

# 탈추격형 과학기술전략과 정부의 역할

이장재\* · 이강춘\*\*

## I. 서론

국가 경쟁력 확보와 국가경제발전에 있어 과학기술 발전의 중요성은 오랜 기간 논의되어 왔다. 한국과 같이 정부주도의 성장 전략을 구가했던 국가는 선진국으로부터 기술을 도입하여 이를 경제적 부가가치로 연결시키는 특성을 가지고 있으며 이와 같은 방법은 지금까지의 경제성장에 결정적인 요인으로 작용하였다.

선진기술에 의존하는 기술개발방식은 자국의 기술역량이 증대되지 않는 경우 종속과 낙후라는 결과를 낳게 되지만, 선진기술의 흡수 및 학습역량을 획득한 경우 수입기술의 적응 또는 자국에 적합한 기술로 개발할 수 있는 이점을 지닌다.

한국의 경우 첨단기술의 도입 및 적용을 통해서 빠른 경제성장을 달성하였고 이러한 기술 도입을 통한 발전전략은 급속한 경제발전과 더불어 반도체 및 LCD 등과 같은 특정 분야에서 선두로 나서면서 국가 경쟁력 확보에 밑바탕이 되었다.

그러나 한국의 과학기술발전 과정에서 나타난 문제점은 바로 단기적인 관점에서의 경제발전을 위해 특정영역에 치우친 투자로 과학기술의 비대칭적인 형태의 발전을 가져왔으며 이는 장기적이고 지속적인 발전에 저해요인으로 작용하게 되었다.

특히 이와 같은 특정영역에 의존적인 형태의 기술개발 전략은 새로운 첨단·융합기술의 출현에 대한 대응능력을 저하시키며 제한적인 기술혁신활동을 초래하였다(Utterback, 1994; 송위진 외, 2006).

이러한 한계를 극복하고 지속적인 성장을 달성하기 위해 지금까지의 추격형 과학기술전략에서 탈추격형 과학기술전략으로의 전반적인 전환이 요구되고 있다.

그러나 과학기술체제의 전환은 그 주변을 둘러싼 사회·정치·문화·환경 체제 등과 복잡하게 얽혀 있으며 그 특성상 경로 의존성(path dependency)을 내포하고 있기 때문에 쉽게 전환되기 어려운 문제점을 가지고 있다.

그러므로 기술 선도국으로서 기술혁신모형을 구축하기 위해 한국의 기술역량을 파악하고 이에 따른 전략적인 기술선택이 필요하다.

이를 위해서는 선도기술을 이끄는 국가들의 기술혁신 진화과정과 추격(모방)형 기술혁신전략에서 탈추격형 기술혁신전략으로 전환한 국가들의 기술혁신모형의 특징을 살펴봄으로써 탈추격형 기술혁신체제로 전환하려는 한국의 기술혁신 방향을 예측할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 각국의 과학기술지표 및 과학기술역량을 바탕으로 과학기술 전략으로써 한국의 탈추격형 전략의 향후방향과 정부역할을 분석하고자 한다.

\* 이장재, 한국과학기술기획평가원 선임연구위원, jjlee@kistep.re.kr

\*\* 이강춘, 한국과학기술기획평가원 연구원, chilliwack@kistep.re.kr

## II. 기술혁신의 변화와 경제성장

### 1. 경제추격과 혁신

추격(catch-up)은 경제학에서 파생된 용어로 선진국을 기준으로 자국의 삶의 질을 그만큼 끌어올리기 위해 경제 성장을 달성하는 것을 의미하는 것이다(Nath, 2007). 경제추격의 주요 특성은 바로 산업화 과정에 있어 선진국에서 개발된 기술을 획득하고 발전시키는 것을 기반으로 한다(Hobday, 1995; Kim, 1997).

따라서 경제 추격은 선진국과 자국의 기술 격차를 좁히고자 하는 명확한 목적을 가지고 있다. 이러한 패러다임과 반대로 혁신기반 경제는 현재 존재하지 않는 선도기술을 창조하고 탐색하는 것을 그 목적으로 하고 있다. 여기서 혁신이라는 것은 새롭고 진보된 제품이나 공정을 의미하는 것으로 새로운 지식의 생산이나 새로운 방법으로 기존 지식을 조합하는 것이다(Edquist, 1997). 어떠한 형태이든지 혁신은 결과가 불확실한 영역을 탐색하는 과정이라고 할 수 있으며, 불확실성이 바로 혁신의 키워드이다(Nelson & Winter, 1977).

이러한 불확실성을 탐색하는 혁신은 주로 다음과 같은 환경에서 발생한다고 한다. 첫째, 규모의 경제를 강조하는 관점으로 거대 기업이 잉여자원을 통해서 기술·조직혁신을 하는데 유리한 입장에 있다는 것이다(Schumpeter, 1950). 이러한 관점은 1880년대 거대독점기업이 기술진보의 중심적인 역할을 수행한다는 연구결과(Chandler, 1991)와 “후발주자의 장점”이라는 개념을 통해 기술수준을 향상시킨 후발 기업들에게 조직규모는 필수요소라는 연구에서도 잘 나타나 있다(Amsden & Chu, 2003). 이는 후발 기업들은 이미 이익이 감소하고 있는 성숙된 기술산업으로 진입하기 때문에, 이익을 유지하고 기술수준을 향상시키기 위해서는 조직규모를 확대하고 조직역량을 증진시키는 전략을 채택하게 된다는 것이다.

둘째, 수많은 경쟁·협력 기업사이의 복잡한 상호작용이 기술혁신에 유리한 외부경제를 창출한다는 산업 클러스터의 중요성(Amin & Thrift, 1993)을 강조하는 관점으로 중소기업의 자원상의 불이익을 조정해주는 집합적 효율성(Schmitz, 1995)과 신뢰의 중요성을 강조한 것이다. 이러한 산업 클러스터는 소규모 기업간의 생산 네트워크가 바로 지식·아이디어·학습·혁신의 흐름을 촉진하는 환경을 만들어 주게 된다.

따라서 지속적인 혁신을 창출하기 위해서는 일정 수준이상의 조직 규모를 확보하거나 상호관계의 유지가 필수적이기 때문에 추격국가는 현재 조직의 상황을 파악에 따른 적합한 혁신환경 조성이 요구될 것이다.

### 2. 기술혁신 전환의 필요성

#### 1) 기술 추격

“추격(catch-up)”은 “수렴(convergence)”과 자주 혼용되는 용어이기는 하나 명백히 구분된다. “추격(catch-up)”은 단일 국가가 선진국과의 생산성 및 수입에서 차이를 좁히기 위한 역량과 관련된 단어인데 반해 “수렴(convergence)”은 전세계의 생산성 및 수입에서의 전체적인 차이가 줄어드는 현상으로 이해할 수 있다(Fagerberg, 2005).

물론 모든 국가가 선진국을 추격한다면 수렴 현상이 필수적으로 수반되어 질 것이나 단지 몇몇 국가만이 추격을 하고 있고 다른 국가들은 뒤쳐져 있기 때문에 두 용어의 구분이 필요하다. 따라서 이러한 현상을 통해서 볼 때 수렴은 “convergence club”<sup>1)</sup>이라 불리우는 국가의 집단에 한하여

1) Baumol, W., S. Blackman, E. Wolff. (1989)

적용될 수 있을 것이며, 추격하는 조건의 차이점을 설명하기 위해 다음과 같은 역사적 관점에서 살펴봐야 할 것이다.

우선 catch-up에 관한 연구는 크게 유럽과 아시아의 과정으로 구분 할 수 있다. 첫째, 제1차 세계대전 이후 Veblen과 Gerschenkron을 중심으로 한 유럽에서의 catch-up으로, 주로 영국을 따라잡기 위한 독일의 정책과 제도를 살펴본 연구와 둘째, 아시아 국가의 catch-up으로 서구 강대국을 추격하기 위한 일본에 대한 연구와 더불어 특히 한국, 대만 등의 아시아 국가가 일본의 발전 경로를 따라가는 과정에 대한 연구로 구분할 수 있다. 즉, 유럽에서는 독일의 catch-up 과정과 아시아에서는 일본의 catch-up 과정이 대표적인 사례라고 할 수 있을 것이다.

최초의 catch-up에 대한 논의로서 Veblen(1915)은 기술의 변화가 후발 국가의 산업화 상황을 변화시킨다는 것을 강조하고 있다. 과거에는 기술이 사람에게 체화된 것으로 보아 기술의 확산이 어렵고 이러한 숙련자들의 이동이 바로 확산의 전제조건이 되었다. 그러나 점차 “기계 기술(machine technology)”의 발명을 통해 새로운 형태의 지식이 전달·획득될 수 있다고 한다. 즉, “암묵지(tacit knowledge)”가 “명목지(codified knowledge)”로 변화했기 때문에 기술의 확산이 가능했다. 그리고 Gerschenkron(1962)은 선진국의 추격을 위한 정부의 역할을 강조하고 있는데 독일의 국가은행을 중심으로 한 대규모의 자본 투자와 같은 성공적인 추격 전략을 예로 들면서 민간부문의 역할이 빈약한 후발 산업국에서의 국가역할을 강조하고 있다.

아시아에서의 catch-up 과정을 살펴보면 우선 일본은 메이지유신을 통해 정부 엘리트가 법률, 인프라, 교육시스템을 근대화하고 산업에서는 새로운 비즈니스를 통해 재벌이 등장하게 된다. 초기에는 식품가공 및 섬유에서 제1차 세계 대전 이후 중공업, 제2차 세계대전 이후 군과 재벌 해체를 통해 정부의 역할을 강화하고 조선에서 자동차, 그리고 전자로 이어지는 빠른 구조적 변화의 과정을 거쳐왔다. 또한 일본은 시장이 작기 때문에 수요의 다양화를 활용할 수 있었으며 숙련된 인력과 이를 활용한 새로운 작업조직의 출현을 통한 조직혁신을 이룰 수 있었다. 물론 일본은 높은 저축률에 의지한 재원 조달을 통해 자금을 산업에 공급함으로써 성공적인 catch-up과정을 경험해왔으나 이와 같은 추격단계가 끝난 이후 따라잡기에 집중한 정책은 오히려 침체의 원인으로 작용하게 되었다(Fagerberg, 2005).

신고전학파의 성장 모형에서는 기술이 국가간에 자유롭게 이동하기 때문에, 경제 성장과정에서 국가간 수렴(convergence)현상을 보이며, 따라서 일정 수준의 “과도기적 동학(transitional dynamics)”을 가져오게 된다고 설명하고 있다. 그러나 기술을 경제발전에서 외생적 변수로 본 연구와 달리 Fagerberg(1994)는 “기술격차(technology gap)”라는 관점에서 기술이 자유롭게 이동하는 것이 아니라고 보며 집중적으로 투자하고 발전시키는 역량이 바로 선도국을 따라가기 위한 후발국가의 능력이라고 보고 있다. 이러한 관점에서 Ohkawa & Rosovsky(1973)는 “사회적 역량”으로서 외부 기술의 축적능력을 강조하고 있으며, Abramovitz(1986)의 “기술축적(technological congruence)”이나 Bell & Pavitt(1992, 1993)의 혁신역량에 대한 투자의 중요성에서도 잘 나타나 있다(Furman, 2004).

이상의 유럽(독일)이나 아시아(일본)의 사례에서 볼 수 있는 것과 같이 catch-up 전략은 국가의 산업화 과정에서 경제 성장에 큰 영향을 미치는 대규모 산업을 중심으로 국가의 역할을 강조하고 있으며 몇몇 국가에서 성공적인 형태로 나타났다. 그러나 근래에 와서 기술의 다각화 양상과 민간부문의 역할이 커짐에 따라 국가의 역할은 점차 줄어들고 있으며, 기술 자체의 도입보다는 사회적 역량 및 잠재성을 통해 다양한 기술들을 어떻게 축적하고 발전·활용하는 것이 중요해짐에 따라 최근의 catch-up전략은 더욱 복잡한 과정으로 이해되고 있다.

후발국의 catch-up전략을 통한 발전은 특정 모방 대상국가의 발전 모형에 종속되어 지고 그들의 발전경로를 따르기 때문에 나타나는 경로의존성도 강해진다. 이러한 특징은 추격 과정에서는 신속한 경제 성장을 위한 긍정적인 요소로 작용하겠지만 일정한 수준에 도달한 상황에서는 오히려 성장에 저해요인으로 작용하게 되는 것이다.

우리나라도 지금까지 일본 등의 선진 기술에 대한 catch-up을 구현해왔으며 대체로 성공했다는 평가이다. 그 결과 몇몇 기술 분야에서의 선도적 위치를 확인했으나 향후 지속적이고 안정적인 성장을 위해서는 탈추격형을 기반으로 하는 전략의 필요성이 강조되고 있다.

## 2) 탈추격형 기술혁신

탈추격형(post catch-up) 기술혁신이란 선진국을 추격하던 단계에서 벗어나 선도로 진입하거나 기존의 모방전략에서 경로를 새롭게 창출하는 기술혁신 모형을 의미한다<sup>2)</sup>. 탈추격형 기술혁신은 어떠한 부분에서는 창조적인 형태로 나타날 수도 있으며, 또한 다른 부분은 기존 혁신전략과 유사한 형태를 나타내기도 한다.

따라서 탈추격형 혁신활동은 선진국이 간 길을 따라가는 추격형 혁신활동을 넘어서 독자적인 기술궤적을 개척하는 혁신활동을 의미하는 것으로 추격의 대상과 지향점이 명확하게 설정되어 있는 추격형 모형과 달리 추격대상도 없고, 지향점도 불명확하여 독자적으로 새로운 궤적을 개척하는 것을 의미한다.

송위진 외(2006)는 탈추격형이란 용어사용을 통해 후발국의 추격형 기술모형 및 선진국의 기술혁신모형과 다른 독특한 특성을 설명할 수 있는 유용성을 강조하고 있다. 후발국이 기술추격을 하는 과정에서 혁신관련 조직과 제도를 형성하고 지식을 축적해왔지만 후발국이 갖는 지식기반은 선진국과 비교해 취약할 수 밖에 없으며 이렇게 기술혁신을 지원하는 유·무형의 하부구조가 선진국보다 약하기 때문에 탈추격형 기술혁신활동을 수행하는 후발국 혁신주체들의 활동은 선진국과는 다른 모습을 보이게 된다. 따라서 선진국에서 쉽게 확보할 수 있는 지식이나 하부구조가 취약하다면 다른 대체물을 통해 그것을 보완해서 기술혁신활동을 수행해야만 성공적인 탈추격형 기술혁신모형을 구축할 수 있다. 이와 같은 이유로 탈추격형 기술혁신은 기초·원천연구에 대한 이론적·정책적 논의를 중심으로 진행되며 기초연구를 바탕으로 한 원천기술의 확보 능력을 우선 강조하나 응용 및 개발과정에서의 독특한 기술능력 확보의 중요성도 간과할 수 없는 문제이다(송위진 외, 2006).

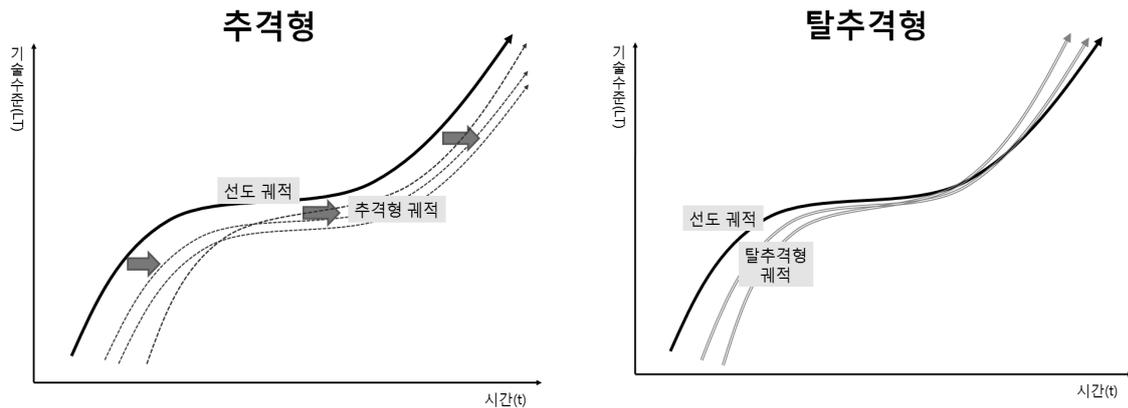
그러므로 탈추격형 연구를 수행하기 위해서는 우선 연구활동의 토대가 되는 사전적 지식기반을 갖추어야 하고 더불어 기존 연구의 틀에서 벗어나 새로운 연구주체를 탐색하는 탐험적 학습이 필요하다(송위진, 2008). 이와 같은 두 개의 전제조건이 결합함으로써 탈추격형 기술혁신으로 전환할 수 있다.

탈추격형 특성을 가진 기술의 특성에 대한 연구로 Ernst(2003)는 기술다각화 단계(창조 1단계)와 기술선도 단계(창조 2단계)로 구분하고 있다. 기술다각화 단계에서는 응용연구를 중심으로 한 기존 기술들의 재조합을 그 특징으로 하고 있으며, 기술선도 단계에서는 기초연구와 순수연구를 중심으로 한 새로운 기술창출과 더불어 표준설정을 제시하고 있다. 송위진(2009)은 반도체 메모리 기술이나 소재기술과 같이 외국기술의 모방이후 새로운 기술과의 결합을 바탕으로 한 기술심화형 혁신, 휴대폰 기술과 같이 원천기술의 응용이나 아키텍처 혁신을 통한 차별화형 혁신, 그리고 줄기세포나 초전도체 기술과 같이 자체 개발한 원천기술을 토대로 한 신기술기반형 혁신으로 구분하고 있다.

그리고 이장재(2010)는 기존의 추격형 R&D 전략과 차별적인 탈추격형 R&D 전략의 특징으로 원천기술·아키텍처·디자인 개발을 중심으로 한 경로 탐색과정과 아키텍처·디자인·공정기술을 중심으로 한 경로 창출과정으로 구분하고 있다.

---

2) 물론 탈추격형 기술혁신과정을 선도형 또는 창조형 기술혁신의 개념과 동일하게 사용(황혜란, 2006)하기도 하나 본 연구에서는 기존의 추격형 기술혁신과정에서 벗어나기 위한 전략으로서 창조형 기술혁신과는 차별화하기로 한다.



(그림 1) 추격형과 탈추격형 기술혁신의 궤적 비교

이상의 연구에서 논의하는 탈추격형 기술의 특성은 응용·개발기술에서 기초·원천기술로 연구 기반을 전환하고 새로운 경로를 창출하는 것으로 종합해 볼 수 있다. 그러나 추격형 기술 개발 전략에서 이와 같이 기술의 전환이나 경로 창출 과정으로의 변화는 쉽게 이루어지는 것이 아니며, 기술역량(technological capability)과 기술축적(technological congruence) 수준에 따라 대상 국가의 탈추격형 전략 방향이 달라질 수 있다.

### 3. 기술역량과 혁신전략

이상의 논의에서 살펴본 것과 같이 추격형 및 탈추격형 과정은 전략상의 차이점이 존재하고 있으나, 해당 국가는 추격형 또는 탈추격형 과정에서도 모두 기술축적에 따른 기술역량의 확보가 필수적으로 요구되고 있다.

추격형 전략에서 필요한 기술역량으로는 선진국의 기술을 얼마나 빨리 모방·흡수하여 자국의 기술로 전환할 수 있는 역량이 요구되는 반면 탈추격형 전략에서 필요한 기술역량은 새로운 기술을 탐색하고 이를 선택할 수 있는 역량이 요구되고 있다.

따라서 추격형 전략에서 탈추격형 전략으로의 전환과정은 기존의 기술을 버리고 새로운 기술을 선택하는 단절된 과정이 아닌 축적된 기술을 바탕으로 전환하는 과도기적 과정이 요구된다.

이를 위해서는 과거 추격형 과정에서 축적했던 기술역량이 무엇인지 살펴보고 이를 바탕으로 탈추격형 과정에서 필요하거나 요구되는 기술역량이 무엇인지 파악하는 것이 중요하다. 이러한 과정을 통해 독창적인 기술혁신 경로 창출이 가능하게 된다.

또한 선진국의 기술혁신 과정과 추격형 전략에서 탈추격형 전략으로 전환한 국가의 사례 분석을 통해 전환과정에서 나타날 수 있는 여러 가지 문제점들을 사전에 탐색할 수 있다.

기술역량을 살펴보기 위해서는 해당 국가들의 과학기술경쟁력을 비교·분석할 필요가 있으며 본 연구에서는 비교·분석을 위해 다음과 같은 과학기술지표들을 활용하여 살펴보고자 한다. IMD(스위스 국제경영개발원)와 WEF(세계경제포럼)의 국가경쟁력지수, 미국 RAND의 과학기술역량지수 (Science and Technological Capacity Index: STCI), 영국 SPRU의 ArCo지수(A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries), 한국의 과학기술혁신역량지수(COmposite Science and Technology Innovation Index: COSTII)를 활용하여 각국의 과학기술 혁신수준을 비교·분석한다.

<표 1> 주요 과학기술역량 측정방법

조사기구 및 지수명	과학기술관련 주요측정부문
국가경쟁력분석 (IMD)	· 과학경쟁력(21개 지표) · 기술경쟁력(21개 지표)
세계경쟁력보고서 (WEF)	· 기술수용성부문(8개 지표) · 혁신부문(8개 지표)
과학기술역량지수 (RAND)	· 지식의 흡수, 보유, 창출, 확대에 영향을 주는 요인 · 과학기술 활동에 영향을 주는 자원 · 연구자들의 네트워크
ArCo지수 (SPRU)	· 기술창출능력 · 논문기반 · 인적자원
과학기술혁신역량지수 (KISTEP)	· 자원 · 활동 · 네트워크 · 환경 · 성과

### III. 한국의 과학기술역량

#### 1. 과학기술 지원 및 투자

전체 연구개발예산은 매년 상승하고 있으며 이중 공공부문의 예산비중은 2000년대 초반에 소폭 상승하는 모습을 보이다가 최근 점차 하락세에 있는데, 이는 최근의 연구개발활동에서 공공부문보다 민간부문의 역할이 커지는 것을 의미한다. 각국의 연구개발예산에서 공공부문이 차지하는 비율은 미국이 약 40% 가량이고 일본은 약 20%, 한국은 25%대를 유지하고 있다. 미국의 경우 국가 R&D에서 정부 역할이 일본은 주로 기업중심의 연구개발활동이 이루어지고 있다는 것을 알 수 있다.

<표 2> 전체 연구개발예산대비 공공부문 예산 비율 변화 추이

(단위: 백만달러, %)

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
미국	전체	278,239	277,066	289,736	300,840	323,853	348,658	368,799
	공공부문비중	32.9	37.2	39.6	42.0	40.5	39.0	38.5
일본	전체	104,009	108,166	112,280	117,501	128,695	138,930	147,801
	공공부문비중	22.3	22.8	22.9	22.9	21.5	20.7	19.8
한국	전체	21,280	22,507	23,966	27,932	30,618	35,950	41,742
	공공부문비중	27.8	29.8	29.2	27.5	27.9	26.4	26.0

자료: OECD (2009). Main Science and Technology Indicators

연구개발인력도 각국은 매년 증가 추세에 있으며, 특히 한국은 2000년 초반부터 급속도로 증가하는 모습을 보이고 있다.

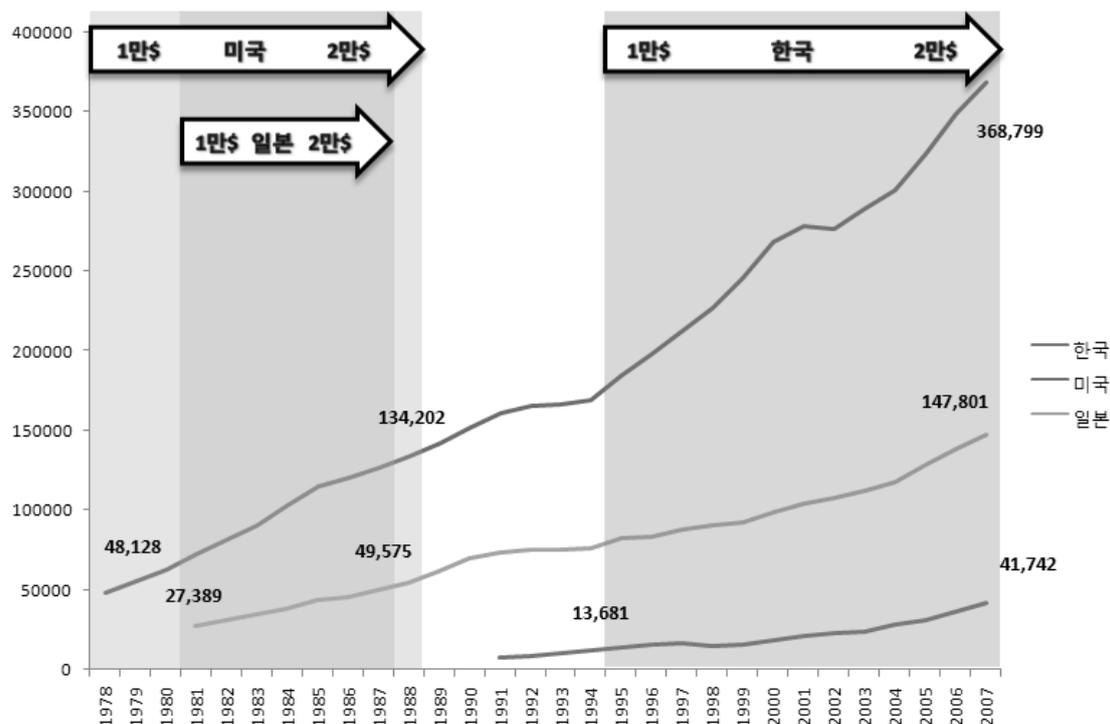
<표 3> 각국의 연구개발인력 현황

(단위: 백만명)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
미국	1289.3	1320.1	1342.5	1430.6	1393.5	1387.9	1425.6	1467.5
일본	647.6	675.9	646.5	675.3	677.2	704.9	709.7	710
한국	108.4	136.3	141.9	151.3	156.2	179.8	200	221.9

자료: NSF (2010). Science and Engineering Indicators: 2010

이와 함께 1인당 국민 소득 수준이 1만불에서 2만불로 증가하는 기간동안의 과학기술의 역할은 매우 중요한 의미를 내포하고 있다. 미국은 1978년에 1인당 국민소득 1만불로 시작하여 11년이 지난 1988년 1인당 국민소득 2만불을 달성하였고, 일본은 그보다 짧은 1981년부터 1987년까지 7년만에 1인당 국민소득이 2만불에 이르렀다. 우리나라는 1995년 1인당 국민소득 1만불을 달성하고 13년 후인 2007년에 1인당 국민소득 2만불을 달성하였다.



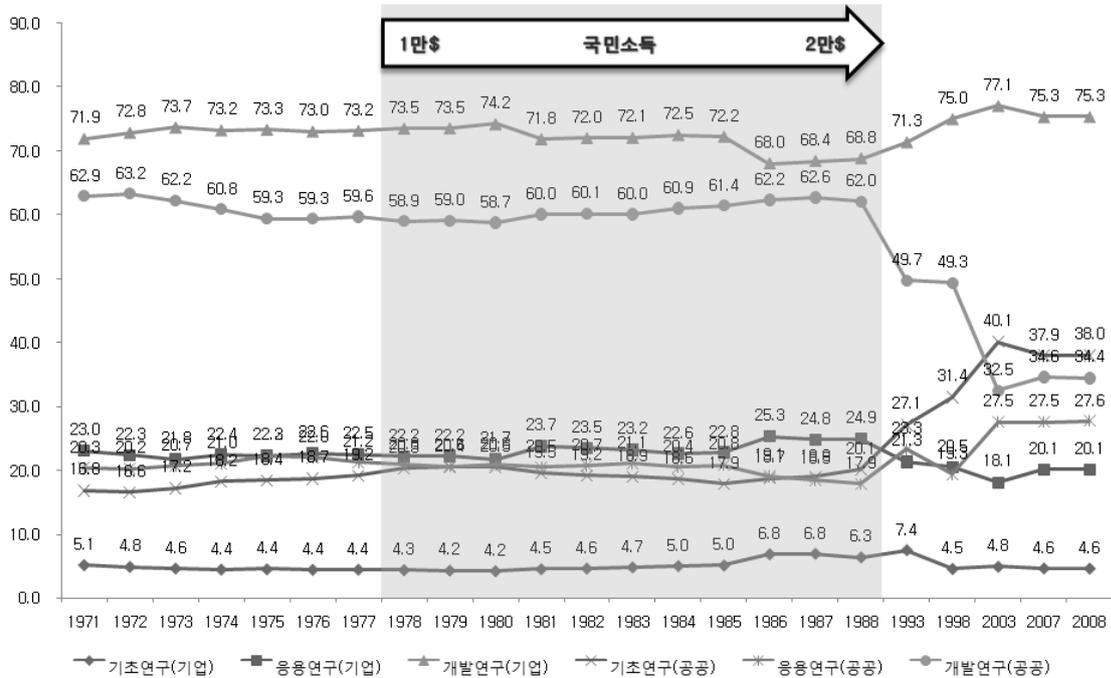
자료: OECD (2009). Main Science and Technology Indicator. 재구성

(그림 2) 각국의 총 연구개발비 변화 추이

각국의 1인당 국민소득 2만불을 달성하는 기간동안의 연구개발에 대한 투자 변화를 살펴보면 미국은 48,128백만달러에서 134,202백만달러로 약 2.7배가 증가하였고, 일본은 27,389백만달러에서 49,575백만달러로 약 1.8배, 한국은 13,681백만달러에서 41,742백만달러로 약 3배의 증가추세를 보이고 있다.

여기서 중요한 것은 1인당 국민소득 2만불 달성과정에서의 공공부문과 민간부문의 역할변화이다. 우선 미국의 각 연구개발단계별 연구비 구성을 살펴보면, 기업의 연구개발단계별 연구비 구성은

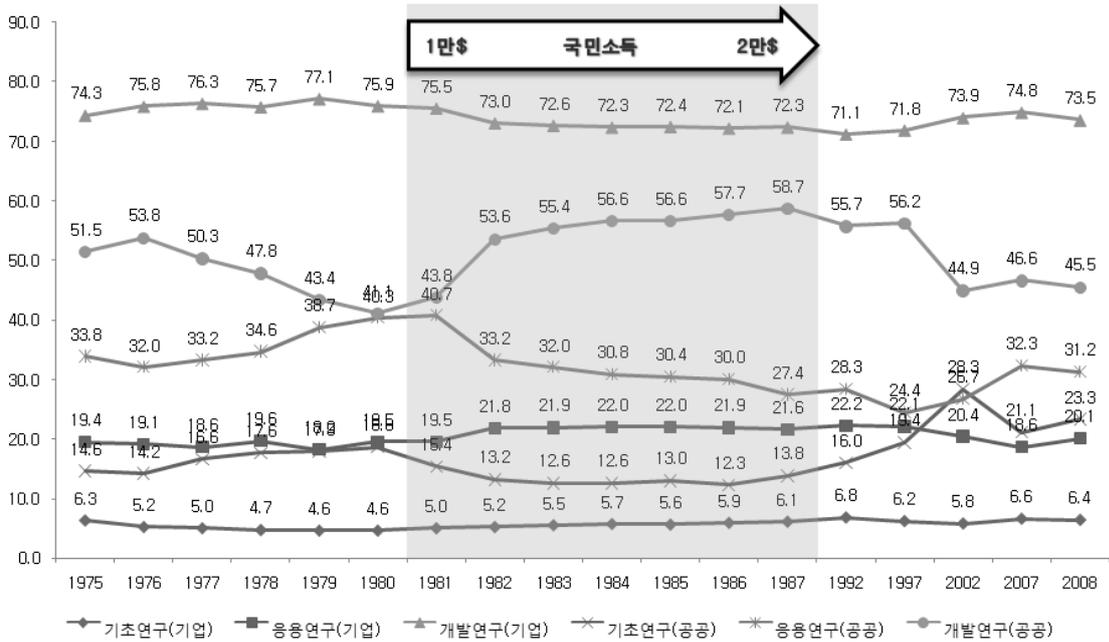
시기별로 큰 차이 없이 개발연구, 응용연구, 기초연구 순으로 이루어져 있으며 각 연구단계별 구성비는 크게 변화가 없다. 그러나 공공부문에서는 변화가 나타나고 있다. 우선 1만불 이후 2만불 달성 시기까지의 연구단계별 구성비를 살펴보면 개발연구와 응용연구에 대한 투자가 소폭 증가하는 모습을 보이는 반면 기초연구에 대한 투자가 줄어들고 있다. 그러나 2만불 달성 이후 공공부문에서의 개발연구와 응용연구에 대한 연구비는 대폭 감소하는 반면 기초연구에 대한 투자가 매우 높은 비율로 증가하고 있다.



자료: NSF (2010). Science Resources Statistics. 재구성

(그림 3) 공공부문과 민간부문의 연구단계별 연구비 구성비 추이(미국)

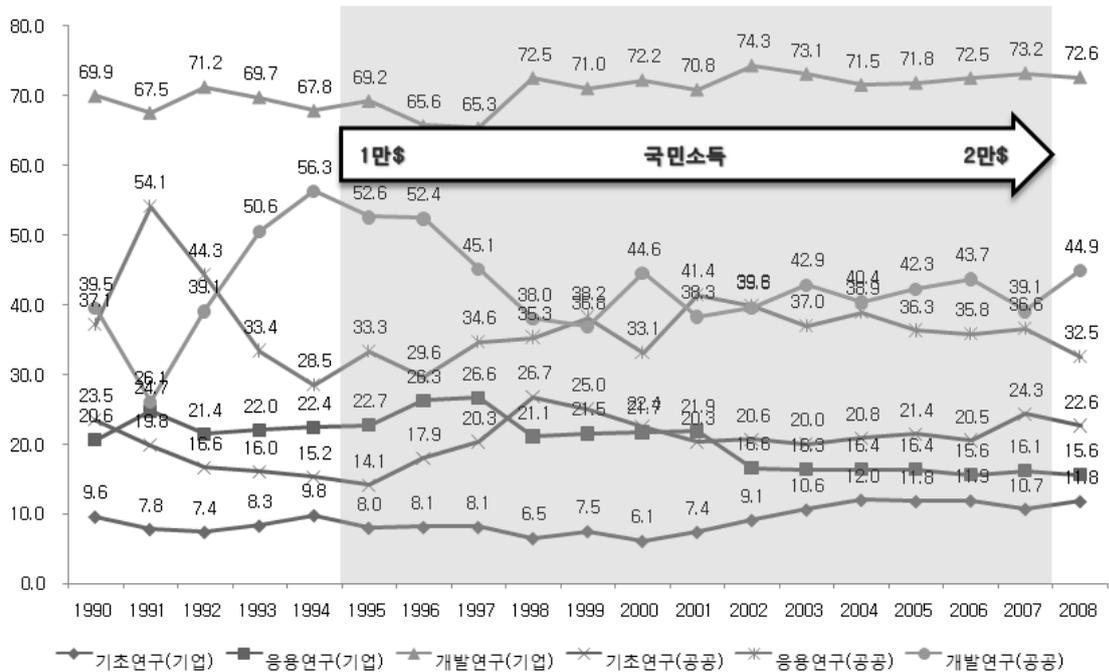
이와 같은 추세는 일본에서도 유사한 형태로 나타나는 것을 볼 수 있다. 일본 역시 민간부문에서의 연구개발단계별 연구비 구성비는 개발연구와 응용연구, 기초연구 순으로 일정한 비율을 유지하고 있는 반면 공공부문에서의 연구비 변화는 미국과 유사한 모습이 나타나고 있다. 1만불 이후 2만불까지의 개발연구에 대한 투자가 매우 높은 비율로 증가하고 있으며, 응용연구에 대한 투자도 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한 기초연구에 대한 투자는 상대적으로 낮아지는 형태를 볼 수 있다. 그리고 1인당 국민소득 2만불 달성 이후에는 공공부문에서의 개발연구와 응용연구에 대한 투자가 기초연구에 대한 투자로 전환되고 있다.



자료: 통계국 (2009). 과학기술연구조사보고. 재구성

(그림 4) 공공부문과 민간부문의 연구단계별 연구비 구성비 추이(일본)

이와 같이 미국과 일본에서 국민소득 증가 시기에 공공부문의 역할이 매우 중요하다는 것을 알 수 있는데, 국민소득 1만불에서 2만불로 증가하는 과정에서 응용연구 및 개발연구와 같은 시장에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 기술 개발을 공공부문이 직접적으로 참여함으로써 국민소득 향상에 적극적으로 개입하였다는 것을 알 수 있다. 그리고 2만불 이후 시점부터 응용 및 개발 부문보다 기초연구에 집중함으로써 장기적인 연구개발 전략을 통해 3만불 시대로 도약할 수 있었다.



자료: 교육과학기술부 · KISTEP (2009). 2009 연구개발활동조사보고서. 재구성

(그림 5) 공공부문과 민간부문의 연구단계별 연구비 구성비 추이(한국)

그러나 우리나라는 국민소득 1만불 달성이후에 공공부문에서의 개발연구 비중이 줄어들고 기초 연구에 대한 비중은 소폭 상승하고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 미국이나 일본의 과정과 비교할 때 반대의 양상으로 오히려 2만불을 달성한 이후에 공공부문에서의 개발연구비중이 상승하고 있으며 기초연구에 대한 투자는 줄어들고 있다.

이상의 투입기능에 따른 산출은 크게 논문과 특허로 구분하여 살펴볼 수 있다. 우선 과학기술분야의 학술적인 활동의 결과로서 논문의 경우 미국은 매년 약 1.5%정도 소폭 상승하고 있으며 우리나라는 매년 약 10% 증가율로 2000년 초반과 비교하여 2배에 가까운 증가 추세를 보이고 있는 반면 일본의 경우 매년 점차 하락하는 추세이다.

<표 4> 과학기술분야의 논문 수

(단위: 건)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
미국	192,743.0	190,592.6	190,496.1	196,431.6	202,084.3	205,516.3	209,237.2	209,694.7
일본	57,100.9	56,081.7	56,346.5	57,228.2	56,535.4	55,501.9	54,455.8	52,895.7
한국	9,571.8	11,007.2	11,734.5	13,400.9	15,254.6	16,395.7	17,909.9	18,467.2

자료: NSF (2010). Science and Engineering Indicators: 2010. 재구성

기술의 상용화와 직접적으로 연관있는 특허의 경우 3개국 모두 매년 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 미국은 자국내 특허 출원이 매년 평균 5%의 증가율을 보이고 있으며, 일본도 비슷한 추세로 증가하고 있는 반면 우리나라는 미국 특허청 특허출원 수가 매년 평균 20%이상 증가하여 뚜렷한 신장률을 나타내고 있다.

<표 5> 과학기술분야 미국 특허(USPTO) 출원 수

(단위: 건)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
미국	164,795	177,511	184,245	188,941	189,536	207,867	221,784	241,347
일본	52,891	61,238	58,739	60,350	64,812	71,994	76,839	78,794
한국	5,705	6,719	7,937	10,411	13,646	17,217	21,685	22,976

자료: NSF (2010). Science and Engineering Indicators: 2010. 재구성

## 2. 과학기술경쟁력과 과학기술역량

최근 미국 RAND의 2006년 보고서와 영국 Sussex 대학 SPRU의 보고서를 살펴보면 한국은 미국, 일본과 함께 기술혁신역량 선진국 그룹(RAND) 및 선진국(SPRU)에 속해있는 것으로 나타난다.

미래 경제·사회에 파급효과가 매우 큰 16개 기술응용(technology application: TA)분야를 성공적으로 개발하여 활용할 수 있는 국가를 분석한 RAND의 보고서(2006)에 따르면 한국은 세계 7대 기술혁신역량국가에 속한다.

또한 각 지표별로 살펴볼 때 국내총생산대비 연구개발비(2.97)와 미국내 학생 수(5.48)<sup>3)</sup>의 경우

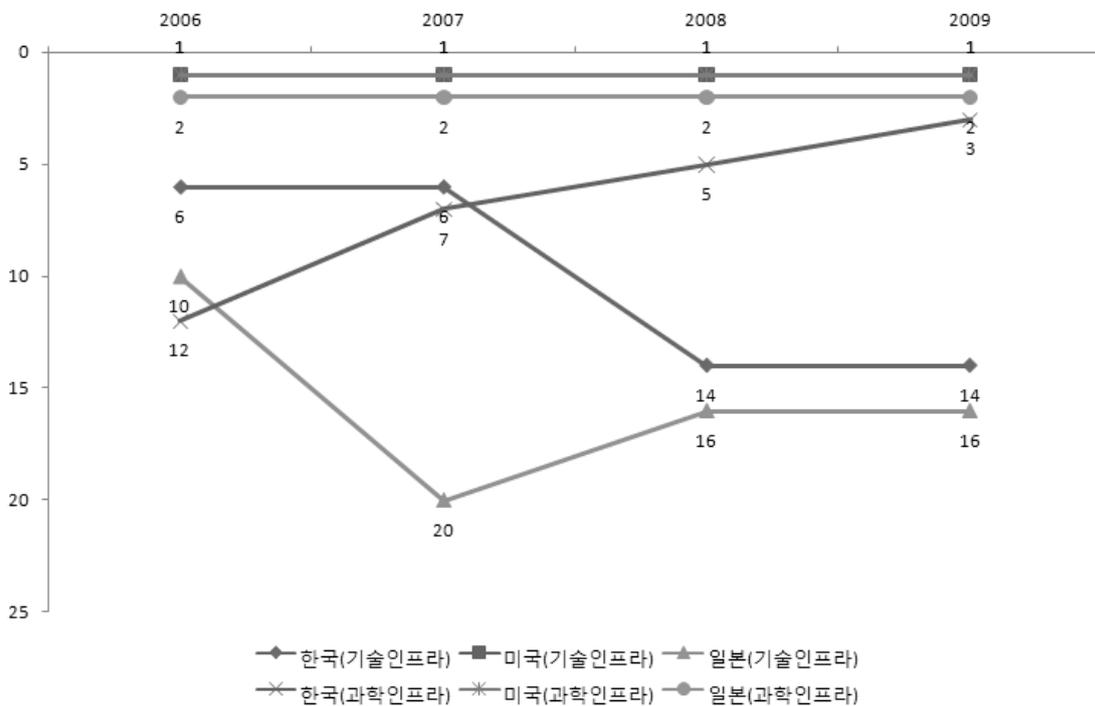
3) 국내총생산 대비 연구개발비(2006) : 스웨덴(4.19), 일본(2.94), 미국(2.72), 프랑스(2.64), 독일(2.43), 영국(1.84) 미국내 학생 수(2006) : 일본(5.89), 독일(4.13), 영국(3.38), 캐나다(3.30), 프랑스(1.73), 스웨덴(0.65)

타 국가와 비교하여 매우 높다는 것을 알 수 있으며, 이는 연구개발에 대한 집중도와 잠재적 연구 인력 자원에 대한 역량을 보유하고 있다는 것을 알 수 있다.

또한 2004년도 SPRU에서 실시한 ArCo 지수를 통한 기술역량 순위에서도 이전 평가(31위)보다 12단계 상승한 19위이며, 선진국으로 평가받은 국가 가운데 대만(15위, 52.6%) 다음으로 높은 성장률(46.3%)을 보이고 있다. 이는 스웨덴(1위, 27.2%)이나 미국(5위, 12.6%), 일본(8위, 26.8%) 등과 비교할 때 매우 높은 성장률이라 할 수 있다.

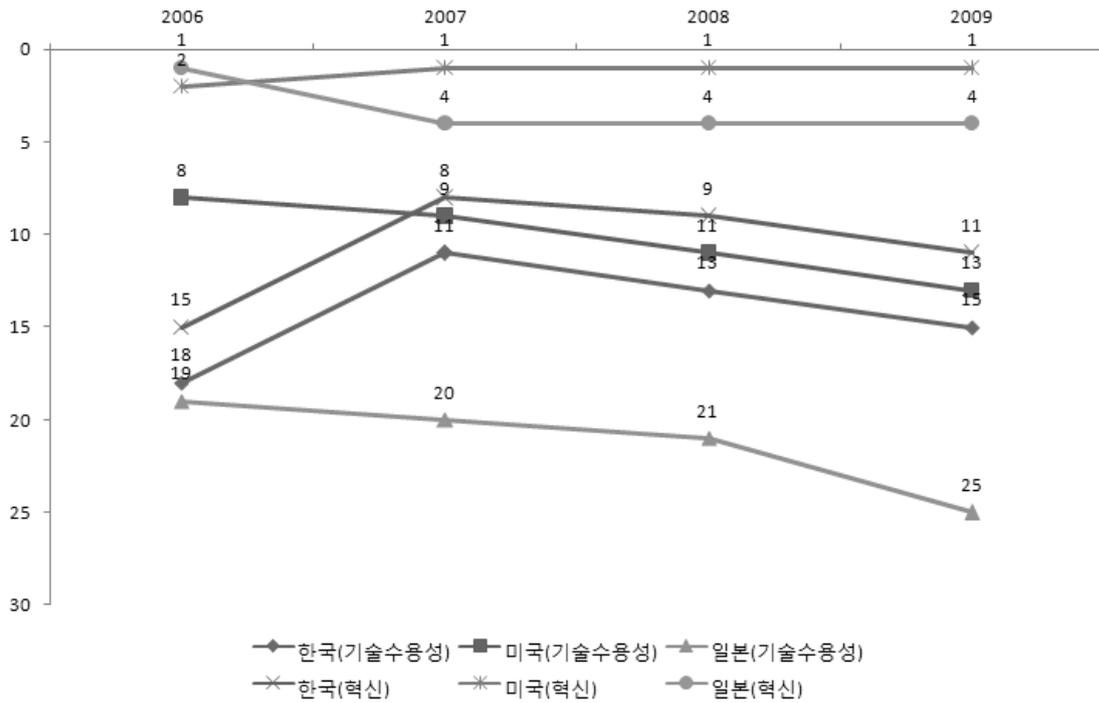
이와 함께 IMD의 국가경쟁력 분석과 WEF의 세계경쟁력보고서에서 2009년도 한국은 27위(IMD)와 19위(WEF)를 차지하고 있다. 이 가운데 과학기술부문에 관한 평가항목을 살펴보면 IMD 보고서에서는 과학인프라는 3위, 기술인프라는 14위에 위치하고 있으며, WEF 보고서에서는 기술수용성분야는 15위, 혁신분야는 11위에 위치하고 있다. 전체 순위와 비교하여 볼 때, 과학기술부문에 매우 높은 경쟁력을 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

각국의 순위변화를 살펴보면 미국은 IMD 보고서의 전 과학기술분야와 WEF 보고서의 혁신부문에서 매년 1위를 차지하고 있으나 기술수용성 부문에서는 매년 그 순위가 낮아지고 있다. 일본은 과학인프라의 경우 미국에 이어 매년 2위를 차지하고 있는 반면 기술인프라는 상대적으로 그 순위가 낮게 나타나고 있다. 그리고 혁신부문에서는 미국의 뒤를 잇고 있는데 기술수용성부문에서는 20위권밖으로 밀려나고 있다. 한국은 과학인프라에서의 순위는 상승하고 있는 반면 기술인프라는 최근 10위권 밑으로 내려가고 있다. 또한 기술수용성 및 혁신부문에서는 국민소득 2만불을 달성한 2007년까지는 상승세를 유지하다가 이후 모두 순위가 낮아지고 있다.



자료: IMD. The World Competitiveness Yearbook. 2006~2009

(그림 6) IMD의 과학기술분야 순위 변화



자료: WEF. The Global Competitiveness Report. 2006~2009

(그림 7) WEF의 과학기술분야 순위 변화

양 보고서의 각 부문별 세부지표별 강점을 살펴보면 미국은 높은 기술수준과 더불어 기초기술에 대한 투자, 기업의 기술흡수 능력, 기업의 R&D 투자, R&D 분야에서의 산학협력, 과학연구기관의 질적수준, 특히 활용도, 지적재산 보호, 컴퓨터 보급률 등에서 매우 높은 경쟁력을 가지고 있다. 일본도 높은 기술수준과 기업의 기술흡수 능력, 혁신역량, 기업의 R&D 투자, 과학자 및 엔지니어 보유 정도, 특허활용 등에서 상대적으로 높은 경쟁력을 가지고 있는 것을 알 수 있다. 반면 우리나라는 정보통신과 관련된 분야(법률, 광대역 통신망 가입자 등)에서는 높은 경쟁력을 가지고 있으나 과학연구기관의 질적 수준과 과학자 및 엔지니어 보유 정도, 그리고 기업수준의 지원 및 혁신역량, R&D에서의 산학협력에서의 순위는 매년 하락하는 추세를 보이고 있다.

마지막으로 OECD 30개국을 대상으로 한 과학기술역량평가(COSTII)에서 한국은 12위를 차지하여 2006년부터 지속적으로 증가하고 있다. COSTII 값을 기준으로 대상 30개국을 유형화 했을때 한국은 B 그룹에 속하고 같은 유형국들 중 연평균 증가율은 4위에 속한다.

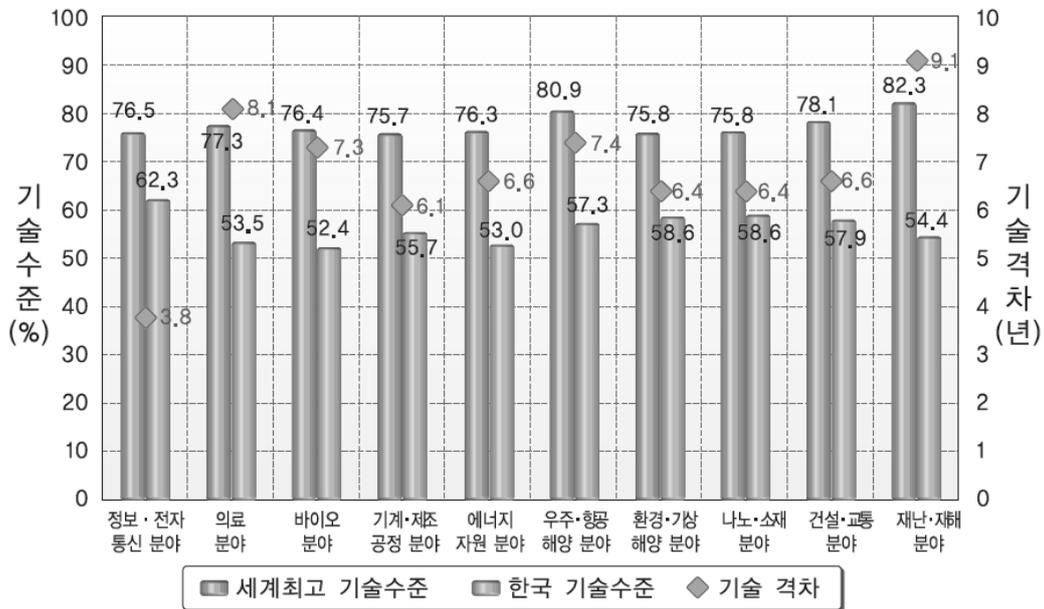
부문별로 살펴보면 자원부문 12위, 활동부문 3위, 네트워크 부문 22위, 환경부문 18위, 성과부문 9위로 연구개발투자 등을 나타내는 활동부문과 경제적 성과 및 특허를 나타내는 성과부문은 상위에 위치하고 있으나 협력관계를 나타내는 네트워크 부문이나 제도적 지원 및 문화를 나타내는 환경부문에서는 상대적으로 낮은 순위를 점하고 있다.

<표 6> 부문 및 지표별 순위(COSTII)

		2009년 순위	상위 3국
<b>자원</b>		<b>12</b>	미국, 일본, 스웨덴
	인적자원	13	
	조직	10	
	지식자원	9	
<b>활동</b>		<b>3</b>	미국, 스웨덴, 한국
	연구개발투자	5	
	창업활동	14	
<b>네트워크</b>		<b>22</b>	아이슬란드, 스위스, 룩셈부르크
	산학연 협력	9	
	기업간 협력	19	
	국제 협력	22	
<b>환경</b>		<b>18</b>	덴마크, 캐나다, 아이슬란드
	지원제도	22	
	물적인프라	2	
	문화	26	
<b>성과</b>		<b>9</b>	미국, 스위스, 일본
	경제적성과	13	
	지식창출	16	

자료: KISTEP (2009). 2008년도 국가과학기술역량평가

또한 국가간 기술력의 차이를 볼 수 있는 10대 기술분야<sup>4)</sup>, 90개 중점과학기술에 대한 기술수준 평가(2008) 결과 한국의 기술수준은 선진국과 비교하여 아직 낮은 수준에 머무르고 있다.



자료: 교육과학기술부(2008)

(그림 8) 10대 기술분야 기술수준 및 기술격차 비교

4) ① 정보·전자·통신 분야, ② 의료 분야, ③ 바이오 분야, ④ 기계·제조공정 분야, ⑤ 에너지·자원 분야, ⑥ 우주·항공·해양 분야, ⑦ 환경·기상 분야, ⑧ 나노·소재 분야, ⑨ 건설·교통 분야, ⑩ 재난·재해 분야

또한 미국을 중심으로 비교했을 때 최고 기술에 대한 기술수준은 약 50%정도로 최고기술보유국인 미국과 20%정도 차이가 나며 기술격차도 2008년 기준 6.6년의 차이가 나타나고 있다. 이는 5년 후인 2013년을 기준으로 살펴보면 약간의 격차가 감소될 전망에 있으나 많은 차이가 나는 것을 알 수 있다.

<표 7> 국가별 기술수준 및 기술격차

국가	기술수준 기술격차	2008년		2013년	
		기술수준(%)	기술격차(년)	기술수준(%)	기술격차(년)
한국		56.4	6.6	63.5	6.3
미국		76.6	0.0	80.9	0.0
일본		70.4	1.7	75.5	2.0

※ 기술수준 : 해당 기술이 향후 이룰 수 있는 궁극의 기술수준(이론적 상한치, 미래 이룰 수 있는 최상의 발전상태)을 100%로 하여 각국의 기술수준을 %로 표시

※ 기술격차 : 세계최고기술보유국(0년)과 각 국가의 기술격차(년)

자료: KISTEP(2008), 2008년 기술수준평가 보고서.

### 3. 정부의 역할 및 정책방향

우리나라는 현재 기초·원천기술의 부족으로 인해 성장의 정체를 경험하고 있는 상황에서 탈추격형 전략으로의 전환이 요구된다. 특히 일본의 지난 30 여년간 탈추격형 전략의 탐색과 추진 경험은 우리에게 값진 교훈을 제공하고 있으며, 우리와 같이 해외경제 의존도가 높고, 기술적 기반이 공고하지 않은 상태에서 탈추격형 전략의 정착률은 일본보다 더 큰 사회적 비용을 유발할 것이다. 따라서 한국의 특이성을 담은 탈추격형 모형이 탐색되고 창출되어야 하며, 이에 대한 누적적인 논의와 학습의 장이 반드시 수반되어야 한다.

탈추격형 전략은 단일 모형(예: 창조형)이 아니라 다양한 모형이 결합된 전략을 의미하므로 이에 대한 체계적 분석이 수반되어야 하며 현재 국가 R&D 방향으로 제시되고 있는 주요 정책<sup>5)</sup>들은 탈추격형 전략기조 하에서 조율되어야 하며, R&D 투자 포트폴리오도 재조정되어야 한다. 또한 국민소득 2만 달러 시대의 벽을 극복하고 3만 달러 시대로 진입하기 위해서는 기존 추격형 전략을 바탕으로 진행되어 온 국가 R&D 정책과 자원배분 구조를 수정해야 한다.

현재 이명박 정부는 과학기술기본계획(2008~2012)을 통해 2012년까지 국가 총 R&D 투자를 GDP 대비 5% 수준까지 증가시키려는 계획을 가지고 있으며, 정부 총 R&D 중 기초연구비 비중을 2012년까지 35%(기초와 원천연구를 포함할 때 50%) 수준까지 제고하고자 한다. 이러한 R&D 투자 전략은 지금까지의 추격형 전략을 전환하고자 하는 의지를 담고 있으나 향후 구체적인 전술이 논의되어야 할 것이다. 탈추격형 전략에 영향을 미치고, 영향을 받는 모든 정책주체 및 정책대상 주체들을 중심으로 경제성장을 비롯하여 삶의 질 향상, 지속가능한 발전 등을 포함한 과학기술의 장기적 전략과 이를 실천할 수 있는 제도적 방안(institutional arrangements) 모색에 주안점을 두어야 한다.

탈추격형 전략은 비전과 규범 등을 공유한 상태에서 분야별로는 다양한 독자적 모형을 구축할

5) 기초·원천 창조형 연구 강화, R&D 포트폴리오 조정, 녹색성장과 신성장동력 융복합 신산업 창출, 핵심부품·소재기초원천기술개발, 안전·건강 등 사회적 현안과 기후변화 등 글로벌 이슈 대응 R&D 강화, 국가 R&D 질적 관리 및 효율 강화, 세계 최고 수준 과학기술인재 양성 등

필요성이 있다. 즉, 과학기술 수준, 전문인력, 산업의 발전단계, 과학기술의 변화 속도, 개방성의 정도 등을 고려하여 분야별로 최적화되어야 하며 이를 위해 관련 data 수집, 정보 분석, 정보시스템 구축·운영, 전문가 육성 등을 담당할 분야별 전문기관<sup>6)</sup>의 운영도 필요하다.

탈추격형의 연착륙은 경로의존성을 고려할 때, 국가혁신체제와 사회적 역량에 대한 미세조정이 요구되는 어려운 과제임은 사실이나 국가과학기술위원회(과학기술정책의 최고 의사결정 기구)를 비롯한 과학기술, 교육, 산업, 인력, 금융, 지역 등 미시경제 관련 조직간 정책연계 및 조정을 통해 이행되어야 한다.

탈추격형으로의 전환은 국가혁신체제의 변화가 요구되므로 이를 위한 정부의 역할과 기능이 확대(선도 및 조정자 역할 등)되어야 할 것이다. 그러나 정부가 직접적으로 전환을 주도하는 경우 성공의 가능성이 낮기 때문에 정부의 정보 수집과 분석, 가공, 제공 기능 등은 확대가 필요하지만 일단 전환 과정에서의 정부 역할은 유인, 관련 제도 구축, 조정 등에 두는 것이 바람직하다. 따라서 산업체를 중심으로 한 산·학·연 혁신주체의 적극적인 참여를 바탕으로 한 새로운 형태의 정부-민간 협의체(파트너십)의 구축이 필요하다.

이와 같은 참여자들의 연계와 함께 총체적 과학기술정책(holistic S&T policy) 체계 구축을 통해 여러 분야에서 다양하게 추진되고 있는 탈추격형 정책들을 상호 연계·조정할 필요성이 있다. 탈추격형을 추구하는 정책 속에는 다양한 형태의 경로 및 궤적의 창출을 위한 정책대안이 존재하므로 비전을 공유·연계·조정할 수 있는 기제(mechanism) 구축이 우선되어야 하며, 국가과학기술위원회(NSTC)가 중심이 되어 다양한 정책조정체 및 자문기구, 관련 부처들의 전략과 전술을 연계·조율하는 새로운 기제를 마련해야 할 것이다.

이와 함께 국가적 차원에서 탈추격형으로의 전환을 논의할 수 있는 담론의 장(예: 국가전략 포럼)을 마련하고 이를 추진하여야 한다. 탈추격형의 연착륙은 장기적 시야와 문제의식을 갖고 접근해야 하며 다양한 혁신주체간의 비전 공유가 필수적이기 때문에 이명박 정부에서 추진되고 있는 다양한 정책들은 탈추격형이라는 개념틀/framework) 속에서 연계·조율될 필요가 있다. 따라서 장기적 경제성장과 과학기술을 포괄·연계하는 국가전략의 방향과 구체적 대안들은 국론 차원에서 논의되어야 하며 정부, 산·학·연 전문가, 전략전문가 등의 적극적 참여가 필요하다.

그리고 단기적인 담론이 아니라 장기적인 관점에서 융복합을 통한 최적 경로를 탐색하기 위한 통섭 혹은 문진형 협의체 구성을 촉진하여야 하며 최근 강조되고 있는 개방형 혁신(open innovation) 흐름을 고려할 때 동아시아권 차원의 탈추격형 전략 공조체계의 구축도 고려할 필요가 있다.

탈추격형의 연착륙은 우리의 국가발전 단계를 고려할 때 국가적 차원에서 체계적인 담론이 요구되는 매우 중요한 시기이며, G20 정상회담의 의장국 역할, 글로벌 경제위기에서의 조기 탈출과 높은 경제성장 달성 등을 전제로 할 때 시급히 논의·추진되어야 할 과제로 볼 수 있다. 이러한 탈추격형 관련 의제(agenda)는 현재 국가적으로 양산되고 있는 상황이므로 이를 공유할 수 있는 비전 및 가치관<sup>7)</sup>과의 연계가 무엇보다 중요한 과제로 인식되어야 할 것이다.

## IV. 결론 및 시사점

본 연구는 지속적인 경제발전을 위한 탈추격형 과학기술 전략에 있어 정부의 역할은 무엇인지 기술혁신역량 수준을 바탕으로 분석하였다. 현재 추격형 전략에서의 우리나라 기술수준과 미국 및

6) 창의적이고 장기적 연구 전략을 위한 (가칭) 「기초·원천연구전략 센터」 설립·운영 고려할 필요도 있다.

7) 녹색성장 패러다임과 신성장 동력 추진, 고위험·혁신적 연구 강화, 기초연구비 비중 확대 등

일본과의 비교를 통해 향후 탈추격형으로 전환과정에 있어 필요한 정부의 역할과 정책방향에 대해 논의하였다.

한국의 탈추격형 전략을 위해서 창조형 전략에서 강조하는 기초·원천기술을 중심으로 한 기술 혁신전략도 동반되어야 하겠지만 현재 가지고 있는 강점을 최대한 활용할 수 있는 독창적인 전략을 구상해야 할 것이다.

즉, 기존의 선진기술에 대한 추격을 통해 획득한 기술개발 전략을 유지하면서 그동안 취약하다고 판단되는 부분인 기초·원천기술을 선도적으로 이끌기 위한 영향요인들을 도출·개발하여 추격형에서 탈추격형 기술혁신 전략으로 방향을 전환해야 할 것이다. 결국 전반적인 전환보다는 장기적인 관점에서 10대 기술분야를 중심으로 선진국과의 기술격차를 줄여나가는 동시에 취약한 기초·원천분야를 점차 강화하는 전략을 구사해야 할 것이다.

이러한 탈추격형 전략에서의 정부의 역할은 일단 민간부문과 공공부문과의 차이를 보는 시각에서 시작할 수 있을 것이다. 민간부문은 직접적인 이익을 산출하는 기술을 추구할 수 밖에 없는 구조를 가지고 있기 때문에 공공부문은 장기적인 관점에서 좀 더 거시적인 틀을 가지고 과학기술분야를 바라볼 필요가 있다.

특히 기초·원천 분야에 있어서도 단기간에 이익을 산출해낼 수 없는 기술분야를 공공재로 인식하고 이에 대한 투자를 소홀히 하는 경향이 있기 때문에 국가 전체의 과학기술전략을 수행하는 정부는 이와 같은 불균형적인 투입을 조정하는 역할을 수행해야 할 것이다.

이는 과거 미국이나 일본의 사례에서 볼 수 있는 것과 같이 민간부문에서 수행하지 못하는 기술 분야에 대해서 국가 전체 과학기술발전이라는 관점에서 정부가 기술개발의 균형을 맞추는 역할을 담당해야 한다는 것이다.

다음으로 직접적으로 이끄는 것이 아니라 분위기 및 기반 조성에 힘을 기울여야 할 것이다. 우리나라의 약점인 각 영역간의 협력이 약하다는 것과 최근 증가 추세를 보이고는 있으나 아직 기술발전의 기반이 되는 부분이 취약하다는 것이다. 이는 정부의 역할은 ‘노젓기(rowing)’이 아닌 ‘방향잡기(steering)’라는 governance관점에서 볼 수 있듯 정부가 주도적으로 예산을 투입하는 것이 아니라 영역간 협동이 이루어질 수 있도록 조정하는 역할을 수행해야 한다는 것이다.

사실 독일과 일본의 사례에서와 같이 과거 경제적 추격 과정에서 정부의 역할은 상당히 효과적으로 작용했으나, 과거 추격과정에서의 정부의 역할과 최근 과학기술의 발달 양상 및 국제환경의 변화를 볼 때 지금의 정부 역할은 과거와는 다른 관점에서 접근해야 할 것이다.

그리고 현재 일본에 닥친 자원시장의 압박과 온난화 문제, 고령화 사회, IT 기술을 통한 발전의 한계는 일본에 국한된 문제가 아니라 전세계적인 위기상황이라 할 수 있으며 경제발전을 저해하는 요인으로 작용하고 있다. 이러한 위기상황을 극복하기 위한 돌파 전략(breakthrough)으로 일본도 오픈 이노베이션이라는 관점에서의 ‘이노베이션 25’ 시행을 통해 새로운 경로를 창출하려 노력하고 있다.

우리나라도 이러한 사례들은 바탕으로 탈추격형 경로 창출에 있어 나타날 수 있는 여러 문제점들을 분석하고 이에 대한 대응책을 사전에 준비하여 독자적이고 효과적인 전환방안 제고를 위해 노력해야 할 것이다.

## 참고문헌

- 경제산업성 (2009), 「기초연구에 대한 산업계의 기대와 책무」, 일본 경제산업성.
- 교육과학기술부·KISTEP (2009), 2009 연구개발활동조사보고서.
- 교육과학기술부·KISTEP (2009), 2009년도 국가연구개발사업 조사·분석 보고서.
- KISTEP (2008), 2008년 기술수준평가 보고서.

- KISTEP (2009), 「우리나라연구개발비 현황분석」, 통계브리프 2009-20호.
- KISTEP (2009), 2008년도 국가과학기술역량평가.
- KISTEP (2010), 세계경제포럼(WEF)의 세계경쟁력보고서 2009-2010분석: 과학 기술 관련 부문 중심.
- KISTEP (2010), IMD 2009 세계 경쟁력 연감 분석: 과학 및 기술인프라 중심.
- KISTEP (2010), 탈추격형 과학기술전략의 연착륙과 향후 정책방향, ISSUE PAPER 2010-4.
- 송위진 . 성지은 . 김연철 . 황혜란 . 정재용(2006),「탈추격형 기술혁신 체제의 모색」, 과학기술정책 연구원.
- 통계국 (2009), 「과학기술연구조사보고」, 일본 총무성 통계국.
- 황혜란 (2006), 탈추격 체제에서 부품업체의 기술혁신 활동: 휴대전화 부품업체 사례 연구. 「기술 혁신학회지」 9(3): 435-450.
- Abramovitz, M. (1989), *Thinking About Growth: And Other Essay on Economic Growth and Welfare*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Amin, A., N. Thrift (1993), Neo-Marshallian Nodes in Global Networks. *International Journal of Urban and Regional Research* 16(4): 571-587.
- Amsden, A., W. W. Chu (2003), *Beyond Late Development: Taiwan's Upgrading Policies*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Baumol, W., S. Blackman, E. Wolff (1989), *Productivity and American Leadership: the Long View*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Chandler, A. (1991), *Scale and Scope: the Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Edquist, C. (1997), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Printer.
- Ernst, D. (2003), Pathways to Innovation in Asia's Leading Exporting Countries: Drivers and Policy Implications. *East-West Center Working Papers* 62.
- Fagerberg, J., D. Mowery, R. Nelson (2006), *The Oxford handbook of innovation*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Furman, J. L., R. Hayes (2004), Catching up or standing still? National innovative productivity among 'follower' countries, 1978-1999. *Research Policy* 33: 1329-1354.
- Hobday, M. (1995), *Innovation in East Asia: the Challenge to Japan*. UK: Edward Elgar.
- Kim, L. (1997), *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard University Press.
- Nath (2007), National capability to catch-up: Lessons for India. *Current Science* 93(3): 303-307.
- Nelson, R., S. Winter (1977), In Search of Useful Theory of Innovation. *Research Policy* 6(1): 37-76.
- NSF (2010). *Science and Engineering Indicators: 2010*.
- NSF (2010). *Science Resources Statistics*.
- OECD (2009), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2009*.
- RAND (2006), *The Global Technology Revolution 2020, In-Depth Analyses*. RAND National Security Research Division.
- Schmitz, H. (1995), Collective Efficiency: Growth Path for Small-Scale Industry. *Journal of Development Studies* 31(4): 529-566.
- SPRU (2004), A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries(ArCo).
- UNDP (2002), Measuring Technology Achievement of Nations and the Capacity to Participate in the Network Age.
- Utterback, J. (1994), *Mastering the Dynamics of Innovation*. Boston: Harvard University Press.