

과학기술산업 발전과 기초과학

協同研究체제구축으로 創造的기술개발



朴 相 大

서울대 분자생물학과교수 · 세포생물학

科學(Science)은 「자연과 인간에 대한 체계적인 지식과 이해의 추구로 그 내재하는 법칙성을 연구하는 학문」을 뜻하는 반면, 技術(Technology)은 「과학을 응용하여 인간생활의 편의를 위해 개변, 가공하는 수법」을 통털어 일컫는다. 이 양자는 본래 취향과 방법이 다른 두 계층에 의해 전승되어 왔으나, 19세기 산업혁명에서 손잡기 시작한 이래 이제는 불가분의 밀착된 관계로 발전하고 있다. 이는 과학적인 기초 이론이 새로운 기술창출에 필연적으로 연관되기 때문이다.

앞으로 다가올 21세기는 Mecha-electronics, 신소재, 정보산업과 유전공학을 중심으로 한 과학기술의 급속한 발달로 1만년전 Cro-Magnon인에 의한 농업혁명과, 200년전 유럽에서 시작된 산업혁명에 견줄만한 과학기술혁명(Scientific-Technologic Revolution)을 가져와 오늘날의 산업사회를 후기산업사회로 이행시키는 역사적 전환점이 될 전망이다.

산업혁명의 과학적 기초가 Newton(1687)의

「자연과학의 수학적 원리(Principia Mathematica Philosophicae Naturalis)」에서 시작된 「역학」에 바탕을 둔 것이라면, 기술혁명은 Planck-Einstein(1900~1905)에 의해 시작된 「양자역학」과 Waston-Crick(1953)에 의한 「분자생물학」의 출범에 그 기초를 두고 있다. 이 두 업적은 20세기의 2대 혁명으로 손꼽히며 미래를 여는 첨단기술의 근간이 되고 있는 것이다.

21세기의 문턱에 선 오늘의 국제정세는 종전의 군사, 이데올로기 위주의 대결구도에서 국가경제력 경쟁구도로 재편되는 가운데 기술패권주의(Techno-Hegemony)와 기술국수주의(Techno-chauvinism)가 강화되고 있다. 이러한 새로운 국제질서의 형성은 주로 첨단기술을 중심으로 이루어지고 있으며, 따라서 과학기술력은 군사력 우위는 물론 국가경쟁력, 나아가 국가생존을 좌우하는 결정적인 요인이 되고 있다.

과학기술은 이제 단순히 경제를 회생시키고

산업경쟁력을 키우는 수단을 넘어서 우리의 정치, 사회, 문화, 안보 등 모든 측면에서 우리의 생존을 위한 절대조건이 되고 있다. 더욱이 미국, 일본, EC 등 기술선진국들은 기존의 기술패권을 지속적으로 유지하기 위하여 핵심기술에 대한 지적소유권을 내세우며 개발도상국들에 대한 기술이전을 기피하고 있다.

이와같이 날로 강화되고 있는 선진국의 기술보호주의와 후발개도국의 추격에 효과적으로 대응하고, 정부가 목표로 하는 2000년의 과학기술 선진국 진입을 차질없이 달성하기 위해서는 무엇보다 학·연·산 등 각 연구주체가 단순 모방 기술 개발을 시급히 지양하고 협동연구체제를 구축하여 창조적 기술개발에 주력해야 한다. 이르기 위해서는 특히 창조적 원천기술개발에 필수적인 기초과학 연구부문에서 선도적 역할을 담당해야 한다.

이를 위해서는 기초과학 분야의 지속적이고도 장기적인 투자 이외 다른 왕도가 없다. 이는 특히 기술패권주의의 냉혹한 신국가질서앞에 우리가 살아 남을 수 있는 유일한 길이며 우리만의 기술을 가지고 힘의 우위를 차지하는 일이다. 오늘날의 과학기술혁명을 가져온, 어느 하나도 결코 목적지향적인 연구개발에서 나온 것이 아님을 알아야겠다.

◆ 과학기술의 발전과 학·연·산 협동연구

과학과 기술의 본격적인 결합은 19세기 중반 독일과 미국에서 유기합성과 전자기학에 바탕을 둔 산업체가 자체 부설연구소를 설립함으로써 시작된다. 그 결과 과학은 산업기술쪽에 새로운 이론을 제공하고 산업은 대학 연구에 경제적 지원을 제공하는 협력관계가 정착되었다.

과학사상 전문과학교육이 제도적으로 정착되기 시작한 것은 1795년 프랑스의 종합기술학교(Ecole Polytechnique)에서 비롯된다. 이어 1825~1870년에 걸쳐 독일대학에서 과학연구가 정착되는데, 여기서는 독일의 국가개혁의지와 대학의 판념적 철학전통의 결합으로 대학의 과

학자는 교수인 동시 유능한 연구자가 되어 「연구를 통한 교육」이라는 현대적 개념이 정착되었다.

이 시기에 기센대학의 Liebig 교수의 유기화학 실험실은 석탄으로부터 여러물질을 분리, 화학공업의 출현을 가져옴으로써 산업체에 기여한다. 또한 1876년 Bayer 연구소와 1892년 설립된 GE의 실험전기화학연구소를 위시한, AT & T Westinghouse 등 거대기업의 연구소 설립은 산업체에서 과학지식의 필요성이 증대되었음을 보여주는 변화였다.

한편 미국에서는 정부가 대학연구를 활성화하는데 앞장서게 된다 그리하여 1862년, 1890년 제1, 2차 모릴법 제정으로 산·학협동의 연구가 대학에 도입되는 변화가 생겼다. 이 시기에 MIT에서는 기초연구지향의 대학원 중심대학을 강조하는 개혁과와, 응용과학과 산업기술을 중시하는 절충과사이의 갈등이 표출되었다.

그러나 1차대전의 발발로 산업기술 우선책이 강구되다가 1923년에 와서 기초과학과 응용과학의 균형유지로 4반세기에 걸친 진통과 갈등이 끝난다. 그래서 산학협동의 중요 이슈였던 기초와 응용연구의 균형 관계가 정립되어 과학연구의 자율성과 사회적, 경제적 요구사이에서 조화를 이루는데 성공하였다.

20세기에 들어와 미국은 우선 기초 및 응용과학과 기술개발간의 중요성과 지원 우선순위를 둘러싼 갈등이 해소되고, 학·연·산 협동연구의 효율적 운용을 위한 실천전략이 구체화되는 특징으로 변모한다. 대학과 기업간의 관계정립에도 산업연구는 인력을 소모하는(Man-consuming) 반면, 대학연구는 인력을 양성(Man-producing)하는 활동으로 인식되어 대학이야말로 산업계의 요구를 충족시키는 대안으로 보였다.

이렇게 해서 20세기 초반까지만 해도 과학기술의 주변국 위치에 있던 미국은 제2차 대전중 Manhattan project의 원자탄 개발성공으로 과학기술의 선진국으로 부상하게 된다. 또한 60년대 Apollo Project로 소련의 Sputnik 발사로

뒤진 미사일 궤를 매워나가기 위해 엄청난 산·학협동 연구비를 투입하여 달착륙에 성공할 수 있었다.

1983년 미국의 SDI(Strategic Defense Initiatives) 우주 방위계획의 성과는 Gulf전에 위력을 발휘하였고, 결국 냉전체제에서 미소간의 경쟁이 소련의 완전좌절로 막을 내리게 됨에 따라 과학기술주의는 국가간 경쟁에서 가장 중요한 척도로 자리잡게 되었다. 이와같은 국방력우위를 가능케한 뒤에는 Stanford, MIT, Chicago 대학등의 두뇌협력과 산업체의 지원, 그리고 정책당국의 장기적이고 종합적인 계획이 있었기에 가능한 것이었다.

◆ 기초과학연구의 활성화와 대학의 역할

1. 기초과학 연구범위와 기본요소

과학기술 관련 연구활동을 총칭하여 연구개발(Research & Development, R & D)이라 하고, 이를 다시 단계별로 기초연구, 응용연구, 개발연구로 구분한다. 그러나 OECD와 일본과 한국에서 사용하고 있는 이러한 3구분법과는 달리 미국은 기초연구를 세분하여 5구분법을 쓰고 있다. 즉 기초연구를 순수기초연구(Fundamental Research)와 목적기초연구(Mission-oriented Research)로 구분하고, 목적기초연구에는 다시 탐색연구(Exploratory development)와 선행개발연구(Advanced development)를 포함한다. 여기에 엔지니어링개발연구(Engineering development)와 운용개발연구(Operational System development)를 추가하여 5구분법을 쓰고 있다.

그런데 연구란 연구자가 선택추진할 수 있는 일련의 계속적인 과정(A series of contingent choices)이기 때문에 기초와 응용 그리고 개발연구를 구분한다는 것은 어려운 일이다. 더구나 대학은 순수기초연구만의 장으로, 정부출연 연구소는 응용연구의 주체로, 그리고 산업체는 개발연구를 담당해야 한다는 도식적인 개념은 더이상 설득력이 없고, 과학기술발전에

아무런 도움이 되지 않는다.

따라서 미국이 기초연구범위에 선행개발연구까지 포함하고 있고, 기초연구의 발전형태인 응용연구와의 연계를 위해서는 기초과학연구는 '대학에서 이루어지며, 연구인력의 양성과 직접 관련된 기초과학 및 공학연구(Basic Research: Science & Engineering) 활동'의 생략된 용어라 정의하는 것이 대학연구의 활성화와 과학기술 진흥을 위해 타당하리라 생각한다.

기초과학 연구지원의 기본요소로서 흔히 4M을 논한다. 즉, 연구인력(Man Power), 연구시설 및 자재(Masonry & Materials), 연구비(Money) 및 연구관리(Management)가 적절히 지원되고 효과적으로 운영관리될 때 최대한의 연구성과가 나올 수 있는 것이다.

2. 대학의 기초과학연구현황

우리나라의 근대 과학기술의 역사는 일천하다. 1876년 조선의 개항이후 일제치하를 거치면서 거의 1세기를 걸친 기간은 허송세월뿐이었다. 서양의 과학기술을 본격적으로 도입하기 시작한지 불과 30년, 과학기술지표에서 한국의 성장은 그 짧은 근대화기간을 감안한다면 놀랍기만 하다. 이 기간동안 우리의 산업구조는 1960~70년대의 노동집약적 산업에서 1980년대 기술 및 자본집약적 산업으로 발전하고, 그리고 1990년대에는 고부가가치의 지식 및 기술 집약적 산업으로 변모하고 있다.

이러한 변천과정에서 과학기술육성을 위한 정부시책은 1960~70년대의 공업화정책으로 중화학공업을 집중육성하였다. 이 시기는 기술의 해외의존과 모방기술의 시대로 대변되며, 이 과정에서 정부출연연구소가 설립되어 오늘날 이공계 16개 연구소에 1만여명의 연구원이 5,000억원 상당의 정부예산을 쓰고 있다. 그리고 80년대에는 첨단공업 육성정책으로 첨단기술의 도입으로 대변되는 개량기술의 시대였다. 이 과정에서는 7,000여개의 기업연구소가 설립되었다.

따라서 지난 30여년간 과학기술에 관한 국가정책은 생산기술위주의 정책으로서 국제간 기술

보호주의를 대비한 기초과학 활성화에 대한 투자가 대단히 미흡하였다. 그 원인은 대학을 단순히 산업체가 필요로 하는 기술자를 공급하는 학부 교육기관으로 보고, 생산 및 응용기술의 기반, 원천이 되는 기초연구분야의 핵심주체로는 인식이 부족하였고, 더구나 대학의 연구잠재력을 활용하여 과학기술 진흥을 위한 중장기 종합계획이 부재하였기 때문이다.

여기에다 대학은 교과서적 교육에만 치중하여 창조적 연구를 위한 자구적 노력이 부족하였고, 산업계는 대학의 양성인력 및 연구수행능력에 대한 불신으로 투자를 기피하였다. 이같은 결과는 창의적 원천기술의 뿌리가 되는 기초과학을 담당하고 있는 대학의 연구기능을 위축시킬 수밖에 없었다. 그 단적인 예가 기초과학 연구수준은 국제학술지 게재논문수(1,818편, 91년) 기준으로 볼때 세계 32위 수준에 불과하여 대학 연구기능이 위기상황에 처해있는 실정이다.

실제로 국가전체 자연계 박사급 고급인력의 80%('89, 12,768)가 있는 대학에 국가 총연구개발투자(2조7천억)의 1.5% 수준인 550억원만이 대학연구에 투자되고 있으며, 1인당 연구

비도 330만원으로 전체교수의 20% 만이 책임 연구자로 참여하고 있어 아까운 대학연구인력이 사장되고 있는 실정이다. 또한 기초연구비의 투자규모도 과제당 1,000만원 정도로 응용개발 연구 8,200만원에 불과할 뿐만 아니라 대학지원 연구비총액은 일본의 1.3%(52억불), 평균 연구비 규모에 있어 경쟁국 대만의 수준에 머물고 있다. 여기에다 시설과 기자재면에 있어서는 비교치를 제시하기조차 창피스러운 지경이다.

그러나 이와같이 대학의 연구여건이 열악함에도 기초과학연구의 잠재력은 대체로 풍부하다고 여겨진다. 인구 만명당 연구인력은 16.4명으로 미국, 일본의 40% 이상이며, 이는 과학기술 관련 지표중 가장 선진국에 접근한 수치이다. 또한 기초연구 투자비에 비교한 세계 주요학술지의 발표논문수에 있어서도 미국의 1/4, 일본의 2/3에 육박하고 있어 투자에 대한 효율적인 성과가 최근에 와서 급격히 신장하고 있다.

3. 대학의 과학기술연구 활성화방안

대학이 지닌 역사적 사명은 보편적 진리탐구를 위한 창조적인 노력과, 민족번영을 위한 문



화의 창달 그리고 내일을 책임질 인재를 양성하는 일이다. 특히 과학기술의 발전이 한나라의 국력을 가늠하는 기준이 되고, 이러한 분야의 국제경쟁에서 이기지 못하는 나라는 문화를 주도할 선진국 대열에 들어설 수 없다는 것이 냉엄한 국제적인 현실이다.

오늘날 우리가 당면한 경제난국의 문제점은 제품생산기술의 취약성보다는 이를 뒷받침하는 핵심기반 기술의 취약성, 기술혁신을 주도할 고급연구인력의 부족, 그리고 이를 극복할 정책의 부재로 집약할 수 있다. 다가오는 21세기는 과학기술주의에 따른 첨단기술이 주도하는 시대적인 상황임을 인식하면 오늘의 문제해결은 인력양성과 기초과학연구의 주체인 대학을 살려서 연구활성을 조속히 실현하는 일이다. 이를 위해서는 대학의 연구환경 개선, 대학의 수용태세 확립 및 정부의 연구지원 체제강화등 3대 기본요소의 충실화에 중점을 두어 관련시책을 강구해야 할 것이다.

먼저 연구환경의 개선을 위해서는 현재 16%에 불과한 정부의 연구개발비 투자를 선진국 수준의 30% 선으로 증가시켜 대학 연구인력의 획기적 확충, 연구비의 증액, 기본연구시설의 확보에 이용하여야 한다. 다음으로 대학자체의 수용태세 확립을 위해서는 대학교원의 임용, 승진에 있어 연구실적을 위주로 한 경쟁체제 확립, 대학운영에 있어 학문계열 단위와 학제간 협동체제로의 전환, 연구성과에 따른 평가제도 강화 및 인센티브를 부여하도록 하고, 산·학·연 협동체제를 구축하여 산업체의 대학교육 및 연구의 참여, 유인책 강구가 있어야 한다.

마지막으로 정부의 지원체제 강화를 위해서는 대학의 기초과학 연구를 위한 중장기 Master plan을 마련하여 기초과학 연구진흥 종합대책에 반영토록 하는 일이다. 그리하여 대학연구 지원부처간의 역할과 중점지원 방향을 재점검하고 지원기관의 기능을 강화하여 대학연구가 실질적으로 활성화되도록 해야 한다.

투자의 효율성을 증대시키기 위하여는 모든 대학에 평등지원 방식을 지양하고, 연구능력이

우수한 대학원 중심대학을 선발하여 선별 우선 지원하는 것이 바람직하다.

4. 정부의 대책

다행히 정부는 제7차 경제사회개발 5개년 계획에서 격변하는 세기적 소용돌이속에 우리 민족의 자존과 자립을 지켜나가기 위해 21세기에 선진 7개국 수준의 진입을 목표로 「과학기술 혁신종합대책(1992)」을 마련하였다.

그 전략은 첫째 과학기술 투자의 확대, 둘째 첨단산업기술의 개발, 셋째 기초과학연구지원, 넷째 과학기술 인력의 정예화로 요약된다. 그리고 연구개발 여건의 발전적 조성과 관련해서는 산업 협동연구의 강화, 과학기술 정보수집 및 유통체제의 구축, 기술드라이브 정책의 추진체제 강화, 기업연구 풍토의 쇄신, 나아가 바람직한 과학문화의 창달까지 포함하고 있다.

이렇게 보면 우리 과학기술 정책기조는 튼튼하다 하겠다. 그러나 이러한 정책이 소기의 성과를 거두기 위해서는 유기적이고 총체적인 정책수행이 국가통치 차원에서 강력히 추진되어야 한다.

산업발전을 위한 과학기술 진흥추진에 가장 효과적일 방안은 학·연·산 협동체제의 구축과 협동연구의 충실화이다. 이는 '과학기술 주체들 사이의 상호 보완적인 협력과 선의의 경쟁을 통해 한정된 연구개발 지원으로부터 투자효과를 극대화할 수 있기 때문이다.'

더욱이 20세기 후반기에 들어와 기술혁신의 속도가 빨라지고 과학기술 성격이 거대화, 고가화, 고시스템화, 복합화되는 속에서 모던과학기술 영역에서의 수직적, 수평적 협동연구가 필수적일 수 밖에 없기 때문이다. 그러나 그 절실한 필요성에도 불구하고, 한국은 학·연·산 협동의 짧은 경험으로 미루어 협동연구의 앞날은 그리 순탄해 보이지 않는다. 예컨대 과학기술 개발전략에 있어서 순수과학을 고집하는 입장, 단기적 경제개발만을 강조하는 극단적인 입장, 그리고 장기적으로는 과학기술 자체의 자립기반을 구축하면서 경제개발을 추구한다는(techno-

economic point of view) 입장으로 구분되어 선진국에서 20세기초에 나타났던 기초-응용-개발 사이의 갈등이 우리 의식속에 자리잡고 있어서 협동을 위한 상호이해와 기반조성이 어려운 상황이다.

◆ 결 론

오늘날 우리가 직면하고 있는 국가적인 위기를 극복하고 지속적인 성장을 계속할 수 있는 방안을 여러 측면에서 마련되어야 할 것이나, 그중에서도 가장 화급하게 검토보완할 부분은 창의적인 기술을 창출해낼 책임있는 대학의 역할을 재정립하고, 대학인들의 각성을 촉구하는 동시에 이들 대학인들이 그 역할을 담당할 수 있도록 동기를 부여하고 사명감을 가질 수 있도록 여건을 부여하는 일이다.

이제 대학의 기초과학의 육성없이 창조적인 기술개발이나 양질의 과학두뇌의 양성이 불가능하며, 따라서 이러한 여건마련을 위한 국가적인 의지없이 격변하는 산업경제 사회에서 국익을 바탕으로 살아남을 수 없음을 다함께 인식해야겠다.

우리의 현실은 과도기적인 시행착오를 겪을만한 시간적 여유가 없기 때문에 선진국들의 차례로 밟았던 과정을 건너 뛰면서 비슷한 대열에 들기 위해서는 정책이 선도하는 바가 커야 할 것이다. 그러기 위해서는 정치권의 과학기술의 역할에 대한 올바른 인식이 전제되어야 하고, 과학기술을 꽃피울 수 있는 기본토양은 전체국민의 의식이라 할 것이므로 과학기술발전을 위한 국민적 합의와 지원이 뒷받침되어야 하겠다. 이 합의는 칩체의 늪에 빠진 대학을 살려서 대학으로 하여금 그 본연의 연구기반을 심분발휘할 수 있게 하는 길이다.

60년대 초 캐나다에서 있었던 일이다. 당시 수상 트뤼도는 미국의 예측에서 벗어나려고 심혈을 기울이고 있었다. 국토의 절반, 그것도 쓸만한 토지는 미국인의 소유였으며 기업의 90%가 미국기업의 자회사였다. 그러기에 같은

뿌리를 가진 서양 민족의 나라인데도 국민1인당 소득은 미국의 절반수준에도 이르지 못하였다. 트뤼도 수상은 난제해결을 위한 수상직속의 조사 연구팀을 구성하여 정책대안을 제시토록 지시하였다. 그 결과 문제의 가장 중요한 원인은 캐나다의 유능한 젊은 인력이 미국에 가 정착하기 때문에 국내의 고급 과학기술인력의 질적 수준이 저하된데서 기인한 것으로 결론지어졌다. 그래서 제시한 개선책은 과학기술인력의 질적수준의 제고를 위해서 새로운 지식, 그것도 캐나다가 필요로 하는 지식을 창출해낼 수 있는 대학으로 개편해야 한다는 것이었다.

이같은 대학 육성책으로 제시된 대안은 첫째, 교육위주보다 연구중심의 대학, 즉 연구를 통해서 창조적 능력이 배양될 수 있는 대학, 과거의 지식이 아니라 새로운 지식을 습득할 수 있는 대학으로 전환하는 일이며, 둘째, 이를 실질적으로 주도할 수 있는 유능한 교수를 파격적인 대우로 임용토록 하는 것이었다.

트뤼도 수상은 이 건의를 받아들여 우선 국가연구위원회(National Research Council)를 설치하여 우수 대학의 대학원 연구활동을 혁신적으로 지원토록 예산배정을 하였다. 그리고 최상의 연구능력을 보유한 외국의 저명 교수를 당시 미국교수의 봉급수준을 훨씬 상회하는 대우로 초빙하였다.

이와 같은 국가차원의 강력한 인재양성과 기초과학 육성시책은 이어서 산학협동에 점화되었고, 급기야 이론과 실기를 겸비한 우수 고급인력이 산업계로 유입되게 되어 기업발전을 가속화하게 된 것이다. 그 결과 70년대초에는 캐나다 사상 처음으로 미국과 비슷한 국민소득 수준에 이르게 되었으며 오늘날 G7의 일원으로 부상하게 된 것이다.

◇이 글은 한국미래학회 주최로 열린 학술진흥과 한국의 미래에 관한 세미나에서 발표된 내용을 전재한 것임 <편집자>