

# 산업기술혁신사업의 성과창출에 미치는 영향에 관한 연구: 산학연협력형태를 중심으로<sup>†</sup>

Cooperation of Industrial R&D Programs: Focussing on Types of R&D Cooperation

배진희(Bae Jin Hee)\*, 오명준(Oh Myung Jun)\*\*, 김 현(Kim Heon)\*\*\*

## 목 차

- |                    |            |
|--------------------|------------|
| I. 서 론             | IV. 연구결과   |
| II. 정책적 배경 및 선행 연구 | V. 요약 및 결론 |
| III. 연구방법          |            |

## 국 문 요 약

본 연구는 산업기술혁신사업의 성과창출에 미치는 영향을 산학연협력형태를 중심으로 분석하여 산학연협력과 관련된 정책이나 전략 수립에 시사점을 제공하는 것을 연구목적으로 하였다. 이를 위해 산업기술혁신사업 성과활용조사 자료를 이용하여 협력형태별로 가설을 설정하였다. 협력연구가 단독연구에 비해 성과가 높게 나타나는지, 협력연구는 주관기관 유형 및 협력파트너에 따라 성과가 달라지는지를 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용을 대상으로 이항 로지스틱 회귀분석을 이용하여 실증분석하였다.

분석결과 협력연구는 단독연구에 비해 성과가 높게 나타났다. 구체적으로 민간기업이 주관하는 연구 과제에서는 비영리기관과 협력할 때 논문, 특허, 신규고용 성과가 증가하는 것으로, 반면 민간기업간 협력연구에서는 논문, 기술이전 등의 성과창출은 감소하는 것으로 나타났다. 비영리기관이 주관하는 연구과제에서 민간기업과 협력할 경우, 특허, 기술이전 등 지식 공유·확산 차원의 성과는 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구는 산업기술혁신사업 등 정부연구개발 사업의 연구개발 협력과 관련된 정책 수립에 시사점을 제시할 것으로 판단된다.

핵심어 : 산업기술혁신사업, 협력연구, 주관기관 유형, 협력파트너, 연구개발 성과

※ 논문접수일: 2014.9.2, 1차수정일: 2014.9.26, 2차수정일: 2014.10.3, 게재확정일: 2014.10.3

\* 한국산업기술진흥원 산업기술정책센터 선임연구원, 한양대학교 과학기술정책학과 박사과정, baejini2@nate.com, 02-6009-3107, 교신저자

\*\* 한국산업기술진흥원 산업기술정책센터 센터장, mjoh@kiat.or.kr, 02-6009-3015

\*\*\* 백석대학교 경상학부 교수, hkim@bu.ac.kr, 010-8812-1247

† 본 연구는 산업통상자원부 '산업기술혁신사업의 성과평가 체계 구축' 기술료 사업으로 수행되었음.

## ABSTRACT

---

We analyse the impact of R&D cooperation on Industrial R&D programs of Government (Ministry of Trade, Industry & Energy, MOTIE), specially performance differentiating between type of R&D partners, type of R&D project leader organizations. And considering five performance measures: paper, patent, technology transfer, commercialization, new employment. Using data on a large sample of post-performance survey of MOTIE in Korea (2013), we examine the impact of R&D cooperation in 2008-2012. The method of analysis is binary logistic regression models operated by SPSS. The results of this study are follows; the performance is statistically significantly different between type of R&D partners, type of R&D project leader organizations on R&D cooperation. Specially, when a private enterprise cooperate with non-profit institutions, performance has a greater success of paper, patent, new employment. On the other hand, when a private enterprise cooperate with a private enterprise cooperate, performance decrease success of paper, technology transfer. Lastly, when non-profit institutions cooperate with a private enterprise, performance has a greater success of patent, technology transfer.

Key Words : Industrial R&D programs of MOTIE R&D, Type of Project leader organization, R&D Partner, R&D Project Performance

---

## I. 서론

지식기반경제의 심화와 미래 산업의 급속한 변화에 따라 국가 간 기술경쟁이 치열해지고 기술간 융합이 강화되고 있다. 이러한 상황에서 연구개발활동은 지속적인 경쟁력을 확보하기 위한 수단으로 더욱 중요해지고 있으며, 외부주체와의 협력연구 등 개방형혁신의 중요성이 부각되고 있다(Brandenburger & Naleguff, 1997; Chesbrough, 2003; Rothwell 1991, 황정태·한재훈·강희중, 2010).

우리나라도 산학연협동연구개발촉진법 제정(1994), 산학연 선진화방안(2010) 마련 등 정부 예산의 효율적 활용과 연구 성과의 효과적 확산을 위해 협력연구에 대한 정책적 지원을 지속하고 있다. 특히 산업진흥을 위한 기술혁신을 전담하고 있는 산업통상자원부(舊 지식경제부, 이하 산업부라 함)<sup>1)</sup>의 산업기술혁신사업은 협력연구를 촉진하기 위한 제도적 장치를 운영하고 있으며(한국산업기술진흥원, 2014), 최근 5년간(2008~2012년) 산업기술혁신사업의 협력연구 비중(56.9%)에서도 이를 확인 할 수 있다(미래부, 2013a).

그러나 IMD의 세계경쟁력연감분석 결과, 우리나라 과학인프라 중 산·학간의 지식전달정도는 27위<sup>2)</sup>로 전년대비 2단계 하락하였으며(한국과학기술기획평가원, 2014), 국가과학기술혁신역량평가 결과 대학의 연구비 및 공공연구기관 연구비에서 민간부문 재원이 차지하는 비율이 크게 감소하고 있어 민간의 자발적 필요에 의한 산학연 공동연구가 감소하고 있는 것으로 보인다(미래부, 2013b). 따라서 산학연협력연구를 제도적으로 장려하고 있는 산업기술혁신사업에서 협력연구가 실제 효과적으로 작동하고 있는지, 성과창출에 긍정적 영향을 미치는지 등 효과성에 대해 살펴볼 필요가 있다.

이에 본 연구는 산업기술혁신사업의 성과창출에 미치는 영향을 협력형태를 중심으로 분석하여 산업기술혁신사업의 효과적 성과창출을 위한 협력형태 제언 등 산학연협력과 관련된 정책이나 전략 수립에 시사점을 제공하는 것을 연구목적으로 한다. 이를 위한 세부목적은 다음과 같다.

첫째, 산업기술혁신사업의 주요 성과지표를 정리하고, 정부출연금을 중심으로 연구개발 투자가 각 성과지표에 미치는 영향을 분석한다.

둘째, 다수의 연구 수행주체가 참여하는 협력연구와 한 개 기관이 수행하는 단독연구간의 성과창출 특성의 차이가 협력파트너와 주관기관 유형에 따라 어떻게 달라지는지 실증적으로

1) 정부조직법 개편에 따라 지식경제부의 상업·무역·공업, 외국인 투자 및 자원·에너지에 관한 업무 외에 통상교섭 및 FTA에 관한 업무를 추가하여 산업통상자원부가 신설됨(2013.3)

2) 이스라엘(1위), 스위스(2위), 미국(3위)

분석한다.

본 연구는 산업기술혁신사업의 기술개발유형을 연구의 대상으로 하였으며 연구 성과는 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용 등 산출성과<sup>3)</sup> 위주의 항목으로 세분화 하였다. 연구에 활용된 자료는 산업부에서 실시한 성과활용현황조사(2008~2012년 종료과제) 결과를 활용하였다.

본 연구는 다음과 같은 순서로 전개된다. 동 연구의 근간이 되는 정책적·제도적 배경과 기존 연구에 대한 검토, 자료의 특성과 가설검증을 위한 연구방법, 가설검증결과의 제시, 끝으로 이를 통해 얻는 정책적 시사점과 한계점 순서로 전개된다.

## II. 정책적 배경 및 선행 연구

본 장에서는 우리나라 산학협력 관련제도 현황과 지원현황에 대해 살펴보고, 협력연구가 연구개발활동의 성과에 미치는 요인에 관한 선행연구들을 검토한다.

우리나라는 1960년대부터 산업교육진흥법(1963), 기술사법(1963), 과학기술장기종합계획(1967) 등에서 이미 산학연협력을 위한 기반을 구축하고 과학기술 인력확보 및 인력양성 중심의 산학연 공동협력연구를 위한 제도적 장치를 마련하였다. 이후 1990년대 들어서 협동연구 개발촉진법(1994), 산업교육진흥법(1995)을 제정하는 등 연구개발사업 전단계에서 산학연 공동참여를 활성화하기 위한 제도적 환경을 조성하였다. 이러한 제도적 변화는 대학이 순수한 연구에만 몰두하기보다 국가의 미래와 경제성장과 혁신을 창출하는 관점에서 보다 적극적으로 개방적이고 협력적인 역할을 수행하도록 요구받고 있는 것으로 볼 수 있다(임의주·김창완·조근태, 2013). 이후 국가혁신체제 구축을 위한 산학연협력 활성화 종합대책(교육인적자원부 등, 2003), 신산학협력 비전 및 추진전략(국가균형발전위원회, 2003), 산학연협력 선진화 방안(교육과학기술부·지식경제부, 2010) 마련 등 연구개발의 효율성 증대 및 정부 연구개발투자 자원의 효율적 사용을 위한 산학연협력을 지속적으로 강조하고 있다. 또한 산업기술혁신 정책의 비전과 방향, 목표 등을 제시하는 산업기술혁신사업 5개년 계획에서도 개방형 산업기술 협력을 위한 산학연 기술협력 지원체계 개선안 제안<sup>4)</sup>, 산학융합지구 지정확대, 산학연 협의체 구성 확대, 지역별 주요산업단지 내 산학연 클러스터 조성, 대·중소기업간 기술협력체계 구축 및 업종간 융합 제품 개발 확대<sup>5)</sup> 등 산학연협력 강화를 위한 정책적 지원을 계속하고 있다.

3) 수행된 활동 자체보다는 생산과정과 활동에서 창출된 직접적인 생산물로 정의(미래부, 2013c)

4) 제5차 산업기술혁신 5개년 계획(2009-2013)

5) 제6차 산업기술혁신 5개년 계획(2014-2018)

한편, 산업기술혁신사업의 지원현황을 살펴보면, 2012년 지원과제의 56.9%가 협력연구로 수행되었으며, 이는 국가연구개발사업 전체 공동연구 중 81.6%를 차지하는 수치이다. 이를 세부적으로 살펴보면, 산업기술혁신사업은 과제당 평균 3.2건의 협력연구를 수행하였으며 중소기업간 협력 및 대학과 중소기업간 협력의 비중이 절대적 비중을 차지하였고 다음으로 대학과 국공립연구소 및 출연연구소간에 협력하고 있는 것으로 나타났다(미래부, 2013a). 또한, 산업기술혁신사업은 직접적인 기술사업화 및 고용·투자 등의 사회경제적 파급효과의 창출을 목적으로 하고 있으나, 상당한 규모의 정부출연금이 대학, 출연연구소 등의 비영리 연구기관에 투자되고 있다. 구체적으로 산업기술혁신사업 총 정부출연금의 47.6%가 대학, 출연연구소 등 비영리기관에 투자되고 있다(산업부, 2013a). 이에, 산업기술혁신사업에서 산학연협력의 효과성과 대학, 출연연구소 등 비영리기관의 역할에 대해 객관적인 분석을 통해 산학연협력에 대한 산업기술정책의 수립과 적절한 대안 발굴이 필요하다.

산학연협력의 효과에 관한 연구의 이론적 기반으로는 시스템이론 차원에서 이루어진 연구, 산업조직론 차원에서 이루어진 연구, 자원기반관점에서 이루어진 연구, 네트워크 이론에서 이루어진 연구, 거래비용이론 관점에서 이루어진 연구로 나누어 볼 수 있다(장금영, 2010). 이중 산업기술혁신사업 등 국가연구개발사업의 협력연구 성과와 관련한 연구는 주로 산업조직론과 네트워크 이론 차원에서 많이 논의되었으며, 대학을 중심으로 한 산학협력연구 성과는 조현정·전병훈(2011), 김철희·이상돈(2007) 등 자원기반관점에서 많이 논의되었다(임의주, 김창완, 조근태, 2013).

전자와 관련된 선행연구들을 살펴보면 국가연구개발사업 수행에 있어 협력연구는 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 확인할 수 있다. 장금영(2010)은 논문과 특허성과를 중심으로 산업기술개발사업의 성과에 미치는 영향요인을 분석하여, 산학연 단독개발 보다 협력개발이 성과가 높다는 것을 확인함으로써, 산학연간 협력을 권장한 것이 대체로 유효한 정책방향이었음을 확인하였다. 정도범 등(2012)은 지식기반관점에서 중소기업의 연구개발협력과 기업성과간의 관계를 분석해 중소기업에 대한 연구개발 협력 지원이 특허출원건수 등 기술적 성과에 영향을 미치는 것으로 확인하였으며, 총자산수익률 등 경제적 성과에서는 영향을 확인하지 못 하였다. 이는 자원투입과 성과발생간의 시간 차(time lag)로 인한 것으로 보고 있다. 이를 통해 중소기업에 대한 산학협력 지원 정책의 실효성을 확인하였고, 나아가 기술적 성과가 경제적 성과로 연결 될 수 있는 선순환적 구조의 구축 및 적절한 협력파트너 선정의 중요성을 강조하였다. 박성민(2014)은 특허, 매출액, 신규고용을 대상으로 지식경제기술혁신사업의 협력여부 및 주관기관유형에 따른 성과창출 가능성에 대해 분석하여, 매출액, 신규고용 성과는 대기업 대비 중소기업이, 특허, 매출액 성과는 단독연구 대비 협력연구가 성과 창출확률이 더 큰 것으로 확인 하였다. 박순애·권혜연(2014)은 공공연구기관 조직 구조가 연구개발사업 성과에 미치는 영향을 효과성과 효율성 측면에서, 논문,

특히, 사업화 성과를 대상으로 분석하였다. 공공연구기관의 재원과 지출, 인력구조 등 조직적 특성이 연구성과의 효율성에 영향을 미치는 것으로 확인 하였다. 이 연구는 연구개발투입 대비 성과를 분석하는 기존 선행연구와는 달리, 조직특성에 따른 성과의 차이를 분석함으로써, 협력형태에 따른 성과 차이를 분석하고자 하는 본 연구에 상당한 시사점을 준다.

이러한 국가연구개발사업의 산학연협력연구와 성과에 관한 연구 방법론으로는 이항 로지스틱 회귀분석, 포아송 회귀분석 등 다양한 회귀분석 방법론과, DEA(Data Envelopment Analysis: 자료포락분석), DID(Difference in difference) 등의 방법이 이용되고 있는데 이는 분석에 활용되는 자료의 한계에 따른 것으로 판단된다. 이 자료의 특성에 대해서는 III장에서 구체적으로 살펴보기로 한다.

한편, 해외의 연구에서는 정부연구개발투자 차원에서 협력연구를 넘어, 일반적 연구개발활동에서 기업과 대학간의 협력연구에 따른 성과를 살펴보는 경향과, 협력연구의 동인·목적을 분석하는 선행연구가 많이 이루어지고 있다. Belderbos et al.(2004)는 1996년에서 1998년 까지 네덜란드 기업을 대상으로 민간기업의 연구개발 협력이 노동생산성과 판매생산성에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 이를 통해 연구개발 협력의 목적 및 파트너에 따라 성과가 달라진다는 것을 확인하였는데, 구체적으로 대학 및 경쟁사와의 연구개발 협력은 혁신과 판매를 촉진하는 등 기업의 성장을 개선하였으며, 고객사와 대학과의 R&D 협력은 기업에게 급진적 혁신을 위한 지식창구로 중요한 역할을 하는 것으로 확인되었다. Veugelers(2005)는 1993년 벨기에 제조업 기업을 대상으로 대학과의 협력이 유용한 기업 및 산업 특성에 대해 분석하였다. 이를 통해 대기업일수록 대학과 협력하려는 경향이 있으며, 기업과 대학과의 협력연구는 기업이 대학의 노하우(암묵적 지식)을 얻고자 할 때 이루어지며 대학과의 협력연구는 자체 R&D 수행, 공공정보 확보, 공급사나 고객사와의 R&D 협력 등 기업이 선택하는 다양한 혁신활동 중 일부로 다른 혁신활동의 보완적 수준임을 밝혔다. 마지막으로 Esteves et al.(2009)는 2003년 자료를 이용해 브라질 기업을 대상으로 대학과의 협력이 성과에 미치는 영향에 대해 분석하여, 혁신적 기업과 대학의 협력은 생산성 증가에 긍정적 영향을 미치는 것을 확인하였다.

### III. 연구방법

#### 1. 연구가설 및 연구모형

협력연구와 관련하여 최근 문헌에서는 기술협력, 기술혁신 네트워크, 개방형혁신, 산학연협

력 등의 용어로 언급되고 있는데, 기본적으로 기술혁신을 위해 외부 주체들과 적극적인 방법으로 협력을 추구한다는 점에서 동일한 목적을 가지고 있다고 볼 수 있다(김진한·박진한·정기대, 2013). 본 연구에서는 대상사업 및 자료의 특성을 감안하여 협력연구를 기술혁신 및 사업화를 위해 산업기술혁신사업을 다수의 주체가 참여하여 수행하는 연구로 정의한다.

산업기술혁신사업에서 협력연구 형태는 단순히 협력연구와 단독연구로 구분하는 방법(박성민, 2010; 장금영, 2010), 산산, 산학, 산연, 산학연 등 참여주체를 고려하는 방법(정도범 등, 2012), 주관기관 중심으로 협력연구를 구분하는 방법, 주관기관 및 협력파트너를 모두 고려하는 방법으로 나누어 볼 수 있다<sup>6)</sup>. 선행연구에 따르면 협력연구 형태는 경쟁사, 공급사, 고객사로 구분하거나(황정태·한재훈·강희중, 2010; Belderbos et al., 2004), 기업규모, 국내·외 기업 여부 등(Veugelers, 2005)으로도 구분할 수 있다. 특히, Coursey & Bozeman(1989)의 경우, 미국 정부연구소가 참여하는 공동연구를 대상으로 참여주체에 따라 대학과의 공동연구, 타정부 부처와의 공동연구, 주정부 및 지방정부와의 공동연구, 민간기업과의 공동연구로 유형을 구분하였으며, 정부연구소와 민간 기업과의 공동연구는 공동연구회사, 협동연구센터, 연구조합, 연구개발합자회사, 민간기업하청개발, 기술자문회의, 기업기술지원구조 등으로 구분하였다. Onida & Malerba(1988)은 유럽의 기업-대학-연구소 간의 공동연구를 연구기한(time period), 공동연구 협정 목적(target of the relationship)에 따라 구분하였다(이철원, 1993 재인용). Håkanson(1993)의 연구에서는 기업단위의 연구협력의 성공에 영향을 미치는 협력파트너의 특성과 관련하여 협력기관과의 사전접촉, 경쟁관계, 전략적 유사성, 기업규모 등의 4가지 요인을 제시하고 있다. 또한 R&D 프로젝트 단위에서 연구협력에 따른 기술혁신 성과에 대한 Schwartz 외(2012)의 연구에서는 대기업, 대학 등 협력기관 유형과 프로젝트의 규모, 협력기관의 수 등을 협력연구의 성공요인으로 제시하고 있다. Schwartz 외(2012) 연구에서는 협력기관의 유형만이 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다. 협력기관의 특성 이외에도 협력계약, 협력의 실행과정 등에서의 변수도 연구협력에 영향을 미치는 요인으로 제시되고 있다.

본 연구에서는 협력기관의 유형을 주요한 성공요인 변수로 도입하였으며 그 이유는 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 분석대상은 전략적 제휴 등을 통한 기업 간의 포괄적 연구협력이 아니라 비교적 단기간에 R&D프로젝트가 수행되는 제한된 기간 동안의 연구협력을 의미한다. 따라서 협력기관의 유형 이외에 협력의 실행과정 등으로 인한 영향요인은 크지 않을 것이다. 둘째, R&D프로젝트가 국가R&D사업 관리규정에 따른 제약을 받으므로 연구비의 배분과 투입, R&D 실패에 따른 risk의 공유 등 순수한 민간기업간의 연구협력의 실행과정에서 발생할 수 있는

6) 본 연구에서 협력연구는 정부연구개발과제 수행 시, 주관기관이 단독으로 수행하지 않고 외부기관(기업, 대학, 연구소 등)과 공동으로 수행하는 과제로 정의한다. 이와 비슷한 개념으로 융합연구는 학제간 연구를 뜻하는 것으로, 협력연구는 수행주체 측면에서 융합연구는 학제측면에서 구분을 달리한다.

변동성이 제한되므로 성과에 대한 영향요인이 크지 않을 것이다.

따라서 본 연구에서는 전문기술분야의 특성과 보유자원이 다른 기관간의 협력은 양 기관의 성과에 긍정적인 영향을 미친다는(정태원·정동섭·김정흠, 2014) 선행연구결과를 토대로 협력 연구 형태를 1차적으로 협력연구 대비 단독연구로 구분하고, 협력연구는 동일유형간 협력(민간기업-민간기업, 비영리기관-비영리기관), 다른유형간 협력(민간기업-비영리기관)으로 구분하였다. 보다 세부적으로 주관기관의 유형을 고려하여 대기업, 중소기업 등이 주관하는 경우 민간기업으로, 대학, 연구소 등 주관기관 과제는 비영리기관으로 유형을 구분하여 단독연구와의 성과를 비교분석하였다. 산업기술혁신사업의 주관기관은 프로젝트 리더기관으로서 프로젝트의 내용, 추진방식, 연구의 컨소시엄 구성 및 참여자간 업무분담, 예산배분 등 과제의 전반적인 책임을 맡는 기관으로, 프로젝트의 성공여부에 책임을 지는 기관으로 볼 수 있어 연구개발 과제의 수행에 있어 매우 중요하므로(장금영), 협력연구의 성과특성을 분석하는데 있어서도 주관기관의 유형은 주요한 영향요인으로 예상된다. 또한 협력파트너는 협력의 목적과 성과에 영향을 미치므로(정도범 등, Belderbos et al., Veugelers), 본 연구에서는 협력연구 형태 구분에 주관기관 유형과 협력파트너를 모두 고려하여 협력형태를 구분하였다.

한편 선행연구에서 연구개발의 주요 성과는 주로 논문, 특허, 신규고용 등 R&D 논리모형상 산출 중심의 성과와(McLaughlin & Jordan, 1999; Ruegg & Feller, 2003), 기업 총자산, 연구개발비, 영업이익 등 재무적 성과(권남훈·고상원, 2004; 박성민, 2014; 장금영, 2010; 정도범, 2012; 최석준·김상신, 2007) 등을 대상으로 분석하였다. 산학협력의 성과는 협의적 의미로는 계량적 측정이 용이한 기술이전 및 수입료, 창업과 협력기업 수 등으로 파악할 수 있다(임의주 외, 2013). 본 연구는 분석의 대상이 기업 뿐 아니라, 대학, 연구소 등을 포함하고 있어, 재무적 성과를 제외한 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용으로 한정하여 분석한다. 이러한 종속변수는 앞서 설정한 협력연구의 주관기관 유형 구분과 협력파트너에 따라 성과가 다를 것이라는 것을 전제한다. 즉 민간기업은 사업화, 신규고용 등 경제적 성과가 높으며, 비영리기관은 논문, 특허, 기술이전 등 지식집약적 성과가 높을 것이다. 이러한 전제하에 각 수행주체가 연구형태 - 단독연구, 협력연구, 동일유형간 협력, 다른유형간 협력 - 에 따라 성과창출에 어떻게 반응하는지 분석한다.

연구개발활동에서 협력연구가 성과에 미치는 영향에 대한 선행연구에서는 연구모형에 매개변수를 도입하는 연구와 그렇지 않은 연구가 혼재되어 있다. Nieto 외(2007)의 협력연구가 성과에 미치는 영향에 대한 연구에 있어서 규모, R&D집약도, 수출비중 등의 기업특성과 산업특성을 매개변수로 정의하고 있으며 Becker 외(2004)의 연구에서는 R&D의 목적, 시장특성, 기술적 특성 등의 매개변수가 사용되었다. 반면 Zeng 외(2010)의 연구(7)에서는 기업 및 산업특성

에 관련된 매개변수 없이 중소기업이 각각 정부기관, 연구기관, 기타기관과의 R&D협력을 통해 신제품 도입 및 제품혁신 등의 성과에 긍정적인 영향을 얻을 수 있음이 실증적으로 나타나고 있다. 본 연구에서는 Zeng 외(2010)의 연구에서와 마찬가지로 협력유형만을 독립변수로 사용하였으나 향후 연구에서기술특성, 기업특성, 산업특성 등에 대한 매개변수를 도입하면 모형의 설명력을 보다 높일 수 있을 것으로 판단된다.

마지막으로 선행연구에서는 연구개발 투자의 변수로 총사업비, 총민간투자금, 정부출연금 등 자본과 참여인력, 참여기관, 그리고 사업기간 등이 주로 고려되고 있으나(박성민, 2014; 장금영, 2010; 최석준·김상신, 2007). 사업비와 참여인력, 사업기간 간에는 상관관계가 높아(박성민, 2014), 본 연구에서는 투입요소로 정부출연금을 정의하고 이러한 자원투입에 따른 연구개발성과의 차이를 분석한다.

- 가설1. 연구개발에 투자한 자원이 많을수록 성과가 높을 것이다.
- 가설2. 협력연구가 단독연구에 비해 성과가 높으며, 협력연구는 협력파트너에 따라 성과에 차이가 있을 것이다.
- 가설3. 협력연구는 주관기관 유형에 따라 성과에 차이가 있을 것이다.
  - 가설3-1. 민간기업이 주관기관인 협력연구에 비영리기관이 참여하는 경우 연구개발을 통한 논문, 특허, 기술이전 등의 성과가 높을 것이다.
  - 가설3-2. 비영리기관이 주관기관인 협력연구에 대기업, 중소기업 등 민간기업이 참여하는 경우 연구개발을 통한 사업화, 신규고용 등의 성과가 높을 것이다.



(그림 1) 분석의 틀

7) 중국의 제조업 분야 중소기업 137개를 대상으로 한 조사자료를 바탕으로 구조방정식 모형을 이용하여 R&D 협력파트너와 혁신성과 간의 관계를 실증분석함.

## 2. 자료 및 분석방법

산업기술혁신사업의 성과분석을 위해 활용할 수 있는 자료는 대표적으로 국가연구개발사업 조사·분석 자료와 성과활용현황조사자료가 있다. 전자는 과학기술기본법에 근거하여 미래부에서 주관하는 조사로, 매년 부처별, 세부사업별 지원현황에 대한 정보와 성과를 조사하고 있다. 구체적 성과항목으로는 지원금액, 수행기관, 공동연구 등 과제기본정보와 논문, 특허, 기술료, 사업화, 인력양성, 연수지원, 장비·설비 구축 등 성과정보가 있다. 이 자료는 회계연도별 정부 연구개발투자와 성과를 파악할 수 있다는 장점은 있으나, 성과 항목이 한정되어 있고 연구개발 투자와 성과간의 시차를 반영하기 어렵다는 한계가 있다. 이러한 한계에도 불구하고 국가연구 개발투자의 성과 측면에서 민간연구개발투자 효과성(심우중·김은실, 2010; 김태희, 2012; 윤지웅·윤성식, 2013), 투입과 성과간의 시차에 관한 연구(정병호·천강민·양재경, 2012) 등 이 자료를 활용한 다수의 연구가 수행되고 있다.

이에 비해 성과활용현황조사자료는 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 및 산업기술혁신사업 공동운영요령에 근거하여 산업부 산하 R&D 전담기관<sup>8)</sup>에서 주관하는 조사로, 산업기술 혁신사업으로 지원한 과제들의 기술개발 성과 및 활용실태를 파악하기 위해 종료된 과제를 대상으로 지원기간 및 종료 후 5년간 발생한 성과<sup>9)</sup>에 대해 논문, 특허, 표준화, 기술이전 및 기술료, 사업화, 사업화로 인한 추가투자 및 비용절감, 장비구축, 고용 등을 조사하고 있다. 이 자료는 국가연구개발사업 조사·분석 자료에 비해 사업화, 추가투자, 고용 등 투입-성과간의 시차를 반영할 수 있는 장기적 성과항목이 포함되어 있다는 장점이 있으나, 종료과제를 대상으로 한다는 점에서 자료의 시의성, 응답결과의 신뢰성 등에서 한계가 있다. 이 자료는 연구개발투자의 경제적·사회적 성과 등 장기적 성과를 분석할 수 있다는 장점으로 인해 사업화, 고용 등의 효율성 연구(김태희 외, 2009, 2012; 김홍규·강원진·박정희·여인국, 2013; 박정희·문종범, 2010; 박성민, 2010, 2014) 등에 다수 활용되고 있다.

연구개발투자와 성과간 시차의 문제에 대해서는 횡단면연구에서는 연구개발투자에 대하여 일정한 시차를 가진 시점의 성과를 측정<sup>10)</sup>하는 방법이 많이 사용되며, 시계열연구의 경우 패널 데이터를 이용한 연구가 이루어지고 있다.<sup>11)</sup> 국내에서는 정도범 등(2012)이 특허와 총자산수

8) 한국산업기술진흥원(KIAT), 한국산업기술평가관리원(KEIT), 한국에너지기술평가원(KETEP)

9) 일반적인 산업기술혁신사업의 지원기간이 3~7년임을 감안하면, 성과활용현황조사 자료는 지원 시작 시점으로부터 최소 8년에서 12년 간의 누적성과를 파악할 수 있다.

10) Belderbos 외(2004)의 연구에서는 2년의 시차를 두고 R&D투자와 성과간의 상관관계를 분석하고 있으며 Lin(2005)의 연구에서도 2~3년의 시차를 두고 분석하였음.

11) Ernst(2001)의 연구에서는 특허출원과 매출액간 상관관계 분석을 위하여 패널데이터를 이용하였음.

익률 성과를 연구지원 후 1년(t+1)로 설정하여 분석하는 등의 방법을 이용하였다.

본 연구에 사용된 자료는 2013년에 실시한 산업부 성과활용현황조사로 최근 5년간(2008~2012년) 종료된 과제 중 최종 평가결과 성공과제로, 6,267개 과제(정부출연금 84,170억원)에 대해 성과활용현황 결과를 보고하고 있다. 본 자료는 동일한 R&D수행주체를 대상으로 R&D 수행기간 및 R&D 종료 후 5년까지 매년 동일한 조사표에 의한 성과조사를 실시하였으므로 패널데이터에 부합하는 요건을 갖추고 있다. 특히 연구개발투자는 특정한 시점에 발생하는 반면, 성과는 일정한 시차를 두고 누적적으로 발생하는 특성을 가지고 있으므로 성과가 발생하는 기간 동안의 누적적인 성과총량을 이용하여 종속변수를 측정하였다. 따라서 본 연구에서 활용한 성과활용현황 조사자료는 정부연구개발비 투입 대비 성과창출의 시차를 반영했다고 판단한다. 본 연구는 이들 6,267개 과제 중 기술개발유형 지원과제를 대상으로 하였으며, 본 연구의 대상인 산업기술혁신사업은 기술혁신을 목적으로 하는 응용·개발연구에 해당하며 기초기술개발에 대한 지원이 많지 않아(5.98%, 지원과제 수 기준) 분석대상을 응용기술, 개발기술에 한정하였다. 마지막으로 정부출연금비, 협력유형, 주관기관 등 필수항목이 누락된 자료는 제외하였다. 이에 따라 최종 분석대상 과제는 <표 2>에서와 같이 2,143개 이다.

가설의 검증을 위해 대기업, 중소기업, 대학, 연구원 등 주관기관 유형을 고려하여 협력유형

<표 1> 변수 정의

변수	변수유형	변수 정의
협력형태	명목	동일유형간 협력연구, 다른유형간 협력연구, 단독연구
주관기관 유형	명목	민간기업, 비영리기관
정부출연금	척도	총 정부출연금, 억원
사업기간	척도	총 사업기간, 년
참여인력	척도	총 참여인력 수, 명
논문	범주	산업기술혁신사업 지원기간 및 성과활용기간 중에 산업기술혁신사업 수행을 통해 발생한 국내외 논문 건수 논문 성과가 있으면 1, 그렇지 않으면 0
특허	범주	산업기술혁신사업 지원기간 및 성과활용기간 중에 산업기술혁신사업 수행을 통해 발생한 국내외 특허 출원 및 등록 건수 특허 출원·등록 성과가 있으면 1, 그렇지 않으면 0
기술이전	범주	산업기술혁신사업 지원기간 및 성과활용기간 중에 산업기술혁신사업 수행을 통해 발생한 기술이전 건수 기술이전 성과가 있으면 1, 그렇지 않으면 0
사업화	범주	산업기술혁신사업 지원기간 및 성과활용기간 중에 산업기술혁신사업 수행을 통해 발생한 사업화 매출액 건수 사업화 매출액 성과가 있으면 1, 그렇지 않으면 0
신규고용	범주	산업기술혁신사업 지원기간 및 성과활용기간 중에 산업기술혁신사업 수행을 통해 발생한 신규고용 건수 신규고용 성과가 있으면 1, 그렇지 않으면 0

을 구분하였다. 대기업, 중소기업은 민간기업으로, 대학, 연구소 등은 비영리기관으로 구분하였으며, 협력형태는 협력연구와 단독연구로, 협력연구는 다시 협력파트너에 따라 동일유형간 협력연구(민간기업-민간기업, 비영리기관-비영리기관), 다른유형간 협력연구(민간기업-비영리기관)로 구분하였다.

또한 연구개발투자는 정부출연금, 사업기간, 참여연구원 등을 포함하였으나, <표 3>에서와 같이 변수간 상관계수가 높게 나타나, 사업기간, 참여연구원을 제외하고 정부출연금을 대상으로 분석하였다. 이같은 결과는 박성민(2014)에서도 확인 할 수 있다.

본 연구에서는 종속변수는 <표 2>에서와 같이 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용으로 구분하였다. 논문은 국내의 논문 개제 실적으로, 특허는 국내외 등록 및 출원 총 건수로, 기술이전, 사업화매출액은 성과 발생 건수로, 신규고용은 고용인원 수로 설정하였다. 본 연구의 종속변수는 이전 선행연구들이 논문, 특허, 사업화매출액 등 일부 지표에 한정한데 비해 논문에서부터 기술이전, 사업화, 신규고용 까지 R&D 논리모형 상 전주기적 성과를 포함하였으며 (McLaughlin & Jordan, 1999; Ruegg & Feller, 2003), 이는 기업, 대학 등 산업기술혁신사업 주요 수행주체의 특성을 볼 수 있는 성과지표를 포함했다고 판단한다. 이는 최근 양적평가에서 질적평가로, 단기적 성과평가에서 장기적 성과평가로 패러다임을 전환한 국가연구개발사업 성과평가 제도(미래부, 2013d)에 비추어, 산업기술혁신사업의 효과성을 확인하기에 적절한 설정이라 할 수 있다.

마지막으로, 산업기술혁신사업 등 국가연구개발사업은 성과 창출에 성공한 관측 개체가 상대적으로 매우 희소할 뿐만 아니라, 그 값들의 극단적인 비대칭 분포를 이루는 특성을 지녔다 (박성민). <표 2>의 왜도, 첨도에서 보는 것처럼 산업기술혁신사업의 성과자료는 심한 우변사

<표 2> 기술통계

구분	N		평균	표준편차	왜도	첨도	최소값	최대값
	유효	결측						
협력형태	2143	0	1.82	.605	.109	-.442	1	3
주관기관 유형	2143	0	2.21	.405	1.453	.111	2	3
정부출연금	2143	0	19.96	32,048	5.392	45,615	0	425
사업기간	2143	0	2.93	1.705	1.131	1.925	1	11
참여인력	2143	0	22.84	25,926	3.369	17,676	1	272
논문	2143	0	3.62	17,066	19,153	472,860	0	482
특허	2143	0	4.94	12,301	5,988	50,018	0	164
기술이전	2143	0	1.09	2,148	5,620	51,079	0	34
사업화	2143	0	52.34	488,417	22,911	633,594	0	15720
신규고용	2143	0	6.02	45,912	26,477	897,601	0	1700

항 분포를 취함을 알 수 있다. 따라서 본 연구는 연속형 변수인 종속변수를 이항변수로 변환하여 이항 로지스틱 회귀모형으로 분석한다. 예를들어 논문성과의 관측 값이 > 0이면, 이에 대응하는 논문성과 값은 성공(1), 관측 값이 = 0이면, 이에 대응하는 논문성과 값은 실패(0)의 이항 변수로 변환됨을 의미한다. <표 3>의 최대값을 보면 논문 482건, 사업화 15,720억원 등 극단적인 값을 나타내고 있으나, 본 연구에 활용한 자료는 1차적으로 주관기관이 응답하고, 2차적으로 각 전담기관에서 별도의 검증을 거친 자료이므로 표본에 포함하여 분석하였다.

〈표 3〉 연구개발투자 변수간 상관계수

	구분	정부출연금	사업기간	참여인력
정부출연금	Pearson 상관계수	1	.359**	.640**
	유의확률(양쪽)		.000	.000
	Kendall의 tau_b	1.000	.557**	.512**
	유의확률(양쪽)	.	.000	.000
	Spearman의 rho	1.000	.703	.690
	유의확률(양쪽)	.	.000	.000
사업기간	Pearson 상관계수	.359**	1	.224**
	유의확률(양쪽)	.000		.000
	Kendall의 tau_b	.557**	1.000	.301**
	유의확률(양쪽)	.000	.	.000
	Spearman의 rho	.703**	1.000	.405**
	유의확률(양쪽)	.000	.	.000
참여인력	Pearson 상관계수	.640**	.224**	1
	유의확률(양쪽)	.000	.000	
	Kendall의 tau_b	.512**	.301**	1.000
	유의확률(양쪽)	.000	.000	.
	Spearman의 rho	.690**	.405**	1.000
	유의확률(양쪽)	.000	.000	.

### 3. 연구모형

본 연구는 SPSS19.0을 활용하여 이항로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 이항로지스틱 회귀분석은 종속변수가 범주형으로 관측된 자료를 분석할 때 유용하게 사용되는 기법으로, 승산비(odds-ratio), Wald 통계량 등을 이용하여 종속변수의 확률적 증가에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 독립변수 판단시 유용하게 사용할 수 있다(최세로나 외, 2013). 종속변수가 이항

또는 다항으로 된 범주형일 때 적용할 수 있는 분석방법으로는 본 연구에 적용한 이항로지스틱 회귀분석 외에 다변량 기법 중 하나인 판별분석(discriminant analysis)이 있으나, 이항로지스틱 회귀분석은 비연속 변수인 독립변수를 사용하는데 제약이 없으며 일반화된 선형모형(generalized linear model)의 하나로서 선형 회귀모형의 확장이므로 선형 회귀모형의 다른 확장에 쉽게 적용할 수 있다는 장점이 있다(홍세희, 2005).

앞서 1.에서 설정한 가설의 실증분석을 위한 모델은 다음과 같다. 여기서 B는 앞서 설정한 종속변수 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용 등 연구개발 성과항목이며, X는 정부출연금이다. T는 협력형태(T1: 협력파트너에 따른 협력유형, T2: 협력파트너 및 주관기관 유형에 따른 협력유형)이다. 즉 정부출연금 투자와 함께 협력형태에 따라 연구개발 성과 정도가 얼마나 민감하게 반응하는지를 분석한다. 가설 1, 2의 분석을 위해 식(1)은 정부출연금 투자에 협력형태(T1)를 포함하여 분석하였다. 가설 1, 3-1, 3-2의 분석을 위해 (2)는 정부출연금에 협력파트너 및 주관기관 유형에 따른 협력연구 형태(T2)를 포함하여 분석하였다.

$$Model(1): E(B|X, T_1) = f(X, T_1) = \frac{\exp(b_0 + b_1X + b_2T_1)}{1 + \exp(b_0 + b_1X + b_2T_1)} \quad (1)$$

$$Model(2): E(B|X, T_2) = f(X, T_2) = \frac{\exp(b_0 + b_1X + b_2T_2)}{1 + \exp(b_0 + b_1X + b_2T_2)} \quad (2)$$

- \* B = 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 추가투자, 신규고용
- X = 정부출연금
- T1 = 협력형태(협력파트너에 따른 협력유형: 동일유형간 협력 1, 다른유형간 협력 2, 단독연구 3),
- T2 = 주관기관 유형별 협력형태(민간기업 및 비영리기관의 동일유형간 협력 1, 다른유형간 협력 2, 단독연구 3)

## IV. 연구결과

### 1. 협력형태에 따른 분석 결과

〈표 4〉는 모델1에 대한 이항 로지스틱 회귀분석 결과를 보여준다. 먼저 정부출연금과 연구

개발성과와의 관계를 살펴보면, 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용 모두 p-value가 유의하게 나타나, 통계적으로 유의한 예측변수로 판단된다. 그러나 Exp(B)가 각각 1.027, 1.042, 1.003, 0.997로 승산비는 크지 않은 것으로 나타났다. 구체적으로 논문, 특허, 기술이전은 추정계수 승산비(Oddis Ratio, Exp(B))가 1.0 보다 큰 값을 가짐에 따라 정부출연금 1단위 증가에 따라 각 성과의 승산비도 증가하는 반면, 사업화, 신규고용은 Exp(B)가 1.0 보다 작은 값을 가져 정부출연금 1단위 증가에 따라 성과의 성공 승산비가 감소하는 것으로 나타났다. 가설 1은 <표 4>의 분석을 통해 논문, 특허, 기술이전 성과에 대해서 지지 되었으며, 이와 같은 결론은 박성민, 장금영 등 선행연구 결과와도 일치한다. 단, 사업화, 신규고용에 대해서는 가설이 지지되지 않았는데, 이는 본 연구에 사용된 자료가 추적조사 결과임에도 불구하고, 성과발생에까지의 시간 차(time-lag)를 충분히 반영하지 않은데 따른 것으로 판단된다. 이와 관련해서는 김건식(2013), 박성민(2014)의 연구에서도 R&D 자원투입이 시간적으로 인접한 특허 등 기술적·직접적인 성과에는 유의한 영향을 줄 수 있지만 매출액, 신규고용 등 시간적으로 멀리 떨어진 간접적인 성과에 대해서는 영향을 발휘하기 쉽지 않다는 결과를 참고할 수 있다.

두 번째로, 모델1에 대한 이항 로지스틱 회귀분석 결과 Hosmer Lemeshow 적합도는 사업화에 대해서만 유의한 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고, 각 종속변수의 분석결과를 살펴보면, 논문은 동일유형간 협력연구, 다른유형간 협력연구 모두 p-value가 유의하게 나타났으며, 구체적으로 동일유형간 협력연구는 논문 성과 승산비가 1.0 보다 작은 값으로, 다른유형간 협력연구는 1.0 보다 큰 값으로 나타났다. Exp(B)가 동일유형간 협력연구는 0.502배, 다른유형간 협력연구는 1.384배로, 논문 성과는 다른유형간 협력연구 시 단독연구 보다 1.384배 성과 승산비가 증가한다. 장금영(2010)은 논문성과의 경우 협력연구가 절대적 영향을 미치는 것으로 분석하였으나, 본 연구를 통해 협력연구의 협력파트너에 따라 논문성과가 달라진다는 것을 확인할 수 있다.

특허는 다른유형간 협력연구의 경우 p-value가 유의하게 나타났으며 Exp(B)가 1.776으로 나타나, 단독연구 대비 다른유형간 협력연구가 특허 성과 승산비가 1.776배 증가하는 것으로 나타났다. 동일유형간 협력은 유의성이 낮게 나타났다. 장금영(2010)은 특허성과와 협력연구간의 유의성을 확인하지 못했으나, 본 연구를 통해 협력연구의 참여주체가 이질적인 경우 특허성과가 유의미하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 기술이전은 다른유형간 협력연구의 경우 p-value가 유의하게 나타났으며 Exp(B)가 1.568로 나타나, 단독연구 대비 다른유형간 협력연구가 기술이전 성과 승산비가 1.568배 증가하는 것으로 나타났다. 동일유형간 협력은 유의성이 낮게 나타났다. 사업화는 동일유형간 협력연구, 다른유형간 협력연구 모두 p-value가 유의하게

나타났으며, Exp(B)가 동일유형간 협력연구는 1.610, 다른유형간 협력연구는 1.325로 나와, 사업화 성과 승산비는 단독연구 대비 동일유형간 협력연구 시 1.610배, 다른유형간 협력연구 시 1.325배 증가하는 것으로 나타났다. 마지막으로 신규고용은 동일유형간 협력연구, 다른유형간 협력연구 모두 p-value가 유의하게 나타났으며, Exp(B)가 동일유형간 협력연구는 1.576, 다른유형간 협력연구는 1.810로 나와, 신규고용 성과 승산비는 단독연구 대비 동일유형간 협력연구 시 1.576배, 다른유형간 협력연구 시 1.810배 증가하는 것으로 나타났다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 가설 2는 <표 4>의 분석을 통해 부분적으로 지지되는 것을 확인했다. 즉 동일유형간 협력연구는 사업화, 신규고용 등의 성과 승산비가 1.0 보다 큰 값을 나타내며, 논문은 1.0 보다 작은 값을 나타내었다. 한편, 다른유형간 협력연구는 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용 등 5개 성과지표 모두 성과 승산비가 1.0 보다 큰 값을 나타내었다. 즉, 협력활동은 독자적인 내부 역량으로 성취하기 어려운 성과를 달성하기 위해 외부 자원을 활용하는 것(Granovtter, 1973; 김진한·박진한·정기대, 2013; 정태원·정동섭·김정흠, 2014)이라고 할 때, 본 연구를 통해 서로 다른 역량을 보유한 파트너와의 협력은 성과도 높이는 것이라 볼 수 있다.

<표 4> 이항로지 분석 결과

	논문		특허		기술이전		사업화		신규고용	
	유의확률	Exp(B)								
정부출연금	.000***	1.027	.000***	1.042	.050**	1.003	.068*	.997	.077*	.997
동일유형간 협력연구	.000***	.502	.336	1.168	.499	1.110	.003***	1.610	.014**	1.576
다른유형간 협력연구	.038**	1.384	.000***	1.776	.002***	1.568	.063*	1.325	.001***	1.810
관측치	2143		2143		2143		2143		2143	
-2 Log 우도	2533.972		2608.124		2942.021		2883.256		2563.855	
Cox Snell R-제곱	.136		.134		.012		.007		.007	
Nagelkerke R-제곱	.185		.181		.017		.009		.010	
Hosmer Lemeshow	카이 제곱	80,525	99,418	24,041	12,208	17,122				
	자유도	8	8	8	8	8				
	유의확률	.000	.000	.002	.142	.029				

## 2. 주관기관유형별 협력형태에 따른 분석 결과

〈표 5〉는 모델2에 대한 이항 로지스틱 회귀분석 중 민간기업이 주관기관인 연구의 결과를 보여준다. 먼저 정부출연금과 연구개발성과와의 관계를 살펴보면, 민간기업이 주관기관인 경우, 논문, 특허 성과만이 정부출연금과 연구개발성과간에 유의미한 관계가 있으며, Exp(B)가 각각 1.038, 1.044로 승산비는 크지 않은 것으로 나타났다. 기술이전, 사업화, 신규고용에 대해서는 유의성이 확인되지 않았다. 가설 1은 〈표 5〉의 분석을 통해 민간기업이 주관기관인 경우 논문, 특허성과에 대해 지지되었다.

두 번째로, 모델2에 대한 이항 로지스틱 회귀분석 결과 Hosmer Lemeshow 적합도는 사업화와 신규고용에 대해서만 유의한 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고, 각 종속변수의 분석결과를 살펴보면, 논문은 동일유형간 협력연구, 다른유형간 협력연구 모두 p-value가 유의하게 나타났으며, Exp(B)가 동일유형간 협력연구는 0.571배, 다른유형간 협력연구는 1.678배로, 논문 성과는 동일유형간 협력연구 시 단독연구 대비 0.571배 성과 승산비가 감소하는 것으로, 다른유형간 협력연구 시 단독연구 보다 1.678배 성과 승산비가 증가하는 것으로 나타났다. 특허는 다른유형간 협력연구의 경우 p-value가 유의하게 나타났으며 Exp(B)가 1.636으로 나타나, 단독연구 대비 다른유형간 협력연구가 특허 성과 승산비가 1.636배 증가하는 것으로 나타났다. 동일유형간 협력은 유의성이 확인되지 않았다. 기술이전은 동일유형간 협력연구의 경우 p-value가 유의하게 나타났으며 Exp(B)가 0.653로 나타나, 단독연구 대비 동일유형간 협력연구의 기술이전 성과 승산비가 0.653배 감소하는 것으로 나타났다. 사업화는 동일유형간 협력연구, 다른유형간 협력연구 모두 유의성이 확인되지 않았다. 마지막으로 신규고용은 다른유형간 협력연구의 p-value가 유의하게 나타났으며, Exp(B)는 1.622로 나와, 신규고용 성과 승산비는 단독연구 대비 다른유형간 협력연구 시 1.612배 증가하는 것으로 나타났다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 가설 3-1은 〈표 5〉의 분석을 통해 논문, 특허 성과에 대해 지지되는 것을 확인했다. 즉 주관기관이 민간기업인 경우 다른유형간(대학, 연구소 등) 협력연구는 논문, 특허 성과의 승산비가 1.0 보다 큰 값이며, 논문은 1.678배, 특허는 1.636배 증가하는 것으로 나타났다. 덧붙여, 신규고용의 경우 1.622배 증가하는 것으로 나타나, 민간기업과 비영리기관간의 협력연구는 단독연구 대비 논문, 특허 등 지식집약적 성과 뿐 아니라, 신규고용 성과 면에서 성과가 높아지는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 Belderbos et al., Veugelers 등 기업과 대학과의 협력 동인 및 주요 성과는 암묵적 지식, 지식의 확산이라는 선행연구 결과와 일치한다. 반면, 주관기관이 민간기업인 경우 동일유형간 협력연구(민간기업간 연구)는 논문 성과는 0.571배, 기술이전 성과는 0.653배 감소하는 것으로 나타나, 민간기업

간 협력연구는 단독연구에 비해 논문, 기술이전 성과가 부의 관계를 나타내는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 경쟁업체 등 민간기업간 협력은 기술적 성과, 기업 생존 등에 부정적 영향을 미친다는(정도범 등 2012; 황정태 등 2010) 선행연구 결과에서도 확인 할 수 있다.

〈표 5〉 민간기업의 협력형태별 이항로짓 분석 결과

	논문		특허		기술이전		사업화		신규고용	
	유의확률	Exp(B)								
정부출연금	.000***	1,038	.000***	1,044	.611	1,001	.714	.999	.207	.996
동일유형간 협력연구	.013**	.571	.987	.997	.019**	.653	.354	1,181	.308	1,226
다른유형간 협력연구	.012**	1,678	.006***	1,636	.844	1,035	.577	1,102	.012**	1,622
관측치	1701		1701		1701		1701		1701	
-2 Log 우도	1855,964		2140,260		2310,438		2351,815		2167,569	
Cox Snell R-제곱	.139		.107		.012		.001		.006	
Nagelkerke R-제곱	.195		.143		.016		.001		.008	
Hosmer Lemeshow	카이 제곱	55.907	71.755	29.636	7.824	3.949				
	자유도	8	8	8	8	8				
	유의확률	.000	.000	.000	.451	.862				

〈표 6〉은 모델2에 대한 이항 로지스틱 회귀분석 중 비영리기관이 주관기관인 연구의 분석결과를 보여준다. 먼저 정부출연금과 연구개발성과와의 관계를 살펴보면, 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용 모두 p-value가 유의하며, 추정계수 승산비(Oddis Ratio, Exp(B))가 1.0 보다 큰 값을 가짐에 따라 정부출연금 1단위 증가에 따라 각 성과의 성공 승산비도 증가하는 것으로 나타난다. 그러나 Exp(B)가 1.005, 1.040 등 승산비는 크지 않은 것으로 나타났다. 가설 1은 〈표 6〉의 분석을 통해 비영리기관이 주관기관인 경우 모든 성과지표에 대해 지지되었다.

두 번째로, 모델2에 대한 이항 로지스틱 회귀분석 결과 Hosmer Lemeshow 적합도는 사업화, 신규고용에 대해서만 유의한 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고, 각 종속변수의 분석결과를 살펴보면, 특허는 동일유형간 협력연구, 다른유형간 협력연구 모두 p-value가 유의하고 성과 승산비가 1.0 보다 큰 값으로 나타났다. Exp(B)가 동일유형간 협력연구는 2.675배, 다른유형간 협력연구는 2.036배로, 비영리기관이 주관 및 참여하는 협력연구는 특허 성과가 단독연구

대비 2.675배, 민간기업과 협력연구 시 단독연구 보다 2.036배 증가하는 것으로 나타났다. 기술이전은 다른유형간 협력연구의 경우 p-value가 유의하게 나타났으며 Exp(B)가 5.495로 나타나, 단독연구 대비 다른유형간 협력연구의 기술이전 성과 승산비가 5.495배 증가하는 것으로 나타났다. 동일유형간 협력은 유의성이 낮게 나타났다. 나머지 논문, 사업화, 신규고용은 유의성이 확인되지 않았다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 가설 3-2은 <표 6>의 분석에서 비영리기관이 주관하는 연구에 민간기업이 협력하는 경우, 사업화, 신규고용 등의 성과에 유의성이 확인되지 않아, 가설 3-2는 기각되었다. 다만, 비영리기관이 민간기업과 협력하는 경우, 단독연구대비 특히, 기술이전 등의 성과가 각각 2.036배, 5.495배 증가하는 것으로 나타나 기술집약적 지식 및 지식의 확산이 높아지는 것으로 판단 할 수 있다. 또한 이러한 결과는 앞서 <표 5>의 분석결과, 민간기업이 주관하면서 비영리기관과 협력하는 연구의 논문, 특히 성과가 높아지는 것과 맥락을 같이한다고 볼 수 있다. 즉 민간기업과 비영리기관간의 협력연구는 단독연구 대비 논문, 특히, 기술이전 등 지식의 공유·확산에 해당하는 성과가 높아지는 것으로 판단 할 수 있다. 한편, 비영리기관이 비영리기관과 협력하는 경우, 특히 성과가 2.675배 증가하는 것으로 나타나, 비영리기관간 협력은 특히성과 창출 면에서 유의미하다고 판단 할 수 있다.

<표 6> 비영리기관 협력형태별 이항로짓 분석 결과

	논문		특허		기술이전		사업화		신규고용	
	유의확률	Exp(B)	유의확률	Exp(B)	유의확률	Exp(B)	유의확률	Exp(B)	유의확률	Exp(B)
정부출연금	.000***	1,010	.000***	1,040	.000***	1,012	.016**	1,005	.005***	1,006
동일유형간 협력연구	.141	1,782	.017**	2,675	.317	1,758	.569	.694	.997	.000
다른유형간 협력연구	.467	1,218	.018**	2,036	.000***	5,495	.261	1,581	.187	2,060
관측치	442		442		442		442		442	
-2 Log 우도	555.048		460.277		492.557		375.400		264.573	
Cox Snell R-제곱	.044		.227		.148		.024		.048	
Nagelkerke R-제곱	.061		.312		.206		.042		.101	
Hosmer Lemeshow	카이 제곱	29,157	15,788	20,166	9,319	12,721				
	자유 도	8	8	8	8	8				
	유의 확률	.000	.046	.010	.316	.122				

마지막으로, Hosmer Lemeshow 적합도는 사업화(표 4), 사업화, 신규고용(표 5), 특허(0.46), 사업화 신규고용(표 6)를 제외하고 0.05 미만으로 낮게 나타났는데, 박성민(2014)은 이러한 결과에 대해 연구개발투자 및 산업기술혁신사업의 성과활용현황조사 자료의 특성 상, 상대적으로 큰 자원(정부출연금)이 투입되었음에도 불구하고 성과창출에 실패한 관측 개체가 다수 존재하며, 이것이 적합도가 낮은 원인으로 추측하였다. 또한, 이러한 관측 개체로 인한 계수 추정에 대한 문제는 심각하지 않은 것으로 판단하였다.

## V. 요약 및 결론

본 실증분석 결과 주요 내용을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 연구개발 투자 자원의 규모 - 정부출연금의 크기는 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용 성과 모두에 유의하게 나타났다. 단, 민간기업이 주관기관인 경우, 논문과 특허 성과에 대해서만 유의성이 확인되어 정부출연금과 성과와의 관계가 부분적으로 입증되었다.

둘째, 협력연구는 단독연구에 비해 연구개발성고가 높게 나타났으며, 동일유형간 협력 시 단독연구에 비해 사업화, 신규고용 등의 성과가 증가하였다. 반면 논문은 감소하는 것으로 나타났다. 다른유형간 협력연구는 단독연구에 비해 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용 모두 성과가 증가하는 것으로 나타나, 단독연구 대비 협력연구의 성과가 증가하였다. 협력연구 내에서도 파트너에 따라 연구개발 성과가 다르게 나타난다는 것을 부분적으로 입증하였다.

셋째, 민간기업이 주관하는 연구과제의 경우, 비영리기관과 협력연구는 논문, 특허, 신규고용 성과가 증가하는 것으로, 같은 민간기업간 협력연구는 논문, 기술이전 등 성과가 감소하는 것으로 나타났다.

넷째, 비영리기관이 주관하는 연구과제에서 민간기업과 협력연구 할 경우, 특허, 기술이전 등 지식 공유·확산 차원의 성과는 증가하는 것으로 나타났다. 반면 비영리기관과 비영리기관간에 협력할 경우, 특허 성과만이 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구의 정책적 함의는 다음과 같다. 산업기술혁신사업에서 산학연협력을 권장한 정책은 유효한 방향이었음을 확인할 수 있었다. 특히 주관기관 유형과 협력파트너에 따라 성과가 상이하게 나타나므로, 향후 사업기획, 사업의 목표 및 성과지표 설계 등에서 이러한 차별성을 반영할 필요가 있다. 예를 들어, 사업의 목표가 원천기술의 확보 등 기술경쟁력 강화에 두고 있다면 민간기업과 비영리기관간의 협력연구나, 비영리기관 주관의 협력연구를 사업기획에 반영할 수 있다. 또한 비영리기관의 지식·기술이전 등 지식의 확산을 목표로 하는 사업은 비영리기관 주관하

에 민간기업간의 협력연구를 장려할 수 있다. 마지막으로 일자리 창출 등 고용을 정책적 목표로 하는 사업의 경우, 민간기업 주관하에 비영리기관과의 협력연구를 지원하는 등의 세밀한 정책 설계가 가능할 것이다. 한편, 민간기업간의 협력연구는 논문, 기술이전 등 지식창출·확산에 있어 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 민간기업이 주관하는 연구과제의 경우, 협력 여부 및 협력파트너에 대한 면밀한 고려가 필요할 것이다. 민간기업간 협력연구는 경쟁업체와의 민간기업간 협력이 경쟁자와의 협력에서 오는 기회주의적인 행동 혹은 기술유출과 같은 문제들로 기술혁신 성과에 부정적인 영향의 가능성, 기회주의적 특성을 조절할 수 있는 제도적 장치의 필요성(황정태 등, 2010) 등의 고려가 필요하다

본 연구는 국가연구개발사업의 대표적인 응용·개발연구 중심의 산업기술혁신사업을 대상으로 정부의 산학연협력정책의 효과성을 구체적인 자료를 가지고 실증분석하였다. 본 연구가 선행연구들에 비해 차별성이 있거나 정책수립이나 학문적 차원에서 새로운 기여를 하고 있는 점들을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 기존 연구에서는 협력연구 대비 단독연구의 성과를 분석하거나, 대기업, 중소기업, 대학, 연구소 등 수행주체 중 특정 한 두 개 주체를 대상으로 주관기관유형에 따른 협력연구의 성과에 대해 연구하는 등 협력형태에 한계가 있었다. 본 연구에서는 협력연구 대비 단독연구의 성과 뿐 아니라, 주관기관 유형을 민간기업과 비영리기관으로 구분하여 협력연구 대비 단독연구의 성과를 비교 분석하였고, 나아가 협력파트너의 특성에 따라 분석을 세분화 하였다.

둘째, 산업기술혁신사업의 성과지표를 논문, 특허에 한정하지 않고, 기술이전, 사업화, 신규 고용 등으로 확대하였다. 이는 기존 R&D 논리모형 상 전체 성과주기에 해당하는 성과지표를 채택하여 분석했다는 점과, 기업, 대학 등 민간기업과 비영리기관의 등 산업기술혁신사업의 수행주체 특성을 반영하여 성과지표를 선정하여 분석했다는 점에서 의의를 가진다.

다만, 연구개발활동의 성과를 이항으로 변환하여 분석함에 따라 성과의 양적특성 반영이 부족하였다. 향후 성과 창출 객체의 회소성, 성과자료의 극단적 비대칭 분포 등 자료의 한계 및 특성을 반영한 다양한 분석방법론을 활용한 실증분석이 필요하다. 또한 전반적으로 모형의 설명력이 낮게 나온 바, 협력기관 수, 협력의 강도(연구개발비 배분 비중 등) 등 보다 협력연구 유형의 세분화가 필요하며, 산업기술혁신사업의 성과창출에 미치는 영향요인에 협력형태 외에, 연구개발단계, 기술분야, 수행주체 역량 등 매개변수를 고려하여 분석모형을 보다 발전시킨 후속 연구가 필요하다. 특히 수행주체 역량과 관련해서는 연구비, 연구원수, 연구분야의 다양성, 지리적 특성, 종업원수, 매출액, 연구개발투자액 등을 반영한 후속 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- 국가균형발전위원회 (2003), 「참여정부의 新산학협력 비전 및 추진전략」.
- 교육과학기술부·지식경제부 (2010), 「산학협력력 선진화 방안(안)」.
- 교육인적자원부 등 11부처 부처 (2003), 「국가혁신체제 구축을 위한 산학연 협력 활성화 종합 대책 추진현황」.
- 권남훈·고상원 (2004), “기업 R&D 투자에 대한 정부 직접 보조금의 효과”, 「국제경제연구」, 10(2): 157-181.
- 김건식 (2013), “한국 제조업에서 혁신활동과 재무적 성과 간의 인과경로: 혁신성과 및 운영성과의 매개효과를 중심으로”, 「기술혁신학회지」, 17(1): 146-173.
- 김진한·박진한·정기대 (2013), “중소기업의 기술협력에서 흡수역량의 역할”, 「기술혁신학회지」, 16(1): 101-129.
- 김태희·김인호·안성봉 (2009), “자료포락분석법을 활용한 국가연구개발사업의 효율성 분석 - 원자력연구개발사업을 중심으로”, 「기술혁신학회지」, 12(1): 70-87.
- 김태희 (2012), “국가연구개발사업을 통한 국제공동연구 성과 제고 방안에 대한 연구: 기초 및 원천분야를 중심으로”, 「기술혁신학회지」, 15(2): 400-420.
- 김철희·이상돈 (2007), “산학협력성과와 대학의 역량요인의 관계에 관한 연구”, 「기술혁신학회지」, 10(4): 629-653.
- 김홍규·강원진·박정희·여인국(2013), “DEA를 이용한 R&D 사업의 효율성 비교: 원천기술개발 사업을 중심으로”, 「산업경영시스템학회지」, 36(3): 126-132.
- 미래창조과학부 (2013a), 「2012년도 국가연구개발활동조사보고서」.
- 미래창조과학부 (2013b), 「국가 과학기술혁신역량 평가」.
- 미래창조과학부 (2013c), 「국가연구개발사업 표준성과지표(3차 개정): 성과목표·지표 설정 가이드라인」.
- 미래창조과학부 (2013d), 「국가연구개발사업 성과평가 개선 종합대책(안)」.
- 박성민 (2010), “R&D 프로젝트 효율성 상관분석 및 사업포지셔닝 조사를 위한 2단계 DEA/AR-I 성과평가모형”, 「대한경영학회지」, 23(6): 3285-3303.
- 박성민 (2014), “연속적 이항 로지스틱 회귀모형을 이용한 R&D 투입 및 성과 관계에 대한 실증분석”, 「대한산업공학학회지」, 40(3): 342-357.
- 박순애·권혜연 (2014), “공공연구기관의 조직특성과 국가연구개발사업 성과에 관한 탐색적 연구”, 세계행정학술대회.

- 박정희·문종범 (2010), “DEA를 이용한 지역산업기술개발사업의 효율성 분석”, 「산업경제연구」, 23(4): 2047-2068.
- 산업통상자원부 (2008), 「제5차 산업기술혁신계획」.
- 산업통상자원부 (2013a), 「2012년 산업기술 R&D 사업 성과조사·분석 보고서」.
- 산업통상자원부 (2013b), 「제6차 산업기술혁신계획」.
- 심우중·김은실 (2010), “우리나라 국가연구개발사업 정부연구비 투입 대비 성과의 다각적 분석”, 「기술혁신학회지」, 13(1): 1-27.
- 이철원 (1993), “공동연구수행특성 및 참여기업의 기술획득전략유형에 따른 연구성과분석”, 한국과학기술원 박사학위논문.
- 임의주·김창완·조근태 (2013), “대학 산학협력단의 기술사업화 인적구성과 산학협력 성과”, 「기술혁신연구」, 21(2): 115-136.
- 윤지용·윤성식 (2013), “정부의 기업 R&D 지원이 기업의 탐색적 활동에 미치는 영향의 실증 분석” 「기술혁신학회지」, 16(1): 279-302.
- 장금영 (2010), “연구개발투자의 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 정부의 산업기술개발 사업을 중심으로”, 「기술혁신연구」, 18(1): 75-98.
- 정도범·고윤미·김경남 (2012), “중소기업의 산학연 연구개발(R&D) 협력과 기업 성과 분석”, 「기술혁신연구」, 20(1): 115-140.
- 정병호·천강민·양재경 (2012), “국가연구개발사업의 학술적 성과의 시차효과에 관한 실증적 연구”, 「산업경영시스템학회지」, 35(1): 87-92.
- 정태원·정동섭·김정흠 (2014), “공동논문 현황을 통한 정부출연(연)의 협력네트워크 구조와 논문성과와의 관계 분석”, 「기술혁신학회지」, 17(1): 242-263.
- 조현정·전병훈 (2011), “대학의 특성에 따른 산학협력역량과 산학협력성과의 관계에 대한 연구”, 「한국실천공학교육학회논문지」, 3(1): 119-126.
- 최석준·김상신 (2007), “정부 연구개발 보조금의 기업자체 R&D 투자에 대한 효과 분석”, 「기술혁신학회지」, 10(2): 706-726.
- 최세로나·김미정·오철·이기영 (2013), “기상 및 교통조건이 고속도로 화물차 사고 심각도에 미치는 영향분석”, 「대한토목학회논문집」, 33(3): 1105-1113.
- 한국과학기술기획평가원 (2014), 「IMD 2013 세계 경쟁력 연감 분석: 과학 및 기술인프라 중심」.
- 한국산업기술진흥원 (2014), 「정부지원 산업기술 R&D의 공동연구 현황 및 내실화를 위한 개선방향」.
- 홍세희 (2005), 「이항 및 다항 로지스틱 회귀분석」, 교육과학사.

- 황정태·한재훈·강희중 (2010). “혁신을 위한 외부협력이 중소기업성장에 미치는 영향에 대한 다각적 분석”, 『기술혁신학회지』, 13(2): 332-364.
- Becker, W. and Jurgen, D. (2004), “R&D Cooperation and Innovation Activities of Firms - Evidence for the German Manufacturing Industry”, *Research Policy*, 33(2): 209-223.
- Belderbos, R., Martin, C. and Boris L. (2004), “Cooperative R&D and Firm Performance”, *Research policy*, 33(10): 1477-1492.
- Lin, B. W. and Chen, J. S. (2005), “Corporate Technology Portfolios and R&D Performance Measures: A Study of Technology Intensive Firms”, *R&D Management*, 35(2): 157-170
- Brandenburger, A. M. and Barry, J. N. (1997), *Co-Opetition: A Revolution Mindset That Combines Competition And Cooperation: The Game Theory Strategy That's Changing the Game of Business*, Random House Inc.
- Chesbrough, H. W. (2006), “The Era of Open Innovation,” *Managing innovation and change*, 127(3): 34-41.
- Esteves, L. A. and Meirelles, J. G. P. (2009), “Innovation and Cooperation Between Firms and Universities: Evidence from Brazil”, *Third Conference on Micro Evidence on Innovation and Development*.
- Granovetter, M. S. (1973), “The Strength of Weak Ties”, *American journal of sociology*, 78(6): 1360-1380.
- Håkanson, L. (1993), “Managing Cooperative Research and Development: Partner Selection and Contract Design”, *R&D Management*, 23(4): 273-285.
- Holger, E. (2001), “Patent Applications and Subsequent Changes of Performance: Evidence from Time-series Cross-section Analyses on the Firm Level”, *Research Policy*, 30:(1) 143-157.
- McLaughlin, J. A. and Gretchen, B. J. (1999), “Logic Models: A Tool for Telling Your Programs Performance Story”, *Evaluation and Program Planning*, 22(1): 65-72.
- Nieto, M. J. and Lluís, S. (2007), “The Importance of Diverse Collaborative Networks for the Novelty of Product Innovation”, *Technovation*, 27(6): 367-377.
- Rothwell, R. (1991), “External Networking and Innovation in Small and Medium-sized Manufacturing Firms in Europe”, *Technovation*, 11(2): 93-112.
- Ruegg, R. and Feller, I. (2003), *A Toolkit for Evaluating Public R & D Investment: Models, Methods, and Findings from ATP's First Decade*, US Department of Commerce,

- Technology Administration, National Institute of Standards and Technology.
- Schwartz, M., Francois, P., Michael, F. and Jutta, G. (2012), "What Drives Innovation Output from Subsidized R&D Cooperation?-Project Level Evidence from Germany", *Technovation*, 32(6): 358-369.
- Veugelers, R. and Bruno, C. (2005), "R&D Cooperation between Firms and Universities, Some Empirical Evidence from Belgian Manufacturing", *International Journal of Industrial Organization*, 23(5): 355-379.
- Zeng, S. X., Xie, X. M. and Tam, C. M. (2010), "Relationship between Cooperation Networks and Innovation Performance of SMEs", *Technovation*, 30(3): 181-194.

---

#### 배진희

한국산업기술진흥원 산업기술정책센터 선임연구원으로 재직중이며, 한양대학교 과학기술정책학과 박사과정 재학중이다. 관심분야는 산업기술정책, 지역정책, 국가연구개발사업 성과분석 등이다.

---

#### 오명준

서울대학교에서 공학 박사를 취득하고, 현재 한국산업기술진흥원 산업기술정책센터장으로 근무 중이다. 관심분야는 산업기술정책 기획, 민간 R&D 투자 활성화 등이다.

---

#### 김현

연세대학교에서 경영학 박사를 취득하고, 현재 백석대학교 경상학부에서 부교수로 근무 중이다. 주요 저서는 R&D 성과평가 핸드북(공저) 등이 있으며, 주요 연구 분야는 국가연구개발사업 성과분석, R&D 효율성 등이다.