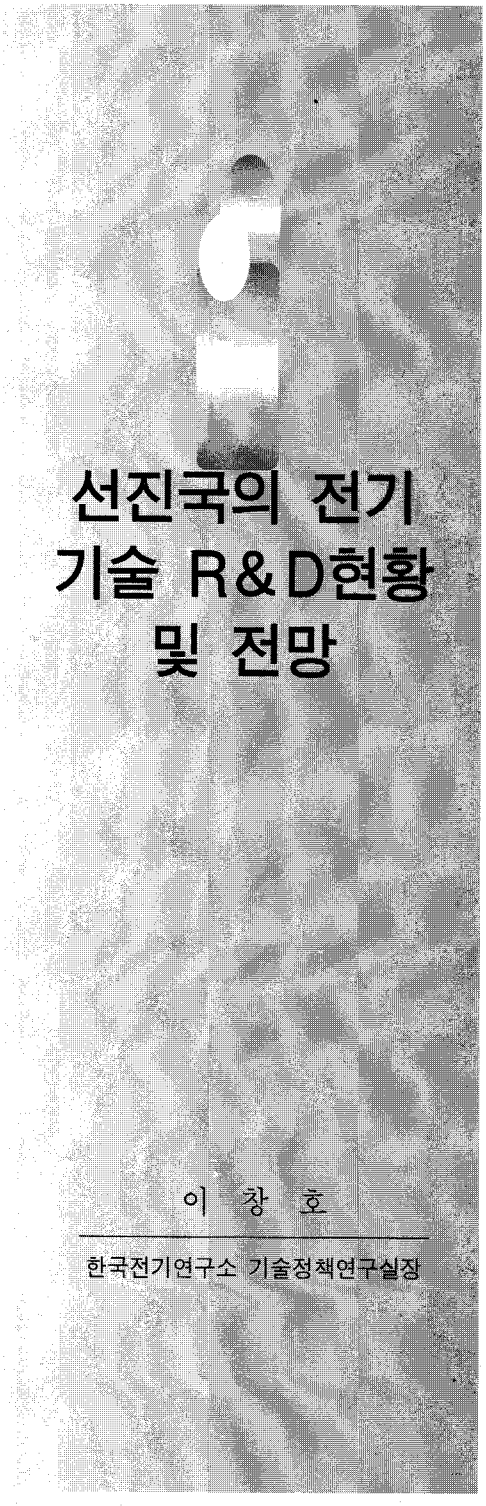

선진국의 전기 기술 R&D현황 및 전망

이 창 호

한국전기연구소 기술정책연구실장

1. 머리말

WTO 체제의 출현과 더불어 국가간의 기술개발 경쟁이 점차 치열해지고 있으며, 이와 아울러 선진국의 기술보호주의가 심화되고 있어, 앞으로 NICs 등 신흥산업국가나 후발 개도국이 지속적인 경제성장과 국가발전을 이룩하기 위해서는 기반요소기술의 자립과 전략적 특화기술의 독자적 개발이 필요 불가결하게 되었다. 특히, 최근에 IMF체제와 더불어 기술개발의 중요성이 더욱더 강조되고 있으며, 따라서 이제 기술개발은 국가 생존권 확보를 위한 최상위 목표로 간주됨과 동시에 국가경쟁력에 있어 가장 중요한 요소로 인식되고 있다.

우리 나라는 아직까지 기술수요조사·평가, 중장기적 기술개발 전략 등 연구개발 수행체제나 R&D 시스템이 확립되지 않고 있으며, 이로 인해 R&D 자원의 효율적인 배분과 R&D 성과의 극대화가 미흡한 실정이다. 전기기술에 있어서도 체계적인 기술수요 분석이나 개발전략의 부재로 인해 국내외적으로 급격히 변동하고 있는 전력산업 및 전기기술의 산업적·기술적 측면에서의 제반 요인들이 R&D 방향이나 목표 설정에 충분히 반영되지 못하고 있는 실정이라 하겠다.

본고에서는 선진국을 중심으로 전기기술분야의 국내외 기술현황 및 동향을 살펴보고, 나아가 우리의 기술수준을 가늠해 봄으로써, 향후 전기기술의 개발방향과 전략수립에 활용할 수 있도록 하고자 한다.

2. 세계 전기기술 동향

최근 선진국의 전기기술의 개발 방향을 보면, 장기적으로는 전력설비와 에너지원의 확보, 품질과 서비스의 향상, 비용절감과 환경문제의 해결에 목표를 두고 있으며, 단기적으로는 경제적 효율성과 사회적 요구에 따라 신축적으로 대응하고 있다.

한편, 기술적 흐름으로는 첨단기술의 활용이 두드러져 컴퓨터, 전력전자기술의 응용, 신소재를 이용한 새로운 기기의 개발 및 신기술을 이용한 발전, 송전 및 전력저장 기술의 고도화가 급격히 이루어지고 있으며, 아울러 전력기기와 시스템 운영에 있어서의 대용량화·고효율화·소형화·자동화 추세가 지속되고 있다.

선진국에서는 미래의 에너지 문제에 대비하기 위한 신에너지원 개발, 신발전기술 개발, FACTS와 같은 새로운 전력시스템 기술개발이 활발하고, 환경보전에 대한 관심이 고조되고 있으며, 아울러 전력의 효율적인 사용, 에너지의 절약 및 수요관리(DSM) 기술개발이 최근 크게 강조되고 있다. 또한 전력기기 분야에서는 ABB, Siemens, 도시바, 히타치 등 다국적 거대기업의 세계시장 과점현상이 두드러지며, WTO체제 출범과 더불어 개도국의 시장 점유율도 점차 높아져 가고 있어 국제경쟁력 확보를 위한 국가간, 기업간 기술개발 경쟁 또한 치열하다.

전기기술의 일반적인 기술동향을 요약하면 다음과 같다.

- 급격히 발전하고 있는 컴퓨터, 전자, 신소재기술 등을 기존의 전력기술과 결합시킴으로써 기술의 고부가가치화가 이루어지고 있으며, 전력기기와 시스템에 있어서의 대용량, 고효율, 소형화, 자동화 추이를 보이고 있음
- 발전, 시스템운용, 전기이용 등 전기기술의 각 분야에서 새로운 기술이 등장하고 있으며, 세계 각국은 첨단기술과 결합된 신기술 개발에 정부와 기업이 공동으로 대응하는 추세임
- 앞으로 급격하게 확대될 개도국 중심의 발전설비 및 송배전 전력기기 시장 확보를 목표로 대기업간의 기업합병, 기술개발과 생산코스트 저감을 위한 전략적 제휴 등 국제경쟁력 향상과 시장 확보를 위한 경쟁이 치열해지고 있음
- 전력공급분야에서 선진국의 연구개발 방향은 장기적으로 전력설비와 에너지원의 확보, 품질과 서비스의 향상, 비용절감과 환경문제의 해결에 목표를 두고 있으며, 단기적으로는 경제적 기여와 사회적 요구의 중요도에 따라 신축적으로 대응함
- 발전분야에서는 화석연료의 고갈에 대비한 신 발전기술이 본격적으로 연구되고 있으며, 특히 연료전지와 고속증식로(FBR), 석탄가스화 복합발전, 핵융합발전, MHD발전, 초전도발전 등 미래 발전기술개발이 활발히 추진중임
- 전력수송분야에서는 지속적인 전력수요 증가로 인해 대전력수송과 전력저장기술의 필요성이 증대됨에 따라 UHV급 직·교류송전, 초전도송전, 전력저장, FACTS, 초고압 GIS, 초고압대용량 가스변압기 개발 등에 관한 연구가 수행되고 있음
- 전력이용분야에서는 히트펌프, 레이저·플라즈마 이용기술 등 신 전기이용기술과 저손실·고효율모터, 에너지절약형 가전기기, 인텔리전트빌딩, 전전화주택 등 에너지이용합리화기술 그리고 전기자동차, 고속전철, 자기부상열차 등 전기교통기술에 대한 실용화연구가 진행중임
- 대체로 선진국의 전력분야 기술개발은 전기에너지를 저렴하고 안정적으로 공급하기 위한 공급기술의 개발과 기존기술의 첨단화, 시스템화 추세에 따른 관련 기기 및 시스템의 운용연구 그리고, 전력생산, 수송 및 저장, 이용분야에서 새롭게 대두되고 있는 신기술 개발에 주력하고 있음.

3. 국내 기술개발 현황 및 동향

우리 나라의 전기기술 수준은 그 동안 괄목할 만한 발전이 있었으나 아직도 여러 분야에서 선진국에 비해 낙후되어 있다. 즉, 선진기술이나 Know-how를 도입하여 국내에 적용하거나 플랜트의 건설·운용기술은 상당한 진보가 이루어졌으나, 기반기술이나 설계·제작 등의 핵심기술은 아직도 초보단계로 기술의 대외의존도가 높은 편이다.

향후 우리 나라의 전기기술 개발은 전력산업분야에 있어서는 전력설비 운용기술의 향상과 전력설비 설계·제작기술의 자체 기술력 확보 그리고, 전력분야의 신기술 개발을 통한 전력기술의 자립과 전기품질의 향상 및 생산성 제고를 목표로 추진될 것으로 보이며, 이와 더불어 에너지절약 및 합리적 이용기술의 개발이 추진되고 있다.

한편, 전기공업분야에 있어서는 낙후된 기반기술을 자립하고 21세기 국제경쟁력 확보를 위한 범국가적 기술

개발의 일환으로 생산기술에 초점이 맞추어지고 있으며, 앞으로 이 분야의 기술개발은 주로 소재·부품의 국산화 자립을 위한 원천 요소기술개발과 신제품 개발 및 성능 향상을 위한 고부가가치 첨단기술개발이 지속적으로 추진될 전망이다.

이를 보다 구체적으로 살펴보면, 발전기술은 고효율 가스터빈과 석탄가스화 복합발전, 연료전지발전 등을 주축으로 기존의 발전방식을 개선하기 위해 신 발전방식에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 태양광발전, 풍력발전 등 신·재생에너지 발전분야도 주목받고 있다. 주요 기술개발과제로는 화력발전설비의 설계·제작·부품·재료 등 국산화 기술개발, 전지설비 운용·제어 및 자동화 설비 국산화기술개발, 화력발전 공해방출 저감 및 비용절감기술개발, 수명진단·연장·평가기술의 개발, 고효율 가스터빈 및 석탄가스화복합발전 기술개발 등이 개발 또는 진행중이다.

전력시스템기술은 앞으로의 전력수요증가에 대비하기 위하여 765kV 송전선로가 건설중이며, "한국형 배전자동화시스템(KODAS)"이 개발되어 실증시험단계에 있다. 또한, 최근 전력전자기술의 발달로 전력계통 고속제어를 실현하는 유연송전시스템(FACTS) 기술과 동북아 전력계통연계를 위한 HVDC 송전기술에 대한 초기연구가 진행중이며, 이밖에도 초전도소재를 이용한 케이블 및 에너지저장장치 등의 연구가 활발히 진행중이다.

전력전자기술은 전력용 반도체소자를 이용하는 전력기기로부터 전기집진기, 전원장치, 고효율충전기, 소형전원장치, HVAC 설비 등 산업 및 가전기기 나아가 우주항공기술분야에 이르기까지 응용범위가 확대되고 있다. VVVF 인버터, UPS, 고효율 고주파 정류기류, DC/DC 컨버터, 유도가열장치 충전기 등이 현재 상품화 단계이며, 전력계통, 산업용 플랜트의 제어, 고속전철 및 자기부상열차 제어 등 분산 및 신 제어기술과 전자파에 따른 EMI·EMC 대책 및 Noise Filter 기기 등에 관한 기술개발이 진행되고 있다.

전기기기 개발에는 선형전동기, SF_6 가스절연 변압기, 무접점 차단기, 초전도기술을 이용한 케이블, 발전기, 변압기 등 첨단기기의 연구개발이 추진중에 있으며, 최근에는 플라즈마·레이저 등 응용물리의 신기술과 전력전자기술의 접목을 통해 환경분야, 핵공학, 군사과학, 소재표면처리분야 등 새로운 영역을 구축해 나가고 있다. 또한, 각종 기능이 향상된 소재 및 부품개발과 더불어 고기능, 고효율 기기에 이용되는 신소재를 이용한 저손실 변압기의 코어, 고효율 내열전선, 연료전지, 전력용 반도체, 고분자 애자 및 피뢰기 등의 분야에서 기술개발이 진행되고 있다.

한편, 최근 각광을 받고 있는 환경기술에서는 펄스 코로나, 무성방전, 전자빔 등 플라즈마기술을 이용한 배연탈황탈질, 다이옥신 제거, 휘발성 유기물질(VOC) 제거기술 개발과 엑시머 UV lamp, 무성방전, 전자빔 등을 이용한 오존생성 등 방전화학 기술, 그리고 열 플라즈마에 의한 폐기물 응용 유리화 처리기술의 응용이 활발히 시도되고 있다.

4. 주요 선진국의 개발 현황 및 전망

가. 미국

미국은 에너지절약을 위한 DSM기술과 미래 에너지공급의 안정성 확보기술 및 환경보호기술을 중점적으로 개발하고 있다. 특히, 연방정부의 재정지원 아래 Clean Coal 기술, 재생에너지 및 폐에너지 활용기술, 신 송배전 및 저장기술, 고효율 전기기기, 에너지 절약기술 등에 대한 투자가 확대되고 있으며, 최근에는 FACTS기술, 핵융합기술, 폐기물 발생 저감기술, 전력융통기술 등이 개발 및 일부 실용화중에 있다.

(1) 에너지 효율향상과 전력이용의 합리화

- 연방정부의 지원아래 환경보전기술, Clean Coal Technology, 재생·폐에너지 활용, 신 송배전 및 저장기술, 고효율 기기, 에너지절약기술 등에 투자

확대
- 전력용 반도체를 이용한 신 송전기술인 FACTS 기술개발의 주도적 열할
- 주거용 전기기기의 Cost 절감 및 성능향상, 고효율 조명기구, 상업용 빌딩의 전력이용 효율성 제고, 고효율 가전기기의 성능향상 기술개발이 활발
- 산업용 전력이용의 효율성 및 연료의 유연성 제고를 위한 기술개발, 폐에너지 감소 및 이용기술, 산업체 공정개선, 에너지비용 절감기술의 개발
- 교통시스템의 전력이용 효율화와 환경보호를 위하여 전기자동차 기술개발, 새로운 도로·항공·해상 교통시스템에 대한 기술개발 추진

(2) 미래 에너지공급의 안정성 확보
- 환경문제를 발생하지 않는 수력발전을 장려하고 관련 기술개발 확대
- 태양광, 풍력, 바이오매스, 지열발전기술과 고체폐기물의 에너지변환기술 개발, 빌딩에서의 직접가열, 냉방, 조명을 위한 재생에너지 이용기술 개발이 활발
- 2025년경 운전시험, 2040년경 상용운전을 목표로 기술적, 경제적으로 신뢰성 있는 에너지원으로서 핵융합기술에 대한 연구개발 추진

(3) 환경의 질적 향상
- 공해물질 방출을 감소시키기 위하여 에너지효율을 높이고 에너지수요를 줄이는 기술개발을 전략적으로 추진
- 국가 대기환경기준(CO_2 및 오존)의 유지, 산성비문제 저감, 수질의 보호와 개선, 효율적인 폐기물 관리 및 에너지 관련 폐기물 발생 저감기술개발 진행

나. 일 본

일본은 에너지이용의 합리화와 신 발전기술개발에 중점을 두고 있으며, 특히 히트펌프기술, 연료전지 등을 활용한 열병합 발전기술과 IGCC 기술개발에 박차를 가하고 있다. 아울러 안정적인 공급력 확보를 위한 계통연계기술, 광역운영의 확대 및 전력공급의 신뢰성 기술 개발에도 역점을 기울이고 있다.

(1) 에너지 이용의 효율화
- 히트펌프기술과 해수, 하천수, 하수 등의 온도차를 이용한 기술, 발전소 배열, 도시폐열(지하철 등) 등 미이용 에너지의 질적, 양적 활용기술 개발 추진
- 고성능 히트펌프를 이용한 급탕기, 에어컨 등을 사용하는 주택 및 빌딩의 건물내 종합적인 에너지 이용의 효율화 추진
- 센서와 인공지능을 이용한 조명점·소등시스템, 공기조화설비의 종합제어 등 에너지소비의 자동시스템화 추진을 통한 주택, 빌딩의 에너지 이용효율 향상
- 연료전지 등을 활용한 열병합 시스템기술 개발 추진
- 인버터형 형광등 등과 같은 에너지 절약형 민생용기기의 보급 및 개발 촉진

(2) 신 발전기술 및 전력기기 기술 개발
- 태양광, 수력, 지열, 풍력 등의 재생에너지기술, 연료전지에 대한 저비용화·고효율화·고신뢰화·대형화기술과 IGCC, 가압유동상 연소복합사이클 발전 등 신 발전기술 개발이 활발
- 히타치, 도시바 등 대기업을 중심으로 발전 및 전력수송용 전력기기의 수출과 국제경쟁력 유지를 위한 고부가가치형 신기술 개발과 원가절감에 박차
- 수요증가에 대처하기 위하여, 수용가 Needs에 대비한 전력의 부하집중 제어기술의 개발 및 축열조, 온수기, 가스냉방기 등 부하관리용 기기개발 촉진
- 안정적인 전력공급을 확보하기 위해 계통연계의 강화, 광역운영의 확대 및 전력공급의 신뢰성 기술개발에 노력

향후 일본의 전기사업은 지속적인 비용절감, 특히 부하율 개선에 의한 경영효율화가 중요한 과제이며, 기술개발에 있어서도 이러한 최우선 과제를 고려함과 동시에 에너지 안전의 확보와 지구온난화 등 환경문제에의 대응 등에 초점을 맞추고 있다.

표 1, 표 2는 일본의 주요기술전망과 연구전망을 정리한 것이다.

다. 유 럽

유럽에서는 신 발전기술, 첨단 전력기기 개발 및 국가간 계통연계 기술개발에 중점을 두고 있다. 특히 WTO 체제의 출범에 따른 전력기기 시장의 확대 전략에 따라 전략적 품목에 대한 고부가가치화에 치중하고 있으며, 아울러 고효율화에 의한 에너지절약기술개발이 활발하게 추진되고 있다.

(1) 신 발전기술, 전력기기 기술 개발 활발

- 대부분의 유럽국가는 에너지 수입국으로 화석연료를 대체하는 발전기술 개발이 활발하고, 풍력발전 등 대체에너지 발전에 대한 연구가 계속되고 있으나, 대용량화 가능성은 크지 않음
- ABB, 지멘스 등을 중심으로 한 전력기기 산업은 높은 세계시장 점유율을 보이고 있으며, 현재 WTO체제 하에서 기존시장의 유지와 우리 나라를 비롯 개도국의 신규시장 개척을 위하여 대규모 다국적 기업화, 신기술 개발, 생산 코스트 저감을 통한 국제경쟁력 유지에 주력

(2) 국가간 계통연계

- 유럽의 전력계통은 AC 400kV 송전망을 근간으로 연계되어 있으며, 이와 함께 직류송전이 연계의 주요수단으로 사용되고 있어, 계통운용 및 제어기술 개발에 대한 연구가 활발함

(3) 전력이용 합리화

- 고효율화에 의한 에너지 절약 노력이 기술개발에 의해 진행되고 있으며 특히 환경과 조화되는 전기이용기술개발이 활발함

유럽국가 중 대표적인 전력산업국인 프랑스는 국영전력회사인 EDF가 중심이 되어 기술개발을 주도하고 있으며, ① 전력생산과 미래를 위한 계획, ② 환경문제와의 결합, ③ 송배전 문제의 해결, ④ 전기이용의 경제성 제고, ⑤ 컴퓨터를 활용한 설계-전산화-모델링 등 5개의 목표를 설정하고 활발한 연구가 추진되고 있다. 이를 기술분야별로 정리하면 표 3과 같다.

〈표 1〉 일본의 주요기술 전망

구 분	기술과제의 개발목표(기술적 확립시기)		
	2000년 이전	2000~2010년	2010년 이후
1. 비용절감 대책기술	· 절연설계합리화 · 내진설계합리화 · 무정전공법 · 설비진단기술 · 수명평가/수명연장기술		
2. 전력저장 기술	· 신형전지 · 압축공기저장가스타입	· 소규모 SMES (초전도에너지저장)	· 중규모 SMES (고온초전도 플라이휠)
3. 전력의 고도 이용기술	· 히트펌프 · 축열기술 · 전기자동차 · 전기가열 · 건조기술 · 농림수산분야의 이용기술 · DSM 기술 · 축전이용기기 · 시스템	· 미래형 주택	
4. 석탄이용기술	· 가압유동보일러 복합발전 · 초임계압기술(USC)	· 석탄가스화복합발전	
5. 환경관련기술	· 석탄탄폐기물 유효이용	· CO_2 회수 · 고정 · 저장기술	
6. 신에너지 발전기술	· 태양광발전 · 풍력발전	· 바이너리 사이클발전 · 고온암체 발전	· 우주발전 · 마그마발전
7. 에너지유효 이용기술	· 연료전지발전 (대규모 인산염) · 열병합발전	· 연료전지발전 (용융탄산염형)	· 연료전지발전 (고체전해질형) · 수소에너지
8. 전력계통기술	· 고성능교류직류변환기	· 교류고전압 · 대전류 송전 · 직류다단자기술	· 유뢰기술
9. 고도정보화 대응기술	· 고객정보서비스 (자동검침, 부하관리) · 광역대 ISDN	· 영상신호압축 · 광통신(광 Soliton송전) · 광직접교환	
10. 첨단기술		· 초전도발전기 · 아몰퍼스 재료 · 파인세라믹스재료	· 고온초전도케이블 · 초전도변압기

〈표 2〉 기술개발과제의 연구방향

구 분		구성기술	연 구 내 용
1. 비용절감 대책기술		설계합리화	설비·구조물의 내진설계, 전체 수리실험에 의한 설비설계의 합리화
		설비진단 및 수명 연장기술	화력기기의 잔여수명평가기법에 기초한 수명연장기술 CV케이블 노화 등 설비 진단기술의 개발
		공법합리화	배전선무정전공법의 연구개발
2. 전력저장기술		신형전지전력저장기술	신형전지의 실증연구 및 시스템의 운전 연구
		기타전지저장기술	100kWh급 SMES의 요소기술개발, 초전도플라이휠의 요소 기술개발
3. 전력의 고도 이용기술		Amenity 대응기술	주택전화 최적시스템연구, 빌딩인텔리전트 대응기술개발
		전기가열·건조기술	원적외선 가열, 플라즈마기술, 유도가열기술응용
		농수산업 이용기술	시설원예, 야채생산, 수산양식 등의 분야에 대한 이용확대와 실용화 연구
		히트펌프기술 등	Super Heat 펌프의 실증연구, 미래이용에너지의 유효이용 기술연구
		고객지향기술	주택용 축열에 관한 연구 등
		전기자동차	부하평준화를 위한 전지충전방법의 전지수명향상책 검토
4. 석탄이용기술		석탄가스화 복합발전	분류상석탄가스화발전기술
		가압유동상 복합발전	가압유동상 보일러연소 복합발전기술개발
		초임계압발전기술	초임계압 보일러발전기술
		석탄탄·슬래그 이용	석탄이용을 수반하는 석탄탄·슬래그의 유효이용기술
5. 환경관련기술		CO_2 대책기술	CO_2 회수·고정·처분에 관한 기술개발
		산성비	산성비의 실태, 영향파악, 메커니즘 설명
6. 신 에너지 발전기술		태양광발전시스템	시행적 도입(수kW~수10kW급)에 따른 운전연구
		풍력발전시스템	시행적 도입(10~수100kW급)에 따른 운전연구
		지열발전	바이너리사이클발전, 고온암체발전 등
7. 에너지 유효이용기술	연료전지발전	인산형	50~200kW급 소용량기의 운전평가, 5MW기 등 대용량기의 실증연구
		용융탄산염형	1MW급 Pilot플랜트의 개발, 요소기술개발 등
		고체전해질형 등	기초적인 연구, 운전시험에 따른 기술축적
	기타발전기술	메탄올개질가스터빈	국내정보파악, 상용규모의 실증시험 검토
		회가스사이클 직접발전	기초연구의 정보파악, 비용절감가능성 조사연구
		수소연소터빈발전	수소이용전체시스템의 경제성검토, 수용연소터빈 발전요소기술개발
		폐기물발전	폐기물발전건설 자치단체의 순수기술적 지원 및 잉여전력의 안정성평가
8. 계통기술		연계강화기술	교류고전압·대전류 송전·직류 다단자송전, 고성능 교직변환기 등의 개발
9. 고도정보화 대응기술		고객지향정보네트워크	정보네트워크기기의 표준화, 실증기기의 시작연구
		차세대전력통신망	전력통신망 단말계, 망의 운용관리방법에 관한 사양 및 방식의 통일화
		차세대제어용 S/W	전력공동에의 API통신규약세분의 패키지 제작, 실증시험
10. 첨단기술		초전도기술	70MW급 초전도발전기 제작과 시험연구, 고온초전도재료의 선재화기술연구
		신소재	아몰퍼스, 파인세라믹스 등에 관한 조사연구
		생명공학	생명공학의 전력응용조사 등

〈표 3〉 프랑스의 중점추진 연구개발동향

구 분	용 도	내 용
전력연구 및 응용	주거지역	· 지능형 주택(Intelligent House) · 편리한 환경(공기조화 및 난방)
	전력공급 지역	· 청정공기 · 엔지니어링 관리 시스템
	산업체	· 신공정
	운 송	· 개인용 전기자동차 · 대중운송 전기차량
환 경	발전시스템 및 환경	· 재생에너지
	신전기 이용	· 고전압선로 신설 · 전력송배전네트워크용 소프트웨어
	전기응용	· 전기운송시스템
	수용가	· 전기수요충족
발 전	원자력 플랜트의 안정성 보장	· 보수유지의 개선 · 설비노화 추적
	차세대 원자력플랜트 개발	· 유럽형 중수로 개발
	원자폐기물 관리	· 폐기물 관리
	전력생산 및 환경보호	· 청정화력발전 (Fluzed Bed Combustion) · 재생에너지
	에너지원의 다양화 및 최적화	· 열병합발전 · 연료전지
송배전	생산과 소비 조화를 위한 소프트웨어 개발	· 발전 최적화 : COCKPIT · 예측 패키지 : PRELUDE
	전력공급품질 예측	· 소프트웨어 개발(PRAO, FIDELE)
	기존송전네트워크 개선	· 전력전자 : 디지털 시뮬레이션 · 가공선로의 신도체
	송전계통 운전시뮬레이션	· 유럽형

5. 선진국과의 기술수준 비교 및 평가

가. 기술수준 비교

우리 나라의 전기기술은 전력설비 운용 및 기기 제작 기술에 있어서는 선진국 수준에 거의 근접하나, 핵심기술인 설계, 핵심부품·소재, 자동화기술이 미 확보된 상태로 선진국 기술을 도입, 소화, 흡수하는 단계이다. 또한, 신형 발전설비 기술이나 환경관련 기술도 선진국과 상당한 격차를 나타내고 있으며, 대용량전력변환기술, 계통제어기술의 기반확립을 위한 기초연구가 필요한 실정이다. 우리와 선진국의 기술수준을 주요 기술별로 비교 정리하면 표 4와 같다.

나. 기술수준 평가

우리 나라의 전기기술 R&D 경쟁력은 선진국에 비해 전반적으로 열위에 있으며, 이중에서도 설계, 해석, 소재·부품 등 핵심요소기술과 신기술분야의 격차가 크다. 반면, 제작, 조립 등 범용기술과 범용기기 개발 및 전력기술분야에 있어서는 상대적으로 선진국과의 기술격차는 크지 않다.

표 5는 기술분야별 세부기술수준을 선진국과 비교하여 등급을 매긴 것으로 일부 송변전 기술분야를 제외하고는 대체적으로 선진국에 비해 개발 초기단계 또는 기초·응용연구 단계 수준으로 낙후되어 있음을 볼 수 있다. 특히, 환경보전기술, 초고압기기기술, 자동화 및 전자응용기술, 신 에너지 및 에너지저장기술 등 첨단기술에 있어서의 격차가 두드러지게 나타나고 있다.

6. 맺음말

지금까지 선진국의 기술개발 현황 및 동향을 중심으로 전기기술의 흐름을 살펴보았으며, 이와 아울러 우리의 기술개발 동향과 선진국과의 수준비교 및 나름대로의 평가를 덧붙여 보았다. 전술한 바와 같이 전기기술은 한편으로는 산업활동과 국민생활이 필수적인 기반기술로, 또 다른 한편으로는 에너지, 환경 등 인류의 미래문제 해결과 신 산업창출을 위한 첨단기술로서 선진각국이 앞을 다투어 기술개발에 노력을 기울이고 있다. 우리도 국가적 목표인 21세기 기술선진국에 진입하기 위해서는 기술의 파급효과가 클 뿐만 아니라, 첨단기술과의 융합화를 통해 이용분야가 날로 확대 되고 있는 전기기술을 새롭게 인식할 필요가 있으며, 정부, 산·학·연 등 범국가적인 R&D 자원의 결집과 지속적인 기술개발에 보다 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

〈표 4〉 주요 기술분야별 국내외 기술 수준

분 야	선 진 국	국 내
발전설비기술	· 1,000MW급 초초임계압용 터빈로터 실증시험중 · 1,500℃용 가스터빈 개발중 · Ceramic가스터빈 개발중 · 전력설비 설계 제어 제작기술 자립 · 발전기용 디지털 제어시스템 상용화	· 500MW급 복합화력설비 개발중(기술제휴) · 발전설비 제작기술 부분적 확보 · 자체 설계능력 및 핵심기술 취약 · 아날로그형 소용량 발전설비 제어장치 개발
발전운용기술	· 고장진단, 손상해석시스템 개발중 · 정밀, 전산화, 자동화 진단기술 확보 · 대형 회전기 진단시스템개발 및 고도화 진행중 · 설비수명 예측 및 장수명화 기술 개발 · 발전설비 신소재 개발	· 기존운용기술 상당축적 · 신기술은 전반적으로 낙후, 해외기술 모방단계 · 전력설비 진단기준 정립추진 단계 · 전력설비 현장적용 및 신뢰성확보 미진 · 소재기술, S/W기술 등 핵심기술 취약
환경보전기술	· 분진, SOx, NOx 물질의 방지설비 개발 완료 및 실용화 · CO_2배출 저감을 위한 설비 효율향상 · 폐기물 재활용 및 무해 처리기술 개발	· 방지설비 설치 기술수준은 초보단계 · 외국에서 개발된 예측모델 적용단계 · 석탄회, 온배수 이용초기 단계
전력계통 계획 및 운용기술	· 계통해석 및 제어분야 원천기술 확보 · FACTS 기술개발 진행 · 실시간 제어기술 연구중	· 345kV급 계통기술 축적 · EMS도입 운용단계 · FACTS 연구추진 단계
송변전기술	· 대전력 수송기술 실용화 -AC 1,150kV 상업운전 -DC 750kV 상업운전 · 설비운전 자동화 · 송배전용기기 세계 석권 · 550kV 63kA 1점절 GIS/GCB 상용화 · 차단기/개폐기 등 기기 원천기술 확보 · 전력기기 Soft화 진행	· 345kV급 운전기술 축적 · 765kV 송전 사업추진중 · SCADA 도입 운전중 · 제주도 직류연계 추진중 · 기기/기자재 품질 취약 · 362kV 40kA GCB 개발 · 800kV 40kA GCB 개발중 · 765kV 변압기 개발
배전기술	· 고신뢰도 배전계통 운전 · 배전자동화 시스템 상업운전중 · 자동화 첨단기술개발중 · 배전용 기자재기술 확보	· 운전기술 상당 확보 · KODAS 실증연구 단계 · 전력품질 선진국 수준 미달 · 기자재 품질수준 낮음
정보통신기술	· ISDN 상용화 · 20~40G급 광전송장치개발 · 전력용 IDN 구축 운용	· ISDN 개발 진행중 · 2.5G급 광전송장치 개발 · 전력용 광 CT, PT 개발 진행중
전력수급 계획기술	· IRP 실용화 및 적용 · DSM 실용화 단계 · Real-time 처리단계	· WASP, EGEAS 활용 · IRP/DSM 도입 추진단계 · 수요예측 정확성 취약
전력저장기술	· MW급 BESS 개발 · EV용 신형전지 개발진행 · Li 2차전지 등 신형전지개발 활발	· 소규모 전력저장 시스템 Prototype 제작 · 외국기술 모방단계 · 기초연구 및 요소기술연구 착수단계
전력이용기술	· 전력전자 첨단기술의 응용 및 상용화 -FA, OA가 결합된 CIM화 -Microwave 응용 · 저손실 코어소재 개발 · 대용량(MW급) 변환기술 확보 · 첨단 Motor/Drive 개발 · 고속전철 기술 상용화 · 전기자동차 실용화 단계	· 전기기기부문의 전력전자기술응용 취약 · 10(w/in^3)급 전원장치 기술개발 진행 · 선진국 기술 모방단계 · 저압 전력변환장치 개발 · 수십 kW급의 유도기 제작 및 구동기술 · 선진국 기술도입 및 시장 개척단계 · 전기자동차 시제품 개발 단계
연료전지기술	· 연료전지 실용화 단계(10MW급 PAFC)	· 기초연구 및 요소기술연구 착수단계
초전도기술	· 저온초전도자석 및 부품 일부 사용단계 · 고온 초전도 재료기술은 기초연구단계	· 실험실적 응용연구 단계 · 특성규명을 위한 요소기술연구 단계

〈표 5〉 분야별 기술수준 비교

기술분야		주요세부기술		기술수준	
				선진국	한국
전력생산 분야	발전설비 기술	신형발전설비기술(차세대 복합발전 등)		B	C
		발전기기 설계기술(주기기, 보조기기)		A	C
		발전기기 제작기술(주기기, 보조기기)		A	B
	발전운용 기술	정비기술		A	A, B
		설비 장수명화기술		A	B
		성능개선/연소관리기술		A	B
		제어설비 고도화기술		B	C
	환경보전기술	대기오염 방지기술		A	C
		수질오염 방지기술		A	C
		환경관리기술		A	C
	입지·건설 기술	입지환경기술		A	B
		구조기술		A	B
		건설재료/시공관리기술		A	B
	전력수급계획기술	수요예측/관리기술		A	B
		전력수급 최적화기술(IRP 등)		B	C
전력수송 분야	계통계획 및 운용기술	계통계획기술		A	B
		계통운용/제어기술		A	B
		계통보호기술		A	B
		신 전력계통기술(FACTS 기술)		C	D
	송변전기술	송전운용기술		A	A, B
		변전운용기술		A	A, B
		송변전 기기기술	초고압 변압기 등	A	B
			초고압 GIS 등	A	C
			초고압기기 부품·재료	A	C
	배전기술	배전운용기술		A	A, B
		지중배전기술		A	B
		배전시스템(자동화 등) 및 기자재기술		B	C
	정보통신기술	전력정보통신기술		A	C
		자동화기술(인공지능, 로봇이용 등)		B	D
		전자응용기술(광전자 응용 등)		A	C
전력이용 및 신에너지 분야	전력이용기술	BESS기술		B	C
		신형 2차전지기술		B	D
		전기자동차기술		B	C
		아몰퍼스 기기기술		B	D
		고효율 전동기기술		A	C
		고효율 전력변환기술		A	C
		고효율 조명기기기술		A	C
		에너지절약형 재료기술		A	C
	신에너지기술	신 발전기술(연료전지 등)		B	D
		초전도기술		B	D

범례) A : 실용화 및 성능개선 단계(90~100%)　　B : 개발 후기 단계(70~90%)
C : 개발 초기 단계(30~70%)　　D : 기초/응용연구 단계(0~30%)