너지

- (해외 동향) '17년 기준, 신재생에너지는 세계 전력수요의 26.5%(설치 용량 2,195GW)를 차지하였고, 최근에 발전단가의 하락으로 경쟁력이 향상된 태양광, 풍력에 집중 투자되고 있음
- (국내 동향) 우리나라도 신재생에너지 비중이 점차 증가되고 있으며 현 정부에서는 '깨끗하고 안전한 에너지 공급'을 중장기 에너지 정책으로 수립하고 친환경 에너지 정책('재생에너지 3020')을 추진 중
- (재생에너지 3020) '30년까지 재생에너지 발전 비중을 20% 수준으로 확대 추진
 - 발전 비중 6.2%('17년) → 20%('30년),
 - 보급용량 15.1GW ('17년) → 63.8GW('30년)
 - 신규설비 중 48.7GW를 태양광, 풍력 중심의 청정에너지로 공급

□ 태양광 발전

- (국내외 시장) 중국의 폭발적인 성장으로 '17년 세계 신규용량은 98GW이며(세계 누적 402GW) 우리나라도 태양광 보급은 지속적으로 증가되어 '17년 신규 1.3GW(국내 누적 5.8GW)가 보급됨
- (산업 동향) 태양광 산업은 폴리실리콘→잉곳/웨이퍼→태양전지→모듈→발전시스템 설치/서비스로 구성되어 있는데 수직 계열화 및 규모의 경제를 이룬 원가 경쟁력을 갖춘 업체 위주로 재편되고 있음

□ 풍력 발전

- (국내외 시장) 풍력 발전도 중국의 폭발적인 성장으로 '17년 약 52GW가 설치되었고(세계 누적 539GW), 우리나라는 '17년에 신규 0.1GW (누적 1.1GW)가 보급됨
 - 유희부지 확보가 어렵고 소음, 주민 반발 등의 문제로 향후 풍력의 상당량은 해상 풍력이 차지할 것으로 전망됨
- (산업 동향) 풍력 산업은 풍력발전부품(블레이드, 증속기 등)→터빈 발전기→발전시스템 설치/서비스로 구성되어 있으며 유럽업체를 중심으로 풍력설비는 대형화 되고 있는 추세임
 - 국내 풍력설비 업체는 협소한 국내 시장으로 인하여 세계 시장 진출을 모색하고 있으나 어려움을 겪고 있는 상황임

I. 신재생에너지

1. 신재생에너지 개요	p2
2. 해외 동향	p4
3. 국내 동향	p7

(쉬어가는 코너) 새만금, 신재생 발전 산업의 메카되다!p12



1 신재생에너지 개요

□ 신재생에너지의 정의 및 분류

- (신재생에너지 정의) 기존의 화석연료를 변화시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 신에너지와 햇빛·물·지열·강수·생물 유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 재생에너지로 정의

→ 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법」에 의한 정의

[표-1] 신재생에너지 기술 분야별 정의

구분		정의
신에너지	연료전지	수소를 포함한 연료와 공기 중의 산소가 전기화학 반응에 의해 화학 에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 장치로 전기와 열을 동시에 생산하는 발전기기를 의미
	수소에너지	수소 형태로 에너지를 저장하고 사용할 수 있도록 한 대체에너지
	석탄액화 가스화	폐기물, 바이오매스 및 중질잔사유와 같은 연료를 산소 및 수증기 등에 의해 가스화한 후 생산되는 합성가스를 이용하여 전기, 화학원료, 액체연료 및 수소 등의 에너지로 바꿔주는 기술
재생에너지	태양열	태양으로부터 나오는 열에너지를 흡수, 저장, 열변환 등을 통하여 건물의 냉난방 및 급탕 등에 이용하는 발전기술
	태양광	태양의 빛에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 발전기술로 태양광 발전시스템은 태양전지(Solar Cell)로 구성된 모듈(module)과 축전지 및 전력변환장치로 구성됨
	바이오	바이오매스(Biomass, 유기성 생물체를 총칭)를 직접 또는 생화학적, 물리적 변환 과정을 통해 액체, 가스, 고체연료나 전기열 에너지로 이용하는 기술
	풍력	바람 에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 기술
	수력	물의 유동 및 위치에너지를 이용하여 전기를 생산하는 기술
	지열	물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 이용하여 냉·난방에 활용하는 기술
	해양	조력, 조류, 파력, 온도차 및 염도 차이 등 해양에서 발생하는 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 기술
	폐기물	에너지 함유량이 높은 가연성 폐기물을 열분해 기술이나 가스제조기술 및 소각에 의한 열 회수 기술

□ 신재생에너지의 필요성

- 신재생에너지는 화석에너지의 고갈 및 환경 문제에 대한 핵심 해결 방안이며, 신성장 동력인 친환경 에너지 산업으로 선진국에서는 신재생에너지에 대한 꾸준한 연구개발과 보급정책 등을 추진 중
- 유가의 불안정, 기후변화협약 규제 대응 등으로 신재생에너지의 중요성이 재인식되면서 에너지 공급방식의 다양화 필요성 대두

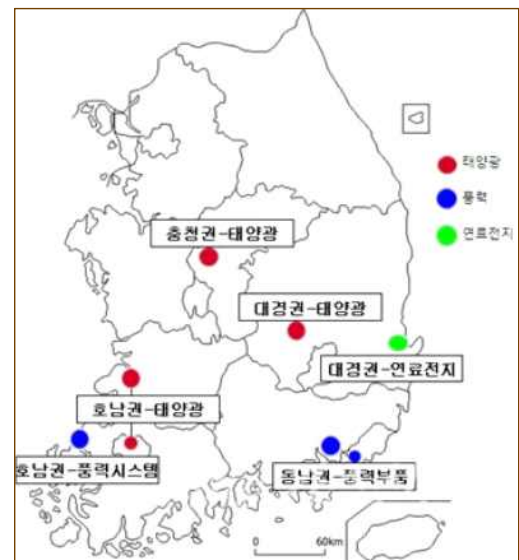
□ 신재생에너지의 특징

- (非 고갈성 에너지) 태양광, 풍력 등 재생 가능 에너지원으로 구성
- (환경 친화형 에너지) 유해성 물질 및 온난화 가스 발생을 줄이는 환경 친화형 청정에너지
- (공공 미래 에너지) 시장창출 및 경제성 확보를 위한 장기적인 개발 보급 정책 필요
- (기술 에너지) 높은 초기 투자비용에도 불구하고 각 선진국에서는 신재생에너지에 대한 연구개발과 보급정책을 끊임없이 추진

(상식하나)

(신재생에너지 테스트 베드) : 신재생에너지기업 (특히 중소기업)이 개발한 기술제품의 시험분석, 성능평가, 신뢰성 검증 장비 구축을 지원하여 관련 기업의 비송 절감 및 애로 요인 해소

분야	지역	주관기관
태양광	충청권	충북테크노파크
	대경권	구미전자정보기술원
	호남권	전북대학교 생산기술연구원(광주)
풍력	동남권	경남테크노파크 생산기술연구원(부산)
	호남권	전남테크노파크
연료전지	대경권	포항공대

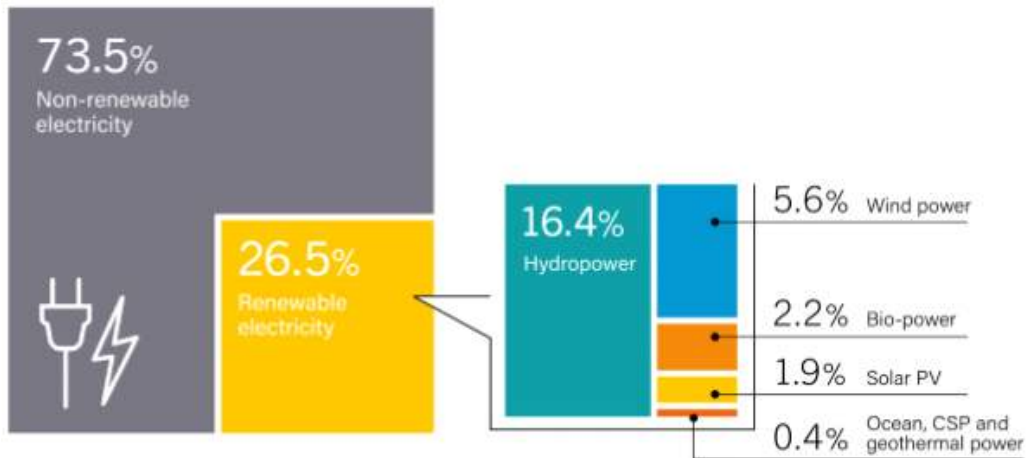


2 해외 동향

□ 신재생에너지 보급현황

- '17년 기준, 세계 전력수요의 26.5%를 차지하였고 발전용량으로는 총 2,195GW 수준임('재생에너지 2018 현황 보고서', REM21)
- 재생에너지 중에 수력(Hydropower)이 16.4%로 가장 많았고, '90년대 중반부터 지속적으로 늘어난 풍력이 5.6%로 2위, 바이오 에너지가 2.2%로 3위, '00년대 중반부터 보급 속도가 빨라진 태양광이 1.9%로 4위를 차지함

[그림-1] '17년 세계 전력생산에서 재생에너지 비중

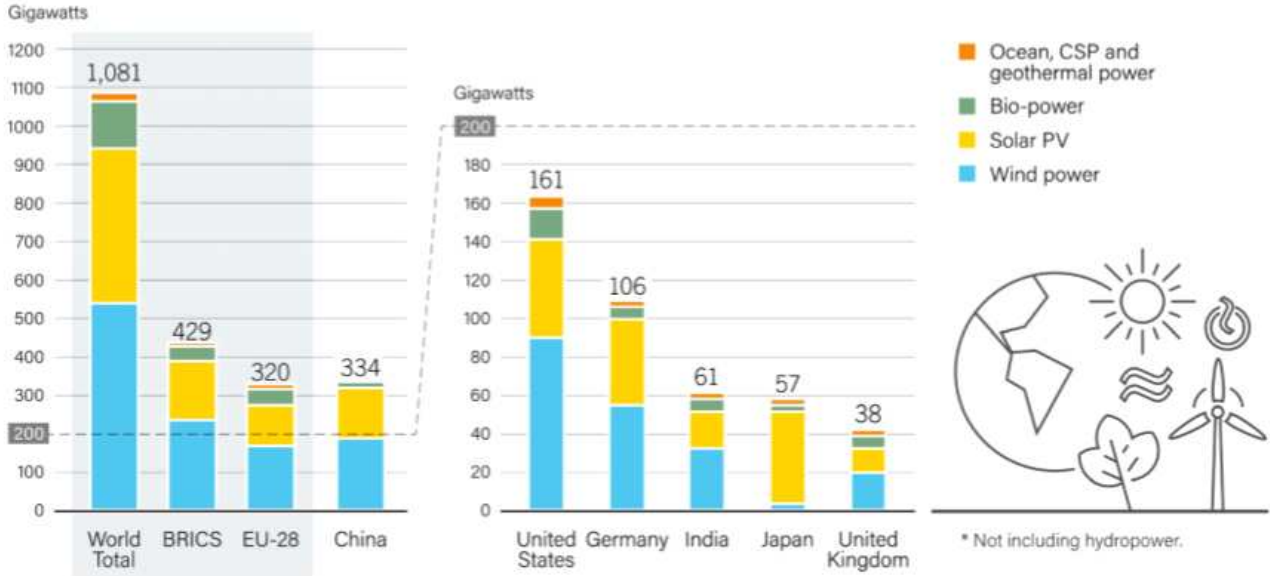


<출처> REM21, Renewables 2018 Global Status Report, 2018

- '10년대까지 세계 신재생에너지 보급은 유럽과 북미가 주도하였고(특히 독일, 미국) '10년대 전후로 중국이 신재생에너지 보급과 투자를 주도하고 있음
- 중국은 수력, 태양광, 풍력, 태양열, 온수 등 여러 분야에서 주도하고 있으며 미국은 바이오 디젤과 바이오 에탄올 등 바이오 연료 생산을 주도하면서 수력, 풍력과 태양광 확대도 활발한 편임
- 일본은 태양광, 독일은 풍력, 영국은 해상풍력의 보급이 활발한 편이며 최근에 새로운 재생에너지 시장으로 인도가 부상하고 있음

- 재생에너지 발전용량이 가장 많은 국가는 중국(334GW)이며 미국(161GW), 독일(106GW), 인도(61GW), 일본(57GW) 순임

[그림-2] 세계 재생에너지 발전설비용량 (단, 수력제외)



<출처> REM21, Renewables 2018 Global Status Report, 2018

□ 신재생에너지 투자 동향

- '17년 신규 설치된 발전설비 중 58.2%(2,650억달러)가 재생에너지(수력제외)이며, 他 에너지원들의 투자금액과 대비하여 높은 상태임

[그림-3] '17년 세계의 발전원별 신규투자



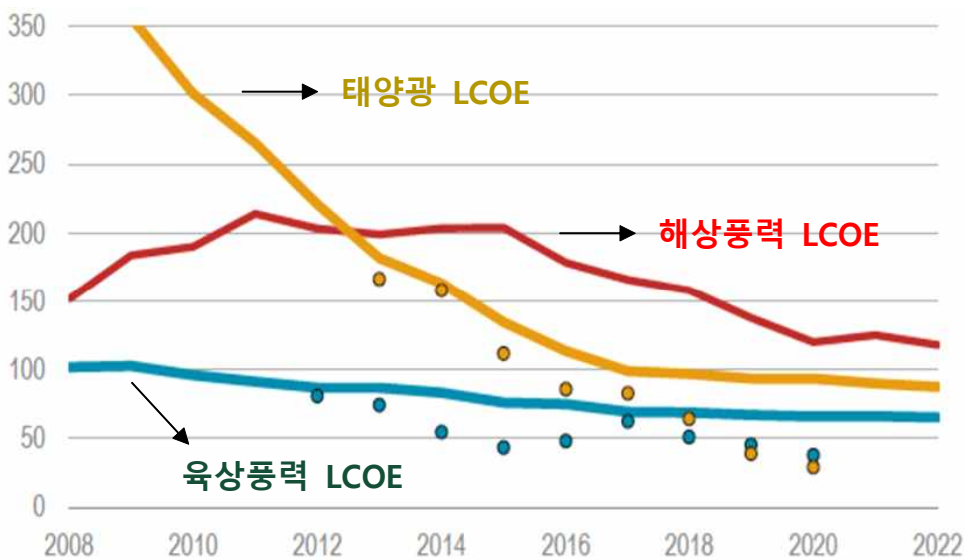
<출처> REM21, BNEF (단위: 억달러)

○ 다양한 재생에너지원 중 발전단가의 하락으로 경쟁력이 향상된 태양광, 풍력발전이 재생에너지 시장을 견인하고 있음

* 태양광 발전원가 ('09년) 304 \$/MWh → ('17년) 86 \$/MWh, 72% 감소¹⁾

* 육상풍력 발전원가 ('09년) 93 \$/MWh → ('17년) 67\$/MWh, 27% 감소²⁾

[그림-4] 태양광 및 풍력발전 최근 LCOE³⁾ 추이



<출처> IEA, Renewables 2017

(상식하나)

인류의 전 세계 에너지소비량을 1이라고 할 때, 재생 가능한 에너지 잠재량을 비교해 보면,

[재생 가능 에너지 잠재량 비교]

태양광	풍력	파력	바이오	지열	수력
10,000	100	6	6	3	1

¹⁾ "발전원가"는 「(초기투자비+유지비)÷전력생산량」으로 계산되며 모듈의 효율 향상과 가격 하락 등으로 태양광 발전원가 하락세는 지속될 전망이다

²⁾ 터빈 대형화에 따른 투자비 (재료, 시공비용) 감소가 주된 요인

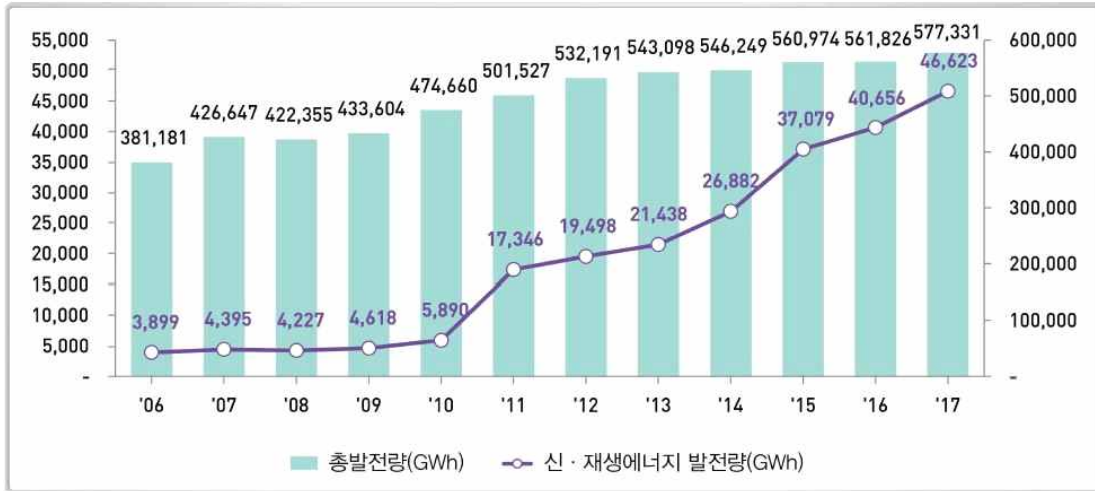
³⁾ LCOE (Levelized Cost of Energy, 균등화 발전비용)는 현 발전원가에 환경오염, 사고비 등 외부비용을 합친 비용을 의미함

3 국내 동향

□ 신재생에너지 현황

- '17년 신재생에너지 발전량은 46,623GWh로 '07년 4,395GWh 대비 10.6배 증가

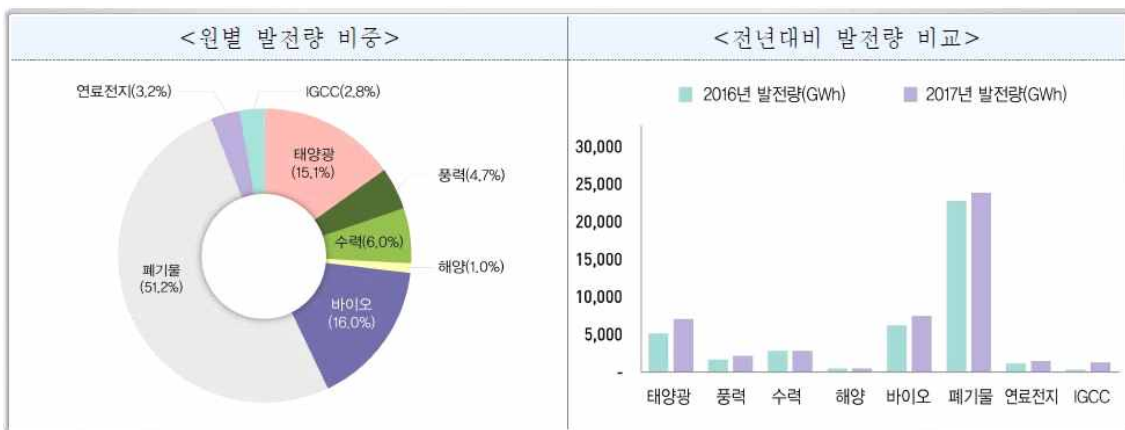
[그림-5] 총발전량 및 신재생에너지 발전량 추이



<출처> 2017 신재생에너지 보급통계, 한국에너지공단 신재생에너지센터, 2018

- 신재생에너지 원별 발전량 중 폐기물 에너지가 차지하는 비율 51.2%로 가장 높으며, 바이오(16.0%), 태양광 (15.1%) 순임

[그림-6] '17년 원별 발전량 비중 및 전년대비 발전량 비교



<출처> 2017 신재생에너지 보급통계, 한국에너지공단 신재생에너지센터, 2018

- 폐기물 에너지는 쓰레기의 에너지화로 쓰레기의 양을 감소시킨다는 긍정적인 측면에도 불구하고 폐기물 연료를 소각하여 열을 얻어내는 과정에서 또 다른 환경오염을 유발 시키는 문제점을 가지고 있음

- '17년 기준, 국내 신재생에너지 산업의 기업체수는 438개이며 폐기물 124개(27%), 바이오 121개(27%), 태양광 118개 (26%) 순임
- 고용인원은 13,327명으로 태양광 7,522명(54%), 풍력 1,853명(13%), 폐기물 1,662명(12%) 순임

[그림-7] '17년 국내 신재생에너지 기업체수, 고용인원 현황



<출처> 2017 신재생에너지 산업통계, 한국에너지공단 신재생에너지센터, 2018

- '17년 기준, 국내 신재생에너지 산업의 매출액은 9조 5,463억원 (내수 4조 608억원, 수출 4조 3,161억원, 해외 매출 1조 1,694억원)으로 나타났다으며 태양광 64,358억원(67%), 바이오 12,597억원(13%), 풍력 10,957억원(11%) 순임
- 투자액은 8,097억원을 기록하였고, 태양광이 7,731억원(96%)로 他 에너지원 대비 월등히 높은 수준임

[그림-8] '17년 국내 신재생에너지 매출액, 투자액 현황



<출처> 2017 신재생에너지 산업통계, 한국에너지공단 신재생에너지센터, 2018

□ 정부정책

- 정부는 '깨끗하고 안전한 에너지 공급'을 중장기 에너지 정책으로 수립하고 친환경 에너지 전환 정책을 추진 중
- '재생에너지 3020 이행 계획'을 수립하여 '30년까지 재생에너지 발전 비중을 20% 수준으로 확대 추진
 - 同 계획에서는 원전/석탄발전을 축소하고, 가스/재생에너지 확대를 우리나라 중장기 에너지 전환 정책 방향으로 제시

[표-2] 국내 발전원별 비중 현황 및 목표(%)

년도	원자력	석탄	LNG	신재생	석유	양수	계
'17년	30.3	45.4	16.9	6.2	0.6	0.7	100
'30년	23.9	40.5	14.5	20.0	0.3	0.8	100

<출처> 산업통산자원부, '재생에너지 3020 이행계획 (2018)

□ '재생에너지 3020' 세부실행계획

- (주요내용) '재생에너지 3020'을 달성하기 위해 '17년 말 대비 발전 비중 3배, 설비 용량 4배 확대 필요
- 발전비중 '17년 6.2% → '30년 20% 확대
- 보급용량 '17년 15.1GW → '30년 63.8GW 확대
- 신규설비('18~'30년) 중 **48.7GW**를 태양광, 풍력 중심의 청정에너지로 공급하여 '30년에 태양광 (36.5GW, 57%), 풍력 (17.7GW, 28%), 폐기물(3.8GW, 6%), 바이오(3.3GW, 5%)로 구성되도록 함

[그림-9] 재생에너지 공급원별 이행계획

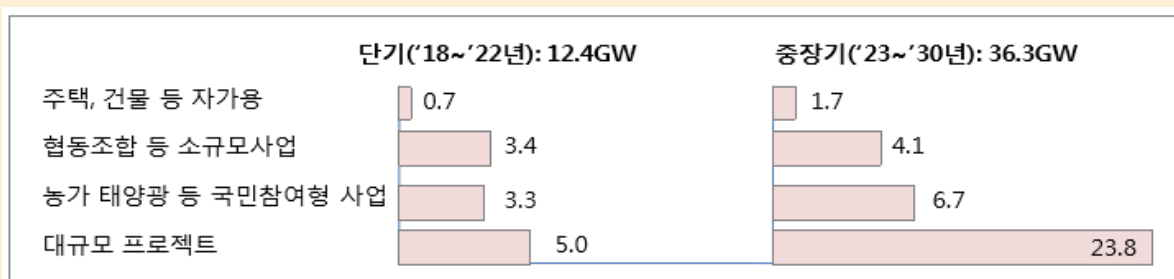


<출처> 산업통산자원부, 재생에너지 3020 이행계획

- (추진전략) 신규설비를 단기(~'22년) 12.4GW, 중장기('23~'30년) 36.3GW로 구분하여 보급할 예정임

* 총 보급 설비 구성은 ①자가용 및 소규모사업(9.9GW):주택, 건물 등 자가용 및 협동조합 참여 ②국민 참여형(10GW):농가 태양광 ③대형사업(28.8GW)으로 구성

[그림-10] 년도별, 주체별 재생에너지 보급 계획



<출처> 산업통산자원부, 재생에너지 3020 이행계획

□ 정부 정책에 대한 실천내용






- (‘19년 집중투자과제에 포함) 정부는 재생에너지 부문을 ‘국민 삶의 질’과 밀접한 ‘19년도 10대 과제⁴⁾에 포함시켜 보급 확대를 위한 예산 증액

• 예산 증액 ‘18년 대비 51.5% 증가한 5,553억원

* 609곳 공공기관 유휴부지 및 주택, 농가 등지에 태양광 보급을 위해 활용할 예정임

- (주요기업의 동향) 국내 기업의 자발적 투자는 초보 단계로 총 전력 사용량 대비 재생에너지 자체조달 규모는 미흡한 수준이나 정부의 정책 기조에 발맞추어 대응 계획을 제시

[표-3] 국내 주요기업의 재생에너지 정책대응 현황

기업	부문	주요내용
 삼성전자	태양광, 지열	·2020년까지 국내외 주요 사업장에 3.1GW 태양광설비 설치 ·지열 등 기타 재생에너지로 100% 대체 추진
 HYUNDAI	태양광	·2020년까지 유휴부지에 27MW 태양광 발전단지 조성 ·정부 등 유관기관과의 MOU 체결 등 대외홍보 확대
	태양광, 풍력, 연료전지, 지열	·롯데월드타워 옥상, 외벽 등 여건에 맞춘 재생에너지 적용 ·국내 최대 지열시스템 등 다양한 재생에너지 적용 추진
 LG Life's Good	지붕형 태양광	·2020년까지 온실가스 연간 3,000만톤 감축 ·사업장 내 유휴부지 활용한 태양광 발전단지 구축
 NAVER	태양광	·전력소모량이 많은 데이터센터를 친환경·저탄소로 운영 ·태양광, 자연풍 활용 중이며, 재생에너지로 100% 대체 추진

<출처> POSRI 이슈리포트, 국내 주요기업의 재생에너지정책 대응과 시사점, (2018.11.22.)

- 국내 주요기업의 재생에너지에 대한 자발적 투자는 (1)제3자 판매 없이 자체 소비, (2)민원에서 자유로운 내부부지 활용, (3)외부협력 통한 시간·비용 절감 및 홍보 효과, (4)역량과는 관련이 적은 태양광 발전을 선호하는 것으로 분석됨

⁴⁾ 10대 투자과제는 문화·체육시설 등 편의시설 확충, 지역관광인프라 확충, 취약지역 도시재생, 농어촌 생활여건 개선, 스마트 영농 확산, 노후된 산업단지 재생 및 스마트 공장, 복지시설 보강, 생활안전인프라 확충, 미세먼지 대응강화, 신재생에너지 시설 확충 등으로 구성

(쉬어가는 코너) 새만금, 신재생 발전 산업의 메카 되다!

정부의 에너지 정책 방향인 “깨끗하고 안전한 에너지 공급”과 일치하고 재생 에너지 추진 시 가장 문제시 되는 민원으로부터 자유롭고 환경훼손이 적은 유희 부지를 활용한다는 측면에서 새만금 신재생 에너지 사업(태양광, 풍력, 연료전지)을 소개

1. 새만금 위치 (전북 군산시, 김제시, 부안군 일원)



- 새만금 개발 사업은 군산-부안을 연결하는 세계 최장의 방조제(33.9km)를 축조하여 간척 토지(291km²)와 담수호(118km²)를 조성

2. 추진배경

- 새만금 기본 계획에 따라 산업·관광레저 용지 등으로 개발 중이며, 개발을 촉진하기 위한 수단으로 재생에너지 사업을 추진 중
- 재생에너지 부지는 공항 소음·고도제한, 공유수면 등으로 개발수요가 상대적으로 낮은 지역 선정, 새만금 전체 면적(409km²)의 약 9.4% 수준

3. 유리한 추진여건

- 광활한 간척지로 풍부한 일조량과 바람 자원을 보유
- 대규모 발전 용량에 대한 계통 연계 (345KV)가 타 지역에 비해 유리

4. 사업 개요

- 태양광 2.8GW (37.83km²)
- 풍력 0.1GW (0.46km²)
- 연료전지 0.1GW (0.16km²)

5. 기대 효과

- 일자리 창출 (재생 에너지 클러스터 조성을 통한 파급효과는 고용 97,000명, 생산 25조 4,400억원, 부가가치 6조 9,800억원)
- 화석연료대체 (연간 4700GWh 생산으로 약 170만 가구 사용 가능)
- 온실가스 감축 (소나무 3억 그루 식재 효과)

II. 태양광발전 (Solar Photovoltaic)

- 1. 태양광발전 개요 p14
- 2. 태양광 시장현황 p16
- 3. 국내외 산업동향 p20
- 4. 국내 중소기업 기술동향 p27

(쉬어가는 코너) 언론이 바라보는 태양광 발전의 현주소..... p29

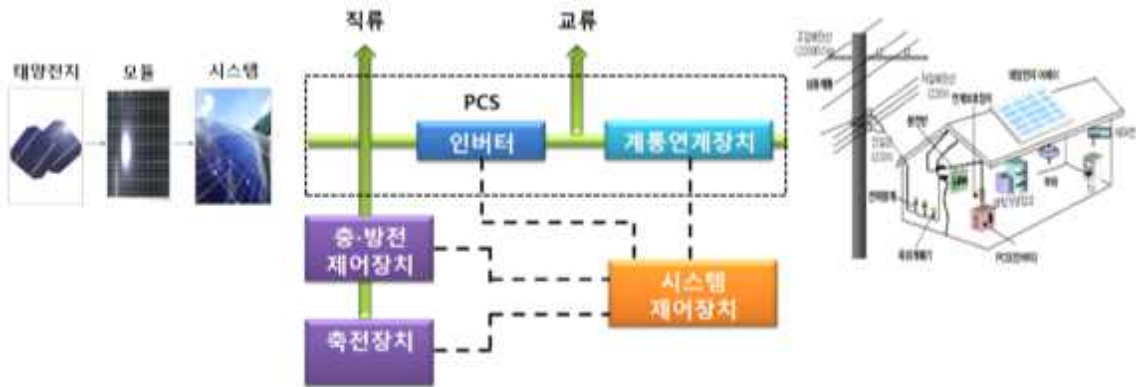


1 태양광발전 개요

□ 구성 및 원리

- (태양광 발전 구성) 태양전지(Solar Cell)로 구성된 모듈(Module), 축전지 및 전력변환장치(Inverter)로 구성됨
 - 태양전지/모듈 태양에너지를 전기에너지로 변환할 목적으로 제작된 광전지로서 금속과 반도체의 접촉면 또는 반도체의 P-N 접합에 빛을 받으면 광전 효과에 의해 전기 발생
 - 축전지 생산된 전기를 필요할 때 사용할 수 있도록 저장하는 장치
 - 전력변환장치 태양전지에서 생산된 직류전기(DC)를 교류전기(AC)로 변환시키는 장치
- (태양광 발전 원리) 태양광 모듈에 태양 빛이 들어오면 직류형태의 전류가 나오게 되는데, 이를 전력변환장치에서 교류로 변환시켜주고 변환 前 전류는 축전지에 저장

[그림-11] 태양광 발전시스템 구성



[그림-12] 태양광 발전 설치 사례



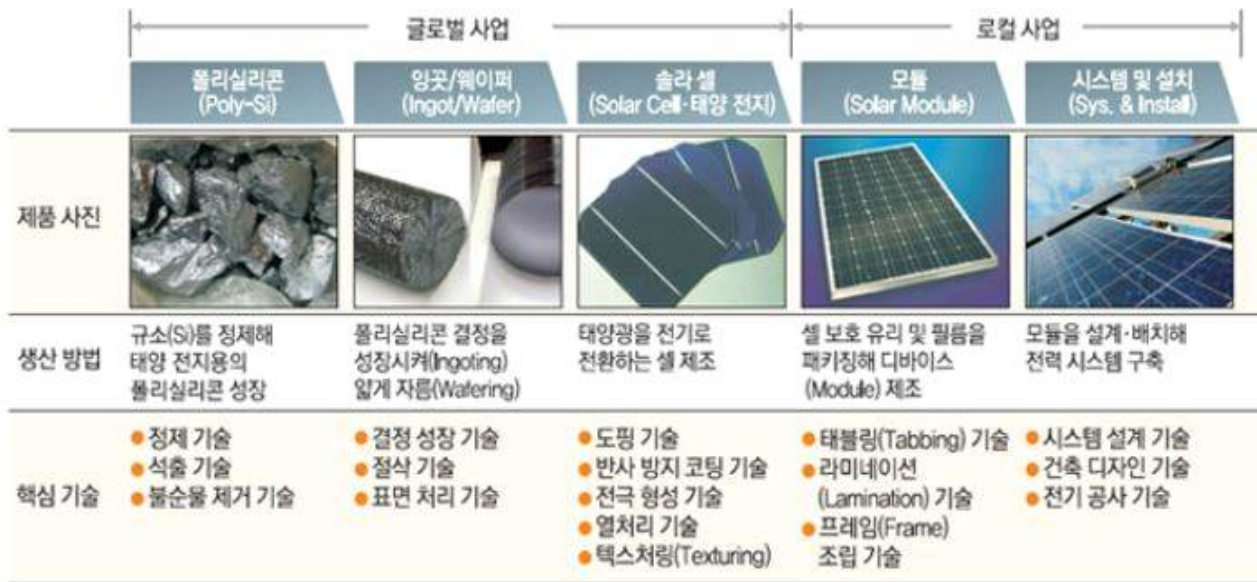
□ 산업 특징

- (정부정책 의존적) 정부 정책에 따라 매출 변동이 매우 큰 편이며, 최근 태양광 모듈 단가 하락으로 태양광 발전의 경쟁력이 높아지면서 점차 자생력을 갖출 수 있을 것으로 예상됨
- (높은 전후방 연관 효과) 태양광 발전시스템은 시공 시 양질의 노동력이 요구되며 플랜트/건설뿐만 아니라 전기, 전자 등 전후방 산업과 연관효과가 매우 높은 산업임

□ 태양광 산업의 가치사슬 (Value Chain)

- (가치사슬구조) 폴리실리콘, 잉곳/웨이퍼, 태양전지, 모듈 그리고 발전 시스템 설치 및 서비스로 분류할 수 있으며 기초핵심소재인 폴리실리콘에서부터 에너지를 만들어 내기까지의 과정

[그림-13] 태양광 산업의 Value Chain



(상식하나)

“신재생에너지 3020 이행계획”에 따르면, '30년까지 태양광 발전용량은 36.5GW이며, 이때 필요한 면적을 계산!

- 1KW에 필요한 면적 19.8m²
- 36.5GW*10⁶*19.8m²÷10⁶km²= 723km²
- 서울특별시 면적의 약 1.2배 땅덩어리가 필요

2 태양광 시장현황

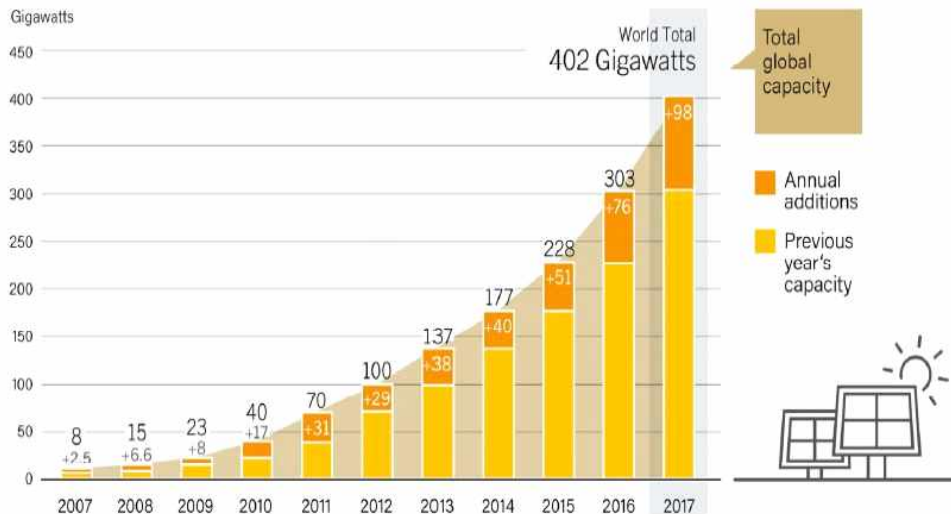
□ 해외현황

○ (태양광 보급 확대) 태양광 시장은 중국의 폭발적 성장으로 '17년 약 98GW가 설치되었고, 세계 누적 용량은 400GW를 초과하였음

· 세계 누적 설치용량 ('12년) 100GW → ('15년) 228GW → ('17년) 402GW

* 태양광 가격이 낮아지고 효율성이 증가 됨에 따라 태양광 발전은 에너지원 다변화, 기후변화 대응, 분산 발전 확대 등의 다양한 에너지 정책과 미세먼지 문제 해결 방안으로 지속적으로 보급 확대

[그림-14] 세계 태양광 누적 및 신규 보급 현황



<출처> REN21, Renewables 2018 Global Status Report, 2018

○ (아시아 국가들이 주도) 전체적으로 중국, 인도, 일본, 한국 등 아시아 국가들이 전체 시장을 주도

· 중국의 누적 설치용량 ('17년) 131GW (점유율 32%)

* 중국 시장은 정부에 의해 주도되고 있으며, 에너지 자립도 향상은 물론 대기오염 개선과 자국 태양광 산업 육성을 위해 지속적으로 태양광을 확대하고 있음

* 최근에 태양광 가격 경쟁력이 향상되면서 개도국 시장이 더 빠르게 성장하고 있음

[표-4] '17년 연간 보급량 및 누적 보급량 상위 10위 국가

1		China	53 GW	1		China	131 GW
2		USA	10,6 GW	2		USA	51 GW
3		India	9,1 GW	3		Japan	49 GW
4		Japan	7 GW	4		Germany	42 GW
5		Turkey	2,6 GW	5		Italy	19,7 GW
6		Germany	1,8 GW	6		India	18,3 GW
7		Australia	1,25 GW	7		UK	12,7 GW
8		Korea	1,2 GW	8		France	8 GW
9		UK	0,9 GW	9		Australia	7,2 GW
10		Brazil	0,9 GW	10		Spain	5,6 GW

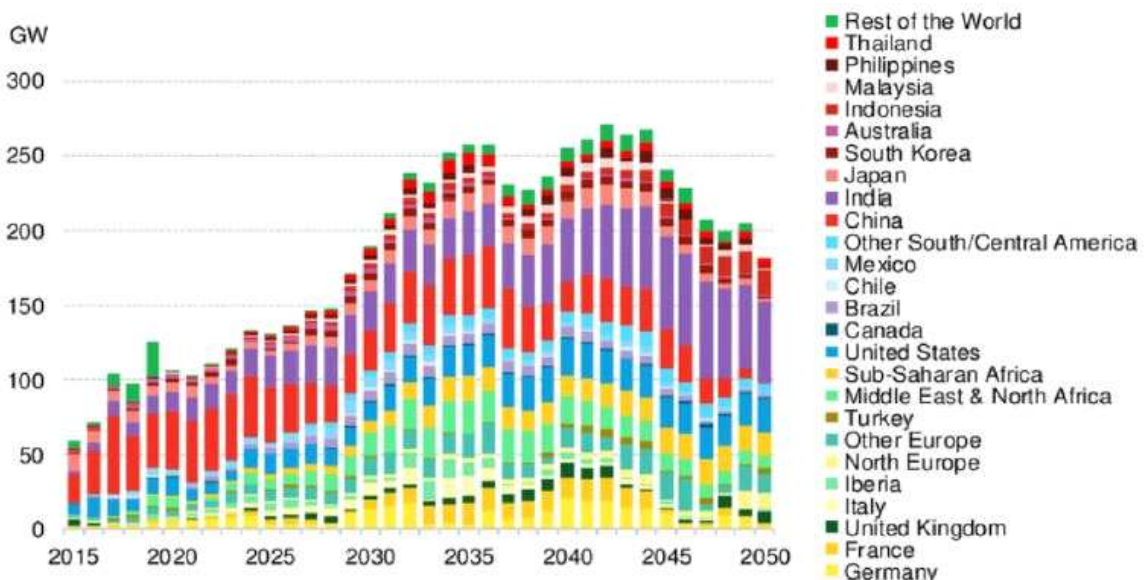
<출처> IEA PVPS, Snapshot of Global Photovoltaic Market: A year Annual PV Installations, 2018년

- (태양광 보급 전망) 지속적인 태양광 가격의 하락과 에너지 저장장치나 계통연결 등의 기술 개발을 통해 향후 전력의 40% 이상을 태양광으로 공급 예측

* '20년 100GW, '30년 200GW, '35년 이후로 250GW 규모의 연간 태양광 시장이 형성될 것으로 전망

* '40년 태양광 총 설치량은 3,904GW에 달할 것으로 예상되며 전체 발전량 중 28%를 차지하여 최대 발전원으로 부상할 것으로 전망됨

[그림-15] 세계 연간 태양광 보급 전망

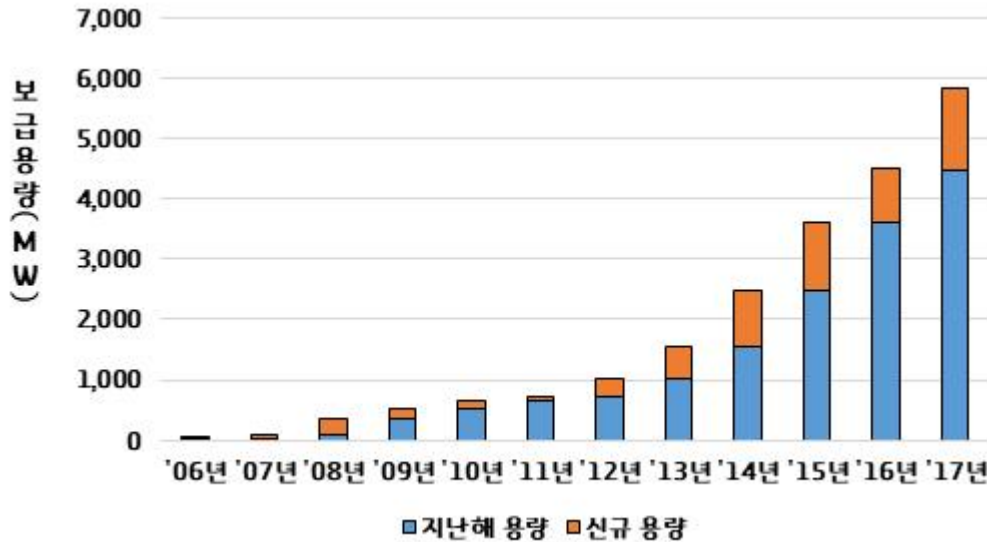


[출처] Bloomberg New Energy Fiance, 2018 Long-Term PV Market Outlook, 2018

□ 국내현황

- (태양광 보급 확대) 정부의 지속적인 신재생에너지 정책에 힘입어 태양광 보급은 계속 증가되는 추세에 있으며 '17년 신규 보급용량 1,362MW, 누적 보급용량 5,843MW임

[그림-16] 한국 태양광 누적 및 신규 보급 현황



<출처> 한국에너지공단, 2018년 신재생에너지 보급통계

- 국내에 설치된 태양광의 80% 이상은 발전사의 「신재생에너지공급 의무자제도※ (Renewable Portfolio Standard, RPS)」를 통해 발생

[표-5] 국내 태양광 설치용량 중 RPS 설치 용량

	단위	'14년	'15년	'16년	'17년
설치용량 (a)	MW	929	1,133	909	1,362
RPS (b)	MW	865	985	803	1,120
(b)/(a)*100	%	93	87	88	82

<출처> 한국태양광협회

※ 신재생에너지공급의무화 일정규모(50만kW) 이상의 발전사업자(공급의무자*)에게 총발전량의 일정비율 이상을 신재생에너지로 공급하도록 의무화하는 제도

* 공급의무자: 한수원, 남동, 중부, 서부, 남부, 동서발전 등 21개 발전사

* 적용대상 에너지원으로는 태양광, 풍력, 수력, 바이오, 연료전지, 조력 등이 있으며 의무공급량은 '12년 총 발전량의 2%에서 '23년에는 10% 이내로 정하고 있음

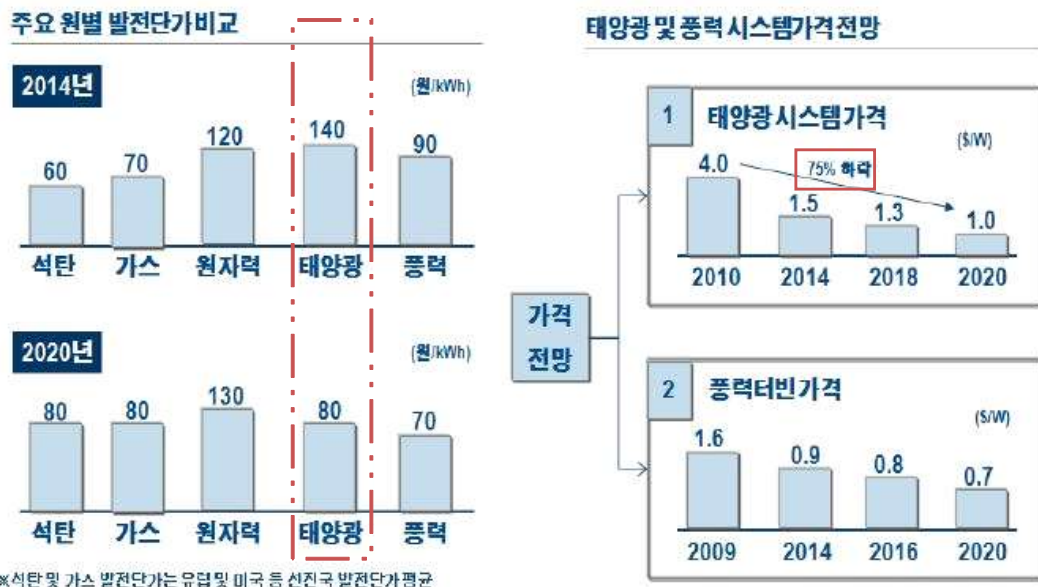
* 할당받은 의무공급량은 발전사가 자체적으로 신재생에너지 발전소를 건설하여 조달하는 방법(자체조달)과 공급인증서(REC) 거래시장에서 구매하는 방법(외부조달)으로 구분

○ (태양광 보급 전망) 정부의 태양광 보급 확대 정책과 기술 개발을 통한 태양광 가격의 지속적인 하락으로 태양광 발전 자체의 경쟁력이 높아지고 있음

· (태양광 발전단가 감소) 타 에너지원 대비 경제성 향상

(‘14년) 140원/KWh → (‘20년) 80원/KWh → (‘25년) 60원/KWh

[그림-17] 주요 원별 발전단가 비교



※석탄 및 가스 발전단가는 유럽 및 미국 등 선진국 발전단가 평균

<출처> 한국수출입은행 (2017)

3 국내외 산업동향

- ▶ 태양광 산업의 가치사슬 (폴리실리콘→잉곳/웨이퍼→태양전지→모듈→발전시스템 설치/서비스)별로 산업동향을 정리하였음

□ 폴리실리콘 (Polysilicon)

- (개요) 폴리실리콘은 태양전지의 핵심소재로서 모래 등에 있는 규소를 용융해서 만듦 (규소는 지표면에 두 번째로 풍부한 원소)

[그림-18] 폴리실리콘

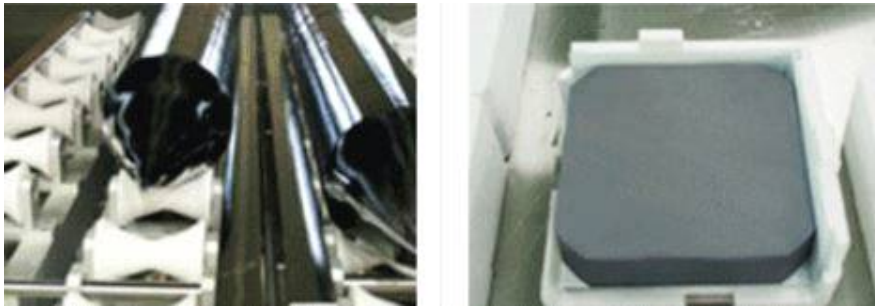


- (기술동향) 폴리실리콘의 기술개발은 低비용화 기술개선(생산성 향상, 에너지 절감), 실리콘 중의 붕소(B), 인(P)의 제거기술, 그리고 새로운 저비용 반응공정의 개발 등이 주를 이루고 있음
- (생산실적) '17년 459천톤의 폴리실리콘이 생산되었고, 주요 국가별 시장 점유율은 중국 52%, 한국 22%, 독일 15%, 미국 7% 순임
 - * 중국의 GCL-Poly이 74천톤, 한국의 OCI가 72천톤, 독일의 Wacker-Chem 71천톤을 생산함
 - * 중국 폴리실리콘 제품은 선진업체 대비 품질이 떨어진다는 평가를 받았으나, 생산원가의 30~40%를 차지하는 전기료를 싸게 공급받을 수 있다는 점에서 선진국의 기업체 대비 5달러/kg 이상의 가격 경쟁력을 가지고 있음
- (업계동향) 세계 태양전지용 폴리실리콘 산업은 규모의 경제, 안정적인 원료 및 판로확보 중요성 등 동 분야 산업의 특성을 고려할 때 경쟁력을 갖춘 소수 대형업체 위주로 재편되고 있음
 - * 장기적으로는 수직계열화 업체, 규모의 경제를 이룬 원가경쟁력이 높은 업체만이 경쟁력을 확보할 수 있을 것임
 - * 한화그룹은 국내뿐 아니라 세계에서 유일하게 폴리실리콘(한화케미칼)-잉곳.웨이퍼(한화솔라원)-셀(한화큐셀, 한화솔라원)-모듈(한화큐셀, 한화솔라원)-발전시스템(한화큐셀, 한화솔라원)에 이르는 태양광 분야 수직계열화를 완성한 기업으로 글로벌 경쟁력을 갖추고 그룹의 신성장 동력으로 태양광 사업을 집중 육성하고 있음

□ 웨이퍼 (Solar Wafer)

- (개요) 고순도 실리콘들을 녹여 블록형태로 만든 후(잉곳), 얇은 막 형태로 절단(웨이퍼)하여 제작하며 고품질 잉곳 성장, 광효율 향상, 원가 절감 등이 핵심 기술임

[그림-19] 태양광 웨이퍼



- (기술동향) 태양광 웨이퍼 업체들은 원가 절감을 위해 폴리실리콘에서 웨이퍼에 이르는 수직계열화를 추진하고 신기술을 도입 중임
- (생산실적) '17년 세계 웨이퍼 총 생산실적은 95GW이며 이중 중국의 GCL이 약 25%인 29.3GW를 생산하였고, Longi Green, JinkoSolar 순으로 생산함
 - * 한국 태양광 산업협회의 자료에 따르면 '17년 국내에서는 웨이퍼 3GW를 생산하였음
- (업계동향) 태양광 웨이퍼 시장은 상대적으로 낮은 기술 장벽과 심한 가격경쟁으로 중국 업체들의 강세가 당분간 지속될 전망이다
- (업황 악화 및 경쟁 심화) 국내 태양광 웨이퍼 생산 업체로는 넥솔론, 웅진에너지, 오성 LST 등이 있으며 가격 하락에 따른 업황 악화 및 경쟁 심화로 사업을 중단하거나 통폐합하고 있는 실정임
 - * (넥솔론) 고효율 웨이퍼의 생산 비중 증가 및 원가 절감 전략으로 위기를 극복하려 하였으나, 최근 법정관리에 들어가는 등 어려움을 겪고 있음
 - * (웅진에너지) '18년 1,117억원의 당기순손실을 기록하였고 올해 3월에 감사의견 '거절'을 받아 상장폐지 절차 진행 중에 있음
 - * (오성LST) 4년 연속 적자로 태양광 사업을 중단하고, 현재는 디스플레이 제조에 주력 중임

□ 태양전지 (Photovoltaic Cell)

- (개요) 태양전지는 광전효과를 이용하여 전기 에너지를 생산해 내는 전지이며 크게 결정형 태양전지와 박막형 태양전지로 나뉠 수 있음
 - 결정형 태양전지가 전체 태양전지 시장의 80% 이상을 차지

[그림-20] 태양전지



- (기술동향) 결정형 태양전지는 효율을 극대화하는 방향보다는 원가절감에 초점이 맞춰져 있음
 - 결정형 실리콘 태양전지는 한계 효율인 29%에 근접한 최고 22%의 효율을 보이고 있어 획기적인 효율 향상을 기대하기 어려운 실정임
 - 기술개발 방향은 효율 증대보다는 생산기술 개선을 통한 원가절감에 초점이 맞춰져 있음
- (생산실적) '17년 중국의 Trina Solar가 7.7GW로 세계에서 가장 많은 태양전지를 생산하였고, 그 뒤를 이어 JA Solar (6.5GW), Canadian Solar(4.5GW), 한화큐셀(4.2GW) 순으로 생산하였음
- (업계동향) '00년대 중반부터 각국의 정책적 지원 및 투자 활성화에 따라 시장 참여업체가 크게 증가하였으나 유럽시장의 축소 및 세계적인 경기위축 등에 따라 '10년 이후 심각한 공급 과잉 현상에 시달리고 있음
 - (혹독한 구조 조정) 공급과잉으로 인한 태양광 가치사슬 전반의 수익성 악화로 인해 규모의 경제를 갖추지 못한 취약 기업 위주로 구조조정이 이루어지고 있으며 특히 밸류 체인 전체에 걸쳐 약 70%의 공급과잉을 유발했던 중국 업체의 경우 혹독한 구조 조정을 거치고 있음

□ 태양광 모듈 (Photovoltaic Module)

- (개요) 태양광 모듈은 일정한 전압이 출력되도록 태양전지를 직병렬로 연결한 발전장치이며 외부 환경으로부터 태양전지가 보호되고 설치가 용이하도록 프레임화한 것임

[그림-21] 태양광 모듈



- (기술동향) 주요 제조사들은 태양광 모듈의 가격인하를 방지하고 매출을 증대시킬 수 있는 최선의 방안으로 모듈의 고효율화를 위한 기술 경쟁을 치열하게 전개하고 있음
- (업계동향) 국내의 대표적인 태양광 모듈 제조사는 현대중공업, 한솔테크닉스, 에스에너지, 솔라파크 등이며, 중국에 본사를 두고 있는 한화솔라윈 이외에는 규모의 경제를 달성하지 못한 상태로 경동솔라, 심포니에너지, 경원, 한국철강 등의 한계기업은 퇴출되었음
- (해외상황) 유럽은 태양광 산업의 최대 수요처였으나 경제위기에 직면한 유럽 각국이 태양광 지원금을 축소하자 '09년 이후 태양광 설비 증설 경쟁을 주도한 중국업체의 저가공세로 인해 미국 SpectraWatt, Evergreen Solar, Solyndra, 독일 Q-Cell, 영국 BP Solar 등이 영업적자 누적으로 부실화되었음
- (대응방안) 태양광 모듈은 태양광 산업 가치사슬 중에서도 부가가치가 낮고 국내 산업저변이 우수한 반도체 및 디스플레이 대비 기술적 난이도가 매우 낮은 기술이므로 원가경쟁력 확보를 위해서는 중국업체 수준의 대단위 설비투자로 규모의 경제 확보가 필요함

□ 태양광발전 시스템

- (개요) 태양전지로 구성된 모듈, 전력제어장치(인버터, 축전지, 전력변환장치 등), 부대설비(추적시스템, 세정/냉각 설비 등)로 구성됨

* 태양광발전시스템은 운용방식에 따라 독립형과 계통연계형으로 구분함

* 독립형은 송배전 인프라가 없는 오지의 소형부하에 사용되며 계통 연계형은 잉여전력을 전력회사에 역전송하여 판매하는 방식임

[그림-22] 태양광 발전시스템



- (기술동향) 태양광발전시스템은 핵심기기들을 조달하여 현장에 단순 설치 시공하는 사업이었으나, 대규모 태양광발전 시설에 대한 투자가 증가함에 따라 제품공급, 시공운영, 금융조달, 자본 구성 등 종합적인 사업역량을 갖춘 대기업의 참여가 국내외에서 매우 활발함
- (사업연계) 태양광 발전 단독의 사업모델 외에 에너지저장장치, 스마트 그리드⁵⁾, 하이브리드 발전, 에너지 관리 사업등과 함께 연계된 에너지 서비스, 에너지 솔루션 사업으로도 진화중임
- (업계동향) 해외 선진사들이 국내 태양광 인버터 시장의 50% 이상을 점유하고 있었으나, 설비가 고가인 반면에 유지보수의 신속성은 낮아 국내제품 선호도가 증가하는 추세임
 - (헥스파워시스템) 인버터 전문 중소기업으로서 소용량에서부터 대용량까지 국내 전용제품 판매에 주력했으나 최근 CE 인증품을 출시했으며 인버터+수배전반+연계변압기가 일체화된 BOS(Balance of System) Package Solution 제품을 판매중임

⁵⁾ 스마트 그리드 (Smart Grid): 전력망에 정보통신기술을 접목, 공급자와 소비자가 실시간, 양방향으로 전력 사용량과 전기 요금 등 전력 정보를 교환함으로써 전기 사용량을 조정하고 이를 통해 에너지 효율을 최적화하는 차세대 전력망임

□ 국내 태양광 산업 지표

- (태양광 산업통계) '17년 국내 신재생에너지 산업의 약 **9.5조원의 매출액 중 64%에 해당하는 6.4조원을 태양광 분야**가 차지하였으며 기업체수, 고용인원 등에서도 태양광 분야가 신재생 에너지원 중 압도적인 비중을 차지

[표-6] 신재생 에너지 및 태양광 분야 산업통계

구분		2014	2015	2016	2017
기업체수 (개)	신·재생전체	447	493	418	454
	태양광(%)	135 (28%)	127(26%)	108 (25.8%)	118(26%)
고용인원 (명)	신·재생전체	15,545	16,177	14,412	13,927
	태양광(%)	8,239 (53%)	8,698 (54%)	8,112(56%)	7,522 (54%)
매출액 (억원)	신·재생전체	99,053	113,077	100,892	95,463
	태양광(%)	63,358 (64%)	75,637 (67%)	70,248 (70%)	64,358 (67%)

<출처> 신·재생에너지센터, <https://www.renewableenergy.or.kr>

- (태양광 생산규모) 한국 태양광 산업협회의 자료에 따르면 '17년 국내 폴리실리콘 82천톤, 웨이퍼 3GW, 셀 6.3GW, 모듈 8.3GW의 생산능력을 보유하고 있음

[그림-23] 국내 태양광 상장기업들의 실적 추세



<출처> 태양광산업협회

- (태양광 주요 품목별 매출 비중) 태양광 품목 중 모듈과 폴리실리콘의 비중이 높고 수출이 내수의 2배 정도 차지하고 있는 반면에 장비, 부품소재, 전력변환장치 등은 수출보다는 내수 비중이 월등히 높음

[표-7] 국내 태양광 주요 품목별 매출액 현황

구분	폴리실리콘	잉곳	웨이퍼	셀	모듈	장비	전력변환장치	부품/소재	집광채광기	계
매출액	13,150	890	2,202	1,455	38,259	1,296	3,012	3,219	31	63,514
내수	820	18	178	419	10,606	1,286	2,754	6,463	31	22,575
수출	12,330	871	1,024	1,036	20,316	10	258	844	-	36,740
해외공장	-	-	950	-	7,337	-	-	-	-	8,287
비중(%)	20.4	1.4	3.4	2.3	59.4	2.0	4.7	6.3	0	100.0

<출처> 한국에너지공단 신·재생에너지센터, 2017년 신·재생에너지 산업통계, 2018

(상식하나)

[국내 태양광 산업의 Value Chain 별 주요기업]



- 폴리실리콘: OCI, 한화케미칼, SMP, 한국실리콘
- 웨이퍼: 웅진에너지, SKC 솔믹스, 넥솔론
- 셀/모듈: LG전자, 현대중공업, 한화큐셀, LS산전, 신성솔라에너지, 에스에너지, 한솔테크닉스, 솔라파크, 탑선 등
- 소재: 한화첨단소재, SKC, SFC, 대주전자재료, 동진세미켄, 삼성SDI, 롯데알미늄 등
- 부품: 퀴츠테크, 람코리아 등
- 인버터: 카코뉴에너지, 헥스파워, 다쓰테크 등
- 장비: 주성엔지니어링, 원익 IPS, 제우스, 에스테크, 엔씨디, 맥사이언스, 제너셈, 에버솔라에너지 등
- 시공: 한화큐셀에너지, LG CNS, KT, BJ 파워, 탑인프라 등
- 운영관리: KD 파워, 하이레벤 등
- 대여사업: 솔라이앤에스, 에스파워, 에스피브이, 이든스토리, 한라이앤씨, 한빛이디에스, 한화큐셀코리아, 해양도시가스

4

국내 중소기업 기술동향

□ 태양광 Value chain별 중소기업 현황

- (태양광 웨이퍼/셀/모듈) 선진국 대비 90% 이상 수준의 기술력 보유

[표-8-1] 태양광 Value Chain별 중소기업 현황

기술 분류	잉곳, 웨이퍼	태양전지	모듈
주요 기술	·Growing 공정 ·웨이퍼 절단	·태양전지 식각공정 ·태양전지 증착공정 ·태양전지 AR공정	·Tabbing&Layer ·라미레이팅 공정
중소기업	·S-Tech	·주성 엔지니어링 ·테스 ·원익 아이피에스	· SFA · 아롤 · 세메스 · 신성FA
중소기업 참여영역	·잉곳 성장 가공 ·웨이퍼 가공	·태양전지 제조공정 (식각, 코팅, 증착 등)	모듈제조공정
중소기업 참여정도	○	○	●

- 중소기업의 참여정도 (낮은 단계 ○, 중간단계○, 높은 단계 ●)
<출처> 중소기업청(2017)

- (태양광 발전시스템 분야) 중소기업의 참여정도가 매우 높은 분야임

[표-8-2] 태양광 Value Chain별 중소기업 현황

기술 분류	설치대	BOS (Balance of System)
주요 기술	·부식관련기술 ·방청관련기술	·MPPT 전력변환기술 ·고효율 전력변환기술 ·유/무효 전력제어기술
중소기업	·구조물 관련 기업	·다쓰테크 ·윌링스 ·핵스파워
중소기업 참여영역	·구조물 부식/방청 관련 분야	·DC-AC 전력변환분야
중소기업 참여정도	●	●

□ 중소기업에 적합한 핵심기술

- 태양광 산업의 핵심이 되는 부품·소재, 공정장비, 전력제어 시스템 분야는 국내외 산업에 미치는 파급효과가 매우 높음

[표-9] 중소기업에 적합한 핵심기술 List

기술 분류	핵심기술	개요
Ingot 공정	· 단결정 실리콘 잉곳 제조 장치	· 고품질 단결정 잉곳재료 중 단결정 실리콘 잉곳을 제조하는 장비
태양전지 공정	· 에칭 장비	· 고효율 태양전지의 성능개선 및 셀 구조에 맞게 웨이퍼를 Texturing 할 수 있는 공정 장비
	· 스퍼터링 장비(PVD)	· 광흡수, 변환효율을 위한 증착장치로 스퍼터링을 이용한 증착장치
	· 화학기상증착(CVD)	· 광흡수, 변환효율을 위한 증착장치로 화학기상 증착을 이용한 증착장치
	· 원자층 증착장치 (ALD)	· 광흡수, 변환효율을 위한 증착장치로 가장 얇은 박막층을 형성할 수 있는 증착장치
	· 셀 후면 Polishing 장비 (PERC용)	· 고효율 태양전지인 PERC 셀의 에칭된 후면을 평판형태로 연마하는 공정장비
모듈 공정	· Tabbing&Stringer	· 태양전지 셀과 셀을 연결하는 장치
전력제어기술	· 태양광 발전시스템의 계측제어 개발	· 태양광발전시스템의 계측 정밀도 $\pm 2\%$ 이내 · 전력계통에 대한 유효/무효 전력제어 · 유/무선을 통한 기상 및 발전량 모니터링 · 스마트폰을 이용한 원격 모니터링
	· 태양광 발전시스템의 최적 설계와 모델링 기법	· 태양전지 모듈의 스트링 및 어레이 설계 · 태양광 인버터와 스트링 설계 매칭 · 설치면적 및 주변 환경에 대한 3D 공간 설계 · 설치 지역 연중 온도에 대한 시스템 모델링
	· 발전량 예측 프로그램	· 설치지역 및 누적 기후 데이터 기반의 발전량 예측 · 태양전지 모듈 및 인버터에 의한 발전량 예측
전력변환장치 성능향상	· 고효율 신기술 적용 DC-AC 컨버터 기술	· 3kW 이상 용량에 대한 97% 이상 고효율 전력 변환 및 전력변환 토폴로지
	· 고효율 신기술 적용 DC-AC 컨버터 기술	· 10kW 이상 용량에 대한 97% 이상 고효율 전력 변환 및 전력변환 토폴로지
시스템 성능 개선	· 에너지 저장 연계 시스템의 원격 모니터링 기술	· 계통 및 부하 조건에 대한 연계 운전 알고리즘 · 유선 및 스마트폰을 이용한 원격 모니터링
	· 태양광발전시스템의 접속함 및 집전함 기술	· 외부환경조건에 대한 FMEA(고장모드분석) 설계 · 역전류 방지기능의 고효율화 기술

<출처> 중소기업청(2017)

(쉬어가는 코너) 언론이 바라보는 태양광 발전의 현주소

정부가 신재생에너지를 야심차게 추진하려는 계획과는 달리 언론에서는 태양광 발전사업 확대에 대해 산림 훼손, 주민갈등, 중국산 설비 도입에 따른 국내 산업붕괴 등의 부정적인 언급이 많았음. 균형 잡힌 내용을 함께 제공한다는 측면에서 언론이 바라보는 태양광 사업의 현주소를 4월에 게재된 신문, 뉴스 방송 내용을 일부를 발췌하여 정리하였음

주민반발에...농어촌公, 태양광 최대 80% 축소 -서울경제, 2019.4.2.-

한국농어촌공사가 의욕적으로 추진하던 수상태양광 설치 규모를 최대 80% 이상 줄이는 방안을 검토한다. 정부의 신재생에너지 정책에 발맞춰 7조원대의 사업비를 투입하고 밀어붙이는 과정에서 지역주민들의 반발이 거세졌기 때문이다...(생략)

여의도 15배 山林 '태양광'에 깔렸다 -문화일보, 2019.4.4.-

탈원전 바람을 타고 전국 산지 곳곳에 태양광 발전시설이 들어서며 최근 3년간 서울월드컵경기장 6000여개가 넘는 산림이 훼손된 것으로 드러났다...(생략)

친환경 내세운 태양광, 오히려 숲 망친다 -KBS 뉴스, 2019.4.15. 방송-

태양광 발전이 '친환경 에너지'를 내세우지만, 시설을 설치하기 위해 산림을 마구 훼손해 산사태 등 환경피해가 우려된다는 소식을 전달하는 내용임

신재생 늘린다는데 태양광 산업생태계는 붕괴위기 -서울경제, 2019.4.22-

...정작 국내 신재생 관련 기업들은 도산까지 걱정하는 역설적인 상황이 벌어지고 있다. 정부의 신재생에너지 확대 정책이 외국 기업들 배만 불리는 것 아니냐는 우려가 나오는 배경이다...(생략)



<출처> 서울경제 19년 4월 22일자

태양광 보조금 중국이 빨아들이고 우리 기업은 파산 -조선일보, 2019.4.25-

정부가 탈원전을 한다며 재생에너지 투자를 대폭 늘리고 있지만 정작 국내 태양광 업체들은 중국산 저가 제품 공세로 파산 위기로 내몰리고 있다...(생략)

태양광 발전비용 하락 중이지만 국내는 아직 비싸 -한겨레, 2019.4.27.-

III. 풍력발전 (Wind Power)

1. 풍력발전 개요	p31
2. 풍력 시장현황	p34
3. 국내외 산업동향.....	p39
4. 국내 중소기업 기술동향	p43
(쉬어가는 코너) 풍력발전의 유니콘, 유니슨(주)를 가다	p45



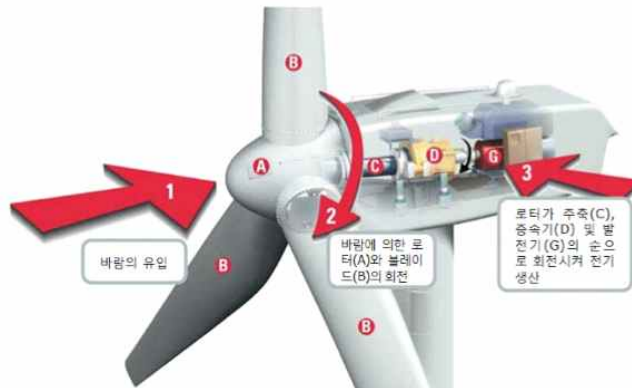
1

풍력발전 개요

□ 구성 및 원리

- (풍력발전 구성) 바람에 의해 회전 하는 블레이드(Blade), 동일 구동축에 연결된 주축, 증속기 및 발전기로 구성됨
 - (블레이드) 바람의 운동에너지를 기계적 회전력으로 변환시키는 장치
 - (증속기) 입력된 에너지를 증폭시키는 장치
 - (발전기) 기계적 회전에너지로 전기에너지로 변환시키는 장치
- (풍력발전 원리) ①바람의 유입에 의한 날개의 운동이, ②주축에 기계적 에너지를 전달하고 주축의 회전속도가 일정하게 증속되어, ③ 발전기에서 교류 전기를 생산하는 것임

[그림-24] 풍력발전기의 작동원리



[그림-25] 풍력 발전 설치 사례



| 군산 비응도 풍력 단지 |



| 제주 남동발전 풍력단지 |


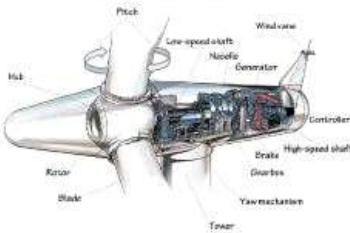

□ 산업 특징

- (정부 주도형 산업) 기후변화대응은 선진국의 최상위 국가 의제로 대두되었으며 각국 정부는 온실가스인 이산화탄소 배출 절감 효과가 우수한 신재생에너지 기술을 전략적으로 육성하고 있음
- (노동·기술집약적 종합산업) 고도의 설계기술과 우수한 노동력이 요구되며 플랜트·건설과 단조·철강·기계·전기·전자 등 전·후방 산업의 연관효과가 매우 높은 종합산업의 특징을 지님
- (자본 집약적 산업) 단일 풍력단지 개발은 20~1,000MW 규모로 MW당 20~30억원의 자금이 소요되는 대규모 프로젝트임
- (중소·대기업 동반성장) 풍력은 조선, 중공업 등 대기업의 풍력기업화가 가속화 되고 타워, 부품 등 중간제품은 중소, 중견기업이, 시스템 완제품은 대기업이 맡아 상생, 공존하는 대표적인 중소,대기업 동반성장 분야로 성장하고 있음

□ 풍력발전산업 가치 사슬(Value Chain)

- (가치사슬구조) 풍력발전 산업의 가치사슬 (Value Chain)은 크게 '풍력발전부품 업체→풍력 터빈 발전기→풍력발전단지(설치시공, 계통연계)'로 구성됨



[그림-26] 풍력발전 산업의 가치사슬

구분	발전기 부품	풍력 터빈 발전기	풍력발전단지
			
업체	증속기: 효성, 두산중공업, 삼양가속기, 유니슨, 우림, 평산 전력변환장치: 플라스포, 유니슨	현대중공업, 효성, 보국전기, 두산중공업, 유니슨	현재 발표된 국내 풍력 발전 단지 개발 계획 육상: 1,357 MW 해상 6,900 MW

□ 해상풍력발전 (Offshore Wind Power)

- (해상풍력 발전) 풍력 터빈을 해상의 연안지역에 설치하여 해상에서 불어오는 바람의 운동에너지를 윈드 터빈(회전날개)에 의한 기계적 에너지로 변환하여 전기를 얻는 발전방식을 의미
- (해상풍력의 대형화) 해상풍력발전은 풍력터빈이 대형화 되고, 타워 높이가 100m를 넘어감에 따라 발전단지 주변의 소음 및 저주파음 발생에 따른 환경 문제에 대한 대안으로 주목받아, 유럽에서 주도적으로 사업 및 관련 기술을 개발함
- (해상풍력의 장점) 해상풍력은 육지풍력과는 달리 발전부지, 장애물 등의 물리적 공간의 제약이 적어 풍속이 일정하고, 대형 터빈이 설치가 가능하여 동일 풍속에서 두 배 이상의 높은 발전량을 유지할 수 있음
- (해상풍력으로 전환) 최근 풍력발전기술은 그동안의 경험을 바탕으로 점차 해상풍력발전으로 바뀌어가고 있음

[그림-27] 육상풍력발전과 해상풍력발전 비교

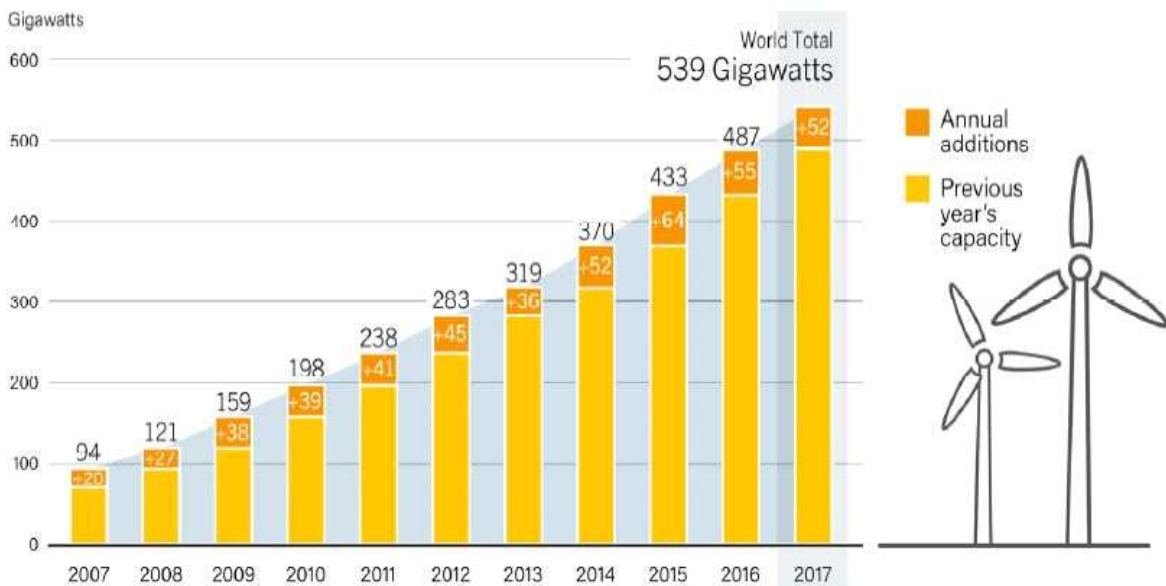
구분	정의	형태
육상 풍력 발전	내륙 지역에 풍력 발전 설비를 건설하여 발전하는 것으로서, 건설이 용이하고 경제성이 높다는 장점이 있지만 입지 조건이 좋은 지역은 이미 포화상태이고, 민원 발생, 풍력 효율 저하, 대형화의 제약 등 제약요인이 많아 점차 해상 풍력으로 이동하는 추세임	
해상 풍력 발전	바다를 포함하여 호수, 폐쇄된 해안 지역 등 풍력 단지를 건설하여 발전하는 것으로서, 전통적인 바닥 고정형 풍력 발전기나 부유식 풍력 터빈 기술이 적용될 수 있고, 넓은 부지 확보가 가능하며 민원이 적어 풍력단지의 대형화가 가능함	

2 풍력 시장현황

□ 해외현황

- (풍력 보급량 확대) 세계 풍력발전 누적 설치용량은 ('07년) 94GW → ('12년) 283GW → ('17년) 539GW로 지속적인 성장세를 유지하고 있음
- (풍력발전의 지속적 성장이유) 정부의 신재생에너지에 대한 지원 정책과 풍력발전의 경제성을 확보하였기 때문임

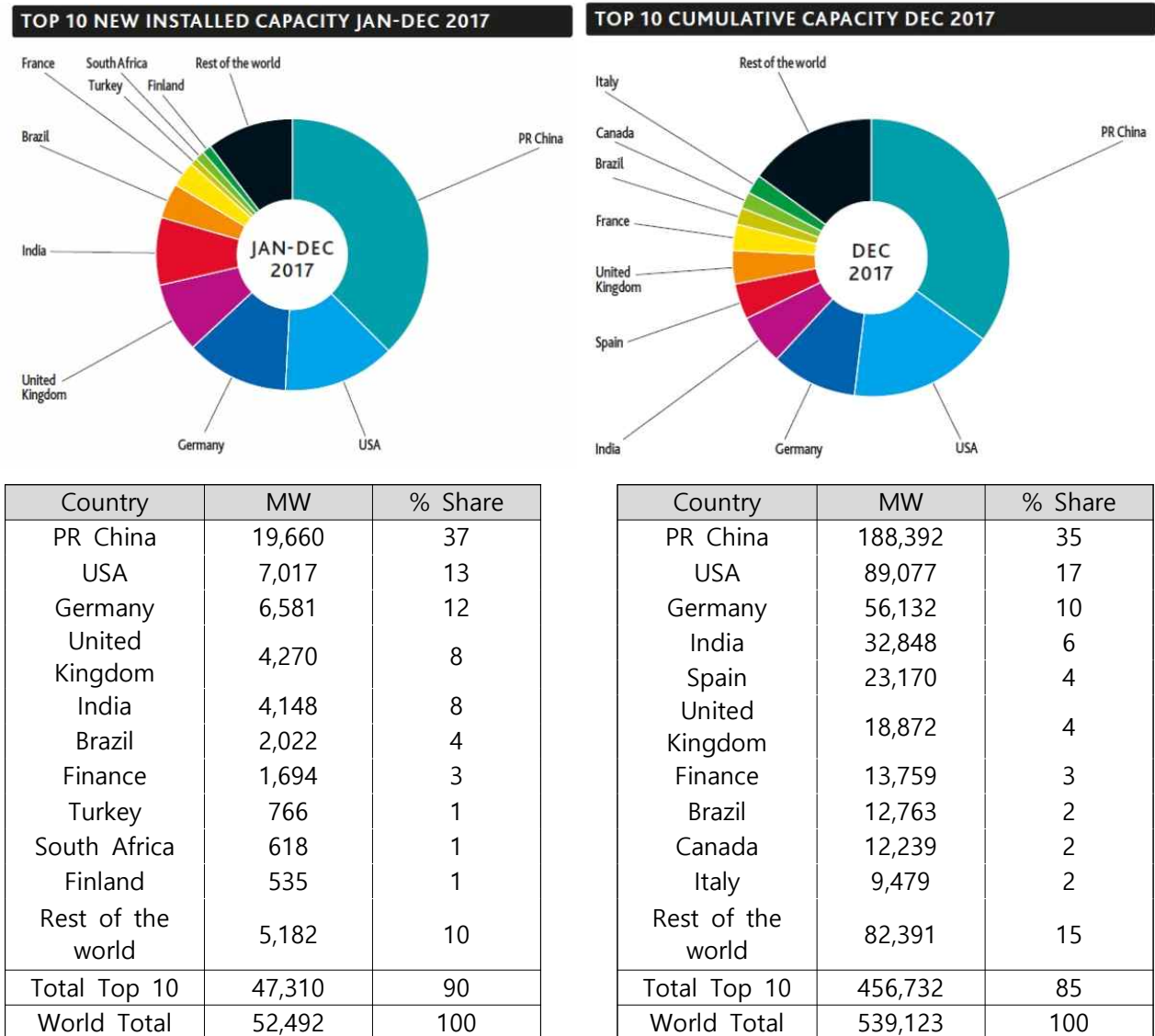
[그림-28] 세계풍력발전 신규 및 누적 설치용량



<출처> REN21, Renewables 2018 Global Status Report, 2018

- (국가별 풍력발전 신규 및 누적 보급량) '17년 세계 신규 설치 풍력발전 용량은 52.5GW이며 이중 중국이 37%로 세계 1위 시장국의 지위를 점유하고 있고, 그 뒤를 이어 미국, 독일 및 영국 순임
- * 중국이 가장 직면하고 있는 가장 큰 문제는 송배전망과 전체 발전설비를 통합 제어하는 시스템 유연성 부족으로 인한 운영 감소이며 송배전망 확충을 통하여 전력 손실을 줄이고자 노력하고 있으나 장기간의 시간이 소요될 것으로 예측
- * 미국은 누적 및 신규설치용량 모두 세계 2위의 시장으로서 '17년 약 7GW의 풍력 발전기가 신규 설치되어 他 재생에너지원 대비 1위의 전력생산량을 달성

[그림-29] '17년 연간 보급량 및 누적 보급량 상위 10위 국가



<출처> Global Wind Report 2017

- (해상풍력시장 현황) '17년 전세계에 건설된 해상풍력발전 용량은 4.3GW 규모이며 (누적 기준 18.8GW) 전세계 17개국에서 운전 중에 있음

[표-10] 국가별 해상풍력 시장 점유율

	영국	독일	중국	덴마크	네덜란드	벨기에	스웨덴	기타
점유율 (%)	36.0	28.5	15.0	6.8	5.9	4.7	1.1	2.0

<출처> Global Wind Report 2017

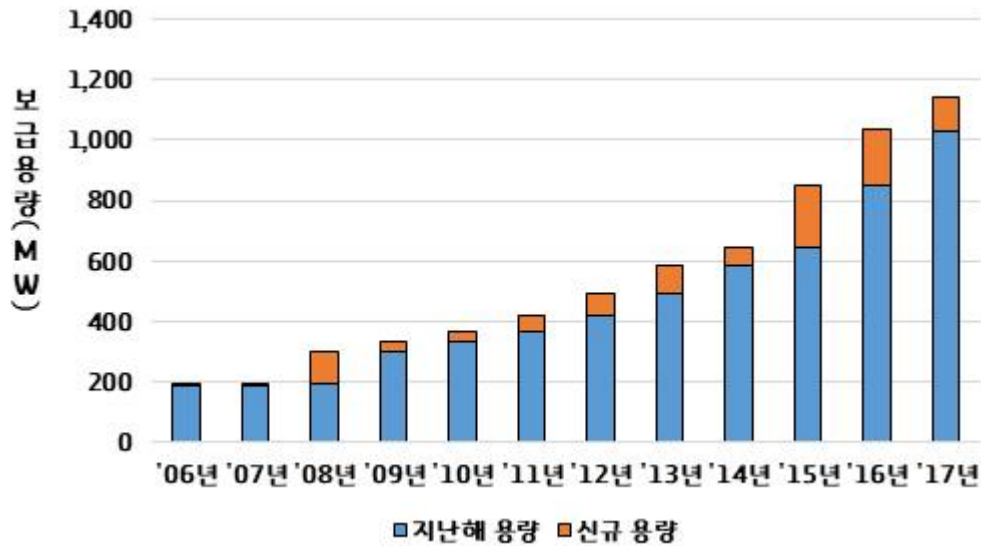
* '17년 말 기준 전체 설비 용량의 84%인 15.8GW의 해상풍력발전단지가 유럽 11개국(영국 36%, 독일28.5%)에 설치되었고 나머지 중 15%는 중국에 위치하고 있음

□ 국내시장

- (풍력 보급 확대) 풍력발전 누적 설치용량은 '06년 190MW를 기록한 이후, 매년 증가하여 '16년 1,034MW, '17년 1,143MW에 달함

* 설치 대수 기준으로는 총 573기의 풍력발전기가 운전 중임

[그림-30] 국내 풍력발전 신규 및 누적 보급 현황



<출처> 한국에너지공단, 2018년 신재생에너지 보급통계

- (풍력 발전 현황) 우리나라에서 가장 많은 용량의 풍력발전을 하는 지자체는 강원도로 290MW 설비용량을 보유하고 있고, 그 뒤로 제주도(273MW), 경북(241MW), 전남(208MW) 순임
- 나머지 지자체의 경우, 지형상의 문제와 더불어 지리적 접근성 등의 문제로 풍력 에너지 발전이 미미한 상태임

[표-11] 지역별, 누적발전용량

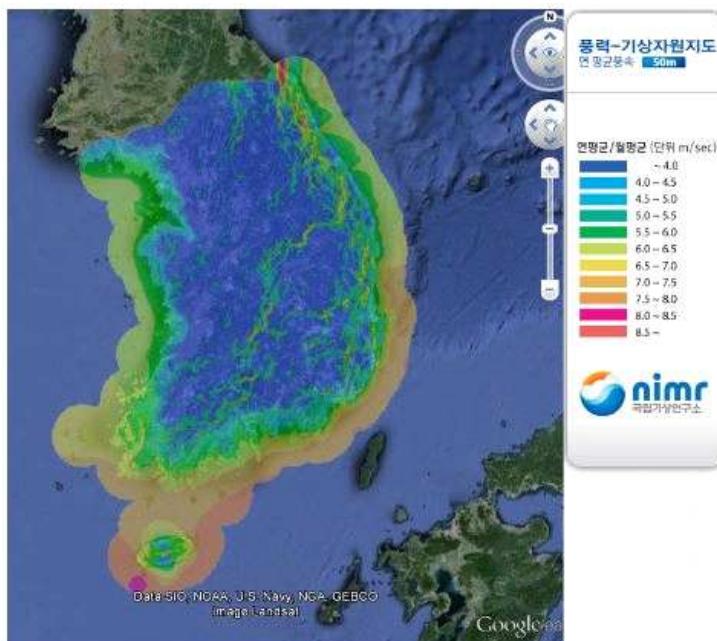
	강원	제주	경북	전남	기타	전체
발전용량 (MW)	290	273	241	208	131	1,143
비율	25%	24%	21%	18%	12%	100

[그림-31] 지도로 보는 우리나라 풍력발전 현황



- 우리나라의 잠재적인 풍력발전 가능지역은 강원도 및 동해안으로 7.5m/s 이상의 강한 바람이 부는 지역이며, 내륙의 경우 5.0m/s 이하의 약한 바람이 불기 때문에 풍력 발전의 시장성이 없음

[그림-32] 우리나라 풍력자원 현황



- (해상풍력발전) 환경과 안전을 강조하며 친환경 재생에너지 보급 확대 노력을 강화하는 가운데 해상풍력의 역할이 주목받고 있음
 - 국내 최초의 해상풍력발전단지인 **탐라 해상풍력이 '16년 9월 상업발전을 착수**한 이래 우수한 가동률을 보이며 해상풍력의 상업적 성공 가능성을 확인시켜 주었음 (3MW 풍력발전기 10기로 구성된 30MW 규모)

[그림-33] 국내 최초 상용해상풍력단지-탐라해상풍력



- (해상풍력은 서해안에 집중) 초기 개발은 수심이 얇고 설치가 쉬운 서해안에 집중될 것으로 예상되며 부유식 기술의 경제성 확보 여부에 따라 동해 지역으로 확산될 전망
 - '18년 2월 기준 발전사업 허가를 획득한 해상풍력 사업은 총 9개 762.2MW이며, 용량 기준 90% 이상이 전남, 전북 해안에 위치
 - 포스코에너지가 신안 해상에 추진 중인 300MW가 가장 큰 사업이며, SK E&S(96MW, 신안), 새만금해상풍력(99MW, 군산) 등이 사업허가 획득
 - 울산, 경주, 부산 등 동남권 지역은 수심이 깊어 현재의 고정식 기초를 사용한 해상풍력 설치는 제한적. 향후 부유식 도입 속도가 개발 잠재력 좌우
- (풍력발전 전망) 유희부지 확보가 어렵고 소음, 주민반발 등의 문제로 풍력의 상당량을 해상풍력이 차지할 것으로 전망되고 있으며, 정부는 대규모 해상풍력 단지 건설과 연계한 클러스터를 구축할 방침

3 국내외 산업동향

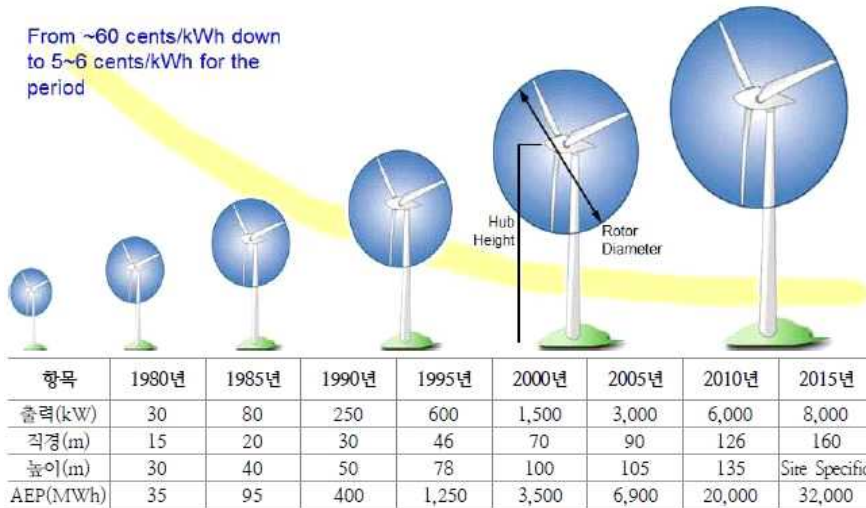
- ▶ 풍력 산업의 가치사슬 (풍력발전부품→풍력터빈발전기→풍력발전설치/서비스)과 해상풍력산업에 대해 함께 정리

□ 블레이드 (Blade)

- (개요) 풍력터빈 블레이드는 풍력 발전의 가장 기본적인 구성요소로 바람이 가진 운동에너지를 기계적 회전동력으로 전환하는 부품임
- (기술동향) 풍력에너지 발전량은 일정한 풍속에서 블레이드의 회전면적에 비례하여 증가하므로 풍력터빈 및 부품 제조사는 경쟁적으로 제품을 대용량화하는 추세임

* 풍력터빈 정격출력이 1.5~2MW에서 5MW 이상으로 커지면서 약 40m였던 블레이드 길이도 60~80m까지 증가하고 있음

[그림-34] 풍력터빈 및 블레이드 대형화 추세

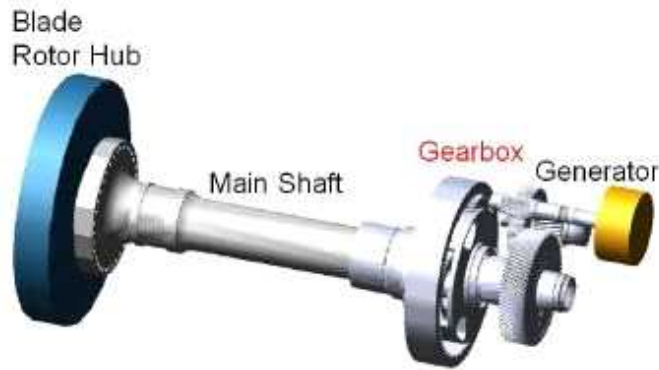


- (업계동향) 5MW급 이상 대형 풍력터빈용 블레이드 양산능력을 확보한 제조사는 덴마크의 LM Wind Power(생산능력 7,500MW), 독일 SGL Rotec 및 Euros (생산능력 300MW)
- (국내현황) 전북 군산의 (주)KM이 유니슨(주) 및 두산중공업(주)과 협력하에 블레이드 제조기술을 축적하였고, 750MW, 2MW 및 3MW급 블레이드 생산라인을 각 1기씩 운영하고 있음

□ 증속기 (Gearbox)

- (개요) 증속기는 풍력터빈의 블레이드와 발전기 사이에 위치하면서 저회전·고토크의 블레이드 입력동력을 고회전·저토크의 출력동력으로 변환하여 발전기에 전달하는 기어장치임

[그림-35] 증속기 구조



- (기술동향) 증속기 기술은 풍력터빈이 대형화됨에 따라 기어비를 늘리고 발전기의 크기를 작게 하는 형태로 진행되고 있음
 - * 이외에 부품 소재의 기계적 강도, 체적과 중량을 최소화하고 진동 및 소음 발생을 억제할 수 있도록 기술개발을 진행하고 있음
- (업계동향) '15년 상위 5개사의 시장 점유율이 85% 이상이며, 풍력터빈의 대형화 추세에 따라 증속기도 2.5MW급 이상의 보급률이 증가하고 있음
 - * 국내의 경우, 두산모트론, 우림기계, S&T 중공업이 증속기 사업에 참여한바 있으나 국내 풍력터빈 업체가 풍력 사업을 축소하고 있어 풍력 관련 핵심 기자재 국내 시장의 형성이 지연되고 있음

[표-12] 풍속터빈 증속기 상위 5개사 시장점유율

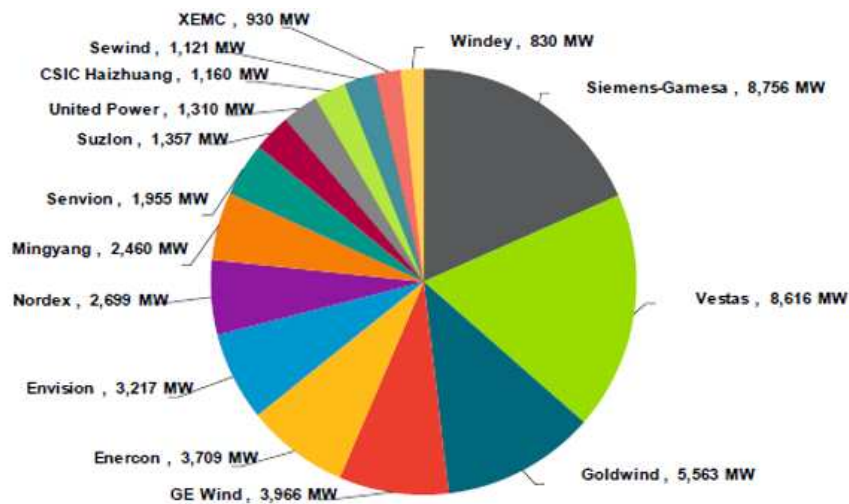
제조사	보유모델(MW)	시장점유율	주요고객
Winergy	2.3/2.8/5.0	31%	Vestas, GE, Suzlon, Acciona
China Transmission	2.0/3.6	29%	Goldwind, United Power
ZF Wind Power	1.5/2.0/3.0	12%	Vestas, Gamesa, Suzlon
Bosch-Rexroth	2.0/2.5/5.0	5%	Gamesa, Nordex
Gamesa	1.8/2.0/3.0	5%	Vestas, Gamesa, Acciona,

<출처> 각사 홈페이지, 재구성

□ 발전기 (Generator)

- (개요) 풍력터빈 발전기는 기계적 회전동력을 전력으로 전환하는 장치로, 시스템 효율을 결정하는 핵심부품임
- (기술동향) 향후 터빈 대형화 및 에너지저장장치 (ESS, Energy Storage System)의 적용 등으로 발전 단가를 낮추는 방향으로 기술 개발이 진행될 것으로 전망됨
 - 육상용 풍력 발전기는 2~3MW급을 대상으로 저가격으로 높은 발전량을 얻을 수 있고 발전단가가 낮은 시스템 개발에 초점이 맞춰지고 있음
- (업계동향) '17년 Siemens Gamesa가 8.7GW의 풍력발전기를 판매하여 Vestas를 근소한 차이로 앞서 세계 1위 공급업체가 됨

[그림-36] '17년 세계 주요 풍력발전기 제작사 공급 실적



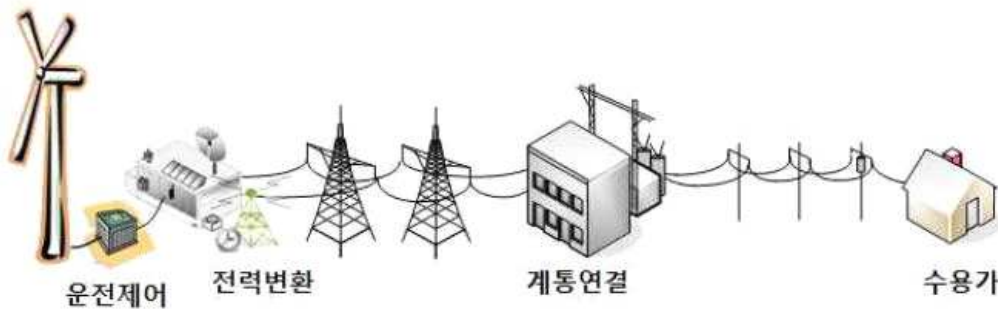
<출처> Navigant Research, 2018

- **(국내현황)** 국내 두산중공업, 보국전기공업 및 유니슨 등이 꾸준히 세계 시장 진출을 모색하고 있으나 해가 거듭될수록 수출 사업화가 어려워지고 있음
 - * **두산중공업**은 '11년 국내 최초로 3MW급과 14MW급 해상용 풍력 발전기를 개발함
 - * **보국전기공업**은 대형 풍력 발전용 발전기로 750kW급 발전기를 개발함
 - * **유니슨**은 750kW, 2MW, 2.3MW급 대형 풍력발전기를 개발하여 미국, 자메이카, 세이셸, 우크라이나, 일본, 에콰도르 등에 풍력발전기 납품함

□ 풍력발전시스템

- (개요) 풍력발전은 바람이 가진 운동에너지를 풍력터빈의 기계적 회전동력으로 전환한 후 유도전기를 생산하여 수용가에 송전하는 기술임

[그림-37] 풍력발전시스템



- (기술동향) 풍력터빈이 대형화되며, 대규모 풍력발전단지가 주 전력계통으로 편입되고 있어 고효율 전력변환 및 송전 시스템의 중요성이 부각되고 있음
 - 풍력발전은 사업 예정지의 입지적인 특성이 경제성을 좌우하므로 발전단지 건설을 위해서는 풍량, 지형 및 기후 등의 입지 조사를 수행하여 연간 발전량을 객관적으로 추정해야 함
- (업계동향) 국내 풍력발전은 환경부와 산림청이 진입로 규제 등을 완화하여 본격적으로 성장하고 있으며 한국남동발전, 한국남부발전, 한국중부발전, 한국동서발전, 제주 에너지 공사 등의 기업들이 시장에 참여하고 있음
- (해상풍력발전시스템) 해상풍력발전은 해상에 설치된 풍력터빈 시스템을 연계하여 발전단지를 구축하는 기술로, 해상운송, 설치, 계통연계, 유지보수 등 다양한 기술이 복합된 발전플랜트 엔지니어링 사업임
 - 해상풍력은 지지구조물 및 기초에 대한 고도의 설계 기술 이외에도 해수에 노출된 가혹 환경에서 내부식성 문제를 해결하기 위한 재료의 선정과 풍력터빈 내부의 안전환경을 유지하기 위한 부대설비 등이 추가적으로 고려되어야 함
 - 해상풍력 발전단지 건설을 위한 사업수행 절차는 1) 사업타당성 조사, 2) 설계, 구매 및 시공, 3) 유지보수로 구분되며 풍황 자원 취득과 해석을 위한 해상 기상탑의 건설과 데이터 구축에 장시간이 소요되는 등 사업 기간이 최소 3년 이상임

5 국내 중소기업 기술동향

□ 풍력 Value Chain별 중소기업현황

- (소형 풍력발전기의 산업) 소형풍력터빈의 경우 적은 자본과 소규모의 설비로 개발이 가능하여 국내 중소기업의 특성에 적합한 분야임

[표-13-1] 소형풍력발전기 분야 중소기업 현황

기술 분류	시스템	블레이드	발전기
주요 기술	·풍력터빈 운용기술 ·구조해석기술 ·터빈매칭기술 ·설치기술 ·타워설계기술	·소재기술, FRP제조기술 ·금형설계기술 ·금형가공기술 ·RTM제조기술	·발전기설계기술 ·기계가공기술 ·금형설계기술 ·전자기해석기술 ·코킹저감기술
중소기업	·라온테크 ·하이에너지코리아 ·한국신재생에너지 ·셀텍 ·헵시바	·해바람에너지 ·유니온텍 ·태림	·서영테크 ·셀텍 ·태창엔이티 ·라온테크
중소기업 참여영역	·소형풍력발전시스템 생산	·블레이드 설계 및 제조	·발전기 설계 및 제조
중소기업 참여 정도	●	●	●

- 중소기업의 참여정도 (낮은 단계 ○, 중간단계◐, 높은 단계 ●)

<출처> 중소기업청(2017)

[표-13-2] 소형풍력발전기 분야 중소기업 현황

기술 분류	전력변환장치	융복합시스템	해석SW
주요 기술	·MPPT 최적제어기술 ·고속스위칭기술 ·신호처리기술	·DC/AC 커플링 기술 ·모니터링기술 ·마이크로그리드 운용기술	·유동해석기술 ·구조해석기술 ·동적응답해석기술
중소기업	·DIK ·셀텍 ·데스틴파워	·옵니시스템즈 ·우진산전	·마이더스아이티
중소기업 참여영역	·전력변환장치 및 연계장치 생산	·PCS ·전력조절기	·BEM, FEM, CFD
중소기업 참여 정도	●	◐	●

□ 중소기업에 적합한 핵심기술

- 도서지역의 디젤공급방식을 신재생에너지원으로 대체하는 에너지 자립섬 구축 등 신규시장이 형성되어 있어 고효율/고성능/저소음형인 소형풍력에 대한 개발 수요는 증가할 것으로 전망됨

[표-14] 중소기업에 적합한 핵심기술 List

기술 분류	핵심기술	개요
소형풍력 터빈부품 및 시스템 설계기술	· 소형풍력터빈 최적화 기술	· 소형 풍력터빈 핵심요소부품간의 최적화를 통한 최적성능 구현기술
	· 소형풍력터빈 설계기술	· 고효율 및 고신뢰성을 갖는 소형풍력터빈 핵심부품 및 시스템 설계 기술
	· 고효율 저코킹 토크 영구 자석형 동기식 발전기의 개발기술	· 소형풍력터빈의 초기기동을 높이기 위한 발전기 코킹 토크 저감기술과 고효율 영구 자석 동기식 발전기 설계 및 개발 기술
	· 진동 소음방지 및 저감 기술	· 소형 풍력터빈 출력 시 발생하는 고유진동수 회피 기술과 소음방지 및 저감기술
소형풍력 터빈제어 및 전력변환기술	· 소형풍력터빈 ESS 연계 배터리 충전 및 제어회로 장치	· 풍력터빈의 출력과 제어기능이 탑재된 배터리 Charger과 DC 입력을 받는 ESS 연계기술
	· 로터 고속회전제어 기능 포함하는 전력변환 장치개발	· 발전기 demanded torque의 제어를 통한 로터 회전속도 제어기능을 포함한 고효율 전력 변환장치 기술
	· 전력변환시스템	· 소형풍력발전기의 출력을 수용자의 요구에 따라 안정적으로 공급하기 위한 전력변환기술
성능평가기술	· 소형풍력터빈성능 평가 기술	· 다양한 형태를 갖는 소형풍력터빈의 출력 성능, 내구성, 안전설계, 안전기능 등에 대한 성능평가기술

<출처> 중소기업청(2017)

(쉬어가는 코너) 풍력발전의 유니콘, 유니스(주)을 가다

풍력 발전을 정리하다가 우연히 알게 된 유니스(주). 깨끗하고 안전한 에너지원인 바람의 활용을 꿈꾸며 풍력 발전이라는 단어조차도 생소했던 대한민국에서 국내 최초로 750kW급 풍력발전시스템을 개발해냈고 이어 2MW, 2.3MW 풍력발전시스템을 개발하여 세계 시장에 도전하고 있는 기업을 소개함

1. 기업소개

- (1) 설립년도 : 1984.9.24.
- (2) 주소: 경남 사천시 사남면 해안산업로 477
- (3) 대표자: 류지운 (67년생, 남, 포항공대 풍력공학박사)
- (4) 재무상태

	'16년	'17년	'18년
매출액(억원)	580	1,856	1,647
영업이익(억원)	-9,018	15,753	1,447

- (5) 종업원수 199명의 보호대상 중견기업임.

* 보호대상 중견기업이란 대기업집단에 속하지는 못하고 종원원 200~300 여명의 기업으로 전도가 유망한 기업들을 정부에서 보호 육성하려는 기업군임

2. 사업현황

- 풍력발전시스템, 풍력발전타워 등 풍력발전기 완제품을 생산하여 국내외에 판매, 설치
- 대규모 풍력발전단지 조성 및 운영, 유지보수 사업을 전개하고 있으며 강원풍력발전단지(98MW), 영광백수풍력발전단지(40MW), 영덕풍력발전단지(39.6MW) 등을 완공함

[강원풍력발전단지]



[영광백수풍력발전단지]



3. 중진공과의 인연

- '97년을 정책자금 (시설 2.2억원, 운전 0.3억원)을 마지막으로 '84년부터 '97년까지 총 25.1억원의 자금지원을 받았음

(POSRI 이슈리포트)

글로벌 기업이 약속하는 재생에너지로의 전환 (2018.10)
국내 주요기업의 재생에너지정책 대응과 시사점 (2018.11)
아시아에 불어오는 해상풍력 (2018.6)
태양광 산업의 사업모델 혁신 (2018.12)
저탄소 중심의 에너지 생태계 구성에 따른 3가지 잠재이슈 점검 (2018.3)

(산업통상자원부)

재생에너지 3020 이행계획 (2017.12)
제8차 전력수급 기본계획

(한국에너지공단 신재생에너지센터)

2017 신재생에너지 산업통계
2017 신재생에너지 보급통계
2018 신재생에너지 백서

(관련 서적)

신재생에너지 산업동향 및 연구개발 동향과 에너지 신산업 현황 및 기술개발 동향
(트렌드 포커스)
알기쉬운 신재생에너지, 이충훈 저
그린에너지 핵심분야, 미래에너지기술 개발동향과 전망
RENEWABLE ENERGY, 신재생에너지, 윤천석 저

(언론기사)

주민반발에...농어촌公, 태양광 최대 80% 축소 -서울경제, 2019.4.2.-
여의도 15배 山林 '태양광'에 잘렸다 -문화일보, 2019.4.4.-
친환경 내세운 태양광, 오히려 숲 망친다 -KBS 뉴스, 2019.4.15. 방송-
신재생 늘린다는데 태양광 산업생태계는 붕괴위기 -서울경제, 2019.4.22-
태양광 보조금 중국이 빨아들이고 우리 기업은 파산 -조선일보, 2019.4.25-
태양광 발전비용 하락 중이지만 국내는 아직 비싸 -한겨레, 2019.4.27.-

(웹사이트)

www.knrec.or.kr (한국에너지공단 신재생에너지센터)
www.energy.or.kr (한국에너지공단)
www.posri.re.kr (포스코경영연구원)
www.kweia.or.kr (한국풍력산업협회)
www.kopia.asia (한국태양광산업협회)

-
- ◎ 본 보고서 내용은 주관적인 의견이 반영되었으며, 타 기관 자료와 상이할 수 있습니다.
 - ◎ 본 보고서 내용은 중진공 기업평가 활용 목적으로 작성되었으니 상업적 이용을 삼가 주시기 바랍니다.
 - ◎ 본 보고서 관련 문의사항은 다음의 전화번호로 연락 주시기 바랍니다.
(융합금융처 권복현 TEL. 02-2130-1452)
-