Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 11. No. 3, pp. 211-218, 2020

ISSN 2233-4890 / eISSN 2713-6353
https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.3.211

국가과학기술연구회 융합연구사업의 연구성과 효율성에 관한 연구 : DEA를 활용한 융합연구 및 일반수탁사업의 비교분석을 중심으로

육형갑[1], 강재열[2], 배기봉[3], 강대석[4*]
[1]한국기초과학지원연구원 선임행정원, [2]충남대학교 경영학부 연구교수,
[3]충남대학교 경영학부 연구교수, [4]충남대학교 경영학부 교수

A Study on the Research Performance and Efficiency of Convergence Research Projects sponsored by National Research Council of Science & Technology : A Comparative Study of Convergence Research and General Trust Projects Using DEA

Hyounggab Yuk[1], Jaeyeol Kang[2], Kibong Pae[3], Daeseok Kang[4*]
[1]Administrative staff, Korea Basic Science Institute.
[2]Research professor, CEM Chungnam National University.
[3]Research professor, CEM Chungnam National University.
[4]Professor, Division of Bussiness, Chungnam National University

요 약 본 연구는 국가과학기술연구회에서 운영하는 융합연구사업과 출연(연)에서 수행하는 일반 수탁연구사업의 연구성과에 대해 효율성을 비교 분석하였으며 이를 통해 융합연구 운영 및 관리의 효율성 제고 방안을 제시하고자 하였다. 연구데이터는 정보공개청구를 통해 21개 정부출연연구기관을 대상으로 수집되었고 효율성 평가를 위해 DEA 분석을 실행하였다. 분석결과 융합연구의 SCI 논문은 높은 효율성을 나타냈고 특허등록과 기술이전 부문은 일반연구사업이 높은 효율성을 나타냈다. 이는 선도 및 원천기술 확보를 위한 융합연구사업이 당초 목적에서 부합되는 높은 효율성을 나타내고 있으나, 이로 인해 파생되는 기술의 활용도 면에서는 기업들의 참여 부족 등으로 그 성과가 낮은바, 융합연구 결과의 실용화를 위해 보다 많은 기업의 참여와 기회가 필요함을 시사한다. 본 연구는 융합연구사업 성과의 효율성 분석을 통해 제한된 인력 및 연구비용의 합리적인 투자를 위한 R&D 기획 및 정책에 활용 지침을 제공하였다. 또한, 융합연구 관리 방안으로서 융합연구의 대상 기술 유형에 따라 효율성 파악에 관한 미래 연구를 제안하고 있다.

주제어 : 융합연구, 창의형 융합사업, 융합연구단 사업, 효율성, 자료포락분석, 정부출연연구기관

Abstract This study compared and analyzed the efficiency of the research results of the convergence research project operated by the National Science and Technology Research Council and the general research project carried out by the Government-funded research institute and proposed measures to enhance the efficiency of the operation and management of convergence research. Research data were collected from 21 government-funded research institutes through an information disclosure claim and DEA analysis was conducted for efficiency assessment. The SCI papers of convergence research showed high efficiency, and the patent registration and technology transfer sector showed high efficiency of general research projects. This indicates that convergence research projects for securing lead and original technologies are highly efficient, but their performance is low due to lack of participation by businesses in terms of the utilization of derived technologies, and more companies' participation and opportunities are needed for practical use of convergence research results. Through the analysis of efficiency of convergence research project performance, this study provided policy and guidance for R&D planning for rational investment of limited manpower and research costs. Further, future research on identifying efficiency is proposed depending on the type of technology subject to convergence research as a method for managing convergence research.

Key Words : Convergence Research Projects, DEA, effectiveness, Government-funded research institute

*This research has been supported by Chungnam National University's Academic Research Fund.
*Corresponding Author : Daeseok Kang(dskang@cnu.ac.kr)
Received January 30, 2020 Revised March 3, 2020
Accepted March 20, 2020 Published March 28, 2020

1. 서론

대한민국 정부가 추진하는 과학기술 분야 정책의 핵심이라 할 수 있는 정부출연연구기관은 1960년대 한국과학기술연구원(KIST)이 설립되면서 현재 기관별 부설기관을 포함하여 25개 기관에 이르렀다. 60~70년대부터 우리나라의 기초과학 분야의 기술력 부족을 타개하기 위해 출연연구기관의 설립이 이루어져 왔고, 이를 통해 분야별 기초연구에서 전문기술개발에 이르는 특성화를 실현할 수 있었다[1].

출연연구기관의 설립 수가 늘어나면서 출연기관의 효율적인 관리 및 지원을 위해 분야별 연구회(기초기술연구회, 공공기술연구회, 산업기술연구회)가 설립되었으며, 1999년부터 정부 출연기관에 대한 관리 감독체계를 갖추게 되었다. 현재 국가과학기술연구회 산하 출연연구기관은 KIST를 포함하여 25개 연구기관이 소속되어 있으며, 출연연구기관의 총예산은 4조 8천억 원(2019년 기준)으로 2019년 정부 전체예산(400.7조) 대비 1.2%이며, 2019년 정부 R&D 예산(19.4조) 대비 25.2%를 차지하고 있다. 그중 출연금 예산은 약 1조 9,800억 원 수준이며, 인력 규모는 12,390명('19년 말 기준)수준에 이른다[2].

특히 2014년부터 국가과학기술연구회 주관으로 '융합연구사업'을 본격적으로 추진하면서, 각 분야별 독립적인 연구가 아닌, 출연기관별 연구 분야의 융복합을 통한 연구가 진행되었다. 특히 2018년 7월 과학기술정보통신부에서「국가 기술혁신체계 고도화를 위한 국가 R&D 혁신방안」을 발표하여, 민관협업 기반의 국가 R&D 혁신전략을 제시하게 되었고, 대표적인 사례로 고위험 혁신형(High Risk-High Return형) 연구과제들의 지원을 강화하는 것으로 학문 분야 간 융합연구, 기관 간 공동연구가 강조되게 되었다. 하지만 융합연구사업의 연구성과에 대해 실적치의 달성도로 단편적인 성과분석이 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 융합연구사업의 연구 성과에 대해 투입과 산출을 고려하여 객관적인 효율성을 평가하고 이를 바탕으로 투자 효율성을 제고할 방안을 수립할 필요가 있다.

본 연구는 통합연구회 이후인 2014년도부터 2018년도까지 출연기관들의 수탁과제 중, 일반연구사업과 연구회 융합연구사업에 대해 DEA 분석을 통한 효율성을 측정하고 그 결과를 비교·분석하고자 한다. 또한 이를 통해 제한된 인력과 연구비의 합리적인 투자를 위한 전략적 기획 및 연구개발의 투자 방향을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 국가과학기술연구회의 융합연구

2.1.1 융합연구의 정의

융합연구는 연구자원을 공유하고, 정보수집을 위한 사회적 네트워크를 확보하며, 사회적 인지도 증가시 연구진행을 가속하는 등의 장점을 가지고 있다[3,4]. 특히 Schumpeter(1939)는 다방면의 전문적 지식의 결합은 새로운 지식을 창조하는 것으로 지식 융합에 따른 혁신의 중요성을 강조하였다[5]. 이는 융합연구라는 개념의 연구를 수행하거나 새로운 제품을 만들기 위한 수단으로 내부자원의 보완을 통해 연구개발 집약도를 향상 시키는 것으로 이해할 수 있다[6]. 최근 연구에서는 기업과 대학 간의 융합연구가 기업과 대학에 지식과 자원을 제공하여 새로운 사업의 분야로 진입하는데 긍정적인 영향이 형성된다는 것이 증명 되었다[7].

특히 높은 수준으로 진행된 융합연구의 성과는 질적으로 매우 높게 평가받고 있으며, 현재까지 정부 정책결정자, 과학자, 연구기획자들에게 융합연구가 혁신적 연구성과를 창출하기 위한 매우 중요한 방법으로 여겨지고 있다[8,9]. 그 결과 과학 기술정책의 입안자 및 의사결정권자들은 연구의 양과 질을 향상시키고 연구자 및 연구분야 간 협력을 제고하기 위한 방법으로 융합연구를 시도하고 있다[10].

2.1.2 연구회의 융합연구

출연(연) 간의 융합연구 및 지원이 주요 기능인 융합연구사업은 국가·사회 현안, 산업계 기술 현안 해결, 원천·선도 기술개발을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 출연(연) 중심의 조직적 융합연구 추진과 출연기관 간 대형 연구성과의 창출을 위해 2014년도 연구회 통합 이후 Fig. 1과 같이 4개 분야로 구분하여 추진하고 있으며 상호작용을 통해 성과를 창출하고 있다.

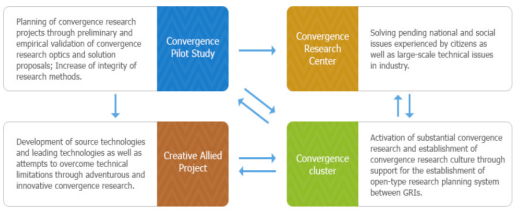

Fig. 1. The Convergence Research System of NST [2]

1) 융합연구단 사업(Convergence Research Center)

2014년부터 미래 선도형 및 실용화형으로 구분하여 에너지 확보를 위한 융합 플랜트 기술, 사물인터넷 기반 도시지하매설물 모니터링 및 관리시스템 기술개발 등을 목적으로 하고 있다. 지원대상은 국가과학기술연구회 소관 2개 이상의 출연(연)과 국내외 산업계, 학계 및 연구계가 참여하는 과제이다. 국가·사회 대형 현안해결 및 신성장 핵심기술 개발을 위한 과제에 대해 국가사회 중요성, 융합연구 적절성, 과학기술 관련성, 경제적 파급성 등을 고려하여 지원 분야를 선정하고 있다.

2) 창의형 융합연구단사업(CAP: Creative Allied Project)

도전적이며, 혁신적인 융합연구를 통한 선도 기술 창출 및 현장의 문제해결을 위해 지원되는 사업이다. 국가과학기술연구회 소관 2개 이상의 출연(연)과 국내외 산·학·연 참여를 대상으로 하고 있으며, 다양한 분야의 수요에 따른 연구기획을 바탕으로 원천기술 확보를 위한 융합연구과제를 지원하고 있다. 주요한 특징은 각 출연(연)의 기관 고유사업을 기반으로 한 연구자 융합연구수요를 반영한 분야들 중 산업계 및 지자체 등의 수요에 따른 문제해결을 추진하는 과제로 구성되어 있다. 특히 출연기관 간 이미 진행 중인 자체 융합연구로서 본 사업으로 발전시킬 수 있는 과제를 최우선으로 지원하고 있다.

3) 선행융합연구사업(Advanced Convergence Research Projects)

융합연구 주제와 문제해결 아이디어의 사전적인 실증검증을 통해 융합연구과제의 기획 및 연구 방법의 완성도를 제고 하고자 하는 사업이다. 10개월 이내, 과제당 2억 원 한도, 5명 연구진을 구성하여 진행되는 연구그룹으로서 융합연구 수행 전 신규로 발굴한 연구주제 및 아이디어의 타당성을 검증하기 위한 선행연구의 실험 및 시작품 제작 등을 지원하고 있다.

4) 융합클러스터 사업(Convergence Cluster Projects)

출연(연)간 개방형 연구기획의 체계구축을 지원하기 위해 실질적인 융합연구 활성화와 융합문화 정착을 유도하기 위한 사업이다. 국가과학기술연구회 소관 2개 이상의 출연(연) 소속 연구자로 구성된 연구자 그룹을 대상으로 지원하고 있다.

2.2 선행연구

DEA 분석은 기업의 효율성 측정뿐만 아니라 공공기관과 비영리조직에 대한 효율성 측정에도 적용되고 있다.

이수철 외(2016)의 연구는 기초기술연구회 산하 10개 기관을 대상으로 연구비 및 인력에 따른 논문, 특허 및 기술료의 효율성 분석을 수행하여 출연기관의 연구개발 효율성 변화를 측정하였다. 연구결과, 일부기관을 제외하고 출연(연)들의 평균 연구개발 효율성이 점진적으로 향상되고 있으며 이를 통해 현행 출연(연)의 기존 성과평가 시스템의 한계를 보완 할 수 있는 방법론을 제시하였다[11].

이성희 (2016)의 연구에서는 연구비 및 인력에 따른 특허, 논문, 기술료의 분석을 통해 정부 출연기관과 학·연·산 공동연구에 따른 연구개발사업의 효율성을 분석하였다. 공동연구 주체를 사전선호도 유부에 따른 유형별로 분류하여 효율성을 측정하였으며, 선호도가 반영된 그룹의 효율성이 높게 측정되어 공동연구 기획 및 정책수립에 있어 유용한 시사점을 제공하였다[12].

정수관 외(2013)의 연구는 DEA 비용 극소화 모형을 적용하여 대출 건 및 이용자 수에 따른 연간 장서증가, 정규직 및 비정규직에 대한 변화로 공공도서관의 효율성을 CCR 및 BCC를 활용하여 산출하였다. 도서관 비용비효율성의 주된원인으로 규모보다 배분 및 기술적인 부분이 더 크게 작용하는 것을 지적하였고 이를 통해 투입의 배분비율 조절 및 투입요소 감축을 통한 비용 절감의 필요성을 시사하였다[13].

조지혁(2018)의 연구는 융합연구의 효율성 분석을 위해 2011년부터 2015년까지 연구비에 따른 논문 및 특허를 활용하여 분석하였다. 연구결과 융합연구의 효율성은 연구비 투자규모와 연관이 미미한 반면, 기관의 설립연도와 연구의 연결중심성에 대해 높은 상관관계가 관측되었다. 연구 연결중심성을 극대화 할 수 있는 융합연구 생태계조성이 매우 중요한 요인으로 파악되었다[14].

장준구(2014)의 연구는 연구자 수와 연구 직접비를 통한 특허, 기술이전 및 기술료를 활용하여 출연기관의 효율성과 영향요인에 대해 분석하였다. 연구결과 기관장 요인, 인력요인등을 통한 추가적인 회귀분석을 통해 기관장의 리더십 및 외부평가등이 효율성에 의미 있는 영향을 미치는 것으로 측정되어 기관평가의 평가지표개선의 필요성을 시사하였다[15].

이상의 선행연구들은 투입변수로 연구비 및 인력을 주로 활용하였고, 산출변수로는 논문 및 특허를 주로 활용하여 성과 효율성을 종합적으로 평가하였다.

Table 1. A prior study of DEA

Researcher	object of study	Factors	
		Input	Output
S.C-Lee & D.H-Lee(2016)	Institute	Investment cost, Human resources	Papers, Patents, Technical fees
S.H-Lee et (2016)	Institute	Investment cost, Human resources	Papers, Patents, technical fees Technology transfer
S.K-Jung(2013)	Public Library	Investment cost, Human resources	Users, Books
J.H-Cho(2018)	Convergence Research Projects	Investment cost	Papers, Patents,
J.K-Jang(2014)	Evaluation of Institute and LeaderShip	Human resources, Investment cost, LeaderShip	Papers, Patents, Technical fees

3. 연구의 대상 및 연구 방법

3.1 연구의 대상

본 연구는 국가과학기술연구회 산하 25개 출연연구기관을 대상으로 정보공개포탈(www.open.go.kr)에서 정보공개청구를 통해 데이터를 수집하였다. 자료의 수집 기간은 2019년 3월~9월이며, 자료 항목은 2014년~2018년까지의 연구과제 수행현황(수탁과제 건수, 연구비, 참여자 수 등) 및 성과(논문 및 특허 건수 등)와 관련된 16개 항목으로 구성되었다. 최종적으로 연구과제의 보안 유지 등의 사유로 정보공개를 거부한 4개 기관이 제외된 21개 기관에서 수집된 자료를 분석에 활용하였다.

연구회 융합연구사업은 2014년 국가과학기술연구회 출범 이후부터 안정화됨에 따라 성공적인 과제종료에 따른 논문, 특허출원 및 기술이전 등의 본격적인 연구 성과가 나타나게 되었다. 과도기적의 초기 융합사업을 일반적 연구 사업과 비교분석하는 것에는 한계가 있을 것으로 판단되어 2014년~2018년 말까지의 융합연구사업과 출연(연) 연구개발사업의 데이터를 활용하였다.

또한, 연구회가 지원하는 융합연구사업 중 선행융합연구사업과 융합클러스터사업은 본격적인 융합연구 전 연구주제의 타당성 검증 및 아이디어 공유를 위한 연구자 모임을 지원하는 연구과제로서 정량적인 성과 창출과 거리가 먼 관계로 분석에서 제외하였다.

3.2 연구 방법

DEA는(자료 포락 분석) 비모수적 접근방법의 선형계획 모형으로 조직의 효율성 분석을 위하여 응용되고 있는 모델로서, 1978년 에이브러햄 차니스, 윌리엄 쿠퍼, 에드워드 로즈가 개발하여 오늘날까지 효율성 검증 방법으로 사용되고 있다[16]. 이 분석법은 투입과 산출에 부여되는 가중치를 찾는 모델로 투입 및 산출에 따른 비중 설정이 필요하지 않고, 투입 및 산출에 따른 특정 함수를 고려하지 않기 때문에 연구비 및 연구인력 등 다양한 투입에 따른 논문 및 특허 등의 산출에 대한 효율성 분석이 용이하다. 이러한 관점에서 많은 선행연구가 DEA 모형을 채택하여 효율성 측정이 이루어진바, 본 연구에서도 융합사업 및 일반사업의 효율성을 DEA 모형으로 분석하고자 한다. 투입대비 결과치의 상승 정도에 따라 CCR 모형과 BCC 모형으로 구분된다.

3.2.1 CCR 모형

CCR 모형(Charnes, Cooper & Rhodes)은 DMU별 투입자료와 산출자료가 정해진 상태에서 각 DMU별로 효율성 평가를 위한 가중치를 계산하는 모형으로서, n개의 DMU에 대한 가중치를 산출하기 위해서는 n개의 CCR모형이 필요하며, [16] 각 DMU의 다수투입, 다수산출을 단일총괄투입, 단일총괄산출로 변경하는 기술 효율성이라는 특성이 있다[17]. 각 DMU 총괄투입, 총괄산출을 Σ와 index 변수를 사용하여 Fig. 3과 같이 나타낼 수 있으며, 이를 통해 각 DMU의 효율성도 산출할 수 있다[18,19].

Table 2. DEA Model of CCR[19]

DMU	Total input	Total output	Efficiency
1	$\sum_{i=1}^{m} X_{1i} V_{1i}$	$\sum_{r=1}^{m} Y_{1r} U_{1r}$	$E_1 = (\sum_{r=1}^{m} Y_{1r} U_{1r}) / (\sum_{i=1}^{m} X_{1i} V_{1i})$
2	$\sum_{i=1}^{m} X_{2i} V_{2i}$	$\sum_{r=1}^{m} Y_{1r} U_{1r}$	$E_2 = (\sum_{r=1}^{m} Y_{2r} U_{2r}) / (\sum_{i=1}^{m} X_{2i} V_{2i})$
…	…	…	…
n	$\sum_{i=1}^{m} X_{ni} V_{ni}$	$\sum_{r=1}^{m} Y_{1r} U_{1r}$	$E_n = (\sum_{r=1}^{m} Y_{nr} U_{nr}) / (\sum_{i=1}^{m} X_{ni} V_{ni})$

3.2.2 BCC모형

Banker는 경영 규모에 기인한 비효율성을 고려하기 위하여 규모수익 가변모형으로 확장시켰으며, 이를 BCC(Banker, Charnes & Cooper)모형이라 한다[20].

$$\theta^{k*} = \min_{\theta,\lambda,s^-,s^+} \left\{ \theta^k - \epsilon \left(\sum_{m=1}^{M} s_m^- + \sum_{n=1}^{N} s_n^+ \right) \right\}$$

subject to

$$\theta^k x_m^k \geq \sum_{j=1}^{J} x_m^j \lambda^j \ (m=1,2,\cdots,M);$$

$$y_n^k \leq \sum_{j=1}^{J} y_n^j \lambda^j \ (n=1,2,\cdots,N);$$

$$\sum_{j=1}^{J} \lambda^j = 1$$

$$\lambda^j \geq 0 \ (j=1,2,\cdots,J) \qquad s_m^- \ (m=1,2,\cdots,M); \qquad s_n^+ \ (n=1,2,\cdots,N);$$

Fig. 2. DEA Model of BCC[20]

BCC모형에서는 관측치들 간의 내분점 및 자유가처분성이 있는 점들만이 생산 가능한 것으로 인정된다며[21], 투입대비 사출에 대한 규모의 효과를 제외한 순수한 투입변수들의 효율성을 검증할 수 있다[22].

3.3 연구모델

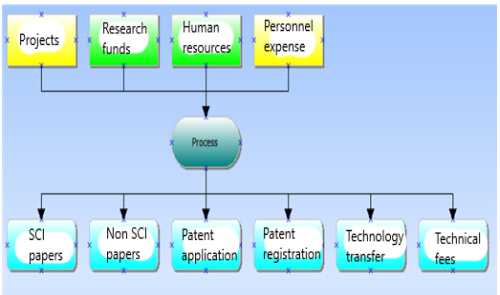

Fig. 3. Model of Research

DEA 모형은 의사결정 단위별(DMU) 가중된 투입 요소 합과 가중된 산출 요소 합의 비율로부터 각 의사결정 단위의 상대적 생산성이나 효율성을 분석 및 평가한다.

본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 통제 가능 투입 요소를 연구비, 연구인력, 통제 불가능 투입 요소를 협약수, 비용 부분을 인건비로 정의하고, 그에 따른 산출변수는 논문, 특허(출원 및 등록), 기술료 및 기술이전 건수로 설정하였다.

특히 곽기호(2010)의 연구에 따르면 사업의 계약고를 유의한 투입변수로 활용하여 출연기관의 R&D 효율성을 측정하였는데, 연구자들의 사업수행이 타 기관의 인력 및 연구 분야의 접촉을 의미하는 것으로 판단되어 본 연구에서 추가적인 투입변수로 활용하였다.

Table 3. Input and performance accumulation status by projects(2014~2018)

Sortation	Agreements	Research expenses (One million won)	Human resources	Thesis		Patent		Technology	
				SCI	Non SCI	Application	Registration	Transfer	Technical fees
CAP	256	167,076	2,925	612	59	479	106	34	2,778
Convergence Research Center	39	197,177	2,159	413	193	517	99	42	3,405
Nomal Projects	24,153	10,869,190	85,526	14,833	12,709	28,174	15,204	5,009	270,107
Sum	24,448	11,233,443	90,610	15,858	12,961	29,170	15,409	5,085	276,290

창의형 융합연구사업과 융합연구단 사업의 협약 건수는 일반연구사업 대비 각각 1%, 0.1%, 연구비는 각각 1.5%, 1.8%, 연구인력은 각각 3%, 2.5%로 매우 작은 것을 알 수 있다. 또한, 연구 성과 역시 SCI는 4.1%, 2.8%, 비 SCI는 0.4%, 1.5%, 특허출원은 1.7%, 1.8%, 특허등록은 0.7%, 0.65%, 기술이전은 0.67%, 0.83%, 기술료는 1%, 1.2%로 비교하기가 어려울 정도로 작게 나타났다. 이 때문에 본 연구는 DEA 모형 중 BCC 방법을 활용하여 융합연구사업과 출연(연) 연구 성과 효율성을 계산하였다.

4. 연구 결과

4.1 논문 관련 부문

Table 4. SCI paper Efficiency Analysis Results

Thesis Efficiency	Sortation	Efficiency
SCI paper Efficiency	Convergence Research Center	100%
	CAP	100%
	Normal Projects	82.9%
Non SCI paper Efficiency	Convergence Research Center	100%
	CAP	32.0%
	Normal Projects	100%

연구비 및 연구인력의 투입에 따른 논문성과의 효율성은 SCI와 일반논문으로 나누어 분석한 결과 SCI 논문 부문은 창의형 융합연구사업 100%, 융합연구단 사업 100%, 일반수탁사업 82.9%의 효율성을 나타냈다. 이와는 반대로 일반논문의 경우 일반수탁사업이 100%, 융합연구단 사업이 100%, 창의형 융합사업이 32%의 효율성을 나타냈다.

융합 관련 연구 사업들이 SCI급 논문과 이에 따른 성과가 월등히 높은 반면 창의형 융합연구사업의 SCI 논문의 성과는 저조한 것으로 나타났다. 이는 융합연구단 및 창의형 융합사업의 연구가 혁신적이고 의미 있는 연구를 추구한 결과 SCI급의 논문에 큰 효율성을 나타냈다고 볼 수 있다. 반면 일반적인 연구의 효율성 성과는 낮게 나타난 것은 융합연구 목적인, 선도 기술 및 원천기술에 관한 연구가 활발히 이루어졌으며, 그에 따른 결과도 그에 부합되어 본연의 목적에 맞게 운영 및 관리되고 있다고 볼

수 있어 SCI와 같은 대형연구는 융합사업에 집중시키는 것이 더 효율적이라고 할 수 있다.

4.2 특허 관련 부문

Table 5. Patent application and Patent registration efficiency analysis results

Patent	Sortation	Efficiency
Patent application efficiency	Convergence Research Center	100%
	CAP	100%
	Normal Projects	100%
Patent registration	Convergence Research Center	100%
	CAP	58.0%
	Normal Projects	100%

특허 출원 부문은 융합연구단 사업, 창의형 융합사업 및 일반수탁 사업이 통일한 효율성을 나타낸 반면, 특허등록 부문의 경우 융합연구단 및 일반수탁사업 외 창의형 융합사업의 효율성은 58%로 낮은 것으로 나타났다. 각 사업이 연구과제수행에 따라 발생하는 기술들에 대한 활발한 특허 활동을 하고 있으나, 창의형 융합연구사업의 경우 과제 수행 기간이 2019년도 이후까지 계속적으로 진행되는 사업들이 16개 사업 48개 기관이 존재하는 관계로 특허에 대한 실적이 명확하게 산정되지 않았을 것으로 사료된다. 하지만 매년 창의형 융합연구사업의 해당 부분의 실적이 증가하고 있는 추세인 것으로 볼 때, 과제종료 시점 이후 특허등록 후 출원이 이루어지기까지 과제수행기관 및 과제운영자들의 노력이 진행되고 있으며, 과제종료 후 그 성과에 따라 개선의 가능성이 클 것으로 보인다.

4.3 기술이전 및 기술료 부문

1) 기술이전

Table 6. Technology Transfer and Technical fee efficiency Efficiency Analysis Results

Technology Transfer and Fee	Sortation	Efficiency
Technology Transfer Efficiency	Convergence Research Center	100%
	CAP	54.1%
	Normal Projects	100%
Technical fee efficiency	Convergence Research Center	100%
	CAP	74.7%
	Normal Projects	100%

기술이전 및 기술료 성과 부문은 융합연구단 사업 및 일반수탁사업이 높은 효율성을 나타낸 반면, 창의형 융합연구사업의 경우 상대적으로 각각 54.1% 및 74.7%로 개선의 여지가 나타났다. 이는 일반수탁사업의 경우 기업들의 위탁사업 및 협동 연구를 통한 기술이전이 활발히 이루어졌으며, 중소기업청 및 지자체에서 주관하는 기술이전이 주목적인 사업이 존재하기 때문이다. 융합연구단의 경우 60개 기업 323명의 참여 인력이 투입되어 기술개발 및 기술이전 등을 실시하고 있다. 반면 창의형 융합연구사업의 경우 참여기업이 상대적으로 융합연구단에 비해 적고 위탁연구 위주로 기업이 참여하는 것으로 나타났다. 하지만 2019년부터 기업들의 활발한 참여가 이루어지고 있으며, 기술이전 및 기술료 수입이 매년 점차 증가함에 따라 앞으로의 과제수행에 있어 많은 성과를 기대해 볼 수 있을 것으로 예상된다.

4.4 연구 결과가 가지는 의미

융합연구사업과 일반사업의 논문, 특허, 기술이전 및 기술료에 대한 효율성을 정량적으로 비교하였다. SCI 논문에 대해서 융합사업은 일반사업과 비교해 효율성이 높았다. 이는 연구회의 정책인 '연구 협력생태계 조성'에 따라 타 분야의 노하우와 인력 네트워크를 확보한 연구 환경이 만들어진 결과라고 할 수 있다. 반면, 특허 및 기술이전 등의 부문에서 창의형 융합사업이 상대적으로 낮은 효율성이 나타난 것은 기술의 실용화에 대한 매개체가 미비한 것으로 판단된다. 일반 연구 사업의 경우 '디딤돌사업'과 같은 기업참여를 통해 기술이전 및 특허 활용을 제고하고 있고, 융합연구단의 경우 참여기업과 같은 기업들의 자발적인 융합연구 유입을 유도하는바, 이처럼 창의형 융합사업의 기업참여를 독려 할 수 있는 유인책과 연구회의 적극적인 홍보가 필요할 것으로 생각된다.

5. 결론

5.1 연구의 요약 및 시사점

출연(연) 융합연구사업의 규모는 출연(연) 일반연구개발사업 대비 2.8%이며, 연구 성과 역시 논문은 8%, 특허는 4.5%로 나타난다. 단일 분야의 연구를 통한 결과와 2개 이상의 연구 분야가 모여 이루어진 융합연구 분야는 태생부터가 단일 연구과제와는 상이하기 때문에 비교분석이 어려울 수 있지만, 연구 사업별 성과에 따른 효율성

분석 결과를 통해 지금보다 효율성을 높일 수 있는 연구 기획을 할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구의 학문적 차원에서의 시사점은 개별 사업 및 기관들에 대한 효율성 측정에서, 4차 산업혁명의 핵심 영역인 선도적 기술개발을 위한 융합연구의 효율성을 정량적으로 분석했다는 점이다. 물론 융합연구에 대한 효율성 분석에 관해서는 이미 많은 연구가 이루어졌으나, 융합연구단 사업이 일차적으로 종료되는 시점인 2018년도의 자료를 활용하여 과제 협약수를 추가 투입변수로 연구가 이루어진 점은 연구자들 간의 상호 접촉에 따른 연구공유 및 공동연구에 관한 효율성을 분석할 수 있는 후속 연구에 중요한 자료가 될 것이다.

본 연구의 실무적 차원에서의 시사점은 상대적으로 효율성이 저조한 기술이전 및 특허 부분의 보완을 위해 연구회와 수행기관에는 기업참여를 위한 정책과 홍보가 우선되어야 하며, 아울러 후속 사업 육성 및 독려를 위해 기관 주요사업화 지원 및 산학협력 추진체계 확립이 필요하다.

종합적으로 볼 때 융합연구사업은 여러 분야를 동시에 연구할 수 있는 여건이 조성된 사업으로 논문과 특허 등에 있어 일반연구사업보다 높은 수준의 결과를 기대할 수 있는 사업으로 여겨진다. 반면 기술이전 및 기술료 부분에 대한 낮은 성과에 대해서는 연구 결과에 따른 기술을 이용 할 수 있는 기업들의 적극적인 유치와 현실적으로 활발한 기술 활용이 가능한 융합연구기술 창구 및 허브를 구축하는 것이 필요하다.

5.2 한계점

본 연구의 한계점은 융합연구사업들의 각 연구 분야에 대한 분야별 효율성을 검토가 미비했다. 정부 출연기관들은 각각의 특화된 연구 분야가 있는바, 이러한 연구 분야의 조합에 따른 융합연구 내 효율성을 추가적으로 분석한다면 융합연구 최적의 연구 분야 조합을 확인하여 융합연구의 개선 반향을 제시 할 수 있을 것으로 사료된다.

또한, 투입변수에 대해 연구비 및 연구인력뿐만 아니라 연구에 활용되는 투입변수를 보다 다양화하여 분석이 이루어졌더라면 보다 세부적인 분석이 가능했을 것으로 생각된다.

DEA 분석은 분석에 포함된 연구 사업들 간의 상대적 비교 결과로 효율성이 산출되는 분석모형이기 때문에 융합연구사업들의 효율성은 표본에 포함된 타 연구 사업들의 효율성의 정도에 따라서 달라질 수 있다. 따라서 이러한 DEA를 활용한 연구 성과 및 운영의 효율성 분석 결과의 일반화에는 한계가 있을 수 있으며, 연구 사업 운영 및 수행의 특성상 일반 산업 및 기업들의 투입 및 산출과 같이 인과성을 명확하게 확인할 수 없는 부분도 존재하기 때문에 투입 및 산출을 선정하기가 어렵다는 것도 한계점이다. 그러나 본 연구의 결과는 융합연구의 효율적 운영 및 관리 방안을 모색하는데 필요한 투입 요소 및 산출 요소의 선정을 통해 성과 효율성 향상을 위한 참고자료가 될 수 있을 것으로 기대한다.

아울러 본 연구의 후속 연구로서 융합연구의 참여기관을 분야별로 구분하여 융합연구 과제의 참여도에 따른 효율성을 추가로 분석하고, 또한 지금까지 이분법으로 일반사업과 융합사업으로 나뉘어 진행한 분석과는 달리 일반사업과 융합사업 간의 상관관계에 따른 성과를 분석하여, 각 사업의 비효율적인 부분을 보완할 수 있는 최적의 효율성이 산출될 수 있도록 정책적 참고자료가 될 수 있도록 할 예정이다.

REFERENCES

[1] S. Y. Jung. (2005). A Study on the Functional Adjustment and Development of National Research Council of Science & Technology and Government-funded research institute. *KISTEP-ESSAY,* 38-43.

[2] National Research Council of Science & Technology Website : https://www.nst.re.kr/nst/work/02_01.jsp

[3] Collins, Harry M. (1974). The TEA set: Tacit knowledge and scientific networks. *Science studies, 4(2),* 165-185.

[4] Katz, J. Sylvan; Martin & Ben R. (1997). What is research collaboration?. *Research policy, 26(1),* 1-18.

[5] Schumpeter, Joseph Alois et al. (1939). Business cycles. New York: McGraw-Hil.

[6] Becker, Wolfgang & Dietz, Jurgen. (2004). R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry. *Research policy, 33(3),* 209-223.

[7] Wirseich, Alexander et al. (2016). Effects of university-industry collaboration on technological newness of firms. *Journal of Product Innovation Management, 33(6),* 708-725.

[8] Wagner & Leydesdorff. (2005) Network Structure, Self-Organization and the Growth of International Collaboration in Science 2-5, 23-26.

[9] Cummings, Sara Kiesler Who works with whom? Collaborative tie strength in distributed interdisciplinary projects 6-8.

[10] He, Zi-Lin, GENG, Xue-Song & Campbell-Hunt, Colin. (2009). *Research collaboration and research output*: A

longitudinal study of 65 biomedical scientists in a New Zealand university. *Research Policy, 38(2),* 306-317.

[11] S. C. Lee & D. H. Lee. (2016). Analysis of the Change in R&D Efficiency in a Government-Funded Research Institute in Korea : Cumulative DEA/Malmquist Analysis Approach. *Korean management Review, 41(1),* 99-111.

[12] S. H. Lee. (2016). *Comparative evaluation of the R&D performance of government research institutes using DEA.* Doctoral dissertation. Seoul National University OF Science & Technology, Seoul.

[13] S. K. Jung. (2013). Efficiency Analysis of Public Library by DEA Cost. *Minimization. The Journal of Cultural Policy, 27(2),* 145-163.

[14] J. H. Cho. (2018). *The Study on Convergence Research Efficiency of Government-Funded Research Institute.* Doctoral dissertation. Korea University, Seoul.

[15] J. K. Jang. (2014). *A Study on the Influence Factor on Government-funded Research Institute's Efficiency.* Master dissertation. Seoul University, Seoul.

[16] A. Charnes et al. (1978). Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research, 2(6),* 429-444.

[17] G. S S & H. M Ahn. (2016). *Urban railway train operation efficiency studies using DEA* [KSR2016A085]. http://railway.or.kr/Papers_Conference/201611/pdf/KSR2016A085.pdf 3-4.

[18] J. H Kim & T. I Km. (2001). *Evaluating and Measuring Efficiency in the Public Sector.* Seoul : Zipmoondang.

[19] G. R Yu. (2004). *The Measurement and Evaluation of Public Sector Efficiency of the Public Sector.* Seoul : Daeyoung-Munhwasa.

[20] Banker, Rajiv D., Charnes, Abraham & Cooper, William Wager. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science, 30(9),* 1078-1092.

[21] J. D. Lee & D. H. Oh. (2010). *Efficiency Analysis: DEA.* Seoul : ibBOOK.

[22] J. H. Ma. (2015). A Study on the Multi-Term Management Efficiency of Korean Online Shopping Companies Using the DEA and Malmquist Productivity Index. *Journal of Distribution Science, 13(4),* 45-53.

육 형 갑(Hyoung-Gab Yuk) [정회원]

· 2005년 8월 : 충남대학교 국제경영(경영학 석사)
· 2005년 5월 ~ 현재 : 한국기초과학지원연구원 선임행정원
· 관심분야 : 효율성검증, 연구성과관리,
· E-Mail : yukhg@kbsi.re.kr

강 재 열(Jae-Yeol Kang) [정회원]

· 2017년 12월 ~ 현재 : 미래가치혁신협동조합 이사
· 2019년 9월 ~ 현재 : 충남대학교 경영학부 연구교수
· 관심분야 : 조직성과관리, 리더십
· E-Mail : jeyuri@cnu.ac.kr

배 기 봉(Ki-Bong Pae) [정회원]

· 1990년 9월 ~ 2016년 1월 : 콘티넨탈 오토모티브 재무이사
· 2017년 4월 ~ 현재 : 충남대학교 경영경제연구소 연구교수
· 관심분야 : 전략적 제휴, 다국적기업
· E-Mail : ourbestlife@cnu.ac.kr

강 대 석(Dae-Seok Kang) [정회원]

· 2018년 3월 ~ 2020년 2월 : 충남대학교 경상대학 학장
· 1987년 10월 ~ 현재 : 충남대학교 경영학부 교수
· 관심분야 : 재무관리, 벤처창업
· E-Mail : dskang@cnu.ac.kr