기술혁신학회지 제20권 4호
2017년 12월 pp.1122~1158

과학기술계 정부출연연구기관 연구개발 성과의 경제적 편익 추정에 관한 연구 : K연구원의 사례를 중심으로†

The Economic Benefit of the R&D Performance from Government-funded Research Institute for Science and Technology: Evidence from K Research Institute

곽기호(Kiho Kwak)*

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 이론적 배경
Ⅲ. 과학기술계 출연(연) 연구개발성과의 경제적 편익 추정 방법
Ⅳ. K연구원 연구개발 성과의 경제적 편익 추정 결과
Ⅴ. 결 론

국 문 요 약

1960년대 설립 이후 우리나라 과학기술계 정부출연연구기관은 다양한 연구개발성과 창출을 통해 국가 경제 및 산업 발전에 공헌해왔다. 그러나 2000년대 이후 산업계와 학계의 연구역량 향상에 따라 투자 대비 성과 창출이 부족하다는 비판과 압력에 지속적으로 직면해왔다. 이에 따라 본 연구에서는 정부출연연구기관의 연구개발 성과의 경제적 편익 추정을 위한 분석 틀로 기술이전, 중소기업 지원과 같은 연구개발 성과 요인별 경제적 편익을 개별적으로 산출하여 더하는 '상향식 접근'과 (2) 출연(연)의 성과가 이전·확산되는 산업의 경제적 성장에 대한 기관의 기여도를 산출하는 '하향식 접근'을 제시하였다. 또한 이러한 분석 틀을 활용하여 K연구원이 1996년~2014년 달성한 연구개발 성과의 경제적 편익을 각각 12.3조원과 29.5조원으로 산출하고, 상호보완적인 관점에서 두 접근방법의 활용 가능성을 탐색적으로 제시하였다. 본 연구는 과학기술계 정부출연연구기관의 연구개발 성과에 따른 경제적 편익을 체계적이면서 중장기적 관점에서 추정할 수 있는 분석적 기반을 마련하는데 그 의의를 두고 있다. 아울러 본 연구는 실무적 관점에서 과학기술에 대한 국민들의 이해를 증진시키고, 연구개발 성과의 수혜자가 바로 국민임을 인지하게 함으로써 궁극적으로 동 기관의 정당성에 대한 국민들의 지지와 성원을 제고하는데 기여할 것으로 기대된다.

핵심어 : 정부출연연구기관, 연구개발 성과, 경제적 편익, 상향식 접근, 하향식 접근

※ 논문접수일: 2017.8.1, 1차수정일: 2017.9.30, 게재확정일: 2017.10.24
* 부경대학교 기술경영전문대학원 조교수, cloudnine@pknu.ac.kr, 051-629-5648
† 본 연구결과는 사례 연구 대상인 K연구원의 공식견해가 아닌 저자들의 개인적인 견해임을 밝힙니다.
이 논문은 2017년도 산업통상자원부의 재원으로 기술경영 전문대학원 지원사업의 지원을 받아 수행된 연구(N0001613)임.

ABSTRACT

Government-funded research institutes in the field of science and technology of Korea have contributed to the growth of the national economy and industrial development since the 1960s. However, those institutes recently have faced with criticism over the R&D performance on investment. Accordingly, we suggest two analytical approaches that estimate the economic benefit of the R&D performance of those institutes, (1) 'bottom-up' approach that aggregates the economic benefits of individual performances, e.g., technology transfer, technology support for small and medium enterprises, and the supply of researcher manpower and (2) 'top-down' one that estimates the contribution of those institutes on the economic growth of the industries that the R&D performance of those institutes is mainly utilized. In addition, by applying two approaches, we computed the economic benefit of the performance of the K institute in the 1996-2014 periods at 12.3 trillion won and 29.5 trillion won, respectively. Lastly, we suggest the feasibility of two approaches from the perspective of complementarity. Our study provides analytical approaches that estimate the economic benefit of the R&D performance from government funded research institutes in Korea. Lastly, our study contributes to the understanding of public on science and technology as well as the enhancement of legitimacy on those institutes among the public.

Key Words : Government-funded Research Institutes, R&D performance, Economic benefit, Bottom-up approach, Top-down approach

I. 서 론

과학기술계 정부출연연구기관(이하 출연(연))은 과학기술의 연구개발과 혁신을 통해 국가와 산업계 발전에 기여하기 위해 정부가 설립하고 운영을 재정적으로 지원하는 기관을 의미한다(국가법령정보센터, 2017; 임환 외, 2008; 최영훈·이강춘, 2009). 이러한 출연(연)은 1966년 한국과학기술연구원 설립 이후 2017년 7월 현재까지 50여 년에 걸쳐 총 25개의 기관이 설립되어 운영 중에 있으며, 설립 목적에서 확인할 수 있듯이 연구개발 성과를 통해 다양한 경제적 편익을 창출해왔다. 대표적인 예로 한국전자통신연구원이 1991년 독자 개발에 성공한 시분할 전전자 교환기(TDX, Time Division Exchange)는 벨기에 ITT·BTM, 미국 AT&T 등으로부터의 수입에 의존하던 전화 교환기를 국산화한 것으로 당시 심각한 전화 통화 적체 현상을 해소하고, 디지털 교환기술 축적 뿐 아니라 해외 수출의 성과를 거둔 바 있다(Park, 2012; 송위진, 1999). 또한 한국원자력연구원은 1980년대 말부터 지속된 원자로 독자 설계 기술 학습을 통해 1998년 한국 최초의 2세대 독자 원자로 설계 기술인 한국형 표준원자로(OPR, Optimized Power Reactor) 1000(1,000MW급)을 개발하였으며, 이어 2007년에는 3세대 원자로 설계 기술인 한국형 신형 경수로(APR, Advanced Power Reactor) 1400(1,400MW) 개발에 기여함으로써 우리나라가 세계에서 여섯번째로 원전 수출국가로 자리매김하는데 크게 공헌하였다(곽기호 외, 2017). 이 밖에 한국기계연구원은 2016년 2월 세계 두 번째로 도시형 자기부상열차를 개발·실용화하는 등(연합뉴스, 2016) 그간 출연(연)은 민간과 대학이 꺼리거나 수행하기 어려운 복잡·다학제적 연구개발에 공헌해왔다.

그러나 이와 같은 성과에도 불구하고 출연(연)은 2000년대 이후 민간 부문의 응용·개발 연구 역량 확대, 대학의 기초 연구 역량 확대에 따라 불분명한 임무와 정체성, 그리고 기관 차원의 연구개발 투자 대비[1] 가시적인 경제적 편익 창출이 부족하다는 비판과 압력에 지속적으로 직면해왔다(송하중, 2001; 유성재·이정원, 2003; 이찬구 외, 2005; 임환 외, 2008; 정병걸, 2011; 황혜란, 2011; 이민형 외, 2012). 기존 연구에서 출연(연)은 프로젝트 단위의 공개경쟁에 따른 중장기 연구의 결여와 함께, 투자 대비 논문, 특허, 기술료·사업화 실적이 대학 등 타 혁신 주체에 비해 열위에 있으며, 원천기술 창출 성과 미흡, 낮은 임무 명확성, 출연(연) 간 임무 중복과 융합·협력 연구 부족, 연구인력의 고령화 등이 문제점으로 제시된 바 있다. 이에 따라 역대 정부에서는 출연(연)을 개혁의 대상으로 인식하고 지속적인 거버넌스 변화 및 통폐합 논의를 진행하거나(정병걸, 2011), 출연(연)의 임무로 선도형 연구개발을

1) 국가과학기술연구회 소속 출연(연)의 국가연구개발 예산 수행 규모(비중)는 2013년 3.4조원(20.3%)에서 2016년 3.9조원(20.6%)으로 지속 증가(미래창조과학부·한국과학기술기획평가원, 2016; 2017).

위한 기초 원천연구 및 공공·인프라에 대한 투자 확대와 동시에 국민경제 및 일자리 창출을 위한 중소·중견기업 협력을 동시에 요구하는 도전을 부여한 바 있다(미래창조과학부, 2013).

이와 같은 대외적인 비판과 압력에도 불구하고 그간 출연(연) 자체적으로 중장기적 관점에서 기관 차원의 연구개발 성과에 대한 경제적 편익을 종합적이고 체계적으로 파악하기 위한 논의는 비교적 미흡하였다. 연구자의 자체 조사 및 인터뷰 결과, 비록 일부 출연(연)에서 외부기관 의뢰를 통해 해당 기관이 창출한 다양한 연구개발 성과의 경제적 편익을 분석하기 위한 시도가 이루어진 것을 확인한 바 있으나, 그 분석의 범위가 명확하거나 이질적이고, 세부적인 분석 방법이 공개되지 않아 연구결과를 다른 출연(연)에 적용하기 어려운 한계를 노정하였다. 그러나 출연(연) 연구개발성과의 경제적 편익 창출에 대한 정부와 국민의 기대가 점차 커지고 있고, 더불어 산업계 및 대학과 차별화된 임무 수행이라는 도전에 직면하고 있는 상황은 출연(연) 연구개발 성과의 경제적 편익을 종합적이고 체계적으로 분석할 수 있는 분석 틀 마련이 매우 시급함을 시사하고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 출연(연) 연구개발 성과의 경제적 편익 산출을 위한 분석 틀을 제안하고자 한다. 이를 위해 먼저 선행연구 고찰을 통해 출연(연)의 연구개발 성과의 내용적 범위를 기술이전, 연구소 기업 창업, 중소·중견기업 기술지원, 그리고 연구인력 배출로 획정하였다. 동시에 기존에 개별 기관 수준의 연구개발 성과의 경제적 편익 분석에 대한 연구가 체계적으로 이루어지지 못함을 확인함으로써 본 연구의 높은 시의성과 중요성을 제시하였다. 이후 출연(연) 연구개발성과의 경제적 편익 추정을 위한 분석 틀로 (1) 상기 제시한 연구개발 성과 요인별 경제적 편익을 개별적으로 산출하여 더하는 '상향식 접근(Bottom-Up)' 방법과 (2) 출연(연)의 성과가 이전·확산되는 산업의 경제적 성장에 대한 기관의 기여도를 산출하는 '하향식 접근(Top-Down)' 방법 모두를 제시하였다. 마지막으로 두 가지 분석 틀을 적용, K연구원의 연구개발 성과에 따른 경제적 편익을 탐색적으로 산출함으로써 분석 틀의 활용 가능성을 제고하였다. 특히 기업 운영성과(Operating Performance)에 대한 가치평가 접근 방법을 적용(Koller et al., 2010)하여 두 가지 접근 방법 적용에 따른 경제적 편익 추정 결과를 비교(Triangulation)함으로써 분석 틀의 한계를 보완함과 동시에 두 접근 방법의 활용방안을 제시하였다. 이어 결론에서는 본 연구의 이론적·실무적 공헌과 한계, 그리고 미래 연구방향을 기술하였다.

II. 이론적 배경

1. 출연(연)의 연구개발 성과에 대한 선행연구

앞서 언급한 바와 같이 출연(연)은 2000년대 이후 투자 대비 연구개발 성과 창출이 부족하다는 비판과 압력에 직면하면서 최근에 이르기까지 출연(연)의 연구개발 성과에 대한 정의 및 결정요인과 관련한 실증 연구가 다수 수행되었다. 출연(연)의 경우 대학이나 일반 기업과 달리 다양한 연구개발 성과를 추구하고 있으며, 시대의 흐름에 따라 연구개발 성과를 구성하는 요소가 변화하고 있으나(옥주영·김병근, 2009; 최영훈·이강춘, 2009), 대표적 연구개발 성과는 아래 〈표 1〉과 같이 크게 특허와 논문 등 지식 창출 및 이에 기반한 기술이전, 기술 출자 기반의 연구소 기업 창업 지원, 중소·중견기업 지원, 그리고 연구인력 배출로 이해할 수 있다[2].

본 연구에서는 선행연구 고찰과 각 출연(연) 홈페이지에 게시된 임무와 기능에 대한 내용분석(Content Analysis)(Berelson, 1952) 결과, 그리고 한국과학기술기획평가원(2016)의 「연구개발부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침」을 종합적으로 고려하여 경제적 편익에 직접적으로 기여하는 연구개발 성과로 기술이전, 연구소 기업 창업, 중소·중견기업 기술지원, 그리고 연구인력 배출을 제시하였다. 이는 출연(연)의 연구개발 성과는 출연(연) 연구개발 활동의 출발점인 임무(설립 목적) 및 기능과 관련되어야하기 때문이다(최영훈·이강춘, 2009). 따라서 특허와 논문은 연구개발을 통하여 창출되는 과학기술적 성과로서 지식 스톡(Stock)으로 저장되어 있다가 그 성과가 산업계에 이전되어 사업화에 기여하였을 때 경제적 편익을 창출한 것으로 간주되어야 할 것이다. 실제로 논문·특허는 그 자체로는 경제적 가치를 객관적으로 환산하기 어렵다는 점에서 대형 연구개발 사업에 대한 예비타당성 조사에서의 경제적 편익 추정에 포함되지 않는다(한국과학기술기획평가원, 2016). 반면 기술이전 및 이를 통한 기업체의 사업화, 내부 연구진의 연구개발 성과를 활용한 연구소 기업 설립은 매출 증가에 직접 기여한다는 점에서 경제적 편익 산출에 반영할 필요가 있다. 특히 연구소 기업의 자본금 가운데 20% 이상의 비율로 출연(연)이 기술 출자를 해야 한다는 점, 출연(연)으로부터의 지속적인 지원을 유도하기 위해 연구소 기업 설립은 연구개발 특구 내에 한정하는 요건을 고려한다면 연구소 기업 설립 성과를 주요 연구개발 성과로 반영할 필요가 있다(정혜진, 2016).

출연(연)의 중소·중견기업 기술지원 또한 산업계의 개방형 혁신 성과 창출의 관점에서 최근 중요한 연구개발 성과로 간주되고 있다. 왜냐하면 중소·중견기업은 자체 혁신 역량 부족으로

2) 출연(연)의 연구개발 성과와 관련한 연구가 보고된 주요 학술지는 「기술혁신학회지」, 「기술혁신연구」이며, 「한국공공관리학보」, 「한국콘텐츠학회논문지」, 「한국산학기술학회논문지」, 「생산성논집」 등에서도 일부 확인됨.

〈표 1〉 과학기술계 출연(연)의 연구개발 성과 분류와 관련한 선행연구 요약

논문	기술이전	특허출원·등록	기업설립·창업	논문게재	중소·중견기업지원	연구인력양성	주요 연구 결과
차종석 외 (2005)	1	1	1	1	1		• 출연(연) 연구인력의 경력경로에 영향을 미치는 요인으로 수행연구개발과제 유형, 수행연구개발과제 목적, 개인평가기준 등 제시 - 개인평가기준: 논문, 특허, 기술이전·사업화실적, 중소기업지원, 연구비확보, 연구소기업참여
정강욱(2006)			1				• 원자력(연) 연구자가 설립한 벤처기업의 성장단계(개념화와개발기, 상업화기, 성장기, 안정기)별 성공요인 도출 - 개념화와 개발기: 연구원의 창업지원제도, 동료의 격려, 전문성을 확보한 분야에서의 창업 - 상업화기: 투자유치, 전문경영인의 영입, 연구원의 지원 등 - 성장기: 수요처와의 제품 공동 개발 등 - 안정기: 지속적 연구개발 및 신시장 개척 등
김갑수·곽창규 (2007)						1	• 박사 후 과정, 방문학자유치, 위촉연구원, 연수생, 초빙·객원·겸임·연구원과 같은 외부인력 활용이 출연(연) 연구성과 제고 뿐 아니라 국가과학기술혁신체제 내의 지식 및 인력교류의 선순환을 통해 국가전체의 혁신역량제고에 중요한 역할을 할 수 있음을 주장
이민형(2007)	1	1		1			• '90년대~'00년대 중반에 이루어진 출연(연) 기관평가 책임성 요소 변화분석을 통해 1992년 기관평가 이후 기술이전(기술료), 지적재산권·논문 등에 대한 평가가 강화됨을 확인
민철구·최원희 (2008)						1	• 출연(연)은 연구개발 활동을 수행하는 과정에서 연구와 교육의 연계를 통해 대학이 담당하기 어려운 산업·연구현장밀착형 고급과학기술자 배출 역할을 강화해야 함을 강조
임환 외 (2008)	1		1				• K출연(연)의 전략적 성과 관리체계 구축사례연구로 기술료 수입, 기관고유스핀오프(Spin-off)등을 주요 연구개발성과로 제시
이윤준(2008)	1	1					• 출연(연) 및 공공(연)의 특허 출원 및 기술이전계약, 기술료수입에 긍정적인 영향을 미치는 요인 실증 확인 - 특허출원: 연구인력 수 - 기술이전계약: 산연협력강도, 특허출원 수 - 기술료수입: 산연협력강도, 특허출원 수, 연구인력에 대한 재무적 인센티브
최영훈· 이강춘 (2009)	1			1	1	1	• 기관 임무와 연구개발활동 결과 관점에서 출연(연)의 성과유형을 다섯가지로 제시 - (1) 정부의기술수요충족, (2) 지식창출,(3) 경제성장 및 산업발전에 기여, (4) 미래연구인력의 훈련 및 육성, (5) 과학기술에 대한 국민 이해증진
이옥선 외 (2011)	1		1			1	• 학연 연구개발협력시스템이 두 기관의 연구개발성과 창출에 긍정적 영향을 미침을 실증 - 학연 연구개발협력시스템 구성요소: 공동연구개발프로그램수행, 연구자교류, 연구개발 인프라활용, 기술사업화, 기관교류 - 연구개발성과분류: 인력양성 및 고용창출, 신규사업확보, 신생기업 창출
최호영 외 (2011)	1	1		1		1	• KIST의 연구개발과제 자료 수집·분석을 통해 연구개발 성과 결정요인 고찰 - 논문성과 결정요인: 총 연구비, 우수연구보조 인력확보, 교육훈련비 지출, 연구책임자의 학습 및 지식누적효과 - 특허등록·기술이전계약성과 결정요인: 총 연구비, 연구직접비 비율, 위탁과제 추진
황혜란(2011)	1						• 대덕특구소재 출연(연)의 원천기술 사업화 성공에 대한 사례연구를 통해 연구개발활동 및 사업화단계에서의 공통적 혁신활동 특성도출 - 연구개발활동 단계: 다학제 다학문 분야의 지적 경로, 니치분야 집중, 지속적인 소규모 개인 연구 추진 - 사업화 단계: 사업화 전담조직의 학습 기회, 공급중심의 사업화 진행, 개인 네트워크를 활용한 기술수요자 매칭

〈표 1〉 과학기술계 출연(연)의 연구개발 성과 분류와 관련한 선행연구 요약 (계속)

논문	기술이전	특허 출원·등록	기업 설립·창업	논문 게재	중소·중견 기업 지원	연구 인력 양성	주요 연구 결과
이은우(2012)						1	• 출연(연)은 미래유망·국가전략과학기술분야에 대한 중장기 과학기술인력공급 기능을 활성화할 필요가 있음을 강조
민철구·박성욱 (2013)	1	1		1			• 출연(연)의 투입(연구비, 연구인력, 연구지원인력) 및 산출(논문, 특허, 기술료) 자료를 활용하여 성과창출에 가장 큰 영향을 미치는 투입변수가 연구비에서 연구인력으로 점차 전환됨을 확인
박상문·박일수 (2013)	1						• K출연(연)의 자료를 활용하여 과거기술이전 경험(긍정적 영향)과 수행과제 건수(역U-형태영향)가 연구자별 경상기술료 계약기술이전 성과에 미친 영향분석
박일수·김병근 (2012)	1						• 중소기업과 K출연(연) 간 공동연구개발과제 성과결정요인으로 공동연구개발 수행 시의 갈등해소 노력이 중요함을 확인
백승희·정도범 (2013)	1						• 출연(연)의 우수 기술이전 성과 창출 조건으로 '(1) 연구기획에서 기술이전에 이르는 전주기적 성과관리·활용체계 구축, (2) 전담조직 운영, (3) 전담조직 근무인력 역량강화, (4) 보상제도 운영 등의 인프라 역량 강화' 제시
성지은·고영주 (2013)	1	1		1	1		• 화학(연)의 탈추격형 혁신 성과 창출을 위한 내생적 노력과 성과를 탐색적으로 고찰 - 논문, 특허, 기술이전 외에 최근 중소·중견기업 기술지원, 사회적기업과의 협력확대를 확인
정도범·정동덕 (2013)	1						• 출연(연)의 성과관리·활용역량 및 활동이 기술이전계약(특허) 긍정적 영향을 미침을 확인
박주형·이희상 (2014)				1			• 출연(연) 논문게재(지식창출) 협력패턴을 '다자간 협력 참여형', '국외 다수기관 협력형', '단식 협력형', '편식 협력형', '소수국가 참여 특정국가 집중형', '다수국가 참여 특정국가 집중형'으로 분류
정태원 외 (2014)				1			• 출연(연)간 협력연구성과(공동논문게재) 창출을 위해서는 다양한 기술 분야를 효율적으로 연결할 수 있는 근접중심성이 높은 기관, 협력네트워크 내 영향력이 높은 기반기술 기관 육성이 필요함을 제시
황경연·성을현 (2014)	1						• 출연(연)으로부터의 기술이전이 기업의 기술사업화 성과 및 경영성과에 긍정적 영향을 미침을 실증 고찰 - 기술사업화성과: 사업화기간단축, 비용절감, 생산성향상 - 재무적성과: 순이익증가, 매출액증가, 빠른성장 - 전략적성과: 산업경쟁력향상, 시장점유율증가, 국내외 기업인지도 및 이미지 향상
황현덕·정선양 (2015)	1						• A출연(연)의 기술이전 프로그램 유형(수요기업 중심, 보유기술 중심, 컨소시엄 중심) 중 사전에 잠재수요기업을 발굴하고, R&D 기획을 수행한 '수요기업중심모델'이 기술이전건수·성공률이 가장 높음을 확인
정혜진(2016)			1				• 출연(연)의 연구소기업 설립 성과에 긍정적인 영향을 미치는 요인으로 연구인력, 특허출원, 산·연간 지리적 근접성 등 제시
송민경·박범수 (2017)					1		• A출연(연) 인력지원사업에 대한 만족도와 성과가 출연(연)·중소기업간 지속적 협업의도에 긍정적인 영향을 미침을 확인 - 단기성과 창출 보다는 지속적 참여·장기협력을 유인할 수 있는 시스템 구축이 중요함을 확인

주: 출판년도 및 저자 이름순으로 나열

인해 기술이전과는 별도로 출연(연)이 보유한 인력과 기술을 활용하여 기술·시장 정보를 획득하거나, 현장에서 발생하는 기술 문제를 해결하고자 하는 요구가 매우 강하기 때문이다(곽기호·정성균·조현, 2013; 성지은·고영주, 2013; 송민경·박범수, 2017). 이에 따라 정부는 '출연(연) 개방형 협력 생태계 조성방안'(2013년 7월), '출연(연)의 중소·중견기업 R&D 전진기지화 방안'(2014년 4월) 등의 정책을 통해 출연(연)의 중소·중견기업 기술지원 역할을 확대하고자 하였으며, 이의 실행을 위한 출연(연) 고유임무 재정립, 중소·중견기업 기술지원 예산 비중 확대(15%) 등의 정책을 추진하였다(국가과학기술심의회, 2014; 미래창조과학부, 2013). 또한 정부는 중소·중견기업 기술지원 실적을 기관평가에 반영함으로써 출연(연)의 경제·사회 기여도 평가를 확대하였다(국가과학기술연구회, 2015). 각 출연(연) 또한 전문인력 파견을 통한 애로기술 지원, 기술 정보 교류, 기술 상담, 시험 검사 지원 등과 같은 다양한 기술지원 서비스를 제공하고 있으며, 그 성과를 매년 보고하고 있다(예: 한국기계연구원, 2015; 한국항공우주연구원, 2016; 한국화학연구원, 2012). 이에 따라 본 연구에서는 출연(연)의 중소·중견기업 지원을 연구개발 성과의 경제적 편익 산출 범위에 포함하였다.

마지막으로 연구인력의 배출 또한 출연(연)의 중요한 연구개발 성과로 간주되고 있다. 왜냐하면 연구인력은 기술적 지식의 창출자로서 출연(연)의 성과 창출에 기여할 뿐 아니라 퇴직 이후에도 이직·경력 취업 등을 통해 지식 창출과 확산을 담당할 국가 과학기술혁신의 결정적인 자산이기 때문이다(이찬구 외, 2005; 정선양 외, 2009). 특히 김갑수·곽창규(2007)은 출연(연)의 박사 후 과정, 방문학자, 위촉연구원, 연수생, 초빙·객원·겸임 연구원의 활용은 출연(연)의 연구성과 제고 뿐 아니라 국가과학기술혁신체제 내의 지식 및 인력 교류의 선순환을 통해 국가 전체의 혁신 역량 제고에 중요한 역할을 할 수 있음을 주장하였다. 민철구·최원희(2008) 또한 출연(연)은 본연의 임무인 연구개발 활동을 수행하는 과정에서 연구와 교육의 연계를 통해 대학이 담당하기 어려운 산업·연구현장 밀착형 고급 과학기술자 배출 역할을 점차 강화할 필요가 있음을 강조하였다. 더불어 최영훈·이강춘(2009)은 출연(연)의 연구개발 성과는 그 활동의 영향(Outcome)에 초점을 맞춰야 하며, 이러한 관점에서 미래 연구인력의 훈련 및 육성은 출연(연)의 핵심 성과 중 하나로 이해해야 함을 주장하였다. 이 밖에 이은우(2012)는 출연(연)은 미래유망국가전략 과학기술 분야에 대한 중장기적 과학기술 인력 공급의 기반으로서 그 기능을 활성화할 필요가 있다고 주장하였다. 이러한 연구 결과는 '미래유망 원천기술 개발', '국가 전략기술 확보', '주요 연구 분야의 전문 인력양성'과 같은 출연(연)의 임무와 기능을 고려하였을 때 연구인력의 배출 또한 중요한 연구개발 성과 중 하나로 인식하고, 경제적 편익 산출에 반영할 필요가 있음을 시사한다.

2. 경제적 편익 분석 선행연구

최근까지 국내에서 이루어진 경제적 편익 분석 선행연구는 주로 산업의 생산 및 수출 활동에 대한 분석으로부터 시작되었으나(예: 윤동한, 1991; 곽승준 외, 2002; 최현철, 2004), 이후 중앙정부 정책·사업(예: 김제안·채종훈, 2010; 구세주·유승훈, 2009; 박호정·김재경, 2016), 사회인프라 건설 및 운영(예: 김명수, 2012; 문인석 외, 2017; 정기호·김재현, 2012), 지방자치단체 주관 전시회·컨벤션·이벤트(예: 김대관 외, 2011; 이지석, 2011; 최종두, 2013; 이충기·윤우식·이병원, 2008), 그리고 자유무역 및 기술협정(예: 김윤두 외, 2016; 배정환, 2009; 임재규, 2011; 최용제, 2010)에 이르기까지 다양한 대상으로 확산되어 진행되고 있다. 이는 산업활동, 중앙·지방 정부 정책과 인프라 건설 및 운영의 경제적 편익을 분석하는 것은 정책의 우선순위와 지원 규모, 효과적 지원 전략을 결정하는데 있어 매우 중요한 실무적 시사점을 제공하기 때문이다.

아울러 최근에는 국가연구개발사업 투자의 가파른 증가에 따라 공공부문의 연구개발투자, 대형기술개발사업, 그리고 미래유망기술 개발의 경제적 편익에 대한 연구가 지속 등장하고 있다. 여기서 연구개발사업의 경제적 편익은 주로 생산량증가와 같은 생산자 관점에서의 가치창출을 상정하고 있는데, 먼저 김선재·이영화(2015)는 산업연관분석에 기반하여 2014년도 우리나라의 정부 R&D 투자(17.8조원)에 따른 생산유발효과와 고용유발효과를 각각 46.4조원과 15.4만 명으로 추정하였으며, 정군오 외(2013) 또한 산업연관분석을 통해 2009년~2010년 보건의료부문의 국가연구개발 투자(2.2조원)에 따른 전산업 생산유발효과와 부가가치유발효과를 각각 1.1조원과 4,300억 원으로 산출한 바 있다. 한편 대규모 투자가 집행된 단위기술 개발에 대한 경제적 편익 분석 연구의 경우, 임용택(2013)은 산업연관분석을 활용하여 10년간 약 1,000억 원이 투입된 작물유전체기능 연구사업의 향후 10년간 전산업 생산유발효과를 4,844억 원으로 추정한 바 있으며, 박상범(2011)은 2011년 한국항공우주연구원이 개발에 성공한 무인틸트로터(TR-100)의 사업화에 따른 소득창출효과와 고용창출효과(2009년~2017년)를 각각 4.3조원, 7만명으로 제시하였다. 아울러 최근에는 미래유망기술에 대한 경제적 편익도 탐색적으로 제시되고 있는데 빅데이터 기술(이규철·원희선, 2012), 시맨틱 기술(박성욱 외, 2010) 등이 대표적인 예이다.

그러나 상기 제시한 공공 연구개발투자, 대형기술개발사업, 미래유망기술 개발에 따른 경제적 편익 분석에도 불구하고, 아직까지 출연(연) 기관 차원의 연구개발 성과에 대한 경제적 편익 분석에 대한 연구는 체계적으로 이루어지지 못하였다. 박추환·한성수(2010)의 경우, 한국전자통신연구원(ETRI)의 2003년~2007년 R&D 수주액(약 9,000억원)을 정보통신산업 부문별로 할

당하고, 이에 대한 기술사업화의 생산유발효과(3.7조원)를 추정한 바 있으나, (1) R&D 수주액 전액이 정보통신산업의 기술사업화에 투입, 성과를 창출하고, (2) 모든 기술사업화 성과는 2007년에 나타난다는 가정에 기반한다는 점에서 분석적 한계를 안고 있다. 문기환 외, (2005)에서는 한국원자력연구원의 한국표준형원전 원자로계통설계 기술 확보의 경제적 편익을 원전 건설과 운전, 그리고 무형적 효과로 나누어 분석하였으나, 단일 시스템 기술에 대한 분석에 그치고 있어 다양한 제품·공정기술 확보에 의한 기술이전, 기업기술지원 및 인력 양성과 같이 기관 차원에서 창출할 수 있는 다양한 성과에 대한 경제적 편익을 통합적으로 산출하지 못하였다. 한편 정기호(2005) 또한 산업연관분석을 활용하여 2000년 한국원자력연구원의 총 연구개발투자 지출에 따른 경제적 편익을 추정하였으나, 이는 연구개발 성과에 따른 경제적 편익가 아닌 단순 비용 지출에 대한 경제적 편익이라는 한계를 보이고 있다. 안영진(2017) 또한 외부기관과 체결한 연구계약고 자료에 의존한 전남대학교의 지식 이전에 따른 경제적 편익 시도에 그침으로써 연구개발 성과에 따른 경제적 편익는 추정하지 못한 한계를 노정했다. 따라서 기관 차원의 출연(연)의 연구개발성과의 경제적 편익을 이론적·체계적으로 추정할 수 있는 프레임워크를 구축하고자 하는 본 연구는 시의성과 중요성이 높다고 하겠다.

III. 과학기술계 출연(연) 연구개발성과의 경제적 편익 추정 방법

1. 상향식 접근방법

서론에서 언급한 바와 같이 출연(연) 연구개발성과의 경제적 편익 산출을 위한 상향식 접근은 특정 출연(연)의 연구개발 성과 유형 별 경제적 편익을 개별적으로 산출하고, 이를 모두 합하여 이를 기관 차원의 경제적 편익으로 인식함을 의미한다. 앞서 선행연구 고찰 결과를 반영하여 본 절에서는 기술이전, 연구소 기업 설립, 중소·중견기업 기술지원, 그리고 연구인력 배출에 따른 경제적 편익을 추정하는 방법을 순차적으로 제시하였다.

1) 기술이전 성과의 경제적 편익

먼저 기술이전에 따른 경제적 편익은 매출 발생으로 상정한다.[3] 그리고 출연(연) 내부 데이터베이스를 활용하여 기술이전 계약 년도 자료를 확보한다. 또한 기술이전 성공 사례 별 연구팀

3) 기업체의 매출은 산업계와 연구기관 간 지식 협력 및 이전의 중요 성과 변수로 간주됨(예: 정형식, 2001; 유홍림·박성준, 2007).

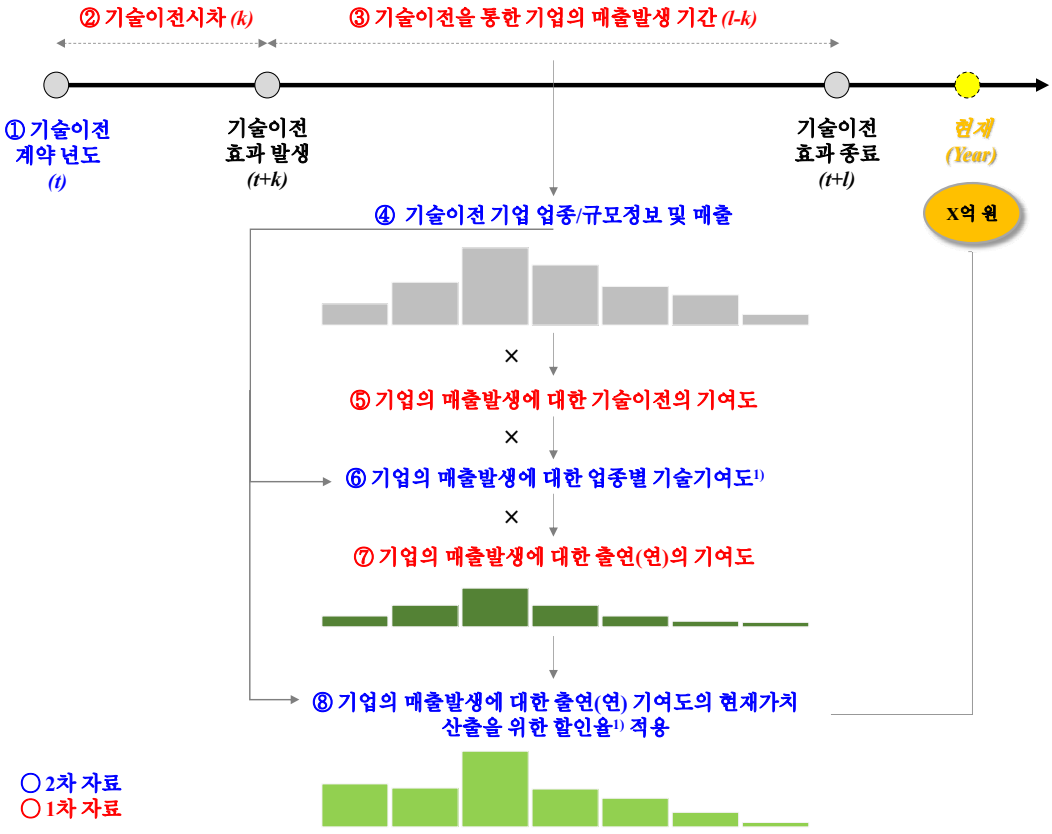
책임자를 대상으로 기술이전 시차, 기술이전을 통한 매출발생 기간과 매출발생에 대한 해당 기술이전의 기여도, 그리고 기술이전기업이 달성한 매출에 대한 기술 기여도 중 출연(연) 연구팀의 기여도 등을 조사함으로써 1차 자료를 획득한다. 단 여기에서 매출발생에 대한 해당 기술이전의 기여도, 연구팀의 기여도는 연구팀의 책임자와 기술이전 기업의 담당자 또는 최고경영진 간의 협의를 통해 측정함으로써 엄밀성과 객관성을 제고한다. 또한 보수적인 추정을 위해 무상 기술 양도 건은 분석에서 제외한다. 반면 기술이전기업의 업종과 매출액, 그리고 매출

〈표 2〉 출연(연) 기술이전 성과의 경제적 편익 산출을 위한 자료 수집

변수명	의미	측정(자료원)	비고
① 기술이전 계약 년도	• 기술이전 계약이 체결된 년도	출연(연) 내부 데이터베이스(2차)	
② 기술이전 시차	• 기업으로의 기술이전으로 인한 경제적 편익(매출발생)이 발생하는 데까지 걸리는 평균기간	출연(연) 연구책임자 응답(1차)	• 상향식 접근 방법에서 출연(연)의 R&D 스톡 산출을 위한 연구개발 시차로 활용
③기술 이전을 통한 매출발생 기간	• 기술이전을 통한 기업의 경제적 편익(매출발생) 창출 기간 • 시작년도 및 종료년도에 대한 정보 확보	출연(연) 연구책임자 응답(1차)	• 평균값은 상향식 접근 방법에서 출연(연)의 R&D 스톡 산출을 위한 진부화율 산출에 활용
④ 기술이전 기업 업종/규모 및 매출 자료	• 기술이전 기업 업종/규모 정보 • 기술이전을 통한 경제적 편익(매출발생) 기간 동안 기업 또는 해당 사업부문의 매출 자료	기업재무 정보에 기반(2차)	• 기업 DB 활용하여 기업 업종/규모 정보 및 기업/사업부문의 매출 자료 수집
⑤ 기술이전 기업의 매출발생에 대한 기술 이전의 기여도	• 기술이전을 통해 기업이 획득한 매출 비중 측정	출연(연) 연구책임자 응답(1차)	
⑥ 기술이전 기업의 매출발생에 대한 업종별 기술기여도	• 기술이전을 통해 기업이 획득할 수 있는 매출에서 기술의 기여도를 업종 수준에서 측정 • 기 획득한 기업 업종 정보 활용	정부부처 보고서에 기반(2차)	• 지식경제부(2008), '기술가치 평가 실무요령'에서 제시한 업종별 기술 기여도 자료 수집
⑦ 기술이전 기업의 매출 발생에 대한 출연(연)의 기여도	• 기술이전을 통해 기업이 획득할 수 있는 경제적 편익(매출발생)에서 기술기여도 중 출연(연)의 기여도	출연(연) 연구책임자 응답(1차)	
⑧ 현재 가치 할인율	• 기술이전의 경제적 편익(매출발생)의 현재가치 산출을 위한 할인율 • 업종 및 기업규모 수준에서 측정 (기 획득한 기업 업종/규모 정보 활용)	기업재무 정보 및 정부부처 보고서에 기반(2차)	• 기업 DB 활용하여 기업 규모 자료 획득(코스피, 코스닥, 비상장 대·중·소) • 지식경제부(2008), '기술가치 평가 실무요령'에서 제시한 업종/기업 규모별 할인율 자료 수집

발생에 대한 업종별 기술 기여도와 할인율 등은 2차 자료의 활용을 제안한다. 이러한 1·2차 자료의 동시 수집은 자료 수집의 동일방법 편의(Common Method Bias)를 최소화하고 연구결과의 내적타당성을 제고한다(박원우 외, 2007). 상기 제시한 수집 자료의 의미와 출처 등에 대한 정보는 〈표 2〉와 같이 정리하였다.

기술이전에 따른 경제적 편익 산출을 위한 수집 자료의 활용 프로세스는 아래의 (그림 1)을 통해 쉽게 이해할 수 있다. 먼저 기술이전 계약년도와 기술이전 시차 자료는 기술이전을 통한 경제적 편익 발생 년도를 결정하며, 기술이전을 통한 매출발생기간 자료를 통해 기술이전을 통한 경제적 편익 종료 년도를 결정한다. 아울러 기업 매출자료, 매출발생에 대한 기술이전의 기여도, 기술기여도, 출연(연)의 기여도의 4가지 자료는 서로 곱함으로써 출연(연) 기술이전의 경제적 편익을 산출하며, 마지막으로 할인율 적용을 통해 경제적 편익의 현재가치를 산출한다.



1) 업종 및 기업 규모에 따라 할인율, 기술기여도가 상이한 값 가짐

(그림 1) 출연(연) 기술이전 성과의 경제적 편익 산출 프로세스

이때 확보한 기업의 업종·규모 정보는 매출발생에 대한 업종의 기술기여도와 업종·규모 별 현재가치 할인율 산출에 활용된다.

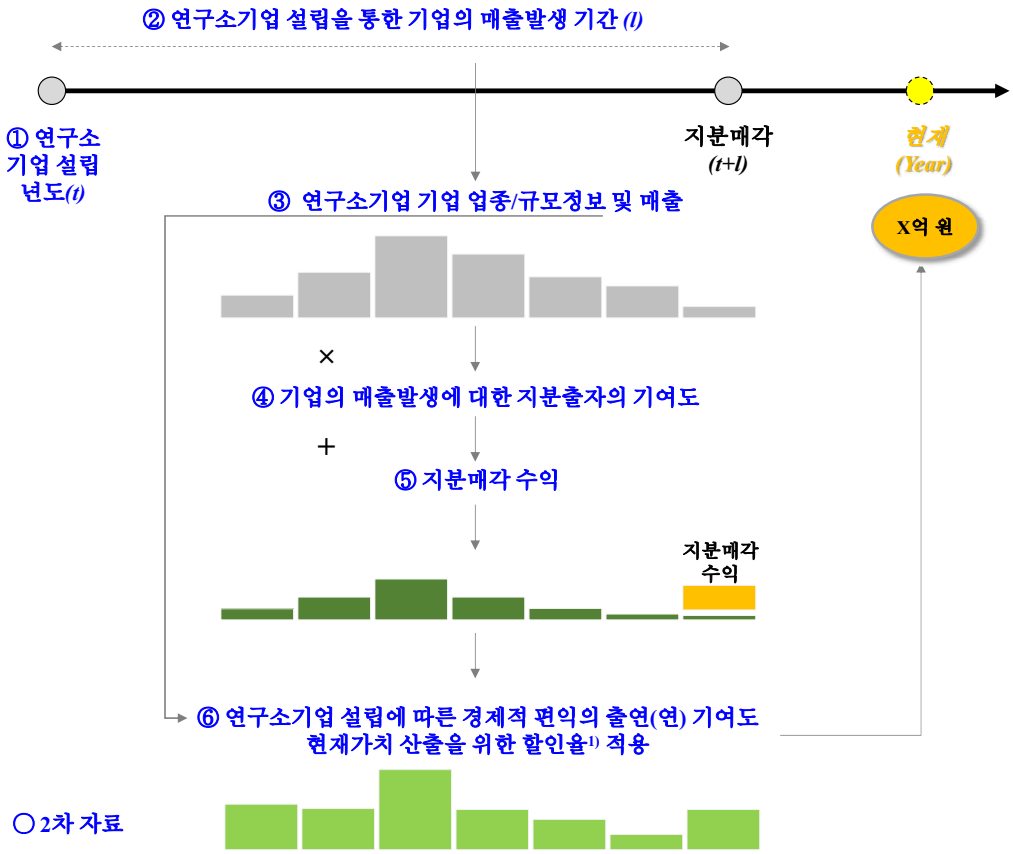
2) 연구소기업 설립 성과의 경제적 편익

연구소기업 설립에 따른 경제적 편익은 기술 지분 출자 이후 발생한 매출액에 대한 기여도와 지분매각시의 수익을 현재 가치화하여 산출할 수 있다. 이 때 기여도는 비례 환산(Pro Rata) 방식을 적용, 전체 자본에서 기술 지분 출자의 비중을 대리 변수(Proxy Variable)로 사용하였다(Porta et al., 2000; Dann, 1981; 장윤종·황윤진, 2001; 산업자원부, 2005). 기술 지분 출자 비중 및 매각 여부는 출연(연) 내부자료를 활용하거나 공공기관 경영정보시스템(ALIO)의 기관 투자 및 출자 현황을 통해 확인할 수 있으며, 연구소 기업의 매출 자료는 기술이전 성과와 동일하게 기업 DB 활용하여 수집할 수 있다. 마찬가지로 현재 가치 산출을 위한 할인율은 기업 규모와 업종에 따라 지식경제부(2008) 자료를 활용한다. 여기서 제안한 연구소기업 설립에 따

〈표 3〉 출연(연) 연구소기업 성과의 경제적 편익 산출을 위한 자료 수집

변수명	의미	측정(자료원)	비고
① 연구소기업 설립년도	• 연구소기업 설립을 위한 기술출자가 이루어진 년도	출연(연) 내부, 공공기관 경영정보 시스템 (2차)	
② 연구소기업 설립을 통한 매출발생 기간	• 연구소기업 설립을 통한 기업의 경제적 편익(매출발생) 창출 기간으로 지분 매각 전까지로 산출		
③ 연구소 기업 업종/규모 및 매출 자료	• 연구소 기업 업종/규모 정보 • 연구소기업 설립을 통한 경제적 편익(매출발생) 기간 동안 기업 또는 해당 사업부문의 매출 자료	기업재무 정보에 기반 (2차)	• 기업 DB 활용하여 기업 업종/규모 정보 및 기업/사업부문의 매출 자료 수집
④ 연구소 기업의 매출 발생에 대한 지분 출자의 기여도	• 기술 지분 출자 비중으로 산출	출연(연) 내부, 공공기관 경영정보 시스템 (2차)	• 비례 환산 방식을 적용, 기술 지분 출자 비중으로 대리 측정(Porta et al., 2000; Dann, 1981; 장윤종·황윤진, 2001; 산업자원부, 2005)
⑤ 지분 매각 수익	• 연구소기업 지분 매각을 통해 출연(연)이 획득할 수 있는 경제적 편익		
⑥ 현재 가치 할인율	• 연구소 기업 설립에 따른 경제적 편익(매출발생 및 지분매각 수익)의 현재가치 산출을 위한 할인율 • 업종 및 기업규모 수준에서 측정 (기 획득한 기업 업종/규모 정보 활용)	기업재무 정보 및 정부부처 보고서에 기반(2차)	• 기업 DB 활용하여 기업 규모 자료 획득(코스피, 코스닥, 비상장 대·중·소) • 지식경제부(2008), '기술가치 평가 실무요령'에서 제시한 업종/기업 규모별 할인율 자료 수집

른 경제적 편익 산출 방법은 2차 자료만을 활용하여 산출할 수 있기 때문에 동일방법 편의를 제거할 수 있다는 장점이 있다. 자료 수집과 활용 프로세스는 〈표 3〉과 (그림 2)와 같이 요약하였다.



1) 업종 및 기업 규모에 따라 할인율, 기술기여도가 상이한 값 가짐

(그림 2) 출연(연) 연구소기업 설립 성과의 경제적 편익 산출 프로세스

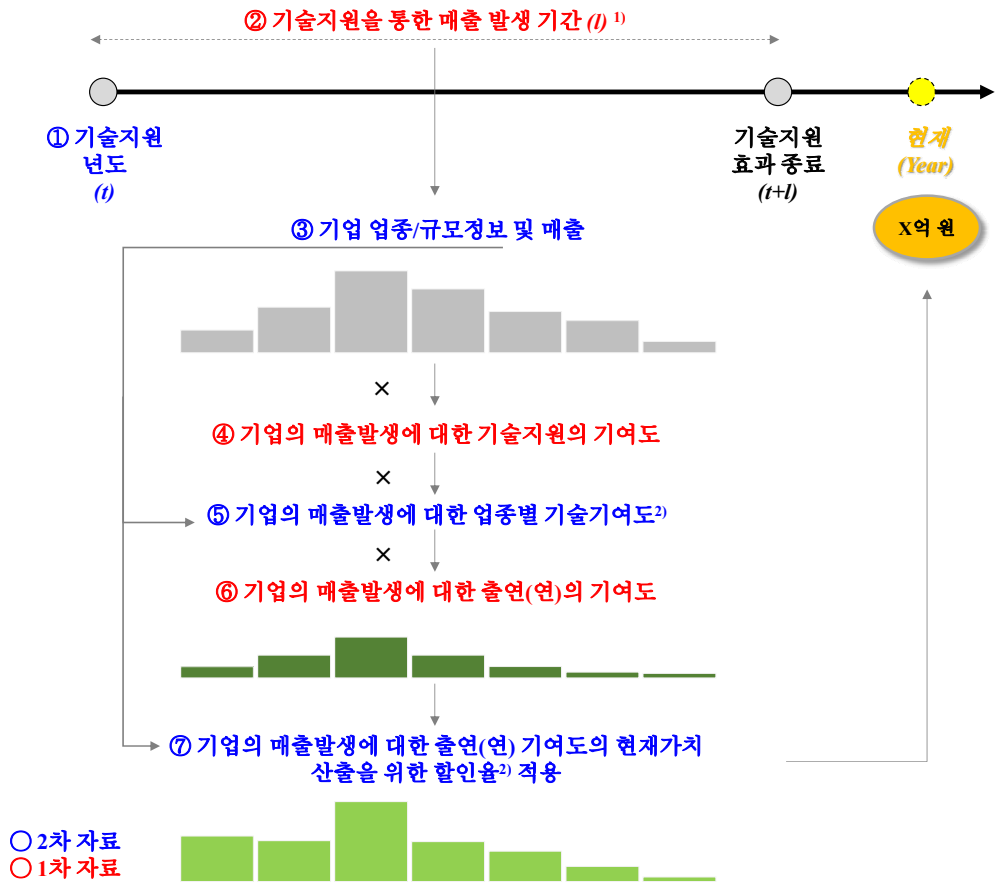
3) 중소·중견기업 기술지원 성과의 경제적 편익

중소·중견기업 기술지원의 경제적 편익은 기술교류·상담, 세미나 및 자료 제공, 시험 검사, 장비 공동 활용과 같은 기술지원활동을 통해 기업이 획득한 경제적 편익으로 정의하였다. 현재 각 출연(연) 별로 중소기업 기술지원 사업을 기관 차원에서 운영 중이기 때문에, 연구자 개별적인 기술지원활동은 그 성과가 크지 않다고 가정하고 분석에서 제외한다. 더불어 기술지원은

활동의 특성상 기술이전과는 달리 그 결과가 기업의 성과에 즉각 반영되는 단기적 특성을 띈다고 가정하고, 시차는 없는 것으로 가정한다. 더불어 기술지원을 통한 매출 발생 기간, 기술지원 기업 업종·규모 및 매출 자료, 매출발생에 대한 기술지원의 기여도·업종별 기술기여도·출연(연)의 기여도, 그리고 현재 가치 할인율 등의 자료는 기술이전에서 적용한 방식을 활용하여 수집한다. 즉, 기술지원을 통한 매출 발생 기간, 매출발생에 대한 기술지원의 기여도와 출연(연)의 기여도는 연구팀의 책임자와 기업의 담당자·최고경영진 간의 협의를 통해 측정함으로써 엄밀성과 객관성을 제고한다. 이러한 자료는 기관 내 기업 담당 테크노닥터로부터 수집하며, 수집과 활용 프로세스는 아래의 〈표 4〉와 (그림 3)과 같다.

〈표 4〉 출연(연) 중소·중견기업 기술지원 성과의 경제적 편익 산출을 위한 자료 수집

변수명	의미	측정(자료원)	비고
① 기술지원 년도	• 기술지원이 시작된 년도	출연(연) 내부 데이터베이스(2차)	
② 기술지원을 통한 매출발생 기간	• 기술지원을 통한 기업의 경제적 편익(매출발생) 창출 기간 • 시작년도 및 종료년도에 대한 정보 확보	출연(연) 테크노닥터(1차)	
③ 기술지원 기업 업종/규모 및 매출 자료	• 기술지원 기업 업종/규모 정보 • 기술지원을 통한 경제적 편익(매출발생) 기간 동안 기업 또는 해당 사업부문의 매출 자료	기업재무정보에 기반(2차)	• 기업 DB 활용하여 기업 업종/규모 정보 및 기업/사업부문의 매출 자료 수집
④ 기술지원 기업의 매출발생에 대한 기술 지원의 기여도	• 기술지원을 통해 기업이 획득한 매출 비중 측정	출연(연) 테크노닥터(1차)	
⑤ 기술지원 기업의 매출발생에 대한 업종별 기술기여도	• 기술지원을 통해 기업이 획득할 수 있는 매출에서 기술의 기여도를 업종 수준에서 측정 • 기 획득한 기업 업종 정보 활용	정부부처 보고서에 기반(2차)	• 지식경제부(2008), '기술가치 평가 실무요령'에서 제시한 업종별 기술 기여도 자료 수집
⑥ 기술지원 기업의 매출 발생에 대한 출연(연)의 기여도	• 기술지원을 통해 기업이 획득할 수 있는 경제적 편익(매출발생)에서 기술기여도 중 출연(연)의 기여도	출연(연) 테크노닥터(1차)	
⑦ 현재 가치 할인율	• 기술지원의 경제적 편익(매출발생)의 현재가치 산출을 위한 할인율 • 업종 및 기업규모 수준에서 측정 (기 획득한 기업 업종/규모 정보 활용)	기업재무정보 및 정부부처 보고서에 기반(2차)	• 기업 DB 활용하여 기업 규모 자료 획득(코스피, 코스닥, 비상장 대·중·소) • 지식경제부(2008), '기술가치 평가 실무요령'에서 제시한 업종/기업 규모별 할인율 자료 수집



1) 기술지원 시차 변수 '0'으로 설정(기술지원의 특성 상, 기술지원 내용이 기업의 성과에 즉각 반영된다고 가정)
2) 업종 및 기업 규모에 따라 할인율, 기술기여도가 상이한 값 가짐

(그림 3) 출연(연) 중소·중견기업 기술지원 성과의 경제적 편익 산출 프로세스

4) 연구인력 배출 성과의 경제적 편익

마지막 연구인력 배출 성과의 경제적 편익은 연구원에서 근무한 연구경험과 이를 통해 축적한 전문지식을 바탕으로 타 기관·기업으로 이직하여 해당 산업의 경쟁력 제고에 기여한 인력의 기대 급여의 총합으로 정의한다. 여기서 연구인력의 범위는 연구부서에서 근무하다 이직 또는 퇴직한 정규직, 포닥, 위촉연구원, 위촉연구생(학연협동과정생)으로 한정하였으며, 산업연수생·인턴 연구원 등은 제외하였다. 이는 산업연수생·인턴 연구원의 경우 업무시간이 불연속적인 경우가 많고 담당 업무 역시 단순·기술적 처리를 요구하는 보조 역할에 한정되어 있어 지속적인 연구성과 및 지식축적을 기대하기 어렵기 때문이다(김갑수·곽창규, 2007). 연구인력 배출

의 경제적 편익 추정을 위해 본 연구에서는 연구인력 배출 기능의 중요성을 강조한 기존 연구(예: 이찬구 외, 2005; 민철구·최원희, 2008; 정선양 외, 2009; 최영훈·이강춘, 2009)를 참고하여 출연(연)에서의 연구경력과 전문지식 축적은 동일기간 동안 유관 기업체에서의 경력과 지식 대비 우수하며, 결과적으로 유관 분야 이직과 급여 획득에 긍정적인 영향을 미친다고 가정하였다. 이는 연구개발 활동 집약도(R&D Activity Intensity)로 정의할 수 있는데, 이에 대한 정량적 측정은 전문가 델파이 조사를 통해 가능하다. 즉 출연(연)의 연구개발성과가 주로 응용·확산되는 산업의 평균 연구개발 활동 집약도를 100으로 가정하고, 이에 따른 출연(연)의 연구개발 활동 집약도를 측정할 수 있을 것이다. 이러한 연구개발 활동 집약도는 퇴직한 연구인력의 근무 경력 산출 시 가중치로 활용한다.

한편 연구인력의 퇴직 후 시작년도 급여는 고용노동부의 '고용형태별 근로실태조사 보고서'에 게시된 연도별 산업·근속년수·연도별 월급여액 자료를 활용할 수 있다. 이때 분석기간 마지막 년도의 급여는 앞서 제안한 연구개발 활동 집약도를 적용함으로써 가중치가 적용된 근속년수를 도출하여 산출한다. 이를 통해 경제적 편익 분석기간 동안의 연평균 임금 상승률을 산출함으로써 퇴직 후부터 분석기간 마지막 년도까지의 연도별 급여 총합을 산출할 수 있다. '고용형태별 근로실태조사 보고서'의 연도별 산업·근속년수·연도별 월급여액 자료는 약 2년의 시차를 두고 발표되는데, 만약 연구개발 활동 집약도 가중치를 적용한 근무 경력이 자료의 마지막 년도를 초과한 경우, 분석기간 동안의 연평균 임금 상승률을 적용하여 급여 자료를 직접 추정한다.

〈표 5〉 출연(연) 연구인력 배출 성과의 경제적 편익 산출을 위한 자료 수집

변수명	의미	측정(자료원)	비고
① 퇴직인력의 최종 학력 및 입소·퇴소 년월	• 출연(연) 입소 전의 학위 경력 산출 • 출연(연) 근무경력 산출	출연(연) 내부 데이터베이스(2차)	
② 출연(연) 연구개발 활동 집약도	• 연구개발성과가 주로 응용·확산되는 산업 평균 대비 출연(연)의 연구개발 활동 집약도 산출 • 출연(연) 근무경력의 가중치로 활용	전문가 델파이 조사(1차)	
③ 연구인력의 퇴직 후 재취업 시 시작년도 및 최종년도 급여(연봉)	• 퇴소 이후 분석기간 마지막년도까지 획득한 급여(연봉) 자료 산출 • 시작·최종년도 급여(연봉) 자료를 활용하여 연평균 급여(연봉) 성장률을 구하고, 이를 활용하여 연도별 급여(연봉) 추정	정부부처 보고서에 기반(2차)	• 고용노동부의 '고용형태별 근로실태조사 보고서'에 게시된 산업·근속년수·연도별 월급여액 자료 활용 • 2016년 이후 월급여액 자료는 추정
④ 현재 가치 할인율	• 연구인력 배출의 경제적 편익(연봉)의 현재가치 산출을 위한 할인율	정부부처 보고서에 기반(2차)	• 한국은행 경제통계시스템의 연도별 저축성 수신 금리

1) 학사 졸업 후 출연(연) 입소, 근무 후 퇴직 예시

성명	홍길동
최종학력	학사
입소년월	1995.9. ①
퇴소년월	1996.4.
근속년(A)	8/12
근무 기간 중 출연(연) 연구개발 활동의 집약도(B)	1.2 ②
연구경력/전문지식 축적 기간(년)(C=AxB) 및 연봉 산출년도	1년[1], 1997년
□□ 산업분야 재취업 시 시작 연봉(원)	12월*1,025,376 =12,304,512 ③
분석기간 마지막 년도까지 근무 가능 년 수(예: 2014년)	19
□□ 산업분야 마지막 년도 연봉(원)	12월*4,238,382 =50,860,584 ④
할인율 적용[3]을 통한 1996~2014년 연도별 연봉의 현재가치 합 산출	('96) 70,635,878 ⋮ ('14) 50,860,584 ('96~'14) 920,937,916

□□ 산업 근속 년수 별 월급여액[2]

년도	근속년수							
	1년미만	1-2년	3-4년	5-9년	10-14년	15-19년	20-29년	30년이상
1993	647,705	670,431	739,269	836,808	992,804	1,083,416	1,356,251	-
1994	661,683	756,493	796,494	907,123	1,043,287	1,157,266	1,335,621	1,544,000
1995	766,767	823,438	917,548	1,016,323	1,146,699	1,263,451	1,434,036	1,442,630
1996	892,076	975,804	1,057,178	1,184,948	1,267,156	1,444,614	1,641,495	1,910,750
1997	930,752	1,025,376	1,151,453	1,305,438	1,362,261	1,448,784	1,732,243	2,335,211
1998	938,171	961,101	1,106,186	1,238,606	1,366,977	1,377,904	1,601,982	1,453,761
1999	993,345	1,068,336	1,132,171	1,272,572	1,437,560	1,522,321	1,632,823	2,551,353
2000	1,011,249	1,169,516	1,183,881	1,351,052	1,552,316	1,626,176	1,674,125	2,285,973
2001	1,087,222	1,176,253	1,255,321	1,427,106	1,654,561	1,812,359	1,898,861	1,948,469
2002	1,202,619	1,303,255	1,554,102	1,557,028	1,757,838	1,950,930	2,073,072	1,721,217
2003	1,288,527	1,346,684	1,552,172	1,698,137	1,825,461	2,073,151	2,145,616	2,634,531
2004	1,348,093	1,471,000	1,668,569	1,838,603	1,991,752	2,094,354	2,456,233	2,347,163
2005	1,521,771	1,632,011	1,808,412	2,000,777	2,147,277	2,523,603	2,786,829	5,952,616
2006	1,465,793	1,696,858	1,907,168	2,242,523	2,627,412	2,827,009	3,251,990	3,538,493
2007	1,709,650	1,816,959	2,111,960	2,608,648	2,549,559	2,598,119	2,957,742	2,263,704
2008	1,700,371	1,896,796	2,099,128	2,303,346	2,542,309	2,795,526	3,065,694	3,072,927
2009	1,824,483	1,883,855	2,134,709	2,350,994	2,683,327	2,950,589	3,235,743	3,243,377
2010	1,735,900	2,038,787	2,211,348	2,447,589	2,832,166	3,114,253	3,415,224	3,423,282
2011	1,917,467	2,142,085	2,322,672	2,690,240	2,989,262	3,286,996	3,604,661	3,613,166
2012	2,041,814	2,270,912	2,472,272	2,763,456	3,155,071	3,469,320	3,804,606	3,813,582
2013	2,154,834	2,385,732	2,528,265	2,906,595	3,330,078	3,661,757	4,015,641	4,025,115
2014	2,258,291	2,494,324	2,695,442	3,154,386	3,514,792	3,864,869	4,238,382	4,248,381
2015	2,346,156	2,493,640	2,800,533	3,164,788	3,942,744	4,350,863	4,485,562	4,335,156
2016	2,487,511	2,647,065	2,975,318	3,362,053	4,197,811	4,634,682	4,736,194	4,553,602
2017	2,637,383	2,809,930	3,161,011	3,571,614	4,469,379	4,937,016	5,000,829	4,783,056
2018	2,796,285	2,982,816	3,358,293	3,794,237	4,758,516	5,259,071	5,280,252	5,024,071
2019	2,964,760	3,166,338	3,567,889	4,030,736	5,066,358	5,602,136	5,575,287	5,277,231
2020	3,143,386	3,361,153	3,790,565	4,281,977	5,394,115	5,967,579	5,886,807	5,543,148

19년

추정구간

2) 석사 졸업 후 출연(연) 입소, 근무 후 퇴직 예시

성명	성춘향
최종학력	석사
입소년월	2003.3. ①
퇴소년월	2005.6.
근속년(A)	27/12
근무 기간 중 출연(연) 연구개발 활동의 집약도(B)	1.3 ②
연구경력/전문지식 축적 기간(년)(C=AxB) 및 연봉 산출년도	3년[1], 2007년
□□ 산업분야 재취업 시 시작 연봉(원)	12월*2,608,648 =25,343,520 ③
분석기간 마지막 년도까지 근무 가능 년 수(예: 2014년)	10
□□ 산업분야 마지막 년도 연봉(원)	12*3,884,388 =46,378,428 ④
할인율 적용[3]을 통한 1996~2014년 연도별 연봉의 현재가치 합 산출	('05) 34,902,716 ⋮ ('14) 46,612,656 ('05~'14) 458,113,367

□□ 산업 근속 년수 별 월급여액[2]

년도	근속년수							
	1년미만	1-2년	3-4년	5-9년	10-14년	15-19년	20-29년	30년이상
1993	647,705	670,431	739,269	836,808	992,804	1,083,416	1,356,251	-
1994	661,683	756,493	796,494	907,123	1,043,287	1,157,266	1,335,621	1,544,000
1995	766,767	823,438	917,548	1,016,323	1,146,699	1,263,451	1,434,036	1,442,630
1996	892,076	975,804	1,057,178	1,184,948	1,267,156	1,444,614	1,641,495	1,910,750
1997	930,752	1,025,376	1,151,453	1,305,438	1,362,261	1,448,784	1,732,243	2,335,211
1998	938,171	961,101	1,106,186	1,238,606	1,366,977	1,377,904	1,601,982	1,453,761
1999	993,345	1,068,336	1,132,171	1,272,572	1,437,560	1,522,321	1,632,823	2,551,353
2000	1,011,249	1,169,516	1,183,881	1,351,052	1,552,316	1,626,176	1,674,125	2,285,973
2001	1,087,222	1,176,253	1,255,321	1,427,106	1,654,561	1,812,359	1,898,861	1,948,469
2002	1,202,619	1,303,255	1,554,102	1,557,028	1,757,838	1,950,930	2,073,072	1,721,217
2003	1,288,527	1,346,684	1,552,172	1,698,137	1,825,461	2,073,151	2,145,616	2,634,531
2004	1,348,093	1,471,000	1,668,569	1,838,603	1,991,752	2,094,354	2,456,233	2,347,163
2005	1,521,771	1,632,011	1,808,412	2,000,777	2,147,277	2,523,603	2,786,829	5,952,616
2006	1,465,793	1,696,858	1,907,168	2,242,523	2,627,412	2,827,009	3,251,990	3,538,493
2007	1,709,650	1,816,959	2,111,960	2,608,648	2,549,559	2,598,119	2,957,742	2,263,704
2008	1,700,371	1,896,796	2,099,128	2,303,346	2,542,309	2,795,526	3,065,694	3,072,927
2009	1,824,483	1,883,855	2,134,709	2,350,994	2,683,327	2,950,589	3,235,743	3,243,377
2010	1,735,900	2,038,787	2,211,348	2,447,589	2,832,166	3,114,253	3,415,224	3,423,282
2011	1,917,467	2,142,085	2,322,672	2,690,240	2,989,262	3,286,996	3,604,661	3,613,166
2012	2,041,814	2,270,912	2,472,272	2,763,456	3,155,071	3,469,320	3,804,606	3,813,582
2013	2,154,834	2,385,732	2,528,265	2,906,595	3,330,078	3,661,757	4,015,641	4,025,115
2014	2,258,291	2,494,324	2,695,442	3,154,386	3,514,792	3,864,869	4,238,382	4,248,381
2015	2,346,156	2,493,640	2,800,533	3,164,788	3,942,744	4,350,863	4,485,562	4,335,156
2016	2,487,511	2,647,065	2,975,318	3,362,053	4,197,811	4,634,682	4,736,194	4,553,602
2017	2,637,383	2,809,930	3,161,011	3,571,614	4,469,379	4,937,016	5,000,829	4,783,056
2018	2,796,285	2,982,816	3,358,293	3,794,237	4,758,516	5,259,071	5,280,252	5,024,071
2019	2,964,760	3,166,338	3,567,889	4,030,736	5,066,358	5,602,136	5,575,287	5,277,231
2020	3,143,386	3,361,153	3,790,565	4,281,977	5,394,115	5,967,579	5,886,807	5,543,148

10년

추정구간

1) 소수점 이하 올림 처리
2) 고용노동부, '고용형태별 근로실태조사', 각년도
3) 한국은행 경제통계시스템의 연도별 저축성 수신 금리

○ 2차 자료
○ 1차 자료

(그림 4) 출연(연) 연구인력 배출 성과의 경제적 편익 산출 프로세스

더불어 보수적인 추정의 관점에서 출연(연) 입사 전의 근속년수는 '0년'으로 하고 대학원 학위 여부만 경력으로 인정한다(석사 2년, 박사 4년). 또한 낙관적 추정의 관점에서 퇴직 연구인력은 퇴직 이후부터 2014년 현재까지 유관 분야에서 근무하고 있는 것으로 가정한다. 마지막으로 기대 급여 총합의 현재가치를 구하기 위한 금리는 급여는 가계 소득의 원천으로서 저축을 통해 미래의 경제적 편익으로 실현된다는 점을 고려하여 한국은행 경제통계시스템에서 제공하는 '저축성 수신 금리' 자료(각년도)를 활용하였다. 상기 서술한 연구인력 배출의 경제적 편익 추정을 위한 자료 수집과 접근 방법은 〈표 5〉와 (그림 4)를 통해 이해할 수 있다.

요컨대 상기 제시한 바와 같이 상향식 접근방법을 통한 경제적 편익 산출의 내용적 범위를 기술이전, 연구소 기업 창업, 중소·중견기업 기술지원, 그리고 연구인력 배출로 한정한다. 그리고 한국과학기술기획평가원(2016)의 「연구개발부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침」을 참고하여 생산·부가가치·고용 유발과 같은 각종 승수효과는 경제적 편익 산출에서 제외한다.

2. 하향식 접근방법

출연(연) 연구개발성과의 경제적 편익 산출을 위한 하향식 접근은 출연(연) 연구개발성과가 주로 응용·확산되는 산업의 생산에서 기술진보가 기여하는 비중을 산출하고, 이에 대한 출연(연) 기여도 및 그에 따른 경제적 편익을 측정하는 방식으로 정의한다. 즉, 설립 목적에 따라 출연(연)이 연구개발 성과를 중점적으로 이전·지원하는 산업이 존재한다면 해당 산업의 성장에 대한 기술진보의 기여도를 산출한 다음 이중에서 출연(연)의 기술진보의 기여도를 산출하는 방식으로 연구개발성과의 경제적 편익을 추정할 수 있을 것이다. 이와 같은 시도는 현재 운영되고 있는 출연(연) 중 상당수가 특정 산업 분야에 대한 연구개발, 성과확산과 보급을 주요 임무와 기능으로 제시하고 있다는 점에서 그 타당성이 높다고 하겠다. 여기에서 특정 산업의 생산액 자료는 통계청의 '광업·제조업 조사보고서'에 수록된 자료를 활용한다.

한편 해당 산업 성장에 대한 기술진보의 기여도는 해당 산업의 총요소생산성 증가율(Total Factor Productivity Growth, TFPG)을 산출한 후, 해당 산업의 생산 또는 부가가치 증가에 대한 총요소생산성 증가율의 기여도를 기간별로 산출하고, 이 중에서 기술진보의 기여 비중을 차지하는 방식으로 산출할 수 있다. 여기에서 총요소생산성 증가율이란 생산·부가가치 증가분에서 투입 요소(노동, 자본, 중간투입) 증가분으로 설명되지 않는 생산·부가가치 증가분으로, 기술진보(TP, Technical Progress)와 기술적 효율성 변화(TE, Technical Efficiency Change), 규모의 효과(SE, Scale Effect), 배분 효율성(AE, Allocation Efficiency)로 구성된다(Kumbhakar, 2000; Kim and Han, 2001). 여기에서 만약 기술적 효율성 항목이 미미하거나 시간에 따라

변화하지 않는 경우 본 항목은 총요소생산성 증가율에 영향을 미치지 않는 것으로 간주할 수 있다(Kumbhakar et al., 2000; Kim and Han, 2001; Kwak and Kim, 2014).

한편 기술진보 기여도 중 출연(연)의 비중은 해당 산업의 총 연구개발 스톡(R&D Stock)에서 출연(연)의 연구개발 스톡이 차지하는 비중을 통해 추정할 수 있다. 연구개발 스톡이란 현재 산업 생산활동에 직접 이용되면서 장래의 기술혁신을 촉진하는데 기술적으로 유용한 정보의 보유량이자 연구개발 투자를 통해 산출되는 유효 지식의 총량(이우성·윤문섭, 2007; 홍순기·홍사균·안두현, 1991; Mansfield, 1968)으로, 기술진보를 대변하거나 가장 잘 설명하는 개념으로 널리 활용되고 있다(예: 신태영, 2005; 하정훈·이동욱, 2009; 홍재표 외, 2012; Hubert and Pain, 2001). 이는 기술진보는 과거의 연구개발에 의해 혁신주체가 축적하여 보유하고 있는 지식과 경험의 누적에 의해 달성됨을 의미하며, 출연(연)과 같은 기관 차원의 기술진보 기여도를 산출하는데 의미 있는 지표로 활용될 수 있음을 시사한다. 본 연구에서의 연구개발 스톡은 Goldsmith(1951, 1973)의 영구재고법(Perpetual Inventory Method)에 의거하여 연구개발 투자의 유입(Flow)으로부터 산출하는 것을 제안하는 바, 이는 아래 (그림 5)와 같다.

$$RDS_t = (1-d)\cdot RDS_{t-1} + RDF_t$$

$$RDF_t = RDI_{t-\theta}$$

$$RDS_0 = RDI_0 \cdot \frac{g}{g+d} \cdot \frac{1-e^{-n(g+d)}}{1-e^{-g}}$$

Where,

RDS_t : t기의 R&D 스톡 (Stock)

RDF_t : 시차를 고려한 R&D 투자의 유입(Flow)

RDI_t : t기의 R&D 투자액

d : R&D 스톡의 진부화율 (rate of obsolescence)[1)]

θ : R&D 시차

g : 기준년도 이후 R&D 투자액의 연평균 증가율

n : 기술의 수명(년)

1) 진부화율은 기술의 진부화 기간의 역수로 산출

(그림 5) Goldsmith(1951, 1973)에 의거한 연구개발 스톡의 산출

연구개발 스톡 산출 시 유의해야할 점은 연구개발투자의 유입은 당해 연도의 투자액이 아니라 과거에 집행된 투자액 중에서 연구개발 시차를 경과하여 당해 연도에 성과로 나타나는 부분을 의미한다는 것이다(황석원 외, 2009). 여기서 연구개발 시차(θ)란 연구개발 투자 이후로 인한 경제적 편익이 발생하기까지 소요되는 기간을 의미한다(김의제, 1999; Pakes and

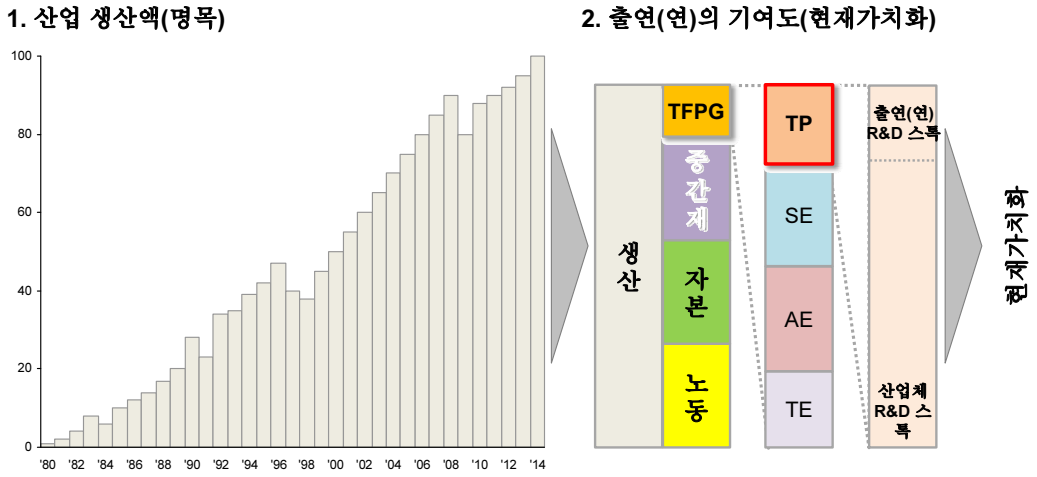
Schankerman, 1984). 또한 연구개발 스톡의 진부화율*(d)*은 시간이 지남에 따라 신기술 출현 등으로 과거에 축적된 연구개발스톡 중 더 이상 사용될 수 없게 된 부분을 의미하고, 진부화 기간의 역수로 측정한다(조윤애, 2004)[4]. 마지막으로 기술수명*(n)*은 기술적 지식의 관점에서 더 이상 사용되지 않거나 기존 기술이 새로운 기술로 대체 될 때까지의 기간을 의미한다(Goto and Suzuki, 1989). 따라서 이러한 연구개발 시차, 진부화율(진부화 기간), 그리고 기술수명의 차이는 산업 별 기술혁신 특성에 따라 다르게 측정될 수 있으며, 특히 연구개발 시차, 진부화율(진부화 기간)은 기관 별 연구개발 활동의 우수성에 의해 다르게 측정될 수 있다. 이는 종래에 연구개발 시차와 진부화율(진부화 기간의 역수)의 차이는 동일 산업 내에서도 기관 별 연구개발 스톡 축적 속도의 차이를 야기하게 됨을 시사한다.

해당 산업의 연구개발 스톡 산출을 위한 연도별 연구개발 투자액, 연구개발 시차, 진부화율, 기술수명 자료는 2차 자료(Secondary Data)를 활용하여 수집할 수 있다. 먼저 연도별 연구개발투자액은 한국산업기술진흥협회가 매년 발간하는 '산업기술주요통계요람'을 활용하여 수집할 수 있으며, 연구개발 시차의 경우 과학기술정책연구원에서 정기적으로 수행하는 '기술혁신조사'에서의 산업별 제품혁신·공정혁신 연구개발 시차 조사 결과를 활용하였다. 진부화율의 경우 한국산업기술진흥원(2008)이 제시한 우리나라 제조업종 별 신제품 개발, 기존 제품 개선, 그리고 공정 혁신의 진부화 기간 평균값의 역수를 활용할 것을 제안한다. 마지막으로 산업의 기술수명주기는 현재 우리나라의 연구개발사업 예비타당성조사 시 적용 중인 기술순환주기(TCT, Technology Cycle Time)의 산업별 중앙값(Median)을 사용할 것을 제안한다(한국과학기술기획평가원, 2016). 산업별 기술순환주기 중앙값은 특허청이 제시하는 한국표준산업분류(KSIC)와 국제특허분류(IPC) 간 연계표를 활용하여, 한국과학기술정보연구원의 기술가치평가 시스템(Star-Value)에서 제공하는 해당 산업에 속하는 국제특허분류 별 기술순환주기 중앙값의 평균으로 측정할 수 있다.

출연(연)의 연구개발 스톡 산출은 연도별 연구계약고 또는 수행고 자료를 활용할 수 있다. 연구개발 시차는 상향식 접근방법에서 확보한 해당 출연(연)의 기술이전 실적에서 측정된 기술이전 시차의 평균으로 상정할 수 있으며, 진부화율은 해당 출연(연)의 기술이전을 통해 산업체의 매출 증가가 발생한 평균 기간의 역수로 측정한다. 기술수명주기는 기관의 역량이 아닌 기술 자체의 속성에 기인하기 때문에 출연(연)과 산업 공히 동일한 값을 사용한다.

한편 상향식 접근방식에서 제시한 바와 같이 생산에 대한 파급효과는 경제적 편익 추정에 반영하지 않는다. 또한 시기별 경제적 편익에 대한 할인율은 '공공투자의 적정할인율 분석'(한국개발연구원, 1987), '예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구(개정판)'(한국개발연구원,

4) 진부화 기간은 과거에 축적된 연구개발스톡이 기술혁신 성과를 창출할 수 있는 기간을 의미(조윤애, 2004)



(그림 6) 하향식 접근을 통한 출연(연) 성과의 경제적 편익 추정 방법 모식도

2000), '예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)'(한국개발연구원, 2008)에 의거하여 1988년 이전 13%, 1988년~1998년 10%, 1999년~2003년 7.5%, 2004년~2007년 6.5%, 2009년 이후 5.5%를 적용한다. 상기 제시한 하향식 접근 방식의 개념도는 위 (그림 6)과 같다.

IV. K연구원 연구개발 성과의 경제적 편익 추정 결과

본 장에서는 III장에서 제시한 상·하향식 접근방법을 활용하여 K연구원의 최근 19년간(1996년~2014년) 연구개발성과의 경제적 편익을 추정하였다. 우선 K연구원 정관상의 설립목적을 고려하여 연구개발성과가 주로 응용·확산되는 산업으로 기계산업(한국표준산업분류 상 기타기계 및 장비제조업)을 상정하였다. 또한 경제적 편익 추정의 시간적 범위를 최근 19년으로 상정한 것은 먼저 K연구원의 경우 설립 이후 1990년대 초반까지 시험검사 기능, 기술·첨단연구장비 도입 등 연구기반 구축에 주력해온 점을 고려하였다. 이러한 사실은 K연구원의 발전 역사를 기록한 자료 등을 통해 확인하였다. 둘째로 기존 연구를 통해 기계산업의 성장에 대한 기술진보의 기여도가 1980년대까지는 비교적 미미함을 확인하였기 때문이다. Kwak and Kim(2015)에 따르면 우리나라 기계산업 생산증가에 대한 기술진보의 기여도는 1970년대 4.0%, 1980년대 3.6%에 불과하다가 1990년대 24.5%, 2000년대 14.8%로 증가한 것으로 나타났다. 이는 기술진

보의 누적성이 높고, 지식기반 특성이 암묵적이며, 기술혁신에 따른 경제적 효과 창출 속도가 느린 기계산업의 기술 체제 특성에 기인하는 것으로 추정된다(이근 외, 2008; Pavitt, 1984; Tylecote and Visintin, 2008). 셋째, 출연(연)과 관련한 정부의 정책 변동(Policy Change)이 K연구원의 연구개발 성과에 미친 영향을 통제하는 관점에서도 시간적 범위를 최근 20년으로 상정하였다. 정책 변동이란 정책의 목표, 수단(방법), 대상이 변하는 것을 의미하는데(노화준, 2012; 정정길 외, 2010), 출연(연)에 대한 정책 변동 중 가장 큰 영향을 미친 것으로 평가되는 연구과제 중심 운영제도(PBS, Project-based System)가 1996년에 시작되었다(이민형 외, 2012). 이는 출연(연)의 연구개발 성과에도 큰 영향을 미쳤는데 일례로 박주형·이희상(2014)의 연구에서 동 제도 시행 이후에 출연(연)의 급격한 논문 게재 수 증가를 확인할 수 있다. 이러한 점을 고려할 때, 정책 변동 이전의 성과를 포함한 분석으로 인해 이에 대한 영향력 통제 한계에 노출되기 보다는, 정책 변동 이후에 한해 그 성과의 경제적 파급효과를 분석하는 것이 타당할 것으로 판단하였다.

상기 논의는 출연(연) 연구개발 성과에 대한 경제적 편익 분석의 시간적 범위는 기관의 발전 역사, 그리고 연구개발성과가 응용·확산되는 산업의 혁신 특성, 그리고 정부 정책 변동 등의 환경 요인 등을 종합적으로 고려하여 설정해야 함을 시사한다. 다만 2015년 이후의 연구개발성과는 기술이전 시차에 따른 경제적 편익 발생이 지연되는 점, 통계청의 '광업·제조업 조사보고서'가 2014년 생산액 자료까지만 공개되는 점을 고려하여 분석에 포함하지 않았다.

1. 상향식 접근방법을 활용한 경제적 편익 추정 결과

아래와 같이 기술이전, 연구소기업 설립, 중소·중견기업 기술지원, 연구인력 배출 성과에 따른 경제적 편익을 독립적으로 산출하여 모두 합한 결과 K연구원의 1996년~2014년 사이 달성한 경제적 편익의 현재가치는 총 12.3조 원으로 추정되었다.

1) 기술이전 성과의 경제적 편익

III장의 기술이전 성과의 경제적 편익 분석 틀을 적용하기 위해 K연구원의 내부 데이터베이스를 활용하여 1996년~2014년에 계약이 체결되었던 모든 유상 기술이전 자료를 확보하였다. 이후 각 기술이전의 연구책임자를 대상으로 기술이전 시차, 기술이전을 통한 매출발생 기간, 매출발생에 대한 해당 기술이전의 기여도, 그리고 출연(연)의 기여도를 조사하였다. 이 과정에서 각 연구책임자는 기술이전 기업의 대표 및 중역과의 접촉을 통해 이를 최대한 객관적으로 측정하고자 하였다. 전체 유상 기술이전 성과 중 연구책임자가 퇴직하여 응답이 어렵거나,

응답 내용이 불충분한 건을 제외한 결과 50%가 넘는 기술이전 건에 대한 응답을 획득하였다. 이와 같은 1차 자료를 획득한 기술이전 성과(이하 주요 기술이전 성과)에 한해 기업 업종·규모 및 매출자료, 업종별 기술기여도, 현재가치 할인율 등의 2차 자료를 획득하였다. 분석 결과 주요 기술이전 성과로부터 창출된 경제적 편익의 현재가치(2014년 기준)는 총 9.8조 원으로 나타났다.

더불어 주요 기술이전 성과 이외의 기술이전 성과(이하 기타 기술이전 성과)에 대한 경제적 편익은 주요 기술이전 성과의 경제적 편익의 대푯값을 활용하여 추정코자 하였다. 이를 위해 주요 기술이전 성과의 경제적 편익의 분포를 살펴본 결과, 포아송(Poisson) 분포에 가까움을 확인하였다. 이와 같이 분포가 한쪽 방향으로 크게 치우친 경우 평균보다는 중앙값이 극단적인 값에 민감하지 않아 대푯값으로서 더욱 적절하다(Bounessah and Atkin, 2003; Whitley and Ball, 2001). 따라서 이들 성과에 대한 경제적 편익의 대푯값으로 중앙값(Median)을 선정하고 이를 기타 기술이전 성과의 경제적 편익 산출에 적용한 결과 기타 기술이전 성과의 경제적 편익의 현재가치(2014년 기준)는 1.7조원으로 산출되었다. 이에 따라 K연구원의 1996년~2014년에 달성한 기술이전 성과의 경제적 편익은 총 11.5조원으로 추정되었다.

2) 연구소기업 설립 성과의 경제적 편익

K연구원의 경우 2014년까지 총 3개의 연구소기업을 설립하였으며, 이중 2개는 각각 2009년과 2014년에 지분을 매각하였으며, 나머지 1개 기업의 경우 현재까지 지분을 보유하고 있다. 이를 반영하여 산출한 K연구원의 연구소기업 설립 성과의 경제적 편익의 현재가치(2014년 기준)는 총 149억 원으로 나타났다. 25개 출연(연)의 연구소기업이 2006년부터 설립되었으며, 2014년까지 총 46개가 설립된 점을 고려하였을때(정혜진, 2016), K연구원의 연구소기업 설립 성과는 비교적 우수한 경제적 편익을 창출한 것으로 판단된다.

3) 중소·중견기업 기술지원 성과의 경제적 편익

K연구원은 2010년 9월 시작된 가족기업 제도 운영에 의거하여 기술교류, 상담, 공동연구·세미나 개최, 시험 검사, 장비 공동 활용 등 다양한 기술지원 서비스를 제공하고 있다. 이에 따른 경제적 편익 분석을 위해 K연구원 가족기업 별로 배정된 테크노 닥터를 대상으로 기술지원 서비스를 통한 매출 발생기간, 매출 발생에 대한 기술지원 서비스의 기여도, 그리고 출연(연)의 기여도를 조사하였다. 조사 결과 전체 가족기업 중 약 70%에 달하는 기업에 대해 응답을 회수하였으며, 이들 기업에 대한 기술지원 성과의 경제적 편익은 2014년 현재가치 기준 364억 원으로 산출되었다. 기술이전 성과의 경제적 편익 분석과 마찬가지로 이들 기업에서 발생한 경제적

편익의 중앙값을 미응답 기업의 경제적 편익으로 적용한 결과 K연구원의 중소·중견기업 기술지원 성과의 경제적 편익은 총 438억 원으로 산출되었다.

4) 연구인력 배출 성과의 경제적 편익

K연구원 연구인력 배출 성과의 경제적 편익은 1996년~2014년 사이 퇴직한 연구인력 약 2,000명의 기대 연봉의 총합(2014년 현재가치 기준)으로 산출하였다. 이를 위해 산·학·연 전문가를 대상으로 한 델파이 조사를 통해 K연구원 연구개발 활동의 집약도를 3대 시기(1990년대 중반~2000년대 초, 2000년대 중후반, 2010년대)로 나누어 측정하였다. 델파이 조사는 총 2회에 걸쳐 약 200명의 참여를 통해 수행되었으며, 그 결과 3대 시기 모두에서 합의도 0.75 이상, 변동계수 0.5 미만을 기록하며 타당성과 안정성을 확보하였다(이종성, 2001). 조사결과 3대 시기 별 K연구원의 연구개발 활동 집약도는 각각 111.5, 112.7, 112.6으로 나타났다. 이러한 집약도를 각 연구인력의 근무 기간과 연계하여 근무기간의 가중치로 부여한 후 재취업 시작 연봉과 2014년 현재의 연봉 등을 산출하여 분석 기간 동안의 기대 급여의 총합을 추정한 결과 K연구원 연구인력 배출 성과의 경제적 편익의 현재가치(2014년 기준)는 약 7,500억 원으로 추정되었다.

2. 하향식 접근방법을 활용한 경제적 편익 추정 결과

하향식 접근방법을 활용하여 K연구원 연구개발 성과의 경제적 편익을 추정하기 위해 본 연구에서는 통계청 '광업·제조업 조사보고서'와 산업기술진흥협회의 '산업기술주요통계요람' 자료로부터 기타기계 및 장비제조업의 연도별 생산액 및 연구개발투자액 자료를 수집하였다. 특히 연구개발 투자액 자료 수집을 통해 기계산업의 연구개발 스톡을 산출하였다. 마찬가지로 연구개발 시차, 진부화율, 기술수명주기 등의 자료 또한 III장에서 제시한 자료원을 활용하되 K연구원의 연구개발성과가 주로 응용·확산되는 산업인 기타기계 및 장비제조업을 대상으로 그 값을 수집하였다. K연구원의 연구개발 스톡은 자료의 통일성을 유지하기 위해 연도별 연구계약고 자료를 활용하였다. 이를 통해 기계산업 총 연구개발 스톡에서 K연구원의 비중을 산출하였다. 한편 K연구원의 연구개발 시차, 진부화율은 기술이전 성과의 경제적 편익 산출에서 도출된 값을 적용하였다. 또한 기계산업의 생산증가에서 기술진보의 기여도는 Kwak and Kim(2015)의 연구결과를 활용하였다. 이를 통해 연도별 기계산업 생산에 대한 K연구원의 연구개발 스톡의 기여분을 산출하였다. 마지막으로 분석기간이 1996년~2014년임을 고려하여 현재가치 산출을 위한 할인율은 1996년~1998년 10%, 1999년~2003년 7.5%, 2004년~2007년 6.5%,

2009년~2014년 5.5%를 적용하였다. 상기 자료를 활용하여 1996년~2014년 사이 K연구원 연구개발 성과가 기계산업에서 창출한 경제적 편익의 현재가치(2014년)는 약 29.5조 원으로 산출되었다.

3. 상향식과 하향식 접근방법 적용 결과의 비교 및 활용 방향

상기 분석 결과를 〈표 6〉을 통해 아래와 같이 요약하였다. 상향식 접근 방법을 활용, K연구원이 1996년~2014년 달성한 기술이전, 연구소기업 설립, 중소·중견기업 기술지원, 연구인력 배출 성과의 경제적 편익의 합은 약 12.3조 원으로 산출되었으며, 하향식 접근 방법 적용 결과 K연구원이 동기간 기계산업 생산 성장에 기여한 경제적 편익은 약 29.5조 원으로 추정되었다. 더불어 두 방법 간 경제적 편익 추정치 차이는 약 17.2조 원으로 확인되었다.

〈표 6〉 상향식과 하향식 접근방법 적용 결과 비교(2014년 현재가치)

상향식 접근 추정 경제적 편익		하향식 접근 추정 경제적 편익
1) 기술이전성과	11.5조원	29.5조원
2) 연구소기업 설립 성과	0.0149조원	
3) 중소·중견기업 기술지원 성과	0.0438조원	
4) 연구인력 배출 성과	0.75조원	
경제적 편입 합계	12.3조원	

이와 같은 추정치 차이의 원인은 크게 3가지로 나누어 추정할 수 있다. 먼저 상향식 접근은 K연구원 연구개발 성과의 외부효과(External Effect)를 고려하기 어렵다는 한계를 꼽을 수 있다. 여기서 외부효과란 연구개발 성과의 비배제적·비경합적 특성으로 인해 연구개발 성과의 활용이 기술이전 계약 기업을 넘어 동일 산업 내 다른 기업에게까지 모방·확산되는 현상을 의미한다(Griliches, 1979; Romer, 1990). 특히 K연구원을 비롯한 출연(연)은 공공연구기관으로서 공공재적 지식을 창출·축적하여 이것이 산업계 전반에 확산하여 산업 성장에 기여하는 것을 주요 임무로 하고 있기 때문에 이들이 창출하는 외부효과는 매우 크다. 일반적으로 외부효과에 의한 경제적 편익은 개별 기업이 취할 수 있는 것에 비해 큰 것으로 인식되는데(임채윤·김석현·손수정, 2007)[5], 기존 연구에서는 기계산업의 경우 외부효과에 의한 경제적 편익이 개별 기업의 사적인 편익에 비해 약 2배 가까이 큰 것으로 보고된 바 있다(Bernstein and Nadiri,

5) 최근 강조되고 있는 출연(연)의 기초연구 투자 확대·역량 강화에 따라 이러한 외부효과에 따른 경제적 편익은 더욱 크게 나타날 수 있다(한국과학기술기획평가원, 2014)

1988; 1991). 이는 외부효과가 상향식 접근 적용 결과와 하향식 접근 적용 결과 간 차이가 발생한 가장 중요한 이유 중 하나로 고려될 수 있음을 시사한다.

둘째, 상향식 접근의 경우 K연구원이 임무 수행을 통해 달성한 연구개발 성과 중 계량적인 추정이 가능한 대표성과만을 반영하고 있다는 점을 들 수 있다. 실제로 K연구원의 정관에 따르면 K연구원은 상기 언급한 4가지 성과 이외에도 신뢰성 및 시험평가·인증, 그리고 산업계 기술정책 수립 지원 등의 활동도 활발히 수행하고 있음을 확인하였다. 뿐만 아니라 기업체와의 공동연구, 무상 기술 양도 등에 따른 기술사업화 성과 등도 객관적으로 측정하기 어려운 한계로 인해 분석에서 제외한 점도 상향식 접근에 따른 경제적 편익 추정치가 하향식 접근의 그것에 비해 작게 추정되는데 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

마지막으로 하향식 접근 방법 활용 시 K연구원 연구개발 성과가 응용·확산되는 산업으로 기계산업만을 상정한 점도 추정치 차이의 비체계적 오차로 고려할 수 있을 것이다. 기계기술은 주력 제조업의 생산기반으로서 다양한 산업에 활용되기 때문에 수요 산업이 매우 다양한 편이다(곽기호 외, 2013). 따라서 K연구원 연구개발 성과의 수요산업을 보다 엄밀하게 정의하고, 각 수요산업 별 연구개발 스톡에서 K연구원의 총 연구개발 스톡 중 수요산업과 관련된 연구개발 스톡이 차지하는 비중을 산출한다면 경제적 편익을 보다 정확하게 추정 가능할 것으로 판단된다.

이와 같이 상향식 접근과 하향삭 접근 적용에 따른 추정치 차이의 원인에 논의는 향후 두 가지 접근 방법을 상호보완적으로 활용하는 것이 필요함을 시사한다. 상향식 접근 방법은 출연(연) 개별 연구개발 성과의 경제적 편익을 추정하고, 각 성과에 대한 세부적인 분석을 추진함으로써 성과 제고 방안을 도출하기 위한 기관전략 수립에 활용될 수 있을 것이다. 예컨대 기술이전 성과의 경제적 편익 추정은 최근 들어 출연(연) 개별적으로 기술의 완성도를 높이기 위해 운영 중인 고유의 기술검증 프로그램(Proof of Concept)에 대한 성과를 점검하고 개선 방안을 도출하는데 활용될 수 있을 것이다. 또한 상향식 접근 방법은 단기 간 또는 주기적으로 각 성과의 경제적 편익을 분석하는데 보다 효과적일 것으로 판단된다. 이를 통해 경제적 편익의 추세를 파악하고, 경기 변동과 같은 외부 환경 변화의 영향력 등을 파악하는 것도 상향식 접근 방법활용의 의의를 확인하는 바라 하겠다.

반면 하향식 접근 방법은 보다 거시적이고 중장기적 차원에서 출연(연)의 연구개발성과가 주로 응용·확산되는 산업 생산 기여분을 추정하는데 보다 적합할 것이다. 특히 공공연구기관으로서의 출연(연)의 임무와 기능, 최근의 기초연구 투자 강화, 그리고 연구개발 투자·성과의 외부효과가 개별 기업이 얻는 경제적 편익보다 훨씬 크다는 점을 고려하면(김석현, 2006; 임채윤 외, 2007; 한국과학기술기획평가원, 2014), 하향식 접근 방법을 통해 출연(연)의 역할과 중요성

을 재확인하고, 이들이 축적한 연구개발 스톡이 연구개발에 대한 개별기업의 과소투자로 인한 시장 실패(Market Failure)를 줄이는데 유의한 역할을 수행하고 있음을 강조하는 것도 의미 있는 시도가 될 것이다.

V. 결 론

본 고에서는 과학기술계 출연(연) 연구개발 성과의 경제적 편익 추정을 위한 분석 틀로 출연(연)의 개별 연구개발 성과의 경제적 편익을 산출하여 더하는 상향식 접근 방법과 연구개발 성과가 응용ㆍ확산되는 산업의 경제적 성장에 대한 기여도를 산출하는 하향식 접근을 제시하였다. 또한 이러한 분석 틀을 K연구원의 사례에 적용함으로써 출연(연)이 창출하는 경제적 편익을 화폐가치로 산출하였다. 먼저 상향식 접근 방식을 활용한 결과, K 연구원이 1996년~2014년 달성한 기술이전, 연구소기업 설립, 중소·중견기업 기술지원, 연구인력 배출 성과에 따른 경제적 편익은 12.3조 원으로 추정하였다. 한편 하향식 접근 방식을 활용하여 동기간 K연구원이 기계산업 생산 활동에서 기여한 경제적 편익의 현재가치를 추정한 결과 약 29.5조 원으로 산출되었다. 아울러 두 가지 접근 방식 적용 결과를 비교하고, 내용적 범위와 연구개발 성과의 외부효과 창출, 그리고 연구개발 성과가 응용·확산되는 산업 설정의 관점에서 각 분석 틀의 상호보완적인 활용에 대한 가이드라인을 제시하였다.

본고는 출연(연) 연구개발 성과의 경제적 편익을 종합적이고 체계적으로 분석할 수 있는 기반을 마련하는데 그 의의를 두고 있다. 특히 두 가지 접근 방법 별 의의와 이들 간 상호보완적인 활용을 제시함으로써 출연(연) 연구개발 성과의 경제적 편익에 대한 논의를 심화시킬 것으로 기대된다. 궁극적으로 본 연구는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis)에 기반하여 출연(연) 간 연구개발의 투입·산출 효율성 비교에 그친 기존 연구(예: 곽기호 외, 2010; 이성희 외, 2015; 이수철·이동호, 2016)를 넘어서서 출연(연)의 연구개발 성과에 대한 논의를 본격화하는데 기여할 것이다.

또한 실무적인 관점에서 본 연구는 국가 경제 및 산업 발전에서 출연(연)의 역할과 위상을 재확인하고, 연구개발 성과를 체계적으로 홍보하는데 활용될 것으로 기대된다. 앞서 언급한 바와 같이 2000년대 이후 지속적으로 제기되고 있는 출연(연)의 연구개발 성과에 대한 비판과 압력을 고려했을 때, 본 연구의 시의성과 중요성을 다시 확인할 수 있을 것이다. 즉, 원천기술 개발을 위한 노력을 넘어 출연(연) 스스로 연구개발 성과를 종합적으로 분석·홍보함으로써 산업계·학계와의 협력을 강화하고, 국가 경제 및 산업기술 발전을 위한 기관의 임무와 역할, 포지

셔닝을 강화하는 노력을 경주해야함을 시사한다. 나아가 본 연구결과의 활용이 과학기술에 대한 국민들의 이해를 증진시키고, 출연(연) 연구개발 성과의 수혜자가 바로 국민임을 인지하게 함으로써 궁극적으로 출연(연)의 정당성에 대한 국민들의 지지와 성원을 제고할 수 있다면 실무적 의의는 더욱 클 것으로 기대된다.

그러나 본 연구결과는 하향식 접근방법의 적용에 있어 연구개발 성과가 응용·확산되는 산업을 보다 정교하게 설정하지 못한 한계가 있다. 추후 연구에서는 출연(연)의 연구개발 투자·수행 포트폴리오 등을 면밀히 분석해서 다수의 산업 생산에 대한 기여분을 보다 현실적으로 산출할 필요가 있다. 더불어 하향식 접근 방법 적용에 따른 경제적 편익 추정치는 외부효과에 의한 편익도 포함하고 있으므로 이를 별도로 측정하기 위한 시도도 필요하다고 판단된다. 이러한 외부효과는 연구개발 성과의 효과 분석 관점에서 한국과학기술기획평가원(2017)의 제안을 활용함으로써 추정이 가능할 것으로 기대된다.

한편 상향식 접근방법의 경우 분석을 위한 자료 확보를 위해서는 연구개발 수행의 당사자인 연구인력 또는 연구팀의 협조를 확보해야하는 것이 필요하다. 물론 기술이전 및 기업기술지원 성과의 자료 확보에 있어 자신의 성과를 직접 응답한다는 점은 객관적 측정의 관점에서 분명 한계를 안고 있다. 그러나 사실상 이들이 관련 자료를 가장 잘 알고 있고, 출연(연)으로부터 기술이전 또는 기술지원을 받은 기업과 가장 잘 소통할 수 있는 자료원이라는 점에서 이들의 협조를 배제하는 것은 어려울 것으로 판단된다. 따라서 기업의 매출, 매출에 대한 기술기여도 등과 같은 2차 자료를 함께 활용함으로써 상기 자료원 활용의 단점을 극복하되, 기업의 최고경영진 대상 인터뷰나 실태조사 등을 통해 보다 객관적인 측정을 위한 기법을 마련해야할 것이다. 아울러 향후에는 상향식 접근 방법의 보완의 관점에서 보다 다양한 개별 연구개발 성과에 대한 경제적 편익 분석 틀이 개발될 필요가 있을 것이다. 이를 통해 보다 종합적인 관점에서 출연(연) 연구개발 성과 제고 방안을 논의할 수 있는 기반을 마련해야할 것이다. 종래에는 본 연구결과가 출연(연) 간 연구개발 성과의 경제적 편익에 대한 비교가 아닌 기술 분야별 세계 최고 수준의 연구개발 역량 확보를 위한 전략 수립에 활용되기를 기대한다.

참고문헌

고용노동부, 「고용형태별 근로실태조사 보고서」, 세종 : 고용노동부(각년도).

곽기호·오승훈·김재윤 (2010), “DEA-AR을 활용한 산업기술연구회 소속 정부출연(연)의 R&D 효율성 분석과 평가 방안 제언”, 한국기술혁신학회 추계학술대회.

곽기호·김원준·김민기·조창연 (2017), “거시환경요인과 복합제품시스템의 기술진화 : 원자력 발전 플랜트의 사례를 중심으로”, 「기술혁신연구」, 25(2): 89-126.

곽기호·정성균·조현 (2013), “중소 자본재 기업 개방형 혁신에서의 정부출연(연)의 역할 탐색 : 일반기계산업을 중심으로”, 「중소기업연구」, 35(3): 1-24.

곽승준·유승훈·한상용 (2002), “발전부문별 국민경제적 파급효과 분석 : 산업연관분석을 적용하여”, 「자원·환경경제연구」, 11(4): 581-608.

구세주·유승훈 (2009), “창의문화도시 조성사업의 경제적 파급효과 분석”, 「산업경제연구」, 22(6): 2805-2821.

국가과학기술심의회 (2014), 「출연(연)의 중소·중견기업 R&D 전진기지화 방안(안)」, 서울 : 국가과학기술심의회.

국가과학기술연구회 (2015), 「2016년도 국가과학기술연구회 소관연구기관 종합평가 편람」, 세종 : 국가과학기술연구회.

국가법령정보센터 (2017), 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률(법률 제15236호)」, 서울 : 과학기술정보통신부.

김갑수·곽창규 (2007), “활용중심의 연구인력 유동성 현황 연구 : 우리나라 이공계 출연(연)을 중심으로”, 「기술혁신학회지」, 10(2): 334-360.

김대관·한연주·이상민·최영배·송수엽 (2011), “지역산업연관모델을 이용한 ‘2011 서울모터쇼’의 경제적 파급효과 분석 : 전시참관객의 지출액을 바탕으로”, 「한국콘텐츠학회논문지」, 11(10): 187-196.

김명수 (2012), “해외건설의 경제적 파급효과 분석”, 「국토연구」, 73: 271-281.

김석현 (2006), 「산업별 연구개발투자의 생산성 기여」, 서울 : 과학기술정책연구원.

김선재·이영화 (2015), “한국 공공부문의 R&D 투자가 국내 산업에 미치는 영향”, 「산업경제연구」, 28(1): 71-88.

김윤두·채수호·이상덕 (2016), “아시아농식품기술협력협의체 국제협력사업의 경제적 파급효과 분석”, 「한국국제농업개발학회지」, 28(1): 37-48.

김의제 (1999), 「우리나라 제조업의 성장요인 분석 - 연구개발 투자의 생산성 분석을 중심으로」, 서울 : 과학기술정책관리연구소

김제안·채종훈 (2010), “농촌지역개발사업의 지역경제 파급효과 분석”,「산업경제연구」, 23(2): 869-888.

노화준, 「정책학원론」, 서울 : 박영사

문기환·정기호·이만기 (2005), “한국원자력연구소 원자로계통설계 기술자립의 국가경제 파급

효과 분석", 「기술혁신학회지」, 8(특): 499-524.
문인석·김의준·이유진 (2017), "서울-강릉 간 고속철도 건설에 따른 경제적 효과 분석 : 연산일반균형모형을 중심으로", 「한국지역개발학회지」, 29(1): 179-202.
미래창조과학부 (2013), 「출연연구기관(과학기술분야)의 개방형 협력 생태계 조성(안) - 출연(연)을 창조경제의 선봉으로 -」, 서울 : 미래창조과학부.
미래창조과학부·한국과학기술기획평가원 (2016), 「2015년도 국가연구개발사업 조사 분석 보고서」, 서울 : 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원.
미래창조과학부·한국과학기술기획평가원 (2017), 「2016년도 국가연구개발사업 조사 분석 보고서」, 서울 : 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원.
민철구·박성욱 (2013), "정부출연연구기관 연구성과에 영향을 미치는 요인 분석", 「기술혁신연구」, 21(3): 121-140.
민철구·최원희 (2008), 「창조적 연구인력 양성·배출을 위한 출연(연) 운영전략」, 서울: 과학기술정책연구원.
박상문·박일수 (2013), "기술이전 경험과 수행과제 수가 개인의 기술사업화 성과에 미치는 영향", 「기술혁신연구」, 21(3): 95-119.
박상범 (2011), "스마트무인기 기술개발의 경제적·기술적 파급효과 분석", 「한국산학기술학회논문지」, 12(7): 2991-2995.
박원우·김미숙·정상명·허규만 (2007), "동일방법편의(Common Method Bias)의 원인과 해결방안", 「인사·조직연구」, 15(1): 89-133.
박일수·김병근 (2012), "산·연 협력 공동연구개발 과제의 성과 결정요인에 관한 연구", 「기술혁신학회지」, 15(4): 783-814.
박성욱·한선화·성원경 (2010), "시맨틱 기술의 경제적 파급효과 분석", 「정보관리연구」, 41(3): 175-190.
박주형·이희상 (2014), "과학기술계 출연연구기관의 지식창출 협력유형 분석에 관한 연구 : 개방성과 다양성 중심으로", 「기술혁신학회지」, 17(3): 563-583.
박추환·한성수 (2010), "공공기관의 연구개발(R&D)투자에 대한 경제적 파급효과 분석 : ETRI 경우", 「산업경제연구」, 23(4): 2021-2046.
박호정·김재경 (2016), "실물경기변동 모형을 이용한 해외석유가스 개발사업의 경제적 효과분석", 「자원·환경경제연구」, 25(2): 179-197.
배정환 (2009), "관세철폐가 친환경연료 산업에 미치는 일반균형적 파급 효과", 「자원·환경경제연구」, 18(1): 23-52.

백승희·정도범 (2013), “국내 공공연구기관의 성과관리·활용에 관한 우수 사례 연구”, 「기술혁신학회지」, 16(4): 1032-1054.

산업자원부 (2005), 「외국인투자기업 국민 경제기여도 높아 - 산자부, 2004년도 외국인투자기업 경영실태조사 결과 발표」, 서울 : 산업자원부.

성지은·고영주 (2013), “탈추격 혁신을 위한 정부출연연구기관의 노력과 과제 : 한국화학연구원을 중심으로”, 「기술혁신연구」, 21(2): 85-113.

송민경·박범수 (2017), “출연(연)과 중소기업의 장기적 협력을 위한 영향요인 분석 : 출연(연)의 인력파견사업을 중심으로”, 「한국콘텐츠학회논문지」, 17(3): 654-665.

송위진 (1999), “우리나라 복합시스템 제품의 기술혁신패턴: CDMA이동통신 기술개발을 중심으로”, 「과학기술정책」, 119: 27-35.

송하중 (2001), 「정부출연연구기판 운영 현황 조사 및 개선방안 연구」, 서울 : 국가과학기술자문회의.

신태영 (2005), 「기술혁신과 경제성장 : 요소대체율과 기술진보율에 관한 실증적 고찰」, 서울 : 과학기술정책연구원.

안영진 (2017), “대학의 지역 경제적 파급효과 : 지식이전을 중심으로 한 전남대학교의 사례 연구”, 「한국지역지리학회지」, 23(1): 227-238.

연합뉴스 (2016), “세계 두 번째 무인 자기부상열차 인천공항 누빈다”, (2016.02.02.).

옥주영·김병근 (2009), “국내 공공 연구기관들의 기술이전 효율성 분석”, 「기술혁신연구」, 17(2): 131-158.

유성재·이정원 (2003), “연구회 및 출연연구기관의 새로운 경영모형”, 제22회 동계 학술발표회 논문집, 기술경영경제학회.

유홍림·박성준 (2007), “중소기업 R&D 지원정책 성과의 한 실증연구”, 「한국행정논집」, 19(1): 171-195.

윤동한 (1991), “산업연관분석기법을 이용한 해양산업의 국민경제적 파급효과”, 「해양정책연구」, 6(2): 379-389.

이규철·원희선 (2012), “新기술(빅데이터) 등장에 따른 경제적 파급효과 및 법(규제) 연구”, 「한국통신학회논문지」, 29(11): 48-54.

이근·곽원식·김민정·김성희·김윤지·김지은·김형균·노지현·박원명·박창규·손은희·이혜진·정무섭·정성창·주시형·최준연·한나라·황지수 (2008), 「기업 간 추격의 경제학」, 서울 : 21세기북스.

이민형 (2007), “출연연구기관 기관평가의 책임성 요소 변화 분석”, 「기술혁신학회지」, 10(3):

580-603.

이민형·안두현·정미애·이혜진·고영주·변영지 (2012),「연구성과 제고를 위한 정부출연연구기관 역할 및 운영체계 효율화 방안」, 세종 : 과학기술정책연구원.

이성희·김태수·이학연 (2015), "DEA 윈도우 분석을 이용한 정부출연연구기관의 연구개발 사업화 동태적 효율성 분석",「경영과학」, 32(4): 193-207.

이수철·이동호 (2016), "Cumulative DEA/Malmquist Index 기법을 이용한 정부출연 연구기관 연구개발 효율성 변화 분석",「한국경영과학회지」, 41(1): 99-111.

이옥선·김지대·김성용·이재욱 (2011), "학·연 연구개발 협력시스템이 성과에 미치는 영향에 관한 실증분석: 지질자원분야를 중심으로",「한국산학기술학회논문지」, 12(6): 2489-2499.

이우성·윤문섭 (2007),「R&D 투자를 통한 성장잠재력 확충 방안」, 서울: 과학기술정책연구원.

이윤준 (2008), "공공연구기관의 기술이전 활성화 전략",「기술혁신연구」, 16(1): 141-163.

이은우 (2012),「출연연 인력양성 기능 활성화 : UST를 중심으로」, 대전 : 과학기술연합대학원대학교.

이종성 (2001),「델파이 방법」, 서울 : 교육과학사.

이지석 (2011), "안동국제탈춤페스티벌의 경제적 파급효과 분석 : 지역산업연관모델을 중심으로",「한국콘텐츠학회논문지」, 11(1): 371-378.

이찬구·김동영·박상규·황영하·한경희·김용구 (2005), "정부출연 연구기관의 지적자본 측정지표 개발 : E연구원의 사례를 중심으로",「기술혁신학회지」, 8(1): 51-76.

이충기·윤우식·이병원 (2008), "풍기인삼축제의 경제적 파급효과 분석연구 : 지역산업연관모델을 중심으로",「관광연구저널」, 22(2): 21-33.

임용택 (2013), "투입-산출 분석을 통한 작물유전체연구사업의 경제적 파급효과",「산업경제연구」, 26(1): 247-274.

임재규 (2011), "한국의 자유무역협정(FTA) 확대로 인한 경제적 파급효과",「국제통상연구」, 16(1): 63-102.

임채윤·김석현·손수정 (2007),「정부 R&D 수익모델 창출 방안」, 서울 : 과학기술정책연구원.

임환·임호순·송용일 (2008), "정부출연연구기관 전략적 성과관리체계(BSC) 구축사례 : K연구원을 중심으로",「기술혁신학회지」, 11(4): 639-670.

장윤종·황윤진 (2001), "외국인직접투자의 국민경제적 효과에 관한 분석",「산업경제분석」, 10: 31-43.

정강옥 (2006), "연구기반 스핀오프 벤처기업의 성장단계별 성공요인에 관한 탐색적 연구 : 이론 및 사례 연구를 중심으로",「기술혁신학회지」, 9(4): 654-687.

정군오·임응순·송재국 (2013), “국가 R&D 투자의 경제효과 분석 : 보건의료산업을 중심으로”, 「기술혁신연구」, 21(1): 59-83.

정기호 (2005), “원자력부문 연구개발투자지출의 경제파급효과 산업연관분석”, 「자원·환경경제연구」, 14(4): 839-866.

정기호·김재현 (2012), “CGE모형을 이용한 다목적댐 운영의 경제파급효과 분석 : 용수공급기능을 중심으로”, 「자원·환경경제연구」, 21(1): 129-156.

정도범·정동덕 (2013), “공공연구기관의 성과관리·활용 역량 및 활동이 기술이전 성과에 미치는 영향”, 「기술혁신연구」, 21(2): 199-223.

정병걸 (2011), “조직군 밀도의 이중효과와 조직군의 위기- 과학기술분야 정부출연연의 성공과 실패”, 「한국행정학보」, 45(3): 51-71.

정선양·조성복·석재진 (2009), “정부출연연구기관의 창의적 인적자원 양성전략 : 전주기적 인력관리의 관점에서”, 「기술혁신연구」, 17(2): 187-204.

정정길·최종원·이시원·정준금·정광호 (2010), 「정책학원론」, 서울 : 대명출판사

정태원·정동섭·김정흠 (2014), “공동논문 현황을 통한 정부출연(연)의 협력네트워크 구조와 논문성과와의 관계 분석”, 「기술혁신학회지」, 17(1): 242-263.

정형식 (2001), “산학협력 기술개발에 있어 신뢰에 영향을 미치는 요인과 성과에 미치는 영향”, 「산업경제연구」, 14(3): 255-278.

정혜진 (2016), “출연(연)의 기술사업화에 미치는 요인 분석 : 연구소기업을 중심으로”, 「한국산학기술학회논문지」, 17(9): 74-82.

조윤애 (2004), “기업의 연구개발 파급효과 분석–한국 제조업을 중심으로-”, 「응용경제」, 6(1): 209-232.

지식경제부 (2008), 「기술가치 평가 실무요령」, 서울: 지식경제부

차종석·손병호·이병헌(2006), “정부 출연 연구기관 연구원의 경력지향성에 관한 탐색적 연구”, 「기술혁신학회지」, 9(4): 688-714.

최영훈·이강춘 (2009), “과학기술계 정부출연연구기관의 성과개념의 재구성을 위한 작은 논의”, 「한국공공관리학보」, 23(4): 401-430.

최용제 (2010), “한-칠레 FTA의 경제적 파급효과 분석”, 「국제지역연구」, 13(4): 541-556.

최종두 (2013), “산업연관분석을 통한 슬로푸드박람회의 경제적 파급효과 추정”, 「자원·환경경제연구」, 22(4): 817-841.

최현철 (2004), “위성DMB 시장의 경제적 파급효과 분석”, 「정보통신정책연구」, 11(2): 87-107.

최호영·최치호·김정수 (2011), “과학기술계 정부출연연구기관의 연구개발성과 결정요인: 한국

과학기술연구원(KIST) 사례연구", 「기술혁신학회지」, 14(4): 791-812.
통계청, 「광업·제조업 조사보고서」, 대전 : 통계청(각년도).
하정욱·이동욱 (2009), 「우리나라 연구개발투자와 경제성장의 관계 분석」, *KISTEP R&D Focus 2009-13*, 한국과학기술기획평가원.
한국과학기술기획평가원 (2014), 「R&D 투자의 효과분석 모형 수립을 위한 탐색연구」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
한국과학기술기획평가원 (2016), 「연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2-1판)」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
한국과학기술기획평가원 (2017), 「국가연구개발사업의 비용효과 분석 방향 연구」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
한국과학기술정보연구원 기술가치평가시스템, http://www.starvalue.or.kr/itechvalue/wsp/support/tct.jsp (2017.08.01.)
한국개발연구원 (1987), 「공공투자의 적정할인율 분석」, 서울: 한국개발연구원.
한국개발연구원 (2000), 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구(개정판)」, 서울: 한국개발연구원.
한국개발연구원 (2008), 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)」, 서울: 한국개발연구원.
한국기계연구원 (2015), 「KIMM 중소기업 기술지원 사업(KTSE)」, 대전 : 한국기계연구원.
한국기업데이터, http://www.cretop.com/ (2017.08.01.).
한국산업기술진흥원 (2008), 「한국의 산업기술 통계 2008」, 서울: 한국산업기술진흥협회.
한국산업기술진흥협회, 「산업기술주요통계요람」, 서울 : 한국산업기술진흥협회.
한국은행 경제통계시스템, http://ecos.bok.or.kr (2017.08.01.).
한국항공우주연구원 (2016), 「중소기업 지원사업」, 대전 : 한국항공우주연구원.
한국화학연구원 (2012), 「중소기업 지원사업」, 대전 : 한국항공우주연구원.
황경연·성을현 (2014), "기술의 특성, 기술사업화성과 및 경영성과 간의 관계에 관한 실증연구 : 대덕연구개발특구 정부출연 연구기관에서 이전된 기술을 중심으로", 「생산성논집」, 28(2): 25-49.
황석원·안두현·최승현·권성훈·천동필·김아름·박종혜 (2009), 「국가연구개발사업 R&D 효율성 분석 및 제고방안」, 서울 : 과학기술정책연구원.
황현덕·정선양 (2015), "수요기업 중심의 정부출연연구기관 기술이전 활성화 방안 : K 연구원 사례를 중심으로", 「기술혁신학회지」, 18(2): 318-337.

황혜란 (2011), "공공연구부문의 탈추격형 혁신활동특성 분석 및 과제 : 대덕연구개발특구를 중심으로", 「기술혁신학회지」, 14(2): 157-176.

홍순기·홍사균·안두현 (1991), 「연구개발투자의 산업부문간 흐름과 직간접 생산성 증대효과 분석에 관한 연구」, 서울 : 과학기술정책연구소.

홍재표·최나린·김방룡 (2012), "IT산업 연구개발 투자의 경제적 효과 분석", 「한국통신학회논문지」, 37B(9): 837-848.

Berelson, B. (1952), *Content Analysis in Communication Research,* Illinois: Free Press.

Bernstein, J. I. and Nadiri, I. (1988), "Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-Tech Industries", *American Economic Review*, 78(2): 429-434.

Bernstein, J.I. and Nadiri, I. (1991), "Product Demand, Cost of Production, Spillovers, and the Social Rate of Return to R&D", NBER Working Paper Series, 3625. Cambridge, MA.

Bounessah, M. and Atkin. B. P. (2003), "An Application of Exploratory Data Analysis (EDA) as a Robust Non-parametric Technique for Geochemical Mapping in a Semi-arid Climate", *Applied Geochemistry*, 18(8): 1185-1195.

Dann, L.Y. (1981), "Common Stock Repurchases: An Analysis of Returns to Bondholders and Stockholders", *Journal of Financial Economics*, 9(2): 113-138.

Goldsmith, R. W. (1951), *A Perpetual Inventory of National Wealth*, Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Goldsmith, R. W.(1973), "A Synthetic Estimates of the National Wealth of Japan, 1885-1973", *The Review of Income and Wealth*, 21(2): 125-151.

Goto, A. and Suzuki, K. (1989), "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries", *The Review of Economics and Statistics*, 71(4): 555-564.

Griliches, Z. (1979), "Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth", *The Bell Journal of Economics*, 10(1): 92-116.

Hubert, F. and Pain, N. (2001), "Inward Investment and Technical Progress in the United Kingdom Manufacturing Sector", *Scottish Journal of Political Economy,* 48(2): 134-147.

Kim, S. and Han, G. (2001), "A Decomposition of Total Factor Productivity Growth in Korean Manufacturing Industries: A Stochastic Frontier Approach", *Journal of Productivity Analysis*, 16(3): 269-81.

Koller, T., Goedhart, M. and Wessels, D. (2010), *Corporate Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc..

Kumbhakar, S. C., Denny, M. and Fuss, M. (2000), "Estimation and Decomposition of Productivity Change When Production is not Efficient: A Panel Data Approach", *Econometric Reviews*, 19(4): 312-320.

Kwak, K. and Kim, W. (2014), "Productivity Growth of Newly Industrializing Economies in Heterogeneous Capital Goods Markets: The Case of the Korean Machinery and Equipment Industry", *Applied Economics*, 47(7): 654-668.

Mansfield, E. (1968), *Industrial Research and Technological Innovation: An Econometric Analysis,* New York: Norton for the Cowles Foundation for Research in Economics.

Pakes, A. and Schankerman, M. (1984), "The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources", in Griliches, Z. (ed.), *R&D, Patents, and Productivity,* Illinois: University of Chicago Press.

Park, T. (2012), "How a Latecomer Succeeded in a Complex Product System industry: three case studies in the Korean telecommunication systems", *Industrial and Corporate Change,* 22(2): 363-396.

Pavitt, K. (1984), "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research policy*, 13(6): 343-373.

Porta, L. R., Shleifer, F. L. and Vishny, R. W. (2000), "Agency Problems and Dividend Policies around the World", *The Journal of Finance*, 55(1): 1-33.

Romer, P. M. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98(5): 71-102.

Tylecote, A. and Visintin. F. (2008), *Corporate Governance, Finance and the Technological Advantage of Nations,* London: Routledge.

Whitley, E. and Ball, J. (2001), "Statistics Review 1: Presenting and Summarising Data", *Critical Care*, 6(1): 1-6.

곽기호

현재 부경대학교 기술경영전문대학원 조교수로 재직 중이며, 한국과학기술원(KAIST)에서 경영공학 공학사, 공학석사 학위를 취득하고 기술경영학 공학박사를 취득하였다. 주요 관심 연구분야는 제조업 서비스화와 제품 개발 전략, 기술사업화 전략 및 정책, 복합제품시스템 혁신 전략 등이다.