

기술혁신성과에 있어서 R&D협력과 내부R&D투자의 역할에 관한 연구*

최은영** · 박정수***

<목 차>

- I. 서론
- II. 이론적 배경 및 연구모형
- III. 자료와 추정방법
- IV. 실증분석의 결과
- V. 결론

국문초록 : 본 연구는 2012년 과학기술정책연구원(STEPI)의 기술혁신조사(KIS)를 이용하여, R&D협력과 내부R&D투자와의 양방향성 관계를 규명하고, 내부R&D투자와 R&D협력이 기술혁신성과에 주는 효과를 분석하였다. 우선 기업의 내부R&D투자와 R&D협력 간의 상호작용에 관해서는 두 개의 방정식을 설정하고 SUR 모형으로 동시에 추정하였고 내부R&D투자와 R&D협력이 기업의 기술혁신성과에 미치는 효과는 Probit 모형으로 추정하였다. 국내 R&D 활동에 관한 기존 문헌들과는 달리 본 연구는 R&D협력, 내부R&D투자 및 기술혁신과정의 구조적 체계를 감안하여 종합적인 분석을 제시하고자 하였다. 분석결과, R&D협력과 내부R&D투자의 관계는 서로 양방향의 긍정적인 효과가 있음을 확인하였고 내부R&D투자는 기술혁신 실현 가능성을 높인다는 점을 발견하였다. 결론적으로 내부R&D투자와 R&D협력

* 본 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF_2013-S1A3A2-053312).

또한, 본 논문의 초고에 대해 매우 유익한 논평을 해주신 익명의 심사위원님들께 감사드립니다.

** 연세대학교 경제학부 SSK사업단 전임연구원, 제1저자 (economy88@yonsei.ac.kr)

*** 서강대학교 경제학부 교수, 교신저자 (jspark@sogang.ac.kr)

간의 양방향성과 보완성이 존재하므로 이러한 기능을 높이는 것이 R&D시스템의 효율성 제고에 도움이 된다는 정책적 시사점을 도출하고 있다.

주제어 : R&D협력, 내부R&D투자, 기술혁신성과, 제조업

The Role of Internal R&D and R&D Cooperation in Technological Innovation

Eun Young Choi · Jungsoo Park

Abstract : This study provides an empirical analysis based on 2012 Korea Innovation Survey (STEPI) to investigate the relation between R&D cooperation and in-house R&D investment. The study further analyzes the effect of the R&D cooperation and in-house R&D investment on technical innovation. First, the relation between company's in-house R&D investment and R&D cooperations is estimated with the two equations using SUR models. Second, the effect of in-house R&D investment and R&D cooperation on the company's technical innovation is estimated using Probit model. This study differs from other existing R&D studies using Korean data in that empirical models are based on structural relationships among in-house R&D, R&D cooperation, and technical innovation. The results can be summarized as follows; the R&D cooperation expands the in-house R&D investment and the in-house R&D strengthen the R&D cooperation. Furthermore, In-house R&D investment increases the chances of success in innovation. As we obtain evidence of complementary relation between R&D cooperation and in-house R&D investment, it is necessary to develop environment conducive to this complementarity in order to have more efficient R&D system.

Key Words : R&D cooperation, In-house R&D investment, Technological innovation

I. 서론

기업에게 연구개발 활동이 점차 중요해지고 있는 이 시대에는 기술의 복잡화, 위험부담 증가, 혁신 비용의 증가 등으로 인해 기업 간 R&D협력에 대한 필요성도 늘어나고 있다(Hagedoorn, 2002; Nooteboom, 1999). 연구개발 활동을 수행하는 기업들은 회사 내부에서 생성할 수 없는 전문지식을 얻기 위해 R&D협력관계를 구축해야 할 필요성을 인식하게 되었다. 이와 같이 연구개발 활동에 있어서 다른 기업 또는 기관과의 협력관계를 형성하는 것은 기업들에게 외부 자원을 활용할 수 있도록 새로운 기회를 제공해 주는 것을 의미한다. 또한, R&D협력은 효율적인 지식 전달, 자원의 공유, 조직 학습 등의 가능성을 제공하고 보완적 자산과 자원들을 결합하고 공동 관리하는 과정에서 기업들은 시너지 효과를 창출할 수 있게 된다(Becker and Dietz, 2004). 이와 같이 연구개발 활동의 수준이 R&D협력강화에도 영향을 미치지만 한편 R&D협력이 다시 R&D 활동에도 영향을 미칠 것이다. 이처럼 내부R&D투자와 R&D협력간에는 보완적인 효과가 존재할 수 있지만 한편 기업의 의사결정과정을 살펴보면 두 요소 간에는 대체적 관계도 가능하다. 기업이 전체 R&D활동의 범위와 규모를 정하고 이를 어떠한 방법으로 수행할지 결정하는 과정에서 전체 R&D투자를 내부R&D투자, 외부R&D투자 또는 R&D협력 등 세 가지 방식으로 배분한다고 생각할 수 있으므로 내부R&D투자와 R&D협력 간에는 대체적 관계가 존재한다고 볼 수 있다. 더 나아가 R&D협력을 통하여 자원을 보다 효율적으로 이용할 수 있게 된다면 전체 R&D비용도 줄어들 수 있을 것이다. 이처럼 내부R&D투자와 R&D협력 간에는 보완적 관계와 대체적 관계가 모두 존재하는데 그 중 어느 효과가 더 지배적인가를 확인하기 위해서는 실증분석이 필요하다고 본다.

혁신과정과 관련된 R&D연구 문헌들을 보면 R&D협력의 결정요인에 대한 다양한 실증연구들이 존재함을 알 수 있다. Cassiman and Veugelers(2002)는 내부R&D투자 증가가 R&D협력을 강화한다고 주장하며, D'Aspremont and Jacquemin(1988)는 외부자원이 R&D협력을 결정하는 요인으로 파악한다. 그리고 Colombo(1995)는 정보기술 산업에서 국제기업의 대표 표본에 대한 기업 간 협력방식과 R&D강도 사이의 보완관계를 실증적 증거로 제시했다. 또한, Becker and Dietz(2004)는 R&D협력과 기술혁신활동(R&D비용) 쌍방간 상호작용 효과가 존재하는 것을 제시하였으며, R&D협력이 기술혁신성과에 미치는 영향도 분석하였다. 우리나라의 경우, 이근재·최병호(2006)가 기술협력의 결정요인에 관해 실증 분석을 제시하여 R&D 외부성 또는 기술지식의 파급이 기술협력에 미치는

영향을 확인하였고, 문성배 외(2007)는 ICT기업의 공동연구수행확률이 기업의 외부 지식 흡수능력과 매우 밀접한 관련이 있는 것을 보였다. 이처럼 기존 국내외 여러 실증연구들에서는 내부R&D투자와 R&D협력 간의 보완적 관계를 확인해 주고 있다.

한편 R&D협력과 관련된 기존 국내 실증연구들은 기업의 내부R&D활동, 외부자원, 외부성 등 R&D협력에 영향을 미치는 요인들을 파악하는데 주안점을 두고 있을 뿐 R&D협력이 다시 내부R&D에 영향을 미치는 추가적인 경로를 동시에 감안한 분석을 아직 제시하지 못하고 있는 상황이다. Colombo(1995)와 Becker and Dietz(2004)에서는 R&D 협력과 내부 R&D 간에는 상호보완관계가 있으므로 두 요소 간의 관계에 대한 보다 정확한 추정을 위해서는 이러한 쌍방간 관계를 모형화한 후 오차항간의 상관성을 고려하여 연립방정식을 추정할 필요성이 있다고 지적하고 있다.

본 연구에서는 R&D협력과 내부R&D투자와의 상호관계를 연립방정식 체계의 계량적 분석방법을 이용하여 실증 분석하고, 이와 함께 두 요소들이 최종적으로 기업의 기술혁신성장에 어떠한 영향을 미치는가를 분석하여 혁신과정에서 R&D협력과 내부R&D투자의 역할에 대한 종합적인 연구결과를 제시하고자 하였다. 이를 통하여 우리나라 기업들의 혁신활동에 있어서 R&D협력과 내부 R&D간의 관계가 유의한지 그리고 이러한 요소들이 기술혁신성장에 유의하게 기여하는지를 실증적으로 살펴보고자 한다. 본 연구의 학술적 기여는 다음과 같다. 첫째, 연립방정식 체계 추정을 통하여 두 요소 간 쌍방효과를 동시에 추정할 수 있게 되므로 부분적 관계만을 보여주는 기존 단일식 모형의 한계를 극복하여 R&D 시스템에 대한 보다 입체적인 그림을 제시할 수 있다는 점이다. 둘째, 연립방정식 체계의 계량적 분석방법은 단일식 추정방법보다 효율성 측면에서 우월하여 보다 정확한 추정이 가능하다는 점이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장 이론적 배경 및 연구모형에서는 R&D협력의 필요성을 제시하고, R&D협력과 내부R&D투자의 관계에 관한 선행연구와 R&D협력과 내부 R&D투자가 기술혁신성장에 미치는 영향에 관한 선행연구들을 소개한다. 그리고 선행연구들을 기초로 하여 R&D협력, 내부R&D투자, 그리고 기술혁신성장의 상호관계에 관한 연구모형을 도출한다. 3장은 과학기술정책연구원(STEPI)의 기술혁신조사(KIS)를 바탕으로 자료와 설명변수들을 제시하고 본 논문에서 사용하는 방정식 구조와 추정방법 등을 설명한다. 4장에서는 R&D협력과 내부R&D의 상호작용 효과를 SUR모형으로 분석한 실증모형 추정결과를 보여주고, 더 나아가 R&D협력과 내부R&D가 기술혁신성장에 미치는 영향에 대한 실증분석 결과를 제시한다. 마지막 5장에서는 본 연구의 결과를 정리하고 향후 연구와 정책에 관한 시사점을 도출한다.

II. 이론적 배경 및 연구모형

1. R&D협력의 필요성

기업 간 R&D협력은 새로운 지식과 기술들을 창출하고, 사적이익뿐만 아니라 사회적 이익을 실현할 수 있는 방법이다. 그리고 다양한 기술들의 발전과 R&D비용의 증가로 인해 기업 간 R&D협력의 중요성이 높아지고 있다. 이와 같은 기업 간 R&D협력을 일종의 전략적 기술제휴(strategic technology alliances)라고도 할 수 있는데, 이는 협력에 참가하는 기업들이 제품-시장 지위를 강화할 목적으로 공동R&D와 기술이전 등 기업 간 또는 조직 간 협력관계를 형성하는 것을 말한다(Hagedoorn & Schakenraad, 1994; Hagedoorn, 1993). 전략적 기술제휴는 다양한 형태의 지배구조를 가질 뿐만 아니라 그 대상이 되는 기관에 있어서도 매우 다양하다고 할 수 있다. R&D협력의 파트너들로는 산업의 가치사슬 상의 위치를 중심으로 ① 공급업체, ② 동업종의 경쟁업체, ③ 수요기업 및 고객이 있을 수 있으며, 그 외에도 기업의 기술개발 활동을 지원해주는 기관들로 ④ 대학 ⑤ 연구기관 그리고 ⑥ 정부 또는 공공 연구기관 등이 있다. R&D협력은 대체로 다른 당사자 사이의 다중관계와 접촉함으로써 구성되어 있다.

그리고 기업의 R&D협력은 기술혁신 활동을 효율적으로 지원함으로써 기업의 성장과 발전에 기여한다. 기업의 기술혁신 활동은 기업 특수적 요인, 예를 들면 R&D 지출비용, 기업규모 등과 환경적 요인, 외부 자원의 사용, 시장 구조, 산업기술 수준 등에 따라 달라진다.(Flaig and Stadler, 1998; Kleinknecht, 1996; Martin, 1994). 따라서 기업은 R&D 협력의 관점에서 내부 활동이나 외부자원을 통해 기술력을 증가시키는 가장 효율적인 방법을 결정해야 한다.

기업이 외부자원을 활용한 R&D협력의 장점은 R&D에 대한 공동 자금조달, 불확실성의 감소, 비용 절감의 실현, 규모와 범위의 경제의 실현 등이 있다(Becker and Peters, 1998; Cam-agni, 1993; Robertson and Langlois, 1995). 이와 같이 공동R&D를 할 경우 파트너와의 상호협력을 통해 주어진 기간과 예산 내에서 소기의 목적을 달성할 수 있고, 다수의 참여자들이 관여함으로써 창의성과 혁신을 위한 다양성이 제공된다. 또한, R&D 활동의 위험과 비용을 공유토록 하고 규모의 경제를 통해 효율성을 향상시킴으로써 신속한 투자수익의 창출을 가능하게 한다. 반대로, R&D협력의 단점은 다른 업체들의 활동에서 협조, 관리, 통제와 관련된 거래 비용이 있다(Pisano, 1990; Williamson, 1989). 이

거래 비용은 서로 다른 조직 간의 관례나 방식의 협조 등에서 발생하고, 정보나 기술, 공동R&D 결과(수익률)에 대한 개발(인가)의 규제에서 주로 나타난다. 그리고 공동R&D는 자체 연구개발에서 비롯되는 위험과는 성격이 다르며, 공동R&D 대상 기술에 따른 불확실성과 조직 간의 관계에 기인한 불확실성이 존재한다.

2. R&D협력과 내부R&D투자와의 관계에 관한 연구

기업에서 내부R&D를 자체적으로 수행할 것인지, 외부에 맡길 것인지, 아니면 외부자원을 활용하여 공동으로 R&D협력을 결정할 것인지는 기업의 중요한 전략적 선택의 문제이다. 외부자원 활용 비용이 내부R&D의 비용보다 더 낮다면, 외부 자원을 이용한 다른 기업과의 협력은 기업에게 이익이 될 것이다. 그리고 기업들은 이전에 내부에서 생성했던 것보다 외부에서 R&D를 도입하기로 결정한 경우에 더 진보된 기술의 R&D를 개발할 가능성이 있다. 또한, 기업이 R&D협력을 통해 연구개발 수익을 더 창출할 수 있는 것이 R&D협력의 유인으로 작용한다면, R&D협력을 통해 발생할 수 있는 무임승차 등의 저해요인도 고려해야 한다.

외부와의 R&D협력이 효과를 발휘하기 위해서는 기업내부의 외부지식 흡수능력이 중요하고 이를 갖추기 위해서는 내부R&D투자가 선행되어야 함을 의미할 수 있다. 이에 대하여 내부 활동측면에서 Cassiman and Veugelers(2002)는 내부R&D투자 증가가 기술협력을 촉진시키는 효과가 있다고 주장한다. 기술협력에서 발생하는 편익을 극대화하기 위해서는 기업의 외부지식 흡수능력이 필수적인데, 이와 같은 기업의 외부지식 흡수능력은 R&D 부서 및 인력을 보유하는 등의 내부R&D투자를 통해 형성된다고 설명한다. 국내자료를 활용한 문성배 외(2007)에 따르면, ICT기업의 공동연구수행확률은 기업의 외부지식 흡수능력과 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 연구개발 기업전담부서가 존재하는 ICT기업은 공동연구를 수행하는 확률이 높아지며, 기업규모가 증가할수록 인터넷활용이 활발할수록 공동연구를 수행하는 확률이 높아짐을 밝혔다.

기업간 R&D협력을 결정짓는 또 하나의 중요한 요소는 기술지식의 파급으로 인한 외부성의 존재에 있다. 연구개발에 외부효과가 존재할 때 R&D협력과 R&D투자 간의 관계를 분석한 대표적 연구인 D'Aspremont and Jacquemin(1988)는 R&D 외부성이 기업간 기술협력을 결정하는 중요한 요인으로 파악하고 있다. 이에 더 나아가 이근재·최병호(2006)는 R&D 외부성과 함께 전유성(appropriability)이 전제되어야 기술협력이 촉진된

다는 사실을 실증적으로 보여 주었다. 이들은 2002년도 기술혁신조사 자료를 이용한 실증분석에서 기업들이 협력관계를 맺고 있는 파트너로부터 기술지식 유입이 클수록 그리고 전유성이 높을수록 파트너와의 기술협력은 촉진됨을 확인하였다. 즉 내부유입 지식과급이 클수록 기술협력은 높아지지만 전유성이 보장되지 않는 외부유출 지식과급이 큰 경우에는 기술협력의 유인이 줄어든다는 점을 확인하였다.

한편 기술혁신 문헌에는 역으로 R&D협력이 R&D투자에 미치는 영향에 관한 연구들이 존재한다. 기업이 상호간 협력을 통한 R&D를 할 때 중복R&D 투자가 제거됨으로 R&D투자가 감소할 가능성이 있다. 하지만 D'Aspremont and Jacquemin(1988)에서는 R&D투자에 상당한 외부성이 존재할 때에는 그 R&D투자가 역으로 증가할 수 있음을 이론적으로 보였다. 외부성이 존재할 때 기업들은 R&D 협력을 통하여 외부효과를 내부화하여 얻는 이익이 크게 되고 결국 경쟁적으로 R&D 투자를 하는 경우보다 오히려 R&D협력을 하는 경우에 R&D투자가 증가할 수 있다는 것을 과점시장 이론모형에서 보였다. Branstetter and Sakakibara(1998)는 기업 간 협력을 통한 내부화, 정부의 공공연구개발투자, 산학협력 등을 통하여 다양한 형태의 R&D투자를 증가시킬 수 있음을 증명하였다. Becker and Dietz(2004)는 독일 제조업 기업을 대상으로 R&D협력과 기술혁신 활동을 분석하였는데, R&D협력과 기술혁신활동의 두 개의 측면에서 상호작용 효과가 존재한다는 것을 확인하였다.

국내연구에서 내부R&D투자가 R&D협력에 직접적 영향이 있음을 분석한 연구는 매우 드물며 대신 R&D투자가 경영성과, 생산성에 미치는 영향을 분석한 연구가 있다. 이성화·조근태(2012)는 R&D투자가 경영성과에 미치는 영향으로 기술사업화성과, 매출액증가율 및 영업이익증가율 등 경영성과에 모두 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인했고, 박승규·김의준(2012)는 제조업 성장에 대한 R&D투자의 경제적 기여도를 분석하였는데, R&D투자는 생산성의 증가에 양의 관계를 갖는 것으로 분석하였고, 내부R&D 투자효과에 비해 외부R&D 투자효과가 큰 것으로 나타났다. 이와 같이 국내 R&D투자에 관한 연구는 현재 활발히 진행되고 있으나, R&D협력과의 관계에 관한 연구는 희소하다.

3. R&D협력과 기술혁신성과에 관한 연구

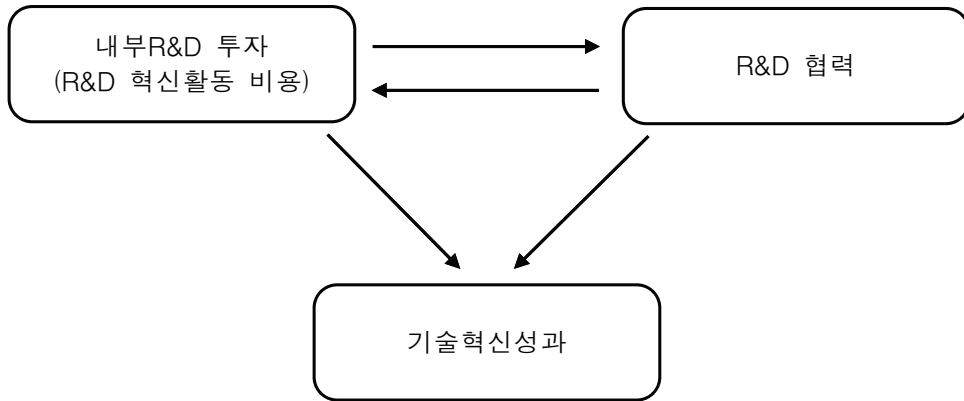
Chesbrough(2003)는 개방형 혁신이 혁신성과에 미치는 영향을 분석하면서 공동R&D의 역할을 살펴보았다. 개방형 혁신은 내부기술 및 외부기술 기반을 통해 R&D를 수행

하며 시장을 확대해 가는 기술혁신의 한 방법으로 제시되었다. 그리고 이 과정에서 외부 기술의 도입이 혁신원천을 다양화하고 가속화시키는 영향력이 있다는 실증적 근거를 보여주었다. Freel(2003)은 기업내부역량과 기업의 혁신에 활용된 내부지식과 외부지식이 혁신성과에 기여함을 입증하였다.

국내연구로는 김영조(2005)가 중소기업이 외부 기업 또는 기관과 협력활동을 활발하게 전개할수록 기술혁신 성과가 높다는 결과를 보여주었고, 다양한 유형의 파트너와 협력관계를 맺을수록 기술혁신 성과가 향상된다고 밝혔다. 또한 지식수용능력은 기술혁신 성과와 유의적인 관계를 갖고, 기술협력 활동과 지식수용능력은 기술혁신 성과에 대해 상호작용 효과가 있음을 증명하였다. 전현배·조장희(2010)는 공동연구개발 파트너 선택 전략이 기업의 기술혁신 성과에 미치는 효과를 분석하여 파트너 사이의 보완성 또는 대체성 여부를 검증하였다. 공동연구개발 파트너를 수직기업, 대학, 기타연구기관의 세 가지로 분석하였는데, 제품혁신과 공정혁신 모두에서 공동연구개발 파트너간의 대체성이 나타났다.

선행연구에 나타난 기업의 기술혁신성과에 대한 R&D협력의 효과는 대체로 일관성이 있다. R&D협력에서 사용가능한 자원의 전유성(appropriability)은 기업의 기술혁신성과에 활기를 주는 효과가 있다. 또한 R&D에 대한 더 높은 투자는 기업의 단기 수익률에 확실한 효과를 준다고 볼 수는 없지만 기업의 기술혁신성과를 확대한다. 따라서 기술혁신성과는 투입 산출측면에서 R&D투자로 인해 발생할 수 있고 또 한편 R&D협력의 관점에서 기술혁신 효과가 나타날 수 있다.

이와 같은 선행연구들의 결과들을 토대로 본 연구에서는 R&D협력, 기업의 내부 R&D, 그리고 이들이 기술혁신에 미치는 효과를 다음과 같은 틀에서 분석하고자 한다. 첫째, <그림 1>에서 제시하는 바와 같이 내부R&D투자가 R&D협력(공동R&D)에 주는 영향과 R&D협력(공동R&D)이 내부R&D투자에 미치는 영향을 양방향성으로 분석하여 서로에게 주는 영향을 살펴보고자 한다. 둘째, 이 두 가지 요소 즉, 내부R&D투자와 R&D협력이 기술혁신성과에 주는 효과를 분석하고자 한다. 특히 본 연구에서는 R&D협력(공동R&D)과 내부R&D투자 간의 양방향성을 두 개의 연립방정식 체계로 설정하고 이를 SUR 추정방법으로 동시에 추정한다는 점에서 기존 국내 논문과는 차별성을 갖는다고 본다.



<그림 1> 내부R&D투자 및 R&D협력과 기술혁신

Ⅲ. 자료와 추정방법

본 연구에 사용된 자료는 『과학기술정책연구원(STEPI)의 2012년도 혁신활동조사표 중 제조업 데이터를 사용하였다. 이 자료를 바탕으로 기업의 내부R&D투자와 R&D협력의 관계를 추정하고, 기술혁신성과에 미치는 영향을 실증분석하고자 한다.

1. 자료와 변수

과학기술정책연구원(STEPI)의 기술혁신조사(KIS)는 제조업과 서비스업을 구분하여 각각 3년마다 실시해 오고 있다.¹⁾ 자료는 각각 횡단면 데이터 형식으로 존재한다.

표본은 2012년 기술혁신조사 제조업 전체 기업(4086개)을 대상으로 한다. 전체 기업을 대상으로 기술혁신을 수행한 기업들을 조사한 결과, 781개의 기업이 기술혁신을 수행하였다. 그 중 제품혁신을 수행한 기업은 602개, 공정혁신을 수행한 기업은 366개였다. 그리고 지난 3년간(2009-2011년) 혁신활동(제품혁신 및 공정혁신을 위한 활동) 수행과 관련하여 다른 회사 또는 기관과 협력한 적이 있는가에 응답한 기업들은 1093개로 이 중 364개 회사가 공동R&D를 수행한 기업들로 조사되었다. 그리고 364개 공동R&D를 수행한 기업들을 대상으로 R&D협력 파트너 수를 0에서 6까지 조사하였다.

1) 제조업의 경우 2002년, 2005년, 2008년 2010년 자료가 있고, 가장 최근에 2012년 자료가 발표되었다.

<표 1>은 변수들을 자세히 설명하고 있다. 대부분의 데이터들은 2011년을 기준으로 적용하고 있다. 기술혁신조사(KIS)에서는 기술혁신 기업들을 제품혁신, 공정혁신으로 구분하고 있는데, 본 연구에서는 제품혁신을 실현한 기업들을 “기술혁신성과”로 나타낸다. 그리고 지난 3년간(2009-2011년) 혁신활동에 소요된 비용 총액을 나타낸 설문에서 내부 R&D활동비용을 “내부R&D투자(내부R&D 혁신활동에 소요된 비용 총액/종업원 수에 로그 취한 값)”로 나타내며, 지난 3년간 혁신활동 수행과 관련하여 다른 회사 또는 기관과 협력한 적이 있는가에 대한 응답에서 “R&D협력여부”변수를 만들었다. R&D협력에 대해서는 이와 더불어 공동R&D를 수행한 파트너 유형의 수를 나타내는 “R&D파트너 유형 수(COOP_Num)²⁾”변수도 함께 사용한다.³⁾

그리고 다른 기업특성 및 환경적 요인의 영향을 통제하기 위해서 몇 개의 제어변수들이 추정에 사용된다. 새로운 제품 개발에 참여하기 위한 기업의 동기 부여를 반영하는 혁신활동의 목적 변수에는 제품의 품질 개선, 근로자의 작업환경 또는 안전성 개선, 제품 다양화, 신규시장 개척 또는 시장점유율 확대가 있다. 이와 같은 혁신활동 목적에 해당하는 5개의 변수에 대해서는 중요도에 따라 높음=3, 보통=2, 낮음=1, 그 외=0의 값으로 요인점수를 설정한다. 또한, 혁신활동에 진입장벽이 있는 혁신활동 저해요인을 반영하는 변수가 고려된다. 내부 자금부족, 혁신을 위한 우수 인력 부족, 독과점 기업에 의한 시장지배가 혁신활동의 성공적인 실현을 저해했던 요인들로 구성되며, 이 3개의 변수에 대해서도 중요도에 따라 높음=3, 보통=2, 낮음=1, 그 외=0의 값으로 요인점수를 설정한다.

다음으로 기업들은 다른 기업으로부터 자신의 지식을 보호하고, R&D 수익률을 유지하려고 하기 때문에 법적 장치들과 보호방법에 관련된 변수를 사용하는데, 기업특성 변수와 법적 보호 변수들이 이에 해당한다. 기업특성으로 기업규모를 측정하였는데, 종업원 수에 로그를 취한 변수를 사용하였다. 법적 기업 보호방법으로는 특허권 등록, 실용신안권, 의장권, 상표권에 대해서 조사하여 중요도에 따라 높음=3, 보통=2, 낮음=1, 그 외=0의 값으로 요인점수를 부여하였다. 그리고 일반적으로 외부 정보원천의 중요성은 더

2) “R&D파트너 유형 수(COOP_Num)”는 R&D협력이 이루어진 기업들이 취하는 R&D협력파트너의 유형 수(number)를 말하고 이는 R&D협력여부에서 더 나아가 R&D협력의 강도를 반영한 변수라고 볼 수 있다. R&D파트너 유형별로는 귀사계열사, 공급업체(원료, 부품, 소프트웨어), 수요기업 및 고객, 동일산업 내 경쟁사 및 타기업, 민간 서비스업체(컨설팅, 민간연구소), 대학 또는 대학이상의 고등교육기관, 정부 또는 공공연구기관이다.

3) 본 연구는 STEPI 자료가 제공하는 변수가 제한적이라는 특성 때문에 논문의 모형 및 추정결과가 다소 한정적으로 해석될 수 있다. 기업의 특성을 고려한 다양한 변수들이 확보될 수 있는 자료가 향후 제공된다면 더욱 효율적인 분석이 가능할 것이다.

높아지고, 새로운 제품을 개발하기 위해 기업의 내부 역량은 더 좋아지고 있다 (Gambardella, 1992). 이와 같은 외부 정보에 대한 기술적인 기회의 중요성을 측정하기 위해 공급업체, 고객 및 경쟁업체, 대학 및 연구기관에 따른 외부 정보원천을 조사하여 중요도에 따라 높음=3, 보통=2, 낮음=1, 그 외=0의 값으로 요인점수를 부여하였다.

또한, 기술 변화가 활발한 산업에 속한 기업들은 시장 경쟁력에서 더 오래 살아남기 위해 지속적으로 R&D를 활성화해야 한다. 이러한 배경에서 제조업 분야는 일반적인 OECD분류(OECD, 1994, p. 94)와 일치하는 4개의 기술 그룹(저위, 중저위, 중고위, 고위)으로 나누어진다. 따라서 본 연구에서는 제조업 전체 4086개의 산업을 4개의 기술 그룹으로 나누어 더미를 취한 형태의 변수를 사용한다. 고위변수는 기본적인 그룹으로 정의된다.

2. 추정방법

기업의 내부R&D투자(R&D_exp)와 R&D협력여부(COOP)의 관계를 추정하기 위해 연립방정식 모형을 사용한다(Colombo, 1995; Colombo and Garrone, 1996; Veugelers, 1997).⁴⁾ 연립방정식 모형(Simultaneous Equation Model)은 하나의 방정식을 추정하는 것이 아니라 여러 개의 방정식을 동시에 추정하는 계량적 방법이다.

본 연구에서 살펴볼 두 개의 방정식은 다음과 같다. 첫 번째는 R&D협력여부(COOP)가 기업의 내부R&D투자(R&D_exp)에 미치는 영향을 추정하고, 두 번째는 기업의 내부 R&D투자(R&D_exp)가 R&D협력여부(COOP)에 미치는 영향을 추정한다. 추정방법은 내부R&D투자(R&D_exp)를 종속변수로 하는 첫 번째 식은 하계(lower bound) 또는 상계(upper bound)값에서 중도절단된 종속변수로 인한 계수추정치의 편의를 조정해주는 모형인 Tobit으로 추정한다. 그리고 R&D협력여부(COOP)를 종속변수로 하는 두 번째 식은 R&D협력 변수가 이항변수이므로 Probit모형으로 추정하고, R&D파트너 유형 수(COOP_Num)의 경우는 0~6개 범주형 변수이므로, 순서형 프로빗 (ordered probit) 모형으로 추정한다. 그리고 각각의 추정치⁵⁾들을 아래의 방정식과 같이 동시에 회귀분석하기 위해 SUR(Seemingly Unrelated Regression) 모형의 구조방정식에 삽입한다. SUR모형은 내부R&D투자(R&D_exp)와 R&D협력여부(COOP)의 양방향의 상호작용을 추정해

4) Becker and Dietz(2004)는 연립 구조방정식을 통하여 내부R&D지출과 공동R&D의 상호작용 효과가 존재함을 보였다.

5) 개별방정식 오차항에 이분산성을 고려하여 적합 값을 사용한 것이다.

볼 수 있는 GLS 추정방법으로써 효율성이 높고, 오차항간의 상관에 대한 정보를 이용하므로 기존 대부분의 국내연구들에서 추정된 개별방정식 추정에 비해 더 정확하다. 만약, 내부R&D투자와 R&D협력을 개별방정식으로 추정할 경우 오차항에 이분산성이 존재함으로써 효율적인 추정이 이루어지지 않고, LR과 Wald의 p값에서 자기상관이 존재함을 확인하였다. 이를 해결하기 위해 연립방정식 체계의 SUR모형 구조방정식으로 분석한다.

$$Rnd_exp = \gamma_C COOP + X_R \beta_R + u_R$$

$$COOP = \gamma_R Rnd_exp + X_C \beta_C + u_C$$

<표 1> 기초통계량

변수 설명	실증적 측정	평균	표준편차
내부 R&D 투자 (R&D_exp)	내부 R&D투자 비용/종업원 수 로그 값 (2011년)	1.183	1.690
기술혁신성과 (INNOV)	(신)제품혁신 실현 (2009-2011년), 1: 예, 0: 아니오	0.147	0.354
R&D 협력여부 (COOP)	1: R&D 협력(2009-2011년) 0: 그 외	0.333	0.472
R&D파트너 유형 수 (COOP_Num)	0 - 6개의 협력파트너 유형 수	0.647	1.234
혁신활동의 목적(AID)	제품의 품질 개선 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	2.166	1.105
	근로자의 작업환경 또는 안전성 개선 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	0.884	1.220
	제품 다양화 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	1.524	1.346
	신규시장 개척 또는 시장점유율 확대 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	1.631	1.305
혁신활동의 저해요인(BA)	내부 자금부족 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	1.065	1.298
	혁신을 위한 우수 인력 부족 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	0.687	1.146
	독과점 기업에 의한 시장지배 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	0.294	0.808
기업 규모(SIZE)	종업원 수 로그 값 (2011)	3.475	1.062
보호방법(LAW)	법적 보호 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	2.190	1.106

정보원천(TEC)	공급업체 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	0.871	1.214
	고객과 경쟁 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	1.638	1.279
	대학 및 연구기관 (낮음=1 보통=2 높음=3 그 외=0)	0.681	1.100
산업 기술 수준	저위기술=1	0.227	0.419
OECD에 따른 기술	중·저위기술=1	0.302	0.459
수준의 제조업 분류(2011)	중·고위기술=1	0.378	0.485
(Low, M_Low, M_High, High)	고위기술=1	0.093	0.290

첫째, 기업의 내부R&D투자(R&D_exp) 추정은 공동R&D를 나타내는 독립변수로 R&D협력여부(COOP)와 R&D파트너 유형 수(COOP_Num)를 사용한다. 이 때 종속변수인 내부R&D투자(R&D_exp)는 해당 기업이 지난 3년간(2009-2011년) 내부R&D 혁신활동에 투입하는 비용을 이용하였다. 이는, 기업이 내부R&D에 지출하는 혁신활동 비용은 기업의 R&D 내부역량을 측정할 수 있는 지표이기 때문이다. 그리고 내부R&D투자(R&D_exp)는 내부 혁신활동에 소요된 비용 총액을 종업원 수로 나눈 값에 로그를 취해서 사용했다. 그 밖에 외생적 통제변수들로는 혁신활동목적(AID), 기업특성을 나타내는 기업규모(SIZE), 보호방법(LAW), 정보원천(TEC), 산업분류더미(Low, M_Low, M_High, High)를 사용한다.

둘째, R&D협력여부(COOP) 추정은 기업의 R&D 혁신활동 비용을 나타내는 독립변수로 내부R&D투자(R&D_exp)를 사용하고, 혁신실현의 저해요인(BA)에 해당하는 변수들을 사용한다. 그 밖의 외생적 통제변수들로 기업규모(SIZE), 보호방법(LAW), 정보원천(TEC), 산업분류(Low, M_Low, M_High, High)를 사용한다.

$$\ln(Rnd_exp) = \alpha_1 + \beta_1 COOP + \beta_2 AID_1 + \beta_3 AID_2 + \beta_4 AID_3 + \beta_5 AID_4 + \beta_6 SIZE + \beta_7 LAW + \beta_8 TEC_1 + \beta_9 TEC_2 + \beta_{10} TEC_3 + \beta_{11} Low_1 + \beta_{12} M_Low_2 + \beta_{13} M_High_3 + u_1$$

$$COOP = \alpha_2 + \gamma_1 \ln(Rnd_exp) + \gamma_2 BA_1 + \gamma_3 BA_2 + \gamma_4 BA_3 + \gamma_5 SIZE + \gamma_6 LAW + \gamma_7 TEC_1 + \gamma_8 TEC_2 + \gamma_9 TEC_3 + \gamma_{10} Low_1 + \gamma_{11} M_Low_2 + \gamma_{12} M_High_3 + u_2$$

따라서 내부R&D투자(R&D_exp)모형에는 혁신활동목적(AID)을 사용하고, R&D협력 여부(COOP)모형에는 혁신실현 저해요인(BA)을 독립변수로 사용하고, 두 모형에 공통적으로 들어가는 변수는 기업규모(SIZE), 보호방법(LAW), 정보원천(TEC)과 산업터미(Low, M_Low, M_High, High)이다.

다음으로 기업의 기술혁신성과를 추정하기 위해서는 Probit모형을 사용한다. 즉, 기업의 내부R&D투자(R&D_exp)와 R&D협력여부(COOP)가 이항변수인 제품혁신 실현에 어떠한 영향이 있는가를 분석하기 위해서 Probit모형을 사용한다. 그리고 기술혁신성과(INNOV) 추정방법은 하나의 방정식 모형으로 분석한다. 따라서 기술혁신성과(INNOV) 추정은 기업의 내부R&D 혁신활동 비용을 나타내는 독립변수로 내부R&D투자(R&D_exp)와 공동R&D를 나타내는 R&D협력여부(COOP)와 R&D파트너 유형 수(COOP_Num)를 사용하고, 그 밖의 외생적 통제변수들로 기업규모(SIZE), 보호방법(LAW), 정보원천(TEC), 산업분류(Low, M_low, M_high, High)를 사용한다.

$$INNOV = \alpha_3 + \delta_1 \ln(Rnd_exp) + \delta_2 COOP + \delta_3 SIZE + \delta_4 LAW + \delta_5 TEC_1 + \delta_6 TEC_2 + \delta_7 TEC_3 + \delta_8 Low_1 + \delta_9 M_Low_2 + \delta_{10} M_High_3 + u_3$$

<표 2> 산업별 공동R&D 비율

산업분류	N	OECD 기술 분류	공동R&D ⁶⁾
식료품	64	저위기술 (N=172)	28.5%
음료	6		
섬유제품(의복제외)	28		
의복, 액세서리, 모피제품	15		
가죽, 가방 및 신발	7		
목재 및 나무(가구제외)	5		
펄프, 종이 및 종이제품	27		
인쇄, 기록매체 복제업	7		
가구	13		
코크스, 연탄 및 석유정제품	5	중·저위기술 (N=253)	26.5%
고무제품 및 플라스틱제품	66		
비금속광물제품	39		
1차 금속제조업	34		
금속가공(기계, 가구제외)	109		

6) 공동R&D를 수행한 기업들의 R&D파트너 유형 수를 살펴본 결과, R&D 파트너가 존재하는

화학물질 및 화학제품	99	중·고위기술 (N=545)	37.6%
의료용 물질 및 의약품	27		
의료, 정밀	50		
전기장비	87		
기타기계 및 장비	186		
자동차 및 트레일러	79		
기타운송장비	12		
기타제품	5		
전자, 음향, 통신	123	고위기술 (N=123)	35.0%
	1,093		

<표 2>는 「과학기술정책연구원」의 2012년 제조업 혁신활동조사에서 공동R&D를 수행한 기업들을 OECD 산업별 분류를 기초로 4개의 기술 그룹으로 조사한 것이다. 공동 R&D 수행여부에 응답한 기업들 1093개 중에 중·고위기술 산업이 545개로 가장 많은 수를 차지하고 있다. 중·고위기술과 고위기술에서 공동R&D 비율이 30% 이상으로 나타났다고, 저위기술과 중·저위기술에서는 20%대를 나타내고 있다.

IV. 실증분석의 결과

1. 내부R&D투자 추정결과

<표 3>은 R&D협력여부와 R&D파트너 유형 수(number)가 내부R&D투자에 미치는 영향을 추정한 결과이다. (1)과 (2)는 일반적인 공동R&D를 이용한 R&D협력여부에 대한 내부R&D투자를 분석하였고, (3)과 (4)는 R&D파트너 유형 수가 내부R&D투자에 어떠한 영향이 있는가를 분석했다. 따라서 추정한 결과는 R&D협력여부와 R&D파트너 유형 수가 기업의 내부R&D투자를 증진시킴을 밝히고 있다. 즉, 다른 기업과의 공동협력은

364개 기업들 중 중·고위기술 산업에서 205개로 가장 파트너 유형이 많았고, 파트너 유형이 1개인 기업 97개, 2개인 기업 42개, 3개인 기업 25개, 4개인 기업 16개가 있었다. 저위기술 산업에서는 파트너 유형이 1개인 기업 29개로 가장 많았고, 중·저위기술 산업에서는 파트너 유형이 1개인 기업 30개, 파트너 유형이 2개인 기업 17개가 있었으며, 고위기술 산업에서는 파트너 유형이 1개인 기업이 20개가 있었다.

기업의 내부기술 능력을 확대하고 효율적인 지식 전달 및 조직 학습의 가능성을 제공하여 내부R&D투자가 활발하게 일어남을 나타낸다. 이러한 결과는 제조업에서 R&D협력과 기업의 혁신 투입활동이 긍정적인 관계를 나타냄을 시사한다.

파트너와 관련된 추정 또한 기업의 내부R&D투자에 긍정적인 효과를 나타내고, R&D협력의 네트워크 효과를 강조한다. R&D에 협력하는 당사자의 조합은 기업의 혁신 투입에 대한 영향을 자극하는 시너지 효과를 발생한다. 이것에 대한 하나의 설명으로 추가적인 자원 및 기술 분야에 대한 접근 가능성이 협력 파트너 유형 수와 함께 증가한다는 것이다.

그리고 혁신활동 목적에서 제품 다양화, 제품의 품질개선은 R&D투자에 긍정적인 영향을 나타낸다. 그리고 근로자의 작업환경 또는 안전성 개선은 내부R&D투자가 활발해질수록 부정적인 영향이 있음을 보여준다. 기업규모는 종업원 수를 기준으로 추정하였는데, 기업규모가 클수록 내부R&D투자가 작아지는 역의 관계를 보여준다. 이는 한국의 제조업에서 대기업이 소기업보다 혁신 개발을 위해서 상대적으로 더 적은 비용을 지출한다는 것을 알 수 있다.

여기에서, 기업 규모의 역할을 평가하는데 실증적인 어려움이 있다. 슈페터(1942)에 따르면, 기업과 혁신 비용은 절대적인 규모에 대해 양의 상관관계가 예상된다고 한다. 대기업은 R&D와 생산에서 규모의 경제로부터 이익을 누릴 수 있다고 주장한다. 그러나 이와 다른 실증적 증거로 대기업의 판매 R&D의 비중이 작은 기업들보다 낮은 것으로 확인된 연구결과도 있다. (Kleinknecht, 1996).

그리고 혁신의 보호방법에서 특허권 등록, 실용신안권, 의장권, 상표권을 포함한 법적 보호방법을 추정한 결과 내부R&D투자에 긍정적인 영향이 있음을 보여준다. 이것은 한국 제조업 기업이 새로운 제품 개발에 더 많은 투자를 유도하기 위한 동기를 제공한다. 또한, 혁신활동 중에 사용한 정보의 원천을 공급업체, 고객과 경쟁, 대학 및 연구기관으로 구분하여 살펴보았는데, 공급업체(원료, 부품, 소프트웨어), 고객과 경쟁, 대학 및 연구기관 모두 음(-)의 영향을 나타내었다. 이는 외부 정보의 중요성이 낮을수록 내부R&D 투자를 확대할 것으로 이해할 수 있다. 마지막으로, 산업 기술수준에 대해서는 고위기술을 기본그룹으로 정했을 경우 산업 수준이 더 낮을수록(높을수록) 내부R&D 투자가 더 적게(높게) 나타남을 확인할 수 있다.

<표 3> 내부 R&D투자 연립방정식 추정결과

		(1)	(2)	(3)	(4)
R&D 협력여부		1.178*** (4.05)	9.068*** (8.91)		
R&D파트너 유형 수				0.280** (2.59)	2.062*** (5.04)
혁신활동 목적	제품의 품질 개선	0.121 (1.62)	0.135* (1.92)	0.124 (1.64)	0.146** (1.96)
	근로자의 작업환경 또는 안전성 개선	-0.165** (-2.56)	-0.146** (-2.41)	-0.161** (-2.47)	-0.143** (-2.22)
	제품 다양화	0.105 (1.64)	0.107* (1.79)	0.102 (1.56)	0.097 (1.54)
	신규시장 개척 또는 시장점유율 확대	-0.024 (-0.35)	-0.064 (-0.96)	-0.032 (-0.45)	-0.059 (-0.83)
기업특성	기업규모 (종업원 수)	-0.272*** (-3.87)	-0.704*** (-8.31)	-0.251*** (-3.37)	-0.650*** (-5.72)
보호방법	법적 보호	0.170** (2.29)	0.250*** (3.60)	0.195*** (2.61)	0.326*** (4.08)
정보원천	공급업체		0.085 (1.19)		-0.352*** (-4.44)
	고객과 경쟁		-0.247*** (-3.55)		-0.085 (-1.20)
	대학 및 연구기관		-1.849*** (-8.04)		-1.042*** (-4.32)
산업더미	저위기술	-0.961*** (-3.23)	-1.247*** (-4.47)	-0.945*** (-3.14)	-0.997*** (-3.40)
	중·저위기술	-0.948*** (-3.47)	-0.848*** (-3.33)	-0.964*** (-3.49)	-0.797*** (-2.95)
	중·고위기술	-0.191 (-0.80)	-0.305 (-1.37)	-0.202 (-0.83)	-0.320 (-1.34)
상수항		1.615*** (4.19)	1.561*** (4.30)	1.631*** (4.18)	1.676*** (4.32)
R-sq		0.152	0.275	0.131	0.185
N		413	413	413	413

주: ()는 z값. *는 10%, **는 5%, ***는 1% 유의수준에서 유의함을 의미.

따라서 종합하면, R&D협력에 종사하는 기업이 내부혁신 활동에 더 많은 투자를 하여 내부혁신 활동을 강화한다는 것을 보여주고 있다.

2. R&D협력 추정결과

R&D협력여부는 혁신활동 수행과 관련하여 다른 회사 또는 기관과의 공동R&D를 수행한 기업들을 대상으로 분석하였고, 그 기업들에 대한 협력 파트너 유형 수(number)를 함께 추정하였다. 그리고 <표 4>는 기업의 내부R&D 혁신활동에 투입한 비용이 R&D협력여부와 R&D파트너 유형 수에 미치는 영향을 추정한 결과이다. (1)과 (2)는 R&D협력 여부를 추정한 결과이고, (3)과 (4)는 R&D파트너 수를 추정한 것이다.

앞에서 제시한 내부R&D투자 추정과는 달리, 기업의 혁신을 저해하는 변수를 삽입하고, 혁신 과정에 종사하기 위해 기업의 동기를 유발하는 혁신활동 목적변수들은 생략한다. 이에 대한 이유는 R&D에서 혁신을 저해하는 요인이 다른 사람과 협력하기 위한 기업의 동기과 밀접하게 관련된 것이기 때문이다.

추정결과 내부R&D투자가 R&D협력여부와 R&D파트너 유형 수에 대해 동일한 결과로 0.01 수준에서 매우 유의하게 나타났다. 이는 제조업 기업이 R&D협력에 종사하는 확률은 내부R&D투자에 따라 달라짐을 알 수 있다. 그리고 혁신활동을 저해하는 요인으로 내부 자금부족, 혁신을 위한 우수 인력 부족, 독과점 기업에 의한 시장지배 변수를 사용하였는데, 기업내부의 자금이 부족할수록 R&D협력이 약화되고, 혁신을 위한 우수 인력이 부족할수록 R&D협력의 필요성이 더욱 강화된다는 것을 알 수 있다. 또한, 혁신 저해 요인의 존재는 기업의 제한을 극복하기 위해 R&D에서 다른 사람들과 협력하는 기업의 의지를 보여준다.

그리고 기업규모가 커질수록 R&D협력의 가능성은 높아지는 것으로 나타났으나 혁신의 보호방법에서 법적 보호장치는 R&D협력에 부정적인 영향이 있는 것으로 나타났다. 법적보호장치가 전유성을 높인다고 볼 때 황남웅·이정민·김연배(2014)에서는 전유성이 확보될수록 기술협력이 제품혁신 성과에 미치는 영향이 긍정적이라고 보인 반면 본 연구에서는 전유성이 R&D협력에는 부정적인 효과가 있음을 보여 주고 있어 향후 이 부분을 설명할 수 있는 추가 연구가 필요하다고 본다.

<표 4> R&D 협력 연립방정식 추정결과

		R&D 협력여부		R&D 파트너 유형 수	
		(1)	(2)	(3)	(4)
내부 R&D 투자		0.771*** (13.95)	0.642*** (10.23)	1.378*** (7.63)	0.952*** (4.87)
혁신활동 저해요인	내부 자금부족	-0.023 (-1.45)	-0.027* (-1.84)	-0.057 (-1.12)	-0.059 (-1.30)
	혁신을 위한 우수 인력 부족	0.045*** (2.82)	0.032** (2.11)	0.169*** (3.26)	0.102** (2.19)
	독과점 기업에 의한 시장지배	-0.002 (-0.07)	0.004 (0.22)	0.060 (0.87)	0.078 (1.28)
기업특성	기업규모 (종업원 수)	0.179*** (9.48)	0.140*** (7.37)	0.534*** (8.67)	0.402*** (6.75)
보호방법	법적 보호	-0.144*** (-6.45)	-0.133*** (-6.19)	-0.286*** (-3.91)	-0.266*** (-3.97)
정보원천	공급업체		0.043** (2.31)		0.259*** (4.49)
	고객과 경쟁		-0.011 (-0.71)		0.001 (0.03)
	대학 및 연구기관		0.122*** (6.43)		0.441*** (7.46)
산업더미	저위기술	0.762*** (7.89)	0.617*** (6.50)	1.352*** (4.29)	0.856*** (2.89)
	중·저위기술	0.909*** (9.20)	0.733*** (7.40)	1.711*** (5.30)	1.105*** (3.58)
	중·고위기술	0.395*** (5.70)	0.295*** (4.46)	0.962*** (4.25)	0.594*** (2.88)
상수항		-1.479*** (-9.78)	-1.169*** (-7.44)	-3.493*** (-7.08)	-2.563*** (-5.23)
R-sq		0.368	0.453	0.234	0.396
N		413	413	413	413

주: ()는 z값. *는 10%, **는 5%, ***는 1% 유의수준에서 유의함을 의미.

기업이 기술혁신을 위해서 사용한 정보원천이 공급업체(원료, 부품, 소프트웨어)일 경우 R&D협력의 가능성은 높아지는데 이는 조직간 협력과 기술하부구조에서 공급업체의 기술원천이 협력적 기술개발을 촉진하고 있다는 것으로 이해할 수 있다. 또한 대학 및 연구기관으로부터 정보를 얻고 있는 경우에도 R&D협력의 가능성은 높아지는 것으로 나타났다. 이는 최지선(2004)에서 다양한 산학연 연계의 공공연구기관과 기업 간의 협력

은 기업의 과학기술기반 연구개발 역량을 증진시켜 잠재적 혁신역량을 높이는데 기여한다는 맥락과 일치한다. 마지막으로 산업 기술수준에 대해서는 고위 또는 중·고위 기술수준 보다, 저위 그리고 중·저위 기술수준에서 R&D협력과 R&D파트너 유형 수가 더 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 결론적으로, 내부R&D투자는 R&D협력여부를 증진시키고, R&D파트너 유형 수에 긍정적인 영향을 주어 상호협력을 확장한다는 것을 의미한다.

3. 기술혁신성과에 대한 효과

<표 5>는 제조업 기업의 내부R&D투자와 R&D협력이 기술혁신성과에 미치는 효과를 추정한 결과이다.⁷⁾ 즉, 내부R&D투자와 기술혁신성과의 관계는 내부R&D투입에 대한 산출효과로 설명할 수 있다. 여기서 종속변수인 기술혁신성과는 제품혁신 및 신제품혁신을 시장에 출시하여 제품혁신을 실현한 기업인 경우 1이고 아닌 경우 0인 이항변수이므로 Probit 모형으로 추정하였다.⁸⁾

<표 5>에서 모형(1), (2), (3)은 내부R&D투자와 R&D협력여부 변수를 독립변수로 포함한 분석이고 모형(4), (5), (6)은 내부R&D투자와 R&D 파트너유형수 변수를 독립변수로 포함한 분석이다. 우선 모형(1)에서는 기업특성과 산업특성을 통제하였고 모형(3)에서는 보호방법과 정보원천을 추가로 통제하였다. 추정결과를 보면 R&D협력여부에 대한 제품혁신의 효과는 모형(1)에서는 유의미한 양의 영향을 보이고 있으나 통제변수들을 추가한 모형(3)에서는 유의성이 사라지고 있다. 두 모형의 상이한 추정결과가 표본의 차이로 인해 발생한 것인지를 확인하기 위해 모형(1)을 모형(3)의 표본으로 제한하여 추정하였고 그 결과를 모형(2)에 제시하였다. 그 결과 모형(2)에서 보듯이 제한된 표본하에 추정된 모형에서는 R&D협력여부 변수가 유의하지 않은 것으로 나타나 두 모형 결과의 차이가 표본의 차이에 기인하는 면이 있다고 볼 수 있다.⁹⁾ 이처럼 통제변수가 제공되는 범위의 한계로 인해 R&D협력여부에 관한 유의성은 판단하기 어려운 부분이 있다.¹⁰⁾ 따

7) 기술혁신성과 추정방법은 앞에서 사용한 SUR모형의 구조방정식과는 달리 (단일)개별방정식을 사용하였으며, 독립변수인 내부R&D투자와 R&D협력의 VIF는 1.11과 1.36으로 상당히 낮은 수치로 나타나 다중공선성 문제는 발생하지 않는 것으로 판단된다.

8) <표 3>, <표 4>의 SUR모형 구조방정식 결과와 <표 5> 프로빗 모형결과의 관찰치 수가 차이가 나는 것은 각 모형에 포함된 독립변수 변수 리스트의 차이에 기인한다.

9) 보호방법 변수만을 추가한 제한된 표본하에서 모형(1)을 추정하여도 동일한 결과를 얻게 된다.

10) 모형(3)에 추가된 대부분의 통제변수들이 유의하지 않아 더 적절한 통제변수를 찾는 것이 필요하나 기술혁신조사에 제공되는 변수들의 한계로 인해 추가적인 통제변수확보에 어려움이 존재한다.

라서 R&D협력여부가 기술혁신성과에 직접적으로 영향이 있는가를 판단하기는 어렵다.

R&D 파트너 유형수 변수를 독립변수로 포함한 모형(4), (5), (6) 중에서 전체표본인 모형(4)에서는 양의 유의성이 나타나지만, 통제변수 추가로 제한된 표본인 모형(5)와 (6)에서는 그 유의성이 사라진다. 이는 R&D협력여부 변수를 포함한 모형(1), (2), (3)의 경우와 유사하다. 여기에서도 역시 통제변수가 제공되는 범위의 한계로 인해 그 유의성을 판단하기 어렵기 때문에 기술혁신성과에 대한 직접적인 영향을 확인하기 어렵다.

한편 내부R&D투자에 관해서는 모든 모형 추정결과에서 유의한 효과를 나타내고 있어 기술혁신에 긍정적인 효과가 있음을 보여주고 있다.

<표 5> 제품혁신 Probit 추정결과

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
R&D 협력여부		0.317*** (3.45)	0.079 (0.68)	0.057 (0.43)			
R&D 파트너 유형 수					0.064* (1.79)	0.007 (0.15)	-0.010 (-0.19)
내부 R&D 투자		0.090*** (3.53)	0.077** (2.22)	0.060* (1.70)	0.095*** (3.75)	0.079** (2.30)	0.062* (1.74)
기업특성	기업규모 (종업원 수)	-0.076** (-2.10)	-0.041 (-0.85)	-0.064 (-1.32)	-0.069* (-1.89)	-0.035 (-0.73)	-0.059 (-1.19)
보호방법	법적 보호			0.193*** (3.69)			0.192*** (3.67)
정보원천	공급업체			0.051 (1.00)			0.051 (1.00)
	고객과 경쟁			0.034 (0.75)			0.036 (0.79)
	대학 및 연구기관			-0.013 (-0.22)			0.004 (0.06)
산업더미	저위기술	0.159 (0.96)	0.166 (0.74)	0.074 (0.32)	0.164 (0.99)	0.174 (0.77)	0.080 (0.35)
	중·저위기술	-0.088 (-0.57)	-0.157 (-0.77)	-0.209 (-1.01)	-0.095 (-0.63)	-0.161 (-0.79)	-0.213 (-1.03)
	중·고위기술	0.010 (0.07)	0.008 (0.05)	-0.056 (-0.32)	0.018 (0.13)	0.011 (0.06)	-0.055 (-0.31)
상수항		0.298 (1.47)	0.497* (1.83)	0.169 (0.58)	0.324 (1.59)	0.500* (1.84)	0.163 (0.56)
Pseudo R ²		0.028	0.015	0.039	0.021	0.015	0.038
N		927	563	563	927	563	563

주: ()는 z값. *는 10%, **는 5%, ***는 1% 유의수준에서 유의함을 의미.

이러한 결과는 두 가지 중요한 의미를 가진다. 첫째, 기술혁신에 대한 투입·산출 측면에서 내부R&D 혁신활동에 대한 투자가 많을수록 기술혁신성과의 효과도 크게 나타난다. 이는 내부R&D의 지속적인 확장 및 최적화로 경쟁력이 확보될 수 있다는 중요한 시사점을 제공한다. 둘째, 기술혁신에 있어서 R&D협력은 직접적인 영향을 주지는 않음은 모르지만 앞서 실증분석에서 확인된 바에 따르면 내부 R&D를 높여 기술혁신에 간접적으로 긍정적인 영향을 준다는 점이다.

V. 결론

본 연구는 R&D협력과 내부R&D투자가 기술혁신성과에 미치는 영향을 2012년도 기술혁신조사를 바탕으로 실증분석 하였다. 먼저, 내부R&D투자와 R&D협력의 관계를 SUR 모형의 연립방정식 형태로 추정하여 양방향성의 관계를 분석하였고, 다음으로 내부R&D투자와 R&D협력이 기술혁신성과에 주는 효과를 Probit 모형으로 추정하였다. 분석결과는 다음과 같다. 첫째, R&D협력은 기업에 더 많은 내부R&D투자를 통해 혁신활동을 강화한다는 것을 보였다. 즉 R&D협력은 지속가능한 성장을 위해서 필수불가결한 요소인 내부 R&D투자 확대에 중요한 역할을 한다는 것을 의미한다. 둘째, 기업의 혁신활동인 내부 R&D투자는 외부지식의 활용과 공동개발에 의해 기술혁신에 기여하는 R&D협력에 결정적인 역할을 하고 있다. 셋째, 내부R&D투자를 확대하면 직접적으로 기술혁신성과를 촉진하며, R&D협력의 강화는 간접적으로 내부R&D투자를 통해 기술혁신성과에 기여한다.

본 연구는 기존 해외 이론 및 실증연구들에서 확인되었던 내부R&D투자와 R&D협력 간의 상호관련성에 대한 실증적인 근거를 제시하고 있어 R&D시스템에서 네트워크의 역할과 그 기능의 중요성을 재조명하고 있다고 본다. 이러한 기초결과에서 더 나아가 향후에는 두 변수 간의 상호적 상승작용을 더욱 증폭시키는 또는 저해하는 제도적 환경적 결정요인들과 그 증폭의 메카니즘에 대한 후속 연구가 필요하다고 본다. 이러한 촉진 및 저해요인들을 파악할 수 있어야 비로소 국가 R&D 시스템의 효율적인 운영이 가능하다고 본다. 하지만 현재로서는 기업수준 미시자료의 제약으로 이러한 분석이 어려운 상황 이므로 기업미시자료 간 통합 또는 새로운 데이터베이스 구축이 필요한 상황이다. 또한 향후 연구에서는 본 연구결과를 뒷받침하는 R&D협력의 대표적인 기업들의 사례연구들을 통하여 이해의 깊이와 폭을 넓히는 것이 필요하다고 본다.

한편 이처럼 내부 R&D투자와 R&D협력 간에 보완적 상승작용이 존재한다면 국가적인 차원에서는 이러한 점을 감안하여 상승효과를 제고하여 보다 더 효율적인 R&D시스템 환경을 조성하는 정책적인 고려가 필요할 것이다. 즉 기업간, 그리고 산학연 R&D 협력을 촉진하는 기술적 제도적 환경이 구축될 수 있도록 정책으로 뒷받침하여야 할 것이며 그 때서야 비로소 기술혁신의 기반이 보다 더 공고히 구축될 것으로 보인다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 김영조 (2005), “기술협력 활동이 중소기업의 기술혁신 성과에 미치는 영향”, 『경영학 연구』, 제34권 제5호, pp. 1365-1390.
- 문성배·전현배·이은민 (2007), “ICT기업의 공동 R&D 결정요인 분석”, 정보통신연구원, 연구보고 07-11.
- 박승규·김의준 (2012), “제조업 성장에 대한 R&D 투자의 경제적 기여도 분석”, 『지역연구』, 제28권 제1호, pp. 81-95.
- 이근재·최병호 (2006), “기술협력의 결정요인에 관한 실증적 연구”, 『산업조직연구』, 제14권 제4호, pp. 67-102.
- 이성화·조근태 (2012), “R&D투자가 경영성과에 미치는 영향: 기술사업화 능력의 매개효과를 중심으로”, 『기술혁신연구』, 제20권 제1호, pp. 263-294.
- 전현배·조장희 (2010), “공동연구개발전략: 보완성과 대체성”, 『응용경제』, 제12권 제2호, pp. 113-136.
- 최지선 (2004), “공공연구기관 산학연 협력의 공간적 특성 분석”, 『기술혁신연구』, 제12권 제3호, pp. 179-203.
- 황남웅·이정민·김연배 (2014), “기술협력 활동이 기업의 제품혁신 성과에 미치는 영향: 전유성의 조절효과를 중심으로”, 『기술혁신연구』, 제22권 제1호, pp. 59-87.

(2) 국외문헌

- Becker, W. and Dietz, J. (2004), “R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry”, *Research Policy*, Vol. 33, pp. 209-223.
- Becker, W. and Peters, J. (1998), “R&D—competition between vertical corporate networks: structure, efficiency and R&D—spillovers”, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 6, pp. 51-71.
- Branstetter, L. and M. Sakakibara (1998), “Japanese Research Consortia: A Microeconomic Analysis of Industrial Policy”, *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 46.
- Camagni, R. (1993), “Inter-firm industrial network: the cost and benefits of cooperative behaviour”, *Journal of Industry Studies*, Vol. 1, pp. 1-15.
- Cassiman, B. and R. Veugelers (2002), “R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium”, *The American Economic Review*, Vol. 92, No. 4, pp. 1169-1184.
- Chesbroug, H. (2003), *Open Innovation*, Harvard Business Press.

- Colombo, M. (1995), "Firm size and cooperation: the determinants of cooperative agreements in information technology industries", *International Journal of the Economics of Business*, Vol. 2, 3-29.
- D'Aspremont, C. and Jacquemin, A. (1988), "Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers", *American Economic Review*, Vol. 78, pp. 1133-1137.
- Flaig, G. and Stadler, M. (1998), "On the dynamics of product and process innovations", *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, Vol. 217, pp. 401-417.
- Freel, M.S. (2003), "Sectoral Patterns of small Firm Innovation Networking and Proximity", *Research Policy*, Vol. 32, pp. 751-771.
- Hagedoorn, J. and Schakenraad, J. (1994), "The Effect of Strategic Technology Alliances on Company Performance", *Strategic Management Journal*, Vol. 15, pp. 291-309.
- Hagedoorn, J. (1993), "Understanding the Rationale of Strategic Technology Partnering: Interorganizational Modes of Cooperation and Sectoral Differences", *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 371-385.
- Hagedoorn, J. (2002), "Inter-firm partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960", *Research Policy*, Vol. 31, pp. 477-492.
- Kleinknecht, A. (Ed) (1996), *Determinants of Innovation*, The Message of New Indicators, London.
- Martin, S. (1994), *Industrial Economics*, Economic Analysis and Public Policy, Englewood Cliffs, NJ.
- Nooteboom, B. (1999), "Innovation and inter-firm linkages: new implications for policy", *Research Policy*, Vol. 28, pp. 793-805.
- Pisano, G.P. (1990), "The R&D boundaries of the firm: an empirical analysis", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, pp. 177-207.
- Robertson, P.L. and Langlois, R.N. (1995), "Innovation, networks, and vertical integration", *Research Policy*, Vol. 24, pp. 543-562.
- Veugelers, R. (1997), "Internal R&D expenditures and external technology sourcing", *Research Policy*, Vol. 26, pp. 303-315.
- Williamson, O.E. (1989), "Transaction cost economics", In: Schmalensee, R. and Willig, R.D. (Eds.), *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 1, Amsterdam, pp. 135-182.

□ 투고일: 2014. 10. 31 / 수정일: 2015. 02. 12 / 게재확정일: 2015. 02. 25