

연구/ISSUES

인도의 과학기술체제와 정책

(임덕순)¹⁾

I. 들어가는 말

인도는 인구가 9억3천이 넘고 커다란 영토, 풍부한 천연자원 등과 함께 수준 높은 기초과학을 보유하고 있는 나라이다. 인도가 가지고 있는 세계적 중요성에도 불구하고 우리는 인도에 대해서 잘 알고 있지 못하다. 우리는 인도를 막연히 종교의 나라, 카스트의 나라, 저개발국으로만 인식한 경향이 있다. 인도의 1인당 국내총생산은 3백달러 정도이지만 제3세계에서 흔히 볼 수 있는 그런 후진국은 아니다. 상대적으로 산업기술 수준이 매우 낮은 나라이지만 '80년대에 이미 다단계로켓을 발사하고 인공위성을 이용한 방송을 하고 있는 등 기초과학 수준은 매우 높은 나라이다. 이 글에서는 인도의 과학기술을 전체의 국가경제·사회시스템 속에서 종합적으로 분석하고 시스템 구성요소별로 그 특성들을 서술한다.

II. 사회경제적 배경

인도는 우선 무엇보다도 매우 큰 나라이기 때문에 모든 것이 풍족하다. 크다는 것은 또한 다양하다는 것을 의미한다. 못 배운 사람도 많지만 배운 사람도 많고 빈곤층도 많지만 백만장자도 많은 나라이다. 실제로 인도에서 연간 2천달러 이상의 소득층이 5천9백만 가구(1천만명) 정도라고 추산되고 있다. 한편 카스트제도는 아직도 사회에서 유형무형의 역할을 하고 있다. 카스트 제도는 인도의 헌법상 부정되지만 결혼,

<표 1> 인도의 주요 경제 지표

지 표	내 용
국내총생산(GDP)	1995년도: 273.4 US\$ billions
국민총생산(GNP)	1994년도: 254.0 US\$ billions
국내총생산(GDP)	1994년도: 257.9 US\$ billions
인구 1인당 GDP	1994년도: US\$ 289
실질 GDP 성장률	(1990~1994): 3.56%
인구 1인당 실질 GDP 성장률	(1990~1994): 1.54%
산업구성비율	(1993년) 농업: 31%, 공업: 28%, 서비스업: 41%
국내총저축률	(1993년): 22.0%
국내총저축실질증가율	(1988~1993): 1.57%
소비자물가인플레이션	(1994년): 11.0%
생활물가비교	(1994, 뉴욕시물 100으로 기준): 75.58

자료: IMD보고서 "The World Competitiveness Report 1995"

직업선택 등에 깊게 뿌리를 내려서 하루아침에 바뀌진 않을 것이다. 정치역사적으로는 영국의 식민지 시대를 거쳐 비동맹의 맹주로서 국제무대에서 탄탄한 위치를 차지하고 있는 나라이다.

한 나라의 경제적 배경은 과학기술의 중요한 환경이다. 인도의 경제적 배경 중 국내 경제력에 관한 지표를 중심으로 보면 <표 1>과 같다. 인도경제는 전통적 가내농업과 농업, 수공업, 현대식 산업 그리고 다수의 지원 서비스업이 혼합되어 있다. 1980년부터 경제가 빨리 성장하고 있지만 아직도 전체 인구의 약 40%에 달하는 인구가 식사를 적당히 할 수 없을 정도의 빈민층이다. 인도 경제의 특징을 보면 이중적 경제구조, 혼합경제체제, 인프라의 부족, 폐쇄형 경제라고 요약할 수 있다. 최근의 인도경제는 빠

르게 성장하고 있지만 수천만의 절대빈곤계층과 거대한 인구팽창은 인도에게 큰 부담이 되고 있다.

III. 과학기술체제

1. 과학기술체제의 구성요소 및 성립과정

한 국가의 과학기술체제의 구성요소는 크게

<표 2> 인도 과학기술체제의 주요 구성요소

구성 요소	
정 부	중앙정부의 과학기술 부처 중앙정부의 경제 및 타 관련 부처 수상 혹은 내각에 대한 과학자문위원회 주정부의 과학기술 부처
민 간	독립된 연구기관 민간기업의 연구기관 기타 비정부 과학기술관련 기관
대 학	대학 및 대학부설 연구소

보아 정부, 대학, 산업계가 주요 구성요소가 된다. 이 점에 있어서 인도도 별로 다를 바가 없지만 인도가 가지고 있는 정치 경제적 상황으로 인해 정부의 역할 및 비중이 매우 큰 구조를 가지고 있다. 먼저 인도의 과학 및 기술체제의 구성요소를 분류하면 <표 2>와 같이 나눌 수 있다.

현재의 인도 과학기술체제를 이해하기 위해서는 역사적으로 살펴볼 필요가 있다. 인도는 1947년 독립 후 현대적인 과학기술조직을 구축하는데 많은 노력을 기울여 왔고, 특히 인도의 초대 수상인 Pandit Jawahar Lal Nehru는 인도에서 과학기술의 촉진을 위한 프로그램을 마련하는데 아낌없는 지원을 하였다.

인도의 경제상황으로는 민간영역이 과학 및 기술의 발전을 주도할 단계에 도달하지 못했기 때문에 정부가 주도적으로 과학기술을 개발하여 왔다. 이 결과, 광범위한 과학기술 네트워크가 형성되었고 많은 경험과 능력을 갖춘 과학기술인력 및 하부구조를 개발하였다. 최근에는 부진한 민간의 연구개발활동을 장려하고 있다.

2. 정부의 과학기술 조직

인도의 과학 및 기술체제를 이루는 구성요소 중 중앙정부의 과학기술 관련 부처는 인도의 핵심 과학기술조직이다. 인도는 사회주의적 색채 위에 계획경제를 실시하는 한편 민간의 과학기술에 대한 투자가 매우 적기 때문에 정부의 역할이 매우 중요하다. 정부의 주요 과학기술 관련 부처는 다음과 같다.

- 과학기술국(Department of Science and Technology)
- 과학산업연구국(Department of Scientific & Industrial Research)
- 원자력국(Department of Atomic Energy)
- 우주국(Department of Space)

- 생물공학국(Department of Biotechnology)
- 해운개발국(Department of Ocean Development)
- 과학기술관련 자문위원회(Scientific Advisory Council)

3. 교육기관

인도는 독립 후 과학기술인력의 부족을 절실히 느끼고 이를 해소하기 위하여 많은 교육기관들을 세웠다. 독립 당시에 단지 20개의 대학이 있었으나 1992년까지 149개로 늘어났다. 추가로 34개 기관들이 대학으로 간주되고 있는데 여기에는 인도과학원(Indian Institute of Science : IISc), 인도농업연구원(Indian Agricultural Research Institute), 비를라 과학기술연구원(Birla Institute of Technology and Science), 국립낙농연구원(National Dairy Research Institute)과 같은 기관들이 있다. 전문대학의 수는 1947~1948년도 600개였던 것이 1980~1981년에는 4,880개로 증가했고 1991~92년도에는 7,513개로 늘어났다. 전반적으로 볼 때 인도의 대학은 계속적으로 과학기술인력의 주요 원천이 되고 있으며 동시에 대학으로 여겨지는 많은 대학의 학과와 연구센터 그리고 기관들이 양과 질적인 측면에서 상당한 과학기술적 성과를 내었다.

4. 과학기술현황 및 정책

인도의 과학기술정책의 환경 및 결과라고 할 수 있는 인도 과학기술의 주요 지표를 우선 보면 <표 3>과 같다.

1. 과학기술 정책기조 및 형성과정

<과학정책결의문(Scientific Policy Resolution)>

1947년 독립후 과학은 국가계획에서 주요한 위치를 차지하였고, 국가발전에서 중요하다고 인식되었다. 이런 인식은 과학과 기술이 물질적 그리고 정신적으로 인도의 국민에게 혜택을 주는데 큰 역할을 할 것이라는 Pandit Jawahar Lal Nehru의 확고한 믿음 때문이었다. 이런 인식 아래 1958년 인도정부는 의회에서 과학정책결의문을 채택하였다. 이에 나타난 과학정책은 과학기술의 연구에 활용할 수 있는 과학기술(S&T)기관, 과학기술인력, 재정과 과학기술의 촉진과 활용을 위한 우선순위를 결정짓는 목표의 정의, 프로그램의 실행과 조정을 모두 포함한다. 과학정책결의문은 과학과 사회의 비전 모두에 관하여 충실한 내용을 담고 있다. 정부는 과학을 통해서 국민에게 과학지식의 습득과 발전을 통해서 일어날 수 있는 모든 혜택이 주어지기를 희망했다. 그 혜택은 물질적인 것만이 아니라 정신적이고 문화적인 것까지 포함하고 있으며 국민의 외형과 사회의 모습의 변화에 목표를 두었다.

<기술정책문(Technology Policy Statement)>

인도는 과학정책결의문에서 과학을 강조한 이래 계속 그 기조를 유지하여 왔다. 그러나 현대 경제구조에서 너무나 과학만을 강조해왔다는 자성이 있었으며 이에 따라 기술의 중요성을 새롭게 인식하였다. 인도정부는 1983년, 기술정책문에서 정부의 공식적 기술정책을 발표하였는데 서문, 목적, 우선 순위, 자체 기술(indigenous technology), 기술 획득(acquisition), 결론 등으로 구성되어 있다. 이에는 인도의 과학기술환경과 인도정부가 과학

<표 3> 인도 과학기술의 주요 지표

항 목	내 용
총기술개발비	(1993) 2,392 million US\$
GDP 대비 총기술개발비 비율	(1993) 0.78%
총기술개발비 실질성장률	(1989~1993) 2.53%
기업의 기술개발비	(1993) 301 million US\$
총기술개발비중 기업 기술개발비 비율	(1993) 12.57%
기업 기술개발비의 실질증가율	(1989~1993) 5.55%
노동인구 1,000명당 연구개발인력	(1993) 0.92명
총연구개발인력대비 산업부문의 연구개발인력 비율	(1993) 21.5%
산업부문의 연구개발인력 증가율	(1988~1993) -1.2%
과학자 및 엔지니어 수(총연구개발인력중 대학졸업자 비율)	(1993) 41.1%
특허인가 수	(1993) 1,551건
미국내에서 특허인가 수	(1994) 27건

자료: 인도 과학기술국 및 IMD의 "The World Competitiveness Report 1995"

기술의 진흥을 통하여 얻고자 하는 목적, 그 구체적 전략 등이 나와있다. 인도에서는 과학기술만을 위한 특정법이 없다. 또한 과학기술관련법도 거의 미미한 실정이다. 하지만 그들의 과학기술정책은 결의문, 정책문, 수상의 발표 등에 잘 나타나 있으며 이런 방향으로 모든 정책을 추진하고 있다.

기술정책문에서는 인도의 경제적, 사회적, 문화적 요인을 고려하여 기술을 선택하는 시스템을 반드시 정의해야 한다고 서술되어 있다. 예를 들어, 자체기술을 어떻게 개발활용하고, 어떤 기술을 수입하고 어떻게 소화개량할 것인지, 기술개발기관들의 연계를 어떻게 확립하고, 개발된 기술을 어떻게 상업화할 것인지, 정부 및 금융에서의 진흥은 어떻게 되어야 할 것인지 등을 다룬다. 이를 위해 중앙 정부 및 지방 정부의 적극적인 협조를 촉구하고 특히 젊은이들이 과학적 사고를 가지고 인도의 문제를 해결하도록 장려한다. 기술정책문에 서술된 주요 목적을 보면, 자체기술을 개발하고 수입 기술은 빨리 소화개량하고, 기술에 있어서 자립을 이룩하며, 기술적 기반을 강화하는 것이라 할 수 있다.

<과학자문위원회(Scientific Advisory Committee)>

과학기술 관련 자문위원회는 네루 수상의 지도 아래 1948년에 과학연구에 대한 조정을 위한 자문위원회가 처음 설립되었다. 그 후 1956년 국회의 결의문을 통해서 내각에 대한 과학자문위원회(Scientific Advisory Committee to the Cabinet : SACC), 1968년에 과학기술위원회(Committee on Science and Technology : COST), 간디 수상에 의한 1967년 9월의 과학 기술자 원탁회담(Round Table Conference of Scientists and Technologist)의 결과로 생긴 국가과학기술위원회(National Committee on Science and Technology : NCST), 그 후 추가로 생긴 부처간 과학조정그룹(Steering Group of Minister for Science)이 구성되었다. 1981년 3월, 인도정부는 내각에 대한 과학자문위원회(Scientific Advisory Committee to the Cabinet : SACC)를 다시 구성하여 기존의 국가과학기술위원회를 대체하였다. 1986년 이 위원회는 다시 저명한 과학자를 회장으로 하는 수상에 대한 과학자문위원회(Science Advisory Council to the Prime Minister : SAC-PM)로 대체되었다. 한편 과학기술국은 주정부 수준에서의 과학 기술활동을 장려하기 위하여 거의 모든 주 및 준주에서 주과학기술자문위원회(State Councils for Science & Technology)를 조직해왔다.

이상과 같은 역사에도 불구하고 모든 문제가 해결된 것은 아니다. 과학기술 관련 부처가 점점 커지고 기능이 확대됨에 따라 부처간 의견조정이 쉽지 않게 되거나 서로의 정책 방향이 틀려지게 됨에 따라 전체 시스템으로서의 효과성이 떨어지게 되었다. 이에 따라 최근 수년 동안 과학기술국(Department of Science and Technology)이 주도하여 과학기술자문위원회(Science & Technology Advisory Committee : STAC)를 22개 사회경제적 부처산하에 구성하였다. 또한 부처간 과학기술자문위원회(Inter-Sectoral Science & Technology Advisory Committee : IS-STAC)를 구성하여 부처들간의 정책과 연구프로그램을

조정하는데 과학기술국이 중추적인 역할을 하고 있다.

<인도 과학 대회(Indian Science Congress)>

인도과학대회는 1996년도가 83회나 되는 유구한 전통을 자랑하고 있으며 매년 4,000명 정도의 인원이 참가하는 거대 모임이다. 이 대회는 1912년 Asiatic Society 모임에서 인도의 과학기술을 진흥시키고자 제안되어 인도과학대회협회(Indian Science Congress Association : ISCA)를 만들기로 결정한데서부터 출발한다.

인도과학대회협회의 주요 활동을 1960년대 이후로 간략히 보면 다음과 같다. 1961년, 강당을 만들었다. 1962년, 인도의 여러 지역에서 대중 상대의 과학강좌(popular science lectures)를 조직하였다. 1976년, 대회의 토론과정에 주요 의제(focal theme) 및 생활과학(home science)과 영양학에 관한 공개 토론회(forum)를 도입하였다. 1980년, 인도과학대회의 권고에 따라 인도정부는 부처간 태스크 포스를 설립하였다. 1986년, 인도과학대회협회의 지역 지부가 설립되었다. 1992년, 여성과 과학, 법과학(forensic science), 그리고 아동 과학(children science)을 도입하였다. 1976년, 주요 의제(focal theme) 제도를 도입함에 따라 과학자들의 참여가 늘어나고 다양한 분야의 사람들이 공통 주제에 다학제적으로 접근할 수 있게 되었다. 한편 이런 개념을 활용하여 강의와 보다 더 상세한 토론이 가능하게 되었다. 그리고 자연스럽게 그 주제에 관하여 권고안을 작성하게 되었다.

2. 과학기술계획

공산국가를 제외하고는 아마도 인도가 과학과 기술의 연구를 통해 과학기술개발에 대해 계획정책을 시작한 유일한 국가일 것이다. 이 과정에서 인도는 고유의 연구개발계획 모델을 발전시켰다. 인도가 채택한 계획과정은 두가지 면에서 특징적이다. 우선 상위 수준에서 정부는 광범위한 정책 지침을 제공한다. 그러면 국가, 연구기관, 그리고 연구소 수준에서 과학자들이 상호의견을 교환하는 것이다. 이런 상호작용을 통해 하나의 계획이 형성되면 다양한 수준에서의 과학자들이 그 계획을 토론한다. 그리고 토론에서 나온 반응을 고려하여 최종적으로 계획이 확정된다. 이 과정은 인도의 면적과 과학자들의 수를 생각할 때 매우 힘든 일이지만 그 만큼 고무적인 일로 평가될 수 있다.

국가의 기술과학계획형성과 관련하여 이와 같은 민주적 의사결정방식은 단기간에 이루어진 것이 아니며 이는 인도의 과학전통이 진화한 결과라고 할 수 있다. 초기에는 소수의 최고 과학자들과 정부기관의 대표, 그리고 계획위원회(Planning Commission)에 의해 과학기술계획이 만들어졌다. 그러나 경험이 쌓이고 많은 과학자들이 정책참여를 요구함에 따라, 현재와 같이 상당히 민주화된 의사결정구조를 갖게 되었다.

이런 계획과정 때문에 인도의 과학기술정책은 국가나 주 정부의 계획에 잘 나타나 있다. 특히 국가계획에 있어서 과학기술정책이 어떻게 반영되었는지를 보는 것이 중요하다. 먼저 제1차 5개년 계획(1951~56)을 보면 과학 인프라의 구축을 강조하였다. 즉 기존의 과학기술연구기관을 촉진하기 위해 자금을 지원하고, 새로운 연구소를 설립하고, 필요한 설비를 설치하고, 가용자원을 조사하고, 표준을 도입하고, 면화산업에 있어서의 기술을 개발하는 것 등이었다. 이 기간의 가장 큰 성과는 인도 전역에 핵심적인 연구소를 건설한 것이다.

제2차 5개년 계획(1956~61)의 초점은 기존 연구시설들을 강화하는 것이었다. 즉 다양한 국가기관들 사이의 연구 프로그램들을 조정하고, 국가적 수준의 연구를 주 및 지역적 수준의 연구와 연계시키고, 연구인력을 육성 활용하며, 창조적인 연구자에게 많은 기회를 주는데 초점을 맞추었다. 이 기간에 전술한 과학정책결의문이 채택되어 국가계획에서의 과학의 우선순위와 목표 등을 제시하였다.

제3차 5개년 계획(1961~66)의 초점은 대학에서의 기초과학 진흥이었다. 이를 위해 각종 장학금이 지급되어 인력을 양성하고 연구 프로그램을 확장하고, 파일롯 플랜트 및 실제규모의 실험을 위해 과학

산업 도구들을 생산하였다. 이 기간동안 과학기술의 연구가 비로소 국가의 발전에 가시적으로 공헌하기 시작하였다. 예를 들어, 농업기술의 발달을 통하여 식량이 증산되었고 보다 개선된 보건 및 수송 설비를 가지게 되었고, 수자원 관리를 통하여 보다 더 많은 에너지를 얻을 수 있었다.

제4차 5개년 계획(1969~74)은 산업연구를 산업의 발전에 통합시키는데 초점을 맞추었다. 이를 위해 연구소간 수준에서의 조정을 향상시키고, 다른 수준에서의 연구 프로그램들을 평가하였다.

제5차 5개년 계획(1974~79)은 민주적인 의사결정과정을 통하여 가능한 광범위한 의견을 수렴한 것이 그 특징이었다. 동계획은 주로 빈곤의 퇴치와 자주성의 확보를 목표로 하였다.

제6차 5개년 계획기간(1980~85)인 1983년에는 기술정책문(Technology Policy Statement)이 발표되었다. 후술하겠지만 이 문서는 기술과 관련한 광범위한 주제 - 자체개발, 평가, 예측, 수입 및 소화, 적응, 개량, 재무적 측면 - 들을 다루고 있다. 6차 5개년 계획의 주요 목표는 성장, 형평, 현대화, 자주성, 사회적 정의 등이었다.

제7차 5개년 계획(1985~90)의 주요 방향은 6차 5개년 계획의 성장, 형평, 자주성, 사회적 정의에 효율성 및 생산성의 증가가 추가되었다. 또한 식량생산과 고용을 강조하였다. 그리고 동계획부터 이른바 임무지향적(Mission-oriented) 접근법이 기술개발을 위해 채택되었다. 임무지향적 프로그램들을 보면, 1) 먹는 물, 2) 면역 3) 문맹퇴치, 4) oilseed, 5) 통신, 6) 낙농개발, 7) 산림녹화 등에 관한 것이다.

제8차 5개년 계획(1992~97)은 지금까지 계획의 연장선상에서 민간부문의 연구개발 활동을 장려하고 보다 더 산업기술 개발을 강조하는 쪽으로 기울기 시작했다. 이는 인도 경제의 자유화와 즉 국가계획의 변화와 맥을 같이 한다. 구체적으로는 경제 및 연구개발의 세계화 흐름, 기술이전 및 무역에서의 자유화 흐름을 언급하면서 인도의 한정된 자원과 기존의 과학기술성과를 고려하여 경제개발과, 사회적 정의, 기술자립을 동시에 달성하고자 하는 목표를 설정하였다. 이에 따라 신산업정책에 부응하여 기술이전에 대한 제한을 완화하고 기술개발이 보다 더 경쟁적 환경에서 이루어지도록 계획하였다. 한편 국립 연구소들이 대학, 산업, 농업의 연구자들에게도 그 시설을 개방하고 협력 프로그램들을 많이 추진할 것을 제시하였다. 무엇보다도 그 핵심은 인도 경제의 자유화, 경쟁원리 도입 등을 상당 부분 수용하도록 한 점이다.

5. 과학기술자원 및 투자

1) 과학기술투자

한 나라의 과학기술체제를 뒷받침하는 것은 그 나라가 가진 과학기술자원의 양과 투자라 할 수 있다. 특히 자원의 투입은 그 관리와 더불어 과학기술의 성과를 가름하는 중요한 사항이다. 인도의 과학기술 투자액을 달러로 환산하면 국가 규모에 비해 낮은 수준이지만 통계치를 보는데 주의할 점이 있다. 인도 과학기술자들의 인건비가 매우 낮다는 사실을 염두에 두어야 한다. 예를 들어 인도의 박사급 과학자의 초임은 정부 등 공공부문에서는 약 15만원선, 민간부문 및 다국적기업에서는 약 30만원선 정도이다. 따라서 동일한 과학기술투자를 한다고 가정할 때 인도에서는 한국이나 다른 선진국에서보다 훨씬 많은 연구가 가능하다. 이는 경제 통계치를 읽을 때에도 마찬가지로인데 그들의 구매력 기준이 적절히 환율에 반영되지 않았음을 유의해서 보아야 한다.

<표 4> 연도별 국민소득 및 연구개발비

(단위: 천만루피)

연도	경상가격		
	R&D지출/GNP	R&D지출/총지출	GNP 대비 R&D지출
1958~59	13231	22.93	0.17
1965~66	23899	68.39	0.29
1970~71	39424	139.64	0.35
1980~81	122772	706.52	0.62
1989~90	402930	3725.74	0.93
1990~91	468069	3974.17	0.85
1991~92	540143	4512.81	0.84
1992~93	616504*	5141.64	0.83

* : 추정치

자료: 인도 과학기술국

<표 5> 인도의 과학기술 지출(1992~1993)

(단위: 천만루피, %)

영역	연구개발	기타 과학기술 관련 비용	총 과학기술 비용
중앙정부	3304.38(64.3)	352.83(75.1)	3657.21(65.2)
주정부	478.78(9.3)	117.18(24.9)	595.96(10.6)
공공영역산업	586.71(11.4)	-	586.71(10.5)
민간영역산업	771.77(15.0)	-	771.77(13.7)
총계	5141.64(100)	470.01(100)	5611.65(100)

주: 과학기술비용=연구개발비용+관련 과학기술비용

자료: 과학기술국

인도에서 연구개발 투자규모를 보면 <표 4>와 같다. 연구개발비는 꾸준히 증가하고 있지만 GNP에서 차지하는 비중은 1% 미만으로 아직도 적다는 것을 알 수 있다. 1948~49년에는 1.1백만 루피였으나 1958~59년 229백만 루피, 그리고 1970~71년 1,396백만 루피, 1980~81년 7,065백만 루피, 1990~91년 39,742백만 루피로 크게 증가하였다. 1992~93년 사이의 국가연구개발활동에 대한 투자를 보면 51,416백만 루피였다. 1993~94년에는 57,334백만 루피로 추정된다. GNP의 비중으로 보면 1992~93년 사이에 GNP의 0.83%가 연구개발활동에 쓰였다. 1990년의 인도국민 1인당 연구개발비는 2.60달러에 불과하다. 이는 대부분의 선진국에서 100~800달러 그리고 일부 개발도상국에서 50달러 수준임을 감안한다면 매우 낮은 수치이다.

1992~93년 사이에 사용된 인도의 과학기술 비용을 크게 그 주체별로 그리고 내용별로 보면 <표 5>와 같다. 순수연구개발비용을 그 주체별로 보면 중앙정부의 기관이 64.3%, 주정부가 9.3%, 공기업이 11.4%, 그리고 민간기업이 15.0%를 사용하였고 관련 비용은 약 8% 정도이다. 인도에서는 응용연구와 기초연구 사이에 실험적 개발(Experimental Development)연구라는 표현을 사용하여 구분하고 있다. 이런 분류를 기준으로 하면 1992~93 회계연도에는 23.99%가 기초연구에, 43.52%가 응용연구에, 32.49%가 실험적 개발 연구에 쓰였다. 특히 정부 내에서 중앙정부의 비중이 87.34%로 매우 높다.

1992~93년도의 자료를 보면 중앙정부에 의해 발생된 연구개발 비용의 71.6%는 12개의 주요 연구조직

으로부터 나온 것이며 나머지가 중앙정부 부처 및 공공기업으로부터 나온 것이다. 그 중에서도 제일 큰 비용을 발생시킨 연구조직은 국방 연구개발 조직으로서 28.4%의 비용을 발생시켰다. 실제 어떤 연구에 사용하였는지를 연구의 목적으로 분류하여 보면 <표 6>과 같다. 연구의 목적 기준으로 보면 역시 국방부문이 약 25% 정도로 4분의 1이나 된다. 그리고 산업연구에 13.2%, 우주연구에 12.6% 정도를 쓰고 있다. 이런 비용 분포는 인도의 경제환경과 국가 정책의 우선순위에 따른 것이라고 볼 수 있다. 다만 산업연구의 촉진 등이 최근에 와서 그 상대적 비중이 점차로 증가하고 있다.

<표 6> 부문별 연구개발비의 비중, 1992~93

(단위: %)

목 적	비 율
국방	25.1
산업연구의 촉진	13.2
우주	12.6
농업, 임업 그리고 수산업의 개발	10.2
에너지의 생산, 보존 및 유통	9.3
지식의 일반적 진보	7.1
환경 보존	5.8
교통 및 통신의 개발	5.1
보건서비스의 개발	3.6

자료: 과학기술국

2. 과학기술인력

1990년 현재 인도의 과학기술인력은 약 4백만 명에 이르는 것으로 추정되고 있다. 최근에는 매년 대학 학위 수준의 과학기술인력이 약 20만명 정도가 배출되고 있다. 인도에서는 취업기회가 많지 않기 때문에 배출되는 모든 과학기술인력을 고용하진 못한다. 1992년 4월 현재 공공/민간 산업부문의 연구개발 조직을 포함하여 인도 전체의 연구개발조직에 고용된 사람은 약 293,000명이었다. 이 중에서 32.5%가 직접적인 연구개발활동을 하고 33.5%가 보조적인 활동을 하며 나머지 34%가 행정 혹은 비기술적 지원 활동을 하였다. 인도의 인구를 고려한다면 인도내의 과학기술자의 누적 수는 선진국에 비해 많은 것이 아니다. 인도는 1990년 기준으로 1000명당 과학자, 엔지니어, 기술자(technicians)가 약 3.76명이다. 인구 천명당 고용된 과학기술인력은 0.22명 수준이다. 누적기준 말고 현재 활동중인 인력의 수로 보면 1990년 현재 약 311만 정도이다. 과학기술인력의 전공을 보면 전공별로는 1990년 현재 약 55%가 자연과학, 31%가 공학, 그리고 8%가 의학, 그리고 나머지가 농업과학을 전공하였다. 그러나 연구개발기관에 고용된 연구인력의 전공분포를 보면 공학 부문 쪽의 상대적 수요가 크고 자연과학 쪽은 배출된 인원보다 상대적 수요가 적은 것을 알 수 있다.

VI. 소프트웨어 산업

1. 소프트웨어 산업의 현황

인도는 세계적인 소프트웨어 강국으로 부상하고 있다. 정부의 적극적인 지원에 힘입어 인도의 소프트웨어 시장은 '94~'95년에 내수, 수출 모두 50%가 넘는 성장률을 자랑하고 있다. 성장을 뿐만 아니라 절대액에 있어서도 '94~'95년의 경우 수출액이 거의 5억달러에 이르고 있으며 '95~'96년의 경우 약 7억 달러이다. 인도 소프트웨어 산업협회(INASSC)에 따르면 '94~'95년 인도는 총 4억8천5백만달러 상당의 소프트웨어를 수출했으며, 이는 전년대비 42%정도 늘어난 수출규모이다. 현재 인도의 소프트웨어 산업은 1,400,000명 이상의 인력을 고용하고 있으며 가장 빠른 성장을 하는 분야이다.

인도의 소프트웨어 기술의 원천은 여러 가지 측면에서 살펴볼 수 있는데 문화, 인력, 정부, 산업계 등으로 크게 나누어 볼 수 있으며 이를 정리하면 <표 7>과 같다. 특히 인도 정부는 소프트웨어 산업에 대한 지원을 아끼지 않고 있다. 라오 행정부부터 시작된 개방화정책에 따라 외국기업에 대한 투자규제 완화, 세제감면, 공장부지 알선 등 강력한 인센티브정책을 추진하고 있다. 뿐만 아니라 소프트웨어 수입에 대한 고율 관세의 폐지, 지적 재산권 보호강화 등 소프트웨어 산업 촉진 정책 등은 매우 성공적인 것으로 평가받고 있다. 특히 수출용 소프트웨어를 개발하는 외국기업 및 내국업체에는 각종 행정편의를 우선적으로 제공한다. 정부가 또한 선진국으로의 인력 유출을 방지함은 물론 미국 등지에서 활동 중인 전문 인력을 자국으로 유치하는 노력도 기울이고 있는 점도 중요한 점이다.

인도 소프트웨어 산업의 개발에 있어 마케팅은 가장 취약한 부분이다. 인도의 경우 소프트웨어 산업이 주로 인도 엔지니어들의 저임금을

<표 7> 인도 소프트웨어 산업의 강점

강점요인	구 세 적 내 용
문 화	- 인도인의 수리적이고 논리적인 성향 - 문화적 다양성 - 영어를 공용어로 사용
인 력	- 소프트웨어 인력의 풍부 - 소프트웨어 인력의 질이 고급 - 상대적으로 낮은 인건비 - 해외에 진출하여 소프트웨어 산업에서 성공한 인도인들의 네트워크
정 부	- 외국 자본 유치, 개방적 정책 - 소프트웨어 기술 단지 조성 및 특별 인프라 조성 - 데이터 통신 관세가 낮음
산 업 계	- 민간인 단체들의 수출촉진 및 품질 향상 노력
시 장	- 인도 자체의 잠재 시장 규모도 매우 큼

이용하는 외국 기업들에 의해 주도되어 왔기 때문에, 소프트웨어 산업이 양적으로 성장하였음에도 불구하고 제품개발이라는 부가가치 사슬에만 치중하게 되었다. 따라서 마케팅 및 제품 개념화 단계에서는 매우 취약한 구조를 가지고 있다.

VII. 맺는 말

1. 인도 과학기술의 특징

인도의 과학기술은 여러가지 면에서 특징적 요소를 가지고 있는데 요약하면 다음과 같다.

첫째, 과학기술의 목적이 국민들 전체의 삶의 질에 대한 향상을 목적으로 하고 있다는 점을 들 수 있다. 이는 매우 철학적인 목표이긴 하지만 정책 수립자 및 과학자, 기술자 집단의 대부분이 실제로 이렇게 믿는 경향이 있다.

둘째, 기술에 비해서 과학을 강조하는 경향이 있다. 연구개발단계의 영역을 기초, 응용, 개발연구로 구분한다면 인도의 과학기술정책은 (응용연구에 대한 투자가 크기는 하지만) 기초연구에 치중하는 경

향이 있다. 이는 기초연구를 통해서 자연적으로 응용, 개발연구로 진행되어 결국은 산업기술로까지 응용될 것이라는 믿음에서 출발한 것이다. 후에 기술정책문을 만들기도 하였지만 우리들의 시각에서 보면 아직도 기초과학 쪽에 매우 치우쳐 있는 것으로 보인다. 사실 이는 인도 과학기술의 제일 큰 약점이자 장점이기도 하지만 이는 인도의 고유한 사회 문화적 특성에서 비롯됐다고 볼 수 있다.

셋째, 인도 국민들 스스로가 과학에 가지고 있는 전통적인 생각이 과학기술정책에 많이 반영되어 있다. 즉 과학은 모든 인류의 공익을 위한 것이라든지 산업기술 쪽에 치우치는 것은 학자답지 못하다 라든지 하는 생각들이다. 어떤 면에서는 경제적인 관정보다는 환경과 그들이 살아온 방식을 조화시키는 정책을 추구하기도 한다. 예를 들어 경제적 효율성보다도 사회적 주제들을 더 생각하는 경향이 있다. 인도에서는 사회 전체가 가지고 있는 사회주의적인 색채와 함께 과학에 대한 이상이 어우러져서 과학기술정책이 형성되고 있다.

넷째, 국가에 꼭 필요하다고 생각하는 과학기술은 어떤 비용이 들더라도 추구하는 경향이 있다. 예를 들어 국방에 필요한 과학, 원자력, 우주 등에 관한 투자는 다른 부분과 비대칭적으로 많이 투자하고 있다. 이런 투자가 과연 정당화될 수 있는지는 정치적인 요소도 많이 개입되기 때문에 쉽게 판단할 수 있는 성질의 것은 아니다.

다섯째, 산업 및 민간부문이 매우 취약한 구조를 가지고 있다. 연구개발의 투자규모 면에서나 연구 조직의 수준 면에서 볼 때 정부공공 부문이 절대적으로 주도하는 형상이다. 한편 정부 연구조직과 산업계의 연구개발활동이 서로 잘 연결되지 않는 현상이 만연되어 있다. 각종 기술정책문 및 각종 권고안, 수상의 연설 등에 보면 산업을 발전시키기 위한 연구개발을 강조하고 있으나, 실제로 그 실행단계가 매우 미약하다. 이는 부분적으로는 인도 과학기술 문화 때문에 또 다른 한편으로는 인도가 큰 나라이고 과학기술과 관련된 정부의 리더십이 부족하기 때문이라고 판단된다.

여섯째, 인도의 과학기술 분야 중 비교적 강한 부분으로는 우주, 국방, 생물공학, 소프트웨어 등을 들 수 있다. 특히 소프트웨어 산업은 세계적으로 경쟁력이 있는 분야이다.

일곱째, 인도의 과학기술정책 의사결정 과정에 광범위한 의견을 청취하는 방식이라는 점이다. 이런 의사결정은 매우 이상적이긴 하지만 빠르게 전략적 결정을 내려야 하는 산업에서는 비효율적인 방식이다. 그렇지만 여하튼 인도의 환경에 맞게 이런 의사결정 과정이 진화되어 온 것은 인도의 과학기술시스템의 주요 특징이다.

마지막으로 최근의 경향을 보자면 인도의 과학기술정책 및 체제가 국가경제의 자유화 정책과 맞물려서 산업기술 쪽으로 방향을 천천히 선회하고 있다. 즉 정부의 정책이 국립연구소들도 보다 더 실용적인 연구를 하며, 과학자들도 외부로부터의, 특히 산업계로부터의 계약연구를 수행하도록 압박을 가하고 산업의 연구개발을 장려하며, 산학연 연계를 강조하고 있다.

2. 인도 과학기술의 시사점

인도의 과학기술이 우리에게 주는 시사점은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 인도의 과학기술시스템 및 정책은 인도 특유의 국가 요인에 따라 형성되었다는 사실이다. 그 특징으로는 과학기술의 철학 및 목표의 이상성, 정부공공부문의 비대, 특정 과학분야에 대한 집중적 투자 등을 들었다. 그리고 이런 체제가 공고화됨에 따라 이를 다시 바꾸는 것이 매우 힘든 작업이라는 사실이다. 따라서 과학기술 체계를 처음부터 잘 설계하여 진화하도록 만들어야 한다. 이는 특히 우리가 통일에 대비하여 남북한 과학기술의 통합을 준비해야 한다는 점에 생각해 보면 북한에 대한 사전 연구가 충분히 이루어져야 한다는 것을 시사한다.

둘째, 인도의 과학기술 정책결정과정 및 실행과정에서 배울 점이 있다. 예를 들어 인도에는 과학기술을 위한 특정의 법이 없다. 그러나 나름대로 각종 권고안, 인도과학대회, 정책선언 등을 통하여 움직

이고 있다. 즉 일종의 규범(norm)이 설정되면 이를 충실히 지킨다는 점이다. 우리도 법이나 제도 이전에 사회 전체적으로 과학기술문화를 성숙시키고 과학자들의 의견을 청취하는 시스템을 만들 필요가 있다.

마지막으로 인도의 과학기술체제와 우리는 서로 상호 보완되는 점을 많이 가지고 있어 이를 잘 활용하면 상호 이익이 되는 결과를 가져올 수 있다. 무엇보다도 인도는 우리가 부족한 기초과학기술 쪽에 강점을 가지고 있다. 뿐만 아니라 인도의 과학기술인력을 고용하는데 들어가는 비용은 우리의 3분의 1에서 5분의 1정도면 가능하다고 판단된다. 인도는 이전부터 심각한 두뇌유출을 경험하고 있다. 이런 두뇌들을 적절히 유치할 수 있다면 우리가 부족한 기초과학기술을 진흥하는데 도움을 받을 수 있을 것이다. 우리의 과학기술 협력 파트너로는 선진국과 중국, 러시아에 치중하는 경향이 있다. 인도의 과학기술력은 그 절대적 규모나 수준에 있어서 중국과 러시아에 버금간다고 할 수 있다. 인도의 경제권은 부상하고 있으며 한국 기업들의 진출이 인도에서 우호적인 환경을 조성하고 있다. 우리도 이런 점을 고려하여 미리 준비하여 상호 이익이 되는 과학기술협력을 추진한다면 좋은 결과를 낼 수 있을 것이다.

【참고문헌】

- 1) 나원찬, 송하율, 인도의 신경제정책과 우리의 대응, 산업연구원, 1993
- 2) 일본무역진흥회 저, 대외투자개발원 역, 인도투자전략, 1996
- 3) 조충재, 주요 선진국의 대인도 경제협력 현황과 우리나라의 경험방향, 대외경제정책연구원, 1994
- 4) Abrol, D., Jain, A.(Eds), Introduction of Information Technologies in India, National Institute of Science, Technology & Development Studies, 1990
- 5) Council of Scientific & Industrial Research, Status report on S&T in India, 1994
- 6) Council of Scientific & Industrial Research , CSIR Handbook, 1995
- 7) Council of Scientific & Industrial Research , Science and Technology System in India, 1995
- 8) Council of Scientific & Industrial Research , Annual Report, 1993-94
- 9) Department of Electronics, The software industry in India, 1996
- 10) Department of Science and Technology, Science and Engineering Research Council: activities during 1980-87
- 11) Department of Science and Technology , Report of The Inter Ministerial Task Force on The Recommendations of The 83rd Session of Indian Science Congress, Jan. 1997
- 12) Department of Science and Technology, Research and Development Statistics, 1992-93
- 13) Department of Science and

- Technology, Technology Policy Statement, Jan. 1983
- 14) Lundvall, Bengt-Ake, National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, Pinter Publishers, 1992
- 15) Planning Commission, Eighth Five Year Plan(1992-97)
- 16) Rahman, A.(Eds), Science and Technology in Indian Culture, A historical perspective, National Institute of Science, Technology & Development Studies, 1984
- 17) Rahman, A.,(Eds), 'Science and Technology in India, Pakistan, Bangladesh and Sri Lanka, Longman, 1990
- 18) Science Advisory Council to the Prime Minister, An Approach to a Perspective Plan for 2001 AD: Role of Science and Technology, Recommendations for Action, 1988
- 19) World Bank, "Extracts from the report on India's software export potential, 1996"

주석 1) 지표통계분석팀, 선임연구원(Tel : 02-250-3075)