

# 한국의 최근 크린룸의 추이

## Recent Trend of Clean Room in Korea

최 안 석\*  
A. S. Choi

최근에 첨단산업 또는 하이테크 산업이라는 말들이 자주 나오게 되고 우리 국가의 경제구조가 수출주도형 산업으로서 과거 농경시대로부터 경공업시대 및 중공업시대를 거쳐 이제는 고도의 기술제품인 하이테크 즉, 첨단산업제품을 해외에 내다 팔아야지만 국제경쟁력을 제고시키고 부가가치가 올라가며 고도의 경제발전을 이룩할 수 있다고 학계, 경제계, 연구단체 등이 이구동성으로 목청을 높이게 되었다.

첨단산업제품을 제조하는 생산환경은 거의 초정밀 제품이므로 공기조화기술 중에서도 고급기술이라고 말할 수 있는 크린 룸 (Clean Room) 설비를 적절하게 맞추어 주지 않으면 안되는 것입니다. 제조과정중의 실내의 온도와 습도를 일정하게 하는 항온항습기능과 미세한 공기중의 부유분진을 제거하여 일정수준의 청정상태를 유지해주는 크린장치 종류에 따라서는 진동전달을 차단하는 방진장치와 소음전달을 막는 방음설비 및 외부로부터 전파되는 전자기를 막아 주는 전자기 차폐장치, 실내의 정전기 발생을 억제하는 무정전장치등을 인위적으로 해결하여 제조환경을 최상의 조건으로 유지할 수 있도록 하는 것이 바로 Total Clean Engineering 이라고 말할 수 있다.

### 1. 한국의 크린 룸의 발전과정

1950년대의 우리나라는 농경시대으로써 의식을 해결하기 위한 가장 기초적인 산업이외에 수출상품은 땅에서 파낸 광물을 그대로 내다파는 정도와 농수산물의 인위적인 수출에 그쳤으므로 Clean Room 설비는 전무한 상태이었다.

#### 1-1 1960년대의 크린 룸

1960년대에 경공업시대로 접어들면서 섬유, 합판, 신발류, 봉제류 그리고 약간의 가전제품 등 노동집약형 상품이 시장에 보급되고 수출이 이루어지면서부터 이들 상품의 품질에 대해 규제가 따르게 되고, 품질개선을 위한 연구시험이 활발히 시작되면서부터 항온항습을 요구하게 되고 생산과정보다는 시험실의 시험용 정밀측정장치의 오차를 줄이고 Dust의 장애로부터 고급시험장비를 보호하기 위한 수단으로 Clean Room이 시작되었으며 의약품 제조회사중 극히 일부회사가 항생제와 주사제를 생산하면서 생산공정실내에 부유분진중 미생물을 제거하기 위한 Bio Clean Room 설비를 시작하게 되었고 종합병원 2~3 군데의 수술실에서 오염을 막기 위한 Bio Clean

\* 정회원, (주) 신성산업플랜트

Room을 설치한 것이 고작으로 이 당시에는 Clean Room 장치를 전량 수입에 의존하던 때 이었다.

### 1-2 1970년대의 크린 룸

1970년대에는 중공업시대로 들어서면서 정밀기계 석유화학 조선자동차 중화학제품등이 정부 주도형으로 투자가 확대되면서 이에 따른 시험설비 및 연구소와 이들 산업의 대단위 정보처리를 위해 Computer를 설치하게 되면서 항온항습장치와 Clean Room 설비가 본격적으로 시작되는 시기였다. 또한 GNP 성장에 따른 소비성향이 높아져 가전제품의 양산보급과 의약품제조의 우수의약품제조기준인 GMP의 규정을 생각하게 되었고 정밀전자제품에 생산에 따른 극히 정밀을 요하는 작업장에 크린 룸 설비를 하게 되었다. 또한 70년대 초에 최초로 지금에 삼성반도체인 전신인 부친의 한국반도체와 반도체 칩의 재가공 조립업체인 부평의 대한마이크로가 이때 신설되면서 반도체 분야에 크린 룸 설비가 최초로 대두되었다. 당시의 한국 반도체공장은 여러가지 원인이 있었겠지만 그 일부 원인중에는 Clean Room의 기술적인 문제가 해결이 잘 안되어 5년 동안이나 시제품 생산만 하고 판매할 수 있는 제품을 못만들어 결국 막대한 손해를 보고 견디지 못해 삼성그룹에 회사를 넘기면서 본격적인 투자활동에 의해 오늘날의 우리나라 반도체산업에 획기적인 계기를 마련하게 되었다.

이 시기에 특기할만한 사항은 국가시책으로 방위산업의 육성시책을 펴면서 여러가지 불합리한 문제도 있었으나 방위산업으로 인해 정밀기계공업의 꽃을 피웠고 이들 산업에 필요로 하는 정밀측정실, 표준실, 시험실 등에 항온항습장치와 Clean Room이 보급되었다.

### 1-3 1980년대의 크린 룸

1980년대에는 중화학공업과 아울러 첨단산업이 시작되는 시기로 정보산업의 꽃인 컴퓨터, 관련기기인 전자반도체, 신소재분야 생명

공학분야 등 하이테크에 광범위하게 재벌그룹이 경쟁적으로 참가하면서 크린 룸 시장이 갑자기 부상을 하게되고 항온항습장치, 소형냉동장치 공기조화 설비를 해오던 군소 중소기업자들이 너도 나도 이 시장에 뛰어들어 현재는 국내에 연간매출 10억 이상의 업체가 20여개사, 기타 소규모 관련업체는 무려 30여개사 이상에 이르게 되었다.

반도체만 해도 선발업체인 삼성반도체, 금성반도체를 비롯해 아남산업, 현대전자 등과 최근에 대우반도체가 신규가담을 했으며 그외에 반도체에 관련된 부품조립 재가공등 군소회사의 상당수가 신규로 탄생하고 있으며 외국인 합작회사인 전자계통의 회사는 수를 헤아리기 어려울 정도로 증가하고 있다. 신소재 분야에서는 세라믹, 탄소섬유, 엔지니어링-플라스틱, 광섬유, 인공피혁, 형상기억합금, 초전도 합금 등 이름도 생소한 분야에 우리나라 재벌기업체들이 이미 가담 또는 신규계획을 하고 있다.

생명공학 분야에서는 항암제인 인터페론, 당뇨병치료제인 Insulin, 항생물질, 간염치료제, 무공해 농약 등이 이미 개발상품화되어 시판 또는 수출되고 있으며 바이오메스(식물에너지)화의 신제품개발, 광합성 등의 신제품개발 연구에 박차를 가하고 있다.

### 1-4 현재 크린 룸 상황

이러한 하이테크 산업은 모험투자가 따르며 우선 막대한 연구개발 지원없이 안되므로 정부의 과감한 정책 배려로 대덕단지의 각종 연구소 및 정부기관 산하연구소가 대량 투자되고 있으며 민간기업에서도 경쟁적으로 각종 하이테크 분야에 연구소를 이미 건설하거나 건설 등에 있으며 이러한 투자는 증가일로에 있고 High Tech 분야의 연구시설이나 생산공정에는 필히 그 환경은 고도의 Clean Room이 수반되지 않으면 안되므로 바로 하이테크산업이 고도의 Clean Room 기술발전을 유도하게 되었다.

이미 반도체의 경우 현재 삼성, 금성, 현대, 아남 등이 '85년말까지 약 8,000억원을 들여

투자를 했으며 금후 년차적으로 투자계획은 단계적으로 천문학적인 숫자를 예상하고 있다.

**1-5 1990년대 및 2000년대 크린 룸 예측**

금년 3월에 어떤 하이테크 분야 세미나에서 과거치의 반도체 및 전자담당 조정관인 강박사의 발표에 의하면 정부는 2000년까지 종합정보통신망, 국가기관 연결망의 무인자동화, 중장기전자 반도체 기술개발에 역점을 두고 그 단계를 3차로 나누어

1 차단계 '87~91년

- 국가기관들 전체 전산망화
- 슈퍼 및 미니컴퓨터 국산개발 지원
- 소프트웨어 엔지니어링 기술확립

2 차단계 '92~96년

- 지능컴퓨터 기술 기초확립
- System Soft ware 개발

3 차단계 '97~2001년

- 지능컴퓨터 본격개발
- Soft ware 공장 완성
- 지능 영상, 광컴퓨터 개발 상품화할 것이며

2000년대에는 물질, 에너지, 정보산업중 미국의 유명한 경제학자 알빈토플러가 말하는 제 3의 물결인 정보화산업의 물결의 도래로 전 우리나라 국민의 50%가 이 분야에 종사하게 될 것이며 기업생산의 무인화, 지방 분산화를 위해 이를 뒷받침하는 정보의 양산화 유통의 가속화 등의 정보관련산업은 컴퓨터전자, 반도체분야의 기술발전으로 상상할 수 없이 빠른 속도로 전개돼 갈것이다. 하이테크산업에 성장에 힘입어 부수되는 환경설비인 Clean Room 장치산업도 급속히 발전할 것으로 매년 40% 이상씩 시장규모가 늘어날 것으로 전망되고 있다. 현재 전세계의 반도체 시장은 '86년도에 250억\$로 추정되고 있으며 2000년도인 금세기 말에는 반도체 만으로 2,000억\$ 정도로 예측 약 10배의 세계시장이 늘어날 것으로 추정하고 있으며 반도체 제어계측, 응용전자분야 등 관련 핵심기술분야, 통신분야 등에 민간기업 참여를 정부는 적극 유도할 것으로

연구개발에 과감한 정책을 펴나갈 예정이라고 정부관계자는 발표했다. 2001년대 우리나라는 컴퓨터 및 관련기기 정보산업분야 반도체 등의 세계시장중 700억\$을 우리나라가 생산 수출할 것이며 이때의 GNP를 5,000\$ 이상으로 예측되며 결국 정보산업분야에 GNP 비중이 1/3 이상으로 상승될 것으로 내다보고 있다.

**2. 첨단기술제품과 그램 상품**

**2-1 Ton, kg, g, mg 상품의 비교**

미국의 최신에 전투기인 F-15 한대의 무게는 12.5 Ton(연료, 폭탄을 제외)으로 1,250만 g이 되며 1대의 가격은 4,000만불이나 되는 최첨단기술의 종합제품으로 g당 가격이 32\$이 된다. 국제 금시세인 g당 10\$에 1/3이며 g당 0.001\$ 하는 알미늄덩이와 g당 겨우 0.0003\$ 하는 강철로 만든 전투기가 금값에 버금가는 금액으로 변신한 비밀은 다름아닌 첨단기술에 있었던 것이다. 이 전투기는 1982년 시리아와 이스라엘의 중동전투에서 수 일간에 시리아의 MIG 전투기를 공중전에서 수 분안에 85대를 격추시켰는데 그 반수는 소련이 자랑하는 미그23기이다. 85:0의 놀라운 성능이 입증되어 전세계로부터 주문이 쇄도하여 미국은 큰소리치고 20, 50, 100대 단위로 팔고 있다. F-15 100대는 40억\$로 우리가 최근 수출하는 포니 엑셀을 4,000\$로 계산할 때 40억\$를 수출하려면 100만대를 팔아야 하는 계산이 나온다. 컬러 TV로 환산하면 40억\$어치면 2,000만대를 팔아야 하는데 현재 우리나라는 150만대 정도로 겨우 F-15 전투기 7대 분에 수출을 하는데 덩핑판정으로 규제를 받고, 서러움을 받는데도 그 판매이익을 5% 미만으로 벼룩의 간만큼이나 작다. F-15 전투기의 경우 그 이유는 52% 더 남는다 하니 바로 이것이 첨단기술제품으로 우리가 흉내낼 수 없는 상품이기 때문이다.

일반적으로 제품의 값이 g당 수 \$에서 수 100 \$하는 제품을 g 상품, kg당 수 \$에서 수 100 \$하는 상품을 kg 상품, Ton당 수 \$에서 수 100 \$하는 제품을 Ton 상품이라 하며 자동차, TV VTR 등은 kg 상품, 1Ton에 300 \$하는 철강이나 철강석, 석탄 등은 Ton 상품으로 예를 들어 Ton에 25 \$하는 철강석을 용광로에 넣어 철제가 되면 12배로 늘어나 Ton당 300 \$의 강철이 되고 여기에 공업기술을 가미시켜 자동차로 만들면 그 부가가치는 13배로 올라간다. Ton에 1,000 \$하는 알루미늄에 첨단기술을 가미시켜 만든 F-15 전투기는 Ton당 320만 \$로 그 부가가치가 3,200배나 된다.

첨단기술중에도 고급기술인 아폴로 우주선의 경우는 g당 값이 9 \$ 이상이나 되며 한걸음 더 나아가 첨단기술의 꽃이라 할 수 있는 전자산업중 최첨단인 VLSI(초대규모 집적회로)의 경우는 256KD RAM의 경우 1개의 무게가 0.91g으로 g당 가격이 10~20 \$로 올라가 1kg의 원료이면 수만불의 부가가치를 얻어내는 놀라운 가격이 된다.

첨단기술의 또 하나의 분야인 생명공학 분야에서는 간염ワク친이나 단일 클론 항체의 기술의 발전으로 유전자 재결합 등에 의한 획기적인 상품이 개발되고 있으며 이 유전공학제품은 놀랍게도 상품보다 1단계 더 높은 부가가치를 지닌 mg 상품으로 1mg의 값이 국제시세로 200~250 \$이나 된다. 특히 선진국의 세포융합기술은 특수효소를 써서 식물의 세포막을 녹이고 폴리에틸렌 글리콜이라는 화학약품처리를 하여 종류가 서로 다른 두 식물의 세포가 하나로 융합되어 세상에 이상한 동물이나 식물을 인위적으로 만들고 있다.

예로서 1978년 서독의 메르하스 교수팀의 포마토로 줄기에 토마토가 열리고 뿌리에 감자가 달리는 열치기 식물, 배추와 카베츠를 세포융합해서 그 맛이 중간을 가지며 성장도

빠르고 영양분도 더 많은 식물들이 출현되고 있으며 그 가능성은 소같이 큰 닭, 또는 양과 토끼의 중간동물, 우수한 두뇌의 복제인간 등 기상천외의 동물들의 탄생이 지금 연구중에 있다.

우리의 수출이 겨우 300억 \$에서 턱걸이하고 있는데 어느 학자의 말을 빌리면 이 수출가중 약 120억불은 원료수입에 60억 \$은 석유값에, 40억 \$은 배상 및 수송비에 이렇게 220억 \$를 물고나면 겨우 80억불을 갖고 인건비로 떨어지니 결국 남의나라 좋은 일 시키는 결과이며 첨단산업기술의 발전으로 적은 원료, 부피 적은 첨단제품의 적은 수송비로 그 부가가치의 첨단산업제품 수출만이 우리의 살길이라고 역설하고 있다.

## 2-2 VLSI 및 전자분야의 발전과 크린 룸

우리나라 반도체는 현재 64 K D RAM을 1983년도에 양산했으며 현재 256 K D RAM을 생산하고 있다. 256 K의 4배 용량인 1 Mega D RAM을 개발중에 있으며 모회사에서 곧 상품화될 것으로 알고 있다.

일본의 경우는 1 Mega D RAM과 16 Mega D RAM을 생산판매하고 있으며 최근에 입수된 정보에 의하면 64 Mega D RAM의 시험생산에 들어갔다 하니 반도체의 제품의 Life Cycle은 2년이 안되어 단기간에 초고집적회로의 첨단제품이 쏟아져 나오고 있어 우리의 반도체 기술은 일본의 기술을 따라가기에 가랭이가 찢어질 지경이며 일본은 전세계 반도체 시장에서 미국을 추월하고 있다. 정부관계자의 발표에 의하면 우리나라도 2000년대에 가서는 256 Mega D RAM의 생산을 목표로 하고 있다고 하는데, 한 예로서 1메가 D RAM을 생산하는 환경조건은 크린 룸내의 가장 Critical Point가 온도조건  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ , 습도  $\pm 1\%$  범위 이내이어야 하며 청정도는 미립자 0.1마이크론 Class 10의 조건의 형성이 되어야 생산이 가능하다고 한다.

지금까지 취급하던 Clean Room의 Class개

념인 미국의 NASA 규격이나 미국연방규격 B 209 요지의 미립자 0.5 Micron의 개념과는 엄청난 차이로 Class 기준 그 자체를 수정해야 될 시점에 와있으며 2000년대의 반도체 256 Mega D RAM을 위한 Clean Room의 기준은 비교해서 추정하건대 온도  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ , 습도  $\pm 0.5\%$ , 청정도 0.02 Micron 정도로 가스 분자까지도 제거하는 초정밀 Clean Room의 환경조건을 맞추어 주어야 될 것으로 추정한다. 이러한 조건을 맞추는 공기조화 및 Clean Room 설비는 장치부하의 안배와 그 기능적인 역할, 제어장치의 정밀도를 기술적으로 해결해야 하며 0.02 Micron을 잡아주는 초정밀 필터소재의 개발과 이것을 정밀시공하는 System Engineering, 그리고 Clean Room 내의 미립자의 확산을 최대한도로 막아주는 사후관리 기술 등 여러가지 복잡하고 어려운 기술적인 문제들이 산적해 있으며 공조산업계나 학회, 연구기관 등이 공동의 노력으로 이에 대한 깊은 연구와 관심이 집중되어야 한다고 본다.

### 2-3 생명공학 분야의 발전과 크린 룸

생명공학을 크게 나누어 다음의 5분야로 나누어진다.

- (1) 유전자 재결합 기술(Gene recombination)
- (2) 세포융합기술(Cell fusion)
- (3) 세포대량 배양기술(Cell culture)
- (4) 생체 반응로(Bio reactor)
- (5) 바이오 매스(Bio mass) 이용기술

유전자 재결합 기술은 두 생명체의 유전자를 연결시켜 새로운 혼혈아를 만들어 내는 기술이라고 이야기할 수 있으며 바로 유전인자 추출재결합, 생성과정의 대기노출시에 발생하는 오염을 막기 위해 미립자까지 제거하지 않으면 안되는 고도의 크린 룸이 필요하게 되며, 이 기술로 동식물의 성장촉진 기술등이 성공하고 국내에서는 제일제당 및 녹십자 등이 인터페론의약품, 간염 백신 등을 양산 수출까지 하고 있으며 이의 생산과정이나 연구실 등에

크린 룸 설비가 되어있다. 기타 수개의 의약품제조회사 및 식품회사 등이 유전공학 및 생명공학을 활용하는 신제품의 연구개발에 다수 참여 예정으로 있다. 생체반응로는 쉽게 말해 소나 돼지의 몸속에서 일어나는 생화학반응을 생체 반응로라는 인공탱크속에서 진행시키자는 생각이다.

공상과학으로 생각한다면 탱크의 원료 투입구에서 소의 사료와 목초를 넣고 단추만 누르면 젖소가 해내는 생체기능을 갖는 탱크에서, 한참 후에 뽀얀 우유가 나온다는 식의 장치를 말하며 아직 우리나라는 이런 산업이 시작되질 않고 있으나 선진국에서는 다양하게 시도되고 있으며 생체반응 역할시에는 원료투입, 혼합, 반응과정을 공기로부터 이물질의 오염을 막아주는 Cleaning System이 따라가야 한다.

바이오메스란 미이용 동식물이란 뜻으로 지금까지 그냥 버렸던 식물의 줄기나 잎사귀 벚짚 등을 이용해 식량을 만들고 메탄이나 알콜 등 연료를 만들어내자는 기술로 이 분야도 선진국에서는 상당한 진보를 보이고 있으며 이러한 Bio Technologi 에서는 초미립자를 다루는 고도의 기술로 더욱 고차원의 Clean Room이 필요하게 될 것이다.

미국과 일본에서는 이 생명공학분야의 첨단 산업제품들이 금세기 이후 세계시장을 주도할 수 있는 유망산업으로 보고 막대한 연구비를 들여 연구에 박차를 가하고 있다.

### 3. 우리나라 하이테크(첨단)산업의 장래와 크린 룸

크린 룸의 핵이라 부를 수 있는 하이테크산업의 종류는 구체적으로 어떤 것들이 있고 국내의 현황과 장래 발전추세등을 요약해서 간추려 본다.

#### 3-1 하이테크 산업의 정의

일반적 정의에 따른 High Tech 산업은 현재 크게 마이크로 전자산업, 신소재산업, 생명공학산업 등으로 구분하고 있으며 High Tech

산업의 용어로는 같은 내용으로 첨단산업, 미래산업, 또는 일본에서는 선단산업(先端産業) 등 여러가지 개념과 용어가 특별한 구분없이 사용되고 있으며 미국의 NSF의 하이테크 산업 정의에서는 매출액 대비 연구개발비가 3.5% 이상 종업원 1,000명당 과학기술연구 인력이 25명 이상인 산업이다. 라고 정의하고 있다. 그만큼 연구개발비중이 높지 않으면 해결되지 않는 것이 하이테크 산업으로 보고 있는 것이다.

3-2 첨단산업계의 분류

최근의 첨단산업계는 다음의 표 1과 같이 분류할 수 있다.

3-3 하이테크 산업의 주요특성

첨단산업의 주요특성은 다음과 같이 쓸 수 있다.

(1) 하이테크 산업의 기술개발 성과가 민생 관련산업으로 파급되는 효과가 크다.

표 1 첨단산업계 분류 \*

산 업	분 야	주 요 용 도 및 제 품
마이크로전자 (micro electronics) 산업계	정보통신	고도정보시스템, 데이터통신, 화상통신, 반도체(IC), 대형컴퓨터와 주변기기, 가사자동화(HA)
	사무자동화(OA)	팩시밀리, 워드프로세서, TV 전화, 사무용 컴퓨터, 퍼스널컴퓨터, 복사기
	광전자(optronics)	광통신시스템, 광소자, 광디스크, 광컴퓨터, 레이저, 레이저가공
	메가트로닉스	산업용 로봇(지능, 조립), 가전품, NC 공작기, 자동차 전자제품, CAD, CAM, CAT, CAP, 카메라, 계측기
	의료전자(medical electronics)	종합진료시스템, 원격진단시스템, 각종 검사장치, 의료용 데이터베이스
신소재 산업계	비결정(amorphous)합금	전기강판(운반용 박판), 실리콘(태양전지), 전자재료용 합금(자기헤드)
	뉴세라믹스	내열구조재, 내마모구조재, 세라믹엔진
	고기능성 고분자	엔지니어링플라스틱(금속대체, 경량화, 내충격), 도전성플라스틱, 인공장기, 인공혈관, 유기반도체
	단결정	격자무결함 단결정(각종 전자소자), 인공다이아몬드(공업용), 자기메모리, 발광소자(laser), 마이크로 파소자, 인공보석
	섬유(fiber)	탄소섬유, 광섬유, 인공피혁, 무기섬유, 인공위장
	신합금	형상기억합금, 초전도합금, 수소흡장합금, 원자재료
생명공학 (biotechnology) 산업계	의약품	항암제(interferon), 당뇨병치료제(insulin), 항생물질, 효소
	농약, 비료	성장호르몬, 무공해농약, 미생물농약, 종합비료
	식 량	품질기량, 신품종, 광합성, 수산증양식, 수재배
	바이오매스(식물에너지)	석유가 되는 나무, 발열물처리, 알콜

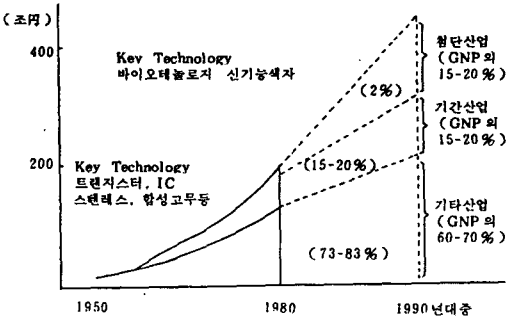
\* 자료 : KDI 홍석현박사, 첨단산업계 현황과 육성전략

- (2) 막대한 신규수요를 창출할 수 있다.
- (3) 대기업 못지않게 중소기업도 기술개발을 촉진할 수 있다.
- (4) 기존산업구조, 고용형태, 노동의 질, 업무방식, 가치관, 사회제도 등에 상당한 합리적 변화를 가져옴.
- (5) 기술혁신도가 빨라 막대한 설비와 연구개발비 투자가 요구되어 투자위험성이 크다.
- (6) 하이테크 산업은 Life Cycle이 짧아 급진적으로 수요패턴이 변화하므로 이에 따른 기술개발 투자가 지속적으로 이어져야 한다.

**3-4 선진국 산업구조의 전망**

선진국 산업구조에 대한 전망과 이에 따른 시사점은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 첨단기술산업에의 급속한 이전
  - 첨단기술의 활용에 의한 판매기술의 향상
  - 산업 및 기술의 Life cycle의 단축과 추격의 어려움
  - 첨단기술개발 및 관련산업의 업선 및 전략적개발
  - 생산가공기술의 세계 제1수준화와 신국 제분야에의 참여확대
  - 산업기술이전의 새로운 시나리오 설정
- 다음의 그림 1은 일본의 산업구조 전망을 나타낸 것이다.



주 1) '80년 8월, (재)「과학기술과 경제의 회」의 시산에 근거.

- 2) 첨단기술 = 항공우주산업, 정보처리산업, 인렉트로닉스소재산업, 신에너지산업, 바이오인더스트리, 신소재산업 등

기간산업 = 철강산업, 자동차산업, 전기산업, 화학공업 등  
 기타산업 = 농림수산업, 건설업, 전력, 가스, 도매, 소매, 금융, 보험, 서비스업 등

자료 : 통산성공업기술원 「차세대 산업기반연구개발제도」

**3-5 우리나라 산업기술수준의 현위치**

우리나라 산업기술 수준은 정확하게 판단하기는 어려우나 표2에서와 같이 나타낼 수 있다.

**표 2 우리나라 산업기술 수준**

선진국제품 수명주기 국내 기술개발단계		도입기	성장기	성숙기	쇠퇴기
이 미 도 입 된 기 술	도입초기			제I군 시멘트공업 섬유공업 석유화학공업 철강공업 가전제품공업	
	소화개량		제II군	조선공업 자동차공업	
	소화개량			중전기공업 산업용 전자공업 정밀기계공업 정밀화학공업	
개 발 에 도 전 해 야 할 기 술	초기	제III군	메가트로닉스 항공산업 컴퓨터산업		
	미래		시스템산업 생물공학 신소재산업 컴퓨터/통신산업 에너지산업		

자료 : 한국과학기술원

- (1) 제 I군 : 국내도입화된 기술  
 '60~70년대 주요수출산업, 향후 개발도상국과 치열한 경쟁 예상

- (2) 제 2군 : 소화개량 또는 도입단계기술  
중화학공업과 일부 첨단산업이 해당  
'80년대 수출주력산업, 기간산업으로 육성된 분야
- (3) 제 3군 : 선진국에서도 도입 또는 성장기에 있는 산업  
향후 도진해야 할 미래지향적산업으로 산업구조전환의 중추적 역할이 예상

**3-6 일본의 기술수준 및 국제경쟁력**

앞에서와 유사하게 일본의 기술수준 및 국제경쟁력을 표3으로 나타낼 수 있다.

**4. 품목별 하이테크산업의 국내현황**

**4-1 자동화 분야**

자동화 분야의 국내개발기술 현황은 다음과 같이 요약할 수 있다.

국내 부품공급업체의 기술수준 저위로 유공압부품, 제어계측기, CDA/CAM 장비 등의 자동화 요소부품의 수입의존도가 크며, 관련 중소기업 생산공정의 90%가 수작동방식 및 수동조작방식에 의존하여 중소기업의 자동화율은 10%에 불과한 실정으로 이 중에도 단순 자동화가 9.5%를 차지하고 있고 NC 방식의 자동화율은 0.5%에 불과하다. 이는 일본 중소기업의 자동화율 95%와는 대조적이다. 따라서 중소기업의 생산성, 제품수준 등이 선진국에 크게 뒤지고 있다.

자동화의 부분별 기술개발 방향은 CAD/CAM은 우수 기술인력을 중심으로 한 Software 개발능력 확보가 필요하고, 산업용 Robot는 이미 축적된 기술을 바탕으로 산학연 공동의 Robot 개발 Project의 수행이 필요하며 산업용 Computer는 Application 위주의 기술축적이 필요하다. 또한 NC 공작기계는 산업용 Computer 기술과 CAD/CAM 기술의 접합이 필요하고 자동화 요소부품의 국산화를 위한 전문업체의 육성이 필요하다.

**4-2 컴퓨터 산업**

(1) 국내기술수준 및 전망

PC 및 저급 마이크로부문은 어느정도 정착단계에 들어섰으나, Mini 이상의 하드웨어와 소프트웨어 기술수준은 미흡한 실정이다. 정부의 교육용컴퓨터 보급사업과 컴퓨터마인드의 확산정책으로 홈 및 퍼스날컴퓨터 복제기술은 확립되어 있으며 표준 OS를 도입 자체개발로 이식한 독자적인 시스템개발이 완성됨으로써 현재 Porting 기술은 부분적으로 확보되어 증기적으로 마이크로프로그래밍 기술이 장기적으로는 VLSI 기술을 통한 범용컴퓨터개발이 진행될 전망이다(표4 참조).

**표 4 국내 컴퓨터 기술현황 및 전망**

구 분	기 술 내 용
복제기술(완성) (1982~1984)	○홈 컴퓨터 및 8/16비트 퍼스널 컴퓨터
Porting 기술 (완성) (1980~1984)	○CP/M Machine, 한글 워드프로세서, IBM PC 호환 기종 ○UNIX Machine 개발
Microprogram Programming (1983~1987)	○32비트 370/VM Machine 개발 ○교환기용 Real Time Computer(1985~?)
VLSI 기술 (?~?)	○메인프레임 ○병렬컴퓨터 ○Data Flow Machine ○인공지능컴퓨터

자료 : 전자기술연구소

(2) 기술개발 현황

CP/M Machine, 교육용 소형컴퓨터개발 등 주로 전자기술연구소를 중심으로 이루어진 기술개발이 점차 민간기업으로 이행되는 단계에 있다. 그러나 민간기업의 기술개발은 아직 외국기업과의 기술협력 또는 기술도입의 형태를 벗어나지 못한 실정으로 독자적 개발단계에 진입하지 못하고 있다.

컴퓨터기술개발 실적 및 과제는 표5 및 표6에 나타난 바와 같다.



표 3 일본의 기술수준 및 국제경쟁력 관계

5년후 NICs 대비 국제 경쟁력	5년후 NICs 대비 기술 수준 관계	우 위			경쟁 열 위			
		최상우위	매우우위	상당히 우 위	라드하나 기술격차 소	전반적 리드일부 제품동일	상당제품 동일하나 일부열위	많은제품 열 위
유 리 한 업 종	생 산 기	승용차 트럭 특수선박 항공기 카메라 시계 계측기기 사무기기 원자력기기 산업용전기 통신기기 반도체·IC 대형전산기 중소전산기 주변·단말기기	가전기기 의용기기 원동기·보일러류 환경기기 공작기기 건설기계 풍수력기계 Plant 기계부품 합성섬유 염료·안료 의약품 필름	보통강, 특수강 소재 시멘트 세라믹스 타이어	농약			
	술	보통선박, 철도차량 및 철도 System, 전력용기기, 음향, 영상기기, 비료, 계면활성제, 철구, 알미늄제품, 알미늄정련, 전선, 석유정제, 식품, 건축, 토목, 원유·천연 Gas 생산			범용전기품, 합성수지, 공업약품, 합성고무, 천연섬유			
유 리 한 업 종	제 품 기	승용차 트럭 특수선박 항공기 카메라 시계 계측기기 사무기기 원자력기기 산업용전기 통신기기 반도체·IC 대형전산기 중소형전산기 주변·단말기기	가전기기 의용기기 원동기·보일러류 공작기계 환경기기 건설기계 풍수력기계 Plant 기계부품 합성섬유 염료·안료 의약품 농약 필름	보통강, 특수강 소재 시멘트 세라믹스 타이어				
	술	철도차량 및 철도 System, 보통선박, 전력용기기, 음향·영상기기, 합성수지, 비료, 알미늄제품, 철구, 석유정제, 식품, 건축, 토목, 원유·천연 Gas 생산			범용전기, 공업약품, 합성고무, 천연섬유			

자료 : 일본공업기술원편, 「新かな研究開発IC向けて」 일간공업신문사, '82. 2. 26.

(3) 향후의 기술개발 방향

앞으로의 기술개발은 국가기간전산망구축사업에 따른 장기과제를 구상하고, 컴퓨터 System의 반 이상을 차지하는 주변기기로써 Disk, Printer, Terminal의 완전국산화가 시급하며 이를 위하여는 정밀기계기술의 자립이 선행되어야 한다. S/W 분야로써 System S/W의 한글화, 한글 Fort의 제작, DBMS 개발이 추진되어야 하고, 또한 컴퓨터이용의 확대화, 고도화를 통한 국내시장창출, 즉 컴퓨터마인드의 확산이 필요하다.

표 5 컴퓨터 기술개발 실적(1984년)

품 목	내 용	업 체
1. 16비트 UNIX 마이크로컴퓨터	하드웨어 개발 및 OS 이식	삼성반도체 통신
2. 퍼스널컴퓨터 및 워드프로세서	하드웨어 및 한글처리	삼성전자, 금성사 등
3. 고속프린터	컨트롤보드 개발	금성통신
4. 그래픽터미널	고해상도 그래픽 기능회로	한국상역
5. 모 템	9600 BPS	금성전기

자료 : 상공부

표 6 주요 컴퓨터 신규 기술개발 과제(1985년)

분 야	품 목	업 체	개 발 형 태
컴 퓨 터	32비트 UNIX 컴퓨터 개발 컴퓨터 내장 계측기 개발 분산형 종합제어 시스템	삼성반도체 삼성 HP 금성하니웰	KIET 공동개발 (美) HP 합작투자 (美) 하니웰 기술도입
주 변 기 기	레이저 프린터 개발 WDD(5.25인치) 고용량 하드디스크 개발 프린터 헤드	큐 닉 스 금성반도체 태일정밀 데이테크	컨트롤 보드 자체개발 (伊) 올리베티 기술협력 (美) TAEIL USA 기술도입 (美) Matrix Tech 기술도입
소프트웨어	한글 System Network Architecture 프로토콜 개발 소프트웨어 개발환경에 관한 연구	금 성 사 한양마이크로외	자체개발 소프트웨어 연구조합 공동개발

4-3 반도체 산업

(1) 수급구조 및 기술수준

국내의 반도체생산은 지나치게 수출지향적이기 때문에 수요에 비해 공급반도체의 종류 및 물량이 빈약한 실정이다.

'84년 총생산의 수출비율이 93.6%인 반면 국내수요의 수입의존도는 48.9%에 달하고 있다(표 7 참조).

표 7 반도체산업의 수급추이

단위 : 10억원 (1980년 불변가격), %

구 분	1978	1980	1981	1982	1983	1984	년 평 균 증 가 율 (1979~84)
공 생산	234	291	313	426	593	902	25.2
급 수입	197	279	314	392	593	862	27.9
수 내 수	224	300	326	407	620	920	26.5
요 수출	207	270	301	411	566	844	26.4
수출비율	88.5	92.8	96.2	96.5	95.4	93.6	-
수입의존도	45.7	48.9	50.1	47.9	50.0	48.9	-

자료 : 전자공업진흥회, 「전자·전기공업통계」, 각년도.

관세청, 「무역통계년보」, 각년도 12월호.

주 : 1) 수입에는 반도체제품생산을 위한 소재 및 부분품 수입이 포함되어 있음.

2) 수출비율 = 수출 ÷ 생산 × 100

3) 수입의존도 = 수입 ÷ 공급 × 100

공정기술은 '70년대 C-MOS 및 선형집적 회로 공정기술 도입으로 '80년대 들어 대량 생산체제를 확립, 상당한 수준에 도달했으나 독자적인 새로운 개념의 소자 및 분석기술은 부족한 실정이다.

설계기술은 선진국 제품분석을 통한 모방설 계단계로써 CAD 등 원천적 설계기술이 낙후 되어 있으며, 차세대기반기술이라 할 수 있는 복합반도체 분야는 극히 초보적인 단계로써 국내 일부대학에서 물성연구가 진행되고 있는 실정이다. 한편, 장비, 재료 등 주변기술은 전무한 실정으로 실리콘 단결정웨이퍼

의 제조는 현재 실험실 수준에 그치고 있으며, 공정장비, 가스 및 화공약품은 대부분 수입에 의존하고 있다.

(2) 국내개발 현황

'60년대는 웨이퍼의 수입을 통한 단순조립 단계이었으며, '70년대는 웨이퍼의 가공조립 단계, 현재는 C-MOS형 64 K SRAM, 256 K DRAM 개발완료, 1 M DRAM 개발 준비단계에 있다.

한편, 선진국은 0.5 $\mu$  단계의 미세공정기술 개발과 고도의 설계기술을 요하는 논리소자 개발에 주력하고 있으며, 차세대 기반기술이

표 8 신소재의 분류

재 료 용 도	무 기 재 료	고 분 자 재 료	금 속 재 료	복 합 재 료
전 자 재 료	갈륨, 비소, 아모르퍼스실리콘, 탄화지르코늄, 규화몰리브덴, 붕화란타늄, 티탄산, 지르콘산염	폴리아마이드, 폴리아세탈, 폴리카보네이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 변성폴리프로필렌옥사이드, 폴리옥시벤질렌 등	아모르퍼스금속	
자 성 재 료	가돌륨, 갈륨가네트, 페라이트	도전성필름	니오브티탄합금, 섀다스트금속, 희토류 자석	도전성 접착제
광 학 재 료	석영광파이버, 황화카드뮴	MMA 수지, 클로로필름폴리머		칼고게나이드 글래스
고 온 내 열 재 료	탄화규소, 질화규소, 사이알론, 질화붕소	불소수지, 실리콘수지, 폴리이미드	수퍼알로이 (니켈, 코발트 등)	탄소섬유, 탄화규소섬유, 알루미늄섬유
초 경 재 료	질화붕소, 탄화티타늄, 탄화규소, 탄화붕소, 붕화지르코늄		코발트합금, 초미립자합금 (크롬계, 니켈계)	
구 조 재 료	탄화티타늄, 질화규소, 탄화규소등	폴리카보네이트	수소흡장금속, 말에이지강, 고장력강	스틸섬유, 소결스테인레스강섬유
기 타	인조보석, 규화붕소 (원자로제어재)	킬레이트수지, 이온교환수지, 고분자촉매	초소성금속, 다공질금속, 형상기억합금	특수글래스섬유

랄 수 있는 GaAs 공정개발과 16 M급의 기억소자가 조만간 개발될 전망이다.

(3) 향후의 전략방향

종래의 범용집적회로에서 여러 기능을 1개의 Chip에 집적시킨 주문형 VLSI 설계기술 개발하고, Mega 급 기억소자 제조를 위한 공정기술 및 신소자 소재기술개발하여야 하며, 장기적으로 공정장비, 화공약품의 자립이 필요하다. Mask 제조, 재료분석 및 시험검사기술 등 공통기술이라 할 수 있는 것은 현존시설을 중심으로 보완, 개발한 후 기업간에 공동으로 이용토록 함으로써 중복투자를 방지함이 필요하다.

4-4 신소재 산업

(1) 개요 및 산업전망

신소재란 에너지절약, 자원절약이라는 세계적인 요청에 따라 재료나 원료의 소비를 적게 하고 소형·경량화를 기할 수 있도록 개발된 소재이며, 또한 새로운 환경변화에 따라 기존 재료보다 강도, 저온특성, 내열특성 등 우수한 환경특성을 갖는 소재를 말한다.

신소재의 개략적 구분은 표 8에 나타난 것과 같다.

이러한 신소재는 각 산업분야에 미치는 파급효과가 매우 클 것이 예상되며, '90년대까지 표 9에서와 같이 연평균 20~30%의 높은 성장률이 기대된다.

(2) 국내 개발현황

① 고분자 소재

'84년 전기전도성고분자, 콤팩운딩기술개발, 수출용 봉합사개발 등이 이루어졌으며, '85년에는 투명전도성고분자, 생체적합성고분자, 플라즈마 처리 생체재료개발 등이 국책연구로 진행되고 있다. Engineering Plastic의 경우는 5대범용 EP중 PBT, PET, Nylon계(Nylon 6, Nylon 6/6) 품종 정도가 생산중이다.

② Fine Ceramics

전자용 세라믹스는 초기단계에 있는 실정으로 전자공업의 구조적인 개편, 각 부품소재의 양적인 확대로 조만간 성장기에 진입할

표 9 1990년까지 신소재의 연평균 성장률

소 재	연평균증가율
파인세라믹스 계	15.7
합성석영	46
알루미늄 세라믹스	12.1
질화규소, 산화규소	12.9
칼륨·비소·인	28
세라믹섬유	15.1
희토류	13.5
기능성 고분자재료 계	15.9
엔지니어링 플라스틱	13.9
감광성 수지	14.9
도전성 수지	14.9
흡수성 수지	26
이온교환 수지	11
고기능 분리막	21
신금속 재료 계	19.6
실리콘	20
조미분 금속	16.9
복합재료 계	43
PAN계 탄소섬유	45
피치계 탄소섬유	-
탄화규소 알루미늄 섬유	-
유리섬유강화 시멘트	26

자료 : NRI

것이 기대된다. 기계구조용 세라믹스는 Mechanical Seal, Sand Blast Nozzle, 내장재료 등 주로 알루미나질 내마모성 세라믹스를 생산하고 있으나 영세성을 벗어나지 못하고 있으며, 자동차부품의 경우 신뢰성문제가 해결되지 않아 플라그 등 극히 일부분만 사용되고 있는 실정이다. 기타 광재료용 세라믹스, 생체재료용 세라믹스 등은 전무한 상태에 있다.

③ 금속소재

범용구조체를 제외한 특수합금 및 기능소재 특히 신금속소재에 대한 연구는 아직 개념정립단계를 벗어나지 못하고 있는 실정이다.

(3) 향후의 시장전망 및 기술개발대책

2000년대 국내의 신소재시장은 표 10에 보인 것과 같이 1조2천억원에 이를 것으로 예

상된다.

**표 10 2000년의 우리나라 시장예측**  
(단위 : 억원)

종 류	2000년		
	신 소재	관 련 기존재료	계
기능성고분자재료	3,500	920	4,420
파인세라믹스	4,400	4,400	8,800
신 금 속 재 료	3,500	5,300	8,800
복 합 재 료	920	-	920
계	12,320	10,620	22,940

- 주 : 1) 본 예측치는 일본의 GNP와 우리나라의 GNP를 대비하여 작성된 것임. 2000년 GNP 대비는 약 13:1임.  
2) 2000년 일본의 GNP는 630조엔임 (1981년 불변가).

전자, 자동화, 정밀기계산업의 기초부품소재의 성격이므로 정책적 차원에서 육성시 시급하며 대부분 초기단계에 있으므로 단기적으로 선진국으로부터의 기술도입이 필요하며 이를 바탕으로 기술축적이 이루어진 후 자체 개발을 시도해야 할 것이다.

**4-5 정밀화학공업**

(1) 국내 기술수준

'50~60년대의 수입원자재를 단순가공하여 완제품을 판매하는 단계에서 '70년대 후반의 선진기술의 모방을 통한 원제의 합성에 주력한 단계를 거쳐 현재, 소수의 신공정 및 신제품 개발이 이루어지고 있으며, 원제의 자급율은 50%, 완제품의 자급율은 72%에 이르고 있다.

제품개발능력에 있어서 케미칼분야는 선진국에 육박하고 있으나, 케미칼 엔지니어링은 선진국수준에 상당히 미달되어 있고 제품생산기술에 있어서는 기초원료, 완제품은 거의 선진국수준으로 생산 가능하지만 중간체 및 원료의 상당수는 아직 국내생산이 어려운 형편이다. 기술수준은 표 11로 나타낼 수 있다.

(2) 기술개발 현황

매출액대비 R & D 투자는 '70년의 0.47%에서 '83년 1.62%로 급신장 추세에 있으며 그간의 추이는 표 12에서와 같다.

**표 12 정밀화학공업의 매출액대비 R & D 지출비중 추이**

(단위 : %)

구 분	1970	1975	1981	1983
연구개발비/매출액	0.47	0.50	1.0	1.62

자료 : 과학기술처, 「과학기술년감」, 1984.

부문별 기술개발현황을 보면 의약부문에서 일부 품목은 기초물질로부터 완제품까지 생산 가능하며, 항생제로서 큰 각광을 받고 있는 Piperacilline Natrium의 합성공정과 스테로이드계 의약품중 일부를 중간체로부터 합성하는 공정이 개발, 기업화되었다.

농약의 원제합성기술은 상당한 수준으로 130여종의 국내사용원제중 30여종 자체생산하고 있으나, 신원제의 개발은 거의 없고 단지 새로운 합성법을 개발하는 수준이다.

도료 제조기술은 거의 외국에 의존하고 있으며 이나마 낙후된 기술이 많아 국제경쟁력 제고에 장애가 크다.

염료는 중간원료의 대부분을 거의 수입에 의존하고 있으며 (주)럭키가 미국 ACCC사로

**표 11 기 술 수 준**

구 분	제 품 개 발 능 력		제 품 생 산 기 술			
	케미칼분야	케미칼엔지니어링분야	기초재료	중 간 체	원 료	완 제 품
선진국수준	○		○			○
선진국수준미달		○		○	○	

표 13 정밀화학공업의 유망품목

구		분	수요증대	기술진보	에너지감절	고용창출	국제수지개선
의약품	중간원료	유로키나제	○	◎	○	△	○
		리팜피신	○	△	○	△	○
		엠펜실린	○	◎	○	△	○
		페니실린 G	◎	◎	○	△	○
		Amikacin	◎	○	○	◎	○
		메틸헨드로퀴논(비타민 E 원료)	◎	○	○	△	○
	완제품	항생제( $\beta$ -락탐 및 Aminoglycoside계)	○	○	○	◎	○
		항암제	△	○	○	△	◎
		비스테로이드계, 소염진통제	◎	○	○	△	△
	농약	중간원료	3, 5, 6-Trichloro-2-pyridinol	○	◎	○	△
Bipyridine			◎	◎	○	◎	○
Chlorothio phoshate (98%)			○	◎	○	△	○
원료		디아지논	○	△	○	△	○
		Isolan	○	◎	○	◎	○
		저공해 피레트로이드계 살충제 식물생장조절제	○ ◎	○ ○	○ ○	◎ △	◎ △
염안료	중간체	Acetanilide	○	○	○	◎	◎
		Acetoacetanilide	○	○	○	◎	◎
		퀴니자린	◎	◎	○	△	○
	완제품	벤디진 대체품	◎	◎	○	△	○
		반응성염료	○	○	○	△	○
		분산염료	○	○	○	△	○
		금속착염염료 티타늄화이트	◎ ○	○ ○	○ ○	△ △	◎ ○
	도료	무공해의 수계도료	○	○	○	◎	△
		분체도료	◎	○	○	◎	△
		High solid 도료	◎	○	○	◎	◎
잉크	고속윤전잉크	○	○	○	◎	◎	
	골판지후렉소잉크	○	○	○	◎	○	
화장품	화장품용 향료	◎	○	○	△	○	
	크림 및 로션류	○	◎	○	△	○	
	남성용 화장품	◎	◎	○	△	△	
활성제계면	유기계면활성제 (Ethylene Oxie 부가물 비이온계면활성제 및 AS, AES 샴푸용 원료)	○	◎	○	◎	△	
	조제계면활성제	○	◎	○	◎	△	

자료 : KIET 선정(주 : ○=많이 기여, ◎=다소 기여, △=기여하는 바가 별로 없음)

부터 기술도입하여 분산염료를 생산중이다.

유기안료의 경우 우성화학이 일본 Pigment 사와 그리고 대한스위스화학이 스위스 Ciba Geigy 사와 기술제휴로 일부 안료를 생산중이다.

(3) 향후의 기술개발전략

중간체 및 원료의 국산화가 이루어지고 물질특허제도 도입에 대응하여 신물질 창출을 위한 기초연구의 활성화와 독성, 임상실험비를 시급히 갖추어야 할 것이다. 단기적으로 수입대체를 위한 연구를 지속하며, 2000년대 세계시장 점유율 1%(60억\$)을 목표로 추진하고 있다.

정밀화학공업의 향후 유망품목은 표 13에 표시한 것과 같다.

4-6 유전공학

(1) 개요

유전공학은 생명체의 유전형질을 인위적으로 변형하여 새로운 생명체를 만들어내는 생체개조기술 또는 신생명체 창조기술로서, Up-Stream 기술인 유전자재조합기술, 세포융합기술, 핵치환기술과 Down-Stream 기술인 발효기술, 효소이용기술, 세포배양기술, 생물반응기기술, 반합성(추출정제)기술로 구성되어 있다.

유전공학의 응용분야는 표 14로 나타낼 수 있다.

표 14 생물공학기술로 생산될 유망품목

의 약 분 야	백신류, 호르몬, 항생물질, 진단약, 농약
식 품 분 야	아미노산 및 핵산류, 단백질품, 알콜, 음료, 감미료
화 학 분 야	기초화학원료, 바이오리액터
광 업 분 야	동, 니켈, 우라늄의 정련
농 업 분 야	작물의 품종개량, 육산개량
에너지분야	연료용 알콜, 메탄 및 수소의 생산

(2) 국내의 개발동향

미국은 연방정부에서 인력양성과 기초연구

를 담당하고 있으며, 민간기업 연구소와 대학에서 개발연구를 담당, '81년 100여개 회사가 참여하여 약 5억\$의 연구개발비를 투자(의료: 69%, 농업: 8%, 기타: 22%)하고 있다. 일본은 '60년대 미생물공학을 국가기간 산업으로 선정하였으며, '80년 발효제품의 매출고는 221억\$에 이른다. '85년 생물공학관계 예산은 약 302억\$에 달한다. 서독은 '79년부터 5개년계획으로 생물공학 연구개발을 추진하여 '83년 정부지원액이 6,300만마르크, '85년 민간투자비가 2억마르크에 이를 것으로 예상된다.

주요개발분야는 DNA재조합기술과 세포융합기술로써 의약품생산에 주안점을 두고 있다. 프랑스는 '78년말 생물공학육성 10개년계획을 수립, 현재 4개 기술연구센터를 설립하였으며, 민간기업보다는 주로 정부연구소와 국영기업에서 활발한 연구개발활동이 이루어지고 있다. 주로 의약품, 농업 및 에너지분야에 중점을 두고 있으나 발효기술과 세포배양기술연구도 활발하다.

국내의 유전공학기술개발은 대학을 중심으로 한 기초연구, 연구기관을 중심으로 한 공공기술개발연구, 산업계의 응용연구로 나눌 수 있다.

대 학

미생물학, 생화학, 분자생물학을 기반으로 '82년부터 본격적인 기초연구가 실시되고 있으며, 특정연구개발사업으로 Amino 산 생산 박테리아균주의 개발, 소의 성장호르몬 유전인자 Cloning 과 성장호르몬 생산, 미세조작기술에 의한 소난자의 Clone 생산 등 10여개과제가 수행되었다.

연구기관

'85년초 설립된 유전공학센터를 중심으로 유전자조작기술개발등의 연구가 진행중이다. 국립보건원, 농촌진흥청, 인삼연초연구소 등에서 단일 Clone 항체개발, 농작물개량연구, 임목의 수종개량연구가 진행되고 있다.

산 업 계

유전공학연구조합의 협동연구로서 (주)럭키는

유전공학필수소재로서 80여종의 제한효소개발, (주)녹십자는 간염진단용 시약개발에 성공 산업화했으며, 태평양화학공업(주)는 페닐알라닌 개발에 성공했으며 기업단독연구로써 제일제당(주)는 세포배양에 의한 인터페론 개발에 성공, 태평양화학은 PGA를 개발하였다.

(3) 시장전망 및 전략방향

2000년의 세계시장규모는 표 15에서와 같이 830억\$에 이를 것으로 기대된다.

표 15 2000년의 세계시장 (단위:억달러)

분 야	시장규모	비 율 (%)
농 업	85.8	13
에 너 지	163.5	25
식 품	126.0	22
의 약 품	90.8	14
화 학 품	60.5	9
아 미 노산	45.0	7
기 타	76.6	12
계	648.5	100

자료 : T. A. Sheets사 예측.

향후의 중점개발과제는 신생물공업제품 및 공정기술개발, 생물자원육성 및 이용기술개발, 유전자은행의 실시, 기본소재의 개발보급, 생물검정사업의 추진등이며, 이를 위하여는 자주적인 생명공학의 신생물창출 및 신기법 연구개발, 산업화를 위한 Down-Stream 기술의 개발, 협동체제의 구축 및 유전자원의 확보, 요소기술중심의 기술도입이 이루어져야 할 것이다.

5. 장래 크린 룸의 추이

5-1 크린 룸의 설비변화 추세

국내의 Clean Room 설비 추세는 반도체 전자분야의 대규모 설비는 중앙집중 방식을 채택하고 있으나 이러한 중앙집중 방식은 대규모 설비투자를 하고나서 첨단제품의 좁아지는 Life Cycle로 인해 2~3년안에 대규모 시설 교체를 해야되는 불합리한 문제들을 안게되어

낭비를 초래하는 경우가 발생하고 있다. 그래서 최근의 대규모 Clean Room 설비는 쉽게 중요한 Clean Room 부분을 개체할 수 있는 구조로 호환성있게 설계하는 것이 바람직하다  
공기조화는 중앙집중식으로 하되 Clean 장치는 Clean Module화 Clean Tunnel 화 Clean Unit 화하여 시설의 Lay Out 변경시에도 이동 재사용 및 일부 교체가 가능토록 한다.

5-2 Packaged Type Clean Unit의 활용

중소규모의 Clean Room에서는 Package 화한 Clean Unit를 사용하므로 기존건물의 낮은 천정의 경우에도 천정속에 닥트를 설치할 필요없이 실내의 급기용 Punching Plate로 직접 분기하여 재순환시키는 구조로 상당히 경제적인 장치가 개발 보급되고 있다.

종래 Hepa Filter를 통과하는 공기저항으로 높은 Static Pressuer를 갖는 송풍기는 고속회전에 의한 발생음으로 실내에 소음전달을 해결치 못하였으나 지금은 저소음 고압팬의 개량으로 Unit 옆에서도 50 DB 이하의 허용소음 이하치로 해결되었으며 실내의 Clean Air의 기류분포 문제도 개량형 다공판을 직접 천정에 붙임으로 닥트없이 실내분포를 균일하게 해준다.

이러한 유닛트는 건물의 커다란 수정없이설치가 가능하며 제작, 시공기간이 짧고 부대설비가 간단해져 설비비가 많이 절감되며 사용목적 변경시에도 이설이 간단한 장점이 있다. 또한 장거리 닥트 저항이나 배관내의 유체이동 저항을 커버하는 동력손실만큼 에너지가 Save되므로 중소규모의 Clean Room에는 상당히 경제적인 설비이다.

5-3 2000년대를 향한 Clean Room 시장의 예측

현재의 국내의 Clean Room 시장규모는 '85년도 현업중사 업체의 매출규모를 개략 집계한 것으로 약 450억원 정도이다.

정부관계자의 국가 장기계획중 첨단산업의 계획 발표에서 2001년대의 우리의 GNP를



5,000불 이상으로 예측하고 첨단산업제품의 생산과, 정보산업의 관련된 종사자가 전국민의 생산활동 가능자중 50%를 점유할 것이라는 말을 인용하면 우리 Clean Room 업계도 간단히 예측할 수 있다.

첨단산업분야는 2001년까지는 현재의 10배 이상으로 성장할 것이며 첨단산업에 관련된 향온향습 Clean Room 및 냉동공조 응용장치의 특수분야도 동시에 시장규모가 10배 이상으로 늘어날 것으로 보아 현재 450억원 정도에서 2001년까지는 4,500억원 이상으로 늘어날 것으로 전망하며 일본의 첨단산업분야및 Clean Room 업계의 과정으로 보아 이러한 예측은 큰 오차없이 진행될 것으로 추측할 수

있다.

현업에 종사하는 공조 Clean Room 업계나 학회, 연구기관, 정부기술관련단체가 이러한 광범위한 첨단산업에 부수되는 Clean Room의 고도화 기술개발에 산재한 문제들을 공동의 노력으로 과감한 기술개발투자와 공동연구, 기술인력양성 및 규모있는 관련산업의 육성등이 시급하게 이루어져야 할 중요한 시점에 와 있다고 보며 업계는 눈앞에 단기적인 이익의 추구만을 할 것이 아니라 장기적인 안목에서 단합에 의한 공동노력으로 다각적인 방법을 모색하지 않으면 우리는 2000년대에 가서도 일본이나 미국의 기술을 비싼 돈을 주고 사 오거나 복제에 매달리게 될 것이다.