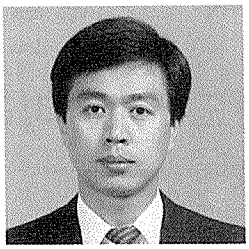
일본의 전기공업 현황



韓國電氣研究所
技術支援室
黃 啓 泳

Ⅰ. 중전기공업

1. 개 요

일본의 중전기공업은 1세기에 달하는 역사를 가지고 있다. 초창기 중전기기 기술의 선행을 위하여 구미 선진국으로 부터의 기술을 도입하였으나 세계1차대전을 계기로 선진국으로 부터의 중요제품의 수입이 어려워지게 되었다. 그러나 이와는 반대로 일본 전기업계는 대형기기의 국산화, 기존업체들의 설비확장, 신규업자의 참여, 제조기술의 진보를 가져왔다.

이후 세계 제2차대전을 통한 전쟁의 피해로 기존 설비가 완전히 파괴됨에 따라 신기술의 적극적인 도입으로 기술수준은 급속도로 높아졌으며, 급격한 수요의 증가는 생산자의 생산성과 품질향상을 가져왔다.

특히 1960년대의 1, 2차 석유파동을 계기로 이후 에너지 절약형 기기 및 고부가가치 제품의 기술개발이 이루어졌다.

1988년 후반부터 장기 호황국면을 맞이한 중전업계는 고도화, 성력화를 중심으로 민간투자가 활발하게 이루어지고 수주가 증대되어 CIM, FA관련기기 등 공장에서 필요한 전기제품과 인텔리젼트 빌딩을 시작으로 엘리베이터 및 각종 제어기기의 수주가 신장

하고 인버터 및 Program Full Control(PC), 마이컴 제어기기가 신장하였다.

최근 10년간의 중전기기 생산은 년평균 6%의 꾸준한 성장을 나타냈으나, 컴퓨터 및 반도체 등 전자기기의 성장이 급속도로 확장됨에 따라 중전기기산업의 신장이 1977년도 19.9%에서 1989년도에는 12.8%로 감소하였다.

그러나 이후 매년 2~3%의 성장을 보인 결과 1989년도 3조 6,069억엔의 중전기 생산액 실적이 2010년도에는 최소한 5조 7,450억엔으로 예상되어 안정적인 성장을 전망하고 있다.

2. 생산 동향

1991년도의 중전기기 생산액은 4조 7,308억엔으로 전년대비 7.6%의 성장율을 보였다. 기종별로 보면 보일러 및 원동기는 전년도에 비하여 10.8%의 증가를 보였는데, 이중 증기터빈 발전기의 증가가 현저하였으며 일반 보일러 및 가스터빈, 수력터빈은 1990년도 하반기에 생산이 집중되었기 때문에 감소된 것으로 나타났다.

회전기기는 전력사업의 높은 설비투자 수요에 의거 교류발전기의 신장이 26%로 대단히 많은 성장율을 보였으며, 소형전동기는 자동차공업의 판매 부진과 비디오카메라 및 VTR의 수요감소로 전년대비 대폭 감소되었다.

정지기기는 전년대비 13.5% 증가한 9,655억엔의 실적을 올려, 가장 많은 신장율을 올렸다. 즉 변압기, 전력변환장치, 콘덴서의 경우 각각 전력회사의 신증설투자, 민간설비투자 및 정보서비스업들의 기기 신장, 전력피크 대책용 등의 원인으로 전년도에 이어 계속적으로 2자리 숫자의 증가 추세를 보였다.

개폐제어장치도 GIS 및 폐쇄형배전장치를 중심으로 순조로운 증가추세를 보였으며 표 1은 일본 중전기기 생산액 추이를 도표로 나타낸 것이다.

표 1. 중전기기 생산액 추이

(단위 : 10억엔)

제 품 명	1988년	1989년	1990년	1991년
총 계	3,599.3	4,031.8	4,398.1	4,730.8
보일러 및 원동기	359.5	507.6	506.1	560.8
일반용보일러	128.9	210.6	253.0	216.2
증기터빈	198.1	238.0	214.7	311.3
가스터빈	23.8	52.3	29.4	27.9
수력터빈	6.7	6.8	9.0	5.2
회전전기기기	1,125.3	1,178.7	1,314.1	1,347.6
직류기	47.6	52.8	45.7	41.8
교류발전기	102.8	106.1	115.3	145.3
전동기	803.5	835.9	955.8	948.5
전동발전기	4.2	3.4	2.7	1.4
전동기일체기기	167.1	180.5	194.7	210.6
정지전기기기	709.6	783.0	851.0	965.5
변압기	243.8	252.2	294.7	341.1
전력변환장치	174.4	215.6	216.8	249.1
콘덴서	42.7	45.8	47.7	55.7
피뢰장치	16.5	19.4	20.1	20.1
리액터	9.2	10.8	12.0	14.8
전기로	16.1	22.9	25.5	26.0
전기용접기	79.4	97.0	107.5	114.2
기타	127.5	140.1	126.6	144.5

제 품 명	1988년	1989년	1990년	1991년
개폐제어장치 및 개폐기기	1,404.9	1,565.5	1,726.9	1,856.9
개폐제어장치	723.0	813.3	914.5	997.3
개폐기기계	681.9	749.1	812.4	859.6

(주)합산은 절상, 절하하였기에 수치차가 있을 수 있음
(자료)일본전기공업회(JEMA Report)

3. 수출·수입 동향

1991의 중전기기 수출액은 1조 4,166억엔으로 전년대비 11.5%의 증가를 보였으며, 추이는 요철현상을 나타냈으나 매년 증가 추세를 보여왔다. 수입 또한 매년 증가 추세를 보여 1989년과 1990년은 전년대비 25% 이상의 증가율을 보였으며 1991년에는 9.4%의 증가율을 보였다.

표 2. 일본의 중전기기 수출추이

(단위 : 100만엔)

품 목	1988년	1989년	1990년	1991년
보일러 및 원동기	94,670	112,877	157,629	180,886
– 보일러	30,095	32,486	53,941	59,354
– 증기터빈	32,251	30,809	53,007	51,029
– 가스터빈	14,571	24,087	21,569	33,924
– 기타원동기(A)	17,752	25,495	29,111	36,579
회전전기기	281,835	308,375	337,025	355,109
– 발전기(1)	20,761	22,732	25,036	21,449
– 전동기(2)	147,951	161,115	180,131	192,550
– 회전식콘버터(3)	191	230	146	182
– (1)+(2)+(3)의 부분품	43,423	47,544	49,388	55,337
– 전동공구	69,510	76,753	82,324	85,591
정지전기기기	296,370	350,009	337,234	398,646
– 변압기	62,076	62,882	69,119	71,717
– 정지식콘버터	18,477	24,767	28,504	36,388
– 실리콘정류기	45,639	47,387	47,033	56,504
– 전력용콘덴서	2,062	2,163	2,528	2,969
– 기타정지기기(B)	168,117	212,809	190,050	231,068
개폐제어장치	375,639	425,894	437,465	481,452
원자력기기(C)	501	1,355	1,566	576
총 계	1,049,015	1,198,509	1,270,919	1,416,669

(주) (A) 수력터빈을 포함한 기타의 원동기
(B) 인덕터·피뢰기·전기용접기·전기로·유도가열장치·전기회로의 보호증기·용접기·전기로, 유도가열장치, 전기회로의 보호용기기의 부분품
(C) 원자로 및 그의 부분품, 핵연료요소
(자료) 일본, 대장성「무역월보」

표 3. 일본의 중전기기 수입추이

(단위 : 100만엔)

품 목	1988년	1989년	1990년	1991년
보일러 및 원동기	16,503	21,835	26,023	34,327
— 보일러	723	427	442	1,507
— 증기터빈	4,452	3,414	868	4,598
— 가스터빈	9,111	14,177	18,971	24,557
— 기타원동기(A)	2,217	3,817	5,742	3,665
회전전기기계	48,363	64,698	77,938	78,425
— 발전기(1)	5,950	6,989	5,736	4,747
— 전동기(2)	33,308	45,703	53,565	60,988
— 회전식콘버터(3)	157	107	147	67
— (1)+(2)+(3)의 부분품	5,035	5,824	11,790	6,547
— 전동공구	3,913	6,075	6,699	6,076
정지전기기기	83,410	108,051	135,553	152,563
— 변압기	22,866	29,021	36,574	49,844
— 정지식콘버터	2,413	5,100	6,295	7,067
— 실리콘정류기	13,942	17,749	22,223	29,572
— 전력용콘덴서	29	212	238	235
— 기타정지기기(B)	44,158	55,968	70,223	75,846
개폐제어장치	32,825	37,241	49,375	48,894
원자력기기(C)	3,107	2,822	2,425	4,589
총 계	184,208	231,827	291,314	318,798

표 2와 같음

4. 업체 및 종업원 현황

1989년말 현재 중전기산업에 종사하는 업체수는 10,990업체에 종업원 430,586명으로 나타났으며, 이중 1989년의 경우 20인 이하의 업체수는 7,173업체로 전체 업체의 65.3%를 차지하고 있으며, 종업원수 200인 이상인 업체수는 285개 업체로 전체 업체수의 2.6%로 나타났다.

표 4. 일본 중전기기산업 사업체 · 종업원수

품 목		1985년	1986년	1987년	1988년	1989년
발전기 · 전동기 · 기타의 회전전기기계	사 업 체 수	1,610	1,584	1,509	1,609	1,523
	종 업 원 수	68,997	71,459	71,241	73,430	72,637
변압기류(통신기기제외)	사 업 체 수	856	859	847	852	818
	종 업 원 수	22,187	26,813	25,460	22,422	24,412
개폐장치 · 배전반 · 전력제어장치	사 업 체 수	3,722	3,959	3,858	4,140	4,094
	종 업 원 수	133,843	137,254	136,438	144,985	144,823
배선기구 · 배선부속품	사 업 체 수	1,397	1,484	1,405	1,395	1,337
	종 업 원 수	43,602	46,524	43,819	43,331	43,265

품목		1985년	1986년	1987년	1988년	1989년
전기용접기	사업체수	197	195	183	202	190
	종업원수	4,721	4,744	4,251	5,455	5,110
내연기관 전장품	사업체수	1,717	1,929	1,957	2,093	2,190
	종업원수	78,507	90,507	95,399	107,645	113,480
기타 산업용 전기기계 기구(차량·선박용 포함)	사업체수	818	818	786	876	83
	종업원수	23,997	23,846	25,272	27,041	26,840
계	사업체수	10,317	10,828	10,545	11,167	10,990
	종업원수	375,854	400,847	401,880	424,309	430,586

(자료) 일본, 공업통계표, 1991

5. 기술개발 추진현황

가. 기술개발 과제

1) 에너지기술

장기적 관점에서 종합에너지 정책하에 전력의 공급, 이용면에 관한 기술적 시스템 향상은 중요한 것으로 중전산업에 관한 것은 전력공급의 효율화, 경제성, 신뢰성의 향상을 과제로 하여 원자력을 시작으로 각종 발전설비, 제어시스템의 개발에 주력할 필요가 있다. 이중에서도 석탄 대체에너지 개발은 원자력, 핵융합, 석탄이용, 연료전지, 태양전지 등 자연에너지 이용 등의 대상을 확대하여 국가와 전기사업자의 지도·지원하에 장기적인 개발을 필요로 추진하고 있다.

2) 재료·부품기술

중전산업의 기술은 여기에 사용한 재료의 진척과 부품의 고도화에 의하여 크게 나누어지며, 전기에너지에 직접관계한 저손실 기능재료는 물론 고도의 정보화, 시스템화에 필요한 고속전송기능재료, 대용량화일용 고밀도 기록재료에 대하여는 소재업계 및 전자업계와 공동으로 개발하는 것이 필요하다.

부품에 대하여는 Power Electronics용 반도체소자, LSI디바이스, 각종센서 등 사회적으로 요구되는 고신뢰성의 확보로 부품자체의 품질을 높이는 신뢰성이 요구되고 있다.

3) 메카트로닉스 기술

마이크로프로세서, Power Electronics, AC서보모터 등의 범용화, 제어시스템 기술, 화상처리기술 및 소프트웨어의 발전이 생산 현장에서의 FA를 현실화하고, 또한 공장내 정보·관리네트웍과의 통신기능도 중요하다.

고속화, 고정도화, 인텔리젼트 기능 또는 다른 프로세스 콘트롤과의 통신기능 확충 등의 향상이 필요하며, 데이터베이스의 구축, AI, Export System 등 소프트웨어의 고도화와 범용화, 유통화도 중요한 과제로 개발을 추진하고 있다.

4) 초전도 기술

고온 초전도 재료의 출현으로 초전도 기술개발에 대한 장기적인 연구축적을 가지고 중전산업도 새로운 국면을 맞이하였다. 즉 중전산업에서도 고온산화물선재료, 절연·단열등 구조, 냉각장치 등의 요소기술 향상과 함께 경제성을 고려한 응용기술(발전, 송변전, 저장, 각종 마그넥트, 리니어 모터카 등)도 병행하여 양면의 개발을 추진하고 있다.

나. 기술개발 체제

중전산업의 확고한 기반조성을 위한 기초연구의 강화를 도모하기 위하여 기초적인 기술개발 과제로는 초전도기술, Export System 및 Fuzzy 제어기술 등과 거대 기술로서는 신형로, 원자력발전 고도화, 원자연료 싸이클, 핵융합, 초전도 응용, 광역송변전, 배전제어 시스템, 에너지저장 시스템, 우주개발 등이 있다.

이것을 위해서는 개발 자금 및 인원의 투자를 종전과는 다르게 투자하여야 하며, 전세계적으로 미지의 분야에 도전하는 것과 같이 중전산업도 국가의 적절한 지원과 함께 학계, 정부, 연구기관과 공동으로 효율적인 기술개발을 추진하고 국제적인 교류와 공동개발을 하며, 이러한 기술 개발을 위하여 시험평가설비, 계측시설 등의 연구개발 설비가 거대하여 짐에 따라 정부의 지원 정책이 필요하다.

II. 전선공업

1. 개요

일본의 전선공업의 역사는 명치 2년(1896년) 동경~횡빈간의 전신전화 개통을 시작으로 하여 통신용 전선이 설치되고 명치 15년(1882년)에는 동경·은좌까지의 아크 등이 점등됨으로서 통신용 이외의 용도로 전력송전용으로 전선이 이용되었다.

그러나 당시 전선기술이 부족하여 해외의 기술에 의존한 실정이었으며, 일본 기업이 전선제조에 착수한 시기는 1887년경 부터로서, 1886년에 충전기가 전신전화용의 각종 피복선의 제조와, 1888년에는 등창전선의 전신인 등창선팔이 전선 제조를 처음으로 시작하였으며, 이후 계속하여 많은 전선업체들이 설립되어 1989년에는 전기합자회사가 설립되었다.

즉 전선산업은 명치시대는 창업시대로 대정시대는 성장시대를 걸치면서 전기사업의 눈부신 성장과 함께 전선수요의 급등으로 기술개발을 촉진하게 되었다.

아울러 1922년에는 장거리 송전선 및 전화용 해저케이블 매설이 처음으로 시작되었고, 1920년에는 지하케이블(단심케이블)이 매설되었으며, 초고압케이블인 OF케이블은 1930년에 처음으로 매설되었다.

이후 외국기술의 적극적인 도입을 통하여 양과 질의 증가를 가져왔다.

2. 생산 동향

동전선·케이블의 생산량은 1984년에 이르러 100만톤의 실적을 올렸으며 이후 수출감소와 경제 경기의 후퇴에 의거 감소하던 것이 1987년부터 회복되어 처음으로 101만톤을 초과하는 실적을 올렸으며 1990년에는 사상 최고치인 123만톤의 실적을 올렸다. 최근에 계속적인 신장세를 유지한 것은 일반주택의 건설, 민간설비투자가 순조롭게 진행됨에 따른 것으로 나타났으며, 1991년에는 주가와 지가의 하락 등 경제붕괴에 의거 설비투자 및 주택투자가 후퇴함에 따른 영향으로 전년대비 마이너스 5.3% 감소한 116억톤의 실적을 나타냈다.

표 5. 년도별 전선 수주 및 출하량

(단위 : 1,000톤)

구분 / 년도	수주				출하			
	동전선		알루미늄 전선		동전선		알루미늄 전선	
	실적	전년비	실적	전년비	실적	전년비	실적	전년비
1985	936.9	-5.6%	79.6	9.3%	961.1	-3.5%	83.8	-15.4%
1986	941.8	0.5%	88.3	10.9%	959.4	-0.2%	82.7	-1.3%
1987	1,010.8	7.3%	72.1	-18.3%	1,013.2	5.6%	87.4	5.7%
1988	1,052.0	4.1%	69.1	-4.2%	1,067.8	5.4%	71.7	-18%
1989	1,143.7	8.7%	82.8	19.8%	1,130.2	5.8%	69.6	-2.9%
1990	1,226.4	7.2%	79.7	-3.8%	1,210.7	7.1%	70.1	0.6%
1991	1,161.8	-5.3%	77.2	-3.1%	1,175.6	-2.9%	79.7	13.7%

(자료) 일본전선공업회

3. 수출·수입 동향

1991년도의 수출 환경을 보면 ①동남아시아에서는 계속적으로 호조 ②중동국가에서는 페르시아만 전쟁 종료와 함께 1992년부터 수요의 증가와 프로젝트의 연구개발이 기대되고 ③미국의 계속적인 불황으로 저조할 것으로 예상하였으나 전체적으로 볼 때 1990년 보다는 수출이 증가된 것으로 나타났다.

표 6. 전선수출 수주·출하 현황

(단위 ; 양 : 톤, 금액 : 백만엔)

구분 / 년도	수주				출하			
	동 전 선		알루미늄 전선		동 전 선		알루미늄 전선	
	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액
1988	43,782	43,177	10,599	3,861	47,510	45,541	10,373	4,097
1989	53,024	62,631	12,251	5,441	49,190	55,121	13,255	5,187
1990	39,343	53,718	11,540	5,560	40,708	54,086	9,447	5,224
1991	35,884	58,118	9,412	4,959	36,589	54,848	9,293	4,384

(주) 년도별 합계는 당해년도 4월부터 익년 3월까지의 수치임

(자료) 일본, 대장성통관 통계

4. 업체 및 종업원 현황

일본의 전선 제조업에 종사하는 기업체수는 4인 이상을 기준으로 1985년 640개 기업에 종업원 44,757명이었던 것이 1989년에는 사업체수 668개에 46,515명으로 5년동안 각각 4.3%, 3.9%증가한 것으로 나타났다.

일본 전선 제조업자의 조직은 사단법인 일본전선공업회, 동·서전선공업협동조합, 전국전선공업협동조합으로 구성되어 있으며 이 조직의 기업들이 일본 전체 전선 생산량의 90%를 점유하고 있다.

표 7. 일본 전선 사업체 및 종업원수

	1985년	1986년	1987년	1988년	1989년
사업체수	640	673	642	688	668
종업원수	44,757	44,720	44,739	45,845	46,515

(자료) 일본, 공업통계, 1991.

5. 기술개발 동향

가. 광·통신케이블

(1) 광화이버 케이블

· 해저케이블

1989년도에 완성한 일본, 괌, 하와이를 연결한 제3태평양 횡단 케이블(TPC-3)과 하와이와 미국 본토를 연결한 HAW-4에 이어 일본과 알래스카를 연결하는 태평양 케이블(NPC, 전장 10,300km, 파장 1.3㎛)이 1991년에 완성되었다.

또한 일본과 캐나다를 연결하는 제4태평양 횡단 케이블이 1992년 완성을 목표로 제조 중이었으며, 이외에도 일본과 아세아, 오세아니아 각국을 연결하는 해저용 광케이블도 일본의 수주로 결정한 상태에 있다.

· 광화이버 케이블의 기술

광화이버 케이블의 비약적인 증대와 함께 케이블의 미세화·경량화가 높게 요구되고 있다. 이에 의거 외경이 250㎛의 광화이버 심선(心線)을 4개 또는 8개로 열거하고 자외석경화형 수지로 일괄 피복한 광화이버 테이프와 이것을 Slot로 다층수납한 구조 Type Slot형 케이블로서 미세하고 경량화를 도모하였다. 이 케이블은 중계계에서 100심까지, 가입자에서는 1,000심까지를 실용화하고, 현재는 1,000심을 초과하는 다심화를 검토하고 있다. 또 특수환경·특수용도용 광화이버 케이블도 여러개 개발되어 실용화하였으며, 예로서 하수관리용 광화이버 케이블이 있으며 이외에도 탐해 탐사용 광화이버 케이블, 전력복합해저용 광화이버 케이블, 저고온용 광화이버 케이블, 내방사성용 광화이버 케이블, 자동차용 광화이버 케이블 등이 있다.

· 광화이버 접속기술

융착접속으로는 4심테이프, 8심테이프의 일괄 융착접속이 보급되고 융착접속기능으로는 12심까지의 일괄 융착이 가능하다. 코넥터 접속으로는 4심 또는 8심의 테이프심선에 직접 부착한 소형코넥터로 다심일괄접속이 가능한 광선로자동절체 시스템에 적용한 다심 코넥터가 실용화되었으며 선로시스템의 고기능화에 크게 공헌하였다.

· 신기술과 연구개발의 동향

광화이버의 내수성과 내수소성 및 장기파단수명을

대폭 개선하기 위해 카본코오드화를 검토중에 있다. 또 광전송 관련분야에서는 Er를 도우프(Doped)한 1.55㎛용의 광증폭기용 화이버를 실용화하였으며 앞으로 1.3㎛대의 광증폭이 새로운 연구대상이 되고 있다.

광네트웍 콤포넌트에서는 광카프라, 광스위치, 분기결합기 등의 개발·응용이 진행되어 광분기 모듈, 파장선택코오드, 심선선택장치 등이 실용화되었다. 이 장치는 침수검지 모듈 및 각종 시험기기와 조합하여 시스템화하고 광선로의 효율적인 보수·관리·운용을 가능케하여 광선로시스템 및 광선로절체시험시스템 등이 실용화되는 것이다. 이외에도 적외광극저손실 광화이버, 금속 및 무기 폴리머를 박막한 광화이버 케이블을 향한 피복구조 및 케이블 구조의 연구 등이 진행되고 있다.

(2) 통신케이블

Metallic시내 케이블은 새로 구축되는 ISDN에 대응한 광선로망과 기존의 아날로그전송망을 정리 합하여 개량한 것이다. 다시말하면 CCP(착색폴리에틸렌)에서는 절연체를 일층 구조에서 디지탈전송에 대응한 전기특성의 향상을 도모한 발포층과 충실층으로 구성된 이층절연체 구조를 도입하였다. 여기에 가공포설 케이블의 장기신뢰성 향상을 도모하여 내식성이 우수한 연알루미늄 합금 강선을 사용한 자기지지형케이블의 도입이 본격적으로 시작되었다. 또한 위성방송서비스의 본격화로 동축케이블이 대량으로 시장에서 사용됨에 따라 간이형 고성능 코넥터의 사양화를 검토하고 있다. CATV분야에서도 도시형 CATV가 잇달아 개국 됨에 따라 간선용동축과 함께 900VA 급전겸용 고발포 절연 알루미늄 파이프동축케이블이 사용되고 있다. LAN분야에서는 LAN의 종류와 방식이 여러 방향으로 분리되어져 IEEE 802.3에 적합한 케이블은 동축케이블과 대형(對型)케이블이 사용되고 전송속도는 10Mb/s와 16Mb/s 두 종류가 광범위하게 사용되고 있다. 최근에는 Twist Pair선에 私鐵의 열차통신시스템 및 도로터널, 지하상가 등의 전파불감지대에 대한 무선통신 보조설비 및 자동차전화 등 고조파화와 FM 재방송까지를 Cover하는 초광역화 케이블의 요구가 높아지고 있다.

나. 가공송전선

일본경제의 상승기조에 따른 전력설비의 증대와 공급신뢰도 향상을 목적으로 송전선망의 확충 강화를 추진하고 송전선 공사도 활황을 나타내고 있다. 특히 1990년부터 시작한 1,000kV급 UHV송전선공사가 1992년 4월에 완공되었다. 여기에 기존설비 선로의 증강 대책공사도 많아 이 가운데 여름철 수요피크시의 대응 및 JR수송 능력의 증강 대책도 포함되어 있다.

아울러 가공지선에 광화이버를 복합한 OPGW(광화이버복합가공지선)도 계속적으로 증가되어 1992년 말에는 19,000km에 달하였으며, 환경대책을 위한 신종전선의 개발 및 실선로의 적용이 진행되고 있으나 현재의 실적은 다소 작은량이다.

(1) UHV송전선

新潟~群馬~山梨사이의 전장 249km(500kV구간 63km포함)의 가공선공사는 순조롭게 진행되고 있으며 전력선(ACSR 810㎟ 또는 610㎟의 도체)은 최초의 조립식 공법으로 시공되고 있다. 이 선로에는 가공지선으로서 OPGW 500㎟(500kV구간은 290㎟)를 두 가지 도입하고 있으며 OPGW에 대하여서도 조립식공법의 적용을 검토하여 1992년 부터 도입 이용하고 있다.

이 선로의 운전 시작은 최종적으로 1993년이며, UHV의 송전이 예상되고 있고 UHV송전공사는 앞으로도 계속될 것이다.

(2) OPGW

OPGW는 1992년말에 고압가공송전선로의 길이의 약 28%를 점유할 것으로 예상하고 있다. 따라서 광통신의 기간 네트웍은 구축될 것이며 앞으로 2차계에서의 확장이 있어 여기에서 OPGW를 이용한 송전선보수감시 시스템의 개발 및 실용화가 진행되어 포설 실적이 증가될 것으로 전망하고 있다. 해외시장에서도 일본의 OPGW가 많이 이용되어 이 분야에 있어서 일본이 세계최고의 위치를 차지하고 있다.

(3) 환경대책 전선

송전선로 입지상의 문제와 사회환경의 변화에 의거 환경대책 전선이 초고압송전선의 신설공사에 본격적으로 도입되었다. 그의 하나로 경관과 조화를 그린 저명도 전선(전선표면에 착색 또는 암색계의 박막층을 생성한 것), 저반사선전선(전선표면에 Blast를 처리한 것), 저풍음전선(전선에 凹凸을 부착)이 있다. 특히 풍음대책용 저풍음전선은 가공지선(OPGW를 포함)에서의 적용이 확대되어 지고 있다. 또 철탑 및 부속품에 대하여는 저명도, 저반사, 소음대책의 검토가 함께 진행되고 있으며 일부는 실용화되었다.

(4) 기타의 가공송전선으로는 중용량전선, 이착설전선, 저손실전선이 있다.

다. 지중전력 케이블

지중송전선분야에 대하여는 전력수요의 증대에 동반하여 1991년도 부터 대도시권을 중심으로 대용량 지중케이블 선로의 건설이 활발하게 진행되었다. 최근의 지중전력케이블의 기술적 개발사항은 ①대용량 송전선을 목적으로 세계 최초로 스테인레스 피복을 이용한 257kV 1×2,500㎟ 소선절연도체 CV케이블의 장거리송전선로가 건설 도상에 있고 ②소형화한 규격으로 대용량이 가능한 반합성지 절연 275kV POF 케이블의 실용화를 진행하고 있다.

(1) CV케이블

CV케이블의 초고압화, 장거리송전선로에서의 실용화 형세는 변함없이 계속되어 1988년에는 500kV의 양수발전소의 인출선으로 2개 선로가 사용되었으며, 1989년에는 275kV 1×1,400㎟길이 9.5㎞의 장거리 송전선로의 사용이 시작되었다. 여기에 대용량 송전을 목적으로 세계에서는 최초로 스테인레스 피복을 사용한 275kV 1×2,500㎟ 소선절연도체를 도입하여 1993년에 운전을 목표로 건설중에 있다. 앞으로 초고압 CV케이블의 장거리 송전선로가 증가할 것으로 예상되며 여기에 제조·시공기술이 계속 요구되는 한편 CV케이블의 절연열화 진단과 수명예측 및 만일의 경우를 위해 사고구간검출 시스템 등 보수기술에 대하여 조사연구가 추진되며 종합적인 관점으로 한층더 고신뢰성이 도모된다.

(2) OF케이블

500kV급의 장거리송전선로에서는 변함없이 OF케이블이 사용되어 1988년에는 본토에서 사국(四國)을 연결 500kV 1,200MVA OFAZV케이블 1회선으로 한 세계적 대용량 전력케이블이 포설되었다. 또 대용량화를 목적으로 한 선로 냉각기술에 대하여서도 동도내간접수냉과 동도풍냉은 이미 기술적으로 완성된 지역이 많이 있으며 여기에 냉각 효율을 높이는 내부직접 냉각방식에 대하여 모델 선로에 의한 실증시험을 종료하였다. 선로냉각 이외에 대용량화·소형화를 도모하는 수단으로 종전의 Craft지를 사용한 반합성지절연을 도입하였다.

OF케이블은 이미 실용화 되었으며, 현재 POF케이블의 실용화에 대하여 검토하고 있으며 접속부를 포함한 장기과통전시험이 시작되었다.

이러한 상황에 의거 OF케이블 과제로서는 최근 선로 보수기술의 개발이 활발하게 진행되고 있고 특히 동도내의 중요한 선로의 상태를 연속 감시할 수 있으며, 최근에는 광기술을 응용한 감시시스템이 각 장소에서 활발하게 진행되고 있다. 구체적으로는 유량·유압의 변화, 케이블 이동량 및 케이블 표면 온도 등의 상태를 연속적으로 감시하며 누유검지 센서·화재 검지센서 및 연기검지 센서에서의 정보를 광신호로 전송하고 그래픽 판넬상에 표시한 것에 의거 연속으로 집중 감시할 수 있는 시스템이 개발·실용화되었으며 광화이버를 응용한 측정장치의 개발도 활발히 진행되고 있다.

라. 절연전선·케이블

(1) 고무절연전선·케이블

고무절연전선·케이블은 산업기계이동케이블, 선박용전선, 원자력발전소용케이블, 차량용 및 구출용 전선 등 일반 플라스틱케이블에 비하여 특수한 장소와 환경에서 사용되어 지는 것이 많다. 이것에서는 절연체에 전기특성, 물리특성을 포함하여 우수한 EP 고무를 Sheath에 내외상성·내마모성의 우수한 크로로프렌고무를 사용하는 경우가 많이 있다.

최근에는 ①광복합케이블의 적용확대 ②고온영역에서의 유연성 소수지의 적용확대 ③고난연 Nonhalogen 케이블의 적용 확대 ④초내방사선성 고무케이블의 개발·적용 검토 등의 신재료, 신기술을 주축으로 한 새로운 전개가 기대되고 있다.

(2) 플라스틱절연전선·케이블

플라스틱절연전선·케이블은 산업계에서 가정생활까지 폭넓은 분야에서 사용되고 있으며 사용 전압범위도 특고압에서 약전까지 광범위하게 이용되고 있다. 배선형태에 관하여도 고정배전선용, 이동용, 약전류전자기기 등의 기내배선용 등 여러가지로 복잡하게 나아가고 있다. 이 분야에서는 기기의 소형화, 기능화, 안전성의 향상이 지향되어 개발과 개선이 빠른 속도로 진행되고 있다. 플라스틱절연전선, 케이블에 대하여서도 수요동향의 변화에 대응한 개발·개선이 진행되고 있다. 기기의 소형화, 고기능화에 대하여서는 전선·케이블도 세선화, 소형화, 저노이즈화, 내열화를 또 성력하에 대하여는 Prefab가공케이블의 공급, 안전성의 향상에 대하여서는 전선·케이블의 난연화, 저발연화, Nonhalogen화 등의 개발과 개선이 진행되고 있다.

마. 권선

권선은 일반전선과 상이하여 전기에너지와 자기에너지의 변환을 하므로 각종 코일과 같이 사용되며, 전기에너지를 사용하는 대부분의 기기에 사용되어 두드러지게 성장한 일렉트로닉스 관련 용도와 그의 응용기기 등 전기·전자부품의 필수재료의 하나이다.

권선전체의 수주량은 1989년도에 255,000톤에서 1990년도에는 270,000톤으로 상승하였으며, 권선 전체 수주량의 약 90%를 차지하고 있는 燒付線에서는 새로운 재료의 출현을 바라 보고 있으며, 주로 권선사용 이용자의 생산성향상에 대응한 권선작업성 및 내상성의 개선이 진행되고 있다. 한편 횡권선에서는 종이와 유리외에 필름과 합성섬유 및 이것을 유기·무기재료로 조합한 복합테이프 등이 사용되고 있다. 제조면에서는 고효율의 설비를 개발하여 자동화를 도모하고 있다.

Ⅲ. 전지공업

1. 축전지

(1) 개요

축전지가 산업의 형태를 갖춘 시기는 명치 36년경(1903년)부터로 통신용 전원과 함께 군수산업을 처음으로 하여 관공서의 수요를 중심으로 발전하였다. 특히 제1차·2차대전을 거치면서 축전지의 수요 형태가 불안정하던 것이 경제성장과 함께 축전지의 수요와 생산은 급속히 확산되었다.

(2) 생산동향

축전지의 생산량은 1970년대 부터 꾸준하게 성장하였고 1982년도에 처음으로 세계경제 및 국내경기의 불황으로 마이너스의 성장율을 보여 전년대비 4.3%감소한 1,567억엔의 실적을 올렸다. 이후 축전지의 성장은 계속되어 1990년도에는 전년도대비 26%증가한 1,418억엔의 실적을 올렸다. 내역을 보면 포켓트식 35억엔, 연결해방형 58억엔, 연결밀폐형이 1,325억엔이었다.

표 8. 축전지 생산금액

(단위 : 100만엔)

	1990년	1989년	전년대비(%)	비고
연축전지	237,260	233,472	102	
알칼리축전지	141,809	112,872	126	
합 계	379,069	346,144	110	

(주) 1990년도 부터 소형 실리콘 연전지를 산업용으로 분리하였음.

(자료) 일본, 축전지공업협회

(3) 수출·수입동향

축전지의 수출은 1950년부터 시작되었으나 본격적으로 수출이 활발하여진 시기는 1955년 이후로 수출지역은 대부분 동남아시아로서 1958년의 수출액 2억엔 가운데 동남아시아지역이 차지한 비중은 67%, 중동지역 26%, 기타지역 7%로 구성되어져 있다. 현재는 북아메리카가 가장 많고 유럽, 중동 순으로 수출이 되고 있다.

표 9. 축전지 수출 추이

(단위 : 100만엔)

	1990년도			1989년도			전년대비
	연축전지	기타축전지	합계ⓑ부분품포함	연축전지	기타축전지	합계ⓑ부분품포함	ⓐ/ⓑ(%)
동남아시아	7,404	18,219	27,671	6,929	15,723	24,190	114
중 동	3,324	393	3,718	4,553	466	5,029	74
유 럽	8,488	26,372	34,966	7,031	19,260	26,480	132
북아메리카	9,678	26,094	34,142	9,207	22,017	31,659	114
중 남 미	1,202	5,127	7,280	1,126	2,913	4,745	153
아 프 리 카	690	416	1,106	471	200	670	165
오세아니아	713	1,158	1,886	892	1,119	2,017	94
합 계	31,499	77,779	112,769	30,209	61,698	94,790	119

(자료) 일본, 대장성「통관통계」

표 10. 축전지 수입 추이

(단위 : 수량=1,000개, 금액=100만엔)

	1990년도		1989년도		전년대비(%)	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액
연 축 전 지	1,177	4,466	772	4,545	152	98
기타축전지	—	2,767	—	1,706	—	162
부분품을종합한 합계	—	7,757	—	6,629	—	117

(자료) 일본, 대장성「통관통계」

2. 건전지

(1) 개요

일본에 건전지가 등장한 것은 1887년 전후로 축전지보다 역사가 오래되었다. 당시의 건전지는 온전지(溫電池)를 개량한 간단한 것으로 제조방법은 등심(燈芯)을 사용한 전해액을 침투시킨 종이식전지이나, 그후 거듭된 기술개발로 오늘날의 건전지가 개발되었다.

본격적으로 건전지 생산이 시작된 시기는 1925년부터이며 이후 제2차 세계대전을 패배로 건전지 공업은 축전지 공업과 함께 파멸적인 타격을 받아 전쟁후 잠시 휴식상태에 들어갔다. 그러나 한국전쟁(6.25사변)을 계기로하여 경제부흥운동의 목소리가 높아지고 포터블라디오(휴대용 라디오수신기)등 높은 수요를 기반으로 생산에 급 피치를 올렸다.

1955년대에 들어와 트랜지스터 라디오의 등장과, 이후 경제성장에 의한 소득 수준의 향상이 민생용기기의 수요증가를 가져와 기기의 다양화를 요구하게 되었고, 건전지 이용기기의 증대로 생산량 증대를 가져왔다.

(2) 생산 동향

1981년도의 생산금액은 전년대비 3%증가한 1,071억엔이었으며 이것이 1986년도에는 1,429억엔, 1987년도에는 1,558억엔, 1988년도에는 1,668억엔으로 꾸준히 성장하다가 1989년도에 1,655억엔으로 전년도에 비하여 1% 감소되었다가 1990년도에는 11% 증가한 1,833억엔으로 생산량이 증가되었다.

표 11. 건전지 생산 추이

(단위 : 100만엔)

	1989년		1990년도		1991년(1월—10월)	
	생산금액	전년대비	생산금액	전년대비	생산금액	전년대비
동 형 망 간 건 전 지	63,559	100%	68,446	108%	54,049	100%
적 층 망 간 건 전 지	3,012	88%	2,999	100%	2,392	99%
기 타 망 간 건 전 지	6,899	100%	7,387	107%	6,959	112%
망 간 건 전 지	73,470	99%	78,832	107%	63,400	101%
기 타 1 차 건 전 지	92,034	99%	104,486	114%	95,823	114%
합 계	165,504	99%	183,317	111%	159,223	109%

(주) 1991년 9월, 10월은 통산성통계가 나오지 않아 업계추정치로 계산

(자료) 일본, 통산성「기계통계」

(3) 수출·수입 동향

수출은 1987년에는 343억엔으로 전년도에 비하여 7%증가하였으며, 1988년도에는 348억엔, 1989년에는 9% 증가된 379억엔, 1990년도에는 384억엔을 수출하여 꾸준한 성장을 보였다. 수입은 1987년에 15억엔으로 전년도에 비하여 31%의 증가를 보였으며 1988년도에는 21억엔 41%증가, 1989년도에는 75%증가한 38억엔, 1990년도에는 64%증가한 62억엔으로 매년 수입량이 많이 증가하였지만 금액적으로는 수출의 증가 금액에 비하여 많은 것은 아니었다.

수출지역은 지역별로 아세아 지역이 가장 많고 다음으로 북아메리카, 유럽지역으로 나타났으며 수입은 인도네시아에서 가장 많이 수입되었다.

표 12. 건전지 수출·수입 추이

(수출) (단위 : FOB, 1,000엔)

구 분	1989년		1990년도		1991년(1월－10월)	
	생산금액	전년대비	생산금액	전년대비	생산금액	전년대비
금액 및 비율	37,907,021	109%	38,411,524	101%	34,087,496	105%

(수입 : 1990년) (단위 : CIF, 1,000엔)

구 분	망간계건전지	수은전지	산화은전지	기타1차전지	합 계
금 액	2,567,437	161,089	81,080	3,433,553	6,243,159

(주) 망간계 건전지는 망간건전지와 알칼리 망간건전지를 포함

3. 기술개발 현황

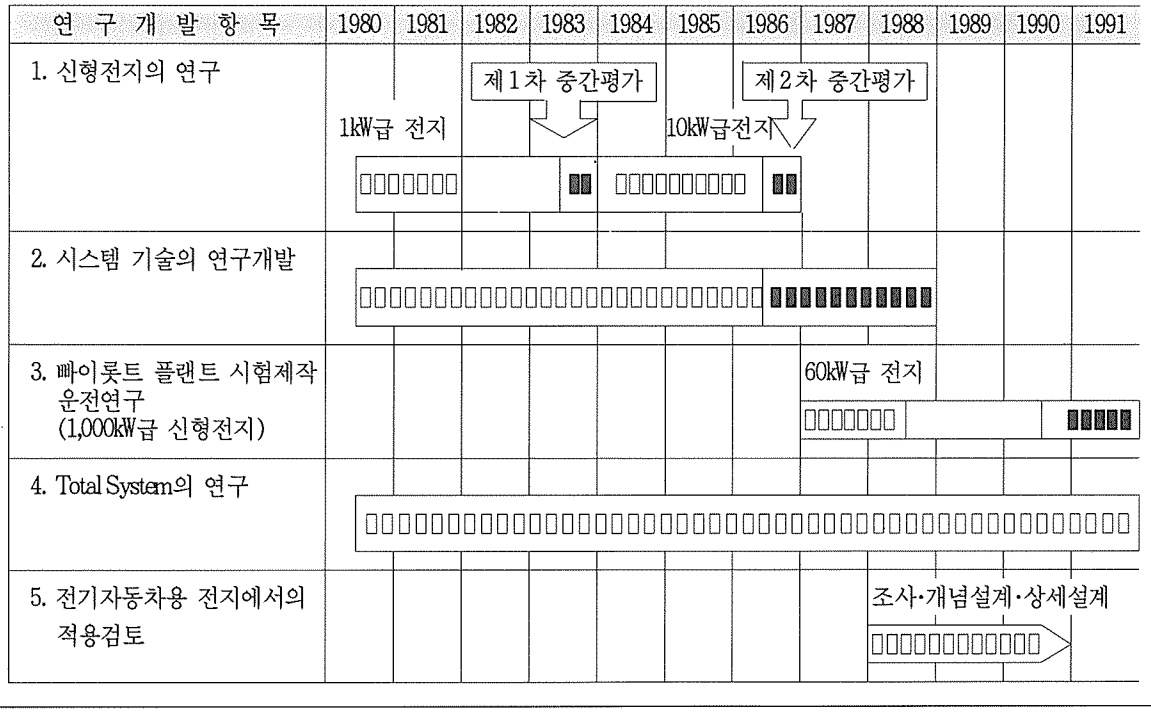
(1) 신형전지

전력저장에서 특히 유망한 신형전지는 나트륨유황 전지, 아연－염소전지, 아연－질소전지, Redox-Flow형 전지의 4가지 타입의 전지가 있다.

이 신형전지의 개발은 그림 1과 같은 체제로 1980년도 요소기술의 개발부터 연구를 시작하고, 1983년도에는 그때까지 개발된 1kW급 전지를 공업기술원대판공업기술시험소에서 1차 중간평가를 하였으며, 각 전지와도 10kW급 전지 개발을 할 수 있는 결론을 얻었다. 1984년부터는 앞에서 평가한 것을 기반으로 10kW급 전지의 연구개발을 착수하여 1986년도 말에는 제2차 중간평가를 하였으며, 1,000kW급 전지에 관한 빠이롯트 플랜트 건설시에는 목표성능을 달성할 수 있다는 전망을 얻었다.

계속해서 1987년도에는 1,000kW급 빠이롯트 플랜트 운전연구를 목적으로 기본단위인 모듈전지(60kW급)를 시험 제작하고 대형화 기술의 연구를 하였다.

그림 1. 신형전지저장전력시스템 연구개발 계획



(2) 연료전지

일본의 연료전지 발전기술은 1981년도에 Moonlight 계획의 일환으로 알칼리형, 인산형, 용융탄산염형, 고체전해질형 및 개체고분자형(1992년부터 실시)의 5가지 종류의 연료전지에 대하여 연구개발을 실시하였다.

이 가운데 1981년부터 1990년까지의 10년간을 제1차 연료전지 발전기술 연구개발 기본계획으로 하여 알칼이형과 인산형에 대하여는 소기의 목적을 달성하여 연구개발을 종료하고, 용융탄산염 및 고체전해질형의 연구개발에 착수하였으며, 이중의 연료전지 가운데 인산형에 대하여는 이미 실용화가 되었다.

1991년부터는 제2차 연료전지 발전기술 연구개발 기본계획이 책정되어 용융탄산염형에 대하여는 대형 스태크기술, 플랜트 기기기술, 시스템기술 및 석탄가스 대응기술과 함께 종합시스템 연구를 하고 1993년도의 중간평가를 기반으로 1,000kW급 발전 시스템의 개발을 하고 있다.

또한 고체전해질에 대해서는 1991년도 부터 1997년까지를 연구개발기간으로 하여 수백W의 연구개발을 거쳐 시스템화를 향한 요소기술 연구개발로서 수kW의 모듈 기본구조의 연구 개발, 재료·기반기술의 연구개발 및 시스템연구를 하고 1995년 중간평가를 기반으로 수십kW의 모듈개발을 하고 있다.

여기에 고체고분자형에 대해서는 1992년도 부터 1995년까지를 연구개발기간으로 하여 시스템화를 향한 요소기술개발로서 1kW급 모듈의 기본구조 연구, 시스템연구 등을 하고 그후 이 성과를 기반으로 수십kW급 발전시스템의 연구 개발을 하고 있다.

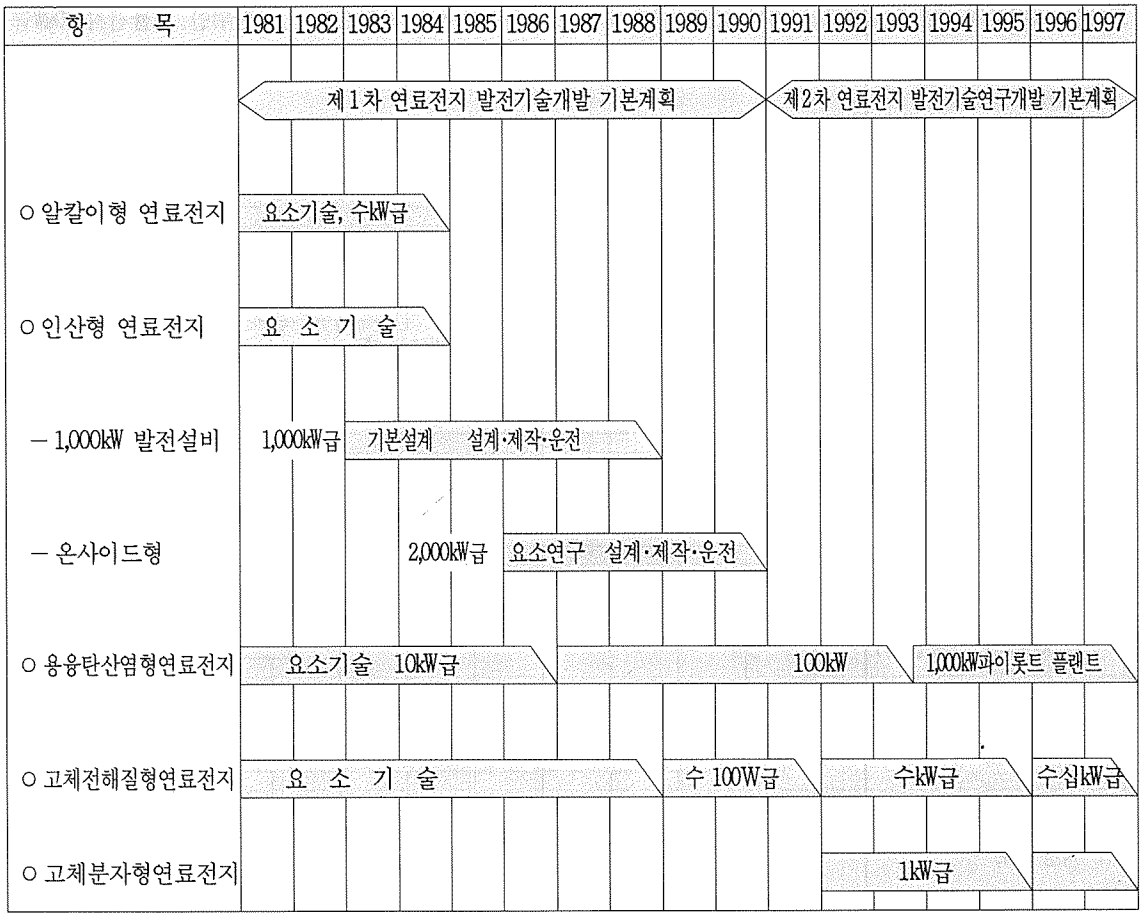



그림 2. Moonlight 계획에 의한 연구개발 계획