

2000년을 향한 과학기술의 向方



김 정 흠 (고려대학교 이과대학 물리학과 교수)

- '51 서울대학교 문리과대학 물리학과 졸업
- '53 서울대학교 대학원 이학석사
- '61 미국 University of Rochester 대학원 핵물리학 이학박사 (Ph. D).
- '53-현재 고려대학교 교수
- '62-'64 고려대학교 물리학과장
- '71-'74 고려대학교 이학부장
- '83-'86 고려대학교 교육대학원장

1. 대중 귀족화 시대와 고도 선택 사회

(1) 5년에 10배씩 느는 IC 집적기술

20세기 문명의 가장 특징적인 양상의 하나는 모든 것이 기하급수적으로 변해 간다는 사실이다. 예컨대 현대의 첨단기술사회를 이끌어가는 반도체 기술에서는 IC (Integrated Circuit, 집적회로)의 집적도가 매 15년에 2배 (따라서 15년에는 $2^{10} = 1024$ 배)씩 늘고 있다.(그림 1 참조)그 IC의 집적도(IC의 집적도란 손톱의 1/4 정도의 크기인 칩(chip) 속에 모아놓을 수 있는 전자소자 (트랜지스터, 저항, 축전기 등)의 수를 뜻한다)가 15년에 1024배 (약 1000배)씩 늘어난다는 말은 5년에 약 10배씩 늘어난다는 말과 같다. 왜냐하면 5년이 3번 들어 있는 15년사이에는 약 $10 \times 10 \times 10 = 1000$ 배씩 늘어나기 때문이다.

그 결과 IC를 대량으로 쓰는 컴퓨터 또한 7년에 10배씩 그 기술 수준이 늘고 있다고 한다.

예컨대 1946년에 발명된 인류최초의 컴퓨터인 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator)의 연산속도는 2 K-FLOPS (1초사이에 10자리 수의 덧셈 95%, 곱셈 5%로 구성된 계산을 1회 실행하는 것을 1 FLOPS라 함. K는 1024를 뜻함)였었는데, 1988년 9월 우리나라에 도입된 CRAY II-S라는 세계 최고속의 슈퍼컴퓨터의 계산속도는 에니악의 100만배 (10^6 배)인 2 G-FLOPS이다. G는 10억(1 giga)을 나타내는 접두사이다. 따라서 $2G/2K = 100$ 만 (10^6)이 된다. 1946년에서 1988년까지는 42년이고, 그 안에는 7년이 6회 들어 있다. 매 7년 마다 10배씩 계산능력이 는다면 42년에는 꼭 $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^6 = 100$ 만배가 된다. 이것은 뒤집어 말하면 컴퓨터는 그 기

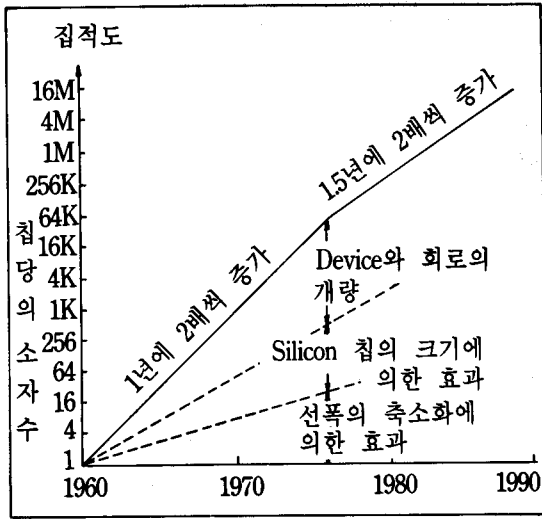


그림 1) IC집적도의 지수함수적 증가

능이나 계산능력이 같다 할 때, 그 값이 7년에 1/10씩으로 싸진다는 말과 대략같다. 그 뿐이랴 그 크기는 점점 작아진다. 값이 7년에 1/10 씩으로 줄어 든다면, 아무리 컴퓨터의 값이 비싸더라도 7년이 여러번 지나면 엄청나게 염가로 내려갈 수밖에 없다. 그 결과 누구나 컴퓨터를 살수 있게 된다. 이것이 왜 PC(Personal Computer 개인 컴퓨터)가 가정내로 보급되게 되었는가 하는 의문에 대한 답변이다. 그 PC는 현재 노트북 만한 크기로 까지 경박단소화 되어 있다. 그러면서도 32 비트 라는 고능력을 지닌 이 노트북형의 PC는 에니악의 수만배의 계산능력을 가지면서도 ENIAC의 값인 90만불의 300분의 1밖에 안되는 단 3000불 정도면 살 수가 있다.

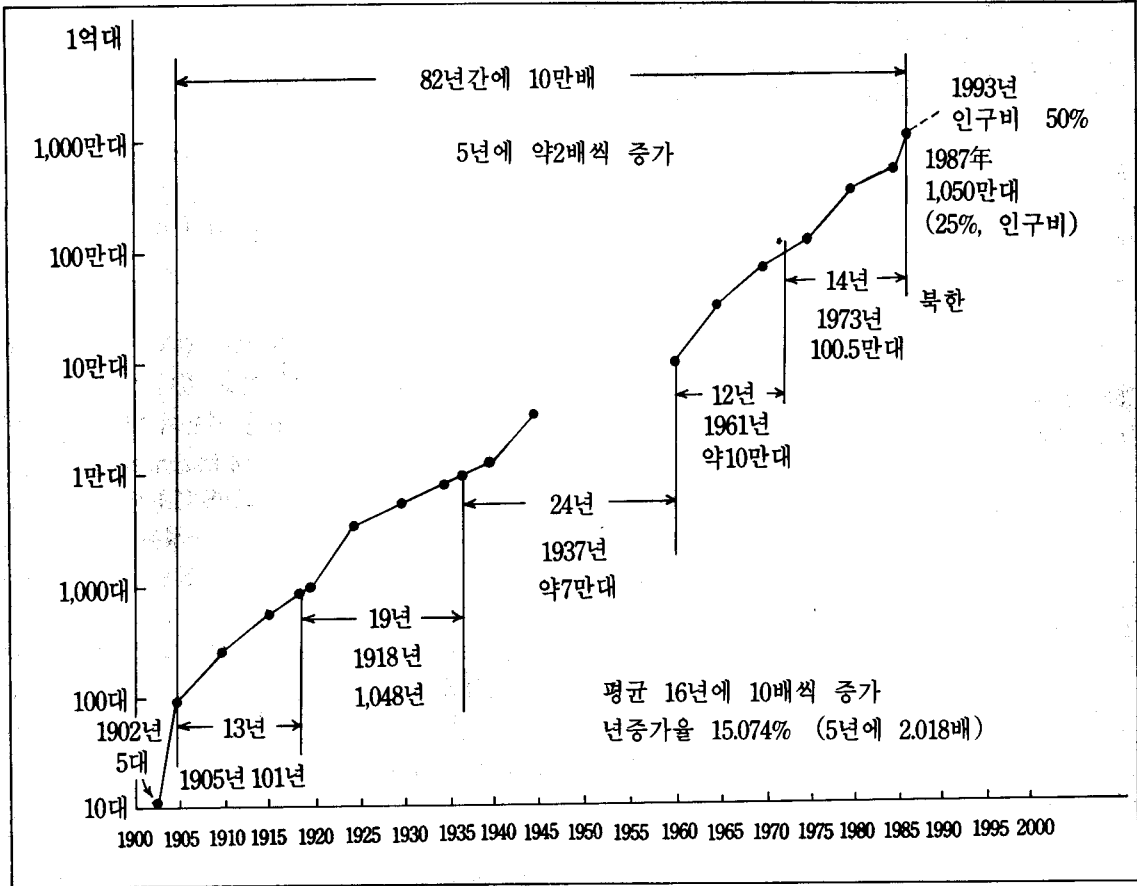


그림 2) 한국에서의 전화가입자수의 지수 함수적 증가 추세

(2) 통신 기능도 지수함수적으로 늘고 있다.

IC 기술이나 컴퓨터 기술뿐만 아니라 이들과 더불어 다가올 정보사회의 주역이 될 통신기술도 지수함수적으로 늘고 있다. 예컨대 미지의(또는 이미 현재 가동중에 있는)통신기술인 광통신기술도 1970년 이래 대략 1년에 2배, 따라서 10년에 약 1000배씩 늘고 있다.

사실은 광통신뿐만 아니라 모든 통신기술은 세계 어디서나 지수함수적으로 늘고있다. 예컨대 그림 2는 1905년부터 1987년까지 82년 사이의 우리나라 전화 가입자 수의 증가모습을 나타내는 그래프 이다. 이 그림은 (영상으로 본 <한국전기통신 100년> 1985. 9 간행, 한국전기통신공사)에 나온 통계 숫자를 필자가 semi-log 도표로 그린 것이다. (1986~87년도를 추가)이 표에 의하면 우리나라의 전화가입자 수는 5년에 약2배, 82년 간에 약10만배로 늘고 있음을 알 수 있다. 이것은 전화통신기술의 발달로 전화수화기의 값이 내리는 동시에 전화교환기의 눈부신 발전으로 전화기 이용이 용이해졌기 때문이라 생각된다.

한국뿐만 아니라 전세계적으로도 통신기술은 눈부시게 발전해왔다. 예컨대 유명한 예로서 1865년 4월 15일 미국의 제16대 대통령인 Abraham Lincoln이 암살 되었을때, 그 비보가 미국서 영국

런던까지 도달하는데는 12일이나 걸렸다고 한다.

그러나 98년이 지난 1963년 11월 22일 John F. Kennedy 대통령이 암살 되었을 때는 그 비보는 즉석에서 라디오 전파를 타고 전세계에 알려졌었다. 불과 98년사이에 통신수단은 이렇게 발전된 것이다.

그리고 다시 18년이 지난 1981년 3월 31일 Ronald Reagan 대통령이 정신이상에 걸린 청년에게 저격의 당했을 때는, 때마침 현장에서 생방송을 하던 TV카메라맨에 의해 그 저격의 전후모습은 전세계에 칼라TV로 즉시 전달이 되었던 것이다. 1964년 이래 가동된 통신위성 때문인 것이다.

이와 같은 놀라운 통신기술의 발달로 전세계는 바야흐로 고도 정보화시대로 진입해 들어가려 하고 있다.

(3) 정보의 축적과 통신기술의 발달이 인류문화를 창조

인류역사를 통해 인류문화창조에 가장 큰 기여를 한 기술혁신(innovation)은 정보·통신기술이라 할 수 있다.

예컨대 약 200만년전에 출현한 인류의 조상인 호모 하빌리스(homo habilis)가 그 원조인 라마피테쿠스(Ramapithecus)로 부터 결별할 수 있게

표 1) 영장류의 뇌용적

	영장류의 명칭	평균 뇌용적(cm ³)	비 고
유인원	침팬지	394 (cm ³)	기준으로 잡아 1 이라 할 때
	오랑우탕	411 (cm ³)	
	고릴라	506 (cm ³)	
인류	라마피테쿠스 Ramapithecus	435~540	약 2배
	호모 하빌리스 homo habilis	700~800	
	호모 에렉투스 (북경인) homo erectus (북경인)	850~1220	약 4배
	구인(Neanderthalensis)	1300~1600	
	신인(CroMagnon 인 및 현대인)	1300~2000	

된 것은 그 두뇌용적(따라서 뇌세포수)이 약2배로 늘어나 정보처리능력이 엄청나게 늘어났기 때문이다(표 1 참조).

그후 인류는 그 뇌세포수가 다시 배가하여 구인(네안데르탈인, Neanderthalensis) 시대에는 현대인과 같이 1300cm³에 도달되었다. 그 결과 구인들은 구석기시대를 형성할 수 있으리만큼 지혜로워졌다. 그러나 그 구인은 아직도 언어를 구사할 수는 없었다. 즉 인류는 지금으로부터 약14만년~20만년 전에 출현한 네안데르탈인 시대에 최소용적 1300cm³의 뇌라는 하드웨어(hardware, 뇌를 컴퓨터에 비유함)는 완성시켰으나 그 소프트웨어 개발에 필요한 입출력장치라고도 할 언어는 갖고 있지 못했던 것이다.

그러던 것이 지금으로부터 약3만 5000년전에 크로마뇰(CroMagnon)인이라 불리는 신인(현대인과 동일)에 이르러서는 하드웨어의 크기는 그대로 둔 채 소프트웨어 개발의 도구인 입출력장치라고도 할 언어를 발달시켰던 것이다. 즉 대략 이 크로마뇰인 시대에 이르러 인류는 현대인과 같은 성대를 갖게 되어 “언어”라는 정보매체를 소유할 수 있게됨으로써 신석기 시대에 돌입한 것이다.

그리고 나서 인류역사는 급격히 발전하게 된다. 즉 서서히 언어체계를 완성시켜 가면서 그들은 정보, 그 중에서도 특히 농사에 필요한 월력의 지식을 축적해 간 결과 드디어距今 약1만년전에는 농업사회에 진입할 수 있게 된다.

농업사회에 진입한 결과 정주생활이 시작된다. 정주생활은 지식이나 정보의 더 한층의 축적을 도와 준다. 그 결과 드디어 그들은 5000년~5500년후(距今 4500~5000년전)에 문자를 발명한다. 문자의 발명으로 메모리(memory, 기억)의 정확성과 정보나 지식의 축적이 높아짐에 따라 고대문화는 찬란히 빛나게 된다. (언어는 일과성이기 때문에 많은 양을 기억시켜 둘 수가 없다.) 그리하여 약 3000년간의 문자문명을 통해 그들은 드디어 사상 또는 정신문화면에서 하나의 완성된 문화를 형성하는데 성공한다. 주지하는 바와 같이 고대철학이나 종교는 문자 발명후 약3000년이 지난 B.C.0년~500년경에 완성된 것이다. “문자”라는

정보매체의 힘은 인류를 완전히 동물적 생활에서 벗어나게 하여 고유의 높은 정신문명사회를 만들게 한 것이다.

그 “문자문명”은 15세기에 이르러 또 다른 혁명에 의해 다음 문명으로 인계된다. 인쇄기술에 의한 복사기술(copy)혁명이 그것이다.

(4) 정보화 혁명이 가져올 다양화 시대

약300년전에 시작된 산업혁명은 곧 다음 혁명을 준비한다. 다음인 전기통신혁명이 그것이다. 19세기의 일이다.

1837년에 발명된 모르스(Samuel Finley Bresse Morse, 1791. 4. 27~1872. 4. 2)의 유선통신은 1895년 발명된 마르코니(Guglielms Marconi 1874 4. 25~1937. 7. 20)의 무선통신과 더불어 전기통신혁명을 준비한다. 전기통신에 의해 정보의 전달 속도는 광속과도 같은 초당 30만km로 빨라진다.

그리고 그 100여년간에 걸친 전기통신시대는 1946년에 발명된 컴퓨터에 의해 또 하나의 혁명을 맞는다. 정보화혁명이라고도 불리는 정보처리혁명이 그것이다. 그 혁명은 지금 한창 진행중에 있다. 제3의 물결이라고도 불리는 이 혁명에 의해 세상은 고도 정보화시대로 진입하게 된다.

그 고도정보화사회는 여러가지 면에서 지금까지의 사회와는 달라진다. 인간의 손발의 힘을 기계와 동력에 의해 대체시킨 산업혁명과는 달라, 정보처리혁명은 인간의 뇌의 힘을 컴퓨터 및 그 주변기기에 의해 바꾸어 주는 혁명이다. 즉 약14만년전 네안데르탈인 시대에 완성시켜 놓은 최소용적 1300cm³의 뇌라는 하드웨어를 충분히 활용할 수 있게 하는 것이 정보처리혁명인 것이다. 산업혁명에 의해 이미 대량생산과 대량소비의 길을 터놓은 현대문명은 정보화혁명 또는 정보처리혁명에 의해 새로운 시대 즉 고도선택사회를 마련하려 하고 있다. 즉 지금까지의 공업사회가 대량생산과 대량소비에 의해 일반대중의 평균적생활 수준을 높여줌으로써 物財에 대한 욕구충족과 편리성을 추구한 것이라면, 다가올 고도정보화사회, 고도선택사회에서는 삶의 보람이라던가, 삶의 질, 각개인마다 다른 갖가지 다양한 욕구를 만족

시켜주는 쾌적성(Amenity)의 추구, 개성의 추구에 중점이 옮겨진다.

즉 먹는 것이나 입는 것 또는 지나는 것에 대한 욕구가 어느정도 충족이 되면 사람들은 남들이 갖고 있는 것과는 다른 자기만이 갖는 것을 추구하게 된다. 그 결과 감성과 밀착성(fitness) 즉 자기개성에 꼭 들어맞는 것을 고르게 된다. 그 결과 제품의 수요는 다양화해진다.

그 결과 산업화시대에서는 단일품종 대량생산에 의존했던 생산이 다품종 소량생산방식으로 바뀌게 된다. 물론 그렇다고 제품의 생산성이 떨어지거나 제품의 값이 지나치게 상승되는 일도 없다. 컴퓨터의 원용으로 다품종소량생산에 알맞는 FMS(Flexible Manufacturing System)등의 자동화 방식이 채택되기 때문이다.

(5) 가치관의 다양화

이런 변화는 필연적으로 가치관의 변혁을 가져온다. 가치관이 다양해지고, 사람들은 제각기의 가치관을 추구하게 되지만 그와 동시의 정보매체를 통해 타인의 가치관의 존재도 알게 되고, 서로의 가치관을 존중할 줄도 알게된다. 즉 타인의 생활방식을 인정하면서도 자기는 그것에 좌우되지 않고 자기대로의 생활을 하는 Self-identity의 확립을 이룩하게 된다.

이런 가치관의 변혁은 여러 면에서 사회풍습이나 사회구조도 바꾸어준다. 예컨대 통근에 있어서는 Flex Time제와 Flex Place의 개념이 보급된다.

Flex Time제란 출근시간과 퇴근시간을 근로자가 스스로 자기에게 편리하게 정할 수 있는 근무체제를 뜻한다. 예컨대 하루 8시간 근무라면, 그 중 예컨대 오전 10시부터 오후 3시까지를 코어 타임(Core Time)이라 한다면 이 시간대만은 누구나 지켜야 하지만, 이 코어 타임만 포함시킨다면 출퇴근 시간은 마음대로 정해도 좋다는 제도이다.

Flex Place는 Flex Time에서 시간과 장소를 바꾸어 놓은 개념이다. 쉽게 말해 근로장소까지도 자유로 정한다는 개념이다. 예컨대 在宅근무가 그것이다. 또는 본사에 출근하는 대신 집 근처에

있는 위성사무실(Satellite Office)에 근무해도 된다는 것이다. 물론 이런 경우 자택이나 위성사무실에는 각종 정보매체가 구비되어 있어야 할 것은 두말 할 필요도 없다. 또 Flex Time때의 코어타임처럼 일주중 정해진 요일에는 본사에 출근해야 할 규칙이 있다면 그 규칙도 지켜야 할 것이다.

이렇게 모든 것에 선택의 자유가 주어지는 결과 사람들은 출근시간이나 근무장소에 얽매이지 않고 자유로운 근무를 할 수가 있다. 그러면서도 정보매체의 도움으로 생산성은 늘면 늘었지 줄어들지는 않는다.

그 결과 모든것에 여유가 생긴다. 주휴 2日制는 당연한 것이 되고 주휴 삼일제마저 등장한다. 또 장기유급 휴가도 현실화되고, 레저(leisure)산업, 리조트(resort)산업 등등 소위 시간산업(time industry)이 번창하게 된다. 시간산업이란 개인의 시간을 즐겁게 해주는 시간가공산업을 뜻한다. 예컨대 프로야구의 구경, 영화관람, 윗트타기, 스포츠 오락산업 등등이 그것이다.

(6) 대중귀족화 시대

이런 시대를 한마디로 표현한다면 대중귀족화 시대라 말 할 수가 있을 것이다. 대중귀족화사회란 대량산업과 대량소비에 의해 국민의 대다수의 생활수준이 엄청나게 향상되어 그들의 생활이 옛날의 귀족들 생활에 비해서도 하나도 손색없게 되는 시대나 사회를 뜻한다. 예컨대 옛날의 귀족들은 수 10명의 머슴들을 거느리고 살았는데, 현재의 대중귀족들 역시 수많은 인공머슴들을 거느리고 있다. 인공 머슴이란 식모역할을 해주는 전기밥솥, 빨래담당 머슴 역할을 해주는 세탁기 등등에서 물을 길어다주는 심부름꾼 역할을 하는 수도시설등등에 이르기 까지 수없이 많다. 사실 이런 인조머슴들은 우리 주변에 얼마든지 있다. 예컨대 전동, 라디오·TV, VTR, 시계, 전화기, 냉장고, 선풍기, 에어컨, 난방용 기름보일러, 전기 콘로, 전자렌지, 진공청소기, 환풍기, 가습기, 전기다리미 등등 얼마든지 있다. 또 여기에 추가해서 앞으로는 팩시밀리(facsimile, 모사전송장치 즉 전자우편기), PC(개인 컴퓨터), 비디오텍스(Vidiotex,

TV와 전화회선을 데이터베이스 회사의 대형컴퓨터와 연결시킨 문자도형 정보검색시스템), TV전화, 워드프로세서(Word Processor, 문서 작성기), 고품질TV, 삐삐(전화호출기, Pager), 포켓 전화기 등등 갖가지의 뉴미디어(새로운 정보매체)들이 새로운 머슴들의 역할을 해줄 것 같다.

옛날 귀족들의 또 하나의 특징은 그들이 그 나라에서 입수할 수 있는 가장 중요하고 또 가장 고도의 정보를 갖고 있었다는 점이다. 그러기에 이들은 이 희귀한 정보를 토대로 정치에 손을 댔고, 이권에 개입할 수 있었고, 사업에 손을 대어 크게 재산을 모을 수 있었다.

또 그들은 더 많은 정보를 얻기위해 마차로 자유롭게 국내외를 왕래하면서 건문을 넓혔고 정기적으로 서로 돌아가면서 살롱(Salon, 대저택의 응접실이나 객실)에 모여 댄스파티, 음악회, 생일 축하연 등등을 개최하면서 친교회를 열었다. 이 소위 살롱 문화를 통해 서로의 정보를 교환함으로써 정보의 질을 높이고 양을 늘려 나감으로서 정보를 독점할 수가 있었다.

귀족들만이 독점했던 이런 살롱문화 중심의 정보수집은 오늘날은 누구나 손쉽게 할 수가 있다. 기존의 라디오, TV, 신문, 전화기등의 매체만을 써서도 옛날의 귀족이상의 정보수집이 가능한데, 앞으로 다가올 고도정보화 시대에서는 위에서 말한 비디오텍스, PC통신(PC를 써서 전세계의 어느 데이터베이스와도 연결시켜 고도의 최신정보를 수집, 검색할 수 있다. 데이터베이스란 대형 컴퓨터 기억장치에 수많은 정보를 기억시켜 두고, 정리시켜 두어서 PC라는 단말기로 쉽게 검색할 수 있게 만든 정보은행의 일종), TV전화, 팩시밀리, 고품위TV, VRS(Video Response System, 비디오텍스가 정지화면 검색장치라면, VRS는 동화면검색장치) 등등을 이용해서 뜻만 있다면 무슨 정보이건 입수가 가능하게 된다. 따라서 대중도 옛날의 귀족이상으로 국내외의 모든 정보에 접할 수가 있게 된다.

(7) 가난한 자의 벤츠

또 옛날의 귀족들은 호화판 마차를 타고 국내

외를 마음껏 여행할 수 있었다. 그러나 그들마저도 바다 건너 멀리까지는 갈수가 없었다. 이에 비해 현대의 귀족화된 대중들은 대중요금으로 서울서 제주도까지 제트 여객기로 신혼여행, 효도관광, 주말휴가여행 등등을 즐길수 있는가 하면 동남아나 유럽 또는 미국까지도 단숨에 달려갈 수가 있다.

그 뿐이라. 현대의 대중화 귀족들은 옛날에 비하면 초호화판이라고도 할 수 있는 자동차라는 마차를 갖고 있다. 더구나 그 자동차는 점점 더 자동화되고 호화로워지고 있다. 단추 하나로 유리창이 개폐되고 찬 바람이나 따뜻한 바람이 나오고, 카폰이 달려있고, 라디오나 TV까지 달려 있다. 연료인 가솔린이 떨어져 가면 「가솔린이 5ℓ밖에 안남았습니다. 주유해 주십시오。」하고 이쁜 여자목소리로 알려주기까지 한다.

또 비가 오면 유리창 닦기 와이퍼가 저절로 알맞은 속도로 비에 젖은 유리창을 닦아 주고 문쪽에 달린 빼닫이를 열면 뜨근뜨근한 커피도 나오고 차디찬 얼음 덩어리도 나오게 된다. 더구나 값싼 소형 자동차마저도 이런 자동화되고 정보화된 기기들을 탑재하고 있다. 그래서 이런 소형차를 가난한 이의 호화판 차(Poor Man's BENZ)라고도 부르고 있을 정도다.

또 옛날에는 주로 귀족계급들만이 다녔던 고등교육기관이 지금은 일반대중에게 활짝열려 있다. 예컨대 대학진학율만 보아도 미국은 53%, 한국은 40%를 넘고 있다. 사실 1990년도 4년제 대학 입학정원 20만 5000명에, 2년제 초급대 및 전문대 입학정원 13만 5000명의 합계 34만명을 대학입학 적령기 만18세 인구 85만명으로 나누면 40%가 나온다. 옛날에는 오직 1% 전후의 사람들만이 누리던 고등교육이 지금은 40%로 경증뛰어 대중화된 것이다.

그러니 다가올 2000년대는 물론이려니와, 가까운 1990년대만 해도 세상은 이미 대중귀족화시대에 들어가게 된다. 그 결과 산업구조나 사회구조등 모든 면에서 일대 변혁이 일어날 것이 예상된다.

즉 산업구조는 블루카라보다 화이트 칼라가 많아지는 쪽으로 산업구조가 바뀌면서 세상은

표 2) 한국에서의 산업구조 변천

	1970	1973	1983	1984	1985	1987	1988
농업직	52.5(1)	50.1(1)	29.4(1)	26.8(2)	24.4(3)	21.7(3)	19.2(4)
공업직	21.2(2)	21.8(2)	28.5(2)	30.0(1)	30.8(1)	33.4(1)	35.4(1)
서비스직	19.7(3)	19.0(3)	25.6(3)	25.1(3)	26.1(2)	25.9(2)	25.3(2)
정보직	6.7(4)	9.1(4)	16.6(4)	18.1(4)	18.7(4)	19.1(4)	20.0(3)

※ () 내 숫자는 순위

※ () 내 순위중 이탤릭체는 순위가 변했다는 것을 강조

고도 정보화 사회로 치달리게 된다. 고도 정보화 사회란 화이트 칼라의 수가 70% 이상을 차지하는 사회를 뜻한다(1980년 현재 미국은 74%, 일본은 60%, 1990년 한국의 예상선은 53%). 또 이런 산업구조의 대변혁에 따라 가치관이 다양해진다. 그 결과 이런 산업구조나 가치관의 변혁에 알맞는 제품들이 나오게 된다. 그리고 그런 제품을 만들기 위해 갖가지 첨단기술과 산업이 발달하게 된다.

(8) 산업구조의 변천

이런 경향을 보려면 마할루프-포르트(Machalup-Porat)에 의한 직종별 산업구조의 분석도를 보는 것이 빠르다. 그림 3이 그것이다. 명백히 커다란 변화가 일고 있음을 알 수 있다. 표 2가 그것을 응변해 주고 있다.

그림 3 및 표 2을 보면 1973년까지만 해도 전체 취업자수의 50.1%를 차지했고, 수위였던 농업직(수산업, 임업직 포함)이 1984년에는 공업직에게 수위를 빼앗기고, 1985년에는 다시 서비스직에 2위의 순위를 빼앗겼고, 1988년에는 다시 3위의 지위마저도 정보직에 빼앗겨 최하위로 내려 갔음을 알 수 있다.

이에 반해 공업직 종사자수는 1984년 이래 수위를 지키고 있다. 또 1970년에 6.7%에 불과했던 정보직 종사자수는 1988년 현재 20%로 약 3배로 늘고 있다. 이 추세대로 간다면 1993년 전후에 가서 정보직 종사자수가 수위를 차지하게 될지도 모른다. 그림 4는 한국, 일본, 미국의 산업구조를 Machlup-Porat 방식에 따라 그린 그래프이다. 이

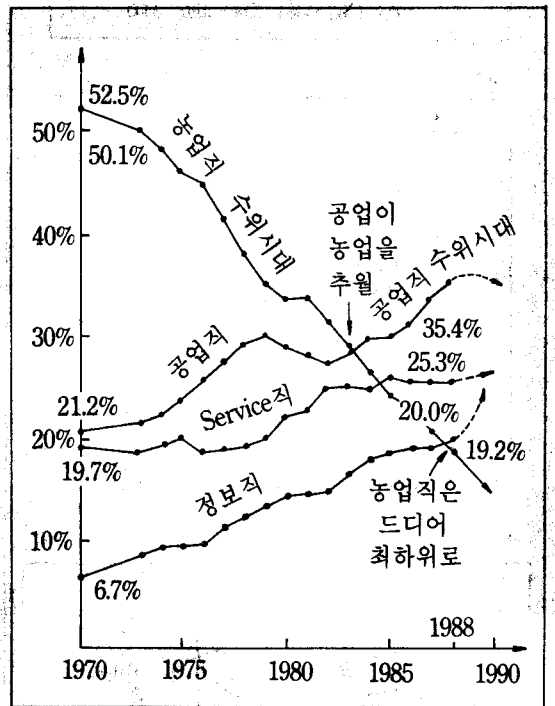


그림 3) 산업구조의 변천

출처: 김정흠 열매, 1990년 1월호 (Machlup-Porat 방법에 따라 경제기획원 발표 통계숫자 이용)

3나라의 공통된 점은 어느나라에서든 초기의 산업구조는 농업, 공업, 서비스업, 정보업의 순위였던 것이, 시대의 흐름에 따라 농업이 최하위로 내려가고 정보업이 수위로 치달리게 된다는 점이다.

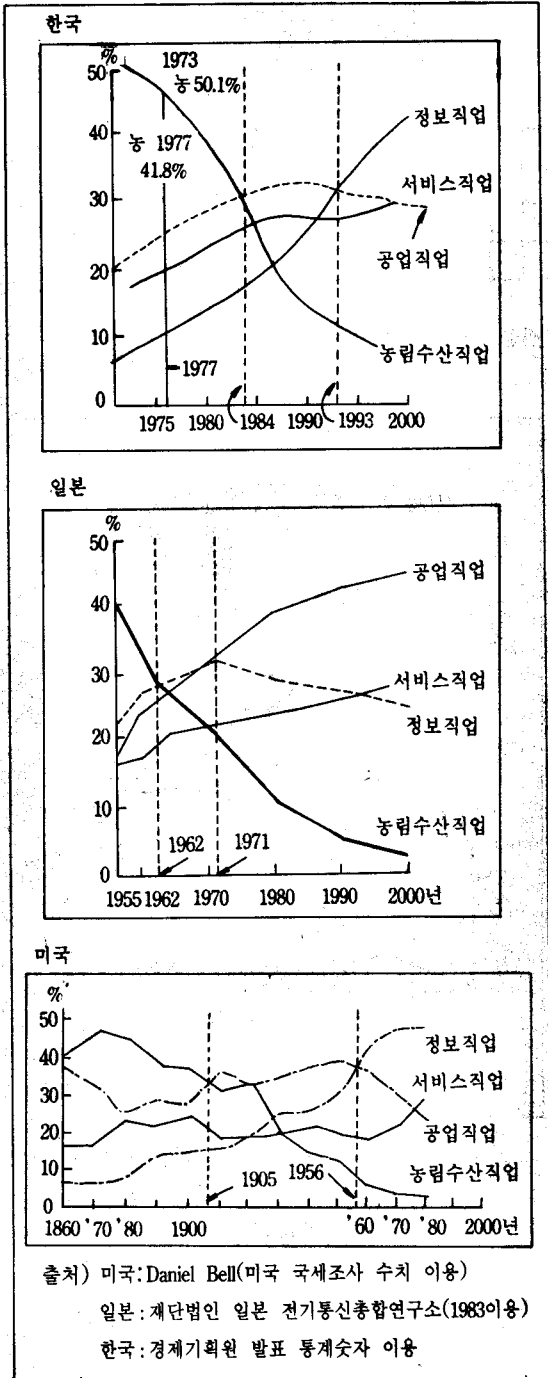


그림 4) 한국·일본·미국에 있어서의 직업별 취업구조의 변천
 출처: 「2000년」 1987년 6월호 p. 81. (김정흠)

미국의 경우 1980년 현재의 통계는

- 정보업 47%
- 서비스업 27%
- 공업 23%
- 농업 3%

→ 화이트 칼라 74%
 → 블루 칼라 26%

이고 일본의 경우는 (1980년 현재)

- 정보업 40%
- 서비스업 20%
- 공업 30%
- 농업 9.5%

→ 화이트 칼라 60%
 → 블루 칼라 40%

와 같다. 한국도 이 두나라의 경향을 뒤따르고 있다.
 또 한국의 경우 화이트칼라 대 블루칼라의 비는 그림 5처럼 변천해가고 있다. 최근 경제기획원이 발표한 바에 의하면 1990년인 금년 말에 가서 화이트칼라 대 블루칼라의 비는 53% 대 47%로 역전되리라 한다.

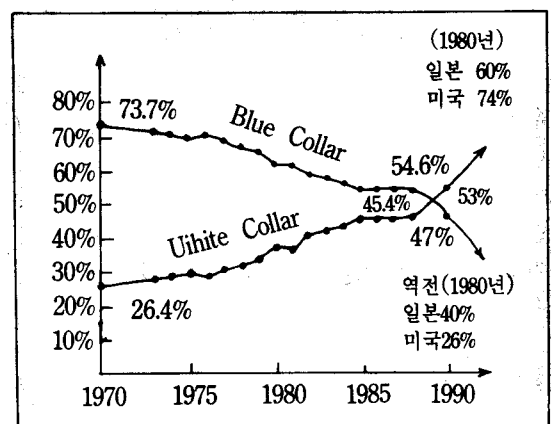


그림 5) 한국에 있어서의 화이트칼라세와 블루칼라세의 역전
 이렇게 육체노무자 대 정신노무자의 비율이 뒤바뀔때 그 사회는 크나큰 변혁을 겪는다. 1990

년의 이 시점의 한국이 바로 그렇고 1865년 전후의 일본이 바로 그랬었다. 단 미국의 경우는 1930년 전후가 그랬었다. 그러나 일단 이 교차시점을 넘으면 다시 안정된 사회구조가 정착이 된다. 즉 블루칼라 세와 화이트칼라 세의 교차 및 순위 변경이란 한마디로 그 사회에 있어서의 산업구조의 일대변혁기일 뿐만 아니라 가치관의 일대 변혁기에도 해당되기 때문이다. 1989~1990년의 한국은 바로 그러한 변혁기의 渦動中에 들어 있는 셈이다.

2. 미래 기술 사회의 발전 방향

(9) 10^0 에의 도전

도끼나 호미는 단 2개의 부분품을 갖는다. 날과 자루가 그 부분품의 전부이다 (간혹 가다가 제3의 부분품인 멈춤쇠가 끼여 있는 경우도 있지만). 간단한 구조이기에 누구나 손쉽게 조립할 수 있고 수리할 수도 있다. 그래서 그 값도 싸다. 그 값은 원료인 주철 값의 2배나 3배 정도 밖에 하지 않는다.

한편 손톱의 1/4크기를 갖는 4 M DRAM이라는 초(또는 극초)대규모집적회로(VLSI 또는 ULSI, Very or Ultra Large Scale Integrated Circuit)에는 960만개의 부분품이 들어 있다. 현미경으로도 겨우 볼수 있을까 말까 하는 세균 크기의 트랜지스터, 저항, 축전기등등 소위 전자 소자가 질서정연하게 설계도에 따라 나열되어 있고, 그 사이를 0.8μ 의 폭을 갖는 회로선이 종횡으로 연결되어 있다. 그 결과 그값(현재 개당 약200불)은 원료 값의 수 백만배나 비싸다. 부분품이 많을수록 고도의 부가가치가 추가되기 때문이다.

이 사실은 공업사회의 진전에 따라 공업사회가 나갈 방향이 무엇인가를 암시해 준다.

사실 한 나라의 공업수준은 그 나라의 주요상품 부분품 수가 몇개인가에 의해 잘 표현 될 수가 있다. 예컨대 구석기시대나 신석기시대의 주요상품인 돌도끼나 돌칼 또는 활이나 화살의 부분품 수는 대개가 둘 또는 셋 정도였다. 이것을 과학자들은 2×10^0 또는 3×10^0 이라 표시한다 (아시

다시피 10^0 은 1과 같다).

농업사회에 들어오면 달구지나 마차가 가장 복잡한 상품의 하나가 된다. 달구지나 마차의 부분품 수는 바퀴의 살 (Spoke)까지 넣어도 약100개, 즉 $100 = 10 \times 10 = 10^2$ 개이다.

그러나 마차나 우차는 특별경우이고, 농업사회에서의 주요 상품인 농기구의 부분품 수는 $1 = 10^0$ 또는 기껏해야 $10 = 10^1$ 수준의 것이다.

그것이 산업화 사회의 초기(유럽의 19세기, 한국의 20세기 전반)가 되면 주요상품의 부분품 수는 수십개 내지 수백개로 늘어난다. 예컨대 베틀이나 자전거 따위가 그것이다. 따라서

석기시대의 주요상품의 부분품 수는 10^0

농업시대의 경우는 $10^0 \sim 10^1$

초기 산업시대의 경우는 $10^1 \sim 10^2$

라 볼 수가 있다.

더 나아가 공업사회가 어느정도 완숙된 시대가 되면 주요 상품은 라디오, TV, 자동차 등등 복잡한 기계쪽으로 옮겨 간다. 예컨대 자동차는 초기에는 그 부분품 수가 6000~10000 개, 즉 6×10^3 내지 10^4 정도였다(현재의 고급차는 $2 \times 10^4 \sim 3 \times 10^4$ 정도). 예컨대 1940년대까지의 미국이나 유럽, 1980년대의 한국 공업 수준이 대략 이런 시대(10^4 시대)라 볼 수 있다.

그 공업화 사회가 더 발전되면 지금의 미국처럼 고도 공업화사회가 된다. 그렇게 되면 주요상품은 보잉 747 제트 여객기와 같이 부분품수가 30만개~50만개인 $3 \times 10^5 \sim 5 \times 10^5$ 또는 ICBM(대륙간 횡단 유도탄)이나 우주로켓처럼 부분품수가 100만개(10^6) 내지는 1000만개(10^7) 정도인 상품으로 바뀌게 된다. 예컨대 1969년에 띄워 올려 달세계까지 갔다는 아폴로 11호 우주선은 사령선이 700만개, 달착륙선이 500만개 합계 1200만개 (1.2×10^7)의 부분품을 갖는다. 쉽게 말해 1969년 당시의 미국의 공업수준은 10^7 수준이라 볼 수가 있다.

더 나아가 대형컴퓨터가 되면 그 부분품 수는 10^8 수준이 된다. 또 원자력 발전소도 전체 시스템으로는 10^7 수준이고, 인공위성무기 시스템은 10^8 수준이라 볼 수가 있다.

그래서 흔히들

세계 제 1 차대전은 10²의 싸움
 세계 제 2 차대전은 10⁴의 싸움
 세계 제 3 차대전은 아마도 10⁸의 싸움

이 될 것이라고들 한다. 그 뜻은 세계 제1차 대전의 주무기는 기관총으로서 그 부분품 수는 기껏해야 100개(10²) 전후인데 비해 제2차 대전의 주무기는 자동차(10⁴), 탱크(3 × 10⁴), 프로펠러 비행기(5 × 10⁴)등으로서 모두가 10⁴ 수준의 부품으로 되어 있다는 뜻이다. 그리고 물론 가공할 제3차 대전이 일어난다면 ICBM(10⁶)이나 우주무기(10⁸)가 주무기가 될 것임으로 싸움은 10⁸ 수준이 된다.

이 숫자는 우연(또는 당연)하게도 각 대전에서 사용되는 화력(화약의 톤 수로 표시)에 비례하기도 한다. 예컨대 제2차 대전에 사용된 총 화력은 TNT 환산 약 600만톤인데 비해 제1차 대전때는 수만톤이었고, 제3차 대전 때에는 아마도 600만톤의 1만배인 600억톤 수준(핵탄 하나의 화력만도 10만톤~100만톤이고 트라이던트(Trident)급 잠수함 하나의 화력만도 2차 대전 때의 총화력인 600만톤 정도)이라 추측되고 있다.

어쨌든 고도공업화사회가 되면 주종상품의, 또는 힘을 기울여야할 상품들은 고급자동차 (3 × 10⁴), VLSI 또는 ULSI인 4M DRAM(0.96 × 10⁷), 16M DRAM(4 × 10⁷), F18 전투기(5 × 10⁵), 헬리콥터(10⁵) 차력에 의한 원자력 발전기술의 개발(10⁷) 등등이 되어 10⁵~10⁷ 수준이 중심이 될 것 같다. 그리고 21세기에는 10⁸의 이상의 공업수준으로 진입할 가능성이 있다. 그리고 또 그 10⁸의 공업수준에 도전해야만 한다.

(10) 고도의 부가가치가 첨가된 미래상품들

미래 기술을 예측해보는 또 하나의 지표(index)가 있다. 그것은 상품의 단위 무게 당의 값이 얼마인가에 따라 구분하는 방법이다.

예컨대 외화 1만불을 벌어드리려 할 때 선박이라면 철광석 13t, 석탄 5t, 석유 3t의 합계 21t의 원자재가 필요하고 자동차의 경우라면 철광석 2t, 석탄 0.8t, 석유 0.5t의 합계 3.3t의 원자재가 필요해진다. 이에 반해 최신식 제트 여객기의 경우에는 보그사이트(bauxite) 100kg, 철광석 10kg, 석유

10kg의 합계 120kg이면 충분하고, VLSI(초대규모 집적회로)나 ULSI의 경우는 소요원자재는 1kg 미만으로 충분하다.

그 이유는 전자보다도 후자로 갈수록 제품의 부분품 수가 많아져 설계가 복잡해지고, 그 제품의 연구 개발에 무척이나 많은 연구개발비가 들어가기 때문이다. 그대신 제품은 고도로 정보화되고 지능화(자동화란 뜻)되어 고도의 부가가치를 추가하게 된다.

이 사실은 무자원국이라고도 할 수 있는 우리나라가 앞으로 나아가야 할 길이 무엇인가를 암시해준다. 우리가 항공기라든가 전자제품등등 고부가가치 제품을 지향해 나간다면 수입해 들여와야 할 자원량은 반감에 반감을 거듭하면서도 수출고는 오히려 배가에 배가를 거듭 할 수 있음을 뜻한다. 또 이것은 비단 우리나라와 같은 무자원국뿐만 아니라, 미국과같은 유자원국에서 마저도 지금까지 지향해온 공업정책이기도 했다. 부가가치가 높은 제품, 그럴려면 무척이나 많은 연구개발비의 투입이 필요한 제품, 따라서 고도의 첨단 기술을 구사 제품의 개발과 제조만이 미래사회에 군림할 수 있는 최상의 길인 것이다. 그리고 그 선상에 미래기술의 향방이 놓여 있다.

(11) t 상품에서 kg 상품으로의 도약

위의 사실을 좀더 구체화시킨 개념에 t 상품이란 낱말들이 있다. 예컨대 현재 우리나라의 주력수출상품은 전자제품, 섬유제품, 자동차, 신발등등인데 이 모두에 공통된 것은 한결 같이 그 무게당 값이 kg당 수불에서 10수불 사이에 있다는 점이다.

예컨대 전자제품의 대표격인 칼라 TV는 14인치 수출가가 어렵잡아 약120불이고 그 무게는 약8kg이다. 따라서 kg당의 값은 15불이다. 다음으로 섬유제품도 비슷하다. 대표로서 곰인형이나 양배추인형등등의 봉제품의 예를 들면 kg당 대략 15불 정도라고 한다 (가장 비싼 양복의 경우도 15kg 무게에 약150불이라 한다면 kg당100불이다). 신발도 마찬가지이다. 무게 약1kg의 가죽 구두의 수출가는 20~30불선이고, 운동화는 kg당 5불~20불 수준이다. 평균잡아 이것 역시 kg당 15불이라

하면 위의 두 경우와 일치시키기 위해 너무도 조작된 숫자일까?

또 약 950kg의 무게를 갖는 소형자동차의 수출가는 6000불~7000불 수준이므로 자동차의 kg당 수출가는 7불 전후이다. 의외로 많이 수출되는 자동차 타이어 역시 kg당 5~7불 수준이다.

상품의 무게 1t, 1kg, 1g, 1mg당의 값이 1\$~900\$ 사이에 있는 상품을 각각 t상품, kg상품, g상품, mg상품이라 부른다면, 우리나라의 현재 주종수출상품은 모두가 kg상품인 셈이다. 이것을 지난 1950년대 이전의 수출구조와 비교해 보면 그 차이는 명백하다. 1950년대 이전의 우리나라 주종 수출품은

쌀 : t당 300불(국제시세)
시멘트 : t당 40불 전후
비료 : t당 60불 전후
모래나 자갈(건축재): t당 2~3불 등등 이었다.

그러나 1950년대 및 그 이전의 시대는 t상품의 시대라 볼 수가 있다. 그러나 1960년대 이후의 공업화정책에 의해 우리나라의 산업은 t산업에서 kg산업으로 바뀐셈이다 (kg산업이나 t산업의 뜻도 위의 kg상품·t상품때와 동일하게 정의한다). 그 kg상품은 어렵잡아 t상품보다 약 1000배의 부가가치를 지닌다고 볼 수가 있다. 사실 1960년 당시의 우리나라의 수출고는 3400만불에 불과한데 비해 1989는 현재의 수출고는 그것의 약 1800배인 600억불이다. 달러의 구매력 이라던가 여러가지 조정인자가 작용하겠지만, 단적으로 말해 공업화 이전의 t상품시대에 비해 공업화된 현재의 kg상품시대의 수출고가 약 1000배로 늘어났다는 것은 우연의 일치라기보다 t상품에 대한 kg상품의 부가가치에 기인한다고 보는것이 더 옳을듯 하다 (사실 수출입 물량의 톤수는 1960년이나 지금이나 2~3배정도밖에는 차이가 나지 않는다. 항만시설이나 하역능력은 30년사이에는 그리 크게 변하지 않기 때문이다).

그리고 이제 그 kg상품을 만들어내는 kg산업은 포화상태에 들어가고 있다. 공업종사자수가 농업종사자수를 누르고 수위로 뛰어오른 (이것을 공업화시대 원년이라 부르기로 하자) 1984년(그림

3 및 표 2 참조)를 전후로 해서 우리나라의 수출고나 GNP증가율은 1960~1970년대와는 달리 답보상태(1981년 및 1989년)에 가깝거나 또는 그 증가율이 몹시 둔화되고 있다. 당연한 일이다. 왜냐하면 t산업이 거의 완전히 kg산업으로의 변혁을 완속시켰기 때문이다. 이제 새로운 변혁이 요청되고 있다는 것이다.

(12) kg산업에서 g산업으로의 도전

그 새로운 변혁이란 kg상품에서 g상품으로의 변환을 뜻한다. 주지하는 바와 같이 1950년대 이전의 t산업으로부터 1980년까지의 kg산업으로의 변환인 공업화 과정(한국에서의 산업혁명이라 말할 수도 있다)에서 필요한 기술은 보통기술 또는 포화기술이었으며 또 그것으로 충분했었다. 즉 이미 선진국에서 수십년전 또는 100여년 전에 거의 완성시킨 기술을 로얄티만 물고 도입만 하면 되었었다. 저GNP의 나라치고는 무척이나 고등교육을 받은 인재가 많았고 또 근면한 국민이었기 때문에 이렇게 들여온 기술은 손쉽게 단시일내에 소화되고 흡수되었었다. 그 뿐이라 1970년대에는 이미 그 기술을 한 단계 높일 수 있을 정도로까지 우리 기술력의 향상은 대단하였었다. 이것이 한강의 기적을 낳게한 원동력이었다. 그러나 기술력의 향상은 1980년 무렵부터 둔화되기 시작했다. 지금까지 우리에게 기술을 이전했던 선진국들이 한국을 경쟁상대자로 인식하기 시작했고, 부머랭 효과(boomerang effect)를 근심하기 시작했기 때문이다.

선진국이 후진국에 기술이전 하면 그것을 배운 후진국이 그 기술과 짝 임금을 결합킴으로써 국제시장에서 선진국 상품을 되려 누르게 되는 효과를 부머랭 효과라 부르게 되었다. 이런 이유로 1984년에 공업화사회 원년으로 돌입 하자마자 (그림 3 및 표 2 참조), 또는 그 전후에 우리의 성장은 둔화될 수 밖에 없었다. 새로운 돌파구를 찾아야 했던 것이다. 그 새로운 돌파구란 바로 첨단기술의 개발을 통한 kg산업으로부터의 탈출과 g산업으로의 진입이었던 것이다.

그리하여 1980년대에 들어와 정부는 첨단기술의

표 3) 우리나라의 (R&D)/(GNP) 비율의 증가 추세

년도	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
(R&D)/(GNP) (%)	0.8	1.08	1.4	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6
증 가 율 (%)		0.28	0.32	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2

개발을 머리에 두면서 연구개발비(R&D) 투입에 온갖 노력을 다했었다.

그 결과 R&D의 GNP(Gross National Product, 국민총생산)에 대한 비율은 엄청난 증가를 보였던 것이다(표 3참조). 모든 선진국의 (R&D)/(GNP) 비율이 2.6%~3.0% 수준에 들어 있다는 것을 고려한다면 적어도 R&D 지원 노력에 있어 우리도 이제 후미이긴 하나 선진국대열에 끼게 되었음을 알 수가 있다.

물론 선진국에 비해 GNP 자체가 작기 때문에 R&D의 절대액은 미국의 1/50도 되지 않을 것이다. 그러나 우리가 가능성이 있는 미래기술 몇 개에 최우선 순위를 정하고 열심히만 따라간다면, 몇몇 첨단기술에서는 세계의 선진국과 수위를 다퉈수 있게 될지도 모른다. 예컨대 4 M DRAM 이나 16 M DRAM 등 기억소자의 개발에서는 이미 R&D 효과가 나타나 현재 이미 2~3위 순위를 다퉈 정도가 되어있다.

어쨌든 이제 우리의 산업은 kg산업에서 g산업으로의 탈피를 위해 무진 애를 쓰고 있다. t 산업에서 kg산업으로의 변신이 보통기술(포화 기술)에 의해 손쉽게 이루어진 것과는 달리 kg 산업에서 g 산업으로의 변신에는 첨단기술이 필요하다. 그 첨단기술은 로얄티를 물고 사들여올 수는 없다. 어느나라나 부머랭 효과를 꺼리고있기 때문이다. 따라서 자체 개발하는 수 밖에 없다. 이제 남의 도움만 바라던 시대는 지나간 것이다. 우리의 1990년대는 그런 시대의 시작인 것이다.

(13) g상품과 첨단기술

그렇다면 구체적으로 g상품이란 어떤 것이며 어떻게 개발이 되는 것인가? g상품의 대표적 예는 아폴로 우주선이다. 아폴로 우주선은 사령선과

착륙선을 합해서 무게는 45t 이고, 값은 1기당 4 억불이라 한다. 45t은 4500만 g과 같으므로 아폴로 우주선의 g당 값은 약 9불(1969년 당시의 화폐 가치로)이다. 또 하나의 예는 미국이 약20년 전에 개발한 F15 전투기이다. 12.5t(1250만 g)무게의 이 전투기의 값은 4000만불이다. 따라서 g당 값은 32 불로서 이것도 역시 훌륭한 g상품이다. 우리가 앞으로 1990년대에 도입도 하고, 라이선스 프리덕트(licence product)도 하게될 F18 전투기도 물론 g상품이다. 또 다른 예로는 VLSI 또는 ULSI가 있다. 우리나라가 개발해내고 지금 한창 대량생산 단계에 들어 있는 1 M DRAM 이라는 VLSI는 무게가 약1g이면서도 그 값은 10불(1년 전만해도 25불이었다)이나 한다. 따라서 g당 국제 금 시세인 g당 12불과 거의 같다. 또 최근에 개발이 완성되어 月産 10만개 수준으로 생산되고 있는 4 M DRAM의 값은 현재 100불 (수개월 전만해도 200불 호가) 수준으로서 g당 100불의 무척이나 수준높은 g상품이다. 그리고 이 4M DRAM은 값에 맞맞는 고기능, 즉 손톱크기이면서도 51만자의 기억능력을 소유하고 있다. 또 외국제이긴 하지만 필자가 손목에 끼고 있는 50g 무게의 “말하는 손목시계”(상품명 WRISTALK)의 값은 85불이고, 명함 크기의 무게 40g되는 FM/AM 라디오의 값은 70불이다. 따라서 각각 g당 1.7불, 1.75불인 g상품이다. 이런 시계는 2개 국어로 현재시각을 알리고, 자명종 장치를 눌러두면 약속 시간에 2개 국어로 약속시각과 그 약속시각의 도래를 알려주고 또 다른 단추를 누르면 20분내내 매분마다 경과시간을 음성으로 알려 준다는 고기능 덕택으로 그 g당 값이 엄청나게 비싸진 것이다. 또 명함 크기의 두께 3.6mm의 FM/AM 라디오는 그 경박단소함과 깨끗하고 고충실한 음질때문에 하나도 비싸다는

느낌이 나지 않는다. g상품들은 이렇게 고기능을 갖기때문에 원자재에 비해 수만 배에서 수백만 배나 비싼 값으로 팔릴 수가 있다. 그리고 그런 고기능을 발휘하기 위해서는 고도의 첨단기술이 필요했던 것이다. 그렇다면 그런 첨단기술이란 도대체 무엇이며, 또 첨단기술에는 어떤 것이 있는가? 그리고 그들의 특징은 무엇이며 앞으로 어떤 방식으로 발전되어 나갈 것인가?

3. 첨단기술과 그 向方

(14) 첨단기술이란?

전자공학(electronics), 광통신(optical communication), 뉴 미디어(new media, 새로운 통신매체), 신에너지, 신소재(new material), 생물공학(biotechnology, 생명공학이라고도 함), 항공, 우주, 자기부상 전철등등 기술혁신의 템포가 빠르고, 연구개발력과 높은 기술 수준을 필요로 하는 기술 또는 산업을 첨단기술(advanced technology) 또는 첨단산업이라고 한다. 그 첨단산업은 1980년대 이래 21세기에 걸친 성장산업이라 간주되어 각국마다 그 육성에 힘쓰고 있는 산업이기도 하다.

첨단기술은 대별해서 둘로 갈라진다. 항공, 우주, 해양, 원자력등등 군사이용과 관련이 깊은 대형 기술은 국가 프로젝트로서 개발되는 것이 보통으로서 선도기술(leading-edge technology)라 불리고 있다.

한편 전자공학, 광통신, 생명공학등등은 민간기업에 의한 민생용, 산업용개발이 주체이며 하이테크놀로지(high technology) 또는 하이 테크(high tech)라 불린다. 후자의 경우라도 신소재, 초전도, 초고속컴퓨터 등 장기간의 개발을 요하는 것에 대해서는 국가적 지원이 투입되는 것도 있다.

일반적으로 항공, 우주, 원자력 등 소위 선도 기술쪽은 그 코스트(cost)보다도 성능쪽이 더 중시되는 관계로 개발에 장기간의 세월과 다액의 국가자금을 요한다. 예컨대 사람을 달에 착륙시키고 무사히 지구에 귀환시키는 아폴로(Apollo) 계획은 만 8년의 세월과 240억불의 개발비가 소요되었었다. 그 대신 이 아폴로 계획에 의해 개발된

신기술은 대소 합쳐서 약 50만가지나 된다하며, 그중 상당히 많은 것이 민생용으로 넘겨지기도 하였다.

그래서 선도기술은 처음부터 그 기술파급효과에 크게 기대된 바 있었다. 그러나 코스트보다 성능 중시의 원리상 민생용이나 산업용으로 적용하기에는 코스트의 장벽이 너무도 크다는 것이 점차 밝혀지고 있다.

이에 반해 하이테크쪽은 처음부터 품질과 코스트사이의 균형을 중시하는 민간주도의 개발기술인 만큼 그 시장성장성이 높게 주목되고 있다.

(15) 첨단기술의 특징

첨단기술은 물론 시대에 따라 그 내용이 달라진다. 예컨대 구석기 시대에 있어서는 돌도끼마저도 첨단기술이었고, 초기 농업시대에는 호미나 가래도 첨단기술이었을 것이다. 따라서 대장간은 말하자면 그 시대에 있어서의 가장 앞서가는 첨단산업중심지였을 것이다. 다시 말해 첨단기술이란 그 시대에 있어서 가장 앞서가는 기술 또는 가까운 장래에 활짝 꽃이 피게 될 기술을 뜻한다.

그러나 여기서는 그런 극단적인 정의가 아니라 앞 절에서 예를 든 전자공학, 광통신, 신소재, 생명공학, 우주 및 항공기술등등을 일단 1990년 현시점에서의 첨단기술이라 보기로 하자. 그런 경우 이들 첨단기술 사이에는 여러가지 공통점이 있음을 알 수가 있다.

그 공통점이란① 부분품 수가 많아 10⁶수준이상의 기술이라는 점 ② 지식집약적이어서 고도의 연구개발비가 투입된다는 점③ 고부가가치를 갖는 g상품 내지는 mg상품이라는 점④ 마이크로 엔지니어링(micro-engineering) 즉 초미세기술을 바탕으로 삼고 있다는 점 등을 들 수가 있다.

예컨대 바이오 테크놀로지에서의 유전자 재조합기술은 고도의 현미경적인 초미세 조작기술이 필요하다. 한 예로 당뇨병 치료제인 사람 인슐린(human insulin)을 대량생산하는데는 대장균의 DNA에 사람의 DNA중 인슐린 분비를 관장하는 부분을 잘라내서 결합시켜야 한다. 대장균의 DNA는 약 400만개의 염기(A = Adenine, T = Thi-

mine, G = Guanine, C = Cytosine의 4가지)로 구성되어 있으므로 그 부분품 수는 10^6 수준이라 볼 수가 있다. 여기에 사람 DNA중 40여개의 염기로 구성된 사람인슐린 분비 관장 부분을 잘라내서 재결합시키는 일은 앞서 말한바와 같은 초미세 기술(micro-engineering)에 들어 간다고 보아야 한다.

또 신소재의 대부분, 예컨대 뉴 세라믹(new ceramics)의 경우 무척이나 곱게 간 고순도의 원료 소재를 필요로 한다. 이것으로 예컨대 세라믹엔진을 만드는 데는 컴퓨터를 써서 이 초미세의 성분입자들을 정해진 비율로 배합을 해야만 한다.

또 VLSI 등에 사용되는 실리콘 결정의 순도는 $10^9 - 10^{10}$ (10억분의 1 또는 100억분의 1)의 수준

이어야 한다. 또 VLSI등 고집적화된 전자회로 기술은 현미경적 기술을 요하며, 4M DRAM의 경우 그 회로선폭은 $0.6 - 0.8\mu$ 의 수준이고 손톱크기에 모아진 전자소자수는 960만개 즉 0.96×10^7 의 부분품을 갖는다.

이렇듯 첨단기술중에서도 가장 기둥이 되는 마이크로 일렉트로닉스(ME = Micro Electronics), 신소재, 생명공학 기술은 모두가 위의 ①, ②, ③, ④의 특성을 갖는다. 그 결과 이들의 대부분은 g상품의 성격(신소재의 경우는 g상품이라고는 할 수 없으나 그래도 재래의 소재에 비해 월등하게 고가)을 갖는다. 그리고 이런 기술개발에는 막대한 연구개발비가 투입되어야 한다는 것은 두말할 필요조차 없다.

◎ 오사카 국제 공작기계 박람회
(JIMTOF/Japan Int'l Machine Tool Fair)

- 1) 개최기간(주기) : '90. 10. 26~11. 4(격년)
- 2) 개최국(도시, 전시장명) : 일본(오사카, INTEX Osaka)
- 3) 전시면적 : 836,308 S/F
- 4) 전시품내용 : 공작기계, 기계장비류
- 5) 성격 및 현황 : 21개국 822개업체 참가('86)
'62년 처음 개최되어 현재 동일분야 세계 3대 박람회로 성장 동경과 격년 개최
- 6) 주 최 : Osaka International Trade Fair Commission, INTEX Osaka 1-1-12, Nankokita, Suminoeku Osaka 559, Tel : 06/6123773. Tlx : 5267660, Fax : 06/6128585