

세계를 이끌어갈 차세대 녹색기술

(2009.6.12)

[목차]

I. 녹색기술 부상의 배경	1
II. 차세대 녹색기술 사례	3
1. 차세대 재생에너지 활용기술 부각/3	
2. 태양광 기술의 진화/5	
3. 융합을 통한 혁신적 기술 개발/5	
4. 유해물질 사용의 최소화/7	
5. 온실가스를 줄이는 이산화탄소 포집 기술/8	
III. 시사점	9

작성 : 통상전략팀 조은진 과장(eunjin@kotra.or.kr)

감수 : 통상조사처 조병휘 처장(chobw123@kotra.or.kr)

I. 녹색기술 부상의 배경

1. 녹색기술(Green Technology)의 부상

□ 녹색기술, 저탄소 녹색성장의 핵심 동력으로 부상

- 우리 정부, 「저탄소 녹색성장」 비전 선포('08.8) 후, 「녹색기술 연구개발 종합 계획」 ('09.1) 수립¹⁾
 - 27대 중점 육성 기술(첨부 1 참조)을 중심으로 '12년까지 '08년 (1.45조 원) 대비 2배 이상으로 녹색기술 R&D 투자 계획
 - 녹색성장의 핵심 동력을 녹색 기술로 규정('09.4.21 과학의 날 치사)

□ 미국, 일본 등 선진국도 녹색기술 개발을 최우선 과제로 추진

- (미국) 에너지부, 기술개발에 직접 자금 지원
 - 친환경 연료 및 차량(\$592.3M), 재생에너지(\$241.6M), 에너지 효율 (\$266.4M) 등 크게 3개 분야 녹색기술 개발에 자금 집중 지원
- (일본) 「Cool Earth 에너지 혁신기술계획('08.5)」 통해 21대 핵심 녹색기술(첨부 2 참조) 개발위한 로드맵 제시
- (EU) 강력한 환경규제를 통해 녹색기술 개발 및 시장 창출 유도
 - 자동차 이산화탄소 배출규제²⁾, 재생 에너지 비중 확대³⁾ 등
 - EU 집행위, 태양광, 해상 풍력, 태양열, 제 2세대 바이오 연료 등 혁신 기술이 재생에너지 비중 확대 목표 달성에 핵심 역할을 할 것이라는 분석 하에 자금 지원 필요성 제기

1) 녹색성장위원회, 「2009년 녹색기술 연구개발 시행계획(안)」

2) 2015년까지 120g/km 목표

3) 전체 전력에서 재생에너지 발전 전력의 비중을 현재 약 8.5%에서 2020년 20%까지 확대

2. 녹색기술 부상의 배경

□ 기후변화 문제의 글로벌 핵심 이슈화

- 현재와 같은 에너지 소비가 지속될 경우 2030년에는 CO₂ 농도가 1,000ppm으로 현 수준의 2배로 확대, 평균 온도는 6°C 상승⁴⁾
 - * 빙하기와 간빙기간 온도 차이는 5~6°C에 불과
- 인류의 지속가능한 발전을 도모하기 위해 지구 평균 온도 상승을 2°C 이내로 제어하려면 CO₂ 농도를 450ppm에 안정시켜야 함
 - 이 경우 재생에너지 발전 비중이 40%로 확대되고 CCS가 광범위하게 활용

□ 자원 고갈에 대한 우려 고조

- 2008-2015년 유가는 배럴당 평균 100달러, 2015-2030년에는 현 유가('09.5월 현재 WTI 기준 배럴당 \$66.35)의 약 2배인 배럴당 평균 120달러로 상승할 전망⁵⁾
 - 에너지원 고갈에 대한 우려가 커지면서 재생 에너지 및 에너지 효율화 기술 부상

□ 글로벌 위기의 해결책, 녹색 기술

- 탄소배출량 삭감, 에너지 효율화를 통해 환경 위기와 자원위기에서 벗어나기 위해서는 괄목할 만한 기술 발전이 필수
 - 현 세계적 위기의 해독제이자 저탄소 녹색 경제 사회로 이행을 위한 기회의 원동력

4) 지식경제부, IEA 세계 에너지 전망(WEO : World Energy Outlook) 2008 주요 내용

5) ibid.

II.

해외에서 주목받는 녹색기술 사례

1. 차세대 재생 에너지 활용기술 부각

□ 풍력, 태양광에 이어 태양열, 축산분뇨, 버려진 열까지

- 전통적으로 강세를 보이는 풍력, 태양광 외에 보다 저렴하고 손쉽게 에너지를 얻을 수 있는 대체 에너지원 발굴 노력 지속
 - 특히 바이오 연료는 옥수수 등 곡물이 아닌 해조류, 축산분뇨 등 신 에너지원을 사용하는 제 2세대 바이오 연료 기술 개발이 활발해져 바이오연료 차량 사용 확대 가능성을 밝게 하고 있음
 - 영국 Dartmouth Wave Energy의 씨레이저(Searaser)는 무한 에너지인 바다 파도의 힘을 빌려 전기 발전
 - 미국 Fellows Research Group(이하 FRG)는 체온 등 낮은 열로 발전하는 기술과 모든 버려지거나 유실된 열로 전기를 생산하는 기술을 개발하여 열효율을 극대화함
 - 솔라 타워⁶⁾ 등 태양열 집중 기술(CSP)⁷⁾도 주목 받고 있음

◆ 그린피스, 「CSP 세계시장 전망 2009」 내용

- CSP를 통해 '30년까지 전 세계 전력 수요의 7%, '50년까지 25% 총당 가능
- 태양열 발전은 풍력, 태양광에 이은 차세대 재생 에너지 분야로 주목, 기술 연구 개발 활발히 진행 중

6) 태양광을 솔라 타워 수신기에 집중시켜 발생하는 열에너지를 이용하여 전기를 발생시키는 포인트 집중(point-concentrating) 방식 CSP 기술의 하나

7) Concentrating Solar Power. 수백 개의 거울을 이용, 태양광을 집중시켜 400℃~1,000℃의 열을 발생, 에너지를 생산하는 기술

< 차세대 에너지원 활용 기술 >

구분	기업	기술 내용
바이오 연료	Swedish Biogas International (스웨덴)	<ul style="list-style-type: none"> •축산 분뇨와 도축장 부산물, 음식물 쓰레기 등 30여 가지 물질에서 바이오 메탄올 추출 •스웨덴 린쇄핑 공장에서 연간 520만 Nm³의 순도 높은 바이오 메탄가스 생산
	Solar Millenium (독일)	<ul style="list-style-type: none"> •바이오매스 분해과정과 청정가스 생산 과정을 분리하여 발전 과정의 효율성을 높이는 블루타워 기술 보유 •블루타워를 통해 수소함량이 높은 블루 가스를 생산, 친환경 전력 및 수소 생산에 이용
	Iogen Corporation (캐나다)	<ul style="list-style-type: none"> •옥수수 등 식용 곡물이 아닌 지푸라기 등 곡류 부산물을 통해 에탄올 생산 •캐나다에서 유일하게 효소공법 기술 보유
	Solum (덴마크)	<ul style="list-style-type: none"> •하수 슬러지, 음식물 쓰레기 등 폐기물을 혐기성 분해 하여 바이오 가스와 비료로 제조 •연소하는 경우보다 10-20% 우수한 에너지 공급 가능
	AlgaeLink (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> •해조류 바이오연료 생산기술 선도 기업 •저렴한 비용으로 해조류를 생산하는 기술, 화학제품, 건조기 등을 사용하지 않고 효율적으로 오일을 추출하는 기술 개발
	Solix Biofuels (미국)	<ul style="list-style-type: none"> •폐쇄 탱크형 생물반응장치(bioreactor)를 통해 적은 비용으로 해조류 대상 생산에 성공
파력	Dartmouth Wave Energy (영국)	<ul style="list-style-type: none"> •씨레이저를 통해 무한 에너지인 파력과 수력 발전 기술을 연계하여 발전 •50cm의 미세한 파도차이를 이용, 펌프질을 통해 바닷물을 200m 이상까지 끌어올린 후 해수면까지 낙하시켜 발전 •씨레이저의 에너지 효율은 80% 이상으로 풍력(20-40%)보다 효율적
폐열	FRG (미국)	<ul style="list-style-type: none"> •전자제품, 태양열을 포함한 모든 종류의 버려진 열이나 생산 공정에서 유실된 열을 전기로 전환 •열에너지로 진동을 발생시켜 전기를 생산하게 됨
체온 등	FRG (미국)	<ul style="list-style-type: none"> •체온, 낮은 태양열 및 약한 주파수를 흡수하여 전기 생산 •태양열 전지보다 면적당 2~3배 효율적임
태양열	Abengoa Solar (스페인)	<ul style="list-style-type: none"> •세계 최초로 솔라 타워를 상용화한 기업 •솔라 타워 수신기에 624개의 집광기를 통해 태양광선을 반사시켜 가열된 수증기로 터빈을 돌려 발전
	GREENoneTec (오스트리아)	<ul style="list-style-type: none"> •유럽 태양열 집열판 시장의 25% 차지하는 기업 •열 손실을 최대 30%까지 감소시키고 최적의 집열 상태를 유지하게 하는 집열판 생산 기술 보유

2. 태양광 기술의 진화

□ 유연한 제 2세대 태양전지 기술 급부상

- 유기물질 또는 박막 등을 이용하여 보다 편리하게 빛을 흡수할 수 있는 제 2세대 태양 전지가 주목받고 있음
 - Covalent Solar는 투명한 유기 물감을 유리창에 칠하여 발전할 수 있는 유기 태양전지 창(Organic Solar Panel Windows) 기술 개발
 - Nuon Helianthus는 자유자재로 굽어지는 초박막 태양전지 포일 생산기술 개발
- 태양전지의 유연성이 높아져 건물통합 태양광 전지(**Building-integrated Photovoltaics : BIPVs**)가 비효율적인 현재의 태양전지판 대체 가능
 - 미국 정부 소속 PNNL(Pacific Northwest National Laboratory)은 Vitex Systems와 태양광 전지 지붕 타일 제조 기술을 개발하기로 함

< 제 2세대 태양전기 기술 >

기업	기술 내용
Covalent Solar (미국)	<ul style="list-style-type: none"> •태양광을 흡수하여 전파시키는 성능을 보유한 유기 물감(organic dye) 개발 •유기물감으로 흡수된 태양광은 창문 가장자리의 태양광 전지 (Photovoltaic Cells)로 모여져 전기 에너지로 전환됨
Nuon Helianthus (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> •실리콘을 증발시킨 후 결정체가 되기 전에 냉각시켜 얇고 유연한 무정형 실리콘으로 초박막 태양전지 포일 생산 •매우 얇고 자유자재로 굽어지기 때문에 가방, 옷 등 어디에든 부착하여 전력 생산 가능
Vitex Systems (미국)	<ul style="list-style-type: none"> •PNNL과 공동으로 태양광 전지 지붕 타일 기술 개발 •타일의 수명을 늘리기 위해 CIGS⁸⁾나 카드뮴 텔루르 화합물(CdTe)을 원료로 만들어진 태양전지를 코팅하는 것이 기술개발의 핵심
Solyndra (미국)	<ul style="list-style-type: none"> •원통형 태양광 패널을 개발, 태양광 흡수량을 늘려서 에너지 효율성을 높임

8) CIGS(동(Cu), 인지움(In), 갈륨(Ga), 셀렌(Se)로부터 나오는 반도체 재료

3. 융합을 통한 혁신적 기술 개발

□ 하이브리드 시스템을 통한 생산성 제고

- 태양광과 태양열 혹은 풍력과 태양광이나 다른 에너지원간 병합하여 에너지 생산성을 높이는 기술도 지속적으로 개발되고 있음
 - 캐나다 알버타 연구소의 하이브리드 태양에너지 수집기는 태양광 발전기와 태양열 집약기를 합쳐 태양 에너지의 84%를 활용
 - 미국 Skybuilt Power는 태양광과 풍력을 통해 동력을 생산하는 모바일 시스템 개발
- 네덜란드 광합성 연구센터(CPR)는 BT, NT 등 다양한 기술을 활용, 태양에너지를 바이오 연료로 전환시킬 수 있는 "바이오 태양전지(Towards Biosolar Cells)" 프로젝트 진행 중

< 융합을 통한 혁신적 기술 개발 >

기업	기술 내용
Alberta Research Council (캐나다)	<ul style="list-style-type: none"> •태양광 및 태양열 수집기를 함께 사용 •태양광 발전을 통해 태양 에너지의 중단기 파장(Short and medium wavelength) 스펙트럼을, 태양열 발전을 통해 장기 파장(long wavelength) 스펙트럼을 활용
SkyBuilt Power (미국)	<ul style="list-style-type: none"> •태양광과 풍력을 통해 발전하는 연료가 필요 없는 하이브리드 시스템
광합성 연구센터 (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> •광합성 과정을 정확히 파악하여 에너지 효율적인 바이오매스를 만들거나, 광합성 단계의 중간에서 에너지를 추출하는 연구를 진행 중 •식물은 빛에너지의 1~2%만 광합성하나, 이 비율을 10%까지 올리는 것이 목표 •대표적 연구 사례로는 태양에너지로부터 물과 이산화탄소를 활용하여 바이오 연료(메탄올)를 제조하는 기술이 있음

4. 유해물질 사용의 최소화

□ 유해물질 처리에서 유해물질 대체재 개발로

- 과거 유해물질의 단순한 처리에서 더 나아가 안전하면서도 성능이 더 좋은 대체재 개발이 필요
- 공정 과정 혁신을 통한 화학물질 최소화
 - 프랑스 Jet Metal Technologies, 오염물질 사용을 최소화한 친환경 금속코팅 기술, JetMetal™ 개발
- 유해물질 대체재 개발
 - 美 Ecovatedesign, 버섯 곰팡이로 만든 유기농 단열재 개발
 - 美 PRC Technologies, 대두를 원료로 바이오 토너 개발
- 환경 정화에 미생물 활용
 - 日 코요우, EBB균이 봉입된 환경정화용 콘크리트 블록 개발

<유해물질을 최소화하는 기술>

기업	기술 내용
Jet Metal Technologies (프랑스)	<ul style="list-style-type: none"> •환경오염도가 높은 황산 크롬산염 없이 금속 코팅을 할 수 있는 기술 개발 •금속 코팅 과정을 분사식으로 단순화함으로써 생산성을 높임
Ecovative Design (미국)	<ul style="list-style-type: none"> •버섯 세포, 물, 재활용 종이, 쌀겨를 통해 환경 오염체인 스티로폼 단열재를 대체할 수 있는 친환경 단열재 개발 •제조 과정에서 에너지 소비도 최소화하여 경제적
PRC Technologies (미국)	<ul style="list-style-type: none"> •환경오염적인 석유 대신 대두를 원료로 한 바이오 토너 개발 •바이오 토너로 인쇄된 종이는 재활용이 용이하여 친환경적
코요우 (일본)	<ul style="list-style-type: none"> •유기물을 분해하는 EBB균을 시멘트에 효과적으로 증식 가능한 상태로 봉입하는 기술 개발 •EBB균이 물에 닿아 증식하는 과정에서 유기물을 분해하여 수질을 정화하게 됨

5. 온실가스를 줄이는 이산화탄소 포집 기술

□ CCS⁹⁾부터 공기 중의 탄소 포집까지

- 온실가스 감축 대안으로 주목받는 CCS 기술
 - 국제에너지기구(IEA)는 2030년 지구 평균온도 상승을 2℃ 이내로 제어하기 위해 CCS 기술이 광범위하게 사용될 것으로 전망
- 독일 에너지 기업 E.ON, CCS 기술 중 연소 후 처리 방법(PCC : Post-Combustion Capture)을 통해 이산화탄소 분리 비율을 90% 이상으로 높임
- 캐나다 David Keith 교수는 화력 발전 시 생성되는 CO₂가 아니라 대기 중의 CO₂를 수시로 포집할 수 있는 기술 개발

<이산화탄소 포집 기술>

기업	기술 내용
EON (독일)	<ul style="list-style-type: none"> •PCC 방법을 통해 화력발전 과정 개입을 최소화하고, 연소가스로부터 이산화탄소를 90% 이상 제거 •연소가스로부터 이산화탄소 분리 비율을 높이기 위해 특수 용해제 사용
Dr. David Keith 연구팀 (캐나다)	<ul style="list-style-type: none"> •특수 제작된 탄소 포집 장치를 활용하여 대기 중의 이산화탄소를 포집하는 기술 •공기를 흡수제와 접촉시켜 화학반응을 야기하여 이산화탄소만을 따로 포집

9) Carbon Capture and Storage. 탄소 포집 및 저장 기술

III.

시사점

□ 녹색기술(GT), IT 이후 가장 유망한 기술

- 환경 위기, 자원 위기에서 벗어날 수 있는 대안으로 부상
 - 태양광 등 재생 에너지 기술, CCS 기술 등 녹색기술은 기후 변화 대응에서 핵심적 역할 수행하는 녹색 성장의 원동력
 - 각국 정부도 녹색기술 개발을 우선과제로 추진 중

□ 우리나라 녹색기술 수준은 아직 낮은 실정¹⁰⁾

- 재생에너지(62%), 수소·연료전지(55%) 등 선진국 대비 50~70%에 불과
- 환경, 에너지자원 분야 기술 무역수지는 0.15로 우리나라 전체 기술 무역수지 0.39에 비해 매우 낮은 수준

□ 보다 적극적인 녹색기술 개발 통해 저탄소 녹색성장 시대 대비

- (정부) 규제와 지원을 통해 기업의 기술 개발 유도
 - 규제를 기술개발 유인으로 활용
 - 일례로 일본 자동차 업계는 “Top Runner”¹¹⁾ 기준을 빨리 달성하기 위한 경쟁 과정에서 하이브리드 등 연비 높은 차량 기술 개발
 - 한편 차세대 유망 기술에는 과감한 투자를 통해 기업 지원
- (기업) 기술 패러다임 변화에 부응, 선도 기술 개발위해 노력
 - 자사 소속 산업의 분야 기술변화 동향에 주의를 기울이고, 장기적 관점에서 꾸준한 R&D 투자 통해 선도 기술 개발

10) 녹색성장위원회, 「2009년 녹색기술 연구개발 시행계획(안)」

11) 「에너지 사용의 합리화에 관한 법률」에 따라 에너지 효율이 가장 좋은 제품을 업계 기준으로 설정하는 규제 방식

[첨부 1] 우리나라의 27대 중점육성 녹색기술

기술군	27대 중점육성기술명	기술유형
예측 기술	1. 기후변화예측 및 모델링 개발 기술	장기집중형
	2. 기후변화 영향평가 및 적용기술	장기집중형
에너지원 기술	3. 실리콘계 태양전지의 고효율 저가화 기술	단기집중형
	4. 비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심원천기술	장기집중형
	5. 바이오 에너지 생산요소 기술 및 시스템 기술	장기집중형
	6. 개량형 경수로 설계 및 건설 기술	단기집중형
	7. 친환경 핵 비확산성 고속로 및 순환핵연료 주기 시스템 기술	장기집중형
	8. 핵융합로 설계 및 건설 기술	장기집중형
	9. 고효율 수소제조 및 수소저장 기술	장기집중형
	10. 차세대 고효율 연료전지 시스템 기술	장기집중형
고효율화 기술	11. 친환경 식물성장 촉진기술	장기집중형
	12. 석탄가스화 복합발전기술	장기집중형
	13. 고효율 저공해 차량기술	중기집중형
	14. 지능형 교통, 물류기술	장기집중형
	15. 생태공간 조성 및 도시재생 기술	장기집중형
	16. 친환경 저에너지 건축 기술	장기집중형
	17. Green Process 기술	중기집중형
	18. 조명용 LED, 그린 IT기기 기술	단기집중형
	19. 전략 IT 및 전기기기 효율성 향상기술	장기집중형
	20. 고효율 2차 전지기술	중기집중형
사후 처리 기술	21. 이산화탄소 포집, 저장 및 처리기술	장기집중형
	22. Non-CO2 처리기술	중기집중형
	23. 수계 수질 평가 및 관리 기술	중기집중형
	24. 대체 수자원 확보기술	중기집중형
	25. 폐기물 저장, 재활용, 에너지화 기술	중기집중형
	26. 유해성물질 노출 모니터링 및 처리기술	장기집중형
무공해산업 기술	27. 가상현실 기술	중기집중형

[첨부 2] 일본 21대 핵심 녹색기술

분야	핵심기술
발전·송전	고효율 천연가스화력발전, 고효율 석탄화력발전, 탄소 포집·저장 (CCS), 혁신적 태양광 발전, 선진적 원자력 발전, 초전도 고효율송전
교통	고속도로 교통시스템, 연료전지자동차, 플러그 인 하이브리드 자동차·전기자동차, 바이오연료제조
산업	혁신적 재료·제조·가공기술, 혁신적 제철 공정
민생	에너지 절약형 주택·건축물, 차세대 고효율 조명, 고정형 연료전지, 초고효율 히트펌프, 에너지 절약형 정보기기·시스템, HEMS/BEMS/지역EMS
기타	고성능 전력저장, 파워 일렉트로닉스, 수소 제조·수소·저장

Kotra Executive Brief 09-013

세계를 이끌어갈 차세대 녹색기술

발행인 | 조환익
편집인 | 곽동운
발행처 | KOTRA
발행일 | 2009년 6월
주소 | 서울시 서초구 현릉로 13
| (우 137-749)
전화 | 02) 3460-7114(대표)
홈페이지 | www.kotra.or.kr
