Journal of Convergence for Information Technology
Vol. 9. No. 1, pp. 28-37, 2019
e-ISSN 2586-4440
DOI : https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2019.9.1.028

다학제적 연구개발이 기술사업화에 미치는 영향에 관한 연구

백승희[1], 이호규[2*]
[1]경희대학교 미래사회에너지정책연구원 박사, [2]경희대학교 행정학과 학술연구교수

Effects of Interdisciplinary R&D on Technology Commercialization

Seung-Hee Baek[1], Hokyu Lee[2*]
[1]Ph. D. Future Energy Policy Institute, KyungHee University
[2]Academic Research Professor, Department of Public Administration, KyungHee University

요 약 국가와 산업의 발전을 위해 다양한 분야가 결합하여 연구개발되고 있다. 이에 본 연구는 국가 연구개발에서 연구 참여인력의 다학제가 기술사업화에 미치는 영향에 대해 살펴보았다. 실증분석을 위해 기술 상용화를 연구목적으로 다양한 과학기술 분야가 종합적으로 연계되어 진행되는 정부출연연구기관에서 수행한 주요연구개발 사업을 살펴보았다. 연구자료는 2015-17년도 철도/대중교통/물류 분야의 주요연구개발 사업 자료를 이용하였으며, 149개 과제를 최종 분석대상으로 하였다. 분석결과 연구개발비, 참여인력 수, 참여기관 수, 연구개발 단계 및 연구의 융합 정도를 통제했을 때 참여인력 다학제가 기술사업화에 통계적으로 유의하게 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과를 기반으로 향후 연구 주제의 학문적 융합요소를 파악하여 연구 기획에 의미 있게 활용되길 기대한다.

주제어 : 연구 참여인력의 다학제, 기술사업화, 다학제적 연구, 연구성과, 국가연구개발사업

Abstract Various fields are being combined and developed for the development of the country and industry. The purpose of this study is to examine the effects of interdisciplinary research on the technology commercialization of researchers in the national R&D project. For the purpose of empirical analysis, major research and development have been reviewed. Major research and development projects conducted by government-funded research institution in which various technological fields are integrated in order to commercialize technology. The research data is based on the major R&D project data for railway/public transportation/logistics fields technology in 2015-17, and 149 project were selected for analysis. As a result, it was found that diversity of participants' experts had significant positive effect on technology commercialization when R&D expense, The number of research participants, The number of participating organizations, TRL before R&D were controlled. It is expected that the results of this study will be used meaningfully when the R&D program plan, analysing the academic convergence factor of research topic.

Key Words : Diversity of participants' expertise, Technology Commercialization, interdisciplinary research, Research Performance, National R&D Program

*This paper was supported by the research program (20171595) operated by the Future Energy Policy Institute at KyungHee University.
*Corresponding Author : Hokyu Lee(hokyulee@khu.ac.kr)
Received October 30, 2018 Revised November 19, 2018
Accepted January 20, 2019 Published January 28, 2019

1. 서론

새로운 기술과 다른 분야의 상승적 결합을 의미하는 융합기술은 차세대 기술혁명의 주요 화두 중 하나이다. 미국 등 선진국들은 신산업과 신성장 분야에 융합기술을 선점해 나가고 있다. 이들 국가들은 융합연구에 대한 국가차원의 전략적 추진을 진행 중이다.

미국은 혁신전략(New Strategy for Innovation)을 통해 4차 산업혁명과 관련된 9대 전략기획 분야를 중점 운영하고 있으며, 일본도 과학기술이노베이션 종합전략을 통해 데이터 기반의 융합기술을 개발[1]하고 있다.

우리나라도 「국가융합기술발전계획」을 수립(2008)하여 융합연구를 추진하기 위한 다양한 지원방안을 수립하였으며 「산업융합촉진법」(2010)과 「정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법」(2014)을 제정하여 융합연구가 활발히 추진될 수 있도록 다양한 지원제도를 마련하였다.

과학기술에서의 융합은 매우 다양한 형태로 이루어진다. 다른 성질의 기술 간의 화학적인 결합만을 협의적으로 인정하는 경우가 있고, 요소기술이 가지고 있는 속성이 사라질 경우만을 기술융합으로 보는 시각도 존재한다. 그러나 다수의 학자들은 서로 다른 2개 이상의 기술요소가 화학적으로 결합하여 개별 기술요소들의 특성이 제거되어 새로운 특성을 내포하는 기술과 제품이 재탄생되는 현상으로 정의하고 있다[2].

우리나라의 경우 「국가융합기술 발전 기본방침」(2007)에서는 융합기술을 IT, BT, NT 등의 첨단 신기술 간 상승적 결합을 통해 미래사회와 국가 공통의 목표를 달성하기 위한 과학기술적 한계를 넘어 경제와 사회의 변화를 선도하는 기술이라고 정의하였다.

이처럼 기술융합은 기술영역의 한계를 넘어 이종기술의 결합을 통해 새로운 부가가치를 창출하고, 신산업을 창출하는 효과가 있다는 점에서 주목받는다.

그러나 이러한 효과가 어느 정도인지, 신산업을 창출하는데 진정한 효과가 있는지에 대한 논의는 상대적으로 활발하게 진행되지 않는 경향이 있다.

연구개발을 통해 개발된 성과에 미치는 결정요인에 관한 연구는 상대적으로 많이 진행된 바 있으나, 기술의 융합의 효과에 대한 연구는 상대적으로 적은 상황이다. 기술개발은 산업 성장을 위한 필수요소로써 기술을 발전시키는 요인에 대한 연구는 국가적 관점에서 매우 중요하다. 따라서 본 연구는 이러한 점에 착안하여, 기술융합이 연구개발성과에 어느 정도 영향을 미치고 있는지 확인하고자 한다. 이를 위해 기술융합의 대용변수로써 참여 인력의 다학제 정도를 활용하였다.

연구개발성과를 측정하기 위한 변수로써 기술사업화 여부를 설정하였다. 기술사업화는 연구개발을 통해 개발된 기술의 가치를 설명하는데 상대적으로 이점이 있다.

실증분석을 위해 기술 상용화를 연구목적으로 정부출연연구기관에서 수행한 철도/대중교통/물류 분야의 주요연구개발 사업을 분석의 대상으로 살펴보았다. 철도/대중교통/물류 분야의 주요 연구개발 사업은 국가과학기술연구회에서 연구기관의 설립목적 및 업무특성 등을 고려하여 지원하는 사업으로 연구목표 달성을 위해 연구가 지속적이고 체계적으로 수행 및 관리됨에 따라 연구모델 및 방법론을 적용하여 분석하기에 적합한 사업이다. 또한 교통 분야의 기술·정책 연구개발과 연구성과의 실용화를 통해 국가 및 산업계의 발전을 위해 연구기관에서 수행하는 기관 주요사업으로 분야의 특성상 다양한 과학기술 분야가 종합적으로 연계되어 진행되어야 하는 사업이다. 이에 따라 다학제적 연구가 활발히 진행되고 있으며, 참여 인력의 전문분야 역시 다양하게 구성되어 있어 적합한 표본으로 판단하였다.

이를 통해 사업화 성과를 적극적으로 높이고, 성장발전에 도움을 줄 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 다학제 연구와 기술사업화의 관계

기술사업화는 기술혁신의 전주기에서 개발된 기술이전, 기술거래, 기술확산 및 적용을 통해 부가가치를 창출하는 활동 및 그 과정으로 정의된다[3,4]. 우리나라는 기술사업화를 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」을 제정하여 기술을 이용하여 제품의 개발·생산 및 판매를 하거나 그 과정의 관련 기술을 향상시키는 것으로 정의하였다.

새로운 기술의 도입, 확산 등은 경제성장을 위한 기반을 제공하며[5], 산업경제 체제하의 기술발전은 노동이나 자본보다 강한 경제성장 원동력[6]으로 인식됨에 따라 전 세계적으로 혁신적인 기술을 개발하기 위해 다양한 전략을 추진하고 있다[7].

기술사업화에 관한 연구는 기술사업화의 주체, 시스템 등 다양한 측면에서 진행되어왔다. 일반적으로는 연구비 규모, 연구자 수와 같은 연구개발 투입 요인들은 기술이전 등 연구성과에 영향을 미친다고 주장하였다[8,9]. Kathleen(2012)은 환경적 요소에 대한 중요성으로

네트워크, 과학환경(science park), 인큐베이터, 지리적 위치 등이 기술이전·사업화에 중요하다고 하였다[10]. 반면 Dutta(1999)는 기술이전·사업화를 가능하게 하는 혁신적인 결과물의 창출이 필요하며, 기술이전·사업화의 과정으로 연구개발과 마케팅 역량의 상호작용이 중요하다고 하였다[11]. 한편 Chen(2009)은 자원 중요성의 관점에서 유/무형자원 등의 조직 내 자원을 개발시키면 기술이전·사업화 역량이 강화된다는 연구결과를 제시하였다[12].

그러나 조직 내의 자원이 부족한 현실을 고려하여 Hagedoorn et al.,(2000)은 여러 기관의 컨소시엄 구성을 통해 기술을 개발하는 것이 기술사업화 성과가 높아진다는 결과를 제시함으로써 연구개발에 있어 조직적 구성이 중요함을 시사하였다[13]. 조직의 인적자원은 구성원의 지식 공유과정을 거쳐 지식의 흡수역량이 혁신역량으로 변화되는 개방형 혁신의 과정으로 김석관 외(2008)는 다수의 전문가 참여 또는 합작벤처 설립이 집단지성을 활용하여 기술에 대한 지속적 개선을 추구하는 방식은 내향형 개방이라고 정의하였다[14]. 지식은 기존에 사용되던 노동, 자본, 원재료(material) 등의 전통적인 생산요소를 재결합하고 효율적일 수 있는 새로운 방식을 적용함으로써 가치를 높이고 생산성을 제고시킨다[15]. 따라서 다양한 지식이 확보되고 결합하여 새로운 것을 창조하기 위해서는 연구 인력의 다양한 전문성이 중요하다.

우리나라 정부는 기업의 혁신 활동을 촉진하기 위해 다양한 기술사업화정책을 수립하고 발전시켰다[16]. Table 1에는 우리나라의 연구개발 성과의 기술이전 및 사업화 촉진을 위한 제도적 틀을 정리하였다. 제도적 틀로는 「과학기술기본법」을 비롯해 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」, 「국가연구개발사업 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」, 「산업기술 혁신촉진법」 등이 있다[17]. 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」 제5조에서는 기술이전·사업화에 관한 정책목표와 그 목표 달성을 위한 촉진계획 수립이 명시되어 있다. 이에 정부는 2001년부터 2017년까지 다섯 차례에 걸쳐 기술이전 및 사업화 촉진계획을 제시하고 추진해왔다[18].

우리나라 과학기술정책은 1990년대 후반에 '기술확산' 중심의 정책으로 '기술개발' 정책에서 변화하였으며 「(구)기술이전촉진법」이 2000년에 제정·시행되면서 기술사업화 촉진을 위한 정부 지원이 본격화되었다[19].

제1차 기술이전·사업화 촉진계획(2001~2005)은 연구개발을 통해 개발된 기술을 사업체로 이전하고 사업화하기 위한 선순환 구조를 구축하기 위한 촉진과정으로, 이를 위해 분산 시행되던 관련 시책들의 종합적인 연계가 추진되었다[20]. 이에 기술이전촉진법이 제정(2000.1)되고 NTB(국가기술사업화 종합정보망)가 구축되었다. 이어 제2차 촉진계획(2006~2008)은 기술을 기반으로 혁신경영을 하고자 하는 기업의 성장기반을 마련하기 위해 기술평가시스템을 구축하고 기술금융을 확대하였으며 제3차 촉진계획(2009~2011)에서는 글로벌 시장진출을 목표로 기술기반 글로벌 기업을 육성하기 위해 사업화 초기장벽(Death Valley) 극복을 위한 지원강화를 제시하였다. 이를 통해 제4차 촉진계획(2012~2014)에서는 기술과 시장의 연계 활동을 강화하고 기술사업화 수행주체의 역량을 제고하고자 TLO 조직의 전문성 등을 강화하였다. 가장 최근 시행된 제5차 촉진계획(2015~2017)에서는 기술의 상용화를 높이기 위해 기술홍보 및 맞춤형 기술거래를 지원함으로써 기술거래시장의 자생력을 확보하고 사업화를 활성화하고자 하는 전략들을 추진해왔다.

Table 1. Policy Direction and Strategy to promote the Technology Transfer and Commercialization

Classification	Policy Direction and Implementation Strategy		Expected Performance
1st ('01~'05)	Vision	Creating and activating technology trading market	• Enactment of Technology Transfer Promotion Act("00.1) • Established Science and Technology Exchange Center • Established National Tech Bank
	Strat-egy	① Supporting the activation of the technology trading market ② Building Foundation for Technology Transfer and Commercialization	
2nd ('06~'08)	Vision	Promotion Strategy of Technology Transfer and Commercializationi Base	• Technology Transfer Promotion Act("06.12) • Established R&BD Project • Technical evaluation & Technology Finance
	Strat-egy	① Promoting Technology and Commercialization ② Expansion of Technology Evaluation System/Technology finance ③ International	

Classification	Policy Direction and Implementation Strategy		Expected Performance
		Cooperation	
3rd ('09~'11)	Vision	Fostering global technology-based companies	• Creating New Growth Power Fund and Creation Capital • Development of Trusts System
	Strat-egy	① Identification and management of technical support ② Commercialization support system ③ Five Basic Steps to Technology Finance ④ Supporting global market entry	
4th ('12~'14)	Vision	Creating a virtuous circle ecosystem of technology and market	• Strengthening the Expertise of the TLO organization • Expansion of SME support through Technology Finance
	Strat-egy	① Strengthen linkage between technology and market ② Raising the competence of the technology executing business ③ Facilitate iCovergence and open innovation ④ Enhance infrastructure for market mechanism operations	
5th ('15~'17)	Vision	Creating a Creative Economy & Technology transfe and commercialization ecosystem	• Securing the Resilience of the Technology Trading Market • Activation of Market-oriented Technology Commercialization
	Strat-egy	① Facilitating the operation of the technology trading market ② Promoting public Technology marketing skills ③Supply customized technology ④ Establish growth conditions for early commercialization companies	

정부가 기술거래 촉진을 위한 정책을 수립하고 정책이 활성화된 이후 기술이전 건수는 비약적으로 증대하였다[21]. 정부지원제도는 기업의 내부 R&D 투자를 확대하는 등 다양한 정부지원제도를 통해 지속가능한 발전과 성장이 기대된다[22]. 해외 주요선진국 역시도 다양한 정책을 수립하여 산업발전을 위해 기술 간 융·복합화 연구를 추진하고 있다. 다학제 연구를 위한 효율적 협력을 위해 기술사업화의 방식도 글로벌 개방형으로 진화하고 있다[23]. 다학제 연구는 특정 문제의 해결을 위해 서로 다른 두 분야가 협력하되 각각의 분야에 해당하는 연구주제의 문제 해결방안을 단순히 합하는 방식의 연구를 의미한다[24-26]. 다학제적 융합연구는 새로운 영역과 지식을 창출하기 위한 가장 효율적 방법으로 이를 통해 획득한 창의적 과학지식은 기술혁신의 모태가 되어 국가 경제발전을 이끌고 국가 경쟁력의 기초를 제공할 것이다[27]. 새로운 지식을 창출하는 연구개발 방식으로서 다학제 연구는 연구자의 전문지식으로부터 창출된다.

따라서 본 연구에서는 다양한 분야의 전문지식을 가진 인적자원의 보유가 융합연구 및 기술사업화의 성공요인일 것이라고 예상한다.

3. 실증분석

본 장에서는 연구가설에 따라 국가 연구개발에서 연구 참여 인력의 다학제가 기술사업화에 미치는 영향에 대해 실증분석한다. 표본을 구축하기 위하여 한국철도기술연구원에서 지원한 연구의 연구계획서 정보를 추출하였다. 아래에서는 분석모형 구축, 자료 및 표본설계, 변수정의 및 실증분석 결과를 제시하였다.

3.1 분석모형 및 가설

위에서 언급한 이론적 논의들을 토대로 본 절에서는 국가연구개발 기술사업화에 대한 참여인력다학제의 효과 분석을 위한 모형을 설계하였다. 최근 4차 산업혁명으로 인해 자동화, 지능화가 요구되면서 정보통신기술과 같은 범용기술[28]이 다른 기술과 융합되어 개발되고 있다. 이에 분야 간의 융합연구가 중요해지고 있으며 과학의 발전과 사회의 복잡화가 가속될수록 새로운 돌파형 기술(breakthrough technology)로서 학제 간 융합연구의 중요성이 점차 증대되고 있다. 따라서 이에 대해 구체적으로 검증하고자 하는 가설은 다음과 같다.

- 가설: 참여 인력의 다학제 정도는 기술사업화 정도를 증가시킬 것이다.

지식 활용 측면에서 참여인력의 다양한 전문분야는 기술사업화에 정(+)의 영향을 미칠 것이라는 가설을 설정하였다. 본 연구에서 국가연구개발 기술사업화란 기술실시계약여부을 말한다. 따라서 이러한 가설을 실증분석을 통해 검증하고자 한다.

3.2 자료 및 표본

본 연구의 분석단위는 연구개발 과제이다. 즉, 참여인력의 다양한 전문분야가 기술사업화여부(Y)에 얼마나 영향을 주는가가 핵심가설이다. 가설을 검증하기 위해 2015년부터 2017년까지의 철도/대중교통/물류 분야의 주요연구개발 사업의 과제를 대상으로 분석하였다. 자료를 구축하기 위해 철도연구원의 주요 연구사업으로 진행된 연구개발계획서에서 연구투입 요인을 표본 추출하였다. 본 연구주제인 '다학제 정도'에 적합한 자료구조를 구축하기 위하여 연구개발계획서에 적혀있는 정보를 과학기술표준분류체계와 매칭하는 작업을 수행하여 표본을 도출하였다. 따라서, 2015년부터 2017년 까지 연구과제를 수행한 183개 과제 중 중복과제 34개를 제외한 149과제를 최종분석 대상과제로 선정하였다.

3.2.1 종속변수

본 연구의 종속변수는 기술사업화여부(Y)로 본 연구에서는 기술을 시장에 적용하기 위해 체결하는 기술실시계약 여부로 정의하였다. 기술사업화의 개념은 좁게는 기술이전으로부터 일반적으로는 기술을 이용하여 제품을 개발·생산 또는 판매하거나 그 과정의 관련 기술을 향상시키는 것으로 정의된다[22].

기술사업화는 개발된 기술의 특성에 따라 다르게 측정될 수 있는데 김경환 외(2006)는 기술이전 사업화에 의해 발생되는 매출을 기술상용화의 성과로 측정하였다[29]. 김한주(2007)도 연구의 경제적 성과로 기술이전과 사업화를 통해 발생되는 매출(이익), 기술판매 수입을 경제적 성과로 보고 이것을 측정하여 연구의 분석에 사용하였다[30].

그러나 본 연구에서는 분석 대상으로 하는 철도기술이 공공기술로써 안전을 중시하는 기술임에 따라 3년 이상의 테스트베드를 거쳐 시장에 적용되는 점과 기술의 실시간 거래로 인해 정확한 사업화 현황을 파학하기 어려운 현실을 고려하여 기술실시계약이 발생한 과제들을 기술사업화가 발생한 과제로 정의하였다. 이에 기술사업화여부(Y)를 범주형 변수인 0 또는 1로 측정하여, 기술실시계약이 안된 경우는 0으로, 기술실시계약이 된 경우는 1로 코딩하였다.

3.2.2 독립변수

본 연구의 독립변수는 참여인력의 다학제(X)이다. '다학제(Interdisciplinary)'는 '다학문적(multidisciplinary)'과 구별된다. 다학문적 연구와 다학제적 연구는 문제해결을 위해 기술이 융합된다는 점에서는 공통점을 가지나, 문제해결을 통해 새로운 기술이 탄생한다는 점에서 차별성을 가진다. 다학문적 연구에서는 각각의 연구자는 자신의 학문영역의 전통과 이론을 유지하면서 다른 영역의 연구자들과 문제를 해결하는데 집중한다. 그러나 다학제적 연구는 개념과 이론을 포함하여 정보와 데이터를 결합해 연구하는 방법을 의미한다[31].

다학제적 연구에서는 신기술 개발 등을 위해 기술 간의 장점을 결합하는 연구방식으로 참여인력의 전문분야가 다양할 경우 지식교류, 협동을 통해 이루어질 수 있다. 즉, 다학제적 연구의 속성은 참여연구자가 얼마나 협력할 자세를 갖추고 있는지의 협력의 준비상태(collaboration readiness)가 주요 속성이다[32].

이에 본 연구에서는 참여인력의 다학제 정도를 측정하기 위해 참여연구진의 전분야를 사용하였다(오헌석·배형준·김도연, 2012). 연구자는 연구수행에 있어 전문분야에 따른 전문지식을 활용하여 연구를 추진하므로 전문분야가 상이한 연구자 간의 공동연구는 학제 간 교류로 이어진다. 참여인력의 다학제 정도에 대한 측정은 김홍영·정선양(2015)이 융합연구 분류방법으로 제시한 국가과학기술표준분류체계를 사용하였다[33]. 이를 위해 Marts(2002)와 Thompson(2007)의 연구를 참고하여 연구주제의 키워드를 과학기술표준분류체계의 대분류와 매칭하여 대분류와 일치되는 수만큼 다양성의 정도로 설정하였다[34,35].

국가과학기술표준분류체계는 과학기술 정보의 관리 및 유통을 효율화하고 과학기술 인력과 연구개발사업의 효과적인 기획 및 관리를 위한 국가 표준 분류틀로 33개의 대분류와 이에 따른 하위 중분류, 소분류로 구성되어 있다. 본 연구에서는 연구개발계획서에 제시된 연구자의 전문분야가 대분류 단위로 작성됨에 따라 연구 참여

인력의 전공을 국가과학기술분류체계의 대분류에 매칭하여 다학제 정도를 측정하였다.

3.2.3 통제변수

본 연구의 통제변수는 기술사업화에 영향을 미친다고 알려져 있으며, 선행연구에서 활용된 변수들 중 연구과제의 특성을 반영하는 변수들을 사용하였다. 본 연구에서의 통제변수는 연구개발비, 참여인력 수, 참여기관 수, 중소기업지원사업 참여여부, 연구개발 단계, 연구의 융합 정도, 연도를 사용하였다.

우선적으로 연구개발비는 연구에 투입된 예산을 의미한다. 이현동 외(2008)는 연구개발사업의 결정요인을 분석하면서 연구과제의 연구개발비를 주요변수로 설정하였으며 총 연구비를 변수의 데이터로 활용하였다[36].

또한 참여인력 수는 연구개발에 참여한 전담인력 수를 의미한다. 박지원(2014)은 기업의 R&D 인력 규모를 기술사업화 성공 요인으로 선정하여 연구에 투입되는 참여 인력의 수가 기술사업화에 미치는 영향을 살펴보았다[37]. 참여기관 수는 과제의 참여기관 수를 의미한다. 참여기관 수는 연구목표에 따라 연구를 수행하기 위한 전문성이 필요하므로 참여기관 수가 많을수록 연구목표를 달성하기 위한 전문지식이 많을 것으로 판단된다. 따라서 상대적으로 참여기관 수가 적은 것보다 많은 것이 기술사업화에 더 용이할 것으로 예측하였다.

중소기업지원사업여부는 연구참여자가 중소기업이며 개발된 기술의 사업화를 연구성과로 하는 연구과제를 의미한다. 중소기업지원사업은 실용화 목적의 연구를 대표하는 변수로서 다른 사업들에 비해 기술사업화 가능성이 높다.

본 연구에서는 연구개발이 진행되기 전에 보유하고 있는 기술수준을 대용할 수 있는 변수로 기술개발 단계(TRL)를 채택하였다. 우리나라 국가연구개발사업에서는 기술의 완성도를 기초연구부터 실용화까지 9단계로 나누어 파악할 수 있도록 한다[38]. 즉, 연구개발단계가 높을수록 실용화 단계에 가까운 것으로 기획된다. 따라서 연구개발단계 변수는 연구과제의 특성 중 하나로 기술사업화에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되어 포함시켰다.

연도 변수는 연구개발사업 과제의 수행연도를 의미한다. 본 연구에서는 2013년부터 2015년도의 연구개발과제를 살펴보았는데 수행연도가 과거일수록 기술사업화를 위한 활동 기간이 길어지므로 사업화 활동 기간의 상이한 점을 고려하여 연도를 통제하였다.

Table 2에는 각 변수에 대한 기술적 통계 결과를 설명하였다.

Table 2. Descriptive statistics

Variable	N	Mean	S.D.	Min	Max
Technology Commercialization(Y)	149	0.34	0.48	0.00	1.00
Diversity of participants' expertise	149	1.35	0.60	1.00	4.00
R&D expense	149	20.21	1.72	16.62	24.73
The number of research participants	149	8.20	7.00	1.00	38.00
The number of participating organizations	149	1.36	1.50	0.00	10.00
SME support projects	149	0.46	0.50	0.00	1.00
TRL before R&D	149	1.59	0.64	1.00	3.00
Degree of research convergence	149	1.40	0.60	1.00	3.00
Year	149	2015.9	0.87	2015	2017

4. 실증분석 결과

본 절에서는 국가연구개발사업에서 참여인력의 다학제 정도가 기술사업화에 미치는 영향에 관한 가설을 검증하고, 그 효과의 크기를 분석하였다. 본 연구에서는 로짓 모형과 프로빗 모형을 분석하였으며, 프로빗 모형을 기준으로 설명하였다. 로짓 모형과 프로빗 모형의 분석결과는 Table 3에 제시되었다. 또한 본 연구에서는 한계효과(marginal effect) 값(dx/dy)을 제시하여 독립변수의 변화에 대한 종속변수의 평균값의 변화량을 산출하였으며[39] 이에 관한 결과는 Table 4에 제시하였다.

연구결과 참여 인력의 다학제 정도의 증가는 년도, 연구개발비, 참여인력 수, 참여기관 수, 중소기업지원사업 여부, 연구개발 단계, 연구의 융합정도를 통제하였음에도 불구하고 기술사업화가 성공할 확률을 높이는데 긍정적인 영향을 주는 것(β=0.38, p-value=0.055)으로 나타났다. 또한 그 영향은 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 본 연구가 제시한 가설(H)을 채택하는 결과이며, 다학제정도가 커질수록 기술사업화가 증가한다는 것을 실증적으로 뒷받침하는 결과이다. 이는 기술사업화를 달성하는 데에는 참여 인력이 가진 다양한 분야의 지식확보가 영향을 줄 수 있다는 것을 의미하며, 참여인력의 학문분야가 다양할수록 상대적으로 사업화 가능성이 높아질 수 있음을 의미한다.

본 연구의 통제변수로 설정한 연구개발비(β=0.35, p-value=0.004)와 중소기업지원사업여부(β=1.16, p-value=0.001)는 기술사업화에 통계적으로 유의미하게 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 개발된 기술의 사업화를 위해서는 마케팅을 위한 시제품 제작 및 성능에 대한 신뢰성 평가 등 다양한 비용이 든다. 특히 본 연구에서 살펴본 과제는 개발된 기술의 상용화를 위해 시범 운영, 안전성 테스트 등을 반드시 거쳐야 하는 사업으로 안전성에 대한 인증을 통과해야만 기술거래가 성립할 수 있다. 이에 연구개발비의 규모가 클수록 기술사업화를 위한 다양한 인증 및 사업촉진 활동을 함으로써 사업화에 유의미한 영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 중소기업지원사업은 중소기업의 기술개발을 지원함으로써 기업의 영리활동을 증진시키기 위한 목적으로 추진되는 사업이다. 중소기업지원사업의 연구성과는 기술의 적용 또는 사업화이므로 연구성과를 도출하기 위해서는 기술사업화가 반드시 이루어져야 한다. 이러한 결과들은 다른 조건이 일정할 때, 중소기업지원사업인 과제가 기술사업화 가능성이 높아짐을 의미한다.

연구결과 참여인력 수의 증가와 참여기관 수의 증가가 기술사업화에 미치는 영향은 통계적으로 유의미한 결과를 보여주지 못하였다. 이는 기술사업화 단계에서는 참여인력의 수보다는 사업화를 진행하기 위해 필요한 핵심인력이 중요함을 의미하는 것으로 사업화를 진행하기 위해 필요한 분야의 전문인력이 더욱 중요함을 살펴볼 수 있었다.

기술개발 단계가 기술사업화에 미치는 영향은 유의미한 것으로 나타났다. 이는 기술개발 단계가 증가할수록 기술사업화가 성공할 확률은 증가하였음을 증빙하는 것이다(β=0.23 p-value=0.223). 본 연구의 분석에 사용된 분석대상은 기술개발 중심의 연구과제로 연구를 시작하기 전에 연구진이 보유하고 있는 기술에 관한 연구개발 단계를 TRL로 측정하였다. 이에 연구진이 기술개발을 위해 보유한 기술수준의 단계가 높을수록 기술사업화에도 유의미한 영향을 미치는 것을 살펴볼 수 있었다.

년도는 기술사업화에 통계적으로 유의미한 결과가 나타나지 않았다(β=0.022, p-value=0.877). 본 연구에서는 2015년부터 2017년까지 3년간의 과제를 분석대상으로 하였으므로 연도별 차이를 살펴보기에는 데이터 상의 한계가 존재한다.

Table 3. Estimate Results of Technology transfer and Commercialization

Technology Commercialization(Y)	Logit		Probit	
Independent Variable	Coef.	Std Err.	Coef.	Std Err.
Constant	-93.77	467.67	-52.20	284.03
Diversity of participants' expertise	0.63*	0.33	0.38*	0.20
R&D expense	0.57**	0.21	0.35**	0.12
The number of research participants	-0.05	0.05	-0.03	0.03
The number of participating organizations	0.05	0.16	0.03	0.10
SME support projects	1.89**	0.61	1.16**	0.36
TRL before R&D	0.40	0.32	0.23	0.19
Degree of research convergence	-0.43	0.39	-0.28	0.23
Year	0.04	0.23	0.022	0.14
Likelihood	19.84		20.11	
Pseudo	0.11		0.11	

Table 4. Marginal Effect of Technology transfer and Commercialization

Technology Commercialization(Y)	Logit		Probit	
Independent Variable	dy/dx	sig.	dy/dx	sig.
Diversity of participants' expertise	0.14	0.058*	0.14	0.055*
R&D expense	0.13	0.006**	0.12	0.004**
The number of research participants	-0.01	0.323	-0.01	0.319
The number of participating organizations	0.01	0.739	0.01	0.777
SME support projects	0.41	0.002**	0.42	0.001**
TRL before R&D	0.05	0.213	0.04	0.223
Degree of research convergence	-0.11	0.260	-0.11	0.226
Year	0.01	0.864	0.01	0.877

sig.: *10%, ** 5%

5. 결론

본 연구는 국가연구개발사업에 참여한 참여인력의 다학제에 초점을 맞추어 참여인력 다학제 정도가 성과물로 도출된 공공기술의 사업화에 미치는 영향을 검증한 최초의 연구라는 점에서 의의가 있다. 분석자료는 국가연구개발사업인 철도/대중교통/물류 분야의 연구개발계획서를 활용하여 구축되었다.

인공지능, 빅데이터, 사물인터넷과 같은 다양한 기술들이 산업에서 적용되고 있다[40]. 과학기술이 발전하고

사회의 복잡화가 가속화될수록 이를 해결할 수 있는 돌파형 기술(breakthrough technology)의 필요성이 증가하고 있다. 이로 인해 분야 간의 지식을 결합한 융합연구의 중요성이 강조됨에 따라 본 연구에서는 연구개발 참여인력의 다학제 정도를 파악하여 개발된 기술의 사업화에 영향을 미치는지를 분석하였다. 학제 간 융합연구에 대한 개념적 속성은 서로 다른 학문 배경과 전문지식을 가진 둘 이상의 연구자들이 협업하여 공동의 연구목표를 추진하는 연구패러다임이라 할 수 있다[41]. 이에 학제 간 융합연구를 의미하는 참여인력의 다학제를 연구 참여인력 전문분야로 설정하여 국가과학기술표준분류체계의 대분류에 매칭함으로써 다학제 정도를 측정하였다. 또한 종속변수에 해당하는 기술사업화 여부는 시험/인증과 같은 안전성 검증이 오랫동안 지속되어야 하는 공공기술의 특성을 고려하여 기술실시계약 여부로 측정하였다.

실증분석 결과 참여인력의 다학제 정도가 증가할수록 기술사업화가 증가하는 것으로 나타났다. 참여인력의 다학제 정도는 기술사업화 달성을 위해 요구되는 다양한 지식들이 참여연구진에 보유됨으로써 사업화 추진과 문제해결 등이 더욱 용이하게 되어 유의미한 결과가 나타남을 추측할 수 있다. 기술의 접목을 통해 고부가가치 산업으로 이끌기 위해서는 IT(정보통신), BT(바이오), ET(환경), NT(나노) 등 첨단기술과의 융합 및 접목이 필요하다[42]. 이에 참여인력의 다학제 정도는 기술사업화에 유의미한 영향을 주는 주요한 요인이다.

연구개발비 역시 비용이 증가할수록 기술사업화가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 중소기업지원사업인 경우 기술사업화가 증가하는 것으로 나타났다. 반면, 참여인력 수와 참여기관 수는 유의미하지 않은 것으로 나타났는데 이는 사업화 단계의 기술은 인력의 양보다 질이 중요함을 추측할 수 있다.

본 연구는 자료와 시간의 한계로 인해 다음과 같은 한계점과 시사점을 가진다.

첫째, 본 연구에서는 국가연구개발사업의 대표적인 사례로 철도분야를 살펴보았다. 철도분야는 연구의 특성상 건설/교통과 정보/통신 분야에 집중되어 있다. 따라서 연구의 일반화를 위해서는 보다 다양한 분야의 데이터를 통해 연구를 진행할 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 2015년에서 2017년까지 3년간의 기술사업화 성과를 살펴보았다. 철도기술은 공공기술임과 동시에 안전이 중요시되는 분야로 일정기간의 안전성과 성능 검증을 거쳐 기술이전 및 사업화가 이루어진다. 따라서 지속적인 연구성과를 살펴보기 위해서는 패널 및 시계열 효과를 살펴볼 필요가 있다고 판단되며, 추후 좀 더 넓은 시점의 연구 자료를 확보하여 분석할 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서는 각각의 융합의 형태에 대해 살펴보지 못한 한계가 있다. 정책적인 시사점 제공을 위해서는 각각의 융합 형태에 따른 효과를 분석할 필요가 있다고 판단되나, 자료의 한계로 인해 구성하지 못하였다.

따라서 향후 연구에서는 다양한 연구개발 정책에 대해 검증해 볼 수 있는 연구를 진행함으로써 이에 대한 유효성을 살펴볼 필요가 있다.

본 연구는 첨단기술의 도입이 점차적으로 중요해지는 산업환경에서 개발된 기술의 사업화를 위한 효율적인 방안을 제시하였다. 본 연구의 결과를 바탕으로 향후 연구개발사업 참여 인력의 전문분야를 통해 다학제 정도를 측정함으로써 기술사업화 가능성을 기준으로 제시할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 국가연구개발 사업의 기획에 있어 연구주제에 적합한 전문인력을 고려함으로써 연구의 성과향상에 기여할 수 있을 것이다.. 마지막으로 다학제 인력이라는 기술사업화를 높이기 위한 주요 요인을 발굴함으로써 산업발전을 위한 효율적 기술개발 환경조건을 제시하였다.

REFERENCES

[1] S. H. Kim. (2017). *S&T Focus*, 5, Stepi Publishing.

[2] H. K. Joo & S. K. Lee. (2012), An Approach for Understanding Convergence Technology and Implications for e-Business Research. *The e-Business Studies, 13(3)*, 525-550.

[3] A. Arora, A. Fosfuri & A. Gambardella. (2001). Market for technology and their implications for corporate strategy. *Industrial and Corporate Change, 10(2),* 419-451.

[4] J. B. Park. (2008). *The Actual conditiona and Development of Korean Technology Commercilization: Focus on Public Technology*, Kiet Issu Paper.

[5] M. P. Feldman, M. Halbinger, T. Reichstein, F. Valentin & J. W. Yoon. (2018). Technological achievements in entrepreneurial firms - legacy, value chain experience, and division of innovation labour. *Industry and Innovation, Published Online: 03 Jul 2018.*

[6] S. Robert. (1956), A Contribution to the Theory of

Economic Growth. *The Qurterly Journal of Economics, 7(1),* 65-94.

[7] S. J. Son. (2015). *Technology Commercialization: Inception of Gap & Bridge design*, STEPI Insight.

[8] T. R. Anderson, T. Daim & F. F. Lavoie. (2007). Measuring the efficiency of university technology transfer. *Technovation, 27(5),* 306-318.

[9] D. S. Siegel, D. Waldman & A. Link. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy, 32(1),* 27-48.

[10] K. R. Allen. (2012). Technology Commercialization: Have we learned anything?. *The Journal of Engineering Entrepreneurship, 3(1)*, 1-22.

[11] S. Dutta, O. Narasimhan & S. Rajiv. (1999). Success in High-Technology Markets: Is Marketing Capability Critical?. *Marketing Science, 18(4),* 547-568.

[12] C. Chen. (2009). Technology Commercialization, Incubator and Venture Capital and New Venture Performance. *Journal of Business Research, 62(1),* 93-103.

[13] L. Hagedoorn, A. Link & N. Vonortas. (2000). Research Partnerships, *Research Policy, 29,* 567-586.

[14] S. K. Kim, B. Y. Jang, Y. J. Lee, J. K. Song, D. H. Ahn, K. H. Lee & J. S. Choi. (2008). *Open Innivation: Theory, Practices, and Policy Implication,* STEPI Publishing.

[15] S. H. Kang, B. H. Lee, B. Y. Jeom, S. H. Jung, K. S. Choi & K. S. Choi. (2000). *Knowledge Economy and Human Resource Demand Forecast,* KLI Research Policy, 13

[16] J. W. Yoon. (2006). Complementarity between the Technology Acquisition and In-house R&D: Evidence from the Korean Manufacturing Sectors. *Journal of Korea Technology Innovation Society, 9(2)*, 236-259.

[17] W. Park & H. W. Park. (2014). A Study on Business Ecosystem Model for Technology Commercialization: Focusd on Its Application to Public R&D Commercialization. *Journal of Korea Technology Innovation Society, 17(4),* 786-819.

[18] K. W. Lee. (2013). *A Study on Improving Strategies for the Technology Transfer and Commercialization of National R&D in Korea*, KISTEP Publishing.

[19] J. B. Park. (2008). *The Actual conditiona and Development of Korean Technology Commercilization: Focus on Public Technology*, Kiet Issu Paper.

[20]H. M. Yang. (2011). *C*urrent Status and Future Direction of Technology Transfer Promotion Policy. *Science & Technology Policy, 184,* 3-14.

[21] S. T. Kim & W. S. Hong. (2013). A Comparative Study on Institutions for Technolog Transfer of Korea and the U.S. : Exploring Cases of KAIST and the University of California. *Journal of Korea Technology Innovation Society, 16(2)*, 444-475.

[22] E. Y. Choi. (2015). The Effect of Government Support, Internal R&D and R&D Cooperation on Technological Innovation. *Journal of Industrial Economics and Business, 28(4),* 1473-1492.

[23] H. M. Yang. (2011). Current Status and Futue Direction of Technology Trnasfer Promotion Policy, *Science and Technology Policy, 21(3),* 3-14.

[24] H. S. Oh, H. J. Bae & D. Y. Kim. (2012). Interdisciplinary Researchers: How Did Tehy Cross the Boundaries and Do Interdisciplinary Research?. *Asian Journal of Education, 13(4),* 297-335.

[25] W. T. Mallon & S. Burton. (2005). The functions of centers and institutes in academic biomedical research. *Analysis in brief, 5(1),* 1-2.

[26] C. Slatin, M. Galizzi, K. D. Meelillo & B. Mawn. (2004). Conducting interdisciplinary research to promote healthy and safe employment in health care: promises and pitfalls. *Public healthy and reports, 119(1),* 60-72.

[27] S. J. Lee, E. H. Hwang, K. E. Nam & C. W. Choi. (2009). A study on the cultivation of interdisciplinary scientists by reformation of the traditional university undergraduate course. *Korea Technology Innovation Society Academy Conference, 2009.5,* (pp. 265-277).

[28] K. Y. Choi, H. K. Lee, K. H. Kim, M. S. Kim, W. J. Jung, S. Y. Yang & K. H. Lee. (2018). *A Study on Improving the Information Technology R&D to Promote for First Mover Research and Resulting Diffusion*, IITP Publishing.

[29] K. H. Kim, J. D. Lee, K. I. Jung & C. J. Lee. (2006). An Analysis if Effective Factors for Defense Technology Transfer. *Journal of the Military Operations Research Society of Korea, 32(1),* 1-12.

[30] H. J. Kim. (2007). *A Study on the Relationship between Internationalization Levels and R&D Performance in Korean Industries.* Sunkyunkwan University doctorial thesis.

[31] H. S. Kim at al. (2013). *Development of Moodels for interdisciplinary Research amon science, humanism, and atrt.* KAST Research Report, 89.

[32] Olson G, Teasley S, Bietz M, and Cogbum D. (2002).

Collaboratories to support distributed science: the example of international HIV/AIDS research, Paper read at 2002 annual research conference of the South African institute of computer scientists and information technologists on enalement through technology, Pretoria

[33] H. Y. Kim & S. Y. Jung. (2015). An Anlysis on the Research Network Structure of Convergence Technologies in Government sponsored Research Institutues. *Journal of Korea Technology Innovation Society, 18(4),* 693-718.

[34] S. A. Marts. (2002). Interdisciplinary Research is Key to Understanding Sex differences: Report form the Society for Women's Health Research Meeting on Understanding the Biology of Sex Differences. *Journal of Women'sHealth and Gender-Based Medicine, 11(6),* 502.

[35] J. Thompson. (2007). Interdisciplinary Research Team Dynamics: *A systems approach to understanding communication and collaboration in complex teams,* Saarbrücken: VDM Verlag.

[36] H. D. Lee, J. E. Lee & P. J. Kwak. (2008). Evaluation of the Properties of Wrapping Material of Steel Pipe for Water Supply. *Journal of Korean Society of Environmental Engineers, 30(3),* 331-338.

[37] J. W. Park. (2014. Oct). Commercialization Success Factors of transfer technology from public R&D and Enhancing Performance. *Academic Conference Korea Technology Innovation Society.*

[38] S. W. Hong, S. W. Park, W. J. Seo & J. M. Park. (2009). Developing a Model of Technology Readiness Levels for a Large-Scale National Research And Development Project. *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, 14(3),* 58-75.

[39] W. Green. (2003). *Econometrics, 5th Ed.,* Prentice hall, Upper Saddle river, New Jersey.

[40] K. I. Lee. (2018). Remote Control Management System for Autonomous Ship. *Journal of the Korea Convergence Society, 9(11),* 45-51.

[41] S. W. Han, Y. W. Kim & J. E. Kyung. (2010). Comparative Study on the Funding Programes in NSF, EPSRC, SNSF: The Case for Interdisciplinary Research of Biocomplexity. Acedemic Conference of *The Korea Association For Public Adiministration,* 2010.10, 421-439.

[42] S. Sung & K. I. Khoe. (2018). 6th Industrialization of Agriculture Utilizing the Technology of 4th Industrial Revolution. *Journal of Convergence for Inofrmation Technology, 8(5),* 211-217.

백 승 희(Baek, Seung Hee) [정회원]

· 2012년 2월 : 이화여자대학교 경영학과(경영학 석사)
· 2018년 8월 : 이화여자대학교 융합콘텐츠학과(공학 박사)
· 2018년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 미래사회에너지정책연구원, 재직중

· 관심분야 : 기술경영, 기술사업화, 기술정책
· E-Mail : sh100@gmail.com

이 호 규(Lee, HoKyu) [정회원]

· 2012년 8월 : 경희대학교 행정학과(행정학 석사)
· 2016년 8월 : 경희대학교 행정학과(행정학 박사)
· 2016년 8월 ~ 현재 : 경희대학교 행정학과, 재직중

· 관심분야 : 과학기술정책, 기술이전, 국제개발협력
· E-Mail : hokyulee@khu.ac.kr