

공공 R&D의 기술이전이 기업의 성장에 미치는 효과 연구[†]

A Research on the Impacts of Technology Ransfer in Government-sponsored Research
to the Growth of Technology Licensees

김준혁(Junhuck Kim)

목 차

I. 서 론	IV. 분석결과
II. 이론적 배경	V. 결 론
III. 방법론과 데이터	

국 문 요 약

본 연구에서는 개방형 혁신 개념을 활용하여 공공기술이전을 기업의 외부 R&D의 일환으로 간주한 뒤 기술수요기업의 관점에서 공공기술이전의 산업별 특성과 내부 R&D와의 상호작용에 대해 탐구하였다. NTIS 기술료 데이터와 한국기업정보 데이터를 매칭한 뒤 2008년부터 2011년까지 일어난 1,980개 기업의 7,645개 기술이전 자료를 추출, 회귀분석과 분위회귀분석을 실시하였다. 그 동안 기업이 공공 기술이전으로부터 얻는 효과가 정성적으로 다루어져 왔으나, 본 연구에서는 산업과 기업의 특성에 따른 효과의 편차를 연구하기 위하여 정량적인 DB를 구축하고 통계적 분석을 시행하였다.

분석 결과 기술이전이 매출 성장에 가하는 효과는 중고위기술과 고위기술 분야의 일부 기업들에게 편차되는 경향이 있었다. 또한 기간별(1·2·3년 후) 매출의 경우 기술이전은 기술이전 다음해의 매출에 주로 영향을 주지만, 내부 R&D의 효과는 주로 2년 후의 매출에 집중되어 있는 것으로 분석되었다. 또한 OECD 기술집약도 기준 산업분류와 4개 지정 산업군(자동차, 전자, 반도체, 화학)별로 공공기술이전의 효과에 편차가 있는 것으로 나타났으나, 기업 크기별로는 효과에 유의한 차이가 없었다.

핵심어 : 기술사업화, 개방형 혁신, 기술이전

※ 논문접수일: 2017.7.31, 1차수정일: 2017.10.12, 게재확정일: 2017.11.1

* 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅본부 기술원, kjh0203@kaist.ac.kr, 042-869-1689

† 본 연구는 2016년 제 2차 Creative KISTEP fellowship, 한국연구재단 ‘융합기술정책연구 및 정보분석(NRF-2012-M3C1A1050726)’, KISTI ‘초고성능컴퓨팅인프라 서비스 및 활용 활성화(K-17-L01-C03-S01)’ 과제의 지원을 받아 수행되었음

ABSTRACT

This study considered technology commercialization as a sort of external R&D of the licensee firm. Then, this study analyzed industrial characteristics of technology commercialization and interactions between internal R&D and technology commercialization from the licensee's viewpoint. Data from NTIS (National science and Technology Information Service) and KED (Korea Enterprise Database) were matched. 7,645 technology commercializations from 1,980 firms were extracted. Afterward, OLS and quantile regression were applied to the extracted data.

The impact of technology commercialization on firm growth was concentrated to few high-tech and medium high-tech firms. Technology commercialization was effective in the growth in a year while internal R&D was effective in the growth in two years. The firm size was insignificant variable. In analysis of 4 selected industries (automobile, electronics, semiconductor, chemistry), the impact was skewed among industries. Though the importance of technology commercialization is widely acknowledged, quantitative analyses like this study are uncommon. Therefore, this study can be useful for the tailored industry solutions for technology commercialization.

Key Words : Technology commercialization, Open innovation, Technology transfer

I. 서 론

우리나라 정부 R&D 투자에서 대학, 출연(연) 등의 공공연구기관이 차지하는 비중은 '15년 기준 69.1%, 금액으로는 약 13.1조에 이른다(한국과학기술기획평가원, 2016a). 공공연구기관에 투자한 막대한 R&D를 통해 지식과 기술이 생성되고, 나아가 사회와 민간(기업)으로 확산하여 경제·사회적 성과로 이어지는 것은 공공부문에 투자하는 정부와 국민의 입장에서 아주 중요하다. 정부 R&D 자금이 투입되어 개발된 기술을 민간기업에 이전하여 사업화하는 '공공기술사업화'는 이와 같은 성과 확산의 가장 핵심적인 요소이다.

정부에서도 공공부분의 사업화를 촉진하기 위하여 '제5차 기술이전 및 사업화 촉진계획', '제3차 연구성과 관리 활용 기본계획' 등의 다양한 촉진·장려 정책을 시행하고 있다. 공공기술사업화는 공공 R&D로부터 시장에 이르는 전 과정을 포괄하는 개념이며, 본 논문은 그 중에서도 공공기술사업화를 통해 공공기술을 이전받은 기업들을 연구 대상으로 설정하고 이들 기업을 기술이전기업으로 통칭했다.

세계 각국에서는 공공기술사업화를 새로운 혁신역량 제고와 부가가치 창출의 수단으로 보고 다양한 정책적 수단을 동원하여 지원하고 있다(Leisyte 2011; Kochenkova et al., 2016; Rasmussen et al., 2006). 그럼에도 그 동안 수행되었던 기술사업화 관련 선행연구의 대부분은 주로 기술을 만드는 공공기관을 대상으로 수행되어 왔으며(Bozeman, 2015), 공공기술의 이전은 해당 공공기관의 성과 측면에서 주로 분석되어 왔다(Rasmussen et al., 2006; Thursby and Kemp, 2002; Anderson et al., 2007; Link and Siegel, 2005).

그러나 공급자 못지않게 수요자의 입장 또한 중요하다는 점을 고려할 때, 기업을 대상으로 한 기술사업화 분석 또한 필요하다. 기술사업화로 인한 경제적 부가가치 창출은 기술수요기업의 성장과 수익에 달려 있다. 따라서 기술수요기업 대상의 분석은 공공기술사업화의 실질적 효과를 살펴본다는 점에서 의의가 있다.

기술사업화 정책이 성공을 거두지 못한 이유 중 하나가 기술사업화 정책의 효과를 측정하기 어려워 전략적 정책 수립이 어렵다는 점이라는 것을 고려할 때(Kochenkova et al., 2016), 경제적 부가가치를 가능할 수 있는 기술수요기업 대상의 분석은 공공기술사업화 활성화 전략에 유용하게 활용 가능하다.

기술수요기업은 공공 연구를 외부의 기술 원천 중 하나로 활용할 수 있으며(Raesfeld et al., 2012), 개방형 혁신 전략의 일환으로서 활용하기도 한다(Wang et al., 2012; Huang, 2010). 기업이 빠르게 변화하는 기술 환경에 대응하기 위해서는 기업 내·외부의 다양한 기술원천을 활용하는 개방형 혁신이 중요하다(Chesbrough, 2003). 강력한 공공지식 베이스(Public Knowledge Base)

자체가 기업이 개방형 혁신에 참여하는 데에 중요한 역할을 하기도 한다(de Jong et al., 2010).

실제로 공공기술을 활용하는 기업은 기업 내의 R&D와 공공기술 간의 시너지를 활용하여 특허성과, 신제품개발, 매출성장을 이끌어내려 한다(Huang and Yu, 2011; Gilsing et al., 2011; Bozeman et al., 2015; Pippel and Seefeld, 2016). 또한, 이러한 공공기술의 활용은 실제로 기업 역량에 긍정적인 영향을 준다(Raesfeld et al., 2012; Kang and Kang, 2010; Pippel and Seefeld, 2016).

또한, 기업은 단순히 공공 부문의 기술만을 이전받는 것에 그치지 않는다. 기업은 기술사업화 성공을 목표로 공공기관과 연구 네트워크를 구축하기도 하며(Wang et al., 2012), 이미 구축되어 있는 공공지식 베이스로부터 도움을 받기도 한다(de Jong et al., 2010). 또한, 기술 확보를 위하여 테크노파크 등 정부 기관의 도움을 받기도 한다(Mowery and Sampat, 2005).

이와 같이, 기업은 공공 분야의 기술 확보라는 목표 하에 여러 주체의 힘을 빌려서 기술사업화를 수행하고 있다. 이런 관점에서 기술사업화를 외부와의 협업을 통하여 혁신을 이뤄내는 개방형 혁신 전략의 일환이라고 볼 수 있다.

본 연구에서는 공공기술이전과 기업의 내부 연구개발 간 상호작용을 분석하였다. 이를 통해 기업이 얻는 이득을 분석함으로써 효율적인 기술사업화 전략 수립의 참고자료로 삼을 수 있다. 개방형 혁신의 사후 효과를 측정할 논문들은 많지 않기 때문에(Ahn et al., 2014), 기술료의 장기적 효과를 업종이나 규모 등 기업 고유의 특성에 따라 조사한다면 개방형 혁신의 성과에 대한 추적 조사의 일환으로서 큰 의의가 있다고 볼 수 있다.

그런데 기술사업화에 관한 선행 논문들은 대체로 설문조사에 의존하여 기술이전의 효과를 분석하고 있다(박지원 외, 2015; Eom and Lee, 2008; 김선영·이병현, 2007; 한정민 외, 2015; Laurson and Salter, 2004; Pippel and Seefeld, 2016; Kim et al., 2011). 이들 연구는 독립변수와 종속변수를 단순한 더미 변수나 리커트 척도(likert scale)로 정의하고 있으나 실제 기술이전의 효과는 설문조사로 분석하기 어려운 산업별 편차와 기업별 격차에 의해 크게 좌우된다.

산업별 기업의 연구개발과 기업의 혁신역량, 내·외부 R&D 투자 등에 관한 선행논문들을 살펴보면 산업별 R&D 집약도(Coad and Rao, 2008; Nunes et al., 2012; Hagedoorn and Wang., 2012; Berchicci, 2013), Pavitt's taxonomy(Min and Kim, 2014)에 따라 R&D와 혁신·기업성장의 관계에 편차가 있으며, 기업별로 내·외부 R&D를 통해 얻는 효과에도 편차가 있다(Mata and Woerter, 2013). 또한, 산업의 특성에 따라서 R&D 기반 성장 모델이 다르며 산업마다 적합한 R&D 집약도의 크기 또한 차이가 있다(Strulik, 2007).

그 동안에는 기술이전에 관련한 정량적 데이터를 얻기 어려운 탓에 이러한 복합적인 관계를 분석하지 못하고 부득이하게 설문조사를 활용하여 연구를 진행해야 했지만, 본 연구에서는

NTIS 데이터를 활용하여 기술사업화의 장기적 효과, 산업별 특성, 공공기술사업화와 내부 R&D의 관계 등을 복합적으로 분석할 수 있었다.

본 연구에서는 1,980개 기업의 공공기술이전 7,645건에 대한 데이터베이스를 구축하여 OLS (Ordinary Least Square) 분석과 분위회귀분석(Quantile Regression)을 통해 공공기술이전과 내부 R&D의 상호작용을 분석하였다. 뿐만 아니라 OECD(2011)의 기술집약도 기준 분류를 활용, 산업별 분석을 통해서 기술집약도가 공공기술이전과 내부 R&D의 효과에 어떠한 영향을 미치는지도 연구하였다.

또한, 중고위기술 분야의 네 산업(전자, 화학, 자동차, 반도체)을 특정하여 회귀분석을 실시, 산업에 따라 공공기술이전과 내부 R&D의 효과가 어떻게 달라지는지 분석하였다. 전자, 화학, 자동차, 반도체 등 우리나라의 주력 제조업은 중고위기술 분야와 고위기술 분야에 밀집하고 있어 기술이전으로부터 큰 효과를 얻을 것으로 전망되지만, 이에 대한 실증적인 분석은 잘 이루어지지 않아 왔기에 본 연구를 통해서 시사점을 도출하려 한다.

연구 결과, 내부 R&D와 기술이전 모두 기업의 성장에 양의 영향을 주었으며, 둘은 서로 대체제로 작용하고 있다는 결론을 내릴 수 있었다. 또한 기술이전의 효과는 중고위기술과 고위 기술 분야의 일부 기업에 편중되어 있으며, 내부 R&D는 2년 후, 기술이전은 1년 후의 매출 성장에 주로 영향을 끼친다는 결론을 도출하였다. 또한, 반도체 분야 회사들의 매출액이 기술이전에 큰 영향을 받는 데에 반해 화학과 자동차 분야는 유의한 효과가 없는 것으로 나타나는 등 제조업 분야에 따라서도 기술이전의 효과에도 큰 차이가 있는 것을 볼 수 있었다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 공공기관과 기업의 R&D 협력, 기업의 R&D와 기업성장간의 관계, 그리고 기업의 내부 R&D와 외부 R&D의 관계라는 세 관점에서 이론적 고찰을 하였다. 3장에서는 분위회귀분석 방법에 대해 소개하고 데이터 구축 방법과 구축한 데이터의 기초통계량을 다루었다. 4장에서는 실증분석 결과에 대해 논했다. 5장에서는 결론과 시사점에 대해 다루었다.

II. 이론적 배경

1. 기업과 공공기관의 R&D 협력

과거 기업은 초기 아이디어 단계부터 사업화까지 이르는 과정을 모두 기업 내부에서 해결하려고 하였지만 정보통신 기술의 발달과 하이테크 제품의 등장으로 인해 거리와 속도 등의 장벽이 낮아지고 기술의 복잡성이 증대되어 현재는 점점 개방형 혁신 전략이 늘어나고 있다(Enkel

et al., 2009). 기업은 개방형 혁신 전략의 일환으로 여러 주체와 외부 R&D를 수행하고 있으며, 그 중에서도 공공 연구는 다학제적 특성이 있고 원천연구가 많아 기업의 역량 다변화에 도움이 될 수 있다(Raesfeld et al., 2012).

선행연구들을 종합해보면, Laursen and Saltor(2004), Fontana et al.(2006)은 내부 R&D에 매출액의 상당 부분을 투자하는 기술집약적 기업일수록 공공부문과의 연구 협력에 적극적이며 실제 공공부문과의 협력에서도 많은 이득을 얻음을 밝혔다.

공공기술의 이전이 기업에 주는 영향에 관해서 Eom and Lee(2008)이 유의한 결과를 도출하지 못하였지만, Raesfeld et al.(2012), Pippel and Seefeld(2016), Kang and Kang(2010), Almeida et al.(2011)은 기업과 대학·연구소 등 공공부문과의 협력이 기업의 성과에 양의 영향을 준다는 결론을 도출하였다. 예를 들어, 회사와 대학간의 R&D 협력의 경우 제품 혁신(Kang and Kang, 2010; Pippel and Seefeld, 2016), 특허 성과(Almeida et al., 2011), 공정 혁신(Pippel and Seefeld, 2016)에 긍정적 영향을 미쳤다. 회사와 공공연구기관과의 공동연구는 공정혁신, 제품혁신에 모두 양의 영향을 주었다(Pippel and Seefeld, 2016).

그 외에도 사업화와 혁신 등 다른 지표에 공공기관과 기업의 협력이 미치는 영향에 대한 연구들이 수행되었다. Raesfeld et al.(2012)은 공공 분야 기술원천(대학, 산업, 출연연 등)의 다양성이 5년 뒤 혁신 성과에 유의한 양의 영향을 미친다는 결론을 도출하였다. 이선영·서상혁(2011)은 정부지원 사업에 참여한 중소기업의 사업화 성공 여부에 R&D 집약도, 외부와의 협력이 모두 긍정적 영향을 줌을 밝혔다.

공공기관과의 협업을 결정하는 요인에 대해서, Silva et al.(2017)은 기업과 대학간의 협업에 내·외부 R&D 지출, 분야의 위험도, 정부의 예산지원 등이 조건에 따라 양의 영향을 줌을 보였다.

Wang et al.(2012)과 Huang(2010)은 개방형 혁신 개념 하에서 공공기관과의 협업에 대해서 연구하였다. Huang(2010)은 기술이전을 개방형 혁신의 일환으로 간주하였으며 설문조사를 통해 기술이전의 중요 결정 요인을 분석하였다. Wang et al.(2012)은 기술수요기업과 기술사업화를 위한 지식 개발 네트워크(Knowledge Exploitation Network)간의 관계에 대해 언급했다. 기업은 비즈니스 모델에 기반하여 공공 R&D 프로젝트 중 기술사업화에 적합한 프로젝트를 추려낸다. 기술사업화 과정을 거치며 여러 주체가 참여하는 지식 개발 네트워크가 형성된다.

그러나 대부분의 선행연구가 실제 기업이 얻는 경제적 파급효과를 고려하지 않고 설문조사에 근거하여 연구를 진행하였다는 한계를 노출했다.

2. 기업과 산업의 조건에 따른 R&D 투자와 기업성장간 관계

R&D 투자는 기업의 성장에 양의 영향을 주는 것으로 알려져 있지만, 선행연구를 종합한 결과

실제 R&D 투자와 기업 성장간의 관계는 기업의 역량(크기, 전년도 성장률, 기존 R&D 역량 등)에 따라 크게 다르며 산업 내 R&D의 집약도 또한 기업들의 R&D 지출과 성장간의 관계에 큰 영향을 끼친다는 결론을 도출할 수 있었다(Garcia-Manjon and Romero-Merino, 2012; Lee, 2010; Demirel and Mazzucato, 2012; Nunes et al., 2012; Mata and Woerter, 2013).

매출 성장에 대한 분석을 살펴보면, Garcia-Manjon and Romero-Merino(2012)는 분위회귀분석과 최소자승법(OLS, Ordinary Least Square), 일반적률추정법(GMM, Generalized Method of Moments)을 통해서 전년도 성장률이 높은 기업, 고위산업의 기업일수록 R&D 역량과 성장률의 관계가 더 뚜렷하다는 것을 밝혔다. 또한 R&D 역량이 기업 성장에 미치는 효과가 일부 기업에 편중되어 있다는 것을 밝혔다. Demirel and Mazzucato(2012)는 R&D 투자가 성장률에 미치는 양의 영향이 기업의 크기에 따라 다르다는 것을 보였다.

산업의 R&D 집약도를 기준으로 둘 때, R&D 집약도가 낮은 산업에서는 기업의 성장이 R&D와 관련이 없거나(Garcia-Manjon and Romero-Merino, 2012), 심지어 음의 관계를 보이는 것으로 나타났다(Nunes et al., 2012). R&D 집약도가 높은 산업에서는 기업의 성장과 R&D가 역-U자 형태의 관계를 보였다(Nunes et al., 2012). 또한 이 모든 관계는 일부 기업에 편중되어 있었다(Mata and Woerter, 2013; Garcia-Manjon and Romero-Merino, 2012; Coad and Rao, 2008).

Lee(2010)는 기업 역량에 따라 R&D가 매출 성장에 미치는 영향을 분석하는 복합적 모델을 제시하였다. 회사의 기존 R&D 역량과 산업 내 특성에 따라서 기업이 일정한 성장률을 나타내거나 폭발적으로 성장하거나 한계효용 체감의 법칙에 따르는 세 가지 중 하나의 형태를 띄게 된다는 것이다.

R&D의 산출물인 혁신과 실제 기업성장 또한 복합적인 관계를 가지고 있다. Coad and Rao(2008)에 따르면 혁신과 기업성장의 관계도 산업의 기술집약도에 따라 다르며, 산업 내에서도 효과가 일부 기업에 편중되어 나타났다. 고위기술 분야에서는 혁신과 기업의 성장이 양의 관계를 나타냈지만 비고위기술 분야에서는 기업 성장의 대부분이 혁신이 아닌 다른 자원의 투입에 의해 결정되었다.

3. 기업의 내부 R&D와 외부 R&D 간 상호작용

내부 R&D와 외부 R&D가 혁신성장에 미치는 긍정적 상호작용에 대해 여러 선행연구들이 수행되었다. 김선영·이병현(2007)은 산학연 기술협력과 기술역량이 기술혁신성장에 긍정적인 상호작용 효과를 가질 것이라고 분석했다. Kim et al.(2011)은 중소기업들의 경우 상용화 역량이 R&D 역량보다 혁신성장에 더 많은 영향을 미친다는 결과를 제시하였다. 안치수·이영덕

(2011)은 개방형 혁신활동을 내향형 혁신활동과 외향형 혁신활동으로 분류하고 기업의 내부 R&D 투자와 내향형 혁신간에 상보성이 존재함을 보였다.

그러나, 내부 R&D와 외부 R&D 간 상호작용으로 인한 효과는 기업에 따라 편차가 심해 일부 기업만이 긍정적인 효과를 얻으며, 내부 R&D와 외부 R&D 사이의 관계 또한 산업 분야에 따라 다른 것으로 나타났다(Hagedoorn and Wang, 2012; Berchicci, 2013; Mata and Woerter, 2013). Hagedoorn and Wang(2012)은 혁신성과(등록 특허 수)에 내부 R&D(회사의 R&D 투자액)와 외부 R&D 전략이 미치는 영향을 분석하면서 내부 R&D와 외부 R&D 전략간의 상호작용(interactive effect)이 조건에 따라 달라진다(contingent)는 것을 밝혔다. Berchicci(2013)는 기업들이 점점 더 외부 R&D에 의존하게 되는 경향성을 분석하면서 기업의 외부 R&D에 대한 의존성과 해당 기업의 성과가 역 U자 관계를 보인다는 점을 밝혔다. Berchicci(2013)의 분석에서는 외부 R&D가 내부 R&D의 70%일 때 혁신성과가 가장 높다.

기술사업화 성과와 내·외부 R&D 간의 관계를 분석한 결과, Min and Kim(2014)은 Pavitt의 분류를 기준으로 science-based industry 내에서는 흡수역량(Absorptive Capacity)과 기존의 외부 파트너십이 기술사업화 성공에 도움을 주지만 non science-based industry 내에서는 이들 역량이 기술사업화 성과에 영향을 주지 않음을 밝혔다. Kim et al.(2011)은 중소기업들의 내부 R&D 역량과 기술상용화 역량(Technology Commercialization Capabilities)이 사업화 성공에 시너지 효과를 낸다는 것을 보였다.

4. 공공기술이전 고유의 특징과 본 연구의 의의

공공기술이전은 기업의 외부 R&D 전체를 포괄할 수 있는 지표는 아니지만, 연구의 특성과 정책과의 연관성 측면에서 다른 유형의 외부 R&D와 구분된다.

공공 연구는 다학제적 특성이 있고 원천연구가 많아 기업의 역량에 도움이 된다(Raesfeld et al., 2012). 또한 공공 정책과 연관된 요소, 예를 들면 공공기관과 기업간의 연구 네트워크(Wang et al., 2012), 공공 부문의 지식 역량(de Jong et al., 2010), 기술이전 조직(TTO)(Huang, 2010), 그리고 정부의 R&D 자금지원(Silva et al., 2017) 등이 기업의 개방형 혁신과 기술사업화의 원동력이 되기도 한다.

이러한 공공기술이전 고유의 특성을 탐구하기 위하여, 기업이 공공기술이전에 투입한 금액을 외부 R&D와 독립적인 변인으로 두고 분석하였다. 본 분석은 단순한 외부 R&D가 아닌 기업이 공공기술사업화에 투자한 금액에 따른 효과를 분석함으로써, 정책적 관심사인 기술사업화의 고유한 효과를 측정한다는 의의를 가진다.

세계 각국의 기술사업화 관련 정책의 상당수는 원하는 정책적 효과를 거두지 못했는데 정책적 실패의 이유 중 하나는 기술사업화 정책의 효과를 측정하기 어렵기 때문이었다(Kochenkova et al., 2016).

기술수요기업이 기술이전으로부터 얻는 효과를 객관적으로 측정하기 위해서는 본 논문과 같은 대규모 정량 분석이 적합하다. 기업성장에 관한 선행연구들을 살펴보면 산업분야별 기업의 성장, 혁신역량, 내부·외부 R&D 간의 관계는 기업의 역량과 산업의 R&D 집약도에 따라 크게 바뀌는 복합적 관계이기 때문이다(Garcia-Manjon and Romero-Merino, 2013; Nunes et al., 2012; Min and Kim, 2014; Berchicci, 2013).

뿐만 아니라, 본 연구에서는 기업의 역량, 산업군별 기술이전의 특성, 시간에 따른 기술이전의 효과에 대한 실증 분석을 수행하여 공공기술이전이 기업에 미치는 효과에 대해 기존의 문헌들보다 자세히 파악하였다.

III. 방법론과 데이터

1. 연구모형

빠르게 변화하는 기술 환경에 대응하기 위하여 기업은 내부와 외부의 다양한 기술원천을 활용하는 개방형 혁신에 주목하고 있다(Chesbrough, 2003). Huang(2010)은 공공부문으로부터의 기술이전 또한 기업의 외부 R&D의 일부이자 개방형 혁신의 한 형태로 파악하여 분석하였다.

본 연구에서는 기업이 공공부문에서의 R&D의 성과물을 이전받는 행위를 외부 R&D 협력(외부 기술원천을 활용한 개방형 혁신의 형태)으로 간주하고, 외부 R&D 협력과 기업의 내부 R&D 간 상호작용을 분석하였다. 또한, 내부 R&D 집약도와 기술이전이 기업의 매출액 성장에 미치는 영향을 기업이 속한 산업특성과 기업규모에 따라 분석하였다.

산업특성은 OECD의 기술집약도 기준 분류(산업별 R&D 지출을 부가가치와 생산량으로 나누어 구한 값에 따라 고위, 중고위, 중저위, 저위 산업으로 분류, <표 1>에 서술)를 활용하였으며, 모든 산업군을 연구 대상으로 하였다. 별개로, 산업군별 특성의 차이를 확인하기 위하여 KSIC 산업분류 기준에 따라 4개 주력 산업군(화학공학, 반도체, 자동차, 전자산업)의 기업들을 추출하여 분석을 시행하였다(추출 기준을 <표 2>에 정리).

기업규모는 중소기업진흥법의 기준(기업의 종업원 수가 300명 미만일 경우 중소기업으로 분류)을 적용하였다.

선행연구결과에서도 알 수 있듯이 기술이전이 기업의 성장에 미치는 효과는 기업별로 균등하지 않다. 이 문제에 대응하기 위하여 본 연구에서는 특정 분위(quantile)의 변수의 결정요인을 살펴봐야 할 때 널리 쓰이는 분위회귀분석을 활용하였으며(Koenker and Basett, 1978), 기업의 매출 성장률을 종속변수로 두고 내부 R&D와 기술이전 간의 상호작용을 분석하였다.

본 연구에서는 구축한 기술료데이터를 활용해서 기술료 지출의 시간(1·2·3년)에 따른 효과를 정량적으로 분석하였다. 기술이전을 통해서 습득한 외부기술이 실제 매출로 이어지려면 일정 기간이 지나야 하지만(Demirel and Mazzucato, 2012; Mata and Woerter, 2013; Almeida et al., 2011; Raesfeld et al., 2012, Eom and Lee, 2008), 기존의 연구들은 각각 다른 기간을 두고 분석하였다. Demirel and Mazzucato(2012)와 Mata and Woerter(2013)는 1년, Almeida et al.(2011)은 2년, Raesfeld et al.(2012)은 5년을 제시하였으며, 특히 Eom and Lee(2008)는 2년의 기간으로는 효과를 분석하기 충분치 않다고 주장하였다. 이와 같은 기존의 소요기간 기준을 보완하는 것도 목표로 삼았다.

이러한 분석은 산업과 기업의 특성에 따른 기술이전의 효과와 활용 방안을 분석할 수 있으며, 나아가 기술사업화 전략 수립에 있어서 산업이나 기업의 특성에 따른 협력 방안을 검토할 수 있는 등 여러 장점이 있다.

〈표 1〉 OECD의 기술집약도 기준 제조업 분류

R&D 집약도 기준 분류(R&D 투자 비율)	해당 산업
고위기술산업 (생산량 대비 8%, 부가가치 대비 20% 이상)	항공우주산업, 제약산업, 컴퓨터산업, 통신기계산업, 의료기기산업 등
중고위기술산업 (생산량 대비 2~4%, 부가가치 대비 5~15%)	전자산업, 자동차산업, 화학공학산업, 운송기기산업, 일반 기계 제작산업
중저위기술산업 (생산량 대비 0.6~1%, 부가가치 대비 2~4%)	조선산업, 고무와 플라스틱 제조 산업, 정유산업, 금속산업
저위기술산업 (생산량 대비 0.4%, 부가가치 대비 1.5% 미만)	목재, 제지, 식품, 의류 산업 등

〈표 2〉 분야별 한국표준분류(KSIC) 추출 기준

분야명	정의
화학	C192(석유 정제품 제조업), C201(기초 화학물질 제조업), C203(합성고무 및 플라스틱물질 제조업), C205(화학섬유 제조업), C22(고무제품 및 플라스틱제품 제조업)
전자	C262(전자부품 제조업, C2622 제외), C263(컴퓨터 및 주변장치 제조업), C264(통신 및 방송 장비 제조업), C265(영상 및 음향기기 제조업)
반도체	C261(반도체 제조업), C2622(인쇄회로기판 및 전자제품 실장기판 제조업)
자동차	C30(자동차 제조업)

2. 분위회귀분석

분위회귀분석은 평균적 반응변수의 결정요인이 아닌 특정 분위(quantile)의 변수의 결정요인을 살펴볼 수 있는 회귀분석의 한 형태이다(Koenker and Bassett, 1978). 본 연구와 같이 이질적인 데이터를 활용하는 경우에는 분위회귀분석이 적합한 방법론이다. 만약 이질성에 대응하기 위하여 임의로 표본을 분할한다면 표본선택 편이 문제가 발생할 수 있지만, 분위회귀분석은 분위별로 다른 가중치를 주면서 모든 관측치를 사용하는 방식으로 표본선택 편이 문제의 영향을 받지 않는다. 분위회귀분석은 종속변수의 평균이 아닌 조건부 분위기를 중심으로 하는 모형을 활용하며 중간값을 대상으로 한 회귀분석을 기준으로 음의 오차와 양의 오차를 조절하여 분석한다. 예를 들어 상위 10%의 분위회귀분석은 오차의 10%는 양(+의 값), 90%는 음(-의 값)을 갖도록 추정하는 방식이다.

분위회귀분석 모형은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$y = \beta'_{\tau} X_i + \mu_{\tau i}$$

$$Q_{\tau}(y_i | x_i) = \beta'_{\tau} X_i$$

y_i 는 종속변수, X_i 는 독립변수, β_{τ} 는 τ 분위 계수, $\mu_{\tau i}$ 는 오차항이다.

$Q_{\tau}(y_i | x_i)$ 는 X_i 가 고정되어 있을 때 y_i 의 τ 번째 분위기를 의미한다. 이 경우에 모든 i 에 대하여 $Q_{\tau}(\mu_{\tau i} | x_i) = 0$ 이 성립한다. 이는 중간값을 대상으로 한 회귀의 일반화이며 분위의 변화에 따라 양의 오차와 음의 오차를 조절할 수 있다.

분위회귀계수는 주어진 τ 분위에서 후술한 최소화 문제의 해가 된다.

$$\text{Min} \frac{1}{n} \sum_{y_i \geq \beta' X_i} \tau |y_i - \beta' X_i| + \sum_{y > \beta' X_i} (1 - \tau) |y_i - \beta' X_i|$$

3. 데이터 수집

우리 정부는 연구자의 R&D 정보 활용을 극대화할 수 있도록 과학기술정보서비스(NTIS, National Science & Technology Information Service)를 운영하고 있다. NTIS에서는 정부 R&D에서 발생한 기술이전 성과 정보를 제공하고 있다. 이 성과 정보는 부처별 과제관리기관이 제공하는 기술이전 성과 정보를 취합한 것으로, 기술이전이 시작된 시기와 과제 기준년도, 기술료 액수, 기술료 발생 과제고유번호 등을 포괄하고 있다. 또한 기술이전 참여기업명과 기술실시계

약명을 식별할 수 있다.

한국기업정보(KED, Korea Enterprise Data)에서는 외감기업의 재무제표 정보를 제공한다. 기업의 매출액, R&D 투자액, 상세업종 정보 등을 파악할 수 있다.

본 논문에서는 NTIS의 기술실시기업명을 한국기업정보의 기업명과 매칭하는 방식으로 공공 기술이전 참여 기업을 추출하였다. 그런데 한국기업정보 데이터에서 같은 기업명을 가진 기업이 여럿일 수 있으며, 해당 기업명이 유일하더라도 실제로 같은 기업이라고 판단내릴 수는 없다. 이를 보정하기 위해서 추출한 데이터에서 NTIS 기술이전 성과 정보의 기술실시계약명과 한국기업정보의 표준산업분류(5-digit)상 상세 업종을 비교하여 다시 검증하였다.

위의 방법을 이용하여 NTIS의 2008년부터 2011년까지의 기술료 성과정보와 기업정보를 분석하여 7,645건의 기술이전을 추출하였다. 이들 7,645건의 기술이전을 다시 기업별로 분류한 뒤, 이들 기업 중 재무제표에서 당해연도 매출 외에 1년, 2년, 3년 후의 매출을 구할 수 있는 기업을 각각 추려낸 결과 4,418개의 기업이 잔류했다. 같은 기업이 여러 해의 기술이전에 참여하는 중복을 제거한다면 1,980개 기업이 남는 것으로 나타났다. 재무제표에 매출액이나 내부 R&D 정보가 없는 결측치는 분석 대상에서 제외하였다. 추출한 기술료 데이터에 대한 기술통계표를 <표 3>에 나타내었다.

본 연구에서 활용한 변인들의 출처를 <표 4>에 나타내었다. 기술료는 외부 R&D의 일환이지만, 재무제표에서 기술료만 특정할 수 있는 비목을 찾을 수 없어 회사의 재무제표를 사용하지 않고 NTIS에서 회사별로 취합한 데이터를 활용했다.

<표 3> 추출한 기술료 데이터의 기술통계표

		2008	2009	2010	2011
기술이전 건수		1,574	2,622	1,860	1,589
기술료 액수 (천원)	평균	46,554	35,030	44,450	62,251
	중위값	18,665	9,120	10,200	21,940
	표준편차	132,964	380,046	211,985	138,546
기업 수		1,093	2,092	1,517	1,261
기업 매출 (백만원)	평균	1,141,576	140,506	350,518	973,210
	표준편차	8,514,360	2,284,511	5,077,939	9,181,641
	중위값	7,692	3,388	3,677	10,436
기업 고정자산 (백만원)	평균	483,004	53,464	136,068	344,776
	표준편차	3,659,806	894,832	1,844,234	3,276,043
	중위값	2,107	901	1,038	2,976
기업 인력	평균	1415	176	372	891
	표준편차	9865	2381	4224	6944
	중위값	44	18	20	41

〈표 4〉 데이터 정의와 출처

활용 지표	출처	정의
내부 R&D	한국기업정보데이터(KED)	기업의 당해연도 R&D 투자 총액
고정자산		기업의 당해연도 고정자산
종업원 수		기업의 당해연도 종업원 수
업종		기업의 사업자등록증 상 업종
매출		기업의 매출
기술료	부처별 전문관리기관이 취합하여 NTIS에서 제공하는 기술료 성과를 기업별로 정리, 활용	

4. 변수의 조작적 정의

1) 독립변인

본 연구에서 활용한 독립변인을 〈표 5〉에 정리하였다. 본 연구에서는 기술혁신역량과 기술이 전효과를 파악하기 위하여 R&D 집약도와 기술료 집약도를 핵심적인 독립변수로 활용하였다.

〈표 5〉 독립변인의 정의

독립변수명	정의
내부 R&D 집약도	내부 R&D 투자액/당해년도 매출액
기술료 집약도	기술료 지불액/당해년도 매출액
내부 R&D 집약도×기술료 집약도	내부 R&D 집약도×기술료 집약도
내부 R&D 집약도 ²	(내부 R&D 투자액/당해년도 매출액) ²
기술료 집약도 ²	(기술료 지불액/당해년도 매출액) ²

(1) 내부 R&D 집약도

Cohen and Levinthal(1990)은 R&D 집약도를 회사의 R&D 역량을 나타낼 수 있는 지표로 제안하였다. R&D 집약도는 매출액 대비 R&D 투자액으로 정의되며 회사의 매출 크기에 따른 오차를 보정할 수 있다는 장점이 있다.

(2) 기술료 집약도

Heisey and Adelman(2011)과 Link and Siegel(2005)에서 공공기술이전 효율성을 분석할 때 기관의 예산 중 기술료의 비중을 기술료 집약도로서 활용한 바 있다. 본 연구에서는 기업의 공공기술이전에 대한 적극성을 판별하기 위해 기업 매출 중 기술료의 비중(기술료 집약도)을 활용하였다.

내부 R&D 집약도·기술료 집약도와 매출액 증가율(중속변수) 사이 관계식이 U 형태인지 정확히 파악하기 위해서 내부 R&D 집약도의 제곱과 기술료 집약도의 제곱 또한 독립변인으로 활용하였다.

전체 데이터를 대상으로 한 분석과 별도로 우리나라의 주력 제조업 분야에서 일어나는 기술 이전의 특성을 파악하기 위하여 한국표준분류(KSIC) 업종정보를 기준으로 자동차·전자·반도체·화학 분야의 기술이전 참여기업을 추출하였다. 업종별 한국표준분류 기반 추출 기준을 <표 2>에 정리하였다.

2) 중속변인

기업이 얻는 이득을 매출 또는 순이익을 통하여 측정할 수 있지만 순이익은 기업규모를 반영하기 어렵다는 단점이 있어(박선영 외, 2006), 매출 성장률 g 를 중속변인으로 활용하였다. 성장률은 1·2·3년의 기간을 기준으로 측정되었다. 회사의 매출을 이전 년도 매출과 성장률의 곱으로 나눈 뒤, Audretsch and Lehmann(2005)의 전개에 따라 g 를 성장률, $Sales_t$ 를 해당 년도의 매출이라고 두면 t 년의 매출 $Sales_t$ 는 $t-1$ 년의 매출 $Sales_{t-1}$ 에 대해서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Sales_t = (1 + g)Sales_{t-1}$$

성장률 g 가 작을 때 다음과 같이 근사할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln(1 + g) &\approx g \\ \ln(Sales_t) &\approx \ln(Sales_{t-1}) + \sum_{k=1}^t g_k \end{aligned}$$

로그를 취하면 성장률 g 를 별도 항으로 분리할 수 있다.

결과적으로 성장률 g 를 t 년과 $t-1$ 년의 매출에 기반하여 나타낼 수 있다.

$$g = \ln(Sales_t) - \ln(Sales_{t-1})$$

3) 통제변인

기업의 성장률은 일반적으로 기업의 크기 및 기업의 나이 등에 영향을 받는다(Daunfeldt and Elert, 2013; Stam, 2010). 기업의 크기를 보정하기 위하여 기업의 해당 년도의 고정자산과 종업원 수에 각각 자연로그를 취한 값을 통제변인으로 활용하였다. 또한 성장률 측정 대상기간이 1년, 2년, 3년인 경우를 각각 더미(year dummy)로 구분하였다. 기존의 연구들에서 성장률

측정 대상기간이 일정하지 않다는 점을 감안했다(Demirel and Mazzucato, 2012; Mata and Woerter, 2013; Almeida et al., 2011; Raesfeld et al., 2012; Eom and Lee, 2008).

문성욱(2011)과 임효정·이원영(2009)은 대기업이 외부 R&D에 더 적극적임을 보였다. Demirel and Mazzucato(2012)는 미국의 제약회사들에 대한 분석을 통해 중소기업과 대기업 간의 R&D 역량과 성장률의 관계가 다르며 중소기업의 R&D 투자가 해당 기업의 성장률에 미치는 양의 영향이 더 크다는 것을 밝혔다. 중소기업인지의 여부가 공공기술이전간의 관계에 미치는 영향을 분석하기 위하여 기술이전 기업의 종업원 수가 300명 이상인 경우와 그렇지 않은 경우를 더미(size dummy)로 구분하였다. 해당 기준은 우리나라의 중소기업진흥법상 분류기준에서 원용했다. 중소기업인지 여부는 단순한 기업 크기의 보정과 구분되는 정책적인 의미를 가지고 있기 때문에 분석모형에 연속변수(종업원 수에 자연로그를 취한 값)와 더불어 더미변수(중소기업 여부)를 포함시켰다.

IV. 분석결과

1. 기술통계표

구축한 4,418개 기업의 데이터를 성장률 측정 간격(1·2·3년)에 따라 분류하여 <표 7>에 기술통계표를 작성하였다. 실제 회귀분석에서는 매출의 성장률이 아니라 성장률에 자연로그를 씌운 값을 종속변수로 활용하였으나, 직관적인 이해를 위하여 기술통계표에서는 퍼센트 단위의 성장률로 환산하여 나타내었다.

기업별 기술료에 대해 살펴보면 전체 평균은 6,618만 원이며 중위값은 1,560만 원으로 나타났다. 기술료의 분포에 대해서는 (그림 1)에서 다루었다.

내부 R&D 집약도와 기술료 집약도의 기초통계량을 분석한 결과 기술이전기업은 매출의 11.20%를 R&D에 투자하고 0.98%를 공공기술이전에 투입하고 있었다. 우리나라 기업의 2014년 R&D 집약도 평균이 3.40%라는 점을 고려할 때(한국과학기술기획평가원, 2016b), 공공기술이전 참여기업들은 기술집약적 기업이라고 결론지을 수 있었다.

1) 기업의 크기

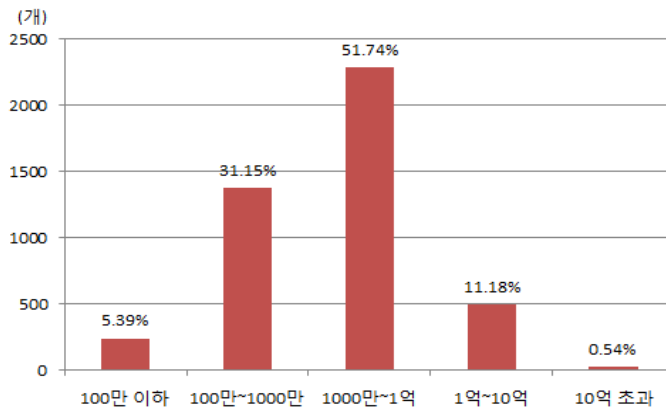
제조업 분류 기준에 따라서 종업원이 300명 이상인 회사와 그렇지 않은 회사를 나누어 분석하고 <표 6>에 정리했다. 기술이전 참여기업 중 종업원이 300명 미만인 기업이 90.2%를 차지했다. 기술이전 참여기업의 높은 내부 R&D 집약도(11.2%)를 고려하면, 공공기술이전은 대부분 기술집약적 중소기업에 의해 일어난다고 결론내릴 수 있었다.

〈표 6〉 중소기업 분류기준에 따른 기술이전기업 분류

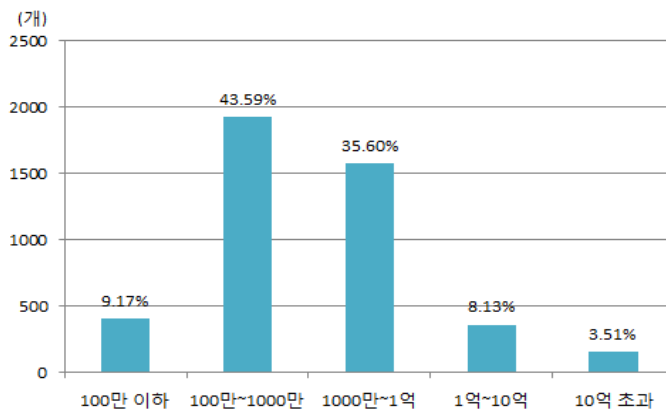
매출증가율 측정기간	1년 후	2년 후	3년 후	전체
중견·대기업	214	138	79	431
중소기업	2044	1436	507	3987
비중(%)	90.5	91.2	86.5	90.2
총계	2258	1574	586	4418

2) 기술료와 매출액 분포

분석 대상 4,418개 기업들의 연간 기술료 지불 액수와 매출액을 (그림 1)과 (그림 2)에서 히스토그램으로 나타내었다.



(그림 1) 기술이전 참여기업의 연간 지불 기술료(연도별 중복) 분포



(그림 2) 기술이전 참여기업의 매출 분포

〈표 7〉 매출증가율 측정기간에 따른 회사 재무데이터 기술통계표

	회사 수	매출성장률(%)			매출(백만원)			고정자산(백만원)			종업원 수(명)		
		평균	표준편차	중위값	평균	표준편차	중위값	평균	표준편차	중위값	평균	표준편차	중위값
1년후	2258	20.78	125.21	8.25	425,648	3,995,485	8,234	171,026	1,685,714	2,537	517.50	4154.77	39
2년후	1574	62.23	485.47	24.91	375,118	3,511,676	7,957	159,216	1,608,270	2,442	487.90	4003.80	39
3년후	586	70.09	160.79	34.29	517,358	3,813,620	13,887	241,223	2,024,685	4,598	729.27	4778.87	62
전체	4418	42.09	309.59	15.67	419,810	3,804,880	8,761	176,129	1,707,850	2,760	535	4190.47	42
		내부 R&D 집약도(%)			기술료 집약도(%)			기업별 기술료(천원)					
		평균	표준편차	중위값	평균	표준편차	중위값	평균	표준편차	중위값			
1년후		12.95	125.43	4.08	0.94	5.64	0.21	70,514	586,274	15,080			
2년후		10.61	40.70	3.95	1.04	9.65	0.19	51,845	268,025	13,450			
3년후		6.05	10.14	2.86	0.98	3.07	0.18	87,985	427,159	27,000			
전체		11.20	2.86	3.77	0.98	7.12	0.20	66,180	474,898	15,600			

3) 상관관계분석

논문에서 활용한 독립변수, 종속변수, 통제변수 간 상관관계를 〈표 8〉에 나타내었다.

〈표 8〉 변수간 상관관계분석

	매출성장률	내부 R&D 집약도	기술료 집약도	ln(종업원 수)	ln(고정자산)
매출성장률	1				
내부R&D 집약도	0.110***	1			
기술료 집약도	0.196***	0.596***	1		
ln(종업원 수)	-0.052***	-0.067***	-0.130***	1	
ln(고정자산)	-0.037*	-0.061***	-0.110***	0.838***	1

*** **, *는 각각 99.9%, 99%, 95%의 유의도 수준을 의미

모든 상관계수(Pearson correlation test 기준)는 통계적으로 유의했다. 상관계수의 크기를 기준으로 할 때 고정자산과 종업원 수 간에 유의한 관계가 존재했다. 기술료 집약도와 내부 R&D 집약도 간의 상관계수도 비교적 높은 편(0.596)이지만 일반적인 다중공선성 판정 기준인 0.7에는 미달했다.

2. OLS 회귀분석

전체 데이터를 대상으로 한 OLS 회귀분석 결과를 〈표 9〉에 나타냈다. 내부 R&D의 집약도

와 기술료의 집약도가 모두 매출의 성장에 통계적으로 유의한 효과를 나타냈다. 특기할 만한 점은 기술료의 회귀계수(2.025)가 내부 R&D의 회귀계수(0.226)보다 10배 가까이 높다는 점이 었다.

내부 R&D와 기술료 간 상호작용은 음의 결과(-0.130)를 나타냈다. 이 결과에 기반하여 내부 R&D와 기술료 지출이 상보적인 효과보다는 서로의 대체제로 작용하는 경우가 더 많다고 해석 할 수 있다. 기술료의 집약도의 제곱, R&D 집약도의 제곱을 대상으로 한 회귀분석에서는 기술 료의 집약도가 성장률과 U 형태의 관계(1.427)를 보인다는 점을 도출하였다. 내부 R&D의 집약 도의 제곱은 성장률과 유의한 관계가 없었는데 내부 R&D의 집약도와 성장률이 U자보다는 선 형의 관계식을 가짐을 시사한다.

기술이전이 실제 매출의 증가로 이어지기까지 걸리는 시간을 측정하기 위해 1년, 2년, 3년 후의 매출액 증가율을 측정하였다. 기술이전은 1년 후의 매출 증가(1.932)에 2년 후의 매출 증가(0.935)보다 더 큰 영향을 주지만 내부 R&D는 1년 후의 매출 증가(0.153)보다 2년 후의

〈표 9〉 OLS 회귀분석 결과

n=4418	전체					1년 (n=2258)	2년 (n=1574)	3년 (n=586)	
내부R&D 집약도	0.226*** (0.031)		0.300*** (0.036)	0.237*** (0.034)		0.278*** (0.037)	0.153*** (0.037)	0.497*** (0.066)	0.276 (0.319)
기술료 집약도	2.025*** (0.154)		1.462*** (0.290)	0.860*** (0.160)		1.866*** (0.443)	1.932*** (0.247)	0.935* (0.447)	-0.582 (1.312)
ln(종업원수)	-0.009 (0.010)	-0.018* (0.009)	-0.011 (0.010)	0.015 (0.009)	-0.020* (0.009)	-0.011 (0.009)	-0.005 (0.006)	-0.033* (0.016)	-0.070* (0.029)
ln(고정자산)	0.008 (0.005)	0.004 (0.005)	0.009 (0.005)	0.008 (0.005)	0.004 (0.005)	0.009 (0.006)	0.014 (0.011)	0.026* (0.010)	0.012 (0.019)
내부R&D집약 도*기술료 집약도	-0.130*** (0.017)					0.117 (0.156)	-0.095*** (0.019)	-0.105** (0.037)	5.438 (5.371)
내부 R&D 집약도 ²		-0.002 (0.010)	-0.005*** (0.001)		0.025** (0.009)	-0.009 (0.005)			
기술료 집약도 ²		1.427*** (0.135)	-0.250* (0.099)		0.174** (0.119)	-0.733 (0.620)			
연도 터미	Included	Included	Included	Included	Included				
크기 터미	Included	Included	Included	Included	Included		Included	Included	Included
절편	0.179* (0.078)	0.328*** (0.059)	0.179* (0.079)	0.074 (0.056)	0.182** (0.056)		0.066 (0.063)	-0.075 (0.106)	0.422* (0.199)

*** **, *, +는 각각 99.9%, 99%, 95%의 유의도 수준을 의미

매출 증가(0.497)에 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

3년 후의 매출 증가의 경우 기술이전과 내부 R&D 둘 모두와 통계적으로 유의한 효과가 없었다. 1년 후 매출과 2년 후 성장률을 대상으로 한 두 분석 모두에서 기술이전의 회귀계수(1.932, 0.935)가 내부 R&D(0.153, 0.497)보다 더 높았다. 1·2년 후의 매출 증가를 대상으로 한 분석 모두에서 기술료 집약도×내부 R&D 집약도의 상호작용이 음의 효과(-0.095, -0.105)를 나타냈다. 전체 데이터 대상 분석의 결과와 동일하게 서로가 대체제로 작용하고 있다는 결론을 도출할 수 있었다.

1) 표준화 회귀분석

〈표 10〉 표준화 회귀분석 결과

n=4418	내부 R&D 집약도	기술료 집약도	내부 R&D 집약도*기술료 집약도	ln (종업원수)	ln (고정자산)	절편
성장률	0.371*** (0.055)	0.275*** (0.021)	-0.016*** (0.002)	-0.032 (0.027)	0.040 (0.027)	0.009 (0.015)

*** **, *는 각각 99.9%, 99%, 95%의 유의도 수준을 의미

기술료 집약도와 내부 R&D 집약도의 단위가 다르다는 점을 감안하여 내부 R&D 집약도, 기술료 집약도, ln(종업원 수), ln(고정자산), 매출성장률을 표준화하여 표준화 회귀분석을 시행하였으며 결과를 〈표 10〉에 나타냈다. 매출 성장에 가장 큰 영향을 미치는 지표는 내부 R&D 집약도였으며, 내부 R&D와 기술료는 대체제로 작용하고 있었다.

2) 변인의 산업별 효과

OECD(2011)는 제조업을 고위, 중고위, 중저위, 저위 산업으로 분류하고 있다. 이 분류 기준은 〈표 1〉에 서술되어 있듯이 산업별 R&D 지출을 부가가치와 생산량으로 나누어 구해진다.

OECD의 기준과 한국표준산업분류상 업종에 따라 기술이전에 참여한 기업들을 OECD의 제조업 분류에 기준하여 분류하였다. 그 결과 기술이전 참여 기업의 81.1%가 제조업이며 비제조업 기업의 대다수(64.2%)는 IT 기업인 것으로 나타났다.

매출증가를 측정기간별로 분류된 기업들을 OECD 기준으로 다시 분류한 결과를 〈표 11〉에 나타내었다.

전체 데이터를 대상으로 OECD 산업분류별 회귀분석을 실시하여 〈표 12〉에 정리하였다. 중고위 기술과 고위기술 분야의 경우 내부 R&D 집약도와 성장률 사이에 양의 관계가 있었으며, 기술료 집약도는 고위기술 분야에서 매출 성장률에 유의한 영향을 주었다. 비제조업의 경우

〈표 11〉 기술집약도 분류별 기업 수

	저위기술	중저위기술	중고위기술	고위기술	비제조업(IT)	합계
1년 후 성장률	89	206	791	737	435 (277)	2258
2년 후 성장률	56	145	567	510	296 (185)	1574
3년 후 성장률	18	65	203	196	104 (74)	586
총계	163	416	1561	1443	835	4418

내부 R&D 집약도와 기술료 집약도가 모두 성장률에 양의 영향을 주었다.

회귀계수를 기준으로 살펴보면 내부 R&D 집약도는 중고위기술 분야에서 가장 큰 양의 효과를 보였다. 우리나라의 주력 산업인 화학공학·전자·자동차 등이 중고위기술 분야에 속하는데, 이들 분야 기업들의 실적이 다른 분야 기업들에 비해 높은 편이고 R&D 역량 또한 뛰어나다는 배경이 작용하고 있는 것으로 보인다.

비제조업 분야에서 기술료 집약도는 내부 R&D 집약도에 비해 9.35배 높았다. Nunes et al.(2012)은 산업별로 R&D와 기업성장의 관계를 분석하면서 비고위기술 분야에서는 R&D 투자액의 증대가 오히려 성장률을 떨어뜨린다는 결과를 발표했다. 그러나 본 연구에서 분석한

〈표 12〉 OECD 산업분류에 따른 R&D 집약도, 기술료 집약도와 성장률 간의 관계

	저위 (n=163)	중저위 (n=416)	중고위 (n=1561)	고위 (n=1443)	비제조업 (n=835)
내부 R&D 집약도	-0.286 (0.604)	0.439 (0.561)	0.420*** (0.120)	0.386*** (0.077)	0.195*** (0.048)
기술료 집약도	-2.022 (4.538)	1.818 (1.924)	0.907 (0.976)	0.936+ (0.560)	1.847*** (0.246)
내부 R&D 집약도* 기술료 집약도	45.470* (19.122)	21.154 (14.943)	0.886 (2.447)	-0.072 (0.045)	-0.114 (0.024)
ln(종업원 수)	-0.059 (0.055)	-0.092* (0.039)	-0.047** (0.018)	0.030 (0.019)	0.067** (0.021)
ln(고정자산)	0.045 (0.033)	0.064* (0.026)	0.044*** (0.012)	-0.027* (0.011)	-0.034*** (0.010)
연도 더미	Included	Included	Included	Included	Included
크기 더미	Included	Included	Included	Included	Included
절편	-0.033 (0.428)	-0.296 (0.365)	-0.147 (0.162)	0.541*** (0.140)	0.209 (0.172)

*** **, *는 각각 99.9%, 99%, 95%의 유의도 수준을 의미

바로는 비고위기술 분야에서 R&D 투자액의 증가와 성장률 간에 유의한 관계가 없었다. 공공기술이전에 참여하는 회사들은 본 연구 결과 기준으로 매출의 11.2%를 R&D에 투입할 정도로 R&D에 관심이 있는 회사들일 가능성이 크다는 오차 때문일 것으로 풀이된다.

자동차, 전자, 반도체, 화학 등 4개 제조업 분야의 기술이전 참여기업을 대상으로 분석을 실시하였다. KSIC 기반으로 추출한 4개 제조업 분야별 기업 수를 <표 13>에 나타내었다. OLS 회귀 분석을 1·2·3년 간격의 성장률을 각각 종속변수로 두고 실시하였으며, <표 14>에는 1년 간격의 성장률, <표 15>에는 2년 간격의 성장률을 종속변수로 둔 분석 결과를 나타내었다. 3년 후 성장률의 경우 4개 분야 모두에서 내부 R&D, 기술료가 유의한 연관성을 나타내지 않았다.

<표 13> 4개 제조업 분야별 기업 수

	자동차	화학	전자	반도체	합계
1년 후 성장률	92	77	316	82	567
2년 후 성장률	54	53	201	42	350
3년 후 성장률	19	21	69	30	139
총계	165	151	586	154	1056

<표 14>와 <표 15>의 분석에서는 전자 분야와 반도체 분야에서 내부 R&D와 기술료가 매출액에 미치는 영향이 눈에 띄었다. 전자 분야에서는 내부 R&D 집약도가 1·2년 후의 성장에

<표 14> 4개 제조업 분야의 R&D 집약도, 기술료 집약도와 1년 간격 성장률 간 관계

	자동차 (n=92)	화학 (n=77)	전자 (n=316)	반도체 (n=82)
내부 R&D 집약도	0.796 (2.560)	-0.546 (0.805)	1.297*** (0.221)	-1.769 (1.525)
기술료 집약도	19.986 (21.570)	-1.652 (12.992)	1.232 (1.343)	24.615* (10.353)
내부 R&D 집약도* 기술료 집약도	-21.069 (142.312)	35.215 (33.239)	1.075 (1.082)	27.125 (23.566)
ln(종업원 수)	-0.221 (0.195)	-0.008 (0.070)	0.023 (0.049)	0.476+ (0.256)
ln(고정자산)	0.221 (0.166)	-0.010 (0.057)	-0.006 (0.026)	-0.342* (0.138)
크기 더미	Included	Included	Included	Included
절편	-1.590 (1.878)	1.340+ (0.792)	1.041*** (0.276)	4.598** (1.471)

*** **, *, +는 각각 99.9%, 99%, 95%, 90%의 유의도 수준을 의미

모두 영향을 주는 것으로 나타났다. 반도체 분야에서는 기술료 집약도가 1년 후의 성장률에는 큰 양의 영향을 주지만 2년 후의 성장률에는 음의 영향을 주는 것으로 나타났으며, 2년 후 성장률에 내부 R&D 집약도와 기술료 집약도가 상보적으로 작용하고 있었다. 화학 분야에서도 기술료 집약도가 2년 후의 성장률에 양의 영향을 주는 것으로 나타났다.

〈표 15〉 4개 제조업 분야의 R&D 집약도, 기술료 집약도와 2년 간격 성장률 간 관계

	자동차 (n=54)	화학 (n=53)	전자 (n=201)	반도체 (n=42)
내부 R&D 집약도	3.275 (3,390)	1.340 (1,254)	3.117*** (0,677)	1,349 (2,662)
기술료 집약도	54.561 (48,984)	45.153 ⁺ (25,872)	4.073 (4,625)	-62.217** (22,171)
내부 R&D 집약도* 기술료 집약도	-348.582 (222,497)	-42.466 (60,565)	-12.041 (9,684)	164.150* (69,527)
ln(종업원 수)	-0.260 (0,223)	-0.107 (0,106)	-0.026 (0,095)	-0.073 (0,226)
ln(고정자산)	0.146 (0,173)	0.156 ⁺ (0,087)	0.027 (0,057)	-0.325** (0,098)
크기 더미	Included	Included	Included	Included
절편	0.259 (1,974)	0.722 (1,159)	0.786 (0,638)	6.825*** (1,188)

*** **, *, +는 각각 99.9%, 99%, 95%, 90%의 유의도 수준을 의미

3) 기업 크기별 효과

회귀분석시 우리나라에서 활용하는 제조업 분야 대기업과 중소기업의 구별 기준에 따라 종업원이 300명 이상인 회사(대기업)와 그렇지 않은 회사(중소기업)를 더미 변수로 구분하여 분석하였으나 모든 회귀분석에서 회사의 크기 더미변수가 유의한 관계를 나타내지 않았다.

3. 분위회귀분석

전체 기술이전 참여 기업을 대상으로 한 분위회귀분석 결과를 〈표 16〉에 나타내었다. 기술료 집약도의 경우 상위 25%, 상위 50% 분위에서 매출 증가에 양의 영향을 주며 내부 R&D 집약도는 상위 10%, 상위 25%, 상위 50% 분위에서 매출 증가에 양의 영향을 주었다. 상위 25%, 상위 50% 분위에서 기술료 집약도의 회귀계수는 내부 R&D 집약도의 회귀분석보다 8.8

~12.4배 높았다. 내부 R&D 집약도의 회귀계수는 상위 10% 분위에서 가장 높게 나타났으며, 기술료 집약도의 회귀계수 또한 상위 25% 분위의 계수가 상위 50% 분위의 계수보다 더 높았다. 성장률이 높은 기업이 내부 R&D 투자에서 더 많은 효과를 얻음을 알 수 있었다. 그러나 성장률이 상위 10% 내에 있는 기업들은 기술료 투자에서 유의한 양의 효과를 얻지 못했다.

1) 연도별 효과

매출 성장률 측정 기간을 연도별로 나누어 분위회귀분석을 실시한 결과를 <표 17>에 정리하였다. 1년 후 매출 성장률을 종속변인으로 두었을 때는 전체 데이터를 대상으로 분위회귀분석을 실시한 경우와 동일하게 기술료 집약도의 경우 상위 25%, 상위 50% 분위에서 매출 증가에 양의 영향을 주며 내부 R&D 집약도는 상위 10%, 상위 25%, 상위 50% 분위에서 매출 증가에 양의 영향을 주는 것으로 나타났다. 2년 후 매출 성장률을 대상으로 시행한 분석을 살펴보면 기술료 집약도는 모든 분위에서 유의한 효과를 보이지 않았으며 내부 R&D는 모든 분위에서 매출 성장률에 양의 영향을 주었다. 3년 후 매출 성장률을 종속변인으로 두었을 때는 모든 분위에서 유의한 결과가 나타나지 않았다.

<표 16> 전체 데이터 대상 분위회귀분석

n=4418	분위				
	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9
내부 R&D 집약도	0.077 (0.068)	0.047 (0.056)	0.189** (0.060)	0.309** (0.118)	0.566*** (0.124)
기술료 집약도	0.502 (0.991)	1.063 (0.838)	2.347*** (0.653)	2.709*** (0.701)	3.562 (2.585)
기술료집약도*내부 R&D 집약도	-0.029 (0.449)	-0.026 (0.292)	-0.121 (0.273)	-0.190 (0.759)	-0.336 (1.025)
ln(종업원 수)	0.071*** (0.016)	0.016 (0.010)	-0.012+ (0.007)	-0.038*** (0.008)	-0.067*** (0.016)
ln(자산)	-0.002 (0.011)	0.008 (0.006)	0.011* (0.005)	0.011** (0.005)	0.012 (0.011)
절편	-0.614*** (0.097)	-0.256*** (0.059)	0.009 (0.048)	0.334*** (0.055)	0.698*** (0.110)

*** **, *는 각각 99.9%, 99%, 95%의 유의도 수준을 의미

2) 산업별 효과

기업들을 OECD의 기술집약도 기준 산업분류별로 나누어 분위회귀분석을 실시한 결과를

〈표 18〉에 정리하였다.

기술집약도를 기준으로 한 분위회귀분석에서는 고위기술과 중고위기술 분야의 경우 상위 10% 분위에서 기술료 집약도가 매출 성장에 두드러진 효과를 주는 것으로 나타났다. 반면에 고위기술과 중고위기술 분야의 상위 10% 분위기를 제외한 모든 분위와 중저위 기술과 저위기술 분야의 모든 분위에서는 기술료 집약도와 매출 성장이 통계적으로 유의한 관계를 나타내지 않았다.

중저위기술과 저위기술 분야는 OLS와 분위회귀분석 모두에서 내부 R&D 집약도 및 기술료 집약도와 유의한 결과를 나타내지 않아 이들 산업분야의 성장이 R&D가 아닌 다른 요인에 의해 결정되는 점을 시사했다. 이는 Coad and Rao(2008)의 선행연구와 일치한다.

중고위기술과 고위기술 분야의 상위 10% 분위의 회귀계수(13.323, 9.495)는 전체 데이터를 바탕으로 OLS 분석을 실시한 경우(2.057)보다 4.6~6.5배 높게 나타났다. 제조업 분야의 나머지 모든 분위의 회귀계수가 유의하지 않다는 점을 고려해 볼 때, 고위기술과 중고위기술 분야의 일부 기업이 기술이전의 긍정적 효과를 독식하고 있다고 추론할 수 있다.

비제조업의 경우 상위 10% 분위와 상위 25% 분위에서 기술료 집약도와 내부 R&D 집약도 모두가 성장률에 유의한 양의 영향을 주는 것으로 나타났다. 상위 10%와 25% 분위에서의 기술료 집약도는 각각 2.312, 2.095였는데 이는 전체 데이터를 분석했을 때 기술료의 회귀계수(2.057)와 큰 차이가 없었다. 비제조업의 경우 기술이전의 긍정적 효과가 제조업에 비해 균등하다고 결론내릴 수 있다.

〈표 17〉 연도별 매출증가율 분류 기반 분위회귀분석

	1년 후 성장률(n=2258)					2년 후 성장률(n=1574)					
	분위					분위					
	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	
내부 R&D 집약도	0.081 (0.122)	0.039 (0.055)	0.182* (0.073)	0.224* (0.125)	0.487*** (0.135)	0.409* (0.163)	0.295*** (0.088)	0.389** (0.132)	0.627*** (0.178)	0.687** (0.257)	0.780** (0.246)
기술료 집약도	-0.150 (1.618)	0.517 (1.474)	1.440* (0.837)	2.329* (0.940)	1.995 (2.391)	0.630 (2.072)	1.100 (1.397)	0.709 (1.301)	0.754 (2.905)	5.521 (4.165)	8.838* (4.747)
기술료집약도* 내부R&D집약도	-0.020 (1.472)	-0.013 (1.305)	-0.102 (1.158)	-0.140 (1.537)	-0.267 (1.466)	-0.039 (3.120)	-0.053 (1.123)	-0.057 (1.962)	-0.136 (2.038)	-0.522 (3.726)	-0.798 (3.716)
ln(종업원수)	-0.012*** (0.012)	0.019* (0.011)	-0.001 (0.006)	-0.017* (0.009)	-0.049** (0.016)	0.063* (0.032)	-0.003 (0.016)	-0.029* (0.011)	-0.084*** (0.018)	-0.103*** (0.021)	
ln(고정자산)	0.080*** (0.019)	0.004 (0.008)	0.003 (0.004)	-0.002 (0.006)	0.007 (0.012)	0.018 (0.023)	0.025* (0.011)	0.019* (0.009)	0.034** (0.012)	0.036** (0.013)	-0.018 (0.011)
절편	-0.493*** (0.107)	-0.239** (0.088)	0.027 (0.045)	0.328*** (0.063)	0.529*** (0.133)	-0.916*** (0.216)	-0.397*** (0.101)	0.029 (0.099)	0.270* (0.129)	0.587*** (0.136)	0.952*** (0.186)

*** **, *는 각각 99.9%, 99%, 95%의 유의도 수준을 의미

〈표 18〉 기술집약도 기반 산업분류별 분위회귀분석

	고위기술산업(n=1443)					중고위기술산업(n=1561)					비제조업(n=835)				
	분위					분위					분위				
	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9
내부 R&D 집약도	0,137 (0,187)	0,173 (0,157)	0,300** (0,102)	0,453* (0,253)	0,422* (0,221)	0,330 (0,281)	0,290* (0,113)	0,304 (0,209)	0,434 (0,264)	0,492 (0,723)	0,122 (0,088)	0,048 (0,098)	0,176 (0,111)	0,312* (0,150)	0,259** (0,099)
기술료 집약도	0,137 (1,961)	1,146 (1,014)	1,072 (0,893)	0,967 (1,566)	9,495* (3,707)	-3,299 (2,899)	-4,362 (3,133)	0,075 (2,573)	3,800 (5,281)	13,323* (5,287)	0,925* (0,537)	0,702 (1,146)	1,736 (1,118)	2,319* (1,071)	2,093* (0,880)
기술료 집약도* 내부R&D 집약도	0,075 (5,226)	-0,019 (2,997)	-0,056 (3,198)	-0,099 (3,815)	-0,744 (4,597)	2,116 (10,985)	1,604 (4,697)	-2,487 (7,751)	2,267 (9,255)	-2,484 (13,952)	-0,056 (1,189)	-0,019 (1,633)	-0,103 (1,211)	-0,183 (0,950)	-0,156 (0,728)
ln (종업원수)	0,124*** (0,031)	0,040 (0,015)	0,006 (0,016)	-0,014 (0,020)	-0,030 (0,040)	-0,058 (0,036)	-0,039* (0,016)	-0,035** (0,013)	-0,059 (0,023)	-0,077* (0,032)	0,150*** (0,025)	0,097*** (0,020)	0,049** (0,016)	0,016 (0,024)	-0,009 (0,025)
ln (고정자산)	-0,055** (0,019)	-0,002 (0,010)	-0,002 (0,013)	-0,012 (0,013)	-0,014 (0,026)	0,091** (0,029)	0,044** (0,014)	0,021* (0,009)	0,029 (0,015)	0,021 (0,024)	-0,049** (0,016)	-0,033*** (0,010)	-0,021* (0,009)	-0,019 (0,014)	-0,018 (0,014)
절편	-0,057 (0,182)	-0,222 (0,104)	0,117 (0,137)	0,588*** (0,139)	0,946*** (0,254)	-1,460*** (0,315)	-0,552** (0,172)	-0,024 (0,102)	0,185 (0,158)	0,635* (0,265)	-0,403** (0,129)	-0,074 (0,065)	0,159* (0,077)	0,469*** (0,123)	0,827*** (0,127)

***, **, *는 각각 99.9%, 99%, 95%의 유의도 수준을 의미

V. 결 론

본 연구에서는 기술수요기업 입장에서 공공기술이전이 기업의 성장에 미치는 영향을 기업의 역량, 산업의 특성, 시간의 경과에 따라 분석하였다. 민간의 R&D 역량이 성숙한 상황에서 공공 기술의 가치를 높이기 위해서는 공공기관이 산업별 공공기술이전의 특성에 대해 파악할 필요가 있다. 본 연구는 정량적인 데이터를 기반으로 기술수요기업이 얻는 효과를 분석함으로써 기술 사업화 전략 수립에 일정 부분 시사점을 제공했다.

전체 OLS 분석 결과를 살펴보면 공공기술이전에 참여하는 것이 기업의 성장에 긍정적인 영향을 주고 있다. 기술료 집약도의 회귀계수(2.025)가 내부 R&D 집약도의 회귀계수(0.226)보다 10배 가까이 높게 나타났으나, 표준화된 계수를 사용한 경우 내부 R&D의 회귀계수와 기술료 집약도의 회귀계수가 큰 차이를 보이지 않았다.

기술료 집약도와 내부 R&D 집약도의 상호작용에 대해 살펴보면 기술이전과 내부 R&D는 서로의 대체재(-0.130)로서 작용한다는 점을 알 수 있다.

대기업과 중소기업의 외부 R&D 특성에 차이가 있음을 밝힌 선행 연구들과 달리(문성욱, 2011; 임효정·이원영, 2009; Demirel and Mazzucato, 2012), 본 연구에서는 대기업과 중소기업의 기술이전 활동에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 연구에서 분석한 공공기술이

전 참여 기업의 90% 가량이 기술집약적 중소기업이었기에 대기업의 기술이전이 갖는 특성이 회귀분석에 충분히 반영되지 않았을 수 있다. 그렇기 때문에 중소기업과 중견·대기업의 R&D 투자와 성장률 간 관계는 더 많은 변인을 고려한 추가적 연구가 필요하다.

산업분야별 분위회귀분석 결과에 관해 살펴보면 기술이전의 효과가 중고위기술과 고위기술 분야의 일부 기업에 집중되어 있다. 기술이전의 장기적 효과를 분석한 매출증가율 측정기간별 분위회귀분석에서도 기술이전의 효과가 일부 기업에게 편중되어 있는 것으로 나타났다. 이를 통해 기술이전은 산업구조에 대해 영향을 받으며 기술이전의 효과도 일부 기업에게 국한된다고 결론내릴 수 있다. 또한 제조업과 비제조업분야 간 회귀분석 결과 차이는 산업군에 따라서 기술이전 성과의 편중성이 다르다는 점을 시사하고 있다.

산업 분야별 분위회귀분석에서는 고위기술 분야와 중고위기술 분야의 일부 기업들이 기술이전의 효과를 독식하는 것으로 나타났는데, 매출증가율 측정기간을 대상으로 한 분석에서는 기술이전의 효과가 상위 10% 분위로 집중되지 않았다. 오히려 기술이전의 효과가 상위 25% 분위와 50% 분위에서 유의하게 나타났다. 그러나 통제변인 중에서 $\ln(\text{종업원수})$ 를 제거하고 분위회귀분석을 실시한 결과 2년 후 매출증가율 분석의 상위 10% 분위에서 큰 양의 효과가 나타났다. 대기업은 유희자원(slack resource)을 가지고 있기 때문에 혁신적인 과제를 장기간 수행하여 과제의 성공 확률을 높일 수 있다(Yu and Lee, 2017). 기업의 크기에 대한 통제변인($\ln(\text{종업원 수})$)을 제거하면서 매출증가율 분석에 대기업의 데이터가 미치는 영향력이 커지게 되어 기존에 파악하지 못했던 대기업의 장기적인 기술이전이 추가적으로 반영되었다고 추측할 수 있다.

일부 중고위산업군(전자, 자동차, 반도체, 화학공학)을 별도 추출하여 수행한 분석에서는 반도체 분야를 제외하고는 기술료 지불을 통한 기술이전이 매출 성장에 유의한 효과를 주지 않는 것으로 분석되었다. 분야별 라이선싱을 분석한 선행 논문에서는 화학공학과 재료공학 분야에서 라이선싱이 활발한 것으로 나타났다(Bekker and Bodas Freitas, 2008). 또한, 대학의 연구와 산업과의 연관성은 제약·의료기기 분야에서 크고 수학·물리학 분야에서는 낮았다(Mowery and Sampat, 2005). 그러나 이와 같은 분석은 국가의 특성(Arocena and Sutz, 2003; Silva et al., 2017), 회사의 상황(Bekkers and Bodas Freitas, 2008), 산업의 특성(Schartinger et al., 2002; Silva et al., 2017)에 따라 일관되지 않은 결과를 나타냈다. 따라서, 산업 분야별 기술이전과 매출 성장간의 관계를 정확히 파악하기 위한 추가 연구가 필요하다.

결과적으로, 본 연구에서는 기술료 집약도가 높아질수록 기업 성장률이 높아졌다. 유사한 분석을 시행한 Berchicci(2013)의 경우 외부 R&D 의존성과 혁신성과(혁신제품의 매출)가 역 U자 형태를 보이며 외부 R&D가 내부 R&D의 70%일 때 혁신성과가 가장 높다는 분석 결과를

제시했으며 외부 R&D가 내부 R&D의 10% 수준일 때에는 외부 R&D의 비중이 높아질수록 혁신성고가 높아지는 것으로 나타났는데 본 연구의 데이터에서는 기술료는 평균적으로 내부 R&D 금액의 10% 미만이었기 때문에 Berchicci(2013)의 선행연구와 본 연구의 결론은 부합하다고 볼 수 있다.

본 연구의 결과는 R&D 역량과 상용화역량을 통해서 개방형 혁신을 이루는 것이 혁신성과 제고에 효율적임을 밝힌 Kim et al.(2011)의 선행 연구와 대체로 일치하며, 기존의 설문 기반 분석을 보완, 정량적 데이터를 활용하여 이를 검증하였다.

본 연구를 통해 기술료와 내부 R&D의 효과 차이와 산업별 효과의 편차에 대해 분석할 수 있었으나 본 연구에는 한계가 있다. 본 연구에서 활용한 내부 R&D 집약도는 흡수역량의 유사지표이지만(Cohen and Levinthal, 1990), 기업이 기존에 축적한 기술역량이나 무형의 기술자산을 포괄하지는 못하는 지표이다. 또한 외부 R&D의 도입이 기술혁신뿐만 아니라 마케팅혁신이나 조직구조의 혁신 등 비기술적 혁신을 이끌어내기도 하지만(Pippel, 2014), 내부 R&D 집약도는 비기술적 혁신을 측정하는 지표가 아니기 때문에 비기술적 혁신을 위한 상호작용을 파악하는 데에는 한계가 있다. 또한, 본 연구에서 기업의 업종정보를 기반으로 기술이전을 분류했으나 규모가 큰 기업은 업종에서 제시하지 않은 다른 사업들도 영위하고 있는 경우가 많기 때문에 기업의 실제 사업 분야를 파악하는 데에는 한계가 있다.

본 연구에서는 기술사업화 산출의 개념을 공공기관의 기술료 실적만이 아닌 기술이전기업이 얻는 효과로 확장함으로써 일반적으로 잘 분석되지 않았던 기술사업화의 최종적 효과를 정량적으로 살펴보았다. 또한, 본 데이터를 활용하여 후속 연구로서 정부 연구과제의 특성이 기술사업화 성과에 미치는 영향을 분석할 수 있다. 즉, NTIS에서 기술료가 발생한 정부 연구과제의 정보(참여인력 특성, 수행기관, 연구개발 단계 등)를 추출하여 공공기술사업화 투입의 특성을 연구할 수 있다. 기업의 매출액 성장뿐 아니라 기업의 가치를 종속변수로 두고 기술료와 내부 R&D에 투자하는 것이 기업의 가치 상승에 어떤 영향을 주는지 분석하는 것도 좋은 후속 연구 주제가 될 것이다.

참고문헌

- 김미선·연승민·김재수·이병희 (2015), “연구수행 주체에 따른 국가 R&D 기술이전 성과 영향 요인 분석”, 『한국콘텐츠학회논문지』, 15(11): 559-570.
- 김선영·이병현 (2007), “산학연 기술협력과 흡수 능력이 중소기업의 기술혁신성과에 미치는

- 영향”, 「한국벤처창업대회 학술대회」, 2: 37-64.
- 문성욱 (2011), “한국 제조 기업들의 외부지식 활용 결정요인 연구”, 「기술혁신학회지」 (14)3: 405-430.
- 미래창조과학부 (2016), 「우리나라 과학기술 주요 지표 한눈에 보기」.
- 민재웅·김영준 (2015), “기업의 공공기술 도입동기에 따른 사업화 성공요인 분석”, 「지식재산 연구」, 10(2): 225-256.
- 박선영·박현우·조만형, (2006), “특허분석을 통한 기술혁신과 기업성과의 관계 분석”, 「기술혁신학회지」, 9(1): 1-25.
- 박지원·윤수진·박범수 (2015), “공공 R&D 이전기술의 사업화 성공요인 분석 및 성과제고 방안”, 「기술혁신학회지」, 18(1): 28-48.
- 손원익 (2014), “중소기업 R&D 재정지출의 현황 및 문제점”, 「재정포럼」, 214(0): 23-34.
- 안치수·이영덕 (2011), “우리나라 개방형 혁신활동의 영향요인에 관한 실증분석 연구”, 「기술혁신학회지」, 14(3): 431-465.
- 이선영·서상혁 (2011), “정부지원 중소기업 기술협력사업의 성과판별 요인에 관한 연구”, 「기술혁신학회지」, 14(3): 664-688.
- 임효정·이원영 (2009), “한국 기업의 연구개발 외주활동 결정요인 분석”, 「기술혁신연구」, 17(1): 179-204.
- 한국과학기술기획평가원 (2016a), 「2015년도 연구개발활동조사분석」.
- 한국과학기술기획평가원 (2016b), 「2014년도 연구개발활동조사보고서」.
- 한국산업기술진흥원 (2015), 「2015 공공연구기관 기술이전·사업화 실태조사」.
- 한국산업기술진흥원 (2012), 「기술이전사업화 통계조사 분석 자료집」.
- 한정민·박철민·구본철 (2015), “연구개발성과의 기술사업화 활성화를 위한 영향요인 분석 연구”, 「한국기술혁신학회 학술대회」, 19: 21-26.
- Ahn, J., Minshall, T. and Mortana, L. (2014), “Longitudinal Effects of Open R&D Strategy on Firm Performance: Comparative Study of the UK and Korea”, *R&D Management Conference 2014*.
- Almeida, P., Hohberger, J. and Parada, P. (2011), “Individual Scientific Collaborations and Firm-level Innovation”, *Industrial and Corporate Change*, 20(6): 1571-1599.
- Anderson, R. T., Daim, T. U. and Lavoie, F. F. (2007), “Measuring the Efficiency of University Technology Transfer”, *Technovation*, 27: 306-318.
- Arocena, R. and Sutz, J. (2003), “Knowledge, Innovation and Learning: Systems and

- Policies in the North and in the South”, In J. E. Cassiolato, H. M. M. Lastres, & M. L. Maciel (Eds.), *Systems of innovation and development: Evidence from Brazil*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Audretsch, D. B. and Lehmann, E. E. (2005), “Mansfield’s Missing Link: The Impact of Knowledge Spillovers on Firm Growth”, *The Journal of Technology Transfer*, 30(1): 207-210.
- Becker, B. and Hall, S. G. (2013), “Do R&D Strategies in High-tech Sectors Differ from Those in Low Tech Sectors? An Alternative Approach to Testing the Pooling Assumption”, *Economic Change and Restructuring*, 46: 183-202.
- Bekker, R. and Bodas Freitas, I. M. (2008) “Analysing Technology Transfer Channels between University and Industry: To What Degree do Sectors Also Matter?” *Research Policy*, 37: 1837-1853.
- Berchicci, L. (2013), “Towards an Open Innovation System: Internal R&D Investment, External Knowledge Acquisition and Innovative Performance”, *Research Policy*, 42: 117-127.
- Bozeman, B., Rimes, H. and Youtie, J. (2015), “The Evolving State-of-the-art in Technology Transfer Research: Revisiting the Contingent Effectiveness Model”, *Research Policy*, 44: 34-49.
- Chesbrough, H. (2003), “The Logic of Open Innovation: Managing Intellectual Property”, *California Management Review*, 45(3): 33-58.
- Coad, A. and Rao, R. (2008), “Innovation and Firm Growth in High-tech Sectors: A Quantile Regression Approach”, *Research Policy*, 37: 633-648.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1990), “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”, *Administrative Science Quarterly*, 35(1): 128-152.
- Daunfeldt, S. and Elert, N. (2013), “When is Gibrat’s Law a Law?”, *Small Business Economics*, 41: 133-147.
- De Jong, J. P. J., Kalvet, K. and Vanhaverbeke, W. (2010), “Exploring a Theoretical Framework to Structure the Public Policy Implications of Open Innovation”, *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(8): 877-896.
- Demirel, P. and Mazzucato, M. (2012), “Innovation and Firm Growth: Is R&D Worth it?”, *Industry and Innovation*, 19(1): 45-62.

- Enkel, E., Gassman, O. and Chesbrough, H. (2009), "Open R&D and Open Innovation: Exploring the Phenomenon", *R&D Management*, 39(4): 311-316.
- Eom, B. Y. and Lee, K. (2008), "The Determinants of Industry-University/GRI Linkages and Their Impacts on Firm Performance: The Case of Korea", *IV Globelics Conference at Mexico city*.
- Fontana, R., Geuna, A. and Matt, M. (2006), "Factors Affecting University-industry R&D Projects: The Importance of Searching, Screening and Signalling", *Research Policy*, 35: 309-323.
- Garcia-Manjon, J. V. and Romero-Merino, M. E. (2012), "Research, Development, and Firm Growth, Empirical Evidence from European Top R&D Spending Firms", *Research Policy*, 41: 1084-1092.
- Gilsing, V., Bekkers, R., Freitas, I. M. D. and Steen M. V. D. (2011), "Differences in Technology Transfer between Science-based and Development-based Industries: Transfer Mechanisms and Barriers", *Technovation*, 31: 638-647.
- Grimpe, C. and Kaiser, U. (2010), "Balancing Internal and External Knowledge Acquisition: The Gains and Pains from R&D Outsourcing", *Journal of Management Studies*, 47(8): 1483-1509.
- Hagedoorn, J. and Wang, N. (2012), "Is There Complementarity or Substitutability between Internal and External R&D Strategies?", *Research Policy*, 41: 1072-1083.
- Heisey, P. W. and Adelman, S. W. (2011), "Research Expenditures, Technology Transfer Activity, and University Licensing Revenue", *The Journal of Technology Transfer*, 36(1): 38-60.
- Huang, K. and Yu, J. C. (2011), "The Effect of Competitive and Non-competitive R&D Collaboration on Firm Innovation", *The Journal of Technology Transfer*, 36(4): 383-403.
- Huang, T. (2010), "Managing Technology Transfer in Open Innovation: the Case Study in Taiwan", *Modern Applied Science*, 4(10): 1-12.
- Kang, K. H. and Kang, J. (2010), "Does Partner Type Matter in R&D Collaboration for Product Innovation?", *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(8): 945-959.
- Kim, S. K., Lee, B. G., Park, B. S. and Oh, K. S. (2011), "The Effect of R&D, Technology Commercialization Capabilities and Innovation Performance", *Technological Economic*

- Development of Economy*, 17(4): 563-578.
- Kochenkova, A., Grimaldi, R. and Munari, F. (2016), "Public Policy Measures in Support of Knowledge Transfer Activities: a Review of Academic Literatures", *The Journal of Technology Transfer*, 41(3): 407-429.
- Koenker, R. and Bassett, J. J. (1978), "Regression Quantiles", *Econometrica*, 46(1): 33-50.
- Laursen, K. and Salter, A. (2004), "Searching High and Low: What Types of Firms Use Universities as a Source of Innovation?", *Research Policy*, 33: 1201-1215.
- Lee, C. Y. (2010), "A Theory of Firm Growth: Learning Capability, Knowledge Threshold, and Patterns of Growth", *Research Policy*, 39: 278-289.
- Leisyte, L. (2011), "University Commercialization Policies and Their Implementation in the Netherlands and the United States", *Science and Public Policy*, 38(6): 437-448.
- Link, A. N. and Siegel, D. S. (2005), "Generating Science-based Growth: an Econometric Analysis of the Impact of Organizational Incentives on University-industry Technology Transfer", *European Journal of Finance*, 11: 169-182.
- Lokshin, B., Belderbos, R. and Carree, M. (2008), "The Productivity Effects of Internal and External R&D: Evidence from a Dynamic Panel Data Model", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70(3): 399-413.
- Love, J. H. and Roper, S. (2002), "Internal versus External R&D: A Study of R&D Choice with Sample Selection", *International Journal of the Economics of Business*, 9(2): 239-255.
- Mata, J. and Woerter, M. (2013), "Risky Innovation: The Impact of Internal and External R&D Strategies upon the Distribution of Returns", *Research Policy*, 42: 495-501.
- Mowery, D. C. and Sampat, B. N. (2005), "Universities in National Innovation System", In J. Fargerberg, D. Mowery, & R. Nelson (Eds.) *Oxford Handbook of Innovation*, Oxford: Oxford University Press.
- Min, J. W. and Kim, Y. J. (2014), "What Affects Corporate Commercialization of Public Technology Transfer in Korea?", *Asian Journal of Technology Innovation*, 22(2): 302-318.
- Nunes, P. M., Serrasquero, Z. and Leitao, J. (2012), "Is There a Linear Relationship between R&D Intensity and Growth? Empirical Evidence of Non-high-tech vs. High-tech SMEs", *Research Policy*, 41: 36-53.
- OECD (2011), "ISIC Rev.3. Technology Intensity Definition; Classification of Manufacturing

- Industries into Categories Based on R&D Intensities”, <https://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf/> (7 July 2011).
- Palmberg, C. (2001), “Sectoral Patterns of Innovation and Competence Requirements - a Closer Look at Low-tech Industries”, *Sitra Report Series*, No. 8.
- Pippel, G. (2014), “R&D Cooperation for Non-technological Innovations”, *Economics of Innovation and New Technology*, 23(7): 611-630.
- Pippel, G. and Seefeld, V. (2016), “R&D Cooperation with Scientific Institutions: a Difference-in-difference Approach”, *Economics of Innovation and New Technology*, 25(5): 455-469.
- Raesfeld, A., Geurts, P., Jansen, M., Boshuizen, J. and Lutge, R. (2012), “Influence of Partner Diversity on Collaborative Public R&D Project Outcomes: A Study of Application and Commercialization of Nanotechnologies in the Netherland”, *Technovation*, 32: 227-233.
- Rasmussen, E., Moen, O. and Gulbrandsen, M. (2006), “Initiatives to Promote Commercialization of University Knowledge”, *Technovation*, 26: 518-533.
- Schartinger, D., Rammera, C., Fischer, M.M. and Fröhlich, J. (2002), “Knowledge Interactions between Universities and Industry in Austria: Sectoral Patterns and Determinants”, *Research Policy* 31, 303-328.
- Silva, D. R. G., Furtado, A. T. and Vonortas, N. S. (2017), “University-industry R&D Cooperation in Brazil: a Sectoral Approach”, *The Journal of Technology Transfer*, Published Online.
- Stam, E. (2010), “Growth beyond Gibrat: Firm Growth Processes and Strategies”, *Small Business Economics*, 35: 129-135.
- Strulik, H. (2007), “Too Much of a Good Thing? the Quantitative Economics of R&D-driven Growth Revisited”, *Scandinavian Journal of Economics*, 109(2): 369-386.
- Thursby, J. G. and Kemp, S. (2002), “Growth and Productive Efficiency of Intellectual Property Licensing”, *Research Policy*, 31: 109-124.
- Wang, Y., Vanhaverbeke, W. and Roijakke, N. (2012), “Exploring the Impact of Open Innovation on National Systems of Innovation - a Theoretical Analysis”, *Technology Forecasting & Social Change*, 79(3): 419-428.
- Yu, G. J. and Lee, J. (2017), “When Should a Firm Collaborate with Research Organizations

for Innovation Performance? The Moderating Role of Innovation Orientation, Size, and Age”, *The Journal of Technology Transfer*, 42(6): 1451-1465.

김준혁

KAIST에서 생명과학 학사 학위를, UST에서 과학기술경영정책 석사 학위를 취득하고 현재 KISTI 슈퍼컴퓨팅본부에 근무 중이다. 주요 관심사는 기술사업화, 과학계량학, 연구장비 정책 등이다.