

공동논문 현황을 통한 정부출연(연)의 협력네트워크 구조와 논문성과와의 관계 분석

A Study on the Relationship between Cooperation Network and Publication
Performance of Korean Government-Funded Research Institutes
through Collaborative Paper Status

정태원(Taewon Chung)*, 정동섭(Dongsub Chung)**, 김정흠(JeongHeum Kim)***

목 차

- | | |
|------------------|-------------|
| I. 서론 | IV. 분석결과 |
| II. 이론적 배경 | V. 결론 및 시사점 |
| III. 연구모형 및 연구방법 | |

국문요약

기관간 협력생태계의 효율은 연구기관의 연구생산성에 중요한 영향을 미친다. 특히 서로 다른 전문 분야와 자원을 보유한 한국의 정부출연연구기관이 신생융합기술 시대에 선도적으로 대처하기 위해서는 효율적인 협력체계의 구축이 매우 중요하다. 협력활동의 결과로 나타나는 연구성과는 협력네트워크의 구조적 특성에 큰 영향을 받게 된다. 따라서 효율적인 협력생태계의 조성을 위해서는 협력네트워크의 정밀한 분석이 선행되어야 하며 형성되는 네트워크 구조에 대한 정밀한 사전기획이 필요하다.

본 논문은 정부출연연구기관의 협력네트워크의 구조적 특성이 논문발표 성과에 미치는 영향을 분석한다. 2008년부터 2012년까지 한국의 정부출연연구기관이 발표한 SCI논문을 바탕으로 네트워크분석과 패널회귀분석결과, 4가지 네트워크 중심성(연결정도, 매개성, 근접성, 고유벡터)과 구조적 공백이 논문 성과에 중요한 영향을 미친다. 4가지의 네트워크 중심성 중 근접중심성과 고유벡터 중심성이 가장 중요한 요소인 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 현재 추진되는 정부출연연구기관의 개방적 협력생태계조성을 위한 정책에 중요한 점을 시사한다. 모든 기관의 협력활동 빈도를 단순히 늘리기 보다는 협력활동이 적은 기관의 협력을 우선 늘림으로써 근접중심성을 제고하는 것이 연구성과 제고에 더 효과적이다. 또한 협력활동이 적은 기관과 기존에 협력이 활발한 기관과의 협력을 우선적으로 추진함으로써 고유벡터중심성을 높이는 것이 출연연구기관의 협력을 통한 연구성과 제고에 더욱 효과적인 것으로 나타났다.

핵심어 : 정부출연연구기관, 협력네트워크, 네트워크 중심성, 구조적 공백

※ 논문접수일: 2014.2.3, 1차수정일: 2014.3.12, 게재확정일: 2014.3.17

* 과학기술연합대학원대학교, twchung@ust.ac.kr, 010-2038-8432

** 과학기술연합대학원대학교, judelsi@ust.ac.kr, 010-9075-7508

*** 과학기술연합대학원대학교, kimjh@ust.ac.kr, 010-4451-7271, 교신저자

ABSTRACT

Establishment of efficient cooperative ecosystem of research institutes is important for the efficiency of national innovation system, especially in the era of technology convergence. Performance of institutes inside the ecosystem is dependent on the position of the institutes in the system. This study investigates the relationship between network structure and research performance, and determines significant factors on the research performance. The results of 5 year panel data analysis of SCI journal papers of Korean government research institutes indicate that four network centralities -degree, betweenness, closeness, and eigenvector- and structural holes have significant effect on the research performance of the institutes. Among the four centralities, closeness and eigenvectors are more significant than others. Implications of the results of this study for policy of establishing efficient cooperative system are that increasing the cooperative activities of less active institutes is more effective for research performance than increasing the magnitude of cooperative activities of all institutes. Also, when an institute starts a new cooperative relationship, it is better to have relationship with an active institute first.

Key Words : Korean government-funded research institute, Cooperation network, Network centrality, Structural hole

I. 서 론

국가기술혁신체제의 효율성 제고를 위해서는 혁신주체들 간의 협력이 활성화되도록 하는 것이 중요하다. 국가연구개발사업의 주체로서 역할을 수행해 온 정부출연연구기관은 한국의 산학연협력체제에서 중요한 한 축을 형성하고 있다. 따라서 정부출연연구기관의 협력의 효율성은 국가 전체 산학연협력체제의 효율성에 큰 영향을 미친다. 한국의 정부출연연구기관은 시대별 기술수요에 맞춰 전문기술분야별로 설립되었다. 기술융합이 빠르게 진행되는 시대에 정부출연연구기관 간의 협력은 신생융합기술분야의 국가 기술경쟁력 확보에 대한 정부출연연구기관의 기여도를 제고하게 될 것이다.

일반적으로 전문기술분야의 특성과 보유자원이 다른 두 기관 간의 협력은 양 기관의 성과에 긍정적인 영향을 미친다. 협력연구는 양 기관의 연구효율성을 제고하고 단독연구에서는 발굴하기 어려운 새로운 아이디어 습득과 창조적 기술 개발이 가능한 장점이 있다. 그러나 협력체제의 구조적 특성에 따라 협력체제 전체의 성과에 미치는 영향은 크게 달라질 수 있다. 또한 개별 기관이 전체 협력구조 내에서 차지하는 위치와 역할에 따라 각 기관의 성과는 달라진다. 따라서 출연연구기관 협력네트워크의 효율성을 극대화하기 위해서는 협력네트워크의 구조적 특성과 연구성과의 관계에 대한 정밀한 분석이 필요하다.

정부출연연구기관의 협력연구성과는 공동논문저술, 공동특허출원, 공동국가연구개발사업 수행, 인력교류 등 다양한 형태로 나타날 수 있다. 본 논문에서는 공동논문발표 현황으로 나타나는 협력네트워크를 기반으로 협력구조가 연구성과에 미치는 영향을 분석한다. 협력네트워크의 구조적 특성을 사회연결망분석(Social Network Analysis)을 통해 분석하고, 대표적 구조적 특성인 중심성(Centrality)들과 구조적 공백(Structural Hole)의 영향에 대해 살펴본다. 이러한 분석을 바탕으로 정부출연연구기관의 협력을 활성화하고, 협력네트워크의 효율성을 제고하기 위한 정책방향에 대한 함의를 논의한다.

다음 2장에서 협력의 구조와 연구성과에 대한 기존 문헌분석을 통해 본 연구에서 적용된 이론적 배경을 제시한다. 3장에서는 먼저 이론적 배경을 바탕으로 연구모형을 제시한다. 그리고 모형의 실증분석을 위해 사용된 변수들과 자료수집방법 등 연구방법을 설명한다. 4장에서는 사회연결망분석을 통해 협력네트워크의 특성을 분석하고, 패널회귀분석을 통해 네트워크의 구조적 특성과 연구성과와의 관계를 살펴본다. 끝으로 5장에서는 4장에서 도출된 결과를 바탕으로 정부출연(연)간 협력증진을 통한 연구성과 향상에 대한 정책적 시사점을 도출하고 본 연구의 한계점에 대해서 논의한다.

II. 이론적 배경

협력이란 기관간의 상호 긍정적인 기대를 바탕으로 하고 있다. 협력활동은 독자적인 내부의 역량으로 성취하기 어려운 성과를 달성하기 위해 외부의 자원을 활용하는 것으로 새로운 아이디어, 지식, 정보를 얻는 중요한 경로가 된다(Granovetter, 1973). 결과적으로 협력이란 외부로부터 부족한 자원을 습득하는 주요 수단이며(Powell, Koput, and Smith-Doerr, 1996), 내부의 역량으로 불가능한 새로운 성과를 창출하기 위해 그 필요성이 부각된다(Lemmens, 2004).

과학기술분야의 공동연구가 활발히 진행되면서 연구협력이 수행주체의 성과에 미치는 영향에 대한 논의가 증대하고 있다. Stuart(1998)는 기술개발의 수준이 높은 분야일수록 성공의 불확실성을 감소시키고 경쟁에서 우위를 선점하기 위해 외부주체와 적절한 협력관계를 유지해야 하는 것으로 분석하고 있다. 사회연결망분석(Social Network Analysis)은 연구주체간의 상호작용을 측정하기 위한 적절한 방법이며(Rigby, 2005), 사회학에서는 협력네트워크 구조의 분석결과를 바탕으로 공동연구가 연구수행주체별 성과에 미치는 영향에 대한 논의가 증대하고 있다. 이와 같은 분석은 네트워크 구조의 특징을 도출하고 연구주체별 계량화된 데이터를 제공함으로써 협력 관계의 성격과 특징을 직관적으로 파악할 수 있게 한다. 협력네트워크 내에서 연구수행주체의 위치(Position)와 역할(Role)은 연구성과에 중요한 영향을 미치며(Goetze, 2010), 영향력이 높은 연구성과와 많은 경쟁자가 속한 분야의 연구 수행은 협력의 기회를 높일 수 있다(Stuart, 1998). 연구수행주체의 위치와 역할은 중심성(Centrality)들과 구조적 공백(Structural Hole)으로 설명할 수 있다. Ahuja(2000), Autant-Bernard(2007), Stuart(1998), Ferriani(2008), Goetze(2000)는 동일 산업분야의 기관간 협력네트워크 분석을 통해 기관의 중심성과 구조적 공백이 연구성과에 미치는 영향을 분석하였으며, 직간접적으로 연결이 많을수록 새로운 자원과 정보의 습득에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

협력네트워크 구조에서 주체별 중심성은 연결정도중심성(Degree Centrality), 매개중심성(Betweenness Centrality), 근접중심성(Closeness Centrality), 고유벡터중심성(Eigenvector Centrality)으로 설명할 수 있다. 연결정도중심성은 네트워크 내에서 특정 주체가 다른 주체와 직접적으로 연결된 정도를 측정하는 지표이다. 연결정도가 높을수록 다른 주체와 협력의 기회가 많아지며 연구성과가 향상된다.(Goetze, 2010; Ahuja, 2000). 매개중심성은 네트워크 내에서 특정 주체가 중개자의 역할을 하는 지표로서 다른 주체들 사이에 위치하는 정도를 나타낸다. 예를 들어 다른 두 주체가 한 주체를 통해서만 관계를 맺을 수 있다면 연결을 해주는 주체의 매개중심성은 향상된다. 중개자로서 네트워크 내의 다양한 정보의 흐름에 영향을 미치

고 통제할 수 있기 때문에 새로운 정보를 습득하는데 용이하며 연구성과가 향상된다(Goetze, 2010). 근접중심성은 네트워크 내에서 특정 주체가 다른 주체와의 경로거리를 측정하는 지표로서 직접적으로 연결된 정도와 간접적으로 연결된 정도를 측정하여 그 합이 작을수록 네트워크의 중심에 위치한다. 다른 주체와의 경로가 짧을수록 많은 주체와 연결되는데 효율적이며, 네트워크 내에서 상대적으로 높은 독립성을 가질 수 있어 연구성과가 향상된다(Goetze, 2010). 고유벡터중심성은 네트워크 내에서 특정 주체가 다른 주체와 직접적으로 연결된 정도와 직접적으로 연결된 주체의 연결정도중심성을 고려하여 측정하는 지표이다. 즉 연결된 상대 주체의 연결정도중심성이 높을수록 네트워크의 중심에 위치한다. 고유벡터중심성이 높을수록 근접중심성과 같이 효율적으로 다른 주체와 연결이 가능하고 상대적인 독립성을 가지게 되며, 성과에 긍정적인 영향을 미친다(Ferriani, 2009).

네트워크 구조에서 주체들의 밀집도와 상호작용 패턴에 따라 다른 유형의 네트워크 특징을 가진다. 밀집도가 높은 네트워크에서는 행위자간의 빈번한 상호작용이 발생하게 된다. 그러나 실제 사회의 네트워크에서는 몇 개의 분절 네트워크들이 모여 구성된 네트워크의 구조를 가진다. 개별 분절 네트워크는 다른 문화적 특성을 가지고 있으며 이는 불협화음으로 관계의 단절을 발생시킨다. 여기서 발생하는 균열이 구조적 공백이다. Burt(1992)는 구조적 공백이란 분절 네트워크 간 1~2개의 링크를 추가하여 채워질 수 있는 공백을 의미하며, 이는 구조적 공백을 많이 보유한 주체일수록 분절네트워크에서 정보의 흐름을 가장 빠르게 파악할 수 있으므로 연구성과에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 그러나 Ahuja(2000)는 특허출원성과에 미치는 구조적 공백의 영향은 부정적인 것으로 나타났다. 즉 구조적 공백을 많이 가지고 있는 주체일수록 연구성과가 저하되기도 한다. 이는 분절 네트워크간의 중개자 역할로 정보의 확산에 영향을 받기 때문이라고 볼 수 있다.

특정기관의 논문성과는 위에서 언급된 네트워크 구조적 특성 외에 연구비, 연구원수, 연구분야의 다양성, 지리적 특성 등에서 영향을 받는다. Eom and Kim(2010)은 우리나라 기업의 제품혁신과 개선 측면에서 기업의 특성변수(종업원수, 매출대비 연구비 등)가 기업의 성과에 미치는 영향을 분석하고 있다. Ponomariov and Boardman(2010)은 연구생산성 측면에서 연구소의 특성변수(박사연구원수, 기관역사 등)가 논문성과에 미치는 영향을 분석하고 있다. 또한 지리적 근접성(Allen, 1984), 연구분야의 다양성과 기술개발 가능수준(Cohen and Levin, 1989) 등이 연구성과에 미치는 영향을 분석하고 있다. 최호영(2011)은 정부출연연구기관의 연구비가 논문성과에 미치는 영향을 분석하고 있으며, 장호원(2012)은 연구비와 더불어 연구분야의 다양성이 미치는 영향을 분석하고 있다.

학문적 연구에 대한 협력의 성과는 논문의 공동저술로 설명되어 왔으며, 공식적으로 협력연

구를 가능할 수 있는 척도이다. 공동저술은 지속적으로 증가하고 있으며 연구의 질적 향상, 새로운 지식 습득, 다양한 아이디어 산출 등과 같은 장점이 있다(Crase and Rosato, 1992). 또한 학문의 세분화, 연구의 질적·양적 성과 향상, 시간적 기회비용 절감, 실패의 위험분산

〈표 1〉 주요선행연구의 변수 및 연구결과 비교

연구자	변수			연구결과
	독립변수	통제변수	종속변수	
Ahuja (2000)	· 연결정도중심성 · 구조적 공백	· 연구비 · 연구원수 · 연구다양성 등	· 특허성과	· 기업의 종업원수와 역사는 혁신가 능성에 영향을 미치지 않고, 연구 비가 많을수록 부정적인 영향을 미침
Eom & Kim (2010)	· 종업원수 · 매출대비 연구비 · 기업역사 등	-	· 혁신가능성	· 기업의 종업원수와 역사는 혁신가 능성에 영향을 미치지 않고, 연구 비가 많을수록 부정적인 영향을 미침
Ferriani (2009)	· 고유벡터중심성 등	· 공동제작 · 구조적공백 · 팀의 제작 수준 · 영화 장르 · 역사 등	· box-office성과	· 고유벡터중심성과 구조적 공백의 효과는 성과향상에 긍정적인 영 향을 미침 · 공동제작, 팀의 제작 수준, 영화 장르(다양성), 역사(경험)은 성과 향상에 긍정적인 영향을 미침
Goetze (2010)	· 특허성과 · 특허피인용 · 연구다양성 등	-	· 연결정도중심성 · 매개중심성 · 근접중심성	· 연결정도중심성 지표가 다른 두 개의 중심성 지표보다 정보의 확 산에 더 큰 영향을 미침
Ponomariov (2010)	· 협력여부	· 영년직유무 · 성별 · 연구성과 등	· 논문성과 · 협력건수 등	· 영년직 연구자는 더 많은 협력연 구를 수행하며, 산업계와의 협력 에 호의적임
Stuart (1998)	· 유사기술분야 밀 집도 · 기술력 수준	· 기업역사 · 기업매출 등	· 기술제휴건수	· 유사기술분야의 밀집도가 높고, 기 술력 수준이 높은 기업은 기술제 휴에 유리함
장호원 (2012)	· 기술분야집중도 · 기술단계집중도	· 연구비 · 정규직비율 · 1인당 연구비 등	· 논문질적성과 · 논문양적성과	· 연구비의 증가는 논문의 양적성과 에 긍정적인 영향을 미치나, 질적 성과에는 부정적인 영향을 미침 · 연구분야의 다양성은 논문의 양 적·질적성과에 긍정적인 영향을 미침
최호영 (2011)	· 참여연구원연령	· 연구비 · 연구기간 · 논문실적 · 특허 및 기술이 전실적 등	· 논문실적여부 · 특허 및 기술이 전실적여부	· 연구비의 증가는 논문성과와 특허 및 기술이전의 발생확률을 높임

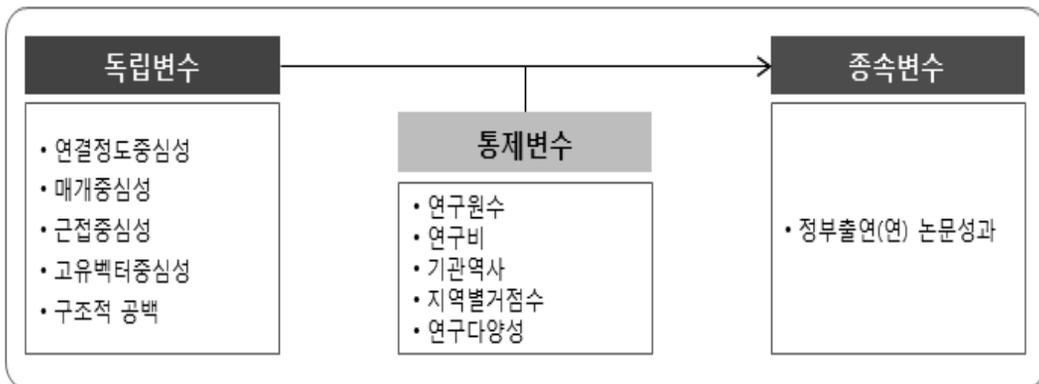
등이 있으며 기술융합연구의 증가 추세와 관련이 있다. 공동저술의 바탕에는 사회적 관계에 의한 유사성이 존재하며, 저자간의 사회적 관계는 공동연구에서 중요한 요인이 된다(Rigby and Edler, 2005).

III. 연구모형 및 연구방법

1. 연구모형 설계

협력네트워크 내에서 연구수행주체의 위치와 역할이 연구성과에 미치는 영향을 분석하기 위해 4가지의 중심성(연결정도중심성, 매개중심성, 근접중심성, 고유벡터중심성)과 구조적 공백을 독립변수로 설정하였다. 기존의 연구에서는 연결정도와 구조적 공백(Ahuja, 2000)과 고유벡터중심성(Ferriani, 2009)이 미치는 영향을 분석한 사례가 있다. 본 연구에서는 각 변수의 영향을 분석하는 것 외에 각 중심성의 영향정도를 상호비교하기 위해 위 3개의 변수에 매개중심성과 근접중심성을 추가하였다. 각 중심성들은 직접적인 비교를 위하여 정규화 된 수치를 사용하였다. 연구성과에 직간접적으로 영향을 미칠 가능성이 있는 변수들은 앞 <표 1>에 정리된 기존 연구들의 사례를 분석하여 연구원수, 연구비, 기관의 역사, 연구의 다양성, 지역별 거점수를 선정하였으며, 이를 통제변수로 채택하였다. 이를 모형화하면 (그림 1)과 같다.

본 연구에서는 22개 기관의 5개년 간 수집된 110개의 출연연별 변수를 사용하여 패널데이터 분석을 수행하였다. 본 모형에서는 10개의 변수(독립변수와 통제변수)를 사용하고 있으며,



(그림 1) 연구모형

단년도 데이터는 22개의 통계치를 가지고 있어 단년도 횡단면 분석으로는 의미있는 추정을 할 수가 없다. 5개년의 패널데이터를 사용함으로써 많은 양의 데이터를 확보하여 회귀분석 결과가 보다 더 정확해지도록 하였다. 또한 패널데이터를 사용함으로써 횡단면분석이나 시계열 분석보다 더 효율적인 추정치를 얻을 수 있다.

2. 자료수집

기초기술연구회 10개 정부출연(연)¹⁾, 산업기술연구회 12개 정부출연(연)²⁾에서 2008년부터 2012년까지 5년간 저술한 SCI급 논문을 2013년 6월 기준으로 조사하였다.

정부출연(연)의 속성에 대한 자료를 수집하기 위해 22개 기관의 정보를 수집하기 위해 기초기술연구회, 산업기술연구회 기관평가보고서와 공공기관 경영정보 공개시스템(ALIO)³⁾를 통해 2008년부터 2012년까지 5년간 연구원수, 기관역사, 지역별 거점수(본원, 분원, 지역별 센터 포함)를 조사하였다. Elsevier社의 논문DB SciVerse Scopus⁴⁾에서 제공하는 27개의 기술 분류에 따라 기관별 연구분야의 다양성을 조사하였다.

3. 변수의 정의

1) 종속변수

정부출연(연)의 정량적 연구성과를 측정하기 위해 Scopus를 통해 추출한 기관별 SCI급 논문 게재수를 연도별로 정리하여 사용하였다.

2) 독립변수

Scopus를 사용해 추출한 논문정보를 바탕으로 정부출연(연)이 2개 이상 참여하여 저술한 논문을 추출하여 소속기관별로 정리를 하였다. 한 저자의 소속기관이 2곳 이상인 경우 첫 번

1) 국가핵융합연구소(NFRI), 한국과학기술연구원(KIST), 한국과학기술정보연구원(KISTI), 한국기초과학지원연구원(KBSI), 한국생명공학연구원(KRIBB), 한국원자력연구원(KAERI), 한국천문연구원(KASI), 한국표준과학연구원(KRISS), 한국한의학연구원(KIOM), 한국항공우주연구원(KARI)

2) 안전성평가연구소(KITOX), 재료연구소(KIMS), 한국건설기술연구원(KICT), 한국기계연구원(KIMM), 한국생산기술연구원(KITECH), 한국식품연구원(KFRI), 한국에너지기술연구원(KIER), 한국전기연구원(KERI), 한국전자통신연구원(ETRI), 한국지질자원연구원(KIGAM), 한국철도기술연구원(KRRI), 한국화학연구원(KRICT)

3) www.alio.go.kr

4) www.scopus.com

제 소속을 기준으로 하였다. 논문별 소속기관으로 정리된 네트워크는 Two-Mode Network Matrix이므로 기관간 공동저술 네트워크로 변환하기 위해 행렬변환을 거쳐 연도별 One-Mode Network Matrix를 만들었다. 이후 기관간 공동저술 논문의 유무를 바탕으로 협력여부를 구분하기 위해 행렬의 이원화 과정을 거쳐 공동저술 논문이 있으면 1, 없으면 0으로 구분하였다. 네트워크의 중심성과 구조적공백에 대한 분석은 UCINET6을 이용하였으며, 중심성은 정규화된 수치를 사용하였다.

(1) 연결정도중심성

특정 노드(기관)가 다른 노드들과 직접적으로 연결된 정도를 측정하는 지표로, 연결의 방향성에 따라 내향중심성(Indegree Centrality)과 외향중심성(Outdegree Centrality)로 분류할 수 있다. 내향중심성은 다른 노드로부터 선택된 빈도를 의미하며 위신(Prestige)과 지위(Status)가 높을 가능성이 있다. 외향중심성은 다른 노드와 연결을 먼저 시도한 빈도를 의미하며 노드간 연결의 적극성을 나타낸다.

본 논문에서는 연결을 통한 협력의 유무만을 판단하기 위해 방향성을 고려하지 않았으며, 연결정도중심성이 높은 기관은 협력을 통해 많은 정보를 습득할 수 있기 때문에 연구성과에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

$$\text{Degree Centrality} = d(n_i)$$

$n_1, n_2, n_3, \dots, n_i$ 를 노드들이라고 하면, d 는 직접적으로 연결된 선(ties)들의 수를 나타낸다.

(2) 매개중심성

특정 노드가 다른 노드들 사이에 위치하는 정도를 나타내는 지표로 네트워크에서 매개자, 중개자로서의 역할을 측정한다. 즉, 특정노드의 매개중심성이 높을수록 다른 노드들의 의사소통에 통제력을 갖게 되므로 정보의 흐름에 많은 영향을 미치게 된다. 이는 네트워크에서 특정 노드의 잠재적인 영향력을 파악할 수 있다.

본 논문에서는 매개자로서 각 기관의 영향력을 판단하기 위해 사용하였으며, 매개 중심성이 높은 기관은 정보의 흐름에 많은 영향을 미칠 수 있기 때문에 연구성과에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

$$\text{Betweenness Centrality} = \sum_{j < k} g_{jk}(n_i) / g_{jk}$$

g_{jk} 는 노드 j 와 노드 k 사이에 존재하는 최단 경로의 수이며 $g_{jk}(n_i)$ 는 최단 경로 중에서 n_i 를 거쳐 가는 수를 나타낸다.

(3) 근접중심성

특정 노드와 다른 노드들 사이의 최단거리를 고려하는 지표로 네트워크에서 긴밀성과 효율성이 미치는 영향을 측정할 수 있다. 긴밀성과 효율성이 높을수록 직간접적 연결이 쉬워지므로 특정 노드의 영향력을 파악할 수 있다.

본 논문에서는 직간접적 연결의 영향력이 연구성과에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

$$\text{Closeness Centrality} = \left[\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j) \right]^{-1}$$

$d(n_i, n_j)$ 는 노드 i 와 노드 j 의 최단거리의 수를 의미하며 g 는 기관의 수이다.

(4) 고유벡터중심성

특정 노드와 직접적으로 연결된 다른 노드들의 중요성에 가중치를 고려하는 지표로 네트워크에서 중요 노드와 연결되어 있는 연계성을 측정한다. 즉, 특정 노드의 연결정도 중심성이 낮아도 직접적으로 연결된 노드의 영향력이 높으면 고유벡터중심성은 높아진다. 이에 직접 연결된 노드의 영향이 미치는 정도를 파악할 수 있다.

본 논문에서는 직접연결 된 기관의 영향력이 각 기관의 연구성과에 미치는 정도를 파악하기 위해 사용하였으며, 고유벡터중심성이 높은 기관은 직접연결 된 영향력이 높은 기관으로부터 많은 정보를 습득할 수 있기 때문에 연구성과에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

$$\text{Eigenvector Centrality} = \alpha \sum_{i=1}^g A_{ij} n_j$$

A_{ij} 는 n_i 의 인접행렬(Adjacency Matrix)을 나타내며, n_j 는 j 의 연결정도 중심성이 된다. α 는 인접행렬 A 의 고유치(Eigenvalue)가 되고, 이때 가장 큰 고유치를 갖는 고유벡터(Eigenvector)를 구하면 각 주체들의 고유벡터중심성이 된다.

(5) 구조적 공백

Burt(1992)에 의해 제시된 구조적 공백은 네트워크 내에서 연결되지 않은 기관들 간의 중

간매개역할을 해주는 것을 뜻한다. 구조적 공백이 높을수록 연구기관 간의 매개자 역할을 담당하게 되고 연구성과에 미치는 영향이 높을 것으로 예상된다. 본 논문에서는 실제크기 구조적 공백 (Effective Size Structural Holes)을 사용한다. 실제크기 구조적 공백은 각 기관의 연결정도 (Degree)에서 그 기관과 연결된 기관들의 평균연결정도를 뺀 크기로 정의한다.

3) 통제변수

(1) 연구원수

각 기관의 종사자 중 연구원의 수를 나타내는 지표로 연구원수가 많을수록 논문저술의 기회가 높으므로 정량적 연구성과에 미치는 영향이 긍정적인 것으로 예상된다(Powell, 1999; Ahuja, 2000).

(2) 연구비

기관의 연간 예산 중 직접연구비를 나타내는 지표로서 연구비가 많을수록 연구성과에 미치는 영향이 긍정적인 것으로 예상된다(Ahuja, 2000).

(3) 기관역사

기관의 역사와 연구성과와의 관계에 대해서는 기존 연구들이 서로 상이한 결과를 보여주고 있다. 기관의 역사가 깊을수록 연구성과가 향상되는 긍정적인 효과가 나타난다는 연구(Powell, 1999; Stuart, 1998)도 있는 반면 Ruef(2002)의 연구에서는 반대로 부정적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

(4) 지역별 거점수

기관의 지역별 거점이 많을수록 여러기관과 협력의 기회를 가질 수 있으며, 이는 연결정도 중심성과 같이 연구성과에 긍정적일 것으로 예상된다. 기관별 본원, 분원, 지역별 센터를 시(市)단위로 조사하였으며, 같은 시에 2개 이상의 분원 또는 센터가 존재하면 1개로 봤다.

(5) 연구분야 다양성

다양한 분야의 연구를 수행할수록 연구성과에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다(Ahuja, 2000). Scopus에서 제공하는 연구분야는 아래 <표 2>와 같다. Scopus에서 제공하는 논문의 주제분야(27가지 주제분야, 복수 주제분야 허용)를 적용하여 각 기관의 공동논문을 통해 얻은 주제분야의 수에 따라 기관의 연구분야 다양성을 측정하였다.

〈표 2〉 Scopus 제공 연구분야 분류

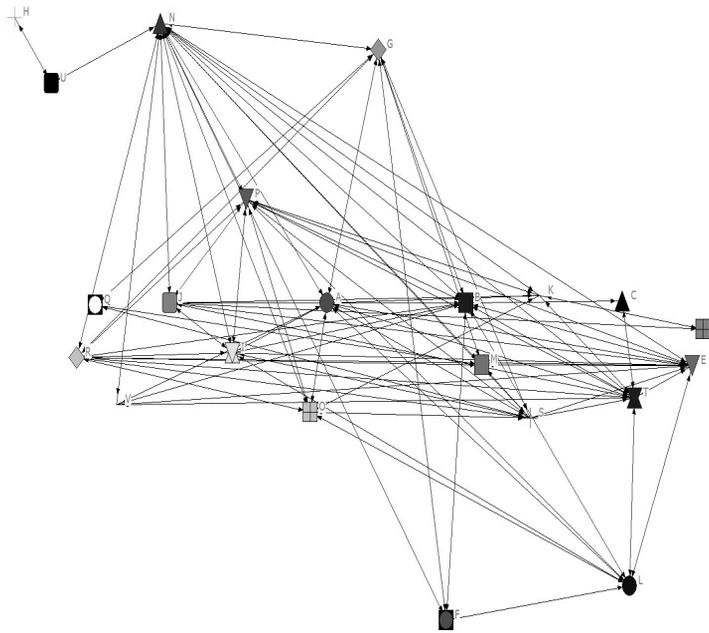
No	기술분야명	No	기술분야명
1	Multidisciplinary	15	Environmental Science
2	Agricultural and Biological Sciences	16	Health Professions
3	Arts and Humanities	17	Immunology and Microbiology
4	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	18	Materials Science
5	Business, Management and Accounting	19	Mathematics
6	Chemical Engineering	20	Medicine
7	Chemistry	21	Neuroscience
8	Computer Science	22	Nursing
9	Decision Sciences	23	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics
10	Dentistry	24	Physics and Astronomy
11	Earth and Planetary Sciences	25	Psychology
12	Economics, Econometrics and Finance	26	Social Sciences
13	Energy	27	Veterinary
14	Engineering		

IV. 분석결과

1. 네트워크 분석

공동논문 발표 현황에서 나타나는 가장 최근의 정부출연(연)의 협력구조의 특성을 분석하기 위해 2012년의 공동논문 현황을 분석하였다(그림 2 참조). 2012년도 정부출연연구기관은 최대 940편의 공동논문을 발표한 기관으로부터 최소 15편의 공동논문을 발표한 기관까지 협력활동에 있어 매우 큰 편차를 나타내고 있다(표 3 참조).

4가지 종류의 네트워크 중심성과 구조적 공백 값들에 대한 기관별 상·하위 3개 기관의 순위는 대체적으로 비슷하게 나타났다. 연결정도중심성은 각 기관별 협력하고 있는 기관의 수를 나타낸다. 상위 3개 기관은 약 33이상의 값을 가졌고 하위 4개 기관은 약 3이하의 값을 가졌다. 다시 말하면 출연연구기관 중 협력이 활발한 3개 기관은 연간 평균 약 33개의 기관과 공동논문을 발표한다. 협력이 미비한 기관들은 3개 이내의 기관과 공동논문을 발표하고 있다. 가장 활발한 기관의 경우 약 54개 기관과 공동 논문을 발표하였으며, 최하위 기관의 경우 단 한 개 기관과 공동논문을 발표하였다.



(그림 2) 정부출연(연) 간의 협력네트워크 구조(2012년)

매개중심성은 각 기관이 네트워크 내에서 중개자 역할을 하는 정도를 나타낸다. 상위 3개 기관은 약 11이상의 값을 가졌고 하위 3개 기관은 0의 값을 가져 전혀 중개자 역할을 하지 못하는 것으로 나타났다. 중개자 역할이 가장 활발한 기관의 경우 약 25의 매개중심성을 나타내고 있어 출연연구기관들 간에 높은 편차를 보이고 있다. 근접중심성은 각 기관이 다른 기관들과의 평균 거리를 나타낸다. 근접중심성이 높을수록 네트워크 내 다른 기관과의 거리가 가까움을 나타낸다. 상위 3개 기관은 약 59이상의 값을 가졌고 하위 4개 기관은 약 40이하의 값을 가졌다. 고유벡터중심성의 상위 3개 기관은 약 33이상의 값을 가졌고 하위 3개 기관은 약 3이하의 값을 가졌다. 구조적 공백 또한 각 기관이 네트워크 내에서 차지하는 매개자로서의 역할을 나타낸다. 상위 3개 기관은 약 46이상의 값을 가졌고 하위 3개 기관은 3이하의 값을 가졌다.

2. 기초통계량

분석에 사용된 샘플의 관측치는 110이다(22개 기관의 5년간 패널 데이터). 각 변수의 평균과 표준편차 등의 기초통계량은 <표 3>과 같다. 지난 5년간 정부출연(연) 발표 논문의 평균은

227이다. 이 기간의 정부출연(연)간 공동논문의 평균은 18로서 공동논문이 전체 발표 논문의 약 8%를 차지하였다. 정부출연(연)의 평균 연구원수는 319명이고, 평균 연구비는 985억원이고, 기간의 평균역사는 27년이였다. 정부출연(연)은 평균적으로 3개의 지역별 거점을 갖고 있고, 연구분야 다양성의 평균값은 8로 나타났다. 공동연구 네트워크에서 정부출연(연)의 연결정도중심성의 평균은 17.9, 매개중심성의 평균은 4.9, 근접중심성의 평균은 50.3, 고유벡터중심성의 평균은 18.6, 구조적 공백의 평균은 19.4 이다. 평균논문수를 포함한 대부분의 변수들이 상당히 큰 분산을 갖는 특징을 나타내고 있다.

〈표 3〉 기초통계량

변 수	N	평균	표준편차	최소값	최대값
논문수	110	226.49	196.62	15	940
연구원수	110	319.18	342.41	70	1667
연구비	110	985.51	845.11	100	3889
기관역사	110	27.36	12.85	1	53
지역별 거점수	110	2.80	2.45	1	11
연구분야 다양성	110	8.25	4.12	1	18
연결정도중심성	110	17.93	12.61	0.6	53.8
매개중심성	110	4.91	5.89	0	24.8
근접중심성	110	50.26	8.09	28.50	68.42
고유벡터중심성	110	18.55	11.85	0.16	42.34
구조적 공백	110	19.36	15.78	1	67

3. 회귀 분석

공동연구 네트워크에서 기관의 네트워크 위치(중심성)와 특징(구조적 공백)이 연구 성과(논문수)에 미치는 영향을 알아보기 위해 가산자료 패널회귀모형(Count Data Panel Regression Model)을 사용하였다.

1) 변수의 상관관계 분석

표본 관측치의 변수들 사이의 상관관계를 확인하기 위해서 피어슨 상관관계 계수를 〈표 4〉에 나타내었다. 기관의 통제변수들 중에서 연구원수와 연구비 사이에 상관관계 계수는 0.87로 매우 높게 나타나서 다중공선성(Multicollinearity)을 고려해서 연구비 변수를 회귀분석 모형

에서 제외하였다. 공동연구 네트워크에서 기관의 중심성과 구조적 공백을 나타내는 변수들은 서로와 0.8이상의 매우 높은 상관관계를 갖고 있다는 것을 알 수 있다. 연구분야 다양성 변수가 이 5가지 변수들과 0.7이상의 높은 상관관계를 나타내는 것은 연구분야 다양성 변수를 공동논문의 주제분야를 이용해 표시하였기 때문에 예상된 결과이다. 연구에서 회귀 모형의 통제 변수로 사용한 연구원수, 연구비, 기관역사, 지역별 거점수, 연구분야 다양성 사이의 상관관계 계수는 0.4이하로 비교적 작은 값을 보였다.

〈표 4〉 상관관계 분석

변수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
논문수	1									
연구원수	0.45***	1								
연구비	0.33***	0.87***	1							
기관역사	0.52***	0.39***	0.23**	1						
지역별 거점수	0.17*	0.03	0.05	0.13	1					
연구분야 다양성	0.69***	0.13	0.09	0.25***	0.28***	1				
연결정도중심성	0.77***	0.18*	0.12	0.30***	0.33***	0.85***	1			
매개중심성	0.73***	0.19**	0.12	0.30***	0.36***	0.74***	0.92***	1		
근접중심성	0.73***	0.22**	0.15	0.30***	0.26***	0.87***	0.94***	0.82***	1	
고유벡터중심성	0.76***	0.20**	0.11	0.33***	0.29***	0.85***	0.97***	0.86***	0.96***	1
구조적공백	0.78***	0.18*	0.14	0.30***	0.34***	0.86***	0.96***	0.93***	0.89***	0.93***

유의수준: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

2) 고정효과(Fixed Effect) 음이항(Negative Binomial) 패널분석

모형의 종속변수로 기관의 논문수를 사용하고, 독립변수로 공동연구 네트워크에서 기관의 연결정도중심성, 매개중심성, 근접중심성, 고유벡터중심성, 구조적 공백에 대한 측정값을 사용한다. 모델에서 독립변수 각각이 종속변수에 미치는 영향을 확인하기 위해서 통제변수로 기관의 연구원수, 연구비, 기관역사, 지역별 거점수, 연구분야 다양성을 사용한다. 종속변수인 논문수의 평균과 비교해서 분산이 크기 때문에 가산 자료 회귀 분석 중에서 포아송(Poisson) 회귀 분석 대신에 음이항 회귀 분석을 사용하였다. 〈표 5〉의 모형1은 기관의 논문수에 대한 기관의 통제변수들로 구성된 기준 모형이다. 여기에서 무작위 효과(Random Effect) 음이항 패널 회귀 분석과 고정 효과(Fixed Effect) 음이항 패널 회귀 분석을 수행한 다음 Hausman 검정 결과로 부터 고정효과 음이항 패널 회귀 분석을 적용하여 개별 모형에서 변수들의 추정 값을 구하기로 하였다. 다른 독립 변수들로 구성된 여러 모형들에 대한 고정 효과 음이항 추

정량들을 사용한 회귀 분석의 결과들을 <표 5>에서 요약해서 보여주고 있다.

모형에 사용된 통제변수들 중에서 연구분야의 다양성은 모든 모형들에서 유의하지 않게 나타났다(모형 1). 따라서 연구분야의 다양성은 출연연구기관의 연구성과의 양적 측면에서 영향을 미치지 않는 것으로 나타난다. 또한 모든 모형에서 변수들 중에서 연구원수는 유의미한 변수이지만 음의 추정 값을 갖는 것을 알 수 있다. 연구원수가 1명 증가하면 논문수는 0.1~0.2% 감소한다. 이 결과는 일반적으로 연구원수가 많으면 그에 따른 논문수도 많을 것이라는 일반적인 예상과 다른 결과를 보여 준다. 기관이 오래될수록 논문 수는 많은 것으로 나타났다. 또한 여러 지리적 위치에서 부설기관을 운영하는 기관일수록 논문의 수가 증가하는 것으로 나타났다.

<표 5> 패널 회귀 분석 결과

변 수	모형					
	1	2	3	4	5	6
상수	1.4278*** (0.3324)	1.5376*** (0.3331)	1.5007*** (0.3333)	0.8162** (0.4014)	1.4658*** (0.3312)	1.7272*** (0.3340)
연구원수	-0.0016** (0.0006)	-0.0013** (0.0006)	-0.0016** (0.0006)	-0.0012* (0.0007)	-0.0013** (0.0006)	-0.0015** (0.0006)
기관역사	0.0906*** (0.0121)	0.0898*** (0.0115)	0.0907*** (0.0115)	0.0869*** (0.0129)	0.0908*** (0.0116)	0.0793*** (0.0123)
지역별 거점수	0.2197*** (0.0424)	0.1924*** (0.0446)	0.2244*** (0.0429)	0.1715*** (0.0459)	0.1579*** (0.0425)	0.2389*** (0.0434)
연구분야 다양성	0.0043 (0.0084)	-0.0015 (0.0077)	0.0029 (0.0078)	-0.0040 (0.0082)	-0.0013 (0.0076)	-0.0009 (0.0081)
연결정도중심성		0.0091*** (0.0024)				
매개중심성			0.0082*** (0.0031)			
근접중심성				0.0168*** (0.0051)		
고유벡터중심성					0.0140*** (0.0030)	
구조적 공백						0.0059*** (0.0017)
AIC	834.8872	822.1986	830.3427	824.5281	815.9926	824.7948
BIC	848.3896	838.4014	846.5456	840.731	832.1955	840.9977
N	110	110	110	110	110	110

유의수준: * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

모형 2부터 모형 6은 공동연구 네트워크에서 기관의 중심성과 구조적 공백이 기관의 논문 수에 미치는 영향의 정도를 보여준다. 모형 2에서 기관의 연결정도중심성은 p 값이 0.0024로 유의미한 변수이고 1단위 증가할 때, 기관의 논문수는 0.9% 증가한다. 이것은 공동연구 네트워크에서 기관의 직접적인 파트너(협력기관)의 수와 관련 있는 연결정도중심성이 높은 기관의 논문수가 증가한다는 결과를 알려 준다. 모형 3에서 매개중심성의 p 값은 0.0031로서 유의미하고 1단위 증가할 때 기관의 논문수는 0.8% 증가한다. 이것은 네트워크에 존재하는 기관들 사이에서 중개자 역할의 수행 능력과 관련된 매개중심성이 기관의 논문 수 증가에 긍정적인 영향을 준다는 사실을 말해 준다. 모형 4에서 근접중심성의 p 값은 0.0051로 유의미하고 1단위 증가할 때 기관의 논문 수는 1.7% 증가한다. 기관의 근접중심성은 네트워크 내에서 그 기관으로부터 다른 기관들에 도달할 수 있는 최단 경로 길이의 합으로 나타낼 수 있다. 모형 4는 이러한 근접중심성이 높은 기관일수록 연구성과 지표인 논문수도 증가한다는 것을 보여 준다. 네트워크에서 근접중심성이 높은 기관은 직·간접적으로 연결된 기관들과 연구개발 관련 지식과 정보를 긴밀하게 주고 받을 수 있고 이를 통해 기관의 연구개발 역량을 향상시킬 수 있다. 모형 5에서 고유벡터중심성의 p 값은 0.0030으로 유의미한 변수이고 1단위 증가 시 기관의 논문 수를 1.4% 증가시킨다. 즉, 고유벡터중심성이 높은 기관이 많은 논문을 발표하는 경향을 갖는다는 것을 나타낸다. 네트워크에서 고유벡터중심성이 높은 기관은 그들 자신이 많은 연결을 갖고 있는 다른 기관들과 연결된다. 단순히 많은 기관들과 연결되는 것보다 네트워크에서 중요한 핵심 기관들과 소수의 연결을 가지는 것이 기관의 연구성과를 높이는데 더 유리할 수 있다.

모형 6은 구조적 공백 변수가 p 값은 0.0017로 유의미하고 1단위 증가하면 기관의 논문 수가 0.6% 증가하는 사실을 보여준다. 공동연구 네트워크에서 구조적 공백이 기관의 연구 성과, 즉 논문 수에 긍정적인 영향을 준다는 사실을 설명해 준다. 여기에서 구조적 공백이 큰 기관은 다양하고 중복되지 않은 연구개발 정보와 지식을 보유한 뛰어난 기관들과 공동연구를 수행할 가능성이 높다. 이러한 공동연구를 통해 기관의 연구역량을 향상시켜서 연구생산성을 높일 수 있고 결국 기관의 연구 성과(논문 수)에도 긍정적인 영향을 줄 수 있다.

여러 가지 중심성 중 근접중심성과 고유벡터중심성이 기관의 논문 수에 미치는 영향이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 모형의 적합도를 나타내는 AIC, BIC값을 보면, 중심성을 포함한 모형들(모형 2에서 모형 6까지)의 적합도는 모두 기본모형(모형 1)에 비교해 적합도가 개선된 것으로 나타났지만 고유벡터중심성을 독립 변수로 포함한 모형 5가 기관의 논문수에 대한 여러 모형 중에서 적합도가 가장 좋은 것을 알 수 있다. 이는 출연연구기관의 협력을 통한 연구성과의 제고를 위해서는 연결정도나 매개성을 높이는 것보다는 근접성을 높이는 것이 효과가 좋다는 것을 의미한다.

V. 결론 및 시사점

본 논문은 정부출연(연)의 양적 연구성과를 나타내는 지표 중 하나인 논문수에 영향을 미치는 결정요인들을 확인하기 위해 기관의 속성들과 정부출연(연)간 공동저술 관계를 기반으로 하는 기관간의 공동연구 네트워크 구조를 분석하였다. 분석 결과를 요약하면 아래와 같다.

첫째, 정부출연(연)의 기관별 속성들이 연구성과에 미치는 영향을 살펴보면 Powell(1999)과 Ahuja(2000)의 주장과 반대로 기관의 연구원수는 그 영향이 미미한 수준이지만 연구성과에 음의 효과를 미치는 것으로 나타났다. 연구원수가 많을수록 양적 연구성과를 향상시킬 것이라는 일반적인 유추를 부정하고, 연구원들 간의 논문저술 역량에 편차가 있을 수 있음을 시사한다. 반면, Stuart(1998)와 Powell(1999)의 주장과 마찬가지로 기관의 역사가 깊을수록 연구성과에 양의 효과를 미치는 것으로 나타났다. 장기간에 걸쳐 연구개발의 축적된 노하우와 같은 무형의 자원과 오랜 기간 지속적으로 연구를 수행하며 우수한 역량을 쌓아온 연구원과 같은 인적자원이 논문저술의 양적 성과에 매우 중요한 영향을 미친다는 것을 의미한다. 또한 다양한 지역에 기관의 분원, 지역별 센터가 분포하여 많은 거점 지역을 확보하는 것이 연구성과에 양의 효과를 미치는 것으로 나타났다. 이것은 거점 지역이 많을수록 여러 외부주체와 더 많은 협력의 기회를 가질 수 있고, 이를 통해 연구개발을 위한 유무형의 자원을 얻을 수 있으므로 연구성과를 향상시키는데 효과적임을 의미한다. 마지막으로 기관별로 수행하고 있는 연구분야의 다양성은 연구성과에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 한정된 연구개발 자원을 활용하여 다양한 분야의 연구개발을 수행하는 것은 무의미하다는 것을 나타내며 연구성과를 향상 또는 감소시키는 결정요인이 아닌 것을 의미한다.

둘째, 정부출연(연)간 논문 공동저술 관계를 기반으로 하는 공동연구 네트워크를 구축하여 네트워크 구조와 특징의 분석 결과와 연구성과에 미치는 영향을 살펴보았다. 모든 네트워크의 중심성들과 구조적 공백의 특징은 연구성과에 긍정적인 영향을 미치는 중요한 결정요인인 것으로 나타났으며, 이것은 정부출연(연)의 연구성과를 향상시키기 위해 협력네트워크의 구조를 고려해야 한다는 것을 의미한다. 네트워크의 중심성들의 경우 근접중심성, 고유벡터중심성, 연결정도중심성, 매개중심성 순으로 연구성과에 미치는 영향력이 높은 것을 알 수 있으며, 구조적 공백은 상대적으로 네트워크 중심성들 보다 낮은 영향력을 가지는 것으로 나타났다. 이것은 정부출연(연)간의 협력네트워크에서 연결정도중심성이 의미하는 것과 같이 특정 기관의 단순직접적인 협력기관수를 늘리고, 매개중심성이 의미하는 매개·중개역할을 수행하는 기관의 수를 늘리는 방식보다 네트워크의 응집력을 높이고 그 효과를 극대화시키는 방식이 협력을 통한 기관들의 연구성과를 향상시키는데 더 효율적임을 시사한다. 즉, 근접중심성의 의미하는

것과 같이 협력네트워크에서 다른 기관과의 연결거리를 줄여 기관간의 긴밀성과 효율성을 향상시키고, 고유벡터중심성의 의미와 같이 영향력이 높은 기관들과의 협력이 연구성과를 향상시키는데 효과가 더욱 크다는 것을 의미한다. 구조적 공백이 연구성과에 긍정적인 영향을 미치는 원인으로는 전체 네트워크에서 특정기관들이 속한 분절 네트워크간의 중개역할을 수행하기 때문으로 예상할 수 있다. 그러나 상대적으로 네트워크 중심성보다 영향력이 낮은 원인으로는 전체 네트워크의 효율성 측면에서는 분절 네트워크간의 정보흐름을 통제할 수 있으므로 때로는 부정적인 영향을 미치기 때문인 것으로 분석할 수 있다(Ahuja, 2000).

본 논문에서 제시한 네트워크 구조와 특징의 분석은 정부출연연구기관 간의 효율적인 개방형 협력생태계를 조성하기 위한 정책을 수립하는데 있어서 다음과 같은 점을 시사한다.

첫째, 출연연구기관 협력의 활성화는 궁극적으로 출연연구기관의 연구성과를 제고하는 것이 목적이다. 네트워크의 구조는 협력체제의 효율에 영향을 미치므로 단순히 협력을 증대하기보다는 사전에 협력네트워크의 구조에 대한 구체적인 검토와 잘 고려된 기획이 필요하다. 둘째, 모든 기관의 협력을 늘리려는 노력보다는 협력이 활성화되지 못한 기관의 협력활동을 우선적으로 제고하는 것이 기관들의 직·간접 연결거리를 좁히고 네트워크의 근접중심성을 제고하여, 결과적으로 출연연구기관의 연구생산성을 높이는데 더욱 효과적이다. 셋째, 특정기관이 공동연구를 위해 협력기관을 선정하는 경우, 기존에 공동연구를 활발하게 수행하는 기관과 협력관계를 맺도록 하는 것이 고유벡터중심성을 높이게 되어 같은 노력으로 더욱 효과적인 협력체제를 갖게 될 것이다. 넷째, 네트워크 구조 외에 출연연구기관의 연구성과에 영향을 미치는 요소로는 기관의 역사와 지역별 거점 수가 중요하다. 연구기관의 규모를 늘리거나 연구분야를 넓히는 것보다는 특정전문분야에 대해 오랜 기간 안정적으로 연구를 지속하게 하는 것이 연구성과의 제고에 더욱 효과적이다. 또한 지역별 거점을 확대하여 다양한 기관과의 협력을 할 수 있도록 하는 것도 출연연구기관의 연구성과 제고에 효과적이다.

본 연구는 정부출연연구기관에서 발표한 SCI급 논문의 양적지표를 활용하여 기관 간 협력관계와 연구성과와의 관계를 분석하였다. 연구기관의 연구성과를 나타내는데 있어 논문의 양적 지표와 논문의 질적 수준은 서로 다른 양태를 보일 수 있다. 네트워크 구조와 논문의 질적 수준과의 관계에 대한 분석은 정부출연연구기관의 협력에 대한 정책에 또 다른 유용한 정보를 알려줄 수 있을 것이다. 또한 정부출연연구기관의 연구성과는 논문의 양적 지표만으로 나타낼 수 없다. 연구성과를 나타내는 또 하나의 대표적인 지표인 특허의 분석을 통해 출연연구기관의 연구성과에 미치는 중요한 요소의 도출 또한 의미있는 분석이 될 것으로 사료되며, 향후 후속연구가 지속되기를 바란다.

참고문헌

- 기초기술연구회 (2009), 「기초기술연구회 소관 정부출연연구기관 2008년도 기관평가보고서」, 서울: 기초기술연구회.
- 기초기술연구회 (2010), 「기초기술연구회 소관 정부출연연구기관 2009년도 기관평가보고서」, 서울: 기초기술연구회.
- 기초기술연구회 (2011), 「기초기술연구회 소관 정부출연연구기관 2011년도 기관평가보고서」, 서울: 기초기술연구회.
- 기초기술연구회 (2012), 「2012년도 기초기술연구회 소관 정부출연연구기관 기관평가보고서」, 서울: 기초기술연구회.
- 기초기술연구회 (2013), 「2013년도 기초기술연구회 소관 정부출연연구기관 기관평가보고서」, 서울: 기초기술연구회.
- 산업기술연구회 (2011), 「산업기술연구회 소관연구기관 2010년도 기관평가보고서」, 서울: 산업기술연구회.
- 산업기술연구회 (2012), 「산업기술연구회 소관연구기관 2011년도 기관평가보고서」, 서울: 산업기술연구회.
- 미래창조과학부 (2013), 「출연연구기관(과학기술분야)의 개방형협력 생태계 조성(안): 출연(연)을 창조경제의 선봉으로」, 서울: 미래창조과학부.
- 장호원 (2012), “정부출연연구기관 수행과제 특성의 다양성이 논문 연구 성과에 미치는 영향”, 한국기술혁신학회, 한국기술혁신학회 학술대회(2012. 11), 149-163.
- 최호영 (2011), “과학기술계 정부출연연구기관의 연구개발성과 결정요인-한국과학기술연구원(KIST) 사례연구-”, 기술혁신학회지, 14(4): 791-812.
- Ahuja, G. (2000), “Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study”, *Administrative Science Quarterly*, 45(3): 425-455.
- Allen, T. J. (1984), “Managing the Flow of Technology: Technology Transfer and the Dissemination of Technological Information within the R&D Organization”, *MIT Press Books*, Vol 1.
- Autant-Bernard, C., Billand, P. and Bravard, C. (2007), “Network Effects in R&D Partnership Evidence from the European Collaborations in Micro and Nanotechnologies”, In *DIME-Workshop on Interdependencies of Interactions in Local and Sectoral Innovation Systems*.

- Burt, R. S. (2009), *Structural Holes: The Social Structure of Competition*, Harvard University Press.
- Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1990), "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administration Science Quarterly*, 35(1): 128-152.
- Cruse, D., Rosato, F. D. (1992), "Single versus Multiple Authorship in Professional Journals", *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 63(7): 28-31.
- Eom, B. Y. and Lee, K. (2010), "Determinants of Industry-Academy Linkages and, Their Impact on Firm Performance: The Case of Korea as a Latecomer in Knowledge Industrialization", *Research Policy*, 39(5): 625-639.
- Ferriani, S., Cattani, G., Baden-Fuller, C. (2009), "The Relational Antecedents of Project-Entrepreneurship: Network Centrality, Team Composition and Project Performance", *Research Policy*, 38(10): 1545-1558.
- Goetze, C. (2010), "An Empirical Enquiry into Co-Patent Networks and Their Stars: The Case of Cardiac Pacemaker Technology", *Technovation*, 30(7): 436-446.
- Lemmens, C. E. (2004), *Innovation in Technology Alliance Networks*, Edward Elgar.
- Mark S. G. (1973), "The Strength of Weak Ties", *American Journal of Sociology*, 78: 1360-1380.
- Ponomarev, B. L. and Boardman, P. C. (2010), "Influencing Scientists' Collaboration and Productivity Patterns Through New Institutions: University Research Centers and Scientific and Technical Human Capital", *Research Policy*, 39(5): 613-624.
- Powell, W. W. (Eds) (1999), "Network Position and Firm Performance: Organizational Returns to Collaboration in the Biotechnology Industry", *Research in the Sociology of Organizations*, 16(1): 129-159.
- Rigby, J. and Edler, J. (2005), "Peering Inside Research Networks: Some Observations on the Effect of the Intensity of Collaboration on the Variability of Research Quality", *Research Policy*, 34: 784-794.
- Stuart, T. E. (1998), "Network Positions and Propensities to Collaborate: An Investigation of Strategic Alliance Formation in a High-Technology Industry", *Administrative Science Quarterly*, 668-698.

정태원

과학기술연합대학원대학교에서 석사과정 재학 중이다. 주요 연구분야는 과학기술정책론, 혁신네트워크 분석 등이다.

정동섭

과학기술연합대학원대학교에서 박사과정 재학 중이다. 주요 연구분야는 과학기술정책론, 혁신네트워크 분석, 연구기획평가론 등이다.

김정흠

현재 과학기술연합대학원대학교에서 과학기술정책과정 교수로 재직 중이다. 기술정책과 기술경제분야에 대해 연구를 수행하고 있다.