

經濟發展과 科學技術의 役割



崔 亨 燮

(工博 · 韓國科學院長)

과학기술이 현대사회와 경제발전에 미친 영향과 기술진보가 경제성장에 어떠한 역할을 하는 것인가에 관하여는 여러 시점에서 분석되고 있다.

한나라의 경제성장이나 물질적인 富는 그 나라의 이용가능한 인력(Human Skills), 자본(Capital), 토지(Land)와 자연자원(Natural Resources)의 결합으로 이룩되는 생산량에 의해서 결정된다.

경제성장은 보다 많은 자원을 사용하여 이룬 보다 많은 생산으로 촉진될수도 있고, 또한 자원의 보다 효율적인 사용을 통한 생산성의 제고(Productivity Improvements)에 기인할수도 있다. 기술(Technology)은 이 양적추진을 통하여 경제성장에 기여하는 것이다.

첫째로 기술은 활용가능한 자본의 효율성(Utility)을 증대시켜 경제성장에 기여한다. 예를 들어 이제까지는 그다지 쓸모가 없는 것으로 생각되어온 토지를 생산적으로 사용케 하거나 또는 이제까지 무가치한 것으로 생각되어온 자원과 원료를 경제적으로 활용하는 방법을 발견하는 경우이다.

둘째로 기술은 새로운 제조방법의 개발과 개선, 보다 우수한 기계의 사용과 공정관리를 통한 생산성의 향상으로 경제성장을 촉진케 하는 것이다.

과학과 기술의 경제성장과의 상관관계를 고

려할때 우리는 과학(Science)과 기술(Technology)을 구분하여 고찰함이 타당하다고 생각한다. 응용을 목적으로 하지않고 자연현상의 객관적 법칙을 탐구하는 진리 자체의 추구를 목적으로 하는 것이고, 기술은 과학적 원리나 법칙을 인간생활이나 생산에 직접 유효하게 적용하는 실용적 목적을 갖는 것이라 할 수 있다.

한마디로 기술은 “Know-how”에 관한 것이라 할수 있고 과학은 “Know-why”에 관한 것이라 할수 있다.

과학적 지식은 기술이라는 과정을 거침으로써 경제발전에 기여할 수 있는 것이다. 과학은 지식(Knowledge)을 창출하고 기술은 물질적 부의 생산을 촉진한다. 과학과 기술 그리고 생산과의 상관관계는 시대에 따라 상이하나 16, 17세기 근대과학의 탄생으로부터 시작하여 18, 19세기의 산업혁명을 거쳐 오늘날에 이르기까지 과학, 기술, 생산의 삼자는 더욱 밀착되어 상호 영향을 주고 받으면서 가속적인 발전을 계속하고 있는 것이다. 과학과 기술의 발전과정을 고찰하면 과학과 기술이란 인류문명의 시작과 함께 존재하여 왔다고 볼수 있으나 근대과학은 16, 17세기 서구의 과학혁명에서 비로소 본격적으로 개화되기 시작한 것이다.

그후 양자는 상호 영향을 주고 받으면서 각기 상이한 발전의 과정을 거쳐 왔다고 할수 있다.

산업혁명기까지만 해도 과학적 원리가 기술

로 응용된 경우가 극히 적었고 19세기말에 와서야 과학과 기술은 불가분리의 것으로 밀착되어 근대산업 발전을 주도 하기에 이르렀던 것이다.

역사적으로 보아 기술이 과학에 영향을 받는 것보다는 과학이 보다 많이 기술발전으로 부터 영향을 받아 왔다고 할수도 있으나 최근에 이르러서는 과학발전에 직접영향을 받는 산업(Science-based industry)이 뚜렷한 모습을 나타내기 시작한 것이다.

하나의 새로운 과학적 원리의 발견이 실제 기술적으로 응용되기 까지는 오랜 기간이 소요되는 것이 원칙이기는 하지만 점차 이 기간이 단축되어 가고 있는 것이 또한 현대 과학 기술의 특징의 하나라 할수 있다.

미국의 과학재단(National Science Foundation)이 조사한 바에 의하면 가장 중요한 다섯가지의 기술혁신을 선도한 과학적인 발명과 발견을 추적해 볼때 비목적적인(Nonmission) 순수 기초 연구가 기술혁신을 유발케 한 원천이 되고 있으며 기초연구에서 기술혁신까지에는 20년내지 30년의 기간이 걸렸다는 것이다.

과학과 기술의 관계에 대하여 Solla Price는 이렇게 말하고 있다.

“기술이 뒤따라 연출되지 않는 과학은 불모이고, 과학이 없는 기술은 시든다”

오늘날 과학적 지식은 논문과 출판물을 통하여 전세계적으로 활용할 수 있는데 비하여 기술은 산업상의 비밀이나 공업소유권 등이 제약때문에 쉽게 얻을수 없으며, 또한 그것은 실제경험의 축적에 의해서만 습득할 수 있는 것이다.

기술은 본질적으로 경험과 밀착된 것이며 그렇기 때문에 이식(Transplantation)과 이전(Transfer)이 곤란한 것이다.

특히 생물자원의 개발에 관한 기술은 근본적으로 지역적 환경에 의하여 좌우되는 것이 많고 각 지역의 환경적 여건에 맞게 개발하여야 하므로 더욱 그러하다. 그러나 오늘날 여러가지 형태로 다량의 기술들이 국가간 또는 지역간에 이전되고 있는바 소위 선후진국간의 기술이식(Transfer of Technology)에 관한 문제는 개발도

상국의 기술개발 전략과 정책에 있어서 가장 중요한 과제가 되고 있는 것이다. 오늘날 과학기술 개발을 위한 투자는 교육과 훈련을 위한 투자와 마찬가지로 장기투자이기는 하지만 실질적으로 가장 많은 경제적 이윤을 가져다 주는 생산적인 성격의 투자인 것이다. 따라서 과학과 기술은 경제발전을 위한 단순한 보조적 역할을 하는것이 아니라, 인류사회에 새로운 경제적 부와 사회적 복지향상을 초래하는 동적(Dynamic System)의 구성요소로써 인식되어야 한다. 과학과 기술의 발전이 어떠한 경로를 거쳐 경제발전에 기여하여 왔느냐 하는 것을 역사적으로 살펴보는 것도 과학기술과 경제발전의 상관관계를 논의함에 있어 중요한 제목의 하나라고 생각한다. 과학기술 발전사에 있어서 특기해야 할 시기는 16, 17세기의 과학혁명(Scientific Revolution)과 18, 19세기의 산업혁명(Industrial Revolution)이다.

전자는 새로운 과학적 방법론의 확립에 대한 근대과학의 탄생기였고, 후자는 과학의 혁명결과로 축적된 과학적 지식을 기술로 바꾸어 이를 인간생활향상에 응용한 시기였으며 그후 계속하여 이루어진 가속적인 생산기술의 진보와 이에 따른 현대적 대량생산방식의 확립은 실로 인류발달사에 있어서 위대한 전환기를 가져오게 한 것이다.

17세기 과학혁명기에 확립한 실험을 통한 과학의 새로운 방법론은 인간사고와 경험의 모든 영역에까지 확대되어, 인간의 사고와 신 중심의 종교적우주관 및 자연관으로 부터 벗어나, 인간의 이성과 객관적 실험에 의한 우주와 자연에 대한 해석과 과학적인 진리추구를 가능케한 인류지성사의 크나큰 전환점이었다. 영국의 과학사가 버터필드(Herbert Butterfield)는 그의 “Origins of Modern Science 1300-1800”에서 과학혁명의 중요성을 강조하여 과학혁명이 「크리스토포 대두이때 모든것의 빛을 잃게하고 문예부흥과 종교개혁을 단순한 막간극 정도의 사건으로 격하시키고 말았다」라고 말하고 있다.

이러한 과학혁명의 결과 누적발전 하여온 과

학적 지식은 18, 19세기의 산업혁명을 초래하여 현대 과학기술 발전의 토대를 구축하게 된 것이다. 즉 과학의 기술에의 응용은 종래의 수공업적 생산방식에서 공장과 기계를 주축으로 하는 근대적 대량생산방식으로 전환케 하였으며 이러한 일련의 기술진보에 의한 생산방식의 변혁은 계속하여 산업의 발전을 가속화 시키고 있는 것이다. 기술상의 커다란 발명이 경제적 사회적 대변혁을 가져오게 한 전형적인 경우가 17, 18세기 영국에서 시작한 산업혁명(Industrial Revolution)이라 할수 있다. 산업혁명의 전개가 전적으로 과학적 지식의 진보와 발견 그리고 이의 기술적인 응용에 의하여 이루어진 것이라고 말할수는 없으나 과학혁명 이후의 과학발전의 누적된 결과로서 촉발된 것은 부인할수없는 사실이다. 즉 산업혁명을 발단케한 증기기관(Steam-engine)은 결국 과학적지식의 축적과 이의 응용의 결과라고 볼수 밖에 없는 것이다. 이 시기에 와서 과학과 기술 그리고 경제는 상호 밀접하게 결합하여 서로 영향을 주고 받으면서 성장 발전을 계속하여 오늘날에 있어서는 고도한 현대 과학문명과 산업사회를 이룩하게 한 것이다. 과학이 기술진보에 결정적인 역할을 하게 된 것은 19세기에 와서였다. 이 시기 이후에 있어서 과학의 발전은 기술진보의 가장 중요한 요인이 되었으며, 20세기에 들어와서는 과학과 기술은 생산조직과 완전히 합체되어 기술혁신을 심화 촉진시키게 된 것이다. 그리하여 오늘날 과학기술은 경제발전을 위한 핵심적인추진력이 되기에 이른 것이다.

오늘날 경제발전과 과학기술과의 상관관계를 가장 단적으로 나타내는 것은 기술혁신(Technological Innovation)이란 용어이고 이말은 특히 2차대전 후의 일본에서 유행처럼 사용되고 있으며 60년대 이후 우리나라에서도 기술개발 정책과 관련하여 一般的으로 쓰여지고 있다. 「기술혁신이라는 개념은 경제학자인 슈페타가 경기순환의 장기파동의 원인을 설명하는데 도입한 것이다.

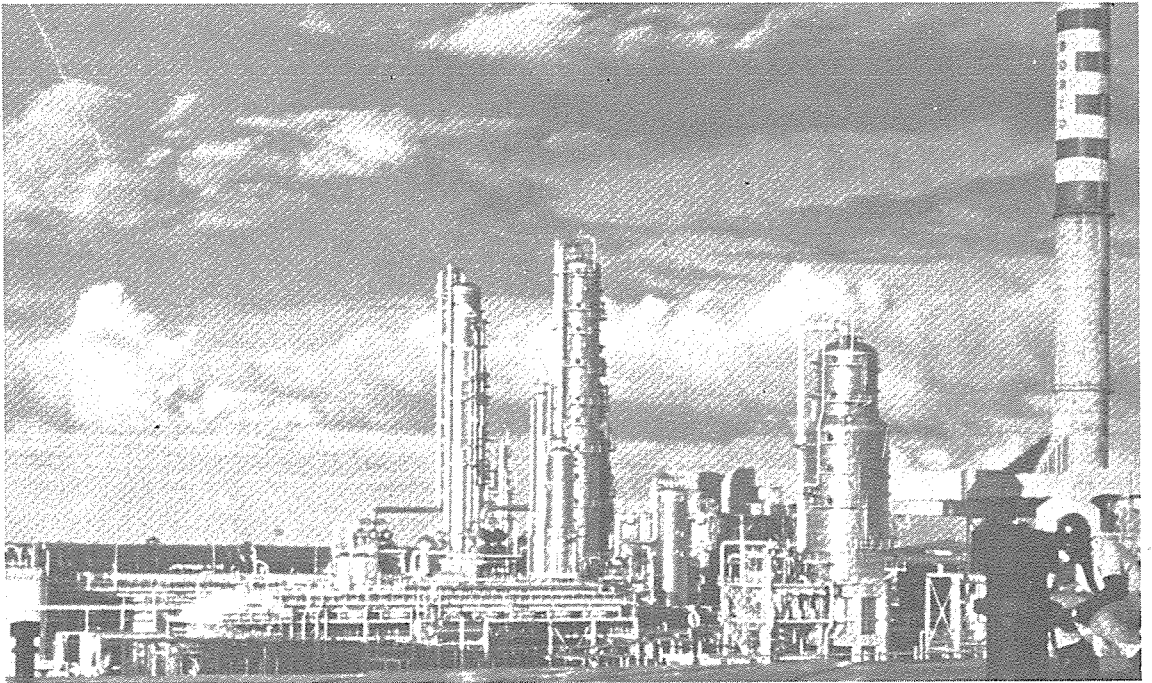
기술혁신에는 획기적인 신기술 또는 새로운

제품의 등장이라는 점이 강조되고 있는데 여기에는 트랜지스터나 나일론과 같이 산업·경제·사회 등에 큰 영향을 미쳐 뚜렷한 변혁을 가져와야 한다는 의미가 내포되고 있다.

따라서 새로운 原理的 발명이나 발견으로 개발된 신기술 또는 신제품이라 할지라도 이것이 그 자체에서 끝나 버리고 산업·경제·사회 등에 어떤 변혁을 초래하는 것이 아니라면 기술혁신의 요소라고는 할 수 없을 것이다. 이러한 견지에서 볼때 산업발전에 있어서 새로운 기술과 工法의 채택, 신제품의 개발이 얼마나 중요한 역할을 수행하고 있는가를 알 수 있게되며 또한 이러한 신기술, 신제품 개발의 원천인 연구개발 활동이 기업발전이나 한 나라 산업발전에 얼마나 중요한 것인가를 알 수 있는 것이다.

즉 제 2 차 세계대전중에 항공기·레이다·원자력 등의 군사목적에 위하여 개발된 일련의 신기술들은 전후에 평화적인 산업기술로 전용되었으며 전자공업·원자력발전·가스터빈·금속재료·고분자합성·석유화학의 발전등이 그것이다.

좀더 구체적인 예를 들어보면 1945년 까지만 해도 전혀 상업적으로 존재하지 않았던 텔레비전·젯트항공기·전자계산기 등이 1965년에 와서는 미국내에서만도 매출액 130억불에 취업자수가 90만명에 달하는 거대산업으로 발전하였다. 또한 1945년~1965년의 20년간 미국에서 기술혁신에 주력하여 고도의 성장을 가져온 Pararoid, 3M, IBM, Haloid Co. (Xerox), Texas Instrument의 5개사의 성장율은 동기간의 GNP成長率인 2.5%를 훨씬 상회하는 평균 17%나 되어 유망산업체가 되고 있다. 한편 「오퍼레이션스 리서치」(Operation's research) 품질관리, 오토메이션(automation) 등의 도입은 생산방법과 과정에 큰 변혁을 가져오게 하였다. 이러한 새로운 혁신적 기술의 대부분은 1930년대 量子力學의 완성에 따라 기초가 마련된 새로운 물리학과 화학, 특히 소립자론, 물성론, 고분자화학등의 성과를 기술에 응용한 결과 개발된 것이라 할 수 있다.



이러한 2차대전후의 산업기술의 비약적 발전을 새로운 산업혁명 또는 2차 산업혁명이라 부르는 사람도 있다. 오늘날 경제학에 있어서 기술적인 요인은 가장 중요한 연구과제로 되고 있으며, 최근에는 기술진보가 경제성장에 기여하는 기여도를 정량적으로 산출코자 시도하고 있는 사람들도 있다. 이와 아울러 과학기술발전의 핵심체라고 할 수 있는 연구개발체제와 그 관리에 관한 여러가지 연구도 이루어 지고 있는 것이다.

이상 언급한 기술혁신의 개념은 고정적인 것은 아니고, 그 나라가 처해 있는 입장과 또 그 나라가 지니고 있는 사회, 경제적 여건에 따라 자연히 해석이 달라지게 마련이다. 다시 말해서 선진국과 개발도상국과는 기술혁신에 관한 적용범위가 달라져야 한다는 것이다. 선진국에서는 새로운 기술이나 제품의 개발이 바로 기술혁신이라 할 수 있겠지만 거의 기술의 축적이 없다시피 하는 개발도상국에서는 우선 기존기술의 도입적용부터 시작하여야 한다. 따라서 개발도상국에 있어서는 선진기술의 도입과 적용이 기술개발 정책의 주축을 이루게 된다.

그러나 이러한 도입기술의 소화·적용에는 적정기술을 선택할 수 있는 능력과 이를 소화개발할 수 있는 잠재력이 구비되어 있어야 하기 때문에 이러한 능력축적을 위한 자주개발력 배양이 병행되어야 한다는 전제조건이 필요하게 되는 것이다. 따라서 우리 나라와 같이 개발도상에 있는 나라들의 입장에서는 일면 과감한 선진기술도입을 대행하면서 또 일면 이를 받아들일 수 있는 자체개발 능력축적이 이루어져야 한다. 이러한 양면을 감안하여 볼때 개발도상국의 기술개발 정책은 스스로 도출되는 것이라고 하겠다.

끝으로 한가지 부언하고 싶은 것은 과학기술이 그 나라 발전을 지원 혹은 선도할 수 있는 適正한 과학기술정책이나 연구개발 체제의 설정도 필요하겠지만 이러한 체제나 외형적인 기구가 중요한 것이 아니라 과학기술 개발이 국가발전에서 있어 지상과제라는 투철한 이념의 확립과 그 실현을 합리적이고 효율적으로 이룩하기 위한 운영의 묘가 이루어져야 비로소 소기의 목적을 달성할 수 있을 것이라는 점이다.