

# 신흥공업국의 기초연구능력 축적과정의 특성에 대한 탐색연구 -한국 사례를 중심으로-

## An Exploratory Research on the Accumulation of Basic Research Capability in the Newly Developing Countries

황 혜 란\*  
(Hwang, Hye-Ran)

### <목 차>

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| I. 서론                   | III. 한국 기초연구 활동에 대한 경험적 분석 |
| II. 신흥공업국의 기초연구능력 진화 패턴 | IV. 결론                     |

### Abstract

Recent trend of rapid growth in the basic research activities in East-Asian newly industrialized countries bring about the change in the world knowledge production structure. Particularly, Korea showed the changing patterns not only in the number of publication, but also in the aspect of structural change of basic research activities. The stylized facts of basic research activities in Korea can be summarized in three aspects; first, selective development patterns, second, reverse pattern of evolution, and finally, the rapid growth of basic research activities in major firms. This paper analyse the evolutionary patterns of basic research activities in empirical base and propose the policy implication for supporting basic research activity in newly industrializing countries

**Key Words** : Basic research, Scientific knowledge production, Newly Industrializing countries, Science and Technology Policy

**핵심어** : 기초연구, 과학지식생산, 신흥공업국, 과학기술정책

\* 대전발전연구원 책임연구원, E-mail : hrhwang@djdi.re.kr

## I. 서론

한국을 포함한 동아시아 신흥공업국들은 반도체, 정보통신기기, 자동차, 조선, 철강 등의 분야에서 서구 선진기술을 매우 성공적으로 추격한 사례로서 인식되어져 왔다. 한국은 세계 13위의 수출국이며 2001년 3,538개의 미국 특허를 출원하여 세계 7위를 기록(USPTO, 2002)할 만큼 경제발전과 지식생산에 있어 빠른 성장을 거듭해 왔다. 신흥공업국으로서 한국의 성공적인 기술추격에 대한 연구들은 산업기술의 내부적 기술축적 과정과 효율적인 기술흡수능력을 성공요인으로 지적하고 있다.

최근의 경쟁환경 변화는 한국을 포함한 동아시아 신흥공업국들에 성공적인 산업기술의 개발 이상의 과학기술능력을 요청하고 있다. 동아시아 제 1 군 신흥공업국들은 새롭게 성장의 기치를 올리고 있는 중국을 포함한 제 2 군 신흥공업국의 급속한 제조기술능력 확대로 인해 경쟁압박에 직면해 있다. 한국의 경우 주요 전략제품군에서의 경쟁압박에 대응하기 위해서는 혁신체제의 도약을 통해 고부가가치 제품의 생산과 기초연구력에 기반한 과학기반 산업의 육성 등에 대한 내적인 요구가 증대되고 있다. 한국을 포함한 제 1 군 신흥공업국에 대한 최근의 혁신연구는 기술능력의 고도화에 기반한 경제성장 지속에의 어려움 (Krugman, 1997) 과 기초연구능력의 지체 및 산학연 연계의 미비 (L.Kim, 1997)의 지적 등 기술능력의 도약에 대한 회의적인 시각도 많은 상황이다.

그러나 이러한 경쟁우위의 지속성에 대한 회의적인 시각에도 불구하고 최근 한국을 포함한 동아시아 혁신체제 내에서는 신흥공업국의 과학기술능력의 도약에 대해 새로운 시각을 갖게 하는 매우 흥미로운 현상들이 나타나고 있다. 1990년대 중반부터 현재까지 해외 학술지 논문게재 건수 증가 등 지식생산의 급속한 증가 현상과 더불어 전략적 분야에서 기초연구력이 증가하는 경향이 나타나기 시작하였다. SCI (Science Citation Index)에 따르면 한국의 과학적 지식생산은 전 세계 논문발표 중 1992년 0.35%의 비중에서 1998년 1.17%까지 증가하였으며 지난 10여년간 성장률에 있어 세계 1위를 기록하는 급증세를 나타내고 있다(Choung and Hwang, 2002).

이러한 지식생산의 급증 현상은 신흥공업국의 기초연구능력에 대한 관심을 제고시키고 있다고 할 수 있다. 과연 한정된 자원을 가지고 있는 국가에서 기초능력에 대한 축적이 필요한 것인가 하는 문제부터 고려해 볼 필요가 있다. 페레즈와 소테(Perez & Soete,

1988)는 기술추격 과정에 있어 과학의 역할이 신산업부문에의 진입에 있어 진입장벽을 낮추어주고 '기회의 창'을 열어주는 긍정적 효과가 있음을 지적하고 있다. 그러나 다른 한편 개발도상국의 기초연구의 지원 방식에 있어 거대과학의 개발이 자연스럽게 기술의 발전과 경제성장을 가져온다는 선형적 모델 (linear model) 의 폐해<sup>1)</sup>가 지적되기도 한다 (Goldemberg, 1998). 즉 거대 과학 프로젝트와 같은 선진국 방식을 개발도상국 상황에 적용없이 답습할 경우 자원의 손실을 초래할 수 있다는 것이다. 자원이 부족한 개발도상국의 경우 과학부문이나 기초연구에 대한 지원이 지속적으로 이루어져야 하지만 지원방식은 국내 사회경제적 요구와의 연관성을 더욱 면밀히 고려하여 기획되어야 한다는 정책적 함의를 도출할 수 있다.

그렇다면 개발도상국에서의 기초연구력의 확대는 가능한 것이며 또한 어떤 메카니즘에 의해 기초연구력이 축적되는가 하는 문제에 관심이 모아지지만 현재까지는 개발도상국의 기초연구능력 과정에 대해 매우 불충분한 연구가 진행되어 왔다. 본 논문은 신흥공업국인 한국의 기초연구능력의 성장의 단초는 무엇이며 국내 과학기술환경의 변화와 어떠한 연관이 있는가를 규명하는 데에 관심이 있다. 기초과학적 지식의 이전이나 기초과학능력의 축적은 오랜 기간의 투자와 노력이 필요한 성격을 가지고 있기 때문에 세계 기초연구 환경에서의 선진국들의 독주와 후발산업국의 상대적 소외가 지속되어 왔다. 한국의 경우 1980년대 초부터 기초연구 능력의 증대를 위한 정책적 노력들이 수행되어져 왔으나 실질적 성과를 거두는 데에 많은 한계를 노정해 후발산업국에서 기초연구능력을 확대하는 것이 매우 어려운 과제임을 보여주고 있다. 따라서 1990년대 중반 이후 한국의 기초능력 확대 신호는 한국혁신체제의 변화를 의미하는 매우 흥미로운 현상이라 할 수 있다.

본 논문은 한국의 사례를 통해 다음과 같은 가설을 입증하고자 한다. 첫째, 선진국의 경우 광범위한 과학기반을 갖추고 있으므로 다양한 분야에서의 기초연구능력의 진화과정을 나타내고 있음에 반해 후발산업국은 매우 선택적 분야에서 기초연구능력이 진화한다는 것이다. 이러한 선택적 기초연구능력의 성장은 특히 해당국가의 산업활동의 구조

1) 인도, 브라질, 파키스탄 등 몇몇 개발도상국의 경우 미국에서 교육받은 엘리트 국내과학자들에 의해 제안된 핵에너지, 제약, 우주과학과 같은 거대과학 프로젝트를 추진하였으나 경제적 성과로 연결되지 못하고 실패하였다. 인도의 경우 핵에너지 개발 프로그램을 운영해 대규모 인력 및 자금을 투입하였으나 실패로 마감되었다(Goldemberg, 1998).

와 밀접한 연관을 가지고 있다 (K.Pavitt, 1998). 둘째, 후발산업국의 기초연구능력의 진화는 선진국의 경우와는 역의 패턴(reverse pattern)을 보인다는 것이다. 즉 산업기술이 발전한 분야에서 기초연구에 대한 수요가 증가하면서 기초연구활동이 추동되는 경향성을 보이고 있다. 셋째, 후발산업국, 특히 동아시아 신흥공업국들은 최근 들어 기초연구력이 전반적으로 성장하였으며 이러한 성장은 기업의 혁신활동과 연관되어 몇몇 특정분야에서 긍정적인 호순환을 보여준다는 점이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 개발도상국의 기초연구능력<sup>2)</sup>의 진화패턴에 대해 경험적, 이론적인 측면의 논의를 중심으로 4가지 중심적 가설을 구성하려고 한다. III장에서는 각 가설을 뒷받침할 수 있는 경험적 근거를 제시하고자 한다. 한국의 1990년대 중반 이후 변화를 중심으로 미국 특허분석, SCI 논문 발표 건수 및 분야별 분석을 통한 기초연구의 특화 및 확산 경향 등을 분석하고자 한다. IV장에서는 III장에서의 경험적 분석을 토대로 한국의 기초연구 패턴에 대한 유형화와 더불어 정책적 함의를 도출하고자 한다.

2) 기초연구와 응용연구에 대한 전통적인 정의는 기초연구는 개인적인 호기심에서 출발한 연구로 직접적으로 실제적인 효용을 염두에 두지 않은 이론적 검증 및 개발을 위한 연구이며 응용연구는 실제적인 문제해결을 위해 이론의 응용에 초점을 맞춘 연구활동으로 인식되어 왔다. 대표적인 논의로는 미국 과학기술정책의 주요 근간이 되어 왔던 V. Bush, *Science: The Endless Frontier*를 들 수 있다. 최근 기초연구와 응용연구 간의 경계가 모호해지면서 기초연구와 응용연구를 이해하는 새로운 틀의 필요성이 제기되어 왔다. D. Stokes는 그의 최근 저서 *Pasteur's Quadrant*에서 기초적 이해에 대한 관심여부와 사용에 대한 고려 여부에 따라 연구영역을 3가지로 분류하고 기초원리에 대한 이해에 관심을 가지고 있는 2개의 영역 (순수기초연구: *Bohr's Quadrant*, 사용을 고려한 기초연구: *Pasteur's Quadrant*)을 기초연구로 분류하고 기초원리에 대한 관심은 없고 순수하게 사용에 대한 관심만 있는 응용연구영역을 *Edison's Quadrant*로 분류하고 있다. 이러한 분류에 따르면 2개 영역의 기초연구(순수기초와 사용을 고려한 기초연구)는 학술논문 생산으로 연결되는 경향을 보인다고 할 수 있으며 사용을 염두에 둔 2개의 연구영역인 *Pasteur's Quadrant*와 *Edison's Quadrant*의 주요 연구결과물은 특허출원으로 연결된다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 Stokes(1997)의 분류에 따라 기초연구의 영역을 순수기초연구와 사용을 염두에 둔 기초연구의 두 부분 모두를 포괄하는 것으로 본다. 따라서 SCI 논문 출판 수의 분석은 전반적인 기초연구활동의 경향성을 파악할 수 있는 주요 지표의 하나가 될 수 있다고 본다.

## II. 신홍공업국의 기초연구능력 진화 패턴

### 1. 선택적 기초연구능력의 진화

한국의 경우 기초연구능력의 진화를 위해 1970년대부터 다양한 기초연구지원 프로그램을 기획, 운영해 왔다. 1970년대에는 정부출연연구기관의 설립과 대덕연구단지의 조성, 한국과학기술원 개교, 기초연구지원을 위한 한국과학재단의 설립 등 과학기술 지원을 위한 기반을 확립하였다. 1970년대 말부터 1980년대를 통해 기초연구에의 지원은 대학의 개인연구자를 중심으로 이루어졌으며 1990년 한국과학재단의 우수연구센터 지원 제도를 시작으로 하여 연구조직에의 지원이 정착되어 나갔다. 이후 연구조직에의 지원은 지역협력연구센터 (RRC), 대학정보통신우수연구센터 (ITRC), 국가핵심연구센터 (NCRL) 등 우수연구센터 제도에서 과급된 다양한 기초연구지원 프로그램들에 의해 지속되었다. 연구센터 중심의 기초연구 지원제도의 운용은 지원개시년도부터 1990년대 말까지는 상향식(Bottom-up) 방식에 의해 지원되어 전략적 분야에의 집중지원이 아닌 기초연구의 모든 분야에 걸친 지원이 이루어졌다.

전반적이고 균형적인 지원정책의 실행<sup>3)</sup>에도 불구하고 한국의 기초연구 성장의 패턴은 선택적 발전의 경향성을 보이고 있다. 신홍공업국의 기초연구 분야 진화과정의 특징에 경험적 단초를 제공받기 위해 우선 산업발전의 패턴을 살펴보기로 하겠다. 한정된 자원으로 인해 개발도상국의 경우 몇몇 특정분야에 특화하여 산업발전을 도모하는 전략을 취하는 경우가 많다. 한국의 경우에는 지난 30년간 전략적 첨단산업 분야에 있어서 흡수와 개량 능력에 근거하여 급속한 기술적 추격을 달성하였다. 대표적인 전략 산업부문에서의 기술적 능력의 축적 사례는 DRAM, TFT-LCD와 통신시스템인 TDx, CDMA 등을 들 수 있다 (Choi 1994; Hwang 1998; Mattew and Cho 1999; Choung and Hwang, 2003, Choung et al, 2000, Kim 1997).

기초연구능력의 신장에 있어서도 산업기술의 발전 패턴과 마찬가지로 선택적인 진화

3) 연구센터 중심의 기초연구 지원은 1990년대 이후 한국 기초연구 진흥을 위한 주요한 정책적 수단으로 활용되어 왔다. 기초연구활동을 지원하는 과학재단의 경우 총 연구지원비의 40-50%가 우수연구센터 제도에 투입되고 있다. 따라서 연구센터의 지원 패턴이 전체 기초연구 지원 패턴을 일정 부분 반영하고 있다고 볼 수 있다.

패턴을 보일 것이라는 것이 본 논문의 첫 번째 가설이다. 선진국의 경우 비교적 다양한 분야에서 기초연구의 풀이 형성되어 있는 것에 반해 개발도상국의 경우 선택적 분야에서 기초연구능력이 축적되는 패턴을 보이고 있다. 특히 개발도상국의 경우 산업화 경험이 선진국에 비해 짧기 때문에 특정분야에 특화된 개발형태가 나타나게 되고 기초연구 부문의 경우에도 산업화 경험과 연관된 분야에서 지식의 축적이 이루어지는 형태가 나타날 가능성이 많다.

라티모어와 레브즈(Lattimore & Revesz,1996)의 분석에 따르면 선진국 대부분은 특정 분야에의 특화보다는 기초연구에의 장기간의 투자의 결과로서 다양한 분야에서 기초연구 활동이 진행되고 있는 데 반해 후발산업국이나 개발도상국의 경우 해당국의 경제적 발전특성 및 사회적 특성에 따라 강점을 지니는 과학 활동의 분야가 달라질 수 있다는 것을 지적하고 있다. 예를 들면 호주와 남아프리카 같이 부존자원에 의존하여 경제활동을 추구하는 국가의 경우에는 농업이나 자연자원의 활용에 관련된 과학분야에서 상대적 강점을 가지고 있는 데에 반해 한국이나 대만과 같이 전자, 기계분야를 중심으로 급속한 경제성장을 달성한 국가들은 엔지니어링, 물리, 화학 등의 분야에서 상대적으로 활발한 과학적 활동이 이루어지고 있는 것으로 나타나고 있다. 즉 기초연구능력의 진화패턴은 해당 국가의 산업발전과 밀접한 연관을 가질 수 있다는 것이다. 따라서 개발도상국의 경우, 각국의 기초연구능력의 선택적 진화과정은 경제활동과 산업발전의 구조에 영향을 받을 것으로 예상할 수 있다.

<표 1> 국가별 사회적 요구와 상대적 우위 연구분야

주요 사회적 요구	상대적 우위 연구분야	국가
의료	진단의학, 면역학, 분자생물학, 유전학, 제약	덴마크, 스웨덴, 핀란드, 스위스, 영국
자연자원	농업, 생태학, 지구과학, 식물 및 동물자원	호주, 캐나다, 칠레, 인도네시아, 말레이시아
산업	엔지니어링, 컴퓨팅, 화학, 재료	인도, 싱가포르, 한국, 대만
혼합	다양한 분야	프랑스, 독일, 일본, 이태리, 네덜란드, 미국, 태국

자료원: Lattimore & Revesz (1996), Pavitt(1998)에서 재인용

## 2. 역패턴의 기초연구능력 진화과정

선진국의 기초과학 활동과 산업기술 간의 관계에 대한 초기의 논의들은 기초연구로부터 산업기술로의 일방향적 선형모델에 초점이 맞추어져 있었다. 즉 대학이나 공공연구 부문에서 축적된 기초연구력이 산업계로 이전되면서 경제적으로 가치있는 기술지식이 창출된다는 것이다. 최근 혁신이론이 진전되면서 과학기반과 산업기술 간에는 긴밀한 상호작용이 일어나고 있으며(Kline & Rosenberg, 1986) 기초연구와 응용연구 간의 차이가 모호해지고 (Beesley, 2003), 과학과 기술 간의 연계가 강화되는 (Hicks and Katz, 1996; Nadrin, 1997) 현상이 나타남에 따라 초기의 선형모델에 근거한 논의들을 재검토하여야 한다는 인식이 확산되고 있다.

개발도상국의 경우에도 마찬가지로 기초연구와 산업기술의 발전과정을 선형적 모델로 이해하는 데에는 많은 한계가 존재한다. 앞서 살펴본 바와 같이 인도와 파키스탄 등 몇몇 개발도상국의 선형모델에 입각한 과학기반 개발방식은 실패로 마감하였음을 알 수 있다. 선진국과 마찬가지로 개발도상국도 과학발전의 성과가 산업기술로 이전되는 단선적인 경로가 존재하는 것이 아니고 기초연구기반과 산업기술 혁신주체들 간의 상호작용에 의해 과학기술능력이 진보되는 패턴을 보이고 있다. 그럼에도 불구하고 기초연구와 산업기술 간의 상호관계는 평면적인 상태에서 발전의 초기 단계부터 양방향적 연계가 진행되는 것이 아니라 하나의 발전을 다른 한 축이 추동하면서 상호작용 관계를 형성해 나간다는 것이 본 논문의 주장이다.

개발도상국의 산업기술의 진화는 기존 기술의 흡수-개량-창출의 3단계 모델(Kim, 1982;), 역제품주명수기(Reverse product life cycle, Hobday, 1995), 기술사용능력에서 기술창출능력 (Using and generating, Choung et al., 2000) 등의 연구자들에 의해 제시된 바와 같이 선진국과는 역의 발전 패턴을 보인다. 한국의 경우도 마찬가지로 단순 전자제품의 조립생산으로부터 출발하여 도입된 기술을 흡수, 개량하는 단계를 거치면서 최종적으로 첨단 정보통신 분야 제품을 생산하고 기술적 지식을 창출하는 단계로 진화되어 왔음을 알 수 있다.

산업기술에서의 발전과정과 마찬가지로 개발도상국의 기초연구능력 진화는 산업기술능력이 이미 축적된 분야에서 후발적으로 일어날 가능성이 많다는 것이 본 논문의 두

번째 가설이다. 제한된 자원으로 인해 선택적, 전략적으로 집중되어 성장한 특정산업분야에서 산업기술능력이 축적되어 감에 따라 기술창출능력에 대한 수요가 높아지고 이에 따라 국내·외 기초연구부문과의 연계가 생성될 가능성이 높아진다. 따라서 산업기술에서의 능력 확대는 기초연구활동을 자극하게 되어 국내 기초연구부문과 산업계간의 연계가 긴밀해 지는 연구개발 활동 구조상의 변화를 초래하게 된다.

그렇지만 이와 같은 주장이 개발도상국의 초기 산업발전에 있어 기초연구 지원의 필요성이 없다는 주장으로 연결되는 것은 아니다. 기초연구능력은 많은 논자들이 지적한 바와 같이 기업의 흡수능력(absorptive capacity)<sup>4)</sup>을 제고시키는 기반적 역할을 수행하기 때문에 산업발전 초기부터 과학부문과 기술개발의 양 측면에서의 지원이 병행적으로 이루어져야 한다. 그러나 산업화 초기 단계의 기초연구 부문의 역할은 지식의 생산 보다는 지식의 습득 활동과 이를 위한 교육, 훈련의 역할에 보다 초점이 맞추어진다. 즉 산업화 초기 단계부터 개발도상국 혁신체제 내에서 과학과 기술 간의 상호작용이 일어나지만 그 형태는 산업화 과정의 진화에 따라 변화해 나간다는 것이다. 모방에 근거한 초기 산업화 과정을 통해 기술능력이 축적되면 도입된 기술의 습득과 활용으로부터 새로운 기술적 지식의 창출을 통해 시장을 선도해 나가거나 부가가치가 높은 제품군으로 이전해야 할 필요성이 커진다. 이 시기의 기초연구부문의 역할은 기술적 기회가 큰 과학기술 지식의 생산에 초점이 맞추어진다는 것이다. 따라서 선택적으로 발전하는 개발도상국의 기초과학기술 지식생산 패턴은 해당국의 산업기술의 발전 패턴과 밀접한 연관 하에 파악되어야 한다.

### 3. 기업의 기초연구 수요 증대

기초연구 부문에서 기존의 지식생산자인 대학이나 공공연구기관 뿐 아니라 선진 대기업들이 차지하는 비중이 지속적으로 증가하고 있다 (Hicks, 1995). IBM이 물리학 분야에서, GE가 물리학 및 화학분야에서 노벨 수상자를 배출한 것도 이러한 맥락에서 이해할

4) Cohen & Levinthal(1989)는 R&D의 두 측면인 혁신과 모방을 구분하고 이러한 활동에의 투자가 흡수능력(absorptive capacity)에 중요한 영향을 미친다는 점을 강조한다.



수 있다. 또한 발표된 논문의 인용도를 보면 가장 인용빈도가 높은 상위 25개 지식생산 조직 중 선진기업이 2개를 차지하고 있어 선진기업 기초연구 활동의 질적 중요도를 가늠할 수 있다(Hicks & Katz, 1997).

선진 대기업의 기초연구활동은 한편으로는 공공부문으로부터의 불충분한 과학기술정보의 흐름을 극복하기 위한 노력이기도 하고 다른 한편으로는 과학 활동과 기술 활동 간의 연계가 밀접해 지고 과학기반 산업의 경제적 중요성이 커짐에 따라 일어나는 현상으로 이해할 수 있다.

최근 중국, 대만, 한국 등 동아시아 국가들에서의 급속한 논문수의 증가는 개발도상국의 기초연구능력의 증가를 보여주는 가장 대표적인 사례이다. 특히 흥미로운 점은 개발도상국의 선도 기업을 중심으로 기초연구활동이 증가하는 패턴을 보인다는 점이다. 개발도상국에서도 선진국 기업들과 마찬가지로 기업의 기술능력이 확대함에 따라 기업내 부적인 요구에 의해 기초연구활동이 증가한다는 것이다. 이러한 성장은 기업의 혁신활동과 관련하여 특정 전략적 육성 분야에서 기초연구능력과 산업기술능력 사이에 긍정적인 호순환이 일어난다는 것을 보여주는 것이다.

개발도상국 기업은 경제발전 초기에는 선진국으로부터 도입된 기술에 의존하고 국내 기초연구부문과 산업기술간의 괴리현상이 나타나지만 성장이 진행됨에 따라 자체 기술개발 능력이 증대하고 이에 따라 연구활동을 조직하는 방식도 공식화, 다양화되어 간다(Pavitt, 1998). 새로운 지식에의 접근을 위해 자체 연구개발조직(R&D center)을 설립하여 차세대 선도분야에 대한 지식탐색을 수행하고 국내·외 대학으로 인력을 파견하여 학위과정 획득 및 공동연구개발을 수행하는 등 과학기반과의 연계성을 확대시켜 나간다.

마찬가지로 개발도상국의 대학 및 정부연구소는 경제발전 초기에는 미약한 연구능력을 나타내지만 산업계의 기술수요가 증대함에 따라 산·학·연 연계 관계가 밀접해지고 연구능력도 신장하는 모습을 보인다. 한국의 경우 대학의 역할이 산업화 초기에는 인력양성에 초점이 맞추어 진 것에 반해 산업화가 본격적으로 진행되면서 1980년대 후반부터는 연구 활동이 대폭 확대되어 나가기 시작하고 정부 정책 측면에서도 대학의 연구능력을 확충시키기 위한 다양한 프로그램들이 진행되었다<sup>5)</sup>.

5) 우수연구센터 제도를 비롯한 대학의 연구센터 중심 지원 프로그램들과 BK(Brain Korea)21 프로그램 등이 대학의 연구능력 확충을 목적으로 시행되었으며 연구중심 대

앞서 살펴본 바와 같이 기업의 기초연구능력에 대한 수요가 증대하면서 기업은 자체적으로 기초연구활동을 수행하며 이 과정에서 국내·외 기초연구부문과의 연계가 형성되기 시작한다. 선진국에서도 기초연구부문과 기업의 연구 활동 사이의 경계가 모호해지고 연계가 밀접해지는 경향이 나타나지만 이 경우 그 추동요인이 과학기반 산업의 자본화, 상업화에 의해 경제적 이익이 창출되는 것에 근거를 두고 있다. 즉 과학 활동이 자본화되는데 필요한 시간(lead time)이 짧아지면서 일어나는 현상이라고 할 수 있다 (Committee on Science, Engineering and Public Policy, 1999).

개발도상국의 경우에는 선진국과는 차별적인 이유에 의해 기업의 기초연구 수요가 증가하면서 기초연구활동을 추동하는 패턴을 나타내고 있다고 볼 수 있다. 개발도상국 기업들은 산업기술 개발의 초기에는 많은 경우 성숙기술을 도입하여 상품화하는 것에 의해 기업활동을 하게 되므로 기술원천의 측면에서 선진기업의 기개발된 기술에 의존하게 되는 경향이 있다. 이 경우 기존의 기술을 도입하게 되므로 도입된 기술의 습득과 생산과정에서의 개량활동에 기술활동의 초점이 맞추어지게 된다. 그러나 기술능력이 축적되고 기업활동이 성숙함에 따라 차세대 제품 및 프론티어 제품의 개발 등 신기술의 창출 필요성이 증대하게 된다. 다른 한편 선진기업들이 이와 같은 선도적 개발도상국 기업들을 잠재적 경쟁자로 인식함에 따라 기술이전에 대한 기피 경향이 높아지게 된다. 이와 같은 이유로 인해 개발도상국 기업들은 국내 기초연구기반과의 연계 수요가 높아지게 되고 몇몇 선도적 기업들은 세계적인 수준에서의 지식생산 네트워크에 편입되는 경향을 보인다.

### III. 한국 기초연구활동에 대한 경험적 분석

#### 1. 선택적 기초연구능력의 진화

한국의 산업기술 발전은 전략적으로 선택되어진 몇몇 분야를 중심으로 이루어져 왔다.

---

학 육성 등 대학의 연구능력을 확충하기 위한 다양한 시도들이 있었다.

특히 반도체, 정보통신, 일부 가전제품과 자동차 등의 전략분야를 중심으로 산업발전이 이루어져 왔다. US Patent 분석을 통한 기술능력의 축적 패턴을 보면 전략적 산업발전 패턴이 잘 나타난다. 다음 <표 2>에 나타나는 바와 같이 한국혁신 주체들이 미국특허청에서 획득한 상위 10대 특허 출원 분야를 보면 반도체, 컴퓨터 저장기기, 디스플레이 등의 분야 등에서 두드러진 기술능력 축적 경향을 보이고 있다.

<표 2> 한국 특허 출원 상위 10대 기술분류

Rank	Class	1997	Class	1999	Class	2001	Class	2002				
1	438	177*	9.08**	438	296	8.17	438	455	12.58	438	486	12.57
2	365	120	6.16	365	207	5.71	365	217	6.00	257	209	5.41
3	348	89	4.57	257	182	5.02	257	148	4.09	365	194	5.02
4	369	66	3.39	348	104	2.87	327	102	2.82	349	112	2.90
5	257	61	3.13	62	93	2.57	345	100	2.77	370	105	2.72
6	360	56	2.87	327	79	2.18	375	88	2.43	345	102	2.64
7	375	43	2.21	375	77	2.13	349	85	2.35	369	96	2.48
8	386	43	2.21	399	75	2.07	348	83	2.30	313	86	2.23
9	359	41	2.10	369	73	2.01	455	76	2.10	455	78	2.02
10	430	35	1.80	360	68	1.88	369	75	2.07	327	70	1.81
Top 10 Total		731	37.51***	-	1254	34.61	-	1429	39.52	-	1538	39.79
Total		1949	100	Total	3623	100	Total	3616	100	Total	3865	100

분류 : 438(Semiconductor manufacturing process), 365(Static information storage and retrieval), 257(Active Solid state Devices), 349(Liquid crystal cells, elements and systems), 370(Multiplex communications), 369(Dynamic information storage and retrieval), 348(Television), 360(Dynamic magnetic information storage or retrieval)

\*는 해당분야의 특허출원건수이며

\*\*는 해당분야 전체 특허출원건수 중 한국이 차지하는 비중을 의미함.

\*\*\*는 해당년도의 전체 한국 특허출원 건수 중 상위 10대 기술이 차지하는 비중을 의미함

자료 : US PTO database

이러한 산업기술 분야에서의 선택적 기술능력 축적 경향은 기초연구의 패턴에도 마찬가지로 나타나고 있다. 아래 <표 3>은 SCI (Science Citation Index) 논문 발표수를 분야별로 분석한 것이다. 컴퓨터, 전자공학, 일반공학 분야가 전체 분야 중 50% 이상을 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다. 즉 산업기술 분야와 마찬가지로 기초연구활동에서도 선택적인 집중이 나타나고 있음을 알 수 있다.

<표 3> 국내 SCI 논문 발표에서의 분야별 비중

분야	1995	1997	1999	2000
일반공학	29.3	27.8	28.1	27.4
컴퓨터/전자공학	30.0	30.3	30.2	26.9
화학	15.6	16.5	17.4	19.3
기계공학	8.2	7.5	8.0	8.0
재료공학	8.2	7.5	8.0	9.3
건축 및 환경공학	7.0	7.8	6.5	7.7
산업공학	2.0	2.5	1.8	1.5

자료 : 과학기술부(2002)

또한 분야별로 세계 논문 생산에서 차지하는 순위를 보아도 재료공학, 응용물리, 생명공학, 정보통신, 기계 공학 등 한국의 전략 산업군과 연관이 있는 분야들에서의 성과가 두드러지게 나타나는 것을 알 수 있다(<표 4>). 즉 반도체 산업과 관련성이 깊은 재료, 응용물리 등의 분야와 정보통신 및 기계공학 등의 분야에서 활발한 기초연구 활동이 일어나고 있다는 것이다. 최근 SCI 세계 논문수 점유율로 측정된 비교우위지수(RCA: Revealed Comparative Advantage) 분석에서도 마찬가지로 재료과학, 공학, 컴퓨터 과학, 물리 등의 분야가 비교우위를 차지(윤문섭 · 안규정, 2002)하고 있는 것으로 나타나고 있다.

<표 4> 분야별 논문 발표 세계 순위

분야	논문수	세계순위	세계점유율
Eng. Mgt/general	560	8	3.31
Material Science and Eng	4417	8	3.99
Nuclear engineering	385	8	3.18
Applied physics	7805	9	3.07
Biotech and applied microbiology	830	9	3.79
Information Tech & communications	674	9	4.03
Mechanical Eng.	1759	9	3.49
Electrical & Electronics engineering	2281	10	3.98
Chemical Eng	1286	11	3.11
Chemistry	2263	11	2.71

자료: 과학기술부(2002)

## 2. 역패턴의 기초연구능력 진화

한국의 기술능력 축적은 앞서 분석한 바와 같이 선택적 분야에서 전략적으로 산업화를 진행하면서 가능하였다. 한국의 산업기술능력은 초기의 기술도입과 모방 및 개선에 의해 기술활용 능력이 증가하고 이에 기반하여 첨단 제품 분야에서 신제품과 신공정을 개발할 수 있는 기술창출 능력으로 도약하는 과정을 겪어왔다. 산업기술능력의 축적은 1990년 이후 급속한 미국 특허 출원건수의 증가에서 잘 나타나고 있다. 이러한 역패턴의 산업기술 능력 발전방향은 동아시아 주요국, 특히 한국과 대만에 있어 공통된 현상이다.

<표 5> 동아시아 주요국 미국특허 출원 건수

국기명	1996	1997	1998	1999	2000	2001
한국	1493	1891	3259	3562	3314	3538
대만	1897	2057	3100	3693	4667	5371
중국	46	62	72	90	119	195
싱가포르	88	94	120	144	218	296

자료: US patent DB

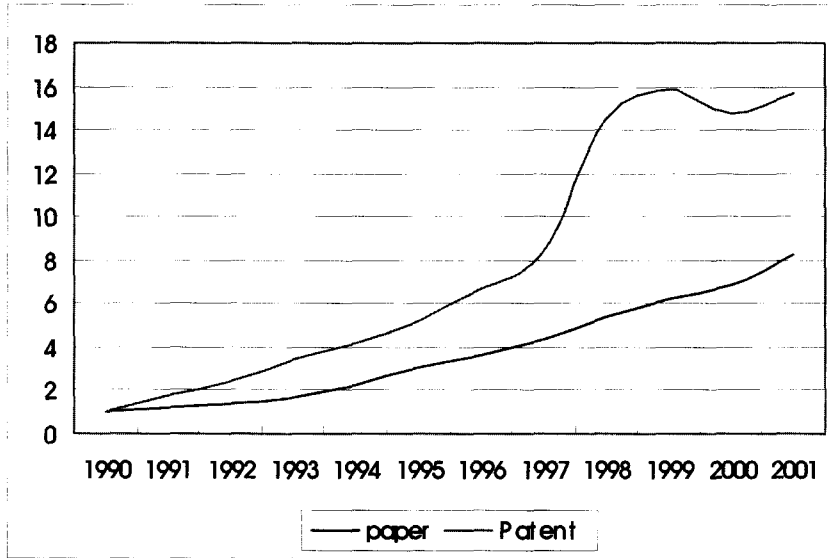
마찬가지로 기초연구능력의 진화에 있어서도 산업기술능력의 축적에 뒤이어 기초연구능력이 증대되는 역(reverse)의 패턴을 보이고 있다. <그림 1>은 1990년 이후 미국 특허 출원이 급격히 증가하고 이에 뒤이어 1990년대 중반부터 기초연구능력도 지속적으로 증가하는 역패턴의 발전과정을 잘 나타내 주고 있다.

선진국의 경우에는 1990년 초에서 2000년까지 특허출원 및 논문출판수 증가가 매우 미미하게 진행되고 있어 이들 나라의 과학기술활동이 매우 안정적인 패턴을 보이고 있으며 특허출원 건수 증가와 논문수 증가 사이에 유의미한 관계를 보이고 있지 않다<sup>6)</sup>.

선진국의 안정적인 패턴과는 달리 신흥공업국의 경우 급격한 특허출원 수 증가 후 논문출판수의 급증현상이 나타나고 있다<sup>7)</sup>는 점에서 이들 간의 매우 유의미한 관계가 있음

6) 1993년에서 1999년까지의 특허등록건수에 있어 미국은 5%, 독일은 6%의 연평균증가율을 나타내고 있으며 1995년부터 2001년사이의 논문출판건수를 보면 미국은 0%, 독일은 3%의 연평균증가율을 나타내고 있어 선진국의 경우 특허등록이나 논문출판에 있어 매우 안정된 패턴을 나타내고 있음을 알 수 있다 (USPTO, ISI DB 근거 계산).

<그림 1> 미국특허 증가와 국제저널 논문발표 증가 패턴



자료원 : US PTO (1990-2001); ISI DB (1990-2001)

을 추론할 수 있다.

또한 윤문섭·안규정(2002)의 SCI 논문 분석 결과를 보면 1990년대 중반 이후 비교적 위를 보이고 있는 분야인 재료과학, 공학, 컴퓨터 공학, 물리 등의 분야는 상대인용도<sup>8)</sup>에 있어서도 타 분야에 대해 높은 것으로 나타나고 있어 한국의 산업적 발전에 의해 추동된 분야에서 의미있는 지식생산이 이루어지고 있음을 간접적으로 입증하고 있다. 즉 산업 기술의 축적에 따라 몇몇 선도기업을 중심으로 프론티어 제품생산에 대한 기업의 수요가 증대하고 이러한 기업의 기초연구에 대한 수요가 기업내 연구조직 및 대학, 정부연구기관의 기초연구 활동을 자극하고 있는 것으로 해석할 수 있다.

실제로 1990년대 중반을 기점으로 산·학·연 공동 논문 출판이 증가하는 경향이 나타나고 있다(<표 6>). 산·학·연 공동연구에 의한 논문출판 중 기업이 참여한 공동집필의 경우 1990년도 전반기보다 후반기에 증가하고 있는 경향성을 보여주고 있다. 그러나

7) 한국의 경우 2001년 기준 논문수 증가율에 있어 19.8%로 세계 1위를 차지하고 있으며 한국을 포함한 대만, 중국, 싱가포르 등 동아시아 4개 국가의 증가율이 평균 15.9%에 이르고 있어 전세계 논문수 평균 증가율인 4%의 약 4배에 가까운 급증세를 보이고 있다.

8) RCI (Relative Citation Impact)로 표시되는 상대인용도는 논문당 평균 피인용횟수를 같은 분야의 세계 평균값으로 나눈 것으로 이 값이 1이면 세계 평균정도의 수준을 나타낸다 (윤문섭·안규정, 2002)

대부분의 경우 대학이나 연구기관과 공동으로 연구를 수행하는 주체가 삼성, LG, 현대 등 대기업을 중심으로 한 선도기업임을 알 수 있다. 정보통신 분야에서 특히 이러한 경향이 잘 반영되고 있는데 정보통신 분야 320개 SCI 저널을 분석한 결과 1997년 당해연도 총 648편의 출판 논문 중 기업이 참여한 논문이 111편으로 전체의 17%에 달하고 있다<sup>9)</sup>. 또한 총 648편의 논문 중 355편이 공동저자에 의해 집필된 논문이고 이 중 기업이 공동으로 참여한 논문이 85편에 이르고 있어 전체 공동집필 논문 중 24% 정도의 비중을 차지하고 있다. 그러나 공동집필에의 참여기업을 분석한 결과 삼성이 47편, 현대가 14편, LG가 14편의 집필에 참여한 것으로 나타나고 있어 기업이 참여한 공동연구에서 상위 3개 그룹이 차지하는 비중이 88%에 이르고 있음을 알 수 있다.

<표 6> 산·학·연 공동연구에 의한 논문 출판의 증가 경향

논문집필 주체별	91-95	97-01
단독기관논문	58.5	44.2
대학간 협력논문	22.3	30.6
공공연간 협력논문	0.6	0.8
민간연간 협력논문	0.2	0.5
대학-공공연구간 협력논문	11.4	13.8
대학-민간연간 협력논문	6.4	8.8
공공-민간연간 협력논문	0.6	1.3

자료: 안규정, 소민호(2003)에서 재구성

이러한 공동출판의 증가 경향은 기업의 원천기술에 대한 수요의 증가로 선도기업의 경우 기업 내부에서 뿐 아니라 기초연구를 담당하고 있는 기업 외부 혁신주체와의 연계 활동이 점진적으로 증가하는 경향성을 보이는 것으로 해석할 수 있다. 그러나 이러한 경향은 선도기업에 한정되어 나타나는 현상이므로 전반적인 산·학·연 연계가 증가하고 있는

9) 2001년을 기준으로 할 때 전체 SCI 논문 출판 중 기업 및 기업연구소가 차지하는 비중은 8% 정도를 차지하고 있다. 따라서 정보통신분야 등 우리나라 산업의 기술능력이 축적된 분야에서는 기업이 차지하는 기초연구에의 비중이 타 분야에 비해 매우 높게 나타나는 것으로 해석할 수 있다. 정보통신 분야 외에도 전략성장분야를 중심으로 기업이 참여하는 비중에 대한 후속연구가 필요하다.

것으로 해석하기는 어렵다.

### 3. 기업의 기초연구 활동 증가 및 심화

한국의 경우, 기초연구활동에 있어 기업이 차지하는 비중이 2000년대에 들어와 높게 나타나는 경향성을 보이고 있다. 2001년도의 경우 기초연구비의 수행주체별 분포를 보면 기업이 차지하는 비중이 44.8%에 육박하고 있으며 대학과 공공연구기관은 각각 33.6%, 21.6%를 차지하고 있어 기초연구에 있어 기업이 차지하는 중요성이 선진국에 비해서도 매우 큰 것을 알 수 있다<sup>10)</sup>.

대표적인 한국의 선도기업인 삼성의 경우를 SCI 및 공학중심의 INSPEC 자료를 통해 분석해 보면 기초연구활동이 지속적으로 증가하고 있음이 잘 드러나고 있다. 삼성은 지난 10년간 SCI 저널에 지속적인 논문 발표를 해왔으며 공학중심 분야인 INSPEC 저널에서도 논문발표 수에 있어 증가경향을 나타내고 있다(<표 7>).

<표 7> 삼성의 기초연구활동 증가 경향

Year	85-91	92-93	94	95	96	97	98	99	'00	01	02	Total
SCI database	14	53	32	49	90	136	150	170	145	203	176	1218
INSPEC database		11	16	17	35	40	45	44	50	49	62	369

자료: ISI /INSPEC Database에서 분석

보다 구체적으로 삼성의 기초연구활동을 분석해 보면 삼성의 산업기술분야 기술개발과의 연관성을 알 수 있다. INSPEC 데이터베이스는 특히 공학 분야의 분류 측면에서 유용한 정보를 제공하고 있어 각 논문이 공학분야 중 어느 분야에 관련된 지식인지를 제시하여 준다. 이러한 분류위계체계 (classification hierarchy)를 중심으로 분석해 볼 때 삼성

10) 미국의 경우 2000년 현재 전체 기초연구비 중 대학이 차지하는 비중이 49.0%로 주요 기초연구수행자임에 반해 한국은 기업이 주요 기초연구수행 주체가 되는 현상을 보이고 있다. 이러한 경향은 부분적으로는 기업의 기초연구비에 대한 분류가 해당시점의 제품개발이 아닌 선행연구 전체를 기초연구로 분류함으로써 나타나는 데이터 수집상의 문제점과도 연관이 있다는 지적이 있으나 (이원영, 2002) 이를 고려한다고 해도 기업의 기초연구 혹은 장기목적하의 전략적 기초연구 활동이 증가했다는 것은 의미한다고 볼 수 있다.



전자는 지난 10년간 전기공학 및 전자(electrical engineering and electronics)에 초점을 맞춘 기초연구를 지속적으로 수행하여 왔음을 알 수 있다 (<표 8>). 또한 전기공학 및 전자분야와 컴퓨터 및 제어 분야에 공통적으로 걸쳐있는 분야에 대한 연구도 집중해 왔으며 순수기초인 물리학 분야에 대한 연구도 지속적으로 수행하고 있음을 알 수 있다. 개별 논문에 포함되어 있는 핵심어 (keyword)를 중심으로 분석해 보아도 비슷한 경향성이 나타나고 있다. <표 8>의 하단부분은 개별 논문에 포함된 핵심어의 수를 중복적으로 계산한 결과로서 전기공학 및 전자 분야에의 집중과 더불어 물리학 및 컴퓨터·제어 부분에 대한 지속적인 기초연구 경향을 알 수 있다.

<표 8> 삼성의 분야별 기초연구활동

	92-94	95-96	97-98	99-00	2001-2002
Physics(A)		5	4	9	4
Electrical Eng and electronics(B)		17	33	37	46
Computer and control(C)		6	8	8	11
Information technology(D)		0	0	0	0
B and C		17	30	20	23
Band A		6	8	8	11
Aand C		0	0	0	1
ABC		1	0	2	2
Total		52	86	93	112
	92-94	95-96	97-98	99-00	2001-2002
Physics	18	82	152	262	386
Electrical Eng and electronics	44	173	379	579	890
Computer and control	41	107	215	295	408
Information technology	0	0	0	0	0

자료:INSPEC database에서 분석

또한 삼성의 기초연구활동 내에서는 지속적으로 심화와 다변화 과정이 일어나고 있음도 분석을 통해 나타나고 있다. <표 9>는 삼성이 가장 중점적으로 기초연구활동을 수행하고 있는 전기공학 및 전자 분야에서 세분류로 연구분야를 분석한 것으로 삼성전자가

1992년에서 2002년까지 INSPEC에 등록된 개별논문이 포함하고 있는 핵심어(Keyword)의 수를 중복적으로 총합함으로써 적용분야의 경향성을 분석한 결과이다. 이를 통해 B2500 분류, 즉 반도체재료 및 디바이스 부문과 B6100, 즉 정보통신 이론부문에서 기초연구활동이 심화되어가는 경향성을 발견할 수 있다.

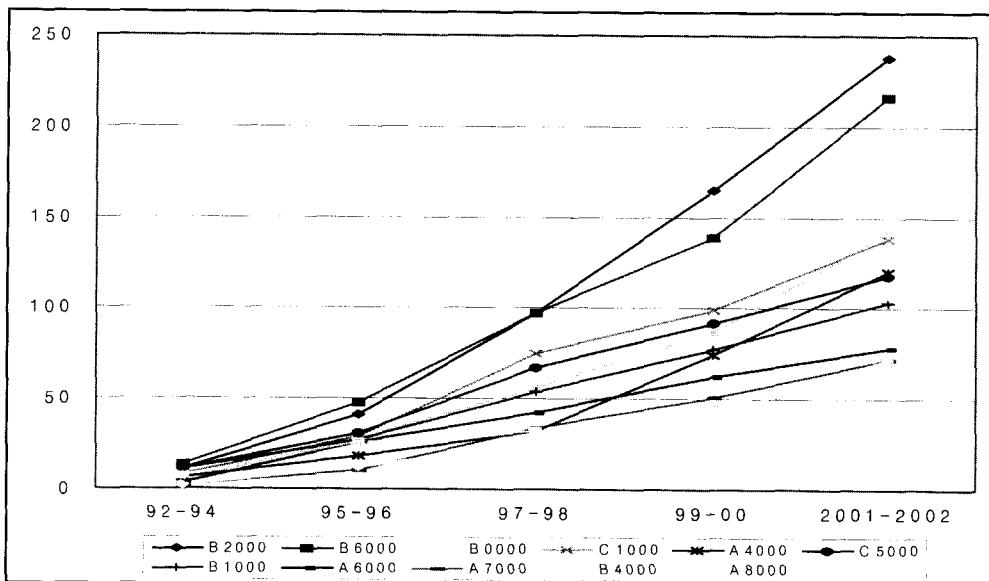
<표 9> 전기공학 및 전자 분야에서의 삼성의 세분류별 기초연구활동 (1992-2002)

INSPEC class	No	Technology area
B2500	186	Semiconductor material and devices
B6100	131	Information and communication theory
B6200	68	Telecommunication
B0200	79	Engineering math and Material science

\*B2500: semiconductor related theory, materials, properties, junctions, interfaces, device technology, IC, materials ; B5200: Modulation and coding, speech and audio signal, optical image and video signal processing; B6200: Telecommunication applications, power supplies, Stations and subscriber equipment, Switching centres and equipment, Transmission line links and equipment, Optical communication, Radio links and equipment; B0200: Engineering mathematics and mathematical techniques

자료 : INSPEC database에서 분석

<그림 3> 삼성의 기초연구활동의 다변화 경향



또한 <그림 3>은 삼성의 기초연구활동이 1990년대 중반이후 재료과학, 정보, 공학수학, 시스템 및 제어이론, 일반현상이론 (Fundamental areas of phenomenology), 컴퓨터 하드웨어 구조, 전자구조 및 기학, 자성 및 광학 등의 분야로 다양화됨을 나타내고 있다.

이러한 기업 기초연구활동의 다양화와 심화 현상은 개발도상국 기업의 산업기술능력이 축적함에 따라 기업의 강한 추동요인에 의해 기초연구활동이 증가하고 있다는 것을 나타낸다. 즉 기존 제품군에서의 경쟁력 확보에 따라 점차 프론티어 제품의 개발능력이 요청되고 이를 위해 원천기술의 확보가 필요해 진다는 것이다. 최근 한국에서 선도기업을 중심으로 한 기초연구활동의 증가는 바로 이러한 원천기술에 대한 수요를 반영하고 있는 것이며 이러한 수요에 기반하여 부분적으로 산·학·연 연계관계가 증가하는 혁신체제상의 변화를 추동하고 있다고 볼 수 있다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 최근 증가하고 있는 신홍공업국들의 기초연구활동을 한국을 중심으로 살펴보았다. 개발도상국은 전통적으로 기초연구능력의 미약, 산·학·연 연계의 부재, 국제지식생산 네트워크에서의 소외 등으로 특징지어 지는 것으로 인식되어 왔다. 따라서 최근의 동아시아 국가들을 중심으로 한 신홍공업국의 기초연구능력의 확대 현상은 매우 흥미로운 연구주제를 제공하고 있다.

한국의 기초연구활동은 산업기술능력이 진화하면서 선도기업들이 기초연구에 대한 수요가 증대함에 따라 촉발되는 형태를 보이고 있다. 이에 따른 결과로 산업기술이 진화한 분야에서 뒤이어 기초연구능력이 확대되는 형태로 기초연구능력 진화의 패턴이 나타나 선진국과는 역의 패턴을 보여주고 있다. 또한 산업기술이 진보된 분야에서 기초연구활동이 주로 일어남으로 인해 분야별로 볼 때 집중화된 기초연구활동의 패턴이 나타나고 있다. 산업화 초기 단계에서 미약했던 산·학·연 연계도 산업기술이 진보된 분야에서 선도기업을 중심으로 하여 점차 생성되는 연구개발구조상의 변화가 나타나고 있다.

그러나 이러한 결론이 직접적으로 신홍공업국 산업화 초기의 기초연구에의 투자가 불필요하다는 것을 의미하는 것은 아니다. 한국의 경우 산업화 초기의 기초연구부문의 역

할은 산업화에 필요한 인력을 제공하고 기업의 기술흡수 활동에 기반을 제공하는 것에 주요 초점이 맞추어져 있었다고 볼 수 있다. 즉 산업화 진화과정에 따라 기초연구부문의 역할이 변화되어 왔으며 산업의 미래 수요에 대응할 수 있는 기초연구 지식의 생산은 1990년대 중반 이후 산업계로부터의 기초연구 수요가 증대하는 시점부터 이루어지기 시작한 것으로 판단할 수 있다.

이와 같은 개발도상국의 기초연구능력 확대의 진화적 특성을 통해 첫째, 신흥공업국 기업의 흡수능력의 확대를 위해 기초연구부문에의 지원은 필수적이라는 것이라는 정책적 함의가 도출된다. 둘째, 신흥공업국의 산업화 진화과정의 특성에 맞추어 기초연구 지원의 초점과 메카니즘이 달라져야 한다는 것을 함축한다. 산업화 초기의 기술모방단계에서의 기초연구 지원과 기술창출단계에서의 기초연구 지원은 초점과 방식이 다르게 기획되어야 한다. 셋째, 산·학·연 연구개발 주체간의 연계는 해당국가의 전략산업군을 중심으로 형성될 수 있는 가능성이 많으며 특히 전략산업군에서 선도기업의 역할이 기초연구활동에서의 산·학·연 연계에 주요한 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있다.

본 연구는 최근 세계 지식생산 네트워크에서 새롭게 등장하고 있는 신흥공업국의 기초연구활동의 확대라는 현상을 한국에 한정하여 분석한다는 탐색적 연구로서 의미를 지니고 있으며 후속 연구에서 민간기업의 기초연구활동 및 기초연구활동에서의 산·학·연 협력패턴, 산업기술과 기초연구활동 간의 연계 메카니즘 등에 대한 보다 구체적인 양적, 질적 분석이 수행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 과학기술부(2002), 과학기술연구실적분석, [www.most.go.kr](http://www.most.go.kr)
- 안규정·소민호(2003), “우리나라 과학기술 분야 공동연구 현황 -SCI 논문 공저 자료 분석을 중심으로-”, 『과학기술정책』, v.13, n.4
- 윤문섭·안규정 (2002), 『우리나라 과학수준 및 구조의 특징』, 과학기술정책연구원
- 이원영 (2002), 『기초연구 지원정책의 방향』, 과학기술정책연구원
- Bernardes,A. & Albuquerque, E (2003), "Cross-over, thresholds, and interactions between

science and technology: lessons for less-developed countries, *Research Policy* 32, pp.865-885

Choi, Y (1996), *Dynamic Techno-management capability: the case of Samsung Semiconductor in Korea*, Avebury, UK

Choung, J-Y, H-R Hwang, J-H Choi, M-W Rim (2000), "Transition of Latecomer Firms from Technology Users to Technology Generators: Korean Semiconductor firms", *World Development*, Vol. 28, No. 5, pp. 969-982

Choung, J-Y, H-R Hwang(2003) "Resurgence of the Asian Miracle: Path dependent technology development of the Korean information and telecommunication sector" The 12th International conference on Management of Technology(IAMOT), May, 13-15, 2003, Nancy, France.

Committee on Science, Engineering and Public Policy (1999), *Capitalizing on Investments in Science and Technology*, USA

Hicks, D.&S. Katz (1997), *The changing shape of British industrial research*, STEEP Special Reports, Science Policy Research Unit

Hobday, M. (1995). East-Asian latecomer firms -Learning the technology of electronics-, *World Development*, v.23, n.7, pp.1171-1193.

Hwang, H-R(1998), *Organisational capabilities and Organisational rigidities of Korean Chaebol*, University of Sussex, D.Phil thesis. UK

Jose Goldemberg(1998) essays on science and society: What Is the Role of Science in Developing Countries? *Science*, February 20; 279: 1140-1141

Katz, S and D. Hicks(1996), A Systemic view of British Science, *Scientometrics*, Vol.35, No.1.

Kim, L. (1997). "The Dynamics of Samsung's Technological Learning in Semiconductors", *California Management Review*, 39, pp.86-100

Mathews, J. & Cho, D.S.(1999), "Combinative Capabilities and Organizational Learning in Latecomer Firms: The case of the Korean semiconductor industry", *Journal of World Business* 34(2), pp.139-156.

Narin, F., Kimberly S. Hamilton and Dominic Olivastro (1997) The increasing linkage between

- U.S. technology and public science, *Research Policy*, Volume 26, Issue 3, Pages 317-330
- Pavitt(1998), "The social shaping of the national science base", *Research Policy* 27, pp.793-805
- Pavitt(2000), "Public Policies to Support Basic Research: What Can the Rest of the World Learn from US Theory and Practice? (And what they should not learn)", *Industrial and Corporate Change*, 10 (3) 2001, 761-779.
- Perez,C.& Soete,L.(1988), Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity, in Dosi,G., Freeman,C.,Nelson,R., et. al.(eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London, pp. 458-479
- Stokes, D.(1997), *Pasteur's Quadrants: Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institution Press