

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

산업테마보고서

태양광/태양열

정부정책에 기반 지속적 성장 전망

요약

산업 생태계 분석

업계 환경 분석

기술 심층 분석



작성기관

한국기업데이터(주)

작성자

김동완 연구원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용 평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것입니다. 또한 작성기관이 신뢰할 수 있는 자료 및 정보로부터 얻은 것이나, 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 한국기업데이터(주)(TEL.02-3215-2595)로 연락하여 주시기 바랍니다.

정부정책에 기반, 지속적 성장

- ▶ 정부의 재생에너지 3020계획 기반 지속적 성장 전망
- ▶ 신재생에너지 산업은 수출의존성이 매우 높은 산업
- ▶ 중국의 시장독점적 공급자 성격의 극복이 관건
- ▶ 국내 태양광 산업은 건설부지의 확보가 용이하지 않은 문제가 있음

정부의 재생에너지 3020계획 기반 지속적 성장 전망

정부의 재생에너지 3020계획에 따라 2018년부터 2030년까지 태양광 설비를 30.8GW 추가 구축할 전망이다. 정부는 태양광 설치 규모를 2017년 5.7GW에서 2030년 36.5GW로 확대할 예정이다. 2030년 설치될 신규 재생에너지 용량 97% 중 태양광(63%)과 풍력(34%)이 대다수를 차지하고 있다. 이에 따라 연 평균 2.5GW의 태양광 수요가 발생할 것으로 보인다.

신재생에너지 산업은 수출의존성이 매우 높은 산업

국내 태양광과 풍력 산업이 수출액에서 차지하는 비중은 97%로 대부분을 차지하고, 해외공장은 태양광과 풍력으로만 이루어져 있는 등, 신재생에너지 중에서 태양광과 풍력이 차지하는 비중이 매우 높다. 따라서 수출 여건이 악화될 경우 가장 타격을 많이 받는 산업도 태양광 산업이다. 특히, 태양광 산업은 신재생에너지산업의 고용에서 차지하는 비중도 크기 때문에 대외 여건 악화가 국내 고용에 영향을 미칠 가능성이 크다.

중국의 시장독점적 공급자 성격의 극복이 관건

2017년 기준 세계 태양광시장에서 중국산 모듈 비중은 90%에 달한다. 또한 2018년 세계 태양광시장 성장의 주요 변수는 중국으로서, 중국시장 성장세에 따라 세계 태양광시장 규모가 좌우된다고 할 수 있다. 수요자 관점에서도 중국은 최대 시장을 형성하는데, 2018년도 중국 정부의 태양광 지원 축소의 영향으로 태양광 수요 감소 및 공급체인의 전 분야 설비 가격이 30% 하락하며 태양광 시장 침체로 이어졌다.

국내 태양광 산업은 건설부지의 확보가 용이하지 않은 문제가 있음

2018년 산지관리법 시행령이 일부 개정되면서 산지 전용 허가 대상이었던 임야태양광이 산지 일시사용 허가 대상으로 전환되었다. 개정된 시행령에 따르면, 임야태양광의 경우 지목변경이 금지되고, 20년간 산지를 사용하고 난 뒤 나무를 심고 원상태로 복구해야 된다. 산림훼손과 토사유출 등의 문제 해결 명목으로 기존에 면제되던 대체산림자원조성비도 전액 부과됐다. 또한, 태양광발전 시설로 사용하려는 산지의 평균 경사도를 25도 이하에서 15도 이하로 바꾸는 등 허가기준을 대폭 강화했다. 더욱이 정부에서 임야태양광에 대한 가중치를 0.7로 축소하는 등, 임야태양광 산업 부문의 성장이 제한되고 있는 추세이다.

I. 산업 생태계 분석

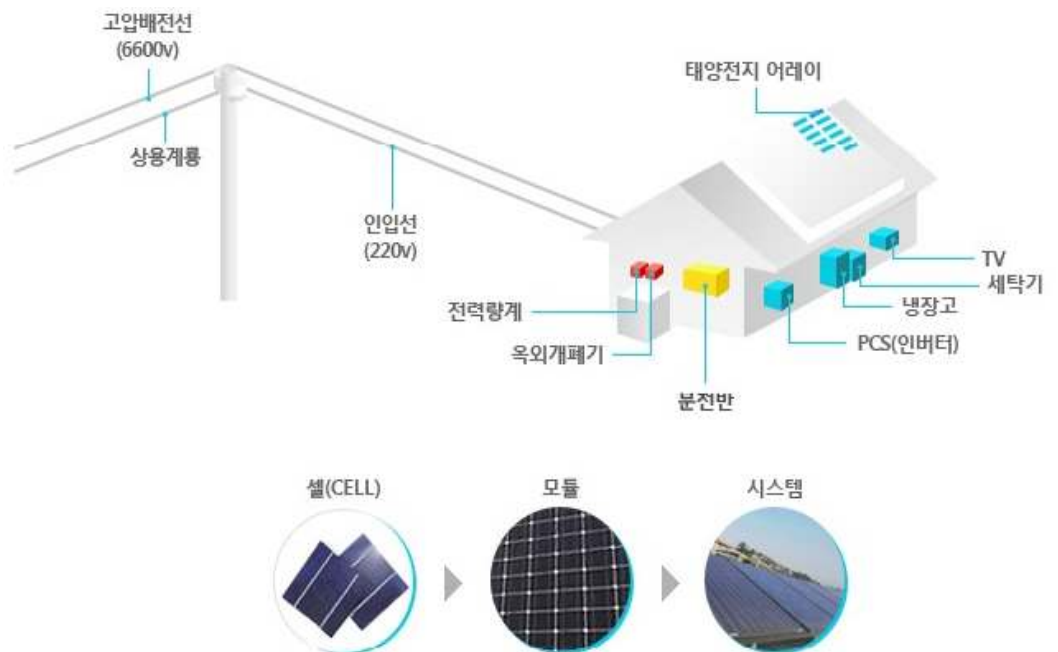
태양광/태양열의 정의

태양광 발전은 태양으로부터 오는 빛에너지를 이용하여 전기를 생산하는 발전방법으로, 태양광 패널이 빛을 흡수하면 물질의 표면에서 전자가 생겨 전기를 발생시킨다. 즉, 태양빛을 직접적으로 활용하여 전기를 생성한다. 태양광 발전을 위한 시스템은 크게 태양전지(Solar cell)로 구성된 모듈(Module), 고성능 축전지 및 전력 변환장치로 구성되어 있다.

태양열 발전(Concentrating Solar Power; CSP, 혹은 집광형 태양열 발전)은 태양광 발전과는 달리, 태양의 열에너지를 이용한 발전 방식이다. 태양열로 물을 끓여 증기를 발생시키고 이를 이용해서 터빈을 돌려 전기를 생성한다. 태양광과 마찬가지로 태양열 발전 또한 햇빛이 비칠 때에만 그 열을 모아 터빈을 돌려서 전기를 생산할 수 있다.

태양열 발전은 거울로 반사된 태양열을 한 곳에 집중시켜 얻은 열에너지로 발전기를 작동시켜 전기를 얻는 방식이 주를 이룬다. 태양의 열로 직접 물이나 공기를 가열시켜 가정의 난방열이나 온수로 사용하는 태양열 패널 방식도 주·야간의 일교차가 큰 지역에서 적합한 방식으로 알려져 있다. 집광형 태양열 발전의 종류로는 파라볼릭형(Parabolic Trough), 선형 프레넬(linear Fresnel reflector), 타워형(Central receiver), 접시형(Parabolic dish) 등이 있다.

[그림1] 태양광 발전시스템 기술분야



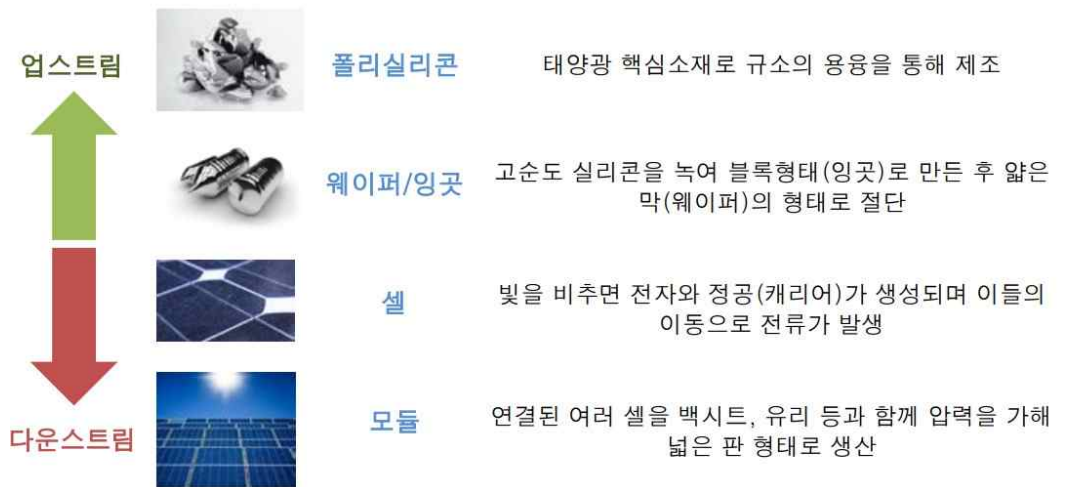
출처: Deloitte(2018), 태양광 발전사업의 성공을 위한 체크포인트, 한국기업데이터 재가공

태양광/태양열
산업의 범위

태양 에너지는 일조시간 및 기후조건에 따른 자원 활용의 시간적 한계가 있지만 이를 보완할 수 있는 방법이 있는데, 일례로 태양 에너지를 일정한 저장매체를 통해 저장하고 야간이나 기후 조건이 좋지 않은 시기에 적절하게 활용하는 방법이 있다.

태양광 산업은 태양전지 제조 분야와 발전 산업을 비롯하여, 자동차, 건축, 전자제품 분야의 산업과 연계되어 있다. 태양열 산업은 발전 산업과 더불어 주로 주택 난방, 급탕 분야 관련 산업과 연계되어 있다.

[그림2] 태양광 밸류체인



출처: 대신증권(2019.06.18.), 태양광, 한국기업데이터 재가공

대규모 태양열 발전설비는 기본적으로 집광, 흡수, 저장, 발전시스템 등의 제조업으로 이루어져 있다. 산업적으로는 발전 산업과 직접 연계되어 있으며, 가정용으로는 태양열 주택 산업을 포함한다.

태양광 산업과 태양열 산업의 각 범주는 상당부분 겹치게 되는데, 각 국가별로 어떠한 산업이 성장하는가는 차이가 있다. 특히, 태양열 발전 분야는 직사광이 매우 중요하기 때문에 고위도 지방에 속하는 국가에서의 활용성은 비교적 낮을 수밖에 없다. 반면, 태양광 분야에서는 고효율 태양전지 및 저장장치의 도입으로 이러한 문제점을 극복하고 있다.

제품군으로는 태양전지와 반사경, 배터리와 축열설비 등의 구조적 차이를 가지고 있으므로, 해당 기술 분야를 기선점하고 있는 국가 및 기업이 주도적인 시장선도를 하고 있는 점에서 태양광 산업과 태양열 산업은 일부 차별화되는 것으로 볼 수 있다.

**태양광/태양열의
산업특징 및 구조**

태양광 산업은 2010년까지 각국의 지원을 통해 호황기를 맞이했으나, 공급 과잉에 따른 구조조정을 거치며 2020년 이후 안정기에 진입할 것으로 예상된다. 세계 태양광시장의 수요는 지속적으로 성장할 것으로 전망되며, 중국 26GW, 미국 12GW 등 2개국의 태양광 수요가 전체의 48% 차지하는(2017년 예상) 특성을 보이고 있다.

특히, 환경오염 관련 이슈로 중국 수요가 지속적으로 발생할 것으로 보인다. 중국 내에서도 중국 태양광 산업의 구조조정은 진행 중이며, 상위 10대 기업을 중심으로 태양광 산업을 재편하여 국가차원의 산업경쟁력을 강화하고 있다. 일본의 태양광수요는 지원제도 변경에 따른 불확실성으로 시장 정체가 이어질 것으로 전망된다.

태양광 산업은 실리콘 태양전지에 의해 주도되고 있다. 이 분야에서는 폴리실리콘, 웨이퍼, 셀, 모듈 등으로 이어지는 밸류체인이 구축되어 있으며, 글로벌 기업은 전체 밸류체인을 수직계열화하여 자체 생산부터 응용제품 출시까지 이어진 전 주기 사업화를 통한 원가절감 구조를 갖추고 있다. 폴리실리콘은 자본집약적 산업에 속하며 대규모 자본동원 능력의 확보가 필요하다. 이에 따라 먼저 진출해 있는 기업들의 시장지배력이 타 밸류체인보다 강하다. 웨이퍼(폴리실리콘) 부문에서는 광전 변환효율을 지속적으로 개선하는 노력과 경쟁이 치열하며, 원가경쟁력 확보를 위한 생산용량 확대 경쟁이 진행 중이다.

[표1] 태양광 분야 산업연관구조

후방산업	태양광/태양열	전방산업
신소재, 장비연구개발산업 석유화학산업 기계 가공/설비산업 엔지니어링산업	폴리실리콘, 잉곳/웨이퍼, 셀, 모듈, 시스템, 집광기, 온수기	전력산업 에너지산업 자동차산업 건축업/수송업

*출처: 한화큐셀(2018), 지속가능경영보고서, 한국기업데이터 재가공

집광형 태양열발전은 국제에너지기구(IEA)에서 발간한 지구온난화 억제기술에 관한 ETP 2008에서도 지구 온난화를 억제하는데 중요한 17개 기술 중의 하나로 제안되기도 하였다. 다만 집광형 태양열발전은 직사광을 이용하므로 선벨트 지역(sun belt: 북위 37도 이남의 따뜻한 지역)이 아닌 국내에서는 설치에 적합하지 않은 편이다.

그러나 국제적으로는 북아프리카 사막지대에 집광형 태양열 발전을 설치하여 발전 전력을 고압직류송전으로 유럽에 보내는 계획이 추진되고 있고, 여기에는 유럽 외에도 미국, 일본 기업이 이 계획에 참가를 표명하고 있다. 상대적으로 태양열 발전에서 후발주자인 우리나라도 열매체, 직류송전, 축열 등 집광형 태양열 발전 관련 기술의 연구개발 등을 통해 태양열 발전 분야에 진출이 이루어질 수 있다.

해외시장 현황

태양광 산업은 풍력과 더불어 대표적인 신재생에너지 분야이다. 초기에는 정부의 지원정책을 바탕으로 성장하는 것이 일반적이며, 태양광 시장이 태양열 시장보다 월등히 큰 시장을 형성하고 있다.

BCC Research(2019)에 따르면, 세계의 태양에너지 발전(solar power) 시장은 2018-2023년간 14.9%의 연간 복합 성장률로 성장할 것으로 예측되며, 2018년의 1,443억 달러에서 2023년까지 2,863억 달러 규모로 성장할 것으로 전망된다. 세부 시장을 살펴보면, 태양광 시장(PV)은 2018년 1,378억 달러에서 연평균 13.4%의 성장을 통해 2023년 2,587억 달러에 이를 것으로 예측된다. 태양열 시장(CSP)은 2018년 55억 달러에서 연평균 38.1%의 성장을 통해 2023년 276억 달러에 이를 것으로 전망된다.

중국을 전 세계 태양에너지 발전 국가 중에서 가장 적극적인 투자를 할 것으로 전망된다. 2018년 기준, 중국의 태양에너지 발전 설비 용량은 세계 시장의 45%를 차지하고 있다. 중국 정부는 태양광 시장 과열을 막기 위해 2018년부터 보조금 지급을 중단했다가 2019년 들어 태양광 보조금 지급 재개가 결정됐다. 다만 기존 태양광 발전 프로젝트 사업자를 보조금 지급 대상에서 제외하고 신규 태양광 발전 프로젝트에만 할당하기로 했다. 특히 주택·건물 옥상에 설치하는 태양광 설비에 우선 지원한다는 방침이다.

미국의 경우, 기존 2016년 말로 만료 예정이었던 가정용·상업용 태양광에너지 투자세액공제(ITC)가 2021년까지 연장됨에 따라(2022년 이후에는 상업용 설비만 해당) 태양광 시장은 당분간 지속적인 성장을 유지할 것으로 전망된다.

시장조사기관인 Markets and Markets(2017)에 따르면 전 세계 집광형 태양열 발전 시장은 2016년 67억 40만 달러에서 연평균 성장률 10.35%로 증가하여, 2021년에는 109억 6,200만 달러에 이를 것으로 예상된다.

적용분야를 살펴보면 전통적인 태양열의 기능인 온수·급탕은 물론 난방겸용기기인 콤비시스템, 냉난방용 태양열 히트펌프시스템, 산업공정열시스템, 지역난방시스템 등에 다양하게 확대되고 있다.

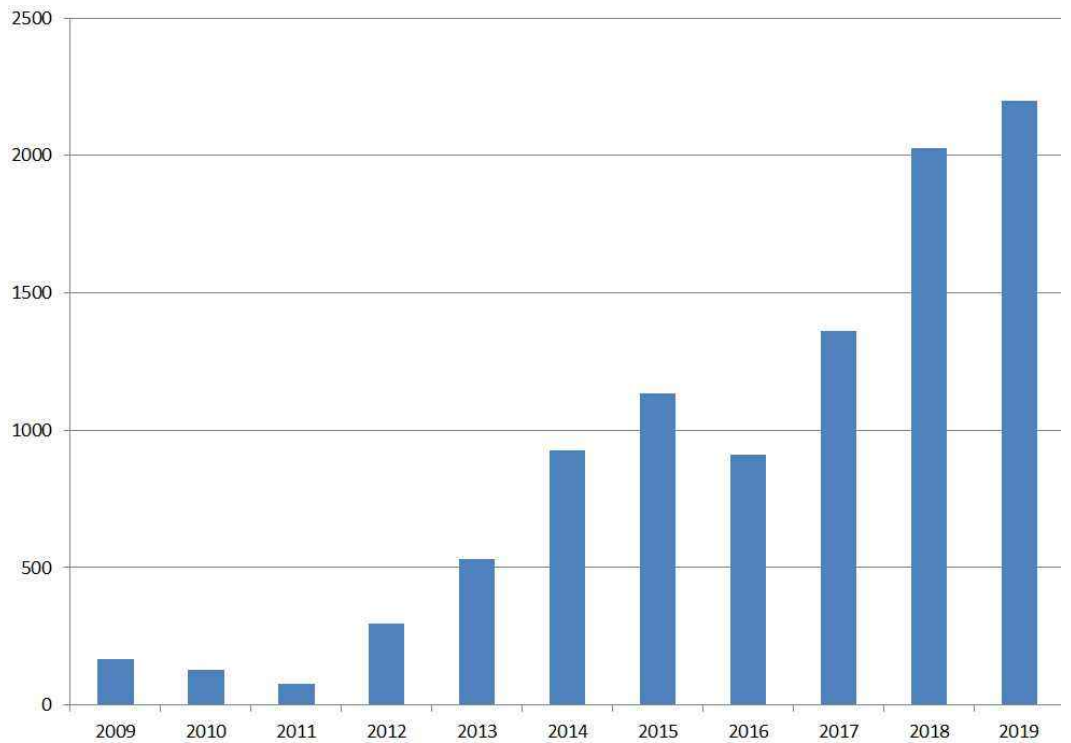
다만, EU 지역에서는 태양열에너지 비중이 줄어들고 있는 추세이다. 유럽 재생에너지연구소(Observ' ER)에 따르면, 덴마크와 폴란드만 예외일 뿐 EU 역내 모든 국가에서 태양열에너지 비중이 줄고 있다. 심지어 EU 태양열에너지 생산량의 38%를 차지할 정도로 태양열에너지 이용률이 높은 독일에서도 2015년 태양열에너지 시장 규모가 10%나 줄어든 것으로 전해진다.

국내시장 현황

태양광 발전 후발주자인 우리나라에서는 성장 속도가 최근 빨라지고 있다. 에너지 통계 종합정보시스템(KESIS)을 보면, 태양광의 신규 설비용량은 2015년 1GW를 넘은 이후 2018년 2GW를 달성하였고, 누적 설비용량은 7GW로 집계됐다. 이는 월전 1.5기 정도에 맞먹는 규모로서, 이렇게 빠른 성장은 정부 정책에 힘입은 바가 크다.

국내 태양광 발전단가는 하락 중이긴 하지만 여러 요인으로 인해 아직 높은 수준이다. 에너지경제연구원이 100kW 태양광 발전비용을 추정한 결과를 보면 kWh당 독일 122원, 중국 108원에 비해 한국은 147.1원으로 계산됐다. 인허가 비용, 땅값, 주민 갈등 대응 비용 같은 초기 투자비가 커서 평균 발전비용도 높게 나타나는 것으로 풀이된다.

[그림3] 국내 태양광시장 현황 및 전망



정부의 2차 에너지기본계획상 2035년까지 태양열 보급목표는 연평균 200만㎡에 달한다. 하지만 현실적으로 연간 보급실적은 5만㎡도 안 되는 상황이다. 신재생에너지업계의 숙원은 ‘신재생에너지 의무화(RHO: Renewable Heat Obligation)’의 조기 시행이다. 당초 산업부에서는 2016년 1월부터 시행하기로 했다. 당시 연구용역 등을 통해 발표된 적용대상 단계별 확대방안에 따르면 1단계(2016~2020년)에는 연면적 1만㎡ 이상 신축건물을 대상으로 의무비율 10%를 고정하고 2단계(2020~2024년)에는 연면적 5,000㎡ 이상 신축건축물을 대상으로 의무비율은 매년 1%씩 늘린다. 3단계(2025~2030년)에는 연면적 3,000㎡

이상 신·증축 건물을 대상으로 매년 1%씩 늘려 최종 20%까지 확대한다는 것이다. 다만 이러한 확대방안은 아직 구체화되고 있지는 않은 상황이다.

[그림4] 국내 태양열설비 보급현황



출처: Khan(2017), 태양열은 안 된다는 추락한 이미지 만회 급선무, 한국기업데이터 재가공

II. 업계 환경 분석

해외업체 동향

□ 태양광

Jinko Solar는 세계 태양광 모듈 생산 1위 기업으로, 중국 상하이 본사를 중심으로 전 세계 8개의 생산공장과 16개국에 지사를 운영하며 1만2,000명 이상의 직원을 보유하고 있다. 실리콘웨이퍼 9.2GW, 태양전지 6.5GW, 태양광모듈 10.0GW 이상의 연간 생산능력을 구축하고 있고, 태양광 밸류체인 통합 기업이다.

GCL은 중국 및 베트남에 소재한 6개의 생산기지를 통해 고효율 모듈 6GW를 생산하고 있으며 2GW의 고성능 배터리 생산능력을 확보하고 있다. GCL은 표준형 60/72셀, 양면 글라스, 고효율 폴리실리콘 PERC셀, 하프셀 모듈 등 고품질 시리즈 제품을 글로벌 시장에 제공하고 있다.

일본의 경우 원전 사고 후 태양광 지원금을 늘린 이후 부담을 느낀 정부가 보조금을 축소하자 태양광발전을 포기하는 기업이 속출하고 있다. **교세라**는 미에현의 공장을 2017년 3월말에 중단하고, 쇼와켄석유 자회사 솔라 프론티어는 쿠니토미공장(미야자키현) 등의 생산량을 30% 삭감하였다. **샤프**는 원재료 계약을 재검토해 비용 절감에 돌입하였다.

파나소닉은 태양광 패널의 조립 공정을 담당하는 시가공장(오쓰시)의 생산을 2017년도에 중지하고 시설의 일부를 말레이시아 공장으로 이전하는 한편으로, 태양광 패널의 원재료인 실리콘을 생산해온 미국 오레건주 공장을 2017년 10월말에 가동 중지하였다.

Ulvac은 진공 기술을 응용한 제품을 폭넓게 취급하는 일본 기업이다. 태양전지 제조장비 부문은 중국·한국향 화합물계와 결정계 태양전지 제조 장치를 중심으로 매출을 올리고 있지만, 박막 실리콘 태양전지 제조 장비의 수주 침체가 이어지고 있으며, 이에 따라 실적이 저조한 다결정용 제품 철수에 의한 설비 손상과 재고 자산의 평가 손실을 계상, 실리콘 단결정 제조 장치는 반도체용으로 전환하는 등, 태양전지 관련 사업을 축소하고 있다. 다만 향후 문제가 되는 태양광 패널의 폐기처리를 위해 유리와 봉지재 EVA를 분리하는 기술을 개발하고 있고, 일반적으로 산업 폐기물로 처리되지만, 열화가 되지 않은 것을 선별하여 재사용할 수 있는 기술 개발을 하고 있는 점은 주목할 만하다.

ASTRONERGY는 중국, 독일, 태국 등 전 세계에 대규모 생산시설을 두고 연간 2.5GW 규모의 모듈을 생산하고 있는 글로벌 기업으로, 최신 태양전지 제조기술을 적용한 p-type의 단결정 또는 다결정 태양광 모듈을 제조하며, 전면전극의 더블프린팅(Double Printing) 기법, SE(Selective Emitter) 타입 태양전지 제조기술 등을 적용해 변환효율을 향상시키기 위한 연구개발을 진행하고 있다.

□ 태양열

Hewalex는 2009년에 폴란드에 설립되어, 태양열 집열기를 개발 및 판매 중에 있다.

MF Energy Solutions는 2014년에 인도 뉴델리에 설립되어, 태양 에너지와 청정 에너지 생성 시스템을 제조 및 판매 중에 있다. 태양 에너지의 실용적인 비용 절감 솔루션을 제공하며, 태양열 발전 시스템의 설치, 시운전을 수행하고 있다.

Solar Skies는 2006년에 미국에 설립되어, 미국의 태양열 집열기, 태양열 탱크, 관련 부품의 주요 제조/공급업체 중 하나이다. 동사는 다양한 모델 시리즈와 다양한 크기의 제품을 제공하며, 이 제품들은 가정용 온수 및 공간 난방을 포함한 주거용으로 사용된다.

SunMaxx Solar는 2006년에 미국에 설립되어, 미국의 태양열 온수기, 태양열 온수 시스템, 관련 부품의 주요 제조/공급업체 중 하나이다.

TVP Solar는 2008년에 스위스 제네바에 설립되어, TVP 충전 기술을 사용하여 개발된 고진공 평면 태양열 패널을 제조 및 판매 중에 있다.

[표2] 태양광/태양열에너지 분야 주요 제품의 해외 업체 현황

구분	분류	업체
태양광	태양광 모듈/패널	Jinko Solar(중국), GCL(중국), Astronergy(중국 Chint 그룹 자회사), Kyocera(일본), Panasonic(일본), Ulvac(일본)
태양열	태양광 집열기/태양광 온수기	Hewalex(폴란드), MF Energy Solutions(인도), Solar Skies(미국), SunMaxx Solar(미국), TVP Solar(스위스)

*출처: 연구개발특구진흥재단(2017), 집광형 태양열 발전 시장, 언론보도 및 각 기업정보 참고, 한국기업데이터 재가공

국내업체 현황

통계청에 따르면, 2017년 기준 국내 태양광 산업 제조기업 수는 118개, 고용인원 7,522명, 매출 5.6조 원을 달성하였다. 태양광 산업 고용인원은 2010년 8,579명, 2014년 8,239명, 2016년 8,112명으로 2010년을 정점으로 감소 추세이다. 제조 기업 수는 2010년 97개, 2014년 123개, 2016년 108개, 2017년 118개이며, 국내 매출은 2010년 5.9조 원, 2014년 4.5조 원, 2016년 5조 원, 2017년 5.6조 원 수준이다. 국내 태양광 분야 주요 기업으로는 한화큐셀, OCI, LG전자 등이 있다.

한화큐셀은 태양광 제품의 출력과 장기적 안정성을 향상시키는 퀀텀(Q.ANTUM) 기술을 기반으로 고효율 태양광 모듈을 생산하고 있다. 특히 독일을 비롯한 유럽에서 에너지 생산부터 저장·관리까지 모든 기능을 결합한 주택용 에너지 토탈 솔루션

선 큐홈(Q.HOME)을 출시해 주목받고 있다. 한화그룹은 2010년 중국 솔라편파워 홀딩스를, 2012년에는 세계적 태양광 업체인 독일큐셀을 각각 인수해 합병하면서 지금의 한화큐셀로 자리매김하였다.

OCI는 주력제품 폴리실리콘의 업황 악화를 극복하기 위해 새 성장 동력을 찾고 있는데, 자회사 OCI파워를 통해 태양광 인버터 기술을 내재화하며 국내 태양광발전 시장에 본격적으로 진입할 예정이다. OCI파워는 국내 태양광 개발자들에게 EPC 방식(설계에서 시운전에 이르기까지 건설의 모든 단계를 도맡아 제공하는 방식)의 건설, 운영 및 유지보수, 태양광발전편드를 통한 투자자금 조달 등 태양광발전사업의 모든 솔루션을 제공하는 회사다.

LG전자는 미국에 대규모 태양광 모듈 생산라인 구축에 돌입하는 등 투자도 아끼지 않고 있다. LG전자의 태양광 사업은 독일 인터솔라(Inter Solar) 전시회에서 중국과 일본 업체들을 제치고 아시아 최초 3연속 최고상을 수상할 정도로 기술력을 인정받았다. LG전자 태양광 모듈의 효율성은 평균 21.1%로, '초고효율 모듈 N 타입 단결정(72셀)'과 '고효율 모듈 P타입 단결정(54셀, 72셀)' 등 2종이 주력 모델이다.

국내 태양광 공정 장비 분야는 수출량에 비해 수입량이 증가하고 있다. 핵심 장비는 대부분 수입에 의존, 공정상의 기술 확보가 시급한 실정이다. 일부 공정 장비는 국산화에 성공하였으며, 주로 반도체, 디스플레이 장비 업체들로서 기존 장비 개발 노하우와 인프라를 활용하여 시장에 진입하고 있다. 국내 태양광 공정 장비기업으로 DMS, SFA, 세메스, 테스, 원익IPS, 신성홀딩스, 주성엔지니어링 등이 있다.

국내 태양광용 인버터(PCS) 제조업체는 **헥스파워**, **다쓰테크**, **월링스** 등 중소기업 형태가 대부분이며, 최근 **효성** 및 **현대중공업** 등의 대기업이 제품 개발을 완료하여 시장에 진입하였다. 국내 PCS 제조업체들은 소용량 제품이 주를 이루고 있고, 대용량 PCS는 연구 개발 중이거나 초기 사용화 단계로 경쟁력 확보를 위한 대책이 필요한 실정이다.

[표3] 태양광 분야 주요 제품의 국내 업체 현황

분류	업체
태양광모듈/ 폴리실리콘	한화큐셀, OCI, LG전자
태양광 공정 장비	DMS , SFA , 세메스, 테스 , 원익IPS , 신성홀딩스, 주성엔지니어링
태양광 인버터	헥스파워시스템, 다쓰테크, 월링스 , 효성, 현대중공업

*출처: 연구개발특구진흥재단(2018), 태양전지 기술 및 시장 동향, 언론보도 및 각 기업정보 참고, 한국기업데이터 재가공 (코스닥 기업에 대해서는 굵은 글씨 및 밑줄 별도 표시하였음)

포트폴리오 분석

태양광/태양열 산업 관련 종목군으로 포트폴리오를 구성하였을 때의 주식 수익률 변화를 살펴보기 위해, 태양광/태양열 시장을 형성하는 태양광 공정 장비, 태양광 인버터 관련 코스닥시장 상장 대표 종목을 선정하였으며, 2019년도 수익률은 2019.07.26. 종가를 기준으로 산정하였다.

KOSDAQ지수를 벤치마크지수로 분석한 결과 최근 4년 간 태양광/태양열 관련 종목의 평균 수익률의 변동성이 심한 편이다. ‘신재생에너지 의무화(RHO: Renewable Heat Obligation)’가 2016년부터 시행될 것으로 기대를 모으면서 2016년 태양광/태양열 관련 종목 평균 수익률이 크게 증가하였으나, 시행이 구체화되지 않으면서 수익률이 감소하였고, 2018년에는 중국 정부가 태양광 발전소 신규 증설 제한, 보조금 축소 등의 내용을 담은 태양광 정책 방향을 발표하면서 코스닥 종목 평균 수익률을 하회하는 수익률을 나타냈다.

다만, 정부의 태양광/태양열 산업 육성 정책에 의해 시장이 지속적으로 발전하고 있고, 고효율 제품 중심으로 수요가 회복되고 있으며, 중국의 보조금 지급 재개를 통해 국내 태양광 산업 회복에 대한 기대감이 높아지고 있어 2019년에는 코스닥 종목 평균 수익률을 상회하는 것으로 나타났다.

[표4] 태양광/태양열 관련 주식 연도별 수익률 현황

단위: %

구분	2016년	2017년	2018년	2019년
태양광/태양열 관련 종목 평균	48.76	5.59	-39.79	19.41
코스닥 종목 평균	-6.8	26.3	-16.8	8.0

*출처: 한국기업데이터

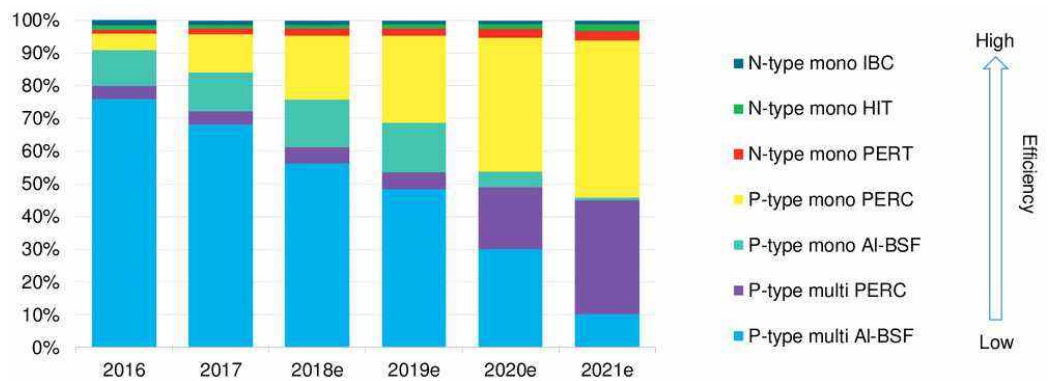
Ⅲ. 기술 심층 분석

저가격 태양전지 양산기술

고효율 태양전지 개발을 위한 경쟁이 치열해지고 있으며, 시장수요도 빠르게 전환 중이다. 고효율 태양전지 보급 확대를 위한 중국 Top Runner 프로그램으로 수요 증가가 발생하고 있고, 이에 따라 고효율 태양전지 공급 부족 사태가 발생하고 있는 실정이다. 여기에 미국 및 유럽 지역 가정용 수요가 증가함에 따라 단위 면적당 출력이 높은 고효율 제품에 대한 선호가 뚜렷이 높아지고 있다. 2010년 단결정 태양전지 효율은 17.5%에 불과했으나, 2017년 20%를 돌파, 2019년 21%를 넘어설 것으로 예상된다.

고효율 제품개발을 위한 기술개발 경쟁에 따라, 태양전지 뒷면전극에 새로운 반사층을 만들어 효율을 높이는 PERC(Passivated Emitter Rear Cell)에 이어 Bifacial Cells, N-type Cell 등 다양한 태양전지 기술이 상용화될 전망이다. 2020년 P-type 단결정 PERC 전지 시장 점유율이 50%를 넘어설 것으로 예상되는 등 시장수요에 대응할 수 있는 고효율 제품 포트폴리오의 구성 여부가 태양전지 및 모듈 기업의 경쟁력을 결정하는데 큰 영향을 미칠 전망이다.

[그림5] 실리콘 태양전지 효율 현황 및 전망 (Type)



*출처: 한국수출입은행(2019), 한국기업데이터 재가공

Scott Solar(독), Evergreen Solar(미) 등 일부 업체는 실리콘 용액으로부터 잉곳을 제조하는 과정 없이 곧바로 웨이퍼를 제조하는 장비를 개발하여 상업화 추진 중이다. 태양광 시장이 결정질 실리콘 태양전지 가격하락으로 인해 박막 태양전지 시장이 축소되면서 태양광 공정 장비도 결정성 실리콘 태양전지의 고효율 공정장비 등을 개발하는 추세이다.

태양전지 업체들은 원료 투입량을 최소화하는 방식으로 원가 절감에도 힘쓰고 있다. 2010년 이전만 해도 폴리실리콘 투입량은 웨이퍼 당 5g 이상이었지만 최근 4g 수준으로 감소했다. 폴리실리콘 업체들은 생산과정에 투입되는 에너지 비용을 절감하는 것이 가장 큰 과제인데, 전력비가 생산원가의 30%를 차지하고 있다.

태양광 응용기술

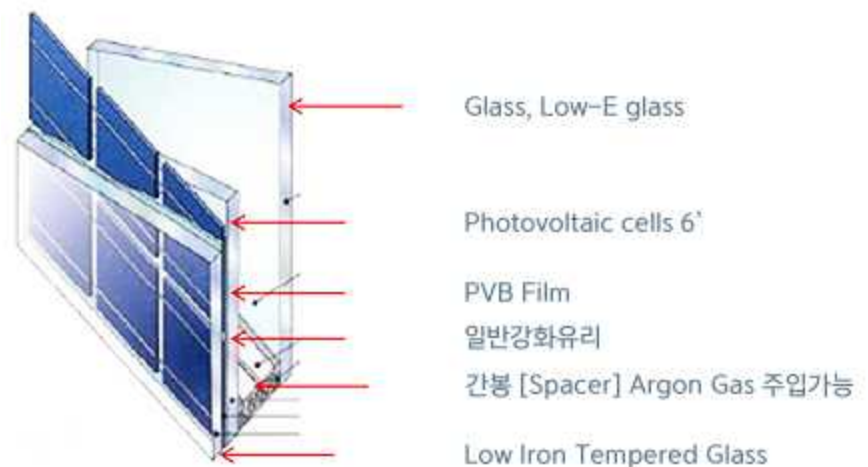
(BIPV) 태양광 산업 분야에서 최근 관심이 높아지는 분야는 건물일체형태양광발전(Building Integrated Photovoltaic System, BIPV)이다. BIPV는 태양광 모듈(발전판)과 건축물 외장재를 결합한 태양광 발전 시스템이다. 즉, 창문이나 건물 외피로 신·재생에너지를 생산하는 것이다. 정부는 최근 BIPV 설치비 지원율을 기존 50%에서 최대 70%까지 늘리겠다고 발표했다.

현재 국내 BIPV 시장 규모는 미미하다. 몇몇 중소기업만이 관련 제품을 생산하고 있다. 과거 LG하우시스 등 일부 대기업 계열사가 진출한 바 있지만, 현재는 거의 철수하여 대기업 참여는 사실상 없는 상태다.

BIPV 모듈 제작은 빛이 들어오는 각도나 형태 등 고객이 원하는 스펙을 맞춰야 하므로 주문형 제작이 이뤄질 수밖에 없다. BIPV 시장 확대 기대감이 모이는 중에, 관건은 규격 표준화에 달려있을 것으로 보인다. 표준화가 이뤄지면 대량생산이 가능해져 단가가 내려가기 때문이다. 국내 BIPV 시스템 인증 기준까지 생기면 표준화 가능성은 더 높아질 수 있다. 현재 국제표준기구(ISO)와 유럽 일부 나라는 BIPV 모듈과 시스템 인증 기준을 보유하고 있다.

(ESS 연계) 최근 에너지저장장치(Energy Storage System, ESS) 분야가 급속히 발전하고 있는 가운데, 가장 성공적인 주거용 ESS의 운영방식은 구성요소를 한 데 묶어 패키지화하고, 소비자들에게 사용하기 쉬운 소프트웨어를 제공해 설치작업을 간소화하는 것이다. ESS를 구성하는 배터리 가격 하락세가 이어지고 있는 가운데, 에너지저장장치(ESS) 가격은 정체 상태에 머무를 것으로 전망된다. 옥상 태양광을 설치할 때는 추가적인 통합 작업이 필요한데, 구체적으로는 추가적인 설계, 허가, 소프트웨어, 교육, 구성 등 시스템 설치에 필수적으로 요구되는 비용이 발생한다.

[그림6] BIPV 제품 구성



*출처: 에스에너지 홈페이지, 한국기업데이터 재가공

집광형
태양열에너지
저장기술

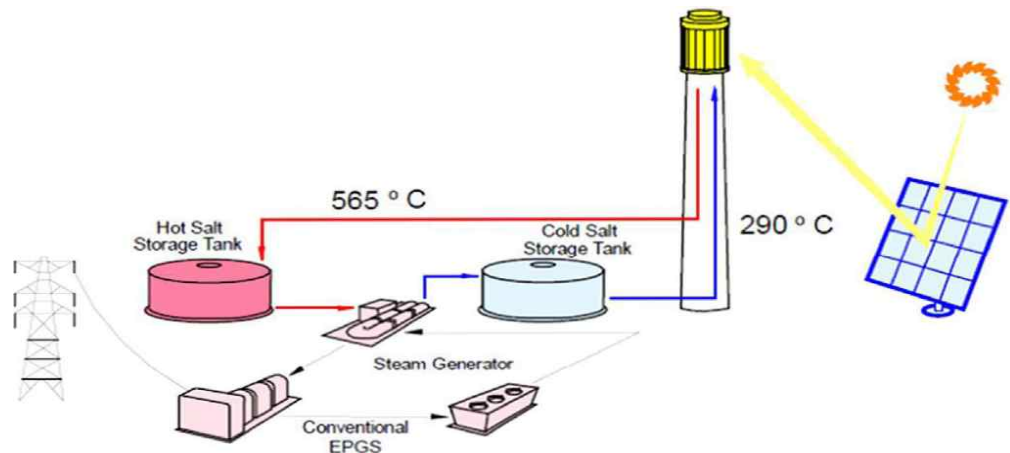
집광형 태양광에너지 저장장치 중에서 간접 용융염 에너지 저장장치가 가장 널리 사용되고 있다. 이는 일정한 속도로 에너지를 방출할 수 있는 장점과 높은 효율성 때문이다. 직접 용융염 에너지 저장장치도 유사한 장점을 가지고 있지만, 중간 에너지 저장매체가 없는 차이점이 있다. 직·간접 용융염 에너지 저장장치는 용융이 얼지 않도록 적절한 온도를 유지해주어야 한다. 또한 용융의 시장 가격에 따라 저장장치의 가격이 변동하기 때문에 안정적인 저렴한 용융의 공급 또한 중요한 선결과제이다.

집광형 태양광에너지 저장장치 중에서 증기축열식 에너지 저장장치는 빠른 반응속도와 높은 방출률이 장점으로 꼽힌다. 하지만 비교적 큰 규모와 높은 증기압을 견디기 위해서 필요한 두꺼운 외벽 구조를 만들어야 하므로 비용 증가로 이어진다는 단점이 있다. 비교적 작은 사이즈의 저장장치의 경우에는 용융염 저장장치보다 증기축열식 에너지 저장장치가 경제적인 저장장치로 볼 수 있다.

에너지 저장 수준은 다양한 외부 조건에 의해서 조금씩 상이할 수 있다. 가령, 사이클의 출력과 효율, 발전소 부지, 시장 상황, 저장 시간, 원재료 비용, 운영 및 유지보수 비용 등에 의해 상이해질 수 있다. 여러 요소를 모두 고려했을 때, 태양열 발전 방식이 최적에 이르는 비용을 산출할 수 있으며, 이 분석을 바탕으로 보다 경쟁력 있는 태양열발전 설비 시스템으로 거듭날 수 있을 것이다.

집광형 태양열에너지 저장장치 시스템은 크게 세 부분으로 구성된다. 저장물질, 열전달장치, 저장탱크가 그 구성요소이다. 저장물질은 열에너지를 저장하는 역할을 하며, 열 혹은 잠열 형태로 저장하게 된다. 열전달 장치는 저장된 열을 저장물질로부터 열을 전달하는 파트를 담당한다. 저장물질을 최적화하기 위해서는 에너지밀도와 안정성이 높아야 한다. 이러한 태양열에너지 저장장치 시스템은 크기와 비용이 적절해야 소비자들이 사용하기 용이하다. 이러한 사용 기준 모두가 중요하며, 태양열에너지 저장장치 시스템을 설계하기 위해서 모두 고려해야 한다.

[그림기] 태양열 발전장치 구성 (용융염 에너지 저장 방식)



*출처: KOSEN21(2018), 한국기업데이터 재가공

기술발전방향

태양광 부문의 기술발전방향은 태양전지의 에너지효율 증대와 태양광융합발전 관련 기술개발(R&D), 태양광융합산업플랫폼 구축, 스마트시티, 스마트마이크로그리드(PV+ESS+EMS) 등의 위주로 이루어질 전망이다. 특히 미래자동차(전기차, 수소차 등)와 연계한 디자인 및 R&D 연계, 태양광 도로에 대한 연구(현대중공업 등)가 이어지고 있다.

태양전지 부문에서는 차세대 태양광전지 개발이 진행되고 있는데, 박막태양전지, 염료감응(Dye-Sensitized)태양전지, 페로브스카이트(Perovskite)태양전지, 양자점(Quantum dot)태양전지 등이 있다. 이 중에서 최근에는 페로브스카이트 태양전지 상용화에 대한 기대가 높아지고 있다. 페로브스카이트 태양전지는 과거 실리콘 태양전지의 변환효율 수준에 미치지 못해 크게 주목받지 못했지만, 최근 세계최고 수준의 효율을 연이어 달성하면서 기존 태양전지의 효율성, 고가 한계를 극복하고 수년 내에 태양광 산업을 주도할 것으로 기대된다. 국내 연구진은 짧은 연구기간에 비해 우수한 효율 성과와 잠재성을 보이고 있다. 이에 따라 핵심성능의 안정성을 높이고 대면적에 대한 연속공정 원천기술 개발을 마치면 실용화가 가능할 것으로 보이며, 향후 2020~2025년 안에 상용화 가능할 것으로 전망된다.

산업적 응용분야로서는 사막 지역에 설치 가능한 태양광 기술의 개발 및 실증이 이어지고 있다. 이와 관련하여 중국의 일대일로 사업 중 사막, 오지 등 극한상황의 태양광 공동기술 표준화가 진행되고 있다. 그 외에도 수상태양광, 건물 및 다양한 형태의 태양광과 ESS+EMS의 공동기술 표준화가 진행 중이다.

기술융합 관점에서는 IoE, AMI, ESS 등 태양광과 연계한 기술의 표준화가 진행 중이며, 표준화 완성에 따라 관련 산업의 본격적인 성장이 기대된다. 특히 태양광 융합산업 및 전기자동차 등과 연계한 국제환경 기술 표준화를 통해 풍부한 자원량, 친환경(기후변화와 미세먼지 등), 설치용이성, 가격경쟁력 등을 갖춘 태양광 발전의 성장성이 높아, 발전 산업의 패러다임 변화를 이끌 전망이다.

태양광 기술융합 부문의 성장세가 두드러지게 된 배경에는 ESS 기술발전에 따른 발전단가 하락이 주요하게 작용하였다. 2019년 발간된 블룸버그 New Energy Agency 리포트에 따르면, ESS의 발전 원가는 MWh당 187달러로 2012년 이후 약 74% 하락(4시간 주기 기준)했다. 이와 더불어 풍력과 태양광 발전 원가도 2010년 대비 각각 49%, 85% 하락하면서 신재생+ESS 프로젝트의 경제성이 크게 개선되었다.

태양열 발전 시스템은 태양열 집열기의 종류에 따라 구분되며 많이 쓰이는 평판형과 진공관형을 비교해 보면, 평판형은 난방, 급탕 등 저온 분야(취득온도 60~100도)에 많이 쓰이고 낮은 온도에서 높은 효율을 유지하며, 진공관형은 냉난방, 산업 공정열 등 중고온 분야(취득온도 80~200도)에 많이 쓰이고 진공을 통한 열손실을 차단하며 설치면적의 30% 절감이 가능하다. 따라서 향후 기술발전방향은 고효율과 저면적 설치 가능 시스템의 개발 위주로 이루어질 전망이다.