1993 日本의 尖端技術, 開發動向 및 需要展望

연구기획관리단 전문위원실編

정보 통신 기술

하이비전: 일본 진영, 우세를 유지할 수 있을 것인가? HDTV 규격 전쟁

HDTV국제 규격 통일은 분규 중

하이비전은 NHK의 주도로 개발되어 현재 실험 방송이 이루어지고 있다. 일본의 독자적인 HDTV는 1화면 당 주사선의 수를 현행 텔레비전(NTSC방식)의 525개로부터 1125개로 늘리고 화면 해상도를 비약적으로 높인 것으로, 차세대 TV의 주연으로 주목되고 있다.

국제 규격 통일을 둘러싸고, 일본, 미국, 유럽에서 격렬한 경쟁이 일어난 것은 이미 다 알고 있을 것이다. 그리고 이 삼두마차의 경쟁에서는 현재 일본의 하이비전이 우위를 장악하고 있다. 예를 들면 EC가 제창하는 European HDTV=HDMAC 방식의 기술적 완성도는 일본에 필적하는 수준을 갖고는 있지만, EC 위원회나 각국 개발 기업의 보조가 아직까지 맞추어지지 않는 것이 실용화의 최대의 맹점이 되고 있다. 한편 미국은 빠르게 레이스를 빠져나와 승부를 차세대의 디지탈 하이비전에 걸고 있다. 따라서 승패의 귀추는 일본, EC 중 어느쪽 진영이 미국을 둘러싸고 그 시장을 확보하는가에 달려 있다고 할 수 있다.

과거 HDTV 규격의 국제 통일이 정리되지 않았던 배경에는 HDTV가 일렉트로닉스 제품에서는 20세기 최후의 초대형 전략상품인 까닭이다. 日本 우정성의 자문 기관인 「하이비전의 추진에 관한 간담회」의 예측에 의하면, 그 시장 파급 효과는 하이비전이 본격적으로 보급되는 21세기 초까지 년 60조 엔의 국내 수요를 불러 일으키고, 더욱이 하이비전에 대응하는 VTR, 카메라, 테이프 등을 포함하면 80조 엔에 이르며, 전세계의 수요로는 500조 엔에 달하는 것으로 되어 있다. 이 만큼 거대 시장을 창출할 수 있게 되면 국제 규격의 통일 문제는 기술적인 수준에서 멀어져서 어쩔 수 없이 시장 확보를 위한 정략이라는 색채를 띠게 될 것으로 보인다.

본격적 위성 방송 시대를 연다

그러면 앞으로 각국의 HDTV는 어떤 식으로 보급되어 갈 것인가, 현행 TV 방송 주파수대는 이미 꽉 차있고, 종래의 TV의 5배의 정보량을 가진 하이비전 방송을 분할하는 것은 불가능하다. 따라서 하이비전 실용화에는 우선, 방송 위성의 정비가 선행되지 않으면 안 된다. '91년 8월, 방송위성 BS-3b가 쏘아올려져 같은 해 11월부터는 NHK와 일본 위성 방송에 의해 하루 평균 8시간의 하이비전 시험 방송이 시작되었다. 이러한 면에서도 HDTV 경쟁에서의 日本하이비전 진영은 이미 세계의 1위를 달리고 있다. 또 수상기의 개발에서도 '92년 6월 바르셀로나 올림픽 방송을 목표로 소니가 본격형 수상기를 130만 엔이라고 하는, 종래 가격에 비해 반값에 가까운 가격 설정으로 발매하여 화제를 불러 일으키는 등 실용화에 박차가 가해지기 시작했다.

가전 제품은 시장 형성기에 급속히 가격인하(cost down)가 진행되었다고 하지만, '91년에는 400억 엔 전후였던 본격형 하이비전 수상기가 '92년 5월에 240만 엔(도시바), 250만 엔(마쓰시다 전기산업)으로 단숨에 가격을 내렸으며 그로부터 1개월 후에 130만 엔으로 이르게 되는 등 이러한 상황은 전례가 없다. '93년에 하드웨어면에서는 하이비전이 보급기에 접어들었다고 봐도 좋을 것이다.

확실히 보급이 전망되는 하이비전

국제 규격 통일 문제를 남겨 놓았다고는 해도, 일본 국내 시장에서의 하이비전은 종래형 TV(약 5,000만대)를 대체한다는 측면에서 상당한 영향력을 가지고 있다. 또 상용화 당초(93~95년)의 수상기는 MUSE 해독기(decoder)를 내장하지 않으면 안 되므로 100만 엔을 밑도는 일을 없겠지만, 대형 방송 위성이 쏘아올려지면(5년 이내로 추정) MUSE 방

식은 반드시 필요하지는 않게 되어 제조 비용은 대폭 삭감할 수 있다. 5년 후에는 50만 엔대의 수상기가 등장하는 것은 거의 확실하게 예측할 수 있다. '97년이 하이비전의 본격적 보급기의 해가 된다는 근거는 여기에 있는 것이다. 이 시점에서 수상기, VTR, 카메라, 테이프, BS용 안테나를 포함한 하이비전 관련 국내 시장은 1조 3,000억 엔, 2000년에는 7조 엔을 넘는다고 하는 예측도 반드시 꿈만은 아니다.

아직 소프트웨어가 부족하지만, 영화 필름을 그대로 하이비전化 할 수 있는 「텔레시네 시스템」의 실용화도 목전에 있으며, 대응하는 레이저 디스크나 VTR도 제품화가 진행 중에 있으므로 큰 불안 요소는 되지 않을 것으로 생각해도 좋을 것이다.

超LSI:반도체 메모리는 Giga-bit의 시대로

쇠퇴하지 않는 기술 개발

반도체에는 2, 3년만에 용량이 4배로 확대된다고 하는, 이른바 「실리콘 사이클」이 있다. 10~15년 만에 1,000배 용량의 확대를 가져오는 추세이다. 현재, 반도체 메모리의 주류는 1M 비트 DRAM에서 4M로의 이행기에 있으며, '93년 이후에는 본격적인 4M 시대가 도래할 것으로 보인다. 또한 16M의 대량 생산 준비가 추진되어

고품위 TV 관련 사업의 시장 예측

	1985년	2000년
영상기기 제조업 민생용 기기	7,000	17,000
산업용 기기	1,000	10,000
영상 소프트 제조업	400	5,000
영상 소프트 이용업	1,800	10,000
계	약 11,000	약 42,000

자료:『10년 후 일본의 첨단기술시장』 다이아몬드사. 단위: 억 엔

64M의 시제품도 등장하고 있다.

또한 연구개발 단계에서는 빠른 속도로 1 기가 비트의 세계로 돌입하려 하고 있다. 최근에는 반도체 불황의 영향도 있어서 시장의 전개는 늦어질 전망이지만, 연구개발의 기세는 둔화되고 있지 않다. 1 기가 비트은 요소 기술의 개발이 계속 진행되고 있어 2,000년까지는 실용화될 전망이다.

요구되는 최첨단 가공 기술

LSI 제조에는 다양한 기술이 관련되어 있다. 256M-G급의 칩 개발에서 특히 과제가 되고 있는 것은, 실리콘 웨이퍼 위에 회로 패턴을 찍어내는 리소그라피(露光) 기술이다. 16M 이상의 DRAM에서는 선폭이 1 마이크론(1/1,000mm)을 밑도는데, 선폭은 일반적으로 露光에 사용되는 빛의 파장을 밑도는 것이 불가능하다. 1 마이크론은 가시광의 파장의 범위를 넘기 때문에 16M-64M의 개발 제조에는 자외선이 이용되고 있다. 그런데, 256M 이상에서는 최소선의 폭이 1/3 마이크론을 밑돌고, 자외선의 파장 이상이 된다. 이러한 점으로부터, 256M 이상의 칩을 제작하기 위해서는 X선 리소그라피(露光)가 필요하게 된다.

초 LSI (실리콘 사이클)	
DRAM용량	量産개시시기
16K(킬로 1024)	1978년
64K	1980년
256K	1982년
1M(mega=약 105万)	1985년
4M	1989년
16M	1992년
64M	1995~96년경
256M	1998~99년경
1G(giga=약 10억)	2001~02년경
※실용화와 샘플 출하는 量産개시의 1~2년, 세대교체는 시장동향과 관련해서 1~3년 걸린다.	

그런데, X선을 사용하게 되면 X선源을 개발하지 않으면 안 된다. 리소그라피에 사용하는 X선源은 레이저광처럼 파장이 일정하고 날카로운 지향성을 갖고 있으며 더구나 고휘도가 아니면 안 된다. 그와 같은 X선은 싱크로트론(Synchrotron: 하전입자 가속기) 방사광으로서 얻을 수 있는데, 물리 실험 등에서 사용되는 싱크로트론은 거대한 장치로서 간단히 반도체 공장에 설치할 수 있는 것이 아니다. 현재, 보다 소형 고출력의 싱크로트론 개발 경쟁이 진행되고 있다. 또하나의 문제로서, X선은 가시광이나 자외선과 같이 렌즈로 굴절시킬 수 없기 때문에, 패턴의 축소 노광(露光)이 불가능하다는 점이다.

따라서 X선을 사용하지 않고, 자외선으로 어떻게든 256M-1G에 대응할 수 있는 기술을 개발하려는 기업이 늘어나고 있다. 이미 256M에서는 많은 기업이 X선이 없는 상태에서의 개발에 목표를 두고 있다. 그중에서도 히다찌(日立) 제작소는 빛의 위상을 겹치지 않게 비켜 놓음으로써, 파장 미만의 선폭도 가공하는 「위상 변경(shift) 방식」을 사용하고, 0.1 마이크론(1G 급 칩에 대응)까지 가공 가능한 기술을 개발했다고 발표하고 있다.

수요의 변화

문제는 장래 기가 단위의 초대용량(超大容量) 기억이 실용화되었을 때 어떤 시장의 전망이 있을까 하는 것이다. 초대용량 기업의 용도로서 가장 유망한 것이 멀티미디어이다. 멀티미디어는 디지탈 영상이나 음성을 정확한 시간에 처리하기 때문에 이에 요구되는 칩은 파격적인 기억 용량과 뛰어난 처리 성능이 요구된다. 한편, 미국에서는 화상 음성 모두 디지탈인 HDTV 개발이 추진되고 있다. HDTV가 컴퓨터의 멀티미디어化와 연동하게 되면, 기술과 용도 모두에서 일대 대성과를 거둘 것이다. 현재 공급측의 불안감이 너무 앞서 있는 경향은 있지만, 장래성은 이 조합이 한층 높다고 할 수 있을 것이다.

새로운 특수 반도체/플래시 메모리

또, 메모리의 세계에서 근래 수년 간에 급속히 발달하여 많은 주목을 받고 있는 것은 플래시 메모리이다. 퍼스널 컴퓨터 등에서 사용되고 있는 기억 소자인 DRAM은 전원이 끊어지면 기억 내용이 완전히 사라져버리지만, 플래시 메모리는 전원이 끊어져도 기억 내용을 보존할 수 있다고 하는 특징을 갖고 있다. 이전부터 있었던 EEPROM을 개량하여 해독 및 작성을 고속화함과 동시에 빈번한 데이터 교체 작성에도 견딜 수 있도록 한 것이다. 이는 84년에 도시바(東芝)가 개발한 기술로서, 현재는 미국의 인텔社가 최대의 시장 점유율을 갖고 있다.

플래시 메모리가 주목받고 있는 것은 외부 기억 장치의 대체 디바이스로서 유망하기 때문이다. 그 이점은 우선 현재 가장 많이 사용되고 있는 하드 디스크와는 달리, 고장나기 쉬운 기계 구동 부분을 갖고 있지 않는 반도체 소자라는 점이다. 그리고 소형, 고속, 고신뢰성, 저소비 전력이라고 하는 차세대의 외부 기억 기업으로서 최적의 성질을 갖추고 있

다. 초소형 퍼스컴이나 전자수첩과 같은 소형 정보 기기의 외부 기업장치로서의 수요가 늘 전망이고, '90년대0
DRAM에 버금가는 대규모 시장이 될 수 있을 것으로 전망되고 있다.

액정 디스플레이: 21세기 핵심 기술 액정 디스플레이

브라운관의 대체

액정 디스플레이는 현 시점에서 일본의 독자적 기술(세계 총생산액의 90%를 일본제품이 점하고 있다)일 뿐만 아니라, 그 경제적 파급 효과와 실현 가능성으로 봐서, 21세기를 향한 일본의 가장 중요한 핵심 기술의 하나로 손꼽히고 있다.

'80년대의 응용 분야는 탁상용 전자 계산기 등의 작은 화면에 한정되어 있었지만, '80년대 후반에 종래의 액정 디스플레이의 해상도를 크게 향상시킨 STN 방식이 등장하였고, 이에 의해 액정 디스플레이는 퍼스컴, 텔레비전 게임, 워드프로세서 등의 디스플레이로서 충분히 사용 가능한 품질이 되었다. 더욱이 '90년대에 들어서자, 컬러 화질이나 응답 속도에서 거의 액정 디스플레이의 개발 목표를 달성하는 TFT 박막 트랜지스터 방식의 대량 생산이 시작되어 단숨에 액정산업 전체가 열기를 띠게 되었다.

또 하이비전 등의 고품위 TV 기술이 본격화되고 있는 현재, 액정 디스플레이의 대형화는 불가피하지만, 이 시기에 부응하여 '91년 10월, 캐논이 액정 디스플레이의 대형화 기술의 우승 후보로 보이던 FLC(강유전성액: 强誘電性液晶) 방식의 디스플레이를 발표, 대형화의 가능성이 단숨에 열렸다. 이와 같이 기술적 진화가 극적으로 전개되는 분야인 만큼, 액정 산업은 앞으로 5년간은 년 비율 30%의 성장이 예측되어 95년에는 1조 엔 산업으로 성장할 것으로 기대되고 있다.

그렇지만 한편, 액정 산업의 장래에 암운을 드리우는 것은 미·일 무역 마찰에 관련된 문제이다. '91년 미 상무성(商務省)은 일본의 TFT방식 액정 디스플레이를 덤핑 제품으로 판정하여 62.67%라는 고율의 반덤핑관세를 부과했다. 그러나 TFT 제품은 미국내에서는 거의 생산 불가능했기 때문에 애플, IBM 등의 미국의 대기업들조차도 과세반대의 목청을 돋구고 있어서 가까운 장래에 해결의 길이 보일 것으로 보인다.

과제는 대형 화면에 달려 있다.

액정 디스플레이는 그 구동 방식(전압의 ON, OFF)에 의해 크게 2종류로 대별되어 정적인 것(static)과 동적인 것(dynamic)의 두 가지 방식이 있다. 다이나믹 방식은 더 나아가 단순 매트릭스(matrix) 방식과 액티브 매트릭스(active matrix) 방식으로 나누어진다. 단순 매트릭스 방식의 액정 디스플레이는 퍼스컴, 탁상용 전자 계산기 등의 정지 화상용이고, 액티브 매트릭스 방식의 액정 디스플레이는 TV, 영화 등 움직이는 화상용으로 사용되고 있다.

이 액티브 매트릭스 방식의 디스플레이는 '90년의 단계에서 퍼스컴용 10인치형으로 16계주 4096색 표시의 제품이 개발되고 있을 정도이고, 컬러 표시의 화질인 점에서 이미 종래의 브라운관(CRT)을 능가하고 있다.

향후 액정 디스플레이의 고성능화의 테마는 본격적인 「벽걸이 TV」용의 디스플레이, 즉 대형화면化일 것이다. 「벽걸이 TV」가 실현되기 위해서는 적어도 15인치 이상의 넓이를 갖고, 두께는 몇 ㎝로 한정시킬 필요가 있다. 또, 화질의 면에서도 브라운관에 필적하는 것이 아니면 안 된다. 그러기 위해서는 계주는 256계주 이상이고, 화소수(畵素數)는 1,000만 이상 필요하다. 현재의 기술의 진전도로 생각하여, 20세기 내에는 이 품질까지는 충분히 도달할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

돌파(Break-through)되어야 할 기술

액정 디스플레이의 대형화, 고품질화는 거의 시간의 문제라고 봐도 좋다. 그것을 이루는 데까지의 난관을 돌파해야 할 핵심기술은 거의 다음의 세 가지로 집약될 수 있다고 생각된다. 우선, 첫번째로는 액정분자의 안전성의 확보, 두

번째로 액정 특유의 성질을 발휘하기 위한 동작 온도 범위의 확대, 세번째로는 제품에 대한 원료 비율의 향상이다.

실용화를 저지하는 사회적인 제약은 전술한 바와 같이 일미 경제 마찰 이외에는 거의 보이지 않지만, 불경기 속에서 대형화, 고품질화를 위한 연구개발비, 설비 투자비를 어떻게 염출해 낼 것인가 하는 문제, 또 제품에 대한 완료 비율의 열악에 의한 제품 비용의 상승을 어떻게 억누를 것인가 하는 문제가 거론될 수 있을 것이다.

대형 액정 디스플레이의 시장 규모

종래의 액정 디스플레이의 시장 규모는 '91년도에 약 2560억 엔 정도이다. 과학기술청의 예측에 의하면 '95년에는 대형 액정 디스플레이의 일정 수준의 상품화가 이루어진다고 생각하면, 그 시점에서 약 1조 엔, 2,000년에는 하이비전 등 고품위 TV의 보급이 본격화될 것으로 전망되므로 대형 액정 디스플레이의 수요는 급증하여 약 2조엔, 2,010년에는 6조 엔에 달할 것으로 보인다.

新통신: 다양화하는 현대의 통신 수단

ISDN의 시대으로

전화는 현대 사회의 정보통신의 핵이라 할 수 있으며, 근래 수년간 다양하게 변화되어 왔다. 이 전화 통신 회선에 더욱 많은 정보량을 싣기 위해, 종래의 음성 데이터와 디지탈 데이터의 송신을 일체화하는 ISDN 방식이 등장했다.

ISDN은 디지탈 기술을 기초로 하는 공중 회선망으로 일본에서는 1988년에 NTT가 상용(商用) 서비스를 개시하였는데 이것은 종래의 전화회선에서 두개의 정보 채널과 한 개의 신호 채널을 사용할 수 있는 것이다. 또한 NTT는 ISDN 가입자에 대한 서비스로서 Packet 통신 서비스(INS Packet)를 90년에 개시했다. 이에 따라 누구라도 디지탈 통신이 가능해졌고, 고속, 고정밀의 팩시밀리 통신이나 화상 통신이 가능해지게 되었다. 또 1개의 회선으로 동시에 음성, 화상, 데이터 송신이 가능하고, 정보 채널과 신호 채널의 분리에 의해 통신중에 발신자 번호 통지, 요금 정보 등의 부가 서비스도 이용할 수 있게 되었다.

ISDN의 기본적인 기술 과제는 종래 사용되고 있는 전화기나 회선은 음성 정보인 아날로그 신호를 보내기 위한 회선으로, 통신망과 직접 연결할 수가 없다는 점이다. 그래서 음성 신호를 디지탈 데이터로 교환하는 기술이 필요해졌고, 그 기본 기술이 PCM 방식이다. PCM 방식을 간단하게 설명하자면 음성을 다지탈화하기 위해서, 음파의 최고 주파수의 2배로 샘플링(sampling)하고, 그 숫자를 0과 1의 이진수로 부호화하여 전송하는 것이다.

다양한 위성 이용

최근, 인공 위성을 사용한 위성 통신이 통신 미디어에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 지구의 상층에는 전리층이라 불리는, 전파를 반사시키는 층이 있다. 이것에 전파를 반사시켜 통신하는 방법은 안정성에 문제가 있다. 그래서 이 전리층 대신에 인공 위성을 사용하여 전파를 반사·수신하여, 그 신호를 증폭시켜 지상에 되돌려 보내는 것이다. 일본의 통신 위성은 장거리 통신의 중계국을 위한 인공 위성으로 변형 궤도를 도는 이동 위성과 적도 상공의 궤도를 도는 정지 위성이 있고, 또 국제 통신 위성과 국내 통신 위성이 있다.

일본에서는 1983년 2월의 「사쿠라 2호a」가 최초의 통신 위성이며, 일본 국내의 통신 위성의 이용은 우선 케이블 TV(CATV)를 향한 프로그램 공급, TV 프로그램의 계열국에의 배신(配信), 이벤트의 영상중계가 있다. 그외에 기업이 자사용으로 사

각종 통신 회선수의 추이

	'87부로	'88년경	'89년경	'90년경
패시밀리 통신망 서비스 계약수 (단위:만)	20.1	29.8	36.9	40.5
무선호출 계약수(NTT) (단위:만)	274	283	305	325
고속 디지탈 전용선 서비스 회선수 (NTT) (단위:만)	3.81	5.29	6.64	7.43
고속 디지탈 전용선 서비스 회선수 (NTT) (단위:천)	0.60	1.17	1.92	2.32
퍼스컴 네트워크 가입계약수	'88년 5월 128,300	'89년 3월 185,300	'89년12월 311,300	'91년 1월 577,800

자료: 통신백서

용하는 사설 통신망, 프로그램을 현장에서 중계하는 SNG 통신 위성을 수단으로 한 교육 네트워크나 의료 네트워크 소형 안테나와 송수신기를 이용하여 소량의 데이터의 송수신을 하는 VSAT 등 다양하다.

인공 위성의 이용이라는 점에서는 세트라이트 크로징(Satellite Cruising)이라고 하는 카내비게이션 시스템(Carnabigation System)도 등장했다. 인공 위성으로부터의 전파를 수신함에 따라 전세계의 어느 지점으로부터도 자신의 위치를 측정할 수 있는 GPS(전세계 측위 시스템) 위성을 이용한 것이다.

1984년 NHK가 세계에서 최초로 위성방송을 개시, 1992년 현재 그 수신 계약은 380만 건, 유료의 일본 위성 방송(WOWOW)은 개국으로부터 1년 5개월 만에 100만 건을 돌파했다. 케이블 TV와 그 프로그램 제공 회사, 위성 통신 회사 등의 매상고는 2001년에는 2조 엔에 달한다고 한다. 1997년에 쏘아올려질 예정인 방송 위성 「BS 4」는 현재 위성 방송에 사용되고 있는 「BS 3」보다 5채널 더 많은 8채널이 되어 일본도 위성 방송의 본격적인 시대를 맞이 했다.

주목되는 위성간 광통신

위성간 광통신이 주목받을 것으로 예상된다. 1997년도에 우주 개발 사업단은 대용량 국제 통신 시스템으로서 위성간 광통신 기술용 실험 위성을 쏘아올릴 예정이다. 위성간 통신은 현재와 같이 통신 위성과 지상국의 사이를 몇 번이나 왕복시키는 것이 아니라 직접 통신 위성간이나 위성과 스페이스셔틀(Space Shuttle: 우주연락선) 등을 연결하는 시스템이다. 이는 원거리간을 정확한 시간에 연결할 수 있어서 장래의 국제 통신 네트워크 기술로서 주목되고 있다. 95년부터 96년에 쏘아올릴 예정인 유럽 우주 기관(ESA)의 정지 궤도 위성 「아르테미스」와의 사이에서 광통신 실험을 예정하고 있다. 지구를 고속으로 도는 실험 위성이 아르테미스를 찾아 정확히 레이저광을 보낼 수 있는지에 대한 실험이다.

각국이 지구 주위에 다수의 통신 위성을 쏘아 올리고 있지만, 이들 위성을 연결한 위성간 광통신 네트워크 구상에 대해 실험 위성은 기술의 가능성을 시험한다. 현재 세계에서 4,167개의 인공 위성이 쏘아올려진 것중 357개가 정지 위성이며(91년 8월 현재) 일본에서는 현재 54개가 쏘아올려져 있다. 앞으로 인공 위성을 이용한 다양한 네트워크가 출현할 것 같다.

전기자동차 기술

전기자동차: 급부상해 온 전기자동차 개발

환경문제로 클로즈업

1885년에 가솔린 자동차가 탄생하고부터 107년이 지났다. 세계의 자동차 보유대수는 약 6억대로 알려지고 있으며 배기 가스에 의한 환경 오염은 지구 규모의 문제가 되었다. 그 결과, 가솔린차의 대체로서 깨끗한 전기자동차가 세계 각국에서 크게 클로즈업 되게 되었다.

89년 미국 캘리포니아 주의 로스앤젤레스 시 의회는 95년까지 1만대의 전기자동차의 도입 계획을 결정했다. 더욱이 캘리포니아 주는 1998~2000년까지 전 자동차 판매대수의 2%, 2002년까지 5%, 2003년 이후에는 10%를 가솔린차 이외의 무공해차(현재 상태에서는 전기자동차)로 교체하도록 한다는 결정을 했다. 이 미국 최대의 자동차 도시의 결정은 다른 州로도 파급되어 92년 6월에는 뉴욕 주, 매사츄세츠 주로 퍼져갔다.

일본에서는 「전기자동차 보급 계획」을 91년 10월에 공표하고, 2000년에 전기자동차의 보유대수를 20만대로 설정했다. 또한 「전기자동차 보급 종합추진 체제정비」가 92년부터 5개년 계획, 예산총액 18억 엔으로 시작되었다.

가솔린차보다 오래된 역사

전기자동차의 역사는 오래되어 1830년경 제1호 차가 탄생했다. 73년에는 영국인 로버트 데이빗슨에 의해 실용차가 탄생했다. 결국 전기자동차는 가솔린차보다 오래된 역사를 갖고 있는 것이다. 일본에서도 1899년(명치 32)에 전기자동차가 수입되었다. 그 후 일중(日中)전쟁에서 가솔린이 통제되어 전기자동차가 상당히 널리 보급된 시대도 있었다. 그러나 가솔린을 부담 없이 사용할 수 있게 되자 전기자동차는 모습을 감추었다.

91년 3월 말 현재, 일본에서는 1037대의 전기자동차가 달리고 있다. 우편 배달차, 배송차, 신문 배달차, 쓰레기 수거차, 노선버스, 공장 안내차, 리조트 지구 내의 환송차 등 전국 28도도부현(都, 道, 府, 縣)에서 활약하고 있는데 이들은 좁은 지역 내에서의 주행이다. 이와 같이 정부 차원에서의 향상은 아직 낮은 수준에 있다고 할 수 있는데 민간에서 전기자동차의 이용에 편승한 조직도 있다. 90년에 「생활협동조합(CO-OP) 전기차량 개발주식회사가 발족되어, 94년 이후 3,500대의 생산 보급을 목표로 하고 있다.

실용화의 맹점이 되는 밧데리

지구 환경을 생각하면, 전기자동차의 개발이 우선이다. 그러나 그 비율에서 전기자동차의 보급이 느린 것은 무슨 이유에서 일까? 성능, 서비스 망등 문제는 산적해 있지만 하지만, 그 중에서도 실용화의 맹점이 되고 있는 밧데리의 문제이다. 개발 당초부터 밧데리의 주류는 연전지(鉛電池)였다. 튼튼하고 오래가며, 재생이 가능하며 비용이 싸지만, 1회의 충전으로 20~200Km로 주행 거리가 짧고, 장거리 주행의 경우, 몇번이나 충전이 필요해지게 된다. 그래서 차세대 밧데리로서 니켈카드뮴 전지가 주목되고 있다. 연전지에 비해 주행거리가 1.8배, 수명이 2배의 성능이 있지만, 비용이 비싸다고 하는 맹점이 있다. 지금의 가솔린차에 부착하기에는 기술적인 난관 돌파 이외에 충전을 위한 스탠드의 설치 등 하나의 기업으로는 이룰 수 없는 어려운 문제에 정부차원에서의 협력이 필요해지고 있다.

확대되는 시장

그렇지만, 각 기업은 수년 간 모터쇼 등에 시승차(試乘車)를 보내오고 있다. 즉, 2000년에는 2500억 엔, 2010년에는 5000억 엔의 시장 규모가 전망되고 있기 때문이다. 그 중에서도 91년에 동경 전력이 발표한 「IZA」는 최고 시속 170Km, 한번의 충전으로 518Km를 주행하는 등 가솔린차에 필적하는 성능으로 주목되었다.

또, 현재의 전기자동차는 개조차가 대부분인데, 일반 소비자에게 받아들여지기 위해서는 오리지날 전기자동차의 양산 체제가 필요해지게 되었다. 그 점에서는 90년에 GM은 Second Car에 목표를 맞추고 「Impact」를 발표, 93년부터 전기자동차의 양산을 목표로 하고 있다.

전기 자동차의 이용 가능 분야

전기 자동차의 이용 가능 분야

이용분야	차종	구체적 사례 등
정형적 주행의 업무용 차량	經자동차 소형차 특수차 버스 스쿠타	(매일 거의 동일한 경로를 주행하는 도시내의 차량이나 특정구역내를 주행하는 차량) 공공서비스차(공해순찰차 등) 우편배달차, 소형배송차, 신문배달차, 우유배달차, 쓰레기수거차, 노선버스
低공해성의 요구가 특히 강한 분야	유람차 특수차(전동 forklift 등) 經자동차 소형차 스쿠타	(배출가스, 소음을 피하고자 하는 이용분야의 차량) 공장안내차, 리조트지구내 환송차 (호텔, 유원지, 박람회장 등) 국립공원내 주행차 공장내 작업차, 어시장 반송차, 상점가 배송차, 옥내운반차

자료: 일본 전동차량협회

그런데, 개발이 진행되고 있는 전기자동차이긴 하지만 보급하자면 「표준화」라고 하는 문제도 있다. 전지 교환, 보데리의 카셋트 용량, 전지 전압, 전류 용량 등이 표준화되면 호환성이 가능하고, 실용화를 향해 탄력이 붙는다. 이를 위해 재단법인 일본 전동차량 협회가 조직되어 있고, 국제 규격화에 대한 기대도 되고 있다. 성능적으로는 전기자동차는 가솔린차에는 이기지 못한다고 한다. 그래서 전기자동차와 가솔린차의 효과있는 사용 구분론도 있다. 어떻든 간에 오로지 지구 환경만을 생각한다면, 정부 차원에서 장기적인 비전의 시책이 필요할 것이다.

통합생산시스템기술(IMS)

지적 생산 시스템: 21세기의 생산 시스템을 지향하는 IMS

돌출하는 일본의 제조 기술

지금 일본의 제조업에서는 작업 노동자의 고령화와 함께 「3K」(힘들고, 더럽고, 위험한 일에 대한 거부) 이미지의 침투에 의한 젊은 노동자의 부족이 심화되고 있다. 어떻게 하면 적은 인원으로 효율적으로 생산할 수 있을까 하는 점이 최대의 경영 과제가 되고 있는 것이다. 이러한 상황에서 NC(컴퓨터 수치 제어) 공작 기계로 자동 가공하여 그것을 로보트로 핸들하는 작업 유니트는 이미 대기업에서 중소 가공 공장에까지 파급되고 있다.

특히 대기업의 생산 현장에서는 80년대 후반부터 CIM(컴퓨터를 이용한 종합 생산 자동화)의 구축이 슬로건이 되었다. 이것은 생산 현장만의 효율을 지향한 종래의 FA를 넘어서 연구개발에서부터 설계, 영업 등 기업 활동 전체를 컴퓨터로 연결하여, 기업의 경쟁력을 한층 높이려 하는 것이다. 이미 도요타를 시작으로 하는 자동차 산업이나 부품 메이커에서는 성공을 거두어 압도적인 국제 경쟁력을 갖게 하는 견인차 역할을 하고 있다. 그리고 이 CIM의 물결은 앞으로도 다른 제조업에도 보급될 것으로 보인다. 닛세이 기초 연구소가 정리한 「본격적인 보급기를 맞이하는 CI

의 현상황」이라고 하는 보고서에 의하면, 89년의 시장 규모가 3조 6500억 엔이었던데 반해 95년에는 7조 9200억 엔으로 급성장할 전망이다.

일본의 제조 기술의 급속도의 진화(進化)는 전세계로부터도 뜨거운 주목을 받고 있는 것이다. 특히 미국에서는 일본의 제조 기술에 주목한 연구 활동이 활발화하고 있으며, MIT의 연구팀이 정리한 「Made in America」등에서는 일본 기업이 자각하고 있는 이상으로 구미 여러 국가가 이 분야에서 일본의 돌출을 우려하고 있다는 것을 나타내고 있다

고도의 생산 시스템을 목표로

지금 제조 기술의 고도화는 다음 차원을 목표로 하고 있다. 92년 2월, 통산성이 제창한 것으로, 컴퓨터를 이용한 최첨단의 제조 기술의 개발을 목표로한 국제 프로젝트 「지적 생산 시스템 (IMS)」계획이 개시되었다. 이것은 21세기의 고도 생산 시스템을 모색하는 것으로 일본을 중심으로 미국, 유럽공동체(EC), 유럽자유무역연합(EFTA), 오스트레일리아가 협력하여 개발을 추진하고 있다. 통산성은 10년 간에 약 1,500억 엔을 투자할 계획이다.

IMS에서는 제품의 설계, 제조로부터 품질관리, 출하, 경영 관리에 이르기까지의 전 공정을 컴퓨터로 관리하고, 원격지의 공장 등도 정보 통신망으로 연결하는 고도의 생산 시스템을 목표로 하고 있다. 6월에는 기술적 과제를 검토하는 IMS 국제기술위원회도 개최되었다. 그곳의 시험 케이스로서의 기술 과제는 기업 내부의 데이터 베이스나 통신사양의 통일, 세계 각국에 설치된 공자의 통합 등이 거론되었으며, 각각의 기술로서는 CAD/CAM(컴퓨터에 의한 설계 제조), 센서(Sensor) 기술, 자율분산형 제어 기술 등이 거론되고 있다.

21세기의 인류의 과제로서의 에너지 절약, 산업 폐기물 처리, 지구 환경에의 배려 등도 연구 대상이 된다. 또 이러한 가까운 미래의 기술 체계에 대응하여, 인간측도 변하지 않으면 안 된다. IMS에 맞는 조직 구성이나 근무 형태 등도 연구 과제로 거론되고 있다.

국제 기술 질서의 형성을 위하여

6월의 위원회에서는 동시 개발로 생긴 특허 등 지적 소유권의 배분 방식에 대해서도 협의되었다. 거기서는 IMS는 물론 물품 제조의 근저에 관련된 프로젝트인 만큼 지적 소유권의 문제를 풀지않는 한, 공동 연구는 일보도 진척되지 않을 것임이 분명해졌다.

이와 같이 IMS가 곤란한 과제를 떠안으면서도 본격적인 국제 프로젝트로서 등장해 온 배경에는 전세계에서 일본의 제조업만이 돌출해 있다고 하는 이미지를 회피하고자 하는 일본의 의도가 있다. 실제로, 일찍이 압도적인 강세를 과시해온 미국 산업의 공동화(空洞化)나 Fabules화(제조 부문을 갖지 않은 것), 유럽(歐洲) 제조업의 부진 등, 세계에서도 물품 제조는 일본의 독보적인 영역이 되고 있다. 그 최대 기업들이 하나가 되어 장기적인 시야에서 기술 개발을 해 온 일본의 산업 정책에 대해서도 불공정하다는 비판이 강해지고 있다.

IMS 프로젝트가 국제 협조의 토대 위에서 충분한 성과를 거둘 수 있을지 없을지는

CIM 이 관련된 시장규모 예측

	1995년 예측	90~95년의 연평균 성장률
NC 공작 기계	10,000	3
산업용 로보트	10,000	15
자동창고	2,200	18
무인반송차	400	20
기타 물류기기	4,600	18
저압 개폐기	7,600	10
servomotor	2,100	19
공업용 계산기	2,300	5
공업용 퍼스컴	4,000	15
광업, 제조업 지향	36,000	20
합계	79,000	14

닛세이 기초연구소의 조사에 의함. 1991년 9월 발표. 단위: 억 엔, %

일본식 기술 개발이 앞으로도 유지될 수 있는지 여부를 나타내는 기준이 될 것 같다.

환경 · 에너지 기술

지구 온난화를 방지하기 위한 CO_2 배출 삭감

초미의 관심사인 CO_2 배출 삭감

공장, 산업 활동, 일상 생활 등으로 배출된 대기 중의 CO_2(이산화탄소)는 지표에서 우주로 복사되는 에너지의 일부를 흡수하여 축적하는 작용을 한다. 이것이 이른바 "온실 효과"이다. 현재와 같은 수준의 CO_2배출이 계속되면 마침내 지표면의 온도가 상승하여 해면의 상승, 대륙의 사막화라는 지구적 규모의 환경 변화를 초래하게 될 것이다.

이러한 관점에서 많은 선진국이 CO_2 삭감에 착수하였다. 독일은 87년을 기준년도로 하여 2005년까지 25% 삭감, 이탈리아는 90년을 기준으로 2005년까지 20% 삭감을 목표로 하고 있다. 일본에서는 지구 온난화를 억제하기 위한 지침으로서 지난 90년에 「지구 온난화 방지 행동 계획」을 수립하였다. 주요 대책은 CO_2의 배출 억제를 추진하려는 것으로 2000년까지 90년의 수준을 유지하려는 것이다.

구체적인 대책은 크게 나누어 (1) 화석 연료 사용량의 삭감 (2) 대체 연료의 수소연료의 사용(H_2O가 방출됨) (3) 배출된 CO_2의 처리 등의 방법이 있다. 화석 연료에 의존한 사회 구조를 신속히 변화시킬 수 없다면 온난화를 방지하기 위해 가장 기대되는 방안으로는 (4) 배출되는 CO_2를 회수 · 폐기하는 기술을 발전시키는 것이다.

배기 가스 중의 CO_2 를 흡수

동경전력(東京電力)의 요코스가(横須賀) 화력 발전소 안에 「CO_2 종합연구시설」이 있다. 이 연구소에는 세 종류의 연구 설비가 설치되어 가동되고 있다. 세 가지 시설 중 두 가지는 CO_2의 분리 제거용이고 또 하는 고정용이다. 우선

CO_2의 분리 제거에 관해서는 화학 물리적인 방법이 사용되고 있다. 구체적으로는 CO_2를 흡수액에 화학적으로 흡수시켜 분리하는 「흡수법」과, 흡착제를 사용해 압력과 온도를 주기적으로 CO_2를 물리적으로 분리하는 「흡착법」이 있다. 즉, 화학적 접근 방법은 「흡수법」이라 하고 물리적 접근 방법은 「흡착법」이라 불리운다.

예를 들면 모노에탄올아민(monoethanolamine) 등의 용액은 CO_2와 화학적으로 반응하여 CO_2를 분리 제거하는 것이 「흡수법」이다. CO_2를 함유한 배기 가스를 이 용액과 반응시키면 CO_2가 흡수되어 제거된다. 용액을 가열하면 CO_2가 다시 방출되어 CO_2를 반복하여 회수할 수 있다. 흡수법의 실험 공장에서는 CO_2를 흡수하는 「흡수탑」을 사용하여 배기 가스로부터 연속하여 CO_2를 분리 제거하고 있다. 또한 석탄의 배기 가스에 적합한 「흡수액」을 개발하여 용액의 재생에 필요한 열 등을 줄이는 공정의 개발을 추진하고 있다. 석유가 바닥나면 앞으로 석탄 사용이 불가피해질 것이다. 가장 어렵다고 하는 석탄 배기 가스 중에 CO_2분리에 성공하면 다른 화석 연료의 처리에는 고심하지 않아도 된다.

「흡착법」에서는 PTSA법이 집중적으로 연구되고 있다. 이것은 「제올라이트(zeolite)」가 CO_2를 흡착하는 성질이 있다는 것에 착안하여, 이를 이용해 CO_2를 분리·제거하고 있다. CO_2를 함유한 배기 가스를 제올라이트에 통과시키면 CO_2만 흡착되어 CO_2를 함유하지 않는 가스를 얻을 수 있다. 흡착된 CO_2는 가열하면서 진공 펌프로 압력을 낮추면 모두 탈착되어 원래 상태로 분리할 수 있다.

CO_2의 심해 폐기

분리 흡착 후의 과제는 흡수한 CO_2를 고정하여 이를 재이용하는 것이다. 많은 방법이 고려되고 있으나 결정적인 해결 방법은 아직 없다. CO_2에서 산소를 빼내 수소와 화합시켜 또 한번 메탄으로 변화시키는 방법이 있지만 효과적인 촉매와 수소 발생 방법이 개발되어 있지 않는 것이 현실정이다.

그래서 지금 주목을 끌고 있는 것은, 높은 압력에서 CO_2를 물과 결합시켜 샤베트 상태의 고체로 만드는 연구이다. 액체 속에서는 물이나 CO_2가 자유로이 움직이지만, 이 상태에서는 높은 압력을 가하면 분자가 점점 움직일 수 없게 되어 고체 상태로 변한다. 이때 물 분자끼리 서로 결합하여 CO_2 분자를 가두는 「포접화합물(clathrate)」의 상태가 되는 것이다. 「CO_2 종합연구시설」에서는 인공적으로 포접화합물을 만들어 CO_2를 가두는 실험을 하여 그의 구조와 성질에 관한 기초 연구를 진행하고 있다.

이 포접화합물을 깊은 바다에 가두는 구상이 있다. 88년 심해(深海) 잠수정 「深海 2000」이 자연계에도 포접화합물이 존재한다는 것을 발견했기 때문이다. 심해에 갇힌 CO_2는 시간을 두고 천천히 바닷물에 녹아 최소 100년 후에야 다시 대기로 돌아온다고 한다. 그 사이에 근본적인 대책을 생각하자는 것이다. 그러나 이것이 해수의 환경 변화와 생태계에 어떤 영향을 미칠 것인지 등 문제는 여전히 많다.

개량이 필요한 프레온 대체 화합물

일본의 첨단 기술을 뒷받침하는 물질

프레온은 반도체를 비롯한 전자 부품의 세척과 냉장고, 에어콘의 냉매로 사용되는 한편 각종 스프레이의 분무제나 우레탄 제품의 발포제 등으로 쓰여 지금까지 일본 산업에서는 없어서는 안 될 존재였다. 그러나 대기 중에 방출된 프레온에 의해 자외선과 우주의 방사선으로부터 지구를 지키고 있는 성층권의 오존층이 파괴되고 있다는 것이 알려진 후 세계 각국은 프레온 전폐의 방향으로 움직이기 시작했다.

92년 4월 오존층 파괴 물질에 대한 규제를 검토하는 몬트리올 의정서 체결국 회의의 제6회 실무 회의가 제네바에서 개최되었는데 그 자리에서 UN 환경계획(UNEP)사무국에서는 「각종 프레온과 할론, 사염화탄소, 트리클로로에탄의 생산과, 소비를 95년 말까지는 전폐한다」는 새로운 제안을 내놓았다. 이것은 현행 계획보다 4년이나 전폐시기가 빠른 제안이었지만 95년말 전폐는 이미 미국과 EC가 독자 계획으로 밝힌 것이기도 해 11월 본 회의에서 합의될 전망이 크다고 말할 수 있다.

이 제안을 받고 같은 해 5월 통산성에서는 특정 프레온 등을 생산, 소비하는 업계 72단체의 대표자를 모아 95년 말까지의 전폐를 요청하였으며, 이에 대한 기업의 대응도 전에 없는 적극적인 행동이 두드러졌다. 예를 들면, 소니㈜는 8월 국내외에서 부품을 조달하고 있는 약 2700개의 협력 기업에게 오존층 파괴 물질을 93년 3월 말까지 전폐하도록 요청하는 한편 그와 동시에 실시 회사에는 기술과, 자금을 양면으로 지원할 것을 결정하였다. 이와 같이 자본 관계가 없는 협력 기업까지 포함하여 대처에 착수한 것은 이례적인 것이지만 그 배경에는 이미 프레온 생산 업체가 공급을 억제하기 시작했기 때문에 출하 가격이 상승하고 있는 점, 그리고 앞으로는 구입이 더욱 곤란해져 생산 비용을 압박할 것이라는 점이 도사리고 있다.

다양한 기술로 대응

그러면 구체적으로는 국내 각 기업의 프레온 삭감 대책은 어떻게 진행되고 있는 것일까? 우선, 전자 기계 부품의 세척에서는 물로 씻을 수 있는 것은 물로 씻자는 움직임이 있다. 히다찌(日立) 제작소, 도시바(東芝) 등 대형 전자 회사가 전자 부품의 세척을 물과 계면활성제 그리고 알코올 등으로 전환하는 등의 노력을 거듭해 이미 몇가지 세척 장치도 가동되기 시작했다. 카오(花王)나 라이온과 같은 계면활성제 생산업체는 이러한 분야의 세정제가 앞으로 커다란 시장이 될 것으로 보고 개발에 몰두하고 있다.

또한 베어링 제조업체인 미네베어는 프레온 대신에 순수(純水)로 베어링을 세척하는 시스템을 개발하였다. 지금까지 탄소 성분이 많은 크롬 강철로 만드는 베어링은 산화 속도가 매우 빨라 전환이 가장 어려운 분야 중 하나로 불리어 왔다. 그러나 미네베어에서는 순수한 물 속에 용존산소(溶存酸素)를 평소의 1/1000로 대폭 감소시키는 시스템을 완성시킴으로써 세척이 가능해졌다고 한다. 이러한 국내 특정 프레온의 출하량은 그 절정기를 이루었다. 89년의 16만 톤에서 90년에는 10만 톤으로까지 감소했고 93년도에는 더욱더 반감할 것으로 예상된다.

에어컨용 대체 프레온의 개발도 진행

그런데 문제는 에어컨과 우레탄의 발포제 등에는 프레온 또는 프레온과 똑같은 물리적 성질을 가진 물질이 필요 불가결하다는 점이다. 그래서 프레온 생산업체들은 대체 프레온의 개발에 열중하고 있다. 현재 대체 프레온의 대표는 HCFC로 특정 프레온을 구성하는 염소의 일부를 수소로 치환하여 성층권에 이를 때가지 분해되도록 한 것으로 세정제용의 프레온 225나 발포제용의 프레온 123 등이 그 대표적인 것이다.

그밖에 염소의 전부를 수소로 치환한 프레온 134a는 HFC라고 불리우며 자동차의 에어컨 등에 이용되고 있다.

그러나 이러한 대체 프레온이 현재 특정 프레온에 비해 성능이 떨어지는 것은 분명하다. 예를 들면 HFC는 가정용과 자동차의 에어컨 등에는 이용할 수 있지만 식품업계가 사용하는 고성능 냉동 장치에 사용하기에는 역부족이다. 또한 HCFC가 오존층 파괴에 전혀 영향을 미치지 않는 것은 아니다.

그래서 최근에는 완전히 새로운 화합물로 특정 프레온 이상의 성능을 나타내는 물질의 탐사가 주목을 끌기 시작했다. 일본에서는 지구환경 산업기술 연구기구가 新에너지산업 기술조합 개발기구의 위탁을 받아 신세대 냉매 연구실을 발족시켜 연구에 몰두하고 있다. 다이킨 공업, 아사히 유리, 미쯔비시(三井), 듀퐁, 플루오르 케미칼 등 화학 기업 10개 사의 연구자가 모여 94년까지 구체적인 연구 성과를 얻어 21세기 초의 실용화를 목표로 하여 개발을 진행중이다.

생활 에너지로서 기대가 높은 연료 전지

연료 전지에 대한 높은 기대

지구 온난화 문제의 심각성에 따라 석유, 석탄 등 화석 연료의 사용에는 앞으로 큰 제약이 따를 것이다. 대체 에너지로서 풍력 발전, 지역 발전, 고온암체(岩體) 발전 등이 있는데 그 중에서도 생활에 이용하기 쉬운 깨끗한 에너지원으로서 「연료 전지」와 「태양 전지」가 주목을 받고 있다.

연료 전지는 반응 물질(천연 가스와 공기 등)을 계속 공급하면 항상 전기를 발생시킬 수 있다는 특징을 갖고 있다 따라서 전지라기 보다도 발전 시스템이라고 부르는 편이 더 적합하다. 원리는 물의 전기 분해의 반대 형태, 즉 수소와 산소를 반응시키면 전기가 발생하는 것이다. 그 역사는 의외로 오래되어 1804년에 영국의 데이비가 연료 전지의 개념을 고안했다. 그로부터 150년이 지난 1960년대에 미국의 우주 로케트의 발전 장치로서 연료 전지를 채용, 「아폴로 계획」에 활용되었는데 최근에 민생용으로의 활용이 시도되고 있다. 연료 전지는 전기 화학 반응으로 전기 에너지를 만들기 위해 질소산화물이나 이산화탄소 등의 배출이 없고, 발전 과정에서 발생한 폐열을 유효하게 이용할 수 있는 이점이 있다. 예를 들면 東京가스는 72년부터 자원 절약형 전력 공급 시스템인 열병합 발전의 보급에 주력하고 있는데, 그 일환으로서 연료 전지의 실용화 연구에 착수했다. 또 신에너지 산업기술개발기구(NEDO)에서도 석유 대체 에너지 연구개발의 일환으로서 '80년부터 연료 전지의 개발 연구를 하고 있다.

실용환 단계에 다가선 인산형 연료 전지

연료 전지는 사용하는 전해질의 종류에 따라 인산형, 용융(溶融)탄산염형, 고체전해질형으로 구분된다. 이 중에서 인산형은 제1세대의 연료 전지라 하여 실용화가 가까워지고 있다. 용융탄산염형, 고체전해질형은 고온에서 작동하는 연료 전지로 고온의 폐열이 발생하므로 그 이용 가치고 높고 발전 효율도 높지만, 기술적으로 어려워 연구개발 단계에 있다. 인산형은 다른 형태에 비해 전기의 전환율이 40%로서 약간 낮지만(다른 것은 약 50%), 작동 온도가 200℃ 낮고 다루기 쉽다는 장점이 있다. 이에 따라 동경 가스는 전해질에 세라믹스를 응용한 고체전해질형 연료 전지의 실용화에도 착수했다. 종합에너지조사회의 「도입 계획」에서는 2010년에는 일본의 총전력 수요의 4%인 1,070만kW의 전력을 연료 전지로 공급할 계획이다.

태양 전지의 급속한 확대

신에너지로서 연료 전지와 함께 주목되는 것이 태양 전지이다. 지구에 쏟아지는 태양 에너지는 대단히 막대하다. 그 에너지는 60분만에 전세계가 1년 간 사용하는 에너지를 공급할 수 있다고 한다. 태양 에너지의 이용 방식으로 태양열 온수기가 있는 데 그 이용은 열에너지를 직접 전기로 바꿀 수 있는 장치로서 태양 전지가 주목되고 있는 것이다. 80년에 신형의 비정질 실리콘(Amorphous silicon) 태양 전지가 공업화 되어 시계, 탁상용 전자 계산기 등에 사용되었다. 태양 전지는 그 재료나 구조 등에 따라 결정계 실리콘, 비정질 실리콘, 화합물 반도체의 세 종류로 대별되는데, 기대되는 것은 결정계와 비정질계이다.

결정계는 단(單)결정계와 다(多)결정결정계로 구분된다. 단결정계는 발전 효율 측면에서 우수하나 대면적화가 곤란하고 코스트 측면에도 문제가 있다. 따라서 지금은 다결정계가 주류이고, 교세리社는 상용 발전 시스템을 스위스 정부에 공급하거나 도로, 주택용 등 응용 제품의 개발 판매도 하고 있으며, 세계 최대의 발전용 전지제조업체가 될 가능성이 있다. 한편 전화(電化) 제품에 대한 실적이 있는 비정질계는 에너지 변환효율이 10% 이상 낮고, 지금은 녹색 파장을 사용하여 태양광을 전기로 변환시키고 있는데 2000년까지는 20% 가까이 올릴 계획이다. 실리콘 단결정계 대신에 낮은 저비용으로 생산하기 위한 비정질계 실리콘에 대한 기대가 높아지고 있다.

'80년에 세계 최초로 태양 전지의 대량생산화에 성공한 산요(三洋)전기에서는 92년 태양 전지와 상용(商用)전원을 겸용 운전하는 태양 에어컨의 판매를 개시했다. 에어컨의 소비 전력은 12~3시까지가 절정이므로 태양 전지의 최대 발전량과 일치한다. 아침에 시동을 걸 때, 상용(商用)전원으로부터 전기를 공급받고, 낮의 피크 때에는 태양 전력을 사용한다. 여름철의 소비 전력이 문제가 되고 있는 지금 새로운 에너지 절약형 에어컨이라 할 수 있다.

태양 전지는 2000년에는 2000억 엔의 시장이라고 하며, 산요(三洋)전기, 교세라, 샤프 등의 가전업체 외에 일본공업, 혹산 등의 회사가 참여하고 있다. 문제는 W당 얼마까지 원가 절감이 가능한가인데, '90년에는 700엔 정도이고 2000년에는 100~200엔으로 하여 전력 회사와의 경쟁을 추구하고 있다.

에너지 절감 기술의 주역 열병합 발전

신축 빌딩의 에너지 절감 시스템

최근 신축 빌딩 사무실이나 공공 시설에서 종종 나오는 말이 열병합 발전(Cogeneration)이다. 열병합 발전이란 폐열을 이용한 발전을 통해 온수 등으로 열을 공급하는 시스템을 말한다. 요컨대 발전 시스템에서 손실되는 열병합을 효과 있게 이용하려는 것이다. 현재 동경가스빌등, 幕張빌딩, 新宿地冷센터 등 다양한 곳에서 도입하고 있다. 또 자치(自治)의과대학 부속 오오미야(大宮)의료센터에서는 자연 재해 등 만일의 경우에라도 전기나 열을 공급할 수 있을 뿐만 아니라 에너지를 효과 있게 이용할 수 있다는 관점에서 가스 엔진, 열병합 발전 시스템을 도입하고 있다.

열병합 발전은 일반적으로 전력과 가스를 따로 사용하는 것보다 에너지 비용이 적게 든다. 열병합 발전의 폐열을 잘 사용하면 1차 에너지의 70~80%를 효과 있게 이용할 수 있으므로 지구 전체의 에너지 문제에서 보더라도 대단히 유용한 방법이라 할 수 있다. 실제로 종래의 방식에 의한 발전 시스템에서는 이용할 수 없는 열병합이 61%, 송전 손실이 4%, 전기 에너지로 이용 가능한 것은 35%에 불과하였음을 고려하면 대단한 차이라 할 수 있다. 또 CO_2 발생이 적은 청정 연료인 천연 가수(LNG)를 주원료로 하는 도시 가스를 열병합 발전의 연료로 하면 CO_2 발생률은 기존 에너지의 41%로 삭감할 수 있다.

또 전력 수요가 많은 낮에는 열병합 발전의 폐열이 많으므로 냉난방 등에 이용할 수 있다. 따라서 전력과 열의 수요에 맞추어 에너지 손실을 최소화하는 운전을 할 수 있는 이점도 있다.

연료 전지의 이용도 실용화

열병합 발전은 구미에서 발달해 온 시스템이다. 미국에서는 전체 발전량의 약 40%에 해당하는 27,000MW 그리고 덴마크에서는 약 30% 정도가 폐열에 의한 발전량이다.

일본에서는 아직 열병합 발전이 전체 발전량의 약 1%(91년)에 지나지 않지만, 그러나 일본에서도 열병합 발전의 보급량은 해마다 계속 증가하여 92년 현재 전국에서 220만 kW이며, 통산성 자문기관인 종합에너지 조사 회의 중간 보고(90년)에 의하면 2010년에는 약 1,040만 kW까지 증대할 것으로 예상되고 있다.

동시에 새로운 기술 개발도 추진되고 있다. 첨단 열병합 발전 시스템 기술연구조합(ACT 90)은 국가에서 주도하는 에너지 절감 기술 개발 프로젝트로서 전력, 가스회사 이외에 코마츠, 미쯔시비(三菱)중공업, 미쯔비시(三井)조선, 가와사키(川崎)중공업, 히타찌(日立)제작소, 도시바(東芝), 후지쯔(富士)전기, 미쯔비시전기, 묘덴샤(明電舍), 미츠오전기, 야자키(矢崎)종업 등의 기업이 참가하여 공간 절약형 고효율 열병합 발전 시스템의 실용화를 목표로 87년부터 6개년 계획으로 개발을 추진하고 있다. 시스템을 구성하는 가스 엔진, 가스 터빈, 발전기 등의 고효율화, 소형화를 위해 개발비 50억 엔이 투입되고 있다.

또 가스 엔진 등의 동력을 사용하는 것보다도 훨씬 에너지 효율이 좋은 연료 전지에 의한 열병합 발전의 이용도 시작되고 있다. 연료 전지는 외부로부터 수소와 산소를 공급하여 전기 화학 반응에 의해 직접 발전하는 새로운 발전 시스템이다. 92년 9월에 東京江東區에 세워진 「東京이스트」빌딩에는 200kW의 연료 전지가 설치되어 있다.

개발이 추진되고 있는 heat-pump

또 열병합 발전, 연료 전지와 함께 지금 도시 에너지 시스템의 기반을 이루는 구성요소로서 알려져 있는 것이 히트 펌프(heat-pump)이다. 히트 펌프란, 냉매인 특수 액화 가스를 사용하여 온도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 열을 거꾸로 이동시키는 장치이다. 난방의 경우에는 외부 공기의 열을 흡수하여 실내를 따뜻하게 하고, 냉방의 경우에는 실내의 열을 옥외로 배출하여 방을 차갑게 하는 것이다. 지금까지 이용되는 경우가 적었던 도시 열병합이나 신체 주위의 열을 열원으로 이용할 수 있으며, 하나의 에너지로부터 약 3배의 에너지를 얻을

민생용 열병합 발전 도입 실적

연 도		82	83	84	85	86	87	88	89/上
전국	설치건수(개소)	3	16	9	33	45	79	104	54
	누적설치건수(개소)	10	26	35	68	113	192	296	350
	발전출력(KW)	1,089	5,761	2,003	13,182	13,529	32,792	42,441	22,284
	누적발전출력(KW)	16,049	21,810	23,813	36,995	50,524	83,316	125,757	148,041

자료: Cogeneration (1989 Autumn/Winter)

수 있는 효율적인 시스템이다.

이미 東京 시바우라(芝浦)의 「시바우라(芝浦)스퀘어 빌딩」과 이에 인접한 「시바우라 키요미즈(芝浦淸水)빌딩」이 도 이 시스템이 설치·이용되고 있다. 그외에 일본에서 최초로 하천수를 이용하는 지역 냉난방 시스템이 東京 하코 자키(箱崎) 지구에 도입되고 있다. 빌딩의 축열식 히트 펌프 시스템은 야간에 여름에는 냉수, 겨울에는 온수를 히트 펌프로 만들어 축열조에 축적된 냉수나 온수를 이용하여 냉난방을 한다. 10년후에는 주택이나 빌딩 공기 조화의 대 부분은 히트 펌프에 의존할 것으로 전망되므로 「히트 펌프」는 에너지 절약의 핵심 사안 중의 하나라 할 수 있다.

신소재 기술

신소재: 기술 혁신의 기초

갖가지 기술 혁신에 관여

오늘날 기술 혁신의 숨은 공로자는 신소재이다. 모든 첨단 산업의 약진의 근저에는 신소재가 있다. 예를 들면 LSI 로케트, 제트기, 광(光)통신, linear motor car 등의 발전은 단결정(單結晶)실리콘, 초내열합금(超耐熱合金), 광섬 유, 초전도 재료와 같은 신소재의 개발없이는 생각할 수 없다.

신소재는 유기 재료, 무기 재료, 금속 재료, 복합 재료 등 네 가지 계통으로 구분된다. 그러나 개발이 진행되고 있 는 경사기능재료(傾斜機能材料)와 같은 무기 재료와 금속 재료의 양쪽 성질을 가지고 있어 그 분류가 곤란한 재료도 있다.

현재 주목받고 있는 것은 자동차 분야에서의 금속 재료이다. 자동차 분야에서는 「경량화(經量化)」 경쟁이 알루미 늄, 티탄, 마그네슘 등이 주목받고 있다. 그 중에서도 알루미늄에 특히 시선이 집중되고 있다. 예를 들어 혼다(本 田)기술연구소는 90년 9월, 세계에서 처음으로 all aluminium monocoque body인 「NSX」를 발매하였다. 총중량 약 200kg의 경량화로 연비(燃比)의 개선에도 성공하였다. 즉 경량화는 그대로 연비 개선으로 이어지므로 각 기업에서 이에 대한 개발이 활발하다. 카와사키(川崎)제철과 후루가와(古河)전기공업은 91년 3월, 2년 후를 목표로 자동차용 알루미늄 외판(外板)의 제조, 판매 회사를 설립하기로 합의하였다. NKK와 미쓰비시(三菱) 알루미늄은 자동차용 알루 미늄 외판(外板)의 연구개발을 공동으로 추진하기로 하였다.

그 밖의 금속 재료에서도 다양한 개발이 진행 중이다. amorphous 합금은 강도, 자기(磁氣) 특성이 뛰어난 금속으로 변압기(變壓器)업계, 축전기 분야에서 기대를 모으고 있다. 수소저장합금(水素貯藏合金)의 연구도 활발하다. 다량의 수소 가스를 금속 속으로 빨아들였다가 필요에 따라 꺼내는 에너지 시스템의 연구이다. 현재, 2차 전지의 주류인 니 켈카드뮴 전지를 대신해 용량이 많고 유해 물질이 없는 니켈수소 축전지가 실용화되고 있는데 냉난방의 개발과 heat pump의 실용 계획도 있다.

또한 군수산업에 의해 성장해 온 복합 재료도 급변해 왔다. 21세기의 산업 발전을 위해 기술적으로도 고도화된 최첨단의 기술이 요구된다. 따라서 주목받는 것은 내식성(耐蝕性)이 뛰어나며 경량인 고강도의 복합 재료이다. 탄소섬유 강화 플라스틱을 중심으로한 복합 재료인데 이 분야를 선도하는 토오레社는 고강도 중탄성률(中彈性率)탄소섬유「T 800」과 고인성(高靭性)의 epoxy resin을 조합한 프리프레그 「P 2302」를 개발하여 보잉社로부터 중형 여객기 「777」용의 소재로서 인정을 받았다. 토목 분야에서는 철근 대체용으로 FRP가 실용화되고 있다.

신소재는 앞으로도 모든 산업의 기반이 될 것으로 보여 그 중요성은 점점 더해갈 것이다. 특히 넓은 분야에서의 응용이 기대되는 기초적인 재료를 연구개발하는 것은 대단히 중요하다. 따라서 대학이나 국립연구 기관 외의 각 기업에서도 기대되는 분야에 대한 기초 연구개발이 진행되고 있다. 그러나 연구 개발을 위해서는 많은 자금이 필요하고 폭넓은 인재의 확보 등으로 문제가 많다. 이를 위해서 정부에서는 연구 기반 정비, 재정 금융, 세제 면에서의 지원을 실시하고 있다. 현재 산업계·학계·관계(官界)의 연계 강화를 목표로 기초 기술 연구 촉진 센터에 대한 융자 사업 및 새로운 에너지 산업기술 종합개발기구(NEDO)의 연구 기반 정비 사업 등을 하고 있다.

앞으로 기대되는 신소재란?

실제로 어떠한 연구개발이 이루어지고 있는 것일까? 우선 fine ceramics 분야에서는 금속보다 우수한 고온, 고강도, 고내식성, 내마모성 재료가 개발되고 있다. 이에 따라 원자력, 새로운 대체 에너지, 항공기 우주 등의 첨단 기술 산업에의 응용을 기대할 수 있는 한편, 열기관에의 응용으로 대폭적인 에너지 절약이 기대된다. 고효율 고분자 분리막 재료는 혼합 기체나 혼합 액체

신소재의 종류

신소재	(1) ceramics	1. 초전도재료 2. ceramics gas turbine engine 3. new glass(비선형 광학유리)
	(2) 반도체	1. 광IC 2. 반도체 초격자소자
	(3) 금속재료	1. amorphous 합금 2. 수소저장합금 3. 자성재료
	(4) 유기재료	1. 유기비선형 광전자 소자 2. 광화학 홀 버닝 메모리 3. 분자 device 4. 열 가열성 분자 복합체
	(5) 복합재료	1. 고성능 탄소섬유 강화 플라스틱 2. 고성능 금속계 복합재료 3. 고성능 ceramics계 복합재료 4. 고성능 C/C composite

부터 필요한 성분을 자유롭게 분리·정제할 수 있다.

그밖의 금속과 같은 전도성이 있으면서 가볍고 녹도 안슬고 가공하기 쉬운 전도성 고분자 재료와 고결정성 고분자 재료의 연구개발 외에 종래의 합금 성능의 한계를 극복한 내열성을 갖는 신(新)합금, 고성능 결정제어합금의 연구개발, 용도에 따른 강도·내열성 등의 특성을 갖는 알루미늄 합금 보다 가볍고 철보다 강한 복합 재료의 연구개발이 기대되고 있다. 극심한 고온 환경 1000~2000)에 도전하는 선진 재료, 초내환경성 선진재료(超耐環境性 先進材料)의 연구개발, 빛에 의한 정보 기록 기술에 혁신을 가져올 광반응 재료의 연구개발, 光컴퓨터 실현을 위한 빛에 의한 이론 소자를 실현하는 비선형(非線型) 광전자 재료, 현재의 플라스틱이나 금속으로는 달성할 수 없는 전도성, 내열성, 기계적 강도, 내식성, 경량성 등을 겸비한 규소계·고분자재료 등, 여러 분야에서 연구개발이 진행되고 있다.

세라믹스(ceramics): 용도가 갑자기 확대되는 세라믹스

기대가 높아지는 세라믹스 엔진

유리, 도자기 등 전통적인 세라믹스에 반해, 1970년 경부터 새롭게 등장한 알루미나(alumina)라든가 베릴리나(beryllina) 등을 미국에서는 뉴세라믹스(new ceramics)나 어드밴스트 세라믹스(advanced ceramics)라고 불렀다. 일본에서는 이를 파인 세라믹스(fine ceramics)라고 불렀는데 그것이 세계 공통어가 되었다. 종래의 세라믹스가 천연의 무기물을 녹여서 만든 것인데 비해, 파인 세라믹스는 정제된 인공 원료를 이용한다. 조성(組成)을 변화시킴에 따라 강도(强度)나 내연성을 바꿀 수 있어 새로운 시대의 구조 재료로 주목받고 있다.

현재 파인 세라믹스는 다양한 분야에 이용되고 있으며 우리들의 생활 속에까지 침투하였다. 예를 들면 세라믹스 포장, 포장무늬, 볼펜이나 탁상용 전자 계산기, 자동차 엔진의 부품, 선글라스 등 다채롭다.

이러한 가운데 특필(特筆)해야 할 것은 파인 세라믹스를 이용한 자동차 엔진의 연구개발이 본격화되기 시작했다는 점이다. 세라믹스 엔진에 대해서는 1980년대 전반에 전세계에서 연구개발이 이루어졌는데, 기대되었던 연료의 고효율이 실현되지 않아 연구는 한순간에 모두 중지되었던 경우가 있다. 현재는 이 엔진 고효율 이외에 냉각수를 없앨 수 있는 등 새로운 가능성도 보이고 있으며, 라디에이터 팬(fan)도 필요없는 소형경량(小型輕量)의 엔진 개발에 초점이 맞추어지기 시작하였다.

연구개발에 착수하고 있는 것은 (財) 카나가와(神奈川)과학기술 아카데미에서 기초연구와 엔진 주요 부품의 실험이 종료되어 단기통 엔진의 시험과 기본 성능 테스트 단계에 들어섰다. 지금까지의 엔진은 연소실내에서 발생한 열의 1/3이 배기 가스의 열로, 남은 1/3이 냉각수로 돌았다. 내열성이 높고 더욱이 열전도가 낮은 세라믹스로 엔진을 만들면 냉각수에 뺏기는 열이 없어지고, 냉각수가 필요없는 효율 좋은 출력을 끌어낼 수 있다.

또, 세라믹스 엔진은 연료도 현재의 가솔린이나 경유를 교체하여 배기 가스가 깨끗한 메탄올을 효율 좋게 사용할 수가 있다. 세라믹스와 메탄올의 결합으로 냉각수가 필요없는 깨끗한 엔진이 등장하게 되며, 더 나아가 메탄올 연료를 윤활제로서 이용하는 것도 고려되고 있다. 냉각계와 윤활계가 필요없게 되면, 그 사이클이 심플한 것으로 되어 엔진의 위치가 자유로와지고 전혀 새로운 개념의 디자인의 차가 나올 수 있는 가능성도 있다. 저공해, 고효율, 무(無)냉각수의 이상적인 엔진의 등장이 기대된다.

다용도의 파인 세라믹스

또, 파인 세라믹스의 새로운 분야로서 주목받고 있는 것으로 new glass나 new cement가 있다. new glass는 종래의 glass의 성질에 높은 기능을 부가하여 인공합성 원료와 특수한 제조법에 의해 개발된 새로운 재료이다. glass는 광학적으로 균질하고 빛을 잘 통과시키며 표면이 평평하여 미끄러지기 쉬우므로 창유리, 조명, 렌즈나 브라운관 등 생활 속에서 떼어낼 수 없는 존재가 되고 있다.

지금, 유리 메이커나 대학, 국립연구기관이 완전히 새로운 성질을 가진 유리를 연구 개발하고 있다. 실용 차원의 new glass의 대표적인 것은 전선 관계 각 회사가 제조하고 있는 광섬유일 것이다. 구리선의 1000배 이상의 정보를 전할 수 있으며, 광정보통신의 주역이다. 그외에 lap-top형(소형경량형), 노트북형, 퍼스컴의 기억 장치, 자기 디스크의 기판 재료로 사용되기 시작하여 HOYA, 일본판유리, 아사히유리 등이 월 10만~30만 매의 양산체제를 갖추고 있다.

新에너지, 산업기술 종합연구기구(NEDO)는 91년도부터 5개년 계획으로 아사히유리에 연구를 위탁하여 전류를 통하면 색이 연속적으로 변화하는 신형 조광 유리의 개발에 착수했다. 이것은 전류를 통하는 시간을 조절하면 색의 농도가 연속적으로 변하는 것으로 빌딩 사무실이나 맨션의 유리창에의 응용을 생각해 볼 수 있다.

또 파인 세라믹스의 특수한 분야는 뉴 시멘트 분야에도 새로운 물결이 밀려오고 있다. 콘크리트를 만들 때 물을 감소시키는 혼합제의 연구 등으로, 강도가 500년은 보증할 수 있다는 것이 있다. 이것은 아크릴 수지나 세룰로이스 등의 고분자를 부가한 시멘트로서 수중 작업에서도 강도가 떨어지지 않는다.

그 이외에 파인 세라믹스는 그 특성과 용도에 따라 전자공업(IC기판, 자성체, 각종센서 등), 엔지니어링(절삭공구 고효율 열기관 재료 등), 생체 재료(인공뼈, 인공치아, 촉매 등)의 분야에서 급성장이 전망되고 있다.

생명공학 기술

human-genome: 구미에 육박하는 일본의 genome project

유전 정보의 모든 것을 해명

생명의 유전 정보는 DNA 속에 암호화되어 보존되고 있다. DNA는 아데닌, 티민, 시토신, 구아닌의 4종류의 핵산 염기 약 30억 개가 병렬한 끈모양의 이중 나선 구조를 갖고 있다. 이렇게 이루어진 유전 정보의 단위가 genome이다. 현재 「human-genome」의 완전한 해석을 위해 염기의 전체 배열을 해명하려고 하는 일본, 미국, 유럽의 공동 프로젝트가 추진되고 있다.

유전성 질환의 치료에 광명(光明)

유전자 배열의 혼란이나 결손에 의한 질환은 현재 약 3000종류가 있다고 한다. 그러나 human-genome의 해석을 목표로한 이 프로젝트의 진행에 따라 종래의 의료 기술로는 대응이 어려웠던 알콜 중독증이나 Alzheimer disease(뇌세포의 위축에 의하여 뇌세포 내에 plagues가 나타나는 노인병의 한 종류) 등의 예방이나 치료 방법의 개발이 크게 진전하여 대단히 기대되고 있다. 또한 심장병이나 당뇨병 등 비교적 일반적인 병에도 유전자의 이상이 관여되고 있다는 說도 있다. 요컨대 생체와 주변 환경과의 복잡한 상호관계가 유전자의 혼란을 일으켜서 병을 발생시키는 것이다. 따라서 이 연구는 유전자의 이상을 발견하는 것 뿐만 아니라, 장래에는 이상 유전자의 활동을 멈추게 한다거나 수정하거나 또는 이상 유전자를 수정하는 방향으로 추진 될 것이다.

앞으로 약 15년 내에 전체 유전자의 해석을 완료하려고 하는데, 당초의 5년 간은 염색체의 위치를 찾는 유전자 지도 제작(gene-mapping)에 주력하게 된다. 현재, 이 연구소의 네트워크는 착실히 전 미국으로 확대되고 있고, 미국의 에너지 관리청(DOE)으로부터 예산을 받는 연구 기관은 로스알라모스 국립연구소 등 7개 소 외에 에르 대학을 비롯하여 37개 대학이 있으며, 92년 봄에는 DOE와 민간 기업인 Life-technology社와의 연구개발 협정도 체결되었다.

지금까지의 연구 성과는 차례대로 데이터베이스로서 축적되어 있다. 특히 죤스홉킨스 대학에는 세계 각국의 해석 결과가 집약되어 있어 앞으로의 프로젝트의 중심적인 데이터베이스가 될 예정이며, 일본을 비롯하여 영국, 프랑스 등 human-genome 해석 계획(Human Genome Project: HGP)에 찬성하는 많은 국가들의 협력이 이루어지고 있다.

고성능의 장치 개발에 기대

약 30억 개에 이르는 유전자전부를 기존의 해석 기술로서 탐구하기 위해서는 1,000명의 연구자가 모여도 200년 이상의 기간이 필요하다고 한다. 그래서 기대되는 것이 일본의 하이테크 기술이다. 예를 들면, 이화학연구소와 히다치(日立)제작소, 토오레, 세이코 전자공업 등 민간 5개社가 전세계에 앞서서 공동 개발한 「유전자의 자동 해석 장치」(Automatic DNA Sequencer)가 있다. 종래 손으로 작업해 왔던 염기 배열의 해독에 필요한 일련의 작업의 자동화를 실현하여 해독 속도를 약 10배로 증가시켰다.

또, 토레이 리서치 센터에서는 배열을 찾고자 하는 DNA를 몇 개의 단편으로 나누어 표식해 가면서 DNA의 모든 영역을 동시에 조사할 수 있는 새로운 방법을 개발했다. 종래에는 3000개의 염기 배열 결정에 약 2개월 반이 걸렸으나 이 방법을 사용하여 단숨에 1개월로 단축시킬 수 있게 되었으며, 해석 비용도 20~30% 절감할 수 있게 되었다.

또한 통산성에서는 93년 봄부터 새로운 DNA 해석 기법에 의한 장치 개발 프로젝트를 시작했다. 현재의 「전기영동법(電氣泳動法)」을 대신하여 고성능 전자 현미경으로 염기의 배열을 직접 관찰하거나, 형광 probe를 붙여서 그 반사각도나 강도(强度)로서 구조를 구분해 내는 등의 방법이 개발과제로 거론되고 있다.

이미 가까워진 21세기를 향해서 이와 같은 DNA 해석을 기본으로한 비즈니스가 커다란 발전을 이룩할 것은 자명한 일이다. 이와 더불어 해석 장치 자체의 시장 확대도 불가피할 것으로 보인다. 일찍이 이 분야는 Applied-Biosystem 社 등 구미의 해석 장치 제작자들의 독무대였는데, 이를 뒤쫓아서 島津제작소 등 일본 기업도 서서히 신규 참여를 하고 있다. 어떻든 급속히 신장하는 DNA 해석에 대한 수요에 대응하여 고성능 장치 개발을 수행함에 있어서는 일본기업들이 소유한 고도의 광학(光學) 전자 기술의 역할에 큰 기대가 모아지고 있다.

생물 정보 과학의 개발

또한 막대한 해석 결과를 데이터베이스化하여 각국간에 상호 교환하기 위한 컴퓨터 네트워크의 구축도 긴급한 과제이다. 이와 같은 움직임에 호응하여 문부성에서는 「genome 해석에 동반되는 대량 지식 정보 처리의 요구」를 진행시켰다. 앞으로 생물, 정보 처리의 두 분야의 연구자, 기술자가 일체가 된 「생물 정보 과학」이라는 분야의 개척도 추진될 것이다.

암치료: 암치료에 대한 새로운 접근

불치병의 극복을 목표로

81년 이후, 일본의 사망 원인의 제1위가, 오랜세월에 걸쳐서 1위의 자리를 지키고 있던 뇌졸중으로부터 암으로 바뀐 이래, 암은 오늘날까지 1위를 계속 지키고 있다.

현재 암에 걸린 사람의 수는 연간 약 35만 명으로 추정되고 있으며, 암에 의한 연간 사망자 수는 약 21만 명에 이르고 있는데, 2,000년에는 30만 명에 달할 것으로 예상된다. 암은 연령이 많아짐에 따라 증가하기 때문에 고령화가 심화되는 일본에서는 암 치료는 점점 더 중요해진다.

따라서, 암의 극복을 향한 의료 기술의 혁신도 추진되고 있다. 현재, 약물 요법으로서는 화학요법제와 면역부활제(免疫賦活性劑)가 널리 이용되고 있으며, 그 시장 규모는 총 3,000억 엔에 이르고 있다. 그 중에서도 기대되는 종양괴사인자(腫瘍壞死因子:TNT)는 90년대 최초의 피부암에 대한 주사약으로서 제조허가 신청이 이루어졌다.

하이테크를 응용한 치료 기술의 진화

약물 요법과 병행하여 큰 진보를 이룩하고 있는 것이 방사선 요법이다. 특히 과학기술청이 87년도부터 93년도에 걸쳐서 300억 엔 이상을 투입하여 건설 중인 대형 중립자 가속기에 의한 치료가 주목되고 있다. 상업 차원에서는 스미토모(住友) 중기계공업이 입자를 소라 모양의 궤도에서 가속시키는 사이클로트론(Cyclotron) 방식으로 양자선을 발생시켜서 암치료를 도모하는 시스템을 개발하여 94년을 목표로 사업을 추진하고 있다. 이것은 벨기에의 이온 빔 어플리케이션(IBA: Ion-Bean-Application)社와의 공동 설계에 의한 것으로, 직경 4.3m, 전자석의 중량은 180톤에 이른다.

또한 방사선 치료에는 양자선 외에 코발트 60(감마선)이나 X선, 중성자선 등이 있는데, 모두다 뼈나 건강한 장기(臟器)에 상처를 입힐 위험성이 있었다. 이에 반해 양자선은 어떤 깊이에 도달하고 나서부터 방사선을 비추어 세포를 파괴하므로 부작용이 적은 것이 특징이다. 양자선의 도달심도(到達深度)는 가속기의 출력에 의해 조정이 가능하다. 가격도 싱크로트론(Synchrotron)방식으로 불리는 종래의 장치가 약 70억 엔인 것에 비해, 약 30억 엔으로 절반 이하이어서 앞으로의 보급이 기대되고 있다.

또 동경대학 의학부 의용(醫用)전자 연구시설에서는 광섬유를 통해서 수집한 태양광을 환부에 쪼임으로써 조기에 암을 치료하는 기술을 개발했다. 레이저광 치료는 이미 널리 활용되고 있는데, 이 기술은 무진장 많이 존재하는 태양광을 이용하므로 비용도 약 1/10 밖에 안 된다고 하는 이점이 있다.

실제 치료에서는 우선 빛에 반응하는 물질을 환자의 정맥에 주사한다. 「혈구모 세포 엽록소(Hemato-prophyrin) 유

도체」라 불리는 이 물질을 빛을 흡수하면 화학적으로 변화하여 세포를 죽이는 작용을 가지고 있다. 또한 정상적인 세포보다 2~10배 비율로 암세포에 모이기 쉬운 성질을 갖고 있으므로 부작용도 적다. 유방암 세포를 이식시킨 쥐에 대한 실험에서는 매일 30분간 계속 쬔 결과 1주일 후에는 거의 대부분의 암세포가 사멸하는 좋은 성적을 얻을 수 있었다.

초음파로 간장암을 치료

동방 대학 제1내과와 약학부 히다찌(日立)제작소 기초 연구소의 공동 연구 그룹은 암세포가 있는 부위에 초음파를 쪼임으로써 미리 투여해 둔 「혈구모 세포 엽록소(Hemato-porphyrin) 유도체」를 활성화시켜서 암 세포를 공격하는 간장암 치료법을 개발했다.

간장암은 바이러스가 그 원인이 되는 경우가 많고, 외과 수술에 의해 제거하려 해도 간장의 다른 부위에 재발 되는 경우가 많다. 따라서 국소적인 치료법으로는 초음파로 암조직을 확인하면서 에탄올을 주입하는 방법이 있는데, 기술적으로 어렵고 출혈이 있는 등의 결점도 많았다.

그러나 이 방법은 신체의 외부에서 초음파를 쬐는 것 뿐이므로 통증이나 외상이 없고 초음파가 닿지 않는 부위의 유도체는 활성화되지 않은 채 신진 대사가 이루어지므로 부작용의 염려도 없는 특징이 있다. 쥐를 이용한 동물 실험에서는 암세포를 간장에 주입하여 직경 1.5cm 크기의 종양에 대한 효과를 조사했는데, 아무것도 주입하지 않은 쥐는 일 후에 종양이 2cm까지 성장했지만, 이 요법을 적용한 것은 그 크기가 1.3cm 이하가 되었다. 또한 간장 조직을 조사한 결과, 종양 세포는 괴사(壞死) 또는 그에 가까운 상태가 되어 있는 것을 알 수 있었다. 또 간세포가 정상적인 부위에 미치는 영향도 없고, 부작용도 치료 가능한 가벼운 것으로 확인되었다.

이와 같이 암치료에 대해 효과가 있으며 부작용이 적은 다양한 방법이 개발되고 있는데, 장래에는 hit-genome(생물이 그 기능을 발현하는 데에 필요한 최소한의 염색체 DNA의 세트) 해석 등 유전자 차원의 기초 연구가 진행됨에 따라, 예방 차원에서의 접근이 이루어지는 것이 기대되고 있다.

주된 암 진단법

검사의 종류 / 암의종류	X선	초음파	내시경	CT	세포진	생검
위 암	○	●	○	●		○
자궁암	●	●	●	●	○	●
간 암	○		○	○	●	●
유방암	○	○		●	○	●
대장암	○	●	○	●		○

○; 조기진단에 중요한 검사. ●; 잘 행해지는 검사

인공 장기: 고령화 시대의 의료를 떠받치는 인공 장기

기대되는 본격적 개발

어떠한 이유로 기능을 다하지 못하게 된 장기를 대신해 체내에서 똑같은 기능을 하는 기계, 즉 인공 장기의 개발이 있어 최대의 장애는 현재도 생체 적합성이다. 인간의 신체는 「이물질(異物質)」이 들어오면 거부 반응을 일으켜 I

속에 혈전을 만들어 혈관을 막히게 하는 등의 장해를 일으킨다. 따라서 생체에 적합한 소재, 복잡하고 미묘한 역할을 하는 장기, 그리고 체내에 넣을 수 있는 크기 등, 여러 가지 요소를 만족시킨 인공 장기의 개발이 필요하다. 몸속에 넣는 형이 아닌 대외(對外) 설치 타입의 인공 장기는 이 몇 가지가 실용화되고 있다. 가장 많이 보급되어 있는 것은 인공 장기에 의한 인공 투석(人工透析)으로 매년 약 10만 명에 이르는 신부전(腎不全) 환자의 생명을 구하고 있다. 그밖에 인공 혈관과 인공 피부, 인공 뼈도 실용화 단계에 있으나 수요가 많음에 비해 실제 사용은 아직 의외로 적은 것이 현실정이다.

인공 간장의 개발에 착수

인공 장기 개발의 최종적인 목표는 영구적으로 체내에 이식할 수 있는 인공 심장과 인공 간장이라고 한다. 인공 심장의 경우, 생체적 합성은 물론 1분 간에 60~100회의 수축 확장을 반복하는 심박 운동에 장기간 견딜 수 있는 강인함을 가진 소재, 그리고 그 운동을 지탱할 수 있는 소형의 신뢰성 높은 구동원(驅動源)과 전원의 개발이 필요하다.

간장도 대단히 복잡한 기능을 하고 있기 때문에 인공화는 상당히 어렵다고 한다. 따라서 중증의 간장 질환의 경우에는 장기 이식에 의존하지 않을 수 없다. 그러나 간장은 재생 능력이 높아 체외에서의 세포 배양만 성공하면 환자 자신의 간장을 배양함으로써 거부 반응의 염려가 없는 인공 간장을 실현할 수 있을 것이다.

아카이케 토시히로(赤池敏宏) 동경 공대 교수를 중심으로 하는 카나가와(神奈川) 현 과학기술 아카데미의 연구 그룹은 92년에 종래의 불가능하다고 여겨져온 간장 세포의 장기간 배양을 실현하는 고분자 재료를 개발하였다. 구체적으로는 「polyvinyl benzine lactone amide」와 「isopropyl acrylic amide」의 2종류의 성질이 다른 고분자를 조합하여 간세포를 보다 체내와 가까운 상태로 배양하고 또 배양의 토대가 된 고분자로부터 분리 회수하는 것이다.

「polyvinyl benzine lactone amide」는 간세포에 있는 당(糖) 단백 수용체에 특이하게 결합하는 유당(乳糖)을 함유해 간세포가 체내의 혈관에 부착하는 상태를 자연스럽게 재현한다. 「isopropyl acrylic amide」는 온도가 낮아지면 물에 녹는 성질을 갖고 있어 배양 후의 세포 분리를 용이하게 한다. 또한 이 방법은 간세포가 고분자에 구형(球形)으로 붙어 수명을 연장시킬수 있는 장점이 있다. 실험 질적으로는 몇 개의 세포가 모여 실제 장기에 가까운 3차원의 세포 집합체를 만드는 것도 확인되었다.

유기적인 연구 분야의 결합

또한 동경여자의과대학, 동경이과대학의 공동 연구팀은 혈당치와 반응하여 인슐린 호르몬을 방출하는 물질을 만들어 냈다. 인슐린은 췌장에서 분비되어 혈당치를 억제하는 호르몬이고 이 분비 기능에 장해가 생기면 당뇨병을 일으킨다. 이 그룹이 만든 물

인공 장기(및 장기 이식)의 기술혁신

인공 장기(및 장기 이식)의 기술 혁신			
연구개시(년)	현 상	인 공 장 기	장기이식
~1950	확 립	콘택트렌즈, 치과재료, 인공뼈	혈액(수혈) 피부, 각막
1950~1960	만족스럽게 도 입	인공심폐, 페이스 메이커 인공변, 인공혈관, 인공관절	신장, 골수
1960~1970	일반적으로 도 입	인공신장, 인공외족, 대동맥내 벌룬펌핑	심장
1970~1980	임 상 연 구	인공안구, 인공췌장, 좌심실 보조심장, 인공혈액, 인공자극장치,	간장, 폐, 췌장
1980~	동 물 실 험	완전인공심장, 망소인공혈관 내장형 인공폐, 인공기관, 인공간장 인공비뇨 생식기, 신경재생	내분비 장기
1990~	개념적 단계	인공시각, 인공청각, 인공자궁	심근, 근육
자료: 악미화언(渥美和彦) 감수「의학 지금부터 이렇게 된다」에서			

질은 100m1당 (糖) 의 양이 80~100mg을 넘으면 구조가 변하여 인슐린을 방출한다. 아직 실험 단계이지만 당뇨병 치료를 위한 인공 췌장으로서의 응용이 기대된다.

그리고 홋카이도(北海道) 대학 이학부의 나가다 요시히토(長田義人) 교수 등의 연구 그룹은 전압을 가하면 자벌레처럼 신축하여 움직이는 인공 근육을 개발하였다. 이것은 「 Polyethylene 2-acrylic amide -2- methyl propan sulfonic acid (PAMPS)」라고 하는 물을 함유한 겔 상태의 유기 고분자로서, 전압에 의한 화학 반응으로 유기 재료를 움직이는 것인데 이러한 움직임을 인공적으로 재현한 것은 세계 최초이다. 겔로 만든 actuator는 금속 재료와는 달리 생물체와 유사한 유연한 운동이 가능하다. 앞으로 (義手) 등의 인공 근육은 물론 그 신축력을 이용하여 그 밖의 인공 장기를 위한 동력원으로의 활용도 기대할 수 있다.

인공 장기를 개발할 만한 기술 환경을 가진 나라는 의외로 적다. 그것은 충분한 연구 인력이 존재하고 새로운 재료와 정밀 기계의 개발 ·제작이 가능한 산업이 갖추어지지 않으면 안 되기 때문이다. 물론 일본은 그 조건을 갖추고 있다. 또한 앞으로의 인공 장기 개발에는 인재 육성도 빼놓을 수 없지만 인공 장기는 의학, 재료 화학, 기계 공학 등의 테두리로서 이러한 분야를 유기적으로 결합시킨 대학과 기관의 탄생도 기대된다.◈