

# 국내외 MW급 태양광발전시스템 R&D 실증사이트 구축 사례



정득영  
영남대학교  
국가 MW급 태양광발전시스템  
R&D 실증 센터, 국장

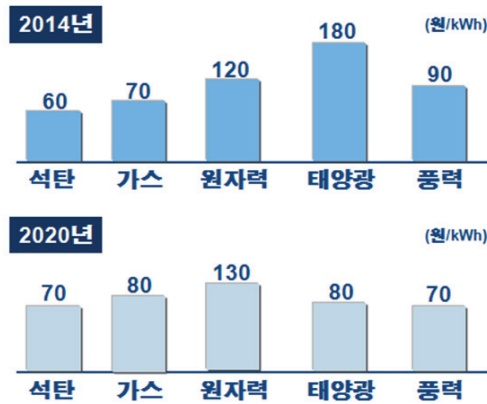
## 서론

후쿠시마 원전사고 이후, 태양광시장은 독일이 주도하는 EU뿐 아니라 미국, 중국 및 일본 등에서 GW급의 대규모 태양광발전시스템 프로젝트가 진행되고 있다. 매년 증가하고 있는 태양광설치량은 '16년도 연초 예상보다 많은 70GW 이상이 될 것으로 전망되고 있다. 이는 태양광 시장을 선도하고 있는 Big 3 중 중국 및 미국 태양광발전시스템 수요가 증가하고 있기 때문이다.

연초 중국 태양광시장은 18GW 규모의 수요가 발생할 것으로 예상됐으나, '16년 1분기 설치량만 22GW에 달해 연초 예상치를 초과하였고, 미국 태양광시장 역시 연초 8GW 수요를 예상했으나, 2분기가 지난 시점에서 강한 태양광 수요 증가세로 인해 50%가 증가한 12GW가 설치될 것으로 전망하고 있다.

최근에는 태양광시장의 성장에 맞추어 전 세계적으로 신재생에너지 보급을 확대하기 위한 정책, 로드맵 등이 수립되고 있다. 최근 IEA 보고서('15.10)에 따르면, 신흥국에서 공격적인 확대와 가격하락으로 신재생에너지는 향후 5년이상 전기생산의 가장 큰 단일원이 될 것으로 예측하고 있다. 또한, 향후 5년 동안 신재생에너지로 전기생산 700GW(현재 일본 설치용량의 2배 이상)될 것으로 전망하고 있다.

G20 에너지장관회의('15.10.)에서 IEA 사무국장인 패티스 비롤박사가 "신재생에너지의 가변성은 에너지 시스템을 채택해서 배울 수 있는 도전보다는 정책의 가변성이 매우 큰 위험성을 내포한다."라고 발표하면서 신재생에너지에 대한 정책 일관성을 피력하였다. 특히, 태양광, 풍력 등을 중심으로 신재생에너지 발전시스템을 활용하여 친환경에너지 비율을 확대하기 위해서 노력하고 있는 상황이다.



출처 : 한국수출입은행

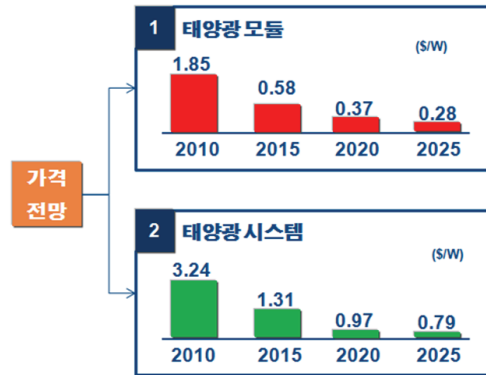
그림 1. 주요 원별 발전단가 비교

기후변화이슈 및 태양광 발전단가 향상으로 태양광발전 시스템이 '40년까지 3,600GW이상 설치될 것으로 전망되고 있다. 또한, 온실가스 감축 문제로 석탄발전 비중이 감소할 것으로 예상되고 있으며, 태양광 발전단가가 '20년 80원/kWh, '25년 60원/kWh으로 큰 폭으로 하락해 경제성이 크게 향상될 것으로 전망된다.(그림 1 참조)

최근 태양광 시스템 가격하락 추이를 볼 때 '25년 중국의 석탄발전단가보다 태양광 발전단가가 더 저렴해지는 그리드패러티(Grid Parity, 신재생에너지 발전원가가 가정에 공급되는 화석에너지 발전원가와 비슷해지는 시점)를 넘어서 제너레이션패러티(Generation Parity, 신재생에너지 발전원가가 석탄 등 화석에너지 발전단가와 똑같아지는 시점) 도달이 가능할 것으로 전망된다.(그림 2 참조)

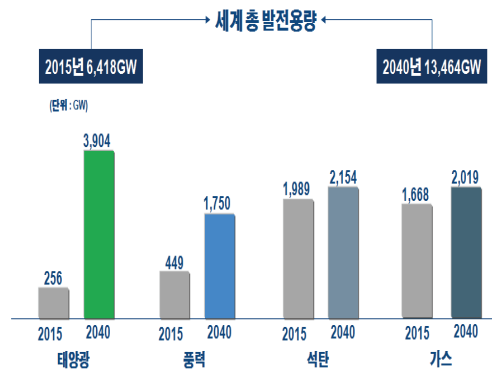
'15년도 세계 태양광 설치량은 256GW에 불과하지만 '40년 총 설치량은 3,904GW에 달할 것으로 예상되며 '40년 전체 발전원 중 28%를 차지해 최대 발전원으로 부상할 것으로 전망된다.(그림 3 참조)

에너지 신산업 대토론회에서 신재생에너지 보급을 확대하고 신산업을 창출하기 위한 방안으로 관련기업에서 태양광발전시스템의 Plant 설계기술(SI, EPC), 시스템 운영 기술, 유지/보수 등을 검증할 수 있는 플랫폼 사업 추진을 적극적으로 피력하였다. 이에 따라 태양광 관련기업에서 생산된 다양한 제품을 Value Chain 상 Down Stream인



출처 : 한국수출입은행

그림 2. 태양광 모듈 및 시스템 가격 전망

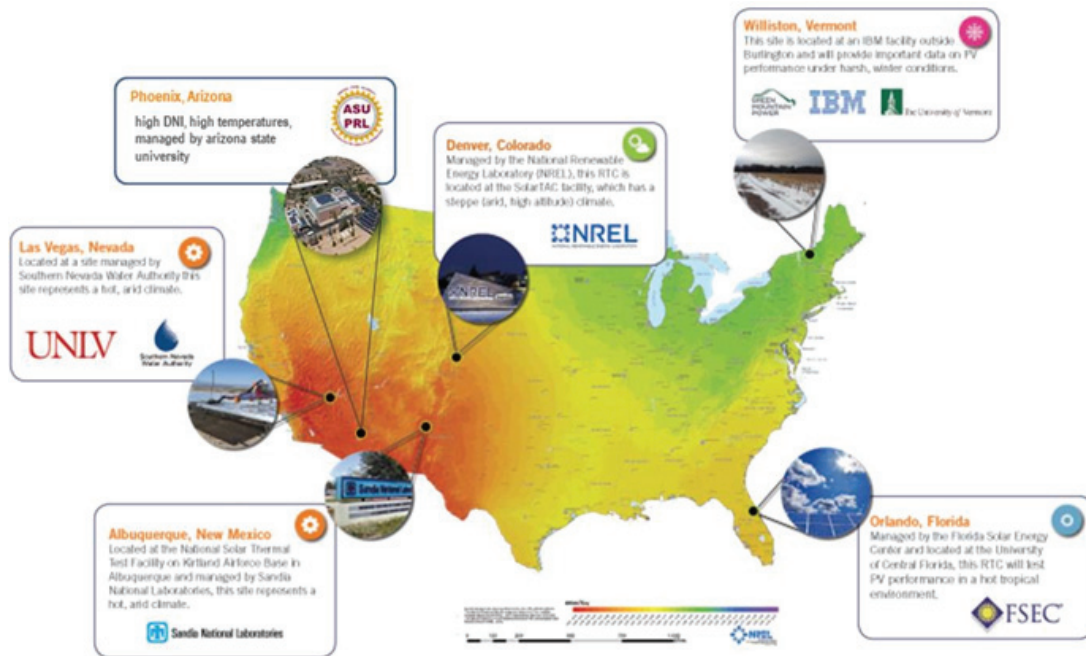


출처 : IEA, New Energy Finance

그림 3. 세계 태양광시장 장기수요 전망

시스템단에서 설계 및 설치 Guide Line(표준화 포함) 제시, 성능 및 신뢰성 평가 방법, IECRE 대응 등을 공공성을 갖는 기관에서 검증함으로써 신재생에너지 분야에서 新 BM 창출을 통해서 국가 경쟁력을 향상시키는 데 기여할 수 MW급 태양광발전 R&BD 실증단지를 구축하여 사업을 추진할 계획이다.

이처럼 태양광 시장이 확대되고, 다양한 지원정책 등이 발표되고 있는 시점에서 주요국은 실내가 아닌 옥외에서 태양광 모듈 및 발전시스템의 안정성(Safety) 및 신뢰성(Reliability) 등을 검증할 수 있는 실증센터의 특징에 대해서 알아보고, 국내에 구축 중인 실증단지에 대해서 간략하게 소개한다.



출처 : FY15 Final Technical Report for DOE SunShot(DOE, 2015)

그림 4. 미국 태양광발전시스템 실증 센터(RTC 및 민간 운영)

## MW급 태양광발전시스템 R&D 실증사이트 국내외 구축 사례

### 해외 구축사례

태양광시장 및 인증을 선도하고 있는 독일, 미국 및 일본에서 실증 센터를 구축하고, 태양광발전시스템의 Outdoor Test를 통해서 태양광발전시스템 설계, 설치, 신뢰성 확보 및 운용 등의 업무를 지원하고 있다. 또한, 다양한 기상조건이나 지역에 따른 태양광발전시스템의 발전량, 신뢰성 확보(PID Test) 등을 수행하고 있다.

미국은 DOE에서 '11년부터 추진하고 있는 SunShot Initiative의 일환으로 NREL은 5곳(New Mexico Albuquerque, Colorado Denver, Nevada Las Vegas, Florida Orlando, Vermont Williston)에 지역테스트 센터(RTC, Regional Testing Center)을 운영하고 있고, 민간부문에서 아리조나 주립대학(Arizona Phoenix)의 마니박사가 NREL의 지원받아 운영하는 ASU PRL(Arizona State University Photovoltaic Reliability Lab) 실증센터가 있

표 1. NREL의 RTC 현황

Site	기후	비고
Denver	Sunny/Clean/ 고지대	
Las Vegas	사막형	
SNL	사막형	Big Data 구축 Total : ~250 kW
Orlando	고온다습형	Total : ~250 kW fixed tilt
Williston	Snowy/저온형	Total : ~300 kW

다.(그림 4 및 표 1 참조)

6개 실증센터 중에서 대표적인 사례인 SNL(Sandia National Lab, New Mexico Albuquerque 위치)과 ASU PRL에 대해서 간략하게 설명한다.

SNL은 다양한 태양광발전시스템의 신뢰성, 성능을 평가할 수 있는 시스템을 구축하여 기본 모듈, Bifacial 모듈, CPV 등뿐 아니라 Grid Integration, PV 성능과 신뢰성 등에 대한 기술을 확보하고 있다. 또한, SNL RTC는 다른 지역에 구축된 사이트와 협력 네트워크 구축하고 있으며

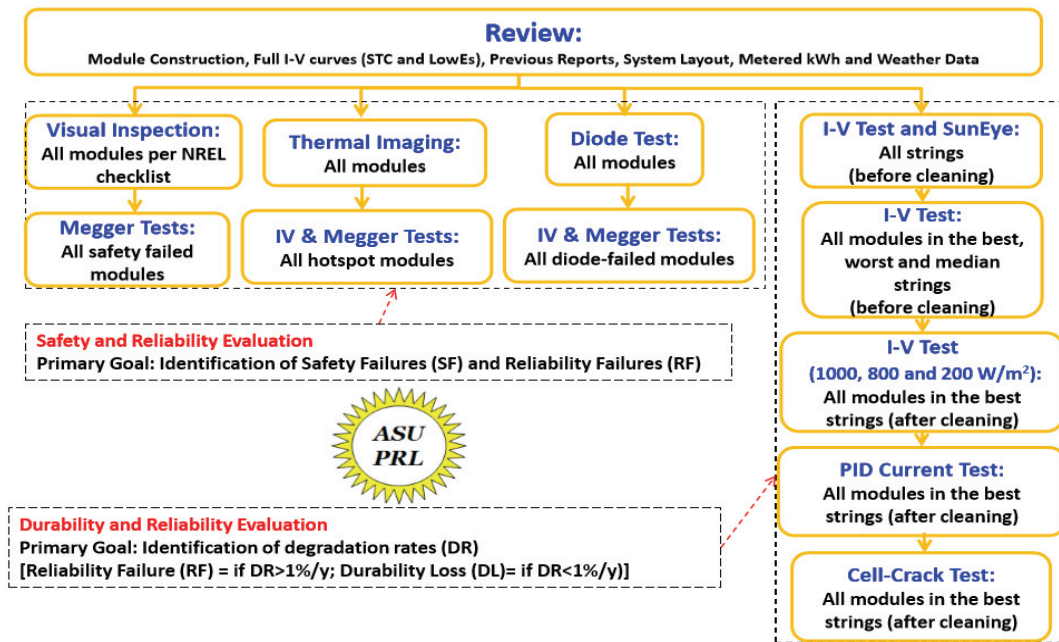
HUb 센터로서 각 사이트에서 취득한 데이터를 취합/분석하여 자료를 해당 기관과 지속적으로 공유하면서 모듈과 시스템에서 발생한 문제를 해결하기 위해서 노력하고 있다.

ASU PRL은 실험실 수준의 신뢰성 Test Lab 구축하고 있으며 Weather 시스템 보유하여 기 관측된 자료 등을 활용할 수 있는 Web-Site(solarabc.com)를 구축하여 활용하고 있다. 또한, 주변 MW급 태양광발전시스템에서 100 kW급 단위로 옥외테스트를 통해서 구축된 DB(Data Base)를 활용하여 MW급 태양광발전시스템 성능 및 신뢰성 등을

검증할 수 있다고 마니박사가 언급하였다.

ASU PRL에서 태양광 모듈 및 발전시스템의 안정성, 신뢰성, 열화 등의 평가를 진행하는 태양광 모듈 신뢰성 평가 프로세스(필드테스트) 그림 5와 같다.

독일은 Fraunhofer ISE에서 기후별 모니터링 테스트 베드를 운영하고 있으며, 특히 독일, 스페인, 스위스 및 이스라엘이 상호간 협력사업으로 테스트 베드를 운영하고 있다. 태양광발전시스템은 다양한 기후(온난기후(moderate climate), 사막기후, 고산기후(3000m 이상) 등에 적용될



출처 : Reliability Evaluation of PV Power Plants(ASU PRL, 2014)

그림 5. ASU PRL 태양광 모듈 신뢰성 평가 프로세스(필드테스트)



(a)온난기후(moderate climate)



(b)사막기후



(c) 고산기후(3000m 이상)

그림 6. Fraunhofer ISE 옥외 실증센터





(a) 추적식 시스템



(b) Bifacial 시스템

그림 7. 홋카이도 실증센터 적용 시스템

수 있기 때문에 실내뿐 아니라 옥외 기상조건에 따라 태양 광모듈 및 발전시스템의 신뢰성을 검증할 수 있는 사이트를 운영하고 있다.(그림 6 참조)

일본은 홋카이도 센터(5MW급 규모)에 혹독한 기상조건 하에서 일사조건에 따른 계통 안정화 시스템 기술개발 검증 사이트를 운영하고 있다. 실증센터에서는 태양광 패널 위에 눈이 쌓이는 것을 방지하면서, 설비 이용률(발전능력에 대한 연간 발전량)이 20%를 넘는 고효율 태양광발전을 구현하는 것을 목표로 하고 있으며 적용된 시스템은 추적

식과 고정식(양면 발전, 일종의 Bifacial)이다.(그림 7 참조)

## 국내 구축사례

현재 국내에 MW급 태양광발전 R&D 실증센터를 구축하기 위한 사례가 없으며, '16년도 상반기에 한국에너지기술평가원에서 "MW급 태양광발전 R&BD 실증단지 구축"과제를 공표하면서 국내에도 다양한 태양광발전시스템을 실증할 수 있는 센터 사업이 진행되고 있다. (그림 8 참조)

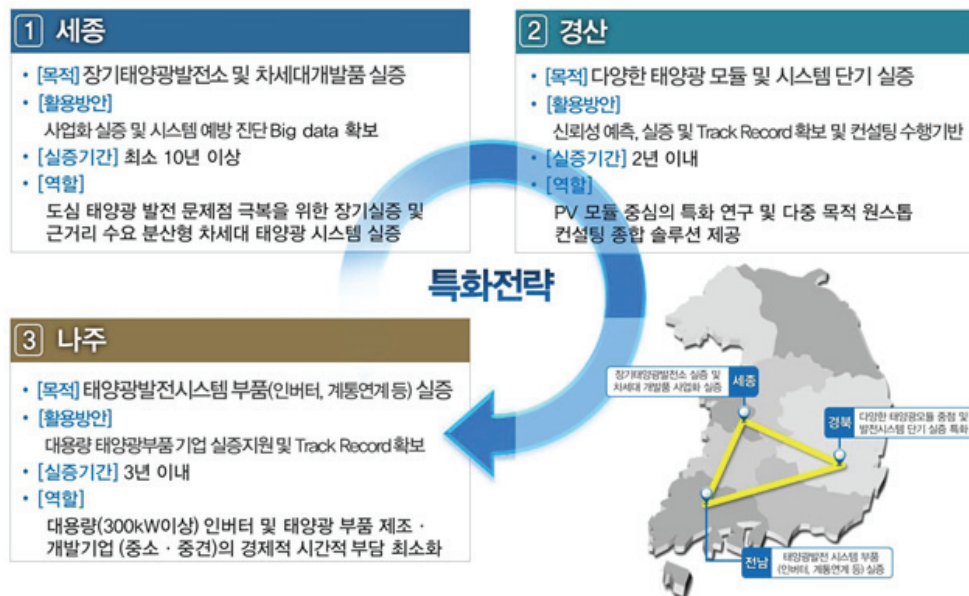


그림 8. 대규모 태양광발전시스템 실증단지 구축사업(안)

국내에 구축될 태양광발전시스템 실증센터에서 수행할 내용은 다음과 같다.

- 실증단지 운영방안 (표준화 포함)
- 태양광발전시스템 Certification Guide Line
- Engineering Consulting & DB 구축
- IECRE 대응 국내 시스템 분야 표준 구축 방안
- 계통연계와 관련된 전력 품질

국내에 실증단지를 구축함으로써 다음과 효과를 기대하고 있다.

- 국내외 태양광발전시스템을 설계 또는 운영하는 기업에서 활용할 수 있는 표준화 Guide Line을 제시함으로써 보다 안정적으로 시스템을 운영할 수 있는 기준 마련
- IECRE 체계 대응을 통한 실증 결과의 국제 적합성 확보 및 국내기술의 시장 경제력 확보

국내에 설치되는 실증단지는 지역 및 기상 조건 등을 검토해서 경산, 나주 및 세종시에 설치될 예정이다. 이는 Multi Site를 구축하여 지역조건, 기상조건, 전력생산 등에 대한 DB(Data Base) 확보함으로써 지역이나 환경에 따른 발전량을 예측할 수 있기 때문에 향후 국내 기업이 해외 사업에 진출할 때 실증단지에서 구축된 시뮬레이션 툴로 활용할 수 있어 향후 설치될 지역의 태양광발전시스템의 성능, 신뢰성 등을 검증할 수 있을 것이다.(표 2 참조)

이는 각 사이트의 역할을 분리함으로써 태양광 관련기

표 2. 국내 태양광발전 실증 단지 특징

지역	기후	특징
경산	건조한 내륙 기후	- 다양한 태양광 모듈 및 시스템 단기 실증 - DB 구축 및 분석
나주	강수량이 많은 청정 기후	- 태양광발전시스템 부품(인버터, 계통연계 등) 실증
세종	내륙 기후	- 장기 Track Record 확보

업들이 모듈, 시스템 등을 실증할 수 있는 선택할 수 있는 기회를 줌으로써 대-중소기업들이 갖고 있는 역량을 극대화하는 데 기여할 수 있기 것으로 생각된다.

## 결론

태양광시장의 가격 변동('11년, '16년)이 있어도 태양광 시장은 지속적으로 성장하고 있는 상황이다.

또한 태양광발전시스템 설치단가는 지속적으로 떨어지는 반면 설치량이 지속적으로 성장하고 있는 상황에서 주요 국에서는 옥외에 설치된 태양광 모듈 및 시스템 검증에 관심이 높아지면서 국가차원에서 실증센터를 운영하고 있다.

태양광 모듈\* 및 시스템\*\*의 성능\*\*\*, 안정성(Safety) 및 신뢰성(Reliability) 등을 검증하기 위해서 실내 테스트, 특히 옥외에서 발전성능 및 신뢰성 등을 검증할 수 있는 실증센터에 대한 수요가 증가할 것으로 예측된다.

주요국 보다는 출발이 늦었으나, 현재 국내에 구축되는 실증센터를 통해서 국내 태양광 관련기업이 성장하는 도움이 될 것으로 기대된다.

\* 결정질실리콘 태양전지(단결정, 다결정, 고효율, Bifacial 등), 박막태양전지, 화합물 태양전지, 염료감응 및 유기 태양전지, 신개념 태양전지

\*\* 기존 시스템, BIPV, CPV(Concentration Photovoltaic System)

\*\*\* 발전량, 열화(Durability/Degradation) 등

## 참고문헌

- [1] 2016년 3분기 태양광산업 동향, 한국수출입은행, 2016
- [2] Monitoring System Performance, NERL, 2011
- [3] FY15 Final Technical Report for DOE SunShot Sandia National Laboratories, DOE, 2015
- [4] Reliability Evaluation of PV Power Plants: Input

Data for Warranty, Bankability and Energy Estimation  
Models, ASU PRL, 2014

[5] Fraunhofer ISE, Homepage

[6] MW급 태양광발전 실증단지 최적 운영방안 의견수렴  
공청회, 2016

