

고도과학기술사회실현과 청소년 과학사업

靑少年에게 科學하는

마음과 希望을...

趙完圭

(서울大學校 總長)

21세기가 되면 고도산업사회가 될 것이라고 내다보고 있다. 말하자면 고도로 발달된 과학기술에 의존해야 하는 사회가 된다는 것이다. 앞으로 10여년을 남겨놓고 있는 이 시점에서 여러 나라들은 저마다 21세기를 맞을 준비를 하고 있다. 그렇다면 10여년 뒤에 올 사회는 어떻게 달라질 것이고, 소위 고도산업사회란 어떤 특징을 지니고 있으며, 그같은 사회를 맞기 위해서 우리는 어떤 준비가 필요하고, 특히 그 때 가서 주인이 될 오늘날의 청소년에게 과학기술의 중요성을 깨닫게 하고 창의력을 일찍부터 계발하도록 하기 위해서 어떤 사업을 어떻게 전개해야 할 것인가를 검토해 보기로 한다.

◇ 고도과학기술 사회란

4년전 한국개발연구원에서 「2000년을 향한 국가장기발전구상」이라는 보고서를 내놓은 일이 있다. 이 보고서는 첫째, 20세기에 들어와 세계 각국이 정치·경제·사회·문화 등 여러 면에서 눈부신 발전이 있었고, 특히 과학기술의 급진적인 발달로 말미암아 생활양식 등에 큰 변화를 가져오게 하였으나 21세기 기술 집약산업이 발전하게 되므로 고급 과학기술 인력의 수요는 급

속히 증가하고 평균 근로시간이 감소하여 여가가 늘어 레저·스포츠 산업이 급성장하게 된다.

교통·통신의 발달과 국가간 상호의존 관계가 심화되면서 해외여행·체육·문화교류가 늘고 대중 수송수단의 발달로 지구촌 개념이 보편화하게 된다.

우리나라는 고속도로망이 남북·동서로 형성되고 전국이 1일 생활권화될 것이다. 전화통신망과 개인용 컴퓨터 등이 연계된 통합정보통신체계가 단계적으로 도입되면서 정보화 사회가 전개되어 가정생활·기업경영 및 행정 업무 처리 등에 새로운 차원의 변화가 발생하게 된다.

공장자동화와 정보 처리 능력의 증대로 지식 집약적인 정보산업이 크게 성장한다. 우리의 높은 교육열은 그대로 지속되어 고학력 사회가 되고 정규교육뿐 아니라 사회교육이 확충되면서 새로운 기술과 지식을 흡수하여 국민 모두가 과학기술의 급속한 진보와 정보사회의 도래에 대처하게 된다.

경제도 크게 성장하게 되어 2,000년이 되면 국민 총생산은 2,500억달러에 이르고, 오늘날의 무역량 600억 달러가 그 때에 이르면 2,430억 달러가 되며 40억 달러의 흑자무역이 될 것이며, 국민 총생산은 세계 15위에 이르고 무역량도 세계

에서 접하는 비중으로 보아 10대 교역국의 하나로 부상하게 되며, 태평양지역 경제협약기구의 중요한 일원이 된다는 것이다.

전문가들의 세밀한 분석과 전망이었음에도 불구하고 오늘날에 와서는 이미 100억 달러에 이르는 무역흑자를 내고 있고 「원고」의 고통을 이겨내야 하며, 1991년에 이르러 1인 소득이 이미 5000달러를 넘을 것으로 전망하고 있는 것이다.

또 이 보고서에 따르면, 21세기 초에 고도산업 및 정보화 사회, 평준화와 다양화가 같이 있는 사회, 국제화된 사회가 된다고 한다. 산업구조면에서 부가가치가 높은 산업과 소프트 산업의 비중이 증가하고 컴퓨터·통신기술의 발달로 정보화 현상이 급속히 진전되어 기업활동은 물론 개인생활 및 사회생활에 있어서도 혁신적인 변화가 이루어져 생활이 편리해진다.

지금까지 한국개발연구원의 보고서에 따라 2,000년의 우리나라 사회의 변화된 모습을 그려보았다. 이러한 장미빛 전망은 그 사회를 구성하는데 기반이 될 첨단기술의 성공적인 개발능력을 전제로 하고 있다. 그렇다면 어떤 기술이 첨단에 속하는가를 간단히 알아보기로 한다.

소위 근래 우리가 이야기하는 첨단기술의 대표적인 것은 반도체·정보산업·통신공학·신소재·유전공학 등을 들 수 있다. 이들의 발전은 단순히 생산의 양적 증대와 품질 및 성능개선에 그치지 않고 사회구성원들의 생활양식을 구조적으로 바꾸어놓는 힘으로 작용하고 있다.

이런 생활양식의 변화는 「정보화 사회」라는 국면의 전개로 대변된다. 정보화 사회가 진행됨에 따라 정보량의 증대, 정보처리 기능의 확대, 정보분석 및 활용능력의 향상 등 산업분야에서의 생산성의 향상과 함께 고용구조가 변화하여, 이는 사회 각 분야로 파급될 것이다.

생산 부문에서는 CAD/CAM 등의 도입에 따라 생산과정의 정보화로 사람 대신 기계가 일을 맡게 된다. 사무관리·행정·금융·교육 등에 있어서도 통신 시스템 및 컴퓨터의 발달로 고능률화·성력화가 실현된다. 이와 같이 산업과 사회의 각 분야에서 정보화가 진전됨으로써 단순작

업 등은 컴퓨터를 이용한 기계 등에 의존하게 되어 이것이 바로 정보사회의 특징이 된다.

첨단기술 중 먼저 전자 분야를 알아보자. 최근 소자 및 부품의 집적도가 향상됨에 따라 전자관계 기기가 작아져가고 고성능화와 소비전력의 절감이 이루어지고 있기 때문에, 집적회로의 집적도 향상을 위한 연구개발 및 시설투자가 활발하다.

최근 집적회로의 집적도가 10소자 이상을 집적시킬 수 있는 VLSI가 개발되어, 메모리의 경우, 우리나라에서도 1메가 D램의 개발이 가능해졌다. 이와 같이 반도체 소자의 집적도를 고도화하고 고기능화하기 위한 개발 요구가 커지고 있으나, 현재 사용하고 있는 실리콘 소자로서는 한계가 있기 때문에 새로운 소자의 개발연구가 활발하다. 조셉슨 소자·GaAs 소자·3차원 회로소자 등이 그 예가 된다.

조셉슨 소자는 실리콘 소자에 비해 10배의 동작속도를 내고 있다. GaAs는 갈륨 비소의 화합물 반도체로서 실리콘 반도체보다 50배나 동작속도가 빠르다. 3차원회로 소자는 LSI를 고층빌딩처럼 쌓아 올려 집적도를 높이는 것이며, 이에 대한 연구가 활발하다. 진공관이 제1세대, 트랜지스터가 제2세대, 대형 실리콘 집적회로가 3.5세대, 그리고 현재는 최대형 실리콘 집적시대가 되어서 제4세대라고 하고, 선진국에서는 인공지능 컴퓨터로 제5세대 컴퓨터의 개발에 심혈을 기울이고 있다.

제5세대 컴퓨터가 되면, 눈·귀·입이 있으며, 말을 할 줄 알고, 상식 문제를 해결할 수 있으며, 초고속 처리능력을 가지고, 다형태의 데이터 베이스를 구비하고 있는, 말하자면 사람처럼 연상·추론·학습기능을 가진 컴퓨터를 가르킨다. 2,000년대에 이르면 이같은 컴퓨터가 출현할 것으로

이 글은 지난 7월 8일 한국과학기술진흥재단이 주최한 「고도과학기술사회실현과 청소년과학사업을 위한 심포지움」에서 발표된 것이다. ……〈편집자註〉

기대하고 있다.

반도체 칩을 이용하는 경우, 역시 그 기능의 한계가 있기 때문에 근래 소위 「바이오 칩」의 연구에 들어가고 있다. 반도체의 기능을 생물의 구성성분인 단백질 분자를 이용하자는 것이다. 만일 이것의 개발이 성공되면 소위 「바이오 컴퓨터」라 하여, 동작속도는 현저히 빨라져 극대화되고 컴퓨터의 크기는 극소화된다.

만일 컴퓨터를 이용하여 이를 기계에 작동시켜 동작하게 하는 소위 메카트로닉스가 발달하게 되면 지능 로봇을 생산할 수 있다. 산업로봇에 마이크로 프로세서나 센서를 조립시켜 감각·인식·판단기능을 갖게 하여 인간에 가까운 동작을 할 수 있도록 한 것이다. 현재 시각·촉각을 가진 지능 로봇이 실용되고 있으며, 이는 원자력 발전용·해양개발용 등 극한작업 및 의료 분야에서 활용될 것이다.

전자기술의 진전에 따라 CAD/CAM의 대량 보급 시기를 맞게 된다. CAD란 Computer Aided Design의 머리글자로, 컴퓨터를 조수로 하여 설계한다는 것이고, CAM이란 Computer Aided Manufacturing의 머리글자로, 컴퓨터를 보조적으로 사용하여 가공한다는 뜻이다. 종래의 종이나 연필로 설계하는 것에 비해 설계시간이 대폭적으로 단축되고 능률이 비약적으로 향상된다. 그래서 부품이 수만인 항공기를 비롯하여 선체 및 자동화의 설계 등에 이용되고, LSI의 설계·복장산업이나 금형 설계 등에도 활용된다.

점차 과학과 기술이 발전함에 따라 새로운 재료의 수요가 늘게 된다. 우주선이 지구로 귀환할 때 공기와의 마찰로 발생하는 열에 견디낼 선체가 개발되지 않는다면 오늘날의 우주개발의 꿈은 실현되지 못하였을 것이다. 이같이 사회가 발전하면서 신소재의 개발 필요성이 증대함에 따라 그에 대한 연구가 활발하다. 그 중 파인 세라믹스가 있다. 이는 종래의 세라믹·금속·유기재료에서 찾아볼 수 없는 우수한 내열성·고강도·내마모성·전기전열성·생체순응성 등 많은 특성을 지니고 있다.

현재 파인 세라믹스 가운데 전자용 세라믹스

는 집적회로 기관·각종 센서 등에 이용되고 있고, 바이오 세라믹스는 인공뼈·인공치아 등에 쓰이고 있으며, 엔지니어링 세라믹스는 절단공구·베어링·고효율 열기관 재료 등에 이용된다. 앞으로 세라믹스로 된 자동차 엔진 등에 대한 연구가 진행될 것이다.

신소재 가운데 광섬유가 있다. 가늘고 투명한 섬유에 빛을 전달시킬 수 있는 섬유를 가르킨다. 최근 이것은 광통신이나 컴퓨터·레이저 기술에의 응용을 위해 연구개발을 하고 있으며, 일부는 널리 이용되고 있다.

특히 위 카메라 등 의료용 광학전달용으로도 응용되고 있다. 광섬유는 그 직경이 20~50마이크론 가량의 가느다란 섬유인데, 이를 광통신용 전달 케이블로 응용하는 경우, 동선, 케이블의 약 1,000배의 정보량을 전송할 수 있다. 또한 전기잡음을 없앨 수 있어서 잇점이 크다.

다음 신소재로는 탄소섬유를 들 수 있다. 이것은 강도와 탄성률이 높고 탄소질을 90% 이상 함유한 섬유로서, 합성섬유를 태워서 만드는 것과 석탄·석유피치로부터 만드는 것의 두 가지로 구분된다. 원료가 싸고 비중이 작기 때문에 수지를 침투시켜 탄소섬유강화플라스틱으로 널리 이용한다. 항공기 날개 등 구조재로 사용되어 연료소비를 크게 줄이고 있다. 양산될 경우, 자동차에의 활용이 크게 늘 것이다. 플라스틱은 대체로 금속이나 세라믹에 비해 내열성이나 경도가 떨어지지만 성형가공은 극히 우수하여 유연성이 풍부하다.

그 때문에 플라스틱의 잇점을 유지하며 결점을 최대로 보강한 것을 엔지니어링 플라스틱이라고 해서, 주로 자동차·전기전자기기·정밀기기 등의 기본소재로 쓰이게 된다. 신소재에서는 이밖에도 형상기억합금이 있다. 이것은 자기의 본래의 모습을 기억하고 있는 금속재료이다. 니켈과 티타늄의 합금이고, 구겨놓더라도 온도의 변화에 따라 원래의 형태를 다시 기억해낸다. 성형가공이 자유롭고 일단 어떤 모양의 형태로 가공하면 영구히 그 모습을 보전할 수 있다는 특징 때문에, 그 응용의 길은 인공위성의 연결

장치에서 주택난방용·온수관벨브·화재경보기 등에 이르기까지 다양하게 쓰여질 전망이다.

첨단기술 가운데 근래 가장 주목이 되고 각국이 경쟁하다시피 연구개발에 열을 올리고 있는 분야가 소위 유전공학 분야이다. 1973년 대장균에 다른 세포로부터 얻은 유전자를 이식시켜서 새로운 대장균을 만들어 내는 데 성공한 후, 생물의 특성을 이용했을 때, 이는 산업화할 수 있고 그 범위는 우리가 상상할 수 없을 만큼 광범위 하리라고 내다보고, 결국 유전공학적 방법을 이용했을 때 인류가 직면하게 될 큰 문제들, 즉 식량의 부족, 에너지 자원의 고갈, 질병, 환경의 오염 등을 해결할 수 있을 것이라고 내다보고 있다. 제3의 산업혁명이라고 할 만큼 그 장래를 전망하고 있으며, 유전공학적 기술로 생산된 산물의 방대한 시장성 때문에 각국이 그 연구개발에 박차를 가하고 있는 것이다.

사람의 인슐린을 생산하는 유전자를 대장균 등에 이입시켰을 때 대장균이 분열할 때보다 인슐린을 생산하게 됨으로 일시에 순수한 사람의 인슐린을 대량으로 얻을 수 있다든가, 각각 특성이 다른 두 가지 성질을 한꺼번에 나타나게 할 수 있으며, 우수한 종자의 핵을 다수의 난세포에 이식하여 일시에 우수한 씨를 다수 얻을 수 있다는 것들이 소위 유전공학적 기법에 의해서 가능해지는 것이다.

이런 방법을 이용했을 때, 당뇨병 치료·암의 치료, 혹은 그밖의 고질적 병의 치료제를 생산할 수 있고, 환경의 오염물질을 먹어치우거나 분해하는 미생물을 만들 수 있고, 환경의 오염물질을 먹어치우거나 분해하는 미생물을 만들 수 있고, 추위에 강하거나 가뭄에 강하고, 또는 다수확 등 새로운 식물품종을 개발할 수 있으며, 공중질서를 고정해서 비료를 주지 않더라도 자라는 벼나 보리 품종을 개발할 수 있으며, 종래 크기의 2~3배의 몸 크기를 하고 있는 가축을 생산할 수 있게 되고, 또 석유대신 식물로 알콜 등 대체 에너지를 생산할 수 있는 것이다.

이처럼 유전공학의 기술로 많은 문제가 해결될 것이라고 내다보고 있기 때문에 우리나라도

이를 국가적 차원에서 육성하려고 하고 있다.

◇ 청소년 과학사업

앞서 언급한 고도 산업사회는 앞으로 10~20년 사이에 구현된다고 본다면 오늘의 청소년은 바로 그때의 주역이 된다. 이들의 창의성과 기술개발 능력의 소유 여부는 곧 그 시대의 산업사회의 수준과 방향을 결정짓게 되는 것이다. 오늘이 시점에서 특히 청소년을 대상으로 한 과학사업의 중요성이 강조되는 것은 바로 이 때문인 것이다. 이들 청소년을 대상으로 한 과학 및 기술교육은 통상 초등 및 중·고등학교에서 교과서 내용에 따라 행해지고 있지만 학교 교육만으로는 우리가 기대하는 것만큼의 소득을 올릴 수는 없다. 어느 나라에서나 학교와 교실을 중심으로 한 과학교육에 중점을 두고 있긴 하지만 그 밖에 학교 외의 시설을 통한 과학 교육에도 크게 관심을 가지고 있다. 가령 선진국에서 볼 수 있는 과학관·자연사박물관·역사박물관·수족관·식물원·동물원 등이 학교 교육의 부족한 점을 보완해주는 중요한 교육시설 구실을 하고 있다. 이들 시설은 단지 전시만으로 그치는 것이 아니라 늘 일정 프로그램을 편성하여 청소년에 대한 과학기술 보급, 호기심의 유발, 창의력의 개발, 과학·기술의 이해 등을 돕도록 하고 있는 것이다.

우리나라에서는 그 동안 국립과학관과 시·도마다 학생과학관이 설치되고 있고 동물원·식물원 등이 오래 전부터 있긴하지만 이들 시설들이 다른 나라처럼 체계 있게 교육·훈련 프로그램을 운영하여 왔다고는 볼 수 없다. 특히 우리의 장래 희망인 청소년들을 위한 과학기술 교육 진흥을 위해서는 보다도 체계적이고 효과적이며 학교 내 교육과 연계가 된 교육 장소와 교육 과정이 마련되어야 할 것이다. 특히 학교내에서 행해지는 교과서 중심의 과학기술 교육이 그 내실을 기하지 못하고 있다는 것을 전제로 하여야 한다. 부실하였던 이유는 과학실습 교육의 시설이 미비하고, 실습 교육에 드는 재원이 크게 제

약되고, 또한 실습 담당 교원의 실험 경험이 부족한 때문이었다고 할 수 있다. 이러한 관점을 토대로 해서 몇 가지 방안을 제시하고자 한다.

첫째는 학교 밖 과학기술교육의 중심체적 기능을 할 기구의 설립이 필요하다. 특히 부처별로 분산되어 있는 청소년 관련단체를 규합 혹은 연합하여 「청소년 과학기술 진흥을 위한 협의체」를 구성하되 그 기구는 현 「한국과학기술진흥재단」내에 설치한다. 이 협의체에서는 유관단체들의 협력을 통한 효율적인 과학기술 교육과정을 편성하여 체계있는 과외교육을 실시한다. 가령 한국청소년연맹이나 보이스코우트연맹에서는 각각 특별 교육과정을 마련하여 청소년에게 탐구능력을 촉진시키는 것이다.

둘째는 과학관, 학생과학관, 동·식물원, 박물관 등 기존의 과학교육시설을 확충하여 그 시설을 통한 과학교육을 실시한다. 이 시설들을 서로 연계하여 전시, 시범실습, 실제실습 등 활동 기회를 증대시켜서 학교 교육의 보완을 꾀하는 것이다. 특히 과학관이나 학생과학관은 자연사박물관의 시설을 동시에 구비하여 계절에 맞게 전시물을 교체하여야 한다. 또한 이 시설에서는 학생을 위한 실습교육뿐 아니라 초·중·고등학교 과학실습 연수의 기능도 할 수 있게 하여 최소한도 교과서 내에 제시된 실습을 쉽게 행할 수 있도록 연수사업도 겸한다. 다행히 현재 대덕에 종합과학관이 건설중에 있으며, 이 기관은 청소년에게 미래 과학의 꿈과 탐구력을 심어줄 수 있도록 국제 수준의 과학기술문화의 전당으로 육성될 것으로 기대하고 있다. 이 종합과학관은 전시뿐 아니라 각종 교육 프로그램을 개발하고 운영하여야 할 것이다. 과학관의 협의체를 구성하고 시·도 학생과학관을 종합과학관과 연계시켜 체계적으로 운용함으로써 교육효과를 높일 수 있다. 한국과학기술진흥재단은 본래의 사업인 과학경진대회 등을 주관할 뿐 아니라 그 재단 내에 우주소년단·해양소년단 등을 두고 이 단체에 가입한 소년들에게 진취적인 창조력 배양과 탐험심을 심어주도록 한다.

세째는 청소년과학기술사업을 위한 투자량이

획기적으로 증대되어야 한다. 일본이나 영국이 보유하고 있는 과학관의 수가 300개를 넘고 있는 데 비하여 우리나라는 단지 16개소에 지나지 않는 점으로 보아 과학관의 증설이 필요하다. 물론 증설된 과학관의 활동을 지원할 재원 투자나 인력 양성도 같이 병행되어야 한다.

네째는 과학교원의 양성이 급하다. 초·중·고등학교의 과학교원뿐 아니라 과학관, 박물관, 동·식물원에서 과학기술 교육을 담당할 인력의 양성이 시급하다. 이들은 각각 소속기관의 특성에 맞게 교육과정을 편성하고 청소년뿐만 아니라 초·중·고등학교의 과학실습 연수에도 봉사하도록 되어야 한다.

◇ 결 언

이곳에서는 앞으로 다가올 2000년대를 바라보면서 우리도 다른 나라처럼 고도과학기술사회를 구현하여야 하는데, 그러기 위해서는 우리에게 부족한 첨단기술 개발능력을 배양하여야 한다. 이런 능력은 21세기의 주역이 될 오늘의 청소년이 소유하도록 하여야 하며 그렇게 하기 위하여 특별한 과학기술 교육사업을 마련하여 청소년들의 창의력과 탐구력, 그리고 합리적이고 능률적인 사고방식을 심어주어야 하는 것이다. 특히 청소년들을 다루는 유관기관들이 협의하여 학교의 과학기술 교육과정을 편성 운영할 것이며 과학관, 박물관, 동·식물원 등이 전시뿐 아니라 역시 체계적이고 적절한 교육과정을 편성하여 청소년대상으로 과학실습 교육을 시행해야 할 것이다.

한국과학기술진흥재단의 기능을 강화하여 각종 과학 관련 소년단을 그 산하에 두어 특성 있는 프로그램을 통하여 탐구심을 심어주는 일도 청소년 과학기술 교육사업의 중요한 항목이 될 것이다.

우리의 미래가 바로 오늘의 청소년에게 달려 있다는 것이 분명하므로 우리는 늘 이들에게 희망과, 과학하는 마음과, 그리고 사명을 심어주어야 하리라고 본다.