

## ※ 해외동향 ※

## 일본 重電機器 산업의 최근 동향

## ■ 전력설비 투자억제로 부진

일본의 중전기기업체는 경제의 회복기조에 힘입어 산업용설비 및 민생용기기 등의 호조를 배경으로 순조로운 회복세를 보여왔으나, 전력의 설비투자억제 등의 요인으로 전반적으로는 부진세에서 벗어나지 못하고 있다.

이에 따라 '95년도(회계년도 기준)의 생산액은 중전기기 전체로 전년도대비 0.1% 감소한 4조2,936억엔을 기록하였다. 이를 부문별로 보면 발전용 원동기는 증기터빈, 가스터빈의 호조로 증가기조를 보였으나 수력터빈 생산의 부진으로 동부문 전체로는 전년대비 1.7% 감소한 것으로 나타나고 있다. 이중 교류발전기, 교류전동기, 서보모터 등의 회전전기기계는 전체적으로 전년대비 2.5

% 증가를 보인 것으로 나타나고 있다.

'96년도 정지전기기계기구 생산은 전년대비 1.2% 증가하였는데 이를 주요기종별로 보면 변압기의 경우 표준변압기는 전력의 유통관련투자 축소 등으로 7.8% 감소하였으나 비표준변압기의 호조로 변압기 전체적으로는 전년에 비해 3.8% 증가하였다.

한편, '96년 들어 설비투자, 개인소비 회복 및 재고조정 진전 등으로 일본경제가 완만한 회복세를 지속하고 있음에도 불구하고 '96년의 중전기기업체는 전력의 설비투자 억제가 지속되고 있고 수출용 프랜트기기의 외조달확대 등의 영향으로 중전기기 생산액은 전체적으로 전년대비 0.8% 정도 감소한 4조2,584억엔에 달할 것으로 전망된다.

## 〈일본의 전기기기 생산동향〉

(단위 : 억엔, %)

구 분	'94		'95(추정)		'96(예상)	
	금액	증감율	금액	증감율	금액	증감율
전기기기 합계	71,192	5.0	72,240	1.5	70,451	-2.5
중 전기 기 기	42,975	1.9	42,936	-0.1	41,584	-0.8
가 정 용 전 기 기 기	28,217	10.4	29,304	3.9	27,867	-4.9

주 : 회계년도 기준, 증감율은 전년(동기)대비  
 자료 : 일본전기공업회, 「'96년 전기기기생산전망」

■ 수출은 감소, 수입은 증가세

'95년도 일본의 중전기기 수출액은 전년대비 1.2% 증가한 1조 4,715억엔으로 '94년(전년대비 5.9% 증)에 비해 신장율이 둔화되었다.

'95년의 중전기기 수출을 부문별로 보면,

개폐제어장치 5,120억엔(전년대비 2.2% 증), 정지 전기기계기구 4,295억엔(同 9.3% 증), 회전 전기기계 3,511억엔(同 1.2% 감), 발전용 원동기 1,790억엔(同 12.6% 감) 등으로 개폐제어장치 수출비중이 가장 높다.

한편 '95년의 중전기기 수입은 전년대비

〈일본의 중전기기 수출입 추이〉

▼ 수출

(단위 : 억엔, %)

구 분	'93		'94		'95	
	금 액	증감율	금 액	증감율	금 액	증감율
중 전기 기 합 계	13,739	-4.3	14,543	5.9	14,715	1.2
발 전 용 원 동 기	1,694	-16.5	2,047	20.8	1,790	-12.6
회 전 전 기 기 계	3,291	-10.3	3,555	8.0	3,511	-1.2
정 지 전 기 기 계 기 구	3,977	1.5	3,930	-1.2	4,295	9.3
개 폐 제 어 장 치	4,777	0.9	5,011	4.9	5,120	2.2

주 : 회계년도 기준, 증감율은 전년(동기)대비

자료 : 상동

▼ 수입

(단위 : 억엔, %)

구 분	'93		'94		'95	
	금 액	증감율	금 액	증감율	금 액	증감율
중 전기 기 합 계	2,941	2.9	3,391	15.3	4,302	26.9
발 전 용 원 동 기	450	35.2	540	20.2	695	28.6
회 전 전 기 기 계	763	-2.0	928	21.6	1,160	25.0
정 지 전 기 기 계 기 구	1,256	-2.4	1,463	16.4	1,848	26.3
개 폐 제 어 장 치	472	3.1	460	-2.6	599	30.3

주 : 회계년도 기준, 증감율은 전년(동기)대비

자료 : 상동

26.9% 증가한 4,302억엔으로 '94년에 비해 신장율이 크게 높아졌는데 중전기기 수입을 부문별로 보면 정지 전기기계기구 1,848억엔(전년대비 26.3% 증), 회전 전기기계 1,160억엔(同 25.0% 증), 발전용 원동기 695억엔(同 28.6% 증), 개폐제어 장치 599억엔(同 30.3% 증) 등으로 각 부문별로 착실한 신장세를 보이고 있다.

■ 한국산 정지변환기, 대일수출 '96년 400% 증가

정지변환기(Static Converters)는 대장성 무역통계상 HS NO. 8504.40.090에 해당되는데 이 품목에 대한 한국산의 일본수입시장

점유율은 '96년(1~9월)에 12.5%로 미국(36.7%)에 이어 제 2위의 점유율을 보이고 있다. 한국의 일본수입시장 점유율은 '93년의 13.7%를 피크로 '94년(7.3%), '95년(4.9%) 공히 하락추세를 보여왔으나 '96년 들어서는 '93년 수준에 근접하는 점유율 신장세를 시험하고 있다. 한편 일본의 정지변환기 수입실적은 '96년(1~9월)에 전년동기 대비 62.7% 증가한 131억 99백만엔인데 이를 국별로 보면 미국이 15.9% 증가한 48억 39백만엔으로 가장 수입규모가 크며, 2위는 한국으로 404.4% 증가한 16억 54백만엔을 기록, 일본의 대한 수입은 '96년 들어 대폭적인 신장세를 보이고 있는 추세다.

〈정지변환기의 국별 일본수입시장 점유율〉

(단위 : 천대, 백만엔)

국 명	'93		'94		'95		'96(1~6)	
	금 액	점유율	금 액	점유율	금 액	점유율	금 액	점유율
합 계	7,340	100	9,157	100	11,573	100	13,199	100
미 국	3,639	49.6	5,484	59.9	5,592	48.3	4,839	36.7
한 국	1,007	13.7	667	7.3	564	4.9	1,654	12.5
중 국	191	2.6	610	6.7	1,224	10.6	1,530	11.6
대 만	376	5.1	465	5.1	1,128	9.7	1,407	10.7
말레이시아	774	10.5	746	8.1	1,067	9.2	862	6.5
태 국	4	0.1	57	0.6	315	2.7	609	4.6
독 일	203	2.8	416	4.5	336	2.9	420	3.2

자료 : 대장성 무역통계

■ 한국산, 독일과 함께 고가격대 형성

'96년(1~9월)의 경우 일본의 국별 정지 변환기 수입단가를 보면 한국산은 6,284엔/Kg으로 독일산 6,537엔/Kg과 함께 비교적 고가격대를 형성하고 있으며 이에비해 주요경쟁국인 대만산(3,467엔/Kg), 중국산(3,756/엔Kg)은 저가격 제품위주로 이루어지고 있다. 일본의 평균수입단가가 매년 낮아지고 있는 추세하에서도 한국산은 비교적 이들 경쟁국에 비해 기술적 우위를 배경으로 부가가치가 높은 제품위주로 대일수출이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

〈일본의 정지변환기 국별 수입단가〉

(단위 : 엔/Kg)

구 분	'93	'94	'95	'96(1~9)
일 본 *	6,431	8,754	5,887	5,805
한 국	15,593	10,324	6,111	6,284
미 국	11,640	17,442	9,878	8,124
중 국	965	3,676	2,802	3,756
대 만	2,382	1,899	2,568	3,467
말레이시아	4,490	8,193	9,581	8,470
태 국	2,119	1,876	2,566	2,835
독 일	14,316	12,386	11,278	6,537

주 : \*일본의 평균수입 단가임

자료 : 대장성 무역통계

■ 가격보다는 품질이 조건

이와 같이 일본의 정지변환기 수입규모는

'95년 115억엔, '96년(1~9월)은 130억엔 정도이고, 한국의 대일수출액은 '95년 5억 64백만엔, '96년(1~9월) 16억 54백만엔으로 '96년 들어 한국의 대일수출이 급격히 확대되고는 있으나 일본수입시장 규모자체가 소규모인 관계로 향후 큰 폭의 수출확대는 기대하기 어려운 측면이 있다.

오사카 중전기기관련 주재상사에 확인한 바에 의하면 한국의 중전기기 주요메이커인 현대중공업, 삼성항공(중전주분) 등도 동 품목의 수출실적은 거의 전무하며 기타 20여 개의 국내 중소 전문메이커가 일본 메이커로부터 OEM방식에 의거 납품한 실적이 대부분일 것이라는 의견이다.

■ 주수요처인 전력회사의 심사후 등록되어야만 입찰가능

정지변환기의 경우 가격보다는 품질이 관건으로서 한국산은 동남아산에 비해 품질면에서 우위에 있어 경쟁력을 확보하고 있다는 평가다. 일본의 경우 중전기기의 주수요처는 동경전력, 관서전력, 중부전력 등 대형 전력회사인 바 이들 전력회사에 납품키 위해서는 각 전력회사의 심사절차를 거쳐 지정업체로 등록을 하여야만 비로서 입찰에 참가할 수 있는 자격을 갖추게 되어 있어 여타품목에 비해 시장진출이 까다로운 것이 특징인데 이로인해 한국산의 경우 주로 약전(모터, 케이 블 등) 부문을 중심으로 수출이 이루어지고

있는 상황이다. 다만, 최근 한국의 증전기기 메이커는 일본의 대형전력회사(동경전력, 관서전력, 동북전력, 북해도전력 등)와 활발한 상담활동을 전개하는 한편 각 전력회사에 대

한 지정업체 등록 등도 적극 전개하고 있어 한국산 증전기기의 대일수출전망을 밝게 해 주고 있다.

## 美·EU, 시험·검사 상호인정 합의

미·EU 양국간에 의약품 의료기기, 통신장비, 전기제품, 오락장비 등을 비롯한 많은 품목들의 상호거래시 해당국의 시험 및 검사 결과를 상호인정해주는 시험·검사 상호인정협정(MRAs)이 곧 체결될 전망이다.

최근 워싱턴에서 미·EU 양국은 정상회담을 통해서 이러한 상호인정협정이 체결되도록 한다는데 원칙적인 합의를 봤다고 밝혔다.

따라서 '97년 1월말까지 양국간 MRAs가 체결되게 되면 양국 어느 한 곳에서 시험 및 검사에 합격한 대상품목은 다른 나라에서 이러한 절차가 면제됨으로써 기업들 뿐만 아니라 소비자들에게도 커다란 혜택을 주게 될 것이다.

미·EU 양국은 이러한 인정협정이 연간 400억달러 규모에 해당 품목들의 상호교역에 영향을 미치게 되는 한편, 양국기업들로 하여금 연간 1억7천만~2억달러 상당의 경

비절감효과를 누릴 수 있을 것으로 평가하고 있다(미상무부는 MRAs로 인한 미국기업들의 경비 절감 규모는 연간 1억달러 정도라고 밝힘).

한편 미식품의약품국(FDA)도 이러한 협정으로 이 기관이 EU내 150여개 플랜트를 대상으로 매년 벌여 온 검사의 대부분이 불필요해짐에 따라 건당 10만달러 상당의 검사비용이 절감됨으로써 납세자들의 부담이 줄어들게 됐다고 밝혔다. 그러나 FDA 관계자는 FDA 규정에 의해 관리되는 많은 식품·의약품류들에 대해서는 이러한 MRAs의 적용이 배제된다고 밝혔다.

양국은 기본적으로 협정 대상에 포함되는 품목을 정부의 품목 승인과 기술규정이 적용되는 모든 품목들로 규정해 협상을 벌여왔으나 협정 대상에 포함되는 것으로 명시된 분야는 통신장비 및 기술정보 장비분야도 포함될 가능성이 있는 것으로 발표됐다.

## 터키, 原子力발전소 국제입찰

터키정부가 1MW급 원전설비 입찰을 발표할 것으로 알려지고 있다.

이에 따라 터키 업체들은 외국업체와의 컨소시엄 구성을 위해서 바쁘게 움직이고 있으며, 일부 터키업체는 한국이 유럽보다 가격 경쟁력이 있을 것으로 평가하고 한국업체와 협력을 희망하고 있다.

터키 Simeks Husam사에 따르면, 지중해 동북부 해안도시 메르신의 Akkuyu에 들어설 터키 최초 원전설비의 입찰을 위한 터키 정부의 마무리 작업이 한창이며, 곧 입찰이 발표될 것이라고 한다. 관련 정부부처도 터키업체의 참여비율 확대, 운영조건 등 세부 사항을 조정중이라고 시인하고 있다.

업계에 따르면, 외국기업은 과거 원전설립 경험이 있는 기업으로 참가자격이 제한될 것이라고 하며, 터키 국내기업이 20% 이상 참여하도록 참여비율이 정해질 것으로 보이며, 터키 정부가 L/G하는 조건으로, 외국기업이 자기신용으로 참여하는 방식이 될 것으로 보인다.

입찰규모에 대해, 한 터키업체는 원전설치, 예정지역이 지진지대이고, 해변가인 점을 고려할 때 10억달러를 상회할 것이라는 의견이다.

또한 입찰이 발표되더라도 최소 6개월간의 타당성 조사기간이 주어질 것으로 보인다.

터키는 '97년도에 보유 발전설비 총 2만 1,97MW의 93.2%를 가동하더라도 예상 전력수요 10만1천GMH를 충당하지 못해서 1,500GMH의 전기를 수입해야 하는 실정이다.

이에 따라 일부 반대에도 불구하고 원전추진을 강행할 방침으로, 에너지위기와 원전 필요성을 중점 홍보해 왔다.

그러나, 터키 정부의 재정난으로 입찰 참여기업이 자금을 조달하는 방식(B.O.T 등)으로 조건이 불리하게 된다면, 터키의 정치경제적 안정성 등을 함께 고려해야 하는 부담이 따르게 되어 그만큼 매력이 떨어지는 점도 있다.

한편, 터키는 전력 수급상의 불균형을 타개하기 위해 화력발전 등 일부 발전분야의 국가독점을 '96년 들어 포기하고, 공장 자체용 발전설비 투자를 허용한 바 있으며, 4MW급 이상 설비를 보유시 일정 조건아래 판매도 허용했다.

이에 따라, 터키 제1기업인 KOC그룹이 자동차사업을 포기하고 발전사업에 투자할

것이라는 설이 나돌 정도로 터키의 발전분야 투자확대가 예상된다. 실제로 Timasan사는 0~10kW급의 가정용 가솔린·디젤 발전기와 10~2,250kW급의 산업용디젤 엔진 발전기 수입을 희망하고 있으며, Form Makina

사도 발전기 공급업체를 요청하고, Betoberg사는 수력발전용 터빈 공급업체를 요청하는 등 터키업체의 한국 관련업체 정보 요청이 증가하고 있다.

## 가스 절연기기의 최근 기술 동향

본 자료에서는 가스 절연기기의 지금까지의 기술진보와 UHV GIS, 500KV 직류 GIS, 가스절연 변압기의 개발에 대하여 소개한다.

### ■ UHV GIS의 개발

#### ○ 기술적 특징

500kV이하에는 없는 신기술적 특징으로서 저항 투입차단방식, 저항부 단로기, 고속 접지개폐기, 광 TV, 장대(長大) 가스붓싱을 개발하였다.

#### － 저항투입 차단방식 가스차단기

UHV계는 송전선의 개폐서지 절연간격이 비직선적으로 증대하기 때문에 저항 투입·차단 방식(700Ω)에서 개폐서지를 억제곤란한 지락 서지(1.6PU)까지 저감하고 철탑의 소형화를 도모하고 있다.

#### － 저항부 단로기

뇌 임펄스 시험전압의 저감에 수반하여 단

로기 서지(3PU)가 문제가 되기 때문에 저항(500Ω)에 의해 1.2PU 정도로 억제하고 있다.

#### － 고속접지 개폐기(HSGS)

송전선 사고 차단기, 건전상으로부터 정전 유도가 커지고, 아크가 소호하기 어렵게 되기 때문에 차단후 일단 접지하고 재폐로 전에 개방하는 HSGS를 새로이 개발하였다.

#### － 광VT

소형화로 내서-지성이 우수한 광전압 센서를 이용한 광VT를 개발했다.

#### － 장대(長大) 가스붓싱

장대화에 대응하고 내염·내진성을 확보하기 위해 애자 입형(笠形)상의 심화에

의해 유효장을 축소했다. 또한, 애자파괴시의 발산억제를 위해 FRP통을 삽입하여 애관에 접속하는 용적을 저장하고 있다.

○ 기본사양

UHV GIS의 기본사양은 다음과 같다.

〈UHV GIS의 기본사양〉

GIS 공통	정 격 전 압	1100kV
	정 격 전 류	8000A
	정격단시간내전류	50kA(2초)
	시 험 전 압	녀임펄스 적용주파 2250kV(SI WV 1550kV) $1.5E(30분) - \sqrt{3}E(1분) - 1.5E(30분)$
차 단 기	투 입 · 차 단 저 항	700Ω (투입 · 차단공용) 투입시저항삽입시간 : 10ms 차단시저항접점지연시간 : 30ms
	표 준 동 작 책 무	O-(θ)-CO-1분-CO
	저 항 체 열 책 무	O(BTF)+CO(탈조)
단 로 기	서 - 지 역 제 방 식	저항투입방식(500Ω)
고속접지 개 폐 기	전자유도차단책무	차단전류 : 3500A <sub>rma</sub> , TRV : 600kV <sub>p</sub>
	정전유도차단책무	차단전류 : 1000A <sub>p</sub> , TRV : 900kV <sub>p</sub>
	표 준 동 작 책 무	C-(θ)-O
피 퇴 기	정 격 전 압	826kV
	제 한 전 압	1620kV(at 20kA)
붓 싱	오 손 내 전 압	762kV(1.2E)
	염 분 부 착 밀 도	0.03mm/cm <sup>2</sup>

■ 500kV 직류 GIS의 개발

○ 기술적 특징

대표적인 GIS 구성기기에 관하여 설명한다.

- 모선, Spacer

모선의 구조설계에서는 도전성 이물질 길이 3mm의 존재에서도 내전압 하한치(V<sub>50-3σ</sub>)가 사양치 이상으로 되도록 설계하고 있고 Spacer는 중심도체에서의 전하방출을 억



제하기 때문에 중심도체에 유전체(아르마이드 처리)를 실시하고 있다.

－ 직류용 피뢰기

소자 첨가물 및 소결 시간의 최적화를 도모하고 소재 배열의 합리화와 소자자체의 고저항화에 의한 소자 매수의 저감, 즉 높은 저감을 도모하고 있다.

－ 직류 개폐기

종래는 아크 전압이 높은 공기 차단기를

채용하고 있으나 이번 개발한 것은 발생 아크 전압은 낮으나 차단부의 내구성·기기 신뢰성의 관점에서 SF<sub>6</sub> 가스 차단기를 채용하여 장스트록화, 차단부 자신의 구조개량 등, 아크전압을 높이는 대책을 행하고 있다.

○ 기본사양

직류 GIS의 기본사양은 다음과 같다.

〈직류 GIS의 기본사양〉

회	정격 전압	±500kV	주 내 회 전 로	직 류 상 용 주 파 극 성 반 전	±750kV~±900kV~±750kV (2시간) (1분) (2시간)
	정격 전류	2,800A (3,500A, 30분)			559kV~645kV~559kV (30분) (5분) (30분)
	정격단시간 전 류	20kA, 2초			±625kV→(1분)→±625kV (2시간) (30분)
	노 임 펄 스	1,300kV	피뢰기	제 한 전 압	945kV(at 10kV)
개 폐 임 펄 스	1,175kV	에 너 지 내 량			8.5MJ

■ 가스절연 변압기의 개발

도심 대용량 지하 변전소에 가스절연 변압기를 본격 적용함에 있어서 소용량과 같은 가스절연·가스냉각의 대용량 가스절연 변압기를 개발하여 채용하고 있다. 이것에 의해 변압기실의 층고를 낮추고 용적을 종래의 유입변압기보다 약 30% 축소가 가능했다.

또한 소화설비와 방화구획의 생략 등 소방화설비의 간소화외에 GIS를 변압기와 동일실내에 설치할 수 있었다.

■ 장래 동향

신기술 개발에 의한 원가절감은 송변전설비 전체의 시스템으로서의 협조를 얻는 합리

하나, GIS 단독으로서는 가스절연모선의 가 일층 소형화, 광변성기, 폴리머복합 애관의 개발 실용화가 검토되고 있다. 또한 가스절 연 변압기에서는 냉각시스템을 포함한 합리 화가 필요하다.

추가적으로 설비운용의 실적이나 실태를 답습한 사양 및 보수 합리화 등 적용기술이 주체가 되고 현재 사양의 표준화, 현지 내전 압시험·내압력성능·보수기준의 합리화가 검토되고 있다.

## 變電所의 電流센서, 光파이버型을 開發

日本 도시바社는 현재 사용하고 있는 卷線型에 비해 收納 크기를 대폭 소형화 한 送變電機器用 光파이버型 電流센서(光變流器 = 光 CT)를 개발하였다. 變電所에 있어서 가스개폐장치(GIS) 등의 保護制御 시스템의 소형화 뿐만 아니라 실용화되고 있는 광전압 센서(光PD)와 조합시키면 전력기기의 電流·電壓檢出을 모두 光化하여 光 LAN으로 정보를 전송하는 차세대의 全 디지털 보호제어 變電所를 실현할 수 있게 되었다.

CT는 變電所內에서 數十個所의 전류치를 계측함으로써 運轉異常을 檢出한다. 도시바

社가 개발한 光파이버型 CT는 전류치를 특수한 이중 코팅 石英파이버 하나로 송수신한다. 卷線型에서는 超高電壓 550KV용 GIS에서 幅 1.2m인 收納部를 1/24인 5cm까지 축소할 수 있다. 發光部の 半導體 레이저에서 偏光필터를 통해 直線偏光이 되어 光파이버內를 磁界에 비례하여 회전하는 각도로 電流値를 測定, 디지털 처리로 光디지털 출력을 하는 방법이다. 또한 GIS에의 實裝構造는 최대 4個의 센서를 收納하게 되는데, 電子回路와 光源驅動回路를 光 CT盤에 수납한다.

## 일본, 장시간 무정전장치 개발

전원장치개발 벤처회사인 일본 프라이호일은 혼다기엔공업과 합작으로, 프라이호일식 축전장치와 범용 엔진발전기를 조합시킨 새

로운 타입의 장시간 무정전 장치를 개발했다.

납축전지를 사용하지 않는 장시간 무정전

장치는 처음이라고 한다. 배터리 교환이 필요 없을 뿐만 아니라, 프라이호일은 장기간 사용되기 때문에 운용코스트가 적게 든다.

비상용으로 적합해 지구환경에 유순한 무정전전원으로서, 기업 외에 지방자치단체, 병원 등 공공기관에 판매한다. 최장 24시간의 정전에 대응한다. 정전이 되면 그 즉시 프라이호일식 축전지가 전력을 공급, 정전이 일정시간을 초과하면 엔진 발전기가 작동해 전력공급을 대체한다. 프라이호일식 축전지는 통상시에 프라이호일을 회전시켜 에너지를 축적하는 장치로 금년 6월에 일본 프라이호일이 처음으로 개발에 성공했다. 회전부의 중심이나 축받음 지점을 일치시켜 고도의 균형을 유지하고 있어, 진도 5의 지진을 예정한 테스트에서도 작동을 확인하고 있다.

1-10킬로볼트암페어의 출력까지 대응이 되는 기종을 갖추었다. 가격은 단상전력으로 5킬로볼트암페어 출력인 경우, 1세트가 약 400만엔이다. 양사가 협력해 영업활동하는 외에 해외에서의 수주도 목표로 한다. 한번 설치하면 거의 메인터넌스가 필요없기 때문에 재해에 대응한 분산형의 전원에 최적한 것으로 보고 있어, 기업의 전산기 전원외에 병원이나 소방서, 경찰 등의 비상용 전원 등의 용도를 보고 있다.

종래의 장시간 무정전 전원은 납축전지와 엔진발전기를 조합하고 있었으나 납축전지는 2-3년으로 수명이 다해 교환이 필요했기 때문에, 운용비용이 많이 들었으며 사용이 끝난 납축전지의 처리에도 수고가 많았다.

## 출력 450KW 전력저장 시스템 개발

일본 관서 전력은 스미도모 전기공업과 공동으로 출력 450kw의 전력저장 시스템을 개발, 운전실험을 시작했다. 레덱스 플로형 2차전지라 불리는 시스템으로 2시간의 충전으로 2시간의 방전이 가능하다. 앞으로 장시간 운전의 신뢰성 향상이나 건설코스트 절감을 추진해 4-5년후의 실용화를 목표로 한다. 장래는 양수 발전소의 대체로서 주야로의 전력 부하의 평준화에 도움을 줄 계획이

다.

레덱스 플로형 2차전지는 유산과 금속의 일종인 바나듐을 전해액으로 하는 전지이다. 소형으로 상온운전이 가능하기 때문에 도시 근방의 공장이나 빌딩에 설치할 수 있다는 이점이 있다.

이번에 개발한 것은 크기가 길이 18m, 폭 6m, 높이 3m로 건설비용은 약 3억엔이다. 관서 전력이 다쓰미 전력저장 시험소(오사

카시 이키노구)에서 약 1년간 실험운전을 한다. 전력수요는 낮과 밤의 격차가 크기 때문에 야간 전력을 활용해 주간에 발전하는 양수 발전소 등에서 부담평준화에 노력하고

있다. 전력저장 시스템이 실용화 된다면 양수 발전소를 대체 보완하는 것으로서 주간의 전력부담의 절감에 도움이 될 것이 기대되고 있다.

## 고온초전도 재료 응용 확대

고온초전도 재료를 센서나 필터 등에 응용하는 움직임이 넓혀지고 있다. 고온초전도 재료의 연구는 1986년 발견 당시의 각광적인 인기가 진정된 다음 화려한 움직임은 없으나 꾸준한 분야에서는 최근 실용적인 성과를 올리고 있다. 초전도라고 하면 강력전자석이나 리니어모터 등을 생각하기 쉬우나 눈에 띄지 않는 분야에서 응용이 착실하게 진행되고 있다.

일본의 덴소와 알프스 전기가 설립한 이동체 통신 첨단기술연구소는, 고온 초전도체 재료로서 알려지고 있는 이트륨계의 고온 초전도체를 사용한 저손실의 이동체 통신기지용 수신필터를 시험제작했다. 4cm각의 금속산화물 기판의 양면에 고온 초전도체를 결정 성장시키는 기술로 박막을 만들어 이것으로 2.5GHz대의 필터를 제작했다. 성능을 조사한 결과, 종래의 공동 공진기 필터에 비해 약 1/3의 저손실로 되었다고 한다. 저항이 제로인 초전도 상태로 하는 데에는 절대온도 70℃(-203℃)로 냉각할 필요가 있기 때문

에 용접 400mℓ의 스타링 방식의 소형 냉각기도 개발했다.

고온 초전도체로 이동체 기지국의 수신필터를 만들면 소형, 협대역, 저잡음, 특성이 샤프하게 되는 메리트를 얻게 된다. 이동체 통신의 주파수의 이용 효율도 3배 정도로 향상될 것으로 시산되고 있다. 도쿄가스와 나가오까 기술과학대학의 다까다 교수는 공동으로, 역시 이트륨계의 고온 초전도체를 사용한 산소센서를 개발했다. 이 재료는 주위의 산소 분압에 의해 결정내의 산소량이 변화하여 전기저항율이 변환하기 때문에 산소센서로서 가장 적합한 것으로 알려지고 있다. 그러나 결정 내의 산소를 움직이는 데에는 외부로부터 800℃라는 고온으로 가열할 필요가 있다. 이번의 방법은 재료의 세선에 전압을 걸어 가열하면 그 일부가 적열하는 현상을 이용한다. 종래의 외부로부터 가열하는 방식에 비해 자기 발열하기 때문에 간단한 구조로 센서가 구성되는 것이 특징이다. 도쿄가스는 우선 희박연소식 가솔린의 제어

용으로의 이용을 검토하나, 산결방지용이나 환경용 센서로의 응용도 생각된다고 한다.

스미도모 전기공업은 소형자기센서로서 사용되는 고온 초전도 SQUID(초전도 양자간섭소자) 키트를 개발했다. SQUID 소자는 홀몸바름 구리 산소 박막을 레이저 증착법으로 기판위에 형성한다. 이 소자는 미약한 자장에도 반응하는 자장 검지 능력이 있다. 또한 고가의 액체 헬륨으로 냉각시킬 필요가 있는 종래의 초전도 소자와 달리 액체질소로

냉각시키기 때문에 장치의 가격이 100만엔 이하로 싸기 때문에 연구실험용으로도 사용된다. 고감도 자기센서로서는 식품중에 포함되어 있는 철분의 검사나 원자력 발전소 등에서의 금속 피로검사로의 이용도 기대된다. 이 키트와 오실로 스코프를 조합시키면 전류를 늘이더라도 전압이 발생하지 않는다고 하는 초전도 상태의 전류 전압특성이나 자장 전압특성이 직접 관찰된다.

## 고결합 계수 신소재 개발

일본의 후지쓰연구소는 압전 세라믹스로, 전기기계 결합계수가 80.8%로 가장 높은 신소재를 개발했다. 결합계수는 전기에너지를 기계에너지로 변환하는 효율로, 이 값이 클수록 소형화가 가능하다. 값싼 연계 페롭스카이트 구조의 세라믹스에 착안, 엄밀한 최적조성을 찾고, 불순물 혼입을 억제해 큰 결정체를 형성하는 등으로 실현했다.

개발한 신재료는 니켈·니오브산·납/티탄산·납/지르콘산·납(PNNPTPZ)이라 불리는 복잡한 연계 페롭스카이트 화합물이다. '70년대 전반에 압전재료로서 연구되고 있었으나 이번에 조성을 미묘하게 변환하면서 최적조성의 신재료를 탐색했다. 구체적으로는 혼합, 분쇄등의 프로세스를 연구, 미량

의 불순물 혼입을 억제하면서, 미묘한 조성 변화가 압전 특성에 미치는 영향을 조사했다. 세라믹스 분체는 입도(粒度)를 갖추어, 소성에 의한 조성의 엇갈림을 보정하면서, 1000℃ 정도의 저온소성이 되는 고결합계수의 재료를 개발했다.

그 결과 세라믹스로는 스칸듐계 재료가 갖는 78%의 기록을 깨는 고결합계수를 얻었다. 적층형 압전소자는 이와같은 압전재료와 전극화를 교대로 적층한다. 재료의 결합계수가 커지면, 같은 압전효과를 얻는 적층수를 줄여 소형화가 가능하다. 스칸듐계 재료는 소성온도가 높으며 고가인 백금전극이 필요하게 되어 실용성이 매우 낮다. 신재료는 저온소성이기 때문에 백금보다 1/10이 싼 은

파라데이 사용되어 전극이 거의 모두를 접하는 적층 압전소자의 코스트가 대폭 절감된다. 현재 압전재료로서 보급하고 있는 티탄산 질콘산염(PZT)에 비해, 신재료는 결합계수에서 4% 강, 압전정수에서 30% 정도 커져, 같은 압전효과를 얻는 사이즈가 30

% 소형화 된다고 한다. 이것으로 비디오 카메라의 떨림방지 기구 등이 소형화 될뿐만 아니라 결합계수가 높기 때문에 자기디스크 헤드나 주사터널 현미경(STM), 노광 장치 등의 정밀위치 결정의 제어성도 향상이 된다고 한다.

## 차세대 쓰레기 發電에의 도전

쓰레기 발전의 연구개발이 새로운 단계를 맞이하고 있다. 쓰레기 발전은 이제까지 쓰레기 소각로의 부수 설비로 되어 있었으나, 리사이클형 사회의 도래로 새로운 에너지원으로서 적극적으로 이용할 움직임이다. 발전의 효율은 대폭적으로 끌어올리는 기술개발로 연달고 있다. 쓰레기 발전은 장래의 유망한 전력공급원으로 될 가능성을 비장하고 있다.

지난해 11월 1일 일본 최초의 [슈퍼 쓰레기 발전] 플랜트가 영업운전을 시작했다. 통상의 쓰레기 발전에서는 소각로에 의한 폐기물 연소의 열을 이용해 증기를 만들어, 증기 터빈으로 발전한다. 이에 대해 슈퍼 쓰레기 발전은 증기터빈에 가스터빈도 병설, 발전효율을 대폭으로 높이고 있는 것이 특징이다. 이번에 가동한 플랜트에서는 소각로로부터 나오는 약 250℃의 증기를 가스터빈의 폐열을 사용 동 400℃까지 상승시켜 발전효율을

31%로 종래에 비해 20포인트 가까이 끌어올렸다. 금년 4월에는 오오사카 사카이시에서도 새로운 플랜트가 가동한다.

가정 쓰레기 등 일반 폐기물을 연료로 한 쓰레기 발전시설은 작년 3월 현재 전국에 147개소가 있어, 총출력은 56만kW로 중형의 화력발전소 1기분에 해당한다. 다만 발전에 사용하는 증기를 약 300℃로 낮은 온도로 하고 있기 때문에, 발전효율이 10-15%로 통상 화력발전의 약 40%에 비해 매우 낮은 것이 결점이다. 쓰레기에 함유되고 있는 염화비닐이나 생쓰레기 중의 염분으로부터 염소가스가 발생, 동 300℃ 이상의 고온에서는 보일러의 파이프를 부식시키기 때문에 온도를 억제하고 있기 때문이다. 신에너지 산업기술 종합개발기구(NEDO)는 슈퍼 쓰레기 발전과는 별도의 방법으로 "300℃의 벽"을 타파하는 것을 목표로 하고 있다. 내년 가을의 완성을 목표로 가나가와 현에서

건설중인 파이럿 플랜트에서는 보일러의 파이프 재료에 내부식성이 높은 특수한 스테인레스를 사용해 증기 온도를 500℃로 올려, 30%의 발전효율을 실현할 계획이다.

발전효율을 대폭으로 높이는 차세대형 쓰레기 발전은 아직 선진적인 예가 막 나오기 시작한 단계이다. 보급이 되기까지는 아직도 몇가지 난관이 기다리고 있다. 특히 비용절감과 맹목물질인 다이옥신에 대한 대책의 개발이 불가결하다.

쓰레기 발전시스템을 고효율화하는 데에는 재료의 개발, 소각로의 구조의 개량, 원료질개선 등의 3가지 과제가 있다. 이중 중기계 업체등이 열심히 착수하고 있는 것이 소각로의 개발이다. 각사는 쓰레기 소각에 따라 발생하는 재를 스스로의 열로 녹인 [가스화 용융로]가 차세대 소각로로 보고 개발경쟁이 격심하다.

가스화용융로는 쓰레기를 찌서 태워 발생시킨 가스를 1300℃ 정도의 고온으로 태워

보일러 효율을 올린다. 연소후의 재는 이제까지 전력을 사용해 녹여 감량해 왔으나 신기술에서는 그러할 필요도 없이 소각로와 발전설비를 합친 전체로 보아 열이용 효율이 크게 개선된다. 또한 고온으로 안정연소하기 때문에, 다이옥신이 효과적으로 분해되는 것도 특징이다. “4-5년 후에는 가스화 용융로가 급속하게 보급될 것이다”라고 업계는 기대한다. 앞으로의 과제는 장치를 어떻게든 소형화하여 비용을 억제하는가이다.

쓰레기 발전은 일반적으로 쓰레기 처리량이 하루 200톤 이상이 되지 않으면 채산이 맞지 않는다. 이는 인구 20만 도시의 일반쓰레기의 배출량에 해당되어 적은 시-정-촌에서는 단독으로는 쓰레기 발전에 나서지 못하는 것이 실정이다. 다이옥신 대책의 면에서도, 대형의 소각로는 소형에 비해 다이옥신의 발생량이 적다. 따라서 후생성은 넓은 지역의 쓰레기를 한곳에 모아 대형의 플랜트로 처리하는 정책을 진행하고 있다.

## 電氣모터 이용 전기자동차 유망

세계적으로 지구환경 보전에 관한 인식이 높아지고 있는 가운데 세계각국에서 전기자동차에 대한 관심도 크게 높아지고 있다. 그러나 주행거리가 짧은 점과 전지가격, 신뢰성 혹은 대량의 신형전지 리사이클 문제등

전기자동차가 보급될 때까지엔 해결되어야 할 문제도 많이 남아 있는 실정이다. 이같은 현상을 감안, 전기자동차의 메리트를 살려가면서 문제를 해결하기 위한 현실적인 기술로서 연구가 진전되고 있는 것이 바로 전기모

터와 여타동력원을 합친 하이브리드 자동차이다.

캘리포니아주의 대기자원국이 試算한 오는 2,005년 시점에서의 세계 전기자동차 연간 보급대수를 보면 순수 전기자동차는 11만5천대에 머무는 것으로 되어 있다. 이에 대해 성능면에서 종래의 자동차에 가까운 하이브리드 전기자동차의 경우 62만대에 달할 전망이다.

캘리포니아주의 규제에서도 하이브리드차는 배기가스를 전혀 배출하지 않는 무공해차인 ZEV로 지정될 가능성마저 있다. 이렇게 될 경우 세계의 각 자동차 메이커들은 전기자동차의 개발과 병행하여 하이브리드 전기자동차의 개발에도 힘을 기울이게 된다.

하이브리드 자동차는 크게 나누어 2개 종류로 구분할 수 있다. 주행용에는 모터만을 사용하고 다른 동력원은 충전용 발전기의 구동원으로서 사용하는 直列타입이 그 하나이고 다른 하나는 모터와 다른 동력원 양쪽을 주행에 이용할 수 있는 병렬타입이다.

직렬타입은 가솔린과 디젤엔진등을 주행상태에 관계 없이 일정한 負荷와 회전수로 사용할 수 있다. 연비와 배기가스가 가장 적은 최적조건으로 연속운전할 수 있어 가감속을 되풀이하는 시가지주행등에서 큰 효과를 얻을 수 있다. 이 타입은 바로 환경친화방식이라고도 할 수 있다. 그러나 이 방식은 종래의 구동계와 생산설비를 이용할 수 없는데다

모터와 전지등에 효율성이 높은 것을 필요로 하는 난점이 있다. 한편 병렬타입은 종래의 엔진과 구동계의 기술을 이용할 수 있다. 전지와 모터에의 부하도 적고 운전성능은 현재의 시판차와 동등 이상의 수준을 달성할 수 있다. 그러나 이 방식으로는 모터와 다른 동력원을 전환하여 사용하거나 모터로 주동력원 어시스트하기 때문에 엔진과 모터를 가동시키기 위한 클러치와 변속기의 제어엔 고도의 기술을 필요로 한다.

하이브리드 전기자동차는 일본에서는 현재 도요타자동차 · 닛산자동차 · 미쓰비시자동차 공업등이 직렬타입의 소형버스와 승용차, 소형트럭에서 試作車を 발표하고 있다. 또 히노자동차공업은 HIMR로 불리우는 하이브리드 대형버스를 시판하고 있는데 이는 모터로 디젤엔진을 어시스트하는 병렬타입의 것이다.

작년 11월 독일에서 시판계획이 발표된 하이브리지 전기자동차 ‘아우디 듀오’는 直噴式디젤엔진과 三相싱크로나스 모터를 사용하고 있다. 시가지주행에서는 모터를 사용하고 고속도로등에서는 디젤엔진으로 전환할 수 있는 병렬타입을 채용하고 있다. 최고시속은 170km를 낼 수 있으나 불과 3.6리터로 100km를 주행할 수 있는 저연비를 양립시키고 있다. 앞으로는 전지를 비롯한 주변 기술의 개량으로 직렬차입의 운전성능도 향상될 전망이다.



## 日, 지하식 양수 發電시스템 開發

일본의 전원개발은 금년도부터 지하식 양수발전의 개발에 나선다. 전력 피크시의 대책으로서 “전력저장” 기능을 다하는 양수발전의 역할이 높아지고 있으나, 입지난 등을 해결하기 위해 지하식을 도입한다. 통산성 자원에너지청의 정책의 일환으로서 전원개발이 수탁해 착수하는 형으로 우선은 4년 계획으로 입지 조건이나 지하공동(空洞)건설기술의 개발 확립을 해나간다.

양수발전은 발전소의 상부와 하부에 저수지를 설치, 전력 공급 여력이 있는 심야나 휴일에 상부에 양수해 놓아, 전력수요 피크시등에 물을 낙하시켜 수력발전을 한다. 현재 산간부를 중심으로 전국 40여개소에서 가동하고 있다. 지하실은 육지나 해저에 상부저수지를 설치, 지하에는 공동을 만들어 하부저수지를 설치한다. 두곳은 파이프를 연

결해 거의 중간위치에 발전설비를 건설한다. 고조차는 통상 지상식 양수발전소의 약 2배에 해당하는 800m 이상을 예정하고 있다. 전원개발이나 사단법인 토목학회 등이 기술가능성을 검토한 결과, 실현성이 높아 지상식과 그다지 변함이 없는 비용으로 건설될 수 있는 것으로 판단했다.

일본 에너지청은 금년도 예산에 개발비 8,000만엔을 요구해 놓고 있어, 수탁예정의 전원개발은 우선 4년 계획으로, 입지 지점조사, 지하공동건설을 위한 기술이나 높은 낙차에 견딜 수 있는 수차의 개발 등에 착수할 방침이다. 양수발전소는 지형조건의 제약에 의한 입지난이나 자연경관으로의 영향이 과제로 되어 있다. 지하식은 이러한 문제를 극복할 수 있어 전력수요지의 근처에 건설한다면 송전 코스트의 삭감에도 이어질 것이다.