



# - 태양 에너지 현황 분석 -

한미과학협력센터

- 목 차 -

**1. 미국의 태양에너지 활용 역사**

**2. 미국의 태양에너지 현황 및 특징**

**가. 전력생산부문**

- 1) 일반
- 2) 태양전지제조업 부문 현황

**나. 태양열부문**

- 1) 일반
- 2) 태양열집광기제조업 부문 현황

**다. 주요 조직**

- 1) 에너지부 EERE
- 2) EERE 내 태양에너지기술프로그램 (SETP)
- 3) NREL

**라. 관련 주요 법령 및 정책**

- 1) 연방
- 2) 주/지방

**마. 주요 태양에너지 프로그램**

- 1) 최근 종료된 연방 프로그램
- 2) 현재 진행 중인 연방 프로그램
- 3) 주/ 지방정부의 태양에너지 프로그램

**3. 미국의 최근 태양에너지 관련 주요 정책동향**

**가. 경기부양법(ARRA)의 태양에너지 관련 내용**

**나. Solar Technology Roadmap Act 소개**

**4. 한국과의 태양에너지 협력 현황 및 발전방안**

## 1. 미국의 태양에너지 활용 역사

인류가 태양에너지를 사용한 것은 기원전 7세기경부터로, 당시 인류는 주로 유리를 활용하여 태양광으로부터 불을 얻는 방법을 발명하여 사용하였다. 이후 인류는 주거시설의 건축 및 설계에 있어 이른바 "passive solar energy design"을 적용, 벽이나 마루가 대낮의 태양열을 일부 흡수하여 밤에 어느 정도의 난방 기능을 할 수 있게끔 하였다.

그러나 근대 이후 본격적인 태양에너지의 활용이라 할 수 있는 태양전지(PV: photovoltaics)의 발명 및 활용은 1839년 프랑스의 물리학자인 Edmond Becquerel로부터라 할 수 있다. 당시 에드몬드는 특정 물질 내에 흐르는 전류가 태양광에 노출될 경우 그 흐름이 급격히 증가하는 현상을 발견하였으며, 그 66년 후인 1905년 저명한 물리학자인 알버트 아인슈타인이 이러한 현상을 광전효과(photoelectric effect)라 명명하고 이를 상세히 설명함으로써 태양전지와 관련된 기본 법칙을 설립하였다. 이와 관련, 아인슈타인은 광전효과 및 관련 이론 부문 그의 업적에 근거, 1921년 노벨상을 수상하였다.

아인슈타인 이후 미국 내에서는 태양전지(PV: photovoltaics)의 상업적 활용과 관련한 지속적인 노력이 있었으며, 그 결과 AT&T 연구소(AT&T Labs)에서는 1950년대 중반 최초로 실리콘 태양전지를 발명하였다. 그러나 당시의 효율성 수준은 약 6퍼센트 대에 그쳤으며, 이후 1960년 Hoffman Electronics 사(社)에서는 이를 14퍼센트로, 오늘날의 연구진은 지속적인 R&D 활동을 통해 이를 20퍼센트 대까지 끌어올린바 있다. 효율성 수준이 20퍼센트라 함은 전체 지표상에 도달하는 태양에너지 중 20퍼센트 정도가 사용가능한 전기로 변환됨을 의미한다.

한편, 미국 내 태양전지와 관련한 최초의 장기적 실질적 어플리케이션은 인공위성시스템이라 할 수 있다. 1958년 미국 내에서는 인공위성인 Vanguard 1호가 발사되었는데, 이 위성은 태양에너지를 동력으로 하는 최초의 궤도위성이었다. 이 위성에 장착된 PV는 1964년 위성의 운행이 종료되는 시점까지 이 위성에 전력을 제공하였으며, 이 Vanguard 1호 위성의 성공적 운행은 이후 전 세계 인공위성 및 우주 프로그램 내 PV의 활용이 확대되는 중요한 계기로 작용하였다.

미국 내에서는 또한 1970년대 에너지위기가 태양에너지를 포함하는 재생가능에너지에 대한 관심 및 연구개발 노력을 증대시키는 중요한 계기가 되었다. 당시의 에너지위기는 미국 뿐 아니라 많은 나라에 비재생가능에너지원에 대한 높은 자원의존도를 인식하게 되는 계기가 되었으며, 이로 인해 다양한 대체에너지원에 대한 연구 및 가능성 모색 노력이 이루어졌다. 태양력이나 풍력, 지열 등은 그 대표적인 예라 할 수 있다. 이밖에도 비슷한 시기 Elliot Berman 박사가 설계한 저비용 PV의 발명은 1와트당 PV의 가격을 100달러에서 20달러로 획기적으로 낮춤으로써 기존에 생각하지 못했던 다양한 분야에 있어 PV의 광범위한 상업적 활용 가능성을 열어주는 결정적인 계기로 작용하였다.

정부 차원의 태양에너지 관련 노력 또한 지속적으로 유지되었다. 일례로 1970년대 말 (1977년) 에너지부는 태양에너지연구소 (지금의 NREL: National Renewable Energy Laboratory)를 설립, 태양에너지 관련 연방정부 차원의 연구개발 노력을 본격적으로 시작하였으며, 이 태양에너지연구소는 후에 부시 대통령에 의해 1991년 NREL로 명칭이 변경되었다. 1994년 NREL은 태양에너지연구설비(Solar Energy Research Facility)의 건설을 완료하였는바, 이 건물은 당시 전 세계 내에 설립된 미 정부기관 설비 중 가장 에너지효율성이 높은 건물로 명명된 바 있다. 이밖에 에너지부는 관련 산업부문과 공동으로 컨소시엄을 구성, 대규모 중앙집중형 태양에너지 프로젝트(demonstration project)인 「Solar One」을 1982년 시작하였으며, 1996년에는 「Solar One」의 업그레이드라 할 수 있는 「Solar Two」가 시작되었다. 1999년까지 지속된 「Solar Two」의 목적은 주로 태양에너지 저장기술의 효율성 및 경제성을 제고하는 데 있었으며, 이를 통하여 태양열 탑 발전소 (solar power towers)에 대한 상업적 관심 또한 촉발되는 결과를 야기하였다.

1999년 NREL은 잇따른 태양에너지 관련 주요 성과를 창출하였는데, 고효율 PV 및 박막태양전지(thin-film solar cells)의 개발이 그것이다. 세 가지의 서로 다른 PV 소재 층을 결합하여 만든 PV는 기존의 PV 효율성을 뛰어넘어 32퍼센트의 효율성을 기록하였으며, 이 PV가 가장 효율적인 상태에서 운용될 경우 태양광을 50배로 집광시키는 효과를 얻게 된다. 이밖에 박막태양전지의 경우 기존의 박막태양전지보다 1퍼센트 이상

효율성이 높은 18.8퍼센트의 효율성을 기록하였다.

2000년대에 들어서도 미국 내 태양에너지 관련 다양한 노력은 지속되고 있다. 일례로 2000년 오하이오 페리스버그(Perrysburg)에는 세계에서 가장 큰 규모의 PV 제조공장이 설립, 매년 100메가와트의 전력을 생산하는데 필요한 정도의 태양광패널을 생산하기 시작하였다. 한편 민간에서는 미국의 대형유통업체인 홈디포(Home Depot)가 2001년 주거용 태양에너지시스템 설비를 캘리포니아 샌디에고 내 3개 체인을 통해 판매하기 시작하였으며, 1년 후에는 그 매장 수가 전국 61개 지점으로 확대되었다.

태양에너지의 활용 및 보급은 앞으로도 지속적으로 확대될 것으로 예상되고 있다. 앞으로 미국 내 새로이 건설되는 건물들은 에너지 효율성을 높일 수 있는 다양한 설계 및 건설우수사례를 바탕으로 설계·건립될 예정이며, 이밖에도 PV 관련 R&D 또한 신소재의 개발 및 전지설계 개선, 새로운 접근법의 적용 등을 통해 활발히 이루어질 것으로 기대되고 있다. 아울러 관련 기술로드맵들은 특히 고집광(CSP: concentrating solar power) 관련 기술에 대한 지속적인 R&D에 초점을 두고 있으며, 지역별로는 주로 미국 북서부의 경우 수소에너지와 관련한 다양한 노력이 활발한 반면 남서부에서 태양에너지와 관련한 잠재력이 매우 높은 편이다.

가로 10마일 세로 15마일 면적의 사막 지역에 태양전지판을 설치할 경우 이를 통해 생산할 수 있는 연간 전력은 2만 메가와트에 달할 것으로 예상되고 있으며, 이는 산술적으로 계산할 경우 미국 내 전체 연간 전력 수요는 사방 100마일 면적 내에서 PV를 기반으로 생산된 전력만으로 충당할 수 있다는 결론에 이르게 된다. 따라서 태양에너지와 관련한 각종 기술개발 및 상업화 노력은 에너지 안보 확보 뿐 아니라 친환경적인 대규모 전력 생산을 가능케 한다는 점에서도 향후 중요한 과제라 할 수 있다.

## 2. 미국의 태양에너지 현황 및 특징

통상적으로 태양에너지의 활용은 크게 두 가지로 나누어 살펴볼 수 있는바, 태양에너지를 이용한 태양열발전(Thermal)과 주로 태양에너지를 기반으로 하는 전력발전(Photovoltaic)이 그것이다. 다음에서는 미국 내

태양에너지를 활용한 전력 생산 관련 현황을 먼저 고찰하고, 이후 태양열 부문 내용을 개관한다.

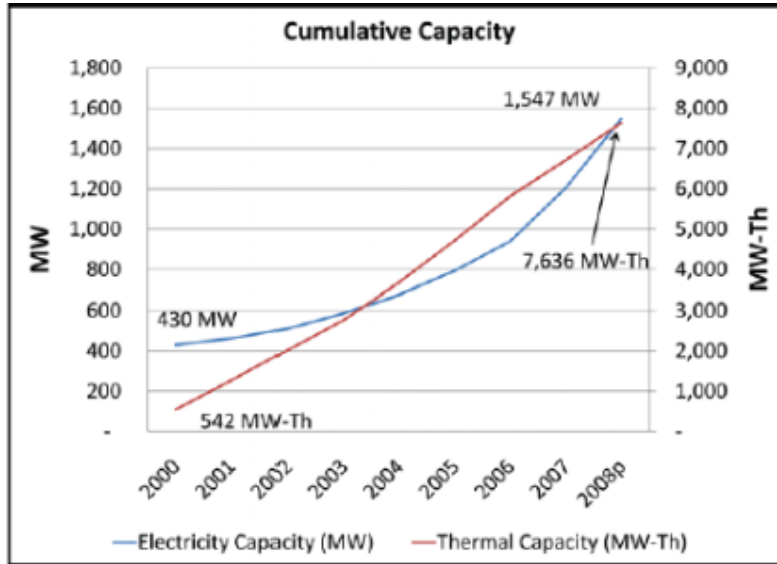
## 가. 전력생산부문 (PV)

### 1) 일반

최근 미국 내 태양에너지의 활용은 빠른 속도로 증가하고 있다. 2009년 미 태양에너지산업협회(SEIA: Solar Energy Industries Association)에서 발표한 보고서에 따르면 2008년 동안 미국 내 태양에너지 기반 전력생산증가량은 1,265 메가와트(MW)를 기록, 2007년의 증가량인 1,159MW에 비해 증가세를 나타냈으며, 이와 같은 전체 설비증가에 힘입어 생산용량은 16퍼센트 늘어난 9,183MW를 기록하였다. 이 중 전력생산용량(태양전지 및 고집광)이 1,547 MW를 차지 (온수 및 난방 관련 태양열 설비가 7,636MW), 태양열 부문의 비중이 훨씬 높게 나타났다(<그림 1>). 비록 2008년 동안 태양에너지 기반 전력생산을 목적으로 신규 건설이 완료된 고집광(CSP) 설비는 없지만 현재 약 6천MW 이상의 설비 증축 계획이 전력구매계약(PPA: Purchase Power Agreements)의 체결을 통해 확정된 상황이다.

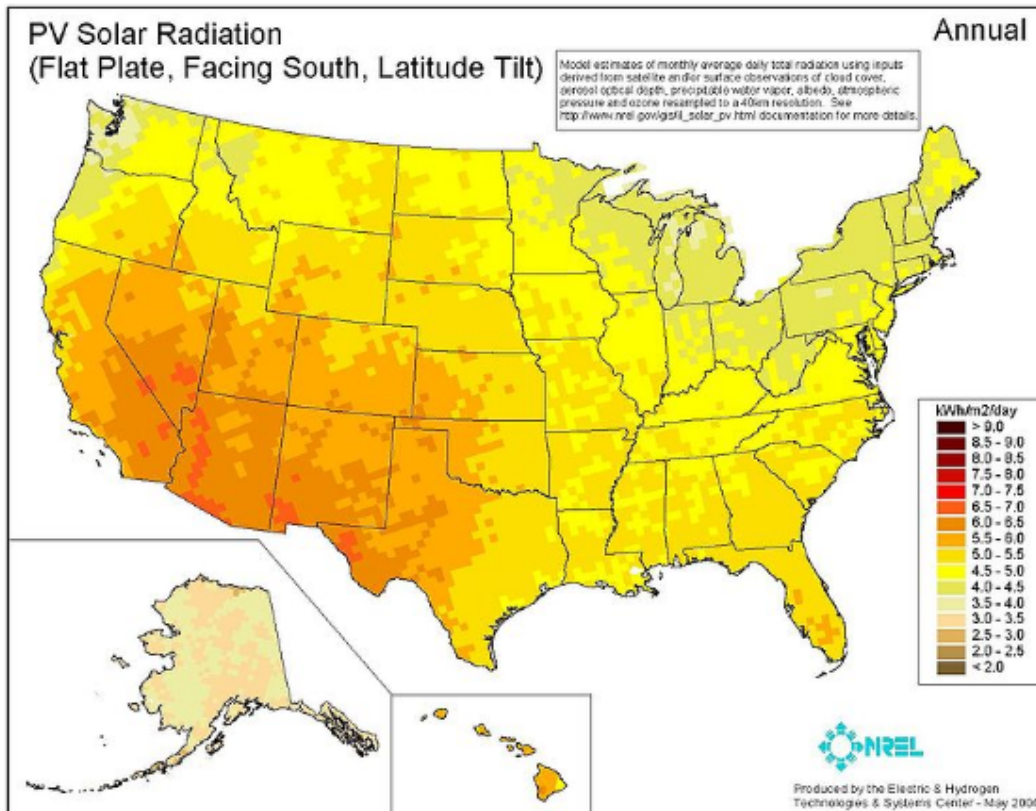
한편, <그림 2>는 미국 내 태양열 기반 전력생산 용량을 도식화하고 있다. <그림 2>를 통해서 현재 미국 내 태양에너지를 활용한 전력 발전은 주로 애리조나 및 캘리포니아 주 등 남서부 지역에서 가장 활발하게 이루어지고 있는 것을 알 수 있다.

<그림 1> 태양에너지 누적용량 증가현황 (2000-2008)



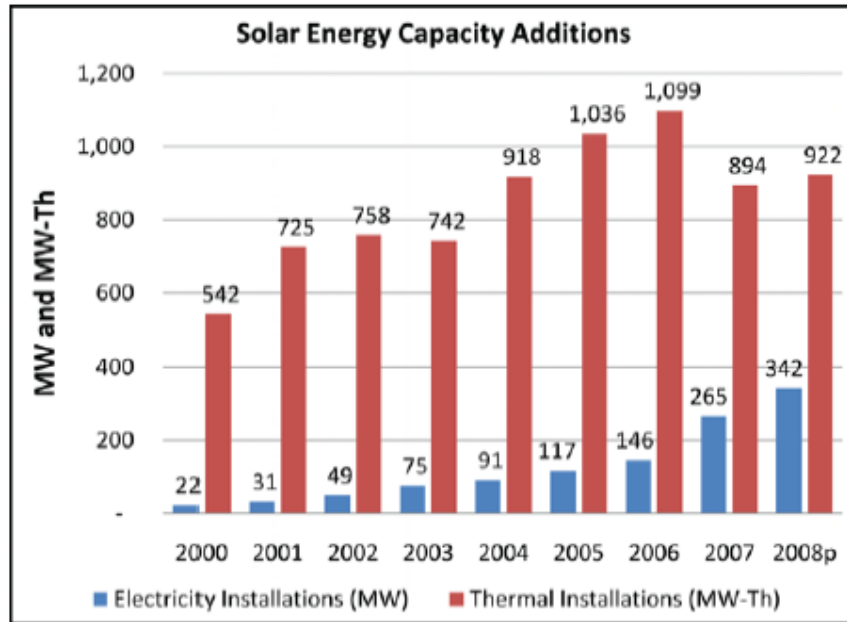
Source: Larry Sherwood (IREC), EIA, SEIA, Les Nelson, PV News

<그림 2> 미국 내 PV 태양열 복사 용량 (2004년 5월 현재)



\*출처: NREL

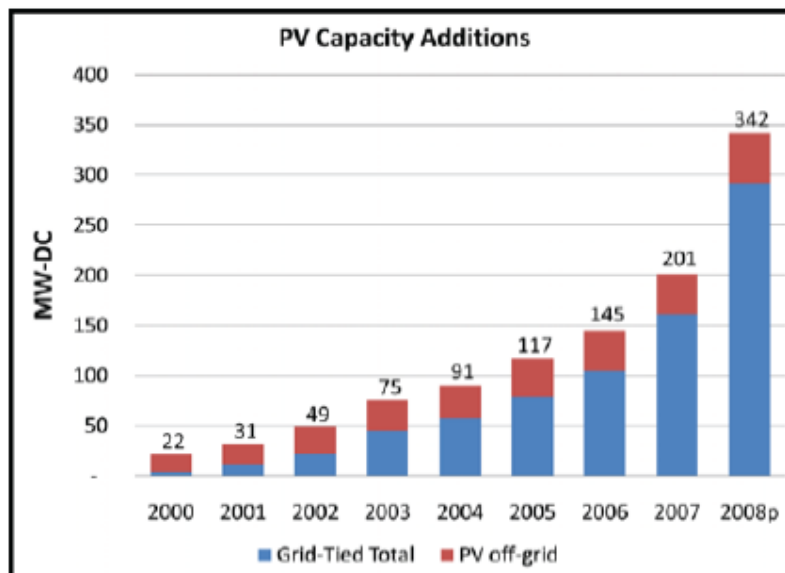
<그림 3> 미국 내 태양에너지 설비 증축 현황 (2000-2008)



p = preliminary

Source: Larry Sherwood (IREC), EIA, SEIA, Les Nelson, PV News

<그림 4> PV 용량 증축 현황 (2000-2008)



p = preliminary

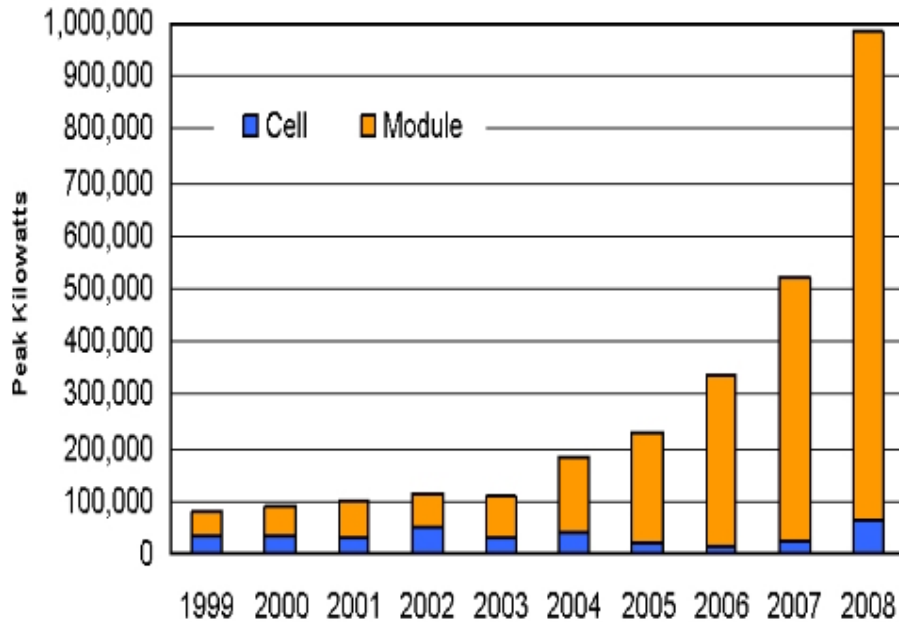
Source: Larry Sherwood (IREC), SEIA



## 2) 태양전지제조업 부문

한편, 미국 내 태양전지제조업부문 (Solar PV Cell/Module Manufacturing) 또한 최근 급격한 성장을 거듭하고 있다 (<그림 5>). 미 에너지정보국(EIA)의 최근보고서(EIA, 2010)에 따르면 미국 내 태양전지 (PV cells & modules)의 2008년 출하량은 2007년 대비 90퍼센트 성장세를 기록하였으며, 이러한 급격한 성장세는 2008년 말까지 한시적으로 적용되었던 연방정부의 상업용 PV 프로젝트에 대한 30퍼센트 투자세액공제 및 주거용 시설 PV 프로젝트에 대한 2천불 한도의 지원제도에 상당부분 근거한 것으로 보인다. 그러나 2008년 10월 3일 대통령이 해당 혜택을 2016년 12월 말까지 8년 더 연장하는 내용의 법률을 최종 승인함으로써 향후 지속적인 태양전지산업의 성장세가 기대되고 있다.

<그림 5> 미 태양전지 출하량 현황 (1999-2008)



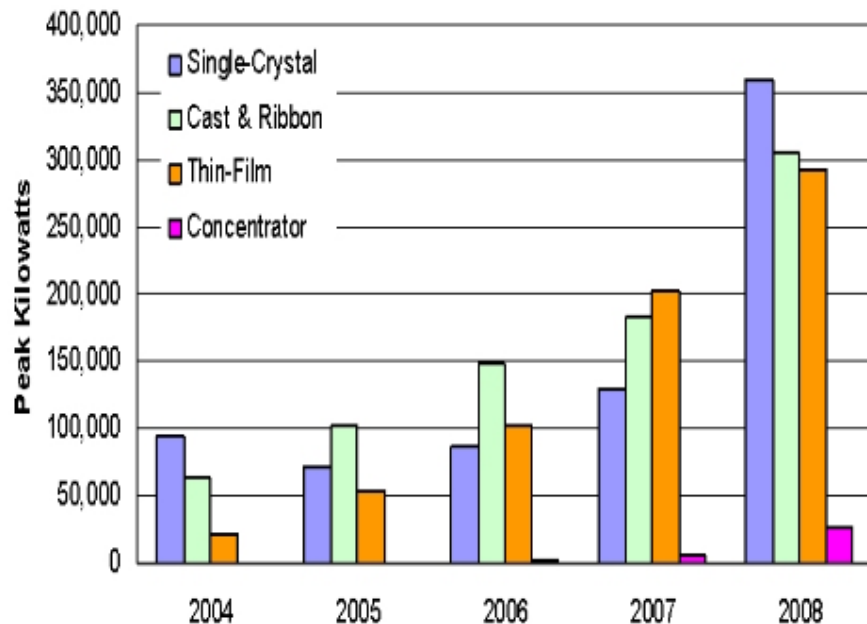
\* 출처: EIA (2010a)

이와 같은 해당 산업부문의 성장세에 힘입어 PV 제조업체 및 수입업체의 수 또한 2008년 급격한 증가세를 기록하였다. 2007년 46개사였던 이들 PV 제조 및 수입기업의 수는 2008년 66개로 증가,

46퍼센트의 성장세를 기록하였으며, 이 중 PV산업 관련 활동영역에 대한 설문조사 결과 28개 사(社)가 모듈 및 전지(cell) 제조업, 39개는 모듈 및 시스템 설계, 28개사가 prototype module 개발, 20개사가 prototype 시스템 개발, 37개사가 도매(wholesale distribution), 16개사가 유통(retail distribution), 28개사가 제품설치에 관여하고 있다고 응답하였다. 또한 향후 계획에 대한 설문에서는 20개사가 crystalline silicon 관련 신제품을, 11개사는 박막(thin-film) 신제품을, 그리고 2개사가 CPV (concentrator photovoltaic) 신제품을 2009년에 출시할 예정이라고 응답, 해당 부문 내 기업들이 지속적이고도 강력한 미 연방정부의 지원을 예상하고 있는 것으로 나타났다.

한편, 반도체 소재별로 분류한 결과 미국 내 태양전지제조업 부문의 기업들은 2008년 현재 single-crystal 형태의 태양전지를 가장 많이 출시하고 있는 것으로 나타났다 (<그림 6>).

<그림 6> 소재별 태양전지 출하량 현황 (2004-2008)



\* 출처: EIA (2010a)

이처럼 해당 산업부문의 가파른 성장세에 힘입어 태양전지 관련 전체 총수입 또한 대폭 증가하였다. 2007년 1.72십억불이었던 총수입(면허세 및 수송비 제외)은 2008년 3.34십억불을 기록, 95퍼센트의 성장률을 기록하였다. 반면 모듈평균가격(dollars per peak watt)은 2007년 3.37불에서 2008년

3.49볼로 약 4퍼센트 상승하는데 그쳤으며, 전지(cell)의 경우 오히려 평균 가격이 2007년 2.22볼에서 2008년 1.94볼로 12퍼센트 이상 감소하였다.

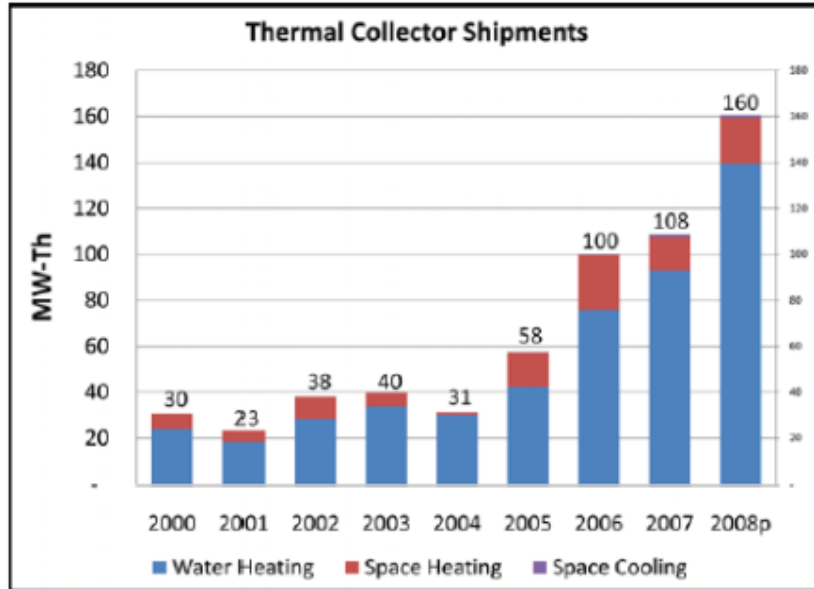
## 나. 태양열부문

### 1) 일반

태양열부문은 태양에너지 기반 전력생산 보다 훨씬 용이한 태양에너지 활용 수단이다. 앞서 언급된 미 태양에너지산업협회(SEIA) 보고서에 따르면 2008년 태양열부문 발전용량은 139메가와트 ( $MW_{Th}$ )를 기록, 2007년 대비 50퍼센트 증가하였다. 그러나 미국 내 풀장히터부문(solar pool heater)의 출하량은 주택시장 경기 하락의 여파로 2008년 762 $MW_{Th}$ 를 기록, 2007년 대비 3퍼센트 감소하였다.

세부 부문별로는 먼저 온수난방(SWH: solar water heating)부문의 성장세가 지속, 2008년 한 해 동안 전체 20,500여개의 태양열온수난방시스템이 설치, 총 용량이 485 $MW_{Th}$ 로 증가하였다. 지역별로는 하와이 주(州)의 미국 내 시장 점유율이 37퍼센트를 기록, 가장 높았으며 플로리다가 20퍼센트로 그 뒤를 이었다 (<그림 8>). 그러나 미국 내 현재 8천만 이상의 단독주택이 존재하고 있음에도 불구하고, 그 보급률이 아직 높지 않아 시장잠재력은 여전히 매우 높은 상황이다. 이와 관련, 에너지부(DOE)는 최근 가구 내 에너지 자급자족을 실현하기 위한 목적으로 "무에너지주택(zero-energy home)"의 2020년 달성을 목표로 관련 각종 정책을 적극 추진하고 있으며, SWH는 그 주요 요소 중 하나로 에너지부의 빌딩기술프로그램(Buildings Technologies Program)에 포함되어 있다.

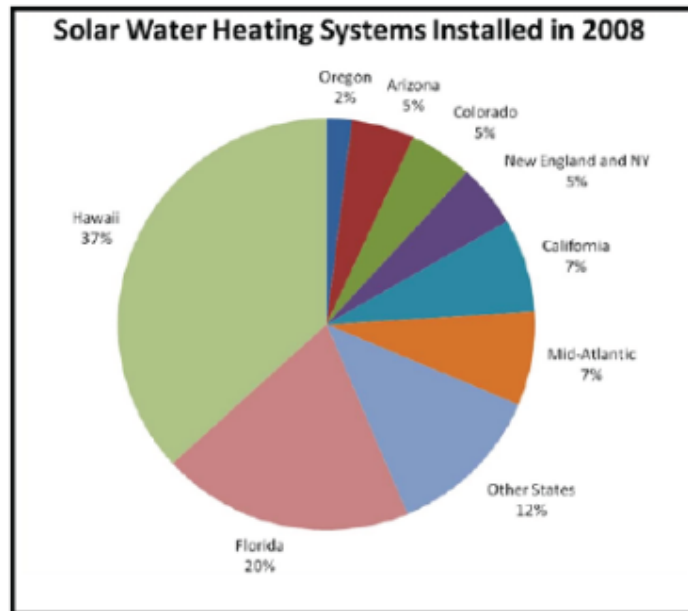
<그림 7> 미 태양열집열기 출하량 현황 (2000-2008)



p = preliminary

Source: Les Nelson (Western Renewables Group), EIA and SEIA

<그림 8> 주별 태양온수시스템 설치 현황 (2008년)



Source: Les Nelson (Western Renewables Group)

다음으로 풀난방(SPH: solar pool heating)부문의 경우 최근의 미 주택시장의 불안정으로 타격을 입었음에도 불구하고, 발전용량으로는 2008년 미국 내 태양에너지 관련 산업 전체에서 가장 높은 비중을 유지, 앞서

언급된 바와 같이 2007년 대비 3퍼센트 감소한 762MW<sub>Th</sub>를 기록하였다.

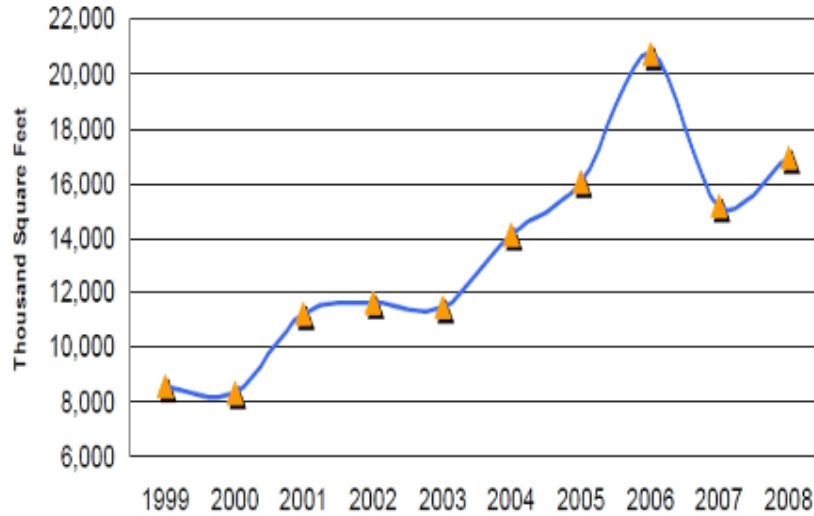
마지막으로 냉난방부문(SSHS: solar space heating systems)의 경우 2008년 미국 내 중에서도 특히 중북부 지역 (일리노이, 미네소타, 인디애나, 아이오와, 캔사스, 미시간, 미주리, 네브라스카, 노스다코타, 사우스다코타, 오하이오, 위스컨신)에서 상당한 상승세를 보였으며, 이들 지역의 경우 향후 예상되는 난방유 및 천연가스, 전기 등의 비용 상승에 힘입어 앞으로도 지속적인 SSHS부문 성장이 기대되고 있다.

## 2) 태양열발전기 제조업부문

미국 내 태양열부문과 관련한 태양열발전기 제조업분야 (Solar Thermal Collector Manufacturing)는 앞서의 태양전지제조업 부문과는 달리 2008년 다소 주춤한 양상을 보였다. 특히 주택시장 한파의 영향으로 많은 태양열발전기 제조사들이 자금조달에 어려움을 겪으면서 다수의 예정된 태양열발전기 프로젝트들이 취소되거나 지연되었으며, 일부 기업들의 경우 폐업을 하거나 시장 진입계획을 지연시키는 모습을 보였다. 그러나 전체 출하량은 2008년 2007년 대비 12퍼센트 증가율을 기록하였다. 그러나 이는 해당 산업부문이 가장 호황을 누렸던 2006년에는 여전히 미치지 못하는 수준이다 (<그림 9>).

한편 산업부문 내를 살펴보면 2008년 전체 태양열발전기 제조업 및 수출입 관련 종사기업의 수는 총 74개를 기록, 2007년의 60개에 비해 큰 폭으로 늘어났다. 이들 기업들이 2008년 동안 출하한 태양열발전기기 또한 16백만 스퀘어피트(square feet) 면적에 해당, 2007년의 15.2백만 스퀘어피트 보다 높은 수준을 기록하였다. 세부부문에 대한 설문조사 결과 74개 기업 중 45개 기업이 열발전기 및 시스템 설계, 27개 기업이 prototype 열발전기(collector) 개발, 23개 기업이 prototype 시스템 개발, 58개 기업이 도매, 29개 기업이 소매 및 유통, 21개 기업이 열발전기 설치 부문에 종사하고 있다고 응답하였다. 한편 이들 기업들이 고용하고 있는 고용인수 또한 2008년 총 1,083명을 기록, 2007년의 686명에 비해 58퍼센트 증가하였으며, 기업당 평균 고용인수 역시 2007년의 11.4명에서 14.6명으로 증가세를 보였다.

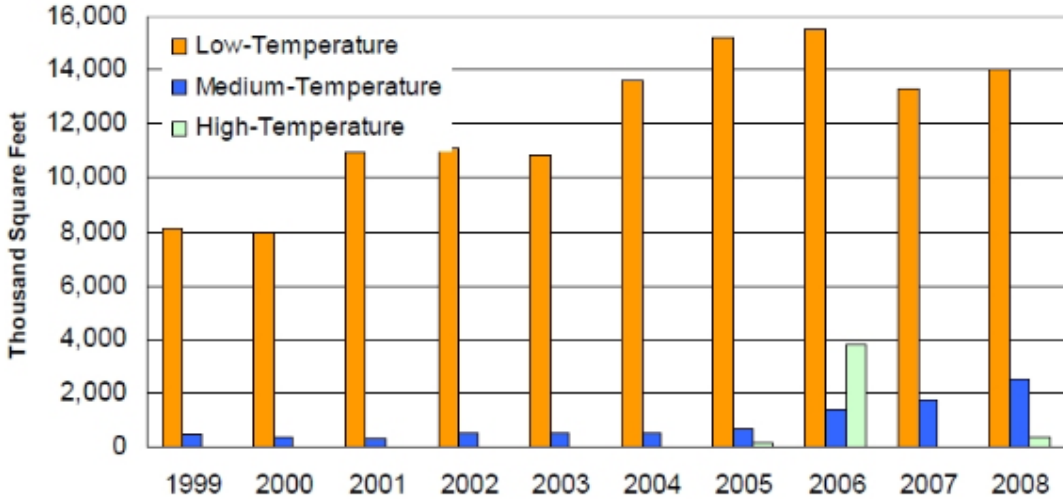
<그림 9> 미 태양열발전기 출하량 현황 (1999-2008)



\* 출처: EIA (2010a)

태양열발전기 출하량과 관련, 크게 세 가지 유형(low-temperature collectors, medium-temperature collectors, high-temperature collectors) 중 주로 주거용으로 사용되는 저온발전기(low-temperature collectors)의 비중이 압도적인 가운데 2008년 전체 출하된 저온발전기 14백만 스퀘어피트 중 92퍼센트가 주거용으로 사용되었으며, 이 중에서도 대부분이 풀난방(pool heating) 용도로 사용되었다. 2008년 2.6백만 스퀘어피트가 출하된 중온발전기의 경우 42퍼센트의 증가율을 기록하였으며, 대부분(81퍼센트)의 중온발전기가 온수난방(hot water heating)의 용도로 활용되었다. 이처럼 높은 중온발전기의 증가율은 특히 주로 연방정부의 세제혜택 및 각 주정부의 인센티브에 힘입은 것으로 보여진다. 마지막으로 고온발전기의 경우 주로 고집광(CSP: concentrating solar power) 용도로 생산되는 것이 대부분으로 2008년에는 388천 스퀘어피트가 생산, 전체 태양열발전기 출하량의 2퍼센트를 차지하였다. 그러나 이와 같은 낮은 시장점유율에도 불구하고, 향후 고온발전기 분야 시장 전망은 연방 및 주지방정부의 다양한 재생가능에너지 사업계획 및 강력한 환경관련 정책목표 달성 의지와 맞물려 매우 높다 (<그림 10>).

<그림 10> 부문별 미 태양열발전기 출하량 현황 (1999-2008)



\* 출처: EIA (2010a)

## 다. 주요 조직

### 1) 에너지부 EERE (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy)

#### (1) 개관

에너지부 내 에너지효율성및재생가능에너지국(EERE)는 미국의 에너지 안보, 환경보호, 공사파트너십의 경제적 활성화 등을 목적으로 하는 조직으로, i) 에너지효율성 및 생산성 제고, ii) 깨끗하고 믿을 수 있는 에너지의 저렴한 제공, iii) 삶의 질 향상 및 사용 가능한 에너지 선택폭의 확장을 통한 미 국민의 복지 증진 등과 관련한 다양한 활동을 통하여 위의 조직 미션 달성을 위해 노력하고 있다.

EERE는 다음과 같은 10개의 에너지 관련 프로그램을 중심으로 조직되어 있으며, 이중 태양 에너지와 관련한 프로그램으로는 "Solar Energy Technologies" 프로그램이 있다. 이밖에도 EERE는 조직미션의 달성을 위하여 같은 에너지부 산하의 Golden Field Office 및 에너지부 소속 국가연구소(National Laboratories)와 다양한 분야에서 긴밀한 협력관계를

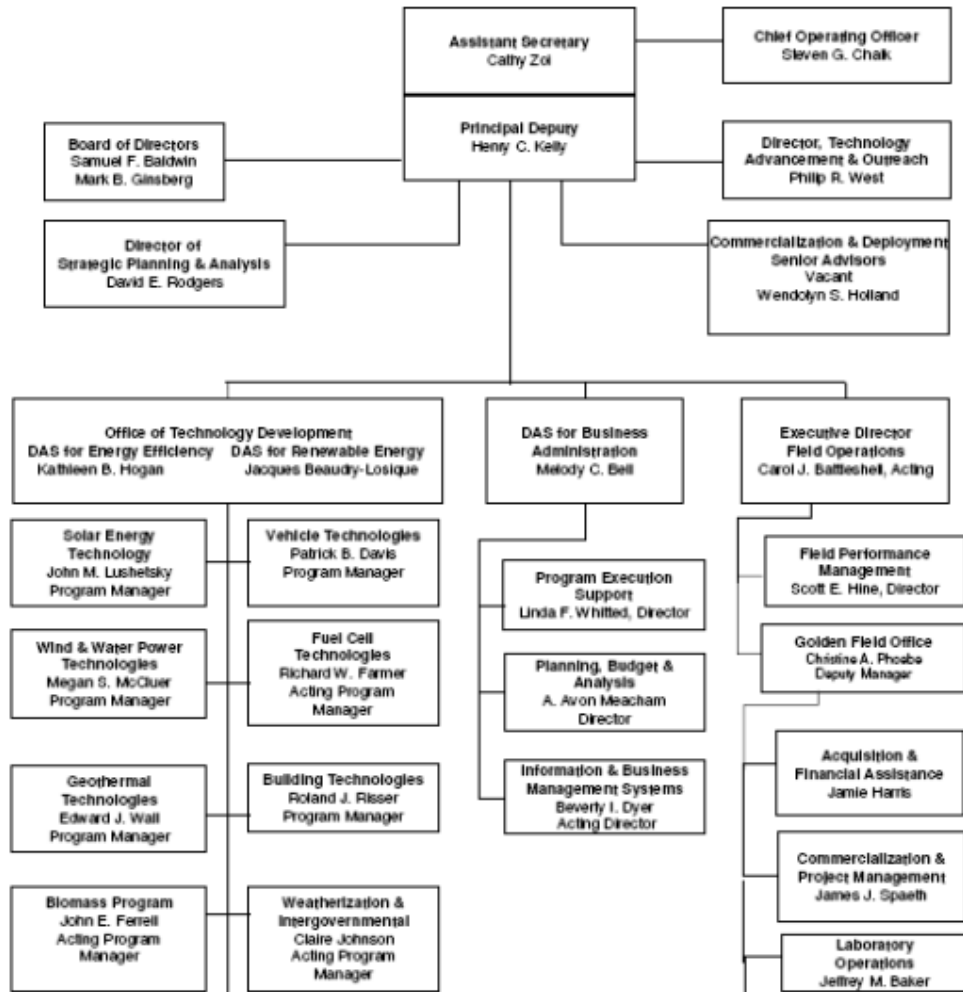
유지하고 있다:

- Biomass Program
- Building Technologies Program
- Federal Energy Management Program
- Geothermal Technologies Program
- Hydrogen, Fuel Cells and Infrastructure Technologies Program
- Industrial Technologies Program
- Solar Energy Technologies Program
- Vehicle Technologies Program
- Wind and Hydropower Technologies Program
- Weatherization and Intergovernmental Program



## (2) EERE 조직도

<그림 11> EERE 조직도 (2010년 1월 현재)



\* 출처: EERE 웹사이트

이중 특히 태양에너지기술프로그램은 현재 EERE 내 기술개발국(Office of Technology Development)에 소속되어 있다.

## 2) EERE 태양에너지기술프로그램 (SETP: Solar Energy Technologies Program)

SETP는 미국의 비용경쟁력 있는 태양에너지 시스템 구축 및 개발을 목적으로 하는 에너지부의 태양에너지 관련 가장 대표적인 프로그램으로 특히 태양전기기술과 관련, 2015년까지 비용경쟁력을 달성할 것으로 기대가

높은 두 가지 기술기반 하부프로그램(subprogram)인 태양전지(PV: photovoltaics)와 고집광부문(CSP: concentrating solar power)에 에너지 관련 R&D를 위하여 연간 평균 170백만 불의 예산을 지원하고 있다. SETP는 PV와 CSP 외에도 신기술의 상용화 및 시장 수용, 비용경쟁력 실현 등과 관련한 crosscutting 프로그램으로 시스템 통합(Systems Integration) 및 시장변환(Market Transformation) 하부프로그램을 또한 운영하고 있다.

### **(1) PV 하부프로그램**

태양에너지를 직접 전기로 바꾸는 기술과 관련된 태양전지(PV)하부프로그램은 신뢰도 높은 태양전지 시스템의 개발 및 구축, 소비자들의 전기비 절감 등을 목적으로 하고 있으며, 크게 다음과 같은 5가지 세부요소 (exploratory research, conversion devices, measurements and characterization, systems development, technology evaluation)로 나뉜다.

- Exploratory Research: 차세대 소재 및 기기와 관련된 연구 활동을 포함하며, 대표적인 예로는 플라즈모닉스(plasmonics), 유기태양전지 (organic cells), multiple exciton generation 등이 있다.
- Conversion Devices: 태양전지(PV)의 성능 향상 및 비용절감과 밀접한 관련이 있으며, 상업용 반도체 소재, 기기 특성, fabrication 프로세스 등에 특히 중점을 둔다.
- Measurement and Characterization 관련 활동: 모든 PV 소재기술과 관련한 설비 테스트 및 평가·분석 등을 수행하거나 제품개발활동을 지원함으로써 새로운 제품의 생산 및 개발을 지원하기 위한 목적을 띈다.
- 시스템 개발(Systems Development): 시스템 개발과 관련한 프로그램들로는 산업부문이 주도하는 TPP (Technology Pathway Partnerships), PV 인큐베이터, UPPD (University Process and Product Development), PV 제조업사업 (Manufacturing Initiative) 등이 있다. TPP는 개발 및 테스트, 검증, 새로운 PV 기기 및 부품·시스템·제조설비와의 상호접속(interconnection) 등에 중점을 두고 있으며, PV 인큐베이터는 신생 기업의 규모 확장 및 시험 제조프로세스까지의 공정 확대를 지원하는 프로그램이다. 이밖에 UPPD는 대학부문들이 소재 및 장비에 관하여 보유하고 있는 전문성을 활용, PV 관련 기술의 시장화를

도모하는 프로그램이고, PV 제조업사업은 FY2010부터 새롭게 시작되는 프로그램으로 PV의 상업화 및 비용절감을 촉진하기 위한 목적을 띠고 있다.

- 기술평가 (Technology Evaluation): 산업기술에 대한 독립적인 테스트를 수행함으로써 기술신뢰도(reliability)를 평가하고 해당 기술 분야 stage-gate 평가에 필요한 데이터를 제공하기 위한 것으로, 대표적인 기술평가 프로그램으로는 RES (Regional Experiment Stations)가 있다. 현재 RES 프로그램을 통해 고온다습한 미 남동부 지역의 기후 하에서의 시스템 성능 평가 및 고온건조한 미 남서부 지역 기후 상황 하에서의 시스템 성능 평가가 진행 중이며, 이밖에도 RES는 제품수명연장과 관련한 테스트 또한 포함한다.

## **(2) 고집광 (CSP: Concentrating Solar Power)**

2015년까지 중간전력시장(intermediate power market) 내 CSP의 비용경쟁력 실현을 목적으로 하고 있는 CSP 하부프로그램은 최근에는 특히 축열(thermal storage)관련 혁신적 아이디어의 도입 및 비용 절감을 통한 미 제조업 부문 역량 향상을 위해 다양한 R&D 활동을 수행하고 있다.

## **(3) 시스템 통합 (SI: Systems Integration)**

SI는 공학적 개발 및 전기그리드를 포함하는 최종사용 어플리케이션(end-use applications)에서의 태양열 시스템 통합에 중점을 두고 있으며, 이와 관련하여 제어기, 인버터(inverter), 에너지관리시스템 관련 인터페이스 등의 개발 및 검증(demonstration)에 중점을 두고 있다. SI 관련 어플리케이션으로는 에너지부의 또다른 프로그램인 건축기술프로그램(Building Technologies Program)과의 협조 하에 주거용/상업용/산업용 건물에 대하여 태양전기 및 태양열발전 시설의 제공 및 시스템 구축을 통한 무에너지건물(zero-energy building) 실현을 들 수 있다.

특히 2010 회계연도의 경우 배전부문(distribution level) PV 운용과의 통합을 위한 에너지 저장 시스템의 개발에 역점을 둘 예정으로, 이와 관련하여 29.7백만불의 예산이 배정되었다.

#### **(4) 시장선진화 (MT: Market Transformation)**

시장선진화는 주로 시장 진입장벽의 식별 및 제거를 통하여 태양에너지 관련 기술의 상업화를 촉진하는 것을 목적으로 하는 동시에 관련 이해관계자들에 대한 다양한 홍보활동(outreach)을 통해 이들의 해당 기술 활용을 장려하는 모든 활동을 포함하는 광범위한 개념이다. 상호연계표준(interconnection standards), net metering, 전기를 포함하는 각종 유틸리티 관련 정책, 태양에너지 관련 각종 법안(solar access laws), 관련 인력개발(workforce development), 정책관계자들의 태양에너지 기술 관련 이해도 제고 등이 가장 대표적인 관련 활동의 예라 할 수 있다.

특히 2010 회계연도의 경우 보다 시의적절하고 정확한 태양에너지 관련 주·지방 및 지역 정책연구와 분석을 목적으로 「태양에너지 관련 정책분석네트워크(Solar Policy and Analysis Network)」가 창설, 시장선진화 실현에 도움을 줄 것으로 보이며, 관련 예산으로 27.5백만불이 배정되었다.

#### **(5) 태양전기에너지혁신허브 (신규)**

한편, 태양에너지 관련 프로그램으로 2010회계연도에 신설된 프로그램으로는 태양전기에너지혁신허브 (Solar Electricity Energy Innovation Hub)가 있다. 이는 태양기술의 최신 연구 결과를 공유하고 그 활용의 극대화를 도모하기 위한 목적을 띠고 있는 프로그램으로, 조직적·제도적 실체를 지닌 태양에너지 관련 허브를 구축하기 위하여 경쟁공모방식에 근거한 과제계획서를 선발, 향후 예산을 지원할 계획이다. 이를 위해 동료평가방식에 근거한 과제계획서 심사평가 프로세스 및 관련 자문위원회(Board of Advisors)가 곧 구성될 예정이다.

#### **(6) SETP 예산**

에너지부의 태양에너지기술프로그램(SETP)과 관련, 2010 회계연도를 위해 요청된 예산은 총 320백만불을 기록하였다. 이는 2009 회계연도의 관련 총예산인 175백만불에 비해 145백만불 증액된 것으로, 부문별로는 고집광(CSP) 부문 예산이 2009 회계연도 대비 48.5백만불이 증액된 가운데 시스템통합(SI) 및 시장선진화(MT) 관련 예산으로 각각 29.66백만불과

27.45백만불의 예산이 신규 배정되었다. 또한 앞서 언급된 바 있는 신설사업인 태양전기에너지혁신허브 관련 예산으로는 2010 회계연도에 35백만불이 배정되었다 (<표 1>).

<표 1> SETP 예산 (FY2010)

<b>FY 2010 Budget Request</b>			
<b>(Non-Comparable, or as Appropriated, Structure)</b>			
<b>Solar Energy</b>			
<b>Activity</b>	<b>Funding (\$ in thousands)</b>		
	<b>FY 2008 Approp.</b>	<b>FY 2009 Approp.</b>	<b>FY 2010 Request</b>
Photovoltaic Energy Systems	136,744	145,000	149,470
Concentrating Solar Power	27,617	30,000	78,420
Solar Heating and Cooling Systems	1,959	–	–
Systems Integration	–	–	29,660
Market Transformation	–	–	27,450
Solar Electricity Energy Innovation Hub	–	–	35,000
<b>TOTAL</b>	<b>166,320</b>	<b>175,000</b>	<b>320,000</b>

\* 출처: US DOE EERE (2009: 37)

### 3) 국가재생가능에너지연구소 (NREL)

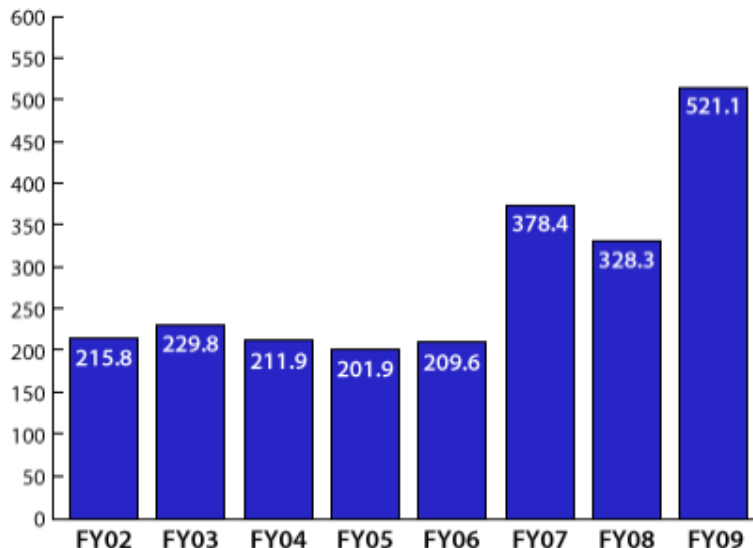
#### (1) 개관

1977년 태양에너지연구소(Solar Energy Research Institute)로 처음 시작된 NREL(National Renewable Energy Laboratory)은 재생가능에너지 및 에너지 효율성 관련 기술의 개발 및 우수사례 개발, 관련 이공계 학문 발전, 지식 및 혁신의 이전을 통한 국가 에너지 및 환경 관련 정책목표 달성 등을

조직미션으로 하고 있다. 1991년 에너지부(DOE) 소속 국가연구소로 지정되었으며 이 때 지금의 이름인 NREL로 명칭이 변경되었다.

현재 NREL은 에너지부(DOE) 내 EERE(Energy Efficiency and Renewable Energy)의 주무 연구소(principal research laboratory)로서의 기능을 수행할 뿐 아니라 에너지부 과학국(Office of Science) 및 EDER (Office of Electricity Delivery and Energy Reliability)에 대한 연구 자문활동을 수행하고 있다. NREL의 실질적인 운영 책임은 Alliance for Sustainable Energy가 맡고 있으며 에너지부(DOE)가 최종 책임을 진다. 2009 회계연도의 기관 전체 예산은 521.1 백만달러를 기록하였다 (<그림 12>).

<그림 12> 최근 NREL 예산 추이 (FY2002-2009)



\* 출처: NREL 웹페이지

## (2) 태양에너지 부문

현재 NREL의 태양에너지기술프로그램은 크게 2가지 주요 태양에너지 기술분야(PV 및 태양열)로 나누어 볼 수 있으며, 이밖에 기타부문으로 태양열복사연구(solar radiation research)가 있다:

- PV (Photovoltaic Research): PV 관련 소재, 주요 소재 시스템 관련 PV

전지(cells) 개발, PV 전지 및 모듈·시스템의 성능 및 안정성(reliability) 향상 관련 각종 활동, 산업부문의 표준화 테스트 및 PV 관련 기기 성능 향상 관련 활동 지원, 산업부문의 제조역량 향상 및 다양한 PV 관련 기술의 상업화 촉진활동 지원 등을 중점으로 하고 있으며, 이밖에도 에너지부 내 PV센터(NCPV: National Center for Photovoltaics)와 공동으로 타 연방기관 뿐 아니라 대학 및 관련 단체 등 다양한 기관들과의 파트너십 형성을 통한 기술개발 및 연구·분석 활동을 수행하고 있다. 대표적인 NREL의 연구파트너십 사례로는 국방부(DOD) DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)와의 고효율 태양전지 공동개발, Western Governors' Association Solar Energy Task Force와의 기술파트너십을 통한 청정에너지 관련 각종 대안에 대한 수요 평가 및 에너지 효율성 실현 관련 각종 권고안 마련, Crystalline Silicon Partnerships Team을 통한 고효율 저비용의 crystalline silicon 전지와 모듈, 소재 및 프로세스 개발 등이 있다.

- 태양열 (Solar Thermal Research): 태양열부문 연구는 크게 고집광(CSP)과 태양열난방(Solar Heating)의 두 가지로 나뉘어지며, 주로 NREL 내에서도 Electricity, Resources, and Building Systems Integration Center 내에서 관련 활동을 담당한다. CSP와 관련, NREL은 주로 비용 및 태양에너지 시스템 성능분석, 차세대 기술이라 할 수 있는 집광식태양열발전 (concentrating PV) 개발 등에서 주도적인 위치를 점하고 있다. 연구자들은 주로 태양에너지 시스템 및 제품과 관련, 새로운 설계 혹은 제조프로세스 개선에 관한 연구활동을 수행한다. 한편 태양열난방의 경우 NREL은 현재 태양에너지 산업부와 긴밀한 협조 하에 태양열난방의 비용 절감을 위해 노력하고 있으며, 이와 관련, 소속 과학자들은 모델링 및 최적화(optimization), 내구성 테스트 (accelerated materials durability testing) 등을 통해 새로운 폴리머 시스템의 prototype 개발 노력을 지원한다.

- 태양열복사 (Solar Radiation Research): NREL의 태양열복사 및 관련 데이터 수집 활동은 주로 Solar Radiation Research Laboratory에서 담당하며, 관련 활동으로는 태양복사 및 관련 기후데이터의 측정 및 수집, 관련 정보의 정부 및 산업계, 학계, 국제 연구소 및 기관 등에 대한 보급 및 확산을 들 수 있다. 이와 같은 데이터들은 주로 기후변화 연구 및 대기 연구, 재생가능 에너지 변환(conversion) 시스템 테스트 등 다양한 목적을 위해 활용된다.

## 라. 관련 주요 법령 및 정책

### 1) 연방

#### (1) Energy Policy Act of 2005 (EPAct 2005)

2005년 8월 8일 부시 전 대통령이 서명함으로써 최종 확정된 에너지정책법(EPAct 2005)은 미국의 에너지 정책과 관련, 다양한 유형의 에너지 생산에 대하여 각종 세제혜택 및 정부지원을 보장함으로써 미국 내 에너지 관련 문제의 해결을 목적으로 하는 법이다.

에너지정책법에서 태양에너지와 관련한 가장 대표적인 내용으로는 주거용 태양에너지 및 연료전지 관련 30퍼센트의 세제혜택 (총액 2천불 한도) 및 상업용 태양에너지 및 연료전지 관련 세제혜택 (총액제한 없음)을 들 수 있다. 이 두 가지 세제혜택은 실제적으로 미 태양에너지 관련 시장의 급속한 성장을 야기하는 중요한 계기로 작용하였으며, 이에 따라 연방정부는 2008년 12월 31일자로 만료되는 이 두 가지 혜택을 아래의 긴급경제안정화법(EESA)을 통하여 2016년까지 8년 더 연장하기로 결정한 바 있다.

#### (2) Emergency Economic Stabilization Act of 2008 (EESA)

2008년 10월 3일에 발효된 긴급경제안정화법(EESA)은 원래 당시 미 금융시스템의 안정화 및 서브프라임 모기지 위기 해결을 목적으로 재무부장관에게 주로 모기지 관련 안정성 확보 및 은행 자본 주입과 관련, 총 700십억불 규모의 예산 집행을 허용하는 법안이다.

그러나 이 법안에는 태양에너지 관련 세제혜택에 관한 내용이 일부 포함되어 있는바, 가장 대표적인 내용으로는 기존에 2008년 말 만료 예정이던 태양에너지 설비 관련 투자에 대한 세제혜택 (ITC: investment tax credit)을 2016년 말까지로 8년간 추가 연장함으로써 태양에너지 관련 민간 투자의 안정성(stability)을 보장한 것을 들 수 있다. 구체적으로는 주거용 및 상업용 태양에너지 관련 시설 설치에 대한 30퍼센트의 연방 ITC 제공 기한이 2016년 12월 31일까지 연장되나, 2008년 이후 설치된 주거용 태양전력시설에 대한 2천불 한도보장혜택(cap)은 철폐된다. 이밖에도 이법은



공공 유틸리티 시설의 경우에도 향후 태양에너지 관련 투자에 대한 세제혜택을 받을 수 있게끔 허용하고 있다.

### **(3) EERE Solar Program Multi Year Plan (2008-2012)**

에너지부 EERE의 태양에너지 관련 기본계획이라 할 수 있는 Solar Program Multi Year Plan은 2006년 작성된 에너지부 전략계획(Strategic Plan)에 부응, 태양에너지산업 분야 관련 구체적인 에너지부의 미션과 비전, 그리고 상세계획 및 정부성과평가법(GPRA) 관련 성과지표 등에 관한 내용을 담고 있다.

비록 이 계획이 수립될 당시에는 SAI (Solar America Initiative)가 대통령 사업이었던 AEI (Advanced Energy Initiative)의 일환으로 태양에너지프로그램의 주축을 이루고 있었으며, 주요 프로그램 활동분야 역시 PV R&D, 고집광(CSP), 시장선진화, 파트너십 등 4가지에 불과하는 등 현재의 EERE 활동분야나 SETP의 세부 프로그램과 다소 차이가 있으나 현재까지도 SETP의 근간을 이루고 있는 중요한 계획이다.

## **2) 주/지방**

### **(1) Renewable Portfolio Standard (RPS)**

연방정부에서 제공하는 각종 세제혜택 및 인센티브, 관련 프로그램 등 이외에도 각 주 및 지방정부 또한 태양에너지를 포함하는 재생가능에너지의 활용 및 보급 증진을 위하여 다양한 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력 중 가장 대표적인 것이 RPS로, RPS는 재생가능에너지원(풍력, 태양력, 바이오매스, 지열 등)을 이용한 에너지 생산 증진을 의무화하는 일종의 시장지향적 규제이다.

미국 내에서 RPS는 전력 공급업체들에게 특정 일시를 미리 지정, 해당 일자까지 최소 수준의 전력을 재생가능에너지원을 통해 조달하도록 하는 각 주정부의 정책으로 규정될 수 있으며, 2009년 5월 현재 미국 내 24개 주와 DC에서 RPS 관련 정책을 시행하고 있다. 이들 25개 지역은 미국 내 전체 전력 매출의 50퍼센트 이상을 차지하는 지역이다. 이들 지역 외에도 5개 주 (노스다코타, 사우스다코타, 유타, 버지니아, 버몬트)의 경우 재생가능에너지원

사용과 관련, RPS 대신 자발적 목표(nonbidding goals)를 설정하여 실행하고 있다. 이와 관련, 아래의 <표 2>는 각 주별 RPS 목표연도 및 달성수준, 그리고 관리 책임을 맡은 지역별 기관명을 요약하여 보여주고 있으며, 목표량의 경우 퍼센트로 표시된 것은 전체 절대용량(absolute capacity) 대비 전력매출 및 메가와트(MW)의 비율을 나타낸다.

<표 2> 각 주별 RPS 채택 현황 (2009년 5월 현재)

주	목표량	달성시기	주무기관
애리조나	15%	2025년	Arizona Corporation Commission
캘리포니아	33%	2030년	California Energy Commission
콜로라도	20%	2020년	Colorado Public Utilities Commission
코네티컷	23%	2020년	Dept. of Public Utility Control
DC	20%	2020년	DC Public Service Commission
델라웨어	20%	2019년	Delaware Energy Office
하와이	20%	2020년	Hawaii Strategic Industries Division
아이오와	105 MW		Iowa Utilities Board
일리노이	25%	2025년	Illinois Dept. of Commerce
메사추세츠	15%	2020년	Massachusetts Division of Energy Resources
메릴랜드	20%	2022년	Maryland Public Services Commission
메인	40%	2017년	Maine Public Utilities Commission
미시간	10%	2015년	Michigan Public Service Commission
미네소타	25%	2025년	Minnesota Dept. of Commerce
미주리	15%	2021년	Missouri Public Service Commission
몬태나	15%	2015년	Montana Public Service Commission
뉴햄프셔	23.8%	2025년	New Hampshire Office of Energy & Planning
뉴저지	22.5%	2021년	New Jersey Board of Public Utilities
뉴멕시코	20%	2020년	New Mexico Public Regulation Commission
네바다	20%	2015년	Public Utilities Commission of Nevada

뉴욕	24%	2013년	New York Public Service Commission
노스캐롤라이나	12.5%	2021년	North Carolina Utilities Commission
노스다코타*	10%	2015년	North Dakota Public Service Commission
오레곤	25%	2025년	Oregon Energy Office
펜실베이니아	8%	2020년	Pennsylvania Public Utility Commission
로드아일랜드	16%	2019년	Rhode Island Public Utilities Commission
사우스다코타*	10%	2015년	South Dakota Public Utilities Commission
텍사스	5,880MW	2015년	Public Utility Commission of Texas
유타*	20%	2025년	Utah Dept. of Public Service
버몬트*	10%	2013년	Vermont Dept. of Public Service
버지니아*	12%	2022년	Virginia Dept. of Mines, Minerals, & Energy
워싱턴	15%	2020년	Washington Secretary of State
위스콘신	10%	2015년	Public Service Commission of Wisconsin

\*: 5개 주(노스다코타, 사우스다코타, 유타, 버지니아, 버몬트)의 경우 RPS binding targets이 아닌 자체적인 목표를 설정.

\*\* 출처: EERE 웹페이지

## 마. 주요 태양에너지 프로그램

아래에서는 앞서의 에너지부 EERE 내 태양에너지기술프로그램(SETP) 이외의 연방 및 주·지방정부 차원의 주요 태양에너지 프로그램 및 현황을 간략히 소개한다.

### 1) 최근 종료된 연방 프로그램

#### (1) Solar America Initiative (2006년~2009년)

2006년 시작되어 2009년까지 지속되었던 SAI (Solar America

Initiative)는 2015년까지 태양에너지 기반 전력생산비용의 경쟁력 수준을 일반 전력 생산과 비슷한 수준으로 끌어올리는 것을 목적으로 하였으며, 2006년 2월 부시 대통령이 추진한 AEI (Advanced Energy Initiative)의 일환으로 추진되었던 사업이다.

SAI의 주요 목적은 미국 내 태양에너지 산업부문 기반 창출을 통한 국가 경제 활성화, 국가 전력포트폴리오 다변화를 통한 에너지 안보 향상, 급작스런 단전(power outage)시 피해 최소화, 화석연료나 원자력, 천연가스를 기반으로 하는 전력생산의 환경 영향 최소화 등을 포함하였으며, 비록 사업 자체는 종료되었으나 이로 인한 성과 및 관련 활동은 현재까지도 에너지부(DOE)의 태양에너지기술프로그램(SETP) 내 분야별 하부 프로그램들을 통하여 계승·유지되고 있다.

## **(2) Million Solar Roofs Initiative (1997~2006년)**

MSR (Million Solar Roofs) 사업은 애초 앞서 언급된 에너지부(DOE)의 태양에너지기술프로그램(SETP)에 의해 창설되었다가 2006년 종료된 사업으로 SAI의 시장선진화 관련 각종 활동의 기반 마련이 된 중요한 사업이다.

MSR 사업은 당시 태양에너지 관련 시스템 설치의 촉진을 통하여 시장 내 태양에너지 관련 기술을 확산시킴으로써 시장선진화를 달성하고자 하는 목적을 띠고 있었으며, 이와 관련하여 2006년 종료 시까지 미국 내에서 민간기업 및 전기공급회사, 건축개발업자, 비영리단체, 주·지방정부 기관 등 총 971개의 파트너 기관이 참여, 주·지방의 태양에너지 관련 지식 및 기술 확산에 기여하였다. 특히 1997년부터 2005년 사이 미국 전역에서 이들 971개의 기관의 참여 하에 94개의 연합(coalitions)이 결성, 에너지부(DOE)와 MSR 파트너십을 체결한 바 있다.

MSR 사업이 수행되었던 기간 동안 연방정부는 총 16백만불의 예산을 지원하였으며, 이를 통해 i) 미국 내에서 약 37만 7천여건 이상의 태양열 온수난방 및 PV, 태양열 풀난방 시스템 설치, ii) 200MW의 그리드 연결 PV 용량 달성 및 200MW의 태양열 온수난방용량 설비 설치, iii) PV 기술수용수준을 1997년 전체 태양에너지 관련 설비 설치 중 8퍼센트 수준에서 2005년 41퍼센트까지 증가시키는 등의 성과를 이루었다.

## 2) 현재 진행 중인 연방 프로그램

### (1) Solar Decathlon

전 세계 20여개 대학 및 종합대학교 학생들로 구성된 팀들을 대상으로 2002년 처음 개최된 바 있는 Solar Decathlon은 태양에너지를 기반으로 하는 주택을 심미성이나 에너지 효율성, 비용효과성 등을 고려하여 설계 및 실제 건축하도록 하여 심사하는 경쟁공모전으로 실제 주택이 완성된 이후에는 이를 일반 대중에 전시, 에너지 효율성 및 태양에너지에 관한 대중의 이해도 및 관심 제고를 목적으로 하는 프로그램이다. 현재까지 2002년과 2005년, 2007년, 2009년 등 총 4회 개최되었으며, 건축된 주택은 워싱턴 DC의 National Mall에 "태양에너지마을(solar village)"이라는 이름으로 전시, 매년 10만명 이상의 방문객이 다녀갈 정도로 인기를 끌고 있다. 현재 에너지부는 2011년 제 5회 대회 개최를 위한 참가팀을 선정하는 작업을 마무리 중이다.

### 3) 주·지방정부의 태양에너지 프로그램

일본이나 독일과 달리 미국의 경우 상당수의 태양에너지 관련 프로그램들이 주 혹은 지방차원에서 많이 기획·실행되는 모습을 볼 수 있다. 아래에서는 태양에너지와 관련, 가장 활발한 활동을 보이고 있는 일부 주들의 각종 태양에너지 관련 현황을 주별로 간략히 개관한다.

#### (1) 캘리포니아

태양에너지와 관련, 캘리포니아 주정부는 10년짜리 장기 프로그램인 「California Solar Initiative (CSI)」를 총 예산 3.3십억불 규모로 시행하고 있으며, 이를 통해 미국 내 주별 태양에너지 관련 기술부문 1위를 고수할 계획이다.

CSI는 「Go Solar California」캠페인의 일환으로 2006년 1월 시작되었으며, 캘리포니아 내 CPUC (California Public Utilities Commission)와 Energy Commission의 협력 하에 2016년까지 시행될 장기사업 프레임워크로 구상되었다. 특히 CPUC는 CSI의 프로그램 원칙들을 공공입법절차 (public

rulemaking process)를 바탕으로 정립, 인센티브 수준을 어떻게 정하고 조정하는지, 성과기반 인센티브를 어떠한 방식으로 제공할 것인지, 계량(metering)을 어떻게 의무화할 것인지, 프로그램 핸드북을 어떻게 개발하고 시행할 것인지 등을 모두 이와 같은 프로세스에 의거하여 수립하고 시행하고 있으며, 이밖에도 저소득층 태양에너지 프로그램 개발이나 마케팅 및 외부홍보(outreach), 연구개발 및 검증(RD&D: Research, Development and Demonstration), 프로그램 측정 및 평가 등과 관련된 주요 이슈들에도 이와 같은 공공입법절차를 적용하고 있다.

## **(2) 콜로라도**

연평균 300일이 맑은 콜로라도는 이와 같은 기상조건을 바탕으로 주 내 태양에너지 자산 극대화를 위해 최근 적극적인 노력을 기울이고 있으며, 이와 관련 PV 시스템 관련 각종 리베이트 및 정부자금지원(loan), 세금 면제 등의 혜택을 제공하고 있다. 이밖에도 태양에너지 기술 및 PV 제조업부문 산업 성장을 적극 지원함으로써 주 내 녹색일자리 창출에 앞장서고 있다.

## **(3) 코네티컷**

코네티컷 내 태양에너지 관련 가장 대표적인 프로그램으로는 「Connecticut Clean Energy Fund」를 들 수 있다. 이 프로그램은 태양에너지의 활용 및 기술발전과 관련하여 다양한 인센티브를 제공하고 세부 프로그램을 시행하기 위한 목적을 띠고 있으며, 개별가구와 기업 및 기관, 지역 커뮤니티 및 인력개발 등의 부문으로 나누어 코네티컷 주 내에서 시행되고 있는 다양한 태양에너지 관련 프로그램 및 세제혜택을 총망라하여 소개하는 한편, 관련 사업 성과들 또한 제공하고 있다.

## **(4) 메릴랜드**

태양에너지와 관련한 각종 지원을 최근에 와서야 제공하기 시작한 메릴랜드 주의 경우 리베이트 금액 증가 등의 공격적인 지원책을 통해 주 내 태양에너지 발전용량(capacity)을 1메가와트(MW)까지 늘릴 계획이다.

### (5) 메사추세츠

메사추세츠 주정부에서 재정지원을 담당하는 「Commonwealth Solar」는 총예산 68백만불을 통해 PV 시스템 비용분담에 힘쓰는 한편, 학교 및 국공립 기관 건물에 일정 부분을 할당, 특히 이들 건물에 대한 태양에너지 시스템 설치 및 활용에 적극적인 지원을 하고 있다.

### (6) 뉴멕시코

연중 300-350일이 맑은 뉴멕시코주는 최근 이와 같은 기상 조건을 바탕으로 2020년까지 재생가능에너지원 기반 전력생산비중을 20퍼센트까지 늘리는 RPS를 천명한 바 있다. 이밖에 태양열 및 PV 설치시 최대 9천불의 세제혜택(tax credit)을 제공한다.

### (7) 오레곤

태양에너지 사용과 관련한 세제혜택을 30여 년 전부터 제공해오고 있는 오레곤은 최근 PV 및 태양열 시스템과 관련, 현금보상제도(cash incentive)를 실시하기 시작함으로써 보다 공격적인 태양에너지 지원정책을 펼치고 있다. 또한 2007년에는 청정에너지 관련 법안이 주 내에서 7개가 연속 통과되기도 하였다.

## 3. 미국의 최근 태양에너지 관련 주요 정책동향

### 가. 경기부양법(ARRA)의 태양에너지 관련 내용

2009년 2월 17일 최종 확정된 바 있는 미 경기부양법(ARRA: American Recovery and Reinvestment Act of 2009) 또한 태양에너지 기술 발전과 관련, 적극적으로 예산을 지원하고 있다. 현재 태양에너지기술프로그램(SETP)을 총괄하고 있는 에너지부의 EERE는 경기부양법을 통하여 총 16.8십억불의 예산을 지원받고 있으며, 이 중 117.6백만불이 SETP 내의 각종 관련 활동에 배정되었다. 현재까지 이 경기부양법 예산을 통하여 태양에너지기술 관련 다양한 사업이 지원을 받았거나 지원을 받을 예정이며, 현재 과제계획서를 공모 중인 SETP 관련

사업으로는 아래에서 보다 자세히 소개될 「Solar America Showcase General Projects」가 있다.

이밖에도 경기부양법은 상업적 용도로 태양에너지를 사용하는 소비자들에게 30퍼센트의 태양에너지 설비 설치비용을 정부로부터 현금으로 환급받을 수 있도록 하고 있으며, 태양에너지를 포함한 각종 재생가능 에너지 및 관련 전력공급(transmission) 프로젝트를 위해 총 60십억불 규모의 정부대출(loan)을 보장하고 있다. 이밖에도 태양열 부문과 관련해서는 주거용 태양열 온수시스템과 관련한 기존의 혜택을 2천불로 증액한 바 있다.

### 1) Solar America Showcase General Projects

- 지원유형: 기술지원 (과제당 5십만불 이하)
- 과제 공모 개시일: 2009년 1월 28일
- 과제 공모 마감일: 2010년 3월 31일
- 지원담당기관: 에너지부 EERE 내 태양에너지기술프로그램
- 과제 개요: 첨단 태양에너지 기술 및 참신한 태양에너지 기술 응용과 관련된 대규모 시설 설치 촉진을 도모하기 위한 프로젝트

### 나. Solar Technology Roadmap Act (H.R. 3585) 소개

2009년 9월 16일 애리조나 주의 Giffords 하원의원(공화당)외 32명의 하원의원들에 의해 미 연방 하원에 처음 제안된 태양에너지로드맵법은 미국의 태양에너지기술 관련 R&D 및 Demonstration과 관련된 일반 지침을 제시하는 한편 이러한 태양에너지 관련 RDD 활동의 활성화를 도모하기 위한 목적을 띠고 있다. 이 법안은 2009년 10월 22일 하원을 통과하였으며, 현재 상원에 계류 중이다. 가장 최근의 법안 관련 활동으로 2009년 12월 8일 상원 에너지및천연자원하부위원회에서 관련 청문회를 개최한 바 있다.

총 2개 장(title)로 구성되어 있는 이 법안은 제 1장에서는 태양에너지 기술 RDD (research, development, and demonstration)에 관한 내용을, 제 2장에서는 태양전지(PV) 관련 기기 및 설비의 재활용과 관련한 RDD 프로그램의 신설에 관한 내용을 다루고 있다. 특히 제 1장의 경우 프로그램,



태양에너지 기술로드맵, 태양에너지 기술로드맵 위원회, 태양에너지 관련 기관간 조율, 태양에너지 검증(demonstration) 프로젝트, 태양전지성능 관련 연구의 수행 및 우수사례 발굴·소개, 태양에너지 프로그램 재승인(reauthorization) 등에 관한 내용이 중심을 이루고 있다.

부문별 주요 내용을 살펴보면 이 법안은 먼저 프로그램과 관련, 에너지부 장관에게 태양전지 및 고집광, 태양열 온수, 태양열 난방 및 냉방, 태양열 조명, 태양열 제조업, 태양열 기술을 이용한 건물 건축 등 태양에너지 전반에 관한 RDD (Research, Development and Demonstration) 프로그램의 수행권한을 위임하고 있으며, 이 때 관련 보조금의 지급과 관련, 연구과제 계획서 심사시 merit-review에 근거한 심사 방식을 의무화하고 있다. 둘째로 태양에너지 기술로드맵과 관련, 법령의 효력개시일 이후 18개월 내에 태양에너지기술로드맵위원회(Solar Technology Roadmap Committee)를 구성, 1차 태양에너지기술로드맵을 작성하도록 지시하고 있으며, 이 로드맵에는 단기(2년 이내), 중기(7년 이내), 장기 (15년 이내) 등 세 가지 각기 다른 시간 프레임별 태양에너지기술부문 RDD 수요 전망 및 연방정부의 관련 RDD 활동에 관한 지침에 관한 내용을 반드시 포함하도록 의무화하고 있다. 또한 로드맵위원회의 구성과 관련, 에너지부 장관이 법령효력개시일 이후 4개월 이내에 로드맵위원회의 위원을 선정·임명하되 적어도 11명의 위원이 3년의 임기 동안 활동하여야 한다고 명시하고 있다. 특히 위원회의 구성과 관련, 위원의 1/3은 반드시 태양에너지 산업부문 종사자로 구성되어야 한다.

#### 4. 한국과의 태양에너지 협력 현황 및 발전방안

미국의 태양에너지 연구개발 예산은 Solar Energy Technology Program에 따라 Photovoltaic Energy Systems, Concentrating Solar Power, System Integration, Market Transformation, Solar Electricity Energy Innovation Hub로 크게 5가지 분야로 나누어져 지원되고 있으나 실제적인 태양에너지 연구개발은 에너지부 산하 신재생에너지연구소에서 태양전지(PV), 태양열 및 태양열복사 분야로 나누어져 진행되고 있다. 세부적으로는 태양전지(고성능 저비용 실리콘 전지, 박막형, 염료감응형 및 신소재를 활용한 plasmonics, organic, multiple exciton generation 차세대형), 고집광 및

PV 설비 테스트 및 평가분석, 시스템 개발 및 기술평가 등으로 나누어질 수 있다.

미국의 태양에너지기술 연구개발은 AT&T 연구소에서 최초로 태양전지를 개발하여 우주선에 활용하였으며 NREL의 모태도 태양에너지연구소에서 시작한 것처럼 연구개발 수준은 세계최고로 평가되고 있다. 또한 오마바 정부의 녹색기술 지원정책 추진에 따라 2010년 태양에너지 연구개발 예산도 2009년 대비 약 83%가 증가된 약 3,200억이 배정되었다.

한국의 태양에너지 연구개발의 경우 또한 크게 태양전지 (실리콘, 실리콘 박막 및 화합물 박막형, 염료감응형), 태양전지 모듈, 태양광 발전용 PCS, PV 시스템 기술개발과 PV 구성요소 기기의 인증시험 및 성능평가 분야를 진행하고 있다. 이처럼 양국간의 태양에너지 연구개발 분야는 상당히 같은 분야 및 연구 시스템으로 진행되고 있음을 알 수 있다.

현재 NREL의 한국과의 태양에너지 연구협력은 한국에너지기술연구소와 NREL이 MOU를 맺고 특정 분야에 대한 공동 연구가 협의되고 있으며 첫 번째로 Silicon quantum dots 특성 연구가 결정될 예정이다. 그리고 영남대학교와 인력 교류 및 교육 분야에 협력하고 있으며 KIAT와의 새로운 협력프로그램이 협의되고 있는 실정이다. 따라서 미국과의 태양에너지 연구 협력은 사실상 이제 시작했다고 볼 수 있다. 선두적인 태양에너지 연구개발 및 기술 확보를 위해서는 정부, 학계 및 산업계를 총괄하는 체계적인 협력 방안이 마련되어야 할 것이다.

- 정부간 고위 연구개발 정책자 회의를 통해 국가 간 협력 프로그램 마련
  - 양국간 공동 펀드 마련을 통한 공동 프로젝트 추진
  - 국가 연구소간 공동 연구 실시 및 인력 교류
  - 양국간 연구 결과 성과 공유 및 기술사업화 지원
- 학계간 인력 교류 및 세미나 개최를 통해 정보 교류를 활성화하고 이를 통해 연구원들간의 인적 인프라 구축 및 공동 연구 활성화
- 산업계의 투자 유치를 통해 연구 결과의 상업화, 지적재산권 및 국제화를 공동으로 추진하고 동시에 기술 수출 등의 해외 시장 진출

<참고문헌>

US DOE (2006), 「US Department of Energy Strategic Plan」, from  
<http://www.cfo.doe.gov/strategicplan/docs/2006StrategicPlan.pdf>

US DOE EERE (2009), 「Fiscal Year 2010 Budget-in-Brief」, from  
[http://www1.eere.energy.gov/ba/pba/pdfs/fy10\\_budget\\_brief.pdf](http://www1.eere.energy.gov/ba/pba/pdfs/fy10_budget_brief.pdf)

US DOE EERE (2008), 「Solar Energy Technologies Program: Multi Year Program Plan 2008-2012」, from  
[http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar\\_program\\_mypp\\_2008-2012.pdf](http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_program_mypp_2008-2012.pdf)

US DOE EIA (2010a), 「Solar Photovoltaic Cell/Module Manufacturing Activities 2008」, from  
<http://www.eia.doe.gov/cneaf/solar.renewables/page/solarreport/solarpv.html>

US DOE EIA (2010b), 「Solar Thermal Collector Manufacturing Activities 2008」, from  
<http://www.eia.doe.gov/cneaf/solar.renewables/page/solarreport/solar.html>

US SEIA (2009), 「US Solar Industry Year in Review 2008」, from  
[http://www.seia.org/galleries/pdf/2008\\_Year\\_in\\_Review-small.pdf](http://www.seia.org/galleries/pdf/2008_Year_in_Review-small.pdf)

<웹사이트>

에너지부 재생가능에너지국 (EERE): [www.eere.energy.gov/](http://www.eere.energy.gov/)

태양에너지기술프로그램: [www1.eere.energy.gov/solar/](http://www1.eere.energy.gov/solar/)

국가재생에너지연구소 (태양에너지): <http://www.nrel.gov/solar/>

에너지정보국(EIA: Energy Information Administration): <http://www.eia.doe.gov/>

Solar Decathlon: <http://www.solardecathlon.gov/>