

# 21세기의 핵심기술 100

우리는 새로운 세기를 바로 9년 앞두고 있다. 지난 10년간 정보통신을 중심으로한 과학기술의 급속한 발전에 따라 기술력은 경제력이나 군사력과 함께 국력신장의 중요한 요소라는 인식이 더욱 높아져가고 있다. 이런 추세가 더욱 심화될 21세기의 핵심기술은 과연 어떤 것일까? 최근 일본경제기획청의 2010년기술 예측위원회가 21세기초의 산업기술에 큰 영향을 줄 것으로 선정한 정보 및 전자기술, 신소재, 라이프사이언스, 에너지, 통신, 자동화, 환경, 운수 및 교통, 공간이용 등 9개분야에 걸친 1백개항목의 핵심기술을 중심으로 21세기의 주요기술을 전망해 본다.<편집자>

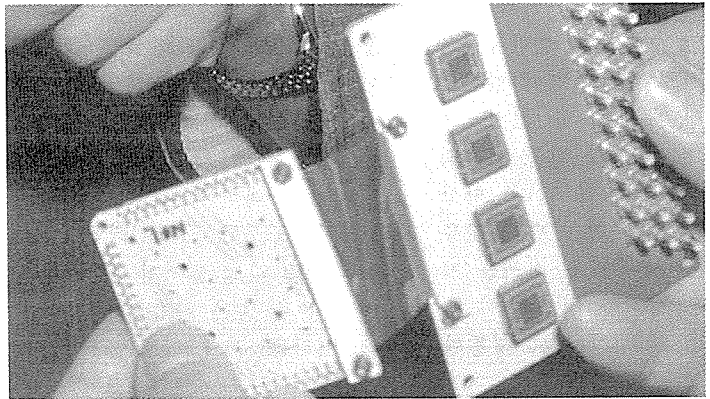
## 정보·전자기술

### 1 테라비트 메모리

현재 판매중인 메모리중에서 가장 고성능의 메모리는 4메가비트(1메가 = 100만)이나 1~2년뒤에는 16메가비트 메모리 선을 보일 것이다. 현재의 실리콘기술의 연장선상에서 1기가(1기가 = 10억)비트칩의 DRAM이 2000년경에는 등장할 것으로 보인다.

그 후에는 이 보다 1천배의 능력을 가진 1테라(1테라 = 1조)비트칩의 소자가 출현될 것으로 기대하고 있다. 이것은 오늘날의 실리콘기술의 연장으로서

는 원리상 무리하다고 생각하고 있으나 초전도디바이스와 같은 새로운 개념의 기술이 출현하면 실현될 수 있다고 보고 있는데 실용화시키는 2030년경으로 잡고 있다. 테라비트 메모



◇ 日本후지초연구소가 개발한 조셉슨소자

리가 영향을 미치는 분야는 우선 판단능력을 가진 고기능 컴퓨터를 비롯하여 고기능의 랩톱컴퓨터와 워드프로세서, 지능형의 가전제품, 정보입력시스템, 통신시스템, 사회 인프러시스템, 자동차산업, 우주산업 그리고 군사산업 등이 포함되며 시장 규모는 약 2백30억달러로 보고 있다.

그러나 테라비트 메모리는 재래식의 컴퓨터, 정보시스템, 가전품에 부정적인 영향을 줄 것이며 특히 메모리가 주역의 역할을 하는 기기일수록 큰 영향을 받을 것이다. 한편 기술평가라는 관점에서 볼 때 인간의 존엄성에 대한 의문이 제기되고 기계와 인간의 역할분담이 중요한 과제가 될 것으로 보인다.

### 2 초전도디바이스

초전도트랜지스터, 조셉슨소자, 양자磁束파라메트론 등의 구조를 갖는다. 현재의 반도체의 초집적회로에 비해 소비전력과 스위칭시간을 곱한 것의 1천

배에서 1만배 정도 더 우수한 '양자효과'를 기본개념으로 한 것이다. 특히 양자자속 파라메트론은 원리적으로는 인간의 뇌와 근사한 집적회로를 만들 수 있는 뛰어난 잠재력을 갖는다. 이것은 테라비트 메모리의 중요한 핵심기술의 하나가 된다.

이 장치의 실용화시기는 2020년경으로 보고 그때의 시장규모를 약 77억달러로 추정하고 있다. 이 디바이스는 컴퓨터 및 슈퍼컴퓨터의 성능과 기능을 비약적으로 끌어올리는 한편 대규모 시뮬레이션 등 응용분야를 빠른 걸음으로 넓혀나가면서 인공지능과 같은 판단능력을 가진 고기능컴퓨터의 출현을 비롯하여 로봇과 번역기계의 본격화, 데이터베이스산업 그리고 사회인프라산업을 활성화시킬 것이다.

한편 이 장치의 등장으로 종래의 컴퓨터시스템 및 실리콘이나 칼륨, 비소, 디바이스의 수요는 차츰차츰 줄어들 것이다. 그러나 정보처리기기 및 시스템의 응용범위는 넓기 때문에 새로운 디바이스가 번져 나가자면 상당한 시간이 걸릴 것으로 전망된다.

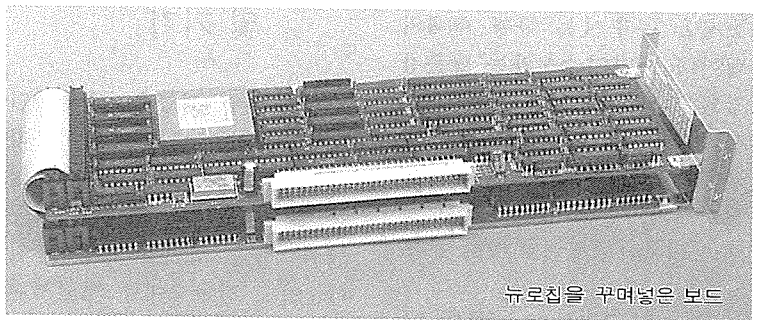
### 3 슈퍼인텔리전트칩

오늘날 음성인식용의 칩, 추론기능을 갖는 칩, 퍼지기능을 갖는 칩 등 개별적으로 인텔리전트 기능을 갖는 칩이 개발되고 있으나 이런 기능을 함께 갖는 인텔리전트칩의 개발은 앞

으로의 연구과제가 된다.

슈퍼인텔리전트칩은 오늘날의 반도체칩에 비교해서 인텔리전트기능이 1천배정도 강화되고 고도의 판단을 하는 시스템의 기본소자로서 매우 중요한 칩이며 메모리로서 또 프로세서로서도 쓸모가 크다.

이 칩의 실용화시기는 2010년



뉴로칩을 꾸며넣은 보드

이며 시장규모는 약 77억달러로 추정하고 있다. 이 칩은 고기능 컴퓨터, 뉴럴네트워크, 인공지능 산업에 영향을 미치는 한편 사회인프라산업, 통신시스템, 자동차산업의 활성화를 부추길 것이다. 먼 장래에는 모든 기기속에 슈퍼인텔리전트칩이 빠른 속도로 들어가게 될 것이다.

### 4 자기증식칩

오늘날의 반도체칩은 이를테면 "외부로부터의 지령"에 따라 기능이 정지되고 동작이 제어되는데 반해 자기증식칩은 그 기능이나 동작이 칩속에서 결정되고 제어되는 '자기조직화' 기능을 갖는다. 이 새로운 반도체칩은 내부의 아키텍처로서 예컨대 '뉴럴컴퓨팅' 구조를 가

질 수 있다.

이 칩은 오늘날의 최고기능의 칩에 비해 1천~1천만배 정도로 강화되어 고도의 판단을 하는 시스템의 메모리 또는 프로세서로서 쓸모있는 기본소자이다. 이 칩의 실용화시기는 2050년으로 보고 있으며 시장규모는 2백30억달러로 추정된다. 이

칩을 이용하여 새로 등장할 산업제품으로서는 자기증식기능을 가진 이를테면 '판단하는 컴퓨터'를 들 수 있다. 앞으로 여러 기기에 이런 칩이 사용되기 시작하면 당연히 인간과 기계의 능력의 우위성에 관한 논의가 머리를 들게 되고 인간과 기계의 역할분담이 중요한 과제로 등장할 것이다.

### 5 테라바이트 광파일

오늘날의 파일은 수10기가바이트 정도지만 이것을 수10배 웃도는 시스템당 테라바이트 이상의 용량을 갖는 파일시스템을 말한다. 이것은 어쩔 수없이 광디스크를 중심으로 하는 구성이 된다. 물론 읽고 쓸 수

도 있어야 한다. 초대용량의 파 일을 고속 및 실시간으로 액세스 하기 위해서는 고속의 주메 모리, 바퍼메모리를 포함한 다 단계의 메모리하이아러키 구성 을 취할 것으로 보인다.

이 파일의 실용화시기는 2010 년경 그리고 시장규모는 약 1백 54억달러로 어렵하고 있다. 이 파일은 초대용량 데이터산업의 등장을 부추기는 한편 현재의 빛이나 자기디스크와는 당분간 경합상대의 위치를 지켜나갈 것이다. 현재 이 파일시스템연 구에는 일본과 유럽 및 미국의 첨단전자기업들이 착수하고 있 으나 일본이먼발치로 앞서 있다.

## 6 테라비트 광통신 디바이스

오늘날의 광통신디바이스는 1백기가비트 수준이나 이것을 한자리수 웃도는 시스템당 1테 라비트 정도이상의 초고속통신 을 실현시킬 것이다. 이 디바이 스는 다이나믹한 화상(컬러) 통 신을 주체로 하는 본격적인 B-ISDN시대에서는 없어서는 안 될 핵심부품이다. 이것은 극단 적으로 응집된 빛을 제어함으 로써 비로소 가능해진다.

실용화시기는 2010년으로 보 고 시장규모는 약 2백77억달러 정도로 추정된다. 이 디바이스 는 예컨대 오락산업을 포함한 동화의 화상통신산업의 신장을 더욱 부추기게 될 것이다. 또 자동차, 사회인프리스스템, 에 너지탐색과 관련된 산업에 파

급효과를 미칠 것이다. 이 디바 이스의 보급으로 초고속통신이 실현되면 바야흐로 범지구적인 규모에서 데이터나 지식을 함 께 갖거나 긴밀한 협력을 할 수 있게 되어 글자 그대로 '지구는 하나'라는 말이 실현되는 시대 가 다가 올 것이다.

## 7 광컴퓨터링소자 및 기기

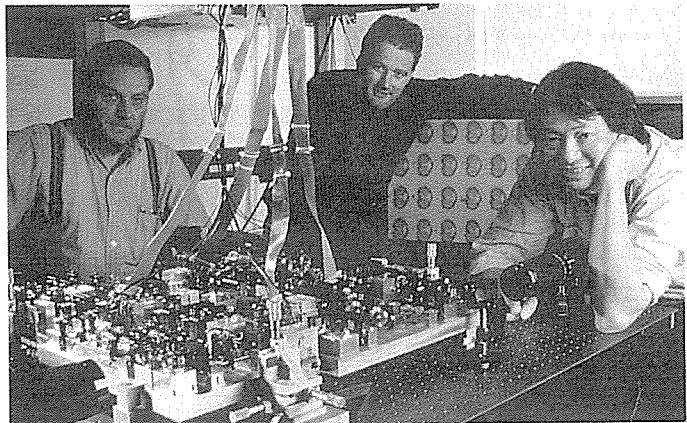
컴퓨터의 성능을 오늘날의 1천배정도 이상으로 끌어올리 자면 전자계의 영향을 받지 않는 빛의 기술을 응용하여 컴퓨 터시스템을 설계할 필요가 있 다. 이런 기술중에는 병렬처리 를 중심으로 하는 광소자에 의 한 프로세서, 빛에 의한 고속의 데이터통신로 및 광메모리 등 이 있다. 원리적으로는 빛의 제 2 및 제3 고주파의 정밀한 제어 로 실현될 것이다.

이 소자와 기기의 실용화시 기는 2020년으로 보고 있으며 시장규모는 약 77억달러로 어 림하고 있다. 이 소자의 등장으

로 본격적인 초고성능의 워크 스테이션(수백메가플롭-기가플 록정도의 성능을 가짐)이 출현 하게 될 것이다. 또 보다 인간 과 가까운 처리방법을 하는 컴 퓨터나 기계번역, 대규모 시물 레이션 등의 소프트웨어가 크 게 진전될 것이다. 그 파급효과 로서는 기상예측, 우주 및 지구 탐사, 지진의 예지, 환경, 에너 지, 사회인프리스트럭처, 건축 등 여러 분야에 좋은 영향을 주 면서 그 발전을 부추길 것이다.

## 8 바이오센서

바이오센서는 효소, 미생물, 항원 및 항체, 리간드 및 리셉 터, DNA, RNA와 DNA프프브 를 포함한 생체의 분자식별 재 료와 물리화학디바이스를 조합 하여 적은 분량을 측정하는 센 서를 말한다. 바이오센서는 이 미 임상분석, 공업공정, 환경계 측 등 여러분야에서 실용화되 고 있으나 현재 초고감도화, 측 정항목의 확대, 초소형화를 겨 낭하여 연구가 추진되고 있다.



◇美國 벨연구소에서 試作한 디지털 光프로 세서

바이오센서의 실용화 시기는 2000년경으로 잡고 있는데 그때의 시장규모는 약 7억7천만 달러로 어렵하고 있다. 바이오센서의 보급으로 새로 미각센서, 후각센서, 선도센서 등이 등장하게 되면서 센서시장은 크게 성장하는 한편 관련된 가전제품의 개발을 부추길 것이다.

또 의료분야를 매우 크게 활성화시킬 것으로 기대된다. 특히 인공장기는 바이오센서의 출현으로 빠른 걸음으로 기술혁신이 이루어져서 질병의 진단도 바이오센서기술을 활용하여 고도화 될것이다.

오늘날 바이오센서 연구개발에서 일본(100)은 미국(95)이나 유럽(85) 보다 약간 앞서 있는 것으로 평가되고 있다.

### 9 바이오컴퓨터

바이오컴퓨터는 생물의 특성을 갖춘 이를테면 인간의 피로 위하는 기능을 가진 꿈의 컴퓨터라고 할 수 있다. 뚜렷한 개념은 아직도 없으나 종래의 컴퓨터로서는 할 수 없는 정보처리를 하는 제품이라고 생각하고 있다. 기술적으로 구체적인 이미지는 아직도 갖추어지지 않았으나 그 특성으로서 (1) 소자의 집적도가 높고 (2) 병렬아키텍처 (3) 1차원과 3차원 연간의 왕래성 (4) 학습기능 및 진화등의 발전성 (5) 환경에 대해 부드럽다는 것을 들 수 있다.

이 컴퓨터는 2020년경에 실용화될 것인데 시장규모는 예

측하기 어렵다. 다만 오늘날의 정보처리, 정보통신분야의 고도화를 부추기는 한편 종래의 컴퓨터, 가전, 의료기기, 공작기계 산업을 활성화시킬 것으로 기대를 모으고 있다. 바이오컴퓨터가 실용화되면 빠른 걸음으로 진전되고 있는 고도정보화 사회를 더욱 가속화할 것이다.

현시점에서 연구개발을 국제 비교하면 일본이나 미국이나 유럽은 거의같은 수준인데 일본의 경우는 대메이커가 주체인 반면에 미국은 벤처비지니스가 주류를 이룬다.

### 10 초병렬컴퓨터

프로세서를 대량 병렬으로 접속하면 프로세서 하나하나의 기술진보이상으로 처리속도를 크게 끌어올릴 수 있다. 하나의 컴퓨터속에 수만개-수백개의 컴퓨터소자가 들어있는 컴퓨터 시스템을 초병렬컴퓨터라고 부른다. 처리해야 할 문제중에서 독립적으로 처리할 수 있는 것을 추출하여 최대의 병렬화를

실현함으로써 전체의 처리시간을 최소로 할 수 있다.

이 기술은 범용컴퓨터나 워크스테이션에서도 활용될 것으로 보인다. 성능은 현재의 수백배에서 1천배이상일 것이다. 이것은 슈퍼컴퓨터의 경우 테라플롭스(초당 1조회 이상의 부동소수점 연산을 한다) 영역의 성능을 말한다. 이런 목표를 실현하기 위해 광기술로 설계할 것을 고려하고 있다.

이 컴퓨터의 실현시기는 2010년경으로 잡고 있는데 시장규모는 약 1백54억달러로 추정하고 있다. 이 컴퓨터는 예컨대 인간에 가까운 기능을 가진 실제의 제품이 출현할 가능성을 제공한다. 오늘날의 컴퓨터는 인간의 두뇌에 비해 인간적인 처리(인식, 파악, 이해, 감성 등)에 관해서 수천만배나 기능적으로 떨어져 있기 때문에 실제로는 인간의 그런 능력에 가까운 컴퓨터는 존재하고 있지 않지만 초병렬컴퓨터의 등장으로 어느 정도 부분적으로는 가능해 질 것 같다. <편역 玄源福>

