

전력산업 육성을 위한 연구개발 정책 수립 방안에 관한 연구

〈2〉

문 영 현

연세대학교 공과대학 전기공학과 교수

나. 국내의 전력산업의 상황과 과거정책 및 현재 실태조사 및 분석

(1) 한국전력의 경우

2000년대를 향해 한국의 경제, 사회가 추구하고 있는 미래상은 선진복지국가의 실현으로 표현될 수 있다. 우리나라가 현재 신흥 공업국의 위상에서 한단계 더 도약하여 선진 복지국가로 성장하기 위해서는 지속적인 경제성장과 함께 사회, 경제 전반의 질적 구조 변화가 수반되어야 하며, 이와 같은 변화는 전력에 대한 수요를 질적, 양적으로 크게 증가시킬 뿐 아니라 공급 측면에서도 다양한 여건의 변화를 가져올 것으로 예상된다.

그동안 여섯 차례의 경제개발 5개년계획을 통해 농업국가에서 공업국가로 탈바꿈한 우리나라는 1990년대에도 연 6~7%의 비교적 높은 경제 성장을 구가할 것으로 전망되며 이에 따라 경제 규모도 2000년대에는 현재의 약 2배의 규모를 가질 것으로 전망된다. 산업구조의 고도화에 따라 앞으로의 산업구조는 이제까지의 노동집약적이나, 자본 집약적인 산업에서 고도의 기술집약적 산업으로 이행할 것으로 예상되며 소득 증대에 따라 서비스 산업의 비약적인 발전이 예상되고 있다.

또한 인구구조도 그 증가율이 점차로 둔화되어 약 2020년경에는 증가율이 0을 기록할 것으로 예상되는데 반해 가족구조의 해체 경향으로 말미암아 가구수는 지속적 증가를 기록하여 1990년의 1100만 가구에서 2000년에는 1500만 가구로 증가하고 또한 주택 보급률도 82% 선을 기록할 것으로 예상된다. 또한 인구 증가율의 감소로 말미암아 인구의 노령화가 가속되고 여성의 사회진출의 증가는 주택의 고급화, 대형화를 촉발함과 동시에 여러 가지 가사분담가구의 수요를 증가시켜 가정부분에서의 전력수요를 더욱 확대시킬 것으로 전망된다.

그리고 산업구조의 고도화와 열악한 도로사정, 점증하는 환경문제에 대한 관심으로 인해 전기를 이용하는 수송망(지하철, 고속철도)의 비약적인 발전이 예상되며, 또한 미국 캘리포니아주의 자동차와 관련한 환경입법의 예에서도 알 수 있듯이 배출가스가 없는 전기자동차는 현재의 내연기관 자동차의 수용률 상당량 대체할 것으로 예상되는 바 이제까지 석유가 대부분을 차지하던 수송분야의 에너지원이 상당부분 전력으로 대체될 전망이다. 자동화, 정보화 기술의 발전은 산업부분의 영역을 넘어서 사무부분, 가정부분의 정보화, 자동화를 진행시켜 가고 있으며 이는 전기 에너지와 기술에 의해 노동력을 대체하며 전력수요를 증대시키는 측면을 가

‡ '94·'95년도 대한전기협회 전기분야 조사연구논문 ‡

질 뿐 아니라 한편으로는 전자 감시 및 자동제어 기술의 활용으로 에너지 이용효율을 크게 개선시켜 줌으로써 에너지 사용량을 감소시키는 효과도 유발할 것으로 예상된다.

그러나 정밀 전자기기의 이용확대는 고도의 정확성과 신뢰성을 가진 고품질의 전력공급을 요구하므로 이에 따른 근본적인 수요변화가 예상된다. 위에서 보듯 앞으로 예상되는 에너지 수요의 증가는 소득 수준의 향상으로 인한 편리성, 쾌적성의 추구로 인하여 전력, 가스 등의 고급 에너지의 수요증가로 나타날 전망이다. 특히 자동화, 정보화의 진전으로 인해 전력의 역할이 더욱 증대되는 방향으로 수요변화가 진행될 것으로 예상된다. 이에 따라 최종 에너지중 전력이 차지하는 비중은 점점 증가하여 '90년에 10.8%이던 것이 2000년에는 13%에 이르게 되고 나아가 2010년에는 15.5%로 증가할 것으로 예상된다. 전반적인 에너지 수요 증가와 그중에서도 전력이 차지하는 비중증가로 전력수요는 계속 빠른 속도로 증가하여 1990년의 94TWh에서 2000년에는 200TWh, 2010년에는 300TWh에 이르게 될 것으로 전망되며, 이를 위해 필요한 공급설비능력은 44GW (2000년), 68GW (2010년)에 이르게 될 전망이다. 전력 수요의 증가는 단순히 양적 증가로 그치는 것이 아니고 질적으로도 많은 변화가 예상된다. 앞에서 언급한 바와 같이 2000년대의 모든 기술은 반도체를 활용한 자동화, 정보화 기술에 결합되고, 이와 같은 기술은 매우 정밀하고 신뢰도가 높은 고품질의 전력을 필요로 한다. 전력의 품질 향상을 위해서는 발전설비뿐 아니라 송·배전 네트워크의 확충과 계통운영의 최적화를 위한 많은 투자와 노력이 요구되는 상황인 것이다.

(가) 전원시설 확충

현재 우리나라의 전력예비율은 여름철성수기의 전원예비율이 사실상 0%에 도달할 만큼 심각한 상황에 처해 있다. 또한 낮아지는 전력 예비율로 인해 예기치 못한 단전사고의 빈발로 말미암아 얼마전의 삼성종합화학의 일시 단전으로 인한 피해 (약 30억의 피해유발)에서 보듯이 국가적인 산업

경쟁력에도 좋지 않은 영향을 끼치고 있는 것이 사실이다. 또한 환경에 대한 관심이 점차 커짐에 따라 인천 앞바다의 영종도 화력발전소 단지 계획 문제에서도 알 수 있듯이 전원 입지확보가 갈수록 어려워지고 있는 것이 또한 현실이며 정밀 전자기기의 보급으로 인하여 양질의 전력공급이 그 어느 때보다 시급하다 하겠다.

그러나 여타 선진국의 전력소비 패턴에 비추어 볼 때 우리는 현재 1인당 전력소비는 2,639kWh에 머무르고 있어 인접국인 대만의 4,575kWh나 일본의 5,510kWh에 훨씬 못미치는 수준이며 그결과 앞으로의 전력소비의 급증이 예상되는 상황에 처하여 있다. 또한 산업구조의 고도화와 생활 수준의 향상은 더욱 양질의 전원공급의 필요성을 부각시키고 있다.

그러나 이러한 상황에 대하여 한전은 적극적 수요관리라는 명분아래 여름철 냉방기기의 사용 등을 억제하거나 대용량 수용가에게 한시급전이나 첨두부하시의 제한송전 계약을 실시함으로써 요금에 인센티브를 주는 등의 매우 소극적인 대처로 일관하고 있다. 또한 장기전원 계획에서도 근래 한전은 전력 예비율을 7~8% 수준에서 유지하기로 하는 등 그 전원확보 의지마저도 매우 의심스러운 국면이다.

또한 앞으로 통일에 대비하는 측면에서 살펴 보더라도 북한의 총 전원 시설용량은 714만kW로서 현재 남한의 총 시설용량 2800만kW의 25% 수준밖에 되지 않으며 이 또한 시설의 노후화로 인해 북한 산업전체에 막대한 전력 수급난을 초래하고 있는 현실에 비추어 볼 때 머지 않은 장래에 거대한 전력 수요처가 부상하리라는 예상은 충분히 가능한 것이다.

특히 중국경제의 발전 추세로 보아 앞으로 우리나라와 국경을 접하고 있는 동북 3성과 황해연안에 약 6억의 유효수요가 창출되리라고 여겨지며 이들이 현재 우리나라의 평균 전력수요 만큼만 사용한다고 가정해도 이제까지 우리가 경험하지 못했던 막대한 전력수요가 창출됨을 의미하며, 프랑스의 예에서 보듯 우리날에도 거대한 전력공급·수출의 여지가 있음을 의미한다.

또한 현재 우리 나라의 기술수준으로 보아 국내에서의 적극적인 전원개발 사업은 앞으로 여러 분야에 대한 기술축적을 촉진시켜 현재 고도성장의 초입단계에 와있는 중국과 동남아 시장에서의 인프라 구축사업에서 그동안의 단순 시공 측면의 플랜트 수준을 뛰어넘어 적극적으로 우리기술을 수출하는 차원으로 동참할 수 있는 계기가 되어줄 것이 분명하다. 더군다나 이러한 플랜트 수출은 파일롯 효과를 유발하여 그 대체, 증설 수요까지도 자연스럽게 수수하게 만드는 효과를 지니고 있다. 위의 여러 사실에 미루어 보아 획기적인 전원의 확충과 이에 따른 송·배전망의 확충이야말로 한전이 당면한 가장 시급한 과제라 아니할 수 없다.

(나) 환경문제에 대한 대응

1980년대 후반부터 본격화되기 시작한 국제환경규제 강화 추세는 몬트리올 의정서(1987년)에 의한 CFC사용 규제에 이어 지구 온난화 방지를 위한 온실가스 규제에 이어지고 있으며, 1992년 6월 리오데 자네이로에서 개최된 UNCED에서는 온실가스 배출 규제를 주내용으로 하는 세계환경 협약이 채택되었다. 화석연료의 연소과정에서 발생하는 이산화탄소는 지구 온난화 효과의 50% 이상을 차지하고 있는 것으로 알려져, 세계 기후 협약을 비롯한 온실가스 규제의 일차 대상이 되고 있으며 이는 곧 화석 연료 사용에 대한 규제를 의미한다.

향후 발효될 이산화탄소 배출량에 대한 총량규제는 에너지 수급구조와 경제 전반에 걸쳐 새로운 제약조건이 될 것이 확실하다. 이산화 탄소배출량의 총량규제는 모든 화석에너지 사용에 직접적인 영향을 줄 것이지만, 특히 앞으로의 전원확충과 기존 시설의 운용에 심각한 영향을 줄 것으로 전망되고 있다.

우리나라는 총 발전량에서 원자력 발전이 차지하는 비중이 상대적으로 크기 때문에 유리한 감이 없지 않으나, 급격한 수요증대와 유연탄 발전의 확대 등으로 인해 이산화탄소 배출량도 급격히 늘 수밖에 없는 실정이므로 이산화탄소 배출규제가 주어질 경우 현재 한전이 추진중인 장기전원수

급계획의 전면적인 재조정이 불가피한 실정이다. 발전부분의 대기오염은 다음과 같이 정리해 볼 수 있다.

이산화탄소의 배출량은 전부분을 망라하여 증가가 예상되고 있으나 특히 발전부분에서의 증가가 타부분을 훨씬 앞지르고 있다. 예를 들어 1990년에 전체 이산화탄소 배출량에서 발전부분이 차지하던 비율이 15.1%이던 것이 2000년과 2010년에 각각 24.6%, 27.1%로 증가할 것으로 전망되고 있다. 이는 지구 온난화 방지를 위한 국제적 움직임에 호응한다고 할 때 전부분에서의 이산화탄소 저감노력도 중요하지만 발전부분의 저감노력이 더욱 요구됨을 의미한다.

오염방지 기술과 경제성

환경오염 방지 노력의 경제성을 따지려면 환경오염 방지에서 오는 사회 한계편익과 여기에 들어가는 한계비용이 같을 때까지 오염방지 시설이 갖추어져야 바람직하다. 그러나 오염 방지에서 오는 혜택을 화폐가치로 환산하기가 용이하지 않은 것이 사실이다. 첫 단계로는 여러 가지 기술의 환경처리/방지효과와 이에 따른 비용을 상호 비교할 수 있는 체계로 정리하고 나름대로 비용/편익 분석을 위한 필요자료를 제공토록 할 필요가 있다.

아시아개발은행(ADB) 이 최근에 소개한 보고서(1991)를 통해서 알아보기로 하자. 이 보고서에는 많은 자료와 정보가 비교 가능하도록 조정되어 수록되고 있다. 환경개선을 위한 에너지부문의 일반기술(Conventional Technologies)은 크게 나누어 효율향상 및 연료 전환, 오염방지처리기술, 원자력 발전으로 구분할 수 있다.

이중 효율향상과 연료전환에서는 첫째, 석탄에서 타연료로의 전환방안이 고려될 수 있다. 그러나 석탄은 그 풍부성 때문에 여전히 저렴하게 제공(환경비용을 제외한다면)될 수 있다.

두번째는 연소효율을 높이는 것으로 같은 연료로부터 보다 많은 에너지를 얻는 길이다. 여기에는 Combined Cycle Gas Turbine과 Fluidized Bed Coal-Fired Electricity

‡ '94·'95년도 대한전기협회 전기분야 조사연구논문 ‡

Generation이 있다.

셋째로는 End-use효율을 높이는 기술이다. 사실 이 길이 환경개선을 위해서 가장 효용이 있는 방법이다. 일반적으로 환경면에서 부차적인 효과가 적기 때문이다.

오염방지 및 처리는 물리적으로 발생된 오염물질을 처리하거나 연소시 미리 방지하는 것을 말하며 많은 기술이 FGD, 탈질과 분진제거를 위해 개발이 되어 있다. 원자력 발전은 CO₂, SO₂, NO_x, 또는 분진을 발생시키지 않는다. 그러나 핵폐기물 문제와 발전소가동, 연료의 생산, 운반, 처리에서 건강과 위험성이 제기되고 있다. 새로운 (Non-Conventional)기술은 생략하고, 화석연료 사용기술은 Coal Gasification and Gas Combined Cycle 발전과 통합체계, Fuel Cell, PFBC, 개발된 FBC를 포함한다.

이상의 기술 중 먼저 오염방지기술과 관련된 비용과 효과가 계산된 것을 예를 들어 살펴보자.

오염방지설비가 신규발전소에 설치되는 경우 전체 자본비용의 20~25%를 차지하고, 총발전 비용의 15~20%에 이른다. 독일의 한 발전소의 경우 전체 오염방지설비에서 탈황, 탈질, 오염물질제거가 전체 자본비용의 13%, 6%, 4%를 각각 차지하고 있다. FEA의 추계에 의하면 가동률 70%의 신규 석탄발전소에 장치된 FGD설비의 연평균 균등화비용은 전체 발전비용의 9% 또는 0.38로 나타나 있으며 SCR 탈질 설비도 유사하게 0.39로 나타났다. 연료전환은 그리 전망이 밝다고 볼 수는 없다. 왜냐 하면 자국산 천연가스가 없는 한 공급안정을 확신할 수 없고 현재의 사용속도로 보면 앞으로 60년 가량 쓸 수 있다는 계산이 나오기 때문이다. 효율향상에 있어서는 FBC는 FGD설비가 갖추어져 있는 일반 발전소와 동일한 수준의 탈황효과를 낼 수 있다. 게다가 NO_x 제거에도 도움이 된다. 다만 "온실"가스의 하나인 NO₂가 증가하게 되는데 새로운 기술과 관련해서는 가까운 장래에 FBC나 Integrated Gasification and Combined Cycle 발전 분야에서 환경 개선과 효율향상을 동시에 가져올 수 있다.

그러므로 다음과 같은 세가지 원칙에 입각해서 발전부문

의 환경개선을 위한 방법과 기술 도입을 생각해야 한다.

첫째로 비용측면에서 보면 에너지 효율향상을 꾀하는 길이 화석연료 관련 환경문제 해소에 있어서 효과적이라는 점이다. 그러나 효율향상은 오염 배출을 정지시키지는 못하며 단지 속도를 유화시킬 따름이다. 더구나 발전 기술은 이론적 최대효율에 근접해 가기 때문에 효율개선 노력은 오염방지/처리 노력에 비해 덜 효과적일 수 있다.

두번째는 가능한 한 청결한 화석연료 시스템을 유지하는 것으로서 이는 탈황 Scrubbing, 연소 효율증가와 천연가스 사용증가를 통해 가능하다.

셋째로는 중장기적이긴 하지만 화석연료 발전을 감소시켜야 한다. 이는 다분히 화석연료의 가격변화에 달려 있다고 하겠다. 여기에서의 경제성 비교는 배출규제치의 높낮이에 달려 있다. 오염방지 설비의 예를 들자면 배출규제치에 따라 사용연료의 유황 성분 및 가능한 여러 설비 중 경제적 또는 기술적으로 적합한 선택이 이루어지게 된다는 것이다. 국내의 SO₂ 배출규제치는 기존 석탄화력 발전소인 경우 770ppm이며 보통 황성분 0.7%의 석탄을 사용한다. 따라서 연소 배출농도는 570ppm 정도가 되어 국내 배출기준치를 만족시키고 있다.

이미 예고된 바대로 '95~'98까지 황산화물 배출규제치가 500ppm으로 강화되고 '99년부터는 270ppm으로 더욱 강화될 예정이다. 따라서 수입유연탄을 사용하는 발전소는 저유황탄을 확보하거나 탈황설비를 갖추어야 한다. 그렇게 되면 결국 FGD공정을 선택하게 될테지만 원탄 자체를 사용하느냐 Coal Cleaning을 하느냐 하는 것은 발전소 운전과 FGD설치 및 운전비용에 얼마나 감소 효과를 가져오느냐에 달려 있다.

많은 FGD공정 중에서 어느 것을 선택하느냐 하는 문제는 간단치 않다. 세부적인 가격 비교는 각 공정에 영향을 주는 많은 변수들 때문에 용이하지가 않기 때문이다. 지금까지의 몇몇 연구(한전기술연구원, 1991; 한전기술연구원, 1989)에서는 외국의 예를 소개하고 있다. 이런 의미에서 배출규제의 기준 설정과 앞으로의 계획이 환경투자과 전력

가격, 더 나아가서는 전원 Mix에까지 영향을 미친다고 하겠다.

한국의 규제연향과 예고지

1987년 3월 환경보전법 개정령 이전에는 저 유황유(유황 함유량 1.6% 이하)사용시설에 대해서는 1,000ppm의 배출 허용을 규정했고 나머지는 연료 및 시설에 관계없이 1,800ppm을 적용시켰다. 개정령 이후에는 지역별, 연료별, 배출시설별로 구분해서 각기 다른 규제치를 적용하였으며 배출농도만 명시하던 종래의 배출허용기준을 배출구에서의 배출가스 산소 농도까지 명시하였다. 1991년 2월에는 공포된 시행기준에 대해 입법 예고치를 공포하여 해당자로 하여금 미리 대비하도록 하였다. 그러면 SO₂ 배출허용 기준에 대해서 알아보기로 하자.

개정된 시행규칙에 의하면 배출시설을 일반 보일러와 발전시설로 구분해 놓고 있다. 1991. 1. 1. 이후에는 액체연료 사용시설의 경우 일반 보일러보다 발전시설에서 훨씬 낮은 허용기준을 요구하고 있으며 무연탄 외의 고체연료를 사용할 경우는 1991. 1. 1. 이후에도 일반 보일러와 발전시설에 유사한 기준을 적용하고 있다. NO₂의 경우에는 개정된 시행규칙에서도 일반 보일러와 발전시설을 구분하고 있지 않고, 현재 적용되는 대부분의 기준을 1999.1.1 이후에도 그대로 적용시키고 있다. 다만 가체연료의 발전용 내연기관의 경우 현재의 기준 1,200(13)ppm을 1995.1.1이후부터 950(13)ppm으로 낮추고 있다.

분진의 경우, 발전시설과 일반 보일러는 같이 분류해 놓고, 소각시설 제련열처리 시설, 기타 여러 시설별로 달리 구분해서 다른 기준을 적용시키고 있다. 1991년 개정시 허용기준이 약간 강화되면서 1999.1.1까지 상당히 낮은 수준의 허용기준이 요구될 것으로 예고하고 있다.

각국 비교

각국의 배출허용기준을 비교한다는 것은 간단한 일이 아

니다. 서로 설정기준이 되는 배경, 상황, 주발전원 등이 다르기 때문이다. 뿐만 아니라 규제의 방법도 복잡한 구조로, 동일하지 않기 때문에 일률적으로 비교하기가 쉽지 않다. 표 2-4에서 가능한 비교를 해보기로 하자.

〈표 2-4〉 각국의 환경오염 규제치

오염물질	나라	미국	일본	서독	대만	한국
황산화물 (PPM)	석 탄	510~540	70~190	140	500	700~1,650
	중 유	410				1,200
질소산화물 (PPM)	석 탄	350~380	200	440	350	350
	중 유	220	130~150	220		250
분 진	석 탄	35~40	50~100	50	25	250
	중 유	45	40~50			100

황산화물 배출허용기준은 미국과 한국만이 석탄과 중유에 다른 기준을 적용하고 있다. 대체로 '91년 현재로는 한국이 다른 나라에 비해서 상당히 높은 기준을 허용하고 있다. 일본과 서독은 우리나라는 물론 미국과 대만에 비해서도 엄격한 기준을 적용시키고 있는 것을 알 수 있다. 질소산화물의 경우는 지금 우리의 허용기준도 그리 낮지 않은 편이며 1999년 이후에도 지금의 허용기준이 계속될 것으로 예고되고 있다. 분진 배출허용기준도 우리의 경우가 다른 나라에 비해서 높게 책정되어 있다. 미국과 대만이 분진 배출허용기준을 일본, 서독에 비해서 SO₂ 와 NO₂ 의 경우에는 달리 낮게 잡고 있다.

일본, 독일, 미국 등의 선진국에서는 이미 오래 전부터 규제를 강화해 왔고 필요에 따라서 더욱 강화되거나, 보완되어 왔다. 이것이 현재에 와서는 환경기술의 개발과 축적이라는 좋은 측면의 부산물로 나타나고 있다. 농도규제와 아울러 필요한 경우 총량 규제가 병용되는데, 일본에서는 특히 시설 규모와 지역별 차등을 통해 상당히 세분화 되어 있다.

외국에 비하면 우리의 허용기준은 아직 높은 편이다. 농도 기준으로는 1999년에는 현재의 선진국 수준에 접근하고 있으나, 총량규제를 도입하지 않는다면, 오염 배출밀집지역에서의 시효성이 의문시되고 있다. 특별히 관리되어야 할 대상, 지역별로 독립해서 규제될 수 있는 제도적인 장치가 필요하다. 그리고 현재 예고되어 있는 허용기준을 가능하면 앞

‡ '94·'95년도 대한전기협회 전기분야 조사연구논문 ‡

당기는 것이 바람직하다.

지구환경 규제

에너지 사용과 지구환경문제와 직접 관련되어 있는 것은 온실효과의 주범으로 간주되고 있는 CO₂이다. 이는 화석연료의 사용에서 비롯되기 때문에 우리 나라의 에너지 전환 부문에서 아직 상당 부분을 차지하고 있는 석유, 석탄 화력 발전의 CO₂ 발생과 관련해서 주요 관심사이다. 오존층 파괴의 CFC규제의 경우와는 달리 선진국 중에서 미국, 일본을 중심으로 한 나라들은 그다지 적극적인 자세를 보이지 않고 있다. 얼마전까지만 해도 지역별로 선진, 개도, 동구로 구분해서 CO₂ 배출의 정제 및 둔화율을 제시하고, 국가별로 일정 단계의 기간 동안에 이를 지키기 위한 배출허용기준의 선택과 할당기준이 논의되었지만 이같은 논의가 구속력이 있는 협약으로 이루어진다는 것은 지금으로서는 실현성이 없고 각 국가가 선언적인 의미에서 각자의 CO₂ 배출 제한 계획을 발표하는 것으로 귀착이 될 것 같다.

그러나 탄소 배출에 따른 탄소세에 대한 논의는 활발하여, 이의 도입은 가능성이 커 보인다. 따라서 탄소세의 설정기준에 따라 각국이 단위 화석 연료 사용량당 지불해야 하는 금액이 달라진다. 요점은 선진국에서 견힌 탄소세에 의한 기금이 개도국의 각종 환경오염 억제에 위한 기술 지원, 프로그램 개발 등에 보조 또는 금융지원으로 사용된다는 것이다. 현재 우리의 입장은 탄소 배출에 따른 탄소세는 지불하면서, 환경산업의 개도국 진출로 이 기금을 활용하는데 적극적으로 참여하기에는 여타 선진국에 비해 환경기술 부문에서 우위를 점하고 있지 못한 형편이라 하겠다. 이를 극복하기 위해서는 국내 허용기준을 높이는 동시에 이를 기술개발, 환경사업 육성 등의 적극적인 기회로 활용하여 전략적인 환경산업/기술 분야에 힘을 쏟아야 하겠다.

개선방향과 실천과제

발전부문의 환경개선은 크게 네가지 경로로 이루어진다고

할 수 있다. 즉, ① add-on 오염처리기술 활용 ② 에너지 효율향상 ③ 연료 대체 ④ 청정에너지 기술 도입이다.

add-on 오염처리기술은 대체로 end-of-pipe처리를 말하며, 새로운 설비를 위해 따로 설계되기도 하지만, 대부분의 경우 기존 설비에 추가로 설치한다. 기존 발전설비로서는 add-on 오염처리기술이 가장 손쉽게 실천가능한 방법이다. 오염원 배출규제치를 농도로 정해서 준수케 할 때에는 오염자는 에너지 효율 향상에 노력을 기울이기보다는 add-on 오염처리기술의 약점은 소규모 시설의 경우와 규제치가 높아질수록 비용이 많이 든다는 점이다. 또 SO₂ 와 NO₂ 저감 과정에서 CO₂ 배출이 증가되는 경우가 있고, 대부분의 add-on기술은 연료소비 증가(심각하지는 않지만)를 수반하므로 이 모든 점이 고려되어야 하겠다.

에너지 효율향상은 전체 연료 사이클에 관련되어 있으므로 에너지 생산, 전환, 최종소비단계 등에서의 효율향상을 의미하며 광의의 의미에서 에너지 절약도 포함시킬 수 있다. 이는 두가지 면에서 환경개선에 기여한다. 첫째, 단위 에너지당 산출물의 증가는 일반적으로 단위에너지당 단위 산출물당 오염 배출량을 감소시키는 효과를 가져올 수 있다. 둘째로 에너지 효율의 증가는 전체 연료 사이클에서 추가로 필요한 관련시설을 지연시킴으로써 여기에서 비롯되는 환경오염을 감소시킬 수 있다. 화력발전의 에너지 손실은 첫째, 열엔진 자체의 효율문제이기 때문에 어쩔 수 없다. 둘째로는 예비율이 높은 시기에 신규발전소의 비중이 적다면 전체의 효율이 떨어질 수 밖에 없다. 그러나 후자는 현재 우리나라의 케이스에 해당된다고 볼 수는 없을 것이다. 새로운 Single-Cycle 화석연료 발전소는 천연 가스나 Distillate fuel oil을 사용했을 때 가장 높은 효율을 나타낸다.

Brown coal이나 Peat사용 화력발전은 효율이 낮다.

Combined-cycle 발전(Combustion-turbine based)과 열병합발전으로 상당한 효율개선을 기대할 수 있다. 그러나 이미 이론적인 이상치에 접근하였기 때문에 새로운 디자인이나 설비로서는 추가적인 효율향상을 얻기가 어렵다 하겠다. 승압, 효율적 전력망관리, 발전소 위치 선정면에서 아직은

8~14%의 효율향상을 기대할 수 있을 것이다. 새로운 발전형태, 즉, Advanced fuel cell, Magnetichydro-dynamics(MHD), 화력 및 기계적 단계를 거치지 않는 기타 다른 전환 방법은 상당한 효율향상을 가능케 할 것이다. 문제는 상용화의 시기가 아직 불투명한 데 있다 하겠다. 결론적으로 발전부분에서의 전환효율향상은 진행되고 있지만 신속하지는 않다. 그렇다면 약간의 향상이라도 가능할 때 발전주체가 이것에 대응할 것인지 그리고 대응할만한 제도적 장치가 적절한지가 관심사이고 그렇지 않은 경우 필요한 수단의 정비가 필요할 것이다.

연료대체에서 우선 첫단계로는 고유황유 대신 저유황유를 쓰는 일인데 현재로는 고유황유 사용후 황분 저감기술을 적용시키는 비용이 저유황유 사용으로 인한 추가비용보다 많다고 알려져 있다. 다음으로 신재생에너지원으로 발전원을 전환하거나 주발전원으로 핵연료와 천연가스의 비중을 높이는 방법이 있다. 보다 근본적으로 최종 에너지 소비에서 전력의 비중을 늘리느냐, 줄이느냐 하는 문제가 있다. 현재로서는 전력의 비중을 높이는 것이 전반적인 환경개선에 도움이 된다고 알려져 있다. 최종소비 단계에서는 오염배출원에 대한 관리가 어렵고, 여러 종류의 에너지 사용형태와 다양한 시설에 적절한 규제치를 효율적으로 적용하는 것이 쉽지 않기 때문에 에너지 변환과정의 환경오염처리가 보다 경제적이 될 수 있다. 이같은 경향은 원자력발전과 천연가스의 비중이 높아지면서 더욱 두드러지게 된다.

미래의 발전부분의 환경 개선을 위한 대안으로서 청정에너지 기술의 도입을 들 수 있다. 이같은 기술의 도입으로 인해 일반적인 add-on 오염처리기술보다 오염처리 비용을 상당히 낮출 수 있다. 특히 여러 오염물질을 동시에 저감시킬 수 있다는데 그 이점이 있다. 대표적인 것으로는 Atmospheric Fluidized Bed Combustion (AFDC), Pressurize Fluidized Bed Combustion (PFDC), Integration Gasfication Combined Cycle(IGCC) 등이 있다. 그러나 대부분의 청정에너지 기술은 실용화에 있어 아직 초기단계에 있다. 그 이유 중의 하나는 환경개선을 위한 대

부분의 연구개발 투자가 add-on technology에 집중되어 왔기 때문이다. 이런 때에 갑작스러운 규제는 손쉽게 얻을 수 있는 기술에 의존하게 하는 결과를 낳으므로 시간을 두고 규제를 추진한다면 근본적인 청정에너지 기술에 관심이 돌려질 것으로 여겨진다. 따라서 미래의 규제치에 대한 입법 예고는 바람직한 일이라 할 수 있다.

(다) 기술개발 전략

경제발전에 비례하여 급증하는 전력수요에 대처하기 위해서는 소요전력량을 확보하기 위한 설비확장 뿐만 아니라 양질의 전기수요를 충족시킬 수 있는 전력기술 개발이 절실히 요청된다. 또한 첨예한 경쟁관계로 진전되고 있는 국제 기술 환경과 자원빈국인 우리나라로서는 에너지/자원문제를 환경문제를 감안한 기술력으로 해결할 수밖에 없으므로, 스스로의 연구노력에 의한 기술원천의 구축과 창조적 기술혁신을 이룩할 필요가 있다.

정부에서는 전력기술을 체계적으로 분류하여 2001년을 목표년도로 하는 종합적인 중장기계획을 수립 추진하고 있다. 그러나 전력수요의 고급화, 다양화, 정보통신 기술의 발달 및 지구환경에 대한 관심의 증대 등 여러 분야에서 계획 수립 당시와는 다른 에너지환경이 급격히 진전되고 있으므로, 이와 같은 거시적 변화요인을 고려한 21세기를 향한 보다 장기적인 연구개발전략의 수립이 또한 필요한 시점에 와 있다.

따라서 이번 연구에서는 기존계획과 현상황을 기점으로 미래를 예측하여 추진전략을 수립하는 방법을 지양하고, 미래의 기술예측과 선진국의 동향을 분석한 것을 기점으로 하여 기존계획을 보완하는 접근방법을 채택하였다. 기존계획의 연장선상의 연수가 아니라 마이크로한 세부분야보다는 매크로한 관점에서 기존계획의 나아갈 방향을 제시하는 것이 본 연구의 근원적 목적이라고 할 수 있다.

(라) 국내의 기술개발 현황과 전망

‡ '94·'95년도 대한전기협회 전기분야 조사연구논문 ‡

발전기술

발전기술은 기존의 화력발전, 원자력발전, 신화력발전 및 재생에너지발전 등으로 분류할 수 있으나 여기서는 기존 발전방식에서 열효율을 향상시키거나 환경오염 요인을 줄일 수 있는 새로운 개념의 발전기술로서 기술의 파급효과가 크고 향후 10~20년내에 전기사업용으로 전력계통에 투입될 것으로 전망되는 신발전기술들(연료전지 포함)의 개념, 국내외 개발현황 및 전망에 관한 기존의 연구자료들을 종합하여 소개한다.

연료전지 발전기술

연료전지 발전은 분산형전원으로서의 응용이 가장 기대되는 기술이며, 이 기술이 도입되면 가스공급 네트워크에 연결된 연료전지 발전이 가능하므로 기존의 전력사업과 가스사업의 구조에 크게 영향을 미치게 된다.

일본에서의 연료전지 발전에 의한 전력 공급 목표는 다음 표 2-5와 같다.

〈표 2-5〉 일본의 연료전지 발전에 의한 전력공급 목표

구 분	2000년	2010년
전 력 사 업 용	105만kW	550만kW
개 인 사 업 용	85만kW	270만kW

인산형 연료전지 발전기술은 선진국에서는 1MW급 실증 플랜트의 실험을 마친 상태이고 '91년부터는 일본의 동경전력이 11MW의 플랜트의 운전실험을 수행하고 있어서 이 실험이 끝나는 '94년경부터는 상용화가 본격적으로 추진되었으며, '95년 이후부터는 본격적인 이용이 가능할 것으로 전망된다. 또한 현지 설치용으로 미국의 IFC는 200kW급을 현재 주문에 의해 제작하고 있어서 수년후에는 이용이 활발해질 것으로 전망된다.

일본에서 연료전지 발전에 대한 비용결과를 보면 현재 수준의 700Yen/kW, 1996년에는 500Yen/kW, 2000년에

는 200~500Yen/kW로 예측하고 있다.

국내에서의 본격적인 연료전지 연구는 '87년말부터 과학기술처의 국책연구사업으로 동력자원연구소에서 인산형 2kW급의 기반기술 개발연구를 수행하고 있다. 또한 '89년부터는 동력자원부, 과학기술처 주관으로 범국가적인 사업으로 인산형 40kW급의 실용화 사업을 수행하고 있다.

MHD발전(Magne-hydrodynamic Power Generation)

MHD발전기술은 강력한 전자석의 개발 및 고온 운전에 따른 전극재료의 안정화 등 다소의 기술적인 문제가 남아 있으나 2000년대에는 연료전지 발전보다는 다소 뒤떨어진 상태에서 상용화될 것으로 전망되며 미국, 소련, 일본 등 선진국이 기술개발을 주도하고 있다.

화석연료를 사용하지만 효율이 높고 공해요인이 적은 연료전지와 MHD기술은 에너지절약형의 새로운 발전기술로서 고속증식(FBR)에 의한 원자력발전과 경쟁하게 될 것으로 전망된다.

복합발전기술 (Combined Cycle Power Technology)

가스터빈 복합발전은 천연가스를 고압으로 압축시켜 가스 터빈을 이용하여 발전한 후 다시 증기터빈을 작동시키기 위한 열원으로 사용하는 개념이다. 석탄가스를 이용하는 IGCC(Integrated Gasfication Combined Cycle)개념의 복합발전은 기존의 미분탄 화력보다 종합효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 고체폐기물과 SO₂ 와 NO₂ 를 획기적으로 줄이는 효과를 갖는다.

유동층연소 화력발전

유연탄 화력발전소에서 연소 이후의 공해 물질을 감소시키고 열효율을 향상시킬 수 있는 새로운 연소기술이다.

국내에서의 기술개발은 일반 산업체에서 사용되는 유동층

연소 보일러의 개발경험을 기초로 한국전력공사와 동력자원 연구소에서 유연탄 화력발전소에의 적용을 위한 기초연구가 수행되고 있다. 미국에서는 250MW급의 순환유동층 방식과 330MW급의 가압유동층 방식의 실증시험을 계획하고 있다.

기존 화력발전기술

발전설비의 증설과 병행하여 한국전력공사에서는 500MW급 유연탄 화력발전소의 시스템 설계, 설비 성능향상을 위한 디지털 제어시스템, 수명예측 종합시스템, 환경오염평가 방지기술 등의 연구계획 및 개발이 진행되고 있다.

에너지 저장기술

부하관리 면에서 심야전력을 저장하였다가 주간 피크시에 사용하는 부하평준화(Load Leveling)의 기능을 갖는 에너지 저장장치로서는 축전지 저장(전기화학에너지 저장), 양수 발전(물의 위치에너지 저장), 초전도 저장(초전도 자기에너지 저장), Flywheel 저장(운동에너지 저장) 등의 기술이 있다.

송변전 및 계통기술

우리나라의 송·변전 기술은 154kV 송변전설비, 345kV 초고압 송변전 설비가 주종을 이루고 있으나 이미 선진국에서는 UHV 송전에 관련된 연구가 많이 되어 있고 앞으로 우리나라도 90년대 후반에는 765kV의 송전이 도입될 전망이다.

또한 신 송전기술로서는 초고압 송전, 극저온, 초전도 송전, 직류송전 지중송전 방식 및 배전 자동화시스템, 분산형 전원 등이 개발될 것으로 전망된다.

절약 및 효율개선 기술

전기에너지 절약 및 효율개선에 의한 전력의 안정적 공급은 중요한 당면과제 중의 하나이다. 전기에너지 절약 및 효

율개선의 주요기술로는 고효율 전력기기 개발, 전력설비의 이용률 향상 및 부하의 합리적 관리, 에너지절약형 전력제어 기술 등이 있다.

원자력 기술

※ 원자력 발전계통 기술

원자력발전 계통은 핵증기공급계통(Nuclear Steam Supply System)과 보조계통 (Balance of Plant, BOP)으로 대별되는데 BOP 중에서는 터빈/발전기계통이 추가 된다. 핵증기공급계통은 핵심적인 주요 계통으로 원자로 냉각계통, 안전주입계통, 화학 및 체적제어계통, 핵연료취급계통 등으로 구성된다. 보조계통은 1차측 보조계통, 2차측보조계통으로 대별된다.

세계 각국의 유관기관들은 원자력발전의 악화된 환경요인으로부터 탈피하고 원자력산업의 활성화를 위해 국민 협력하에 경제성과 안전성이 월등히 우수한 개량형 경수로(Advanced Light Water Reactor)개발을 추진하고 있다 (표 2-6 참조).

〈표 2-6〉 세계 각국의 개량형 경수로

국 가	노 형	개발회사
미 국	System 80 ⁺	CE
스 웨 덴	APWR	WH
영 국	BWR 9	ABB-ATOM
프 랑 스	Sizell B	CEBG
일 본	HSBWR	Hitachi
	TOSBWR-90P	Toshiba
	SPWR	JAERI

핵연료주기 기술

핵연료는 정력, 변환, 농축, 성형가공 등 일련의 제조과정을 거쳐 핵연료집합체로 만들어진 다음 원자력발전소에서 연료로 사용하며, 사용이 끝나 원자로에서 방출된 사용후 핵연료 중 아직 연소가 덜된 우라늄 및 플루토늄은 회수하여

‡ '94·'95년도 대한전기협회 전기분야 조사연구논문 ‡

핵연료원료물질로 다시 사용할 수 있다(표 2-7 참조).

〈표 2-7〉 핵연료 주기비용의 구성

구 분	주기비(원/kWh)	구성비(%)	비 고
정 광	1.39	37.9	영광 1,2호기
변 환	0.11	2.9	기준일:1990.1
농 축	1.51	41.0	기준환율:700원/US\$
성형가공	0.68	18.2	사용후 핵연료처리비 불포함
계	3.68	100	

농축기술은 UF₆ 상태에서 U-235의 비율을 상대적으로 높여주는 기술로 기체확산법, 원심분리법이 상용화되어 있으며, 레이저 농축기술 AVLIS(Atomic Vapor Laser Isotope Separation)방법이 개발중에 있다 (표 2-8참조).

〈표 2-8〉 자유세계 농축시설 현황

구 분		처리용량 (TONSW/YEAR)	농축방법	비 고
국 명	회사명			
미 국	DOE	19200	기체확산법	1개 공장(Oak Ridge) 운전중지
불란서 이태리 스페인 벨기에	EURODIF	10800	기체확산법	
영국 서독 네덜란드	URENCO	2500	원심분리법	
일 본	PNC	200	원심분리법	

재처리 기술은 습식법과 건식법이 있는데 습식법에는 침전법, 용매추출법, 이온교환법 등이, 건식법에는 불화물 휘발법과 건식 고온법이 있으며 이중에서 용매추출법이 현재 상용화 되어 있는 방법이다. 우리나라의 경우 정련기술은 국산 유라늄의 경제성이 낮아 상용화는 하지 않고 있다. 변환 및 재변환 기술은 1980년대 중반에 개발되어 중수로로는 1987년 7월부터, 경수로로는 1989년 1월부터 국내에 공급하고 있다. 성형가공기술의 경우 중수로의 경우는 1980년대 초에 자체기술로 개발하여 1987년 7월부터 월성원자력발전소에 필요한 중수용 핵연료 전량을 공급하고 있으며 경수로의 경우는 독일의 KUW사와 기술제휴로 핵연료 설계는 한

국원자력연구소가, 핵연료 제조는 한국핵연료주식회사가 1989년 1월부터 공급하고 있다.

방사성 폐기물관리 기술

원자력 발전소에서 발생하는 방사성 폐기물의 양, 현재까지의 총누적량, 각 발전소별 저장능력은 다음의 표 2-9와 같다.

〈표 2-9〉 국내원전 폐기물 통계

발 전 소	90.3	연누계	총누계	저장능력
고리원자력 (고리 1,2,3,4 호기)	242	547	21441	32906
월성 원자력 (월성 1호기)	6	20	1095	9000
영광 원자력 (영광 1,2호기)	4	175	2049	13300
울진원자력 (울진 1,2호기)	52	205	1116	5000

우리나라의 경우 중저준위 방사성 폐기물을 최대한 감용하는 소각법과 초고압 압축법의 개발에 착수하였고, 중저준위 방사성 폐기물의 영구저장을 위해 무인도 등이 고려된 바 있으며 최근에는 국민이해 측면에서 영구처분장을 선정하는 방안이 추진되고 있다. 방사성 폐기물 및 사용후 핵연료의 안전한 관리를 위해서 1985년 개정된 원자력법에 의거 원자력 발전단가에 방사성폐기물 관리기금을 1~2원 범위내에서 포함 징수하여 방사성 폐기물 관리업무를 추진하고 있다.

신재생 에너지

※ 태양광 발전

우리나라에서는 1972년 무인등대용 전원 3개소를 처음으로 설치한 이래 현재까지 주로 소규모 독립형 태양광 발전 시스템을 중심으로 보급이 꾸준히 증가되어 총보급 용량은 598,000WP에 이르고 있다. 우리나라의 자료에 의해 1991년 총 택지면적을 49,080km²로 보고 태양전지 설치 가

능 면적을 총 택지 면적의 약 10%로 가정할 때 이의 30%에만 태양전지를 설치할 경우, 미국의 예를 적용하면 우리나라의 1989년도 총전력 소비량의 약 6% 정도를 태양광 발전에 의해 충족시킬 수 있다는 계산이 된다. 미국의 경우 태양전지의 효율이 22~25%까지 향상되고 있으며 '90년대 중반에 가면 평균에너지 원가가 8~9¢/kWh수준으로 낮아질 것으로 예상되고 있으므로, '90년대 중반에는 태양광 발전이 기존의 타 발전방식에 비해 경쟁력이 있게 될 것으로 예상된다.

※ 수소에너지

물의 전기분해, 태양에너지를 이용한 수소생산 및 열역학 사이클을 이용한 물의 분해에 의한 생산방법으로서 미,일 등 선진국에서는 90%까지의 변환효율을 목표로 연구개발을 계속하고 있다.

※ 신재생 에너지

우리나라의 중장기 대체 에너지 보급 시나리오는 다음 표 2-10과 같다.

〈표 2-10〉 중장기 대체 에너지 보급 시나리오

구 분	1990	1995	2000	2010
태 양 열	9930	66500	268455	1234945
태 양 광	184	810	1350	135000
폐 기 물	246918	528590	1761967	3280850
바 이 오	70305	15708	299660	754520
석 탄	0	0	826176	2988306
소 수 력	7293	9944	16574	26518
풍 력	-	301	1507	15067
조 력	-	-	0	60269
합계(TOE)	334631	763194	3175688	8495475
최종 에너지	0.42%	0.83%	2.83%	5.97%

석탄 청정기술

석탄 청정기술의 범위는 석탄의 전처리, 연소, 가스화 액화, 배연가스정화, 석탄이용 고효율 시스템(연료전지)이 전

부 이에 속한다. 특히 우리나라는 수입 석탄의 대부분이 발전용으로 사용되고 있으므로 유연탄 발전에 관련된 석탄 청정기술의 개발이 필요하다고 본다. 유동층 연소, 석탄가스화, 석탄이용 고효율 시스템, 배연가스 정화기술 중에서 한국전력공사가 유의해야 할 기술은 IGCC와 같은 석탄이용 고효율 시스템이며 IGCC시스템 내에서는 유동층 연소, 석탄 가스화 기술이 내재되어 있다. 따라서 IGCC기술의 정착과 함께 기존 발전소도 IGCC시스템으로 개조될 수 있도록 신설되는 LNG발전소나 유연탄 발전소 건설계획에 Phased Program을 반드시 반영시켜야 할 것이다.

환경기술

※ 배연가스 정화기술

현재 선진국에서는 탈황기술 및 탈질기술을 별도로 개발하기보다는 한 시스템 내에서 탈황과 탈질이 동시에 수행되는 De SO_x/De NO_x 공정이 여러 면에서 유리한 것으로 밝혀져 이의 개발을 추진하고 있다. 미국, 일본, 유럽의 국가들은 FGD를 중심으로 질소산화물 및 분진저감기술에 치중하고 있으며 미국의 경우 가동중인 FGD시설만도 1000GW에 달하고 있다. 우리나라에서는 질소산화물은 차치하고라도 황산화물의 제거에 대한 시설조차 미비한 실정이다.

※ 지구온난화

지구 온난화 가스중에서 50% 이상의 기여도를 가지고 있는 이산화탄소 가스의 배출량 조절문제 대책으로서 화석연료를 대단위로 집중 소비하고 있을 뿐만 아니라 대체 탄력성이 큰 발전부분이 우선적으로 정책조정의 대상이 될 수 있다. 국제기후협상에서 아직은 구체적인 시나리오가 제시되지는 않았으나 여러 가지 제안이 발표될 것에 대비하여 그동안 연구가 미흡하였던 온실가스의 배출실적 및 전망에 대해 보다 정확한 예측이 필요하며 정부는 각 에너지 사용부분(예, 산업, 수송, 가정, 건설, 전력 부분) 등의 에너지 절약목표를 설정하여 실현이 가능하도록 강력히 추진해야 할 것이다.

‡ '94·'95년도 대한전기협회 전기분야 조사연구논문 ‡

에너지 사용 효율향상과 에너지 절약에 대해서는 기업체의 경쟁력 강화 차원에서 적극적인 연구개발이 필요하다. 특히 에너지를 다소비하는 발전, 제철, 시멘트 제조부분은 앞으로도 이산화탄소 배출이 많은 화석연료, 그중에서도 유연탄 의존비중이 클것이기 때문에 장기종합 환경전략의 탄력적 관리대책이 필요할 것으로 보인다.

전세계 이산화 탄소 배출증가 연 1.7%, 우리나라 연 3.0% (표 2-11 참조).

〈표 2-11〉 한국의 이산화 탄소 배출현황과 전망

연 도	1990	2000	2010	2030
배 출 량 (탄소화산 백만톤)	63.5	109.2	135.2	191.4
일인당 배출량 (탄소 환산톤)	1.46	2.37	2.74	3.84

기존 안전 기술개발 전략의 분석

※ 한전 기술개발 전략의 개관

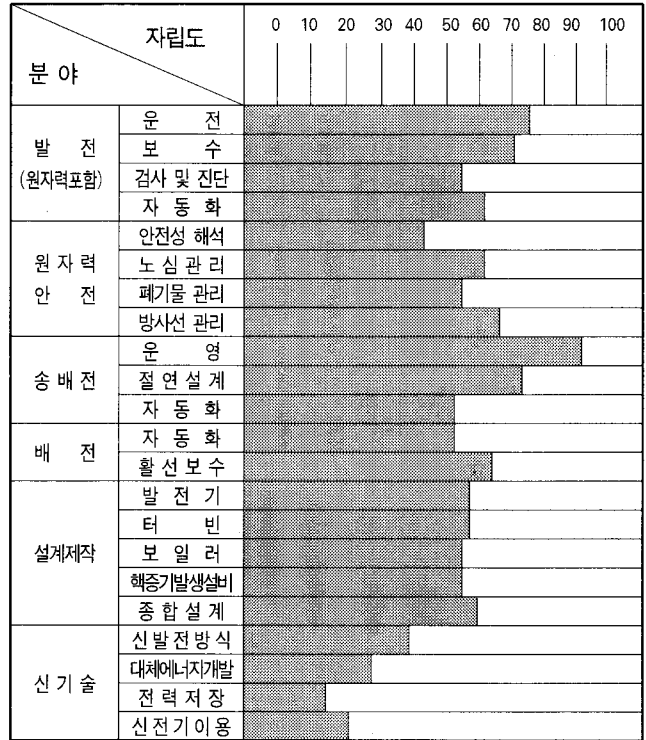
한국전력공사의 자체 연구개발 기구인 기술연수원이 수립하여 1987년부터 2001년까지 연차적으로 수행하고 있는 중장기 연구개발 계획 및 관련사항을 요약 소개한다.

기술개발의 기본계획은 한국의 전력기술 수준을 자립도로 분석한 결과를 토대로 하여 수립되었으며 신형원자로, 유동층 연소보일러, 연료전지, 전기자동차 등 실용화가 가시화되고 있는 신기술분야 및 차기 초고압 송전, 배전자동화 등 설비신뢰도 및 생산성 향상에 기여도가 큰 분야를 전략적 추진과제로 선정하여 빠른 시일안에 선진국 수준에 도달할 수 있도록 우선적으로 추진하고 있다.

※ 기존전략의 검토

우리나라는 60년대 이후 급격한 경제사회 발전으로 전력 수요가 급증하여 발전설비는 '62년의 43만4천kW 수준에서 '91년에 2100만kW를 상회하였으며 전원의 구성도 다양화되었고 송배전 설비도 고압화 체계화 및 자동화되는 등 괄

〈표 2-12〉 국내 전력기술 수준



목할만한 발전을 이루어 왔다. 따라서, '80년대 중반까지의 전력기술개발을 뚜렷한 기술의 연구개발보다는 급격하게 확장되는 전력사업을 직접적으로 지원하는 범위내에서 외국기술도입에 의한 사업으로 주로 수행되었다 (표 2-12참조).

전력기술개발에 대한 국가적 차원의 종합적인 정책은 매우 취약한 편이나 원자력 기술의 경우는 과학기술처 주관으로 비교적 체계적으로 추진되고 있다. 일반 전력기술은 기술개발보다는 안정적인 전력공급에 주력하였으며 일부기술의 자립도는 높아지고 있으나 대부분 외국기술에 의존하는 실정이다. 1992년부터는 범국가적으로 21세기 선도기술사업(G7사업)으로 14개 기술분야의 연구개발이 집중적으로 이루어지고 있다. 전력관련기술은 신에너지 기술(연료전지, 태양광, IGCC, 전력저장기술)과 차세대 원자로 및 전기자동차가 포함되어 있다.

※ 기술개발체계

정부차원에서는 과학기술처가 국가 연구개발 방향과 전략의 수립과 기반기술에 대한 전반적인 연구개발을 지원하며, 통상산업부(구 동자부)는 에너지/자원분야의 기술개발을 주관하고 있다. 원자력 기술개발은 과기처가 담당하고 있다. 전력의 공급주체인 한국전력공사는 1983년에 기술연구원이 확대개편되면서 본격적인 연구개발체제를 갖추고 있다. 전력기술의 종합적인 연구개발을 위해서는 1983년 한국전력공사를 주축으로 전력그룹협력회를 구성하여 기관간 역할분담을 추진하고 있으나, 원자력 분야에 집중하여 왔으며 1988년부터는 전력기술 연구기관협의회를 구성하여 국내연구개발의 활성화를 유도하고 있다.

• 전력기술 연구기관 협의회 구성 •

정 부 :	통상산업부, 과학기술처
전기사업자 :	한국전력공사(기술연구원)
국책연구소 :	한국전기(연), 한국에너지(연)(한국원자력연구소로 개칭), 한국기계(연), 한국화학(연), 한국동력자원(연)(한국에너지기술연구소와 한국자원연구소로 분리), 에너지경제(연), 한국과학기술(연)(한국과학기술원과 한국 과학기술연구원으로 분리), 한국전자통신(연), 한국표준(연)(한국표준과학연구원으로 개칭), 한국건설기술(연)
학 계 :	기초전력공동연구소
산 업 체 :	한국전력기술(주), 한국중공업(주), 현대중공업(주), 효성중공업(주)

※ 기술개발투자

우리나라 유일의 전력공급자이며 전력기술의 주 수요자인 한국전력공사의 기술개발투자실적과 분야별 투자비중을 일 본과 비교하면 아래 표 2-13, 표 2-14 와 같다.

① 국가차원의 종합적 전력기술개발정책의 취약

급격한 전력수요 증가와 사회적 여건의 다양한 변화에 대처하기 위한 여러 가지 정책대안이 제시되거나 검토되고 있으나 적극적인 기술개발을 통한 국가차원의 종합적인 대응 방안 수립면에서는 미흡하다.

② 기술개발 투자의 미흡

주로 전력설비의 운영, 보수 및 유지를 위한 기술개발 위주로 투자가 이루어져 왔으며 정부의 연구개발투자도 원자력 관련기술 이외의 일반 전력기술에는 체계적 연구투자가 미흡하다.

〈표 2-13〉 전력회사 기술투자비 비교

구 분	1986	1988	1989	발전설비 (백만 kW)
한국 전력 (억원)	363 (1.0)	822 (1.9)	973 (2.1)	21.0 (90.12 기준)
동경 전력 (억원)	470 (1.6)	642 (1.6)	655 (1.6)	43.3 (90.3 기준)

※ () 내는 매출액 대비 기술개발 투자비율(%)

〈표 2-14〉 한국전력공사 증장기 연구개발 투자계획

구 분	'89-'91	'92-'96	'97-2001	총 계
일반 전력	468(58.3)	1466(59.7)	2575(57.1)	4513(58.1)
원 자 력	266(33.1)	766(31.2)	1529(33.9)	2557(32.9)
에너지절약 및 신재생에너지	69(8.6)	223(9.1)	408(9.0)	700(9.0)
계	803(100)	2455(100)	4512(100)	7770(100)

※ () 내는 해당기간 중 총 투자비에 대한 비중

문제점 도출

③ 저시적 연구개발계획의 필요

환경규제 강화와 선진국 기술보호정책에 대비하는 2000년대 전력기술의 전략적인 개발에 대한 정책적인 추진이 필요하며, 기술선진국에서 실용화에 근접한 새로운 미래 전력기술에 대한 이용전략의 구체화가 미비한 상태이다.

④ 국가적 전력기술개발 공조체제 필요

전력부문 기술개발을 위한 산·학·연 관련기관간의 역할 분담과 협력체제가 한국전력공사에서 이루어진 바 있으나 연구개발 투자규모가 확대되는 추세에 따라 기능조정과 협력체제가 정리되어야 한다. 특히 한국전력공사는 국가의 전력기술개발에 준하여 전기사업을 직접 지원하기 위한 기술개발기능이 미흡하다.

‡ '94·'95년도 대한전기협회 전기분야 조사연구논문 ‡

전력기술은 전기공학, 화학공학, 기계공학, 재료공학, 전자 및 컴퓨터공학, 환경공학 등이 복합적으로 관련된 종합기술인데 강전기술 개념으로만 인식되고 있어 한국전력공사 이외의 출연연구소 및 대학에서의 연구개발은 매우 부진한 실정이다.

기술개발 추진전략

※ 중점과제의 도출

전력부문 기술개발을 위한 중점과제의 선정기준 및 전략은 다음과 같다.

전원개발, 송배전계통 운영, 전력품질향상 등을 위한 장기계획을 근거로 전력공급의 경제성 향상과 신뢰도 제고를 당면과제로 추진한다.

선진화, 국제화 시대의 부응하여 에너지의 이용효율을 제고시키고 환경문제를 해결할 수 있는 기술분야에 대한 연구개발을 추진한다.

국내여건, 필요성 및 기술수준 등을 고려하여 2006년까지 활용되는 기술분야에 대해 집중적으로 투자한다.

2010년 이후에 활용될 것으로 예상되는 새로운 기술에 대한 연구개발은 선별적으로 병행 추진한다.

국내에서 자체노력에 의한 기술개발이 필요한 분야와 외국기술의 도입이용이 필요한 분야를 구분하여 적정 배합함으로써 전력산업의 선진화와 경쟁력 제고에 도움이 되도록 한다.

전력기술개발을 위한 한국전력 내부의 연구능력 강화와 외부기관과의 균형을 유지하도록 한다.

특성화된 정부출연연구소의 전력기술 연구개발 기능을 강화하고 효율적인 산·학·연의 공조체제를 유지한다.

표 2-15는 현재 개발중인 전력기술을 예상되는 실용화시기에 따라, 표 2-16는 전략적 중점추진분야별로 대상기술들을 구분하고 있다.

〈표 2-15〉 전력기술의 실용화시기 예측

2000년까지 실용화가 완료될 것으로 예상되는 기술	<ul style="list-style-type: none"> · AFBC · FGD · 태양광발전 · 축전지 저장(전기자동차) · 배전자동화 · 차기초고압
2006년 경에 실용화될 것으로 예상되는 기술	<ul style="list-style-type: none"> · Advancd Coal Cleaning · PFBC · IGCC · Coal Conversion · Advanced Flue Gas Cleanup · 연료전지 (일부) · 개량경수로
2010년 이후 실용화될 것으로 예상되는 기술	<ul style="list-style-type: none"> · CO₂ 저감기술 · 연료전지(Advanced Form) · MHD발전 · 고속증식로 · 초전도 에너지저장 · 수소에너지

〈표 2-16〉 전략적 중점 추진분야별 대상기술

전력공급의 질적향상을 위한 기술	<ul style="list-style-type: none"> · 발전설비 수명 연장 기술 · 발전소 종합제어시스템 국산화(디지털 제어) · LNG가스터빈 복합발전 · 차기 초고압 송전(765kV) · 전력저장기술(양수발전 현대화, 전지저장)
새로운 서비스의 창출과 저렴한 전력공급을 위한 기술	<ul style="list-style-type: none"> · 배전자동화 및 지중화 기술 · 환경기술(대기 및 수질오염, 전자파장해, 인간 영향평가) · 절전형 전력기기 · 수용가 서비스기술(새로운 전기이용기술, 요금부과, 수용가 관리, 지역협력)
미래 전원의 개발을 위한 기술	<ul style="list-style-type: none"> · 차세대 원자로 · 연료전지 발전(분산형 열병합발전용) · 석탄가스화 복합발전(IGCC) · 태양광 발전(도서지역 또는 개인주택용) · CO₂ 저감기술 · 초전도 저장 · MHD 발전