技術變化가 中小企業의 經營實積에 미치는 影響에 대한 硏究*

權 明 重**

논문초록 본 논문은 중소기업이 생산공정에 관한 신기술을 도입했을 때, 그것이 경영실적에 기여한 정도를 실증적으로 분석한 것이다. 16개 업종에 있는 100개 기업을 대상으로 조사한 실증분석결과는 다음과 같다: (1) 신기술을 구입한 집단의 기업들이 매출액이나 이익과 같은 경영성과에 있어서나 생산단가나 노무비용과 같은 생산조건에 있어서 신기술을 구입하지 않은 집단에 비해 더 나은 성과를 거두지 못한다. (2) 신기술은 전체이익 중 24% 정도의 이익 창출에 기여하는 것으로 추정된다. (3) 신기술이 이익창출에 기여하는 데 영향을 미치는 요소들 중에서, 기업의 연륜, 기업의 기술수준과 같은 '신기술소화능력'과 기업의 규모와 같은 '기업의 특성'이 영향을 미치지만, '기업의 마케팅능력'은 크게 영향을 미치지 못한다. 이와 같은 결과는 중소기업에 대한 신기술투자가 성과를 거두고 있지 못하다는 사실을 의미하기 때문에 현재 중소기업구조개선을 위해서 정부가 중소기업에 지원하고 있는 정책이 개선되어야 할 점이 있다는 것을 시사한다.

핵심주제어: 신기술, 경영성과, 중소기업
경제학문헌목록 주제분류: M2, O3

* 이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단 신진교수과제 연구비에 의하여 연구되었음. 자료수집을 위해 도움을 주신 기술신용보증기금 원중일 부장, 유장춘 차장에게 감사드린다.
** 연세대학교 경법대학 경제학과

Ⅰ. 序 論

Solow(1957)가 기술변화가 경제성장에 미치는 영향에 대한 기념비적인 논문을 발표한 이래, 미시적으로는 기술변화가 기업의 경영실적에 미치는 영향에 관한 연구와 거시적으로는 기술변화와 경제성장 또는 경제발전 사이의 관계규명에 대한 연구가 경제학의 주요한 연구과제의 하나가 되어왔다. 지금까지 기술변화의 영향에 대한 미시적인 연구는 두 가지 방향으로 정리될 수 있다. 첫 번째는 기술변화의 투입물과 산출물을 어떻게 측정할 것인가에 관한 것이다(Patel and Pavitt, 1995; Griliches, 1995). 두 번째는 기술변화의 성과가 정말로 존재하는가에 관한 것이다.[1] 예컨대, 컴퓨터와 같은 정보기술의 도입이 서비스분야에 적지않은 생산성증가를 가능하게 할 것이라는 선험적 인식과는 다르게 1980년대 많은 실증논문들은 정보기술의 변화가 오히려 생산성을 저하시켰다는 사실을 밝혀 내었다. 이와같은 'Productivity Paradox' 논쟁은 아직까지도 '기술경제학' 분야에서 계속되고 있다.

본 논문은 기술변화의 영향에 관한 연구중 두 번째 범주에 속하는 것으로, 중소기업에 대한 기술변화의 성과가 정말로 존재하는지를 측정하고, 중소기업에서 기술변화의 성과를 증대시키는 가장 중요한 요소가 무엇인지를 실증적으로 분석하는 것을 목적으로 한다.

IMF사태가 오기 훨씬 전인 1992년도 이후부터 갑작스럽게 늘어난 중소기업의 대량도산문제에 직면해서 '중소기업 지원'에 대한 토의가 활발히 진행되고 있다. 이러한 토의의 주요내용은 중소기업의 대량도산이 1980년대 후반 이후 급격한 임금인상, 인력난, 경영 및 기술자원의 부족 등으로 인해 가격경쟁력이 급속히 약화된 것이 그 원인이라고 진단하고, 제품의 고부가가치화와 생산성 향상을 이룩하고 인력난 등에 대처하는 방안으로 중소기업에게 기술개발, 자동화, 정보화 등을 제시한다. 실질적으로 정부도 중소기업의 기술혁신을 통한 구조개선을 위해 연간 2조원 이상의 자금을 이러한 부문에 투자하고 있으며, 이를 통해 연간 6천여 개 이상의 중소기업들이 신기술도입을 통한 기술변화를 시도하고 있다.

중소기업의 경쟁력을 제고시키기 위해 생산과정을 혁신하거나 새로운 제품을 개발하는 것과 같은 '기술변화'를 유인하는 것은 원칙적으로 올바른 정책방향이라고 판

1) 이 분야 연구에 대한 종합적인 정리는 Mairesse and Sassenou(1991), Griliches(1990), Berndt and Malone(1995) 논문을 참고하라.

단된다. 하지만 이러한 기술변화가 성과를 거두기 위해서는 충족되어야 할 조건이 있다는 사실을 주목할 필요가 있다. 예컨대, 중소기업이 신기술을 소화해서 그 가치를 충분히 실현할 수 있는 인적·물적 기반을 갖추고 있는지, 또 이러한 기반이 갖추어져 있어도 기술도입 후 예상되는 시장변화와 생산량변화를 대처할 마케팅 능력이 갖추어져 있는지 등과 같은 것이 신기술도입 전에 충족되어야 할 전제조건이 될 것이다. 실제로 근로자들이 신기술을 운용할 능력이 제대로 갖추어지지 않거나, 여러 생산설비간 자동화연계 정도가 낮은 상태에서, 또 증가된 생산량을 해소할 수 있는 판매전략에 대한 준비 없이 신기술을 도입해서 오히려 경영성과가 악화된 예는 많이 있다. 국내 굴지의 대기업이 Just-in-Time과 같은 신경영기법이나 로봇과 같은 자동화기계를 위에서 설명한 점들에 대한 고려 없이 무분별하게 도입해서 오히려 생산성이 저하되었던 경험은 참고할 만한 좋은 사례이다.

본 논문에서는 인력의 질, 기술수준, 경영능력 면에서 충분한 조건이 성숙되지 않은 중소기업에게 성급한 신기술투자는 생산성이나 이익에 크게 기여하지 못할 수 있다는 사실에 주목하고, 이러한 점을 16개 업종에 있는 100개 중소기업을 대상으로 실증적으로 분석하였다. 실증분석결과는 (1) "신기술을 구입한 기업집단의 경영성과가 신기술을 구입하지 않은 집단의 경영성과를 능가하지 않으며" (2) "'기업의 신기술소화능력', '기업의 특성'과 '기업가의 경영능력'이 신기술의 경영성과에 영향을 미치는 요소이다" 등으로 요약된다.

본 논문의 결과는 다음과 같은 점에서 의미를 갖는다고 생각된다. 첫째, 우리나라 중소기업에 대한 자료의 질과 자료수집의 어려움을 감안할 때, 실증적 분석을 하기 위해서 수집된 자료는 '범위', '내용', '신뢰성'이라는 측면에서 획기적인 것으로 평가될 만하다(3절 참조). 둘째, 국내외에서 기술변화의 성과측정에 관한 논문은 많이 있지만 중소기업을 대상으로 중소기업의 특수성을 고려한 기술변화의 성과측정에 대한 논문은 찾기 쉽지 않다는 점에서 학문적 가치가 있다. 셋째, 본 논문의 결과는 중소기업정책 개선을 위한 시사점을 제공한다는 면에서 의미가 있다(4절 참조).

본 논문의 구성은 다음과 같다. Ⅱ절에서는 중소기업 기술변화의 성과를 측정할 실증모형을 구축하고 가설을 설정한다. Ⅲ절에서는 실증모형을 검정할 변수들의 측정문제를 설명하고, 자료와 실증모형 추정결과를 논의한다. Ⅳ절에서는 실증분석결과를 토대로 중소기업지원정책 개선을 위한 시사점을 논의하고 결론을 맺는다.

Ⅱ. 實證模型

기술변화는 여러가지 형태로 정의되고 측정될 수 있다. 예컨대, 슘페터(1934)는 기술변화를 다음과 같은 다섯가지 형태, 즉 '생산품, 생산공정, 원료, 경영기법, 시장'에서 새로운 질적변화가 일어나는 것을 기술변화로 정의하였다. 본 논문에서 분석되는 기술변화는 슘페터가 정의한 다섯가지의 기술변화 형태 중에서 신기술도입을 통해 일어나는 생산공정에서의 기술변화에 한정하기로 한다.

기업이 신기술도입을 통해 생산공정에서 혁신을 일으키는 동기는 크게 두가지로 설명될 수 있다. 그 하나는 능동적인 것으로, 기업이 생산공정에서 혁신을 일으켜 생산비를 절감하고 이를 통해 시장지배력을 확대하려는 것이다. 또 다른 하나는 수동적인 것으로, 기업이 경쟁기업들의 기술수준에 뒤쳐지지 않으려고 경쟁기업들이 택한 신기술을 따라서 도입하는 것이다. 그 동기가 무엇이든지, 신기술도입성과를 측정하기 위한 모형에서 신기술도입과정을 내생화시키는 것이 기술변화 전체과정에 대한 통찰력을 얻기 위해서 필요하다. 하지만 본 논문에서는 신기술도입과정을 외생적으로 처리하기로 한다. 그 첫번째 이유는 필자가 발표한 논문(Kwon and Stoneman, 1995; Stoneman and Kwon, 1996)에서 신기술도입과정을 내생화시킨 모형을 통해서 신기술구입과 신기술성과 간의 이론적 관계에 대한 분석이 됐으므로 모형을 복잡하게 만드는 대가로 얻게될 새로운 결과가 많지 않기 때문이다. 두번째 이유는 신기술도입과정을 내생화할 때 필요로 되는 시계열 자료중에서 여러가지 신기술가격에 대한 시계열자료는 실질적으로 구하기가 거의 불가능하기 때문이다.

실증모형을 구축하기 전에 먼저 다음과 같은 가정을 하기로 한다.

(1) 기업이 구입하는 기계에 신기술이 내재화되어 있으며(Embodied Technology), 이 기계는 영구적 수명을 갖는다.

(2) 기업이 기계를 구입하는 이유는 시설확장을 위해서 하거나(Expansion Investment) 더 나은 성능의 기계로 대체하기 위해서 하는 데(Adoption Investment), 어떤 경우든지 기업은 현재 보유하고 있는 기술보다 나은 신기술이 내재해 있는 기계를 구입한다. 이 가정은 同種의 기계라고 하더라도 새로운 모형이 끊임없이 시장에 나온다는 현실을 반영한 것으로, 실증적으로 기업의 신기술구입을 측정하는 문제를 용이하게 해준다.

(3) 기업내에서도 신기술의 확산이 이루어진다(Intra-Diffusion). 이것은 기업이 신기술을 구입한다는 것이 기존 시설을 전부 신기술로 대체하는 것이 아니라 일부 기술을 대체하는 것을 의미한다(시설확장을 위해 신기술을 구입하는 경우도, 기존의 구기술의 생산시설에 신기술의 생산시설이 부가되는 것이다). 따라서 기업의 생산은 '신기술' 과 '구기술' 모두를 사용해서 이루어진다.

위와 같은 가정하에서, 모형을 구성하는 변수를 다음과 같이 정의한다.

$\Pi_i(t)$: t 시점에서 i 기업의 매출총이익

$\Pi_{i0}(t)$: t 시점에서 신기술에 의하지 않고 창출된 i 기업의 매출총이익

$G_{ij}(t)$: t 시점에서 신기술 j의 사용으로부터 발생하는 i 기업의 매출총이익

$P_j(\tau)$: τ 시점에서의 신기술 j의 가격

$r(t)$: t 시점에서의 이자율

$D_{ij}(t)$: t 시점에서 i 기업이 신기술 j를 구입했으면 '1', 그렇지 않으면 '0'의 값을 갖는 더미변수.

변수들이 위와 같이 정의되었을 때, i 기업의 t 시점에서의 이익은 신기술에 의해서 창출된 부분과 신기술에 의하지 않고 창출된 이익으로 나타낼 수 있고, 이것을 식(1)과 같이 쓸 수 있다.

$$\Pi_i(t) = \Pi_{i0}(t) + D_{ij}(t) \cdot (G_{ij}(t) - r(t) \cdot P_j(\tau)) \qquad (1)$$

식(1)은 i 기업의 이익을 두 부분, 즉 신기술이 창출한 부분($G_{ij}(t) - r(t) \cdot P_j(\tau)$)과 신기술을 제외한 부분에서 창출한 것($\Pi_{i0}(t)$)으로 나타내고 있다. 따라서 식(1)은 기업의 이익이 신기술구입 여부에 따라 또 신기술을 구입한 경우는 신기술이 창출해 내는 이익의 정도에 따라 달라질 수 있음을 나타낸다. 여기서 t 시점에서 신기술구입 기회비용인 $r(t) \cdot P_j(\tau)$에 대해서 설명할 필요가 있다. P_j에 해당하는 신기술가격을 은행에서 빌려서 지불하든지 아니면 기업의 사내보유금으로 지불하든지 간에 신기술이 가정에서와 같이 영구수명을 갖는다면, i 기업은 매시점에서

이 신기술 사용에 대한 비용으로서 이 신기술가격에 대한 이자율만 지불하면 된다. 따라서, 신기술에 대한 t 시점에서의 사용비용은 $r(t) \cdot P_j(\tau)$로 나타낼 수 있다.

Π_{io}는 기업이 신기술에 의하지 않은 부분에 의해(즉, 구기술에 의해) 창출된 기업의 매출총이익이다. 이것을 이익에 대한 '정의'에 따라 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\Pi_{io} = (p - c) \cdot q_o \tag{2}$$

여기서, p는 i 기업이 생산하는 제품의 가격, c는 제품의 평균비용, q_o는 신기술을 제외한 부분에 의해서 생산된 i 기업의 생산량이다.

$G_{ij}(t)$는 신기술 j가 창출하는 기업의 이익이다. 지금까지, 기술변화의 성과를 측정하는 연구결과들은(Deily, 1988; Karshenas and Stoneman, 1993) $G_{ij}(t)$가 기업과 기업이 속한 산업의 특성에 의해 영향을 받는다는 사실을 실증적으로 확인하고 있다. 따라서 $G_{ij}(t)$를 결정짓는 요소로서 기업 및 산업 특성 ($R_i(t)$)을 포함한다. $G_{ij}(t)$를 결정짓는 요소로서 기업 및 산업의 특성이외에도 기업의 신기술소화능력 ($S_i(t)$)과 기업의 마케팅능력 ($M_i(t)$)이 $G_{ij}(t)$에 영향을 미친다고 가정한다. 따라서 $G_{ij}(t)$는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$G_{ij}(t) = G_{ij}(R_i(t), S_i(t), M_i(t)) \tag{3}$$

식(2)와 (3)을 식(1)에 대입해서 식(1)을 식(4)로 나타낸다.

$$\Pi_i(t) = (p - c) \cdot q_o + D_{ij}(t) \cdot (G_{ij}(R_i(t), S_i(t), M_i(t)) - r(t) \cdot P_j(\tau)) \tag{4}$$

$G_{ij}(t)$를 1차 선형함수라고 가정하고,[2] 식(4)를 식(5)로 쓴다.

$$\Pi_i(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot (p - c) \cdot q_o + \beta_2 \cdot D_{ij}(t) \cdot R_i(t) + \beta_3 \cdot D_{ij}(t) \cdot S_i(t) + \beta_4 \cdot D_{ij}(t) \cdot M_i(t) + \beta_5 \cdot D_{ij}(t) \cdot r(t) \cdot P_j(t) \tag{5}$$

---

2) $\Pi_{io}(t)$와 $G_{ij}(t)$가 비선형함수일 수 있지만, 이 경우에도 Tayler series를 사용해서 2차 이상의 항을 떨어뜨리고, linear approximation을 사용하면 1차선형함수를 도출할 수 있다.

식(5)가 기업의 신기술구입성과를 추정하는 회귀방정식이다. 각 계수들의 부호를 선험적으로 다음과 같이 규정한다: $\beta_1, \beta_3, \beta_4 > 0$, $\beta_5 < 0$, $\beta_0, \beta_2 \leq 0$

여기서 식(5)의 계수들에 대해서 선험적으로 설정된 부호들에 대한 이론적 근거를 논의할 필요가 있다. $(p-c)\cdot q_o$는 신기술에 의하지 않고 창출된 매출총이익이기 때문에, $(p-c)\cdot q_o$가 매출총이익과 비례관계에 있다는 사실은 더 이상의 설명을 필요로 하지 않는다($\beta_1 > 0$). 하지만 신기술구입이 기업에 附加的으로 창출하는 이익을 결정짓는 변수와 기업의 매출총이익간의 관계는 설명을 필요로 한다. 먼저, 기업의 특성, 예컨대 기업의 크기, 기업이 만드는 제품의 특성 등과 같은 변수들이 신기술에 의한 매출총이익 창출에 어떤 연관성을 갖는지를 알아보자. 일반적으로 기술확산과 관련된 연구논문들(David, 1979; Davis, 1979)은 신기술로부터 창출되는 이익이 기업의 규모와 비례적인 관계가 있다고 주장한다. 이러한 주장의 대표적인 근거는 '규모의 경제'가 신기술을 생산공정에 적용하는 데도 작용한다는 것이다. 이러한 주장은 필자의 발표된 논문들(Stoneman and Kwon, 1994, 1996, 1998)에서 실증된 사실이기도 하다. 따라서 기업의 특성 중, 기업의 규모는 신기술구입이 창출하는 부가적 이익과 양(+)의 관계가 있다고 규정한다. 하지만, 그밖의 기업의 특성들에 관해서는 이론적으로나 실증적으로나 신기술의 매출총이익 창출과의 연관성이 검증된 것이 없으므로 선험적으로 그 관계를 규정할 수 없다($\beta_2 \leq 0$). 기업의 신기술소화능력과 매출총이익 사이의 관계는 명확하게 설명될 수 있다. 신기술소화능력을 어떻게 측정할 것인가에 대해서는 다음 節에서 자세히 설명하기로 하고, 일반적으로 신기술소화능력이 크면 클수록 신기술로부터 창출하는 매출총이익이 커진다는 사실은 논의의 여지가 없으므로, 이 두 변수가 서로 양(+)의 관계를 갖는다고 규정한다($\beta_3 > 0$). 또 기업의 마케팅능력과 매출총이익과의 관계도 같은 논리로 서로 양(+)의 관계를 갖는다고 규정한다($\beta_4 > 0$). 마지막으로, 신기술의 사용비용 과 매출총이익과의 관계는 신기술의 사용비용이 크면 클수록 신기술로부터 창출되는 순이익이 감소되기 때문에, 신기술사용비용 과 매출총이익은 음(-)의 관계를 갖는다고 규정한다($\beta_5 < 0$).

Ⅲ. 實證分析

1. 變數測定

Ⅱ節에서 우리는 기업의 이익을 신기술이 창출하는 부분과 신기술이외의 부분이 창출하는 부분으로 나누어서 모형화하고, 신기술이 창출하는 부분의 이익은 크게 '기업 및 산업의 특성', '기업의 신기술소화능력', '기업의 마케팅능력'에 의해서 결정된다고 주장하였다. 이러한 주장을 검증하기 위해서는 구체적으로 신기술이외의 부분이 창출하는 이익이 어떻게 측정되며, 또 '기업 및 산업의 특성', '기업의 신기술소화능력', '기업의 마케팅능력'을 측정하는 대리변수는 어떤 것이 가능한지를 명확히 해야한다. 따라서 Ⅲ節에서는 먼저 회귀방정식(5)에서 明記된 변수들에 대한 측정을 논의하기로 한다.

변수들에 대한 측정을 논하기 전에, 설정된 대리변수들이 수집가능한 자료에 의해서 그 범위가 한정되었음을 밝힐 필요가 있다. 이러한 전제하에서 회귀방정식(5)에 포함된 변수와 대리변수는 다음과 같이 측정되었다.

• 신기술 이외의 부분이 창출한 이익 $[(p-c)\cdot q_o]$:

기업이 생산한 제품의 가격과 평균비용에 대한 자료가 수집가능하다는 전제하에서, 신기술을 사용하는 기업의 총생산량(q) 중에서 신기술을 제외한 부분에 의해서 생산된 생산량(q_o)을 측정하여야 한다. 그러나 신기술을 사용하는 기업들이 q_o에 대한 자료를 가지고 있지 않기 때문에 q_o를 추정할 수밖에 없다. q_o의 추정을 위해 다음과 같은 가정을 한다: 동종의 기업들은 '평균적으로' 동일한 매출액증가율을 보인다. 이와 같은 가정하에서, 신기술을 사용하는 기업과 같은 업종에 있으면서 신기술을 구입하지 않은 기업들의 평균매출액 증가율을 'h'라고 하고, h를 이용해서 q_o는 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$q_{io}(t) = (1+h)\cdot\{p_j(t-1)\cdot q_{ij}(t-1)\}/p_j(t) \qquad (6)$$

여기서, $p_j(t)$와 $p_j(t-1)$은 t 와 t−1 시점에서 i 기업이 생산한 제품 j의 가격이고, $q_{ij}(t-1)$는 i 기업이 t−1 시점에서 신기술을 구입하지 않은 채로 j 제품을 생산

한 생산량을 나타낸다.

• 기업 및 산업의 특성 [$R(t)$] :

기업의 특성은 '기업의 종업원수'로 측정되는 '기업의 규모(Size)'와 '기업 더미'로 측정하고, 산업의 특성은 기업이 속한 산업을 나타내는 '산업 더미'로 측정한다.

• 기업의 신기술소화능력 [$S(t)$] :

기업의 신기술소화능력은 '기업 연륜(Age)', '기업 연구개발부서의 존재여부(TE2)', 공업소유권(특허권) 보유數, 기술제휴건數, 품질인증획득건數의 총합으로 측정된 '기업의 기술수준(TE1)' 등으로 측정한다. 연구개발부서가 존재한다면 또 기업의 기술수준이 높다면 신기술을 기술적으로 이해할 수 있는 능력(Technological Capability)이 높아서 그렇지 않은 경우보다 신기술을 더 잘 소화할 수 있다는 점에서 이 두 변수가 신기술 소화능력을 측정하는 대리변수로 선택되는 데 큰 문제가 없어 보인다. 하지만, '기업연륜'의 경우는 설명을 필요로 한다. 기업연륜이 어떻게 신기술소화능력을 측정하는 대리변수가 될 수 있는지 이론적 이유를 설명해보자. Jovanovic 과 Lach (1989)는 年輪이 오래된 기업이 그동안 축적된 경험(Learning by Doing)을 통해서 年輪이 짧은 기업보다 신기술을 더 잘 소화할 수 있으며, 따라서 연륜이 오래된 기업이 신기술을 더 잘 활용해서 더 많은 이익을 창출할 수 있다고 주장한다. 반면에 Audretch (1991)는 年輪이 짧은 기업이 年輪이 오래된 기업보다 최신의 기계(a new vintage technology)를 가지고 있으므로 새로운 기술을 도입했을 때 더 적응하기 쉬우므로 年輪이 짧은 기업이 年輪이 오래된 기업보다 신기술을 더 잘 소화할 수 있고, 따라서 이익을 더 많이 창출할 수 있다고 주장한다. 따라서, 기업의 年輪은 어떤 형태로든 신기술소화능력과 관계가 있으며, 기업연륜이 매출총이익과 어떤 관계를 가지고 있는지는 선험적으로 규정하기 어렵다.

• 기업의 마케팅능력 [$M(t)$] :

기업의 마케팅능력은 경영자의 동업종사연도로 측정되는 '경영자의 경영전문성(ENT)', 동업계 對比 재고자산회전율로 측정되는 '기업의 활동성(Ci)', 매출시 현금결제비율로 측정되는 '매출조건(Ca)', 총매출액 對比 상위 3대 거래처의 매출액 비율로 측정되는 '매출안정성(ST)' 등으로 측정한다. 기업의 마케팅능력과 같은 추상적인 변수를 직접적으로 측정하는 것은 쉽지않다. '기업의 활동성', '매출조건', '매

출안정성'과 같은 변수들은 마케팅 능력이 높으면 그 지표가 일반적으로 높게 나타나기 때문에 마케팅능력을 간접적으로 측정하는 변수로 선택하였다. '경영자의 경영전문성'이 꼭 기업의 마케팅능력만을 측정할 수 있는 변수는 아니지만 경영자가 같은 업종에 오래 종사하였다면 시장에 대한 지식의 축적을 통해 판매전략에서도 그렇지 않은 경영자보다 우위가 있을 것이기 때문에 간접적으로 마케팅능력을 측정할 수 있는 변수로 선택하였다.

2. 資 料

1項에서 明記된 변수들에 대한 자료는 기술신용보증기금에서 1996년도에 신용보증을 받은 기업들 중에서 무작위로 100개 기업을 대상으로 수집되었다. 수집된 자료는 1998년 8월기준으로 기업의 퇴출여부, 설립일자, 업종, 종업원수, 경영형태, 경영진 同業종사경력, 경영진학력, 매출액, 가격동향, 매출 및 매입조건, 주요거래처 현황, 여신상황, 대차대조표, 손익계산서, 연구개발부서존재유뮤, 특허권보유수, 기술제휴건수 등을 포함한다.

표본의 특성을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 종업원수로 측정된 기업의 크기의 분포는 다음과 같다 : 100개 기업 중 종업원수 100명 미만인 기업은 64개, 100~200명사이의 기업은 28개, 200명 이상의 기업은 8개이다. 표본의 평균종업원수는 110명이고 표준편차는 86.4이다. 표본기업의 평균동업종사연수는 11.5년이고 표준편차는 6.5이다. 표본기업들 중 최소동업종사연수는 4년이고 최장동업종사연수는 41년이다. 표본기업들은 16개 업종에 골고루 분포되어 있는데, 다수의 기업들이 포함된 업종으로는 음식료품제조업(15개), 섬유제품제조업(14개), 의복 및 모피제품제조업(14개) 등이다. 이것은 표본기업들이 대부분 중소기업들이 전문화하고 있는 업종에 분포하고 있다는 것을 나타낸다. 〈표 1〉이 표본기업의 업종분포를 요약해서 보여주고 있다.

표본기업 중에서 1994년에 신기술을 도입한 기업을 찾아내기 위해서, 대차대조표에서 1994년과 1995년 사이에 '기계장치'에 대한 가치변화가 있는 기업들을 구별해 내었다. 즉, 대차대조표에 記帳된 '기계장치'에 대한 값이 감가상각을 반영한 값으로 되어 있기 때문에 1995년의 기계장치에 대한 장부가액에서 1994년의 기계장치 장부가액을 뺀 액수가 양(+)의 부호를 나타내면, 기업이 1994년에 기계장치에 새로

운 투자를 한 것으로 간주를 하였고 그 액수를 새로운 기계장치에 투자한 액수로 보았다. 이런 방법으로 1994년도에 신기술을 구입한 기업은 100개의 표본기업 중 41개에 이르고, 이들은 평균적으로 5억 100만원을 신기술 구입에 투자한 것으로 나타났다.

일반적으로, 신기술구입의 성과가 점차적으로 나타나는 것으로 인식되고 있기 때문에(Lag Effect), 이러한 'Lag Effect'를 반영하기 위해서 분석기간을 신기술 구입

〈표 1〉 표본기업의 산업분포 현황

산업중분류부호	산 업	기업수
D15	음식료품제조업	15
D17	섬유제품제조업	14
D18	의복 및 모피제품제조업	14
D19	가죽가방마구류및신발제조	6
D26	비금속 광물제품 제조업	11
D27	제 1 차 금속산업	4
D28	조립금속제품 제조업	11
D30	사무계산회계용기계제조업	3
D36	가구 및 기타 제조업	3
	기 타	19
	계	100

〈표 2〉 변수의 평균 및 표준편차

변 수	평 균	표준편차	최소값	최대값
Π (매출총이익)	2,953.2	5166.5	-183	29,816
$(p-c)\cdot q_o$	2,491.2	4956.1	-192.5	33,169.7
INV (신기술투자액수)	501.5	1036.9	0.1	6,474
SIZE (기업규모)	110.1	86.4	19	427
AGE (기업연륜)	11.5	6.58	4	41
TE1 (기술수준1)	0.85	1.75	0	8
TE2 (기술수준2)	0.61	0.49	0	1
ENT (기업가경력)	15.2	9.06	0.1	36.1
CA (매출조건)	2.7	15.48	0	100
ST (매출안정성)	53.6	29.7	4.1	100
CI (재고자산회전율)	22.2	53.5	0.5	361.5

2년 후인 1996년까지 연장하였다. 따라서 신기술구입에 대한 성과를 분석하기 위한 표본의 수는 82개가 된다. 82개의 표본을 대상으로 한, 식(5)의 변수에 대한 평균 및 표준편차는 〈표 2〉에 요약되어 있다.

3. 標本比較를 통한 假說檢定

수집된 표본 100개 중 41개 기업은 1994년도에 신기술을 구입하였고 59개 기업은 신기술을 구입하지 않았다. 신기술을 구입한 기업을 대상으로 위 식(5)를 추정하기 前에, 이 두 표본이 기술구입 시점 이후에 경영성과 및 생산조건이 어떻게 변했는가를 비교함으로써 간접적으로 신기술 구입효과를 추론해 볼 수 있다. 즉, 기술구입 후 1~2년이 각각 지난 후에 이 두 집단 사이에 매출액증가율, 이익증가율, 가격대비 생산원가비율, 가격대비 노무비비율을 서로 비교해서 신기술을 구입한 집단이 신기술을 구입하지 않은 집단에 비해 이러한 지표가 현저히 변했다면 신기술구입이 경영성과와 생산조건에 현저히 영향을 미쳤다고 결론을 내릴 수 있을 것이다.

표본비교를 통해 신기술 성과 여부를 추론하기 위해 신기술구입 기업집단 과 신기술을 구입하지 않은 기업집단의 1994~95년, 1995~96년 사이의 평균매출액증가율, 평균이익증가율, 가격대비 평균생산원가비율, 가격대비 평균노무비비율을 조사하고, '두 집단의 지표가 서로 같다'는 귀무가설(the null hypothesis)을 t test를 통해 가설검정을 하였다. 이러한 가설검정결과가 〈표 3〉에 요약되어 있다.

먼저, 두 집단의 평균치를 살펴보면, 매출액의 경우에 있어서는 신기술을 구입한 기업들의 집단이 신기술을 구입하지 않은 집단의 기업들 보다 평균적으로 매출액 증가율이 높은 것으로 나타나지만, 통계적으로 유의한 만큼 높지는 않다. 이익에 있어서는 신기술을 구입한 후 1년이 경과해서는 신기술을 구입하지 않은 기업의 이익증가율이 신기술을 구입한 기업의 이익증가율을 상회하지만, 2년이 경과한 후에는 상황이 역전된다. 그러나, 이 또한 통계적으로 유의한 수준만큼의 차이를 보이지는 않는다. 가격대비 생산원가비율, 가격대비 노무비비율에 있어서도 신기술을 구입한 기업들과 그렇지 않은 기업들 사이에 통계적으로 유의한 수준만큼의 차이를 나타내지 않는다. 이러한 가설검정결과는 신기술구입이 단기적으로는 기업의 경영성과나 생산조건에 '획기적인' 영향을 미치지 않는다는 사실을 나타내고 있다. 하지만, 이러한 결과가 신기술이 경영성과에 전혀 기여하지 못했다는 것을 의미하는 것이 아니라

〈표 3〉 신기술구입의 효과에 대한 가설검정

가설내용	표본통계치(연도) : 평균(표준편차)	t(연도) 값	가설검정결과
• 두 집단 사이에 매출액증가율(MS)이 같다 ($MS_1=MS_2$)	$MS_1(95)=1.6$ (0.79) $MS_2(95)=1.3$ (0.35) $MS_1(96)=1.32$ (0.26) $MS_2(96)=1.29$ (0.37)	$t(95)=1.88$, $t(96)=0.42$	• 귀무가설을 기각할 수 없음
• 두 집단 사이에 이익증가율(MP)이 같다 ($MP_1=MP_2$)	$MP_1(95)=1.49$ (0.52) $MP_2(95)=1.62$ (1.79) $MP_1(96)=1.49$ (0.48) $MP_2(96)=1.38$ (0.39)	$t(95)=-0.503$ $t(96)=1.1$	• 귀무가설을 기각할 수 없음
• 두 집단 사이에 가격대비 생산원가비율(MC)이 같다 ($MC_1=MC_2$)	$MC_1(95)=0.84$ (0.11) $MC_2(95)=0.82$ (0.08) $MC_1(96)=0.81$ (0.08) $MC_2(96)=0.83$ (0.1)	$t(95)=0.2$ $t(96)=0.95$	• 귀무가설을 기각할 수 없음
• 두 집단 사이에 가격대비 노무비비율(ML)이 같다 ($ML_1=ML_2$)	$ML_1(95)=0.09$ (0.09) $ML_2(95)=0.08$ (0.08) $ML_1(96)=0.08$ (0.07) $ML_2(96)=0.08$ (0.07)	$t(95)=1.15$ $t(96)=0.56$	• 귀무가설을 기각할 수 없음

* 하첨자 1은 신기술구입집단을 나타내고, 하첨자 2는 신기술을 구입하지 않은 집단을 나타낸다.

는 것을 주목할 필요가 있다. 신기술을 구입한 기업들이 신기술구입 후 1~2년 사이에 평균 45%의 매출액신장률과 평균 50%의 이익신장률을 이루었다는 사실을 감안하면, 신기술이 구기술(신기술을 구입하지 않은 집단의 성과)에 비해 더 나은 성과를 유인하지는 못했지만, 구기술의 성과정도는 이룩했다는 것을 의미한다. 따라서, 다음 항에서 신기술이 창출하는 이익이 어떤 요소에 의해서 영향을 받는지를 더 자세히 분석하기로 한다.

위의 가설검정결과는 경영성과나 생산조건에 영향을 미치는 다른 변수들을 통제하지 않은 채 단순히 두 집단 사이에 관련된 변수들의 평균치를 비교했기 때문에 그 결과를 문자그대로 받아들이기에는 어려운 점이 있으나, 우리나라 중소기업의 신기술구입행태와 효과에 관해서 매우 함축된 의미를 나타내는 것이다. 즉, 이러한 결과는 우리나라 중소기업들이 신기술을 방어적으로 구입한다고도 추론할 수 있으며, 이러한 신기술구입행태가 기업퇴출의 원인을 제공한다고도 할 수 있다. 특히, 필자가 최근에 영국의 기계공업을 대상으로 '신기술이 기업퇴출에 미치는 영향'을 조사했

을 때도 비슷한 결론을 얻었던 점을 고려하면 이 결과는 의미있는 것으로 평가된다 (Kwon, 1998).

4. 回歸分析

식(5)를 추정하는 데 있어서 고려해야 하는 몇가지 회귀분석문제들이 있다. 추정결과를 논하기 전에, 이러한 점들을 명확히 할 필요가 있다. 첫째, 실증모형에서 기업의 특성을 측정하는 대리변수로서 '기업더미'와 '산업더미'를 포함시켰다. 이러한 기업더미나 산업더미를 포함하게 되었을 때, 자유도(Degrees of Freedom)가 현저히 줄어드는 단점이 있다. 따라서, 산업더미를 사용하는 대신에 'error term'에서 산업더미와 기업더미의 평균을 뺌으로서 '기업효과' 와 '산업효과'를 측정하는 'Within Group Estimator' 방법을 사용하였다. 둘째, 회귀분석을 위해서 사용하는 표본은 41개 기업에 대해서 1995~96년의 자료가 포함된 'Panel Data'이다. 기본적으로 Panel Data를 사용할 때에 설명변수들과 'error term' 사이에 필연적으로 발생하는 상관관계(correlation) 때문에 왜곡된 추정이 이루어 질 수 있다.[3] 그러나, 이런 문제는 시계열이 아주 긴 경우 해당하고, 우리와 같이 분석기간이 2년의 경우에는 이런 문제가 발생하지 않기 때문에(Arrelano and Bond, 1991) 위에서 설명한 'Within Group Estimator'를 그대로 추정방법으로 사용하였다.

식(5)는 STATA를 사용해서 추정하였다. 〈표 4〉는 식(5)의 설명변수들의 계수에 대한 Within Group Estimates를 요약해서 나타내고 있다. F test(F=24.3)가 '모든 설명변수들의 계수가 0이다'라는 귀무가설을 99% 유의수준에서 기각한다. 다시 말해서, 실증모형이 잘못 설정됐다는 가설을 기각한다. 결정계수(R^2)는 0.9를 나타낸다. 추정치를 근거로 해서 결과를 논의해보자.

(1) 신기술을 제외한 부분이 창출한 이익을 나타내는 $(p-c)\cdot q_o$의 계수는 모형에서 예측한 대로 양(+)의 부호를 나타내고, 99% 수준에서 통계적으로 유의하다. $(p-c)\cdot q_o$의 계수와 $(p-c)\cdot q_o$의 평균값을 이용해서 신기술을 제외한 부분이 평균적으로 전체이익의 76%를 창출하며, 따라서 신기술이 전체이

3) 이러한 문제에 대해서는 Nickell(1981)을 참조하라.

익의 약 24% 정도를 창출한다.

(2) 기업 및 산업의 특성을 나타내는 변수들로서 '기업규모(Size)', '기업더미'와 '산업더미'가 모형에 포함되었다. 기업더미는 '기업연륜'과 '재고자산회전율'을 제외한 모든 설명변수와 완전한 상관관계(Perfect Collinearity)를 나타내기 때문에 '기업더미'를 탈락시켰다. '기업규모'는 양(+)의 부호를 나타내고, 95% 수준에서 통계적으로 유의하다. '산업더미' 또한 95% 수준에서 통계적 유의하다. 이 두 변수에 대한 통계적 결과는 산업별로 기업의 이익이 다르며, 기업의 규모가 클수록 신기술의 이익창출에 기여하는 바가 크다는 것을 의미한다.

(3) 기업의 신기술소화능력을 나타내는 변수인 '기업의 연륜', '기술수준1', '기술수준2' 중에서 '기업의 연륜'은 음(-)의 부호를 나타내고 99% 수준에서 통계적으로 유의하다. '기술수준1', '기술수준2'는 모형에서 예측한 대로 양(+)의 부호를 나타내며, 특허건수, 기술제휴건수, 품질인증획득건수의 총합으로 측정된 '기술수준1'은 95% 수준에서 통계적으로 유의하지만, 연구개발부서의 존재여부로 측정된 '기술수준2'는 통계적으로 유의하지 않다. 이와같은 사실은 첫째로, 기업의 연륜이 적은 기업이 더 많은 이익을 창출한다는 것을 의미하며, Audretch(1991)의 견해를 실증적으로 뒷받침하는 것이다. 둘째로, 기업의 기술수준이 높을수록 신기술을 통한 이익창출 기여도가 높다는 것을 의미한다.

(4) 기업의 마케팅능력을 측정하는 여러 변수들 중에서, 기업가의 동업종사연도로 측정되는 '기업가의 경력', 총매출액 대비 상위 3대 거래처의 매출액비율로 측정되는 '매출안정성'은 모형에서 예측한대로 양(+)의 부호를 나타내지만, '기업가의 경력'만 95% 수준에서 통계적으로 유의할 뿐 '매출안정성'변수는 통계적으로 유의하지 않다. 매출시 현금결제비율로 측정된 '매출조건'이나 '재고자산회전율' 변수는 통계적으로 유의하지도 않고 모형에서 예측한 것과는 다른 음(-)의 부호를 갖는다. 따라서, 기업의 마케팅을 측정하는 변수 중 '기업가의 경력'만이 유의성을 가지며, 전체적으로 마케팅능력이 신기술의 이익창출정도에 기여하는 바가 크지 않다는 것을 나타낸다.

(5) 마지막으로, '신기술투자' 변수는 통계적으로 유의하지도 않고 모형에서 예측한 것과는 다른 양(+)의 부호를 갖는다.

〈표 4〉 Within Group Estimates

변 수	계 수	t 값
상 수	-1339.4	-0.92
$(p-c)\cdot q_o$	0.902	10.77**
INV (신기술투자액수)	0.695	0.85
SIZE (기업규모)	7.87	1.814*
AGE (기업연륜)	-97.7	-2.2**
TE1 (기술수준1)	361.6	1.81*
TE2 (기술수준2)	246.1	0.36
ENT (기업가경력)	65.4	1.68*
CA (매출조건)	-9.38	-0.53
ST (매출안정성)	11.1	0.93
CI (재고자산회전율)	-0.895	-0.11

- F=24.3(귀무가설: 변수들의 모든 계수가 '0'이다)
- R^2=0.9
- F=1.76(귀무가설: 산업더미의 계수가 모두 '0'이다)
- ** 99% 유의수준
- * 95% 유의수준

위에서 살펴본 바와 같이, 기업 및 산업의 특성을 나타내는 변수들, 기업의 신기술소화능력을 나타내는 변수들, 기업의 마케팅능력을 나타내는 변수들이 대체적으로 모형에서 예측한 것과 같은 부호를 나타내고 또 통계적으로 유의하지만 그 결과가 선험적으로 모형에서 설정한 것과 완전히 일치하지는 않는다. 따라서, 아래에서는 우리가 2절에서 설정한 가설들을 각각 검정할 수 있는 대리변수들을 한 묶음으로 해서 가설을 검정해 보았다. 가설검정결과는 〈표 5〉에서 요약되어 있다.

가설검정결과는 다음과 같은 사실을 나타낸다 : 첫째로 기업 및 산업의 특성이 신기술의 이익창출에 영향을 미치며, 둘째로 신기술소화능력 또한 신기술의 이익창출에 영향을 미치지만, 셋째로 마케팅능력은 신기술의 이익창출에 영향을 미치지 않는다. 이와같은 결과는 중소기업에 대한 신기술지원정책이 어떻게 되어야 하는가에 대한 함축된 의미를 제공한다. 다음 절에서 가설검정결과와 관련된 정책적 시사점을 더 자세히 논의하기로 한다.

〈표 5〉 가설검정결과

가설내용	F 값	가설검정결과
• 기업 및 산업의 특성이 신기술이 창출하는 이익의 크기에 영향을 미친다(귀무가설: Size, 산업더미의 모든 계수가 '0'이다)	F=3.29	• 귀무가설을 기각 (95% 유의수준에서)
• 신기술소화능력이 신기술이 창출하는 이익의 크기에 영향을 미친다(귀무가설: AGE, TE1, TE2의 모든 계수가 '0'이다)	F=3.24	• 귀무가설을 기각 (95% 유의수준에서)
• 마케팅능력이 신기술이 창출하는 이익의 크기에 영향을 미친다(귀무가설: Ent, Ca, St, Ci의 모든 계수가 '0'이다)	F=1.11	• 귀무가설을 기각할 수 없음 (95% 유의수준에서)

Ⅳ. 政策提言 및 結論

Ⅲ절에서, 신기술을 구입한 집단의 기업들이 매출액이나 이익과 같은 경영성과에 있어서나 생산단가나 노무비용과 같은 생산조건에 있어서 신기술을 구입하지 않은 집단에 비해 더 나은 성과를 거두지 못한다는 사실을 확인하였다. 신기술을 구입한 기업들이 신기술 구입후 1~2년 사이에 평균 45%의 매출액 신장률과 평균 50%의 이익 신장률을 이루었다는 사실을 감안하면, 신기술이 경영성과에 전혀 기여하지 못했다는 것을 의미하는 것이 아니라 신기술이 '구기술'에 비해서 더 나은 성과를 유인하지 못했다는 것을 의미한다. 회귀분석결과에 따르면, 신기술은 전체이익중 24% 정도의 이익 창출에 기여하는 것으로 추정된다. 신기술이 이익창출에 기여하는 데 영향을 미치는 요소들 중에서, '기업의 연륜', '기업의 기술수준'과 같은 '신기술소화능력'과 '기업의 규모'와 같은 '기업의 특성'이 영향을 미치는 요소로서 확인되었지만, '기업의 마케팅능력'은 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 확인되었다.

위와 같은 실증결과를 토대로 '중소기업지원정책'에 대한 시사점을 살펴보고자 한다.

(1) 위의 실증결과는 중소기업구조개선을 위한 지원이 '취약한' 기업을 대상으로 해야하는 것이 아니라 '능력있는' 기업을 대상으로 해야한다는 것을 의미한다. 이것이 일견 '정책지원의 역설'처럼 보일지는 모르나 정책지원효과의 극대화를 위해서는 반드시 선결되어야 하는 사항이다. 실증분석결과에 따르면, 중

소기업 지원은 기업의 기술수준이 높은 기업, 기업의 연륜이 상대적으로 짧은 기업, 기업가의 전문경영능력이 높은 기업에 한정되어야 지원효과가 극대화 될 수 있다는 것을 시사한다.

(2) 위의 실증결과는 중소기업에는 신기술구입의 성과가 현저히 나타나고 있지 않다는 사실을 밝히고 있다. 따라서 중소기업의 구조개선지원은 신기술구입 이나 신제품개발과 같은 구조개선수단에 대한 지원보다는 '기술인력지원', '경영지도', '연구개발성과의 이전'과 같은 중소기업 기술수준을 높일 수 있는 '환경조성'에 대한 지원이 더 효과적일 수 있다.

(3) 중소기업에 대한 신기술지원 성과가 기대되지 않는 현상황에서 중소기업에 대한 신기술지원은 신기술의 사용으로부터 성과를 이룩한 기업에게 사후적 보상(ex-post compensation)을 주는 지원이 더 효과적이다. 이러한 사후 보상제도는 신기술구입과 관련된 기업의 '도덕적 해이(Moral Hazard)'를 방지해서 기업의 신기술구입을 신중히 하게 할 뿐만 아니라 신기술도입 후 관리를 철저히 해서 신기술의 경영성과를 높이는 '인센티브'를 줄 수 있다.

본 논문에서 우리는 중소기업의 신기술도입이 경영실적에 미치는 영향을 실증적으로 조사해 보았다. 실증분석은 신기술에 대해 가지는 선험적인 인식과는 다르게 신기술이 중소기업의 경영실적과 생산조건의 개선에 크게 기여하지 못한다는 사실과 신기술소화능력이 신기술의 가치실현을 위한 전제조건임을 밝혀내었다. 이러한 분석결과는 현재 중소기업지원정책이 개선할 점이 있음을 시사한다.

마지막으로 본 논문의 한계와 앞으로의 연구방향을 언급하고자 한다. 무엇보다도, 자료수집의 한계 때문에 분석기간이 신기술도입 후 2년으로 한정돼서 도입된 신기술의 장기적 효과를 분석하지 못한 것이 본 논문의 가장 큰 한계이다. 이와 더불어, 신기술이 구체적으로 기업내에서 어떤 과정을 통해서 소화되고 운영되는지와 같은 기업조직적인 측면에 대한 고려가 부족하였다. 물론 이러한 연구가 뒷받침되기 위해서는 좀더 구체적인 자료수집이 되어야 하는데, 이러한 점은 앞으로의 연구과제로 남겨놓는다.

■ 參考文獻

1. Arrelano, M. and S. Bond, "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations", *Review of Economic Studies*, Vol. 58, 1991, pp. 277~298.
2. Audretch, D., "New Firm Survival and the Technological Regime", *Review of Economics and Statistics*, 1991, pp. 441~450.
3. Berndt, E. and T. S. Malone, "Information Technology and the Productivity Paradox: Getting the Question right", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 3, No. 3~4, 1995, pp. 177~182.
4. David, P. A., *A Contribution to the Theory of Diffusion*, Stanford Center for Research in Economic Growth, Memorandum No. 71, 1969.
5. Davies, S., *The Diffusion of Process Innovations*, Cambridge: Cambridge University Press, 1979.
6. Griliches, Z., "R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues", in P. Stoneman(ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Basil Blackwell Ltd, 1995.
7. Griliches, Z., "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey", *Journal of Economic Literature*, Vol. 28, 1990, pp. 1661~1707.
8. Jovanovic, B. and S. Lach, "Entry, Exit and Diffusion with Learning by Doing", *American Economic Review*, Vol. 79, No. 4, 1989, pp. 690~699.
9. Karshenas, M. and P. Stoneman, "Rank, Stock, Order and Epidemic Effects in the Diffusion of New Process Technology", *Rand Journal of Economics*, Vol. 24, 1993, pp. 503~528.
10. Kwon, M. and P. Stoneman, "The Impact of Technology Adoption on Firm Productivity", *Economics of New Technologies and Innovation*, Vol. 3, 1995, pp. 219~233.
11. Mairesse, J. and M. Sassenou, "R&D and Productivity: A Survey of Econometric Studies at the Firm Level", *NBER Working Paper* No. 36666, Cambridge, Mass., 1991.
12. Nickell, S., "Biases In Dynamic Models with Fixed Effects", *Econometrica*, Vol. 49, 1981, pp. 1417~1426,
13. Patel, P. and K. Pavitt, "Patterns of Technological Activity: Their Measurement and Interpretation", in P. Stoneman(ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Basil Blackwell, 1995.
14. Schumpeter, J. A., *The Theory of Economic Development*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1934.
15. Solow, R., "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 57, 1957, pp. 312~320.
16. Stoneman, P. and M. Kwon, "Technology Adoption and Firm Profitability", *Economic Journal*, Vol. 107, 1996, pp. 952~962.