

解 說

日本の Clean Room 市場과 展望

지망

徐石清*

The Present Status of Market and Outlook of Clean Room in Japan

Seock Cheong Seo*

1. 머릿말

여기에 수록된 정보는 Mr.K.Hirasawa, (VDI-Berichte Nr. 386, 1980 p.51-57)의 “The history and Present Situation of Contamination Free Air System in Japan”의 것을 간추린 것으로 일본에서의 C.R의 역사와 진보 과정 및 시장동향에 대하여 일본 국내산업들과 관련된 규격, 특성등과 관련하여 기술하였다.

정 및 시장동향에 대하여 일본에 관계되는 다양한 외국제품, 일본 국내산업들과 관련된 규격, 특성등과 관련하여 기술하였다.

공기 정화제도가 일본에 소개된지 거의 30년이 되어가지만 현재까지 함축적인 보고서가 만들어진 것은 몇 안된다고 기술하고 있다.

오늘 한국냉동공조기술협회장 그리고 일본 동경공업대학의 Dr. Ichiya Hayakawa 교수님의 일본 국내의 산업분야에서 일익을 담당하고 계시는 열분의 연사님을 모신 가운데 오히려 한국측에

서 본 주제발표를 하게됨을 기쁘게 생각합니다.

본 세미나에서는 Mr.K.Hirasawa 씨가 제조업자들과 직접 인터뷰 형식으로 그들의 의견을 종합하여 연구수행한 해외에서 발표한 보고서와 그동안 본 연구소에서 조사연구한 것을 골자로 소개하고자 한다.

2. Clean Room의 기본개념

1) 정의분류

• Clean room은 공기중에 부유하는 입자의 수를 제한하고, 아울러 온도, 습도, 압력을 제한하는 설비를 갖춘 실을 말한다.

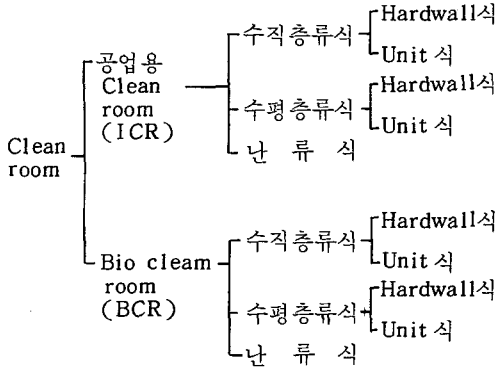
• Clean room을 사용목적에 따라 분류하면 공업용 Clean room(ICR), Bio clean room (BCR)로 구별한다.

• Clean room은 부유 미립자중에서도 특히 미생물(세균등)의 제어를 목적으로한 실로 clean room(무진실)에 대해 (무균실)로 구별된다.

(주) 본 원고는 '85. 7. 2 - 3일동안 상공회의소 국제회의실에서 개최된 한·일 공동세미나 주제인 최근의 Super Clean Room 현황에서 발표된 것임을 알려드립니다.

* 正會員, 韓國機械研究所 責任研究員

• Clean room은 청정도와 기류의 상태를 조합해서 다음 3 방식으로 대별한다.



• 수직층류식과 수평층류식은 실 전체를 층류로 하는 hardwall 식과 실의 일부만을 층류로 하는 prefab unit 식으로 구분된다.

• Unit 방식은 HEPA Filter 를 내장해서 실내의 공조된 공기를 unit 내에서 재순환하는 것이다.

• 이러한 방식을 선정할때는 요구되는 청정도, 운전관리, 설비비등의 검토가 필요하다. 다음은 기류에 기초한 CR 방식의 각 특징을 나타내고 있다.

2) Type 별 특징

항 목	방 식 난 류 식 (Conventional flow type)	층류식(Laminar flow type)	
		수평형(Cross flow type)	수직형(Down flow type)
청 정 도	<ul style="list-style-type: none"> 실내의 작업인원이나 작업상태에 좌우된다. 공급공기가 청정하여도 오염발생원이 있으면 그 영향을 받기 쉽다. 	<ul style="list-style-type: none"> 실내의 작업인원이나 작업상태에 좌우되지 않으나 배치에 따라 상류와 하류에서 청정도가 다르게 된다(상류 class 100, 하류 class 1,000 - 10,000). 	<ul style="list-style-type: none"> 실내의 작업인원이나 작업상태에 좌우되는 것은 없이 청정도를 유지하는 것이 가능하다(class 100 전후).
환 기 횟 수	<ul style="list-style-type: none"> 적다(많게 하려면 기류속도가 빠르게 되고 바닥면 등의 먼지를 비산한다). 	<ul style="list-style-type: none"> 많다(취출시 흡입면적이 크기 때문에 저풍속에서 대풍량으로 하는 것이 가능하다). 	<ul style="list-style-type: none"> 많다(좌동).
기 류 분 포	<ul style="list-style-type: none"> 와류 기류의 흐트러짐이 생기기 쉽다. 먼지가 실내에서 순환한다. 취출구는 하향으로 2차 공기의 유인 작용없는 취출구가 바람직 하다. 	<ul style="list-style-type: none"> 와류 dead space 가 생기기가 어렵다. 작업원의 배치에 따라 상류와 하류에서 청정도가 다르다. 많은 열원이 있는 경우는 상승기류가 생기는 것이 있으므로 주의한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 좌동 작업원의 배치등이 비교적 자유롭다. 그러나 작업면 상부에서의 장해물은 기류를 흐트리는 원인이 된다. 좌동

방식 항목	난류식 (Conventional flow type)	층류식(Laminar flow type)	
		수평형(Cross flow type)	수직형(Down flow type)
자기청정도(필요한 청정도를 확립할 수 있는 시간)	<ul style="list-style-type: none"> • 적다(느리다). • 기류의 분포가 일정하지 않을 경우 공기중에 부유하는 먼지를 완전히 제거할 수 없다. • 먼지가 바닥이나 수평면에 부착하기 쉽고 기류 움직임 변화에 따라서 먼지가 공기중에 재부유하는 것이 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 많다(빠르다). • 실내에서 발생하는 먼지를 부유상태로 하면 동시에 운반 제거되므로 오염상태에서의 회복이 빠르다. • 와류나 dead space에 따른 오염 입자의 퇴적, 재비산이 적다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 많다(빠르다). • 좌동 • 좌동
개조, 증축	용이함	곤란	곤란
보수, 점검	간단히 용이함	노력이 많이 듦	노력이 많이 듦
운전비	• 싸다	<ul style="list-style-type: none"> • 비싸다 • Filter 교환등 면적이 크므로 비용이 든다. • 환기횟수가 많으므로 풍량이 많고 송풍기등의 동력비가 든다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 비싸다 • 좌동 • 좌동
Running cost 건축재료	<ul style="list-style-type: none"> • 싸다 • 발전량이 적은것 	<ul style="list-style-type: none"> • 비싸다 • 발전량이 적은것 	<ul style="list-style-type: none"> • 비싸다 • 발전량이 적은것(비교적 자유)
기타	<ul style="list-style-type: none"> • Clean bench의 병용에 따라 작업면만 class 100으로 하는 것이 가능하다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 바닥면에 큰 하중이 걸린다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 바닥면격자로서 흡입할 경우는 바닥면 위에 큰 하중이 걸리지 않게 한다.

3. 발전과정

1기 '56/58

- 미국에서 수입한 핵원자로가 Tokaimura에 세워지던 1956년에 처음 공기정화제도가 소개
- Hepa Filter에 대한 국산화연구가 1958년에 착수

- 미국의 Cambridge Co.와 일본의 忍野 연구소와 일본 무기섬유들의 생산품을 처음 시장에 내놓았을때는 어려움을 겪어야했다.

2기 '65 발전기

- Clean room과 clean bench가 반도체의 Siloconizing과 대량생산의 환경적인 장비로 수요가 있게된 해이며 그이후 년평균 20%성장

3기 '70 성수기

- 미국에서 수행되었고 영국의 Chanley 씨에 의해 실험연구된 Bacteria 제거를 목표로 한 Bio-clean room 분야를 확장시킨 시기로서 연평균 10% 성장

4기 '75 절정기

- 판매증가에 따라 많은 회사가 이 분야에 관여 약 55개의 제품, 수입업자가 생겼다. 이때 절정을 이루었고 또 많은 회사들은 이때부터 성장하기 시작했다.

현재 '85 안정기

- 현재 일본에서는 포화 안정기로서 해외시장개척에 온 정력을 경주하고 있다고 보겠다.

* 산업에 의해 분류한 발달과정과 보급과정을 그림 1,2에 나타내면 다음과 같다.

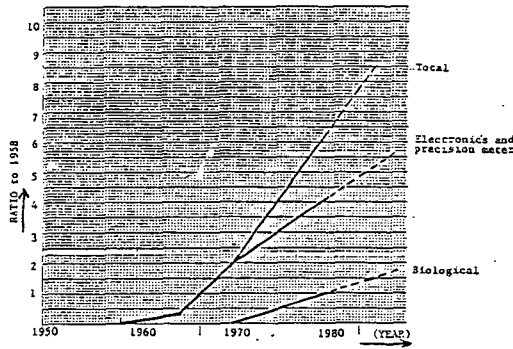


Fig.1 The progress of clean air system in Japan

4. 시장동향

1) 일반적인 추세

- 일본에서의 clean room 시장규모는 1981년도에 474억 5천만엔으로 추정됨.
- 과거 4년간 연평균 성장률은 48.3%로 electronics 분야를 중심으로 시장은 높은 성장율을 계속해 왔다.

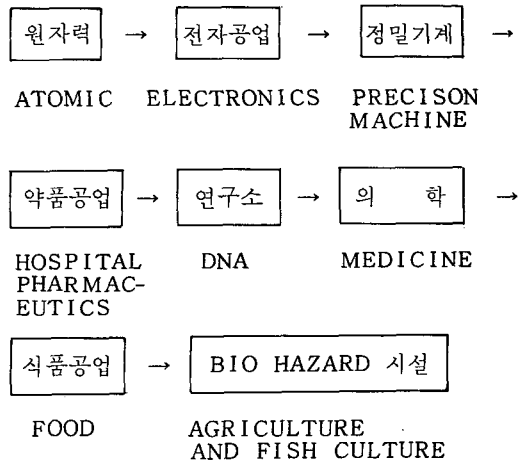


Fig.2 Spreading process of clean air system in Japan.

- 현재 clean room(이후 CR로 칭함)시장에 참여한 메이커는 공조메이커, 설계시공, 기기메이커, 필터메이커등으로 그 수는 약 30개사에 달한다(자세한 것은 시장구조에서 언급됨).

- 본시장의 60%는 三井系列의 三機工業(16.4%), 高砂熱學工業(15.8%), 大氣社(6.7%), 日立系列의 日立 plant 건설(9.8%), 東洋熱工業(6.3%)의 5개사가 점유하고 있으며, 이것들은 모두 건설시공 공조메이커라는 것을 알 수 있다.

- 그러나, 최근에는 건설, 설계, 시공쪽의 竹中工務店(10.1%), 鹿島建設, 大成建設(6.7%)가 一貫受注의 전략으로 본시장에 적극적으로 진출하고 있어 market share가 유동적이다.

- CR시장은 산업용 clean room(ICR)과 bio clean room(BCR)로 구분되며, 용도별 내역에서는 반도체 공업이 압도적으로 높아 1981년에 61.1%를 점했다. BCR을 제외한 ICR만으로 보면 75%에 달한다. 앞으로도 ICR분야는 IC, LSI의 고집적화에 수반해서 고청정도(class 100, 10)의 CR이 년 60% 성장될 것으로 추정되고 있다.

- 한편 BCR은 약품공업(10.0%), 연구소

(7.8%), 병원(5.1%), 식품공업(2.7%)에 사용되고 있고, 근년에는 특히 수요가 신장될 것으로는 GLP(안전성에 관한 비임상 실험을 위한 실시규범)와 관련하여 의약품, 화학, 식품메이커의 연구소에서 수요가 급증된다. 앞으로 BCR은 년 30-35% 신장될 것으로 추정되고 있다.

• BCR에서 기대되는 분야로는 화장품, 식품공업이 있다. 두시장에도 현재는 아직 시장개발단계이나 앞으로 커다란 시장으로 발전될 것이다.

2) 기기의 상황

(1981년)

구분 분야	Clean Bench Hepa Filter				합계 금액(백만원)		
	금액(백만원)	비율(%)	금액(백만원)	비율(%)			
반도체공업	1,855	53.0	2,483	51.0	4,338		
정밀기계	630	18.0	633	13.0	1,263		
약품공업	840	24.0	49	1.0	2,107		
연구소						828	17.0
병원						390	8.0
식품공업			49	1.0			
기타	175	5.0	487	10.0	662		
합계	3,500	100	4,870	100.0	8,370		

• 반도체공업, 정밀기계 양분야가 71%에 달하고 있고, 동분야의 clean bench는 작업공정에 합당한 특수품이 많고 특히 clean bench의 90%는 주문생산의 특수품이다. 따라서 특수품 표준품의 비율은 70:30으로 압도적으로 특수품이 많다.

• 금후의 주력 Type

- 근래 반도체 제조장치의 대형화로 clean bench도 대형 특수형이 증가

- CR과 clean bench의 중간적 제품으로 line booth가 많이 채용되는 경향이 있다.

• 기술적 과제

- 1965년경 clean bench의 제질은 목

재가 채용되고 있으나, 「비탈림」의 발생에 따라 현재에는 거의 철판에 메라민 도장 마무리한 것이 채용되고 있다.

- 반도체 정밀기계 중에는 특수품이 많기 때문에 양산화, 저가격화에 난점이 있다.

- Clean bench는 송풍기, motor가 설치되므로 진동발생의 저감과 방진에 주의해야 된다.

• 전 망

- 건물전체를 class 10,000, class 100의 grade에서 class 100, 10의 청명도 유지하는 건설비, runnng cost가 높다. 그 해결책으로 class 100을 필요로하는 장소에 사용할 기기로 clean bench, tunnel unit, line booth 등의 장치류가 있다.

- 앞으로 이 장치들은 반도체, 정밀기계약품공장에 많이 채용되며, CR의 신장에 비례해서 연간 30-35%가 예측된다.

3) 생산에 의해 분류된 추세의 최초의 동정

(1) HEPA filter

• 1940 -미국에서는 군용으로 개발
1957 - Science and Technology

Agency의 원조에 의해 개발 시작

• 1958 -미국 Cambridge Co.,에 의해 최초의 생산품 선적

• 1965 -상품화 시작(실험적 근거에 의해 만들어진 국산)

• HEPA filter의 도입

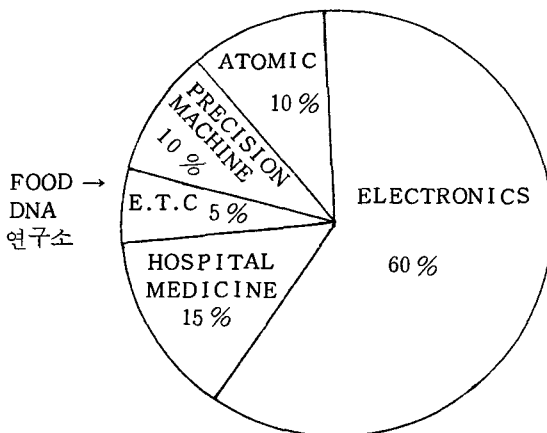
년도	HEPA Filter Maker	기술제휴	비고
1958	Kondoh Industries, Ltd (近藤工業)	Cambridge Co.와 합병 일본 Cambridge Filter Co. 설립	三菱原子力(研)에 納品
1960	Shinhwa trading & Engineering Co. (進和貿易)	American Air Filter	Auto-Roll Hepa Filter

년도	HEPA Filter Maker	기술제휴	비 고
1965	Nihon Muki (日本無機纖維) Oshitari genkusho (株) 忍足研究所	자체개발 자체개발	Pre-filter Hepa Filter Filter 一切
1969	Nitta Belt (新田벨트) (株) 新田	Flanders Co.	Pre Filter Hepa Filter
1974	Nihon Ruwa (日本 Ruwa)	Ruwa Co.	

• 그외의 HEPA filter maker

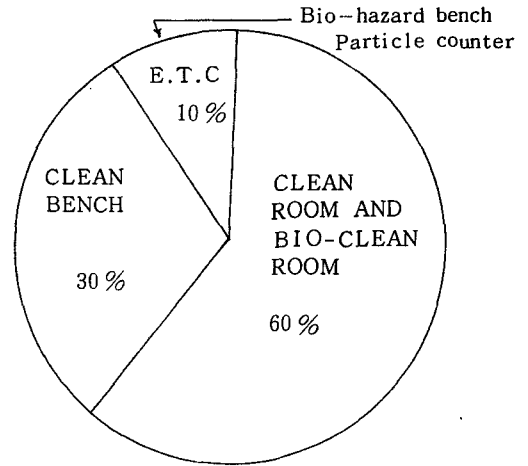
Maker	MSA Japan	大同特殊鋼	Hoki	일본바린	일본화학(주) 공업(주)	(주) 구라오 大阪市
기술 제휴선	MSA (미국)	테루바 구서 특	Munktel (Denmark)	자체 개발	-	-

• HEPA filter 에 관계되는 최근의 공급 동정과 각 제조업자들에 의해 분류된 생산품을 그림 3 과 4 에 나타내며, 시장구조에서 좀더 보완키로 하겠다.



(A) Industrial distribution

Fig.3 Users of HEPA filter



(B) Unit or system distribution

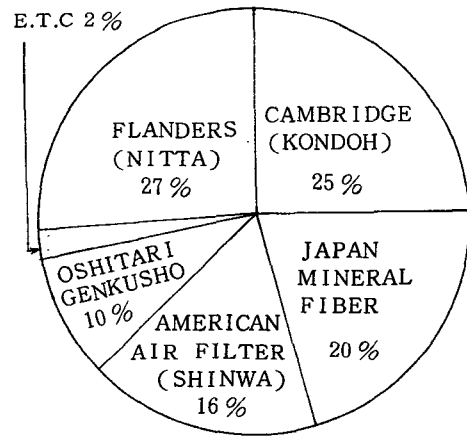


Fig.4 The distribution of HEPA filter in Japan (1982)

• 1969년 이후

균의 제거대상으로 Bio-clean room 채용
 년평균 20% 성장을
 설비투자액에 적극참여

• 초LSI의 집적도가 급속히 높아져서
 64KD RAM → 256KD RAM 량산

→ 1Mbit → 4Mbit 또는 그 이상의 것이 개발된
 행 VLSI의 pattern scale

2 micrometer → 1 micrometer → sub-micrometer, 곧 관리해야 하는 분진의 입경 0.1 μm 또는 그 이하가 대상으로 되어 super clean room 등장

• 0.1μm 부근의 분진에 대해 99,999% 이상의 아주 捕集율 높은 최고성능 filter 가 1980~1982년 일본, 미국에서 개발되어 ULPA (Ultra Low Penetration Air Filter)라 미국에서 命名했다.

• 시장규모(HEPA Filter)

(단위 : 백만 ¥)

1978	1979	1980	1981	1982
2,280	2,770	3,710	4,870	6,060

Air filter 의 전체 시장규모는 1981년도에 130억 ¥ 시장이었다. 여기서 C.R에 사용되는 HEPA filter 는 38%로서 48.7억 ¥으로 추정된다.

최근 HEPA filter 의 신장은 반도체, 정밀기계, 약품공장, 병원 BCR의 신장에 비례하여 년 30%의 신장을 나타내고 있다.

(2) Clean room and Bio-clean room

(a) Clean room

• Clean room의 소개는 clean bench의 소개보다 2년이 이른 1961년이었다. 미국 규격문서상의 기록에 따라 설계되고 HEPA filter 를 제외한 국내 재료를 사용해서 독점적으로 생산한 장비는 수평형 cross flow type 이다. clean room은 그로부터 대중화 되었으며, 사용하는 수를 추측하기조차 불가능해졌다. 특히, 반도체 제조과정 환경은 오로지 clean room에 의존하며, 매달 약 40-50대가 가설되며 이런 추세는 계속 지속될 것이라고 예상되어진다.

• 일찍이 일본에서는 층류식인 Laminar flow type clean room이 대부분 사용되었으며, class 10,000인 난류식 conventional clean

room과 clean bench system은 대부분 설비 가격면에서 사용되어진 시기이다. 그러나 2,3년전 부터 고도의 청정도가 초 LSI의 연구와 생산을 위해 요구되어 왔으며, 게다가 수직형 large size down flow clean room 또는 class 10,000인 line booth type이 다시 대중화되기 시작했다.

최근에는 class 100인 cross flow type은 거의 사용되지 않는다. 참고로 1961년 대비 공업용 clean room의 성장율을 그림 5에 나타냈다.

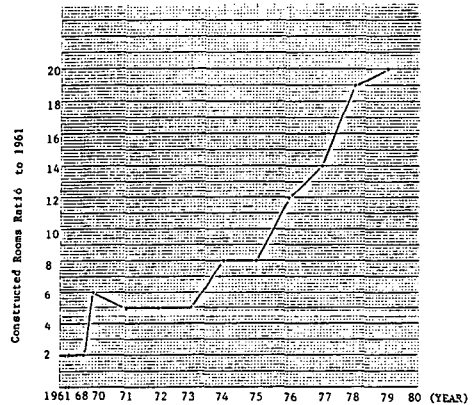


Fig.5 Constructed industrial clean room's ratio to 1961

(b) Bio-clean room

• Bio-clean room의 보급은 industrial clean room보다 상당히 늦게 시작되어 1970년 처음으로 Down flow type booth가 백혈병 치료에 이용되었다. Hard wall type은 1972년 처음으로 내과실의 cross flow type을 위해 채택되었다.

국내보급 상황이 그림 6에 나타나 있다.

• 190-200 Bio-clean room들은 수술실에서 사용되며 총 230-250실중 내과 치료에는 년 40~50실이 사용되었다. 1년에 20~30실의 증가율이 있으나 이러한 추세가 장차 계속될 것으로 간주된다. 그러나 급격한 증가는

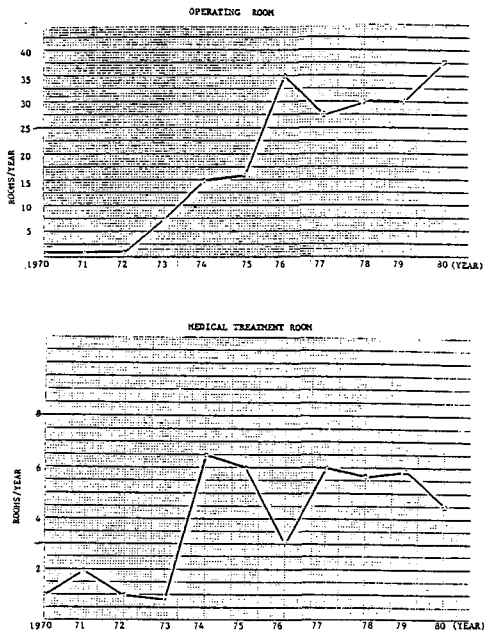


Fig.6 Constructed bio-clean rooms in a year

기대되지 않는다.

개략적으로 80%가 cross flow type 이고 나머지 20%는 down flow type 이다.

• Bio-clean room이 사용되어지는 다른 분야들은 germless animal room과 bio-hazard room이다.

일본에서 전에는 1년에 10 room을 설비했고 최근엔 약 60 room을 설비한다. Bio-hazard room은 1978년 이래 대중화되기 시작했고 일본에는 단지 5개의 완전한 설비가 있다. 요즘은 좀더 연구개발된 설비로 많이 개선되었으리라 보겠다.

(3) Clean bench and bio-hazard bench

(a) Clean bench

• Clean bench를 규정한다면 공기청정 공간내에 직접 작업자가 서서 작업하기 때문에 clean room에 대해서 작업자가 직접 공기청정 공간에 서는 것이 아니고 그 외부에서 손만 넣

어서 작업을 하기 위한 필터와 팬을 갖춘 상자 또는 청정작업대(cabinet clean bench)라 하겠다. 방식으로는 clean room과 같이 수직층류식과 수평층류식이 있다.

• 이것이 일본에 소개된지는 약 20년이 되었다.

처음 clean bench가 Baker Co., K & B 그리고 Farr Co.,에 의해 미국으로부터 수입한 때는 1964년이었다. 처음 국내제 clean bench가 1964년 자국의 사용을 위해 Nippon Electric Co.,(NEC)에 의해 시험삼아 생산되었다고 추측되며, 1965년에 시판되었다. HEPA Filter의 수명은 짧았을 것이며 전기집진기(electric dust collector)가 pre-filter로서 사용되었다.

최근에 수입한 clean bench는 거의 시장에는 내놓지 않았었다.

• Clean bench의 도입경과

년차	Maker	도 입 상 황
1964	Baker Co., (미국)	丸紅에 따라 東芝에 납입
	Nippon Electric Co., (日本電氣)	자체개발(시작품)
1965	DAN 산업	상품으로서 판매개시
1966	Hitachi (日立製作所)	참 여
1967	Huji Denki (富士電氣製造)	참 여
	Nippon Air-Tech. (일본에어테크)	//
1968		연구실에서 균의 시험용으로 채용된 이후 약품공장등에 보급했다.

• 1977년 반도체 산업의 집중과 커다란 성장율은 최근 전자회사에 의해 생산되는 초LSI의 증가와 자동차, 시계 그리고 복사기 산업들에

있어 반도체 요소의 자국생산에 기인하여 나타난 이래 대규모의 투자가 이루어져 왔다.

• 일본에서의 clean bench의 제조는 작업과정에 따라 제조된 특별 상품을 다양하게 특색시켰다.

반도체 산업을 위해 인도한 clean bench의 약 90%가 특별 생산품들이며 다양한 산업에서는 대략 70%가 특별생산품들이다. 가격은 4단계로 증가했으며 원래가격의 3배이다.

생산품의 대부분은 단위당 미화 4,100불로, 그림 7은 어떻게해서 가격이 올라왔는가를 설명해주며, 그림 8은 판매액 증가 추세를 나타낸다.

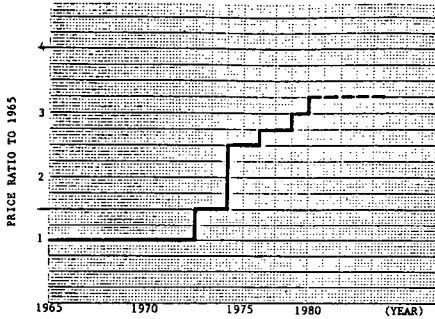


Fig.7 Price variation of clean bench

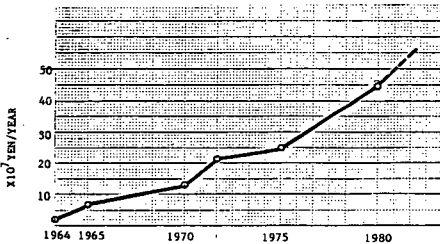


Fig.8 Amount of clean benches sold in Japan.

(b) Bio-hazard bench

• Bio-hazard의 개념이 소개된 해는 1977년이다. 이것이 DNA의 재결합을 위한 조사연구에서 미국으로부터 가져온 것이다. 그 때까

지만해도 일본에서 위험한 병원균의 취급은 불충분했었다. 그러나 이것은 Bio-hazard의 소개로 급속히 개발되어졌다.

• 미국의 Baker Co.,가 일본에 처음으로 bio-hazard bench를 수출했으며, CCI, Labconco, Germfree 그리고 NuAire가 그 뒤를 따랐다. 국내제조업체들은 1978년 연구조사와 시험적인 제조에 참여했으며, 4개업체가 참여하여 만든 대략 200units가 현재 일본에서 사용되고 있다.

(4) 미립자의 측정장비

• 과거엔 주로 NBS에 의한 DiI Dust Sport Tester (calorimetric method)가 사용되었다. 1961년 일본에 처음 수입된 장비는 Royco Co.와 Bosh & Lom.에 의해 제조된 것이다.

수입된 장비의 판매는 1963년에 시작되었으며 한동안은 시장을 석권한 생산품을 수입했다.

• 일본에서 사용되고 있는 장비의 총수입수는 Royco가 400대, Climate Co.는 70대, 기타 회사가 30대 총 500대였다.

• 국내 제조장비는 1969년 이래 판매되었으며 지금 사용되고 있는 국내 제조장비는 약 650대로 추정된다.

국내제와 수입장비를 모두 합치면 모두 1,150대가 사용되고 있다.

• 1975년까지 단위당 가격은 미화 14,000불에서 18,000불이었다. 그러나 미화 4,500불 이하로 가격이 책정된 비슷한 성능의 새로운 장비가 1976년에 개발되었으며 많은 units들이 갑자기 증가하여 활용되고 있다.

최근의 연간수요는 300대이다.

• 레이저 타입의 측정장비로서 0.1micron를 사용했으며, Royco Co.와 분진측정 시스템의 생산품을 주문하여 사용했다.

동시에 국내 제작된 장비로서 개발이 이루어지며 내부적으로는 0.2micron이 될 것이다.

• Particle counter의 연간 판매추세가 그

림 9 에 나타나 있다.

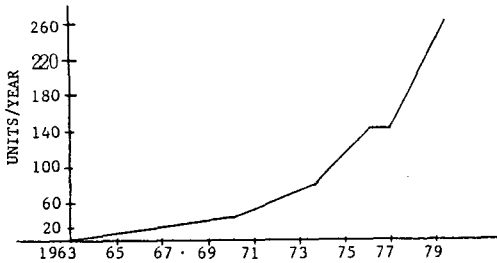
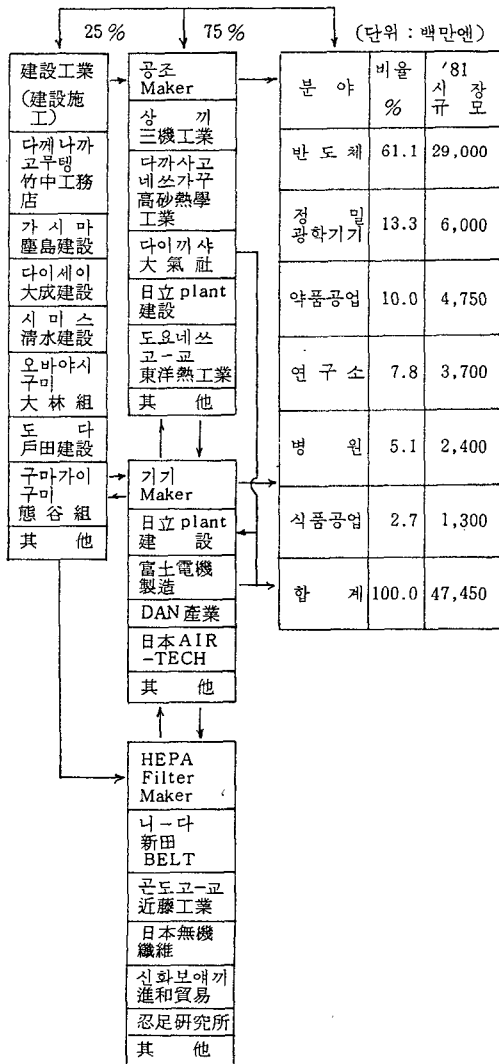


Fig.9 Particle counters sold in year.

5. 시장구조



6. 수요의 상황

1) 반도체 공업분야

(1) IC의 발전 경과

반도체 기술은 1948년 종래의 진공관 대신 transistor가 발명된 이래 현재까지 약 35년 동안 IC(집적회로), LSI(대규모 집적회로)로 발전했다. 그 경과는 아래와 같다.

년도	기업 동향	경과
1948	-	Transistor 발명
1958	RCA Co., (미국)	초소형구조(Micro-module) 완성
	Westing house Co., (미국)	"
	IBM co., (미국)	혼성 IC 완성
1959	Texas Instrument Co. (미국)	실리콘 기판위에 transistor 저항 콘덴샤를 동시에 만듦. 금속증착막을 이용한 배선의 착상
	드사(미국)	
1961	전기시험소(일본)	게르마늄에 의한 multi Vibrator
	웨이 차일드사(미국)	시작성공, planer 기술의 발명.
1966	일본 국내에서 메이커가 공업화에 본격적으로 몰두	

년도	기업 동향	경과
1969	전기탁상용 IC(LSI)의 본격량산 개시	
1972	TV용 IC의 본격량산 시작	
1975	IC, Transistor의 생산액을 추월	
1976	초 LSI 기술연구 조합(富士通, 日立, 三菱電機, 日電, 東芝)이 설립되었다.	
1980	초 LSI 시대로 돌입.	

• IC, LSI의 시장규모(생산량 변동)

년도	1978	1979	1980	1981	1983	1985
금액 (억엔)	2,520	3,840	5,370	7,343	9,318	11,966
수합 (백만개)	1,176	1,780	2,240	2,873	4,023	6,621

(Fuji Economy 추정)

• 일본의 IC시장은 日本電氣(21.4%), 日立(18.1%), 東芝(15.7%), 松下(10%), 三菱電機(7.9%), 三洋電機(6.5%), 富士通(6.4%)의 computer maker와 sharp(2.4%), sony(1.8%)의 가전 maker가 있다.

그 판매실적은(Fuji Economy의 추정에 따르면) 1980년에 22억 4천만개, 1981년에 28억 7천 3백만개이다.

• 기타 외자계에서는 Texas Instrument(安藤建設) M. I. Japan, 모토로라, Semi conductors Japan이 참여하고 있다.

• 1975년 이후日電이 톱자리를 차지하고 있고, 이 위치는 흔들리지 않고 계속될 것이다.

(2) 응용분야

• 하기 이외의 용도로는 자동차, 비행기, 선박의 교류기관, 산업기계에서는 NC공작기계, 산업용 Robot에 널리 공용되고 있다.

• 이와 관련하여 1976년 이후 5년간의 평균성장률은 생산액에서 연간 25%, 수출액에서는 75%증가하고 있다.

1978년

수요 분야	시장규모 (백만엔)	비율(%)
computer	554	22
audio	403	16
전기탁상용	252	10
Video	176	7
유선	151	6
계측	126	5
시계	76	3
기타 전자 Register CB transceiver camera 완구	782	31
합계	2,520	100

(일본電氣 관련 Data에 의해서 작성)

• 이후도 이 경향은 계속되므로 2~3년 후에는 1조에 산업으로 성장한다고 업계에서 말하고 있다.

(3) 반도체에 있어서 C.R의 수요예측

• 끝지의 IC, LSI 메이커에 설치되는 C.R의 규모는日電, 日立, 東芝, 三菱, 松下電子, 富士通(Fujitsu)등 기업들은 class 100의 C.R로 500-800㎡ 규모인데, 이것에 대해 sharp, 沖電氣(Okidenki), sony는 200-300㎡로 소규모의 C.R이 많다.

Maker	각 공장당 평균생산량(백만개)
日本電氣	55
日立製作所	70
東芝	45
三菱	56
三洋	23
富士通	46
沖電氣	53
SHARP	17
SONY	17
평균	42.4

• 상기 굴지 IC, LSI 메이커 9개 회사가 차지하는 비율은 90%에 달한다. 이 9개 회사의 공장당 설치 CR 규모는 평균 300 m²된다.

• 상기 9개 회사의 각 공장당 LSI 생산량은 위와 같다.

• 굴지의 LSI maker 9개 회사의 각 공장당 연간 평균 생산량은 42.4 백만개이다.

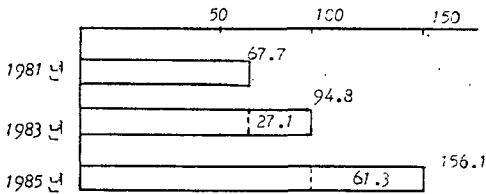
• 따라서 C.R과 LSI 생산량과의 관계는 maker의 경우, 300 m²의 C.R 규모로 연간 42.4 백만개라는 것이다. 그러므로 42.4 백만개로 연간 생산량을 나누면 C.R의 연간 평균 수요량이 구해진다.

$$1981 \text{ 년} \rightarrow \frac{(LSI \text{ 생산량}) 2,873}{(\text{각 공장당 생산량}) 42.4} = 67.7$$

$$1983 \text{ 년} \rightarrow \frac{4,023}{42.4} = 94.8$$

$$1985 \text{ 년} \rightarrow \frac{6,621}{42.4} = 156.1$$

평균수요량



• 원료에 대한 제품의 비율이 일정하다고 가정할 경우 300 m²규모의 C.R이 연간 13개의 시설이 필요하게 된다. 또 1983년 이후는 30개 시설의 수요가 예상된다.

• 단, 거래된 LSI 생산량 예측에서 장래의 C.R 수요량을 구할때는 각 LSI 공장의 현재 가동율을 명확하게 할 필요가 있다. 만약 능력이 충분하다면 LSI 생산량 증대는 곧 C.R의 증대에 결부시킬 수 없다.

• 굴지의 LSI maker의 현재 가동율에 대한 조사 결과는 아래와 같다.

Maker	가 동 율
日本電氣	100%
日立製作所	100%
東芝	100%
沖電氣	100%

* 가동율에 대해서는 C.R을 필요로 하는 wafer 제조공정 wafer 처리공정을 대상으로 한 것이다.

상기와 같이 굴지의 반도체 maker의 LSI 공장 가동율은 100%로서 3교대제를 도입하고 있다.

(4) 기술 개발의 도달점과 앞으로의 과제

• 초 LSI (64Kbit, RAM이상)에서 문제되는 먼지입자의 입경은 0.3 μm이 한계이다. 이것이 그후 256, 1Mbits로 되면서 제어 해야 할 입경은 0.1 μm의 대상이 되었다. 현재 먼지입자의 검출은 laser dust counter로 0.1 μm까지 검출 가능한 단계까지 왔다.

• 설비비, 운전비를 최소한으로 억제하고 높은 청정도를 확보하기 위해서는 clean bench, clean tunnel을 병용하는 경우가 보급되는 경향이다. 현재 clean bench 내의 laminar flow를 흐트리지 않는 연구나 실내공기의 침입 비중의 이동등을 고려한 CR, clean bench도 개발되고 있다.

• 이렇게 C.R의 최대과제는 어떻게 낮은 가격으로 설계할 수 있는 가다. 그러기 위해서는 제조공정을 확실히 파악하여 각 공정마다의 청정도를 명확하게 하고 청정공간의 범위를 최소한으로 하는 것이다.

• 기타 문제점으로서 온·습도 조건과 진동이다.

온·습도 조건에서 요구되고 있는 것은 ±0.1 °C이다. 이것은 C.R에서 제어하는 것은 곤란하기 때문에 clean bench의 변형인 thermal chamber가 채용되고 있다.

• 또 청정도 향상에 따른 송풍기의 진동

thermal camber, clean bench의 증가에 따른 진동의 증대가 과제로 되고 있다.

• 이 해결책으로서의 공정의 자동화(무인화)가 앞으로의 목표이며, 이를 위해서는 반도체 제조장치업체, User, C.R. maker와 이에 관련되는 연구소, 대학과의 공동연구가 점점 필요하게 되었다.

2) 정밀, 광학기계분야

• 정밀부품의 조립, 렌즈가공, Film, 전자부품maker에 1955년대 후반부터 도입되었다.

• class는 용도에 따라 100-100,000까지 광범위하다.

항공기기, 특수베어링, 마이크로필름, 의학용 카메라, 전자부품에는 부품조립에서 class 100이 채용되고, 검사에는 10,000 class가 일반적으로 채용되고 있다. 특히 고도의 청정도를 필요로 하는 경우에는 clean bench, clean booth가 사용되는 경우가 많다.

• 현재의 주요 정밀기기, 광학기기, 전자부품 maker 수는 약 400개 회사가 있다. 이중 C.R을 전부 도입하고 있는 maker는 중소 maker의 의견을 정리하면 100개 회사이고, 설치수는 160-180건에 달한다고 추정한다.

구분 \ 년도	1979 (백만엔)	1980 (백만엔)	년 평균 신장율(%)
전자계측기	10,570	12,480	15-20
시험기기	44,080	67,870	30-40
기록관측장치	7,300	8,450	15
정보처리 computer 주변장치	15,810	21,150	40-50
반도체제조장치	5,750	7,900	30
계량계장기관계	35,130	44,880	30-35
공업계기	8,320	10,300	10-20
비절삭가공기기	34,150	43,300	30
기타정밀기기	19,904	33,872	10
합 계	214,494	339,262	-

(Fuji Economy 제 6국 정밀전자기기 시장요람에 의함)

• 최근 수요가 신장되고 있는 것은 정밀전자부품으로 class 1,000-10,000 정도로 연간 10-15건의 비율로 증가하고 있다.

• 이와 관련하여 정밀전자부품의 최근 시장규모 신장율을 열거하면 아래와 같다.

• 정밀 전자부품의 1980년 시장규모는 약 3,400억엔으로 연간 30-40%의 신장이 추정된다. 같은 분야에서 공장이 신설될 경우 꼭 C.R이 설치되고 있다. 또 제조라인의 변경, 신제품의 양산화를 위해(예를들면 Video disk 등) 설치되는 경우에도 증가되므로 이 분야에의 CR 도입은 이후로도 연간 20-30%는 기대할 수 있다.

• 따라서 앞으로의 수요는 약 200개의 시설에 신규 공장설치라는 것이 추가로 포함된다. 최근 정밀기계 필름공장 신설은 15-20건의 비율로 신설되고 있으므로 개조설치되는 것을 포함하면 220개의 시설로 추정된다.

3) 약품공업(GMP)분야

• 약품공업에 BCR이 도입된 시기는 1965년경이고 그이후 수요는 연간 10-15% 신장이 예상된다.

• 1973년에 일본 제약공업협회가 의약품에 대한 GMP를 정하여 1980년 9월에 후생성이 성령으로 GMP(의약품의 제조 및 품질관리에 관한 기준)를 법제화 했다.

• 그러나 업계에서는 이 규제를 먼저 받아들이는 형태로 1975년경부터 BCR설치에 착수하고 있어서 전부 1979년 무렵을 peak로 수요는 충족된 것으로 추정된다.

• 1981년까지의 설치수는 약 120개의 공장으로 추정된다(단, BCR에 대해서는 청정도 10,000-100,000 class임).

• 현재 국내의 제약공장은 2,200개의 공장으로 그중 GMP 대상의 전부가 BCR lease를 갖는 것은 아니고, 이후 BCR를 필요로 하는 공장은 대략 100개의 공장전후로 추정된다.

• 따라서 제약공장쪽의 BCR의 앞으로 수

요는 신설분 plus 상기의 200 공장으로 되나, 최근의 제약공장 신설상황을 보면, 신설분과 폐기분을 합치면 거의 현상유지의 보합(保合)을 나타내고 있다. 따라서 BCR의 신규 lease 는 상기의 100개 공장뿐일 것으로 생각된다.

4) 연구소분야(GLP 관련포함)

- CR이 설치되는 것은 ICR로서 반도체, 정밀기계 maker, BCR로서는 약품, 화학식품용 maker 등의 연구소이다.

- 연구소에서 CR이 도입되기 시작한 것은 1965-1968년경 부터이고, 현재 상기분야 연구소에는 거의 Biohazard 입장에서 도입된 것으로 추정된다.

- 그러나 연구소는 건물자체가 오래된 것이 많기 때문에 CR를 설치하는 경우는 옛 건물내에 내장을 실시하는 경우가 많다.

- 연구소의 특징으로서는 용도연구로 많이 나누어져 있기때문에 그 청정도는 일정하지 않다. 따라서 현재의 연구소는 단계적으로 100, 1,000-10,000class의 CR이 설치되는 것이 대부분이다.

- 특히 약품maker의 경우는 유해물, 병원균을 취급하는 경우가 많으므로 특수한 배기장치를

필요로 한다. 또 높은 청정도를 갖는 경우에는 clean bench를 채용한다.

- 현재 국내의 민간 연구시설에서 CR설치 가능성이 있는 시설은 1,011건이다. 그 내역은 아래와 같다.

- 하기의 1,011 시설중에서 CR을 필요로 하는 분야는 전기기기, 정밀광학, 화학, 섬유, 유리·세라믹 공업이다. 이 Total 건수는 약 650개 시설이 된다.

- 1981년 연구소에의 수주실적은 150-160개의 시설에 달하고 있다.

- 따라서 이후의 수요로서는 400-500개의 시설 plus 신설분으로 된다.

- 현재 CR의 수요가 신장되고 있는 것은 GLP(안전성에 관한 비임상실험을 위한 실시규범) 관련으로 의약품, 화학, 식품 maker의 연구소이다. 이것은 1982년에 후생성에서 성령으로 법제화되어 신설개조를 포함하여 연간 15-20개의 시설은 증가하고 있다고 추정된다.

- 또 반도체 공업분야에서도 LSI의 고집적도화에 따라서 고청정도의 CR(class 100, class 10)이 신규로 설치되고 있다.

5) 병원관련 분야

(1) 시장개요

- BCR의 도입시기는 산업용 CR에 비해 10년 뒤진 1970년 名古屋대학에서 백혈병 치료에 채용된 것이 시초이다.

- 1981년까지의 설치건수는 수술실 200실, 치료실 50실 합계 250실 전후이다. 근년에는 년 20-30실의 비율로 증가하고 있으나, 이 경향은 당분간 계속될 것으로 본다. 그러나, 병원규모에서 bed수 200-300이상의 병원에 설치되는 경우가 많아, 수요에 한계가 있다. 이 때문에 대폭적인 증가는 기대할 수 없으나, 최종적으로 600개 병원 전후로 설치될 것으로 생각된다.

(2) 주요 type

- 채용방식에 따라서 아래와 같다.

분 야	시 설 수	비율(%)
전 자 기 기	194	19.6
기 계	192	19.0
화학(유기, 무기)	150	14.8
식 품 공 업	90	8.0
유 리, 세 라 믹 스	87	8.6
정 밀 광 학	80	7.9
철 강	61	6.0
섬 유	52	5.1
고 무	29	2.8
석 유, 석 탄	29	2.8
종 이 펄 프	29	2.8
도 료	18	1.7
합 계	1,011	100.0

구 분	방 식	건 수	비율(%)
내과치료실	수 직 (down flow)	50	20 %
수 술 실	수 평 (cross flow)	200	80 %

- 최근의 경향으로서는 unit 식(clean booth)로서(東洋熱工業 日立 PLANT 建設, 富士電機製造)의 수요가 신장되고 있다. 이와 관련하여 東洋熱工業의 경우 실적은 전년의 2배(80년 15대, 81년 30대)에 달하고 있다.

- 등 unit인 clean booth는 Hard-wall에 비해서 간단히 설치될 수 있고, 공기(工期)가 짧고 가격이 싼것등의 잇점이 있어서 이후로 보급될 것으로 본다.

(3) 전망 : 1980년 「의료시설조사 병원보고」에 의하면 전국에 300bed 이상을 갖고 있는 병원은 1,164 병원에 달하고 있다. 이중 250-270실은 모두 설치되어 있으므로, 900실 전후는 기대할 수 있다. 1실당 3천만엔으로서 단순히 계산하여도 270억엔의 시장이다.

6) 식품공업분야

· 현재 식품공업에서 CR이 도입되고 있는 분야는 다음과 같다.

(a) 우유, 술, 유산균음료, 청량음료수의 밀봉공정

(b) 유제품, 생강차 포장공정

(c) 버섯 증균이식

(d) 식육가공

· (a)(b)(c)에 관해서 청정도는 class 100-1,000, (d)에는 class 10,000이 채용되고 있다.

· 이것은 균, 곰팡이에 의한 제품의 오염 방지, 부패, 변질방지가 목적이거나, 실제로 BCR을 설치하는 것은 대기업에 한정되고 있다.

· 그러나 이후는 식품공해의 관점에서라도 방부제가 서서히 제한되는 방향이라면 장래수요는 신장될 것으로 대부분의 CR maker는 예상하고 있다.

· 1981년 식품공업에의 납입 건수는 20-30건으로 추정되며, 유제품, 식육가공 관련기업에서 CR을 도입할 가능성이 있는 maker는 500개 회사정도 예상된다는 의견도 있다.

* 앞으로 CR이 기대할 수 있는 전자재료 분야로서는,

· 실리콘 분야(500억엔)

IC, LSI의 부족에서 단결정 실리콘에 대한 수요가 증가,

· GGG(5억엔)

Gd-Ga-Garnet 단결정(Gadolinium-Gallium-Garnet) Magnetic bubble 재료

시장은 초창기에 있기 때문에 현재 시장은 5억엔이다. 전자계산기, 전자교환기용의 수요가 이후 기대되는 것으로 잠재시장은 크다.

· 태양전지

현재 시장은 아직 형성되어 있지 않으나 잠재수요는 크다.

· 광화이버

정보전송용 시스템, 측정제어시스템, 사진영상 전송시스템등의 응용으로 시장은 형성되고 있다.

광통신시스템이 실용화되는 1982년경부터 수요는 증대. 그러나 사회적으로 급격한 전환은 불가능하기 때문에 순차적으로 채용될 것이다.

· 자기 Head(350억엔)

이후 민생용의 중고급품이나 산업용 Head의 증가가 예상되기 때문에 이후 연간 10%의 신장을 나타낼 것으로 본다.

7. 결 론

· 우리나라에서는 요즘 급격히 반도체공업이 활발해짐에 따라 clean room에 대한 수요가 날로 증가되고 있는 실정이다. 그러나 아직까지 연구개발된 실적은 부진하다고 보겠다. 단지 공조기기 메이커에서 몇몇 외국기업과의 기술 제휴로 실질적인 제조에 임하고 있는 실정이다.

• 본 강연회에서는 이웃 일본의 현황을 소개함으로써, 지금부터라도 contamination free Air system의 필요성을 깊이 인식하여 C.R의 조사 및 연구개발에 좀더 역점을 두었으면 한다.

• 일본도 초기단계에는 국가적인 차원에서 Science and Technology Agency의 원조에 의해 연구개발이 이루어졌으며 초기에는 장비들을 수입했지만, 두번째 단계에는 장비들을 일본에서 조립했고 마지막에는 이러한 장비들의 대부분이 일본규격, 명세서에 따라서 제조되었다.

• 특히 HEPA Filter는 물론 ULPA Filter에 대해서 그 성능 보증을 위한 계측기 및 계측방법의 확립이 이후의 중요한 과제가 될 수 있다고 보겠다.

• 끝으로 일본에서는 clean room 기술에 관

한 전문 전시회인 “ 83 Clean Engineering Show ”가 83. 9.27-10.1일까지 5일간 동경 하루미(晴海) 전람회장에서 개최되었다.

이때 clean room에 관한 엔지니어링, 기기 장치, 자재 및 계측기기 등이 출품되었으며, 각 항목별 출품회사 및 출품대상을 별첨#1에서 참고하기 바란다.

• 앞으로 우리나라의 건설시공업체, 설비설계 용역업체, 공조기기 및 필터제조업체는 물론 전자공업, 정밀기계공업, 약품공업, 식품공업, 원자력산업등 관련 공업분야의 전문가들과 연구소 대학 등 정부, 학계, 업계가 혼연일체가 되어 연구개발 노력을 촉진토록 조정 및 장려할 수 있는 대책이 강구되어야 하겠다.

[별첨 # 1]

“ 83 CLEAN ENGINEERING SHOW”('83. 9.27 ~ 10. 1) (東京晴海展覽會場)

No.	項 目	出 品 會 社	出 品 對 象
1	SYSTEM ENGINEERING	清水建設, 大成建設, 竹中工務店, 大氣社, 東芝(TOSHIBA), 高砂熱學工業, 日立플랜트建設, 大林組(OHBAYASHI), 東洋熱工業, 東洋熱工業(Daikin plant), 三基計裝, 間組(HAZAMA)	CLEAN ROOM設計, 施工, 技術等 SOFTWARE
2	CLEAN ROOM(ICR, BCR)	박시데이(泉研究所), 岡村製作所, 奥野技術研究所, 富士TESTER, 昭光通商, 三基計裝	工業用, BIO用
3	BIOHAZARD 設備	日立製作所, 富士電機製造, 日立플랜트建設, 大林組, YUYAMA, 日本CLEA 日立製作所, 富士電機製造, 進和貿易, 日本마이린, 新晃工業, 호소가와環境엔지니어링, 忍足研究所, 武勢工業(CAMBRI-	實驗動物設備, 實驗動物生產設備, 醫藥品研究設備, 安全性試驗設備, 安全캐비닛, 其他 CLEAN BENCH, CLEAN BOOTH, AIR SHOWER,

No	項 目	出 品 會 社	* 出 品 對 象
4	CLEAN ROOM用 機器・裝備	DGE), 三基計裝, 中央理計, 에어고필터, 近藤工業, 에즈비플랜트, 東芝, YUYAMA, ORION機械	AIR CURTAIN, CLEAN UNIT, THERMAL CHAMBER 其他
5	空氣調和機器・裝置	日本바이린, 오리온機械, 中央理研, 直木工業, 東芝, 비에즈工業, 進和貿易, 忍足研究所, 탄產業, 에이고필터, 松下精工, 星和電機, 富士TESTER, 日本스핀돌製造, DAN科學, 日本無機纖維工業, 近藤工業, WETMASTER	각종 AIR FILTER, 集塵裝置, 加濕器, 恒濕器, 空氣清淨器, 換氣・除塵・除濕器, AIR CLEANER, 其他
6	CLEAN ROOM水處理機器・裝置(超純水製造裝置)	오르가노, 栗田工業, 野村마크로사이언즈, TORAY, 三池鐵工, 菱和調溫, ULVAC, 海崎技術士	- 超純水製造機器・裝置: 필터活性炭, 吸着裝置, 凝集除濁裝置, 이온交換裝置, 電氣透析裝置, 紫外線殺菌裝置, 除菌口過裝置
7	建設資材, 材料器具	昭和알루미늄, 岡村製作所, 十條긴빠리, COMATSU PARTITION, 協和化工, 산고플랜트 四國製紙, 日立金屬, 旭化成工業, 松下電工, 共榮商會, 日本輕金屬, 積水化學工業, 間組, TOCHIMAN, SANKO PRINT	- 排水處理機器・裝置: 리사이클水處理裝置, 有價物回收裝置 가베 판넬, 床판넬, 仕上材料, 시령材, 필터資材, 帶電防止材, CLEAN ROOM內 各種照明器具, 其他
8	無塵衣服	日本시아이시技研, 東洋린도후리, 帝人, 구라레, 伯東, 丸正產業, TORAY, 세렌, 帝國纖維, 듀폰화이스트, 미도리安全	無塵衣(無塵服), 手袋, 마스크, 신발, 도이MAT 등
9	計測・制御機器	RION, 新晃工業, 紫田化學器械, 富士電機製造, 進和貿易, DAN科學, 시야즈코인터네셔널 大林組, 三基計裝, 近藤工業, IKEGAMI	溫・濕度計, 超微粒子計, 振動計, 分析計, 其他