

혁신장애가 기술혁신에 미치는 효과에 관한 실증분석*

신 범 철¹⁾

경기대학교 경제학부

요 약

본 연구는 기술혁신의 장애를 자금 부족, 기업역량 부족, 시장요인 등으로 세분하여 이들이 서로 다른 성격을 가지고 있는 신제품 혁신과 생산공정혁신에 미치는 효과를 분석하였다. 핵심적인 분석 결과는, 우선 전체표본기업에서는 기술혁신 장애요인이 외생변수라는 가설이 모두 기각되었다. 이는 혁신 장애요인의 잠재적 내생성을 무시하고 추정할 경우, 편의적 결과가 유발될 수 있음을 시사한다. 또한 비기술혁신기업을 모두 포함한 전체표본에서 기술혁신의 장애요인이 모두 기술혁신에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났지만, 비기술혁신기업을 제외한 혁신기업표본에서 혁신장애의 성과가 혁신 유형에 따라 달리 나타났다. 즉, 혁신의 장애요인이 신제품혁신에는 긍정적인 영향을 미치지만, 공정혁신에는 부정적인 영향을 미치는 것이다. 이는 신제품혁신의 경우, 혁신기업이 장애요인을 극복해야 할 대상으로 평가하는 현시장애인, 반면 공정혁신의 경우, 장애요인이 실제로 혁신 활동에 부정적인 영향을 미치는 억제장애로 작용하고 있음을 의미한다. 이러한 결과는 결국 전체표본에 혁신 활동을 하지 않거나 포기한 기업이 포함될 경우, 편의적 결과를 유발할 수 있음을 시사한다.

핵심주제어 : 혁신 장애, 신제품혁신, 공정혁신, 현시 장애 효과.

논문접수일 2021년 05월 11일

심사완료일 2021년 11월 06일

게재확정일 2021년 11월 29일

* 본 논문은 한국연구재단과 아태경상저널에서 정한 윤리규정을 준수함.

이 연구는 2020년 경기대학교 교내연구과제 지원으로 수행되었음.

1) 교신저자: 신범철, bccin@kyonggi.ac.kr.

1. 서론

혁신성장의 핵심 요소인 기술혁신은 여러 가지 장애요인에 의해 영향을 받을 수 있다. 그간 기술혁신에 관한 연구는 그 결정요인의 분석에 집중되어 있고 혁신의 장애요인에 관한 면밀한 분석은 상대적으로 미미한 형편이다(Hidalgo and D'Alvino, 2014). 기술혁신의 장애요인을 이해하는 것은 기업의 혁신 문화를 조성하고 관리자와 정책수립자에게 동기를 부여하는 정책 결정에서 매우 중요하다고 할 수 있다. 기술혁신 활동을 지속할 것인지 아닌지를 결정하는 문제는 기업의 생존경쟁에서 중요한 의사결정임이 틀림없을 것이다.

본 연구는 기술혁신 장애가 기업의 혁신성과에 미치는 효과에 관해 과학기술정책연구원의 제조업 혁신 설문 조사(Korean Community Innovation Survey: KCIS) 자료를 기반으로 실증·분석하고자 한다. 혁신 장애요인을 자금 부족, 기업역량 부족, 시장요인 등으로 구분하고 신제품 혁신과 생산공정혁신에 미치는 효과를 비교·분석할 것이다.

이 연구는 기업의 자금조달 부족, 기업역량 부족, 시장의 불확실성 등의 혁신장애가 기술혁신에 미치는 영향, 특히 신제품혁신과 공정혁신에 미치는 영향을 비교·분석할 것이다. 이 두 종류의 기술혁신이 서로 밀접한 관계를 지니고 있다면, 혁신기업이 두 종류의 기술혁신을 동시에 수행하기도 한다. 하지만 이 혁신들은 서로 다른 목적하에 서로 다른 수단과 방법을 통해 수행하는 서로 다른 혁신과정의 결과일 수 있다. 신제품혁신은 시장 확대와 특허 활동 촉진과 같은 시장 지향적인 혁신 전략을 기반으로 기술적 경쟁력(technological competitiveness) 향상을 추구한 결과일 수 있다. 이와는 달리 공정혁신은 생산 효율성 추구하고 생산의 유연성 확대, 혁신 관련 기계와 컴퓨터 소프트웨어 투자 확대로 자본생산성 향상과 비용 절감 등을 통해 적극적인 가격경쟁력 추구 전략의 산물로 발생할 수 있다(Vaona and Piante, 2008). 하지만 이러한 혁신의 차이에도 불구하고 선행연구가 기술혁신의 성과지표로 신제품혁신만을 사용하거나 신제품혁신과 공정혁신을 통합하여 사용함에 따라 서로 다른 성격을 분석하는데 한계점을 갖고 있다(Silva et al., 2007; Pellegrino and Savona, 2013).

또한 본 연구는 선행연구와 달리 기술혁신 장애를 현시장애(revealed barriers to innovation)와 억제장애(detering barriers)로 구분하여 혁신 장애의 이중적 성격을 분석하였다. 현시장애는 혁신과정과 혁신 활동의 결과로 학습 경험을 반영하지만, 억제장애는 실제로 기술혁신 활동을 방해하는 장애로 작용한다(D'Este

et al., 2012). 따라서 현시장애는 혁신장애의 중요성 인식과 혁신성과 간의 반직관적(counter-intuitive)이고 긍정적인 상관관계를 보이지만 억제장애는 직관적이고 부정적 상관관계를 보이게 된다. 하지만 대부분의 국내 선행연구는 기술혁신장애와 혁신성과 사이에 직관적(intuitive)인 음(-)의 상관관계를 지니고 있음을 밝히고 있다(서규원과 이창양 2004; 김재영 외 2017; 강승규 외 2018). 직관적으로 볼 때 기술혁신의 장애는 기술혁신 활동을 억제하는 부정적인 영향을 미칠 것이라는 전제가 담겨있다. 하지만 혁신장애와 혁신 활동 간 관계는 반직관적인 양(+)의 상관관계가 존재할 수 있다(Mohnen and Röller 2005; Loof and Heshmati 2006). 기업이 혁신장애를 극복하지 못하는 장애로 인식하기보다 극복할 수 있고, 극복해야만 하는 중요한 장애로 인식한다면 장애요인이 오히려 기술혁신 활동을 촉진할 수 있고 이는 혁신성과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

이 연구는 또한 대기업과 중소기업에서 혁신장애가 혁신성과에 미치는 효과에 관한 비교·분석할 것이다. 신제품혁신은 통상적으로 기술적 경쟁력 제고를 통해 발생할 수 있는데, 중소기업의 경우 품질개선의 이점을 통해 생산성이 향상되어 기술적 경쟁력이 높아지는 한편 대기업의 경우 새롭고 동태적인 시장 활동을 통해 기술적 경쟁력을 높일 수 있다. 이와는 달리 공정혁신은 주로 적극적인 가격 경쟁력 추구 전략과 관련되는데, 중소기업의 경우 새로운 기계와 소프트웨어 등의 도입으로 인한 효율성 추구에서 발생한다. 대기업의 경우 비용 절감을 위한 구조조정으로 인해 생산성이 향상되고, 생산공정의 자본생산성이 향상되어 가격 경쟁력이 높아진다.

대부분의 국내연구와 달리, 이 논문은 연구 방법을 두 가지 측면에서 개선하고자 한다. 우선 혁신 활동을 하지 않거나 중단한 기업을 포함하여 추정함에 따라 표본선정 편의 문제를 유발하였는지에 관한 분석할 것이다. 혁신 활동을 이미 중단한 기업은 혁신장애의 여부와 그 중요성 정도가 혁신성과에 영향을 미치지 않을 수 있다. 기술혁신에 전혀 관심이 없거나 어떠한 이유로든 혁신 활동을 중단한 기업이 표본에 포함되었음에도 이를 고려하지 않을 경우, 표본선정 편의로 인해 왜곡된 결과가 유도될 수 있다(Baldwin and Lin, 2002). 또 다른 측면에서 국내연구가 주로 사용하고 있는 요인분석-회귀분석의 2단계 방법이 기술 장애의 이중적 성격으로 발생하는 잠재적 내생성 문제를 무시함에 따라 발생하는 편의의 문제이다. 이 연구는 혁신장애의 내생성을 고려하기 위해 잔차 기반 2단계(2 Stage Residual Included: 2SRI) 추정방법을 사용할 것이다.¹⁾ 이는 비선형 프로빗

1) 자세한 것은 Wooldridge(2010) 참조.

모형에서 2SRI가 전통적인 2단계 예측(2 Stage Prediction Substitution: 2SPS) 방법과 비교해 일치적 추정량이기 때문이다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 다음 절에서는 기술혁신 장애와 혁신성과 간 관계에 관한 국내외 선행연구를 비교 논의한다. III 절에서는 혁신장애의 성과 효과에 관한 추정모형을 설정하고 추정방법을 논의하며 IV 절에서는 이 결과를 분석할 것이다. 마지막 절에서는 결과를 요약하고 그 시사점을 논의할 것이다.

2. 선행연구 검토

기술혁신 장애가 혁신성장에 미치는 효과에 관한 연구는 기업에 따라 다양하며 기업의 내부적 혹은 외부적으로 촉진 또는 제약적 요인에 의해 영향을 받는다. 혁신 장애의 요인은 기술혁신의 설계, 수행 및 확산 등에 다양하게 유의미한 영향을 미칠 수 있다(Hadjimanolis, 1999; Pellegrino and Savona, 2013; Madeira et al., 2017; Garcia-Quevedo et al., 2017). 이러한 맥락에서 기술혁신 장애는 기술혁신 활동을 위축하거나 중지토록 하는 내부요인과 외부요인으로 구분할 수 있다. 이는 신제품 출시와 개선된 상품 출시와 같은 신제품혁신 및 새로운 공정혁신 등을 도입 또는 유지하는 역량을 위축시킬 수 있으며 혁신 활동에 영향을 미치고 기대되는 경영성과와 이익 달성을 방해할 수 있다.

Hadjimanolis(1999)는 개발도상국인 사이프러스의 기업 자료를 사용하여 기술혁신 장애요인을 실증적으로 분석하였다. 분석 결과, 경영자 혹은 소유자가 인식한 기술혁신 장애요인의 중요성이 기술혁신이나 경제성과 혹은 수평적 네트워크와 통계적으로 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 사이프러스와 선진국은 일부 요인, 예컨대 자금조달 및 숙련 노동의 요인에서 유사점이 발견되나 대부분은 개도국의 자원과 기술 부족의 경제적 여건에서 그 차이가 발생한다고 주장한다.

Pellegrino and Savona(2013)는 2002년~2010년 기간 동안 영국 CIS 패널자료를 활용하여 기술혁신 장애가 혁신에 미치는 효과를 분석하였다. 분석 결과, 수요 및 시장에 관련된 장애요인이 자금조달 문제에 못지않게 기업의 혁신 실패에 영향을 미친다는 것이다.

Madeira et al.(2017)은 2010년 포르투갈의 CIS 자료를 활용하여 신제품혁신과 생산공정혁신의 성과에 대한 주된 제약 요소를 파악하고 실증적으로 분석하였다. 이 연구는 로지스틱 모형을 기반으로 기술혁신의 장애요인을 분석하고 있는바,

다양한 장애요인이 포르투갈 기업의 성과에 영향을 미친다고 밝히고 있다. 이는 인지된 애로가 기업이 이 문제를 해결하게 하여 기술혁신 투자를 촉진하기 때문에 발생할 수 있다. 이 연구에서 발견된 가장 중요한 장애요인은 높은 혁신 투자 비용과 신제품과 서비스 수요 시장에서 인지된 불확실성이다.

Garcia-Quevedo et al.(2017)은 스페인 2004~2011년 기간의 패널 CIS자료를 활용하여 자금조달보다는 수요 관련 혁신 동기부여 부족에 집중하는 수요유인(demand-pull) 관점에서 수요 불확실성과 수요 정체성이 기업의 R&D 투자 결정에 미치는 효과를 분석하였다. 연구 결과, 수요부족과 불확실한 수요는 서로 다른 장애요인으로 인식하고 있음을 밝히고 있다. 수요 불확실성은 R&D 활동 노력을 위축시키지 않지만, 수요부족의 인식은 R&D 투자금과 R&D 활동 가능성을 위축시키는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 R&D 투자 결정에서 기술혁신 주기의 특정 단계에 의해 해석될 수 있다. 또한 거시적 조건과 동태적 수요에 대한 신뢰 부족은 기업이 기술혁신 활동 참여에 중요한 장애로 작용하지만, 특정수요 부족이나 사용자의 필요에 대한 불확실성은 장애일 수 있지만 이미 R&D 계획에 반영될 가능성이 크다. 이러한 관점에서 수요부족의 증가에 대한 인식은 의미 있게 R&D 투자 결정과 투자 규모에 강력한 부정적인 효과를 보게 되지만 수요 불확실의 증가는 유의미한 영향을 미치지 않거나 아니면 약하게 미칠 수 있다. 결국 본질적으로 불확실하고 위험한 R&D 투자에 참여할 때 수요 불확실성의 일부가 투자 결정 과정에 반영되어 있다고 주장한다.

기술혁신 장애요인에 대한 국내연구는 아직 소수에 불과하며 대표적으로 서규원·이창양(2004), 박규호(2011), 김재영 외(2017) 등을 들 수 있다. 우선 서규원·이창양(2004)은 2002년 한국의 기술혁신조사(Korea Innovation Survey : KIS 2002) 자료를 이용하여 다섯 개의 애로 요인, 즉 혁신 애로 요인, 즉 기업 자체의 조직 애로 요인, 기술혁신 관련 경제 애로 요인, 사설 애로 요인, 환경 애로 요인 등이 R&D집중도에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과, 모든 애로 요인들이 R&D 집중도와 음의 관계에 있는 것으로 나타났는데 이는 모든 애로 요인들이 기술혁신 활동을 저해하고 있음을 보인 결과였다. 또한 애로 요인 중 경제 애로 요인이 가장 중요한 기술혁신 활동의 애로 요인임을 보여주었다.

박규호(2011)는 과학기술정책연구원의 KIS2005 결과를 활용하여 중소 부품소재 기업을 대상으로 기술혁신 장애요인에 대한 체계적인 분석을 수행하고 규모 확대가 초래하는 효과를 분석하였다. 분석 결과, 규모 확대가 장애요인 중에서 자금의 문제를 완화하지만 동시에 다른 장애요인의 중요성 확대를 유발한다고 주

장한다. 따라서 규모의 확대만으로 기술혁신이 자연스럽게 촉진되기보다는 또 다른 문제에 유발한다는 점이다.

3. 분석 모형과 추정 방법

3.1. 분석 모형 설정

기술혁신 활동은 장애요인에 의해 영향을 받을 수 있을 뿐만 아니라 기업의 특성적 요인과 산업의 환경적 경제 요인 등에 의해 영향을 받을 수 있다. 이 연구는 기술혁신의 장애요인과 혁신 활동 간의 관계를 다음의 모형을 통해 분석할 것이다.

$$\begin{aligned}
 dI_{kt}^* &= \beta_0 + \beta_1 dB_{kt} + \beta_2 \ln(Size)_{kt} + \beta_3 (\ln(Size))_{kt}^2 + \beta_4 \ln(Age)_{kt} + \beta_5 dInst_{kt} + \beta_6 dE_{kt-1} \\
 &\quad + \beta_7 dGroup_{kt} + \beta_8 dGS_{kt} + \beta_9 \ln(HHI)_{kt} + \beta_{10} dOrg_{kt} + \sum_j \beta_{11j} dTec_{kj} + \nu_{kt} \\
 dI_{kt} &= 1(dI_{kt}^* > 0)
 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서 $dI_{k,t}^*$ 는 t 기 k 기업의 잠재적(latent) 신제품혁신 및 공정혁신 활동 여부의 변수이고, dB 은 기업의 기술혁신 장애요인, $SIZE$ 는 기업규모, Age 는 기업 업력, $dInst$ 는 연구개발 전담반 유무, $dOrg$ 는 조직혁신 여부, $dGroup$ 는 국내 그룹사 소속 여부, dGS 은 정부 지원 제도의 활용 여부, HHI 는 시장독점력을 나타내는 허쉬만-허핀달 지수, $dE_{k,t-1}$ 는 전년도 수출 여부, $dTec_{kj}$ 는 산업별 기술 수준, $1(\cdot)$ 은 지표함수(indicator function), ν_{kt} 는 관측되지 않는 확률오차항을 나타낸다.¹⁾

이 연구의 종속변수인 기술혁신 성과지표로 전체 매출액 대비 신제품 판매 비율 혹은 R&D 지출 등의 변수로 사용되기도 하나 이 연구는 신제품혁신과 공정혁신 여부의 가변수(dI)를 사용할 것이다. 이는 기업 대부분이 신제품 판매를 못하거나 R&D 투자를 하지 않음에 따라 발생하는 零過剩 분포(zero-inflated distribution) 문제로 편의적 결과를 유발할 수 있기 때문이다.²⁾

1) 지표함수 $1(\cdot)$ 은 괄호 안의 조건이 충족하면 1이고 아니면 0인 함수이다.

2) 영과잉분포함수는 확률변수의 대부분 값이 0이고 나머지는 연속 값을 가지고 있는 분포함수이다. 예컨대, R&D 투자의 경우 대부분의 R&D 투자 기업과 그렇지 않은 기업으로 나누어질 때 이러한 분포함수를 갖게 된다.

본 연구는 기술혁신 활동에 미치는 장애요인(dB)으로 자금조달 부족, 기업의 혁신역량 부족, 시장요인 등을 고려할 것이다. Baldwin and Lin(2002)과 Galia and Legros(2004)는 기술개발을 위한 자금조달이 혁신 활동에서 가장 핵심적인 요인이라고 주장한다. 이러한 자금조달의 문제는 대기업과 중소기업에서 달리 나타날 수 있는데, 대기업은 자금조달 능력이 상대적으로 크고 시장 경쟁 우위를 통해 높은 투자 위험성에도 대처할 수 있으므로 기술혁신 활동과 성과에 중소기업보다 상대적으로 적게 영향을 미칠 수 있다. 다음의 장애요인으로 기업역량 부족 문제는 혁신을 위한 우수인력 부족, 기술에 대한 정보 부족, 시장에 대한 정보 부족, 정부 지원 획득의 어려움, 과다한 혁신 비용 등을 포함한다. 기업 간 시장 경쟁이 치열해지면서 기업의 기술정보 및 시장 정보 취득의 중요성은 더욱더 커지고 있다. 기업 내부에서 기술정보의 부족이나 혁신을 위한 전문인력의 부족은 흡수역량을 축소하여 혁신성과를 위축할 수 있다. 또 다른 장애요인으로 시장 경쟁의 심화와 제품의 시장수요에 대한 불확실성이 기술혁신의 성과에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 직관적으로 볼 때 이러한 세 가지 장애요인은 혁신성과에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 하지만 혁신장애와 혁신 활동 간 관계는 반직관적인 양(+)의 상관관계가 존재할 수 있다(Mohnen and Röller 2005; Loof and Heshmati 2006). 기업이 혁신장애를 극복하지 못하는 장애로 인식하기보다 극복할 수 있고, 극복해야만 하는 중요한 장애로 인식한다면 장애요인이 오히려 기술혁신 활동을 촉진할 수 있고 이는 혁신성과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다면 현시장애 요인으로 작용한다.

기술혁신 활동에 영향을 미치는 기업의 특성 변수로 기업의 규모(Size), 업력(Age), 연구전담부서(dinst)의 존재 등을 고려할 것이다. 슈퍼터 가설에 의하면 기업규모가 클수록 기술혁신 활동이 더 활발하다는 것이다. 이는 규모가 클수록 외부 자금조달이 쉽고 내부 자금 역시 규모에 따라 확대됨에 따라 자금의 유동성 제한이 상대적으로 적기 때문이다. 또한 대기업의 경우 생산의 규모경제와 범위경제가 발생할 수 있으므로 기대 이익이 상대적으로 크게 발생할 수 있다. 반면 Scherer(1982)는 중소기업이 대기업보다 기술혁신 활동이 더 활발하다고 주장한다. 기업규모가 크게 되면 오히려 관료주의 현상이 발생하고 X-비효율성(inefficiency)이 커지게 된다는 것이다. 하지만 Bound et al.(1984)은 기업규모가 증가함에 따라 R&D 활동은 초기에 감소하다가 후반에는 증가하는 U자형 관계를 제안하였고 Cohen et al.(1992)은 기업규모와 R&D 집약도 간 확정적 관계보다는 확률적 관계가 적절하며 역 U자 관계가 더 합당하다고 주장한다. 또 다른 기업

의 특성 변수로 기업의 업력은 기술혁신에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 기업 업력이 누적된 지식과 경험을 나타낸다고 본다면 기업의 업력이 클수록 기술혁신은 더 확대될 수 있다(Galande et al., 2003). 하지만 기술혁신의 숫자가 클수록, 즉 젊은 기업일수록 기술혁신에 더 적극적이므로 업력이 증가하면 기술혁신은 오히려 위축될 수 있다(Keppler, 1996).

외부적인 환경요소로 국내외 시장구조와 경쟁 조건과 비기술혁신 활동 등이 기업의 혁신 성향에 영향을 미칠 수 있다. 국내외 시장 경쟁의 심화는 중소기업에 오히려 새로운 기회를 제공하며 새로운 산업에서는 중소기업의 R&D 활동이 촉진된다는 것이다. 이러한 관점에서 국제적으로 운영되고 있는 기업은 혁신 활동에 더 적극적일 것이고 높은 수준에 R&D 비용을 지급할 것이다. 국제경쟁력의 대리변수인 수출(dE)이 높을수록 기술혁신의 장애를 극복하는 학습효과를 유발하는 연구 능력을 촉진할 것이다. 또 다른 요인으로 다양한 비기술혁신, 특히 조직혁신(dOrg)이 기술혁신 성과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 조직혁신은 조직의 변화를 유발하고 전통적인 기술혁신의 원천에 보완적 기능을 할 수 있기 때문이다.

3.2. 추정 방법

이 연구는 기술혁신의 결정요인으로서 혁신 장애의 역할을 검증할 것이다. 종속변수는 신제품혁신과 생산공정혁신 도입 여부의 이분 변수(binary variable)인 바, 이 모형을 단순 OLS로 추정하면 편의를 유발하므로 프로빗 모형을 활용하고자 한다(예컨대, 신범철, 2018; Song and Oh, 2015).

이 프로빗 모형에서는 기술혁신 여부(dI)의 종속변수와 독립변수(X) 간 다음의 비선형관계를 갖는다.

$$p(dI=1) = \int_{-\infty}^{X'\beta} \phi(z) dz = \Phi(X'\beta) \quad (2)$$

여기서 $\phi(z)$ 는 표준 정규분포를 나타내고, $\Phi(X'\beta)$ 는 표준 누적정규분포, X는 (1)식의 설명변수 벡터를 나타낸다. 따라서 추정치는 (2)식의 최우추정방법에 의해 구할 수 있다.

프로빗 모형에서 한계효과(marginal effect)는 다음과 같이 구할 수 있다.¹⁾

$$\frac{\partial E(dI | X)}{\partial X} = \frac{\partial \Phi(X'\beta)}{\partial X'\beta} * \beta = \phi(X'\beta) * \beta \quad (3)$$

여기서 $E(dI | X) = \Phi(X'\beta)$ 이다. 따라서 프로빗 모형에서 한계효과는 OLS 추정치와 달리 표준정규분포에 따라 달라진다. 프로빗 모형에서 한계효과(marginal effect, ME)는 x의 평균에서 계산하는 방식과 각각의 관측치로 계산하는 방법이 있는데, 본 연구는 전자의 방법을 활용하기로 한다. 혁신장애가 혁신성과에 미치는 한계효과(ME)는 장애요인이 연속변수가 아닌 이산변수(discrete variable)인 이분 변수이므로 다음과 같이 계산된다.

$$ME = P[dI=1 | \bar{X}_d, dB=1] - P[dI=1 | \bar{X}_d, dB=0] \quad (4)$$

여기서 $P(\cdot)$ 는 확률함수이고, \bar{X}_d 는 dB 변수를 제외한 X 변수의 평균이다.

혁신장애의 직접적인 혁신성과를 나타내는 β_1 에 대한 추정계수가 양(+)의 부호로 유의하면 기업의 기술혁신 장애에 대한 평가가 기업성과에 긍정적인 효과를 미치게 된다. 이는 장애효과의 반직관적인 결과로 이른바 현시장애 효과에 해당한다. 반대로 β_1 에 대한 추정계수가 음(-)의 부호로 유의하면 기업의 장애요인이 혁신성과에 오히려 부정적인 영향을 미치게 된다. 이는 기술혁신 장애의 직관적 결과로 억제장애 효과에 해당한다.

이러한 기술혁신과 혁신 장애 간 관계에 관한 상반된 예측을 분석하는데 두 가지 문제가 발생할 수 있다. 우선 기술혁신에 전혀 관심이 없거나 어떠한 이유로 든 혁신 활동을 하지 않는 기업이 표본에 포함되었음에도 이를 고려하지 않을 경우, 표본선정 편의로 인해 왜곡된 결과가 유도될 수 있다(Baldwin and Lin, 2002). 이러한 표본선정 편익 문제를 완화하기 위해 이 논문은 혁신 활동을 전혀 하지 않는 기업과 혁신 장애로 인해 기술혁신 프로젝트를 포기한 기업은 표본에서 제외하여 혁신기업표본을 만들고 이를 기반으로 실증분석할 것이다.

다음으로 (1) 식에서 혁신 장애요인에 중요성 평가 변수의 내생성 문제이다. 장애요인의 내생성 문제는 장애요인이 기술혁신 활동에 직접 영향을 미치기도 하지만, 역으로 기술혁신 활동의 유형이 장애요인의 중요성 평가에 영향을 미칠 수 있으므로 발생한다. 이러한 혁신장애의 평가에 내생성 문제를 완화하기 위해 도

1) 자세한 것은 Greene(2012), pp.727-737 참조.

구 변수(instrument variables)를 기반하는 2단계 추정방법을 적용할 수 있다.¹⁾ 이러한 2단계 추정방법으로 전통적인 예측대체(2SPS)방법과 2단계 잔차포함(2SRI) 추정방법으로 구분된다. 두 방법 모두 다음의 혁신 장애 모형의 추정 결과를 활용하게 된다.

$$dB_k = 1(Z_k\delta + X'\beta + v_k > 0) \quad (5)$$

여기서 $1(\cdot)$ 은 지표함수를 나타내고 z_k 는 기술혁신 장애 결정요인의 외생변수 벡터이고 x 는 (1) 식의 독립변수 벡터를 나타낸다. 전통적인 2SPS 방법은 1단계에서 (3) 식을 프로빗 모형을 적용하여 추정하고 2단계에서 이 예측값을 독립변수로 활용하는 반면 2SRI 방법은 실제값과 잔차를 모두 포함하여 추정한다.²⁾ 선형모형에서 두 모형이 모두 2단계 최소자승법(2SLS)에 의한 추정방법과 동일하다. 하지만 비선형모형인 프로빗 모형에서는 2SPS 추정량은 비일치적(non-consistent)이지만, 2SRI 추정량은 일치적(consistent)이기 때문에, 이 연구에서 2SRI 추정방법을 적용할 것이다.³⁾ 즉, 1단계에서 장애 인지의 중요성 여부를 프로빗 모형, 즉 (5) 식을 추정한 다음, 2단계에서 그 예측값과 실제값을 독립변수로 기술혁신 모형, 즉 (1) 식에 포함하여 재추정할 것이다.⁴⁾

4. 자료 및 실증결과

4.1. 자료

기술혁신 장애의 혁신성과 효과를 분석하기 위해 과학기술정책연구원의 2016년 제조업 혁신 활동 조사(Korean Community Innovation Survey: KCIS) 자료를 활용할 것이다. 이 KCIS는 통계청에서 승인된 자료로서 OECD의 설문 조사 메뉴얼

1) 자세한 것은 Wooldridge(2010) 참조.

2) 자세한 것은 Terza(1998, 2008) 참조.

3) 비선형모형에서 2SRI 추정량이 일치적이라는 주장은 Newey(1987), Rivers and Vuong(1988), Blundell and Smith(1993) 등에 의해 제시되었다.

4) 이 2단계 추정방법을 활용한 대표적인 연구로 신범철(2009), 신범철·이의영(2009) 등을 들 수 있다. 이 추정방법에 관해 자세한 것은 Cameron and Trivedi(2005), p.276 참조.

(Oslo Manual, 3rd Edition)을 기반으로 한국 내 제조업체와 서비스업체를 대상으로 기업 정보, 혁신 여부, 혁신의 목적, 혁신 장애요인, 등과 같은 혁신 관련 설문지를 포함하고 있다. 이 연구가 사용하고 있는 변수는 2016년 4,008개의 제조업체를 포함하고 있으며 <표 1>에 정돈되어 있다.

추정모형의 종속변수인 기술혁신 성과지표는 지난 3년간 기존 제품과 완전히 다른 신제품 출시 혹은 크게 개선된 제품 출시 여부(dNew)와 완전히 새롭거나 크게 개선된 생산 방법 혹은 물류, 배송, 분배 방법 또는 지원활동인 공정혁신 여부의 가변수(dProc)를 사용하기로 한다. 제품혁신으로 전체 매출액 대비 신제품 판매 비율 혹은 R&D 지출 등의 변수로 사용되기도 하나 이는 대부분 기업이 신제품을 판매하지 못하거나 R&D 투자를 하지 않음에 따라 발생하는 분포 문제로 편의적 결과를 유발할 수 있기 때문이다.¹⁾

혁신 활동의 장애요인 항목으로 이 연구는 자금 부족(dcost), 기업역량 부족(dfcap), 시장요인(dmktf) 등을 사용한다. 자금 부족으로는 내부와 외부의 자금조달 부족과 정부 지원 획득의 곤란, 혁신 비용의 과다 등을 포함하고 기업의 역량 부족은 혁신을 위한 우수한 인력 부족, 기술에 대한 정보 부족, 시장에 대한 정보 부족 등 5개 항목, 시장요인으로 혁신 활동의 여력과 시장수요의 불확실성을 포함한다. 혁신 장애요인에 관해 Oslo Manual에 기반하고 있는 대부분 국가의 CIS(Community Innovation Survey)에서처럼 KCIS 역시 대상 기업에 다음과 같이 질문한다(OECD, 2005). “최근 3년간 귀사가 혁신활동을 수행하지 못하거나, 또는 수행하였더라도 성공적인 실현을 저해했던 요인은 무엇이었는지 아래 항목별로 중요도를 평가해 주십시오.”²⁾ 이에 대한 답으로 “중요하지 않음”, “중요도 낮음”, “중요도 보통”, “중요도 높음” 등 4가지 리커트 점수로 구성되어 있다. 그렇다면 이 질문에 대한 기업의 답은 두 가지 의미로 해석할 수 있다. 기업이 겪었던 실제 장애요인이 실제로 기술혁신 활동을 억제하였거나 혹은 중단하게 하였거나 아니면 장애요인 극복이 기업의 생존에 가장 중요한 요인으로 평가하여 오히려 극복의 대상으로 간주하였을 수 있을 것이다. 전자는 장애의 요인이 기술혁신에 부정적인 영향을 미치는 억제장애인 반면, 후자는 오히려 긍정적인 영향을 미치는 현시장애이다.

1) 비율변수의 불편성에 관한 자세한 논의는 Papke and Wooldridge(1996), Cook, Kieschnick and McCullough (2008), Cin et al.(2017) 참조.

2) 자세한 것은 조가원 외(2016) 참조.

<표 1> 사용변수와 정의

약자	변수	정의
dNew	신제품혁신 여부	지난 3년간 기존 제품과 완전히 다른 신제품 출시 혹은 크게 개선 제품 출시 여부
dProc	공정혁신 여부	지난 3년간 완전히 새롭거나 크게 개선된 생산 방법 혹은 물류, 배송, 분배 방법 또는 지원활동 여부
dcost	자금 부족	내부(해당 기업이나 소속그룹) 자금 부족 기업 외부(외부 용자 또는 민간 펀드 등) 자금 부족 정부 지원(교부금 또는 보조금) 획득의 어려움 과다한 혁신비용
dfcap	기업역량 부족	혁신을 위한 우수인력 부족 기술에 대한 정보 부족 시장에 대한 정보 부족 혁신을 위한 협력파트너의 부재 혁신 도입을 위한 좋은 아이디어 부재
dmktf	시장요인	시장 경쟁이 너무 심해서 혁신활동을 수행할 여력이 없음 혁신 제품, 아이디어에 대한 시장수요 불확실
lw	종사자 수	연도별 상시 종사자 수(로그값)
lwsq	종사자 수의 제곱	연도별 상시 종사자 수(로그값)의 제곱
lage	기업 업력	(2017-기업설립연도)(로그값)
dinst	연구전담부서	해당 기업 내 연구 전담 부서 존재 여부
dE_{i-1}	수출 여부	2015년 해당 업체의 수출 여부
dgroup	국내그룹 계열사	해당 업체의 국내 그룹사 소속 여부
dgst	정부 지원 제도	지난 3년간 귀사가 혁신활동을 수행하며 정부지 원제도 중 하나라도 활용한 적이 있으면 1 아니면 0.
lhhi	시장집중력	허쉬만-허핀달 지수의 로그값
dorg	조직혁신	해당 업체의 지난 3년간 조직혁신 도입 운영 여부
dTec	기술수준	OECD 기술수준별 산업분류
dInd	산업가변수	해당 업체가 2단위 해당 산업에 속하면 1 아니면 0

기업규모는 상시 종사자 수(lw)를 사용하였고 기업 업력(lage)은 조사연도에서 기업설립연도를 뺀 수치를 로그값을 취하여 사용하였다. 수출 여부는 수출의 내생성 문제를 완화하기 위해 전년도 수출 여부 자료를 사용하기로 한다.¹⁾ 국내 산업의 경쟁 정도와 산업의 집중도를 나타내는데 흔히 k 기업 집중률(k-firm concentration ratio : CRk)과 허핀달-허쉬만 지수를 사용한다. CRk는 가장 규모

1) 기술혁신 산출 함수에서 수출이 내생성을 갖고 있다는 주장은 신범철(2018) 참조.

가 큰 k 개의 기업이 산업 내에 차지하는 매출액의 백분율이다. 이는 매출액순으로 배열해 k 개 기업까지 시장점유율을 합산하여 구한 값이다. 허핀달-허쉬만지수(Herfindahl-Hirschman index: HHI)는 CR k 지수와 같이 매출액이 가장 큰 기업에서 작은 기업 순으로 배열한 뒤 상위 50개 기업에 대한 각각의 시장점유율을 각각의 백분율로 구하고 이들 점유율의 제곱을 모두 합산한 것이다. 따라서 HHI의 값이 클수록 산업의 집중률은 높아진다. 이 연구는 통계적으로 의미가 있는 한국 개발원의 평균 HHI 자료를 사용하기로 한다.¹⁾

산업별 혁신성과의 효과를 고려하기 위해 기술 수준에 의한 OECD 산업분류에 따라 고기술업종(hitech), 중고기술업종(mhitech), 중저기술업종(mlowtech), 저기술업종(lowtech) 등 산업에 속한 기업으로 나누고 이에 대한 가변수를 사용하였다.²⁾

표본선정 편의를 완화하기 위해 이 연구는 R&D 지출이 0 혹은 결측값을 가지고 있는 기업과 혁신 활동 중 연구 활동을 중단한 기업은 전체표본에서 제외하여 혁신기업표본을 추출하고 그 결과를 비교하였다. <표 2>는 전체표본과 혁신기업표본에 관한 기술통계를 제시하고 있다. 이를 보면 전체표본 3,899개 기업 중 신제품혁신은 31%, 공정혁신은 25%를 이루고 있지만, 혁신기업표본은 1,532개 기업 중 신제품혁신은 63%, 공정혁신은 48%로 전체표본의 평균보다 더 크게 나타나고 있다. 장애요인을 보면 자금조달의 경우 전체표본은 41%이지만 혁신기업표본은 51%로 역시 높게 나타나고 있다. 그 외의 변수가 전체적으로 혁신기업표본에서의 평균값이 전체표본의 평균보다 두 개 변수(즉, 중저기술산업과 저기술 산업 내 기업의 비율)를 제외하고 높게 나타났다. 이는 혁신기업표본은 하이텍 산업과 중하이텍 산업에 소속된 기업의 비율이 높게 나타나지만, 전체표본기업은 저기술산업에서 높은 비율을 나타내고 있다. 변수 간의 상관계수는 하나의 경우를 제외하고 매우 낮아 다중공선성의 문제는 발생하지 않을 것으로 보인다(부표 1 참조).

1) 자세한 것은 이재형 외(2017) p.58-59 참조.

2) 기술업종에 대한 OECD 분류는 R&D 투자 비중을 기준으로 4개의 업종으로 분류하고 있다. 이에 대한 자세한 설명은 한국은행(2007) 참조.

<표 2> 기초통계

변수	전체표본		혁신기업표본	
	평균	표준편차	평균	표준편차
dNew	0.31	0.46	0.63	0.48
dProc	0.25	0.43	0.48	0.50
hdcost	0.40	0.49	0.52	0.50
hdfcap	0.38	0.49	0.50	0.50
hdmktf	0.20	0.40	0.25	0.43
lw	3.76	1.07	4.18	1.05
lwsq	15.29	8.97	18.59	9.11
lage	2.72	0.59	2.83	0.58
dinst	0.48	0.50	0.84	0.37
dE_{t-1}	1.80	1.49	2.30	1.75
dgroup	0.03	0.17	0.03	0.17
dgst	0.40	0.49	0.54	0.50
lhhi	3.73	3.03	4.03	2.98
dorg	0.27	0.45	0.40	0.49
hitech	0.13	0.34	0.18	0.39
mhitech	0.36	0.48	0.46	0.50
mlowtech	0.21	0.41	0.16	0.37
lowtech	0.19	0.39	0.13	0.34

4.2. 추정 결과

기술혁신 장애의 성과를 분석하는데 발생할 수 있는 장애요인의 내생성 문제를 완화하기 위해 전체표본을 대상으로 2SRI 방법을 적용한 결과를 <표 3>에 제시하고 있다. 이 결과를 보면, 무엇보다도 혁신장애(dB), 즉 자금조달, 기업역량, 시장요인 등의 추정계수는 신제품혁신과 공정혁신 모두 양의 부호로, 통계적으로 유의하게 나타나 혁신성장에 억제장애보다는 현시장애로 작용한 것으로 볼 수 있다. 또한 기술혁신 장애에 대한 잔차(rB)의 계수 역시 모두 통계적으로 유의하게 나타났다. 이는 장애요인이 외생변수라는 귀무가설이 모두 통계적으로 기각됨을 의미하는데, 이는 잠재적 내생성을 무시하고 추정할 경우, 불편의한 추정 결과를 유발할 수 있음을 의미한다.

<표 3> 기술혁신 장애와 혁신성과: 2SRI에 의한 전체표본기업 추정 결과

변수	신제품혁신			공정혁신		
	장애요인	자금조달	기업역량	시장요인	자금조달	기업역량
dB	3.256*** (0.131)	2.990*** (0.123)	5.425*** (0.224)	2.096*** (0.126)	1.950*** (0.121)	3.360*** (0.219)
rB	-2.967*** (0.121)	-2.587*** (0.116)	-5.128*** (0.217)	-1.945** * (0.119)	-1.668** * (0.116)	-3.395** * (0.224)
lw	0.332* (0.171)	0.076 (0.168)	0.384** (0.167)	0.505*** (0.161)	0.323** (0.159)	0.499*** (0.160)
lwsq	-0.007 (0.020)	-0.015 (0.020)	-0.014 (0.020)	-0.003 (0.019)	-0.008 (0.019)	-0.004 (0.019)
lage	0.023 (0.049)	0.002 (0.048)	0.001 (0.048)	-0.008 (0.046)	-0.020 (0.046)	-0.019 (0.046)
dinst	0.299*** (0.076)	0.390*** (0.075)	0.356*** (0.075)	-0.219** * (0.076)	-0.138* (0.075)	-0.171** (0.075)
dE_{t-1}	0.059*** (0.019)	0.056*** (0.019)	0.059*** (0.019)	0.037** (0.018)	0.038** (0.018)	0.040** (0.018)
dgroup	0.221 (0.153)	0.185 (0.149)	0.158 (0.149)	-0.031 (0.146)	-0.054 (0.143)	-0.076 (0.143)
dgst	0.078 (0.058)	0.198*** (0.057)	0.157*** (0.057)	-0.231** * (0.056)	-0.146** * (0.055)	-0.173** * (0.055)
lhhi	0.032*** (0.010)	0.025*** (0.010)	0.032*** (0.009)	0.006 (0.009)	-0.001 (0.009)	0.008 (0.009)
dorg	-0.204*** (0.062)	-0.147** (0.060)	-0.152** (0.060)	0.455*** (0.057)	0.478*** (0.056)	0.477*** (0.056)
hitech	-0.625*** (0.131)	1.215*** (0.129)	2.169*** (0.145)	-0.178 (0.132)	1.024*** (0.133)	1.641*** (0.147)
mhitech	0.055 (0.110)	0.103 (0.109)	0.207* (0.107)	0.365*** (0.112)	0.405*** (0.112)	0.462*** (0.111)
mlowtech	-1.154*** (0.132)	-0.490*** (0.123)	-0.664*** (0.124)	-0.778** * (0.132)	-0.336** * (0.125)	-0.459** * (0.125)
lowtech	0.172 (0.120)	-0.160 (0.122)	1.059*** (0.122)	0.353*** (0.121)	0.156 (0.124)	0.926*** (0.122)
χ^2	1,937.7	1,857.7	1,852.5	1,207.5	1,174.7	1,159.7
표본수	3,899	3,899	3,899	3,899	3,899	3,899

주) ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준을 나타냄. 괄호 안의 값은 표준오차를 의미함.

그 외 연구부서의 존재, 수출, 정부 지원(dgist), 시장집중도(lhhi), 비기술혁신(dorg) 등의 추정계수가 통계적으로 유의하게 나타났다. 그러나 이러한 결과의 핵심적인 문제점은 기술혁신과 혁신장애에 무관하거나 무심한 비혁신기업의 포함 이 표본선정 편의를 유발할 수 있다는 것이다.

<표 4>는 이러한 표본선정 편의 문제를 완화하기 위해 혁신활동을 전혀 하지 않는 기업과 혁신 장애로 인해 기술혁신 프로젝트를 포기한 기업은 표본에서 제외하여 혁신기업 표본(related sample)을 대상으로 장애요인의 내생성 문제를 완화하기 위해 2SRI 방법을 적용하여 추정한 결과를 제시하고 있다.

<표 4> 기술혁신 장애와 혁신성과: 2SRI에 의한 혁신기업 추정 결과

변수	신제품혁신			공정혁신		
	장애요인	자금조달	기업역량	시장요인	자금조달	기업역량
dB	3.040*** (0.363)	2.502*** (0.599)	1.453*** (0.415)	0.032 (0.356)	-1.922** * (0.609)	-1.795** * (0.433)
rB	-2.796*** (0.359)	-2.032*** (0.597)	-1.072** * (0.411)	0.021 (0.353)	2.177*** (0.608)	1.801*** (0.429)
lw	0.324 (0.237)	-0.038 (0.229)	-0.011 (0.226)	0.147 (0.251)	0.188 (0.245)	0.088 (0.244)
lwsq	0.001 (0.027)	-0.001 (0.027)	0.008 (0.026)	0.017 (0.029)	0.016 (0.029)	0.011 (0.029)
lage	0.015 (0.063)	0.005 (0.063)	-0.013 (0.063)	-0.084 (0.063)	-0.074 (0.063)	-0.076 (0.063)
dinst	0.158 (0.101)	0.354*** (0.099)	0.378*** (0.099)	-0.777** * (0.103)	-0.659** * (0.103)	-0.653** * (0.102)
dE_{t-1}	0.067*** (0.023)	0.067*** (0.023)	0.072*** (0.023)	0.028 (0.023)	0.029 (0.023)	0.034 (0.023)
dgroup	0.359* (0.200)	0.166 (0.203)	0.084 (0.208)	0.407* (0.209)	0.459** (0.210)	0.680*** (0.218)
dgst	0.042 (0.072)	0.183** (0.072)	0.137* (0.071)	-0.428** * (0.072)	-0.413** * (0.072)	-0.447** * (0.072)
lhhi	0.029** (0.012)	0.013 (0.012)	0.027** (0.012)	-0.002 (0.012)	-0.010 (0.012)	0.001 (0.012)
dorg	-0.318*** (0.073)	-0.281*** (0.072)	-0.272** * (0.072)	0.298*** (0.072)	0.306*** (0.072)	0.289*** (0.073)
hitech	-0.108 (0.166)	1.575*** (0.387)	0.973*** (0.275)	0.347** (0.168)	-0.911** (0.394)	-0.636** (0.284)
mhitech	1.196*** (0.180)	0.812*** (0.209)	0.502*** (0.158)	0.349* (0.180)	-0.203 (0.213)	0.024 (0.163)
mlowtech	-0.301* (0.177)	-0.117 (0.192)	0.372** (0.158)	0.054 (0.178)	0.415** (0.196)	0.004 (0.160)
lowtech	1.684*** (0.237)	0.445*** (0.170)	0.884*** (0.258)	0.355 (0.236)	0.164 (0.174)	-0.520* (0.266)
χ^2	147.2	126.0	99.6	210.4	234.2	227.7
표본수	1,532	1,532	1,532	1,532	1,532	1,532

주) ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준을 나타냄. 괄호 안의 값은 표준오차를 의미함.

혁신기업의 결과를 보면, 장애요인의 통계적 유의성은 신제품혁신과 공정혁신의 결과에서 서로 달리 나타나고 있다. 신제품의 경우 자금조달, 기업역량, 시장요인 등 장애요인 중요성의 인식에 대한 추정계수는 모두 양(+)의 부호로 통계적

으로 유의하게 나타났다. 이러한 결과는 자금조달 애로와 기업역량의 부족, 시장요인의 불확실성에 대한 혁신장애의 중요성 인식이 신제품혁신을 촉진하지만, 혁신장애가 극복할 수 있는 현시장애로 평가할 뿐 극복할 수 없는 억제장애로 평가하지 않음을 의미한다. 이러한 반직관적인 현시장애의 결과는 Mohnen and Röller(2005), Loof and Heshmati(2006), Segarra et al.(2008), D' Este et al.(2012) 등과 유사하다. 한편 공정혁신의 경우 3개 장애요인의 계수 중 2개가 음의 부호로 나타났다. 이는 기술혁신 장애가 공정혁신에서는 극복하기 어려운 억제장애로 평가되어 부정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 장애요인과 기술혁신 간 직관적인 억제장애의 결과는 서규원과 이창양(2004), 김재영 외(2017), 강승규 외 (2018)의 결과와 유사하다.

기술혁신 성과에 미치는 기업 특성으로 기업규모와 업력, 연구전담부서의 존재에 관한 추정 결과를 보면, 기업규모가 모두 통계적으로 유의하지 않게 나타나 스페터 가설과 U자 가설 모두가 지지받지 못하고 있다. 기업 업력 역시 모두가 통계적으로 유의하지 않게 나타나 신제품혁신에 반드시 유의미한 영향을 미치지 않는 것을 의미한다. 이는 젊은 기업일수록 혹은 신생기업일수록 신제품혁신 의지 및 개발 노력의 의지가 더 높다는 주장과는 반대의 결과이다. 연구전담부서의 존재 여부에 대한 추정계수 중 2개는 신제품혁신의 경우 양(+의 부호)로 통계적으로 유의하게 나타났지만, 공정혁신의 경우는 모두 음(-) 부호로 통계적으로 유의하게 나타났다. 그 외의 특성 변수로 대기업 소속 여부는 신제품혁신의 경우 통계적으로 유의하지 않지만, 생산공정혁신의 경우 통계적으로 유의하게 나타났다. 즉, 대기업집단에서의 혁신은 신제품혁신보다는 생산공정혁신의 활동이 더 활발하게 나타난다는 것을 의미한다.

국내외 경제환경 변수로 국내 시장독점도와 수출에 관한 결과를 보면 허쉬만-허핀달 지수에 대한 추정계수는 신제품혁신의 경우 양(+의 부호)로 통계적으로 유의하게 나타났지만, 공정혁신의 경우 음의 부호로 유의하지 않게 나타났다. 즉, 국내 시장지배력이 클수록 신제품혁신이 촉진된다는 의미이다. 이는 시장경쟁력과 기술혁신 간 역 U자 관계를 갖는다는 Aghion(2005)의 가설보다 양의 관계를 갖는다는 스페터의 가설을 지지한다. 해외 경쟁력 혹은 경제환경 변수로서 수출은 전체표본의 결과와는 달리, 신제품혁신의 경우 모두 통계적으로 유의하게 나타났지만, 공정혁신의 경우는 모두 유의하지 않게 나타났다. 이 결과는 수출이 기업의 신제품혁신을 도입할 가능성에 긍정적인 영향을 미친다는 Bratti and Felice(2012)와 신범철(2018)과의 결과와 비슷하지만, 수출이 공정혁신에 긍정적인 영향을 미친다는 Damijan et al. (2010)과 Lileeva and Trefler(2010)의 결과와는 다르다. 이는 기술혁신 기업의 경우 수출이 신제품혁신에 긍정적인 영향을 미치

지만, 비기술혁신 기업의 경우 공정혁신에는 영향을 미치지 못함을 의미한다. 이러한 결과는 과거와는 달리 최근 한국기업이 수출하기 위해서는 신제품혁신과 제품 품질의 향상이 중요한 요인임을 시사한다. 이러한 결과의 차이는 수출의 내생성 문제를 통제하기 위해 본 연구가 수출의 시차변수를 사용하기 때문에 발생할 수 있다. 또 다른 이유로 신제품혁신이 후진국보다는 시장수요가 크고 경쟁이 치열한 선진국에 수출할 때 발생하는바, 한국의 수출이 저기술 상품보다는 하이텍 상품의 수출 확대에 의해 발생하는 현상으로 해석할 수 있다.

국내 경제적 환경변수로서 정부 지원의 추정계수는 신제품혁신의 경우 양의 부호로 유의하게 나타나지만, 공정혁신의 경우는 오히려 음(-)의 부호로 유의하게 나타났다. 이는 정부 지원이 신제품혁신 활동에 긍정적인 영향을 미치고 있지만, 공정혁신 활동에는 부정적인 영향을 미치는 것을 의미한다. 즉, 정부 지원이 기업의 생산공정혁신보다는 신제품혁신에 이루어질 때 정책효과가 크게 나타날 수 있음을 시사한다. 기술수준에 따른 혁신성장에 미치는 영향을 보면, 기업역량과 시장요인은 하이텍 산업에서 신제품혁신과 공정혁신을 촉진하는 것으로 나타났다. 중간 하이텍산업의 경우 모든 장애요인이 공정혁신에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 중저기술 산업에서는 모든 장애요인이 혁신에 부정적인 영향을 미치지만, 저기술산업에서는 시장요인의 장애가 기업에 신제품혁신과 공정혁신에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

혁신중소기업에 대한 추정 결과를 <표 5>에 제시하고 있다. 앞의 혁신기업 추정 결과와는 달리 혁신중소기업의 경우, 기업역량 부족의 장애요인은 통계적으로 유의하지 않게 나타났다.

또한 혁신기업에 비교해서 시장 불확실성의 장애요인이 신제품혁신에 미치는 효과가 기업역량 부족과 시장요인의 불확실성 장애요인이 생산공정혁신에 미치는 효과보다 더 크게 나타나고 있다. 즉, 혁신중소기업이 시장 불확실의 장애요인을 극복할 대상으로 보고 있고 신제품혁신 활동을 오히려 촉진하는 것으로 나타나고 있다. 다른 한편 기업의 역량 부족과 시장요인의 불확실성의 장애요인이 공정혁신에 부정적인 영향을 미치는 결과는 앞의 결과와 유사하나 계수의 값이 크게 나타나 상대적으로 혁신중소기업에서 영향이 크게 나타나고 있다.

그 외의 결과는 앞에서 설명한 혁신기업의 결과와 같이 통계적 유의성 측면에서 대부분이 유사하지만, 효과의 크기 면에서 달리 나타나고 있다. 수출 여부, 대기업 소속 여부, 독점도, 조직혁신 등 대부분 계수의 통계적 유의성과 부호가 같게 나타나고 있다.

<표 5> 기술혁신 장애와 혁신성과: 2SRI에 의한 혁신중소기업 추정 결과

변수	신제품혁신			공정혁신		
	자금조달	기업역량	시장요인	자금조달	기업역량	시장요인
dB	2.381*** (0.330)	1.101* (0.581)	2.601*** (0.510)	-0.001 (0.319)	-2.334** * (0.590)	-2.099** * (0.526)
rB	-2.121*** (0.325)	-0.637 (0.578)	-2.215** * (0.506)	0.081 (0.315)	2.555*** (0.590)	2.096*** (0.522)
lw	0.121 (0.304)	-0.081 (0.301)	0.106 (0.304)	0.384 (0.304)	0.275 (0.304)	0.172 (0.306)
lwsq	0.003 (0.037)	0.009 (0.037)	0.017 (0.037)	-0.016 (0.037)	-0.017 (0.037)	-0.021 (0.037)
lage	-0.007 (0.066)	-0.026 (0.066)	-0.038 (0.066)	-0.092 (0.066)	-0.081 (0.066)	-0.089 (0.066)
dinst	0.167 (0.102)	0.402*** (0.099)	0.251** (0.104)	-0.802** * (0.104)	-0.694** * (0.103)	-0.671** * (0.106)
dE_{t-1}	0.085*** (0.026)	0.094*** (0.026)	0.095*** (0.025)	0.021 (0.025)	0.021 (0.025)	0.025 (0.025)
dgroup	-0.157 (0.233)	0.246 (0.229)	0.317 (0.223)	0.354 (0.238)	0.478** (0.232)	0.349 (0.228)
dgst	0.066 (0.074)	0.190** (0.074)	0.146** (0.073)	-0.407** * (0.074)	-0.426** * (0.075)	-0.419** * (0.074)
lhhi	0.029** (0.013)	0.013 (0.013)	0.025** (0.013)	-0.005 (0.012)	-0.010 (0.013)	-0.001 (0.013)
dorg	-0.346*** (0.076)	-0.304*** (0.075)	-0.298** * (0.075)	0.333*** (0.075)	0.329*** (0.075)	0.333*** (0.075)
hitech	0.173 (0.167)	0.709** (0.346)	1.774*** (0.353)	0.405** (0.172)	-0.912** * (0.353)	-0.887** (0.364)
mhitech	1.147*** (0.192)	0.394** (0.174)	0.780*** (0.179)	0.411** (0.194)	0.034 (0.180)	0.010 (0.186)
mlowtech	-0.261 (0.190)	0.042 (0.244)	0.491*** (0.170)	0.163 (0.193)	0.897*** (0.251)	0.028 (0.175)
lowtech	1.446*** (0.245)	0.179 (0.174)	1.613*** (0.340)	0.392 (0.244)	0.541*** (0.180)	-0.790** (0.350)
χ^2	125.8	107.3	107.9	174.2	199.4	189.2
표본수	1,415	1,415	1,415	1,415	1,415	1,415

주) ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준을 나타냄. 괄호 안의 값은 표준오차를 의미함.

<표 6>은 (4) 식에 의해 추정된 혁신장애의 한계효과를 정돈한 것이다. 이 결과를 보면 표본의 종류에 상관없이 신제품혁신에서 혁신장애의 한계효과가 공정혁

신보다 크게 나타나고 있다.¹⁾ 혁신기업의 경우 장애의 한계효과는 자금조달에 가장 크게 나타나고 기업역량, 시장요인의 순으로 나타나고 있다. 흥미롭게도 중소기업의 경우 기업역량의 한계효과보다 시장요인의 효과가 더 크게 나타나고 있다. 혁신기업의 표본에서 신제품혁신은 현시장애로, 공정혁신에서는 억제장애의 효과가 나타내고 있음을 재확인할 수 있다. 즉, 혁신장애가 신제품혁신을 촉진하지만, 공정혁신은 오히려 억제하고 있음을 의미한다.

<표 6> 혁신장애의 한계효과

	전체표본		혁신기업		중소혁신기업	
	제품혁신	공정혁신	제품혁신	공정혁신	제품혁신	공정혁신
자금조달	0.850	0.591	0.856	0.013	0.752	-0.000
기업역량	0.823	0.567	0.759	-0.663	0.395	-0.751
시장요인	0.972	0.905	0.428	-0.573	0.604	-0.608

주) 통계적 유의성은 앞의 결과와 동일하여 보고하지 않았음.

5. 결론

이 논문은 기술혁신의 장애요인이 기업의 혁신성장에 미치는 영향에 관해 과학기술정책연구원의 제조업 혁신 설문 조사 자료를 기반으로 실증·분석하였다. 기술혁신을 신제품혁신과 생산공정혁신으로 구분하고 혁신 장애요인을 자금 부족, 기업역량 부족, 시장요인 등으로 세분하여 현시장애와 억제장애를 분석하였다.

분석 결과를 요약하면, 우선 기술혁신 장애요인이 외생변수라는 가설은 전체표본기업을 대상으로 추정한 결과, 혁신기업의 경우 1개 계수를 제외하고 모두 기각되었다. 이는 혁신 장애요인의 잠재적 내생성을 무시하고 추정할 경우, 편의적 결과가 유발될 수 있음을 시사한다.

기술혁신의 장애요인은 비기술혁신기업이 포함된 전체표본기업의 경우 모두 기술혁신 활동에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 비기술혁신기업이 제외된 혁신기업표본의 경우, 혁신장애의 기술혁신 성과가 혁신 유형에 따라

1) 혁신기업의 추정 결과 <표 4>에서 신제품혁신의 경우 기업역량의 추정계수 $\beta_1 = 2.502$ 이고 이에 대한 한계효과는 <표 6>에서 0.759임. 따라서 기업역량의 장애요인이 1단위 증가할 때 신제품혁신 활동 확률이 0.759만큼 증가한다고 해석됨.

달리 나타났다. 즉, 혁신의 장애요인이 신제품혁신에는 긍정적인 영향을 미치지 만, 공정혁신에는 부정적인 영향을 미치는 것이다. 이는 신제품혁신의 경우 혁신 기업이 장애요인을 극복해야 할 대상으로 평가하는 이른바 현시장애 요인으로 간주하지만, 공정혁신의 경우 장애요인이 실제로 혁신 활동에 부정적인 영향을 미치는 이른 억제장애 요인으로 작용하고 있음을 의미한다. 이러한 결과는 결국 전체표본에 혁신 활동을 하지 않거나 포기한 기업이 포함될 경우, 편의적 결과를 유발할 수 있음을 시사한다.

혁신장애의 한계효과를 보면 표본의 종류에 상관없이 신제품혁신에서 혁신장애 의 한계효과가 공정혁신보다 크게 나타나고 있다.¹⁾ 혁신기업의 경우 장애의 한 계효과는 자금조달에 가장 크게 나타나고 기업역량, 시장요인의 순으로 나타나고 있다. 흥미롭게도 중소기업의 경우 기업역량의 한계효과보다 시장요인의 효 과가 더 크게 나타나고 있다. 혁신기업의 표본에서 신제품혁신은 현시장애로, 공 정혁신에서는 억제장애의 효과가 나타나고 있음을 재확인할 수 있다. 즉, 혁신장 애가 신제품혁신을 촉진하지만, 공정혁신은 오히려 억제하고 있음을 의미한다.

국내외 경제환경의 변수로 국내 시장독점도와 수출에 관한 결과를 보면 허쉬만 -허핀달 지수에 대한 계수는 신제품혁신의 경우 양(+)의 부호로 통계적으로 유의 하게 나타났지만, 공정혁신의 경우 음의 부호로 유의하지 않게 나타났다. 즉, 신 제품혁신의 시장지배력이 클수록 촉진된다는 의미이다. 이는 시장경쟁력과 기술 혁신 간 역 U자 관계를 갖는다는 Aghion(2005)의 가설보다 양의 관계를 갖는다는 슈페터의 가설을 지지한다. 해외 경쟁력을 대변하는 수출은 혁신기업의 표본에서 신제품혁신에 미치는 영향이 모두 통계적으로 유의하게 나타났지만, 공정혁신의 경우는 모두 유의하지 않게 나타났다. 이 결과는 수출이 기업의 신제품혁신 도입 가능성에 긍정적인 영향을 미친다는 Bratti and Felice(2012)와 신범철(2018)과의 결과와 비슷하지만, 수출이 공정혁신에 긍정적인 영향을 미친다는 Damijan et al. (2010)과 Lileeva and Trefler(2010)의 결과와는 다르다. 이는 기술혁신 기업의 경 우 수출이 신제품혁신에 긍정적인 영향을 미치지만, 비기술혁신 기업의 경우 공 정혁신에는 영향을 미치지 못함을 의미한다.

정부 지원은 신제품혁신에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 만, 공정혁신에는 오히려 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 정부 지원이 신제품혁신

1) 혁신기업의 추정 결과를 제시하고 있는 <표 4>에서 신제품혁신의 경우 기업역량의 추정계수 $\beta_1 = 2.502$ 이고 이에 대한 한계효과는 <표 6>에서 0.759임. 따라서 기업역량의 장애요인이 1단 위 증가할 때 신제품혁신 활동 확률이 0.759만큼 증가한다고 해석됨.

활동에 긍정적인 영향을 미치고 있지만, 공정혁신 활동에는 부정적인 영향을 미치는 것을 의미한다. 즉, 정부 지원이 기업의 생산공정혁신보다는 신제품혁신에 이루어질 때 정책효과가 크게 나타날 수 있음을 시사한다.

향후 새로운 KCIS 자료가 공개되면 본 연구의 추정 결과와 어떤 차이가 발생하는 추가적인 연구가 필요할 것이다. 과거의 횡단면 자료와 새로운 자료의 결과가 비교될 때 동태적 관계가 추적될 수 있기 때문이다.

참 고 문 헌

- 강승규, 황서연, & 박재민. (2018). 구조방정식 모형을 활용한 기술혁신 장애요인에 따른 혁신원천 및 정부지원제도 활용과 혁신성과에 관한 연구. *한국산학기술학회 논문지*, 19(5), 373-388.
- 김재영, 황정재, & 박재민. (2017). 한국 제조기업의 혁신성과에 영향을 미치는 장애요인에 관한 연구. *한국기술혁신학회 학술대회*, 541-555.
- 박규호. (2011). 우리나라 부품소재 중소기업의 기술혁신 장애요인에 관한 연구. *경제발전연구*, 19권 2호, pp.2-21.
- 서규원, & 이창양. (2004). 한국 기업의 기술혁신 애로요인과 그 중요도 분석. *기술혁신연구*, 12(1), 115-134.
- 성태경, & 김진석. (2009). 기업의 기술혁신성과 결정요인: 전북소재기업에 대한 실증 분석. *대한경영학회 학술발표대회 발표논문집*, 605-622.
- 신범철. (2018). 기술혁신활동의 수출효과: 분위회귀 분석방법에 의한 실증분석. *생산성논집 (구 생산성연구)*, 32(4), 83-107.
- 신범철. (2020). CDM 모형에서 기술혁신이 생산성에 미치는 효과 분석. *생산성논집 (구 생산성연구)*, 34(3), 3-27.
- 이성기. (2008). 다변량 프로빗 모형을 이용한 혁신과정의 장애요인과 기업의 기술확보 전략에 관한 실증연구: 한국 제조업을 중심으로. *정책자료*, 1-41.
- 이재형, 양정삼, 이상무. (2017). 시장구조조사 2015년 기준. 공정거래위원회, 한국개발연구원.
- 조가원, 조용래, 강희중, 손수아, & 김민재. (2016). 2016 한국기업혁신조사: 제조업 부문. *조사연구*, 1-315.
- 한국은행. (2007). 기업경영분석해설. 2판.
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., & Howitt, P. (2005). Competition and innovation: An inverted-U relationship. *The quarterly journal of economics*, 120(2), 701-728.
- Baldwin, J., & Lin, Z. (2002). Impediments to advanced technology adoption for Canadian manufacturers. *Research policy*, 31(1), 1-18.
- Bougheas, S. (2004). Internal vs External Financing of R&D. *Small Business Economics*, Vol. 22, No. 1, pp.11-17.

- Bratti, M., & Felice, G. (2012). Are exporters more likely to introduce product innovations?. *The World Economy*, 35(11), 1559-1598.
- Canepa, A., & Stoneman, P. (2008). Financial constraints to innovation in the UK: evidence from CIS2 and CIS3. *Oxford economic papers*, 60(4), 711-730.
- Cin, B. C., Kim, Y. J., & Vonortas, N. S. (2017). The impact of public R&D subsidy on small firm productivity: evidence from Korean SMEs. *Small Business Economics*, 48(2), 345-360.
- Damijan, J. P., Kostevc, Č., & Polanec, S. (2010). From innovation to exporting or vice versa?. *World Economy*, 33(3), 374-398.
- D' Este, P., Iammarino, S., Savona, M., & von Tunzelmann, N. (2012). What hampers innovation? Revealed barriers versus deterring barriers. *Research policy*, 41(2), 482-488.
- García-Quevedo, J., Pellegrino, G., & Savona, M. (2017). Reviving demand-pull perspectives: The effect of demand uncertainty and stagnancy on R&D strategy. *Cambridge Journal of Economics*, 41(4), 1087-1122.
- Galende, J., & de la Fuente, J. M. (2003). Internal factors determining a firm's innovative behaviour. *Research Policy*, 32(5), 715-736.
- Galia, F., & Legros, D. (2004). Complementarities between obstacles to innovation: evidence from France. *Research policy*, 33(8), 1185-1199.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis*. England.
- Hadjimanolis, A. (1999). Barriers to innovation for SMEs in a small less developed country (Cyprus). *Technovation*, 19(9), 561-570.
- Lileeva, A., & Trefler, D. (2010). Improved access to foreign markets raises plant-level productivity... for some plants. *The Quarterly journal of economics*, 125(3), 1051-1099.
- Lööf, H., & Heshmati, A. (2006). On the relationship between innovation and performance: A sensitivity analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4-5), 317-344.
- Madeira, M. J., Carvalho, J., Moreira, J., & Duarte, F. A. (2017). Barriers to Innovation and Innovative Performance of Portuguese Firms. *XXVII Jornadas Hispano-Lusas Gestión Científica*.
- Mancusi, M. L., & Vezzulli, A. (2010, March). R&D, innovation and liquidity constraints. In *CONCORD 2010 conference, Sevilla* (pp. 3-4).

- Mohnen, P., & Röller, L. H. (2005). Complementarities in innovation policy. *European economic review*, 49(6), 1431-1450.
- Montresor, Sandro, & Vezzani, Antonio (2017). The Production Function of Top R&D Investors: Accounting for Size and Sector Heterogeneity with Quantile Estimations. *Research Policy*, Vol. 44, No. 2, pp.381-393.
- OECD. (2005). Oslo Manual: Guidelines For Collecting And Interpreting Innovation Data, 3rd Ed.
- Pellegrino, G., & Savona, M. (2013). Is money all? Financing versus knowledge and demand constraints to innovation.
- Savignac, Frédérique. (2008). Impact of Financial Constraints on Innovation. What Can Be Learned from a Direct Measure? *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 17, No. 6, 553-569.
- Segarra, Agustí, Garcia-Quevedo, Jose, & Teruel-Carrizosa, Mercedes (2008). Barriers to Innovation and Public Policy in Catalonia. *International Entrepreneurship and Management Journal*, Vol. 4, No. 4, pp.431-451.
- Segarra-Blasco, A. (2010). Innovation and productivity in manufacturing and service firms in Catalonia: a regional approach. *Economics of Innovation and New Technology*, 19(3), 233-258.
- Segarra, A., & Teruel, M. (2011). Productivity and R&D sources: evidence for Catalan firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 20(8), 727-748.
- Tiwari, A. K., Mohnen, P., Palm, F. C., & van der Loeff, S. S. (2008). Financial constraint and R&D investment: Evidence from CIS. In *Determinants of innovative behaviour* (pp. 217-242). Palgrave Macmillan, London.
- Vaona, A., & Pianta, M. (2008). Firm size and innovation in European manufacturing. *Small business economics*, 30(3), 283-299.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press.

<부표 1> 상관관계 계수

변수	dNew	dProc	hdcost	hdfcap	hdmktf	lw07	lw07sq	lage	dE	dgroup	dgst	lhhi	dorg	hitech	mh	mlow
dProc	0.048															
hdcost	0.106*	0.015														
hdfcap	0.153*	0.073*	0.229*													
hdmktf	0.105*	-0.026	0.183*	0.278*												
lw07	0.025	0.158*	-0.032	-0.040	-0.087*											
lw07sq	0.024	0.159*	-0.031	-0.038	-0.087*	0.992*										
lage	0.005	0.040	-0.035	-0.002	0.005	0.333*	0.330*									
dE	0.115*	0.078*	0.032	0.031	-0.011	0.432*	0.434*	0.257*								
dgroup	0.022	0.070*	0.041	0.018	0.000	0.131*	0.142*	0.057*	0.056*							
dgst	0.013	-0.118*	-0.046	-0.120*	-0.023	0.056*	0.050	-0.029	-0.039	0.034						
lhhi	0.061*	-0.057*	0.074*	0.260*	0.136*	-0.122*	-0.122*	-0.002	-0.009	-0.055*	-0.088*					
dorg	-0.07*	0.100*	0.100*	-0.002	0.078*	0.096*	0.100*	0.073*	0.083*	0.1254*	0.211*	-0.093*				
hitech	0.019	0.037	0.097*	-0.149*	-0.108*	0.081*	0.081*	-0.026	0.106*	-0.016	-0.050	-0.204*	0.0893*			
mh	0.016	0.022	-0.134*	-0.028	0.054*	-0.041	-0.042	0.024	-0.015	0.035	0.134*	0.108*	0.038	-0.457*		
mlow	0.001	-0.049	0.143*	0.136*	0.061*	0.065*	0.068*	0.045	0.049	-0.036	-0.036	-0.068*	0.018	-0.199*	-0.404*	
low	-0.028	0.042	-0.101*	0.050	-0.071*	-0.050	-0.055*	-0.022	-0.095*	0.013	-0.033	-0.027	-0.089*	-0.175*	-0.355*	-0.154*

주) *는 5% 수준의 통계적 유의성을 나타내고, mh=mhightech, mlow=mlowtech, low=lowtech을 나타냄.

An Empirical Analysis on Effects of Innovation Barriers on Technological Innovations*

Beom CheolCin¹⁾

Division of Economics, Kyonggi University, Korea

Abstract

This paper empirically examines effects of innovation barriers on technological innovations, based on 2016 Korea's Innovation Survey data implemented by STEPI. Empirical results show that the null hypothesis that the innovation barriers is exogeneous are rejected for all except one. This suggests that ignoring the potential endogeneity of innovation barriers can lead to biased results. For all firms, all innovation barriers are found to have statistically significant positive effects on innovations. For innovation firms, however, they are found to have positive effects on product innovation but negative effects on process innovations. These results imply that for innovation firms, barriers to product innovation are regarded as those to be overcome, while those to process innovation turn out to be deterred barriers which are a real impediment to process innovation activities.

Key words : Innovation Barriers, New Product Innovation, Process innovation, Revealed Barriers.

Received May 11, 2021

Revised November 06, 2021

Accepted November 29, 2021

* This paper complies with ethical codes set by NRA and AJBC.

1) Corresponding Author: Beom C. Cin, bccin@kyonggi.ac.kr.