

R&D 투자와 설비투자

<목차>

I. 서론
II. 배경: R&D와 설비투자
III. R&D 투자와 물적투자간 장기균형관계
IV. R&D 투자와 물적투자간 선행성 및 인과관계
V. 시사점

김 병 우

과학기술정책연구원(STEPI) 부연구위원

02-3284-1841

byungw@stepi.re.kr

<초록>

R&D를 통해 축적되는 지식자본은 한 번 공개되면 그것을 공유하는데 비용이 들지 않는 비경합성(nonrivalry)을 가진다. 비경합성은 지식자본과 경합적 생산요소 즉, 물적자본, 노동, 천연자원을 통해 최종 생산물을 생산할 때 이가 규모수익체증(increasing returns to scale)의 현상을 가짐을 의미한다. 즉, 물적자본과 달리 지식자본이 축적될수록 지식자본의 한계생산이 체감할 필요가 없음을 나타낸다. 이 현상은 기술혁신이 물적자본에 존재하는 수확체감의 법칙을 상쇄하는 보완적 관계를 지님을 의미한다.

또한, 대부분의 R&D부문이 자본집약적 특성을 지니기 때문에 실증분석 결과는 최근 우리 경제에서 기술혁신이 물적투자를 유발(cause)하는 현상이 90년대부터 나타나고 있음을 보여준다. 반면, 양적성장기에 해당하는 90년대 이전에는 일반적으로 물적자본 투자가 기술학습 필요성 유발 및 생산요소 비용변화를 통해 기술혁신의 인센티브에 영향을 미쳐왔음을 보여준다.

이같이 설비투자의 구조전환이 발생함에 따라, 투자활성화를 위한 전제로 기술혁신과 인적자본 육성을 위한 R&D투자의 중요성이 증대하고 있다. 즉, R&D투자는 상품혁신과 공정혁신을 통해 신상품, 신공정을 창출하고 이같은 R&D투자의 결과를 상품화하는 과정에서 설비투자가 파생적으로 유발되는 구조로 전환되었음을 인식할 필요가 있다.

기술혁신에 의해 유발되는 물적투자의 증대를 위해 구체적으로 기술정책과 재정정책의 동시 시행이 필요하다. 예를 들어, R&D 지원대상 부문에 가속상각(accelerated depreciation) 제도, 투자세액공제(investment tax credit) 정책을 동시에 시행하여 체화된 기술진보의 설비투자 유발을 유도할 필요가 있다.

Abstract

More capital accumulation stimulates innovation by raising equilibrium flow of profits, just as more innovation stimulates capital accumulation by raising the rate of productivity growth. This complementarity proposition runs counter to the conventional belief that the long-run rate of growth is not affected by capital accumulation, a belief that is supported by the neoclassical growth model of Solow and Swan(1956), in which technical progress drives long-run growth independently of capital accumulation.

The same conventional beliefs is supported also by the endogeneous growth models of Romer(1990) and Grossman and Helpman(1991), in which the incentives to perform R&D determine long-run growth independently of the stock of capital. The key difference between the model of Aghion and Howitt(1998) and these other models is that they assumed that R&D uses the same mix of inputs as does the production of capital and consumption goods, whereas these other models assume that labor is the only input to research.

The increase in business R&D expenditure will eventually lead to promotion of firm's physical investment expenditures.

<주제어>

R&D투자, 물적자본, 그랜저 인과관계, 지식자본, 비경합성

<Key Words>

R&D investment, Physical capital, Granger causality, Knowledge capital, nonrivalry

I. 서론

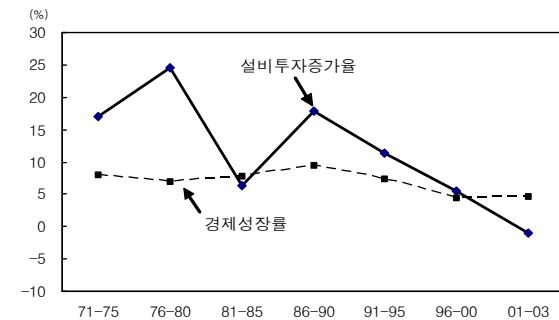
최근 기업의 수출은 크게 증가했지만 국내 민간수요, 즉 민간소비와 투자증가를 통한 성장률 증가의 정도는 미미한 상황이다. 과거 '수출증가→기업이익 증가→고용 및 설비투자 증가 → 소득증가 → ...'의 선순환구조가 우리 경제의 경기회복의 주요 요인으로 작용한 반면 수출과 투자 등 내수간의 단절화 현상이 나타나면서 '고용없는 성장' 등 여러 거시경제적 문제점을 노정하고 있다.(정운찬, 2005)

현재 정책당국에 의해 중요성이 부각되는 R&D투자 역시, 실물경제에 긍정적 영향을 미치려면 실물투자 촉진 등 어떤 형태로든 체화(embodied)될 필요가 있다.

설비투자증가 침체에 따라 경기회복 시기 지연은 물론 자본스톡 증가율 둔화를 통해 성장 잠재력 저하로 이어질 것으로 우려되며¹⁾ 투자부진 장기화는 '질적 경제성장' 제고에도 걸림돌로 작용할 전망이다.

1980년대 후반까지만 해도 연평균 15% 수준을 나타내었던 설비투자 증가율은 1990년대 들어 둔화되기 시작하여 외환위기 이후 둔화추세가 심화되고 있다. 특히, 2001년~2004년 3/4분기에는 증가율이 연평균 0.3% 수준까지 하락하였다.

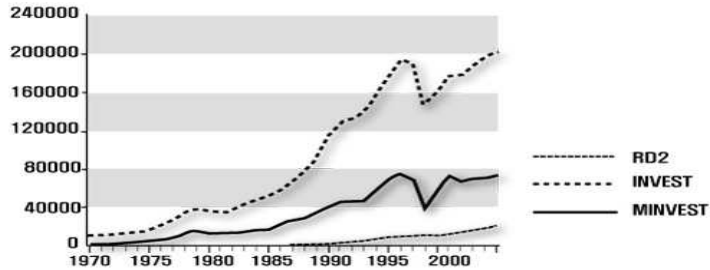
<그림 1> 1970년대 이후 설비투자 및 경제성장률 추이(자료: 전승철 외, 2005)



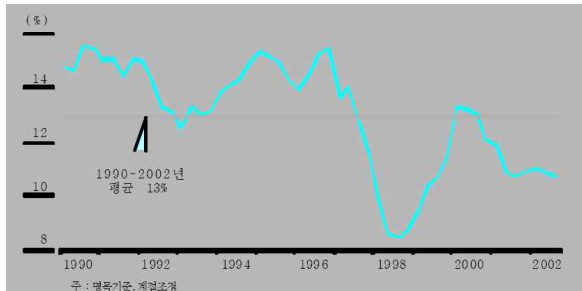
설비투자의 GDP대비 비중도 1990년대 중반 15~16% 수준을 기록하였으나 이후 하락세를 지속하여 외환위기 이후에는 10~13% 수준을 유지하였다. 이에 반해(GDP 대비) R&D 집약도는 꾸준히 증가하여 2005년말 2.99%까지 지속적으로 상승하였다.

1) 일반적으로 총투자(gross investment)에서 감가상각된 부분을 빼면 순투자(net investment) 규모변수를 얻을 수 있음. 국민계정에서 투자지출은 설비투자, 건설투자 및 재고투자의 세 항목으로 구성되어 있음

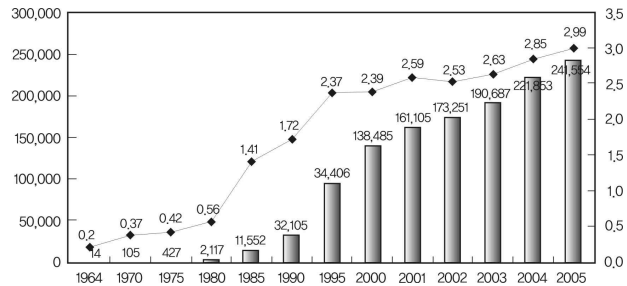
<그림 2> 1970년대 이후 설비투자(MINVEST), 총투자(INVEST) 및 R&D투자(RD2) 추이
(단위: 십억원)



<그림 3> 설비투자의 대GDP 비중 하락(자료: LG 경제연, 2003)



<그림 4> 우리 경제의 R&D투자 동향



주: 선은 percentage of GDP(%), 막대는 R&D 투자(100 million Won)을 나타냄
자료: 과학기술부

그러나, 한 연구의 분석대상인 상장기업의 유형자산 투자가 위축되는 것과 대조적으로 R&D투자는 확대되는 것으로 나타나고 있다. 즉, 90년대 후반부터 투자에도 '선택과 집중'의 원칙이 적용되면서 설비투자보다는 R&D투자에 주력하는 경향이 나타나는 것이다(2004, LG경제연구원).

설비투자 부진의 원인으로 주로 경기침체에 따른 투자수요 감소와 경제의 불확실성을 들고 있다.(2004, SERI) 이와 유사하게 우리 경제의 투자자본 수익률(ROIC)이 지속적으로 하락되는 현상을 투자부진의 근거로 제시하기도 한다(2006, LG경제연구소).

또한, 설비투자 유발경로 변화에 대한 대응경로 미흡을 드는 주장도 있다(전승철 외, 2005). 즉, 물적자본 위주의 경제성장이 지속됨에 따라 자본 한계생산성은 낮아지지만 R&D 등 질적투자에 의해 유발되는 내생성에 대한 대응이 적절하지 않다는 것이다. 한편, 기업이 기술기회를 적절히 포착하지 못한데서 물적투자 부진이 나타난다고 파악하는 견해도 있다(2006, STEPI).

<그림 5> 투자자본 수익률(ROIC) 추이(자료: LG 경제연, 2006)



주: 표본기업의 중간값(Median)임
· 투자자본수익률 = 세후영업이익/기초영업용투자자본
· 세후영업이익 = 영업이익×(1-해당연도 법인세율)
· 영업용투자자본 = 영업자산-영업부채
· 영업자산: 매출채권, 선급금, 선급비용, 개고자산, 영업용투자자산, 유형자산, 무형자산 등
· 영업부채: 매입채무, 미지급금, 선수금, 선수수익, 퇴직급여충당금 등

요약하면, 외환위기 이후 우리 경제의 성장세가 둔화되는 중요한 요인중의 하나로 설비투자 또는 물적자본에 대한 투자 증가세 둔화가 지적되고 있다. 따라서, 내수진작 등 총수요 증대를 위해 민간 설비투자 촉진이 중요한 정책과제로 대두되고 있다. 본 연구는 이같은 총수요촉진 아니라 총공급 측면에서도 경제성장 제고를 위해 민간부문 R&D촉진이 이에 대한 해결방안이 될 수 있음을 이론적·실증적으로 검토하고자 한다.

이와 함께, 그 기간을 뚜렷이 구분하는 것은 어렵지만 우리 경제는 이전의 산업화 단계에서 최근 혁신기반 성장단계로 이행하고 있다. 이같이 경제성장 단계의 전환이 R&D투자의 특성을 변화시킴으로써 지식 및 물적자본의 두 투자유형간 관계에 어떠한 변화를 야기하였는가를 통계적 방법을 통해 검정한다.

II. 배경: R&D와 설비투자

1. R&D 투자지출

우리나라는 일부 IT관련 업종을 제외하고 대부분의 산업에서 최근까지 물적자본 투입 위주의 성장전략에서 벗어나지 못한 상황이다. 1990년대 들어 R&D 지출 총액의 급증으로 GDP대비 비중인 R&D 집약도도 2006년 기준 3.2%까지 상승하였으나 대부분의 R&D 지출이 전자부품·영상음향통신 등 일부 IT 관련업종에 편중되어 여타 업종에서는 여전히 R&D 투자지출이 크게 미흡한 실정이다.

<표 1> 제조업 업종별 매출액 대비 R&D투자 비중 및 설비투자 증가율
(1998~2003년 평균)

(단위 : %)

업종	R&D투자비중	설비투자 증가율	업종	R&D투자비중	설비투자 증가율
전자부품	4.12	21.11	조립금속	0.53	5.63
의약품	1.87	11.19	출판인쇄	0.50	-2.46
자동차	1.79	6.98	섬유제품	0.32	0.39
기계장비	1.16	5.35	비금속광물	0.31	1.01
화학제품	1.05	-0.62	음식료품	0.26	-0.31
전기기기	0.94	13.65	석유제품	0.17	-7.63
가죽, 가방, 신발	0.66	7.39	종이펄프	0.15	-15.59
1차금속	0.56	-7.91	제조업 전체	1.40	1.34

자료 : 한국은행 기업경영분석 각호, 산업은행 설비투자계획조사 각호

또한, 기술혁신을 나타내는 R&D투자비중(집약도)와 물적투자의 증가율을 비교해보면 일부 IT관련 산업(전자부품 등)을 제외하고 R&D 투자집약도가 전체적으로 낮은 수준을 보인다.

<표 2> 주요국의 첨단산업 업종별 R&D 지출 점유비중(2000년도 기준)

(단위 : %)

구분	한국	미국	일본	독일	영국
의약품	1.7	10.0	7.3	6.7	30.8
컴퓨터 및 사무용기기	8.5	8.0	11.4	2.1	1.2
전자부품·영상음향통신장비	43.8	19.9	19.8	11.1	11.1
의료·정밀·광학기기	1.2	14.8	4.7	5.4	5.2
항공기	3.5	8.0	0.8	7.2	11.8
(첨단기술업종 계)	(58.7)	(60.7)	(44.0)	(33.1)	(60.1)
제조업 전체	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료 : NSF, Science and Engineering Indicators 2004

2) <표1>과 <표2>는 전승철 외(2005, 한국은행)에서 재인용.

2. 기존 연구결과

기술혁신은 기계 및 설비의 품질을 향상시킴으로써 생산성을 향상시키는 등 일반적으로 물적 및 인적자본 등 내구재에 체화되어 나타난다. 또한, 연구개발 부문은 컴퓨터, 정밀기기 등 시설뿐 아니라 과학자나 엔지니어 등 인적자본을 축적한 R&D 인력을 필요로 하는 등 R&D 부문은 일반적으로 매우 자본집약적인 부문인 특성을 지니고 있다.

기술혁신을 통해 질적 성장을 추구하고자 하는 우리 경제에서도 물적 자본축적이 가지는 의미와 시사점을 연구하는 것은 중요하다.

하준경(2004, 한국은행)은 선진국간 기술격차가 좁혀지지 않는 가운데 혁신기반 성장전략만이 유효성을 지닌다고 주장하였다.

신태영(2003, STEPI)은 R&D 자본스톡을 명시적으로 산출하여 R&D와 관련된 정부정책 변화가 실물투자 등 거시경제 변수에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고 시뮬레이션을 통해 1조원의 R&D 투자지출 증가가 장기적으로 설비투자를 1.5%정도 증가시킴을 보였다. 그는 하준경(2004)과 달리 우리 경제는 물적자본에 대한 투자와 기술혁신을 바탕으로 한 성장전략을 동시에 추구할 필요가 있음을 주장하였다. 그 근거로 양극화 현상의 심화속에서 우리 경제는 성장유지와 고용확대를 위해 두 유형의 전략이 동시에 필요함을 들고 이를 통해 우리 경제가 선진국 수준으로 수렴할 수 있음을 주장하였다.

한편, 김성·장준영(2006, 한국은행)은 R&D 및 인적자본 등 무형자산에 대한 지출이 설비 투자에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고 공격분모형의 충격반응함수를 통해 R&D지출이 설비투자를 보완하여 장기적으로 양적투자를 확대시키는 것을 보였다.³⁾ 이들은 특히 우리 경제에서와 같이 IT위주의 성장 및 수출주도 경제하에서는 R&D 등 질적투자에 따른 생산성 제고가 양적투자 확대에 이어질 수 있도록 유도하는 정책이 필요하다고 주장하였다.⁴⁾

신고전과 경제성장이론 및 1세대 내생적 경제성장이론 등은 경제의 장기 균형성장률이 자본축적에 의해 영향받지 않는 일종의 중립성(neutrality)이 존재함을 주장하였다. 즉, 신고전과 모형에서는 오직 지속적 기술진보만이 지속적 성장을 증가를 가능케 하는 것이다(Solow 1957, Swan, 1957). 1세대 내생적 성장이론에서도 R&D를 시행할 인센티브는 자본스톡과 무관하게 결정된다(Romer 1990, Grossman and Helpman 1991).

내생적 성장모형에서 기본적으로 이러한 결론이 도출되는 것은 R&D 부문이 유일한 요소 투입으로 노동(R&D 인력)만을 사용한다는 가정에서 비롯된다. 즉, 두 견해 모두 자본축적은 장기 성장경로의 수준(level)만을 결정하고 기술혁신만이 장기 성장률(rate)을 결정한다는 입장을 지니고 있다.

반면, 2세대 내생적 경제성장이론에는 자본축적과 기술혁신간의 보완관계(complementarity)를 명시적으로 고려하고 있다(Aghion and Howitt, 1998). 이들에 따르면, 기술혁신이 생산성 증가율을 향상시켜 자본축적을 촉진하는 것과 마찬가지로 더 많은 물적자본 축적은 균형 이윤흐름을 증가시켜 기술혁신을 더욱 촉진시키게 된다. 기술혁신이 존재하지 않으면 수확감의 법칙이 순투자를 저해하게 되며 또한, 물적투자가 발생하지 않으면 R&D 부문에서 자본의 사용자비용이 체증하게 된다. 이는 언급한 바와 같이 R&D를 통한 지식생산과정에서 최종재 생산과 같이 R&D 인력뿐만 아니라 물적자본(physical

3) 반면, 단기적으로는 R&D에 따른 생산성 향상으로 (물적)자본재가격이 하락할 것을 기대하여 자본재 구매를 미룰 가능성이 있음. 이같은 세계인지만(New Keynesian)의 견해는 단기적 가격경직성에 기초를 두고 있음

4) 이들은 R&D자본스톡과 설비투자간 관계를 주로 분석하였으나 본 연구에서는 Aghion and Howitt(1998)에 따라 플로우 개념인 R&D 투자지출과 설비투자간 관계를 분석하였음

capital)도 동시에 지식생산과정에 투입된다고 보는 시각에서 기인한다.

2세대 성장모형에서는 다음과 같이 거시경제의 균형식에서 R&D 투자(≡N)를 명시적으로 고려하고 있다.

$$Y = C + I + N = (AL_1)^{(1-a)}K^a \quad (1)$$

또한, 자본축적과 기술혁신이 상이한 인과관계 요인이 아니라 동일한 과정의 두 측면으로 파악하고 있다. 즉, 신기술은 대부분 그것이 사용되기 위해서는 새로운 형태의 물적 또는 인적자본에 체화(embodied)되어 나타난다는 것이다.

3. 수직적 기술혁신: 슈페터적 내생성장모형(Aghion and Howitt, 1998)

본 절에서의 모형은 R&D투자가 새로운 중간재 개발을 통해 최종재 생산에서의 품질(quality)을 제고하는 경로를 중시하는 이론에 기반을 두고 있다.

다음과 같은 대표적 가계의 효용극대화 문제를 상정하자.

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(c) dt \quad (2)$$

$$u(c) = (C^{1-\epsilon} - 1) / (1-\epsilon) \quad (3)$$

$u(c)$ 는 소비에 대한 효용함수를, ρ 는 주관적인 할인율을 나타낸다. 여기서 효용함수는 시점 간 일정한 대체탄력성을 지니도록 설정되었다.

제의 생산요소는 노동(L)과 다수의 중간재(x)로 구성되며 제조 부문의 총생산함수(aggregate production function)는 다음과 같다고 하자. 2세대 성장모형에서는 기계 등 내구재에 체화된 자본스톡 K 를 명시적으로 고려하고 있다. 총투자를 I 로 나타내고 자본재 역시 소비지출 또는 R&D지출과 같이 다음 생산함수에 의해 노동과 중간(자본)재에 의해 생산된다고 하자.

$$C + I + N = Y = (L)^{(1-a)} \left[\int_0^1 A x_i^a d_j \right] \quad (4)$$

중간재 생산에 소요되는 유일한 투입은 (물적) 자본재이다. i 부문에서의 독점사업자가 x 만큼의 중간재를 생산하기 위해서는 Ax 만큼의 자본재를 필요로 하게 된다. 신규기술일수록(A 가 클수록) 보다 자본집약적인 특성을 띠게 된다.

각 독점사업자는 가격로부터 자본재를 임대받는다 고 하자. 임대율은 r 이며 임대시장은 완전경쟁적이라 하자. 그러면, 독점사업자의 평균비용은 Ar 이 된다. 이와 같이 중간재 x 의 가치는 (국지적인) 중간재 독점생산자의 이윤극대화에 따라 결정된다. 최종재 제조 부문에서 투입하는 중간재의 한계생산은 역수요함수 $p(x)$ 와 같다.

$$p(x) = (L)^{(1-a)} a x_i^{a-1} \quad (5)$$

독점사업자의 최적 공급량은 다음과 같다.

$$x = (r/\alpha^2)^{1/\alpha-1} L \quad (6)$$

Romer(1990)는 $v=1$ 을 가정하여 독점적 마진율이 자본소득 몫의 역수로 결정되도록 하였다. 그러나 여기서는 마크업에 관계없이 모든 재화가 동일한 가격으로 거래되기 때문에 중간재 생산 기업의 이윤 흐름은 다음과 같다. 이윤흐름은 다음과 같이 수입의 $(1-a)$ 분과 동일하게 된다.

$$\pi = (1-a)(L)^{(1-a)} A a x_i^a \quad (7)$$

A 를 모든 부문에서의 평균적인 생산성을 나타내는 지표라 하자.

중간재 기업의 자본에 대한 수요(좌변)와 경제 전체 자본 공급(우변)이 동일하다는 균형 조건은 다음과 같이 나타난다.

$$\int_0^1 A x_i^{aV} di = K \quad (8)$$

식 (X)에 따르면 모든 중간재 부문은 동일한 양만큼 생산하게 된다. 이는 다음 관계를 의미하게 된다.

$$x = k = K/A \quad (9)$$

즉, 각 중간재 부문에서의 중간재 산출흐름은 “자본집약도” k 와 동일하게 된다.

이와 식(X)는 다음을 의미하게 된다.

$$r = \alpha^2 (k/L)^{\alpha-1} \quad (10)$$

이에 따르면 과거에 결정된 자본집약도는 중간재 독점사업자가 지불해야 하는 균형 이자율을 하락시키게 된다. 이는 자본축적에 따른 수확체감의 결과로 볼 수 있다. 이 관계를 생산함수 (F)에 대입하면 다음과 같은 콥-더글라스 총생산함수를 얻을 수 있다.

$$C + I + N = Y = K^\alpha (AL)^{(1-\alpha)} \quad (11)$$

이제까지 묘사된 모형은 2부문 성장모형으로 볼 수 있다. 즉, 산출수준은 물적자본 스톡 K 와 A 에 비례한 지식스톡 등 두 유형의 스톡에 의해 결정된다.

산출, 소비, 자본 및 R&D투자가 모두 g 의 동일한 비율로 증가하는 정상상태를 고려하자. A 의 증가율은 선진국 파라미터 A^{\max} 의 증가율과 동일하다. 이 경우, 경제성장률은 다음과 같다.

$$g = \lambda n \ln \gamma \quad (12)$$

여기서 $n = N/A^{\max}$ 즉, 생산성 조정 R&D 투자규모를 나타낸다. 또한, γ 는 품질제고 내생 성장모형에서 기술혁신의 규모(size)로 불리는 것으로 기술혁신이 다음기의 생산성을 증가시키는 크기를 나타낸다. ($A_{t+1} = \gamma A_t$)

이같은 슈페터 내생성장모형에 다음과 같은 가정을 부과하기로 한다. 즉, Solow, Swan과 마찬가지로 경제주체(가계)가 총생산 Y 의 일정비율 s 만큼을 저축한다는 것이다. 이 경우, 자본축적 방정식은 다음과 같다.

$$\Delta K/K = (sY - dK)/K = s(k/L)^{\alpha-1} - d \quad (13)$$

정상상태에서 이는 성장률 $g = \lambda n \ln \gamma$ 와 동일하게 된다. 따라서, 정상상태에서의 자본집약도는 다음과 같은 자본곡선에 의해 결정된다.

$$s(k/L)^{\alpha-1} - d = \lambda n \ln \gamma \quad (14)$$

산출, 소비, 자본 및 R&D투자가 모두 g 의 동일한 비율로 증가하는 정상상태에서 A 의 증가율은 선진국 파라미터 A^{\max} 의 증가율과 동일하다. 이 경우, 경제성장률은 다음과 같다.

$$g = \lambda n \ln \gamma \quad (15)$$

$$A_{t+1} = \gamma A_t \quad (16)$$

따라서, 자본축적은 기술혁신에 의해 증가하는 기술 파라미터 A 의 증가율에 대해 증가함수로 나타난다. 본 연구의 후반부는 이같이 내생적 성장모형이 R&D에 따른 생산성증가율과 자본증가율에 대해 시사하는 바를 한국경제 데이터를 사용하여 검증하고 실증분석하는데 집중된다.

다음 절에서의 모형은 2절과 달리 R&D투자가 상품혁신을 통해 최종재 생산에서의 투입으로 사용되는 신규 중간재의 유형을 증가시킴으로써 상품 다양성(variety)을 제고하는 경로를 증시하는 이론에 기반을 두고 있다.⁵⁾

4. 수평적 기술혁신: 제품다양성 확장모형(Romer, 1990)

Romer(1990)의 최종재 부문은 솔로우 신고전과 성장모형과 유사하다. 경제의 생산요소는 노동(L)과 다수의 중간재(x)로 구성되며 제조 부문의 총생산함수(aggregate production function)는 다음과 같다고 하자.⁶⁾(σ : 자본재간 대체탄력성)

$$Y = (L)^{(1-\sigma)} \left[\int_0^A x_i^{\sigma} di \right]^{(1/\sigma)} \quad (17)$$

여기서 A 는 최종재 부문에서 가용한 중간재(자본재)의 범위를 나타낸다.⁷⁾ 각 기업은 최종재를 생산하기 위해 노동과 각 중간재를 얼마나 사용하여야 하는지를 결정하는 이윤극대화 문제에 직면하게 된다. 기업은 각 중간재의 한계생산이 임대가격 p 와 같아지는 수준까지 중간재를 고용 및 임대한다.

5) 3절과 4절에서의 기술혁신은 모두 상품혁신(product innovation)을 대상으로 하지만 생산과정에서의 비용을 절감하는 공정혁신(process innovation)도 물적투자에 영향을 미칠수 있음. 이 경우, R&D 투자는 생산성 향상의 경로를 통해 오히려 단위 산출당 필요한 설비투자를 줄이는 효과를 가져올 수도 있음. 김상·장준영(2006)은 단기적으로 R&D투자가 물적투자를 축소시킬 수 있음을 지적. 이에 대한 본격적인 논의는 향후 연구로 돌리기로 함.

6) Romer(1986)는 이와는 다소 상이하게 물적 자본 스톡(K)을 R&D 과정을 통해 창출되는 지식(knowledge)으로 해석하였음.

7) 중간재에 대한 가장 직관적인 예로 로봇(robot)을 들 수 있음.

이와 같이 중간재 x 의 가치는 (국지적인) 중간재 독점생산자의 이윤극대화에 따라 결정된다. 1단위의 자본(capital)이 1단위의 중간재를 생산한다고 가정하면 한계비용은 이자율 r 이 된다. 최종재 제조 부문에서 투입하는 중간재의 한계생산은 역수요함수 $p(x)$ 와 같다.

$$p(x) = (L)^{(1-\sigma)} \left[\int_0^A x_i^{\sigma} di \right] \sigma x^{\sigma-1}$$

Romer(1990)는 신규 중간재 생산 부문에 진입하기 위해서는 중간재 부문 기업이 R&D 부문의 제품혁신에 대해 보상하는 독점지대(monopoly rent) 성격의 고정비용(fixes costs)을 지불해야 한다고 가정함으로써 자신의 모형(1986)을 확장시켰다. 특허 보호(patent protection)에 따라 단지 하나의 기업만 각 중간재(자본재)를 제조하게 된다.

일단 특정 자본재에 대한 청사진을 구매하면 이는 독점기업의 고정비용(fixed cost)으로 산정되며 중간재 생산 기업은 단순한 생산함수 즉, 한 단위의 원시적 자본(raw capital)으로부터 한 단위의 중간재를 생산하는 함수관계에 따라 각 자본재를 생산한다.

중간재 생산 기업은 독점적 생산자로 활동하여 한계비용에 대해 $\eta(=1+m)$ 의 마크업(비용할증; mark-up)을 부과한다. 모든 자본재는 동일한 가격으로 판매된다. 따라서 각 자본재 생산기업은 동일한 이윤을 얻는다.

중간재 기업의 자본에 대한 수요(좌변)와 경제 전체 자본 공급(우변)이 동일하다는 균형 조건은 다음과 같이 나타난다.

$$\int_0^A x_i^{\sigma} di = K$$

이를 사용하면 최종재 부문의 생산함수는 다음과 같다.

$$Y = A^{\sigma} L^{1-\sigma} K^{\sigma} \quad [\text{단, } \sigma = (1/\eta) - a]$$

이 내생적 성장모형에서는 R&D부문에 의해 결정되는 총요소생산성 증가율 $g_A(=\Delta A/A)$ 이 1인당 자본량 증가율 $g_k(k=K/L)$ 을 결정하게 된다. 따라서, 수평적 기술혁신(또는 제품다양성 확장모형)에서도 R&D 지출과 물적투자 상호간 경제적 관계를 지니게 된다. 이 모형이 슈페터적(2세대) 성장모형과 다른 점은 R&D 및 물적투자 모두 신고전과 모형과 달리 내생변수임에도 불구하고 물적투자가 주로 R&D투자에 따른 생산성 향상에 의해 수동적으로 결정되는 측면이 강한데 있다.

III. R&D 투자와 물적투자간 장기균형관계

1. 벡터 오차수정모형(VEC)

1970년부터 2004년까지의 우리 경제의 R&D 투자(RD), 물적자본 투자(I)로 구성된 데이터를 사용하여 R&D활동과 물적투자간 관계에 대한 실증분석을 시행하였다.⁸⁾ R&D 투자지출(RD) 충격이 물적투자에 미치는 충격반응함수(impulse response function)⁹⁾를 구하기 위해 다음과 같은 벡터오차수정(vector error correction; VEC)모형¹⁰⁾을 설정하였다.

이를 통해 R&D 투자 및 물적투자 변수간의 인과적 관계를 실증적으로 분석하였다.¹¹⁾ 즉, 각 데이터의 시계열 특성을 이용하여 두 변수간 공적분(bivariate cointegration) 관계를 검증하였다.¹²⁾ 일반적으로, 불안정한(nonstationary) 시계열 변수의 선형결합으로 구성된 잔차항이 안정적(stationary) 시계열일 경우, 변수간 장기적 균형관계 즉, 공적분 관계가 있다고 불려진다.¹³⁾

VEC모형에서는 각 변수가 단위근(unit root)을 가진다고 가정하므로 변수의 안정성 검정을 다음과 같이 시행하였다. Augmented Dickey-Fuller(ADF) 단위근 검정은 다음 회귀식에서 $H_0 : \gamma^* = (\gamma - 1) = 0$ 이라는 귀무가설을 검증한다.

$$x_t = \alpha_1 + \gamma x_{t-1} + \epsilon_{1t}$$

$$\Delta x_t = \alpha_1 + \gamma^* x_{t-1} + \epsilon_{1t} \quad (18)$$

이를 통해, 수준변수는 불안정적이지만 1차 차분(difference)을 통해 안정적인 시계열이 됨을 <표 3>에서 확인할 수 있다.

8) 물적투자는 한국은행의 총고정자본형성 항목을, R&D투자는 KISTEP의 연구개발비 데이터를 각각 사용하였음.
 9) 충격반응함수는 한 변수의 충격이 다른 변수에 미치는 영향을 나타내는 승수(multiplier)의 궤적을 나타내는 함수 또는 그래프임.
 10) 오차수정모형은 종속변수가 공적분관계에 있는 설명변수의 변동 및 균형에서의 이탈치에 대한 조정분에 의해 변동함을 나타내는 시계열모형임. 여기서 중요한 것은 종속변수에서 장기 균형관계에 있는 변수간 균형에서의 오차(equilibrium error)에 대해 일정부분 조정이 이루어진다고 파악하는 것임. 예를 들어 R&D투자와 물적투자(종속변수)간 공적분 관계가 있을때 두 변수간 장기적 균형관계의 이탈치의 일정부분에 대해 시차를 두고 물적투자에 오차수정(error correction)이 이루어진다고 파악.
 11) VEC모형에서의 시차는 두가지의 정보기준 AIC 및 SC를 적용한 결과 SC의 값이 lags=2의 경우에 가장 낮게 나타나 n=2의 시차를 사용.
 12) 이하에서 시행되는 공적분 검증에서 일반적으로 1. No intercept, No trend 2. Intercept, No trend 3. Linear trend, Intercept, No trend 4. Linear trend, Intercept, Trend 5. Quadratic trend, Intercept, Trend 등 5가지의 경우를 Johansen(1995)의 모형설정 검증법을 사용. 본 모형에서는 “3. Linear trend, Intercept.”의 경우가 데이터에 적합한 것으로 나타남.
 13) 직관적으로 설명하면 한 시계열 변수에 발생한 충격의 영향이 시차를 두고 소멸하지 않고 항구적(permanent)인 경우, 이 시계열은 불안정하다고 표현. 또한, 두 불안정한 시계열의 선형결합이 안정적이면 두 시계열은 공적분 관계 즉, 장기적 균형관계에 있다고 나타냄.

<표 3> 변수에 대한 단위근 검증¹⁴⁾

구분	lnRD	lnI	ΔlnRD	ΔlnI
ADF	-3.14	-0.95	-3.13	-5.21**
PP(Phillips-Perron)	-0.41	-0.66	-9.12**	-4.75**

주 : *는 5% 유의수준에서 단위근을 가진다는 귀무가설이 기각됨을 의미

2. R&D와 물적투자간 장기적 관계

단위근 검증결과를 바탕으로 VEC모형내 변수들간의 공적분관계를 검증하기 위한 Johansen(1988, 1991)의 공적분 검정을 시행하였다. 공적분 벡터의 수를 검증한 결과가 다음 <표 4>에 나타나 있으며 trace 통계량, 5% 임계치를 확인할 수 있다.

<표 4> Johansen 공적분 검증결과

표본 : 1972 2004				
표본수 : 33 (조정후)				
추세선 가정 : 확정적 추세				
시계열 : LOG(RD2) LOG(I)				
1차 차분의 시차 : 1 to 1				
무제약하 공적분 Trace 검증				
귀무가설		Trace	0.05	
공적분 식의 수	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.
None**	0.312761	18.37190	15.49471	0.0179**
At most1**	0.166108	5.994510	3.841466	0.0143**
Trace 검증결과는 0.05 유의수준에서 2개의 공적분 식이 존재함을 나타냄				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				

주 : **는 5% 유의수준에서 귀무가설이 기각됨을 의미

Johansen(1988, 1991)의 공적분 벡터 추정결과가 <표 5>에 나타나 있으며 공적분 벡터의 부호는 예상과 부합하여 정규화된 물적투자 변수의 공적분 계수가 음의 부호를 지닌다.

이를 통해 장기적으로 R&D와 물적투자간 장기적으로 정의 균형관계가 존재하며 이에서 이탈할 경우 물적투자 변수에 일정부분의 오차수정(error correction)이 이루어진다고 파악할 수 있다.

14) 주 : 이하 회귀분석 또는 가설검정 결과에서 5%, 10% 유의수준에서 회귀계수가 통계적으로 유의한 경우 p-value에 각각 **, * 표시.

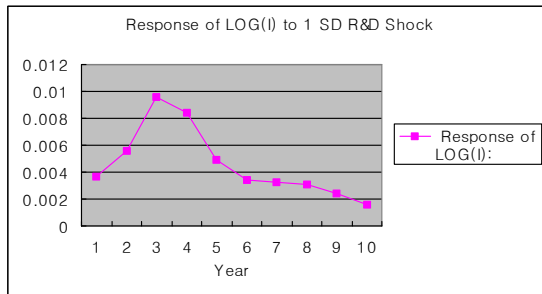
<표 5> VEC 모형추정 결과(공적분 벡터)

무제약하 공적분 계수			
LOG(RD2)	LOG(I)		
1.486303	-4.731956		
2.904813	-6.670254		
정규화된 공적분 계수(괄호안은 표준오차)			
LOG(RD2)	LOG(I)		
1.000000	-3.183709		
	(0.21746)		
조정된 계수			
D(LOG(RD2))	0.113085	D(LOG(I))	0.065644
	(0.03913)		(0.02354)

이번에는 VEC내의 한 내생변수에 발생한 충격이 다른 변수에 미치는 영향을 분석하는 모형인 충격반응함수(impulse response function)를 도출하였다. R&D 투자지출(RD) 로그치 1표준편차 충격이 물적투자에 미치는 충격반응함수를 보면 2~3년후 0.01정도의(가장 큰)증대효과가 있음을 알 수 있다. R&D의 1표준편차 충격은 약 R&D투자의 2% 정도의 규모이며 물적투자의 2~3년후 반응규모인 약 1%의 두 배 정도의 충격이 필요하다.

10년의 반응기간을 중심으로 볼 때 R&D 충격에 대한 물적투자의 충격반응함수가 시사하는 바는 물적투자가 전체적으로는 증가(양의 값을 가짐)하지만 중장기적(3년 이후)으로는 그 효과가 점점 소멸하게 된다는 점이다.

<그림 6> VEC 모형에서의 물적투자의 R&D충격에 대한 충격반응함수



III장에서의 분석을 통해 장기적으로 R&D와 물적투자간 장기적으로 정의 균형관계가 존재함을 파악할 수 있다. 그런데, VEC 모형에서의 공적분 관계는 두 변수간의 인과관계(causality)를 고려하지 않고 있다. 따라서, 다음 장에서는 두 변수간 인과관계가 기간별로 어떻게 나타나며 변화했는가를 살펴보기로 한다.

IV. R&D 투자와 물적투자간 선행성 및 인과관계

내생적 성장이론에서 기술혁신이 물적투자에 미치는 영향을 검증하기 위해 우선, R&D 투자와 물적투자 변수에 대한 집계변수(aggregate data)를 통해 변수간 상관관계를 살펴본다. 즉, 두 변수의 로그를 취하여 선행(leading), 동행(concurrent) 및 후행(lagging)시차 변수간 상관계수를 비교하였다.

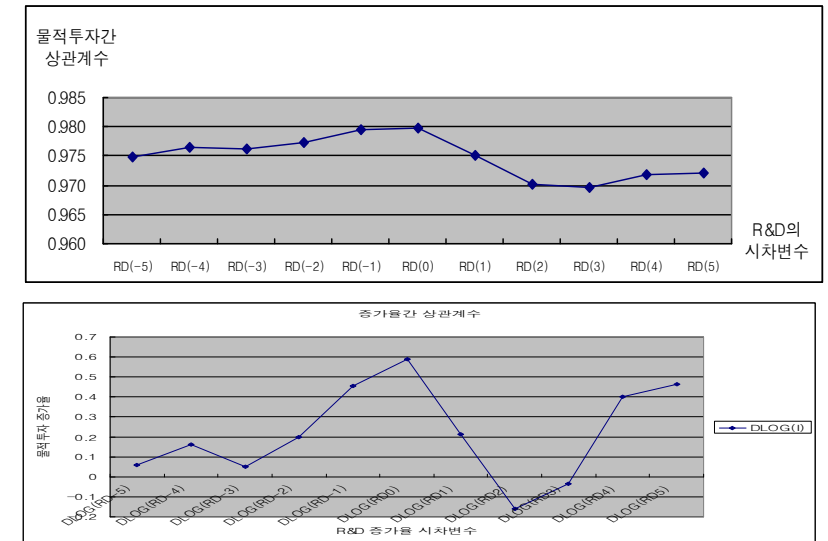
전체적으로 R&D 선행(lagged) 시차변수와 물적투자 변수간 상관관계가 후행변수의 것보다 높으며 시차변수중 특히 2년 및 1년전 변수의 상관계수가 가장 높게 나타났다(<표 6>*표시)¹⁵⁾ 이는 두 변수의 로그차분(증가율) 변수간 상관계수에서도 유사한 패턴이 나타난다.

따라서, 전체 표본을 대상으로 볼 때 R&D 투자변수가 물적투자에 대해 선행(leading) 또는 동행한다고 판단할 수 있다.

<표 6> R&D 투자 시차변수와 물적투자 변수간 상관계수(전체표본: 1970-2004)

전체 표본	RD(-5)	RD(-4)	RD(-3)	RD(-2)	RD(-1)	RD(0)	RD(1)	RD(2)	RD(3)	RD(4)	RD(5)
LOG(I)	0.975	0.976	0.976	0.977*	0.980*	0.980*	0.975	0.970	0.970	0.972	0.972

<그림 7> 물적투자에 대한 R&D의 시차상관계수(로그수준 및 로그차분)



15) STEPI(신태영, 2003)의 경우 우리나라의 민간 R&D 자본재 축적에 대해 2년의 시차를 설정

다음으로, 두 투자변수간 인과관계의 존재를 검정하였다. 각각 양방향의 인과관계를 검정한 결과, 다음 관계가 통계적으로 유의하게 Granger-cause하는 것으로 나타났다(<표 4> 참조).

Proposition 1: 우리 경제에는 R&D 투자가 물적투자를 유발하는 관계가 존재한다.

R&D(1년전 연구개발) → Invest(물적투자) ; 전체 표본기간

이는 전체적으로 R&D투자가 자본의 한계생산성을 증가시켜 물적자본 투자를 유발하는 측면을 보여준다고 볼 수 있다.

<표 7> 쌍방향 Granger 인과관계 검정

표본 : 1970 2004			
시차 : 1			
귀무가설:	Obs	F-Statistic	Probability
LOG(I)은 LOG(RD)를 Granger Cause하지 않음.	34	0.05026	0.82409
LOG(RD)는 LOG(I)를 Granger Cause하지 않음.		3.44364	0.07303*

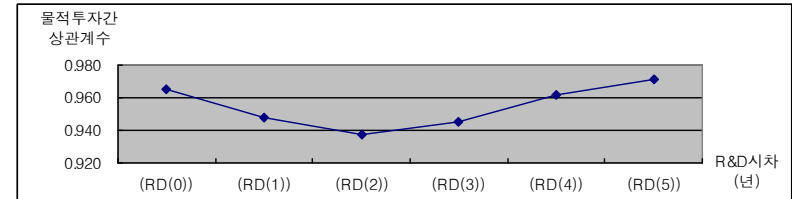
김병화 외(2002)에 따르면 설비투자의 변동폭이 1980년대 GDP의 3.2배에서 1990년대에는 GDP의 5.1배로 크게 확대되었다. 따라서, 80년대 후반 물적투자 행태에 일종의 변화가 발생한 것으로 가정하고 상관관계와 인과관계를 두 표본기간으로 구분하여 살펴보았다.

기간1(성장단계; 1970~1989)에서의 R&D 투자와 물적투자 변수에 대한 선행(leading), 동행 및 후행(lagging)시차 변수간 상관계수를 비교한 결과, 기간1에서는 특히 5년후 후행 R&D 투자 시차변수의 상관계수가 가장 높게 나타났다.<표 8>*표시) 따라서, 기간1의 표본을 대상으로 볼 때 상당한 시차를 두고 R&D 투자변수가 물적투자에 대해 후행(lagging)한다고 볼 수 있다. 이는 두 변수간 상관도표(cross-correlogram)를 구해서도 확인할 수 있다.<표 8> 최하단 도표)

이는 물적자본 축적이 연구개발의 자본 사용자비용(cost of capital)을 하락시켜 일정기간 경과후 R&D를 유발하는 측면을 보여주고 있다. 또한, 경제발전 단계에서 기술학습(learning)을 위한 R&D투자가 유발되었음을 시사한다.

<표 8> R&D 투자 시차변수와 물적투자 변수간 상관계수 및 상관도표
(기간1: 1970~1989)

기간1	RD(0)	RD(1)	RD(2)	RD(3)	RD(4)	RD(5)
LOG(I)	0.965	0.948	0.937	0.945	0.962	0.972*



표본: 1970 1989					
표본수: 20					
LOG(I),LOG(RD)(-i)		LOG(I),LOG(RD)(+i)		i	lag
*****		*****		0	0.9709
*****		*****		1	0.8190
*****		*****		2	0.6650
*****		*****		3	0.5038
****		****		4	0.3478
***.		***.		5	0.1932

다음으로, 1980년대 후반을 기준으로 Granger 인과관계를 두 표본기간으로 구분하여 살펴보았다. 1989~1990을 기점으로 기간1에서는 물적투자에서 R&D투자로, 기간2에서는 역의 인과관계가 존재하는 것으로 나타났다.¹⁶⁾

Proposition 2: 우리 경제에는 R&D와 물적투자간 인과관계의 전환이 발생하였다.

Invest(5년전 물적투자) → R&D(연구개발) ; 기간1

R&D(1년전 연구개발) → Invest(물적투자) ; 기간2¹⁷⁾

<표 9> 쌍방향 Granger 인과관계 검정(기간 1과 기간2)

표본 : 1970 1990 (기간1)			
시차 : 5			
귀무가설 :	Obs	F-Statistic	Probability
LOG(I)은 LOG(RD)를 Granger Cause하지 않음.	16	23.8415	0.00169**
LOG(RD)는 LOG(I)를 Granger Cause하지 않음.		6.55193	0.02987**

16) 기간2에서는 'IMF 경제위기'로 물적투자 데이터가 타 요인에 크게 영향을 받는 등 이탈치(outlier)가 존재할 수 있어 기간2의 인과관계 검정에서는 1997년까지의 데이터만 사용하였음

17) 원칙적으로 두 변수간 공적분관계가 있어 인과관계 검정도 오차수정모형(error correction model) 형태의 검정방법을 사용해야 하나 표본수의 제약으로 수준변수(및 시차변수)에 대해서만 검정이 이루어졌음. 기간2의 경우 표본수가 8이지만 추정 및 가설검정의 대상이 되는 파라미터의 수가 3이어서 자유도(degree of freedom)의 문제는 발생하지 않음. 참고적으로 이탈치(외환위기 기간)를 포함하여 1990-2004년간 인과관계 검정을 시행하면 두방향 모두 인과관계가 존재하지 않는 것으로 나타남. 또한, 로그차분 변수를 사용하여 인과관계 검정을 시행하여도 8개의 표본수는 아무런 문제를 야기하지 않지만 두 방향 모두 유의한 결과가 도출되지 않음.

표본 : 1990 1997 (기간2)			
시차 : 1			
귀무가설 :	Obs	F-Statistic	Probability
LOG(I)은 LOG(RD)를 Granger Cause하지 않음.	8	0.11246	0.75097
LOG(RD)는 LOG(I)를 Granger Cause하지 않음.		5.63131	0.06371*

이번에는 전체표본을 1989~1990년을 기준으로 R&D투자가 물적투자에 미치는 영향 즉, 회귀계수가 변화하였는가에 대한 가설검정인 Chow(1960) 검정을 시행하여 두 표본기간간 회귀계수가 동일하다는 귀무가설을 기각한다는 결론을 얻었다.

즉, 대략 1989년을 기점으로 물적투자에 대한 R&D투자의 회귀모형에서 기울기와 절편이 구조적 전환(R&D의 물적투자에 대한 관계)을 일으켰다는 시사점을 도출하였다.

<표 10> 물적투자와 R&D투자에 대한 회귀분석(기간2)

종속변수 : LOG(I)			결정계수	0.87
표본 : 1989 2004			DW 통계량	1.8
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.544040	1.307423	7.299885	0.0000
LOG(RD(-1))	0.218573	0.112228	1.947576	0.0734*
AR(1)	0.543654	0.219083	2.481501	0.0275

<표 11> 물적투자와 R&D투자에 대한 회귀분석(전체기간)

종속변수 : LOG(I)			결정계수	0.98
표본 : 1972 2004			DW 통계량	1.48
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.830435	0.317148	24.69017	0.0000
LOG(RD(-1))	0.361402	0.031113	11.61564	0.0000**
AR(1)	0.712887	0.134017	5.319368	0.0000

<표 12> 회귀계수 구조전환에 대한 Chow검정

Chow 전환검정: 1989			
F-statistic	2.779658	Probability	0.060*
Log likelihood ratio	8.881939	Probability	0.030**

R&D투자가 증가되어 물적투자가 유발되는 경제적 효과는 오랫동안 지속될 수 있고 미래 기간에 걸쳐 퍼져나갈 수 있어 이러한 동태적 효과를 명시적으로 고려하는 시차분포모형(distributed lag model)을 분석하였다. 다음과 같이 R&D투자가 물적투자 I_t 와 동태적인 관계에 있다고 가정하였다.

$$I_t = a + \sum_{i=0}^n b_i RD_t + \epsilon_t \quad (19)$$

R&D투자가 물적투자 I_t 에 미치는 효과가 다음과 같이 3차원의 다항 시차분포(polynomial distributed lag)를 보인다고 가정하였다.¹⁸⁾

$$b_t = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2 + \alpha_3 i^3 \quad (20)$$

이같이 여러 시차변수를 설명변수로 사용할 때 발생하는 공선성의 문제를 제거한 다음 R&D투자가 물적투자 유발에 미치는 효과를 분석한 결과, t기, (t-1)기, (t-2)기의 계수가 통계적으로 유의한 정의 부호를 가지는 것으로 나타났다. 또한, 11년간 발생하는 전체 효과는 0.535%로 통계적으로 유의한 회귀계수의 합이라는 결과를 얻었다.

<표 13> R&D투자가 물적투자에 미치는 동태적 효과

i	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
0	0.286	0.128	2.240**
1	0.190	0.063	2.999**
2	0.122	0.055	2.219**
3	0.076	0.063	1.214
4	0.047	0.063	0.748
5	0.030	0.058	0.512
6	0.018	0.054	0.336
7	0.008	0.054	0.139
8	-0.007	0.054	-0.138
9	-0.032	0.048	-0.666
10	-0.072	0.054	-1.336
11	-0.132	0.107	-1.225
Sum of Lags	0.535	0.066	8.138**

요약하면, R&D와 물적투자간의 시계열 분석을 통해 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다. 첫째, 상관관계는 전체적으로 R&D투자가 물적투자를 같은 방향으로 선행(leading) 또는 동행하며 전자에서 후자으로의 Granger 인과관계(causality)가 존재한다. 둘째, 이같은 관계는 R&D의 시차변수중 특히, 두 투자변수간 1~2년의 시차(lag)에 가장 뚜렷이 나타난다. 셋째, R&D와 물적투자간 인과관계는 1989~1990년을 기준으로 구조적으로 전환되었으며 1970~1989년의 기간중에는 물적투자가 R&D투자를, 1990~2004년의 기간중에는 R&D투자가 물적투자를 유발(cause)하는 것으로 나타났다.

한편, 정부R&D와 민간R&D간 관계에 대한 신태영(2004, STEP)의 연구결과는 정부 R&D가 4년 정도의 시차를 두고 민간 R&D투자를 보완(또는 증대)하는 효과가 있음을 시사

18) 여기서 i는 Almon(1965)이 다항 시차분포 모형을 개발하여 여러 시차변수로 이루어진 설명변수에 존재하는 공선성의 효과를 감소시키기 위해 시차 가중치의 형태를 나타내는 다항식 차수변수임. 예를 들어, 2차 다항식의 경우, t기전 설명변수 변화가 종속변수 기대치에 미치는 영향은 i로 이루어진 2차함수 형태로 추정할 수 있음.

분포 모형을 통해 보였다. 이를 본 연구의 결과와 관련지어 보면, t기의 정부 R&D는 4년 정도의 시차를 두고 (t+4)기의 민간 R&D투자를 유발하며 이는 다시 (t+5)~(t+6)기의 물적 투자를 유발하는 것으로 유추할 수 있다. 즉, 정부 R&D는 5~6년의 시차를 두고 (민간)물적 투자를 유발하는 효과가 있다.

V. 시사점

R&D를 통해 축적되는 지식자본은 한 번 공개되면 그것을 공유하는데 비용이 들지 않는 비경합성(nonrivalry)을 가진다. 비경합성은 지식자본과 경합적 생산요소 즉, 물적자본, 노동, 천연자원을 통해 최종 생산물을 생산할 때 이가 규모수익체증(increasing returns to scale)의 현상을 가짐을 의미한다. 즉, 물적자본과 달리 지식자본이 축적될수록 지식자본의 한계생산이 체감할 필요가 없음을 나타낸다. 이 현상은 기술혁신이 물적자본에 존재하는 수확체감의 법칙을 상쇄하는 보완적 관계를 지니는 의미를 지닌다.

또한, 대부분의 R&D부문이 자본집약적 특성을 지니기 때문에 실증분석 결과는 최근 우리 경제에서 기술혁신이 물적투자를 유발(cause)하는 현상이 90년대부터 나타나고 있음을 보여준다. 반면, 양적성장기에 해당하는 90년대 이전에는 일반적으로 물적자본 투자가 기술 학습 필요성 유발 및 생산요소 비용변화를 통해 기술혁신의 인센티브에 영향을 미쳤음을 보여준다.

이같이 설비투자의 구조전환이 발생함에 따라, 투자활성화를 위한 전제로 기술혁신과 인적자본 육성을 위한 R&D투자의 중요성이 증대하고 있다. 즉, R&D투자는 상품혁신과 공정혁신을 통해 신상품, 신공정을 창출하고 이같은 R&D투자의 결과를 상품화하는 과정에서 설비투자가 파생적으로 유발되는 구조로 전환되었음을 인식할 필요가 있다. R&D투자에 의해 유발되는 설비투자 증대를 강화하기 위해서는 R&D투자의 양적 확대뿐만 아니라 사회 전체의 혁신역량(innovative capability)을 강화하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 경쟁과 창의성을 증진하는 교육 및 직업훈련 시스템, 비생산적인 지대추구(rent-seeking)행위를 억제하는 유인구조 확립 등 정부의 정책시행이 필요하다.(전승철 외, 2005)

기술혁신에 의해 유발되는 물적투자의 증대는 내수진작 및 생산성 증대뿐 아니라 성장잠재력 확충을 통해 경기회복 및 일자리 창출에도 긍정적 영향을 미칠 것으로 전망된다. 또한, 수출과 내수간 양극화, 대기업 중소기업간 투자양극화, 고용없는 성장, 설비투자의 성장 견인력 약화 등 우리 경제의 당면 거시경제문제를 해결하는데도 일조할 것으로 보인다. 기업혁신지원 정책 등 R&D 투자의 양극화 해소를 통해 물적투자의 양극화 현상 해소를 동시에 도모할 필요가 있다.

기술혁신에 의해 유발되는 물적투자의 증대를 위해서는 구체적으로 기술정책과 재정정책의 동시 시행이 필요하다. 예를 들어, R&D 지원대상 부문에 가속상각(accelerated depreciation)제도, 투자세액공제(investment tax credit) 정책을 동시에 시행하여 체화된 기술진보의 설비투자 유발을 유도할 필요가 있다. 또한, 특정기간조세감면(tax holidays) 제도와 같이 연구개발 실적이 좋은 기업을 대상으로 R&D가 상업화되는 기간동안 특히 비 IT 첨단산업 기업에 조세감면의 혜택을 주는 방안도 고려할 수 있다.

향후 두가지의 투자유형 관계에서 기업규모별, 업종별 기술혁신과 이에 의해 유발되는 자본축적을 동시에 촉진시킬 수 있는 구체적 정책수단 연구가 필요하다.

[참고문헌]

- 김법식(2004) “투자가 부진한 5가지 이유”, SERI경제포커스.
 김병화·임현준(2002) “설비투자 결정요인 분석”, 경제분석, 한국은행.
 김성·장준영(2006) “무형자산에 대한 지출이 설비투자에 미치는 영향 분석”, 조사통계월보 논고, 한국은행.
 배지현(2006) “투자부진 이유 어디에 있다”, LG 주간경제.
 신태영(2003) “Long-Run Effects of R&D Investment on National Economy”, 정책연구 2003-01. STEPI.
 신태영(2004) “기업 혁신능력 확충을 위한 정부 연구개발투자 전략”, 정책연구 2004-07. STEPI.
 신태영(2005) “기술혁신과 경제성장: 요소대체율과 기술진보율에 대한 실증적 고찰”, 정책연구 2005-08. STEPI.
 전승철·김영준·하준경(2005) “최근의 설비투자 부진원인과 정책과제생산성 변동요인 분석”, 금융경제연구, 제210호, 한국은행 금융경제연구원.
 조용수(2003) “최근 설비투자의 구조적 특징”, LG 주간경제.
 하준경(2004) “성장전략의 전환 필요성과 정책과제”, 한국은행 금융경제연구원.
 하준경(2005) “R&D와 경제성장”, 한국은행 금융경제연구원.
 Aghion P. and P. Howitt(1998) *Endogeneous Growth Theory*, MIT Press.
 Arrow K.(1962) "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies* 29: 155-173.
 Barro R. and X. Sala-i-Martin(2004) *Economic Growth*, Second Ed. MIT Press.
 Corrado C., C. Hulten and D. Sichel(2006) "Intangible Capital and Economic Growth", *NBER Working Paper* 11948.
 Greene, W.(1997) *Econometric Analysis*, 3rd Ed. Prentice-Hall International Inc.
 Grossman G. and E. Helpman(1991) *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press.
 Romer P.(1986) "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy* 94: 1002-1037.
 Romer P.(1990) "Endogeneous Technological Change", *Journal of Political Economy* 98(5): 71-102.
 Schumpeter J.(1975), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper & Row Publishers.