
IT 중소기업의 연구개발투자 효율성 분석

Analysis of R&D efficiency for IT SMEs

서환주* · 강성진** · 김정언***

<목 차>

- I. 서론
- II. IT 중소기업의 기술혁신 현황
- III. IT 중소기업의 R&D 효율성 실증분석
- IV. 결론

Abstract : Employing firm-level data during the period of 1980-2006, this paper analyzes the R&D efficiency of IT SMEs. We focus on comparing the R&D efficiency of IT SMEs with that of large-sized IT firms and non-IT SMEs. The results are summarized as follows.

First, the R&D investment of IT SMEs has not been increased since 2000. In IT manufacturing industry, the portion of the R&D investment of IT SMEs is no more than 10.6% in 2005.

Second, we analyze the innovation capacity of SMEs with the number of the patent application. The result is similar with the trend of R&D investment. The portion of the patent application of SMEs has not been increased since 2000.

Third, the R&D efficiency of non-IT firms is higher than that of IT SMEs regardless of the firm size. The R&D efficiency of non-IT SMEs is over three times as large as that of IT SMEs. Meanwhile, The R&D efficiency of the large-sized non IT firms is 1.86 times as large as that of IT large-sized firms.

Finally, we estimate the R&D elasticity and compare between IT manufacturing and service industry. The result shows that the R&D elasticity of IT service industry is

* 한양대학교 경상대학 경영학부 부교수. e-mail: seohwan@hanyang.ac.kr

** 고려대학교 정경대학 경제학과 부교수. e-mail: sjkang@korea.ac.kr

*** 교신저자, 정보통신정책연구원 연구위원. e-mail: jekim@kisdi.re.kr

higher than that of IT manufacturing industry, regardless of firm size.

Key Words : Innovation, R&D efficiency, IT SMEs, IT service

I. 서 론

경제성장과 더불어 우리나라 기업들은 기존의 빠른 추종자 혹은 모방자 전략에서 벗어나 창조적 기술혁신에 기초한 선도자로서 세계시장에서 경쟁하여야 하는 시점에 도달하였다. 이러한 질적인 도약을 성공적으로 수행하기 위해서는 양적인 연구개발투자의 증대만이 아니라 선도자로서 효율적인 기술개발을 촉진할 수 있는 새로운 기술혁신 시스템 마련이 시급하다.

선진국의 기업들은 기존의 '폐쇄형 기술혁신 전략(closed innovation strategy)'에서 벗어나 점차 '개방형 기술혁신 전략(open innovation strategy)'으로의 변화를 통해 투입의 효율성을 제고할 뿐만 아니라 기술혁신과정에 내재한 불확실성과 위험을 줄여나가고 있다. 기업간 경쟁이 치열해지고 제품개발 사이클이 단축되면서 폐쇄형 기술혁신 모형의 유효성이 감소하였으며, 이에 따라 기업들은 기술개발 비용을 줄이고 보다 신속한 제품개발을 위해서 내부의 자원만이 아니라 기업 외부의 자원을 적극 활용하는 개방형 기술혁신 전략을 채택하고 있는 것이다 (Chesbrough, 2003).

그런데 개방형 기술혁신 전략의 성공은 진공상태에서 이루어지는 것이 아니라 이를 뒷받침할 수 있는 제도적 인프라가 기초되어야 한다. 기업의 기초연구를 보완할 수 있는 대학 및 공공연구 기관과의 협력만이 아니라 풍부한 혁신형 중소벤처 기업이 마련되어야 할 것이다. 이들 혁신형 중소벤처 기업은 개방형 기술혁신 시스템의 원천이다. 경쟁적이고 혁신적인 중소벤처 기업들은 기존 기업들의 기술 원천이 될 뿐만 아니라 새로운 비즈니스 모델 개발을 통하여 적극적으로 가치를 실현하고 있다. 물론 이러한 혁신형 중소벤처 기업의 존재는 여타 보완적인 제도의 존재를 전제로 하는데 미국의 신경제 국가 기술혁신 시스템에서 관찰 할 수 있듯이 지적재산권의 강화 및 벤처캐피탈, 기술거래시장 그리고 나스닥으로 대표되는 증권시장 등의 건전성을 전제로 한다.

'개방형 기술혁신' 전략은 침체기에 있는 한국경제와 기업들이 구사할 수 있는 전략적인 대안으로 평가되는데 이의 성공적인 구축을 위해서는 혁신의 원천을 제공하는 중소벤처 기업의 기술혁신 역량 강화가 필수 조건이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 선진기업내부에서 개방형 기술혁신 전략이 가장 보편화된 IT(Information and Technology)산업을 대상으로 우리나라 IT중소기업의 혁신역량을 투입과 산출 그리고 효율성 측면에서 분석하고자 한다. 이를 위하여 우리나라 IT 중소기업의 연구개발투자와 특허출원 건수 그리고 연구개발투자의 효율성을 국내 IT대기업 및 여타산업의 중소기업들과 비교하여 보고자 한다.

즉, IT중소기업을 대상으로 다양하게 혁신역량을 평가하여 개방형 혁신체제로의 성공적 이전의 선결조건이라 할 수 있는 우리나라 중소벤처기업의 높은 기술혁신능력 소유 여부를 살펴보고자 한다. 그리고 정책적 함의도 도출하고자 한다. 이를 위하여 II장에서는 연구개발투자와 특허출원 건수 분석을 통하여 우리나라 IT중소기업의 기술혁신 역량을 살펴본다. III장에서는 연구개발투자 효율성 분석에 대한 기존연구를 소개하고 생산함수 추정을 통하여 IT중소기업과 동일 산업내 대기업 및 비IT 산업 중소기업 간의 연구개발투자 효율성을 비교하고자 한다. VI장은 연구결과의 요약 및 결론이다.

II. IT 중소기업의 기술혁신 현황

1. 연구개발지출 현황

기업 및 산업의 현재 연구개발 활동 수준을 나타내는 지표임과 동시에 미래의 경쟁력을 예측하는 선행지표로 활용되고 있는 연구개발투자 추이를 대기업 및 여타산업과 비교하여 봄으로써 투입측면에서의 IT중소기업의 기술혁신 역량을 비교분석하고자 한다. IT중소기업의 R&D투자 추이를 보다 세부적으로 살펴보기 위해서 산업별 중소기업의 비중과 연구개발 집약도(매출액 대비 연구개발투자)를 살펴보면 <표 1>과 <표 2>와 같다. 먼저 <표 1>을 보면 대부분의 산업에서 2000년대 초반까지 중소기업의 연구개발투자 비중이 증가하였다가 이후 점차 감소하는 추세를 보인다. 그러나 섬유, 의복 및 가죽제품, 목재, 종이, 인쇄 및 출판, 비금속광물제품 그리고 조립금속제품등 OECD 기준 기술수준이 낮은 산업(low technology)에서는 중소기업의 비중이 증가하는 것으로 나타났다. 섬유, 의복 및 가죽제품의 경우 2005년 기준 중소기업이 연구개발투자의 53.2%를 점하는 것으로 나타났으며 목재, 종이, 인쇄 및 출판은 38.8%, 비금속광물제품은 28.9% 그리고 조립금속제품은 80.8%를 점하고 있다. IT제조업의 경우 2002년 18.4%를 정점으로 점차 하락

하여 2005년 현재 중소벤처 기업이 전체IT산업 연구개발투자의 10.6%에 불과하다. 좀 더 자세히 살펴보면 사무, 계산기기 산업의 경우 2002년 74.1%까지 상승하였으나 2005년 기준 36.8%이며 영상음향 및 통신 산업은 2005년 기준 9.8%에 불과하다. IT서비스업은 IT제조업에 비하여 중소벤처 기업의 비중이 높아 2005년 기준 62.2%를 기록하고 있다. IT서비스업 중 대기업의 비중이 높은 통신업은 중소벤처 기업의 연구개발투자 비중이 3.9%에 불과하고 정보처리 및 기타 컴퓨터 운영 관련 사업의 경우 78.1%를 기록하고 있다.

한편 연구개발 집약도 즉, 매출액 대비 연구개발 투자 금액에 따른 산업구분은 해당 산업이 얼마나 혁신 지향적인지를 파악할 수 있는 척도이다. 우리나라의 경우 연구개발 집약도는 분석기간 동안 커다란 변동이 없는데 1998년 2.2%에서 2005년 2.3%로 0.1%가량 미약하게 증가하였다. 대기업은 2005년 기준 2.1%, 중소기업은 2.0% 그리고 벤치기업은 6.2%를 보이고 있다(<표 2> 참조).

OECD기준 기술수준이 높은 산업으로 분류되는 기계장비, 기구 및 운수장비 산업의 경우 2005년 현재 중소기업의 연구개발 집약도는 3.8%수준이며, IT제조업과 서비스업은 2005년 현재 각각 4.8%와 6.6%로 이는 전 산업 평균에 비하여 약 2배와 3배가량 높은 수준으로써 여타 산업에 비하여 상대적으로 높은 연구개발 집약도를 보이고 있다. 좀 더 자세하게 살펴보면 사무계산기기와 통신서비스업은 2005년 현재 중소기업의 연구개발 집약도가 각각 2.7%와 2.2%로 IT산업 평균보다 낮은 반면 영상, 음향 및 통신기기 산업 그리고 정보처리 및 기타 컴퓨터 운영 관련 사업의 경우 5.4%와 6.7%를 기록하여 연구개발 집약도가 높은 혁신산업으로 분류할 수 있다. 그러나 우려되는 것은 IT제조업의 경우 1998년 6.6%에서 2005년 4.8%로 감소하였으며 IT서비스업은 1998년에 비하여 완만하게 증가하였으나 2001년 이후 점차 하락하는 추세를 보이는 등 IT제조업 및 IT서비스업 모두에서 연구개발 집약도가 정체내지 하락하는 추세를 나타낸다는 점이다. 이처럼 IT제조업을 비롯한 고기술 산업에서 중소기업 R&D활동이 점차 약화되고 있어 향후 고부가가치 창출을 통한 성장에 제약요인으로 작용할 우려가 있다.

<표 1> 산업별 중소기업 R&D투자의 비중 추이(단위: %)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
음식료 및 담배	16.0	18.3	18.1	40.1	22.2	17.4	19.9	19.8
섬유 의복 및 가죽 제품	16.0	27.0	26.8	42.5	31.9	48.8	57.1	53.2
목재, 종이, 인쇄 및 출판	16.2	16.3	15.1	25.3	69.2	50.9	39.7	38.8
코크스, 석유, 핵연료, 화학물 및 화학제품, 고무 및 플라스틱제품	19.5	19.3	24.2	33.4	33.4	29.6	25.1	23.2
제 1차 금속산업	11.5	11.9	16.1	21.9	47.7	10.4	10.5	10.7
조립금속제품	43.7	56.1	60.9	67.4	76.5	67.5	72.5	80.8
기계장비, 기구 및 운수장비	8.9	9.8	13.2	20.1	20.3	16.6	14.3	13.9
가구 및 기타제조업	71.6	25.2	29.6	55.0	46.3	46.1	46.2	43.7
IT제조업	6.7	6.4	12.1	18.1	18.4	13.9	12.1	10.6
사무, 계산기기	27.8	6.4	8.5	14.4	74.1	58.8	59.9	36.8
영상, 음향 및 통신	5.9	6.4	12.8	18.8	16.9	12.8	11.1	9.8
IT서비스업	32.6	17.6	48.9	60.5	67.6	48.0	56.5	62.2
통신업	17.8	1.2	12.8	8.9	16.4	5.2	4.0	3.9
정보처리 및 기타컴퓨터운영 관련사업	70.6	60.8	82.2	84.8	88.5	79.8	76.7	78.1
비금속광물제품	14.6	18.9	33.4	53.2	32.2	27.3	19.6	28.9

자료: 과학기술부·한국과학기술평가원, 『과학기술활동조사보고서』, 각년호.

<표 2> 세부 산업별 중소기업의 연구개발 집약도 추이(단위: %)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
전산업	2.2	2.0	2.0	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3
대기업	2.1	1.9	1.8	2.0	1.9	2.1	2.2	2.1
중소기업	3.1	2.5	3.1	2.6	2.3	2.4	2.1	2.0
벤처기업				7.6	8.5	7.9	6.6	6.2
음식료 및 담배	0.7	0.8	1.0	1.5	1.8	1.4	1.3	1.2
섬유 의복 및 가죽 제품	1.5	1.9	2.2	1.5	1.5	1.3	1.8	1.4
목재, 종이, 인쇄 및 출판	1.2	0.7	1.3	1.1	8.3	2.1	1.5	1.4
코크스, 석유, 핵연료, 화학물 및 화학 제품, 고무 및 플라스틱제품	1.9	1.7	2.2	3.1	2.6	2.8	2.6	2.3
비금속광물제품	1.8	2.7	2.1	2.0	1.5	1.4	1.6	1.7
제 1차 금속산업	1.5	1.7	2.8	2.0	1.3	1.1	1.0	0.9
조립금속제품	2.0	2.3	2.3	2.4	1.7	1.9	1.9	1.7

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
기계장비, 기구 및 운수장비	5.4	3.0	4.8	4.0	5.3	4.8	4.0	3.8
가구 및 기타제조업	4.0	2.0	2.2	2.8	2.6	1.8	2.5	1.8
IT제조업	6.6	2.1	6.1	5.2	6.6	5.9	5.1	4.8
사무, 계산기기	7.7	4.3	3.7	4.1	4.1	3.4	3.1	2.7
영상, 음향 및 통신	6.5	2.0	6.7	5.5	7.1	6.4	5.5	5.4
IT서비스업	3.5	7.2	8.1	10.2	7.0	7.5	6.7	6.6
통신업	2.2	3.0	11.7	7.2	6.3	3.8	2.9	2.2
정보처리 및 기타컴퓨터운영 관련사업	6.0	7.7	7.8	10.4	7.0	7.8	6.9	6.7

자료: 과학기술부·한국과학기술평가원, 『과학기술활동조사보고서』, 각년호.

2. 특허출원 현황

R&D투자가 기업의 기술혁신 능력을 투입측면에서 측정하는 지표라면 특허자료는 기술혁신 능력을 산출측면에서 측정하는 지표라 할 수 있다. 특허통계는 특허청과 한국특허정보가 발표한 『한국의 특허동향 2005』에 수록된 기업의 특허출원을 대상으로 하였다. 기업규모별 특허출원 현황을 살펴보기 위하여 『한국의 특허동향 2005』에서 분류하고 있는 거래소상장기업, 코스닥 등록기업, 제 3시장 등록기업 그리고 기타기업 중 거래소 상장기업을 대기업으로 분류하고 나머지 기업들을 중소기업으로 분류하여 진행하였다.¹⁾ 그리고 기술분류는 세계지적재산권기구(WIPO: World Intellectual Property Organization)의 국제특허 분류의 32개 중분류를 기준으로 하였다(부록 <표 1> 참조). 현재 WIPO의 32개 기술 분류를 표준산업분류로 변환시키는 기준이 마련되어 있지 않아서 산업기준 분석과 직접적인 비교는 불가능하지만 본 연구에서는 32개 분류 중 전기/반도체, 전자/통신, 정보매체 그리고 컴퓨터 등 4개를 IT산업기술로 분류하여 분석하였다.

먼저 IT기술의 특허출원은 <그림 1>에서 알 수 있듯이 1990년에 3,800건, 1997년 31,202건 그리고 2002년에는 26,155건을 기록하고 있다. 분석기간 동안 특허출원 건수는 6.9배 증가하였는데 1997년을 정점으로 점차 하락하다가 2000년 이후 점차 증가하고 있다.

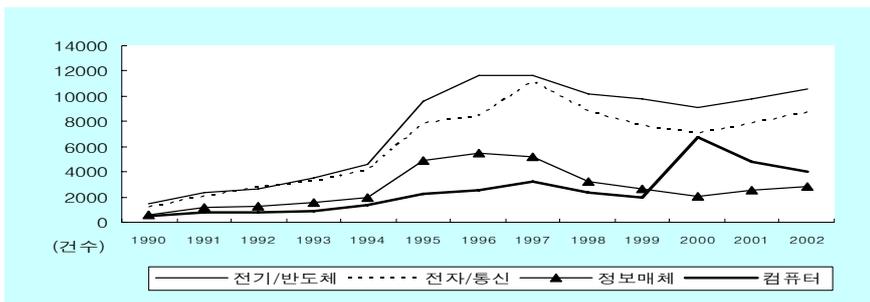
1) 심사위원이 지적하였듯이 코스닥 기업에도 대기업이 다수 존재하고 있다고 하는 경우 본 연구의 구분에 의한 대기업 및 중소기업의 특허수가 달라질 수 가 있다. 본 연구에서 사용하고 있는 특허는 기업명과 특허출원건수만 연도별로 기록되어 있고 이를 다른 기업 자료와 일치시키는 과정을 거쳤다. 이 경우 기업들을 대기업과 중소기업으로 다시 분류를 하기 위해서는 기업의 분류를 위한 산업별로 명확하고 일치된 기준이 있어야 하지만 그러한 자료가 충분히 포함되어 있지 않다. 따라서 본 연구는 자료와 분석의 편의상 거래소 상장기업을 대기업으로 분류하여 분석을 하였다는 한계를 가지고 있다.

IT기술 중 전기/반도체 및 전자통신 기술의 특허출원 건수가 2002년 기준 19,323건으로 전체의 약 74%를 점하고 있다. 대기업으로 분류한 거래소 상장기업을 살펴보면 1990년 2,316건에서 1997년 29,052건 그리고 2002년에 18,638건의 특허출원을 기록하였으며 전기/반도체 및 전자통신 기술의 특허출원 건수가 2002년 기준 14,438건으로 전체의 약 77%를 점하고 있다(<그림 2> 참조).

중소기업으로 분류된 거래소 상장기업 이외의 여타 기업들의 특허출원건수는 1990년 1,484건에서 2002년 7,517건으로 증가하고 있으며, 대기업들의 특허출원 건수와는 달리 컴퓨터 기술의 특허출원 건수는 2002년 기준 2,318건으로 전기/반도체 2,465건 그리고 정보매체 2,375건과 유사한 수준이다. 아울러 2000년에는 컴퓨터의 특허출원 건수가 5,184건으로 IT기술의 55%를 점하고 있다(<그림 3>참조).

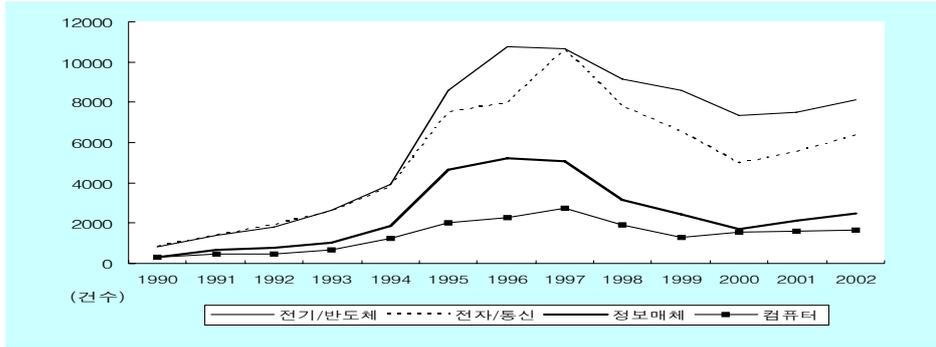
<그림 4>의 중소기업 특허출원 건수 비중추이를 보면 1990년 39%, 1997년 7%, 그리고 2002년에는 29%를 보이고 있다. 특히 1993~1999년 사이에는 중소기업들의 IT기술 특허출원 비중은 급격하게 감소하여 1996년 6%수준까지 하락하였으나, 외환위기 이후 점차 회복하여 2000년에는 37% 수준까지 회복하였다. 그러나 2000년 이후 중소기업의 비중은 다시 감소하는 추세를 보이고 있다. 전기/반도체 기술의 경우 중소벤처 기업의 특허출원 비중은 1990년 45%수준에서 1997년 8%로 급락한 이후 2000년 19%, 그리고 2002년 23%로 점차 회복하고 있다. 전자/통신의 경우는 1990년 31% 수준에서 1997년 5%로 급격하게 감소한 이후 점차 증가하여 2000년 29%까지 상승한 후 2002년 27% 수준을 유지하였다. 정보매체의 경우는 1990년 42%수준에서 1997년 3%로 하락하고 반등하기 시작하여 2000년 17% 그리고 2002년 13%수준을 나타냈다. 컴퓨터는 1990년 39% 수준에서 점차 감소하다가 2000년 77%로 정점을 기록한 이후 점차 감소하는 추세를 보이며 2002년 현재 58% 수준으로 감소하였다.

<그림 1> 전체 기업의 주요 IT기술의 특허출원건수



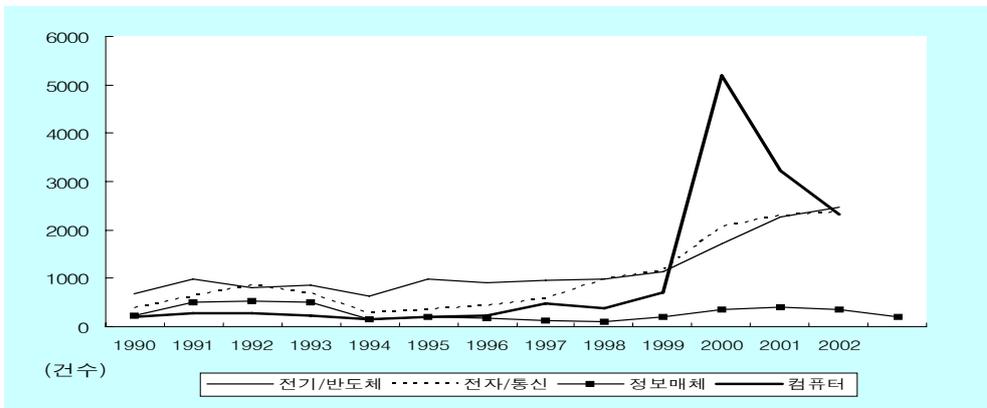
자료: 특허청 · 한국특허정보 (2007), 『한국의 특허동향 2005』

<그림 2> 대기업의 주요 IT기술의 특허출원건수



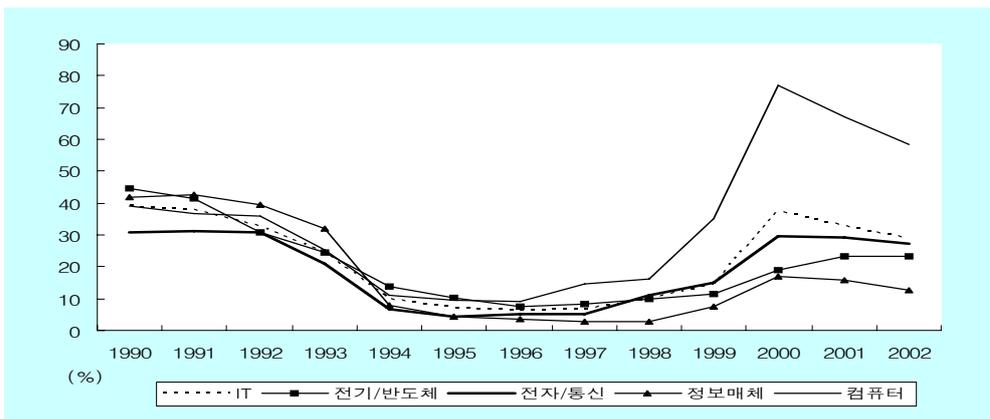
자료: <그림 1> 참조

<그림 3> 중소기업의 IT기술 특허출원건수



자료: <그림 1> 참조

<그림 4> 중소기업의 IT기술 특허출원 비중



Ⅲ. IT 중소기업의 R&D 효율성 실증분석

1. 연구개발투자의 효율성 추정에 대한 기존연구

연구개발투자의 효율성 분석은 기본적으로 두 가지 방향(사례연구와 통계적 추정)으로 연구가 진행되었다. 사례연구의 경우 특별한 연구개발투자 계획이 가져올 수 있는 직·간접효과, 비용과 편익 그리고 현재수익과 예상효과를 분석하고 있다(대표적인 예로 Griliches의 Hybrid Corn; Bresnahan의 컴퓨터). 그리고 통계적 추정의 경우 생산함수나 생산성(노동생산성과 총요소생산성) 함수를 이용하여 R&D투자의 성장에 대한 기여를 추정하고 있다. 선진국에 대하여 행한 선행연구 결과를 토대로 몇 가지 유의미한 결과를 얻을 수 있다.²⁾

첫째, 대부분의 연구는 연구개발지출의 생산성 혹은 성장에 대한 긍정적 효과를 제시하고 있다. 또한 연구개발 집약도의 차이는 산업간 생산성 격차에 유의미한 영향을 끼친다. Griliches(1995)에 따르면 수준자료(level data)를 이용한 생산함수 추정결과는 대체로 연구개발스톡에 대한 산출의 탄력도가 0.06~0.1로 나타나고 있다. 반면에 증가율 자료를 사용할 경우 첫 번째 방식에 비하여 높은 결과를 보이는 데 대체적으로 0.2~0.5를 기록한다는 것이다.

둘째, 기초연구의 성장에 대한 기여가 긍정적임을 발견할 수 있다. Griliches(1995)에 따르면 기초 연구에 대한 지출이 높은 기업일수록 자신들의 투입물(응용연구개발 투자를 포함하여)을 더욱 효율적으로 사용하게 된다는 사실을 밝혔다.

셋째, 연구개발투자의 성장에 대한 기여는 산업과 기업의 특성에 따라 상이하다는 사실을 발견하였다. Cuneo와 Mairesse(1984)의 결과에서 보듯이 연구집약도가 높은 기업일수록 연구개발투자의 성장에 대한 기여가 높음을 발견하였다. 그리고 Verspagen(1994)의 연구는 연구개발투자의 생산성에 대한 기여는 고급기술(high tech)산업에서 높다고 지적하고 있다. 즉 기계류, 운송장비, 공작기계 그리고 화학산업에서의 연구개발지출의 경제적 효과는 국가별로 차이를 보이나 대체로 다른 산업에 비하여 높은 성과를 보이고 있다. 중급기술(비금속 광물, 고무 플라스틱제품, 기초금속, 기타제조업)의 경우 연구개발투자의 효과는 대체로 정의 값을 보이나 고급기술에 비하여 그 효과는 미미하다. 저급기술산업(식품, 섬유, 목재, 종이 및 인쇄 그리고 조립금속)의 경우 연구개발투자의 성

2) 기존연구에 대한 부분은 서환주(2001)를 참조하였으며, 연구개발 투자의 효율성추정에 대한 국내연구결과에 대한 전반적인 소개로는 홍순기·홍사균·안두현(1991)을 참조.

장에 대한 효과는 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 Pavitt(1984)의 연구결과와 일치하는 데 산업군별로 기술발전의 방향, 학습 혹은 기술개발의 형태가 상이하다는 것이다. Pavitt은 연구개발투자의 효과와 중요성은 모든 산업에서 동일하고 보편적인 것이 아니라 산업에 따라 상이하게 나타나며, 특히 과학기반형 산업군(science based)³⁾에서의 연구개발투자가 중요할 수 있다고 지적한다.

우리나라 연구개발투자의 경제성장 및 생산성기여에 대한 최근 실증연구로는 김석현(2006), 하준경(2005), 신태영(2004), 이원기·김봉기(2003), 김인철·김원규·김학수(2003)를 들 수 있다. 하준경과 신태영 그리고 김석현은 거시경제 차원에서 R&D투자의 효과를 분석하고 있으며 여타의 연구는 산업별 자료를 이용한 연구개발투자의 경제적 효과를 분석한 논문이다. 김석현은 1983~2004년을 대상으로 연구개발투자의 총요소생산성에 대한 기여를 추정하였는데 연구개발투자의 탄력도가 전산업을 대상으로 한 경우는 0.175 그리고 제조업을 대상으로 한 경우는 0.253으로 제조업이 약간 높은 것으로 나타났다. 하준경은 1970~2000년 기간을 대상으로 연구개발 집약도로 측정된 연구개발 투자의 총요소생산성상의 탄력도를 추정하였는데 추정결과 0.264로 나타났다. 신태영은 연구개발투자 스톱의 경제성장률에 대한 탄력도를 추정하였는데 추정값이 0.139로 나타났다. 이원기·김봉기의 산업자료를 이용한 추정은 연구개발투자의 노동생산성에 대한 기여를 측정한 것인데 연구개발투자의 탄력도가 1980~2001년 기간에 0.13으로 나타났다. 김인철·김원규·김학수는 1995~2002년 기간의 연구개발투자의 총요소생산성 기여에 대한 탄력도를 추정하였는데 0.05로 나타났다.

우리나라 중소기업과 대기업의 연구개발투자 효율성 분석에 대한 국내연구로는 서환주(2001)와 문혜선(2006)을 들 수 있다. 서환주는 1991~1997년 기간 동안의 우리나라 중소기업과 대기업의 연구개발지출의 효율성을 측정하여 양극화에 있어서의 연구개발투자의 역할을 분석하였다. 추정결과 기업규모별 연구개발투자의 효율성 격차가 90년대 들어 점차 확대되고 있었으며, 연구개발집약도가 높은 산업에서 연구개발투자의 효율성이 높은 것으로 나타났다. 또한 중소기업이 연구개발집약도를 1% 증가시킬 경우 대기업과의 연구개발투자 효율성 격차를 0.997% 포인트 줄이는 것으로 나타났다. 문혜선은 1996년부터 2004년까지의 기업자료를 이용하여 우리나라 기업의 연구개발투자 효율성을 분석하였는데, 추정결과 기업부분의 연구개발투자 효율성은 2000년대 들어 저하되는 추세를 보이고 있어 R&D투자의 효율성 개선을 위한 정책방안 마련이 필요함을 지적하고 있다.

3) 기술발전이 공정개선보다는 새로운 디자인 개발 형태를 통하여 이루어지는 산업.

2. 생산함수를 이용한 연구개발투자 효율성 추정

R&D투자의 효율성을 분석하기 위하여 국내 기업을 먼저 대기업과 중소기업으로 분류하고, 분류된 기업을 다시 IT 및 비IT기업으로 세분화한 후 각각의 생산함수를 추정하여 검증하였다. 본 추정의 목적은 R&D 스톡을 생산함수의 투입요소로 가정하고 이 요소가 산출량에 어떠한 영향을 미치는 가를 살펴보려는 것이다. 따라서 본 장에서는 이러한 추정을 통하여 기업규모별 연구개발투자의 생산에 대한 탄력도와 규모별 IT 및 비IT 기업 각각에 대한 탄력도를 비교 검토하고자 하며, 아울러 연도별로 투입물이 산출물에 미치는 효과에 있어서 어떠한 차이가 존재하는지를 파악하고자 한다.

2.1 자료 및 모형

본 연구에서 사용된 자료는 1980년부터 2006년까지 『한국신용평가정보 (주)보고서』에 수록되어 있는 전 기업을 대상으로 하여 작성된 매출액, 노동자수, 고정자본형성 및 연구개발투자액의 자료를 사용하였다. 노동자수를 제외한 모든 변수들은 생산자물가지수(2000=100)를 이용하여 실질변수로 전환하였으며 이들 자료를 기초로 하여 자본스톡과 연구개발투자 스톡을 다시 계산하였다.⁴⁾

먼저 자본스톡의 경우를 살펴보면, 설비시설과 운송장비 등 생산에 사용되는 자산을 반영하여 설비투자를 구성하는 유형자산의 경우는 감가상각 대상이 되기 때문에 실질장부가치와 실질 시장가치가 상이하게 나타난다. 따라서 유형자산을 실질 장부가치보다는 감가상각을 고려한 실질 시장가치로 추정하여 사용하는 것이 보다 현실적이라고 할 수 있다. 반면에 채고자산 등 타자산은 감가상각의 대상이 되지 않기 때문에 실질 장부가치를 사용해도 문제가 없다고 본다. 따라서 본 연구에서 유형자산은 실질 장부가치보다는 실질 시장가치를 추정하여 사용하였다. i 기업의 초기 유형자산 ($TA_{i,0}$)은 기업별 주가자료가 취득 가능한 1980년 또는 그 이후에 상장된 기업의 경우 상장시점의 장부가치와 같다고 가정하였고, $t=0$ 이후의 연도부터는 <식 1>을 이용하여 유형 고정자산의 시장가치를 정의하였다. $TA_{i,t} = (1-\delta)TA_{i,t-1} + I_{i,t}$ (1) $TA_{i,t}$ 는 i 기업의 초기시점 이후의 유형

4) 산업별 자료를 사용하는 많은 연구들은 스톡변수를 추정하기 위하여 영구재고법 (perpetual inventory method: PI법)을 사용하는 것이 보편적이거나 기업별 자료를 사용하는 경우는 어려움이 있다. 예를 들어 초기값을 설정하는데 분모는 감가상각율과 일정 기간동안 그 변수의 연평균 증가율의 합이 되는데 이 증가율이 음(-)이면서 절대값이 감가상각률보다 커서 분모가 음(-)이 되고 따라서 초기자본이 음(-)이 되는 기업들이 많이 나오게 되는 문제점이 있다.

고정자산의 대체가치이며, δ 는 감가상각, I_{it} 는 t연도의 유형자산 투자이다.

또한 투자의 경우를 보면, 투자비용으로 지출한 모든 금액에 대해 유형자산의 증가분이 정확하게 반영하지 못하여 투자비용의 일부가 감가상각 된다. 따라서 본 연구에서는 각 기의 투자를 유형자산의 증가분과 감가상각 누계액의 증가분의 합으로 사용했으며, 감가상각은 전기의 자본에서만 일어나도록 구성하였다. 감가상각률은 서환주 (2001)를 따라서 9.4%로 가정하였다.

위에서 도출된 유형자산의 시장가치와 다른 자산들 (재고자산, 투자자산, 무형자산)의 장부상 가치를 합하여 총자본스톡(K)으로 정의하였으며, 연구개발투자는 감가상각을 고려함이 없이 단순히 이용 가능한 초기 연도부터 연구개발투자액의 누적합으로 정의하였다. 또한 연구개발지출은 한국신용평가의 정의에 따라 1998년 이전에는 대차대조표의 연구개발비, 손익계산서의 연구비 및 경상개발비의 합으로 계산하였고, 1998년 이후는 대차대조표의 연구개발비와 손익계산서의 연구비의 합으로 계산하였다.

생산이론은 투입물과 산출물의 기술적 관계를 통하여 생산에 필요한 생산요소의 배합에 대한 설명을 제공한다. 본 연구에서는 생산요소의 생산에 대한 기여를 실증적으로 추정하기 위하여 생산함수를 다음과 같이 구성하였다.

생산함수는 <식 2>와 같다.

$$Q = F(L, K, C; i, t) \quad (2)$$

여기서 L 은 노동, K 는 자본스톡, C 는 연구개발스톡, i 는 산업, t 는 연도를 의미한다. 즉, 연구개발투자 등이 산출물에 미치는 효과를 분석하기 위해서 투입물을 노동(L),⁵⁾ 자본스톡(K) 및 연구개발스톡(C)으로 구분하였다.

일반적인 생산함수인 <식 2>를 테일러 전개하여 2차항까지 확장하면 <식 3>과 같은 제2차 초월대수생산함수(translog production function)를 구할 수 있다. 이와 같은 초월대수생산함수를 이용하면 다음과 같은 장점이 있다. 첫째, 콥·더글라스 생산함수가 갖는 제약 때문에 발생하는 편의(bias)를 최소화시킬 수 있다. 둘째, 초월대수생산함수는 투입물간의 변동에 따른 대체탄력성을 인정하고 있으며, 규모의 탄력성(return to scale) 및 투입물 변동에 따른 산출물 탄력성을 직접적으로 계측할 수 있다.

5) 일반적으로 생산함수에 있어서 노동량은 노동시간과 노동의 질을 반영한 총노동시간으로 정의하는 것이 옳다고 볼 수 있다. 이를 위해서는 각 기업의 고용노동력의 학력수준과 총노동시간에 대한 자료가 필수적이다. 그러나 본 연구가 사용하고 있는 자료에는 이러한 자료가 포함되어 있지 않아서 단순히 총고용자 수만 가지고 추정하였다.

실증분석에 사용한 모형은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln Q_{it} = & \alpha_0 + \alpha_L \ln L + \alpha_K \ln K + \alpha_C \ln C \\ & + \frac{1}{2} (\alpha_{LL} \ln L_{it}^2 + \alpha_{KK} \ln K_{it}^2 + \alpha_{CC} \ln C_{it}^2) \\ & + \alpha_{LK} \ln L_{it} \ln K_{it} + \alpha_{LC} \ln L_{it} \ln C_{it} + \alpha_{KC} \ln K_{it} \ln C_{it} + \epsilon \end{aligned} \quad (3)$$

<식 3>은 $\alpha_L + \alpha_K + \alpha_C = 1, \alpha_{LL} + \alpha_{LK} + \alpha_{LC} = 0, \alpha_{LK} + \alpha_{KK} + \alpha_{KC} = 0$ 과 $\alpha_{LC} + \alpha_{KC} + \alpha_{CC} = 0$ 의 제약약을 둔다.

본 연구에서는 <식 3>을 자료수집이 가능한 1980년 이후의 모든 기업들을 대상으로 제약하의 회귀분석 (constrained linear regression)을 통해 추정하였다. 아울러 개별 생산요소가 산출물에 미치는 효과를 분석하기 위해서 개별 투입물의 산출물 탄력성을 추정하였다. 노동투입변화에 대한 산출물의 변화를 나타내는 노동에 대한 산출물 탄력성은 <식 4>이며, 자본스톡에 대한 산출물 탄력성은 <식 5>이고, 연구개발스톡에 대한 산출물 탄력성은 <식 6>에 의해서 구할 수 있다.

$$\widehat{E}_L = \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{L}{Q} = \widehat{\alpha}_L + \widehat{\alpha}_{LL} \ln L + \widehat{\alpha}_{LK} \ln K + \widehat{\alpha}_{LC} \ln C \quad (4)$$

$$\widehat{E}_K = \frac{\partial Q}{\partial K} \frac{K}{Q} = \widehat{\alpha}_K + \widehat{\alpha}_{LK} \ln L + \widehat{\alpha}_{KK} \ln K + \widehat{\alpha}_{KC} \ln C \quad (5)$$

$$\widehat{E}_C = \frac{\partial Q}{\partial C} \frac{C}{Q} = \widehat{\alpha}_C + \widehat{\alpha}_{LC} \ln L + \widehat{\alpha}_{KC} \ln K + \widehat{\alpha}_{CC} \ln C \quad (6)$$

2.2 추정결과

연구개발투자의 효과를 분석하기 위하여 노동, 자본스톡 및 연구개발스톡을 생산함수에 포함하여 패널분석을 하였다. 생산함수의 추정결과는 <표 3>에 제시하였다. <표 3>은 기업을 기업규모 및 산업별(IT와 비IT산업)로 나누어 생산요소의 탄력도를 계산한 것인데 일반적인 특징을 보면 다음과 같다. 첫째, 전체기업을 대상으로 추정할 경우 자본탄력도를 제외하고는 비IT기업의 노동탄력도 및 연구개발투자 탄력도가 IT기업에 비하여 높은 것으로 나타났다. 예를 들어 연구개발투자 탄력도의 경우 IT기업이 분석기간 동안에 연구개발투자를 10% 늘리면 생산이 0.3%가량 증가하는 것으로 나타난 반면 비IT산업의 경우는 동일한 연구개발투자 증가에 대하여 0.7%의 생산증가가 이루어지는 것으로 나타났다. 둘째, 중소기업의 경우 전체기업에 대한 추정결과와 유사하게 비IT기업이

상대적으로 노동탄력도가 높게 나타났고 자본탄력도는 IT기업이 높게 나타났다. 반면에 연구개발 탄력도는 IT기업의 경우는 0.0199이지만 비IT기업의 경우는 0.0625로 비IT기업의 연구개발투자 효율성이 IT기업에 비하여 3.14배 높게 나타났다. 셋째, 대기업의 경우는, 중소기업과 상이한 결과를 보여주는데 IT기업이 비IT기업에 비하여 연구개발투자 탄력도를 제외한 자본 및 노동탄력도에서 높게 나타났다. 연구개발 탄력도의 경우 비IT기업이 0.1285로 IT기업 0.0690보다 1.86배 높게 나타났다.

<표 4>는 중소기업을 IT기업과 비IT기업으로 나누어 각 요소탄력도의 연도별 추이를 계산한 것이고 <표 5>는 대기업을 IT기업과 비IT기업으로 나누어 각 요소탄력도의 연도별 추이를 계산한 것이다. IT기업과 비IT기업으로 나누어 분석한 탄력도의 일반적 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 중소기업의 경우 비IT 중소기업의 노동탄력도가 IT 중소기업의 경우보다 상대적으로 큰 반면, 자본탄력도는 낮게 나타난다. 또한 앞의 결과와 동일하게 비IT 중소기업의 연구개발 탄력도가 IT중소기업보다 크게 나타났으며, 특히 1990년 중반까지 그 격차가 좁혀지다가 그 이후에 다시 확대되고 있음을 볼 수 있다. 둘째, 대기업의 경우는 중소기업처럼 IT 대기업과 비IT 대기업간의 격차는 크게 나타나지 않는다. 단 비IT 대기업의 노동탄력도가 상대적으로 크게 나타나고 자본탄력도는 낮게 나타났는데, 2000년대에 들어서는 비IT 대기업의 자본탄력도가 약간 상회하고 있다. 아울러 연구개발 탄력도를 보면 1990년대 초반 이전에는 비IT 대기업의 연구개발 탄력도가 크게 나타나고 있지만 1990년대 중반이후에는 IT 대기업의 연구개발 탄력도가 크게 나타나고 있다. 마지막으로, 중소기업과 대기업의 노동탄력도와 자본탄력도를 보면 중소기업의 경우에는 IT 및 비IT기업 간에 격차가 심하게 나타나지만 대기업의 경우는 큰 격차가 나타나지 않는다. 반면에 연구개발 탄력도의 경우에는 중소기업의 경우 비IT기업의 경우가 일관되게 높게 나타나지만 대기업의 경우에는 1990년대 전반 이전과 이후가 서로 다른 경향을 보여 주고 있다.

<표 3> 기업 규모별 IT 및 비IT 산업의 요소탄력도

구분		표본수	노동	자본	연구개발투자
전체기업	IT	25357	0.3529 (0.1307)	0.6190 (0.0946)	0.0281 (0.0763)
	비IT	111568	0.4983 (0.1766)	0.4278 (0.1358)	0.0739 (0.0601)
중소기업	IT	21138	0.3500 (0.1291)	0.6301 (0.0912)	0.0199 (0.0726)
	비IT	92323	0.5274 (0.1567)	0.4101 (0.1233)	0.0625 (0.0535)
대기업	IT	4219	0.3676 (0.1376)	0.5635 (0.0916)	0.0690 (0.0811)
	비IT	19245	0.3588 (0.1986)	0.5126 (0.1588)	0.1285 (0.0601)

주: ()안의 숫자는 표준편차임

<표 4> 중소기업의 IT 및 비IT 산업의 연도별 탄력성

연도	기업수	노동	자본	연구개발	기업수	노동	자본	연구개발
1984	69	0.4223	0.7272	-0.1495	747	0.8967	0.2002	-0.0970
1985	86	0.4979	0.6341	-0.1319	924	0.7677	0.2837	-0.0513
1986	118	0.6936	0.4545	-0.1481	1114	0.8431	0.2057	-0.0488
1987	126	0.4768	0.5890	-0.0658	1346	0.8301	0.1690	0.0009
1988	152	0.4048	0.6576	-0.0624	1498	0.7818	0.1565	0.0617
1989	169	0.4803	0.5239	-0.0042	1633	0.7827	0.1670	0.0503
1990	183	0.4319	0.5885	-0.0203	1871	0.7144	0.2181	0.0675
1991	223	0.4952	0.5111	-0.0064	2201	0.6795	0.2387	0.0817
1992	240	0.4123	0.5895	-0.0019	2288	0.6224	0.3014	0.0762
1993	244	0.3644	0.6349	0.0007	2277	0.6233	0.3064	0.0703
1994	348	0.3770	0.5811	0.0419	2658	0.5859	0.3493	0.0649
1995	575	0.3902	0.5786	0.0312	3504	0.5432	0.4018	0.0550
1996	743	0.3414	0.6513	0.0073	3961	0.4811	0.4802	0.0387
1997	1045	0.3473	0.6496	0.0032	4898	0.4946	0.4624	0.0430
1998	1207	0.3011	0.6864	0.0125	5115	0.4954	0.4591	0.0456
1999	1546	0.3075	0.6691	0.0235	5727	0.5227	0.4055	0.0719
2000	1792	0.3449	0.6172	0.0380	6024	0.5564	0.3747	0.0689
2001	1950	0.4367	0.5431	0.0202	6427	0.6032	0.3297	0.0671
2002	2100	0.4560	0.5431	0.0009	7116	0.6267	0.2974	0.0759
2003	2243	0.4719	0.5123	0.0158	8011	0.6745	0.2533	0.0722
2004	2179	0.4929	0.4811	0.0260	8465	0.7021	0.2143	0.0836
2005	2121	0.5246	0.4492	0.0263	8657	0.6975	0.2207	0.0817
2006	1679	0.5500	0.3984	0.0516	5861	0.6556	0.2525	0.0920

<표 5> 대기업의 IT 및 비IT 산업의 연도별 탄력도

연도	기업수	IT			비IT			
		노동	자본	연구개발	기업수	노동	자본	연구개발
1984	62	0.4275	0.6895	-0.1170	479	0.3807	0.6589	-0.0397
1985	79	0.4094	0.5659	0.0247	535	0.3106	0.7052	-0.0158
1986	86	0.3216	0.6724	0.0060	567	0.3544	0.6272	0.0184
1987	98	0.4752	0.5000	0.0249	603	0.3732	0.5955	0.0313
1988	103	0.5544	0.4489	-0.0032	633	0.3630	0.5940	0.0430
1989	106	0.5072	0.4913	0.0015	665	0.3699	0.5928	0.0373
1990	113	0.4990	0.5099	-0.0090	698	0.4195	0.5310	0.0496
1991	123	0.3251	0.7240	-0.0491	739	0.4242	0.5261	0.0497
1992	128	0.4280	0.5587	0.0133	754	0.4113	0.5406	0.0481
1993	135	0.4713	0.4981	0.0306	763	0.3828	0.5644	0.0528
1994	151	0.2974	0.6607	0.0419	799	0.3818	0.5687	0.0495
1995	179	0.2137	0.6186	0.1677	854	0.3612	0.5784	0.0604
1996	191	0.3206	0.5877	0.0917	873	0.3461	0.5982	0.0557
1997	221	0.3586	0.4790	0.1624	937	0.3579	0.5753	0.0668
1998	222	0.3718	0.5053	0.1229	926	0.3777	0.5581	0.0642
1999	232	0.3094	0.5432	0.1473	974	0.3997	0.4959	0.1044
2000	260	0.4004	0.4375	0.1620	1011	0.3915	0.4981	0.1104
2001	286	0.4459	0.4007	0.1534	1070	0.4031	0.4841	0.1128
2002	287	0.4243	0.4103	0.1655	1093	0.4324	0.4579	0.1097
2003	298	0.4370	0.3876	0.1754	1122	0.4141	0.4726	0.1134
2004	296	0.4181	0.4010	0.1809	1105	0.4053	0.4818	0.1130
2005	298	0.4749	0.3431	0.1820	1092	0.4157	0.4685	0.1157
2006	265	0.5055	0.3519	0.1426	953	0.4193	0.4519	0.1288

<표 6> 중소 IT 제조업, 서비스업, 지원업의 탄력성

		표본수	노동	자본	연구개발투자
중소기업	IT제조업	14501	0.3547 (0.0642)	0.6113 (0.0443)	0.0339 (0.0558)
	IT 서비스업	4371	0.3179 (0.1521)	0.6030 (0.1577)	0.0791 (0.0693)
	IT 지원업	2266	0.5457 (0.1912)	0.4201 (0.1901)	0.0341 (0.0533)
대기업	IT 제조업	2,062	0.3648 (0.0704)	0.5022 (0.0733)	0.1330 (0.1296)
	IT 서비스업	1,778	0.3849 (0.0939)	0.4164 (0.0552)	0.1987 (0.0418)
	IT 지원업	379	0.6123 (0.3468)	0.4786 (0.3211)	-0.0908 (0.2317)

주: ()안의 숫자는 표준편차임

<표 13> IT중소기업의 산업별 생산함수 추정

	IT 중소기업		
	제조업	서비스업	지원업
log(고용)	0.181 (3.77)***	-0.326 (3.95)***	-0.322 (3.23)***
log(자본스톡)	0.892 (16.17)***	1.336 (16.08)***	1.338 (12.30)***
log(R&D 스톡)	-0.072 (3.46)***	-0.01 -0.3	-0.015 -0.31
log(고용*고용)	-0.013 (2.02)**	-0.078 (6.53)***	-0.13 (8.47)***
log(자본*자본)	-0.038 (4.68)***	-0.098 (8.35)***	-0.135 (8.09)***
log(R&D*R&D)	0.016 (6.32)***	0.021 (3.25)***	-0.02 (2.39)**
log(고용*자본)	0.033 (4.89)***	0.098 (8.79)***	0.122 (8.57)***
log(고용*R&D)	-0.02 (7.01)***	-0.02 (3.44)***	0.007 -0.86
log(자본*R&D)	0.005 (1.74)*	-0.001 -0.13	0.013 (1.84)*
상수항	3.176 (16.86)***	0.968 (3.31)***	3.397 (9.64)***
표본수	14265	4227	2235

주: ()안의 숫자는 표준편차이고, ***는 1%, **는 5% 그리고 *는 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타냄.

<표 6>에서는 부록 <부표 2>에서 정의된 IT산업 분류기준에 따라 IT산업을 IT 제조업, IT 서비스업 그리고 IT 지원업으로 나누어 요소 탄력도를 계산하였다. 결과를 보면, 첫째, 중소기업과 대기업 모두에서 IT제조업과 IT서비스업은 노동과 자본의 탄력도에서 유사한 수치를 보여 주었는데 노동탄력도는 0.357과 0.317 그리고 자본탄력도의 경우는 0.611과 0.603으로 나타났다. IT지원업의 경우는 노동탄력도는 IT제조업과 IT서비스업에 비하여 높게 나타났으나 자본탄력도는 IT제조업과 IT서비스업에 비하여 낮게 나타났다. 둘째, 중소기업과 대기업 공통적으로 IT제조업보다는 IT서비스업의 경우가 연구개발 탄력도가 높게 나타나고 있다. 중소기업의 경우 IT서비스업의 연구개발 탄력도가 0.0791이지만 IT제조업의 경우는 0.0339으로 매우 낮은 값을 보여 준다. 대기업의 경우도 마찬가지로

지로 IT서비스업은 0.1987이고 IT제조업은 0.1330으로 나타났다. 셋째, 기업규모별로 살펴볼 경우 IT제조업과 IT서비스업에서 노동탄력도는 대기업이 중소기업에 비하여 약간 높았으나 자본탄력도의 경우는 오히려 중소기업이 대기업에 비하여 높은 것으로 나타났다. 연구개발투자의 경우는 대기업이 중소기업에 비하여 IT제조업의 경우는 3.9배 IT서비스업의 경우는 2.5배 효율성이 높은 것으로 나타났다.

<표 7>은 IT 중소기업을 제조업, 서비스업 그리고 지원업으로 나누어서 <표 6>의 탄력성을 계산하는 기본 모형이 되는 식 (3)에서 정의된 제약조건하의 초월대수생산함수를 추정한 결과이다. 대부분의 계수가 통계적으로 유의하게 나오고 있다. 산업별 특이한 것으로 보면 고용에 대한 계수이다. 제조업의 경우 양(+)의 부호를 보이다 제곱항이 음(-)으로 나타나 감소하는 형태의 비선형 관계를 보이지만 서비스업과 지원업의 경우 구항 모두가 음(-)의 부호를 보여 주어 제조업의 경우와 다른 비선형 관계를 보여 주고 있다.

그 외 자본스톡에 대한 계수는 세 산업 모두가 유사한 형태를 보여 주고 있으나 R&D스톡의 경우는 제조업과 서비스업은 유사한 형태를 보여 주지만 지원업의 경우는 유의하지 않게 나오고 있다. 다른 고차변수들의 경우도 제조업과 서비스업의 경우는 모두 유사하게 나오고 있지만 지원업에는 유의하지 않게 나오는 계수들이 있다. 자세히 보면 제조업은 모든 교차항이 유의하게 나오고, 서비스업의 경우 자본과 R&D스톡의 곱이 유의하지 않고, 지원업의 경우는 고용과 R&D스톡의 곱이 유의하지 않게 나왔다.

IV. 결 론

세계화의 진전으로 기업간 경쟁이 격화됨에 따라 기존의 폐쇄형 기술혁신 모형에서 신속한 제품개발에 강점을 보이는 개방형 기술혁신 모형으로 기업들의 기술개발 전략이 이 전하고 있다. 개방형 기술혁신 전략의 성공은 이를 뒷받침할 수 있는 제도적 환경, 즉 효율적인 기술거래시장과 벤처캐피탈의 존재에만 달려 있는 것이 아니라 기술혁신의 풍부한 원천을 제공할 수 있는 중소벤처 기업들의 혁신능력에 달려 있다고 할 수 있다. 본 연구는 이러한 중요성을 감안하여 IT산업에 있어서의 연구개발투자가 기업규모별로 어떠한 차이가 있으며 또한 효율성 측면에서는 어떠한 차이를 보이는지를 분석하였다. 이를 위하여 통계자료 분석과 생산함수 추정을 통하여 다음과 같은 몇 가지 사실을 발견할 수 있었다.

첫째, IT중소기업을 비롯한 우리나라 중소기업의 연구개발투자 비중 및 연구개발 집약도를 분석한 결과 2000년대 초반 이후 점차 감소하는 것으로 나타났다. 대부분의 산업

에서 2000~2002년 기간에 중소기업의 연구개발투자 비중이 증가하였다가 이후 감소하는 추세를 보인다. IT 제조업의 경우 중소기업의 연구개발투자 비중이 2002년 18.4%를 정점으로 점차 하락하여 2005년 현재 10.6%에 불과하다. 반면에 IT서비스의 경우는 예외적으로 중소기업의 비중이 증가하여 2005년 현재 62.2%를 기록하고 있다. 중소기업의 연구개발투자 집약도의 경우 IT제조업과 서비스업 모두에서 2001년 이후 정체내지 하락하는 추세를 보이고 있다.

둘째, 중소기업의 혁신역량을 산출 측면, 즉 특허출원 건수 분석을 통하여 살펴본 결과 중소기업들의 특허출원 비중도 연구개발투자의 추이와 유사하게 2000년대 초반이후 점차 감소 내지 정체하는 것으로 나타났다. 전자·통신의 경우 중소기업의 특허출원 비중이 2000년 29%에서 2002년 27% 수준으로 약간 하락하였으며, 정보매체는 동일한 기간에 17%에서 13%로 감소하였다. 컴퓨터는 2000년 77%에서 2002년 58%로 대폭 하락하였다.

셋째, 생산함수추정을 통하여 연구개발투자의 효율성을 분석한 결과 IT중소기업들의 연구개발투자 효율성이 비IT 중소기업의 연구개발투자의 효율성보다 낮은 것으로 나타났다. 비IT 중소기업의 연구개발투자의 효율성이 IT 중소기업에 비하여 3.14배 높은 것으로 나타났으며, 이는 IT산업의 연구개발투자 효율성을 전반적으로 떨어뜨리는 주요인으로 작용하고 있는 것으로 판단된다.

넷째, 연구개발투자 탄력도의 연도별 추이를 살펴본 결과 중소기업의 경우 비IT기업과 IT기업의 연구개발투자의 효율성격차가 90년대 중반까지는 점차 좁혀지다가 이후 다시 커지고 있음을 확인하였다. 중소기업의 경우 비IT기업의 연구개발투자의 효율성이 전체기간 동안에 IT기업보다 높은 것으로 나타났으나 대기업의 경우는 90년대 중반이후 IT기업의 연구개발투자의 효율성이 비IT기업을 추월하였음을 확인할 수 있었다.

마지막으로, IT산업을 IT제조업, IT서비스업 그리고 IT지원업으로 구분하여 추정된 결과, 중소기업과 대기업 모두에서 IT제조업보다는 IT서비스업의 경우 연구개발투자의 탄력도가 높은 것으로 나타났다. 기업규모별로 연구개발투자의 탄력성을 살펴보면 IT제조업의 경우는 대기업이 중소기업에 비하여 3.9배 그리고 IT서비스업의 경우는 2.5배 효율적인 것으로 나타났다.

IT중소기업의 혁신역량을 R&D투자, 특허출원 그리고 R&D투자 효율성 측면에서 분석한 결과 2000년대 들어 IT 대기업 및 비IT기업과의 격차가 점차 확대되고 있고 IT벤처기업의 기술혁신 역량도 높지 않은 것으로 나타났다. 이러한 IT중소기업의 혁신역량 약화는 기초연구를 수행하는 대학 및 공공부분의 혁신역량 부족, 인프라의 미발달과 더불어 개방형 기술혁신전략으로의 이전 및 향후 고부가가치화를 통한 새로운 성장기반

마련에 제약요인으로 작용할 가능성이 크다는 점에서 정책적 대응방안 마련이 필요하다고 판단된다. 따라서 개방형 기술혁신 시스템이 성공하기 위해서는 기술혁신 능력을 소유한 풍부한 혁신형 중소기업 생태계가 존재하여야 하며 기술흐름을 원활하게 할 수 있는 인프라 특히 지적재산권, 벤처캐피털, M&A기술시장 및 기술평가기관 그리고 기술중개기관 등의 활성화가 필요하다고 판단된다.

또한 본 연구는 IT 중소기업의 혁신역량만을 분석하였다는 점에서 일정한 한계를 갖는데 차후 연구에서는 IT 중소기업의 혁신역량을 약화시킨 요인에 대한 보다 엄밀한 분석 작업을 보완하도록 하겠다.

참고문헌

- 과학기술부·한국과학기술기획평가원, 『과학기술연구활동조사보고서』, 각년호.
- 김석현(2006), 『산업별 연구개발투자의 생산성 기여』, 과학기술정책연구원.
- 김인철, 김원규, 김학수(2003), 『연구개발투자의 효율성 분석』, 산업연구원
- 서환주(2001), “산업별데이터를 활용한 중소기업과 대기업의 연구개발투자효율성 비교,” 『중소기업연구』, Vol. 23, No. 4, pp.337~361.
- 신태영(2004), 『연구개발투자의 경제성장에 대한 기여도 분석』, 과학기술정책연구원.
- 문혜선(2006), “기업 R&D의 양극화 현황진단과 정책과제,” *ISSUE PAPER 06-01*, 한국과학기술평가원.
- 이원기, 김봉기(2003), “연구개발투자의 생산성 파급효과 분석” 『조사통계월보』, 5월, pp.24-51.
- 임영모·복득규(2006), “개방형 기술혁신의 확산과 시사점,” 『CEO Information』, 제 575호, 삼성경제연구소
- 특허청·한국특허정보(2007), 『한국의 특허동향 2005』
- 하준경(2004), “연구개발투자의 경제성장 효과 분석,” 『금융경제연구』, Vol. 11, pp.88-106.
- 홍순기·홍사균·안두현(1991), 연구개발투자의 산업부문간 흐름과 직·간접 생산성 증대효과 분석에 관한 연구, 정책연구 91-14, 과학기술정책관리연구소.
- Bresnahan, T.(1986), “Measuring Spillovers from Technical Advance”, *American Economic Review*, Vol.76, pp.741-755.
- Chesbrough, H.W., (2003), *Open Innovation*, Harvard Business School Press.
- Cuneo, P. and Mairesse, J.(1984), “Productivity and R&D at the firm level in French Manufacturing”, in Zvi Griliches(ed.), *R&D, Patents and Productivity*, Chicago, University of Chicago Press, pp.375-392.
- Griliches, Z. (1995), “R&D and productivity: Econometric Results and Measurement Issues”, in Stoneman, P(ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Blackwell.
- Pavitt, K. (1984), “Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory”, *Research Policy*, Vol.13, pp.343-373
- Verspagen, B. (1994), “R&D and Productivity: A broad cross-section, cross-country look”, *Merit working paper*.

□ 투고일: 08. 03. 11 / 수정일 08. 12. 03 / 게재확정일: 08. 12. 12

<부록>

<부표 1> WIPO의 기술분류

기호	기술분류이름	기호	기술분류이름
w0t	합 계	w17	분리,혼합
w01	전기/반도체	w18	석유화학
w02	전자/통신	w19	의료기기
w03	정보매체	w20	건설
w04	운 수	w21	야금
w05	컴퓨터	w22	포장
w06	광 학	w23	가정용품
w07	유기화학	w24	식품
w08	조 명	w25	바이오
w09	엔진,펌프	w26	인쇄
w10	고분자	w27	농수산
w11	플라스틱가공	w28	종이
w12	기계부품	w29	원자력
w13	무기화학	w30	무기,폭발
w14	섬 유	w31	광업
w15	금속가공	w32	기타
w16	의 약	-	-

<부표 2> IT산업범위 개정안에 따른 분류설명

KSIC (3자리)	산업명	KSIC (4자리)	산업명	비 고
정보통신제조업				
293	기타 특수목적용 기계	2936	반도체 제조용 기계	
293	"	2939	그 외 기타 특수목적용 기계	산업용 로봇
300	컴퓨터 및 사무용 기기	3001	컴퓨터 및 주변기기	
300	"	3002	사무, 계산 및 회계용 기기	
311	전동기,발전기 및 전기변환장치	3110	전동기, 발전기 및 전기변환장치	
313	절연선 및 케이블	3130	절연선 및 케이블	
314	축전지 및 일차전지	3140	축전지 및 일차전지	
321	반도체 및 기타 전자부품	3211	반도체 및 집적회로	
321	"	3219	기타 전자부품	
322	통신기기 및 방송장비	3220	통신기기 및 방송장비	
323	방송수신기 및 기타 영상, 음향기기	3230	방송수신기, 기타 영상, 음향기기	
331	의료용 기기	3311	방사선 장치 및 전기식 진단기기	

332	측정, 시험, 항해 및 기타 정밀기기 제조업; 광학기기 제외	3321	측정, 시험, 항해 및 기타 정밀기기	
332	"	3322	산업처리공정 제어장비	
333	안경, 사진기 및 기타 광학기기	3332	사진기 및 기타 광학기기	
871	영화 산업	8711	영화 및 비디오 제작업	

정보통신서비스업

KSIC (3자리)	산업명	KSIC (4자리)	산업명	비고
642	전기통신업	6421	유선통신업	
642	"	6422	무선통신업	
642	"	6429	기타 전기통신업	
721	컴퓨터시스템 설계 및 자문업	7210	컴퓨터시스템 설계 및 자문업	
722	소프트웨어 자문, 개발 및 공급업	7220	SW 자문, 개발 및 공급업	
723	자료처리 및 컴퓨터시설 관리업	7231	자료처리업	
723	"	7232	컴퓨터시설 관리업	
724	데이터베이스 및 온라인 정보제공	7240	데이터베이스 및 온라인정보 제공	
729	기타 컴퓨터 운영 관련업	7290	기타 컴퓨터 운영 관련업	
871	영화 산업	8712	영화 및 비디오 제작관련 서비스업	
872	방송업	8721	공중파 방송업	
872	"	8722	유선 및 위성방송업	

정보통신서비스업

KSIC (3자리)	산업명	KSIC (4자리)	산업명	비고
463	전기 및 통신 공사업	4632	통신공사업	
518	기계장비 및 관련용품 도매업	5189	기타기계 및 장비 도매업	통계미산출
525	가전제품, 가구 및 가정용품 소매업	5251	가전제품, 악기, 음반, 통신기기소매	통계미산출
526	기타 상품 전문 소매업	5263	사무용 기기, 컴퓨, 정밀기기 소매	통계미산출
712	산업용 기계장비 임대업	7122	컴퓨터 및 사무용 기계장비 임대	