

---

# 연구비 지원 여부에 따른 공동연구의 네트워크구조와 연구성과 관계 분석: CT분야를 중심으로

김민기\* · 김동현\*\* · 조근태\*\*\*

---

<목 차>

- I. 서론
- II. 이론적 검토
- III. 연구설계
- IV. 네트워크 분석
- V. 가설검증: 일반화선형모형의 적용
- VI. 결론

**국문초록 :** 연구성과를 향상시키는 데 중요한 요인은 연구자의 역량, 연구비 등의 자원 투입 등이 지적되었다. 하지만 최근에는 공동연구가 활성화되면서 연구자 사이의 구조적 특성을 통해 지속적 상호관계를 형성하여 과학적 지식을 생산하고 있기 때문이다. 하지만 이러한 연구비 지원이 지원 자체에 그치는 것이 아니라 연구비 지원으로 인해 다수의 기관이 협력하여 연구를 수행할 수 있는 발판이 된다는 점에서 연구성과에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 즉 연구비 지원이 공동연구의 연결구조에 차이를 발생시켜 연구성과에 영향을 미치기 때문으로 추정할 수 있다. SCIE DB에서 2009년부터 2013년까지 5년간 문화기술(CT) 분야의 공동연구 논문을 대상으로 연구비 지원 여부에 따른 네트워크 구조와 연구성과의 관계를 분석한 결과 다수의 연구기관이 연결되어 있을수록 논문 편수가 증가하고 사이 중심성이 증가

---

\* 성균관대학교 기술경영학과 박사과정 / 한국과학기술기획평가원 연구위원 (mk@kistep.re.kr)

\*\* 강남대학교 공공문제연구소 선임연구원 (saider21@gmail.com)

\*\*\* 성균관대학교 시스템경영공학과/기술경영학과 교수, 교신저자 (ktcho@skku.edu)

할수록 논문 편수는 감소하는 것으로 분석되었다. 또한 연구비 지원 여부가 네트워크 구조, 연구성과에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

주제어 : 사회연결망, 연구비, 네트워크 구조, 연구성과

---

---

**An Analysis on the Relation between Network Structure and  
Research Performance of Joint Researches in Accordance with  
the Matter of Supporting Research Funds: Focusing on the CT  
Area**

Minki Kim · Donghyun Kim · Keuntae Cho

---

---

**Abstract :** As the important factors to improve research performance, the researchers' capacity and the input of resources like research funds have been pointed out. As joint researches are recently vitalized, however, the scientific knowledge is produced by forming continuous mutual relations through the structural characteristics between researchers. Since the support of research funds becomes a foothold to perform researches as multiple institutions cooperate with each other, it can be considered to have influence on research performance. In other words, it can be estimated that the support of research funds has influence on research performance by generating differences in the connecting structure of joint researches. In the results of analyzing the relation between network structure and research performance in accordance with the matter of supporting research funds, targeting the joint research theses in the culture technology(CT) area for five years from 2009 to 2013 in SCIE DB, when multiple research institutes are connected to each other, the number of thesis is increased. When the betweenness centrality is increased, the number of thesis is decreased. Also, the matter of supporting research funds has influence on network structure and research performance.

Key Words : Social network, Network structure, Research performance

# I. 서론

21세기는 지식기반경제(Knowledge-Based Economy)사회이다. 국가별로 과학기술기반의 지속 가능한 혁신(Sustainable Innovation)을 토대로 경쟁적 우위를 점하기 위하여 전방위적 노력이 이루어지고 있다. 이러한 흐름에서 가장 두드러지게 나타나는 특징은 공동연구의 증가이다.<sup>1)</sup> 공동연구가 증가하는 것은 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 et al., 1996), 내부의 역량으로 불가능한 새로운 성과를 창출하기 위해 그 필요성이 부각된다(Lemmens, 2004). 이와 같이 협력에 기반한 공동연구가 증가하고 있는 것은 일반적으로 전문기술분야의 특성과 보유자원이 다른 두 기관 간의 협력이 양 기관의 성과에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대하기 때문이다(정태원 외, 2014). 즉 공동연구는 하나의 흐름으로 이해할 수 있다.

하지만 공동연구의 성과는 협력체계의 구조적 특성에 따라 크게 달라질 수 있다. 또한 개별 기관이 전체 협력구조 내에서 차지하는 위치와 역할에 따라 각 기관의 성과는 달라질 수 있다(정태원 외, 2014). 즉 기관간 공동연구의 성과를 향상시키기 위해서는 공동연구가 이루어지는 네트워크의 구조적 특성과 연구성과와의 관계에 대한 정밀한 분석이 필요하다. 이러한 분석을 위하여 연구주체간 상호작용을 측정하기에 용이한 사회연결망 분석을 활용한 다수의 선행연구가 전개되어 왔다(Rigby, 2005).

본 연구는 연구성과에 영향을 미치는 네트워크의 연결구조적 특성을 토대로 연구비 지원여부에 따른 차이를 분석하고자 한다. 즉 연구성과에 핵심적인 역량이 연구자 개인의 연구능력과 연구비 지원여부라고 볼 때(한동성 외, 2008: 265), 연구비 지원여부에 따라 공동연구의 구조와 성과에 차이가 발생할 수 있는지를 분석하여 보고자 한다.

특히 본 연구는 문화기술분야를 대상으로 연구비 지원 여부에 따른 공동연구의 네트워크구조와 연구성과의 관계를 분석하여 보고자 한다. 문화기술분야를 선택한 이유는 IT 기술 등 이공계 기술분야와 더불어 인문사회학, 디자인, 예술 분야 등 다양한 학문분야의 지식과 노하우를 포함하고 있는 복합적 기술분야라는 점에서 대표적인 공동연구의 특성

---

1) 공동연구의 증가에 대하여 Babchuk et al.(1999)는 1990년부터 10년을 주기로 공동연구와 다중 저자의 비율이 증가하고 있음을 밝혔으며, Moody(2004)는 1963년부터 1999년까지 사회과학 분야 연구를 분석하여 협력네트워크 구조를 분석하면서 증명하였다.

을 보일 것으로 기대하기 때문이다. 본 연구는 연구비 지원여부와 공동연구의 네트워크 구조를 토대로 분석을 시도한다는 점에서 기존의 선행연구와 차별화되는 특성을 가지고 있다. 따라서 개별 연구분야를 대상으로 하여 연구의 확대가능성을 검토한다는 측면에서 상대적으로 연구의 효율성을 고려하여 문화기술분야를 연구대상으로 한정하였다.

## II. 이론적 검토

### 1. 연구비 지원과 연구성과

Merton(1968), Allison and Stewart(1974), Tien and Blackburn(1996) 등에 따르면 연구업적이 뛰어난 연구자들이 지속적으로 업적을 낼 수 있는 이유는 상호 연계된 강화와 축적된 이점과 관련이 있다고 한다. Merton(1969)은 연구에 있어 중요한 기여를 한 것으로 인정된 연구자의 경우 논문게재에 대한 기회가 향상되며, 이러한 현상을 ‘매튜효과(The Matthew Effect)’라고 하였다. 즉 한번 인정을 받은 학자는 추가적으로 인정을 받기 때문에 기존의 인정이 유지 또는 강화되며, 이로 인해 연구비와 시간, 연구보조인력, 유용한 정보 등에 대한 접근 등 후속연구를 촉진하는데 있어 접근성이 증가하게 된다는 것이다(김태일·남궁근, 2003). 예를 들어 연구재단 등 주요 연구비지원 기관의 평가기준들을 살펴보면 연구자의 역량은 중요한 평가의 기준이 되고 있다. 즉 인정받은 연구자의 경우 연구비, 연구보조인력, 유용한 정보에 대한 접근 등 연구기회 및 자원에 있어 상대적으로 기회를 얻을 확률이 증가하게 된다는 것이다. Allison and Stewart(1974) 또한 이러한 이점으로 인해 생산성이 유지 및 증가된다고 하였으며, Tien and Blackburn(1996) 또한 ‘행태적 강화이론(Behavioral Reinforcement Theory)’을 통해 연구자의 연구생산성에는 과거의 업적이 미치는 영향은 유의미하다고 설명하였다.

최근의 연구에서는 연구자의 역량과 더불어 연구비의 지원에 따른 연구성과에 관한 관계에 관심이 높아지고 있다. 손소영(2007)은 기초과학분야에 대한 연구비 지원 성과를 분석하였다. 해당 연구에서는 2003년부터 2006년 사이에 학술연구조성사업을 통해 연구비 수혜를 받은 사람을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 연구비 지원이 학술적 성과 향상에 긍정적인 기여를 했다고 결론을 도출하였다. 이견창 외(2008)의 연구에서는 2003년-2007년 사이에 지원사업의 결과물 가운데 SCI급 논문 7,675편의 Impact Factor를 조사

한 후, 이에 영향을 미치는 요인들을 조사하였다. 결과적으로 Impact Factor에 유의미한 영향을 주는 설명 변수가 연구비와 전체저자수, 연구기간 등임을 확인하였다. 최호영(2011)은 논문실적여부와 특허 및 기술이전 여부를 종속변수로 하여 정부출연연구기관의 연구비가 미치는 영향을 분석한 결과 연구비 증가는 논문성과와 특허 및 기술이전의 발생확률을 높인다는 결과를 도출하였다. 장호원(2011)은 성과물로서 논문을 양적, 질적 성과로 구분하여 분석한 결과 연구비 증가는 논문의 양적성과에는 긍정적 영향을 미치지만, 질적 성과에는 부정적이라는 결과를 도출하기도 하였다.

연구비 지원과 연구성과에 관한 연구는 보다 구체적으로 이루어지기 시작하였다. Brewer et al.,(1999)는 대학원생들을 대상으로 연구비 액수와 성과와의 관계를 분석한 결과 재정지원과 연구비 액수가 중요한 요인이라고 지적하였다. 하지만 주상현(2002)의 연구에서는 연구비 지원을 받은 논문은 상대적으로 소수라는 점을 들어 연구비 지원 및 연구비 액수가 연구성과의 수준을 결정하는 절대적 요인이라고 볼 수는 없다고 주장하였다. 연구비 지원 여부 또는 규모와 연구성과의 관계에 대한 다양한 선행연구는 대체로 연구비 지원은 연구성과에 정(+의 영향을 미치는 것으로 귀결되고 있다.

연구비 지원에 있어 연구자의 기존 연구업적에 의한 인정이 중요한 영향을 미친다는 선행연구(예: Merton, 1968; Allison and Stewart, 1974; Tien and Blackburn, 1996 등)와 최근의 연구비가 연구성과에 유의미한 영향을 미쳤다는 선행연구(예: 손소영, 2007; 이건창 외, 2008; 최호영, 2011; 장호원, 2011 등)를 검토할 때, 연구자의 연구업적의 누적현상이 연구비를 지원받을 기회를 향상시키며 이러한 연구비 지원기회가 연구성과에 유의미한 영향을 미친다고 볼 수 있다.

## 2. 네트워크 구조와 연구 성과

공동연구에서의 협력네트워크 구조의 분석결과를 바탕으로 연구수행주체별 성과에 미치는 영향에 대한 논의가 증대되고 있다. 최근의 논의는 네트워크 구조의 특징을 도출하고 연구주체별 계량화된 데이터를 제공함으로써 협력 관계의 성격과 특징을 직관적으로 파악하고자 하는 것이다. 구체적으로 기관간 협력네트워크 분석을 통해 연구성과에 미치는 영향을 분석한 주요 선행연구(예: Ahuja, 2000; Stuart, 1998; Goetze, 2000)를 살펴보면 직간접적으로 연결이 많을수록 새로운 자원과 정보의 습득에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

여기에서 협력이란 공동연구에 있어 기관간 상호 긍정적인 기대를 바탕으로 한다. 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, 1999). 이러한 협력관계는 연구수행주체의 위치(Position)와 역할(Role)이 연구성과에 중요한 영향을 미친다는 것을 전제한다(Goetze, 2010).

이러한 관점에서 본 연구는 연구자의 연구업적의 누적어 어떠한 형태로 연구성과에 영향을 미칠지에 대하여 관심을 가지고 있다. 예를 들어 Agrawal(2002)의 연구에서 대학연구와 산업체연구개발, 입주업체와의 관계를 통해 특정 연구 분야의 연구집적 현상이 연구 성과에 미치는 영향에 차이가 있음을 밝혔는데, 여기에서 연구집적 현상을 본 연구는 기관간 네트워크의 구조적 특성이라고 해석하고자 한다. 유사한 선행연구로서 Ahuja(2000)는 특허성과를 종속변수로 하여 네트워크 지수인 연결정도중심성과 구조적 공백을 독립변수로 하고, 통제변수로 연구비, 연구원수, 연구다양성 등을 투입하여 분석을 시도하였다. 해당 연구의 결과를 토대로 검토하건데 공동연구에 있어 구조적 특성은 연구성과에 유의미한 영향을 미친다는 것을 볼 수 있다.

선행연구를 통해 추정할 수 있는 것은 연구비가 연구성과에 중요한 변수일 수 있지만, 연구비가 직접적으로 연구성과에 유의미한 영향을 미치기 보다는 연구자 또는 연구기관 간 협력을 통한 네트워크 구조에 유의미한 영향을 미칠 것이라고 추정할 수 있다. 연구업적의 누적은 최근의 공동연구 흐름을 볼 때 개별연구자의 역량도 중요하지만, 다양한 지식과 기술을 가진 다른 연구자 또는 연구기관과의 협력 또한 중요한 요소라고 추정할 수 있다. 이러한 측면에서 본 연구에서 제시하고자 하는 가설은 다음과 같다.

가설 1. 연구비를 지원받는 집단의 경우 공동연구의 구조적 특성이 연구성과에 영향을 미칠 것이다.

가설 2. 연구비를 지원받지 못한 집단의 경우 공동연구의 구조적 특성이 연구성과에 영향을 미칠 것이다.

가설 3. 연구비 지원여부에 따라 공동연구의 구조적 특성이 연구성과에 미치는 영향에는 차이가 있을 것이다.

가설을 명확하게 검증하기 위해 본 연구는 중심성(Centrality)들과 구조적 공백(Structural Hole) 등 네트워크 지수를 변수로 활용하기 위해 사회연결망 방법론(Social

Network Analysis: SNA)을 활용할 것이며, 연구성과에 미치는 영향은 영향관계를 통해 분석을 시도하고자 한다. 특히 사회연결망 분석을 활용하는 것은 김용학(1987, 2004)이 지적한 것과 같이 사회연결망 분석을 “사회 관계성의 형태(morphology)나 사회 연결의 패턴(patterns of social linkage)을 분석함으로써 사회 구조를 연구하는 방법”이기 때문이다. 즉 사회연결망 분석의 연구 대상이 되는 것은 ‘관계성’이 되며 이는 객체간 상호작용이 어떻게 이루어지는지에 대한 해석이 용이하기 때문이다(Rigby, 2005).

### Ⅲ. 연구설계

#### 1. 자료의 수집

본 연구는 연구비 지원여부에 따라 연구기관간 네트워크 구조의 차이가 있는지, 그리고 이러한 차이가 연구기관의 연구성과에 영향을 미치는지 확인하고자 하는 것이다. 이를 분석하기 위하여 본 연구는 과학기술 연구분야의 대표적 데이터베이스인 SCIE DB를 자료수집원(source)으로 하였다. 국내 학자들이 참여한 논문의 네트워크 구조와 논문 영향력을 분석하기 위해 2009년부터 2013년까지 5년간 ‘south korea’를 키워드로 하여 SCIE 데이터베이스를 검색하였다. 검색결과 모두 220,168건의 논문(article)을 검색할 수 있었다. 검색된 논문의 자료의 특성을 간략하게 살펴보면 총 피인용 횟수는 1,250,700회이며, 논문당 평균 피인용 횟수는 5.68회로 분석되었다.

자료수집의 범위는 그동안 연구대상으로 활용되지 않았던 문화기술(CT) 분야의 논문을 선정하였다. 문화기술분야 논문의 선정은 SCIE DB의 연구분야(subject category) 가운데 문화기술 분야에 해당하는 이미징 과학 및 사진 기술(Imaging Science & Photographic Technology), 음향학(Acoustics), 문화 연구(Cultural Studies) 등 3개 분야를 선정하였다.

문화기술분야는 문화콘텐츠산업과 관계되며 문화콘텐츠의 기획, 제작, 유통, 소비 등과 이에 관련된 산업으로 영화, 게임, 애니메이션, 만화, 캐릭터, 음악, 방송, 인터넷/모바일콘텐츠 등을 지칭한다. 이러한 측면에서 문화기술분야는 부가가치와 파급효과가 큰 산업이며, 좁은범위에서는 문화산업을 발전시키는데 필요한 기술을 의미하지만 광의적으로 이공분야와 더불어 인문사회학, 디자인, 예술 분야의 지식과 노하우를 포함한 복합적



기술분야라는 점에서 다양한 유형의 연구기관이 존재할 수 있다. 즉 다른 분야에 비해 상대적으로 관심이 적음에도 불구하고 산업적 파급효과와 학문분야간 융복합이 이루어지는 분야이기 때문에 다양한 유형과 분야의 공동연구가 일어날 것으로 추정된다는 점에서 연구대상으로 선정하였다.

이를 위해 수집된 SCIE DB에 등록된 국내(대한민국 국적) 연구자의 논문 가운데 문화기술분야 논문에 해당하는 이미징 과학 및 사진 기술(Imaging Science & Photographic Technology), 음향학(Acoustics), 문화 연구(Cultural Studies) 등 3개 분야를 세부적으로 선정하였다.

2009년부터 2013년까지 문화기술 분야 학술지에 게재된 논문은 총 949편, 총 피인용횟수는 2,651회였다. 논문당 피인용횟수는 2.79회였다. 5년간 문화기술 분야 학술지의 논문 949편 가운데 단일기관에서 연구가 이루어진 경우에 해당하는 479편을 제외한 470편을 최종적으로 연구대상으로 선정하였으며, 피인용 횟수는 1,499회, 논문당 피인용 횟수는 3.19회로 분석되었다.<sup>2)</sup> 연구대상으로 선정된 공동연구 논문에 참여한 것으로 분석되는 연구수행기관은 380개 기관이었으며, 연구비 지원기관은 162개로 확인되었다.

<표 1> 분석대상 논문의 기초통계

연도	전체 논문현황			공동연구 논문현황		
	피인용 횟수	논문수	논문당 피인용 횟수	피인용 횟수	논문수	논문당 피인용 횟수
2009	203	28	7.25	116	13	8.92
2010	896	203	4.41	514	104	4.94
2011	766	213	3.60	481	117	4.11
2012	489	198	2.47	292	104	2.81
2013	297	307	0.97	96	132	0.73
소계	<b>2,651</b>	<b>949</b>	<b>2.79</b>	<b>1,499</b>	<b>470</b>	<b>3.19</b>

## 2. 자료의 가공

수집된 자료를 대상으로 연구비를 지원받은 논문과 그렇지 않은 논문으로 구분하였다. 총 470개의 논문가운데 연구비를 지원받은 논문은 335개, 연구비를 지원받지 않은 논문은 135개로 조사되었다. 재정지원 기관의 개수별 연구수행 기관(평균), 논문수, 피인용

2) 단일기관에서 제출된 논문은 479편, 총 피인용횟수는 1,152회, 논문당 피인용 횟수는 2.41회이다.

Hits(평균)을 정리한 기초통계는 <표 2>와 같다.

<표 2> 재정지원 기관별 논문 현황

재정지원 기관	연구수행기관 (평균)	논문수	피인용 횟수 (평균)	재정지원 기관	연구수행기관 (평균)	논문수	피인용 횟수 (평균)
0개	2.34	135	2.76	3개	2.52	33	2.76
1개	2.49	172	3.48	4개	2.89	9	3.00
2개	2.46	117	3.04	5개	3.00	4	9.25

네트워크 분석을 위해 구분된 2개 집단을 대상으로 각각 집단의 저자 소속기관간 논문 누적 편수를 기준으로 자료를 가공하였다. 본 연구에서 사회연결망 분석방법 적용에 있어 노드(node)는 분석단위에 해당하는 연구기관이다. 따라서 연구기관을 기준으로 자료를 가공하되, SCIE DB에 등록되어 있는 기관의 영문명은 표기방식에 따라 차이가 존재하기 때문에 이를 보정하는 작업을 거쳤다.

기관별 논문 누적편수와 피인용 누적횟수를 계산하기 위하여 누적된 기관간 연결유형을 기준으로 분석을 시도하였다. 연구기관의 논문 누적 편수와 피인용 누적 횟수를 계산하기 위해 다음의 절차로 자료를 정리하였다. 첫째, 5년간의 논문수와 피인용횟수를 조합유형별로 합산하였다. 둘째, 기관간 조합 유형을 대상으로 네트워크 구조의 특성을 반영한 가중치를 반영하였다. 가중치의 경우 예를 들면 6개 기관이 연결되어 있는 조합의 경우 1편의 논문을 기준으로 연구기관당 가중치를 1/6편으로 적용하는 것이 적절하다고 생각할 수 있다. 하지만 본 연구는 사회연결망 분석을 적용하기 때문에 연구기관간 연결을 전제한다. 또한 방향성이 없는 완전연결형 구조를 가지고 있기 때문에 <표 3>과 같이 네트워크 구조의 특성을 반영하여 환산할 필요가 있기 때문에 다음의 수식과 같이 가중치를 계산하여 적용하였다.<sup>3)</sup>

$$weight = \frac{n-1}{\frac{n \times (n-1)}{2}}$$

3) 최대 연결가능 개수를 n이라고 할 때,  $[n \times (n-1)] \div 2$  로 계산하고, 연구기관당 최대 연결가능개수를 (n-1)개라 하면 연구기관당 가중치를 계산할 수 있다. 양방향으로 연결되는 관계이기 때문에 연구기관당 가중치를 다시 나누지 않는다.

예를 들어, 6개 연구기관이 연결되어 있는 조합의 경우 최대로 연결이 가능한 개수는 15개이며, A 기관의 연결가능 최대 개수는 5개이기 때문에 가중치는 5/15을 적용하는 것이 적절하다는 것이다.

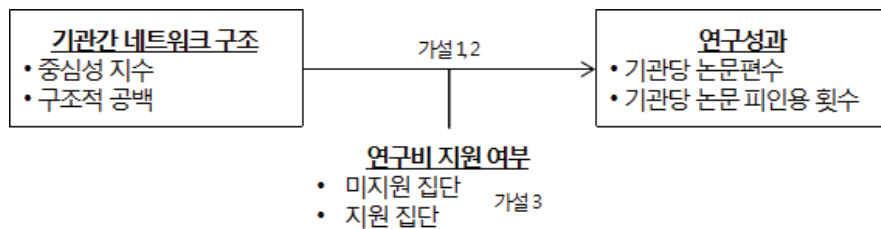
<표 3> 네트워크 구조에 따른 연구기관당 가중치

연구기관 (node) 개수별 조합	최대연결 가능 개수 (maximum link)	연구기관당 가중치
2개	1개	1.00개
3개	3개	0.67개
4개	6개	0.50개
5개	10개	0.40개
6개	15개	0.33개

셋째, 연구기관당 가중치를 각 조합의 논문편수와 피인용 횟수에 각각 곱한후 계산값을 각각의 연구기관별로 재합산하여 논문 누적편수와 피인용 누적횟수를 계산하였다.

### 3. 연구모형의 설계

연구비 지원여부에 따른 2개 집단의 연구기관 간 네트워크 구조의 차이를 확인하고, 연구기관의 연구성과에 영향을 미치는지 확인하기 위하여 연구모형을 <그림 1>과 같이 설계하였다.



<그림 1> 연구모형의 설계

연구비 지원여부는 연구비를 지원받지 않은 집단과 연구비를 1개 기관 이상으로부터 받은 집단으로 구분하여 반영하고자 하였다. 집단을 구분하는 것은 동일한 기관에서 연구비를 지원받은 경우와 그렇지 않은 경우가 혼재되어 있기 때문에 논문을 기준으로 집단을 우선적으로 구분하여 분석을 시도하였다.

중속변수는 기관당 논문편수와 기관당 논문 피인용 횟수로 하였다. 과학기술 연구를 통해 생산될 수 있는 성과물은 그 유형이 다양하지만 중속변수로 연구성과를 논문편수와 피인용 횟수로 대리하고자 하는 것은 대부분의 선행연구에서 논문편수를 연구성과로 측정하고 있기 때문이다. 또한 피인용 횟수의 경우에는 논문이 다른 동료 연구자들에게 얼마나 성공적으로 수용, 혹은 활용되고 있는지를 보여주는 정량적 지표가 피인용 횟수이기 때문이다(조은성·송재도, 2013).

독립변수는 기관간 네트워크 구조에 해당하는 중심성 지표와 구조적 공백을 선정하였다. 우선 중심성은 지도화에서 각 노드의 지위적 특성을 나타내는 중요한 개념이며, “누가 중요한가”를 분석하는 것이다(곽기영, 2014). 즉 연구성과에 영향을 미치는 기관이 누구인지를 분석하고자 하는 것이다. 세부적으로 살펴보면 중심성은 연결정도중심성(Degree Centrality), 매개중심성(Betweenness Centrality), 근접중심성(Closeness Centrality), 위세중심성(Eigenvector Centrality)을 분석하고자 하였다. 첫째, 연결중심성은 노드와 연결된 정도를 중심으로 보는 개념으로, 한 점에 연결된 다른 점의 수로 측정하며 연결된 점의 많고 적음이 절대적인 기준이다. 즉 연결된 노드 수를 의미하는 연결 정도(degree)는 국지적 지역 중심성을 측정하는데 적절한 지표이다(김용학, 2007). 둘째, 노드의 간접적 연결까지 고려하여 전체 네트워크에서 중심성을 표현하는 대표적인 지표는 근접 중심성이다(곽기영, 2014). 여기서 두 노드들 사이의 거리는 두 노드들을 연결하는 최단거리, 즉 경로 거리(path distance)를 의미한다(김용학, 2007). 즉, 근접중심성은 한 노드가 다른 노드에 얼마나 가까이 위치하고 있는지를 뜻한다. 두 노드사이의 거리가 핵심개념이며, 노드사이가 가까운 거리일수록 쉽게 관계를 맺을 수 있다고 볼 수 있기 때문에 중심적 역할을 수행한다고 볼 수 있다. 근접중심성은 직접적으로 연결된 노드뿐만 아니라 네트워크 안에서 간접적으로 연결되어있는 모든 노드들간 거리를 계산하여 측정하는 특징을 가지기 때문에 노드가 차지하는 위치를 포괄적으로 파악할 수 있다. 셋째, 사이 중심성(betweenness centrality)은 한 노드가 네트워크 내의 다른 점들 ‘사이에’ 위치하는 정도를 측정한다. 한 노드와 다른 노드들 사이의 최단거리를 연결하는 선, 즉 최단경로(geodesic) 위에 위치할수록 그 결정의 사이 중심성은 높아진다. 즉, 사이 중심성은 다른 노드들 사이에서 중개자(broker) 역할을 하는 정도를 의미한다(김용학, 2007). 즉 사이 중심성이 높은

노드의 경우 중개자의 역할을 수행하고 있는 것으로 파악할 수 있으며, 네트워크상에서 실제적 혹은 잠재적으로 의사소통을 제어할 수 있는 통제력이 커지게 되며 행위자들의 의존성이 높은 것으로 판단할 수 있으며(손동원, 2010), 기관들 사이의 조정을 수행한다고 볼 수 있기 때문에 정보의 흐름을 제거 또는 조정할 수 있는 수준을 의미한다. 마지막으로, 연결 정도 중심성이 연결 수를 중시하고, 사이 중심성이 중개자의 역할을 중시한다면, 위세 중심성(eigenvector centrality)은 연결된 상대방의 중요성에 가중치를 둔다. 영향력이 높은 기관과의 연결이 다른 여러 노드와 관계를 맺는 것보다 영향력을 증가시킬 수 있으며, 이를 위세 중심성이라고 한다(김용학, 2007).

다음으로 네트워크에서 차지하는 구조적 위치를 측정하는 개념들 가운데 가장 자주 활용되는 개념인 구조적 공백(structural hole)을 활용하였다. Burt(1991)는 네트워크에서의 유리한 위치를 비중복성과 낮은 제약성이라는 2가지 개념으로 측정하고자 하였다. 구조적 공백은 사회적 구조내에 존재하는 빈 공간이며, 빈 공간은 연결관계를 가지지 않는 노드로부터 발생한다. 즉 구조적 공백은 중복되지 않은 노드들 간의 분리를 의미하며, 중복되지 않은 노드들은 서로 중복되지 않는 정보의 원천으로서, 추가적인 정보를 가지고 있는 원천으로서 역할을 수행할 수 있다. 이를 통해 Burt(1991)는 네트워크 구조가 다른 노드들과 차별화된 경쟁적 우위를 가지는지를 설명하고자 하였다. 예고 네트워크의 중복성 정도는 네트워크의 유효규모(effect size)로 나타낼 수 있다. 유효규모는 네트워크가 가지고 있는 비중복 노드의 수를 의미하며, 네트워크의 실제규모에서 중복정도를 차감하여 측정된다. 네트워크의 유효규모를 실제 네트워크 규모로 나누게 되면 실제 네트워크 규모에 대해 표준화된 네트워크의 유효규모를 구할 수 있으며, 이를 효율성(efficiency)이라고 한다. 즉 예고 네트워크에서 예고와 알터 간 연결관계의 비중복 비율을 의미한다. 비중복 비율이 높다는 것은 유효규모와 유사하게 해석할 수 있으나, 유효규모가 절대적인 비중복 노드의 수를 의미한다면 상대적으로 효율성은 예고 네트워크에서 비중복 노드의 비율을 의미한다고 볼 수 있다. 제약성(constraint)은 개념적으로 노드가 네트워크 내에서 구조적 공백을 이용할 여지를 얼마나 가지고 있는지를 나타낸다.

## IV. 네트워크 분석

### 1. 지위적 특성

#### 1.1 연결정도 분석

연결정도를 분석한 결과 연구비를 지원받은 경우 가중합계 연결값(sum of weight)은 평균 3.123(표준편차 5.460), 단순연결값(# of links)은 평균 3.123(표준편차 5.460)이었다. 단순연결값은 노드사이의 연결된 빈도의 합을 기준으로 하지만, 가중합계 연결값은 노드의 가중값(weight)의 합을 기준 빈도의 합을 분석한다는 점에서 차이를 보인다. 다만 평균값에 비해 표준편차값이 높은 것은 상대적으로 연결수의 빈도분포가 한쪽으로 치우쳐 있다는 것을 의미한다.

<표 4> 연결값(degree) 분석

구분	중심성 항목	평균	표준편차	최소	최대	지수(%)
연구비 지원 ×	Sum	1.760	2.217	0	21	0.011
	Links	2.201	2.557	1	23	0.014
연구비 지원 O	Sum	2.152	4.508	0	59	0.007
	Links	3.123	5.460	0	67	0.010

연구비 지원을 받은 논문집단에서 가장 많은 연결을 보인 기관은 단순연결을 기준으로 서울대학교 67회, 연세대학교 41회, 한국과학기술원 34회, 한양대학교 28회, 광주과학기술원과 고려대학교 14회 등으로 대체로 대학이 높은 순위를 차지하고 있었다. 가중합계를 기준으로 서울대학교 59.08회, 연세대학교 34.03회, 한국과학기술원 23.54회, 한양대학교 18.04회, 전남대학교 11.01회, 포항공대 11.00회, 고려대학교 10.02회 등이었다. 상위 3개 기관은 동일하였지만, 상위 4위 아래의 기관에서 차이를 보이는 것은 연결빈도는 자주 보이지만, 공동연구를 통한 논문의 편수에서 차이를 보이는 기관이기 때문으로 추정된다.

반면 연구비 지원을 받지 않은 논문집단에서 가장 많은 연결을 보인 기관은 연세대학교 23회, 서울대학교 16회, 울산대학교 병원 10회 등이었다. 가중합계를 기준으로 연세대학교 21.52회, 서울대학교 11.11회, 울산대학교 병원 8.2회로 분석되어 유사한 것으로

분석되었다. 상위 4순위부터는 차이를 보이는데 성균관대학교 8회, 관동대학교 병원 8회, 삼성병원 7회로 분석된 것에 반해 가중합계 기준으로 삼성병원 7.50회, 경희대학교 7.00회, 한국과학기술원 6.00회 등으로 분석되었다.

## 1.2 중심성 분석

재정지원을 받은 논문과 그렇지 못한 집단을 구별하여 연결중심성, 근접중심성, 사이 중심성, 위세중심성을 각각 분석한 결과는 <표 5>와 같다. 연구비 지원을 받은 집단과 그렇지 못한 집단의 주요 중심성을 분석한 결과 상대적으로 큰 차이를 발견할 수는 없었으나, 근접중심성에서 차이를 발견할 수 있었다. 연구비 지원을 받은 집단의 근접 중심성이 0.238인데 반해 받지 못한 집단은 0.006으로 분석되었다.

<표 5> 주요 중심성 분석 값

구분	중심성 항목		평균	표준편차	최소	최대	지수(%)
연구비 지원 ×	연결 중심성	Sum	0.011	0.014	0.003	0.136	12.666
		Links	0.014	0.016	0.006	0.146	13.331
	근접 중심성		0.098	0.075	0.006	0.255	31.669
	사이 중심성(node)		0.006	0.020	0	0.184	17.837
	위세 중심성		0.026	0.075	0	0.671	-
연구비 지원 O	연결 중심성	Sum	0.007	0.015	0	0.191	18.543
		Links	0.010	0.018	0	0.217	20.807
	근접 중심성		0.238	0.079	0	0.445	41.214
	사이 중심성(node)		0.007	0.030	0	0.432	42.559
	위세 중심성		0.023	0.052	0	0.624	-

<표 6>은 유형별 중심성 지수가 높은 기관을 정리한 결과이다. 연구비를 지원받지 않은 경우 모든 중심성에서 연세대학교가 높은 수치를 기록하였다. 연세대학교의 경우 다양한 기관들과 연결되어 있으며, 지역적 네트워크와 전체네트워크에서 중심적 위치를 차지하고 있으면서 영향력 있는 기관들 사이에서도 높은 수준의 중심성을 차지하고 있었다. 연구비를 지원받은 경우 모든 중심성이 높은 기관은 서울대학교이다. 연구비를 지원받지 않은 경우의 연세대학교와 마찬가지로 서울대학교는 다양한 기관들과 연결되어 있으면서, 기관들 사이에서도 중심에 위치하고 있다는 것을 확인할 수 있다. 또한 위세중심성에서 나타나듯 영향력 있는 다양한 기관들을 주변에 두고 있는 기관이기도 하다.

<표 6> 유형별 중심성 지수가 높은 기관

		연결중심성		근접 중심성	사이 중심성	위세 중심성
		sum of weight	# of links			
연구비 지원 ×	1순위	연세대학교 (0.14)	연세대학교 (0.15)	연세대학교 (0.26)	연세대학교 (0.18)	연세대학교 (0.67)
	2순위	서울대학교 (0.07)	서울대학교 (0.10)	서울대학교 (0.24)	서울대학교 (0.13)	경희대학교 (0.33)
	3순위	울산대학교 병원(0.05)	울산대학교 병원(0.06)	가톨릭대학교 (0.22)	울산대학교 병원(0.06)	분당차병원 (0.31)
	4순위	삼성병원 (0.05)	성균관대학교 (0.05)	성균관대학교 (0.22)	인제대학교 병원(0.05)	국립암센터 (0.31)
	5순위	경희대학교 (0.04)	관동대학교 병원(0.05)	인제대학교 병원(0.20)	가톨릭대학교 (0.04)	경희대학교 병원(0.24)
연구비 지원 O	1순위	서울대학교 (0.19)	서울대학교 (0.22)	서울대학교 (0.44)	서울대학교 (0.43)	서울대학교 (0.62)
	2순위	연세대학교 (0.11)	연세대학교 (0.13)	연세대학교 (0.38)	연세대학교 (0.20)	연세대학교 (0.28)
	3순위	한국과학 기술원(0.08)	한국과학 기술원(0.11)	한양대학교 (0.37)	한양대학교 (0.13)	서울대학교병원 (0.26)
	4순위	한양대학교 (0.06)	한양대학교 (0.09)	한국과학 기술원(0.35)	한국과학 기술원(0.12)	전남대학교 (0.20)
	5순위	전남대학교 (0.04)	광주과학 기술원(0.04)	성균관 대학교(0.35)	포항공대 (0.07)	KRISS (0.18)

### 1.3 구조적 공백

구조적 공백은 네트워크 내에서 연결되지 않은 기관들 간의 중간매개자 역할을 의미한다. 구조적 공백이 높다는 것은 연구기관간 매개 역할을 담당하게 되고, 이는 연구성과에 유의미한 영향을 미칠 것으로 예상된다. 본 연구에서는 전술한바와 같이 구조적 공백의 변인들 가운데 유효규모, 효율성, 제약성의 3가지 측면에서 분석을 하였으며, 정리한 분석결과는 <표 7>과 같다.

연구비 지원여부에 따른 집단간 차이를 살펴보면 연구비 지원을 받은 집단의 경우 유효규모(2.817 > 2.143)가 컸으나, 효율성(0.984 < 0.916)은 상대적으로 작았다. 제약성은 연구비 지원을 받은 집단이 0.002, 그렇지 않은 집단이 0.005로 차이를 보였다. 즉 연구비 지원을 받은 집단은 상대적으로 비중복 노드의 수를 많이 가지고 있으나, 상대적으로 연



결관계의 비중복 비율은 작다는 것을 의미한다.

<표 7> 구조적 공백 분석

구분	항목	유효규모	효율성	제약성
연구비 지원 ×	평균	2.143	0.984	0.005
	표준편차	2.490	0.059	0.062
	최소	1	0.500	0
	최대	22.673	1	1
연구비 지원 O	평균	2.817	0.916	0.002
	표준편차	5.324	0.164	0.043
	최소	0	0	0
	최대	65.871	1	1

유효규모를 기준으로 하여 순위가 높은 5개 기관을 분석한 결과는 <표 8>과 같다. 네트워크가 가지고 있는 비중복 노드의 수를 의미하며, 네트워크의 실제규모에서 중복정도를 차감하여 측정하는 유효규모는 절대수준의 차별화된 경쟁우위를 가지는지 판단하는 기준이 되기 때문이다. 분석결과 전체 네트워크에서 효율성은 대체로 0.9이상이기 때문에 비중복되는 노드의 비율이 높다는 것을 확인할 수 있다. 다만 차이가 있는 것은 연구비를 지원받는 논문의 집단은 상위기관간 비교한 결과 상대적으로 유효규모가 크다는 것을 알 수 있으며, 상대적으로 제약성에서는 반대로 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

<표 8> 유형별 중심성 지수가 높은 기관

		기관	유효규모	효율성	제약성
연구비 지원 ×	1순위	연세대학교	22.672653	0.985768	0.091894
	2순위	서울대학교	15.715476	0.982217	0.123712
	3순위	울산대학교 병원	9.977098	0.997710	0.111894
	4순위	관동대학교 병원	7.739528	0.967441	0.183413
	5순위	성균관대학교	7.366429	0.920804	0.239617
연구비 지원 O	1순위	서울대학교	65.871259	0.983153	0.035615
	2순위	연세대학교	40.168254	0.979714	0.052573
	3순위	한국과학기술원	33.487475	0.984926	0.053446
	4순위	한양대학교	27.492733	0.981883	0.070018
	5순위	광주과학기술원	13.892744	0.992339	0.091119

## V. 가설검증: 일반화선형모형의 적용

연구비 지원여부에 따라 구별된 2개 집단을 대상으로 중심성 및 구조적 공백 지수가 연구성과에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 연구성과를 기관당 논문편수와 기관당 논문피인용횟수라고 할 때 네트워크의 구조적 특성이 미치는 영향을 분석한다면, 독립변수는 네트워크의 구조적 특성이며, 종속변수를 연구성과, 그리고 조절변수는 연구비 지원여부에 해당한다. 먼저 종속변수가 논문의 편수와 피인용횟수이기 때문에 계수자료(count data)에 해당한다. 연구비 지원여부 집단별 종속변수의 평균과 분산을 계산한 결과 모두 평균보다 분산 값이 매우 크다는 점에서 과대산포가 존재하고 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 종속변수의 과대산포문제를 고려할 때 일반화선형모형에 있어 포아송 회귀분석을 적용하기 보다는 음이항회귀모형을 적용하여 모형적합도 결과를 제시하는 것이 적절하다고 판단되었다. 본 연구는 통계 소프트웨어인 R 3.2.0을 활용하여 분석하였다.

<표 9> 과대산포 판단 분석

	연구비 지원 O		연구비 지원 ×	
	논문 편수	피인용 횟수	논문 편수	피인용 횟수
평균	2.16	7.11	1.76	4.95
분산	20.44	237.34	5.15	79.87

가설검증을 위해 연구비 지원여부를 집단으로 구분하여 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 분석한 결과는 <표 10>과 <표 11>과 같다. 먼저 <표 10>은 논문 편수를 종속변수로 하여 중심성 지수와 구조적 공백을 독립변수로 하는 일반화선형모형을 적용한 결과이다. 모형의 적합도를 분석하기 위해 deviance를 자유도(degree freedom)로 나눈 결과는 연구비 지원을 받지 않은 집단의 경우 1.480, 연구비 지원을 받은 집단은 3.371로 음이항 회귀모형이 적절하게 적용되었다고 판단할 수 있다. 더불어 카이 제곱(Chi-Square) 값도 유의미한 것( $p < 0.05$ )으로 분석되었기 때문에 모형의 적합도는 받아들일 수 있는 수준인 것으로 판단할 수 있다.

연구비를 지원받지 않은 집단의 경우 논문 편수에 대하여 연결 중심성, 사이 중심성, 위세 중심성이 통계적으로 유의미한 것으로 분석되었다. 보다 구체적으로 연구비를 지원받지 않은 집단의 경우 연결 중심성이 높을수록, 사이 중심성과 위세 중심성은 낮을수록

논문 편수가 많아지는 것으로 분석되었다.

반면 연구비 지원을 받은 집단의 경우에는 사이 중심성, 위세 중심성, 효율성, 제약성 등의 변수가 통계적으로 유의미한 것으로 분석되었다. 보다 구체적으로 사이 중심성과 제약성이 낮을수록 논문편수가 많아지는 것으로 분석되었으며, 반면 위세 중심성과 효율성은 높아질수록 논문편수가 증가하는 것으로 분석되었다.

<표 10> 논문 편수에 대한 네트워크 지수의 관계 분석

		연구비 지원 ×		연구비 지원 O	
		추정값	t value	추정값	t value
(상수)		0.009	0.017	-0.905	-1.834
중심성	연결	1.333	8.747***	0.709	2.100*
	근접	-0.010	-1.196	0.006	1.323
	사이	-0.602	-7.617***	-0.111	-6.208***
	위세	-0.061	-5.180***	0.032	5.622***
구조적 공백	효율성	-0.009	-1.674	0.024	5.149***
	유효규모	0.010	0.986	-0.153	-1.350
	제약성	0.000	-0.116	-0.020	-18.636***
Deviance		233.757		1038.21	
DF		158		308	
Deviance/DF		1.480		3.371	
Chi-Square		200.0573*		939.7449*	

\*\*\*, p < 0.001 \*\* , p < 0.01 \* , p < 0.05 p < 0.1, +

논문 분석결과를 토대로 해석할 수 있는 것은 첫째, 논문 편수에 있어 사이중심성의 추정값이 모두 부(-)의 값을 가지고 있는 것은 중재자의 역할이 논문편수에 부정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 둘째, 연구비를 지원받은 집단의 경우 연결 중심성의 추정값이 1.333이기 때문에  $\exp(1.333)=8.747$ , 즉 연결 중심성이 1% 증가할 때 마다 논문편수는 3.792편씩 증가한다고 해석할 수 있다. 상대적으로 연구비를 지원받은 집단의 경우에는 연결중심성 추정값이 0.709이기 때문에  $\exp(0.709)=2.032$ , 연결 중심성이 1% 증가할 때 마다 논문편수가 2.032편씩 증가할 것으로 추정할 수 있다. 셋째, 연구비 지원을 받은 집단의 경우에는 위세 중심성의 추정값이 0.032으로 정(+)의 값인데 반해, 연구비를 지원받지 않은 집단의 경우에는 추정값이 -0.061으로 부(-)의 값으로 차이를 보인다. 이는 위세 중심성이 상대적 영향력을 가진 집단과의 연결이라는 점을 고려할 때,

연구비를 지원받은 경우에는 영향력을 가진 집단과 연결될 경우에 논문편수에 정(+)의 관계를 가지는 것으로 판단할 수 있다. 넷째, 연구비를 지원받지 못한 집단에서는 구조적 공백이 통계적으로 의미가 없었으나, 상대적으로 연구비를 지원받은 집단은 효율성과 제약성에서 통계적으로 유의미한 것으로 분석되었다.

논문 피인용 횟수를 종속변수로 하여 음이향회귀모형을 적용하여 분석한 결과 연구비 지원 집단의 경우에는 사이 중심성이 부(-)의 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 위세 중심성은 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 구조적 공백에서는 제약성이 부(-)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 반면 연구비를 지원받지 않은 집단의 경우에는 통계적 유의수준이 낮지만, 근접 중심성에서 정(+)의 영향을, 위세 중심성에서는 부(-)의 영향을 받는 것으로 분석되었다.

<표 11> 논문 피인용 횟수에 대한 네트워크 지수의 관계 분석

	연구비 지원 ×		연구비 지원 O		
	추정값	t value	추정값	t value	
(상수)	-0.514	-0.261	2.491	2.073	
중심성	연결	0.448	0.990	-0.500	-0.545
	근접	0.060	2.212*	-0.001	-0.114
	사이	-0.001	-0.003	-0.221	-4.607***
	위세	-0.065	-1.999*	0.053	3.513***
구조적 공백	효율성	0.007	0.339	-0.002	-0.175
	유효규모	0.049	1.657	0.304	0.988
	제약성	0.000	0.022	-0.014	-4.951***
Deviance	1528.28		4615.3		
DF	158		308		
Deviance/DF	9.673		14.985		
Chi-Square	723.3739*		2694.93		

\*\*\*,  $p < 0.001$  \*\*,  $p < 0.01$  \*,  $p < 0.05$   $p < 0.1$ , +

분석결과를 토대로 해석할 수 있는 것은 첫째, 논문 편수와 마찬가지로 위세 중심성이 연구비 지원 여부에 따른 집단에 다른 방향의 영향을 미치는 것으로 해석되었다. 둘째, 논문 피인용 횟수에 대하여 연구비를 지원받지 않은 집단의 경우에는 근접 중심성이 1% 증가할 때마다 논문 피인용 횟수는 1.062( $\exp=0.060$ )배 증가하는 것으로 확인되었으나, 상대적으로 연구비 지원 집단은 근접 중심성이 중요하지 않은 것으로 분석되었다. 셋째,

연구비 지원 집단의 경우 사이 중심성의 추정값이 -0.221이기 때문에 사이 중심성이 1% 증가하면 논문은 0.802배 증가(실질 감소)하는 것으로 분석되었다. 이는 기관들이 중개자의 역할을 수행할 경우 논문의 피인용은 감소하는 것을 확인할 수 있다.

각 독립변수가 1% 또는 1회 증가할 때마다 논문 편수 및 피인용 횟수 증가배수에 미치는 영향을 정리한 결과는 <표 12>와 같다. 정리한 결과 첫째, 논문편수를 증가시키기 위해서는 연결 중심성을 증가시킬 필요가 있음을 확인하였다. 둘째, 연구비를 지원받은 집단의 경우 위세 중심성, 즉 영향력 있는 기관들과 연계를 맺는 것이 논문 편수와 피인용 횟수를 증가시키는데 유의미하다는 것을 발견할 수 있다. 셋째, 사이 중심성, 즉 중개자의 역할을 수행하는 기관은 논문 편수와 피인용 횟수에 저해요인이 되고 있음을 확인하였다.

<표 12> 논문 편수 및 피인용 횟수에 대한 음이항 회귀분석 종합

		논문 편수		논문 피인용 횟수	
		지원 ×	지원 O	지원 ×	지원 O
중심성	연결	3.792	2.032		
	근접			1.062	
	사이	0.548	0.895		0.802
	위세	0.941	1.033	0.937	1.054
구조적 공백	효율성		1.024		
	유효규모				
	제약성		0.980		0.986

가설 검증 결과 가설 1에서 제시한 연구비를 지원받지 못한 집단의 경우 논문 편수와 피인용 횟수에 대한 네트워크 지수가 통계적으로 유의미한 것으로 확인되었으며, 가설 2 또한 연구비를 지원받은 집단의 경우 그러하였다. 가설 3에서 제시한 것과 같이 연구비를 지원받는 집단과 그렇지 못한 집단들 간의 통계적으로 차이가 있는 것을 확인할 수 있었다.

## VI. 결론

다수의 선행연구에서 연구비 지원이 연구성과에 정(+)의 유의미한 영향을 미치는 것으로 드러나기도 하였다(예: 손소영, 2007; 이건창 외, 2008, 최호영, 2011; 장호원, 2011). 하지만 Ajuha(2000)의 연구와 같이 연구비 지원이 연구성과에 부(-)의 관계를 보일 수도

있는데, 이는 연구비 지원에 따라 공동연구의 연결구조에 차이가 발생할 수 있기 때문이다. 최근의 연구자들간 공동연구의 활성화가 일반적 현상으로 이해되기 시작하면서 연구비와 공동연구의 구조적 특성은 연구성과에 유의미한 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다. 이러한 관점에서 본 연구는 이러한 문제인식을 토대로 연구비 지원 여부에 따른 네트워크 구조의 차이, 그리고 연구성과에 미치는 영향을 분석하였다.

논문편수를 종속변수로 하는 음이항 회귀분석 결과 첫째, 연구비 지원여부에 관계없이 연결 중심성이 높아질수록 논문 편수를 증가하는 것으로 분석되었으나, 사이 중심성은 높아질수록 논문 편수가 감소하는 것으로 분석되었다. 둘째, 위세 중심성의 경우에는 논문 편수와 피인용 횟수에서 모두 유의미하였으나, 연구비를 지원받지 않은 경우에는 논문편수와 피인용 횟수 모두 감소하는 것으로 분석되었으며 지원을 받는 경우에는 모두 증가하는 것으로 분석되었다. 셋째, 연구비를 지원받은 집단의 경우 효율성이 향상될수록 논문편수가 증가하는 것으로 분석되었으나, 제약성은 반대인 것으로 분석되었다. 반면 피인용 횟수에 있어서는 효율성이 유의미한 통계적 관계를 보이지 않았으나, 제약성에서는 마찬가지로 부(-)의 효과를 보이는 것으로 확인되었다.

연구 결과를 토대로 연구성과를 향상시키기 위하여 첫째, 기관들 사이의 연결을 장려해야 할 필요가 있다. 개방형 혁신 관점에서 공동연구의 중요성이 증가되고 있는 시점에서 지원확대를 통한 구조적 특성의 개선을 도모할 필요가 있다. 둘째, 사이중심성이 높은 기관들의 논문편수와 피인용 횟수가 모두 부(-)의 값을 가지고 있다는 점을 고려할 때, 연구기관들 사이의 중개자 역할은 장려하지 않는 것이 적절하다는 결론을 도출할 수 있었다. 셋째, 연구비 지원에 대한 후속연구가 필요하며, 특히 기관들 사이의 네트워크 구조적 특성과 연구비 지원, 그리고 여타 연구성과에 영향을 미칠것으로 추정되는 요인들을 포함하는 복합적 관점의 연구가 필요하다.

본 연구가 가지는 학술적 시사점은 기존의 연구가 연구비 지원, 또는 네트워크 구조 한가지에만 초점을 맞춘 것에 비해 본 연구는 연구비 지원 여부를 집단화하여 분석을 함으로써 네트워크 구조의 차이를 보았다는 점에서도 의미가 있다 하겠다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 문화기술(CT)분야에 한정하여 연구를 진행하였다는 점에서 일반화를 시도할 수 없다는 점과 네트워크의 다양한 측면을 분석하지 못했다는 점, 연구비 지원 규모와 지원형태(국가연구비, 기업연구비 등)를 반영하지 못했다는 점, 그리고 5년을 누적하여 분석하면서 최대한 통제를 시도하였음에도 불구하고 연구성과의 도출 시점과 투자 시점의 시차가 존재하는 것을 조절하지 못하여 연구의 한계가 명확하기 때문에 후속연구의 필요성이 제시된다고 볼 수 있다.

## 참고문헌

### (1) 국내문헌

- 곽기영 (2014), 『소셜네트워크분석』, 서울: 청람.
- 김용학 (1987), “사회네트워크 분석의 기초개념-구조적 권력과 네트워크 중심성을 중심으로”, 『인문과학』, 제58호(단일호), pp. 141-163
- \_\_\_\_\_ (2004), 『사회 네트워크 이론』, 박영사: 서울.
- \_\_\_\_\_ (2007), 『사회 연결망의 이론』, 서울: 박영사.
- 김용학·윤정로·조혜선·김영진 (2007), “과학기술 공동연구의 연결망 구조-좁은 세상과 위치 효과”, 『한국사회학』, 제41권, 제4호, pp. 68-103.
- 김태일·남궁근 (2003), “학술연구비지원정책의 효과에 관한 실증적 분석-연구비지원방식과 연구결과물 수준의 관계를 중심으로”, 『한국정책학회보』, 제12권, 제2호, pp. 163-185.
- 손동원 (2010), “한국 벤처부문의 지식이전 효과에 대한 진단: 지식숙성, 흡수능력, 정부 및 시장의 복합적 효과”, 『기술혁신연구』, 제18권, 제1호, pp. 21-51.
- 손소영 (2007), “학술연구조성사업의 투자효과 분석: 기초과학분야”, 한국학술진흥재단, 정책연구-2007-013-성과분석.
- 이건창·서영욱·양정모 (2008), “학술연구조성사업 연구성과 추적시스템 개발에 관한 연구”, 한국학술진흥재단, 정책연구-2007-030-성과분석.
- 정태원·정동섭·김정흠 (2014), “공동논문 현황을 통한 정부출연(연)의 협력네트워크 구조와 논문성과와의 관계 분석”, 『기술혁신학회지』, 제17권, 제1호, pp. 242-263.
- 조은성·송재도 (2013), “어떤 국내 논문이 더 많이 인용되는가?”, 『Journal of Korean Marketing Association』, Vol. 28(August), pp. 33-56.
- 주상현 (2002), “한국 행정학의 연구경향 분석”, 한국행정학회 2002년 춘계학술대회 발표논문.
- 장호원 (2012), “정부출연연구기관 수행과제 특성의 다양성이 논문 연구 성과에 미치는 영향”, 한국기술혁신학회, 한국기술혁신학회 학술대회.
- 최효영 (2011), “과학기술계 정부출연연구기관의 연구개발성과 결정요인-한국과학기술연구원(KIST) 사례연구”, 『기술혁신학회지』, 제14권, 제4호, pp. 791-812.

### (2) 국외문헌

- Ahuja, G. (2000), “Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 45, No. 3, pp. 425-455
- Allison, P. D., & Stewart, J. A. (1974), “Productivity differences among scientists: Evidence for accumulative advantage”, *American sociological review*, pp. 596-606.



- Babchuk, N., Keith, B., and Peters, G. (1999), "Collaboration in sociology and other scientific disciplines: A comparative trend analysis of scholarship in the social, physical, and mathematical sciences", *The American Sociologist*, Vol. 30, No. 3, pp. 5-21.
- Brewer, G. A. J. W., Douglas, R. L. Facer II., and L. J. O'Toole Jr. (1999), "Determinants of Graduate Research Productivity in Doctoral Programs of Public Administration", *Public Administration Review*, Vol. 59.
- Burt, R. S. (1991), "Measuring age as a structural concept", *Social Networks*, Vol. 13, No. 1, pp. 1-34.
- \_\_\_\_\_ (2001), "Structural holes versus network closure as social capital", *Social capital: Theory and research*, pp. 31-56.
- Cappell, C. L. and T. M. Guterbock. (1992), "Visible Colleges: The Social and Conceptual Structure of Sociology Specialties", *American Sociological Review*, Vol. 57, pp. 266-273.
- Endersby, J. W. (1996), "Collaborative Research in the Social Sciences: Multiple Authorship and Publication Credit", *Social Science Quarterly*, Vol. 77, No. 2, pp. 375-392.
- Friedkin, N. E. (1993), "Structural bases of interpersonal influence in groups: A longitudinal case study", *American Sociological Review*, pp. 861-872.
- Goetze, C. (2010), "An Empirical Enquiry into Co-Patent Networks and Their Stars: The Case of Cardiac Pacemaker Technology", *Technovation*, Vol. 30, No. 7, pp. 436-446.
- Granovetter, M. S. (1973), "The strength of weak ties", *American journal of sociology*, pp. 1360-1380.
- Lemmens, C. E. (2004), *Innovation in Technology Alliance Networks*, Edward Elgar.
- Merton, R. K. (1968), *Social theory and social structure*, Simon and Schuster.
- Milgram, S. (1967), "The small world problem", *Psychology today*, Vol. 2, No. 1, pp. 60-67.
- Moody, J. (2004), "The structure of a social science collaboration network: Disciplinary cohesion from 1963 to 1999", *American sociological review*, Vol. 69, No. 2, pp. 213-238.
- Moody, J., and White, D. R. (2003), "Structural cohesion and embeddedness: A hierarchical concept of social groups", *American Sociological Review*, pp. 103-127.
- Powell, W. W. (Eds.) (1999), "Network Position and Firm Performance: Organizational Returns to Collaboration in the Biotechnology Industry", *Research in the Sociology of Organizations*, Vol. 16, No. 1, pp. 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*, Vol. 34, pp. 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*, pp. 668-698.

Tien, F. F., & Blackburn, R. T. (1996), “Faculty rank system, research motivation, and faculty research productivity: Measure refinement and theory testing”, *he Journal of Higher Education*, pp. 2-22.

□ 투고일: 2015. 07. 29 / 수정일: 2015. 09. 08 / 게재확정일: 2015. 09. 11