

퍼지집합 질적 비교 분석을 활용한 정부출연연구기관의 성과에 대한 결정요인 분석

Analyzing the Determinants of Performance in Government Research Institutes Using Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis(fsQCA)

이 준 영 (Junyeong Lee) 충북대학교 경영정보학과 부교수
김 동 연 (Dongyeon Kim) 가톨릭대학교 경영학과 조교수
정 민 우 (Minwoo Jeong) 한국과학기술기획평가원 부연구위원
권 보 람 (Boram Kwon) 서울대학교 경영대학 연구부교수, 교신저자

요 약

세계 주요 강국들은 4차 산업혁명 시대를 맞아 인공지능, IoT, 빅데이터 등의 기술 혁신을 통해 생산성을 높이고 경제·사회 구조를 재편하고자 연구 및 개발(R&D) 지원을 강화하고 있다. 하지만, 점차 감소하는 R&D 예산 증가율과 2024년 큰 폭으로 감소 예정인 한국 정부의 R&D 예산은 국가 차원의 R&D 성과 관리 체계 수립에 대한 논의를 절실하게 만드는 요인임을 강조한다. 본 연구는 출연연의 성과 결정요인에 관한 양적 통계 분석 연구에 주로 초점을 맞췄던 이전 연구와 달리 구성적 관점에서 요인들의 상호작용을 고려한 퍼지집합 질적 비교 분석(fsQCA)을 활용함으로써 전체적인 시각에서 출연연의 성과 도출에 영향을 미치는 요소들을 살펴본다. 이를 위해 2018년부터 2022년까지의 데이터를 바탕으로 출연연의 세 가지 성과(논문, 특허, 기술료)를 조사하였으며, 분석 결과는 각 성과를 달성하는 데 기여하는 요소들의 조합을 보여준다. 본 연구는 출연연의 성과에 영향을 미치는 요소의 구성을 통해 각 기관의 특성에 맞춘 성과 향상에 관한 지침을 제공하며, 국가 연구개발 정책의 효율적 관리 및 성과 평가 패러다임에 대한 시사점을 제공한다.

키워드 : 정부출연연구기관, 성과 결정요인, 퍼지집합 질적 비교 분석, fsQCA

† 본 연구는 한국과학기술기획평가원에서 위탁받아 진행한 “출연연 R&D 성과 제고를 위한 출연연 예산 체계 기반 연구” 연구보고서의 내용을 수정·보완하여 작성되었습니다.

I. 서론

기술개발은 국가 경제성장에 있어 가장 핵심적인 요소이기에, 세계의 주요 강국들은 과학기술을 자국의 경쟁력 향상의 중추적인 수단으로 간주하여 연구 및 개발(R&D)에 대한 지원을 증대하고 있다. 특히 인공지능, IoT, 빅데이터 등의 기술혁신을 바탕으로 생산성이 빠르게 향상되며 경제·사회구조의 근본적 재편에 직면하고 있고, 이러한 4차 산업혁명 시대의 도래에 맞추어 경쟁국 대비 기술 주도권을 확보하기 위해 각국은 중장기 과학 기술혁신정책을 추진 중이다. 마찬가지로 우리나라도 과학기술을 국가경쟁력 향상의 핵심으로 보아 국가 연구개발 투자를 지속해서 확대해 오고 있다. 2023년도 정부 총연구개발 예산은 2022년도 29.8조 원에서 1.3조 원 증액된 31.1조 원으로 처음으로 30조 원을 돌파하는 등 계속해서 증가하였으며, 2020년과 2021년에는 코로나로 인한 위기를 연구 및 개발로 극복하고자 하는 의지를 나타내며 두 자릿수 증가율을 보이기도 했다(한국과학기술기획평가원, 2023a). 그러나 세계 경제의 저성장과 국내 재정건전성 이슈의 부각, 사회복지 예산 등 의무 지출의 확대의 불가피 등으로 정부 R&D 예산 증가율은 점차 감소하는 추세이며, 특히 2024년 정부 R&D 예산은 26.5조 원으로 2023년 대비 14.6% 정도 감소할 예정이다.

정부의 연구개발 예산 확대에 따라 국가연구개발사업에서 일반적으로 세 가지 세부 항목(과학적 성과 - SCI/SCIE¹⁾ 논문, 기술적 성과 - 국내 및 해외 특허, 경제적 성과 - 기술료 및 사업화)의 성과 또한 큰 폭으로 증가하고 있지만(한국과학기술

기획평가원, 2023b), 성과의 실질적인 활용과 파급효과가 미흡한 상태이다. 또한, 점차 둔화하는 정부 R&D 예산 증가율 및 24년 큰 폭으로 감소한 예산안에 따라, 대내외 환경변화를 고려한 정부 R&D 예산의 효율적인 관리, 투자 효율화 및 R&D 예산 증가율의 연착륙 방안과 국가 차원의 R&D 성과 관리 체계 수립 등에 대한 논의가 매우 중요해진 상황이다. 추가로, 추격형 R&D 체계에서 창의·선도형 R&D 체계로 전환함에 따라 성과 가치의 다양성을 반영할 수 있는 성과평가 패러다임 변화가 필요한 상황이나 그에 대한 논의는 매우 부족한 실정이다.

국가연구개발사업은 정부의 지원으로 정부출연연구기관(이하 출연연)이 주도하여 진행하고 있다. 출연연은 과학과 기술의 진보를 이끌고 사회적 복지를 증진하며, 세계 경제에서 경쟁 우위를 유지하는 데 중요한 역할을 하며, 공공조직으로서 정부의 관리 통제를 받는 동시에 다양한 요소 및 부분들의 상호작용을 통해 혁신 가치를 창출하며, 외부의 기술혁신 환경에 대응해 연구 방향과 전략을 조정해 가는 유기체적인 주체로서 구조적으로 복잡성을 가지고 있다(이민형 등, 2018). 이에 따라, 출연연의 기관평가 재편 및 성과를 제고하기 위한 노력 및 연관된 다양한 연구가 진행되었음에도 불구하고(정양현, 2007), 여전히 출연연의 성과 결정요인에 대한 꾸준한 요구가 존재하고 있다. 특히, 성과 통계 분석의 필요성에 기반하여 양적인 통계 분석 연구가 많이 수행되었으나(김학민, 박윤환, 2021; 황현덕, 정선양, 2018), 상호작용 효과 분석의 어려움 및 표본 수 확보와 같은 방법론의 한계로 인하여 다른 분석 방법 활용에 대한 필요성이 요구되고 있다.

이에 따라, 본 연구에서는 개별적인 요인들에 대한 단순 효과 평가만 아니라 시스템 이론에 기반한 접근 방법을 통해 요인들의 상호작용을 고려하여 총체적인 평가 및 종합적인 진단을 가능하게 하는 퍼지집합 질적 비교 분석(fsQCA; fuzzy-set qualitative comparative analysis)을 활용하여, 출연

1) SCIE(Science Citation Index Expanded, 과학인용색인 확장판)는 SCI (Science Citation Index, 과학인용색인)와 SCIE로 구분되어 있었으나, 2020년 1월 3일부로 SCIE로 통합되어, 현재 SCI와 SCIE는 구분없이 통칭된 명칭 SCIE로 사용됨에 따라 본 연구에서의 SCIE는 2020년 이전 SCI를 포함한다. SSCI와 A&HCI는 미포함이나 특정 저널이 해당 색인과 SCIE에 모두 속하는 경우는 포함된다(Clarivate, 2019).

연의 성과를 다각도로 분석하고자 한다. 퍼지집합 질적 비교 분석이란 사례 간의 구성(configuration)을 살펴봄으로써 인과관계의 복잡한 패턴을 검증할 수 있기에(Ragin, 2000), 회귀분석 기반의 각 변수의 독립적인 효과 분석과 달리 종속변수에 영향을 미칠 수 있는 모든 변수(속성)의 결합 효과(상호작용 효과)에 대해 분석할 수 있다. 또한, 사례 중심의 분석기법이기에 비교적 적은 수의 표본으로도 결과 도출이 가능하여(Paille et al., 2018; Ragin and Rihoux, 2009), 제한된 숫자의 국내 출연연 표본 수로도 충분히 적용이 가능하다. 본 연구에서는 이 기법을 활용하여 2018년부터 2022년까지 5년간, 35개의 출연연에 대한 데이터를 바탕으로 분석을 수행하였다. 분석 결과 세 가지 성과(논문, 특허, 기술료)에 대하여 이들을 달성할 수 있는 요소들의 조합을 각각 5, 6, 6가지 도출하였고, 그 중 여러 성과를 동시에 달성할 수 있는 요소들의 집합도 확인하였다.

본 연구 결과를 통해, 학술적으로는 출연연의 성과를 결정하는 요인을 추가로 고려하고 이들의 상호작용 효과를 도출하여 이전에 논의하지 못했던 결과를 밝힘으로써, 출연연 성과 제고 방향에 대한 시사점을 제안했다는 점에서 의의가 있다. 실무적으로는 각 성과(특히, 논문, 기술료)를 도출할 수 있는 요소의 조합이 다양하게 나온 결과를 활용하여, 각 기관 특성에 따라 혹은 세부적인 성과 목표에 따라 해당 성과를 제고하기 위해 기관이 어떤 방향으로 나아가야 하는지 가이드라인으로 활용할 수 있다.

II. 문헌 연구

2.1 정부출연연구기관 및 성과 평가

과학기술계 정부출연연구기관은 “기업이나 정부 그리고 기타 고객에게 연구개발, 기술 및 혁신 서비스의 제공을 주된 활동으로 하는 조직”(EURAB, 2005)으로 정의되며, 해당 기관들의 변화

하고 복합적인 요구에 따라, 과학기술계 정부출연연구기관이 직면한 복잡성 또는 복합성은 이러한 정의의 기반이 되고 있다. 지난 20여 년간 출연연은 연구과제 중심의 운영 체계인 PBS(Project Based System)에 따라 재정 지원이 이루어졌으며, 이는 출연연의 재정 지원 정책에 관한 대다수의 선행연구가 이 체계를 중심으로 진행되었음을 의미한다(박용, 염명배, 2019). 예를 들어, 연구 환경의 안정성 및 자율성을 저해하고 효율적인 성과 창출에 장애가 되는 PBS 제도의 문제점을 지적하고 이에 대한 개선을 촉구하는 연구(예: 박진희, 2006; 성지은, 2012) 혹은 PBS를 대체할 새로운 출연연 재정지원 제도에 대한 연구(예: 이민형, 장필성, 2018; 전유성, 차두원, 2011)들이 진행되었다.

이러한 출연연의 성과를 제고하기 위해 연관된 다양한 논의들이 진행되었다. 먼저, 출연연 성과 기관평가에 있어 출연연의 전략을 제고할 수 있도록 제도가 개편되었는데, 19년부터 출연연의 역할과 책임에 따른 계획수립·평가를 시행하였고 23년부터는 기관 발전 전략 도출을 위한 ‘전략컨설팅’을 본격 시행하고 있다(김이경 등, 2022). 이 연장선상에서 출연연의 성과 결정요인에 대한 연구들에서도 관련 논의를 진행해 오고 있다. 출연연 성과 관련한 연구 논문들은 DEA(Data Envelopment Analysis; 자료 포락 분석) 방식을 주로 활용하였다(황현덕, 정선양, 2018). 예를 들면, 이수철 등(2016)은 기초기술연구회 소속 10개 출연연을 대상으로 연구개발의 특성을 반영하는 2개의 독립변수(예산, 인력)와 3개 종속변수(논문, 특허, 기술이전)를 선정하고, 두 변수집단들 간 3년의 차이를 둔 후, Cumulative DEA/Malmquist Index 분석을 통해 그 영향을 확인하였다. 이성희 등(2015)은 기존 DEA 관련 선행연구가 출연연의 시간에 따른 효율성 변화를 파악할 수 없다는 한계를 지적하며, DEA 윈도우 분석을 활용하여 시간의 지남에 따라 변화는 효율성을 관찰함으로써, 각 DMU(Decision Making Unit; 의사 결정 단위)의 시간에 따른 성장과 안정성 등을 측정하였고, 이를 통해

출연연들의 연구개발 효율성이 시간에 따라 어떻게 변화하는지 동태적으로 분석하였다. 최근 연구에서는 성과를 지식 창출 역량과 경제적 성과로, 결정 요인들을 지식 창출, 혁신 기반, 기관 특성으로 세분화하여 구성하고, 이들을 패널 데이터를 이용한 Pooled OLS와 Panel GLS 모형을 활용하여 분석하기도 하였다(김학민, 박운환, 2021). 이러한 출연연 성과에 관한 기존 연구를 포함하는 R&D

효율성에 관한 연구들은 사업 및 과제 수준에서도 진행되었으며, 이들 또한 대체로 DEA를 비롯한 양적인 분석 방법론에 기반하여 다각도의 성과 및 효율성 등에 대하여 분석을 수행하였다(예: 고성주, 이춘수, 2018; 박석중 등, 2011).

이 밖에도 몇몇 연구는 기업의 맥락에서 R&D 투자가 기업의 성과와 가치에 어떤 영향을 미치는지에 대해 조사했으며(Lee *et al.*, 2015), 출연연은

〈표 1〉 정부출연연구기관 및 R&D 효율성 성과 평가에 관한 선행 연구

연구자	분석단위	분석모델	데이터	
			투입변수	산출변수
김학민, 박운환(2021)	기관	<ul style="list-style-type: none"> • Pooled OLS • Panel GLS 	<ul style="list-style-type: none"> • 투자규모 • 연구인력 • 기관 특성 	<ul style="list-style-type: none"> • 경제적성과(기술료) • 지식창출(논문, 특허)
고성주, 이춘수(2018)	과제	<ul style="list-style-type: none"> • T-test • 다중회귀분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 연구비 • 연구유형 • 연구협력 	<ul style="list-style-type: none"> • SCI 논문 • 특허출원 • 기술료
황현덕, 정선양(2018)	기관 내 부서	<ul style="list-style-type: none"> • DEA 	<ul style="list-style-type: none"> • 연구인력 • 연구비 	<ul style="list-style-type: none"> • 논문, 특허 • 기술료, 기술이전
이수철 등(2016)	기관	<ul style="list-style-type: none"> • DEA • Malmquist Index 	<ul style="list-style-type: none"> • R&D 사업비 • 연구인력 	<ul style="list-style-type: none"> • SCI 논문 • 특허 등록 • 기술이전
이성희 등(2015)	기관	<ul style="list-style-type: none"> • DEA BCC • DEA Window 	<ul style="list-style-type: none"> • 연구비 • 연구인력 	<ul style="list-style-type: none"> • 특허 • 논문 • 기술이전 • 기술료
박석중 등(2011)	사업	<ul style="list-style-type: none"> • DEA 	<ul style="list-style-type: none"> • 투자비 	<ul style="list-style-type: none"> • 논문 • 특허 출원/등록
Sharma <i>et al.</i> (2008)	국가	<ul style="list-style-type: none"> • DEA BCC • DEA CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발 국내 총 지출 • 연구개발 인력 	<ul style="list-style-type: none"> • 특허 • 출판물
Liu and Lu(2010)	기관	<ul style="list-style-type: none"> • DEA BCC • Two-stage 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 연구비 • 연구기간 • 고급인력 • 기초연구인력 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술료 • 산업서비스 • 생산투자
Hsu and Hsueh(2009)	과제	<ul style="list-style-type: none"> • DEA • 토빗 모형 	<ul style="list-style-type: none"> • R&D인력 • 정부보조금 • 정부보조금비율 • 수행기간 	<ul style="list-style-type: none"> • 특허 • 논문
본 연구	기관	<ul style="list-style-type: none"> • fsQCA 	<ul style="list-style-type: none"> • 수입 • 지출 • 조직 구조 • 조직 특성 	<ul style="list-style-type: none"> • 경제적성과(기술료) • 지식창출(논문, 특허)

주) 황현덕, 정선양(2018), 박석중 등(2011)에서 일부 재인용함

아니지만 정부 주도의 R&D 투자와 관련한 국외 논문에서도 비슷한 결과를 확인할 수 있다. 예를 들어, Sharma *et al.* (2008)은 DEA 방법론을 통해 22개 선진국과 개발도상국의 R&D 프로세스에서의 상대적인 효율성을 평가하였다. 이들은 R&D에 투입되는 인력 및 지출을 주요 독립변수로, 특허와 출판물을 종속변수로 사용하여 연구를 진행하였고, 분석 결과 특정 국가들이 R&D 효율성을 통해 국가 발전에 중요한 역할을 할 수 있다고 말했다. 또한 Hsu와 Hsueh (2009)는 DEA와 토빗모형을 결합한 3단계 방식으로 대만의 정부 지원 R&D 프로젝트의 효율성을 분석했으며, 이 연구에서는 대만에서 정부 지원 R&D 프로젝트를 수행하는 소규모 기업들이 더 효율적이라는 결과를 도출했다.

이처럼 R&D 효율성 및 출연연의 성과 결정요인에 대한 연구가 진행되었고(<표 1> 참조) 특히 DEA에 초점을 맞춘 양적인 통계 분석 연구가 많이 수행되었으나(김학민, 박윤환, 2021; 황현덕, 정선양, 2018), 상호작용 효과 분석의 어려움 및 표본 수 확보와 같은 방법론의 한계로 인하여 다른 분석 방법 활용에 대한 꾸준한 요구가 존재하며, 특히, 출연연 숫자가 제한되어 있는 만큼 표본 수 확보에 대한 한계는 쉽게 해소하지 못하는 어려움이 있다.

2.2 퍼지집합 질적 비교 분석(fsQCA)

퍼지집합 질적 비교 분석은 Ragin(1987)에 의해 사례중심적 접근(case-oriented approach)과 변수 중심적 접근(variable-oriented approach)을 뛰어넘어 조합 전략(combined strategies) 연구와 종합 전략(synthetic strategies) 연구로 제안되었다(민기채, 2014). 퍼지집합 질적 비교 분석은 불리언 대수(boolean algebra)를 수학적 근거로 활용한 질적 비교 분석에 기반하여, 집합 관계를 통해 각각의 사례를 비교하고 그들의 유사점과 차이점의 패턴을 명확하게 보여주기 위한 분석적 도구에 개념의 모호함 내지 흐릿함을 의미하는 fuzzy 개념을 추가

한 것이다(Ragin, 2000). 이는 사례 간의 구성을 살펴봄으로써 인과관계의 복잡한 패턴을 검증하며, 기존 교차사례분석의 대안인 동시에 다양성 지향 연구를 위한 이론적 기반으로 고려되고 있다.

사례 중심의 분석기법인 퍼지집합 질적 비교 분석 기법은 10~50개 정도 또는 이보다 큰 표본에 모두 사용될 수 있어(Paille *et al.*, 2018), 많은 수의 개별 사례 없이 중간 크기의 표본으로도 연구자들이 분석에 활용할 수 있다(Ragin and Rihoux, 2009). 그리고 회귀분석 기반의 각 변수의 독립적인 효과 분석과 다르게 종속변수에 영향을 미칠 수 있는 모든 변수(속성)의 결합 효과(상호작용 효과)에 대해 분석할 수 있어, 원인변수들의 어떤 조합이 결과변수인 정부출연연구기관의 성과를 보다 잘 설명할 수 있는지를 확인할 수 있다.

관련하여, 산연협력 혁신성과에 영향을 미치는 요인에 관한 연구(황경연, 성을현, 2021)에서도 해당 방법론을 적용하여, 기존 기업의 관점에서 진행된 변수 중심 분석에서 성과 영향 요인들 간의 상호작용 효과를 분석하지 못하였던 한계를 극복하는 등 다양한 분야에서 해당 방법론이 활용되고 있다(예: 구윤모 등, 2017; 이현애 등, 2019). 본 연구에서도 이러한 방법론의 특성을 활용하여, 기존 연구에서 특정 요인이 독립적으로 출연연 성과에 영향을 미치는 요인을 분석하였던 한계를 벗어나 영향 요인들 간의 상호작용효과를 확인하고자 한다.

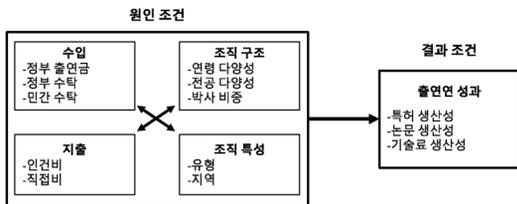
Ⅲ. 연구 문제 및 연구 방법

3.1 연구 문제 및 연구 방법

앞선 논의에 기반하여, 본 연구는 퍼지 집합 질적 비교 분석을 통해 출연연의 성과에 대한 결정요인을 파악하고자 한다. 이를 통해, 각 요인의 독립적인 영향력이 아닌, 영향 요인들 간의 상호작용 효과를 확인함으로써 성과 결정 요인에 대해 보다 깊은 이해를 할 수 있을 것으로 기대한다. 이를 위해 설정한 연구 문제는 다음과 같다.

연구 문제: 정부출연연구기관의 지식 창출 및 경제적 성과를 증진시키는 요소의 조합은 무엇인가?

본 연구는 국가과학기술연구회(NST) 및 직할 출연연을 대상으로 수집된 데이터를 바탕으로, 출연연의 수입, 지출과 조직 구조의 체계적 구성의 결과로 도출되는 높은 성과에 초점을 맞춰, 출연연이 가진 복잡한 특성을 고려하고, 다양한 요소가 어떻게 상호작용하여 각 성과로 이어지는지 파악하기 위해 본 연구는 집합 이론적 구성 방법인 퍼지집합 질적 비교 분석을 사용했다(Fiss, 2011). 퍼지집합 질적 비교 분석은 복잡한 인과관계와 다양한 상호작용을 연구하는 데 적합한 연구 방법으로, 이는 결과 집합을 구성하는 요소들이 상호 의존적이며 개별 요소보다는 동시적 조합을 통해 결과를 더 잘 설명할 수 있다고 가정한다(Park et al., 2020). 또한, 여러 요소 간의 체계적인 결합을 추론함으로써 기존의 연역적 상관관계 기반 접근법의 한계를 보완한다(El Sawy et al., 2010). 즉, 독립변수에서 전체론적 구성으로 관심을 전환하여 요소 간의 비선형적인 관계를 설명하는 간결하지만, 데이터 기반의 구성을 도출한다. 이를 통해 본 연구는 출연연이 높은 성과를 달성하기 위해 어떤 요소가 필요하거나 충분한지 파악할 수 있다. 퍼지집합 질적 비교 분석을 통해 살펴보게 될 개념적 모델은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구 모형

3.2 데이터 수집

본 연구는 국가과학기술연구회 및 직할 35개

출연연의 당해 예산(수입: 정부 출연금, 정부 수탁 및 민간 수탁, 지출: 인건비, 직접비), 조직(연령, 전공, 학위, 직원 수), 기관 특성 (유형, 지역), 성과 (특허, 논문, 기술료)에 대한 데이터를 바탕으로 연구를 수행했다. 2018년부터 2022년까지 5년간의 데이터를 수집했으며, 39개 기관 중 4개 과기원에 속하는 한국과학기술원, 광주과학기술원, 대구 경북과학기술원, 울산과학기술원은 연구기관 이전에 교육적 목적을 가진 기관으로 수입, 지출 및 조직 구조의 특성이 달라 제외했다 따라서, 최종 데이터 셋은 35개 기관의 5개년 데이터로 175개로 구성되었다. 데이터셋에 들어간 각 요소는 선행 연구를 바탕으로 선정하였고, 이에 대한 구체적인 설명은 다음과 같다.

3.2.1 결과 조건

출연연 성과 관련 연구들에서 성과 변수로 활용된 결과 조건은 크게 논문, 특허, 기술이전으로 나누어진다. 먼저 논문의 경우, 기본적으로 과학지식 창출의 생산성의 측정 항목으로 간주하며 논문, 그중 SCI 논문 편수로 고려되는 경우가 많다 (예: 고성주, 이춘수, 2018). 2020년 이후 SCI와 SCIE가 합쳐짐에 따라 본 연구에서는 SCIE 논문 편수를 고려하였고(Clarivate, 2019), 추가로 기관별 규모에 따른 편차를 줄이기 위하여 SCIE 논문 수를 총연구원 수로 나누어, 연구원 1인당 SCIE 논문 수로 활용하였다(김학민, 박윤환, 2021). 특허와 관련하여서는, 등록 건수로 살펴보는 경우와 (예: 김희태 등, 2018), 특허 출원 건수를 활용하는 경우가(예: 고성주, 이춘수, 2018) 존재하였는데, 본 연구에서는 출원까지 걸리는 시간이 있음을 감안하여, 해당 연도의 성과로 측정할 수 특허 출원 수를 기준으로 측정하였다. 또한, 기관별 규모에 따른 편차를 줄이기 위해, 기존 연구를 따라 특허 수를 예산 총액으로 나눠 출연연의 총예산 대비 특허출원 건수를 활용하였다(김학민, 박윤환, 2021). 마지막으로, 기술이전을 통한 기술료 수입을 말할 수 있다. 기술료 수입은 기관의 자립률을 향상시킬 수 있는 성과로

(김학민, 박윤환, 2021; 고성주, 이춘수, 2018), 본 연구에서는 위와 같은 이유로 연구원 1인당 기술료 수입을 가지고 분석에 활용하였다.

3.2.2 원인 조건

본 연구는 선행 연구를 바탕으로 수입, 지출, 출연연의 성과에 영향을 미치는 요소로 수입(정부 출연금 비중, 정부 수탁 비중 및 민간 수탁 비중), 지출(1인당 인건비, 1인당 직접비), 조직 구조(연령 다양성, 전공 다양성, 연구직 박사 비중)을 선정했다. 기관 특성은 출연연의 임무 구분에 따른 유형과 기관 본원이 위치한 지역을 중심으로 구분했다. 수입은 정부 출연금, 정부 수탁, 민간 수탁, 기술 지원 사업, 기술료, 기타 항목으로 구성된 총수입 중 평균적으로 90.5%를 차지하는 정부 출연금, 정부 수탁, 민간 수탁 금액을 총수입으로 나눈, 총수입 대비 정부 출연금 비중, 정부 수탁 비중, 민간 수탁 비중을 활용하였다. 여기서 출연금 수입은 출연연이 기관 운영에 필요한 출연금을 정부로부터 일괄로 지원받는 방식, 정부 수탁은 출연연이 국가 R&D 사업 등 연구과제 형태로 정부로부터 지원받는 방식, 민간 수탁은 민간과의 계약에 의한 특정 사업 및 과제 형태로 지원받는 방식을 말한다(윤수진

등, 2021). 또한, 지출은 주요 지출 항목인 인건비와 직접비를 직원 수로 나눠 1인당 인건비, 1인당 직접비를 활용하였다. 다음으로, 조직 구조는 연구직 인원만을 고려하여, 이들에서의 박사 비중, 연령 구성의 다양성(예: 20대, 30대, 40대 등), 전공 구성의 다양성(예: 이학, 공학, 의약보건학, 사회과학 등)을 측정하였다. 연령 다양성과 전공 다양성은 Blau의 다양성(heterogeneity) 지표를 활용하여 측정했다. 다양성 지표 수식은 아래와 같으며, 도출된 0과 1 사이의 값을 갖는다(Blau, 1977).

$$Blau's H = 1 - \sum_1^k P_i^2$$

P_i : 어떤 범주(k)에 소속된 구성원의 비율,
k: 가능한 범주(category) 개수

지역은 본원이 대전에 위치한 경우 1, 그렇지 않은 경우 0으로 설정했으며, 기관 유형은 출연연의 과학기술 분야별 특성에 맞춰 기초기술연구인 경우 1, 대형공공연구 혹은 산업기술 연구에 속하는 경우 0으로 구분했다(김학민, 박윤환, 2021). 기타, 원자력, 해양으로 구분되는 출연연의 경우 연

〈표 2〉 기술 통계량

요소	N	평균	표준편차	최소값	최대값
정부 출연금 비중	175	0.524	0.204	0.149	0.903
정부 수탁 비중	175	0.322	0.203	0.051	0.803
민간 수탁 비중	175	0.059	0.063	0.000	0.356
인건비	175	74.737	13.546	22.552	102.798
직접비	175	179.610	108.852	59.144	660.349
연령 다양성	175	0.705	0.051	0.436	0.772
전공 다양성	175	0.349	0.205	0.000	0.729
박사 비중	175	0.727	0.194	0.222	1.000
기관 유형	175	0.600	0.491	0.000	1.000
지역(대전)	175	0.629	0.484	0.000	1.000
특허 생산성	175	0.493	0.437	0.000	2.167
논문 생산성	175	0.001	0.002	0.000	0.013
기술료 생산성	175	0.013	0.017	0.000	0.102

구개발비 단계 비중을 참고하여 기초, 응용, 개발 중 가장 높은 비중을 차지하는 것이 기초인 경우 1, 그렇지 않으면 0으로 구분했다. 최종 데이터 셋의 각 요소에 대한 기술 통계는 <표 2>와 같다.

3.3 보정(Calibration)

본 연구는 퍼지집합 질적 비교 분석을 위해 수집된 데이터를 0과 1 사이의 퍼지 점수로 환산하였다. 이것은 원인 조건과 결과 조건에 대한 데이터를 완전 속해 있음(1)에서 완전히 속해 있지 않음(0)까지의 멤버십 점수로 변환하는 보정 프로세스(calibration)이며, 보정된 값은 각 사례가 연구에서 정의한 세트에 얼마나 '속해있는지'를 (Ragin, 2008)를 나타낸다. 먼저, 0과 1로 측정된 기관 유형과 지역은 보정 프로세스를 거치지 않고 원 데이터를 활용했다. 두 요소를 제외한 나머지 요소들은 이전 문헌을 참고하여 95%, 50%, 5%의 세 가지 앵커 점수를 설정하였으며, 이는 각각 완전히 속함, 중간 분기점, 완전히 속해 있지 않음을 나타낸다. 다만, 정부 출연금, 정부 수탁, 민간 수탁의 경우, 결과 해석을 위해 출연연 전문가 검토 후 95%,

50%, 5%의 근삿값을 앵커 점수로 활용했다. <표 3>에는 모든 요소(즉, 원인 및 결과 조건)에 대한 보정이 설명되어 있다. 본 연구는 보정 단계를 거친 후, fsQCA 3.0 통계 소프트웨어를 사용하여 특허 생산성, 논문 생산성, 기술료 생산성으로 구분되는 각 결과 조건을 달성하는 여러 동등한 구성을 찾았다.

IV. 결 과

4.1 필요조건 분석

퍼지집합 질적 비교 분석은 집합 이론적 분석에 기반하기 때문에 높은 성과를 달성하기 위한 필요조건과 충분조건을 식별할 수 있다(Park and Mithas, 2020). 따라서 본 연구에서는 높은 성과에 필요한 요소를 파악하기 위해 모든 요소에 대해 필요조건 분석을 수행했다. 이것은 결과(즉, 특허, 논문, 기술료 생산성)가 존재하거나 존재하지 않을 때 개별 요소(즉, 조건)의 존재 여부를 분석하는 것이다. 원인 조건에 대한 일관성 값이 0.9이면 "거의 항상" 일관된 필수 조건임을 나타낸다

<표 3> 퍼지 점수 환산

요소		완전 속해 있음 (Full membership)	중간 분기점 (Cross-over)	완전 속해 있지 않음 (Full-non membership)
원인 조건	정부 출연금 비중	0.840	0.503	0.189
	정부 수탁 비중	0.724	0.299	0.075
	민간 수탁 비중	0.184	0.040	0.000
	인건비	94.724	76.052	52.099
	직접비	427.832	155.414	76.285
	연령 다양성	0.761	0.720	0.626
	전공 다양성	0.683	0.316	0.055
	박사 비중	0.976	0.771	0.412
	기관 유형	1.000	-	0.000
	지역(대전)	1.000	-	0.000
결과 조건	특허 생산성	0.002	0.001	0.000
	논문 생산성	0.004	0.001	0.000
	기술료 생산성	0.042	0.006	0.000

<표 4> 필요조건 분석 결과

요소	특허 생산성				논문 생산성				기술료 생산성			
			Negation (~)				Negation (~)				Negation (~)	
	일관성	설명력	일관성	설명력	일관성	설명력	일관성	설명력	일관성	설명력	일관성	설명력
정부출연금	0.573	0.546	0.692	0.711	0.820	0.700	0.524	0.482	0.589	0.530	0.682	0.660
정부수탁	0.664	0.726	0.594	0.536	0.517	0.506	0.805	0.651	0.688	0.710	0.584	0.497
민간수탁	0.689	0.747	0.568	0.515	0.615	0.598	0.703	0.571	0.739	0.757	0.569	0.487
인건비	0.670	0.656	0.573	0.571	0.610	0.536	0.672	0.601	0.731	0.676	0.551	0.519
직접비	0.596	0.670	0.690	0.609	0.571	0.574	0.778	0.615	0.630	0.668	0.701	0.584
연령다양성	0.683	0.665	0.551	0.553	0.634	0.553	0.644	0.579	0.711	0.654	0.556	0.526
전공다양성	0.620	0.608	0.613	0.611	0.696	0.612	0.550	0.491	0.617	0.572	0.635	0.597
박사비중	0.664	0.650	0.577	0.576	0.765	0.671	0.500	0.447	0.701	0.648	0.580	0.547
유형	0.533	0.439	0.467	0.577	0.745	0.550	0.255	0.282	0.560	0.435	0.440	0.514
지역(대전)	0.565	0.444	0.435	0.579	0.568	0.400	0.432	0.514	0.574	0.426	0.426	0.535

(Ragin, 2008). 본 연구에서의 분석 결과를 살펴보면, 0.9 이상의 일관성 값을 가지는 요소는 없는 것으로 나타나 높은 출연연 성과를 달성하기 위해 “거의 항상” 필요한 요소는 없는 것을 확인할 수 있다. 분석 결과는 <표 4>와 같다.

4.2 충분조건 분석

본 연구는 전문가 검토를 바탕으로 최소 사례 빈도 기준을 3 이상으로 설정하여 충분성 분석을 수행했다. 또한, 일관성 확보를 위한 컷오프를 결정하기 위해 QCA 문헌에서 제안된 두 가지 규칙을 적용했다(Park et al., 2020; Ragin, 2008). 첫째, 일관성 있는 결과를 도출하기 위해서는 원시 일관성(raw consistency)과 비례적 불일치 감소(proportional reduction in inconsistency; PRI)가 각각 0.8과 0.6 이상이어야 한다. 둘째, 일관성이 높은 행에서 다음 수준의 일관성을 가진 행으로 넘어갈 때 두 행 사이에 일관성이 현저히 떨어지는 중단점이 있는 경우, 그 중단점이 고성과 구성을 위한 컷오프가 될 수 있다. 본 연구는 위의 두 가지 기준을 적용하여 요구 사항을 충족하는 진리 테이블 행만 아니라 높은 성과로 이어지는 구성을 얻었다.

본 연구에서의 결과 조건은 특허 생산성, 논문

생산성, 기술료 생산성으로 각 결과 조건에서의 높은 성과를 도출하는 구성은 <표 5>~<표 7>과 같다. 결과 분석에 앞서 퍼지집합 질적 비교 분석 접근 방식은 솔루션 검증을 위해 두 가지 척도를 사용한다(Park et al., 2020). 첫째, 원시 일관성(raw consistency)은 구성이 일관되게 결과를 산출하는 정도를 나타내며(Fiss, 2007), 회귀 분석의 유의 수준 개념과 유사하다. 전반적 일관성(overall solution consistency)은 모든 구성이 일관되게 높은 성과를 가져오는 정도를 나타낸다. 둘째, 도출된 구성을 검증하기 위한 원시 설명력(raw coverage)은 대략 구성이 결과의 사례를 커버하는 정도를 나타낸다(Ragin, 2008). 고유 설명력(unique coverage)은 특정 구성이 결과를 보여주는 사례를 얼마나 다른 구성과 겹치지 않고 포착하는지를 나타낸다(Ragin, 2006). 따라서 설명력은 회귀 분석의 결정 계수(R²)와 유사한 검증 척도이며 결과에 대한 각 구성의 경험적 상대성을 드러낸다(Ragin, 2006). <표 5>~<표 7>에서 검은색 원은 조건(즉, 요인)의 존재를 나타내고, 교차 표기(X)된 원은 조건(요인)의 부재를 나타낸다. 큰 원은 핵심 요인(core elements)을 나타내며, 작은 원은 주변적 요인(peripheral elements)을 의미하며, 공백은 요인이 존재하거나 부재할 수 있는 “상관없음(don't care)” 상황을 나타낸

다. 각 결과 조건에 대하여 원인 조건들의 핵심 요소의 존재 여부를 중심으로 동일한 구성인지 아닌지를 판단하기에, 핵심 요소의 존재 여부가 다른 경우에는 각기 다른 구성으로 설명하고(예: 특허 1, 2), 큰 원으로 표현되는 핵심 요소가 동일하고 작은 원으로 표현된 주변 요소의 존재 여부가 다르다면 동일한 구성 내 a/b로 나타낸다(예: 기술료 5a, 5b).

먼저, 특허 생산성을 살펴보면 전반적 일관성은 0.982로 일반적으로 인정되는 임계값인 0.8보다 훨씬 높다(Ragin, 2008). 이것은 모든 구성 전체의 일관성을 의미하며, 전반적 설명력은 0.262이다. <표 5>에서 볼 수 있듯, 출연연이 높은 특허 생산성을 달성하기 위해서 채택할 수 있는 구성은 5가지(특허 1~5)가 있다. 5가지 구성은 높은 특허 생산성이라는 동일한 결과를 달성할 수 있는 각기 다른 요소의 조합을 보여준다. 기관의 특성을 중

심으로 살펴보면, 특허 1~4의 구성은 응용 분야를 연구하는 기관으로 정부 출연금의 비중은 중간 분기점인 50% 이하인 반면 정부 수탁의 비중이 29.8% 이상임을 알 수 있다. 또한, 특허 1, 특허 3의 경우에는 높은 민간 수탁의 비중과 함께, 높은 인건비와 직접비 지출을 핵심 요소로 포함하고 있다. 이와 달리 특허 5의 구성은 기초 분야에서 높은 성과를 달성하는 유일한 구성으로 주변 요소이긴 하나 높은 정부 출연금 비중을 포함하며, 응용 분야에서의 구성과 달리 전공 다양성도 높은 것을 확인할 수 있다.

두 번째로, 논문 생산성을 살펴보면 전반적 일관성은 0.931이며, 전반적 설명력은 0.341이다. <표 6>에서 볼 수 있듯 높은 논문 생산성을 달성하는 구성은 6가지(논문 1~6)이며, 이 중 5가지 구성의 기관 유형이 기초 분야이다. 따라서, 기초 분야에서 높은 논문 생산성을 달성하는 구성이 다양함을 확

<표 5> 충분조건 분석 결과 - 특허생산성

특허 생산성		특허1	특허2	특허3	특허4	특허5
수입	정부 출연금					●
	정부 수탁	●	●	●	●	●
	민간 수탁	●		●		●
지출	인건비	●		●		●
	직접비	●		●	●	●
조직 구조	연령 다양성	●			●	●
	전공 다양성					●
	박사 비중	●				
기관 특성	유형					●
	지역(대전)				●	
Raw coverage		0.145	0.066	0.069	0.072	0.045
Unique coverage		0.059	0.017	0.014	0.038	0.045
Consistency		0.995	1	1	0.938	1
Solution coverage				0.262		
Solution consistency				0.982		

주) 검은색 원은 조건(즉, 요인)의 존재를 나타내고, 교차표기(X)된 원은 조건(요인)의 부재를 나타냄. 큰 원은 핵심 요인(core elements)을 나타내며, 작은 원은 주변적 요인(peripheral elements)을 의미함. 공백은 요인의 존재 여부가 “상관 없음(don't care)” 상황을 의미함.

인할 수 있다. 논문 1은 유일하게 응용 분야에서 높은 논문 생산성을 달성하는 구성으로 높은 정부 출연금 비중과 인건비 지출, 박사 비중을 핵심 조건으로 포함하고 있는 반면, 정부 수탁 및 민간 수탁의 비중, 전공 다양성이 낮은 것을 확인할 수 있다. 또한, 논문 2~6은 기초 분야에서 높은 논문 생산성을 달성하는 구성으로 논문 2를 제외한 나머지 구성을 통해 높은 정부 출연금 비중을 포함하고 있는 구성이 많음을 확인할 수 있다. 또한, 기초 분야에서 높은 논문 생산성을 달성하는 구성(논문 2~6)에서는 조직 구조 관련 세 가지 요소의 존재 여부에 있어서 공통점을 찾기 어렵다. 이는 기관의 조직 구조에 따라 적합한 구성을 참고하여 높은 논문 생산성을 달성할 수 있음을 암시한다.

끝으로, 기술료 생산성을 살펴보면 전반적 일관성은 0.974이며, 전반적 설명력은 0.396이다. <표 7>에서 볼 수 있듯 높은 기술료 생산성을 달

성하는 구성은 6가지(기술료 1~5b)이며, 이 중 기술료 5a와 기술료 5b는 동일한 핵심 요소의 구성을 가지고 있음을 알 수 있다. 기술료 5a와 기술료 5b의 구성에서는 정부 수탁과 민간 수탁이 주변 요소로 존재 여부가 다를 수 있으며, 대체 혹은 보완 효과를 가진다. 또한, 분석 결과는 기관의 유형에 따라 각각 세 가지 구성을 보여주며, 기관의 유형에 따라 높은 기술료 생산성을 도출하는 구성이 뚜렷한 차이를 확인할 수 있다. 구체적으로 살펴보면, 응용 분야의 경우 낮은 정부 출연금 비중과 낮은 전공 다양성을 핵심 요소로 가지는데 반면 기초 분야의 경우 높은 정부 출연금과 높은 전공 다양성을 핵심 요소로 가진다. 이를 통해, 높은 기술료 생산성을 달성하기 위해서는 기관 유형에 따라 다른 전략이 필요함을 알 수 있다. 끝으로, 앞선 다른 성과와 달리 기술료 생산성에서는 정부 수탁 비중과 민간 수탁 비중이 모

<표 6> 필요조건 분석 결과 - 논문 생산성

논문 생산성		논문1	논문2	논문3	논문4	논문5	논문6
수입	정부 출연금	●		●	●	●	●
	정부 수탁						●
	민간 수탁		●		●		●
지출	인건비	●					●
	직접비			●		●	●
조직 구조	연령 다양성			●		●	●
	전공 다양성		●			●	●
	박사 비중	●		●	●	●	●
기관 특성	유형		●	●	●	●	●
	지역(대전)		●		●	●	
Raw coverage		0.069	0.090	0.061	0.109	0.109	0.051
Unique coverage		0.069	0.036	0.034	0.038	0.042	0.024
Consistency		0.878	0.956	0.992	0.943	0.892	1
Solution coverage		0.341					
Solution consistency		0.931					

주) 검은색 원은 조건(즉, 요인)의 존재를 나타내고, 교차표기(X)된 원은 조건(요인)의 부재를 나타냄. 큰 원은 핵심 요인(core elements)을 나타내며, 작은 원은 주변적 요인(peripheral elements)을 의미함. 공백은 요인의 존재 여부가 “상관 없음(don't care)” 상황을 의미함.

〈표 7〉 충분조건 분석 결과 - 기술료 생산성

기술료 생산성		기술료1	기술료2	기술료3	기술료4	기술료5a	기술료5b
수입	정부 출연금				●	●	●
	정부 수탁	●	●	●	●	●	
	민간 수탁	●		●	●		●
지출	인건비	●		●	●	●	●
	직접비	●		●	●	●	●
조직 구조	연령 다양성	●			●	●	●
	전공 다양성				●	●	●
	박사 비중	●				●	●
기관 특성	유형				●	●	●
	지역(대전)					●	●
Raw coverage		0.152	0.070	0.073	0.048	0.128	0.136
Unique coverage		0.097	0.018	0.015	0.048	0.025	0.033
Consistency		0.984	1	1	0.990	0.983	0.961
Solution coverage		0.396					
Solution consistency		0.974					

주) 검은색 원은 조건(즉, 요인)의 존재를 나타내고, 교차표기(X)된 원은 조건(요인)의 부재를 나타냄. 큰 원은 핵심 요인(core elements)을 나타내며, 작은 원은 주변적 요인(peripheral elements)을 의미함. 공백은 요인의 존재 여부가 “상관 없음(don't care)” 상황을 의미함.

두 낮은 구성은 존재하지 않는 것을 확인할 수 있음에 따라, 수탁이 기술료 성과 도출에 중요함을 짐작할 수 있다.

V. 결론 및 시사점

5.1 주요 결과 논의

본 연구는 과학기술계 출연 연구기관/부처 직할 출연 연구기관 통계 데이터를 활용하여, 국가 과학기술연구회 및 직할 35개의 연구원에 대하여 2018년부터 2022년까지 5년간의 출연연 예산, 인력 및 성과 데이터를 바탕으로 퍼지집합 질적 비교 분석을 통해 성과에 대한 영향 요인에 대해 알아보았다. 필요조건 분석 결과, 본 연구에서는 높은 출연연 성과를 달성하기 위해 “거의 항상” 필요한 요소는 없는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 충분조건 분석을 통해 높은 성과(특히, 논문, 기술

료)를 달성하는 구성을 도출하였고, 주요 내용을 정리하면 다음과 같다.

특히 생산성을 도출하는 구성을 다섯 가지가 있으며, 기관 유형에 따라 응용 분야의 경우 네 가지, 기초 분야의 경우 한 가지 구성이 도출되었다. 응용 분야에서는 낮은 출연금 비중을 핵심 요소로 가지는 데 반해, 기초 분야에서는 주변 요소이긴 하나 높은 출연금 비중이 구성에 포함되는 뚜렷한 차이를 보인다. 둘째, 논문 생산성을 도출하는 구성은 여섯 가지가 있으며, 앞서 살펴본 특허 생산성에서의 결과와 달리 기관 유형이 기초 분야인 경우의 구성이 다양했다. 또한, 높은 정부 출연금을 요소로 가지는 구성이 많음을 확인할 수 있다. 끝으로, 특허 생산성을 도출하는 구성은 여섯 가지이며, 이 중 기술료 5a와 5b는 주변 요소의 대체 및 보완 효과를 보여준다. 또한, 기관 유형에 따라 각각 세 가지 구성을 보여주는데, 정부 출연금과 전공 다양성에 있어 뚜렷한 차이를 보인다.

결과를 통해 각 성과(특허, 논문, 기술료)를 도출할 수 있는 요소의 조합이 다양함을 확인할 수 있다.

세 가지 성과를 종합적으로 살펴보면, 특허 5, 논문 6, 기술료 4의 구성은 요소의 역할(핵심/주변)에 있어서는 차이를 보이지만 요소의 존재 여부에 있어 동일함을 확인할 수 있다. 이것은 해당 요소의 조합을 통해 특허, 논문, 기술료 생산성을 동시에 달성할 수 있음을 의미한다. 또한, 특허 1과 기술료 1, 특허 2와 기술료 2, 특허 3과 기술료 3 역시 요소의 존재 여부에 있어 동일한 구성을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 특허 1과 기술료 1의 경우, 요소의 역할(핵심/주변) 역시 동일하여 완전히 일치하는 구성이다. 따라서, 앞서 언급된 세 가지 구성은 특허 생산성과 기술료 생산성을 동시에 달성할 수 있으며, 논문에 비해 특허와 기술료 성과의 달성이 상대적으로 유사함을 알 수 있다(김학민, 박윤환, 2021).

5.2 학술적 및 실무적 시사점

본 연구 결과를 통해 학술적 및 실무적인 시사점을 제안할 수 있다. 먼저, 학술적으로 본 연구는 출연연의 성과를 결정하는 요인과 이들의 상호작용 효과를 도출하여 이전에 논의하지 못했던 결과를 밝힘으로써, 출연연 성과 제고를 위한 방향에 대한 시사점을 제안했다는 점에서 의의가 있다. 본 연구에서는 기존 연구에서 주요하게 탐색된 요인들(예산, 기관 특성)에 더하여 지출과 조직 구조(연구직 구성) 요인을 고려하고, 이들이 출연연 성과에 미치는 영향을 확인하였다. 또한, 회귀분석에 기초하여 성과에 영향을 미치는 독립적 요인의 효과를 분석한 기존 연구와 달리, 퍼지집합 질적 비교 분석을 활용하여 성과 영향 요인들의 결합적인 효과를 분석하였다는 점에서 학문적으로 기여하였다. 추가로, 분석 결과의 종합적 함의를 통해서, 논문에 비해 상대적으로 특허와 기술료 성과의 유사함을 확인할 수 있었고, 이는 추후 출연연의 성과를 세부적으로 구성하는데 다른 기준

의 고려 가능성을 환기하였다.

본 연구는 실무적으로 아래와 같은 측면에서 의미 있는 시사점을 제공한다. R&D 예산의 감소가 불가피한 최근의 상황에서 효율적으로 연구개발 투자를 관리하고, 정부출연연구기관의 성과를 제고할 수 있는 방향에 대하여 제안할 수 있다. 먼저, 성과 중심의 자원 할당을 위해 참고할 수 있다. 기관은 성과가 높은 구성을 위해 자원을 적절하게 할당함으로써 성과를 극대화할 수 있다. 또한, 각 성과(특허, 논문, 기술료)를 도출할 수 있는 요소의 조합이 다양하기에, 본 연구 결과는 기관 특성에 따라 혹은 세부적인 성과 목표에 따라 해당 성과를 제고하기 위해 각 기관이 어떤 방향으로 나아가야 하는지 가이드라인으로 활용될 수 있을 것이다. 특히, 종합적인 해석을 통해 다른 성과 목표를 동시에 달성할 수 있는 요소의 집합을 확인하였기에, 이를 활용한다면 여러 성과를 동시에 제고하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 둘째, 정부는 기관의 연구 중점 분야에 따라 성과 도출을 위한 요소에 차이가 있음을 인지하고, 연구 중점 분야에 따라 서로 다른 성과 평가 기준을 적용할 필요가 있다. 예를 들어, 응용 분야에서는 높은 특허 생산성을 달성할 수 있는 다양한 구성이 확인됐지만, 기초 분야에서 높은 특허 생산성을 달성할 수 있는 구성은 하나에 불과했다. 그러나, 논문 생산성에서는 기초 분야에서 다양한 구성이 확인된 것에 반해 응용 분야에서는 그렇지 못했다. 따라서, 다른 연구 중점 분야를 가진 기관을 동일한 평가 기준으로 적용하기보다는 중점 성과 분야를 기준으로 가중치를 부여함으로써 성과 평가 체계를 개선할 수 있다. 또한, 정부는 기관과의 충분한 논의를 통해 예를 들어 기초 분야 중점 연구 기관에서도 특허 생산성을 높일 수 있는 구성을 지원하는 방안을 모색해 볼 수 있을 것이다.

5.3 연구 한계 및 추후 연구 방향

본 연구 결과를 통해 출연연 성과에 대한 결정

요인 및 그들의 상호작용 관계를 파악하고 이를 바탕으로 방향성 및 시사점을 제언하였지만, 한계 또한 존재하기에 이를 보완한다면 추후 출연연 성과에 대한 요인을 더욱 깊게 파악할 수 있을 것이다. 관련하여, 추후 분석 방향을 제언한다면 아래와 같다. 먼저, 본 연구는 연구 중점 분야를 기초기술연구회에서 소관하는 출연연과 공공기술·산업기술연구회에서 소관하는 출연연으로 구분하여 활용하였는데(김학민, 박윤환, 2021), 이 외에도 공학/이학과 같은 학문 분야나 전공 특성을 고려한다면 더욱 구체적인 논의를 진행할 수 있을 것이다. 본 연구는 기관 수준의 데이터를 기반으로 분석을 진행하였으나, 과제 수준의 연구비 및 성과 데이터 등을 수집하여 분석한다면(예: 고성주, 이춘수, 2018), 더욱 종합적인 시사점을 제언할 수 있을 것으로 생각한다. 또한, 앞선 연구들에서도 밝혔듯이 출연연은 기관의 성격마다 성과 목표 등 분석에 활용한 요인들의 편차가 클 수 있기에(이수철 등, 2016; 김학민, 박윤환, 2021), 해당 내용을 반영한다면 더욱 실질적인 제언을 할 수 있을 것으로 기대한다.

참고 문헌

- [1] 고성주, 이춘수, “과학기술계 출연 연구기관의 사업 유형별 연구성과 요인에 관한 연구”, *대한경영학회지*, 제31권, 제4호, 2018, pp. 715-741.
- [2] 구윤모, 함주연, 이재남, “제조업에서의 성공적인 기술투자 전략에 대한 연구: 퍼지셋 질적 비교분석”, *경영정보학연구*, 제19권, 제4호, 2017, pp. 1-25.
- [3] 김이경, 우기쁨, 정수현, “출연연의 전략성과 도전성 강화를 위한 기관평가 제도 개선 방안”, *KISTEP ISSUE PAPER*, 통권 제334호, 2022.
- [4] 김학민, 박윤환, “과학기술의 지식창출과 경제적 성과의 결정요인 분석: 과학기술분야 정부출연연구기관을 중심으로”, *한국사회와 행정연구*, 제32권, 제2호, 2021, pp. 59-83.
- [5] 민기채, “퍼지셋 질적비교분석의 사회과학적 활용: Stata를 활용한 Y-검증과 N-검증을 중심으로”, *인문사회과학연구*, 제44권, 2014.
- [6] 박석중, 김경화, 정상기, “과학기술적 성과 관점에서 정부 R&D사업 효율성 분석에 관한 연구”, *기술혁신학회지*, 제14권, 제2호, 2011, pp. 205-222.
- [7] 박용, 염명배, “정부출연연 R&D 수행체제의 복잡계 현상에 관한 연구: 재정지원정책 변화를 중심으로”, *재정정책논집*, 제21권, 제1호, 2019, pp. 43-92.
- [8] 박진희, “연구자 집단의 성장과 변천: 정부출연 연구 기관을 중심으로”, *과학기술학연구*, 제6권, 제1호, 2006, pp. 119-151.
- [9] 성지은, “탈추격 혁신을 위한 출연(연)의 구조적 한계와 과제: ETRI를 중심으로”, *기술혁신연구*, 제20권, 제2호, 2012, pp. 1-28.
- [10] 윤수진 외, “출연연구기관 예산 체계 고도화 방안 연구” (1/2), 2021.
- [11] 이민형, 장병열, 이명화, 장필성, 김태경, *과학기술분야 출연연시스템 진단과 혁신방안*, 과학기술정책연구원, 2018.
- [12] 이민형, 장필성, *Post-PBS 시대의 새로운 연구개발정책 방향과 과제*, 과학기술정책연구원, 2018.
- [13] 이성희, 김태수, 이학연, “DEA 윈도우 분석을 이용한 정부출연연구기관의 연구 개발 사업화 동태적 효율성 분석”, *경영과학*, 제32권, 제4호, 2015, pp. 193-207.
- [14] 이수철, 이동호, “Cumulative DEA/Malmquist Index 기법을 이용한 정부출연 연구기관 연구개발 효율성 변화 분석”, *한국경영과학회지*, 제41권, 제1호, 2016, pp. 99-111.
- [15] 이현애, 정희정, 함주연, 정남호, “퍼지셋 질적 비교 분석(fsQCA)을 활용한 관공지 거주민들의 삶의 질 저하에 영향을 미치는 요인 연구”, *경영정보학연구*, 제21권, 제1호, 2019, pp. 113-133.

- [16] 전유성, 차두원, *주요국 연구기관의 블록펀딩 지원 동향 및 시사점*, 한국과학기술기획평가원, 2011.
- [17] 정양현, 정규채, 방성식, “한국생산기술연구원의 BSC 도입사례 연구”, *경영정보학연구*, 제9권 제1호, 2007, pp. 283-309.
- [18] 한국과학기술기획평가원, 2023년도 정부연구개발예산 현황분석, 2023a.
- [19] 한국과학기술기획평가원, 2021년도 국가연구개발사업 성과분석 보고서, 2023b.
- [20] 황경연, 성을현, “대덕연구개발특구 정부출연연연구기관 연구자의 산연협력 혁신성과 결정요인 분석: 퍼지집합 질적 비교분석 접근”, *한국융합학회논문지*, 제12권, 제7호, 2021, pp. 221-233.
- [21] 황현덕, 정선양, “정부출연연구기관의 연구성과 효율성 분석”, *한국혁신학회지*, 제13권, 제1호, 2018, pp. 1-26.
- [22] Blau, P. M., *Inequality and heterogeneity: A primitive theory of social structure* (Vol. 7, pp. 677-683), New York: Free Press, 1977.
- [23] Clarivate, “2020년 1월 3일, SCI가 SCIE로 통합 제공됩니다”, 2019.12.05., Available at <https://clarivate.com/ko/wosg-2020%EB%85%84-1%EC%9B%94-3%EC%9D%BC-sci%EA%B0%80-scie%EB%A1%9C-%ED%86%B5%ED%95%A9-%EC%A0%9C%EA%B3%B5%EB%90%A9%EB%8B%88%EB%8B%A4/>.
- [24] Fiss, P. C., “A set-theoretic approach to organizational configurations”, *The Academy of Management Review*, Vol.32, No.4, 2007, pp. 1180-1198. <https://doi.org/10.5465/AMR.2007.26586092>.
- [25] El Sawy, O. A., A. Malhotra, Y. Park, and P. A. Pavlou, “Research commentary-seeking the configurations of digital ecodynamics: It takes three to tango”, *Information Systems Research*, Vol.21, No.4, 2010, pp. 835-848.
- [26] Hsu, F. M. and C. C. Hsueh, “Measuring relative efficiency of government-sponsored R&D projects: A three-stage approach”, *Evaluation and Program Planning*, Vol.32, No.2, 2009, pp. 178-186.
- [27] Lee, M., J. Park, and W. Park, “The roles and characteristics of R&D investment in the IT firms: IT hardware firms vs. IT software firms”, *Asia Pacific Journal of Information Systems*, Vol.25, No.1, 2015, pp. 61-81.
- [28] Liu, J. S. and W. M. Lu, “DEA and ranking with the network-based approach: A case of R&D performance”, *Omega*, Vol.38, No.6, 2010, pp. 453-464.
- [29] Park, Y., P. C. Fiss, and O. A. El Sawy, “Theorizing the multiplicity of digital phenomena: The ecology of configurations, causal recipes, and guidelines for applying QCA”, *MIS quarterly*, Vol.44, No.4, 2020, pp. 1493-1520. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2020/13879>.
- [30] Park, Y. and S. Mithas, “Organized complexity of digital business strategy: A configurational perspective”, *MIS quarterly*, Vol.44, No.1, 2020, pp. 85-127. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2020/14477>.
- [31] Paillé, P., N. Amara, and N. Halilem, “Greening the workplace through social sustainability among co-workers”, *Journal of Business Research*, Vol.89, 2018, pp. 305-312.
- [32] Ragin, C. C., *The Comparative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*, University of California Press, 1987, Available at <http://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pnx57>.
- [33] Ragin, C. C., “Set relations in social research: Evaluating their consistency and coverage”, *Political Analysis*, Vol.14, No.3, 2006, pp. 291-310. <https://doi.org/10.1093/pan/mpj019>.
- [34] Ragin, C. C., *Redesigning Social Inquiry: Fuzzy Sets and Beyond*, Chicago: University of Chicago

Press, 2008.

- [35] Rihoux, B. T., C. C. Ragin, B. Rihoux, and C. C. Ragin, *Configurational comparative methods: Qualitative comparative analysis (QCA) and related techniques* (1st . ed.). Thousand Oaks,

California: Sage Publishing, 2009.

- [36] Sharma, S. and V. Thomas, "Inter-country R&D efficiency analysis: An application of data envelopment analysis", *Scientometrics*, Vol.76, No.3, 2008, pp. 483-501.

Information Systems Review

Volume 26 Number 1

February 2024

Analyzing the Determinants of Performance in Government Research Institutes Using Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis(fsQCA)

Junyeong Lee* · Dongyeon Kim** · Minwoo Jeong*** · Boram Kwon****

Abstract

In the Fourth Industrial Revolution era, global powers are enhancing R&D support to leverage innovations like AI, IoT, and big data for productivity gains and structural economic and social reforms. Yet, the declining R&D budget growth rate and the forecasted sharp cut in South Korea's R&D budget in 2024 highlight the critical need for national R&D performance management system discussions. Diverging from previous studies focused on quantitative analysis of performance determinants, this research utilizes fuzzy set qualitative comparative analysis(fsQCA) to explore the interplay of factors affecting research institutions' outcomes comprehensively. Analyzing data from 2018 to 2022, it examines three outcome types of research institutions, identifying factor combinations crucial for success. By pinpointing these factors' configurations, the study offers institution-specific performance enhancement guidelines and insights for national R&D policy management and performance evaluation efficiency.

Keywords: *Government Research Institutes, Performance Determinants, Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis(fsQCA)*

* Associate Professor, Department of Management Information Systems, Chungbuk National University

** Assistant Professor, Department of Business Administration, The Catholic University of Korea

*** Associate Research Fellow, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

**** Corresponding Author, Associate Research Professor, College of Business Administration, Seoul National University

◎ 저자 소개 ◎



이준영 (junyeong.lee@cbnu.ac.kr)

충북대학교 경영정보학과 부교수로 재직 중이다. KAIST 경영대학에서 박사 취득 후 중국과학기술대학(USTC) 및 한국기술교육대학교 조교수를 역임하였다. 주요 관심분야는 collective dynamics and human behavior in IS이다. Journal of Management Information Systems, Journal of the Association for Information Systems, Journal of Business Ethics, International Journal of Information Management, International Journal of Electronic Commerce, Communications of the ACM 등의 학술지에 논문을 발표하였다.



김동연 (dykim88@catholic.ac.kr)

가톨릭대학교 경영학과 조교수로 재직 중이다. KAIST 경영대학에서 박사 취득 후 동아대학교 조교수를 역임하였다. 주요 관심 분야는 business value of data analytics 이다. Information & Management, International Journal of Electronic Commerce, Electronic Commerce Research and Application, Technological Forecasting and Social Change 등의 학술지에 논문을 발표하였다.



정민우 (jaden@kistep.re.kr)

한국과학기술기획평가원에서 부연구위원으로 재직 중이다. KAIST 경영대학에서 석사 학위를 취득했다. 주요 관심 분야는 R&D Organization, S&T Policy이다.



권보람 (brkwon@snu.ac.kr)

서울대학교 경영대학 연구부교수로 재직 중이다. 서울대학교 경영대학에서 박사 학위를 취득했다. 주요 관심분야는 IT strategy, online platform and digital contents이다. Information Technology for Development, Journal of computer information systems, ETRI Journal 등의 학술지에 논문을 발표하였다.

논문접수일 : 2023년 12월 29일

게재확정일 : 2024년 01월 19일

1차 수정일 : 2024년 01월 14일

