



03 ET

국가단위 지능형 전력망 구축한다



최근 전 세계는 자원고갈, 지구온난화에 의한 기후변화가 현실적 위협으로 등장하면서 에너지와 환경문제가 국가경제의 핵심변수로 부각되고 있다. 전 세계 평균 기온은 지난 100년간 0.74℃ 상승하였다. 우리가 지금처럼 화석연료를 사용한다면, 2030년 온실가스 배출량은 현재보다 50% 이상 늘어날 전망이다, 최악의 경우 2100년 무렵 지구의 온도는 지금보다 최고 6.4℃까지 상승할 것이라는 보고도 있었다. 평균 기온이 2~3℃만 올라도 생물종의 30%가 멸종하고, 자연재해가 크게 증가하여 인류의 생존이 크게 위협받게 된다.

또한 자원 및 에너지 수요 급증으로 원자재와 국제유가가 2002년 이후 급등하고 있으며, 2030년까지 세계 에너지 수요는 45% 이상 증가할 것으로 예상되고 있다. 기존 화석연료의 채굴 가능량은 한정되어 있으므로 향후 에너지 부족 현상이 심화되고 에너지 가격이 상승하게 되면 자원 빈국들에게는 큰 위협이 될 것으로 예상된다. 그리고 기후변화에 따라 가뭄, 홍수 등 재해 발생의 빈도가 증가하고 사막화 현상이 진행되면서 수자원 확보 및 관리의 필요성이 더욱 높아질 것으로 예상된다.

에너지·환경문제 해결은 미래 생존 위한 것

그러면 우리나라의 현실은 어떨까? 우리나라는 온실가스 배출량이 세계 10위권이며, 세계 10위의 에너지 소비국이자 세계 5위의 원유수입국, 세계 2위의 석탄 및 천연가스 수입국으로서, 현재 약 97%인 에너지 수입 의존도도 지속될 것으로 예상되고 있다. 그리고 우리나라는 세계 5~6위의 원자재 소비국이며, 자원 자급률은 OECD 국가에서 26위로 최하위권에 속한다. 따라서 에너지와 환경문제는 우리나라에 있어서 향후 지속가능 성장을 위해서뿐 아니라 우리의 미래 생존을 위해 필수적으로 해결해야 할 문제로 부각되고 있다.

이러한 문제들에 기반하여 최근에 전 세계적으로 제일 각광받는 화두가 바로 녹색성장이며, 포스트 고도체제의 진전에 따라 선진국을 중심으로 온실가스 감축을 통한 저탄소형 산업구조 전환이 최대 현안으로 부각되고 있다. 미국의 오바마대통령은 취임식에서 그린뉴딜 정책을 발표하고 청정에너지, 그린카, 그린홈 등 녹색산업 육성에 집중투자를 함으로써 고소득 일자리를 창출하는 정책을 발표하였다. 이에 따라 기후변화 법안도 하원을 통과하였고, 원전건설도 재개하였으며, 미래의 지속적인 번영을 위해 녹색 관련 연구개발의 중요성을 강조하고 있다. 유럽에서도 미래 녹색시장 선도를 위한 기술개발을 가속화하려는 목적으로 풍력, 태양광, 바이오에너지 등의 분야를 중점 육성하는 정책을 제시하고 있다. 일본은 온실가스 의무감축국으로 저탄소 사회실현을 위한 정책을 가장 적극적으로 추진하고 있으며, 특히 'Cool Earth 50' 계획을 마련하여 온실가스 감축 관련 혁신적 환경에너지 기술개발에 중점적으로 투자하고 있다. 중국에서도 녹색뉴딜의 일환으로 각종 에너지 효율화 및 재생에너지 투자를 확대하고 있는 실정이다.

우리나라는 그동안 급속한 산업화로 에너지·환경 문제에 대한 대처가 부족했고, 기후변화와 자원위기가 현실적 위협으로 등장하면서 에너지와 환경문제가 국가경제의 미래를 결정하는 주요변수로 부각되었다. 따라서 이명박 대통령이 2008년 8·15 경축사에서 고유가 등 자원위기와 기후변화 위기를 극복하기 위하여 미래지향적 저탄소 녹색성장을 국가 최상위 비전으로 채택한 바 있다.

녹색성장은 신국가발전 패러다임

녹색성장은 녹색기술과 청정에너지로 신성장동력과 일자리를 함께 창출하는 신국가발전 패러다임이다. 녹색기술은 무엇일까? 전통적 녹색기술은 환경보전, 재생에너지, 청정에너지 등의 환경·에너지기술(ET)을 의미하는데, 최근에는 이런 전통 녹색기술에 정보통신기술(IT), 바이오



글 황지호 한국과학기술기획평가원 연구위원
jihoh@kistep.re.kr
글쓴이는 서울대학교 자원공학과 졸업 후 동대학원에서 석사·박사학위를 받았다.



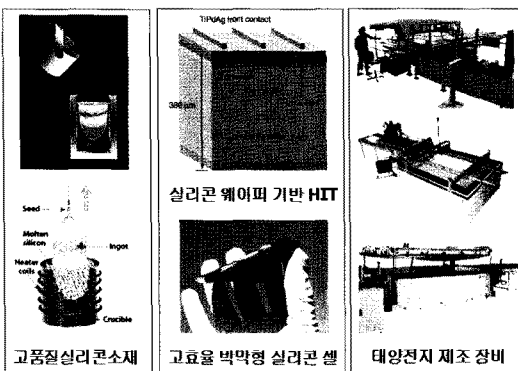
기술(BT), 나노기술(NT) 등 기술 간 융합을 지향하는 융합녹색기술로 녹색기술의 개념이 확대되어 가고 있다. 이러한 국가적 비전을 달성하기 위하여 2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색강국으로의 진입을 목표로 녹색기술 연구개발, 세계시장 점유율 제고, 일자리 창출 등 세부 전략을 수립하고 있으며, 녹색기술 연구개발 투자를 2008년 대비 2012년까지 2배로 확대하고 국가 전략적 투자를 위해 27개 중점육성 녹색기술을 선정한 바 있다.

우리나라 녹색기술 연구개발에 대한 투자는 2009년에 1조9천억 원 규모로 전년 대비 33% 증가하였는데, 이중 27대 중점녹색기술분야에 대한 투자는 1조4천억 원 규모이다. 정부 부처별로 살펴보면, 지식경제부가 48%, 교육과학기술부가 22%를 각각 투자하고 있으며, 연구개발 단계별로 살펴보면 개발연구가 54%, 기초연구가 20%의 비중으로 투자되고 있어 실용화 및 산업화 연구의 비중이 상대적으로 높게 나타났다. 정부는 향후 미래원천기술 확립을 위해 녹색기술 관련 연구개발 투자 중 기초연구 비중을 2012년까지 35%로 확대하는 전략을 제시하고 있다.

최근 연구결과에 의하면, 정부의 중점 녹색기술을 대상으로 현재의 투자규모, 기술수준, 상용화 시점 등을 종합적으로 고려하여 향후 투자전략을 단기간 실증 보급이나 적시 시장진입이 필요한 단기집중투자분야, 중기 경쟁력 확보로 시장우위 선점이 필요한 중기집중투자분야, 세계적인 선도기술로 육성이 필요한 장기집중투자분야, 지속투자로 기초원천 확보가 필요한 장기집중투자분야 등 4가지 유형으로 제시하고 있다. 이상의 동향분석과 연구결과를 기초로 우리나라에서 단기적으로 가장 유망하게 각광받을 가능성이 높은 6대 기술을 소개한다.

비실리콘계 태양전지 시장 확대 전망

첫 번째는 태양전지기술 분야이다. 금융위기로 인한 태양광 산업의 재정비, 원재료 가격 하락으로 화석연료와 태양광의 발전단가가 동일한 수준에 이르는 시점이 예상보다 앞당겨져 태양광 시장이 2012년 이후 급속히 확대될 것으로 전망된다. 또한 탄소세 부과에 따른 화력발전의 감소와 신재생에너지 수요가 확대됨에 따라 태양광산업이 주요 성장동력산업으로 부상됨에 따라 세계적으로 연구개발과 산업시장이 급격히 확대될 전망이다. 독일, 일본, 미국, 중국 등에서는 국가적 차원의 신재생에너지 정책에 힘입어 고효율 결정질 태양전지와 실리콘 박막 태양전지 기술개발에 적극적으로 투자가 이루어



▶ 태양전지기술

지고 있고, 세계 태양광 시장의 88%를 독일, 일본, 중국, 미국, 스페인 등이 선점하고 있다.

우리나라의 기술력은 선진국 대비 71% 정도로 대부분 외국기술에 의존하고 있는 실정인데, 일부 반도체 기반기술에 있어서는 세계 최고 수준에 있다. 글로벌 결정질 실리콘 시장을 공략하면서, 박막 태양전지 시장에 대비하여 실리콘 박막 태양전지의 효율을 향상시키고 제품수명을 연장하는 기술개발을 추진하고 있다. 태양전지의 경우, 효율을 향상시키기 위해 혁신적 기술이 필요하므로 지속적인 원천기술개발 지원을 통하여 고효율 태양전지 기술 획득에 주력해야 한다.

현재는 태양광 시장이 실리콘계 태양전지 중심으로 형성되어 있지만, 향후에는 비실리콘계 태양전지 시장이 건물 일체형 태양광발전시스템(BIPV), 개인용 휴대기기 등을 중심으로 확대될 전망이다. 따라서 화합물 박막태양전지, 유기폴리머 및 염료감응형 태양전지 등 실리콘을 사용하지 않은 태양전지·모듈의 고효율 핵심원천 기술개발을 위한 경쟁 또한 치열하다. 전 세계적으로 전환효율 향상 및 결정질 실리콘 대비 가격 경쟁력을 갖추기 위한 기술을 개발 중인데, 우리나라는 기술 선진국들에 비해 기술개발이 한발 늦었으나, 세계 최고 수준의 반도체, IT 기술력과 집중적인 연구개발 투자로 CIGS 박막 태양전지 셀효율은 세계 수준의 94% 수준, 염료감응 태양

전지의 경우 90%, 유기 태양전지는 세계 수준의 소자구조 설계기술을 기반으로 한 롤투롤 공정을 개발하여 선진기업과 모듈 제조기술 경쟁이 가능한 수준이다.



▶▶ 개량형 경수로기술

원전 기술자립 95% 달성

두 번째는 개량형 경수로기술 분야이다. 개량형 경수로 기술은 핵분열 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 설비인 원자력발전소를 개량하여 안전성, 경제성, 환경친화성을 가진 원전을 설계 및 건설·운영하는 기술이다. 전기 에너지에 대한 국내 수요를 안정적으로 충족시키고, 원자력발전소 수출을 본격화하여 국가 경제와 삶의 질 향상에 기여할 수 있는 기술이다. 우리나라는 2009년 말 약 47조 원 규모의 UAE 원전수출에 성공하면서 사회적으로 큰 이슈가 된 바 있으며, 이는 우리나라가 국외에서 수주한 공

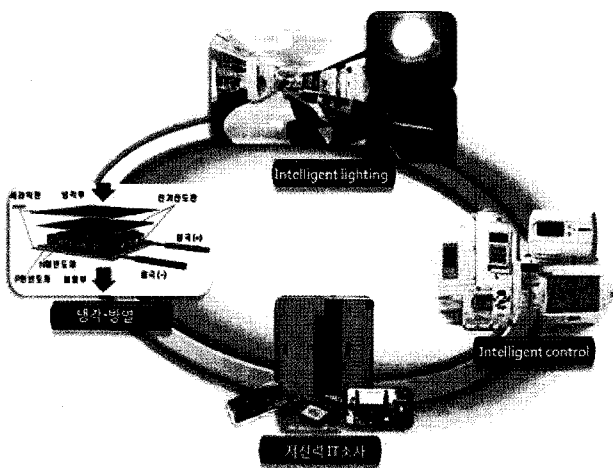
사 가운데 가장 큰 규모였다. 향후 세계적으로 300여 기의 원전이 추가로 건설되어 원전설비용량이 최대 2배로 증가하고, 발전점유율도 11% 증가할 것으로 예상된다.

우리나라의 경쟁력은 원전 기술자립 95%를 달성하고 있으나 일부 핵심 및 원천기술에 대한 기술 재실시권을 확보하지 못하고 있는 실정이다. 표준화 설계 및 최신 시공기술을 통한 낮은 단가로 국내 주력 원자로형인 APR1400과 OPR1000은 선진국과 비교하여 가격 경쟁력을 보유하고 있다. 한편, 제3세대 또는 3.5세대 원자로형들이 개발되어 세계시장에서 치열하게 경쟁하고 있으며, 제4세대 원전시스템 개발을 위한 노력도 활발한 국제협력과 병행하여 진행되고 있다.

우리나라는 원전의 지속건설 및 기술개발을 통해 세계 최고 수준의 원전 건설·운영기술 및 인프라를 보유하여 원전산업은 국내 건설뿐만 아니라 주력 수출산업으로 발전할 가능성이 높다. 단기적으로 2012년까지는 기존 원전의 독자 수출에 필요한 미자립 핵심기술 확보와 안전성·경제성 향상을 위한 공통 핵심기술 확보에 주력하고 중장기적으로 국내 건설 및 주력 수출 노형으로서의 APR+ 기술개발을 지속적으로 추진하고 있다.

신산업 창출하는 조명용 LED기술

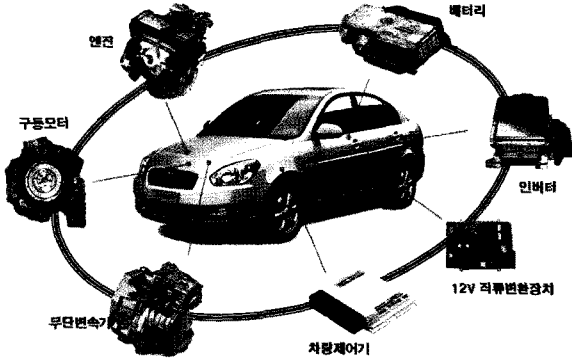
세 번째는 조명용 LED기술 분야이다. 조명용 LED기술 분야는 에너지 절감을 위해 일반 조명을 대체하는 고효율 조명용 LED 핵심원천기술 및 활용·응용 기술로서 반도체, 디스플레이 등 IT 기술과 접목하여 화석에너지 고갈 대비 및 CO₂ 배출량이 감소하고 u-City 감성조명 등 새로운 신산업을 창출하는 분야이다. 아직은 광원가격이 LED가 백열등의 약 20배, 형광등의 10배 정도로 가격이 비싸기 때문에 본격적인 보급에 장애가 되고 있어 2007년 세계 조명시장의 1.1%를 차지하고 있지만, 2013년까지 연평균 26.5% 지속성장하여 2020년에는 비중이 50%로 확대될 전망이다. 외국의 니치아, 오스람 등 선발업체는 LED 핵심기술을 보유하고 있고, 크로스 라이선스를 체결하여 특허 및 지적권을 이용한 진입장벽을 쌓고 있으며, 국내 LED 기술개발 수준은 아직 미흡한 실정이다.



▶▶ 개량형 경수로기술



LED가 차세대 조명으로 부상하면서 백열등, 형광등, 가로등 업체 대부분과 전기전자 및 IT 기업들도 LED 조명산업 생산에 참여하여 현재 400여 업체가 과당경쟁을 전개하고 있으나 핵심부품의 대 일본, 대만 수입의존도가 높고 원천기술이 부족하여 시장 확장에 부담으로 작용하고 있다. 우리나라는 2015년까지 기존 조명의 50%를 반도체 및 유기 LED 조명으로 대체시킴으로써 에너지절감 및 CO₂ 감축을 목표로 하고 있다.



▶ 고효율 저공해 차량기술

고효율 저공해 차량기술로 CO₂ 배출 최소화

네 번째는 고효율 저공해 차량기술 분야이다. 고효율 저공해 차량기술이란 기존 자동차 및 수송용 차량의 연비를 향상시키고, 새로운 동력원 및 지능화 기술을 활용하여 유해 배출가스를 최소화하고 에너지효율을 극대화하는 기술로 클린디젤 자동차, 하이브리드 자동차, 신재생저탄소연료 자동차, 지능형 그린자동차 등을 말한다. 향후 자동차 시장은 온실가스 감축 등 환경적 요인이 크게 영향을 미치므로, 고효율저공해 자동차 기술개발은 국내 자동차 산업의 생존에 중요한 의미를 갖는다. 저탄소사회에 대한 요구 및 삶의 질 향상에 따른 친환경 및 인간친화형 자동차에

대한 수요가 확대되고, 기후변화에 대응하는 저연비 저CO₂ 자동차 시장의 확대와 경유 및 하이브리드 자동차 시장의 급성장이 예상된다. 자동차 연비가 10% 향상될 경우 연간 700만톤 이상의 CO₂ 저감효과가 기대되며, 무역수지 연간 2조 원(5만 대 기준), 고용창출 효과는 2만~3만 명이 예상된다.

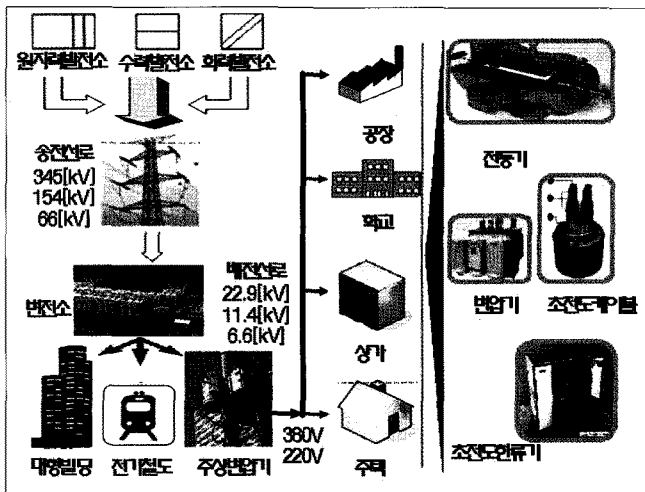
향후 친환경 그린카는 2010년부터 기존 내연기관 자동차를 대체하기 시작하여 2030년에 전체 자동차시장의 86%를 점유할 것으로 예상되며, 국제환경기준 강화, 선진사의 신개념 자동차와 국내 기술과의 격차 증가 및 중국의 기술진보 등 국내기술의 넷 크래커 현상 심화가 예상된다. 도요타는 3세대 하이브리드 자동차를 출시하였으며, 세계 선진 자동차 회사들은 2010년 이후 하이브리드자동차의 본격 생산 계획을 가지고 있다. 현대자동차는 LPG 하이브리드차, 직접분사식 가솔린 자동차, 클린디젤자동차 등 친환경자동차 개발에 집중투자하고 있다.

클린디젤기술 및 하이브리드 자동차 기술은 세계기술수준 대비 70~80%에 근접하고 있으나 배터리 및 모터 등 핵심 부품 기술력이 매우 취약한 실정이다. 천연가스 및 LPG 등 저탄소연료자동차 분야는 우수한 인프라 및 기술력 확보로 세계시장에서 가격 경쟁력을 확보하고 있고, IT 및 IT 융합기술의 강점을 활용하여 지능형 자동차 기술개발 선점이 기대된다. 클린디젤은 유럽을 중심으로 개발되고 있고, 미국은 플러그인 하이브리드 자동차 기술개발을 추진하고 있으며, 하이브리드 자동차 기술은 일본의 도요타와 혼다에서 독점하고 있다.

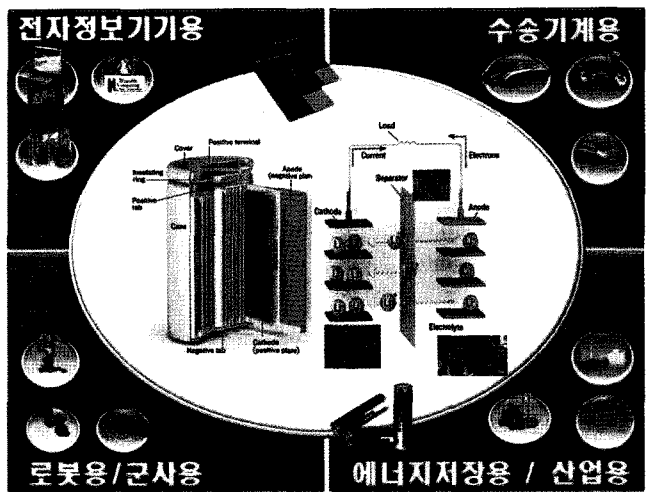
우리나라는 2012년 이후 CO₂ 의무감축 대상국가 지정이 유력함에 따라 자동차 CO₂ 기준을 설정하고 저탄소 자동차의 개발 및 보급정책 추진이 시급하다. 기존 디젤자동차 시장을 발전·확장시켜 클린디젤자동차 기술개발에 집중하여 세계시장 변화에 적극적으로 대응하고 자동차 CO₂ 및 배기환경규제, 미래 자동차 기술개발, 자동차 시장 및 경제성 등을 고려한 전략적인 추진이 요구된다.

지능형 전력망· 고효율 2차전지 기술 개발 본격화

다섯 번째는 지능형 전력망(전력 IT)기술 분야이다. 지능형 전력망 기술은 발전, 송전, 배전 등 전력



▶▶ 지능형 전력망기술



▶▶ 고효율 2차전지기술

기술에 정보통신 기술을 융·복합화하여 전력시스템과 충전기기를 디지털화·지능화하고 전력서비스를 고부가 가치화하는 기술로서 전 세계 전력수요가 2020년까지 약 70%, 2030년까지 2배로 증가할 것으로 전망되어 효율적인 관리를 위한 지능화 및 환경기술과의 융합이 필요하다. 미국 및 유럽에서는 차세대 전력망 네트워크(스마트 그리드) 구축을 통한 에너지 거래방식을 실현 중에 있다.

우리나라의 경우 온실가스 배출량의 84%가 에너지 부문에서 배출되고, 에너지부문 중 전력이 34%를 차지하고 있어 전력망의 중장기적 고도화는 필수적으로 해결해야 하는 문제이다. 지능형 전력망 기술 보급확대를 통해 전력효율 1% 향상 시 2012년 3천666Gh의 전력량이 절감됨으로써 788천TOE CO₂ 감소 효과가 기대된다. 미국, 유럽 등 지능형 전력망 기술 강국에 비해 기술개발이 한발 늦었지만, IT 기술과 집중적인 R&D 투자로 2012년경에는 선진국 대비 95% 수준까지 도달할 수 있을 것으로 예상되며, 최초의 국가단위 지능형 전력망을 구축 완료하는 2030년경에는 선진국을 능가하는 기술주도국이 될 것으로 전망된다.

여섯 번째는 고효율 2차전지기술 분야이다. 국내 리튬이차전지 산업의 경우 일본에 이어 세계 2위의 시장 점유율 및 기술력을 보이고 있으나 핵심소재는 대부분 일본으로부터 수입에 의존하고 있어 대일 의존도가 높다. 소형 리튬이차전지의 경우 다른 전지시스템에 비해 가격은 다소 높지만 우수한 성능으로 범용화되었으나 중대형 리튬이차전지의 경우 저가 소재개발 등을 통한 시스템 가격 하락이 필요하다. LG화학이 미국의 GM과 플러그인 하이브리드차(PHEV)용 리튬이차전지 독점 공급계약을 체결하고, 삼성SDI가 자동차 부품 전문업체인 독일의 보쉬사와 SB리모티브를 설립하는 등 전지수준에서는 기술력을 인정받고 있으나 이에 사용되는 부품 및 소재의 70%는 수입에 의존하고 있어 국산화가 시급한 실정이다.

향후 이차전지의 성장 방향은 그린카, 그린홈, 신재생에너지 저장 등 중대형급으로 성장할 전망이다. 중대형 이차전지의 경우 가격과 안정성이 매우 중요한 요소이다. 때문에 우리나라는 부품·소재 핵심기술 국산화 개발에 집중적인 투자가 필요하며, 초거대 시장으로 성장할 것으로 예상되는 그린카, 그린홈 및 신재생에너지 저장 등에 사용할 수 있는 중대형 리튬이차전지 관련 기술의 조기 확보가 필요하다.

위에서 소개한 6개의 단기 유망기술들을 포함한 녹색기술들에 대한 기술개발이 성공적으로 이루어져 첨단기술을 바탕으로 고부가가치 세계 녹색시장을 선점하고 녹색 일자리도 대거 창출됨으로써 녹색기술 개발이 우리나라의 지속적인 경제성장을 견인해 주길 기대해 본다. **ST**