

국가과학기술연구회 융합연구사업의 연구성과에 대한 질적가치평가에 따른 효율성 분석 : DEA를 활용한 한국기초과학지원연구원의 사례를 중심으로

육형갑¹, 배기봉², 강대석^{3*}

¹한국기초과학지원연구원 선임행정원, ²충남대학교 경영학부 연구교수, ³충남대학교 경영학부 교수

A Study on Efficiency Analysis of the National Research Council of Science & Technology's Convergence Research Projects according to the Qualitative Value Evaluation : Based on the KBSI's case studies Using DEA

Hyounggab Yuk¹, Kibong Pae², Daeseok Kang^{3*}

¹Administrative Staff, Korea Basic Science Institute

²Research Professor, CEM Chungnam National University

³Professor, Division of Business, Chungnam National University

요약 본 연구의 목적은 최근 정부 R&D투자에 대한 질적인 평가가 강조됨에 따라, 국가과학기술연구회 주관 융합연구사업(창의형융합연구사업, 융합연구단사업)과 일반수탁연구사업의 연구 성과에 대해 정성적 관점에서 상대적 효율성을 분석하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 연구 성과의 상대적 효율성을 광범위하게 사용되고 있는 DEA를 활용하였다. 분석대상은 한국기초과학지원연구원의 사례를 중심으로 진행하였으며, DEA를 위한 투입지표로 순연구비 및 인건비를 활용하여 논문 및 특허출원 수에 대한 정량적인 평가와 논문의 IF 및 특허의 SMART3를 통한 정성적인 평가를 비교분석 하였다. 분석결과 CCR기준 및 BCC기준에서 정성적인 관점에서 융합연구사업이 높은 효율성을 나타냈다. 이는 융합연구가 일반 수탁연구 보다 높은 수준의 연구가 이루어지고 있다는 것을 시사한다. 본 연구의 결과로 최근 정부에서 강조하고 있는 질적 평가에 대한 기준을 제시하고, 아울러 본 연구를 확대하여 향후 모든 기관에 대한 정성적 관점의 효율성 평가를 통해 인력과 연구비의 합리적인 R&D 투자선택에 위한 정책 및 연구과제기획에 시사점을 제공하고자 한다.

주제어 : 융합연구, 창의형융합사업, 융합연구단사업, DEA, 생산효율성, SMART3

Abstract The purpose of this study is to analyze the relative efficiency of the research results of the convergence research project (CAP, Convergence Research Center) and general trust research project under the auspices of the NST, as the qualitative assessment of the government's R&D investment has recently been emphasized. To achieve this objective, DEA, which is widely used for the relative efficiency of research results, was used. The analysis targets were focused on the case of the KBSI, and the quantitative assessment of the number of papers and patent applications using net research and labor costs as input indicators for the DEA was compared and analyzed through IF of the paper and SMART3 of the patent. The analysis results showed that convergence research projects were highly efficient from a qualitative perspective in terms of CCR standards and BCC standards. This suggests that convergence research is being conducted at a higher level than general entrusted research. As a result of this study, we would like to present the criteria for qualitative assessment, which the government has recently emphasized, and expand this study to provide implications for planning policies and research tasks for rational R&D investment choices for human resources and research funds by assessing the efficiency of qualitative perspectives on all institutions in the future.

Key Words : Convergence Research, Creative Allied Project, Convergence Research Center, DEA, Production Efficiency, SMART3

*This research has been supported by Chungnam National University's Academic Research Fund.

*Corresponding Author : Daeseok Kang(dskang@cnu.ac.kr)

Received September 1, 2020

Accepted November 20, 2020

Revised October 28, 2020

Published November 28, 2020

1. 서론

대한민국 과학기술 분야의 중심인 정부출연연구기관은 1960년대 한국과학기술연구원이 설립된 이래로 오늘날까지 25개 기관이 설립되었다. 1970년대부터 원자력 연구소, 표준과학연구소, 전자통신연구소 등과 같은 전문 분야별 출연연구소들이 추가적으로 설립되었으며, 대한민국의 기초과학 분야 초석을 위한 활발한 연구 활동이 이루어져 왔다. 이러한 출연기관들을 통해 기초연구에서부터 전문연구 분야에 이르는 성장을 실현하였다[1]. 정부출연연구기관의 수가 늘어남에 따라 출연기관들에 대한 효과적인 관리 및 지원을 위해 각 분야별로 기초기술 연구회, 공공기술연구회, 산업기술연구회가 설립되었으며, 출연기관들을 각 연구회 산하로 편입시킴으로써 각 기관의 자율적 경영환경 조성과 더불어 연구 성과의 제고 및 중복연구 투자 등의 문제를 해결하고자 하였다.

그 뒤 분야별 연구회는 2014년 국가과학기술연구회로 통합되어 각 분야별 연구를 통합관리 및 운영하게 되었다. 현재 국가과학기술연구회 산하 출연연구기관은 25개 연구기관으로 구성되어 있으며, 인력의 규모는 약 12,390명(19년 말 기준)에 이른다. 출연연구기관의 총 예산은 2019년 정부 전체예산인 400.7조 원 대비 1.2%인 4조 8천억 원(2019년 기준)이며, 같은 년도 정부 R&D 예산 19.4조 원 대비 약 25.2%에 해당한다[2]. 대한민국 정부의 R&D 투자가 지속적으로 증가됨에 따라 국가과학기술연구회 주관으로 '융합연구사업'이 추진되면서, 출연기관별 연구 분야의 융복합 연구가 활발히 진행되었다. 특히 2018년 7월 과학기술정보통신부에서「국가기술혁신체계 고도화를 위한 국가 R&D 혁신 방안」을 발표하여, 민간과 정부 협업 기반의 혁신 국가 R&D 전략을 제시함에 따라, 고위험 혁신형 도전적 연구과제들의 수행 강화를 목적으로 학문 분야 간 융합연구, 기관 간 공동연구가 더욱 강조되게 되었다.

그러나 연구 성과에 대해 투입과 산출에 따른 양적인 실적만 평가된 과거와 달리, 최근 과학기술정보통신부를 포함한 부처별 연구과제 평가 및 기관평가에 있어 질적 수준이 강조되고 있지만 이를 위한 객관적인 지표가 없는 상황이다.

본 연구에서는 이러한 연구결과의 질적 수준에 대한 객관적 평가를 위해 기존의 논문 수 및 특허 등록 수만을 고려한 정량적 관점을 떠나 논문의 IF 및 등록특허의 SMART3등급을 적용하여 정성적 관점의 효율성 분석 실시하였다. 이를 위해 한국기초과학지원연구원의 2016년

도부터 2018년도까지 일반수탁과제와 연구회 융합연구 사업의 성과에 따른 사례분석을 통해 정성적 관점과 정량적 관점의 효율성 차이를 DEA를 활용하여 비교분석하였다. 이를 통해 오늘날 강조되고 있는 연구결과의 정성적 평가에 대한 객관적인 방법을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 선행연구

DEA는 기업의 효율성 측정뿐만 아니라 정부 공공기관 및 비영리 조직의 효율성 측정을 위해 활용되고 있다.

박석중 외(2011)의 연구에서는 과학기술 성과에 대한 정부 R&D사업의 효율성을 분석하기 위해, 2004년도부터 2006년도까지의 총비용을 활용하여 논문과 특허를 통한 DEA를 실시하였다. 그 결과 기초원천 분야 R&D의 논문, 특허가 효율성에 큰 영향을 미치는 요인으로 파악되어 기초원천 분야의 투자에 중요한 요소임을 시사 하였다[3].

이학연 외(2005)의 연구에서는 국가별 R&D 투자비 및 연구 인력을 통한 기술경상수지 및 특허 등의 효율성을 측정하였는데, 싱가포르의 경우 전체적으로 높은 효율성이 나타났으며, 일본은 특허 지향적 효율성이 높게 나타났다. 반면 한국 및 중국의 경우 연구개발에 대한 효율성이 낮게 나타난바, 아시아 국가들의 효과적인 R&D 정책수립의 필요성을 시사 하였다[4].

이수철 외(2016)의 연구에서는 국가과학기술연구회 산하 10개 기관에 대해 DEA를 적용하여 연구비와 연구 인력에 따른 특허, 기술료 및 논문의 효율성 분석을 통해 정부 출연기관의 연구개발 효율성 변화를 측정하고, 출연기관들의 연구개발 효율성을 향상시키기 위해 성과평가시스템 보완의 필요성을 제시 하였다[5].

이성희 (2016)의 연구는 연구비와 인력에 대한 특허, 기술이전 및 기술료에 대한 정부 출연기관의 연구개발 및 기술사업화의 효율성을 분석 하였다. 연구의 선호도에 따라 효율성이 상이하게 측정되나, 목적에 적합한 연구의 기획 및 정책수립의 중요성을 제시하였다[6].

정수관 외(2013)의 연구에서는 DEA 비용극소화 모형을 적용하여 도서관 이용자수 및 대출권수에 따른 연간 보유 장서, 정규직 및 비정규직의 변화로 비영리기관인 공공도서관의 효율성을 산출 하였다. 도서관 운영의 비효율성에 대해 투입의 배분 및 투입요소의 절감을 통한 비용절약의 필요성을 강조하였다[7].

조지혁(2018)의 연구에서는 2011년부터 2015년까지의 융합연구 효율성 분석을 위해 총 연구비에 대한 논문 및 특허를 활용하여 분석하였다. 연구의 결과, 융합연구의 효율성은 기관 설립연도 및 연구중심성에 높은 의존도를 보였으며 이를 강화하기 위한 융합연구 생태계조성을 강조하였다[8].

조남권(2018)의 연구에서는 중소기업 및 중견기업의 R&D에 대해 연구개발비와 인력 및 특허활용 건수, 전담 인력 등을 통해 기업의 매출액의 효율성을 DEA를 통해 분석하였다. 중소·중견기업의 연구개발 투자, 지식재산권 등이 기업의 성과로 나타나야 하지만 이러한 성과가 기업의 외부환경과 변화에 따라 변동될 수 있는 다수의 요인에 대해 고려해야 함을 시사 하였다[9].

육형갑 외(2020)의 연구에서는 국가과학기술연구회 산하 21개 연구기관의 연구 성과 효율성을 창의형 융합사업과 융합연구단 사업, 일반수탁 연구사업으로 구분하여 협약수, 연구비, 연구인력에 따른 논문 특허 및 기술이전 등의 성과에 대한 효율성을 정량적으로 분석하였다. SCI 및 특허등록의 부문에서는 융합연구 사업이 높은 효율성을 나타낸 반면, 기술이전 및 기술료 부분에서는 일반 수탁연구 사업이 높은 효율성을 나타냄에 따라 의미 있는 연구 성과와 더불어 높은 기술실용화를 위해 기업 참여의 필요성을 시사 하였다[10].

Jiawen Liu 외(2018)의 연구에서는 글로벌 유통기업 124개의 기초데이터를 활용하여 유통전략의 운영성과 및 시장 환경 등을 고려한 효율성을 분석하였다. 그 결과 시장집중도 및 1인당 소비지출이 큰 기업이 높은 효율성을 나타냈으며 이를 통해 유통의 아웃렛과 같은 다운스트림 공급망과 같은 외부적인 요인이 내부적 요인인 창고운영보다 기업유통에 더 효율적인 것으로 나타났다[11].

2.2 한국기초과학지원연구원의 융합연구 수행

2.2.1 한국기초과학지원연구원

한국기초과학지원연구원은 1988년도 한국과학재단의 부설기관인 '기초과학연구 지원센터'로 설립 되었다. 이후 1992년 서울, 부산, 대구, 광주등 4개 지역에 지역센터를 설립하여 현재 대전과 오창 본원 및 7개 지역 센터로 구성되어 기초과학분야의 연구지원 및 공동연구를 수행하고 있다. 기관의 주요업무로는 연구시설, 장비 및 분석과학기술 관련 연구개발과 연구지원 및 공동연구수행을 주요업무의 목표로 하고 있으며, 국가혁신성장을 위한 연구시설 장비 컨트롤 타워 역할, 국가적 차원의 연구 기반 활용성을 강화하는 분석과학 분야연구, 국가 R&D 경

쟁력을 위한 분석과학 기술의 공유와 확산에 노력하고 있다[12].

예산규모는 정부출연금 79,016백만원, 자체수입 305,783백만원으로 총 108,589백만원이며, 인력규모는 임원 1명, 연구직 168명, 기술직 73명, 행정직 47명, 기능직 등 105명으로 총 394명이다.(2020년 4월 기준) 국가연구기반 활용 및 공동연구의 중요한 부분을 차지하고 있는 연구장비 공동 활용은 본원 및 지역센터 등 9개 센터에 680 여종이 도입되어 운용중이며, 이를 통한 선도 연구 장비의 공동 활용의 극대화 및 혁신적 연구성과 창출을 위해 국내외 연구자들의 적극적인 연구지원을 추진하고 있다.

2.2.2 한국기초과학지원연구원의 융합연구

한국기초과학지원연구원은 국가적·사회적 현안 및 산업계 기술현안 해결, 선도적 기술개발을 위해 출연(연) 중심의 융합연구 사업을 적극적으로 유지하여 수행하고 있다. 이를 통해 거대융합사업의 주관기관 역할 뿐만 아니라 타기관의 협동기관으로서 적극적인 참여로 수많은 성과를 나타내고 있으며, 특히 최근 COVID19 항체개발의 혁신적인 성과도 한국기초과학지원연구원이 참여한 융합연구단 사업의 연구 성과다.

1) 융합연구단사업「Convergence Research Center」

본 사업은 2014년부터 융합플랫폼기술 및 관리시스템 기술개발 등을 위해 출연(연) 간 주관기관 파견형식의 일몰형 연구 사업이다. 국민체감의 국가적, 사회적 현안 및 산업계의 기술현안 과제를 해결을 위해 추진 중이며 국가과학기술연구회 산하 2개 이상의 출연기관과 국내 및 국외 학계, 산업계 및 연구계가 참여하는 과제로서 한국기초과학지원연구원은 2016년도부터 CEVI 및 CiM 2개 융합연구단에 협동기관으로 참여 및 수행중이다. 2개 사업 총 연구비 3,500백만원 연구원 45명이 참여하고 있다. (2016년~2018년 한국기초과학지원연구원 기준)

CEVI 융합연구단사업「Convergence for Emerging Virus Infection」은「신종 바이러스 감염에 대응을 위한 융합 솔루션 개발」을 위해 초고감도 진단기술, 예방백신, 치료제 및 확산방지 기술개발을 목표로 한국화학연구원이 주관으로 구성되었으며, 총연구비 57,600백만원, 한국기초과학지원연구원 등 7개 기관이 2016년부터 2022년까지 참여하고 있으며, 특히 최근 COVID19 항체발견을 혁신성으로 인정받고 있다[13].

CiM 융합연구단사업「Customized I-Medicine」은

「출기세포를 통한 맞춤형 NK세포치료제 개발」을 위해 한국생명공학연구원이 주관기관으로 구성되었으며 총연구비 25,100백만원, 한국화학연구원 및 한국기초과학지원연구원이 협동기관으로 2015년부터 2018년까지 참여하였다[14].

2) 창의형 융합연구사업「CAP: Creative Allied Project」

본 사업은 융합연구로 인한 선도기술 창출 및 국가적 문제해결을 위해 지원되는 사업으로 국가과학기술연구회 산하 2개 이상의 출연기관과 국내 및 국외 산업계·학계·연구계 참여를 대상으로 하고 있다. 한국기초과학지원연구원은 2016년도부터 ‘고도화된 실시간 분석평가 기술을 적용한 웨어러블 전자기기용 502mAh급 자유변형 이차전지 개발’ 1개 주관기관, ‘멀티스케일 4차원 이미징을 위한 융합현미경 개발’등 8개 협동기관으로 총 9개 사업에 참여하고 있으며, 2016년부터 2018년까지 총 연구비 12,595백만원, 247명이 참여하고 있다.

3. 연구의 대상 및 연구 방법

3.1 연구의 대상

2016년부터 2018년까지의 최근 3년간 수행 되어진 일반수탁 연구사업과 연구회 융합연구사업의 정보를 바탕으로 한국기초과학지원연구원의 연구성과를 비교분석하였으며 연구에 활용된 자료는 정보공개포탈사이트를 활용하여, 국가과학기술연구회 및 해당 출연기관으로부터 2019년 9월과 2020년 6월 2차례에 걸쳐 입수하였다.

이학연 외(2009)의 연구에 따르면 통계가능 투입변수에 대해 투자비와 연구인력을 활용하여 6개 정부 R&D 사업을 대상으로 효율성을 측정하였고[15], 육형갑 외(2020)에서는 연구사업 협약고와 총 연구비 및 투입인력을 활용하여 연구사업의 효율성을 측정하였다. 하지만 본 연구에서는 기존의 견해와는 달리, 연구과제수행에 있어 연구인력의 질적 차이가 있을 것으로 판단하고 순 연구비와 투입인력의 인건비를 투입변수로 활용하였다. 현재 출연(연)의 과제수행에 있어 PBS를 채택하여 운영하는 바, 1명의 연구인력이 달성할 수 있는 참여율은 100%를 초과하지 않으므로 연구인력의 질적 차이를 가늠하기에 해당 사업의 편성 인건비를 활용하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

3.2 연구의 방법

DEA(자료포락분석)는 비모수적 접근방법에 대한 선형계획 모형으로 조직 및 기관의 효율성 분석을 위해 응용되는 모델로, 1978년에 에이브러햄 차니스, 에드워드 로즈, 윌리엄 쿠퍼가 개발하여 현재까지 효율성 검증 방법으로 활용되고 있다[16]. 이 분석법은 투입 및 산출에 대한 가중치를 찾는 방법으로서 각 투입 및 산출에 따른 비중과 함수를 고려하지 않기 때문에 기업의 생산관리, R&D사업의 연구비 및 연구인력 등 다양한 분야에 활용된다. 이러한 관점에서 본 연구에서도 연구과제수행에 대한 정량적 및 정성적 효율성을 DEA 모형으로 분석하고자 한다. DEA는 투입대비 산출결과의 상승 정도에 따라 CCR 모형과 BCC 모형으로 구분하여 활용된다.

3.2.1 CCR 모형

CCR모형(Charnes, Cooper & Rhodes)은 DMU별 투입과 산출이 정해진 상태에서 DMU별 효율성 평가에 대한 가중치를 계산하는 모형으로, DMU별 다수의 투입 및 산출을 단일 총투입, 단일 총산출로 변경하는 기술효율성의 특성을 가진다[17]. DMU별 총투입, 총산출을 Σ 와 index변수를 사용하여 Table 1과 같이 나타낼 수 있으며, 그 결과 각 DMU의 효율성(총투입에 대한 총산출의 비율)도 산출할 수 있다[18].

Table 1. DEA Model of CCR[18]

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

3.2.2 BCC 모형

Banker(1984)는 경영규모에 따른 비효율성을 고려하여 규모수의 가변모형으로 모형을 확장 시켰으며, 이 모형을 BCC(Banker, Charnes & Cooper)모형이라 한다 [19].

BCC모형에서는 관측치들 간의 내분점과 자유가치분성을 만족하는 점만이 생산 가능한 것으로 인정된다면 [20], 투입대비 산출에 대한 규모의 효과가 제외된 순수한 투입변수들의 효율성을 검증할 수 있다[21].

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

subject to

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

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

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

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, J) \quad s_m^- \quad (m=1, 2, \dots, M); \quad s_n^+ \quad (n=1, 2, \dots, N);$$

Fig. 1. DEA Model of BCC[19]

3.2.3 연구의 모델

DEA를 활용하여 연구사업의 효율성을 분석하기 위해 선행연구를 통한 투입변수와 산출변수의 정의를 다음과 같이 정리 하였다.

Table 2. Evaluation index For DEA

Variables	Description	Related Precedence
input	Total Research Expenditure	the total amount of research funds S.J-Park, K.H-Kim & S.K-Jeong(2011) S.C-Lee & D.H-Lee(2016) 이성희 (2016)
	Number of researchers	Total number of researchers S.C-Lee & D.H-Lee(2016) S.H-Lee,(2016) J.H-Cho(2018)
	Net Research Expenditure	Research expenses excluded from labor costs HY Lee, YT Park, & HG Choi(2009)
	Personnel expense	labor costs set aside for the research project Under PBS -
	Projects	Number of agreements on research Projects H.G.Yuk, J.Y.Kang, K.B.Pae & D.S.Kang (2020)
output	Papers	Papers From Projects HY Lee, YT Park, & HG Choi(2009) S.J-Park, K.H-Kim & S.K-Jeong(2011) S.C-Lee & D.H-Lee(2016) J.H-Cho(2018) H.G.Yuk, J.Y.Kang, K.B.Pae & D.S.Kang (2020)
	Patent registration	Patent registration From Projects HY Lee, YT Park, & HG Choi(2009) S.J-Park, K.H-Kim & S.K-Jeong(2011) S.C-Lee & D.H-Lee(2016) J.H-Cho(2018) H.G.Yuk, J.Y.Kang, K.B.Pae & D.S.Kang (2020)
	Technical fee	Technical fee From Projects S.C-Lee & D.H-Lee(2016) S.H-Lee,(2016)
	Technology transfer	Number of Technology transfer S.H-Lee,(2016) H.G.Yuk, J.Y.Kang, K.B.Pae & D.S.Kang (2020)
	Master's degree students	Number of students graduated with master's degree HY Lee, YT Park, & HG Choi(2009)
	Doctoral degree students	Number of students graduated with doctoral degree HY Lee, YT Park, & HG Choi(2009)

기존의 많은 연구들에서는 투입요소로 총연구비, 투입 인력 인건비 및 투입인력수 등이 주로 고려되었으나, 총연구비의 경우 인건비가 포함되어 구성되나, 투입변수의 중복이 이루어질 수 있으므로 인건비가 제외된 순 연구비와 각 연구사업에 책정된 인건비를 투입요소로 활용하였다[15].

PBS 체제에서 연구인력 1명의 전체 참여율은 100%를 초과할 수 없으며, 이를 바탕으로 참여율에 따른 인건비 책정이 이루어지므로 투입되는 인적자원에 대한 보다 객관적인 사실을 반영할 것으로 기대된다. 산출변수는

SCI 및 특허등록으로 정의하였다. 학술지의 논문은 연구의 주요 산출물로 정의되어 연구의 성과로 널리 활용되며, 특허 또한 연구개발 활동의 직접적인 산출물로 가장 많이 활용된다[22]. 이러한 산출변수를 활용하여 정량적 효율성 분석을 실시하였으며, 정성적 성과분석을 위해 SCI논문의 IF와 등록특허의 SMART3 등급에 따른 평가지수를 활용한 정성적 효율성 분석을 병행하여 실시하였다. 이는 최근 과학기술정보통신부 등 정부부처의 연구사업 평가시 요구되어지는 요소로서 정성적인 평가항목으로 적합할 것으로 기대된다.

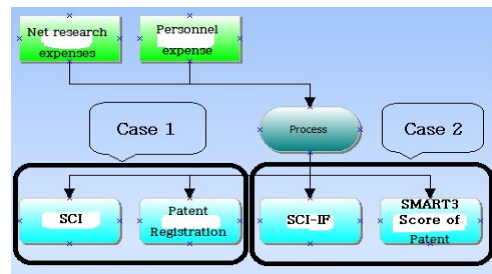


Fig. 2. Model of Research

2016년부터 2018년 3개년에 대한 한국기초과학지원 연구원의 연구현황 및 성과는 다음과 같다.

Table 3. Input and performance accumulation status by projects(2016~2018)

Sortation	Net research expenses (One million won)	Personnel expense (One million won)	Thesis		Patent	
			SCI	IF (stanine score)	Registr ation	SMART3 (stanine score)
CAP	7,454	5,141	53	147.365	20	121
Convergence Research Center	2,640	860	13	66.739	3	22
Normal Projects	53,377	20,360	1,446	333.097	181	281
Sum	63471	26361	1512	547.201	204	424

이를 통한 기초통계량은 다음과 같이 산출되었다.

Table 4 Basic Statistics

Sortation	Average	Standard deviation	Intermediate value	Maximum value	Minimum value
Total R&D Cost	3,208	7,874	600	25,209	200
the number of persons	88	225.8	13	744	4
net research expense	2,267	5,733.4	361	18,023	107
personnel expense	941	2149.6	226	7365	58
SCI	54	176.6	12	486	0
Patent registration	7	21.4	2	55	0

기초통계량을 보면 총 연구개발비의 평균은 3,208백만원이며 표준편차는 7,874백만원, 인건비가 제외된 순연구비의 평균은 2,267백만원이며, 표준편차는 5,733.4백만원으로 상대적으로 크게 나타났다. 또한 총 연구개발비의 최댓값은 25,209백만원 최솟값은 200백만원, 참여 인력의 차이도 최대 744명, 최소 4명으로 사업별 규모와 차이가 매우 큰 것으로 나타나 사업별 큰 편차를 보인다.

4. 연구의 결과

4.1 효율성 분석결과

한국기초과학지원연구원의 창의형 융합사업(DMU1), 융합연구단사업(DMU2), 일반수탁사업(DMU3)의 2016년부터 2018년까지의 최근 3년간 정량적 및 정성적 효율성 평가결과는 다음과 같이 산출되었다.

Table 5. Efficiency Analysis Results of Normal and Quality

Sortation	Normal Efficiency Analysis		Quality Efficiency Analysis	
	CCR	BCC	CCR	BCC
DMU1	0.812	0.849	0.982	1.00
DMU2	0.891	0.908	1.00	1.00
DMU3	1.00	1.00	0.722	0.782

정량적인 측면에서의 효율성은 CCR모형 기준DMU3(일반수탁 사업) 1.00, DMU1(CAP사업) 0.812, DMU2(융합연구단 사업) 0.891로 DMU3(일반수탁 사업)이 높은 효율성을 나타내었고 BCC기준에서도 DMU3이 1.00으로 높은 효율성을 나타냈다. 반면, SMART3 특허등급 및 논문의 인용도 지수인 IF를 고려한 정성적 측면에서의 효율성은 CCR모형기준 DMU1은 0.982, DMU2는 1.00, DMU3은 0.722를 나타냈으며 BCC모형 기준에서 DMU1 과 DMU2는 각 1.00, DMU3은 0.782로 융합연구 사업들이 높게 측정되었다.

다음은 해당 기관의 연구과제 신청시 적용되는 내부구분에 의한 연구 사업별 6T분류에 따른 효율성 평가를 진행한 결과이며, 각 DMU별 구분은 DMU1는 CAP사업, DMU2는 융합연구단사업, DMU3은 일반수탁사업을 의미한다.

Table 6. Efficiency Analysis Results of 6T

Sortation	Normal Efficiency Analysis		Quality Efficiency Analysis	
	CCR	BCC	CCR	BCC
DMU1-BT	0.812	0.849	0.982	1.00
DMU2-NT	0.801	0.908	1.00	1.00
DMU2-BT	0.731	0.851	1.00	1.00
DMU2-ET	0.755	0.801	0.952	1.00
DMU3-NT	0.892	0.932	0.701	0.785
DMU3-BT	1.00	1.00	0.651	0.705
DMU3-ET	1.00	1.00	0.698	0.701
DMU3-ST	0.712	0.782	0.458	0.498
DMU3-IT	0.801	0.853	0.612	0.689

정량적 측면에서의 효율성은 CCR 모형 기준 및 BCC 모형 기준 DMU3(일반수탁)의 BT, NT분야가 1.00, 정성적 측면에서의 효율성은 CCR 모형 기준에서 DMU2(융합연구단 사업)의 NT와 BT가 1.00, BCC 모형기준 DMU1(CAP사업)과 DMU2(융합연구단 사업) NT, BT에서 1.00을 나타냈다. 한국기초과학지원연구원의 연구과제 수행에 따른 질적 효율성을 본다면 BT와 NT가 다른 분야의 연구보다 높은 효율성을 가지며 이는 융합연구에 대한 집적도가 매우 높다고 볼 수 있다.

4.2 효율성 순위 및 분석대상의 비교분석

Table 7은 분석대상 사업들의 DEA결과를 바탕으로 각 효율성 따른 기준모형별 비교결과를 나타내고 있다.

Table 7. Cross-group efficiency analysis

Sortation	Efficiency	Inefficiency	Sum	
Normal Efficiency Analysis	CCR	1(34)	2(66)	3(100)
	BCC	1(34)	2(66)	3(100)
Quality Efficiency Analysis	CCR	1(34)	2(66)	3(100)
	BCC	2(66)	1(34)	3(100)

CCR기준의 경우 비효율성 집단이 상대적으로 크게 나타났다. 일반 정량적 관점에서의 결과는 CCR기준 1개, BCC기준 1개이며, 정성적 관점에서의 결과는 CCR 기준 1개, BCC기준 2개가 나타났다.

Table 8은 6T 분류에 따른 사업들의 DEA결과를 바탕으로 각 효율성 따른 기준모형별 비교결과를 나타내고 있다.

Table 8. Cross-group efficiency analysis of 6T

Sortation		Efficiency	Inefficiency	Sum
Normal Efficiency Analysis	CCR	2(23)	7(77)	9(100)
	BCC	2(23)	7(77)	9(100)
Quality Efficiency Analysis	CCR	2(23)	7(77)	9(100)
	BCC	4(45)	5(55)	9(100)

일반 정량적 관점에서의 결과는 CCR기준 및 BCC 기준에서 2개, 정성적 관점에서의 결과는 CCR 기준 2개, BCC기준 4개가 나타났고 모두 융합연구 관련사업에서 높은 효율성을 나타냈다.

4.3 비효율 DMU 개선 목표

단순 논문 건수 및 특허등록 수에 따른 성과분석에서는 일반수탁사업이 높은 효율성을 나타내고 있으나 논문의 인용도와 SMART3 등급에 따른 특허의 질적 수준에 따른 결과에서는 융합사업이 높은 효율성을 나타내고 있다. 최근 과학기술정보통신부 및 산업통상자원부 등의 정부부처에서 등록특허에 대한 SMART3 등급을 별도로 요구하는바, 이는 정부 R&D 투자결과에 대한 질적 수준을 파악하고자 요구하는 것이다. 지금까지의 단일분야 연구 수행에 따른 연구성과는 더 이상 높은 수준의 결과를 기대할 수 없을 것으로 기대되며, 연구기관 및 산업체 간 협력을 통한 융합연구에 대한 투자가 선행된다면 보다 높은 수준의 연구와 성과를 기대할 수 있을 것이다.

4.4 연구결과 논의

융합연구와 일반수탁 연구에 대한 효율성 분석을 정량적인 부분과 정성적인 부분을 병행하여 분석 하였다. 기존의 정량적인 분석방법에서는 융합연구의 효율성이 일반연구보다 낮은 반면, 정성적인 분석방법에서는 일반수탁사업의 효율성이 22%정도 낮게 측정되었다. 융합연구가 정성적 관점에서 높은 효율성을 나타낸다는 것은 그만큼 그 분야에 있어 효과적인 결과를 이끌었다는 반증이기 때문에 연구성과에 대한 의미 있는 평가를 위해 질적 평가가 병행될 필요성이 있다.

5. 결론

정부 R&D 투자와 정부출연 기관들의 기관평가에 있어 최근 정성적인 평가요소를 도입하고자 한다. 그 예로

특허에 대한 SMART3 등급이 대표적이라 할 수 있다. 이렇게 연구의 질적 수준이 강조되고 있는 정부 R&D 투자 방침에 있어, 선도 기술 확보와 국민 문제해결형 과제수행의 연구성과를 정확히 측정하기 위해서는 기존의 정량적인 성과측정은 한계가 있을 수 있기 때문에 본 연구에서 논의한 정성적 기준에 따른 객관적인 평가가 필요하다.

본 연구의 학문적 차원에서의 시사점은 기존 연구성과 평가에서는 시도하지 않았던 SCI의 IF와 특허에 대한 가치평가인 SMART3 등급을 활용한 효율성 평가를 실시하였으며, 이를 통해 연구 성과물의 질적 가치를 평가했다는 것이다. 이는 기존의 정량적인 평가와 비교함에 있어 큰 차이가 나타남을 증명하였으며 융합연구와 같은 연구 공유 및 공동연구에 관한 효율성을 정성적인 차원에서 분석할 수 있는 후속연구에 중요한 자료가 될 것이다.

본 연구의 학술적 차원에서의 시사점은 정부부처의 정성적 성과측정에 대한 기준을 제시할 수 있다는 점이다. 정부 R&D 투자의 연구과제평가 및 기관평가 등에 대해 최근 들어 정성적인 평가를 중요시하고 있는 점이나 아직까지 도입단계로 명확한 기준이 제시되고 있지는 않고 있다. 하지만 본 연구를 통해 정성적 평가에 대해 SMART3 평가결과를 활용한 객관적 평가방법 제시함으로써 보다 효과적인 평가기준이 만들어 질 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 국가적인 차원에서 단순히 양적인 결과만 추구하는 안정적인 분야에 투자할 것이 아니라 원천기술 확보 및 거대 과학기술분야 투자와 같은 의미 있고 높은 수준의 투자가 이루어질 수 있도록 유도할 수 있는 방안을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 실무적 차원에서의 시사점은 한정된 예산, 인력과 시간으로 R&D 투자의 선택을 해야 하는 정부의 투자정책에 있어 보다 의미 있고 효과 있는 분야의 투자가 이루어질 수 있는 투자포트폴리오 구성을 위한 객관적인 기준을 제시할 수 있다는 점이다. 연구 분야별 성과에 대한 정량적인 평가는 상대적으로 과소 또는 과대평가 될 수 있다는 점에서 기관평가 및 연구과제 평가시 정성적인 성과에 대한 고려가 필요할 것이다. 기존의 정량적인 평가방식에 따라 연구성과를 측정할 경우 의미 있는 연구들이 상대적으로 저평가되고 양적성과가 보장되는 안정적인 연구들만이 살아남는 결과가 예상된다. 본 연구는 수준 높고 의미 있는 연구를 위한 성과평가와 기관장의 경영성과를 평가하는 기관평가에 정성적인 요소를 적용함으로써 효과적인 투자정책 수립과 질적 성과에 대한 객관적인 자료제공과 기준을 제시할 것으로 기대된다.

본 연구의 한계점은 DEA에 활용되는 자료에서 비롯된 한계점으로 분석모델이 상대적 평가모델이기 때문에 많은 변수를 고려하기 위해서는 충분한 수의 표본이 가능해야 한다. 본 연구는 한국기초과학지원연구원에 한정되어 논문 IF 및 특허의 SMART3 분석이 이루어져 모든 출연기관의 상황을 대변할 수는 없고 표본 또한 제한적이었다. 연구과제들의 일반적인 정보는 수집이 가능했으나 특허의 SMART3 등급은 최근에 이르러 실시하고 있다는 점과 연구기관 내부적으로 개인정보로 취급되는 점 때문에 모든 기관에서 일반적으로 수집할 수 있는 정보가 아니었다. 하지만, 앞서 논의한 바와 같이 최근 연구 성과가 양보다는 질적인 측면이 강조되고 있으며 정부 부처들의 특허에 대한 SMART3 평가를 독려함에 따라 기관평가 및 연구과제 평가를 위해 의사결정자들의 관련 자료의 적극적인 관리가 필요하다.

아울러 본 연구의 후속연구로서 다수의 기관을 대상으로 다양한 변수를 추가적으로 분석한다면, 각 기관 및 분야별 연구사업의 비효율적인 부분을 보완하는 최적의 효율성이 찾을 수 있을 것이며, 이를 통해 한정된 자원의 효율적 분배를 위한 정부 R&D 투자 포트폴리오 구성에 따른 정책적 의사결정의 참고자료가 될 수 있을 것으로 기대된다.

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] S. J. Park, K. H. Kim & S. K. Jeong. (2011). The Study on the Analysis of Efficiency of Governmental R&D Programs Regarding to the S&T Outcomes, *Journal of the Institute of Technology and Innovation*, 14(2), 205-222.
- [4] H. Y. Lee & Y. T. Park. (2005). An International Comparison of R&D Efficiency DEA Approach. *Asian Journal of Technology* 13(2), 207-222.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] S. K. Jung. (2013). Efficiency Analysis of Public Library by DEA Cost. Minimization. *The Journal of Cultural Policy*, 27(2), 145-163.
- [8] J. H. Cho. (2018). *The Study on Convergence Research Efficiency of Government-Funded Research Institute*. Doctoral dissertation. Korea University, Seoul.
- [9] N. G. Cho. (2018). Analysis of R&D Efficiency for Small and Medium Enterprises using DEA. *The Journal of Intellectual Property*, 13(2), 207-236.
- [10] H. G. Yuk, J. Y. Kang, K. B. Pae & D. S. Kang. (2020). A Study on the Research Performance and Efficiency of Convergence Research Projects sponsored by National Research Council of Science & Technology, *The Journal of the Korea Convergence Society*, 11(3), 211- 218.
- [11] J. Liu, Y. Gong, J. Zhu & J. Zhang. (2018). A DEA-based approach for competitive environment analysis in global operations strategies. *The International Journal of Production Economics*, 203, 110-123.
- [12] *Korea basic science institute Website* : <https://www.kbsi.re.kr/introduce03>
- [13] *National Research Council of Science & Technology Website* : https://www.nst.re.kr/nst/popup/popup_work_CEVI.jsp
- [14] *National Research Council of Science & Technology Website* : https://www.nst.re.kr/nst/popup/popup_work_CiM.jsp
- [15] H. Y. Lee, H. G. Choi & Y. T. Park. (2009). Comparative evaluation of performance of national R&D programs with heterogeneous objectives: A DEA approach. *European. The Journal of Operational Research*, 196(3), 847-855.
- [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. Seo & H. M. Ahn. (2016). *Urban railway train operation efficiency studies using DEA*. 3-4. [KSR2016A085]. http://railway.or.kr/Papers_Conference/201611/pdf/KSR2016A085.pdf
- [18] G. R. Yu. (2004). *The Measurement and Evaluation of Public Sector Efficiency of the Public Sector*. Seoul : Daeyoung-Munhwasa.
- [19] R. D. Banker, A. Charnes & W. W. Cooper. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- [20] J. .D. Lee & D. H. Oh. (2010). *Efficiency Analysis: DEA*. Seoul : ibBOOK.
- [21] 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.

- [22] OECD. (2001). *OECD Science, Technology, and Industry Scoreboard*. OECD. Paris. J. C. Paradi, S. Smith & C. Schaffnit-Chatterjee. (2002). Knowledge workerperformance analysis using DEA: An application to engineering design teams at Bell Canada. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(2), 161-172.

육 형 갑(Hyounggab Yuk)

[정회원]



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

배 기 봉(Kibong Pae)

[정회원]



- 2017년 2월 : 충남대학교 국제경영(경영학 박사)
- 1990년 9월 ~ 2016년 1월 : 콘티넨탈 오토모티브 재무이사
- 2017년 4월 ~ 현재 : 충남대학교 경영 경제연구소 연구교수
- 관심분야 : 다국적기업, 전략적 제휴
- E-Mail : ourbestlife@cnu.ac.kr

강 대 석(Daeseok Kang)

[정회원]



- 1994년 7월 : Univ. of Alabama (경영학 박사)
- 1982년 2월 : 서울대학교 대학원(경영학 석사)
- 2018년 3월 ~ 2020년 2월 : 충남대학교 경상대학 학장
- 1987년 10월 ~ 현재 : 충남대학교 경영학부 교수
- 관심분야 : 재무관리, 벤처창업
- E-Mail : dskang@cnu.ac.kr