Vol. 6, No.2
2012. 12.

KIER 기술정책 Focus

"주요국의 에너지 R&D 동향"

요약 …… 1 1. 주요국의 에너지수급 및 정책 동향 …… 4 2. 주요국 에너지 R&D 투자동향 …… 24
3. 시사점 …… 47

KIER 한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

Vol. 6, No.2
2012. 12.

KIER
기술정책 Focus

KIER 한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

본 내용은 한국에너지기술연구원 미래전략정책부에서 연구한 내용으로
동 내용을 인용시 출처를 밝혀야 합니다.
편집자주

[요 약]

❑ 주요 국가별 에너지 소비

- 미국의 2010년 1차에너지 소비량은 2,467.3Mtoe로써 일본의 약 5배, 독일의 약 11배 수준이며, 중국은 미국과 비슷한 수준임
  - 미국은 석유 비중이 37%이며, 천연가스 25%, 석탄 21% 등으로 비교적 화석에너지의 비중이 고르게 분포하고 있음
  - 하지만 일본은 석유 비중이 42%로 미국, 독일에 비해 높은 비중을 차지하고 있으며, 천연가스 비중이 상대적으로 낮은 대신 원자력 비중이 높음
  - 독일은 천연가스와 석탄 비중이 22, 23%로 비슷한 수준이며, 신재생에너지 비중이 11%로 1차에너지 수요의 상당부분을 신재생에너지로 공급하고 있음
  - 반면 중국은 석탄 비중이 70%에 달하는 등 특정 에너지원에 대한 편중이 심하며, 원자력은 1%로 낮은 비중을 차지함

		미국	일본	독일	중국('09년)
1차에너지소비(Mtoe, 2010년)		2,467.3	496.4	219.2	2,268.0
에너지원별 비중(%)	석유	37%	42%	33%	19%
	천연가스	25%	18%	22%	4%
	석탄	21%	22%	23%	70%
	원자력	9%	13%	11%	1%
	신재생 및 기타	8%	4%	11%	6%

※ 출처 : U.S. Energy Information Administration, International Statistics

- 부문별 에너지소비량을 살펴보면 미국과 독일은 가정 및 상업부문에서 가장 많은 에너지를 소비하는 반면, 일본은 산업부문에서 가장 많은 에너지를 소비하고 있음
  - 미국('10년): 가정 및 상업 40% 〉 산업 32% 〉 수송 28%
  - 독일('10년): 가정 및 상업 43.7% 〉 수송 28.2% 〉 산업 28.1%
  - 일본('09년): 산업 42.8% 〉 가정 및 상업 33.6% 〉 수송 23.6%

❑ 주요 국가별 에너지 R&D 투자

- 2010년 에너지 R&D 투자액은 미국이 47억 달러로 가장 많은 금액을 투자하였으며, 대부분의 국가들에서 신재생에너지분야의 투자 비중이 높은 편이나, 최근 추세를 살펴보면 미국 등을 중심으로 신재생에너지에서 효율분야로 투자비중이 변화하고 있음
  - 미국은 에너지효율과 신재생에너지분야에 중점 투자(56.7%)하고 있으며, 화석연료와 에너지관련 기초연구분야 예산은 줄어들고 있음
  - 일본은 2010년 총 40억 달러를 에너지 R&D에 투자하였으며, 주로 원자력분야(69.9%)에 집중하고 있으나 화석에너지와 신재생에너지에 대한 예산도 증가 추세임
  - 반면 독일은 2010년에 8억 달러를 투자하여 미국, 일본 등과 비교하여 투자액은 상대적으로 적으며, 원자력과 신재생에너지분야에 중점 투자하고 있음
  - 중국은 2010년 14.6억 달러를 에너지 R&D에 투자함

국가	에너지 R&D 투자액(억 달러)		
	2001년	2010년	CAGR
미국	34	47	3.7
일본	44	40	−1.1%
독일	4	8	7.4%
중국*	7.7	14.6	11.3%

* 중국은 2004년, 2010년 에너지 R&D 투자액임
※ 출처 : U.S. Energy Information Administration, International Statistics

- 신재생에너지분야의 R&D 투자동향을 살펴보면, 주로 바이오분야에 대한 투자가 많으며, 태양에너지, 풍력에너지도 높은 비중을 차지하고 있음
  - 미국은 2010년 신재생에너지분야 R&D 예산의 60.0%를 바이오분야에 투자하였으며, 태양에너지분야에 26.3%를 투자하였음
  - 일본도 미국과 비슷한 양상으로, 태양에너지분야에 45.1%, 바이오분야에 32.5%를 투자하는 등 태양에너지와 바이오분야 기술개발에 집중하고 있음
  - 반면 독일은 태양에너지(33.1%)와 풍력에너지(19.6%)에 중점 투자하고 있으며, 바이오분야는 15.3%를 투자하였음
  - 중국은 태양에너지분야에 중점 투자하고 뒤를 이어 풍력과 소수력의 투자비중이 높음

❑ 시사점

- 미국은 향후 에너지 효율향상을 위한 기술개발에 집중할 것으로 전망됨
  - 에너지 효율분야에 관한 투자는 2013년 1,020백만 달러로 신재생에너지(840백만 달러)에 비해 크게 증가하였으며, 향후 R&D 투자는 지속적으로 증가할 것으로 예상됨
  - 신재생에너지 분야의 R&D 투자는 지속적으로 바이오매스와 태양에너지 분야에 집중됨
  - 화석에너지관련 R&D는 천연가스 기술분야를 제외하고는 축소되는 추세

- 일본의 에너지 R&D는 원자력에너지를 중심으로 이루어져 왔으나, 후쿠시마 원전 사고 이후, 적지않은 변화가 있을 것으로 전망됨
  - NEDO의 예산을 기준으로 살펴볼 때, 에너지효율향상 분야가 전체 예산의 45.0%이며, 다음으로 신재생에너지(35.4%)에 투입되고 있어 R&D 방향이 효율향상과 신재생에너지 중심으로 이동할 것으로 전망됨

- 독일 연방정부는 2011. 7월 채택한 신 에너지정책에 따라 신재생에너지 공급비율(총 전기소비량 기준)을 2050년 80% 수준으로 제고할 계획에 따라 이에 대한 투자가 늘어날 전망
  - 해상풍력발전, 태양전지 등을 통해 전력생산 비용을 줄이고, 효율성을 제고하기 위한 소재개발, 제조공정 개선 및 시설물 구축 · 운영 최적화 등에 중점을 두고 있음
  - 특히, 신재생에너지 공급 확대에 있어 풍력에너지의 성공적인 공급이 중요한 역할을 할 것으로 전망되며, 향후 풍력발전 비용을 낮추기 위한 풍력에너지 기술개발 투자가 지속적으로 확대될 전망임

- 중국의 에너지 R&D 투자는 2011년 15.9억 달러로 연평균 11.0%씩 크게 증가하고 있음
  - 신재생에너지 중 태양광에 대한 비중이 53.9%에 달해, 태양광 개발에 관한 중국정부의 의지가 매우 높음

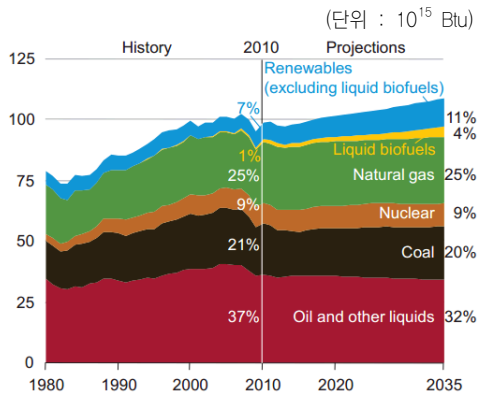
1 주요국의 에너지수급 및 정책 동향

가. 미 국

(1) 에너지소비 현황 및 전망

❑ 에너지원별 소비현황 및 전망

- 2010년 미국의 총 에너지 소비량은 전년대비 4% 증가한 2,467.3Mtoe 였으며, 대부분이 석유 등 화석연료(83%)인 것으로 조사됨
  - 에너지 소비량의 에너지원별 의존도는 석유 및 액체연료(37%), 천연가스(25%), 석탄(21%), 원자력(9%), 신재생에너지(8%) 순으로 나타남
- 미국의 에너지 소비 전망을 살펴보면, 미국의 총에너지 소비량은 2035년에는 2010년 대비 9.0% 증가한 2,688.3Mtoe를 기록할 것으로 전망
  - 2035년에는 화석연료의 소비 비중이 2010년 대비 83%에서 77%로 감소하는 반면, 신재생에너지의 비중은 8%에서 15%로 증가할 것으로 전망됨



(단위 : Mtoe)

	2009	2010	2025	2035
Oil and other liquids	892.1	906.4	867.6	855.5
Coal	495.7	524.4	504.5	533.0
Nuclear	210.7	212.7	241.9	233.9
Natural gas	588.2	620.9	658.7	686.9
Liquid biofuels	23.4	27.7	54.4	94.5
Renewables (excluding liquid biofuels)	167.6	175.1	236.4	284.5
Total	2,377.6	2,467.3	2,563.6	2,688.3

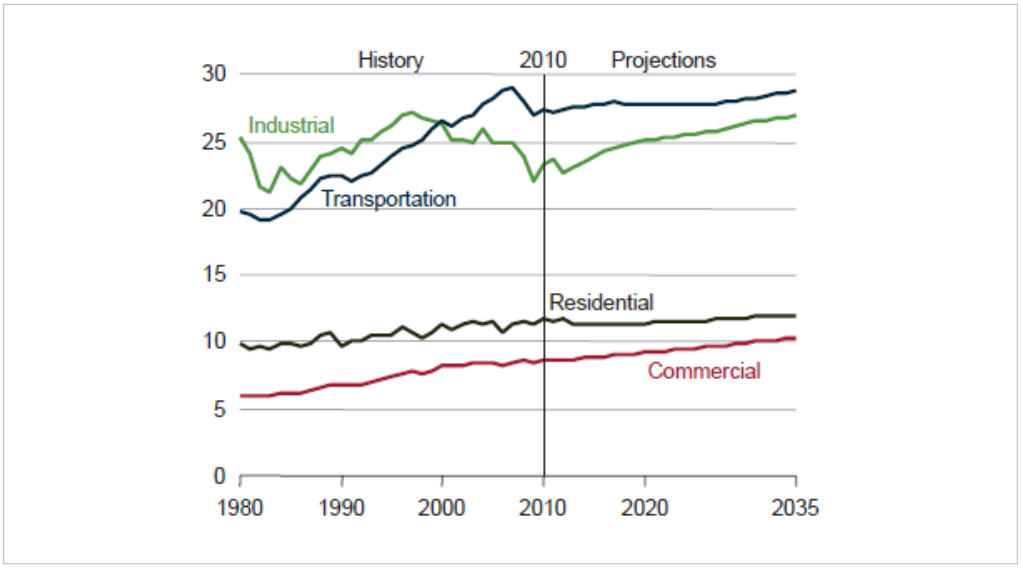
※ 출처 : U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2012 Early Release Overview

[그림 1-1] 미국의 에너지소비 전망(2009~2035)

- 화석 및 바이오 연료를 포함한 액체연료 소비는 2010년 934.2Mtoe에서 2035년 950.0Mtoe로 증가할 것으로 보이며, 바이오연료 분야가 증가분의 대부분을 차지할 것으로 예상됨
- 천연가스 소비는 2010년 620.9Mtoe에서 2035년 686.9Mtoe로 증가할 것으로 예상됨

❑ 부문별 에너지 소비현황 및 전망

- 2010년 기준, 부문별 에너지 소비는 가정 및 상업용 건물의 에너지 소비 비중(40%)이 가장 높았으며, 산업부문(32%), 수송부문(28%)으로 나타남
- 향후 가정 및 수송부문의 에너지소비는 일정하게 유지되는 반면, 산업부문의 에너지 소비가 가장 크게 증가할 것으로 예상됨
  - 2035년 산업부문의 에너지 소비는 2010년 589.7Mtoe에서 15.0% 증가한 680.4Mtoe를 기록할 것으로 전망됨
  - 상업부문 에너지 소비는 2010년 219.2Mtoe에서 2035년에는 259.6Mtoe를 기록할 것으로 전망됨
  - 2035년 수송부문의 에너지 소비는 2010년 695.5Mtoe보다 4%가량 증가한 725.7Mtoe를 기록할 것으로 예상됨



* 출처 : EIA, U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2012 Early Release Overview

[그림 1-2] 부문별 에너지 소비(단위 : 10^{15} Btu)

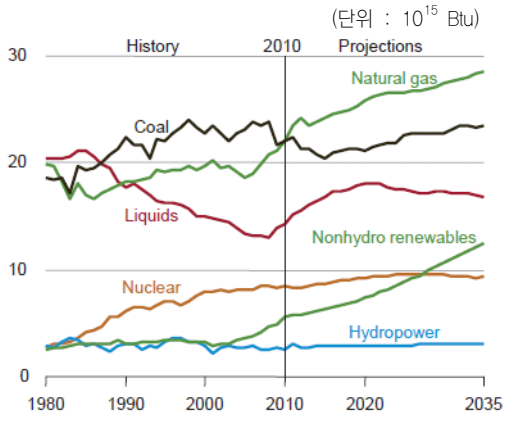
(2) 에너지생산 현황 및 전망

❑ 에너지생산 현황

- 2010년 미국의 총 에너지 생산량은 전년대비 3% 증가한 1,903.1Mtoe 기록하였으며, 석탄(29%)과 천연가스(29%)가 가장 큰 점유율을 보임
  - 에너지 생산량의 에너지원별 의존도는 석탄(29%), 천연가스(29%), 석유(19%), 원자력(11%), 신재생에너지(10%) 순으로 나타남

❑ 에너지생산 전망

- 미국의 에너지생산 전망을 살펴보면, 2035년 미국의 국내 총에너지 생산량은 2010년 대비 25.3% 증가한 2,383.6Mtoe를 기록할 것으로 예상됨
  - 2035년에는 화석연료의 생산 비중이 2010년 대비 48%에서 43%로 감소하는 반면, 신재생에너지의 비중은 10%에서 16%로 증가할 것으로 예상됨
  - 수력 및 바이오 연료를 포함한 신재생에너지 생산이 2010년 199.1Mtoe에서 2035년 391.6Mtoe로 크게 증가할 것으로 보이며, 이 중 바이오연료 분야 증가분이 클 것으로 예상됨
  - 천연가스 생산은 2010년 556.9Mtoe에서 2035년 718.4Mtoe로 29% 증가할 것으로 예상



(단위 : Mtoe)

	2009	2010	2025	2035
Petroleum	351.0	362.1	440.5	423.6
Dry natural gas	531.5	556.9	671.1	718.4
Coal	545.1	556.4	567.2	592.4
Nuclear power	210.7	212.7	241.9	235.6
Hydropower	67.3	63.3	74.8	77.1
Biomass	93.7	102.1	169.6	243.9
Other renewable energy	28.0	33.8	53.7	70.6
Other	11.8	16.1	19.2	22.2
Total	1,838.8	1,903.1	2,237.5	2,383.6

* 출처 : U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2012 Early Release Overview

[그림 1-3] 미국의 에너지 생산 전망(2009~2035)

(3) 에너지정책

❑ 미국 에너지정책의 기본 목표

- 신재생에너지 증가, 안전한 방식의 원자력 확대지원, 전통적 화석연료의 국내생산 증가, 그리고 과학기술분야의 투자확대 등을 통한 에너지 공급의 다변화
- 가정과 산업부문의 에너지효율 및 절약 확대
- 승용차와 트럭의 에너지효율 향상
- 전력관련 인프라시설 현대화
- 전략 석유 비축의 확대

❑ 2000년대 미국 에너지정책 변화

년 도	주요 정책	내 용
2001	국가 에너지 정책 (National Energy Policy)	– 국가 에너지정책개발단(NEPDG) 발족 – 대체에너지 기술개발, 청정석탄 화력발전, 풍력, 원자력발전과 더불어 하이브리드 및 전기자동차 배터리, 에탄올 제조기술 등에 지원을 강화
2005	에너지 정책법 (Energy Policy Act)	– 에너지정책법(1992) 개정, 에너지 효율 및 신재생에너지 사용의 확대를 위한 정책적 수단 제공 – 생산세액공제(PTC, Production Tax Credit)제도, 신재생에너지 생산 인센티브(REPI, Renewable Energy Production Incentive)제도 등 지원제도의 기틀 마련
2006	선진에너지 정책 (Advanced Energy Initiative)	– 기존 석유의존경제 탈피 : 대체에너지 개발을 통해 2025년까지 석유 수입의 75%를 대체
2007	에너지 독립 안보법 (Energy Independence and Security Act)	– 신재생연료기준(RFS, Renewable Fuel Standard) 의무화, 바이오에탄올 등 신재생에너지 사용 촉진 – 자동차 평균연비제도 개정, 조명 효율 200% 향상, 상업용 빌딩부문의 에너지 제로빌딩 구축 등
2007	2017 신재생에너지 비전 (Twenty in Ten)	– 중장기 정책 제시 : 2017년까지 석유 소비량 20% 감소, 재생에너지 비중 3% → 15% 확대 – 신재생연료기준(RFS)을 대체연료기준(AFS, Alternative Fuel Standard)으로 확대 · 개편하여 에탄올, 수소, 바이오디젤 등까지 적용

❑ 오바마 정부의 에너지정책

- 미국의 연간 에너지 소비량이 지속적으로 확대되면서 안전한 에너지 미래를 확보를 위한 다양한 에너지 포트폴리오 구축 필요성이 증대됨

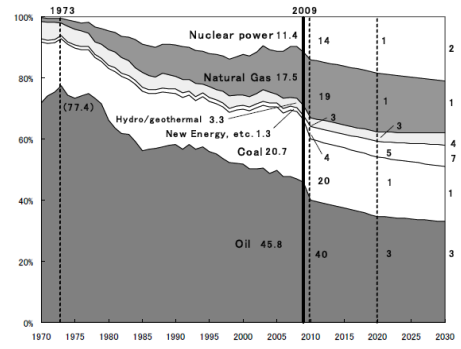
전 략	주요 내용
안정적인 에너지 공급과 자원개발	– 미국 내 부존하고 있는 석유 및 가스 개발과 생산의 안정적 확대 – 세계 각국의 안정적인 에너지 공급을 선도
에너지비용 절감과 에너지절약을 위한 대책 발굴	– 교통부문에서 연비효율성 증대를 통한 소비자비용 절감 – 가정과 건물부문에서의 효율성증대를 통한 에너지절약
청정에너지 개발혁신을 통한 미국경제 강화	– 청정에너지에 대한 미국의 잠재력 구축 및 청정에너지 기술 개발을 통한 미래역량 강화 – 연방정부의 시범을 통한 공공부문에서의 선도적 역할

나. 일 본

(1) 에너지소비 현황 및 전망

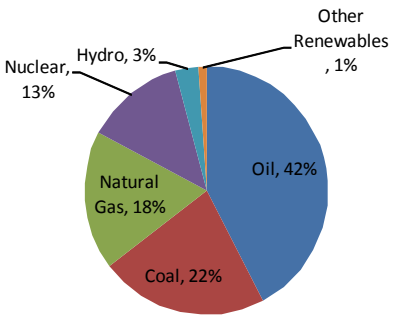
❑ 에너지원별 소비 현황

- 2010년 일본의 에너지소비 총량은 496.9Mtoe로 미국, 중국, 러시아, 인도에 이어 세계 5위의 에너지소비국임
- 에너지소비의 에너지원별 의존도는 석유(42%), 석탄(22%), 천연가스(18%), 원자력(13%), 수력(3%) 순으로 나타남
  - 신재생에너지의 비율은 1%로 매우 낮은 상태임



(a) 에너지원별 소비량 변화(1970~2030)

※ 출처 : EDMC Handbook of Energy & Economic Statistics in Japan (2011)



(b) 에너지원별 소비 점유율(2010)

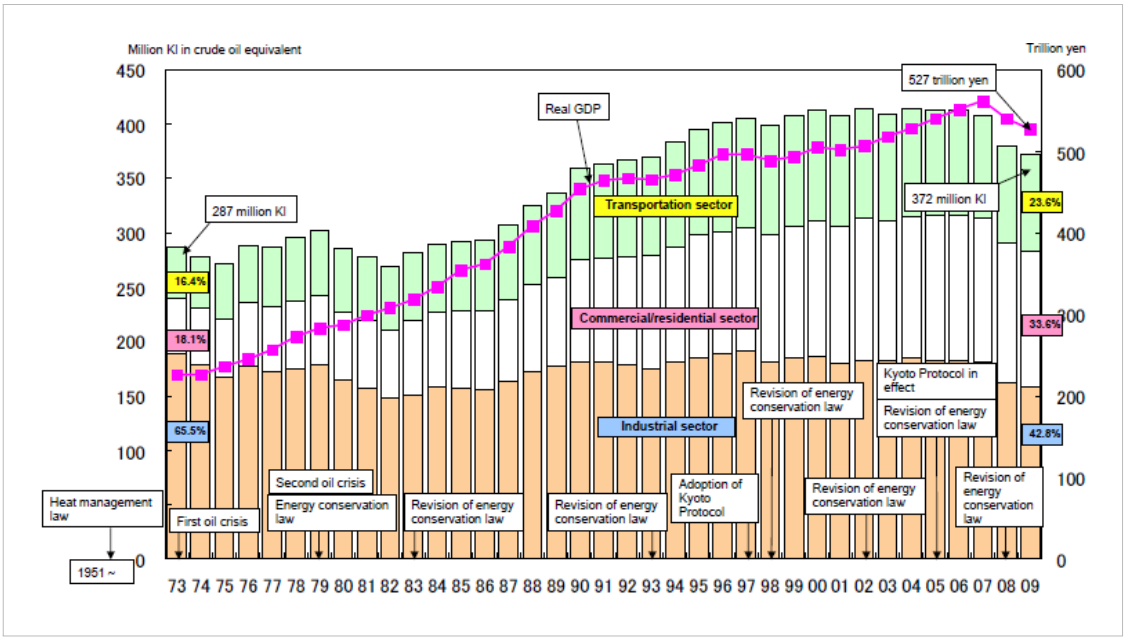
※ 출처 : EIA, Country analysis briefs, 2012

[그림 1-4] 일본의 에너지원별 소비 현황

- 일본은 미국, 중국에 이어 세계 3위의 석유 소비국인 동시에 제2위의 석유 수입국으로 석유가 일본 에너지 소비의 가장 큰 비중을 차지
  - 석유 의존도는 1970년 80%에서 2010년 42%로 감소하였지만 여전히 총 에너지 소비에서 가장 큰 비중을 차지하고 있음
- LNG 수입량은 세계 1위를 기록하고 있으며, 석탄 수입량은 세계 2위를 기록
  - 석탄은 꾸준히 총 에너지 소비에서 큰 비중을 차지할 것으로 예상되며, 천연가스는 원자력에너지를 대체하는 에너지원으로 소비량이 크게 증가할 것으로 예상됨

❑ 부문별 에너지 소비현황

- 2009년 기준, 부문별 에너지 소비는 산업부문의 비중이 42.8%로 가장 높았으며, 가정 및 상업부문이 33.6%, 수송부문 23.6%로 나타남
  - 1970년대 오일쇼크 이후, 산업부문의 에너지소비는 일정한 반면, 가정 및 상업부문과 수송부문이 일본의 에너지소비 증가를 이끌고 있으며, 특히 가정 및 상업부문의 증가폭이 상당히 높음



※ 출처 : Japan Energy Conservation Handbook 2011

[그림 1-5] 일본의 부문별 소비 현황

❑ 에너지 전망

- 일본의 2010년 기준 에너지 자급율은 19%로 매우 낮음[1)]
  - 일본의 에너지 자원 부족을 해결하기 위해 일본 에너지기업은 석유와 천연가스, provide engineering, 건설, 금융, 프로젝트 매니지먼트 서비스와 같은 글로벌 에너지 프로젝트에 활발히 참여
  - 정부 차원에서 에너지분야의 설비자본, 에너지 연구 · 개발 프로그램에 대한 지원을 강화하고 있음
- 일본은 이와 같은 에너지자급률 문제를 해결하기 위해 원자력의 비중을 높이고자 하였으나, 후쿠시마 원전사고 이후 신재생에너지의 중요성이 높아질 것으로 전망
  - 후쿠시마 원전 사고 이후 일본의 에너지 믹스는 천연가스, 석유 및 신재생에너지 등이 원자력 발전의 점유율을 대체할 것으로 전망
  - 최종 확정된 것은 아니나, 일본에서는 원자력발전 관련 3개의 시나리오를 준비하고 있으며, 어떤 시나리오를 따르더라도 신재생에너지의 비중이 2030년 25~35%로 상향조정될 것으로 전망

(2) 에너지정책

❑ 일본 에너지정책의 기본 목표

- 안정적인 석유 공급 확보
- 석유를 대체할 수 있는 에너지의 개발 및 도입 촉진
- 에너지 절약

❑ 후쿠시마 원전사고 이전 : 일본의 에너지 기본계획 2030('10년 6월)

- 2030년 에너지 수급 목표
  - [공급 측면] 에너지 자원의 안전 보장 강화를 위해 에너지 자급률 및 에너지의 자주 개발 비율을 향상시키고, 재생가능 에너지 및 원자력 비율을 확대
    - 에너지 자급률 및 화석연료의 자주 개발 비율을 현행보다 2배 늘려 '자주 에너지 비율'을 38%에서 약 70%로 향상 추진

1) Key World Energy Statistics 2012, IEA, 2012

– 원자력 시설의 증설 등을 통해 '배출가스 제로'의 전력 비율을 34%에서 약 70%로 향상시킨다는 계획

▪ [수요 측면] 가정 부문의 에너지 소비에서 발생하는 이산화탄소를 절반으로 줄이고, 산업 부문에서는 세계 최고 수준의 에너지 효율성을 유지

– 가정의 에너지 소비에서 나오는 이산화탄소 발생량을 2007년도 대비 2030년에는 53% 감소한 8,500만톤의 수준으로 낮추고, 산업 부문의 2007년도 대비 2030년 25% 감소한 3억 5,000만톤 수준으로 낮춘다는 계획

• 10대 추진전략

2030 에너지 전략	주요 내용
1. 자원 확보 및 안정 공급 강화	– 에너지 자원의 안정적인 공급원 확보에 주력 – 유사시에 대응한 위기관리 체제의 구축
2. 자립적, 환경적인 에너지 공급구조 실현	– 원자력 발전소의 신증설 및 재생에너지의 도입확대 – 석유, 석탄 등 화석연료의 이용 고도화 추진
3. 저탄소형 성장의 에너지 수요구조 실현	– 세계 최고 수준의 에너지 절약 및 저탄소 기술 확보 – 고효율 조명, 절전형 가전, 차세대자동차 등 보급확대
4. 새로운 에너지 사회 구현	– 스마트그리드 등의 에너지 인프라 사업의 국제 전개 – 중장기적으로 수소 에너지 활용한 사회 시스템 구축
5. 혁신적 에너지 기술혁신 및 보급 확대	– 기술 우위에 있는 첨단 에너지 기술의 경쟁력 강화 – 연구개발성과의 시장화와 국제 표준화의 추진
6. 에너지 및 환경 분야의 국제적 전개	– 프로젝트 획득 및 추진을 위한 지원 체제 강화 – 상대국 니즈에 부합되는 패키지 제안 능력 강화
7. 에너지 분야의 국제 협력 강화	– 다국간 협력체제 재구축 및 아시아에서의 협력 강화 – 자원 확보 차원을 넘어 전략적 파트너십 구축
8. 에너지 산업 구조의 개혁	– 에너지 산업 구조의 개혁을 위한 제도적 과제 정비 – 에너지 관련 기업의 육성, 해외 전개 등에 지원 강화
9. 국민과의 상호 이해 증진 및 인재 육성	– 적극적으로 국민에게 정책 정보를 제공하고 홍보 – 에너지 및 환경 비즈니스를 견인할 전문 인력 육성
10. 지자체, 사업자, 시민단체와의 연계	– 에너지 기본계획에 맞춰 지자체는 적극적 역할 모색 – 사회각계는 에너지 절약에 대한 이해와 실천에 앞장

❑ 후쿠시마 원전사고 이후 : 일본의 에너지 기본계획 재정립

- 일본 정부의 '에너지 기본계획' 재정립 및 정책 수정 전망
  - 후쿠시마 원전사고를 계기로 기존 계획의 수정이 불가피해짐에 따라 에너지 정책의 전면적인 개혁이 요구됨
  - 이에 2012년 8월에 발표한 '신에너지 기본계획'의 기본 목표는 다음과 같음
    - 신재생에너지 비율 확대를 통한 클린에너지로의 중점 이행
    - 수요자 주도의 에너지 시스템 개혁
    - 에너지 및 환경측면에서의 국제 공헌

- 2030년 에너지 시나리오
  - 2012년 8월 일본정부의 '2030년 에너지 시나리오' 발표
  - 일본정부는 2030년 원자력에너지 비중을 기준으로 ① 0%, ② 15%, ③ 20~25%의 세 가지 시나리오를 공개 후 대국민 의견수렴을 실시

	2010년	2030년			
		0% 시나리오	15% 시나리오	20~25% 시나리오	현행 '2030년 에너지 기본계획'
원전 비율	26%	0%	15%(-10%)	20~25% (-5~1%)	45%
신재생에너지비율	10%	35%(+25%)	30%(+20%)	30~25% (+20~15%)	20%
화석연료비율	63%	65%(현행 수준)	55%(-10%)	50%(-15%)	35%
비화석연료비율	37%	35%(현행 수준)	45%(+10%)	50%(+13%)	65%
발전 전력량	1.1조Kwh	약 1조 Kwh (약 -10%)	약 1조 Kwh (약 -10%)	약 1조 Kwh (약 -10%)	약 1.2조 Kwh
최종에너지소비	3.9억 Kl	3.0억 Kl (-8.5천만Kl)	3.1억 Kl (-7.2천만Kl)	3.1억 Kl (-7.2천만Kl)	3.4억 Kl
온실가스 배출량 (1990년 대비)	-0.3%	-23%(-22%)	-23%(-22%)	-25%(-25%)	약 -30%
발전 비용	8.6엔/Kwh	15.1엔/Kwh (+6.5엔)	14.1엔/Kwh (+5.5엔)	14.1엔/Kwh (+5.5엔)	-

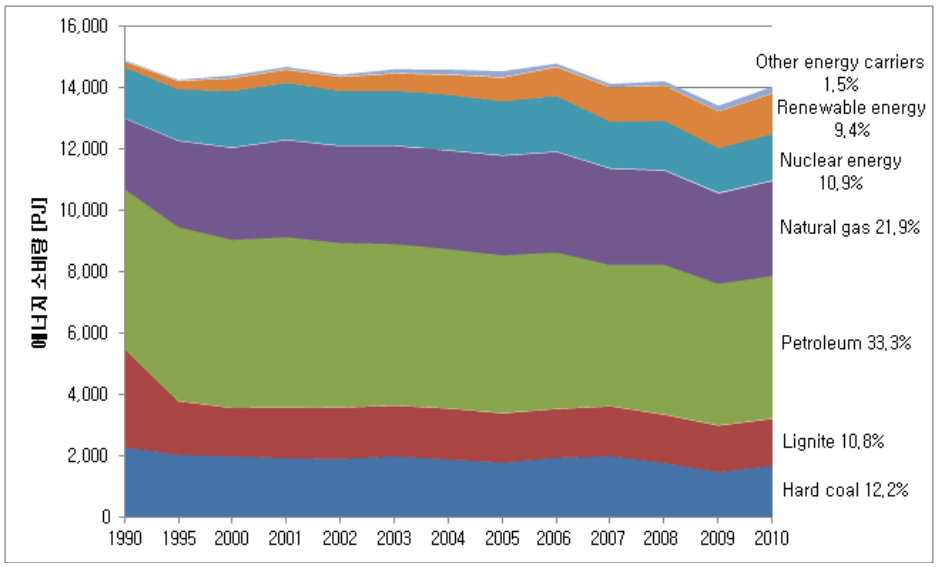
  - 공청회 결과 원전 비중 0% 시나리오 지지율이 68%, 15% 시나리오 지지율 11%, 20~25% 시나리오 지지율은 16%로 완전폐쇄에 대한 지지율이 압도적으로 높게 나타남

다. 독 일

(1) 에너지소비 현황 및 전망

❑ 에너지원별 소비현황

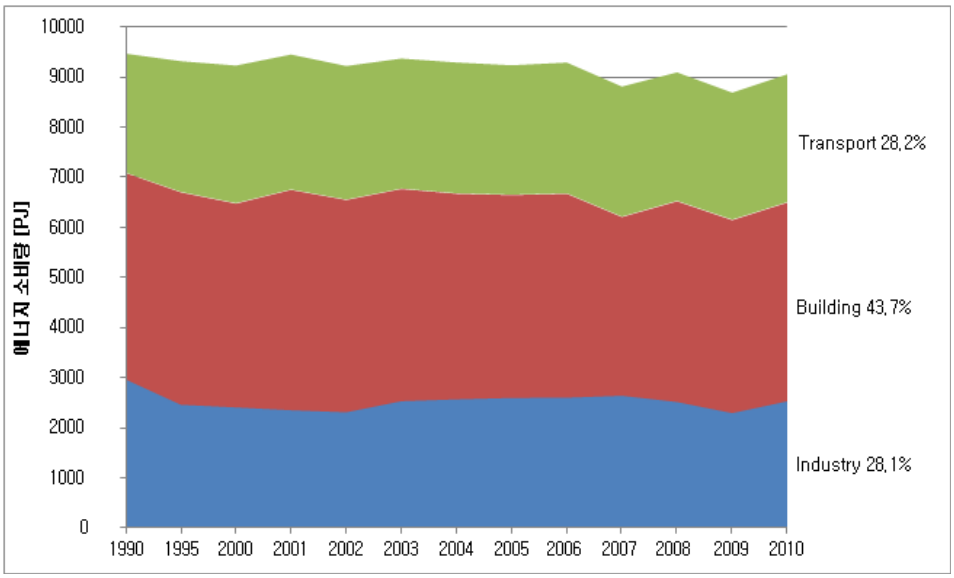
- 2010년 독일의 에너지소비 총량은 220.7Mtoe로 유럽연합(EU) 내에서 에너지소비가 가장 큰 국가임
  - 에너지원별 소비 비중은 석유(33.3%), 석탄(23.0%), 천연가스(21.9%), 원자력(10.0%), 신재생에너지(9.4%) 순으로 나타남
  - 석유에 대한 의존도는 1995년 39.5% 이후 꾸준하게 감소하고 있지만 2010년에도 33.3%로 가장 큰 비중을 차지



[그림 1-6] 독일의 에너지원별 소비 비율(1990~2010)

❑ 부문별 에너지소비현황

- 2010년 부문별 에너지 소비는 가정 및 상업용 건물부문의 비중이 43.7%로 가장 높았으며, 수송부문이 28.2%, 산업부문이 28.1%로 나타남
  - 1990년대 이후, 부문별 에너지 소비 점유율의 변화는 크지 않음



[그림 1-7] 독일의 부문별 소비 현황

(2) 에너지정책

❑ 독일 에너지정책의 3대 원칙

- 에너지 이용의 경제성
- 에너지 공급의 안정성
- 에너지의 환경친화적 이용

❑ 로드맵 에너지정책 2020('09년 2월)

- 주요 정책목표
  - 온실가스 배출 감축 : 2020년까지 1990년 대비 40% 감축
  - 에너지 생산성 : 연간 3% 증가
  - 재생에너지 비중 : 2020년까지 전기 소비량의 30%를 재생에너지로 충당
    - 1차 에너지 소비에서 재생에너지 비중을 2050년까지 50%로 확대
    - 전력생산에서 열병합발전의 비중을 2020년까지 25%로 확대
  - 발전단가 : 2015년까지 신재생에너지 발전단가를 화석에너지 수준으로 낮춤

• 정책 목표 달성을 위한 정책과제 설정

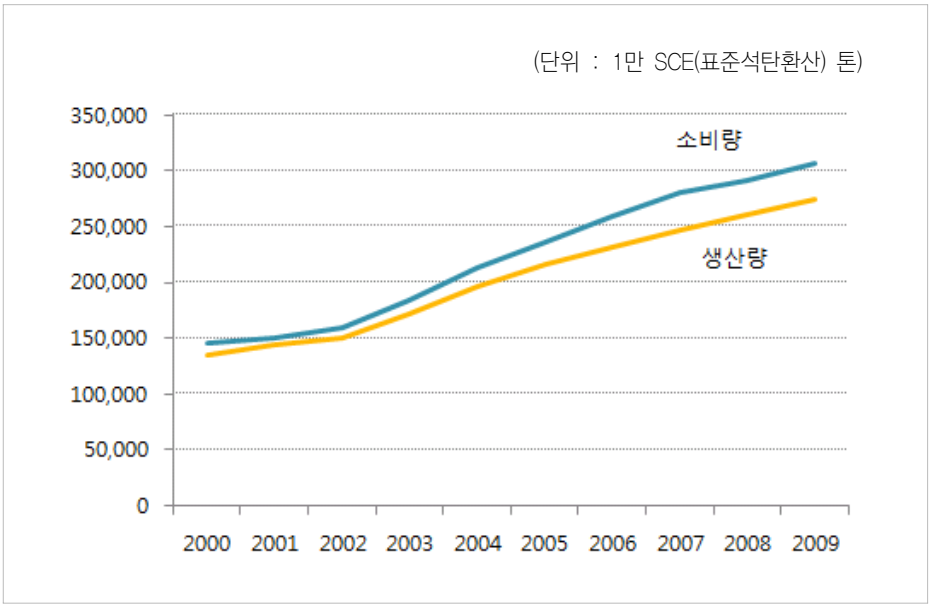
정책 목표 달성을 위한 정책과제
1. 에너지 공급의 지속적 확보
2. 에너지 비용의 절감
3. 50만개의 새로운 일자리 창출
4. 전력공급에서 재생에너지 비중을 30% 이상으로 확대
5. 2022년까지 원자력 포기
6. 전력의 40%를 고효율 화력발전소에서 공급
7. 친환경, 고효율 에너지 공급망 구축
8. 전력소비량의 11%절감, 화석연료 수요 25% 절감, 열병합발전 25% 증가
9. 대기오염 최소 20% 절감
10. 국제 기후협상의 적극적 참여와 성공적 이행

라. 중 국

(1) 에너지 생산 · 소비 현황 및 전망

❑ 에너지 생산 · 소비 현황

• 중국은 급격한 경제성장과 비례한 에너지 소비의 증가를 보이고 있으며, 특히 2003년 이후 급증세를 보여 2003~2009년 사이 연평균 9.9%의 높은 증가율을 기록함
  ▪ 에너지 소비의 가파른 증가로 에너지 생산량과 소비량의 격차는 매년 크게 증가하고 있어, 석유, 석탄, 천연가스 등 주요 화석연료 부문의 수입량이 빠르게 증가

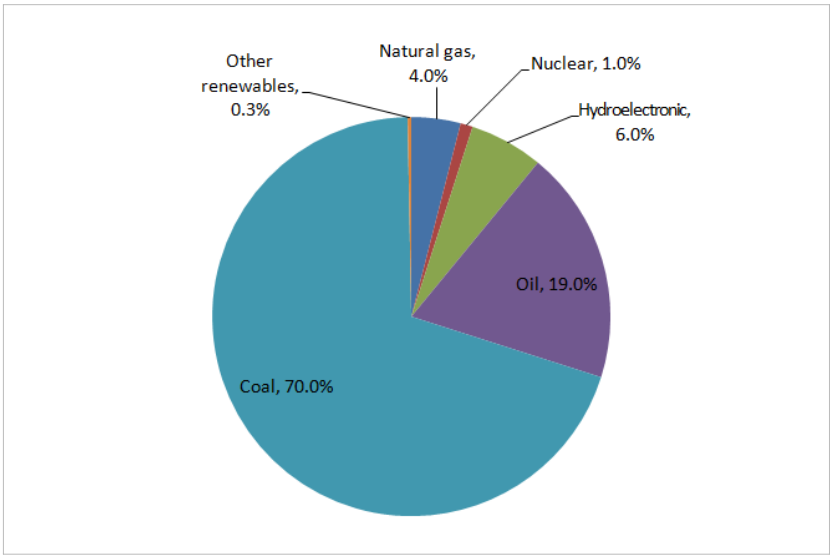


※ 출처 : China Statistical Yearbook 2010

[그림 1-8] 중국의 에너지 생산량 · 소비량 추이(2000~2009)

- 2009년(IEA 통계기준) 미국을 제치고 세계 최대의 에너지 소비국이 되었으며, 석유 소비량은 미국에 이어 세계에서 두 번째를 기록
  - 1990년대 초반까지 석유 순 수출국이었으나, 2009년 세계에서 두 번째로 큰 수입국으로 바뀜
- 2009년 중국의 에너지원별 총 소비를 살펴보면, 전체 사용한 에너지는 2,268.0Mtoe로 이중 석유가 전체의 70%를 차지하며 제일 큰 비중을 차지하고, 석탄19%, 천연가스 4% 등의 순으로 나타남
  - 석탄의 높은 비중으로 인해 환경오염 문제가 이슈화 되었고 탄소배출감소에 대한 국제적인 압력도 높아지고 있음
- 에너지 공급에 있어 수력, 천연가스, 원자력, 신재생에너지 분야와 같이 작은 비중을 차지하고 있는 에너지원의 개발을 통해 에너지 공급의 다각화를 추진하고 있음
  - 12차 5개년 계획(2011~2015)[2]의 일환으로 2015년까지 비 화석연료 에너지의 소비 점유율을 11.4%까지 늘리는 것을 목표로 함

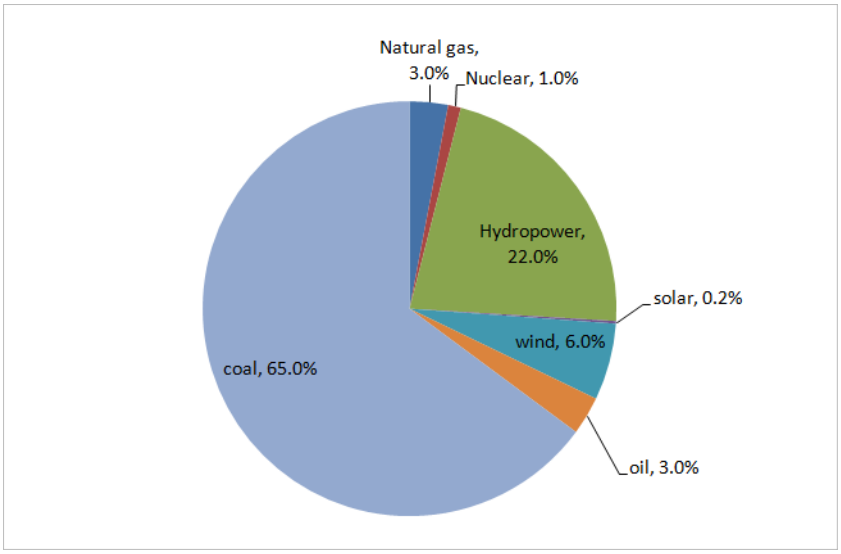
2) 2010년 10월 27일 초안 발표



※ 출처 : U.S. Energy Information Administration, International Statistics

[그림 1-9] 중국의 에너지원별 총 소비(2009)

- 2011년 에너지원별 전력 설치용량 비중 역시 석탄이 65%를 기록해 제일 큰 비중을 차지하는 것을 알 수 있고 수력 22%, 풍력 6% 등의 순으로 나타남



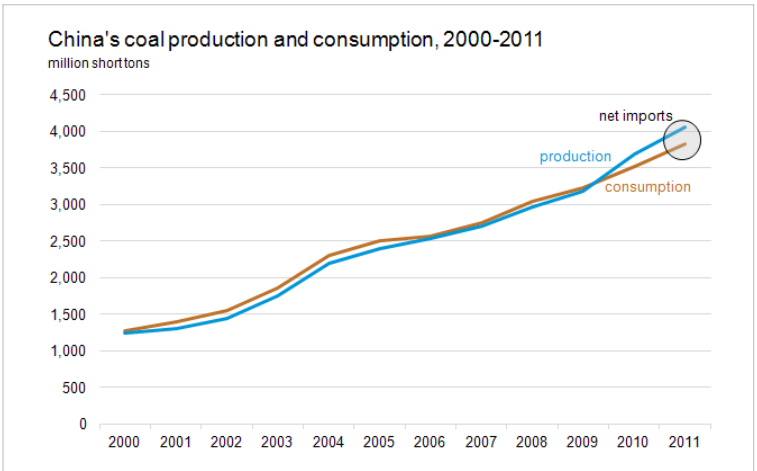
※ 출처 : U.S. Energy Information Administration, International Statistics

[그림 1-10] 에너지원별 전력 설치용량(2011)

- 원유 및 석유제품의 경우 소비가 생산보다 큰 폭으로 증가함으로써 수입에 상당부분 의존하고 있으며, 천연가스는 소비와 생산 모두 큰 폭으로 증가하고 있는 추세

❑ 석탄 · 석유 · 천연가스의 생산 및 소비현황

- 석탄의 생산 · 소비 현황
  - 중국은 석탄의 생산 및 소비에 있어 세계에서 제일 큰 국가이며, 세계 석탄 소비의 절반을 차지하고 있음(세계 석탄 총 매장량의 13% 차지)
  - 2011년 중국의 석탄 생산량은 3.8억 톤으로 2010년의 3.5억 톤 대비 9% 상승치를 보여주고 있음
  - 석탄의 2011년 소비량은 40억 톤으로 중국 내 총 에너지 소비 중 약 70%의 점유율을 차지하였으며, 석탄 소비의 절반 이상이 전력과 열에너지의 형태로 전력 수요 및 산업발전 분야에 사용되고 있음
  - 산업의 급격한 발전과 더불어 석탄의 소비량이 급증하면서 2009년부터 석탄 순수입국으로 전환



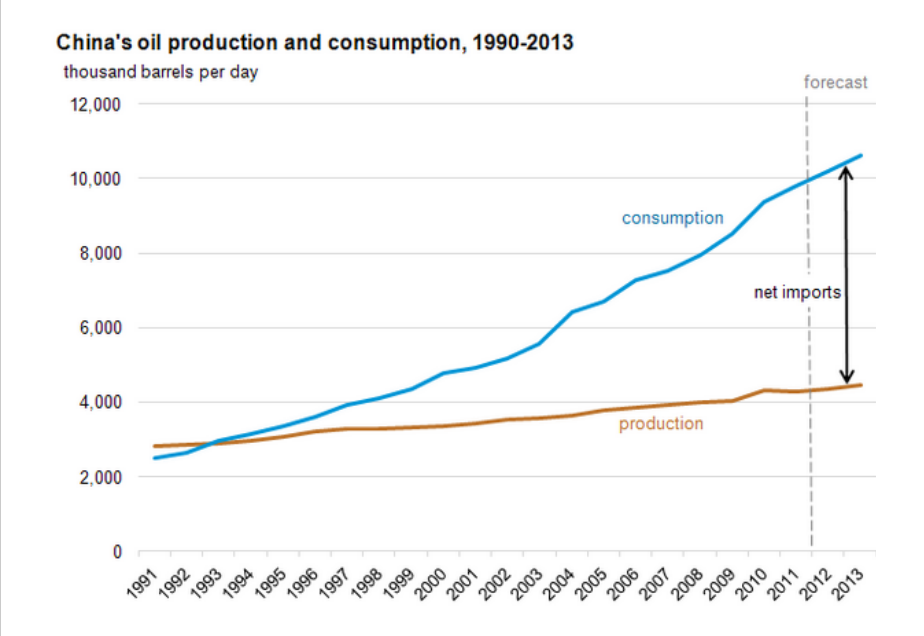
※ 출처 : U.S. Energy Information Administration, International Statistics

[그림 1-11] 중국의 석탄 생산량 및 소비량(2000~2011)

  - 이에 중국 정부는 12차 5개년 계획(2011~2015)을 통해 석탄 생산량의 제어, 석탄 생산 기술의 개발, 시설의 현대화 및 효율성 향상 등의 노력을 꾀하고 있음

- 석유의 생산 · 소비 현황
  - Oil & Gas Journal(OGJ)에 따르면 중국은 2012년 1월 기준 204억 배럴의 석유 매장량를 보유하고 있으며, 이는 아시아 태평양 지역에서 가장 높은 수치임

- 중국의 석유 생산량은 17만 bbl/d씩 증가하여 2013년 말까지 약 450만 bbl/d를 기록할 것으로 예상되며, EIA에 따르면 2035년에는 470만 bbl/d의 생산량을 보일 것으로 예측됨
- 석유 소비 증가율이 2010년 10%의 고성장률을 기록한 반면 최근 글로벌 금융 및 경제 침체의 영향을 받아 2011년에는 증가폭이 다소 주춤함
  - 2009년 석유 수입량이 미국에 이어 세계에서 두 번째를 기록 하였고 2011년 석유의 총 수입량은 550만 bbl/d를 기록함
  - EIA에 따르면 2012년과 2013년에도 중국의 석유 소비량은 완만한 속도로 계속 증가할 것으로 예상됨



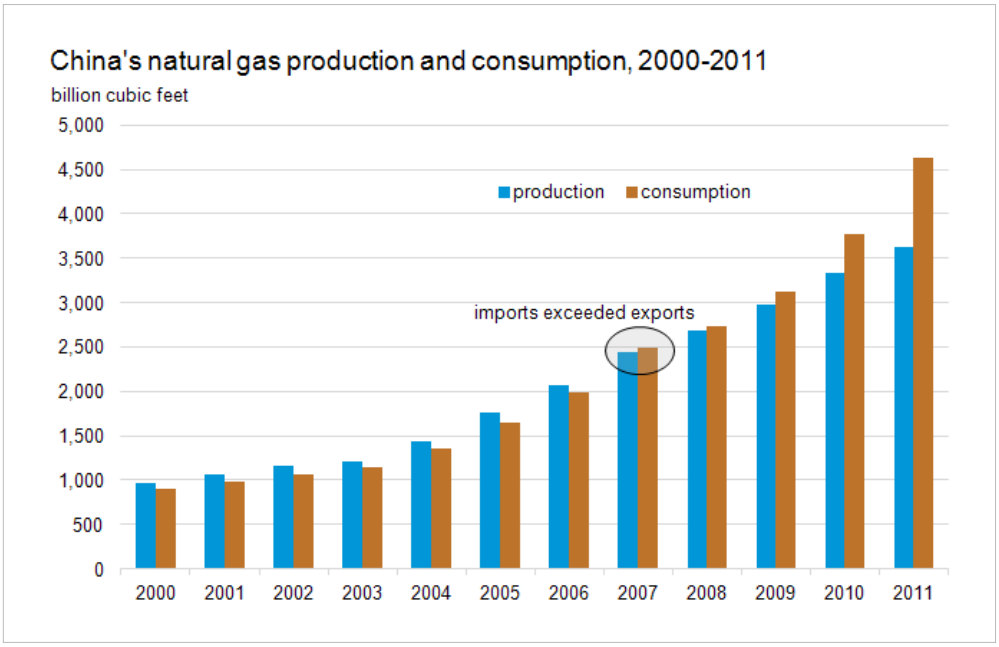
※ 출처 : U.S. Energy Information Administration, International Statistics

[그림 1-12] 중국의 석유 생산량 및 소비량(1990~2013)

● 천연가스의 생산 · 소비 현황

- 중국의 천연가스 소비량이 빠르게 증가하고 있지만 총에너지 소비에서 차지하고 있는 비율은 4%
- 중국은 급격한 소비의 증가로 인해 2007년에 천연가스 순 수입국으로 전환
- 중국 정부는 높은 석탄 소비 비중으로 인한 환경오염 문제와 에너지믹스의 다양화를 추진하기 위해 2020년까지 천연가스의 총 에너지소비 점유율을 10%까지 증가시키기 위해 노력하고 있음

▪ 가스 소비의 대부분은 산업분야('11년 기준 34%)에 치중되고 있지만 최근 몇 년간 전력, 유틸리티 및 주거분야에도 사용이 확대되는 추세



※ 출처 : U.S. Energy Information Administration, International Statistics

[그림 1-13] 중국의 천연가스 생산량 및 소비량(2000~2011)

(2) 에너지정책

❑ 중국 에너지정책의 기본 목표(에너지정책 백서 2012)

- 에너지 절약 실천
- 국내자원수요에 부합한 에너지 공급 보장능력 강화
- 청정에너지 비중 제고 등 에너지 다원화 발전 촉진
- 에너지자원 개발 이용과 생태환경 보호 간 균형적 발전 추진
- 과학기술 연구개발
- 시장의 역할 강화 및 체제 개혁
- 국제 협력 강화
- 국민서비스 제고

❑ 신재생에너지관련 정책

• 중국의 주요정책 변화

관련 정책	발표시기	주요내용
풍력건설 관리 유과 통지	'05. 8	– 풍력설비의 국산화율 70% 이상 설정 * 관련기업의 국제적 비판 및 철회요청으로 2010년 초 공식 폐지 – 송전망 접속료의 지역별 · 원가별 차등지정
재생가능에너지 산업 발전 지도 목록	'05. 11	– 풍력, 태양광, 바이오에너지, 지열, 해양에너지 등에 대한 개념 명시 – 기술개발 목표, 현재의 발전수준, 산업화 정도, 향후 발전 방향 등을 명시
재생에너지법	'06. 1	– 재생에너지 발전소까지 송전선 접속에 대한 지원 – 전력망 회사의 의무적 재생에너지 이용 전력 구매 – 재생에너지 전용기금 설치 → 정부의 재생에너지관련 최초 정책
국가 중장기 과학 발전 계획 요강	'06. 3	– 태양광 : 태양전지 · 연료전지 · 2차 전지 관련 소재 및 핵심기술 연구, 태양광 설비 일체화 건축기술 연구 – 풍력 : 대형풍력발전 설비 등
11차 5개년 개획	'06. 3	– 풍력, 바이오매스 등과 태양광 발전을 중점지원 분야로 선정
재생에너지발전 전용 기금 관리방법	'06. 10	– 중앙정부가 재생에너지 관련 전용기금을 설립 – 재생에너지 관련 재정지원, 우대혜택 및 조세혜택 제공
재생에너지 중장기 발전계획	'07. 6	– 재생에너지의 비율 설정 * 재생에너지 이용비율 2020년까지 15% 설정 – 수력 : 2010년 1.9억kW, 2020년 3억kW – 풍력 : 2020년 3,000만kW – 태양광 : 2010년 30만kW, 2020년 180만kW
기후변화에 대한 국가 대응 방안	'07. 6	– 「재생에너지법」의 전면적 시행, 관련 법규와 정책 개발, 태양광 발전 지원, 낙후지역 태양광발전 보급 및 소형 태양광 발전소 건설, 도시지역 건물 신축에 태양광 시스템 도입 추진
전력회사의 재생에너지발전 전력 전량 매입관련 감독관리 방안	'07. 8	– 수력, 풍력, 바이오매스, 태양열, 해양 및 지열 발전 등 6개 재생에너지의 발전업체는 전력망 우선연결 및 전력전량 구매 등의 혜택
재생에너지 발전 전기의 보조금 지급 및 일정량 할당제도 방안의 통지	'07. 9	– 재생에너지로 생산된 전기의 보조금 지급 등에 대한 제정된 최초의 구체적 방침
자원법 (초안)	'07. 12	– 태양광 등 재생에너지 분야에 우대가격 제공 – 국가 자원전략과 수요에 따라 재생에너지원을 개발하고 농촌지역 보급을 위한 재원 확보
순환경제법 2차 심의	'07. 12	– 2010년 에너지절약 및 오염배출감소세 징수를 규정 → 풍력 등 청정에너지 보급 및 발전에 유리하게 작용
재생에너지 11차 5개년 계획	'08. 3	– 풍력, 수력 등 각 에너지원에 대한 발전 목표 제시 – 재생에너지의 이용규모 및 응용영역 확대 * 전체 에너지의 소비에서 비중을 2010년까지 10%, 2020년까지 15% 도달 목표 – 농촌의 재생에너지 개발, 이용 확대 – 기술개발 및 산업체계 건설 촉진, 부품의 국산화 촉진

※ 출처 : 국회예산정책처, 한 · 중 신재생에너지 정책 비교와 시사점, 2011

• 중국의 에너지과학기술 발전전략 로드맵

기간	발전 전략 내용
현재 ~ 2020년	• 절약형 에너지와 청정 에너지 기술을 중점 발전시키는 단계 – 제로 오염(Zero discharge) 방출을 이루는 차세대 에너지 기술 – 석탄의 청정화 및 효율적 활용에 대한 기술(가스화, 액체화 포함) – 비(非)전동적 에너지(Non conventional energy) 기술 보급
2020년부터 ~ 2030년 전후	• 원자력 에너지와 재생 가능한 에너지를 주력 에너지로 발전시키는 단계 – 고속원자로 기술, 원자력발전소의 상업 시범화 – 효율과 안정성을 갖춘 핵연료 처리 기술 – 태양에너지 고효율 전환 기술 및 전기전환 집적화 응용 시스템 개발 – 바이오매스, 농업폐기물, 섬유소, 생물화학 전환기술 공업화 및 산업화 – 지능에너지 네트워크 및 수소에너지 체계 구축을 추진
2030년 전후 ~ 2050년 전후	• 지속 가능한 에너지 체계를 구축하는 단계 – 기본적으로 중국 경제, 사회 발전 과정에서 필요한 에너지 수요 충족 – 구조적으로 화석에너지에 대한 의존 정도를 60% 이하로 감소 – 재생에너지 기술의 규모화 응용 및 상업화 추진 – 핵융합 반응 기술 분야에서 중대한 성과 획득

※ 출처 : KETEP, 주요국 에너지 R&D 투자 및 프로그램, 2011

• 2010년 1월 국가 에너지 R&D 센터를 설립하여 국가차원의 R&D 계획을 추진

❑ 12차 5개년 계획(2011~2015)의 신재생에너지 관련 정책

• 에너지산업발전 7대 핵심 내용

▪ 화석에너지 발전의 업그레이드

– 석탄 생산량의 합리적 통제와 석탄의 청정화된 고효율사용을 적극 추천하며 전력과 천연가스의 소비 비중을 확대하려는 목적

▪ 비화석에너지 발전의 가속화

– 수력, 원자력 발전을 빠르게 추진하고 풍력, 태양광, 바이오매스 등의 재생가능에너지의 사용을 늘려 2015년 비화석에너지의 비중을 11%까지 확대하고 2020년까지 15%의 비화석에너지 소비 목표와 이산화탄소 배출량을 40~45% 감소시키는 것을 목표

▪ 에너지수송 관리망 건설을 강화하여 에너지 수송 능력을 제고

- 에너지과학 기술설비 혁신을 가속화하여 에너지설비 자주화발전 수준을 향상
- 에너지절약과 이산화탄소 배출 감축을 강화
  - 에너지 개발과 사용의 전 과정에서 에너지절약 및 이산화탄소 배출감축을 촉진하고 에너지자원의 집약적 개발과 에너지 수급관리를 강화하는 한편, 핵심 분야의 에너지절약을 추진하여 오염물의 배출을 감소시키는 것이 목표
- 국제 에너지협력을 강화
  - 해외개발을 강화하여 국내 에너지 개방의 확대와 동시에 에너지 무역을 확대
- 에너지체제 개혁을 주도
  - 동부지역에 원자력발전소, 가스발전소를 위주로 건설할 예정이며, 석탄발전소 건설은 전력량의 소비 등을 고려하여 통제할 예정
  - 서부지역에는 천연가스와 핵심 유역의 수력발전을 적극 개발하고, 생태보호를 강화하여 현지 경제발전을 주도

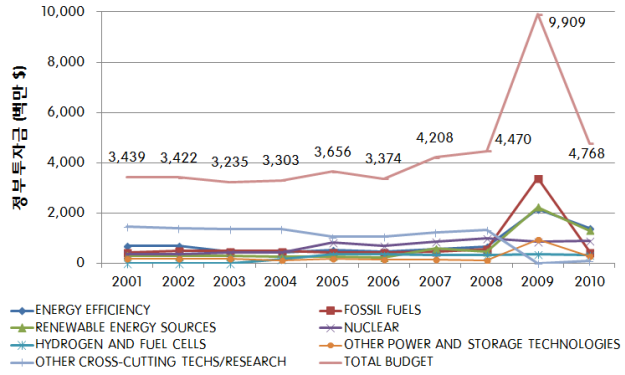
2 주요국 에너지 R&D 투자동향

가. 미 국

(1) R&D 투자 현황

❑ 총괄

- 미국의 에너지 R&D 관련 투자는 2001년 34.4억 달러에서 2010년 47.7억 달러로 연평균 3.7%씩 성장해 왔음
  - ▪ 기술분야별로는 신재생에너지(연평균 17.5%), 수소 및 연료전지(11.7%), 원자력(10.5%) 분야의 증가폭이 크고, 에너지효율분야의 증가율은 7.8%
  - ▪ 경기회복부양법(ARRA, American Recovery and Reinvestment Act)에 따라 2009년도에 일시적으로 R&D 예산이 증가하였음

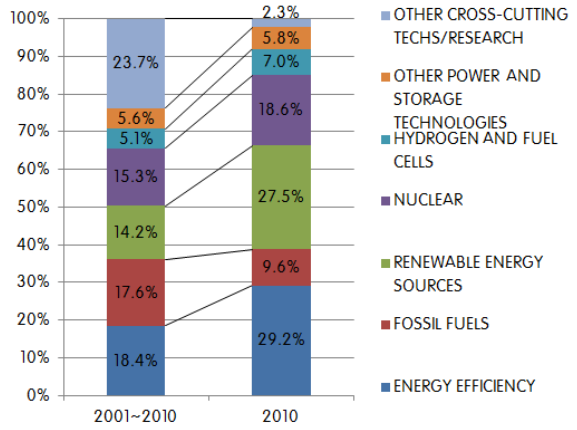


구분	CAGR 2001~2010
ENERGY EFFICIENCY	7.8%
FOSSIL FUELS	0.7%
RENEWABLE ENERGY SOURCES	17.5%
NUCLEAR	10.5%
HYDROGEN AND FUEL CELLS	11.7%
OTHER POWER AND STORAGE TECHNOLOGIES	5.8%
OTHER CROSS-CUTTING TECHS/RESEARCH*	-25.0%
TOTAL	3.7%

* Hydrogen and Fuel Cells는 2004~2010년 기준
* Other Cross cutting tech/research : 에너지 시스템 분석, 따로 분류되지 않는 에너지 관련 기초연구
※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-1] 연도별 RD&D 투자 현황(2001~2010)

- 전체년도(2001~2010) 대비 2010년의 투자예산의 비중변화는 신재생에너지 분야(13.3%)와 에너지효율 분야(10.8%)의 증가폭이 크며, 화석연료 분야는 -8.0%로 감소



구분	점유율 변화량[%]
ENERGY EFFICIENCY	10.8%
FOSSIL FUELS	-8.0%
RENEWABLE ENERGY SOURCES	13.3%
NUCLEAR	3.3%
HYDROGEN AND FUEL CELLS	1.9%
OTHER POWER AND STORAGE TECHNOLOGIES	0.2%
OTHER CROSS-CUTTING TECHS/RESEARCH*	-21.4%
TOTAL	-

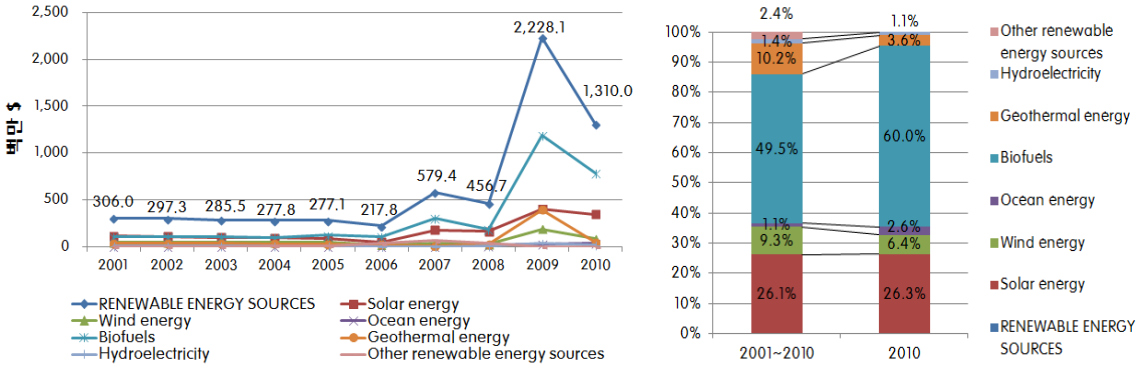
* Other Cross cutting tech/research : 에너지 시스템 분석, 따로 분류되지 않는 에너지 관련 기초연구
※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-2] 기술 분야별 점유율 변화 추이

❑ 신재생에너지 분야

- 미국의 신재생에너지 R&D 투자금액은 2001년 3억 달러에서 2010년 13억 달러로 성장(연평균 17.5% 성장)
  - ▪ 기술분야별로는 바이오연료(연평균 25%) 및 태양에너지(13.2%)가 크게 증가

- 2010년 투자금액 점유율을 살펴보면, 바이오연료 60.0%, 태양에너지 26.3%로 가장 많은 R&D 예산이 투입되고 있으나, 수력발전, 지열 등은 투자비중이 감소함



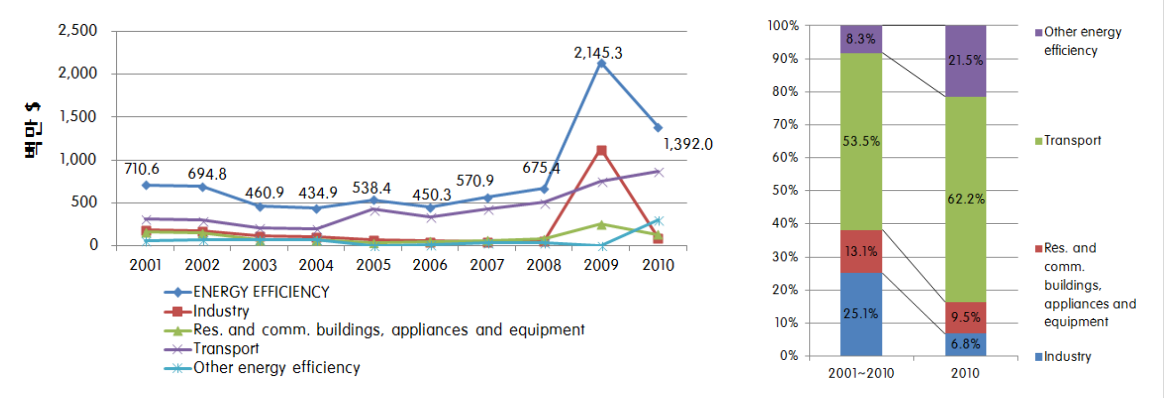
※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-3] 신재생에너지 분야 세부기술분야별 투자현황(2001~2010)

❑ 에너지효율 분야

- 미국의 에너지효율 분야 R&D 투자금액은 2001년 7억 달러에서 2010년 14억 달러로 성장(연평균 7.8%)
  - 기술분야별로는 수송분야(연평균 12%)가 크게 증가하였으며, 산업분야 및 빌딩분야는 감소하는 것으로 나타남

- 2010년 투자금액 점유율을 살펴보면, 수송분야에 관한 투자가 가장 높은 비중을 차지함
  - 수송분야 62.2%, 가정상업분야 9.5%, 산업 6.8%



※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-4] 에너지효율 분야 세부기술분야별 투자현황(2001~2010)

(2) 2013년 EERE[3] 에너지 R&D 예산요구 현황

❑ EERE 프로그램의 R&D 분야

- 2013년 EERE는 에너지효율, 신재생에너지, 기타분야 등에 대한 투자 진행 예정
- 에너지효율의 3개 분야(Advanced Manufacturing, Building Technology, Vehicle Technology)와 신재생에너지의 6개 분야(Biomass & Biorefinery Systems RD&D, Geothermal Technology, Hydrogen & Fuel Ceel Technologies, Solar Energy, Water Power, Wind Energy)를 지원

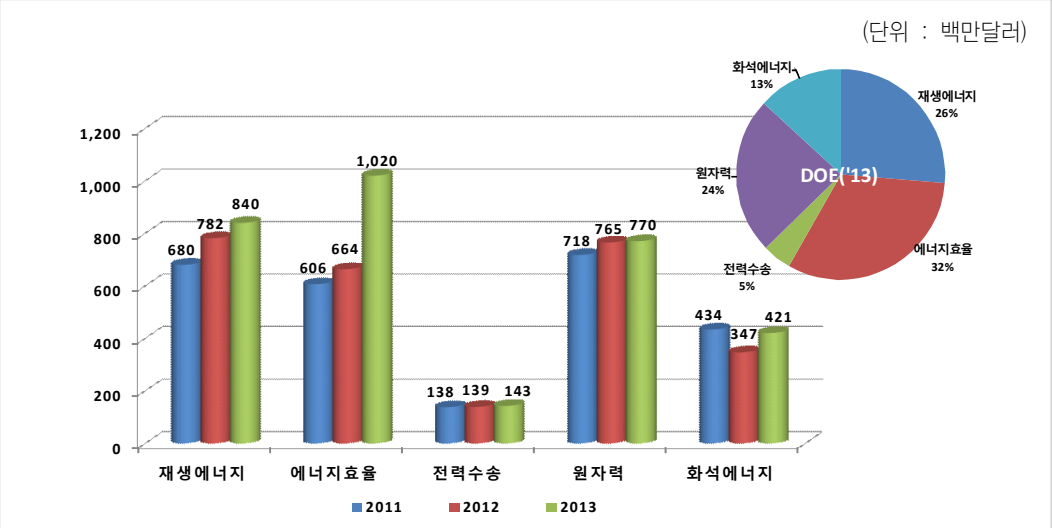
3) Energy Efficiency and Renewable Energy

구분		세부기술 분야	
에너지 효율	산업 기술	• Materials • Processing	• Technology Development
	건물 기술	• Better Buildings • Solid State Lightning	• Building Integration • Energy Star
	수송기술	• Battery/Energy Storage • Advanced Combustion Engines • Super Truck • Fuel Technologies	• Power Electronics • Vehicle and Systems Simulation and Testing • Materials Technologies
신재생 에너지	바이오매스 & 바이오 정유	• Advanced Feed Stocks • Biochemical • Integrated Biorefineries	• Algae Feedstocks • Thermichemical • Biopower
	지열	• Enhanced Geothermal System	
	수소 & 연료전지	• Fuel Cell Systems R&D • Manufacturing R&D • System Analysis	• Hydrogen Fuel R&D • Technology Validation
	태양에너지	• Photovoltaic R&D • Concentrating Solar Piwer • System Integration	• Innoivations in Manufacturing / Validation for SunShot • Market Transformation
	수력	• Convenrional Hydropower • Marine and Hydrokinetic Technology	
	풍력	• Distributed	• Offshore

[표 2-1] EERE 프로그램의 R&D 영역

❑ EERE 프로그램 예산 현황

- 에너지분야 R&D 예산은 2011년 25.8억 달러에서 2013년 31.9억 달러로 약 23.6% 증가하였으며, 효율향상분야(32%)와 재생에너지분야(26%)가 높은 비중 차지
  - 특히 에너지효율분야의 예산은 2011년 6.1억 달러, 2012년 6.6억 달로 재생에너지분야보다 낮았으나, 2013년 10.2억 달러로 가장 높은 예산 비중을 차지(2013년 예산 중 32% 차지)
  - 에너지 수급 안정화, 기후변화 대응을 위해 단기적으로 비용효과적인 효율향상이 대두
  - 이 밖에 신재생에너지와 원자력은 2011년도 대비 2013년도에 각각 23.5%, 7.2% 증가한 반면, 전력수송과 화석에너지는 비슷한 수준을 유지

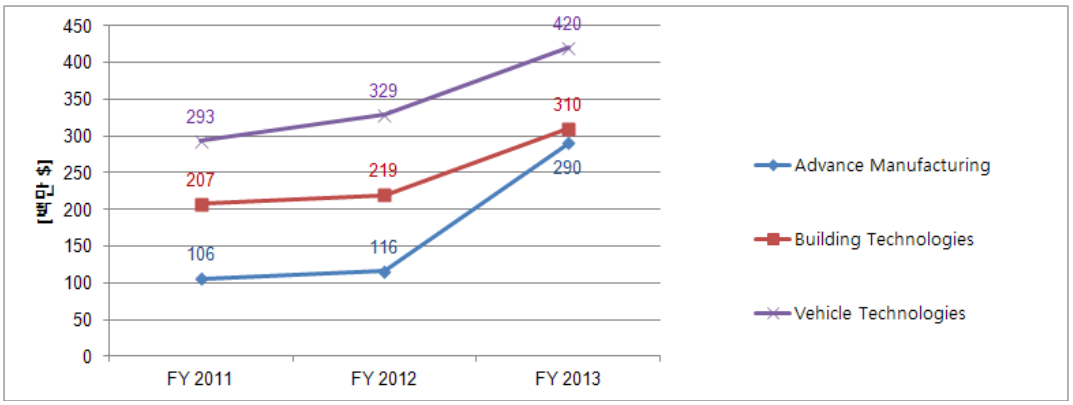


※ 출처 : EERE, "FY 2013 Budget Request", 2012

[그림 2-5] EERE 프로그램 예산 현황(2011~2013)

❑ 에너지효율 분야

- 에너지효율 분야의 총 R&D 투자금액은 2011년 6.06억 달러에서 2013년 10.2억 달러로 연평균 29.7% 증가함

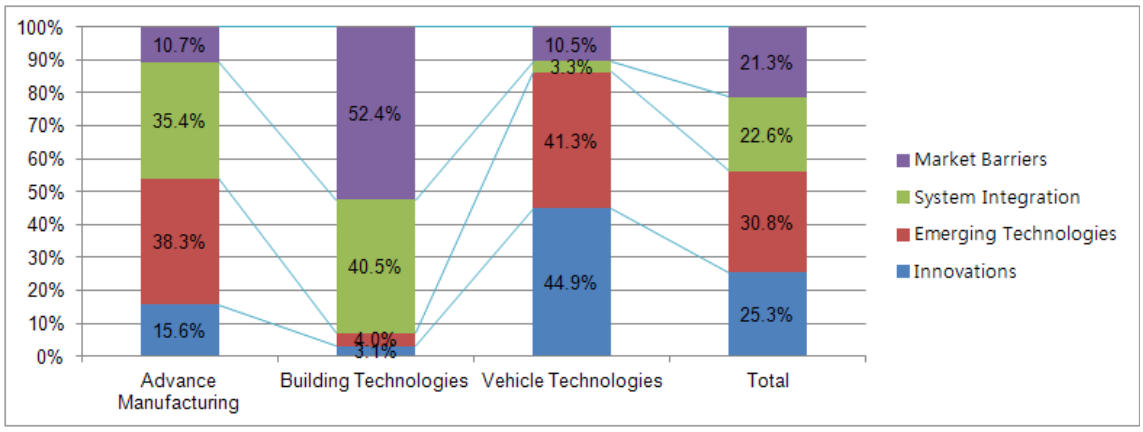


※ 출처 : EERE, "FY 2013 Budget Request", 2012

[그림 2-6] 에너지효율 분야 예산 현황(2011~2013)

- 3개년간 연평균 예산 증가율은 Advanced Manufacturing 65.4%, Building Technology 22.4%, Vehicle Technology 19.7%로 Advanced Manufacturing 분야의 투자가 크게 증가한 것이 특징
- 전체 예산규모는 Vehicle Technology 〉 Building Technology 〉 Advanced Manufacturing 순서임

● 에너지효율분야의 R&D 단계별 투자는 Emerging Technologies 및 Innovations와 같은 기초원천기술개발 단계의 연구개발 비중이 높게 나타남



※ 출처 : EERE, "FY 2013 Budget Request", 2012

[그림 2-7] 에너지효율 분야 세부기술분야별 R&D단계 분포

▪ Advanced Manufacturing 분야는 Emerging Technologies 및 System Integration 단계가 각각 38.3%, 35.4%의 비중을 차지하고 있음

– 차세대제조공정 및 차세대 재료 연구가 중심을 이루고 있어 2012년의 경우 기초원천기술 비율이 높았으나, 산업계의 요구로 2013년 상용화 기술의 비중이 크게 증가함

▪ Building Technologies 분야는 System Integration 및 Market Barrier 단계의 투자비중이 92.9%로 상용화 기술 중심으로 포트폴리오가 구성되어 있음

– 주거용 및 상업용 건축물의 시스템화를 통한 에너지 소비절감 기술, sensor기술 등 현재의 기술을 개선하는 기술 중심으로 R&D 포트폴리오가 구성되어 있어 상용화단계의 비중이 높음

▪ 투자금액이 가장 큰 Vehicle Technology 분야의 경우, Innovation 및 Emerging Technologies 단계의 투자비중이 86.2%로 기초원천기술개발에 집중

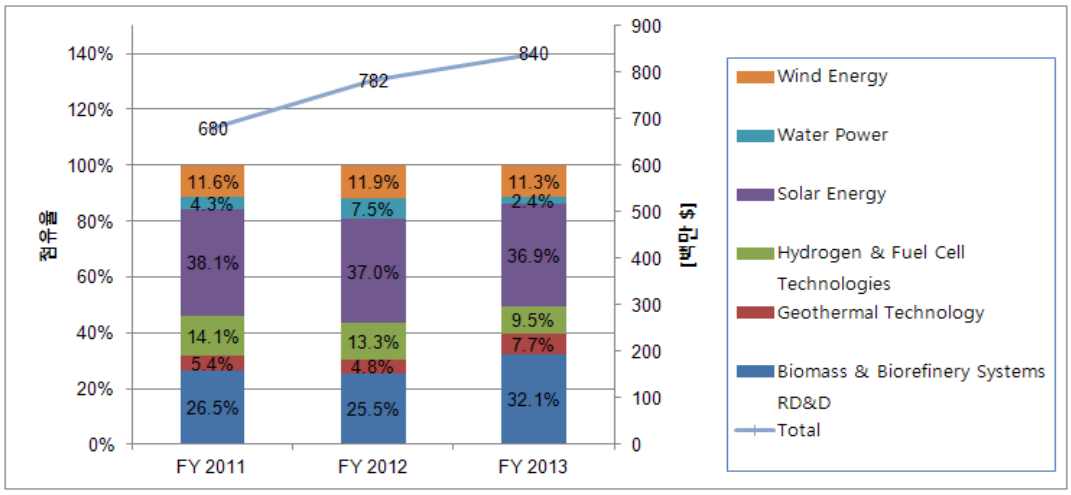
– 전기자동차, 바이오연료를 사용하는 연소기관 등 신규시장 창출을 위한 기술중심으로 포트폴리오가 구성되어 있어 기초원천기술의 비중이 높음

- 각 분야별 세부기술 중 집중투자 기술

분야	집중투자 기술
산업기술	– 차세대 제조공정기술 개발 및 실증 – 차세대 재료 기술 개발
건물기술	– 개량된 개별기술의 집적시스템 개발을 통한 에너지 효율 향상 – 에너지 소비가 낮은 Solid-State Lightning 기술 개발
수송기술	– PHEV/EV 기술 – 대체연료 사용 엔진기술 및 대체연료 사용 인프라 구축기술 – 차량의 경량화

❑ 신재생에너지 분야

- 신재생에너지 분야의 총 R&D 투자금액은 2011년 6.8억 달러에서 2013년 8.4억 달러로 연평균 11.1% 증가함

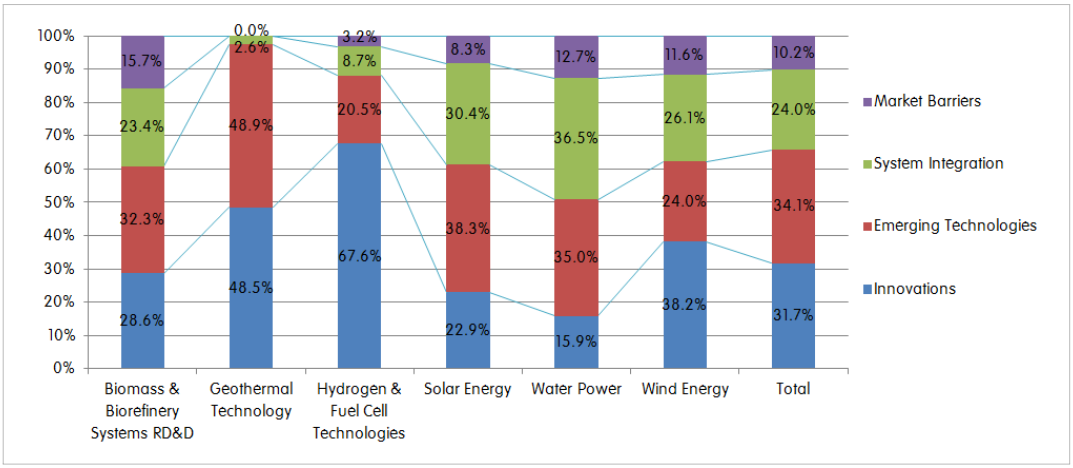


※ 출처 : EERE, "FY 2013 Budget Request", 2012

[그림 2-8] 신재생에너지 분야 예산 현황(2011~2013)

- 신재생에너지 분야의 에너지원별 투자 비중은 태양에너지가 36.9%, 바이오매스가 32.1%로 큰 비중을 차지함
- 전체적으로 분야별 투자 비중의 변화가 크지 않으나, 수소 및 연료전지 분야의 비중이 가장 크게 감소하였으며(2010년 대비 4.6% 감소), 바이오매스 분야의 비중이 가장 크게 증가함(2010년 대비 5.6% 증가)

● 신재생에너지 분야의 R&D 단계별 투자는 주로 Emerging Technologies와 Innovations에 집중되고 있어, 상용화 보다는 기초원천기술 확보에 주력하고 있는 것으로 나타남



※ 출처 : EERE, "FY 2013 Budget Request", 2012

[그림 2-9] 신재생에너지 분야 세부기술분야별 R&D단계 분포

- 태양에너지, 바이오매스, 풍력발전 등 투자비중이 높은 분야가 상용화에 가까운 R&D 포트폴리오를 구성하고 있음
- 투자비중이 낮은 지열기술과 수소 및 연료전지 분야의 경우, Innovation 단계의 기술개발 비중이 높게 나타남

● 각 분야별 세부기술 중 집중투자 기술

분야	집중투자 기술
바이오매스 및 바이오 정유	– 목질계 바이오매스의 전환효율 향상 – 비목질계 바이오매스의 물류비용 저감 기술 – 바이오매스를 다양한 탄화수요 연료로 전환하는 생화학적 공정 기술
지열	– 비탐사 열수자원의 탐사 및 개발에 있어 비용을 절감할 수 있는 기술 – 기존 지열발전 시스템의 효율향상 기술
수소 및 연료전지	– 연료전지에 사용되는 촉매의 단위중량당 발전용량을 향상시키는 기술 – 수소저장 및 수송기술 등 수소 활용을 위한 물류비용을 저감시키는 기술
태양에너지	– 태양광에너지 활용기술 – 태양열 활용기술로 CSP의 단가를 저감하기 위한 기술
수력	– 기존 시설 및 새로 개발된 제품의 경제성 분석으로 R&D 분야를 한정
풍력	– 지상 및 해상 발전에 있어 효율향상을 위한 부품 및 시스템 성능 개선 연구 – 소형터빈의 상용화를 위한 기술

❑ 화석에너지 R&D프로그램 예산 현황

- 화석에너지 R&D 프로그램은 석탄, 천연가스, 새로운 화석에너지 기술에 관한 R&D 투자를 진행하고 있으며, 실질적으로 2013년 예산 요구 현황을 살펴보면 석탄이용분야에 집중 투자하고 있음
  - 석탄분야의 R&D는 CCS와 석탄이용 화력발전시스템 개선을 중심으로 이루어져 왔으며, 투자액은 전체적으로 감소하는 추세임
  - 천연가스분야는 가스하이드레이트에 관한 투자는 감소하고 있으나, 최근 이슈화되고 있는 셰일가스분야 기술에 대한 투자는 환경영향 감소기술을 중심으로 증가하고 있음

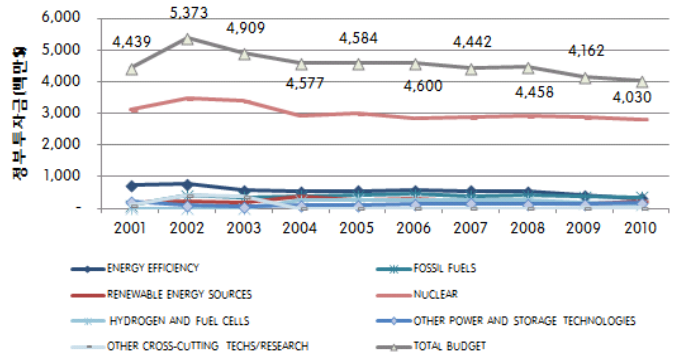
분류		예산 변화 ('12→'13, M$)	주요 활동 및 목표
석탄	탄소포집	69 → 60 (▼ 13.0%)	– Post-연소 : 석탄화력발전 시스템에서 표준화된 전기생산비용을 35% 이상 증가시키지 않으며, 90%이상의 CO_2 포집기술 개발 – Pre-연소 : 석탄화력발전 시스템에서 표준화된 전기생산비용을 10% 이상 증가시키지 않으며, 90%이상의 CO_2 포집기술 개발
	탄소저장	115 → 95 (▼ 17.4%)	– 지질학적 탄소 저장 기술 CO_2를 경제적이며 안전하고 영구적으로 저장할 수 있는 기술 개발 * 지표면에서의 탄소작용에 관한 연구, 저장 Site 건설 기술 등
	개량된 에너지 시스템	100 → 55 (▼ 45.0%)	– 개량된 연소 시스템 : Post-연소 & Oxy-연소를 통한 탄소 포획 기술 개발과 고성능 부품재료 개발 – 가스화 시스템 : 석탄의 가스화 효율 향상 기술 개발 – Hydrogen Turbine : IGCC 플랜트에서 CCS 기술의 적용 없이 탄소를 저감할 수 있는 기술 개발 * NOx 발생을 저감한 수소 연소 터빈 개발 * 고온에서 사용가능한 재료 시스템 개발 * 혁신적인 가스터빈 부품 및 디자인 개발 – 석탄으로부터 수소생산, 석탄 액화, SOFC * 2013년 예산 없음
	Cross-cutting research	49 → 30 (▼ 38.8%)	– 화력발전소 최적화 기술 : 센서, 조절 장치 및 재료 개발 탄소 활용 관련 과학(기초원천) 연구 – 에너지 관련 환경영향성, 경제성 분석
천연가스	천연가스기술	5 → 12 (▲ 140.0%)	– 셰일가스의 환경영향성 감소 기술 개발 * Green Drilling 기술 등
	가스하이드레이트	10 → 5 (▼ 50.0%)	– 메탄 하이드레이드 기술
새로운 화석에너지 기술		5 → 0 (▼-100.0%)	– 2013년 예산 없음

나. 일 본

(1) R&D 투자 현황

❑ 총괄

- 일본의 에너지 R&D 관련 투자는 2001년 44억 달러에서 2010년 40억 달러로 연평균 −1.1% 감소하였음
  - 기술분야별로는 화석에너지(연평균 16.2%성장), 신재생에너지(4.0%)를 제외한 나머지분야 모두에서 R&D 예산이 감소

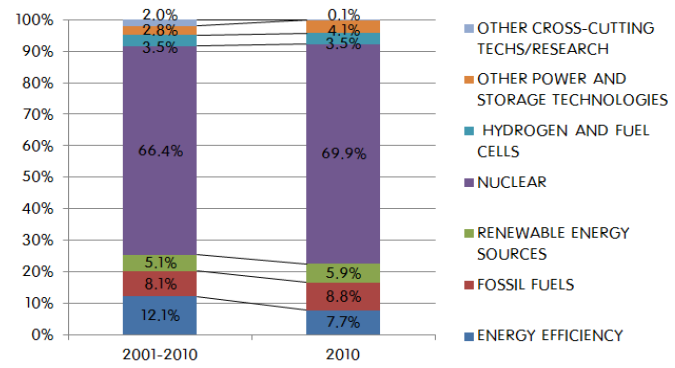


구분	CAGR 2001~2010
ENERGY EFFICIENCY	−9.2%
FOSSIL FUELS	16.2%
RENEWABLE ENERGY SOURCES	4.0%
NUCLEAR	−1.1%
HYDROGEN AND FUEL CELLS	−9.5%
OTHER POWER AND STORAGE TECHNOLOGIES	−3.4%
OTHER CROSS-CUTTING TECHS/RESEARCH*	−32.3%
TOTAL	−1.1%

* Hydrogen and Fuel Cells는 2004~2010년 기준
* Other Cross cutting tech/research : 에너지 시스템 분석, 따로 분류되지 않는 에너지 관련 기초연구
※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-10] 연도별 RD&D 투자 현황(2001~2010)

- 전체 연도(2001~2010년) 대비 2010년도의 투자금액의 점유율 변화는 원자력에너지 분야만 소폭 상승(3.5%) 했으며, 그 밖의 분야는 ± 2.0%미만으로 변화가 크지 않았으나 에너지효율 분야의 경우 −4.4% 감소함



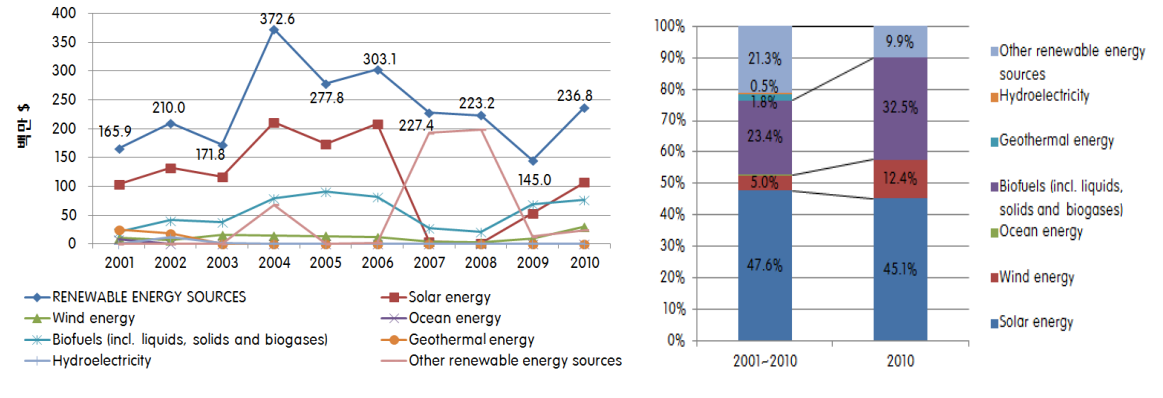
구분	점유율 변화량[%]
ENERGY EFFICIENCY	−4.4%
FOSSIL FUELS	0.7%
RENEWABLE ENERGY SOURCES	0.8%
NUCLEAR	3.5%
HYDROGEN AND FUEL CELLS	0.0%
OTHER POWER AND STORAGE TECHNOLOGIES	1.3%
OTHER CROSS-CUTTING TECHS/RESEARCH*	−1.9%
TOTAL	–

* Other Cross cutting tech/research : 에너지 시스템 분석, 따로 분류되지 않는 에너지 관련 기초연구
※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-11] 기술 분야별 점유율 변화 추이

❑ 신재생에너지 분야

- 일본의 신재생에너지 R&D 투자금액은 2001년 1.7억 달러에서 2010년 2.4억 달러로 연평균 4%의 성장률을 기록
  - 기술분야별로는 바이오연료(연평균 15.8%)와 풍력에너지(연평균 12.7%)가 큰 폭으로 증가함
- 2010년 투자금액 점유율을 분석해보면, 바이오연료와 태양에너지에 대한 투자가 큰 것을 알 수 있음
  - 바이오연료 32.5%, 태양에너지 45.1%



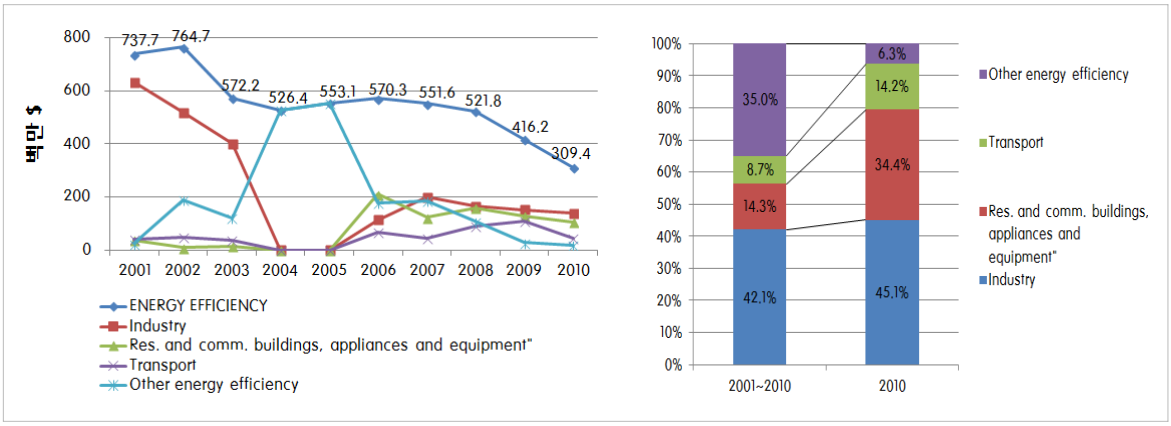
※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-12] 신재생에너지 분야 세부기술 분야별 투자현황(2001~2010)

❑ 에너지효율 분야

- 일본의 에너지효율 분야 R&D 투자금액은 2001년 7.4억 달러에서 2010년 3.1억 달러로 투자 예산이 감소함
  - 기술 분야별로는 건물분야가 연평균 12.1% 성장한 반면, 산업분야는 15.5% 감소함

- 2010년 투자금액 점유율은 산업분야가 45.1%를 기록하며 여전히 가장 큰 비중을 차지

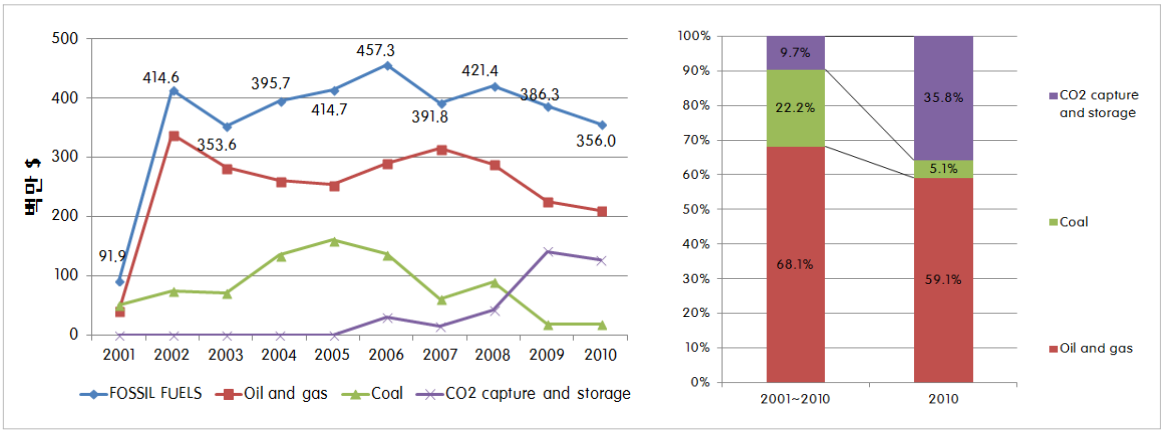


※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-13] 에너지효율 분야 세부기술 분야별 투자현황(2001~2010)

❑ 화석에너지 분야

- 일본의 화석에너지 분야 R&D 투자금액은 2001년 0.9억 달러에서 2010년 3.6억 달러로 연평균 16.2% 성장하였음
  - 기술분야별로는 CO_2 포집 · 저장기술이 연평균 44%(2006~2010년), 석유 및 가스분야가 연평균 20.1%의 큰 성장을 보였으며, 석탄분야는 감소하였음
- 2010년 투자금액 점유율은 석유 및 가스분야가 59.1%로 가장 큰 비중을 차지



※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

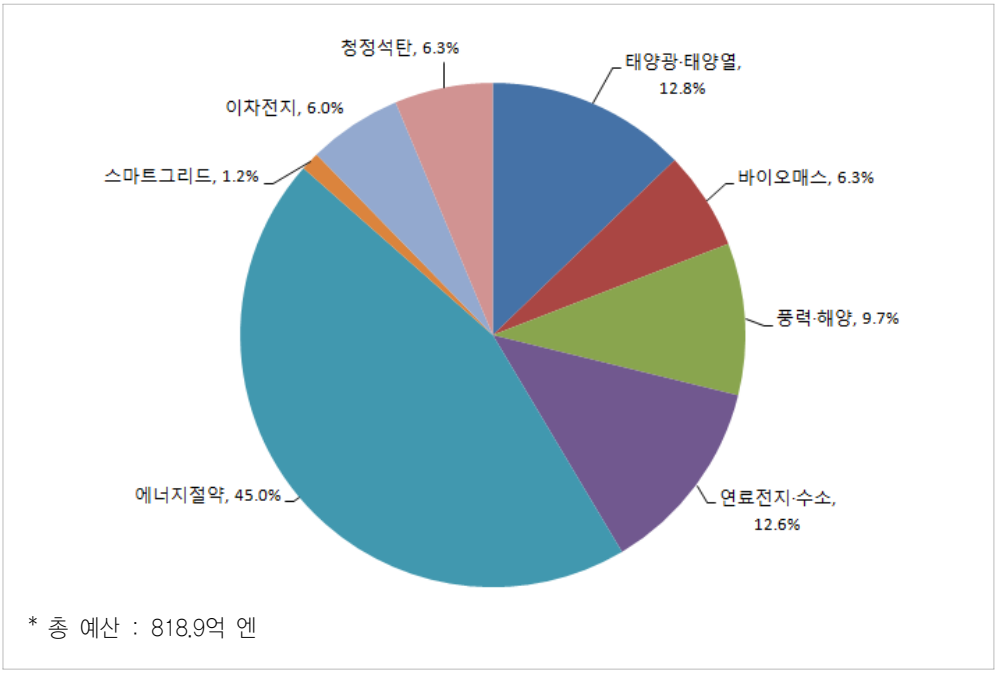
[그림 2-14] 에너지효율 분야 세부기술 분야별 투자현황(2001~2010)

(2) 2012년 NEDO 에너지 R&D 투자현황

❑ 2012년 에너지분야 R&D 프로젝트 예산

- NEDO의 주요 사업분야는 에너지 · 환경기술분야와 산업기술분야로 크게 나뉘며, 에너지관련 R&D는 에너지 · 환경분야 포함
  - 에너지분야는 태양광 및 태양열, 바이오매스, 풍력 및 해양, 연료전지 및 수소이용, 에너지 절약, 스마트그리드, 2차전지의 7개의 분야로 구성됨
  - 환경분야는 3R · 물순환, 프레온 대책, 환경화학, 청정석탄의 4가지 분야로 구성되며, 이 중 에너지 관련 분야는 청정석탄 분야임

- 에너지부문의 7개 분야와 환경부문 1개 분야의 2012년 총 예산은 818.9억엔이며, 에너지절약분야의 비중이 45.0%(368.7억엔)으로 가장 높음
  - 태양광 · 태양열 12.8%, 연료전지 · 수소이용 12.6%, 풍력 · 해양 9.7%, 바이오매스 6.3% 등 신재생에너지 관련 R&D 예산이 전체의 41.4%를 차지하고 있으며, 화석연료의 청정이용분야는 6.3%를 차지



[그림 2-15] 2012년 NEDO의 에너지 R&D 투자 현황

❑ 2012년 중점추진과제 투자현황

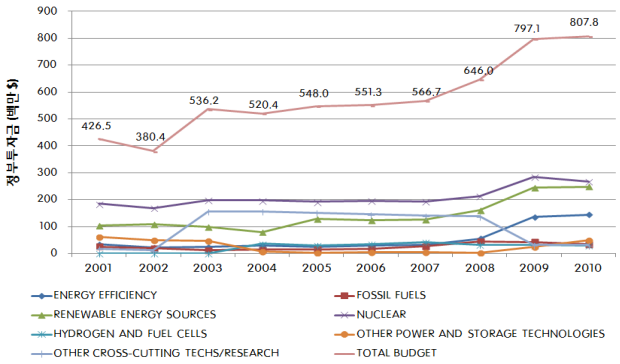
기술 · 사업 분야	세분야	프로젝트명	2012 예산 [억엔]	예산 비율	사업 기간
에너지	태양광 · 태양열	유기계 태양전지 실용화 선도 기술 개발	19.7	2.4%	12~14
		태양광 발전 시스템 차세대 고성능 기술 개발	59.8	7.3%	10~14
		태양광 발전 혁신 기술 연구 개발 (태양전지 국제 연구거점 정비사업)	23.6	2.9%	08~14
		재생 가능 에너지 열 이용 계측 기술 실증 사업	1.4	0.2%	11~13
		소계	104.5	12.8%	–
	바이오매스	전략적 차세대 바이오매스 에너지 이용 기술개발 사업	20.0	2.4%	10~16
		바이오매스 에너지 고효율 전환 기술개발	19.5	2.4%	04~12
		셀룰로오스계 에탄올의 혁신적 생산 시스템 개발사업	12.5	1.5%	09~13
		소계	52.0	6.3%	–
	풍력 · 해양	해양에너지 기술연구 개발	21.0	2.6%	11~15
		해상 풍력 발전 기술연구 개발	52.0	6.3%	08~13
		차세대 풍력발전 기술연구 개발	6.2	0.8%	08~12
		소계	79.2	9.7%	–
	연료전지 · 수소이용	수소 첨단과학 기초 연구 사업	8.0	1.0%	06~12
		수소 제조 · 수송 · 저장시스템 기술 개발	15.0	1.8%	08~12
		고체 산화물 연료전지 시스템 요소 기술 개발	6.2	0.8%	08~12
		고체 고분자형 연료전지 실용화 추진 기술 개발	35.0	4.3%	10~14
		수소의 지역공급 인프라 기술 · 사회 실증	30.1	3.7%	11~15
		고체 산화물 연료 전지를 이용한 사업용 발전시스템 요소 기술 개발	9.0	1.1%	12~14
		소계	103.3	12.6%	–
	에너지 절약	고온 초전도 케이블 실증 프로젝트	3.2	0.4%	07~13
		이트륨계 초전도 전력기기 기술 개발	29.7	3.6%	08~12
		그린 네트워크 시스템 기술 연구 개발 프로젝트	11.2	1.4%	08~12
		에너지 ITS 추진사업	8.4	1.0%	08~12
		혁신적인 유리 용해 공정 기술 개발	2.5	0.3%	08~12
		차세대 히트 펌프 시스템 연구 개발	8.8	1.1%	10~12
		태양열 에너지 활용형 주택 기술 개발	3.8	0.5%	11~15
		전략적 에너지 기술 혁신 프로그램	111.1	13.6%	12~21
		국제 에너지 소비 효율화 기술 · 시스템 실증 사업	190.0	23.2%	93~11
		소계	368.7	45.0%	–
	스마트 그리드	국제 에너지 소비 효율화 기술 · 시스템 실증사업	10.0	1.2%	09~13
		소계	10	1.2%	–
	축전지	혁신형 축전지 첨단 과학 기초연구 사업	27.4	3.3%	09~15
		차세대 축전지 재료 평가기술 개발	2.5	0.3%	10~14
		안전 · 저비용 대규모 축전 시스템 기술 개발	19.3	2.4%	11~15
		소계	49.2	6.0%	–
	소계		766.9	93.7%	–
환경	청정석탄	제로 에미션 석탄 화력 전체 시스템연구	4.1	0.5%	08~12
		무배출 석탄화력 기반 기술 개발	6.0	0.7%	07~13
		청정 석탄기술 추진 사업	1.0	0.1%	92~12
		혁신적인 CO_2 회수형 석탄 가스화 기술 개발	22.0	2.7%	10~13
		환경조화형 제철 프로세스 기술 개발	18.0	2.2%	08~12
		국제협력 청정 석탄기술 개발 프로젝트	0.9	0.1%	10~12
	소계		52	6.3%	–
합계			818.9	100.0%	–

다. 독 일

(1) R&D 투자 현황

❑ 총괄

- 독일의 에너지 R&D 투자금액은 2001년 4.3억 달러에서 2010년 8.1억 달러로 증가했고, 연평균 7.4%의 성장률을 보임
  - 기술분야별로는 에너지효율분야가 연평균 17.2%, 신재생에너지 분야가 10.3%의 큰 증가폭을 기록

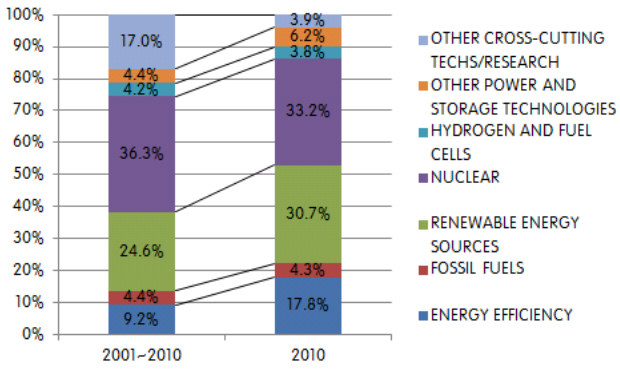


구분	CAGR 2001~2010
ENERGY EFFICIENCY	17.2%
FOSSIL FUELS	3.6%
RENEWABLE ENERGY SOURCES	10.3%
NUCLEAR	4.2%
HYDROGEN AND FUEL CELLS	-3.1%
OTHER POWER AND STORAGE TECHNOLOGIES	-2.1%
OTHER CROSS-CUTTING TECHS/RESEARCH*	6.2%
TOTAL	7.4%

* Hydrogen and Fuel Cells는 2004~2010년 기준
* Other Cross cutting tech/research : 에너지 시스템 분석, 따로 분류되지 않는 에너지 관련 기초연구
※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-15] 연도별 RD&D 투자 현황(2001~2010)

- 전체 연도(2001~2010) 대비 2010년의 투자금액 점유율의 변화를 보면, 에너지 효율 분야와 신재생에너지 분야가 각각 8.6%와 6.2%로 큰 증가폭을 기록함



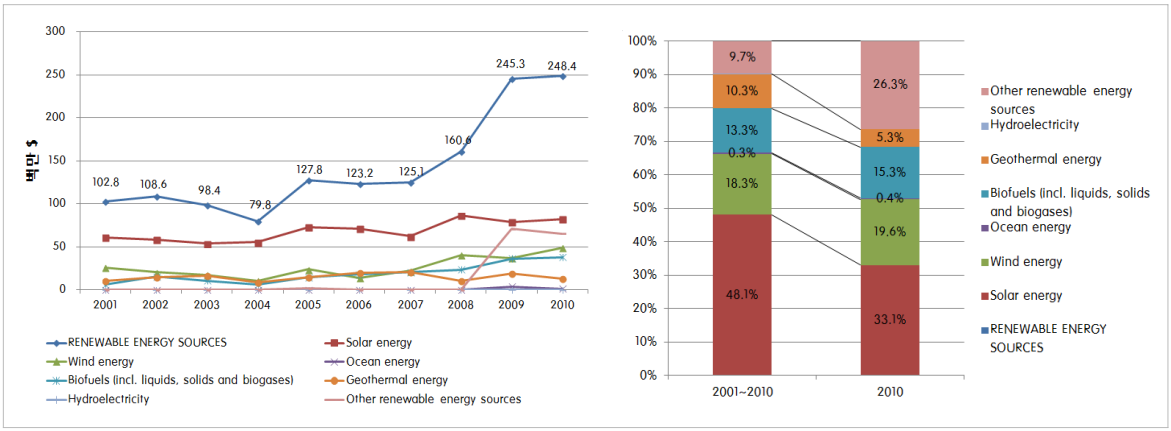
구분	점유율 변화량[%]
ENERGY EFFICIENCY	8.6%
FOSSIL FUELS	-0.1%
RENEWABLE ENERGY SOURCES	6.2%
NUCLEAR	-3.0%
HYDROGEN AND FUEL CELLS	-0.4%
OTHER POWER AND STORAGE TECHNOLOGIES	1.8%
OTHER CROSS-CUTTING TECHS/RESEARCH*	-13.1%
TOTAL	-

* Hydrogen and Fuel Cells는 2004~2010년 기준
* Other Cross cutting tech/research : 에너지 시스템 분석, 따로 분류되지 않는 에너지 관련 기초연구
※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-16] 기술 분야별 점유율 변화 추이

❑ 신재생에너지 분야

- 신재생에너지 R&D 투자금액은 2001년 1.0억 달러에서 2010년 2.5억 달러로 증가하였으며, 연평균 10.3%의 성장률을 기록함
  - 기술 분야별로는 바이오연료가 연평균 23.2%, 풍력에너지가 7.4%로 크게 증가
- 2010년 투자금액 점유율은 태양에너지와 풍력에너지가 각각 33.1%, 19.6%로 큰 비중을 차지하고 있음

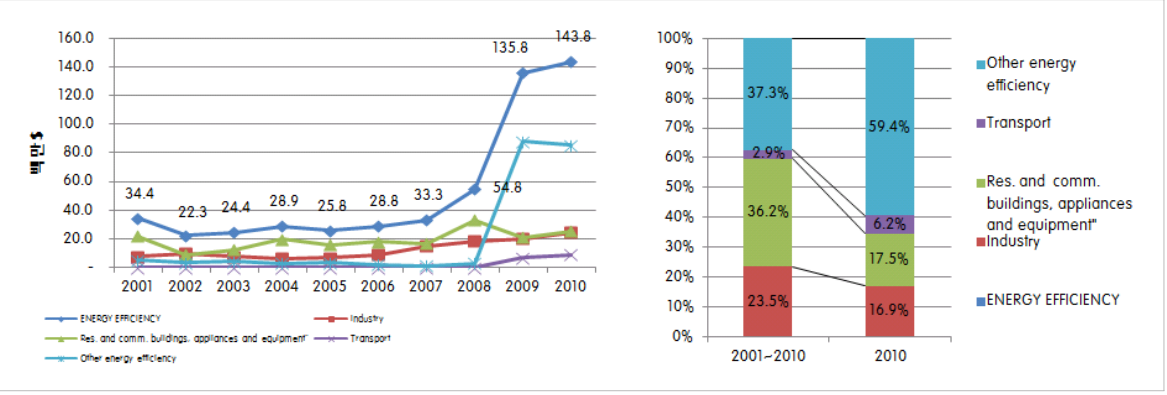


※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-17] 신재생에너지 분야 세부 기술 분야별 투자현황(2001~2010)

❑ 에너지효율 분야

- 독일의 에너지효율 분야 R&D 투자금액은 2001년 0.3억 달러에서 2010년 1.4억 달러로 증가 하였으며, 연평균 17.2%의 성장률을 기록함
  - 기술 분야별로는 산업분야가 연평균 14.1%로 크게 증가
- 2010년 투자금액 점유율은 기타 에너지 분야와 빌딩분야가 각각 59.4%, 17.5%로 큰 비중을 차지하고 있음



※ 출처 : IEA, Energy Technology RD&D 2012 edition

[그림 2-18] 신재생에너지 분야 세부 기술 분야별 투자현황(2001~2010)

(2) 독일 연방정부의 신재생에너지 연구개발 투자 동향

❑ 신재생에너지기술 연구개발

- 연구개발 지원 우선순위 설정('11년 8월)
  - 1순위 : 풍력에너지(가격 효율성 및 생태에 미치는 영향을 고려한 육상 및 해상풍력 시스템 개발)
  - 2순위 : 태양광(Photovoltaic, 실험실 수준의 연구결과를 산업공정으로 이전하여 시장을 창출할 수 있는 응용연구)
  - 3순위 : 지열(Geothermal, 지역 특성을 고려한 지열의 활용 가능성 제고)
  - 4순위 : 태양열(Solarthermal, 태양열 집광 및 저장, 태양열 발전시스템)

구분	2007	2008	2009	2010
태양광	32,108	39,939	32,889	39,087
풍력	15,741	29,908	27,894	36,774
지열	14,443	7,415	13,837	9,889
태양열	11,611	12,814	13,381	14,212
시스템 통합	–	822	10,874	11,332
기타	7,421	7,610	10,677	8,908
합계	81,324	98,508	109,552	120,202

[표 2-2] 연방환경부 신재생에너지기술 분야별 연구개발 지원현황(단위: 천€)

❑ 신재생에너지 연구개발 중점 지원기술

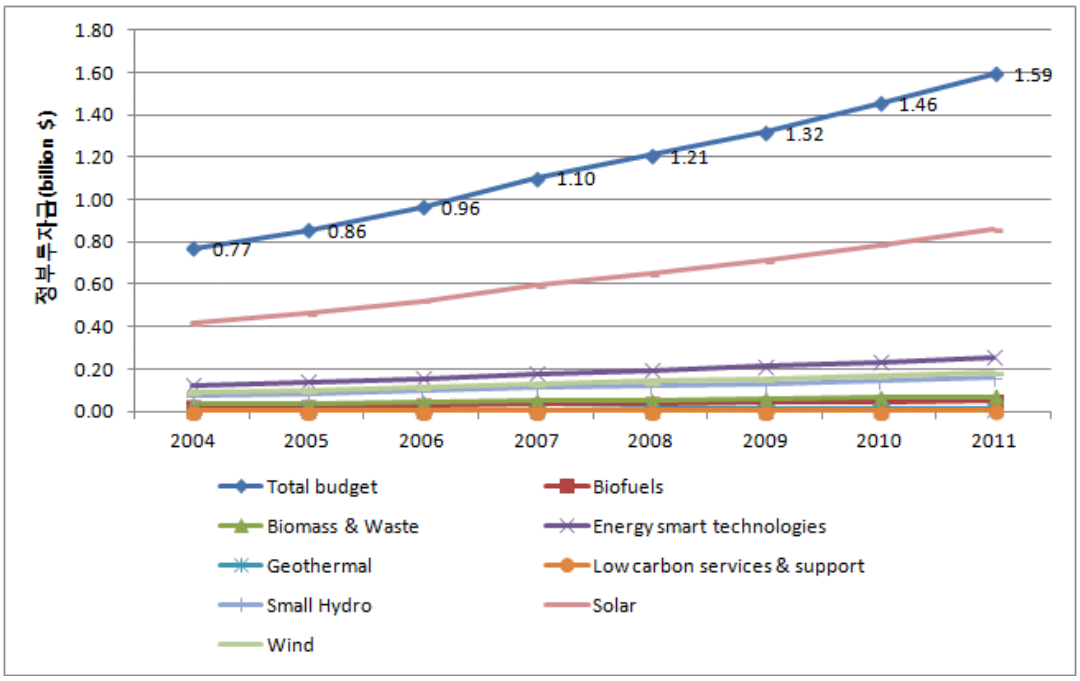
구분		세부기술 분야
풍력 에너지	풍력발전 부품 및 설비 개발	– 실사용에 중점을 둔 풍력 부품 소재 개발 – 로터 블레이드 개발(기체역학, 음향, 효율과 관련된 중량 최적화) 등 – 풍력발전 단지의 기체 역학적 특성개선(예 : 후류), 고고도(100m 이상)조류 거동 결정 – 시설물 정비 및 가동의 최적화 – 구조물의 환경 친화적인 철거 – 풍력발전 설비의 운영 데이터 수집 및 평가
	해상풍력	– 해상풍력 하부구조물 변위 특성 – 환경 및 자연친화적 시설물 구축 – 해상풍력 물리학 – 해상에서 파력을 포함하는 기상학적 수치해석 시뮬레이션 – 시설물수송 컨셉 – 해상풍력 발전설비 건설 · 운영 · 유지 최적화 – 운영비 감축기술 등
	생태영향 및 사회적 수용도 개선 연구	– 시설물 건립에 따른 소음방지 대책 – 신 유형의 생태학적 평가방법 개발 – 철새 거동 결정 – 풍력발전소가 해양 조류 · 어류 등 생태계/국지기후에 미치는 영향 연구 등
태양광 에너지	실리콘 웨이퍼 기술	– 고순도 실리콘 분리공정 – 실리콘 웨이퍼 제조공정 – 태양전지 효율 제고(20%이상) – 친 환경적, 장 수명(25년 이상)의 태양전지 모듈 제조기술
	박막 태양전지 및 집광식 태양전지 기술	– 고효율 저비용의 실리콘 박막 태양전지(효율 12%이상) 및 CIS 박막 태양전지(효율 20%이상) 제조공정 개발 – 카드늄 텔루라이트(CdTe) 박막 태양전지의 생태학적 안전성 분석 – 집광식 태양전지 제조공정 개발
지열 에너지	지열탐지, 펌프 및 지열시스템 개발	– 천공 신기술 개발, 석유 및 천연가스 탐지경험을 활용한 지열탐지 방법 및 프로세스 개선 등 천공비용 감소 – 고온, 높은 유체 유동율, 높은 소금 함유율에 기인한 강력한 부식 등 특수조건에 강한 지열펌프 개발 – 지열발전 시스템 개발
저온 태양열 발전	태양열 집적기술	– 초박막 태양열 흡수 소재(신 구조 합성재료, 구리 또는 알루미늄 합금 등) 개발 – 흡수재 열효율 제고(선택적 코팅, 진공기술을 이용한 단열) – 태양열 집적기 제조공정 간소화 및 자동화, 지능형태양열 제어시스템 및 냉각방지 개선 등
	저온 태양열 시스템기술 (건물부문)	– 건물 난방에너지의 100%를 태양열로 충당하는 새로운 시스템 및 제어기술 개발 – 건물 난방에너지의 50~100%를 태양열로 충당하는 건물 건설계획 및 평가도구 개발 – 건물 태양열 저장 및 네트워크 최적화 등
	태양열 냉각 및 열 저장기술	– 태양열 냉각을 위한 흡착 및 탈착 신소재 개발 – 효율적인 열교환기 개발 – 시스템기술 표준화 및 모니터링 툴 개발 – 시스템 시험을 위한 현장 모니터링 – 장기간 열저장을 위한 단열 온수저장장치 개발 – 저장용기의 가격을 낮추고 저장기술의 효율을 높일 수 있는 새로운 열 저장장치 설계
바이오 에너지		– 바이오매스 가스화 발효공정 개발 및 실증 – 고상 바이오연료 품질보증 및 표준화 – 바이오 유기연료(Biogenic fuel) 및 BTL(Biomass to Liquid)연료 제조

라. 중 국

(1) R&D 투자 현황

❑ 신재생에너지 분야

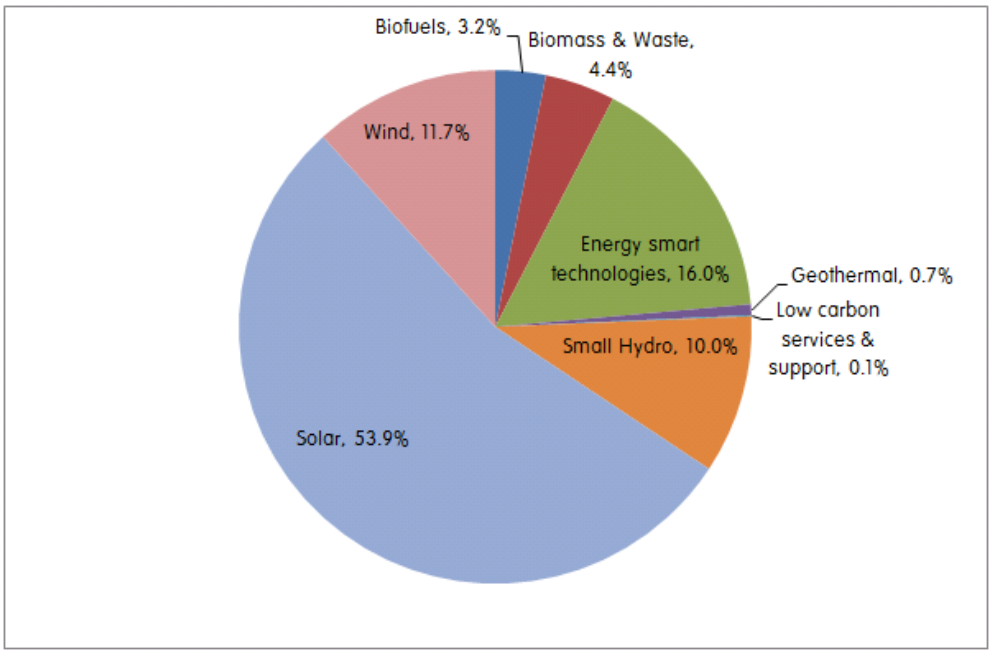
- 중국의 에너지 R&D 투자금액은 2004년 7.7억 달러에서 2011년 15.9억 달러로 성장(연평균 10.9%)



* 출처 : Bloomberg New Energy Finance, 2012

[그림 2-19] 연도별 에너지 R&D 투자현황(2004~2011)

- 투자 점유율을 살펴보면 태양에너지 (53.9%)와 풍력에너지 (11.7%)에 대한 투자가 큼



* 출처 : Bloomberg New Energy Finance, 2012

[그림 2-20] 에너지원별 투자 현황(2004~2011)

(2) 중국의 신재생에너지 기술개발 및 국제협력 현황

❑ 중국과학원이 선정한 10대 기술개발 방향

- 고효율 비화석연료 교통기술(그린카)
- 석탄을 청정하고 고부가가치로 이용하는 기술(유동성 연소, IGCC)
- 전력망의 안전 및 안정 기술(전력망 안정화기술)
- 재생가능에너지의 대규모 발전기술(태양광, 풍력, 수력 등)
- 바이오매스 액체연료 및 원자재기술(바이오연료)
- 심층지열 공정화기술(지열)
- 수소에너지 이용기술(수소연료전지)
- 천연가스 하이드레이트(Natural Gas Hydrate) 개발 및 이용 기술
- 신형 원자력발전 및 폐연료 처리기술(신형원자력)
- 발전 가능성을 갖춘 에너지 기술

❑ 그린테크놀로지 기술개발 현황

- 중국의 그린테크놀로지 중점 육성 부문은 에너지공급기술 부문, 에너지/자원 이용기술 부문, 기타 범용기술 부문으로 나눌 수 있음
- 에너지공급부문

에너지 공급분야 기술	세부 기술		
전통적 에너지 청정이용 기술	청정석탄	– 석탄의 연소전 처리기술과 전환 및 연소기술 – 석탄의 연소후 처리기술 : CCS, De–NOx, De–SOx, 미세분진(PM) 제거기술	– 석탄액화기술 – 초임계발전 – 지하 석탄가스화 발전기술 – F–class Gas Turbine – IGCC
	청정석유	– 가스–석유분리공정에서 발생한 수분의 유정재주입(EOR)기술	
	청정가스	– 탄광배출 메탄 포집 및 활용기술 – CHP – NGCC	
	원자력발전		
신재생 에너지 기술	태양전지 태양열	[태양전지] – a–Si PV – BIPV – CdTePV [태양열] – 태양열 온수기술	[태양광 집중형] – cSiPVFresnel Mirror – Parabolic Dish Stirling Engine – Parabolic Trough – Power Tower 조조기술 – CPV
	바이오에너지	[바이오에너지 열부문] – 가정용 바이오매스 열이용기술 – 산업용 바이오매스 열이용기술	[바이오연료 활용부문] – 바이오에탄올 제조(카사바, 고량) – 바이오매스 섬유질 바이오에탄올 – 바이오디젤 제조(자트로파, 미세조류, 폐식용류)기술
	풍력	– 분산형 소형(〈1MW) 수평축터빈 – 분산형 소형(〈1MW) 수직축터빈 – 망접속 3MW 이상 육상터빈	– 3MW 이상 해상터빈 제조기술 – 풍력발전단지개발 – 풍력발전설비 유지보수기술 – 풍력발전 전력저장기술
발전 및 송배전 인프라	송배전 손실 감출기술	– 복합소재 케이블 – 비결정질 변압기	– 초고압송전 기술
	스마트 그리드기술	– AMI – 디지털 변전소 – AMR	– 실시간 정보처리기술 – WAMS
	에너지 저장기술	– NaS 및 Vanadium Redox 배터리 개발	
	망접속 기술	– EAV 충전시스템 – 신재생에너지원을 위한 FACTS 기술	

• 에너지/자원 이용기술 부문

에너지/자원 이용기술	세부 기술	
녹색건물부문	에너지효율	– 첨단 창호기술 – 건물일체형 Heat and power System – 건물용 조명 – 전기기기 등의 녹색기기사용 기술 – 스마트건물(IT) 기술
	원자재개발/활용	– 저에너지소비 원자재개발/이용과 재활용기술
	최적화 디자인	– 건물시공 및 최적운영 시스템 – 통합디자인 시스템 – 패시브빌딩 디자인 – ESCO's 육성 – 지속가능한 도식계획기술
청정운송부문	청정도로기술	– 첨단 내연엔진개발(디젤,휘발유) [청정차량기술] – 배터리 기술 – BEV – 2륜 전기자전거 – FCV – HEV
	청정철도운송기술	– 전동차기술 – 다중전동차량(Multipe Unit Train)
	청정비행기술	– 연료효율이 높은 첨단 비행기제조 – 청정비행연료개발 – 최적화된 비행운송 관리시스템
청정산업부문	산업 에너지효율 향상기술	– 단지 내 장비활용 최적화시스템 – CHP – 발전기 전기모터 효율향상기술

• 범용기술

범용기술	세부 기술
범용기술	– CCS – 유독가스 제거시스템(De–NOx, De–SOx system) – 다중연료 이용기술(연료전환기술) – 폐열회수시스템

❑ 중국의 그린에너지기술 국제협력 현황

- 중국 과학기술부와 발전개혁위원회는 2007년 중국의 재생에너지 및 신에너지 과학기술 응용 수준을 높여 세계 기후변화에 공동으로 대처하고 에너지 자원을 절약하는 것을 목표로 '재생에너지 및 신에너지 국제 과학기술 협력계획'을 선포
- 중국 정부는 2007년 발표한 '외국인 산업투자 맵 목록'을 통해 신재생에너지 산업에 대한 외국기업의 투자와 이를 통한 선진기술의 이전을 장려하는 정책 실시
- UNFCCC, APP, MEF, APEC 등의 다자간 협력기구를 통해 에너지 및 환경문제에 대한 국제협력 프로그램에 참여하고 있을 뿐 아니라 M2M(The Methan to markets Partnership), IPHE (The International Partnership for Hydrogen Economic), The Carbon Sequesterian Leadership Forum 등의 국제 기술연구협력 프로그램에 참여
- EU, 미국, 일본, 러시아 등 주요 국가들과 그린테크놀로지를 포함한 에너지 및 환경부문에서 양자간 협력프로그램을 적극적으로 운영 중

3 시사점

❑ 미국

- 2013년 미국은 에너지 효율향상을 위한 기술개발에 집중
  - 에너지 효율분야에 관한 투자는 2013년 매우 크게 증가, 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상됨
  - R&D 투자 규모에 있어서도 그동안 집중적으로 투자되어온 신재생에너지 분야를 추월
- 신재생에너지 분야의 R&D 투자는 바이오매스와 태양에너지 분야에 집중됨
  - 신재생에너지 분야의 R&D 투자는 지속적으로 바이오매스와 태양에너지 분야에 집중되고 있음
  - 수소 및 연료전지 분야의 투자가 감소하고, 전체 규모에서 많은 비중을 차지하지는 않지만 지열분야의 투자가 급격히 상승한 것이 특징적임
    - 수소 및 연료전지 분야 투자금액 변화 : 16.7% 감소(96백만 달러('11) → 80백만 달러('13))
    - 지열분야 투자금액 변화 : 75.7% 증가(37백만 달러('11) → 65백만 달러('13))
- 화석에너지 R&D는 석탄분야와 천연가스 분야에 집중되고 있으며, 투자 금액은 크게 감소
  - 천연가스 기술 분야 외 전분야의 예산이 축소됨
  - 유일하게 예산이 증액된 분야는 셰일가스와 관련된 분야로, 셰일가스 개발 시 유발되는 환경영향성을 최소화시키기 위한 기술이 중심을 이루고 있음

❑ 일본

- 2000년대 일본의 에너지 R&D는 원자력에너지를 중심으로 이루어져 왔으나, 후쿠시마 원전 사고 이후 급격한 변화가 있을 것으로 전망됨
  - 향후 일본의 에너지 믹스 및 R&D투자의 방향은 신재생에너지가 원자력을 대체하는 방향으로 전환됨 (2030 에너지 기본계획에 대한 수정)

- 2012년 NEDO의 R&D는 에너지 효율향상을 위한 기술개발에 집중되고 있음
  - 2012년 NEDO의 예산을 기준으로 에너지효율향상을 위한 투자금액이 전체 예산의 45.0%, 신재생에너지 분야가 41.4% 차지
  - 에너지절약 부문 상용화에 접근한 다양한 기술들을 국제 공동연구를 통해 실증하는 프로젝트가 다수 실시됨
- 2012년 NEDO의 신재생에너지 분야의 R&D 투자는 다양한 에너지원에 고루 분포됨

❑ 독일

- 독일 연방정부는 2011년 7월 채택한 신 에너지정책에 따라 신재생에너지 공급비율(총 전기소비량 기준)을 2050년 80% 수준으로 제고할 계획에 따라 이에 대한 투자가 늘어날 전망
  - 해상풍력발전, 태양전지 등을 통한 전력생산 비용을 저감하고 효율성을 제고하기 위한 소재 개발, 제조공정 개선 및 시설물 구축 · 운영 최적화 등에 중점을 두고 있음
  - 특히, 신재생에너지 공급 확대에 있어 풍력에너지의 성공적인 공급이 중요한 역할을 할 것으로 전망되며, 향후 풍력발전 비용을 낮추기 위한 풍력에너지 기술개발 투자가 지속적으로 확대될 전망임
    - 2011년 8월에 확정된 에너지연구개발 프로그램에서 연구개발 우선순위를 풍력 1순위, 태양광 2순위로 조정함

❑ 중국

- 중국의 청정에너지 R&D 투자는 2011년 15.9억 달러로 연평균 10.9%씩 크게 증가하고 있음
  - 청정에너지 중 태양광에 대한 비중이 53.9%에 달해, 태양광 개발에 관한 중국정부의 의지가 매우 높음
- 중국의 주요 기술개발 분야는 에너지 공급, 에너지 자원이용 및 범용기술로 구분되며, 기존연료의 청정이용, 신재생에너지 기술개발, 발전 및 송배전과 CCS 및 효율향상 등 에너지 관련 전 분야를 포괄함
- 또한, 원자력 이용기술을 하나의 중점 연구분야로 설정하고 있어, 중국의 에너지 믹스에서 원자력의 비중을 높아질 것으로 전망됨

KIER
기술정책 Focus
KIER Energy Technology Policy Focus

KIER 기술정책 Focus 는 국내외 에너지 기술 및 주요 정책 이슈들에 대한 소개를 통해 에너지기술정책의 확대 및 강화를 위해 발간되었습니다.

한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

미래전략정책실 305-343 대전광역시 유성구 가정로 152번
(T) 042-860-3200 (F) 042-860-3302 www.kier.re.kr