

우리나라 민간기업 연구개발투자의 특성 및 경제적 효과

서 중 해

(한국개발연구원 연구위원)

Characteristics and Economic Effects of
Korean Firms' R&D Investment

Joonghae Suh

(Research Fellow, Korea Development Institute)

- 핵심주제어: 연구개발투자(R&D Investment), 사적 수익률(Private Rate of Return), 한국기업 (Korean Firms)
- JEL 코드: O30
- 논문투고일: 2004. 11. 19 심사완료일: 2004. 12. 28

ABSTRACT

The paper aims to establish the characteristics of the Korean firms' R&D investment and to estimate the private rate of return to R&D investment. For the empirical analysis, a balanced panel data is constructed with 695 firms on 8 year observations. The panel data enables to characterize R&D investment of the Korean firms, which is mostly conformed to the 'stylized facts' of R&D investment that found in the previous studies on foreign firms. Klette model was used to estimate the private rate of return on R&D investment and depreciation rate of R&D capital. The paper estimates that the rate of return on R&D investment is 10.5% on average or 16.4% on median for the whole industry whereas manufacturing firms show 10.4% on average or 16.4% on median. The depreciation rate was estimated about 32.9% for whole industry, where it ranges from the minimum 11.6% for metal industry and 49.5% for services. The median estimate of the rate of return for R&D investment of Korean firms is roughly two times higher than real interest rates for the same period, which implies that R&D investment allows sizable rent in addition to the opportunity cost of capital investment.

본고의 목적은 우리나라 기업의 연구개발 투자의 특성을 파악하고 연구개발투자의 경제적 효과로 연구개발투자 수익률을 추정하는 것이다. 이를 위하여 695개 기업에 대한 8년간의 관측치가 존재하는 5,560개 표본으로 구성된 패널 데이터를 구축하였다. 패널 데이터를 이용하여 먼저 기업 연구개발투자의 특성을 파악하고자 하였다. 우리나라 기업의 연구개발투자의 특성은 선행 연구결과에서 정립된 이른바 정형화된 사실에서 벗어나지 않음을 확인할 수 있었다. 특히 강조할 점은 연구개발투자의 생산성 효과와 연구개발투자 자체의 생산성을 구별하여야 한다는 것이다. 즉, 연구개발투자를 많이 하는 기업이 생산성이 높은 것은 사실이지만 연구개발 투자와 생산성 증가의 관련성은 높지 않으며, 연구개발투자에 있어서도 다른 실물투자와 마찬가지로 수익체증보다는 오히려 수익 체감의 법칙이 작용한다는 점이다. Klette 모

형을 이용하여 연구개발투자 수익률 및 지식 스톡의 진부화율을 추정하였다. 실증분석결과에 의하면 이들 기업의 연구개발투자의 사적 수익률은 산업 전체로는 평균값 기준 7.7% 또는 중간값 기준 16.4% 수준으로, 제조업에 한정하면 평균값 기준 10.4% 또는 중간값 기준 16.4% 수준으로 추정되었다. 한편, 지식스톡의 진부화율은 산업 전체로는 32.9%로, 산업별로는 최하 11.6%(금속)에서 최대 49.5%(서비스) 범위로 추정되었다. 제조업 기업의 연구개발투자 수익률은 실질이자율의 두 배 정도로 추정할 수 있다. 자본 시장이 효율적으로 작동한다면, 연구개발투자의 수익률은 자본의 기회비용에 추가하여 연구개발의 지대(rent)로 구성된다고 할 수 있다. 연구개발투자를 지속적으로 수행하는 우리나라 기업은 대체로 자본의 기회비용 이상의 초과 수익을 향유하고 있다는 결론이 가능하다.

1. 서론

생산성 향상이 장기적 지속 성장의 관건으로 인식되면서, 생산성 향상이 이루어지는 과정, 즉 광의의 기술변화과정이나 혁신과정 및 이러한 과정에서의 연구개발¹⁾의 역할에 대한 학문적·정책적 관심 또한 높아지고 있다. Gordon(2004)은 투입요소의 증대가 생산성 증가로 이어져서 경제성장이 장기적으로 지속되는가는 궁극적으로 혁신의 속도(pace)에 좌우된다고 주장한다. 자본축적으로 자본-노동 비율이 증가하면 노동생산성이 높게 나타날 수 있지만, 혁신이 이루어지지 않으면 자본축적은 본질적으로 “나무관 위에 나무관을 쌓는 것”에 불과하여 경제 전체의 생산성 증가로 귀결되지 못한다는 것이다. 연구개발의 중요성이 강조되는 것은

기술진보나 혁신이 이루어지는 동인의 역할을 연구개발이 하기 때문이다. 예를 들어, 새로운 기술의 도입이나 기존 생산과정의 개선을 통한 생산성 제고효과가 가능하기 위해서는 이러한 활동에 대한 자원투입, 즉 연구개발투자가 요구되기 때문이다.²⁾

본고의 목적은 우리나라 기업의 연구개발투자의 특성을 파악하고 연구개발투자의 경제적 효과로서 연구개발투자 수익률을 추정하는 것이다. 연구개발이 생산과정에서 또는 경제성장과정에서 어떤 역할을 하는지에 대한 실증분석작업은 다양하게 진행되어 왔으며 데이터 문제가 보다 엄밀한 연구를 가로막는 가장 큰 장애요인으로 지적되어 왔다.³⁾ 이에 더하여, 실증분석에 이용되는 모형의 이론적 예측이 현실에서 관찰되는 연구개발의 특성에 부합되지 않는다는 모형의 한계 또한 존재한다. 이러한 논란을 해결하기 위해서는 무엇보다도 제대로 된 데이터를 확보하는

- 1) OECD의 *Frascati Manual*은 “지식소득의 증진을 위한 체계적·창조적 활동 및 지식소득의 활용”을 연구개발로 정의한다. 본고에서 ‘연구개발’은 OECD의 정의와 같은 맥락에서 ‘활동 및 활용’을 의미하고 ‘연구개발투자’는 연구개발을 수행하기 위한 ‘자원투입’을 의미한다.
- 2) 과학기술정책연구원이 수행한 우리나라 제조업 기업의 혁신활동에 대한 조사에 의하면, 신제품 개발 및 공정혁신을 이룩한 기업의 92%는 연구개발을 수행하고 있는 것으로 나타나고 있다(신태영 외 [2002]). 이 조사결과는 연구개발이 혁신적 성과 및 생산성 제고에 있어서 중추적인 역할을 수행한다는 것을 단적으로 보여주고 있다. Mairesse(2004)도 프랑스 기업의 혁신성과에 있어서 연구개발 수행 여부가 가장 중요한 척도라고 보고하였다.
- 3) 이 문제는 연구개발의 효과에 대한 실증분석에만 국한되지 않는다. 일반적인 경제성장요인 분석에 있어서 ‘residual’로 취급되는 기술진보의 요인을 엄밀하게 분석하는 데에도 이 문제가 걸림돌로 작용한다. Griliches는 미국경제학회 회장 취임연설에서 생산성 연구의 중요성에도 불구하고 제대로 된 연구가 이루어지지 않는 이유를 “the desired data are unavailable because their measurement is really difficult”라고 언급하였다(Griliches[1994]).

것이 선결과제이며 현실에 부합되는 이론 모형으로 엄밀하게 실증분석을 할 필요가 있다. 우리나라 민간기업의 연구개발투자 특성 및 경제적 효과에 대한 실증분석작업을 위하여 695개 기업에 대한 8년간의 관측치가 존재하는 5,560개 표본으로 구성된 패널 데이터를 구축하였다. 특히, 연구개발투자 데이터의 자본스톡·설비투자 및 노동·임금과의 중복계산문제를 데이터 구축과정에서 해소하였다. 이렇게 구축한 패널 데이터를 이용하여 먼저 기업 연구개발투자의 특성을 파악하고자 하였다. 우리나라에서는 기업 연구개발투자의 특성에 대한 전반적인 검토작업이 아직까지 수행되지 못하고 있는데, 그 원인은 최소한의 분석이 가능한 정도로 기간으로 구성된 기업 패널 데이터의 구성이 산업 전반을 포괄하는 정도로 이루어지지 않았기 때문이다.

연구개발투자의 경제적 효과에 대한 실증분석은 연구개발투자의 특성의 한 측면을 보다 심층적으로 검토하는 것이다. 본고에서는 연구개발투자 수익률을 추정하고자 하였다. 기업이 연구개발투자를 하는 근본적인 이유는 연구개발을 하여 혁신적 성과를 만들어내고 이를 통하여 기업의 성장에 기여하도록 하는 데 있다. 연구개발의 성장에 대한 기여도를 통상적으로 연구개발의 생산성 효과라 하는데, 연

구개발투자 수익률은 기업이 연구개발투자를 하여 얻게 되는 효과를 자본에 대한 기회비용인 이자율에 대비시킨 것이다.⁴⁾ 연구개발투자 수익률이 크다는 것은 기업이 자원을 효과적으로 사용하고 있음을 시사하는데, 연구개발투자 수익률이 통상적인 자본의 기회비용을 나타내는 시장이자율보다 높으면, 그 기업은 연구개발투자를 지속할 것이고 성장을 해 나갈 것으로 예상할 수 있다. 수익률 추정에 있어서는 Klette 모형을 적용하였는데, 이 모형은 연구개발의 특성을 현실에 맞게 예측하고 있으며, 실증분석에 있어서 설명변수로 연구개발 貯量(stock)이 아닌 流量(flow)을 사용하고, 지식스톡의 진부화율을 가정하는 것이 아니라 추정결과를 통해 직접 계산할 수 있다는 장점이 있다. 실증분석결과는 수익률뿐만 아니라 진부화율도 계산결과로 제시하고 있는데, 이러한 추정결과는 관련 연구 및 추가적인 다른 연구에도 유용하게 이용될 수 있을 것이다. 또한 이 작업을 위하여 구축한 패널 데이터를 이용한 추가적인 연구도 가능할 것이다.

본고는 다음과 같이 구성되어 있다. II장에서는 연구개발투자의 경제적 효과에 대한 실증분석에 있어서의 논점을 정리하고 본고의 내용과 직접적으로 관련이 있는 연구결과를 개관하였다. III장에서는 본고에서 채용하고 있는 Klette 모형을 간

4) 본고의 분석대상은 연구개발투자를 한 기업에 귀결되는 사적 수익률이다. 연구개발의 파급효과에 따른 사회적 수익률 분석은 후속 과제로 남겨둔다.

략하게 설명하고⁵⁾ 추정 방법 및 자료에 대한 상세한 설명을 하였다. IV장에서는 우리나라 기업 연구개발투자의 특성을 학계의 연구결과로 정리된 이른바 정형화된 사실에 비추어 파악하고자 하였다. 추정 결과 및 이에 대한 해석은 V장에 수록하였으며, VI장에서는 결론 및 정책적 시사점을 정리하였다.

II. 실증분석의 논점

1. 주요 논점 및 선행 연구

기업 연구개발투자에 대한 실증적인 연구는 이른바 슈페터 가설에서 촉발되었다.⁶⁾ 슈페터에 의하면, 완전경쟁체제는 정태적 효율성의 조건을 충족시키지만 불완전경쟁체제에 비하여 기술변화나 생산성 증가율이 낮으며, 이런 경우 장기적으

로는 불완전경쟁체제가 경제의 후생 증진에 더 효과적일 수 있다는 것이다 (Mansfield[1993]). 이런 경우, 자원배분의 정태적 효율성 증진을 도모하는 정책이 장기적으로는 혁신능력을 저해할 수 있으며 경제적 후생증대효과를 기대한 만큼 달성하지 못할 수 있다. 슈페터 가설에 대한 실증분석에 있어서 혁신에 대한 정량적인 정보·데이터의 확보가 어려운 경우가 많은데, 통상적으로 보다 용이하게 구할 수 있는 연구개발투자를 혁신의 대리변수로 이용한다. 슈페터 가설은 시장구조와 연구개발투자 사이의 관계 및 기업 규모와 연구개발투자 사이의 관계로 구분할 필요가 있다(Mowery[1986]). 전자는 주어진 시점에 있어서 특정 산업 내에서 기업 간 규모의 차이가 기업 연구개발투자에 어떤 영향을 주는가를, 후자는 특정 기업의 규모가 시간에 따라 변화할 때 연구개발투자가 어떻게 움직이는가를 구분한다는 것인데, 개별 기업에 대한 기간별 관

-
- 5) Klette 모형이 공식적으로 처음 발표된 것은 *Rand Journal of Economics*에 실린 1996년 논문인데, 몇 가지 문제점을 보완한 것이 Klette and Johansen(1998)이다. Klette 모형에 대한 상세한 논의는 이 두 논문을 참조. Tor Jakob Klette 교수는 노르웨이 오슬로대학 경제학과 교수로 재직중이던 2003년 여름 작고하였다. 기술혁신에 관한 실증분석에 있어서 뛰어난 업적을 낸 그의 때 이른 죽음은 참으로 애석하다.
- 6) 슈페터 가설에 따르면, 독점기업과 혁신은 정의 관계에 있으며, 대기업은 중소기업보다 규모 비례 이상으로 더 혁신적이라는 것이다. 슈페터의 가설을 지지하는 논거를 신태영(1999)은 다음과 같이 정리한다. ① 연구개발프로젝트는 고정비용이 크기 때문에, 매출이 충분히 커야만 그러한 고정비용을 감당할 수 있다(R&D costs). ② 혁신에는 규모 또는 범위의 경제가 존재한다(scale or scope economies of innovation production). ③ 다각화된 대기업일수록 잠재적 혁신을 실현시키는 데 유리한 위치에 있다. 그리고 대기업은 동시에 여러 개의 프로젝트를 추진할 수 있고, 연구개발의 위험성을 분산시킬 수 있다(diversification). ④ 대기업은 중소기업에 비해 금융능력이 더 뛰어나다(finance constraints). ⑤ 기업의 규모가 클수록 기술혁신의 성과를 쉽게 專有(appropriability)할 수 있으며 이에 따라 발생하는 地代(rent)는 혁신에 대한 인센티브가 된다.

측치로 구성된 패널 데이터를 이용하면 이것이 가능해진다. 지금까지의 연구결과에 의하면, 기업규모와 연구개발투자 사이의 관련성에 대한 슈페터 가설은 기업 간 차이에서는, 즉 패널 데이터의 횡단면 측면에서는 둘 사이의 정의 관계가 매우 높고 통계적으로도 유의한 것으로 나타나지만, 기업 내 차이에서는, 즉 패널 데이터의 시계열 측면에서는 정의 관계의 정도 및 통계적 유의성도 상대적으로 낮게 나타나고 있다(Cohen and Klepper[1996]).

우리나라에서는 기업 연구개발투자의 특성에 대한 전반적인 검토작업이 아직까지 수행되지 못하고 있는데, 그 원인은 최소한의 분석이 가능한 정도의 기간으로 구성된 기업 패널 데이터의 구성이 산업 전반을 포괄하는 정도로 이루어지지 않았기 때문이다. 본고에서는 기업 패널 데이터를 이용하여 먼저 우리나라 기업 연구개발투자의 특성을 검토한다. 기업 연구개발투자의 일반적 특성에 대해서는, 선행 연구결과에 기초하여, Cohen and Klepper(1996), Klette and Griliches(2000), Klette and Kortum(2004) 등의 논문이 이른바 정형화된 사실로 정리하고 있는데, 이들 정형화된 사실이 우리나라 기업의 경우에는 어떠한지를 대비시키는 방식으로

진행한다. 이 작업의 초점은 슈페터 가설에 대한 검증에 있는 것이 아니라) 연구개발투자가 ‘투자’로서 어떤 특성이 있는지를 파악하는 데 있다. 예를 들어, 설비투자와 연구개발투자를 대비시켜 보면 연구개발투자의 특성은 더욱 두드러지게 나타난다. 또한 연구개발투자 수익률에 대한 실증분석은 연구개발투자의 특성 중 생산성 기여도에 대한 보다 심층적인 연구 방향으로 수행된다. 연구개발의 성장에 대한 기여도를 통상적으로 연구개발의 생산성 효과라 하는데, 연구개발투자 수익률이라는 말을 쓰는 이유는 기업이 연구개발투자를 하여 얻게 되는 효과를 이자율에 대비시킨 것이다. 연구개발투자 수익률이 크다는 것은 연구개발투자의 생산성 효과가 크다는 것을 달리 표현한 것이다.

연구개발의 경제적 효과에 대한 실증연구는 대단히 많이 이루어졌지만, 분석모형이 예측하는 것과 현실에서 관찰되는 연구개발투자의 특성 사이의 괴리 문제 및 이 문제에 기인한 추정결과에 대한 논란이 제기되고 있다. Mairesse and Sassenou(1991), Nadiri(1993), Griliches(1995) 및 Hall(1996) 등은 선행 연구에 대한 상세한 검토작업을 하고 있다.⁸⁾ 본고와 같이 기업 차원에

7) 슈페터 가설 자체에 대해서도 논란이 많다. 이를 입증하는 연구결과와 상반된 결과를 보여주는 연구결과가 함께 존재한다.

8) 우리나라의 기업별 데이터를 이용하여 연구개발투자의 경제적 효과에 대한 실증분석을 시도한 연구는 많이 이루어졌다. 송준기(1994), 문홍배(1997), 서중해(2002), 이원기·김봉기(2003) 등이 여기에 해당한다. 이들 연구는 모두 탄력성을 추정계수로 하고 있는데, 물론 이들이 추정한 탄력성 값을 이용

〈표 1〉 연구개발투자의 수익률에 대한 주요 연구결과

연구자	수익률 추정치	데이터
Bardy(1974)	92~97%	서독 기업
Bernstein and Nadiri(1989)	7%	미국 기업
Odagiri(1983)	• 26%(과학기반산업) • -47%(기타산업)	일본 370개 기업, 1969~81
Griliches and Mairesse(1990)	25~41%	미국 525개 기업, 1973~80
	20~56%	일본 406개 기업, 1973~80
Klette and Johansen(1998)	-8%(금속제품)~23%(금속·철강)	노르웨이

주. Bardy(1974) 및 Bernstein and Nadiri(1989)는 Nadiri(1993)에서, Odagiri(1983) 및 Griliches and Mairesse(1990)는 Mairesse and Sassenou(1991)에서 인용하였음. Klette and Johansen(1998)의 결과는 V장에서 보다 상세하게 검토할 것임.

서 연구개발투자 수익률을 추정한 결과에만 국한하면, Mairesse and Sassenou(1991)에 수록되어 있는 선행 연구결과는 연구개발투자의 수익률을 최하 -47%에서부터 최대 69%까지, Nadiri(1993)가 검토하고 있는 연구결과는 최하 7% ~ 최대 97% 범위의 추정치를 보여준다. 실증분석결과들은 일관된 결론을 도출하기보다는 연구결과의 해석에서부터 데이터의 구성 및 나아가서는 분석모형의 타당성에 대한 의문을 제기하기도 한다. Hall(1996)은 연구개발투자의 실증분석에 있어서의 난점을 디플레이터, 연구개발투자의 변동률이 낮은

점 및 진부화율 등 세 가지 측면에서 지적하고 있으며, Griliches(1995)는 추정과정에 있어서 연구개발투자의 동시성(simultaneity) 문제를 지적한다. 본고에서는 내용과 직접적인 관련이 있는 실증분석의 모형 설정 및 데이터 문제에 초점을 맞추어 논의를 진행한다.

연구개발의 경제적 효과는 산출탄력성 및 수익률의 두 가지로 정의하여 추정할 수 있다. 선형대수함수로 가정한 생산함수에서 총요소생산성(TFP)을 직접적인 두 투입요소(노동과 자본)의 생산에 대한 기여분을 제외한 나머지로 정의하면,⁹⁾ 탄력

하여 수익률을 계산할 수는 있지만, 본고에서 논의하는 바와 같은 문제점을 가지고 있기 때문에, 이들의 결과와 수익률을 직접 추정한 것을 비교하기는 어렵다. 본고의 논의는 외국의 연구결과를 대상으로 하였다.

성 방식은 총요소생산성 증가율(TFPG)에 대하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$TFPG_i \equiv \frac{\dot{Y}_i}{Y_i} - \hat{\alpha}_i \frac{\dot{L}_i}{L_i} - (1 - \hat{\alpha}_i) \frac{\dot{C}_i}{C_i} = \lambda_i + \gamma_i \frac{\dot{K}_i}{K_i} + u_i \quad (1)$$

여기에서 Y =산출, L =노동, C =자본, K =지식스톡, t =시간, u =오차항을 각각 나타낸다. 점(\cdot)이 첨가된 변수는 시간에 대한 증분을 의미하며 따라서 각 변수항은 증가율로 표시된다. 식 (1)에서 지식스톡의 파라미터 γ_i 는 산출탄력성에 해당하는데 산출탄력성은 지식스톡의 한계생산(ρ)에 산출 대비 지식스톡 비중(K/Y)을 곱한 값이므로¹⁰⁾ 식 (2)는 다음과 같이 수익률로 전환할 수 있다.

$$TFPG_i = \lambda_i + \rho_i \frac{\dot{K}_i}{Y_i} + u_i \quad (2)$$

위 식에서 지식스톡의 한계생산을 의미

하는 파라미터 ρ 를 통상적으로 지식스톡의 수익률이라 한다.¹¹⁾

실증분석에 있어서 식 (1)의 탄력성 방식 및 식 (2)의 수익률 방식이 공통적으로 가지고 있는 문제는 지식스톡의 계산에 있다. 지식스톡의 축적은 진부화율(d), 연구개발투자(R) 및 기타 요인(e)에 의하여 결정된다고 할 때,¹²⁾ 연구개발투자는 관측치로 주어지고 기타 요인은 통계적 교란요인으로 가정한다고 하더라도, 진부화율에 대한 정보가 필요하게 된다. 진부화율을 얼마로 하는가에 따라서 지식스톡의 계산결과는 상당한 영향을 받게 되고 결과적으로 추정치에도 영향을 주는 것으로 나타나고 있다(Hall and Mairesse[1995]). 수익률 방식이 탄력성 방식에 비하여 편리한 점은 지식스톡의 진부화율을 영으로 가정하면 지식스톡의 증분을 연구개발투자로 이용할 수 있다는 것이다. 그러나 이 경우 파라미터 ρ 의 추정치는 R&D의 순수收益率(net return)에 해당하고 진부화율이 영보다 큰 경우에는 粗收益率에 해당하는

9) 식 (1)은 두 투입요소에 대한 요소보상 비중의 합을 1로 가정한 것이다. 요소보상 비중 및 총요소생산성에 관한 실증분석의 문제점에 대해서는 김종일(1995)에서 상세하게 다루고 있다. Bartelsman and Doms(2000)는 미시데이터를 이용한 생산성 분석 결과를 상세하게 검토하였는데, 특히 총요소생산성 측정에 있어서의 난점에 대한 논의를 잘 정리하고 있다.

10) $\gamma = \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K}{Y} = \rho \cdot \frac{K}{Y}$

11) 파라미터 ρ 값의 해석을 명확히 하기 위하여 용어를 정리하자. 지식스톡의 진부화율을 고려하지 않으면 粗收益率(gross rate of return), 진부화율을 고려한 경우는 純收益率(net rate of return)이라 한다. 超過收益率(extra rate of return)이라는 용어도 사용되는데, 이는 지식스톡의 축적에 있어서 자본 및 노동과의 중복계산문제를 해결하지 못한 경우, 이들 두 요소에 추가하여 연구개발이 측정되었다는 뜻에서 사용한다.

12) $K_{t+1} = (1 - d)K_t + R_t + e_t$

<표 2> 진부화율에 대한 주요 연구결과

	Bosworth (1978)	Pakes and chankerman (1984)	Goto and Suzuki (1989)	Hall and Mairesse (1995)
진부화율	10~15%	18~36%	6%(식품)~ 25%(정밀기기)	25%
사용한 자료	영국 R&D Capital	프랑스 특허	일본 과기청 기술수명주기 서베이	프랑스 기업 패널

다. 따라서 대개의 경우에는 지식스톡의 진부화율에 대한 정확한 정보가 추정치를 해석하는 데 관건이 된다. <표 2>는 지식스톡의 진부화율을 직접적인 대상으로 한 연구결과이다. 지식스톡의 진부화율은 최하 6%(Goto and Suzuki[1989])에서 최대 36%(Pakes and Schankerman[1984])로 보고 있다. 우리나라의 경우에는 최근까지 외국의 연구결과를 원용해 왔는데(예를 들면, 송준기[1994]), 이원기·김봉기(2003)는 과학기술정책연구원의 혁신서베이(신태영 외[2002])에서 기술지식의 내용연수를 활용하여 주요 산업별 지식스톡의 진부화율을 계산하였고, 그 결과를 연구개발투자의 산출탄력성을 추정하는 데 이용하였다.¹³⁾ 이원기·김봉기(2003)에서 산출한 진부화율은 최하 15%(금속)에서 최대 30%(섬유 및 영상음향)의 범위에 있다.

진부화율에 대한 정보가 없는 최악의 경우 진부화율 자체에 대한 시나리오별

가정을 하고 이를 통하여 추정결과를 비교할 수 있는 반면, 데이터의 구성 및 그에 따른 분석을 어떻게 할 것인가는 보다 근본적인 문제이다. 두 방식 모두에 있어서 관건은 기업의 고유한 특성을 통제할 수 있을 정도의 표본수의 확보 여부 및 연구개발투자의 특성을 시계열적 측면과 횡단면적 측면에서 분리할 수 있는가의 여부이다. 따라서 기업 차원의 분석에 있어서는 패널 데이터의 구성이 매우 중요하게 된다. 패널 데이터가 가능하지 않아, 횡단면 자료를 이용하거나 시계열 자료와 횡단면 자료를 합쳐서(pooled) 회귀분석을 하게 되면 추정계수가 통상적으로 과대 추정되는 결과를 초래한다. 패널 데이터를 이용한 회귀분석 추정치는 기업 내 회귀분석 추정치와 기업 간 회귀분석 추정치의 가중평균이다. 그런데 기업 간 회귀분석 추정치가 기업 내 회귀분석 추정치보다 압도적으로 높은 것이 일반적이다.¹⁴⁾ 따라서 횡단면 자료나 통합 자료를

13) 본고에서 사후적으로 추정한 진부화율과 비교하기 위하여 <표 11>에 인용하였다. 거시모형을 이용한 연구개발투자효과에 대한 실증분석에 있어서는 진부화율을 12.5%로 적용하여 왔다. 신태영(2004) 및 여기에서 인용하고 있는 선행 연구 참조.

이용한 회귀분석결과는 결론적으로 낮은 추정치가 반영되지 않게 되므로 과대 추정되는 결과가 된다. 이 점은 지식의 생산 기여도는 횡단면 자료에서는 규모에 대한 탄력성이 1에 가까우며 시계열자료에 있어서는 0.4~0.6 수준으로 훨씬 낮다는 IV 장의 기업연구개발투자의 특성 2에서도 뒷받침된다.

패널 데이터를 이용하여 기업 내 요인과 기업 간 요인을 통제할 수 없는 경우에 탄력성 방식은 추정계수의 해석에 어려움을 제기한다. 예를 들어, 횡단면 자료를 이용하여 탄력성을 추정하는 경우에는 기업별 특성을 통제하지 못하게 되므로 이는 탄력성이 표본 기업에 대하여 같다는 것을 가정하는 것을 의미한다. 이는 탄력성의 정의에 의하면 기업별 수익률이 연구개발집약도¹⁵⁾에 반비례한다는 것을 의미하게 되며, 연구개발집약도가 높은 기업의 수익률이 연구개발집약도가 낮은 기업의 수익률보다 낮다는 것을 의미하게 된다. 따라서 기업 간 연구개발집약도 차이가 시간이 지나면서 작아지면서 궁극적으로는 일정한 수준으로 수렴해야 하는

데, 이는 기업 간 연구개발집약도의 차이는 오랫동안 지속된다는 현실에서 관찰되는 사실과 맞지 않게 된다. 이러한 난점을 고려하면, 보다 현실적인 가정은 수익률이 일정하다고, 즉 회귀분석 대상 표본에 대해서는 수익률이 같다고 가정하는 것인데, 이 경우에는 산출탄력성은 연구개발집약도에 비례한다는 것을 의미한다. 수익률 방식에 있어서는 연구개발집약도가 높아지면 산출탄력성도 높아지는 것을 가정하는데, 여기에서는 양자의 관계가 어느 정도까지인가가 논점이 된다.

2. 연구개발 데이터

연구개발에 대한 실증분석에 있어서 가장 근본적인 과제의 하나는 데이터를 어떻게 구성하는가이다. 공식적인 연구개발 통계는 OECD가 체계를 세운 *Frascati Manual*에 따라(OECD[2002]) 정부가 연구개발수행기관을 대상으로 서베이를 하는 방식에 의하여 수집된다.¹⁶⁾ 기업회계에 있어서는 연구개발 관련 지출은 당기 비용화되는 금액과 자산으로 자본화되는 금

14) 서중해(2002)는 1995~2000년 6년 기간의 6,866개 표본으로 구성된 unbalanced panel data를 가지고 선형 대수합수를 가정한 연구개발의 산출탄력성을 추정하였는데, 대부분의 산업에 있어서 기업 간 변동요인만을 고려한 추정치가 기업 내 요인만을 고려한 회귀분석 추정치보다 압도적으로 높게 나타나고 있음을 보여준다.

15) 보다 엄밀하게는 산출액 대비 지식스톡(K/Y)인데, 실제로 관찰할 수 있는 연구개발투자를 이용하여 매출액 대비 연구개발투자로 논의를 진행한다.

16) 우리나라는 과학기술부의 주관으로 과학기술기획평가원이 매년 이 작업을 수행해 오고 있다. OECD는 회원국이 수집한 자료를 취합하여 연간 2회씩 “Main Science and Technology Indicators”를 발표하고 있다.

액으로 대별되는데 연구개발 지출은 당기에 무형자산인 개발비로 인식된 금액, 판매비와 관리비에 해당하는 연구비, 경상개발비, 제조원가상의 시험연구비 등을 해당 항목으로 정의하여 집계하고 있다(조성표[2002]). *Frascati Manual*에 따른 정부의 연구개발 통계와 재무제표를 통한 연구개발 지출 추계가 기업 차원에서 반드시 일치하지는 않는데, 근본적인 요인은 연구개발의 정의 및 범위의 차이에 기인한다.¹⁷⁾ 한편, 국민계정에서는 현재 연구개발 항목을 독립적으로 취급하고 있지 않으며 일반적으로 중간소비 항목에 포함시킨다(OECD[2004]). 그런데 연구개발은 연구개발을 수행하는 기업 또는 연구개발 스톡을 보유한 기업에게는 다년에 걸쳐 경제적 이익을 제공하는데, 이러한 특성은 연구개발을 중간소비로 취급하기보다는 투자 또는 자본으로 취급해야 한다는 것을 의미한다.¹⁸⁾ 연구개발을 국민계정에서 자본화하여 독립적으로 취급하면, 현

행 국민계정 통계에 기초한 경제성장요인에 대한 결론이 달라진다. Fraumeni and Okubo(2002)는 미국의 경우 1961~2000년 기간 동안 연구개발투자는 고정투자의 13% 정도를 차지하는데 연구개발을 자본화하면 GDP 추정치는 0.1%p, 저축률은 2%p 높아진다고 보고하고 있다. 또한 연구개발의 유효 사용연수 및 진부화율에 대한 여러 가정을 두고 분석한 결과를 종합하면 연구개발투자는 경제성장의 2~7% 범위에서 기여한 것으로 추정하고 있다. 지금까지의 논의를 요약하면, 경제성장의 원천에 대한 보다 정확한 이해를 위하여 시도되는 연구개발의 경제적 효과에 대한 실증분석작업이 제대로 수행되기 위해서는 연구개발 데이터 문제가 중요하게 다루어져야 한다는 것이다. 본고에서는, 다음 장에서 상세하게 설명하는 바와 같이, 연구개발투자 데이터를 정부의 연구개발 통계 원자료를 이용하여 기업 차원의 패널 데이터로 구성하였다. 위에서 논의하

17) 예를 들면, *Frascati Manual*에서는 시제품 생산의 경우 일정 부분을 응용개발로 인정하고 있는데, 기업 회계에서 시제품 생산비의 어느 정도까지를 개발비로 포함해야 하는지에 대해서는 명확한 지침이 없으며, 결과적으로 회계작성자의 주관적 판단에 따라 달라진다.

18) 연구개발투자를 국민계정에 제대로 반영하는 문제를 다루기 위한 노력이 국제적으로 진행되고 있다. 국민계정체계에서 자본스톡 통계 문제를 다루는 Canberra I Group에 이어 비재무자산에 대한 통계를 국민계정에 반영하는 문제를 다루는 Canberra II Group이 2003년 설립되어 활동중인데, 미국, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 일본 등 14개 국가와, IMF, OECD, EC, UN 및 World Bank 등 국제기구가 참가하고 있다. 이 그룹 활동의 궁극적인 목표는 연구개발투자, 지적재산권, 영업권, 소유권 이전 비용 등을 포함한 무형자산에 대한 평가 방법론을 확립하고 국민계정 통계에 이들을 반영하여 경제성장에 있어서 자본스톡 및 기술진보에 대한 보다 정확한 정보를 갖도록 하는 것이다. 2004년 6월 현재, Canberra II Group은 R&D에 대하여 다음의 세 가지에 합의하였다. ① 원칙적으로 R&D는 국민계정에서 자본으로 취급되어야 한다. ② *Frascati Manual*에서 정의한 모든 R&D는 자산의 범주에 포함시켜야 한다.(이 부분에는 이견이 있다. 논점의 핵심은 비시장적 연구개발투자를 포함시킬지의 여부이다.) ③ R&D자산은 일반적으로 한정된 수명을 갖는다(OECD[2004]).

였듯이, *Frascati Manual*에 기초한 정부통계가 기업회계에 의한 것보다 자본적 성격의 연구개발투자에 더 근접한 정보를 제공하기 때문이다.

III. 분석모형 및 자료

II장에서는 기업 연구개발투자의 특성 및 경제적 효과를 분석하는 데 있어서는 데이터 구성 및 데이터에 따른 적절한 분석모형이 필요하다는 것 그리고 지식스톡의 진부화율에 대한 정보도 추정결과에 영향을 준다는 것을 논의하였다. 패널 데이터를 사용하여 기업 특성을 통제할 수 없는 경우, 수익률을 추정계수로 하는 것이 보다 유리하지만 이 경우에도 지식스톡의 진부화율에 대한 가정이 필요하여 추정결과에 대한 논란의 여지가 남는다는 것이다. 본고에서 채용하고 있는 Klette 모형은 연구개발투자의 특성에 맞게 예측하면서, 지식스톡 대신 연구개발투자를 설명변수로 사용하여 수익률을 추정할 수 있으며, 진부화율을 가정하는 것이 아니라 추정결과를 통해 직접 계산할 수 있다는 장점이 있다.

1. Klette 모형

Klette(1996) 및 Klette and Johansen

(1998)은 현실에 보다 부합하면서 지식스톡이 아닌 연구개발투자를 바로 이용할 수 있는 모델을 제시하고 있다. 본절에서는 이 모형이 앞에서 제기한 문제를 어떻게 해결하고 있는지를 설명하면서 추정식을 보여주고자 한다. 지식스톡의 축적과정을 다음과 같이 가정한다.

$$K_{t+1} = K_t^{(\rho-\nu)} R_t^\nu \quad (3)$$

식 (3)이 의미하는 바는 차기의 지식스톡(K_{t+1})은 현재의 지식스톡(K_t) 및 현재의 연구개발투자(R_t)에 의하여 결정된다는 것이다. 이 식에서 파라미터 ρ 는 지식생산과정에서의 규모의 경제를 나타내며, ν 는 연구개발투자의 생산성(productiveness)을 의미한다. 이 식에서 연구개발투자가 없으면 지식스톡의 축적은 이루어지지 않는 것으로 가정하고 있다. 이는 강한 가정이지만, 본고에서의 실증분석은 연구개발투자를 하는 기업을 대상으로 하고 있으므로 큰 무리는 없다고 판단된다. 기업은, 식 (3)의 제약조건하에 주어진 지식스톡(K_0)으로, 순현재가치($V(K_0)$)를 극대화한다고 가정한다.

$$V(K_0) = \max_{\{R_t\}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\pi_t(K_t) - w_t R_t) \quad (4)$$

여기에서 β 는 할인율, $\pi_t(K_t)$ 는 지식스톡에 의존하는 이윤함수, w_t 는 연구개발투자의 단위비용을 각각 나타낸다.

노동, 자본 등 다른 생산요소 역시 위 식에 포함시킬 수 있는데, 여기에서는 논의 전개의 편의상 지식스톡만을 명시적으로 나타내었다. 식 (4)를 정규화 조건의 가정 하에 Bellman 방정식으로 전환하여 연구개발투자에 대한 최적화조건을 도출하면 아래와 같은 관계식을 얻을 수 있다.

$$\frac{w_{t-1}R_{t-1}}{S_t} = \beta[v\gamma + (\rho - \nu) \frac{w_t R_t}{S_t}] \quad (5)$$

위 식에서 S_t 는 당기의 매출액을 의미하며, γ 는 연구개발투자(R)를 통하여 이룬 혁신성과를, 예를 들면 새로운 제품개발이나 공정혁신을 얼마나 달성하였는가를 나타내는 파라미터이다. 할인율(β)과 연구개발투자 수익률(γ) 사이의 관계 $\beta = 1/(1 + \gamma)$ 를 이용하면 식 (5)에서 현재의 연구개발투자와 전기의 연구개발투자 사이의 관계는 다음과 같이 사전적으로 예측할 수 있다.

$$\frac{\partial(w_t R_t)}{\partial(w_{t-1} R_{t-1})} = \frac{1 + \gamma}{\rho - \nu} \quad (6)$$

식 (6)에 의하면, 현재의 연구개발집약도와 과거의 연구개발집약도는, $(\rho - \nu)$ 가 영보다 크고 r 이 -1보다 큰 범위에서 正의 관계에 있는 것으로 예측할 수 있다. Klette 모형은, 생산함수에 있어서 총요소생산성에 해당하는 성과지표¹⁹⁾를 정의하고, 기업의 생산성 함수를 다음과 같이 도출한다.

$$\hat{a}_{it} = (\rho - \nu)\hat{a}_{it-1} + \gamma w_{it-1} \hat{r}_{it-1} + \lambda_1 \hat{i}_{it-1} + \lambda_2 \hat{x}_{it-1}^C + \hat{e}_{it} \quad (7)$$

위 식에서 모든 변수는 대표기업(reference firm)과 개별기업 사이의 비율로 정의하였는데, \hat{a}_{it} 는 개별기업의 성과지표, \hat{r}_{it-1} 은 전기의 연구개발투자, \hat{i}_{it-1} 은 전기의 자본스톡 대비 설비투자율, \hat{x}_{it-1}^C 는 전기의 자본스톡을 의미한다. 식 (7)은 생산성 증가는 전기 연구개발투자와는 陽의 관계에 있다고 예측하고 있으며, $(\rho - \nu)$ 가 1보다 크지 않으면 현재의 생산성은 초기 생산성과는 陰의 관계에 있다고 예측한다. 식 (7)의 계수 추정치를 이용하면, 연구개발투자 수익률(r) 및 진

19) 성과지표(\hat{a}_{it})는 생산함수에 있어서 총요소생산성에 해당하는데, Klette(1996) 및 Klette and Johansen (1998)은 다음과 같이 정의한다: $\hat{a}_{it} \equiv \hat{s}_t - \sum_{l=M, L} \bar{\theta}_l'(\hat{x}_t^l - \hat{x}_{t-1}^l) - \hat{x}_t^C$ 여기에서 모든 변수는 대표기업과

개별기업 사이의 비율로 정의하였으며 \hat{s}_t 는 매출액, $\bar{\theta}_l'$ 는 중간재 및 노동 두 투입요소에 대한 보상의 매출액 대비 비중을 나타낸다. 위 식에서 자본투입의 요소비중은 생산함수의 규모에 대한 수익불변 및 자본 투입은 매 기간마다 완전하게 조정된다는 가정하에 중간재 및 노동 두 투입요소비중의 나머지로 정의하였다. 성과지표(\hat{a}_{it})는 솔로우 잔차(Solow residual)를 톨퀴스트지수(Tornquist index)로 계산한 것이다.

부화율(d)을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$r = \frac{v\gamma S_t + (\rho - v)w_t R_t}{w_{t-1} R_{t-1}} - 1 \quad \text{및}$$

$$d = 1 - (\rho - v) \quad (8)$$

지금까지 도출한 Klette 모형의 특성 및 한계를 검토해 본다.²⁰⁾ 먼저 식 (3)의 정의 및 이에 따른 표본 선택이다. 이 식 자체는 연구개발투자를 하는 기업을 대상으로 하고 있으므로 성립하지만, 연구개발 투자를 하는 기업만을 데이터로 사용할 경우 이른바 표본선택편향(sample selection bias) 문제를 초래하게 된다. 다음 절에서 상세하게 설명하듯이 본고에서 사용하는 데이터는 8년의 관측치가 모두 존재하는 기업 패널이다. 누락된 기업들에 대해서는 다음의 두 가지 경우를 생각해 볼 수 있다. 첫째, 연구개발투자의 실패로 기업이 도산하여 데이터에 포함되지 않게 된 경우이다. 외환위기를 거치면서 많은 기업들이 구조조정과정에서 퇴출되기도 하였는데, 이 경우에는 명백하게 이들이 누락됨으로써 수익률이 과대 추정되는 결과를 초래할 것이다. 두 번째는, 실제로는 연구개발투자를 하였지만 해당 연도 서베이에 어떤 연유에서인지 포함되지 않게

된 경우이다. 이 경우에는 이들 기업의 누락이 추정결과에 어떤 영향을 주었는지는 사전적으로 단정할 수 없다. 이들 두 가지 경우에 대해서 본고에서 사용하고 있는 데이터는 보정작업을 하지는 않았다. 따라서 추정결과는 과대 추정되었을 가능성이 존재한다. 이러한 데이터의 한계를 감안하여 대상 표본이 연구개발을 표본기간 동안 지속적으로 한 기업이라는 점을 추정결과의 해석에서 환기시키도록 할 것이다.

두 번째로, 본고에서 채용하고 있는 모형이 생산성과 연구개발투자 사이의 인과 관계를 얼마나 제대로 보여주고 있는가, 달리 표현하면 허위상관(spurious correlation)의 문제는 없는가이다. 연구개발이 생산성을 제고할 수도 있으나 생산성이 높은 기업이 이윤이 높고 따라서 연구개발투자를 더 많이 할 수 있다. 이 문제는 연구개발투자와 종속변수를 포함한 다른 변수들 사이의 동시성(simultaneity)문제이며 또한 식별(identification)문제이기도 하다.²¹⁾ 본고에서 적용하고 있는 Klette 모형도 이 문제에서 자유롭지 못한 것이 사실이다. 모형을 설명하는 식 (4)에 나타나 있듯이, Klette 모형은 기업의 의사결정이 미래의 예상수익에 대한 순현재가치를 극

20) 이하에서 다루는 내용은 필자가 초고에서는 다루지 못했었는데, 이를 지적해준 익명의 논평자에게 감사드린다.

21) II장의 실증분석의 쟁점에서 이 문제를 구체적으로 다루지 않았는데, 이는 이 문제에 대해서는 학계의 연구가 많이 이루어져 왔기 때문이다. 본고에서는 그중에서 대표적이라 할 수 있는 Griliches(1995)를 언급하는 데 그쳤다.

대화하는 것으로 가정하고 있다. 이 식을 정규화 조건의 가정하에 Bellman 방정식을 이용하여 무한대로 확장되어 있는 시간 지평을 현재와 미래의 두 기간 사이의 의사결정과정으로 단순화시킨다 하더라도 미래의(또는 다음 기의) 생산성은 과거의(또는 현재의) 연구개발투자에 의존하면서 동시에 현재의 연구개발투자는 과거의 생산성과 미래 생산성에 대한 기대에 의존하게 된다. Griliches(1995)에 의하면, 이 문제를 완벽하게 해결하는 방법은 없지만, 요소비용에 대한 충분한 데이터가 존재하거나 영구적 효과와 일시적 효과를 분리할 수 있을 정도로 패널 데이터의 구성이 잘 되어 있거나, 미래의 기대에 대한 대리변수를 확보하는 방법 등을 통하여 다소간의 해결이 가능할 수 있다고 한다.²²⁾ 또 다른 방식은 연립방정식 체계를 설정하여 다중의 인과관계를 가정하는 것이다. 예를 들면, 연구개발투자 재원 동원 능력을 설명하는 방정식을 포함하는 연립방정식 체계를 통하여 다중의 인과관계를 규명해 보는 것이다. 특성화를 달리하여 다중의 인과관계를 규명하는 작업은 향후 과제로 남겨둔다.

마지막으로 연구개발의 시차문제이다. 추정식 (7)에는 연구개발투자, 자본스톡 및 설비투자 등 외생변수뿐만 아니라 종

속변수의 1년 전기치가 설명변수로 기능한다. 통상적으로 기술개발을 위한 연구개발투자를 한 날로부터 상업화에 이르기까지 걸리는 시간은 공공R&D는 3년, 민간R&D는 2년을 가정하며 지식스톡의 진부화율은 연간 12.5% 정도로 가정한다(예를 들면, 신태영[2004]). 추정식 (7)에는 종속변수의 전기치가 설명변수로 포함되어 있으므로, 이론적으로는 현재의 지식스톡은 무한대의 과거치부터 1년 전기까지의 연구개발투자에 의존하며 현재의 연구개발투자는 무한대의 미래에 이르기까지 영향을 준다는 것을 의미한다. Klette 모형의 특징은 연구개발의 시차 및 지식스톡의 진부화율에 대한 사전적 가정을 하지 않는다는 것이며, 이 점은 이들 가정의 자의성을 배제할 수 있다는 측면에서 이 모형의 장점이다.

2. 자 료

〈데이터의 구성〉

분석에 사용된 데이터는 한국신용정보(주)에서 제공하는 기업별 재무데이터와 과학기술부에서 매년 조사하는 『연구개발활동조사보고』의 기업별 원자료이다. 매출액과 부가가치,²³⁾ 인건비, 자본스톡,

22) 상장기업의 주식 가치가 연구개발성공에 대한 기대를 반영한다는 점에 착안한 Hall and Oriani(2004)가 세 번째에 해당한다.

23) 재무제표에서 부가가치는 단일 항목으로 나타나지 않는다. 한국은행에 따르면 “부가가치 = 경상이익 +

설비투자는 재무데이터를 이용하였으며, 연구개발투자는 『연구개발활동조사보고』를 이용하였다. 1995~2002년 기간 동안 두 데이터가 모두 존재하는 695개 기업을 분석 대상으로 하였다. 재무데이터에서 매출액은 중간투입액과 부가가치로 구성되므로 중간투입액은 매출액에서 부가가치를 차감하여 사용하였다.²⁴⁾ 자본스톡은 대차대조표의 유형고정자산 중 토지와 건설가계정을 제외하였으며, 설비투자는 자본스톡의 증감에 감가상각비를 더하였다. 이들 데이터는 모두 경상가격을 기준으로 작성되었는데, 이를 불변화하기 위해 다양한 디플레이터를 사용하였다. 매출액과 부가가치의 경우 『국민계정』에서 기본부문별 총산출지수와 부가가치지수를 이용하여 디플레이터를 경상지수 대비 불변지수로 계산하였으며, 자본스톡과 설비투자는 구성항목별로 『국민계정』상의 비거주용 건물지수, 기계류지수, 운수장비지수를 이용하여 디플레이터를 경상지수 대비 불변지수로 계산하였다. 『연

구개발활동조사보고』의 연구개발투자는 인건비, 경상비, 기계·장치, 토지·건물로 구성되는데, 인건비는 소비자물가지수, 기타경상비는 생산자물가지수, 기계·장치는 기계류지수, 토지·건물은 비거주용 건물지수를 이용하여 불변화하였다. 이 외에도 설비투자에는 연구개발투자가, 종업원수에는 연구원수가, 임금에는 연구원의 임금이 포함되어 있다는 측면에서 중복계산의 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 설비투자에서 연구개발투자 중 기계·장치와 토지·건물에 대한 투자를 차감하여 연구개발투자를 제외한 설비투자를 계산하였으며, 전체 임금에서 연구개발투자 중 인건비 부분을, 종업원수에서는 연구원수를 각각 차감하여 계산하였다. Klette-Johansen 모델에서 기업의 성과변수는 생산함수에 있어서 총요소생산성에 상응하는 개념으로 산출액에서 투입요소(의 양)에 의해 설명되지 않는 부분을 의미한다. 즉, 산출액에서 중간재, 노동 및 자본 등 투입요소의

인건비 + 순금융비용 + 임차료 + 조세공과 + 감가상각비”로 산출한다(한국은행, 『기업경영분석해설』, 1995, pp.119~200). 이 정의에 따라 기업재무제표에서 이들 항목을 집계하여 부가가치를 구성하였다.

- 24) 재무제표에서 중간투입에 해당하는 데이터를 직접 사용하는 것이 가장 적절한데, 한국신용정보(주)가 제공하는 데이터베이스에는 이 항목이 누락된 기업이 너무 많았다. 이 회사의 담당자에 의하면 제조원가명세서 재료비 항목은 의무 보고 사항이 아니어서 누락된 경우가 많다는 것이다. 한국은행의 『기업경영분석해설』(1995)에서는 “부가가치란 ‘최종생산자가 중간생산자로부터 구입한 원재료에 자본과 노동 등의 생산요소를 투입하여 새로이 창출한 제품의 증식된 가치’를 말한다.”라고 설명하고 “부가가치 = 총산출액 - 중간투입액”으로 정의한다. 이 정의에 따라 매출액에서 부가가치를 차감한 값으로 중간투입을 계산하였다. 또 다른 방법은 중간투입을 고려하지 않고 매출액 대신 부가가치를 사용하는 것이다. 이 경우에는 부가가치가 마이너스인 표본을 사용할 수 없는 문제와 함께, 중간투입을 포함한 경우보다 과도하게 자본에 대한 요소 비중이 커지게 되는 문제가 발생한다. 이렇게 계산한 데이터를 이용하여 실증분석을 해보았는데, 결과는 전혀 유의하게 나오지 않았다.

기여분을 제외하고도 남는 부분에 해당한다. 산출액은 매출액을 사용하였고, 중간투입액은 매출액에서 부가가치를 차감한 것으로 하였으며, 노동투입에 대해서는 연구원 이외의 종업원수를 사용하였으며, 자본스톡에 대해서는 위에서 설명한 것을 사용하였다. 성과지표의 계산에 있어서 각 투입요소에 대한 가중치는 매출액 대비 중간투입액 및 인건비를 사용하여 이들 두 투입요소에 대한 비중을 먼저 계산하고 생산함수가 수익불변이라는 가정하에 이들 두 요소의 비중 합계의 나머지를 자본스톡의 비중으로 하였다.

〈산업의 분류〉

실증분석에 있어서 당면하는 근본적인 문제의 하나는 표본의 모집단을 어떻게 설정할 것인가이다. 표본이 어느 정도까지 동일한 모집단에서 추출된 것으로 가정할 수 있는가라는 문제는, 예를 들어 회귀분석을 할 경우 잔차항의 분포에 대한 가정과 직접적으로 관계되며, 어떤 통계분석기법을 적용할 수 있는가의 문제와 관계된다. 이 문제는 특히 기술혁신 또는 연구개발이 산업별로 또는 기업규모별로 현저하게 다른 특성을 가질 경우, 실증분석의 단위 및 범위를 어떻게 설정할 것인가의 문제로 귀결된다. Pavitt(1984)에 의하여 기술변화 및 기술혁신의 패턴이 산업별 특성

에 따라 구별된다는 사실이 입증된 이래로 기술혁신 연구에 있어서 산업별 특성을 고려하는 것은 하나의 관행처럼 되어 오고 있다. 자본집약도, 생산과정, 혁신의 원천, 사용자와 생산자 사이의 상호작용, 기술의 원천 등이 기술혁신과정 및 방향에 영향을 미치게 되는데, 이러한 요소들은 산업별로 구분될 뿐만 아니라 일정한 패턴을 보인다는 것이다. 따라서 기술혁신과정의 중요한 투입물인 연구개발투자 패턴 역시 이러한 산업적 특성에 따라 구별하여 파악할 필요가 있다.

실증분석에서는 표본에 포함된 산업을 1차적으로 19개로 구분하였고 이를 다시 8개 부문으로 통합하였다. (1) 경공업: 식품, 섬유, 목재, (2) 화학, (3) 제약, (4) 금속·철강: 비금속광물, 일차금속, 금속제품, (5) 기계: 일반기계, 정밀기계, (6) 자동차, (7) 전기·전자: 전기기계, 컴퓨터 및 사무용기기, 반도체 및 전자부품, (8) 서비스: 전기·가스·수도, 건설, 통신, 전문서비스, 기타서비스. 각 산업별 대표기업은 19개 산업부문의 8개 연도에 대한 중간값(median)으로 정의하였다. 각 변수에 대해서는 이들 19개 산업, 8개 연도, 152개 대표기업에 대한 차이를 비율로 표시하고 변수 중 연구개발투자 및 자본스톡 등 2개 변수에 대해서는 추정모형에서 요구하는 바와 같이 대수함수로 변환하였다. 19개 산업으로 나누었음에도 실증분석에서 8개

〈표 3〉 산업의 분류

	8개 부문	19개 하위 부문
제조업	(1) 식품·섬유·목재	① 식품, ② 섬유, ③ 목재
	(2) 화학	① 화학
	(3) 제약	① 제약
	(4) 금속·철강	① 비금속, ② 일차금속, ③ 금속제품
	(5) 기계	① 일반기계, ② 정밀기계
	(6) 자동차	① 자동차 및 부품
	(7) 전기·전자	① 전기기계, ② 컴퓨터, ③ 반도체 및 부품 ④ 통신기기
서비스	(8) 서비스	① 전기·가스·수도, ② 건설, ③ 통신 ④ 전문서비스, ⑤ 기타서비스
전 체		

로 통합하여 사용한 것은 GMM기법을 적용하기 위하여 필요한 표본수를 확보하기 위해서이다. 8개 부문에 대한 실증분석에서는 하위 산업더미를 추가하여 산업별 특성을 통제하고자 하였다.

〈기초통계〉

기본 데이터는 695개 기업에 대한 8년 기간의 5,560개 표본으로 구성되어 있다. 데이터의 특성을 정리한 것이 다음의 <표 4>이다. 기업당 연구개발투자 평균은 68.9 억원으로 설비투자의 약 20%에 해당한다. 기초통계에서는 연구개발투자와 설비투자에 대한 산업별 특성이 잘 나타나 있다.

각 산업별 연구개발투자의 평균을 보면, 전자, 서비스, 자동차산업이 다른 산업에 비하여 현저하게 높게 나타나고 있다. 기업 평균적으로 이들 산업이 다른 산업에 비하여 매우 높은 연구개발투자를 하고 있음을 의미하는데, 이들 산업의 연구개발투자의 尖度 또한 매우 높으므로 소수 기업의 투자규모가 나머지 기업에 비하여 현저하게 크다는 것을 알 수 있다. 즉, 이들 산업과 금속산업의 경우 상위 기업의 연구개발투자 집중도가 매우 높다는 것이다. 이에 비하여 제약산업의 경우에는 尖도가 가장 낮는데, 이는 다른 산업에서처럼 상위 기업의 집중도가 높지 않음을 의미한다. 서비스산업이 높게 나타난 것은

〈표 4〉 기초통계

(단위: 평균 및 표준편차 = 10억원)

		(1) 경공업	(2) 화학	(3) 제약	(4) 금속·철강	(5) 기계	(6) 자동차	(7) 전기·전자	(8) 서비스	전체
연구 개발 투자	평 균	1.56	2.94	1.48	2.06	2.39	10.89	18.06	17.38	6.89
	표준편차	3.34	8.66	2.16	8.16	8.19	75.03	140.67	64.56	61.34
	歪 度	4.61	7.62	2.45	8.81	7.72	7.99	10.70	7.03	20.37
	尖 度	28.76	84.34	8.92	90.49	71.72	66.08	125.95	61.32	511.56
설비 투자	평 균	13.13	24.38	2.13	35.88	3.71	17.55	36.14	150.98	34.75
	표준편차	57.82	134.43	6.20	184.25	22.93	132.36	272.67	1190.41	426.74
	歪 度	8.47	8.34	6.98	8.19	11.36	11.47	11.19	0.11	1.55
	尖 度	114.52	98.82	76.15	82.52	190.01	153.86	136.89	109.19	754.91
상관계수 (R&D, 설비투자)		0.2735	0.3872	0.4206	0.7094	0.6776	0.8388	0.9328	0.1791	0.0000
R&D/매출액 (%)		0.71	0.92	2.83	0.64	2.54	3.76	3.45	1.30	1.75
R&D/설비투자 (%)		11.94	12.07	69.52	5.73	64.54	62.04	49.98	11.52	19.83
표본수		760	1,112	488	576	728	504	760	632	5,560

전기·가스·수도, 건설 및 통신서비스산업이 주로 대기업 중심이므로 이들 대기업의 평균적인 연구개발투자가 매우 크기 때문이다. 설비투자에 있어서는 서비스산업이 압도적으로 높은데, 앞에서 설명한 바와 같이 대기업이 주도하고 있는 서비스산업의 설비투자규모가 매우 크다는 것을 알 수 있다. 왜도와 첨도를 기초통계표에 포함시킨 것은 연구개발투자 및 설비투자의 분포가 현저하게 왜곡되어 있으며

기업 간 차이도 매우 크다는 것을 보여주기 위함이다. 이는 또한 실증분석에 있어서 중간값으로 대표기업을 설정한 이유이기도 하다. 매출액 대비 연구개발투자 비율, 즉 연구개발집약도는 자동차, 전기·전자, 제약, 기계 등이 매우 높게 나타나고 있으며, 설비투자 대비 R&D투자에 있어서는 제약, 기계, 자동차 및 전기·전자가 매우 높게 나타나고 있다. 연구개발투자와 설비투자 사이의 상관계수는 전자가

가장 높고, 자동차, 금속 및 기계 또한 상당히 높게 나타나고 있는 반면, 서비스, 경공업, 화학 및 제약산업 등은 낮게 나타나고 있다. 설비투자자와 연구개발투자 사이의 상관관계가 높은 산업에 있어서는 연구개발이 새로운 기계 도입과 함께 이루어지는 반면, 낮은 산업은 연구개발이 설비 도입과 연계되어 있지 않음을 의미하는데, 이러한 산업별 특성은 이들 산업에 있어서 기술변화의 성격도 상당히 다르다는 것을 시사한다. 즉, 상관관계가 높은 산업에 있어서는 기술진보가 기계에 체화되어 있는 부분이 상대적으로 크다고 추론할 수 있는 반면, 상관관계가 낮은 산업은 이른바 비체화된 기술진보(disembodied technical change)의 형태로 혁신이 이루어진다는 것을 시사한다.

IV. 기업 연구개발투자의 특성

기업 연구개발투자의 일반적 특성에 대해서는, 선행 연구결과에 기초하여, Cohen and Klepper(1996), Klette and Griliches(2000), Klette and Kortum(2004) 등의 논문이 잘 정리하고 있다. 본고에서는 이들이 정리한 특성이 한국의 경우에도 적용되는지를 앞에서 설명한 우리나라 기업 패널 데이터를 가지고 검토한다. 앞서도 언

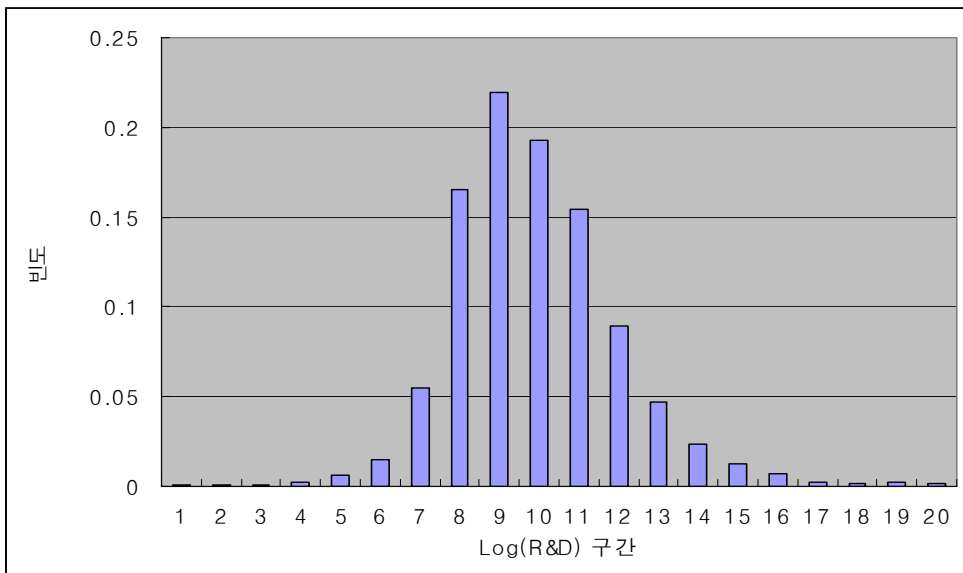
급하였듯이, 우리나라에서 기업 연구개발 투자의 특성에 대한 전반적인 검토작업이 아직까지 수행되지 못하고 있는 원인은 최소한의 분석이 가능한 정도의 기간으로 구성된 기업 패널 데이터의 구성이 산업 전반을 포괄하는 정도로 이루어지지 않았기 때문이다. 먼저 기업 연구개발투자의 특성을 정리하기 전에 데이터로서 연구개발투자의 분포는 어떤 형태인지를 살펴보자. 기업의 연구개발투자 수준을 횡단면으로 보면 기업규모에 따라서 비례하면서 그 분포는 대단히 비대칭적으로 나타나는데, 시계열로 장기간에 걸쳐 관찰해 보면 변동의 폭은 크지 않게 나타난다. <표 5>는 본고에서 이용하고 있는 기업 패널 데이터를 이용하여 연구개발투자에 대한 분산분석을 한 것인데, 전체 변동의 92%가 기업 간 변동으로, 나머지 8%가 기업 내 변동으로 구성되어 있다. 분산분석은 패널을 어떻게 구성하는가, 즉 산업의 구분 및 산업에 포함된 기업의 수에 따라 결과가 달라진다. 예를 들면, 경공업의 경우 식품(59개 기업), 섬유(25개 기업) 및 인쇄(3개 기업) 등의 3개 하위산업을 합친 것인데, 이들 하위산업의 기업 간 변동의 비중은 각각 93.5%, 71.2% 및 30.8%이다. 분산분석 결과가 패널의 구성에 민감하게 작용하는 것을 감안하더라도 연구개발투자의 분포가 횡단면상에서 대단히 비대칭적이라는 사실은 여전히 유효하다. 한편, 연구개발투자 수준을 대수함수로 전환하

〈표 5〉 연구개발투자에 대한 분산분석

(단위: R&D변수 = %)

	R&D 변동			Log(R&D) 변동			기업수
	기업 간	기업 내	합계	기업 간	기업 내	합계	
(1) 경공업	84.9	15.1	100.0	81.8	18.2	100.0	95
(2) 화학	87.0	13.0	100.0	88.0	12.0	100.0	124
(3) 제약	86.8	13.2	100.0	76.7	23.3	100.0	60
(4) 금속·철강	80.0	20.0	100.0	78.6	21.4	100.0	72
(5) 기계	86.0	14.0	100.0	79.8	20.2	100.0	91
(6) 자동차	97.5	2.5	100.0	77.1	22.9	100.0	63
(7) 전자	91.2	8.8	100.0	87.4	12.6	100.0	95
(8) 서비스	91.5	8.5	100.0	80.6	19.4	100.0	79
전체	92.2	7.8	100.0	83.6	16.4	100.0	695

[그림 1] Log(R&D)의 분포



〈표 6〉 생산성 및 생산성 증가율과 연구개발투자의 관계

종속변수	설명변수		R ²	회귀모형
	상수항	log(R&D)		
생산성 수준	-0.1184 (0.1157)	0.0857*** (0.0084)	0.0191	통합 OLS
	-	0.0686*** (0.0105)	0.7567	고정효과모형
	-0.1696 (0.3136)	0.0894*** (0.0229)	0.0227	기업평균
생산성 증가율	-0.1326 (0.0863)	0.0098 (0.0063)	0.0005	통합 OLS
	-	0.0179 (0.0162)	0.0723	고정효과모형
	-0.1110 (0.0669)	0.0082* (0.0049)	0.0042	기업평균

주: () 안의 숫자는 표준 오차. ***는 1% 수준에서, *는 10% 수준에서 통계적으로 유의.

면 [그림 1]과 같이 정규분포에 가까운 모습을 보이는데, 이 경우 변동의 폭이 줄어들어 기업 간 변동이 84%, 기업 내 변동이 16%를 차지하는 것으로 나타나고 있다.

○ **특성 1: 기업 차원에서 생산성 수준과 연구개발투자는 정의 관계에 있지만, 생산성 증가율과 연구개발투자 사이의 상관관계는 매우 낮다.**

기업의 연구개발투자와 생산성 사이의 관계는 생산성 수준은 연구개발투자를 많이 하는 기업이 높지만, 생산성 증가는 반드시 그렇지 않다는 특성을 보인다. 우리나라의 경우에는 대수함수로 변환한 연구개발투자와 생산성 수준은 0.1384의 상관관계를 보이는 반면, 생산성 증가율

과 연구개발투자 사이에서는 상관관계가 0.0228로 현저하게 낮게 나타난다. 생산성 및 생산성 증가의 변동과 연구개발투자 사이의 관계를 파악하기 위하여 기업 내 변동만을 고려한 경우(즉, 기업별 더미를 넣은 고정효과모형), 기업 간 변동만 고려한 경우 및 이들을 통합한 경우의 세 가지로 나누어 회귀분석을 한 결과는 <표 6>과 같다. 생산성 수준에 있어서는 연구개발투자를 많이 하는 기업이 높으며, 기업이 연구개발투자를 늘리면 생산성 수준도 비례하여 높아지는 것으로 나타나고 있다. 생산성 증가율의 경우에는 연구개발투자와 정의 관계에 있지만 그 관련성이 현저히 낮게 나타나고 있으며 설명력 역시 전반적으로 거의 없는 것으로 나타

나고 있다.²⁵⁾

○ 특성 2: 연구개발투자 자체의 생산성은 규모에 대한 수익체감이 일반적이다.

기업의 연구개발투자는 혁신성고를 산출하는 것이 목적이며 기업은 혁신성고를 시장에서 활용하여 경쟁과정에서 生長을 할 수 있게 된다. 통상적으로 연구개발투자의 생산성을 측정하기 위하여 연구개발의 성과물로 특허를 많이 사용한다. 특허를 지식생산함수의 결과물로 연구개발투자와 특허를 지식생산함수의 투입물 및 산출물로 보았을 때, Nadiri(1993)에 의하면, 횡단면자료(cross-section data)에서는 지식생산의 생산기여도는 규모에 대한 탄력성이 1에 가까우며 시계열자료(time-series data)에서는 0.4~0.6 정도라고 한다. Cohen and Klepper(1996)는 연구개발지출 1단위당 특허 및 혁신의 숫자는 기업규모에 비례하지 않으며 연구개발지출규모나 종업원수 등으로 구분한 기업규모에 비하여 연구개발의 성과에는 수확체감이 일반

적이라고 한다. Klette and Kortum(2004)도 기업별로 보면 특허는 R&D와 비례하지 않지만, 시간에 따른 이행과정에서 보면 R&D에 대한 수확체감이 존재한다고 한다. 특허를 이용하여 우리나라 기업에 대해서 연구개발의 투입 대비 산출에 대한 연구는 아직까지 이루어지지 않고 있다.²⁶⁾

○ 특성 3: 연구개발집약도(매출액 대비 연구개발투자)는 기업규모와 독립적이다.

패널 데이터를 사용하여 매출액 대비 연구개발투자 비율로 정의한 연구개발집약도를 기업규모를 나타내는 종업원수에 따라 나타내면 아래의 그림과 같다.²⁷⁾ 그림은 이 둘 사이의 어떤 규칙적인 관계를 보여주지 않는다. 우리나라 기업의 경우에도 연구개발집약도와 기업규모는 독립적임을 알 수 있다.

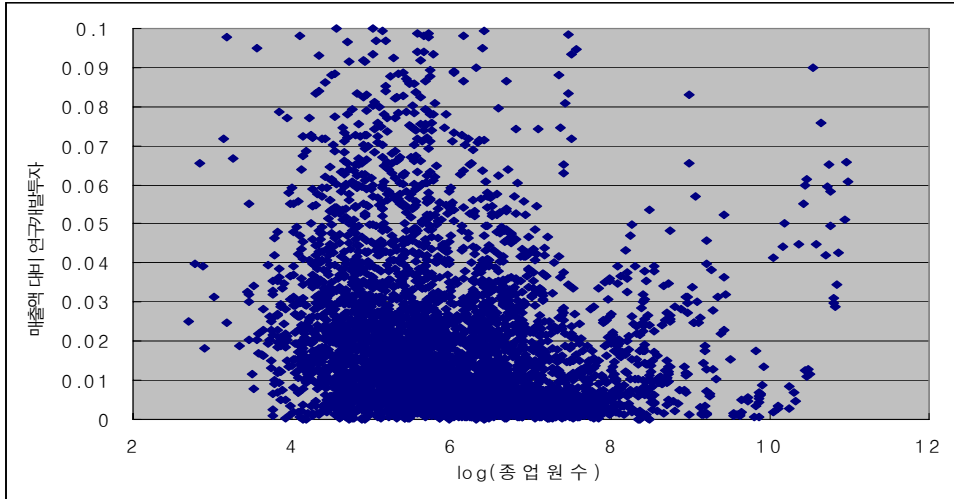
○ 특성 4: 연구개발집약도의 분포는 대단히 비대칭적이며(extremely skewed), 상당수 기업은 연구개발을 하지 않

25) 특성 1은 회귀분석을 통한 실증연구에 있어서 해결해야 할 여러 가지 과제를 제기한다. 무엇보다도, 기업 차원에서 생산성 증가 요인은 연구개발에만 국한되지 않는데, 생산성과 연구개발 사이의 관계를 <표 6>에서와 같이 연구개발투자를 설명변수로 한 단순한 회귀분석만으로 설명하는 데는 한계가 있다. 이러한 단순 회귀모형은 누락변수(omitted variable) 문제가 있기 때문이다. 누락변수 문제 이외에도 변수 간의 동시성 문제 등 회귀분석에 있어서 해결해야 할 과제에 대한 상세한 논의는 Griliches(1995)를 참조.

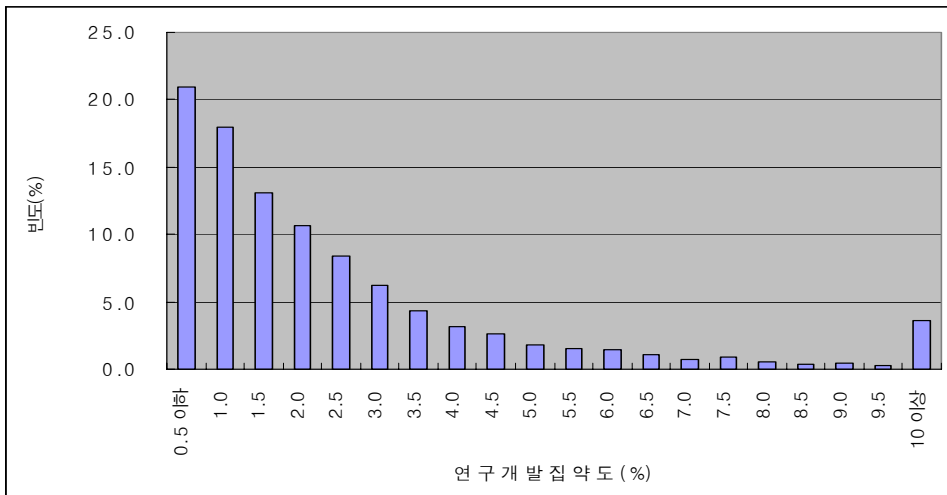
26) 특허의 경제적 가치에 대한 체계적인 연구로는 연태훈(2004)이 있다. 여기에서도 연구개발활동의 성과로서 특허를 산출하는 데 있어서 투입이, 예를 들면 연구개발투자가 얼마나 이루어졌는지에 대한 직접적인 분석은 하지 않았다.

27) 양자의 관계를 보다 잘 드러내기 위하여 R&D집약도가 10% 이상인 표본을 제외하였다.

[그림 2] 기업규모에 따른 연구개발집약도



[그림 3] 연구개발집약도의 분포



는 것으로 보고한다.

본고에서 사용하는 데이터에 대해서 연구개발집약도를 0.5% 이하에서부터 10% 이상까지 20개 구간으로 나누어 빈도를

나타낸 것이 [그림 3]이다. 전체의 절반을 상회하는 표본이 세 번째 구간인 1.5% 이하까지에 해당하며 이후 구간에서는 빈도가 순차적으로 감소하고 있다. 마지막 구

간은 10% 이상인 표본을 하나로 묶었기 때문에 빈도가 돌출하게 나타나지만, 같은 구간으로 나누면 계속하여 감소하는 모습으로 나타난다. 한편, 연구개발투자를 하는 기업과 하지 않는 기업의 비중도 기업규모별로 집계하면 크게 차이가 난다. 서중해(2002)에 따르면, 2000년의 경우 제조업 전체 기업 중 3.06%가 연구개발투자를 하는 것으로 파악되며 연구개발 수행 기업의 비중은 기업규모별로 대단히 큰 차이를 보이는데 연구개발을 수행하는 기업의 비중은 기업의 규모에 따라 커져서 최상위 규모 기업의 대부분은 연구개발을 수행하고 있는 것으로 추론하고 있다. 종업원수 19인 이하 소기업은 단지 0.78%만이 R&D를 수행하는데 기업규모가 커지면서 이 비중은 급격하게 커지다가 종업원 1,000명 이상인 제조기업의 경우에는 95%가 연구개발을 수행하는 것으로 나타나고 있다.

○ 특성 5: 기업별 연구개발집약도의 차이는 매우 오랫동안 지속된다.

기업별로 연구개발집약도의 차이가 얼마나 지속되는가를 알아보기 위하여 695개 기업의 매 연도 연구개발집약도의 순위를 높은 순서로 정하고 이들 순위의 연도별 상관관계가 어느 정도인가를 계산해 보았다. 다음의 <표 7>은 1995년의 순위에 대한 차기 연도별 상관관계를 기업별로 정리한 것이다. 전반적으로 순위 상관

은 매우 높은 것으로 나타나고 있지만, 산업별로는 상당한 차이를 보이고 있다. 화학산업 내 기업의 경우 순위 상관관계가 가장 높게 나타나고 있는 반면 제약산업 내 기업의 순위상관은 가장 낮게 나타나고 있다. 연구개발에 있어서 기업고정효과(fixed effect)가 화학산업에서 가장 크게 작용하는 반면, 제약산업에서 가장 약하게 작용하고 있음을 의미한다. 그러나 연구개발집약도의 순위가 시간이 지나면서 바뀌어 가는 것은 이러한 고정효과가 일정 기간 지속된다는 것을 의미한다.

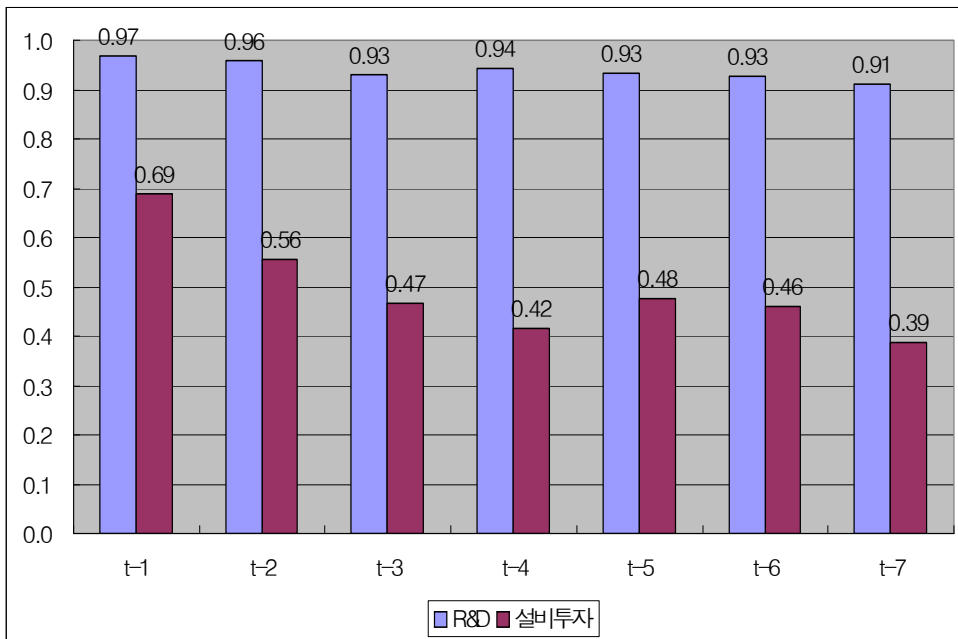
연구개발투자와 설비투자의 특성에 있어서 대비되는 것은 연구개발투자의 경우, 현재 값과 과거 값 사이의 상관계수로 정의한 자기상관계수가 매우 높은 반면 설비투자는 그렇지 않다는 것이다. [그림 4]는 본고에서 사용한 데이터를 이용하여 연구개발투자와 설비투자의 자기상관계수를 대비시킨 것이다. 연구개발투자의 경우, 과거 7년치까지의 상관계수가 모두 0.9 이상으로 높게 나타나고 있어 연구개발투자에 있어서 “전년에 많이 했던 기업이 올해에도 많이 한다”는 의미에서 고정효과가 매우 크다는 것을 보여주고 있다. 반면, 설비투자의 경우에는 현재 값과 1년 전 값 및 7년 전 값의 상관계수가 0.69에서 0.39로 크게 하락하면서 t-4기를 저점으로 진동(oscillation)하는 패턴을 보여주고 있어 연구개발투자에서만만의 고정효과가 크지 않음을 보여주고 있다.

<표 7> 연구개발집약도의 순위 상관(rank correlation)

	경공업	화학	제약	금속·철강	기계	자동차	전기·전자	서비스
1996	0.85	0.82	0.62	0.85	0.74	0.76	0.83	0.85
1997	0.73	0.76	0.35	0.71	0.49	0.50	0.69	0.74
1998	0.62	0.70	0.22	0.58	0.43	0.22	0.55	0.61
1999	0.61	0.67	0.37	0.61	0.28	0.20	0.62	0.59
2000	0.54	0.68	0.33	0.67	0.40	0.34	0.59	0.55
2001	0.51	0.64	0.15	0.63	0.41	0.13	0.52	0.37
2002	0.57	0.61	0.14	0.54	0.41	0.24	0.48	0.38

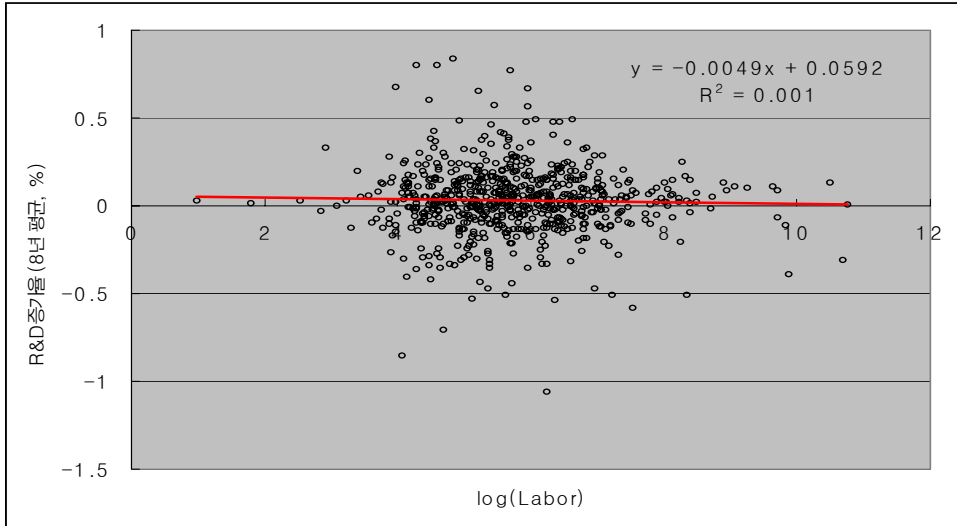
주: 1995년 순위에 대한 각 연도별 순위 상관.

[그림 4] 연구개발투자 및 설비투자의 자기상관계수¹⁾



주: 1) 자기상관계수는 현재 값과 과거 값 사이의 상관관계(correlation)로 정의.

[그림 5] 연구개발투자의 지브라 법칙 - 기업규모와 연구개발투자 증가율 사이의 관계



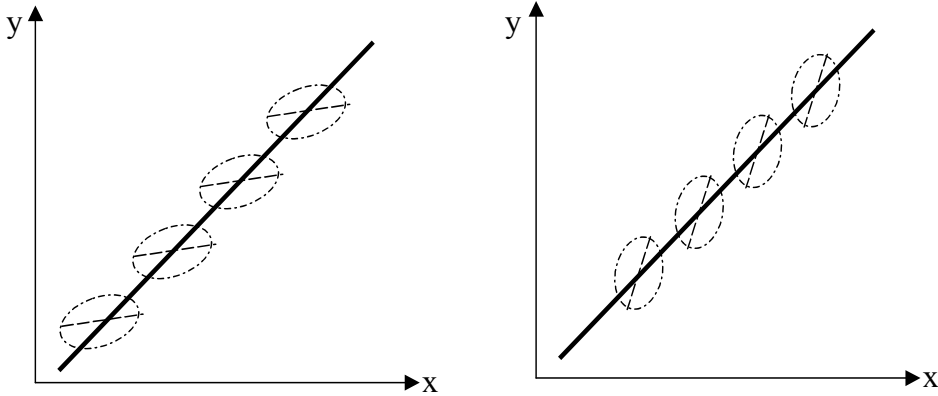
○ **특성 6: 기업의 연구개발투자는 본질적으로 亂步(random walk)에 따른다 (연구개발투자의 지브라 법칙).**

亂步 형태의 분포란 미래의 변동을 과거 및 현재의 값으로 예측할 수 없음을 의미한다. 특성 6의 또 다른 의미는 연구개발투자가 亂步에 따른다면, 연구개발투자 증가율은 기업규모와 관계없다는 것인데, 이를 연구개발투자의 지브라 법칙(Gibrat's law in R&D investment)이라 한다(Klette and Griliches[2000]). [그림 5]는 본고에서 사용하고 있는 695개 기업의 8년간 R&D투자 연평균 증가율을 기업의 규모에 대비시킨 것이다. 이 둘 사이에는 추세선이 보여주듯이 아주 낮은 負의 관계를 보이는데 회귀

식에 있어서 log(Labor) 계수값의 통계적 유의성은 거의 없는 것으로 나타나고 있다. 종업원수로 본 기업규모와 연구개발투자 증가율 사이에는 어떠한 규칙적인 관계를 찾을 수 없다는 것을 알 수 있다.

지금까지 살펴본 기업 연구개발투자의 특성은 기업 연구개발투자의 패널 데이터의 횡단면에서의 변동이 기업별 시계열상에서의 변동보다 크다는 점 및 기업별 시계열상에서 검토해 보면 변동의 폭이 크지 않다는 점으로 요약할 수 있다. 이러한 점은 기업 연구개발투자의 특성이나 경제적 효과에 대한 실증분석에서 반드시 고려해야 할 출발점이라 할 수 있다. 예를 들면, II장에서 논의한 바와 같이, 이른바

[그림 6] 기업규모와 연구개발투자 및 경제적 효과



슈페터 가설로 촉발된 기업 연구개발투자에 대한 실증분석이 궁극적으로는 데이터 문제로 귀결되고, 데이터 문제가 해결된 뒤에는 기업 연구개발투자의 특성을 제대로 설명해 줄 수 있는 이론모형의 정립이 필요한 과제임을 단적으로 보여주고 있다. [그림 6]은 기업규모에 따라 연구개발(x)과 기업성과(y) 사이의 관계를 두 가지 경우로 나누어 보여준다. 두 그림 모두 실선의 기울기는 같도록 그렸는데, 왼쪽 그림에서는 기업 내 요인보다 기업 간 요인이 더 크게 작용하는 경우를, 오른쪽의 그림은 기업 내 요인이 기업 간 요인보다 더 큰 경우를 그린 것이다. 지금까지 살펴본 기업 연구개발투자의 특성은 왼쪽 그림과 같다는 것을 의미한다. 기업 연구개발투자가 기업별 시계열상에서는 변동이 적은 대신 기업 간 차이는 매우 크다는 특성은 [그림 4]에서 보여준 것과 같이 설

비투자와 좋은 대조를 이룬다. 데이터의 구성이 기업 간 요인과 기업 내 요인을 구분할 수 없는 경우에는, 기업 차원의 분석에서는 횡단면 자료가 여기에 해당하는데, 기업 간 요인만을 고려하면 추정계수가 과대하게 추정되는 결과를 초래하게 된다. 다음 장에서 시도하고 있는 연구개발투자 수익률 추정작업은 연구개발투자의 특성 중 생산성 효과에 대한 심층적인 분석을 시도한 것이다. 기업 간 및 기업 내 요인을 구분하여 통제할 경우, 기업의 연구개발투자에서 기대되는 생산성 효과는 얼마나 되는가를 추정하는 것이다. 연구개발투자 수익률이라는 말을 쓰는 배경은, 연구개발투자를 통한 지식‘스톡’의 축적이 기업에 어떤 영향을 주는지를 자본의 기회비용이라는 개념으로서 이자율에 대비시키고자 한 데 있다. 달리 말하면, 연구개발투자 수익률 추정에 있어서

는 투자행위의 기회비용인 이자율에 대비할 때, 과연 연구개발투자의 경우 초과수익이 존재하는가가 주된 관심사가 된다. 기업 연구개발투자의 여러 특성에서 살펴본 바에 의하면, 기업별로 연구개발투자의 변동폭이 크지 않다는 것은 연구개발 투자에 있어서 이른바 ‘고정효과(fixed effect)’가 기업별로 존재한다는 것이다. 기업별 고정효과의 존재 이유는 기업의 고유한 특성뿐만 아니라 기업이 수행하는 연구개발과제의 특성, 예를 들면 실패 위험의 차이, 기술적 기회의 차이 또는 기업의 기술적 흡수능력의 차이 등 매우 다양한 요인들이 복합적으로 작용한다.

V. 연구개발투자 수익률의 추정

기업이 연구개발투자를 하는 근본적인 이유는 연구개발을 하여 혁신적 성과를 만들어내고 이를 통하여 기업의 성장에 기여하도록 하는 데 있다. 연구개발의 성장에 대한 기여도를 통상적으로 연구개발의 생산성 효과라 하는데, 연구개발투자 수익률은 기업이 연구개발투자를 하여 얻게 되는 효과를 이자율에 대비시킨 것이다. 연구개발투자 수익률이 크다는 것은 연구개발투자의 생산성 효과가 크다는 것을 달리 표현한 것이다. 한편, 연구개발투

자 수익률이 통상적인 자본의 기회비용을 나타내는 시장이자율보다 높으면, 그 기업은 유형자본에 대한 투자에 비하여 연구개발투자 비중을 더 늘릴 것으로 예상할 수 있다. 따라서 연구개발투자 수익률의 추정에 있어서는 시장이자율을 초과하는지가 중요한 관심사이다.

1. 추정방법

앞에서 상세하게 설명하였듯이, 본고에서 사용하는 데이터는 695개 기업에 대한 8년 기간의 모든 관측치가 존재하는 5,560개의 표본으로 구성된 패널 데이터이다. 패널 데이터의 분석에 있어서는 기본적으로 확률효과모형(random effect model)을 가정하였다. 다만, 식 (7)은 전기의 종속변수가 설명변수로 들어가 있고 잔차항 역시 자기회귀적(autoregressive)이므로 실증 분석에 있어서 통상적인 최소자승법(ordinary least squares: OLS)을 그대로 적용할 수 없다. 이러한 경우 널리 쓰이는 방법은 도구변수(instrumental variable)를 활용하여 전기 종속변수에 대한 대리변수값을 구하여 최소자승법을 적용하는 것이다. 예를 들면, 이단계최소자승법(2-stage least squares)에서는 모형 내의 변수가 아니면서 설명변수로 들어간 전기 종속변수를 잘 설명할 수 있는 변수를 이용한 일차 회귀를 통하여 전기 종속변수에 대한 대리값을 구하고 이를 모형 내 다른 외생

변수와 동일하게 취급하여 회귀분석을 수행한다. 본고에서는 일반화적률법(generalized method of moments: GMM)을 적용하였다. 본고에서 GMM기법을 사용하는 이유는 다음과 같다. 먼저, 잔차항의 공분산 행렬에 대하여 어떠한 제약조건도 두지 않는다는 점이다. 즉, 동태적 확률 패널 모형의 추정에 있어서 불필요한 제약조건을 두지 않음으로써 로버스트 추정(robust estimation)을 할 수 있다는 것이다. 둘째, GMM기법 또한 도구변수방법에 의한 일차적 추정작업을 수행하는데, 도구변수로 모형 내 외생변수를 그대로 이용할 수 있다는 이점이 있다. 또한 설명변수와 잔차항 사이의 상관관계를 배제하지 않을 수 있다는 것이다. 실제 추정작업은 LIMDEP 프로그램을 사용하였다.²⁸⁾

추정과정을 간략하게 요약한다. 식 (7)로 정의한 추정식을 변수의 특성에 따라 다시 쓰면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 y_{it} &= \alpha y_{it-1} + b_0 + \mathbf{b}'_1 \mathbf{x}'_{1it} + \mathbf{b}'_2 \mathbf{x}_{2it} \\
 &+ \mathbf{c}'_1 \mathbf{f}_{1i} + \mathbf{c}'_2 \mathbf{f}_{2i} + \varepsilon_{it} + \mathbf{u}_i \cdot \\
 &= \mathbf{d}' \mathbf{w}_{it} + \mathbf{v}_{it} \cdot \quad (9)
 \end{aligned}$$

단, $\mathbf{d}' = [\alpha, b_0, \mathbf{b}'_1, \mathbf{b}'_2, \mathbf{c}'_1, \mathbf{c}'_2]$,
 $\mathbf{w}_{it} = [y_{i,t-1}, 1, \mathbf{x}'_{1it}, \mathbf{x}'_{2it}, \mathbf{f}'_{1i}, \mathbf{f}'_{2i}]'$,
 $\mathbf{v}_{it} = \varepsilon_{it} + \mathbf{u}_i$ 이며 공분산행렬 $\Omega = E[\mathbf{v}_i \mathbf{v}'_i]$

에 대해서는 어떠한 제약도 부과하지 않는다. 식 (9)에서 설명변수는 다음과 같이 구분된다. \mathbf{x}'_{1it} 는 잔차항과 완전히 독립적이라고 가정한 변수로서 연구개발, 자본스톡 및 투자 등 세 변수가 여기에 해당한다. \mathbf{x}'_{2it} 는 잔차항과 독립적이지 않고 연관이 있는 변수인데, 여기에 해당하는 변수는 없는 것으로 가정하였다. \mathbf{f}'_{1i} 는 시간에 대해서는 불변이면서 잔차항과 독립적인 변수로서 실증분석에서는 여기에 해당하는 변수가 없는 것으로 가정하였다. 마지막으로 \mathbf{f}'_{2i} 는 시간에 대해서는 불변이지만 잔차항과 연관이 있는 변수로서 더미변수 모두가 여기에 해당하는 것으로 가정하였다. 앞서서도 설명하였듯이, 추정작업에서 초점을 두는 것은 전기 종속변수의 계수값(a) 및 연구개발변수의 계수값(b1 벡터의 첫 번째 값)이다. 이들 계수의 추정치를 이용하여 연구개발투자 수익률 및 연구개발스톡의 진부화율을 구할 수 있기 때문이다.

GMM기법을 사용하여 추정할 경우, 추정치는 다음과 같은 두 가지에 의하여 크게 영향을 받는다. 첫 번째는 분산매트릭스에 대한 가정을 어떻게 하는가이다. Greene(2000, 2002)에서 상세하게 설명하는 바와 같이 분산행렬에 대한 가정에 따라 GMM 추정결과는 단순한 최소자승법

28) William H. Greene, *LIMDEP, version 8.0*, Plainview, N. Y. : Econometric Software, Inc., 2002. LIMDEP의 GMM기법은 Arellano and Bond 방법을 이용하고 있다.

이나 이단계최소자승법과 같은 결과를 초래하기도 하는데, 본고에서는, 앞서도 언급하였듯이, 어떠한 제약도 두지 않으므로써 로버스트 추정치(robust estimates)를 구하고자 하였다. 두 번째는 도구변수를 어떻게 상정하는가이다. 이론적으로는 변수들의 현재치와 과거치 모두를 도구변수로 사용하는 것이 가능하지만, 이런 경우 자유도 제약으로 인하여 추정작업이 불가능하다. 그런데 GMM기법에 의한 실증분석은 추정 계수보다 추정식이 더 많은 이른바 초과 식별(over-identification)이 일반적이므로 자유도에 제약을 주지 않도록 도구변수를 벡터 X'_{it} 의 현재 및 전기값으로 사용하였다.

〈추가적인 더미변수〉

기술혁신 또는 연구개발 패턴은 산업뿐만 아니라 기업규모에 의해서도 상당한 차이를 나타낸다.²⁹⁾ 연구개발에 있어서 고정비용을 분산시키는 데는 대기업이 훨씬 유리하기 때문이다. 또한 일반적으로 자본이나 노동의 보유량 및 사용량에 있어서도 대기업이 소기업보다 훨씬 크다는 것은 자명하다. 이러한 규모의 차이는 대기업과 소기업의 연구개발의 성격 차이에도 작용하게 된다. 대기업은 일반적으로 대규모 연구개발을 내부적으로 수행할 능

력이 소기업보다 더 크다고 할 수 있다. 반면, 소기업은 규모의 영세성을 극복하기 위해서 대기업과는 다른 전략을 취할 것이다. 본고에서는 기업규모를 통제하는 방법으로 변수를 대표기업과의 차이 또는 비율로 정의하였으며, 법정유형으로 정의된 대기업 더미변수를 추가하였다. 또한 외환위기 직후인 1998년 및 1999년 이후부터 2002년에 대해서도 더미변수를 각각 정의하여 설명변수로 사용하였다.

2. 추정결과

<표 8>은 Klette-Johansen 모형에서 정의한 대로 회귀분석을 한 결과이다. 먼저 특정화 검정(specification test) 결과를 보면, 여덟 개 식 모두 거의 0% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타나고 있다. 서비스 추정식의 경우에는 특정화 검증값이 통계적으로는 유의하지만 가장 낮게 나타나고 있는데, 이는 성과지표 및 더미변수를 제외한 설명변수들의 설명력이 거의 없는 것에 기인한다. 서비스산업을 제외한 나머지 산업의 추정식에서 개별 설명변수들의 통계적 유의성을 보면 더미변수를 제외한 모든 변수가 대부분의 산업에서 1% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타나고 있다. 다만 경공업에 있어서는 R&D변수가, 금속에 있어서는 자

29) 앞에서 언급한 Cohen and Klepper(1996) 참조.

〈표 8〉 추정결과

	(1) 경공업	(2) 화학	(3) 계약	(4) 금속·철강	(5) 기계	(6) 자동차	(7) 전기·전자	(8) 서비스
성과지수 _t	0.7505*** (0.0195)	0.5698*** (0.0678)	0.5522*** (0.0303)	0.8839*** (0.0106)	0.6864*** (0.0144)	0.6885*** (0.0384)	0.7326*** (0.0083)	0.5051*** (0.0744)
R&D투자 _t	0.0017* (0.0010)	0.0055** (0.0023)	0.0117*** (0.0046)	0.0028*** (0.0010)	0.0103*** (0.0024)	0.0100*** (0.0028)	0.0061*** (0.0011)	0.0044 (0.0059)
설비투자 _t	0.0132*** (0.0021)	0.0338*** (0.0108)	0.0961*** (0.0111)	0.0464*** (0.0052)	0.0084*** (0.0033)	-0.0164 (0.0194)	-0.0636*** (0.0023)	-0.0048 (0.0146)
자본스톡 _t	-0.0141*** (0.0014)	-0.0493*** (0.0133)	-0.1033*** (0.0108)	0.0007 (0.0007)	-0.0196*** (0.0019)	0.0648*** (0.0120)	0.0071*** (0.0010)	-0.0065 (0.0121)
상수항	-0.1312*** (0.0050)	-0.1179*** (0.0298)	-0.0873*** (0.0183)	0.0411*** (0.0047)	-0.0479*** (0.0076)	0.0432*** (0.0098)	0.0159*** (0.0033)	0.0166 (0.1087)
D1998	0.1824*** (0.0062)	-0.0021 (0.0074)	-0.0144 (0.0099)	-0.1044*** (0.0080)	0.0110 (0.0104)	-0.0410*** (0.0073)	-0.0025 (0.0044)	-0.1331*** (0.0178)
D외환위기이후	0.1253*** (0.0052)	0.0318*** (0.0078)	0.0419*** (0.0125)	-0.0714*** (0.0054)	0.0192*** (0.0077)	0.0102* (0.0057)	-0.0367*** (0.0035)	-0.1178*** (0.0125)
D대기업	-0.0043 (0.0045)	0.1868*** (0.0651)	0.2534*** (0.0372)	-0.0290*** (0.0023)	0.0047 (0.0094)	-0.3253*** (0.0480)	-0.0335*** (0.0042)	0.2334* (0.1262)
특정화검증치 (p값)	847.91 (0.0000)	92.83 (0.0000)	109.67 (0.0000)	1024.98 (0.0000)	613.12 (0.0000)	67.23 (0.0002)	1034.40 (0.0000)	55.85 (0.0020)
표본수	602	994	399	511	637	441	462	553

주: 종속변수는 성과지수, 추정방법은 GMM, 도구변수는 더미변수를 제외한 모든 설명변수의 현재 및 전기 값 () 안의 값은 표준오차, *** = 1% 수준, ** = 5% 수준, * = 10% 수준에서 통계적으로 유의함을 의미.

본스톡 변수의 통계적 유의성이 매우 낮은 것으로 나타났다. 더미변수의 경우에는 각 산업에 따라서 차이를 보이는데, 전체적인 추정결과에는 영향을 주지 않는 것으로 나타나고 있다. 또한, 각 식에서 하위산업을 포함한 경우에는 산업더미를 추가하여 추정을 하였는데, 추정결과가 더미변수 이외의 설명변수에는 영향을 주지 않아서 표에는 포함하지 않았다.

먼저 추정계수의 의미를 살펴보자. III

장의 1절에서 ν 는 혁신 파라미터로 해석할 수 있으며,³⁰⁾ ρ 는 지식생산의 규모의 경제를 나타내고, ν 는 지식의 창출과정에 있어서 연구개발투자의 생산성(productiveness)을 나타내는 파라미터로 해석할 수 있다. 지식생산의 규모의 경제를 수익 불변이라고 가정하면(즉, $\rho=1$) 추정계수로부터 ν 를 계산할 수 있다. 다만, 앞서서도 논의하였듯이, 지식생산의 규모의 경제는 수익체감이 일반적이므로 $\rho=1$ 이

30) Klette(1996) 및 Klette and Johansen(1998)에서 파라미터 ν 는 지식스톡이 제품혁신 및 공정혁신을 이루어 매출액을 증가시키는 효과(marginal product of knowledge with respect to sales)를 의미한다. 이러한 의미에서 ν 를 기업 성장에 있어서의 혁신 파라미터로 해석할 수 있다.

<표 9> 혁신 파라미터 추정치

(1) 경공업	(2) 화학	(3) 제약	(4) 금속·철강	(5) 기계	(6) 자동차	(7) 전기·전자	(8) 서비스	전체
0.0068	0.0128	0.0261	0.0238	0.0329	0.0321	0.0228	0.0089	0.0199

주: $\rho=1$ 가정하에, 추정계수값을 이용하여 ν 값을 계산.

라는 가정을 통하여 구한 ν 추정치는 ν 의 하한선이 된다. <표 9>의 결과를 보면, 모든 산업에 있어서 혁신 파라미터는 양의 값을 가지는 것으로 나타나고 있다. 기계 및 자동차산업에서는 연구개발투자 및 이를 통한 기술혁신이 기업 성장에 기여하는 정도가 가장 높은 것으로 나타나고 있으며 금속, 제약 및 전기·전자산업도 전체 평균보다 높은 수치를 보여준다. 반면, 경공업, 화학 및 서비스의 경우에는 다른 산업에 비하여 현저하게 낮게 나타나고 있다. 이들 산업의 경우에는 연구개발 이외의 요인이 상대적으로 기업 성장에 더 크게 작용하고 있음을 시사한다.

추정계수값을 이용하면, 식 (8)에서 설명한 바와 같이, 생산성에 대한 기여도라는 의미에서 연구개발투자 수익률 및 지식스톡 진부화율을 계산할 수 있다. 연구개발투자 수익률의 계산에 있어서는 특정 산업 내에서 연구개발투자 분포의 歪度가 매우 크다는 사실을 감안하여 그 산업의 평균값 및 중간값을 사용하여 두 개의 추정치를 계산하였다. <표 10>에 나타나 있

듯이, 연구개발투자를 지속적으로 수행하는 우리나라 민간기업의 연구개발투자 수익률은 평균값을 기준으로 하면 7.7%, 중간값을 기준으로 하면 16.4% 정도이며, 산업 전체의 진부화율은 32.9% 수준이라는 계산이 가능하다.³¹⁾ 서비스를 제외한 제조업의 경우에는 수익률은 평균값 기준으로 10.4%, 중간값 기준으로 16.6%로 나타났다고, 진부화율은 30.5%로 계산된다. 산업별로는 연구개발투자 수익률 및 지식스톡 진부화율에서 커다란 차이를 보이고 있다. 평균값을 기준으로 한 연구개발투자 수익률에 있어서는, 화학, 금속 및 전기·전자산업이 20% 이상의 수익률을 보이고 있다. 반면 경공업, 자동차 및 서비스는 마이너스의 수익률을 보인다. 중간값을 기준으로 한 경우에는 자동차산업이 33%로 가장 높으며, 금속·철강산업이 21%, 제약 19%, 전기·전자 15% 순이다. 지식스톡의 진부화율에 있어서는 서비스산업이 49%로 가장 높으며, 제약 및 화학산업이 각각 45%, 43% 수준으로 높게 나타났다. 반면 금속·철강산업은 12% 수준

31) 8개 산업 추정결과의 단순 평균으로 계산하였다. 모든 데이터를 통합하여 추정할 수는 있지만, 이 경우에는 산업 간 차이 또는 특성을 고려하지 않게 되어 추정작업 자체가 무의미하게 된다.

〈표 10〉 우리나라 민간기업 연구개발투자 수익률 및 지식스톡 진부화율

	연구개발투자 수익률		지식스톡 진부화율
	평균값	중간값	
(1) 식품·섬유·목재	-0.0362	0.0755	0.2495
(2) 화학	0.2341	0.1062	0.4302
(3) 제약	0.0360	0.1876	0.4478
(4) 금속·철강	0.2051	0.2071	0.1160
(5) 기계	0.0881	0.1096	0.3135
(6) 자동차	-0.0224	0.3316	0.3115
(7) 전기·전자	0.2221	0.1464	0.2674
(8) 서비스	-0.1093	0.1470	0.4949
전 체 ¹⁾	0.0772 (0.1038)	0.1639 (0.1663)	0.3289 (0.3051)

주: 1) 8개 산업 추정결과와 단순 평균. () 안은 서비스를 제외한 제조업만을 대상으로 한 경우.

으로 가장 낮게 나타났으며, 나머지 산업들은 대체로 20%대에 있는 것으로 추정되었다.

II장의 <표 1>에 요약한 것과 같이, 선행 연구에서 연구개발투자 수익률을 추정 한 값은 최하 -47%부터 최대 97%에 이른다. 기업 연구개발투자의 사적 수익률은 대체로 20~30% 수준에 있다는 것이 방대한 연구결과를 통하여 학계가 가지고 있는 일반적인 견해인데, 우리나라의 경우에도 이 수준보다 낮은 것으로 나타나고 있다. Klette and Johansen(1998)은 노르웨이 기업을 대상으로 기업연구개발투자 수익률 및 지식스톡 진부화율을 추정하였는데 그 결과가 <표 11>에 나타나 있다. 이들은 연구개발투자 수익률을 6%(중간값 기준) 또는 11%(평균값 기준) 정도로 추정하고 있는데, 뒤에서 논의하는 바와 같

이, 이 추정치는 과소 계산되었을 가능성이 있다. 산업별 추정치를 비교해 보면, 본고의 경우 평균값 기준으로 최하 -4%(경공업)부터 최대 23%(화학)까지 추정치의 범위가 27%p로 넓게 나타나고 있는 반면, Klette-Johansen이 추정한 노르웨이의 경우에는 최하 0%(금속제품)에서 최대 23%(금속·철강)까지 추정치의 범위가 23%p로 낮게 나타나고 있다. 중간값으로 수익률을 계산하면, 한국의 경우에는 최하 8%(기계)에서 최대 33%(제약)까지 추정치의 범위가 25%p로서, 평균값으로 계산한 경우보다 다소 작게 나타난다. 노르웨이의 경우에도 최하 -8%(금속제품)에서 최대 11%(금속·철강)까지 추정치의 범위가 19%p로 더 작게 나타나고 있다. 두 가지 경우를 종합하면, 한국의 경우가 노르웨이의 경우보다 산업 간 수익률 격차

<표 11> 선행 연구결과와의 비교(Klette-Johansen, 1998)

	연구개발투자 수익률(%)		지식스톡 진부화율
	평균값	중간값	
(1) 화학	8	7	0.5300
(2) 석유정제·고무·플라스틱	4	-3	0.7004
(3) 금속·철강	23	11	0.1550
(4) 금속제품	0	-8	0.5573
(5) 기계	19	7	0.2393
(6) 전기·전자	15	2	0.2878
(7) 운송장비	2	-5	0.5557
전 체	11	6	0.4424

가 더 크게 나타나고 있다는 것을 알 수 있다.

지식스톡의 진부화율 추정치에 있어서 본 연구와 Klette-Johansen 연구는 매우 큰 차이를 보인다. 본 연구에서는 한국 기업의 지식스톡 진부화율을 제조업 평균 30.5%로 추정하는 반면, Klette-Johansen은 44.2%로 추정하고 있다. 산업별로는, 한국의 경우에는 최하 11.6%(금속·철강)에서 최대 44.8%(제약)로 추정하는 반면, 노르웨이의 경우는 최하 15.5%(금속·철강)에서 최대 70.0%(석유정제·고무·플라스틱)로 계산하고 있다. <표 2>에 요약되어 있는 선행연구는 대체로 지식스톡의 진부화율이 40%를 상회하지는 않는다는 것을 보여주고 있다. 노르웨이의 경우에는 지식스톡의 진부화율이 과대 추정되었을 개연성이 매우 높은 것으로 판단할 수 있다.

노르웨이 기업의 지식스톡 진부화율이 과대 추정되었다면, <표 10>의 수익률은 과소 추정되었으며, 따라서 Klette-Johansen의 수익률 추정치는 일종의 하한값으로 해석할 수 있다.

<표 12>는 이원기·김봉기(2003)가 과학기술정책연구원의 혁신 서베이에서 조사된 기술지식의 내용연수를 활용하여 지식스톡의 진부화율을 계산한 것이다. 여기에서는 비금속이 15%로 가장 낮고 영상음향이 30%로 가장 높으며 나머지 산업들은 20%대에 있는 것으로 추정하고 있다. 이 결과와 본 연구의 결과는 산업별로 차이를 보인다. 특히 화학 및 제약의 경우에는 본 연구에서는 44% 수준으로 보고 있는데 이들의 연구에서는 21%로 상대적으로 매우 낮게 나타나고 있다. 반면 본 연구에서 진부화율이 가장 낮은 것

〈표 12〉 이원기·김봉기(2003)에서 사용한 우리나라 업종별 진부화율

음식료	섬유	종이	화학	비금속	1차금속	조립금속	기계	전기전자	영상음향	운수장비
0.28	0.30	0.22	0.21	0.15	0.22	0.24	0.22	0.26	0.30	0.26

주: 과학기술정책연구원의 혁신서베이(신태영 외[2002])에서 기술지식의 내용연수를 활용하여 산출.

으로 추정된 금속산업의 경우 이들의 연구에서는 15%에서 24% 수준으로 보고 있다. 본 연구에서 ‘금속·철강’ 산업의 수치가 매우 낮게 나타난 것은 이들의 연구에서는 따로 취급한 세 산업을 통합하였기 때문이다. 향후 데이터가 좀더 축적된다면 이들 산업을 분리하여 추정을 해볼 수 있을 것이다. 기계와 자동차의 경우에도 본 연구에서 추정된 진부화율이 이들이 산출한 것보다는 높게 나타났다. 반면, 전기·전자와 경공업의 경우에는 이들의 숫자와 비슷한 결과를 보였다. 두 연구결과 모두 거시모형에서 가정하고 있는 지식스톡 진부화율 12.5%(신태영[2004])보다는 전반적으로 높은 수준의 진부화율을 제시한다.³²⁾

VI. 결론 및 정책적 시사점

기업 연구개발투자의 경제적 효과에 대한 실증분석은 데이터 문제와 분석모형의

한계로 인하여 제한적으로 이루어져 왔다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 본 연구는 기업별 연도별 관측치로 구성된 패널 데이터를 구축하였으며, 분석모형은 기업 연구개발투자의 특성을 보다 잘 설명할 수 있는 Klette 모형을 사용하였다. 다만, III장의 1절에서 논의하였듯이, 8년간 지속적으로 연구개발투자를 한 기업만을 표본으로 사용하였다는 사실은 추정결과 해석에서 유의할 점이다. 패널 데이터를 통하여 우리나라 기업 연구개발투자의 특성을 먼저 파악하고자 하였다. 우리나라 기업의 연구개발투자 특성은 선행 연구결과에서 정립된 이른바 정형화된 사실에서 벗어나지 않음을 확인할 수 있었다. 특히 강조할 점은 연구개발투자의 생산성 효과와 연구개발투자 자체의 생산성을 구별하여야 한다는 것이다. 즉, 연구개발투자를 많이 하는 기업이 생산성이 높은 것은 사실이지만 연구개발투자와 생산성 증가와의 관련성은 높지 않으며, 연구개발투자에 있어서도 다른 실험투자와 마찬가지로, 수익체증보다는 오히려 수익체

32) 거시모형에 있어서는 경제 전체의 지식스톡은 개별 기업이나 산업의 연구개발투자의 파급효과 등 외부경계를 모두 포함하게 되므로 기업 차원의 진부화율보다는 낮을 것으로 추론할 수 있다. 이 부분은 향후 추가 연구가 필요하다.

감의 법칙이 작용한다는 점이다. 연구개발투자가 설비투자 등 다른 실물투자와 차별되는 특징은 연구개발투자의 기업별 차이가 오랜 기간 지속된다는 것이다.

Klette 모형을 이용하여 본고에서는 연구개발투자를 지속적으로 하고 있는 한국 기업의, 생산성에 대한 기여도라는 의미에서, 연구개발투자 수익률 및 지식스톡의 진부화율을 추정하였다. 수익률을 추정의 주된 대상으로 한 것은 연구개발투자의 특성을 가장 단적으로 나타내 줄 수 있는 지표이기 때문이다. 연구개발투자의 궁극적인 목표는 이를 통하여 혁신적 성과를 생산하고 나아가 기업이 지속적으로 성장하는 데 기여하는 것이다. 이런 관점에서 연구개발투자 수익률이 어느 정도인가, 특히 자본의 기회비용을 의미하는 시장이자율을 상회하는지의 여부가 주된 관심의 하나이다. 실증분석결과에 의하면 이들 기업의 연구개발투자의 사적 수익률은 산업 전체로는 평균값 기준 7.7% 또는 중간값 기준 16.4% 수준으로, 제조업에 한정하면 평균값 기준 10.4% 또는 중간값 기준 16.4% 수준으로 추정되었다. 산업별로는 평균값 기준 최하 -10.9%(서비스)에서 최대 23.4%(화학)의 범위에, 중간값 기준으로는 최하 7.6%(식품·섬유·출판 등 경공업)에서 최대 33.2%(자동차)의 범위에 있는 것으로 나타나고 있다. 한편, 지

식스톡의 진부화율은 산업 전체로는 32.9%로, 산업별로는 최하 11.6%(금속·철강)에서 최대 49.5%(서비스) 범위로 추정되었다. 제조업 기업의 연구개발투자 수익률 10.4%(또는 중간값을 기준으로 했을 때의 16.4%)는 실질이자율보다는 높은 수준이지만,³³⁾ 다른 연구에서 추정된 것보다는 대체로 낮게 나타나고 있다.

자본시장이 효율적으로 작동한다면, 연구개발투자의 수익률은 자본의 기회비용에 추가하여 연구개발의 지대(rent)로 구성된다고 할 수 있다. 지금까지의 논의를 종합하면, 연구개발투자를 지속적으로 수행하는 우리나라 기업은 대체로 자본의 기회비용 이상의 초과수익을 향유하고 있다는 결론이 가능하다. 이러한 결과는 이들 기업들이 향후 성장과정에서 연구개발투자를 더 늘려나갈 것이라는 전망을 가능하게 한다. 이러한 결론은 추정계수를 활용하여 계산해 본 혁신 파라미터 값에서도 잘 드러나고 있다. 모든 산업에 있어서 혁신 파라미터의 추정치는 양의 값을 보이고 있는데, 이는 기업의 성장에 있어서 연구개발투자가 긍정적인 기여를 하고 있다는 것을 의미한다. 한편, 연구개발이 초과수익을 제공함에도 상당수 기업이 연구개발투자를 하지 않는 이유 및 기업별 R&D집약도의 차이가 오랫동안 지속되는 이유 중의 하나는 연구개발의 고정비용

33) 1995~2002년의 8년 기간의 평균으로 회사채 수익률은 10.7%인데 소비자물가 상승률 3.9%를 차감하면, 회사채 수익률로 본 실질이자율은 6.8% 정도라 할 수 있다.

(fixed cost)이 상당수 기업이 개별적으로 부담할 수 있는 수준보다 높다는 데에 기인한다. 또한, 연구개발투자 수익률의 산업별 차이는, 기본적으로 자본의 기회비용은 자본시장이 효율적으로 작동한다면 모든 산업에서 비슷하다고 할 수 있으므로, 각 산업의 고유한 연구개발의 특성, 예를 들면 기술개발 실패 위험의 차이, 기술기회, 수요의 특성 및 경쟁의 강도 등의 차이에 기인하는 것으로 추론할 수 있다.³⁴⁾

본 연구와 관련한 정책적 시사점을 논의해 본다. 생산성 제고를 통한 경제성장이 정책목표인 경우 기업의 혁신활동이 연구개발투자와 밀접한 관련을 가지고 있기 때문에 산업계 연구개발투자를 유인하는 정책수단이 요구된다. 그런데 연구개발의 중요성에도 불구하고, 대부분이 중소기업인 상당수의 기업이 연구개발을 하지 않거나 못하고 있는데,³⁵⁾ 그 근본적인 원인의 하나는 연구개발에 진입하는 데 드는 초기비용 또는 고정비용이 중소기업이 개별적으로 감당할 수 있는 수준보다 높기 때문이다. 연구개발투자를 통하여 혁신을 이루고 이를 통하여 기업이 성장

하기까지는 상당한 기간의 지속적인 투자와 위험 부담 및 내부 역량의 축적이 요구되는데, 대부분의 중소기업은 이러한 장기간 투자를 할 여력이 없는 것이 일반적이다. 따라서 상당수 중소기업이 연구개발을 본격적으로 수행하지 못하는 요인, 즉 연구개발의 고정비용을 분담할 수 있도록 하는 정부정책은 연구개발의 저변을 확대하게 될 것이고 이를 통하여 경제전체의 생산성 제고에도 기여하게 될 것이다. 기술개발에 있어서 산·학·연 협력체제의 중요성이 강조되는 근본적인 이유의 하나는 공동연구체제는 기업에게 연구개발의 고정비용을 낮추어주게 되고 따라서 더 많은 기업이 연구개발에 참여할 수 있도록 해줄 수 있기 때문이다.

정부 연구개발투자의 확대에 있어서 고려할 사항은 연구개발투자 확대가 반드시 연구개발투자-혁신-성장의 선순환 구조의 작동을 보장하는 것은 아니라는 것이다. 정부 연구개발투자의 딜레마는 시장에 가까운 기술분야에 투자하는 것이 단기적인 경제적 성과를 극대화하는 데는 효과적이지만 이는 민간 연구개발투자와 중복되는 문제가 발생하며,³⁶⁾ 기초연구에의 투자는

34) 산업 간에 연구개발의 성공 확률 또는 실패 위험의 차이가 존재할 경우 수익률 차이가 존재할 수 있다. 이 이슈를 제기한 익명의 논평자에게 감사드린다. 본문에서 언급한 “산업의 고유한 연구개발의 특성”은 이 논평을 포함한 보다 광의로 해석할 필요가 있다. Pavitt(1984)은 기업의 혁신활동에 대한 미시적 연구를 통하여 기술혁신의 패턴이 산업별로 특성을 달리한다는 점을 명확하게 보였는데, 이 논문 이래로 기술혁신의 연구에 있어서 산업별 특성을 고려하는 것은 기본지침이 되었다. 산업별 특성이 연구개발투자 수익률의 차이에 구체적으로 어떤 영향을 주는가에 대한 연구는 향후 과제로 남는다.

35) 중소기업협동조합중앙회의 조사에 의하면, 2002년의 경우 10만여개의 중소기업 중 연구개발투자를 하고 있는 기업의 비중은 18.1%에 불과하다고 한다.

중복문제는 없지만 경제적 성과로 이어지기까지는 시간이 오래 걸린다는 것이다. 그런데 시장에 가까운 기술분야에 정부가 투자하는 경우, 본 연구에서 확인한 바와 같이, 자본의 기회비용을 상회하는 초과 수익이 존재하므로 경제 전체로는 연구개발부문에 대한 우선적인 자원배분이 성장에 긍정적으로 기여할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 그러나 민간부문과의 중복으로 인한 정부연구개발투자의 驅逐效果(crowding-out effect)를 감안하면 성장에의 기여가 반드시 긍정적으로 이루어진다고 기대하기는 어렵게 된다. 이것이 경제 전체로 성장을 극대화하기 위해서는 정부의

연구개발투자가 민간이 취약한 부분에 대한 보완적인 투자가 되어야 한다는 원칙의 논거이다. 정부의 연구개발투자 우선부문을 기초연구분야로 한정할 필요는 없다. 산업기술개발 프로그램에 있어서도 민간이 단독으로 할 수 없는 보다 원천적이고 미래지향적인 분야에의 투자는 민간부문과의 보완성도 있으면서 장기적인 성장 원천으로 기여할 수 있을 것이다. 궁극적으로는 이러한 기술개발의 결과가 실용화되어 경제적 성과로 이어지도록 하는 기술혁신시스템의 구축이 정부 연구개발정책의 핵심과제이다.

36) 우리나라 정부연구개발투자자와 민간연구개발투자자에 대하여 이병기(2004)는 보완적 관계로, 권남훈·고상원(2004)은 대체적인 관계로 서로 상반된 결과를 제시한다. 두 연구 모두 기업별 데이터를 사용하고 있다.

참 고 문 헌

- 권남훈·고상원, 「정부의 연구개발 보조금은 기업의 연구개발투자를 촉진시키는가?」, 2004년 4월 7일, KDI 법·경제포럼 발표 논문.
- 김종일, 「중요소생산성의 추정에 있어서의 문제점과 제 추정방법」, 『한국계량경제학보』, 제8권, 1995, pp.207~232.
- 문홍배, 「연구개발투자의 기업생산성 증대효과」, 『산은조사월보』, 1997년 11월호, 한국산업은행.
- 서중해, 『우리나라 민간기업 연구개발활동의 구조변화』, 정책연구시리즈 2002-08, 한국개발연구원, 2002.
- 송준기, 「R&D자본과 생산성관계에 대한 실증적 분석」, 『産業組織研究』, 제3집, 1994, pp 37-56.
- 신태영, 「기업의 기술혁신 결정요인: 기업규모, 산업구조와 기술혁신」, 정책자료 99-07, 과학기술정책연구원, 1999.
- 신태영 외, 『2002년도 한국의 기술혁신조사: 제조업』, 과학기술정책연구원, 2002.
- 신태영, 「연구개발투자의 경제성장에 대한 기여도」, 정책자료 2004-3, 과학기술정책연구원, 2004.
- 연태훈, 「특허의 가치에 대한 시장의 평가」, 『KDI 政策研究』, 제26권 제2호, 한국개발연구원, 2004.
- 이병기, 「정부의 연구개발 보조가 민간기업의 연구개발 투자에 미치는 효과분석」, 한국경제연구원, 2004.
- 이원기·김봉기, 「연구개발투자의 생산성 파급효과 분석」, 『조사통계월보』, 2003년 5월호, 한국은행.
- 조성표, 『Korea R&D Scoreboard 개발』, 과학기술부, 2002.
- Arellano, M. and S. Bond, “Some Tests of Specification for Panel Data,” *Review of Economic Studies*, Vol.68, 1995, pp.277~297.
- Bartelsman, Eric J. and Mark Doms, “Understanding Productivity: Lessons from Logitudinal Microdata,” *Journal of Economic Literature*, Vol.38, No.3, 2000, pp.569~594.
- Bosworth, D. L., “The Rate of Obsolescence of Technical Knowledge—A Note,” *Journal of Industrial Economics*, Vol.26, No.3, 1978, pp.273~279.
- Cohen, W. and S. Klepper, “A Reprise of Size and R&D,” *Economic Journal*, Vol.106, 1996, pp.925~951.
- Fraumeni, B. M and S. Okubo, “R&D in the National Income and Product Accounts: A First Look at Its Effect on GDP,” *Bureau of Economic Analysis*, U.S. Department of Commerce, 2002.
- Gordon, R. J., “Five Puzzles in the Behavior of Productivity, Investment and Innovation,” NBER Working Paper 10660, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2004.

- Goto, A. and K. Suzuki, "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries," *Review of Economics and Statistics*, Vol.71, No.4, 1989, pp.555~564.
- Greene, William H., *Econometric Analysis*, Fourth Edition, New Jersey: Prentice-Hall, 2000.
- Greene, William H., *LIMDEP, version 8.0*, Plainview, N. Y. : Econometric Software, Inc., 2002.
- Griliches, Zvi, "Productivity, R&D and the Data Constraint," *American Economic Review*, Vol.84, No.1, 1994, pp.1~23.
- Griliches, Zvi, "R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues," in Paul Stoneman(ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, UK: Basil Blackwell, 1995.
- Hall, Bronwyn H., "The Private and Social Returns to Research and Development," in Bruce L. R. Smith and Claude E. Barfield(eds.), *Technology, R&D and the Economy*, Washington, D. C.: Brookings Institution and American Enterprise Institute, 1996.
- Hall, B. and J. Mairesse, "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms," *Journal of Econometrics*, Vol.65, 1995, pp.263~293.
- Hall, B. and R. Oriani, "Does the Market Value R&D Investment by European firms? Evidence from a Panel of Manufacturing Firms in France, Germany, and Italy," NBER Working Paper 10408, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2004.
- Klette, T. J., "R&D, Scope Economies, and Plant Performance," *RAND Journal of Economics*, Vol.27, No.3, 1996, pp.502~522.
- Klette, T. J. and F. Johansen, "Accumulation of R&D Capital and Dynamic Firm Performance: A Not-so-fixed Effect Model," *Annales d'economie et de statistique*, No. 49/50, 1998, pp.389~419.
- Klette, T. J. and Z. Griliches, "Empirical Patterns of Firm Growth and R&D Investment: A Quality Ladder Model Interpretation," *Economic Journal*, Vol.110, April 2000, pp.363~387.
- Klette, Tor Jakob and Samuel Kortum, "Innovating Firms and Aggregate Innovation," *Journal of Political Economy*, Vol.112, No.5, 2004, pp.986~1018.
- Mansfield, Edwin, "Introduction," in Edwin Mansfield and Elizabeth Mansfield(eds.), *The Economics of Technical Change*, Aldershot, England: Edward Elgar, 1993.
- Mairesse, J., "The Importance of R&D for Innovation: A Reassessment Using French Survey Data," NBER Working Paper 10897, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2004.
- Mairesse, J. and Sassenou, D., "R&D and Productivity: A Survey of Econometric Studies at the Firm Level," *OECD STI Review*, No.8, 1991, pp.9~43.
- Mowery, D., "Market Structure and Innovation," in G. Lebecap(ed.), *Advances in the Study of Entrepreneurship, Innovation, and Economic Growth*, Vol.1 Greenwich, CN: JAI Press, 1986.
- Nadiri, M. Ishaq, "Innovations and Technological Spillovers," NBER Working Paper 4423, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1993.
- Odagiri, H., "R&D Expenditures, Royalty Payments, and Sales Growth in Japanese Manufacturing

- Corporations,” *Journal of Industrial Economics*, Vol.32, 1983, pp.61~71.
- OECD, *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, Paris: OECD, 2002.
- OECD, “R&D and National Accounts: Status Report and Opportunities for Improving Analysis,” DSTI/EAS/STP/NESTI(2004)25, June 10, 2004.
- Pakes, A. and M. Schankerman, “The Rate of Obsolescence of Patents, Research Generation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources,” in Zvi Griliches(ed.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago: The University of Chicago Press, 1984.
- Pavitt, Keith, “Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory,” *Research Policy*, Vol.13, No.6, 1984, pp.343~373.
- Schankerman, M., “Measurement of the Value of Patent Rights and Inventive Output Using Patent Renewal Data,” *OECD STI Review*, No.8, 1991, pp.101~122.