

# 연구자 협업의 영향 요인에 관한 연구: 계량정보학 분야를 중심으로\*

## Factors Influencing Research Collaboration in the Field of Informetrics

남은경 (Eunkyung Nam)\*\*

박지홍 (Ji-Hong Park)\*\*\*

### 초 록

사회 전반적으로 협업의 중요성과 필요성이 강조되고 있으며, 연구자들의 협업 역시 증가하고 있다. 연구자의 협업에는 학자로서의 특성이 반영된다는 점에서 특이성을 가진다. 본 연구는 연구자 협업 패턴에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 가설을 설정하고 이를 검증하였다. 영향 요인은 연구자들의 협업 행태 및 동기에 대한 선행연구를 토대로 추출하였으며, 계량정보학 분야 연구자들을 대상으로 네트워크 분석과 설문 분석의 두 가지 방법을 활용하여 가설을 검증하였다. 설문은 네트워크 분석에 포함된 연구자를 대상으로 한 웹 설문으로 진행하였다. 본 연구 결과는 연구자 인식 분석을 통한 개인적 선택 요인과 관계 계량정보학 분석을 통한 집단적 결과 요인을 분석했다는 점에서 의의가 있으며, 연구자 협업을 장려하는 정책 및 디지털 협업서비스 기획 등에 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

### ABSTRACT

The collaboration is becoming ever more widespread in scientific research. Unlike collaboration in other areas such as in a company, research collaboration has a unique feature that it is reflected by scholars' characteristics. Based on previous studies on research collaboration, five major factors are identified. We propose five hypotheses from them and examine these by using both in-person questionnaire survey and relational bibliometric analysis. The survey analysis informs individual choice factors and the bibliometric analysis informs collective consequence factors. The results of this study may have implications for science policies and digital collaboration services.

키워드: 연구자 협업, 협업 파트너 선택 요인, 협업 패턴, 협업 네트워크  
research collaboration, collaboration partners, collaboration patterns,  
collaboration network

\* 본 연구는 연세대학교 대학원 석사학위논문을 수정·요약한 것임.

\*\* 연세대학교 문헌정보학과 대학원(namek@yonsei.ac.kr)

\*\*\* 연세대학교 문헌정보학과 부교수(jihongpark@yonsei.ac.kr)

■ 논문접수일자: 2014년 11월 19일 ■ 최초심사일자: 2014년 11월 26일 ■ 게재확정일자: 2014년 12월 19일

■ 정보관리학회지, 31(4), 201-227, 2014. [http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2014.31.4.201]

## 1. 서론

학문 분야가 세분화, 전문화 되면서 개인 연구자가 모든 지식에 통달하거나 관련 물리적, 인적 자원을 모두 보유하는 것이 불가능한 환경이 되었고 연구자들은 복잡해진 연구 문제 해결을 위해서 협업의 필요성을 느끼게 되었다 (Stevens & Campion, 1994; Rijnsouwer & Hessels, 2011). 이러한 환경의 변화와 맞물려 여러 학문분야에서 연구자 협업의 역할과 중요성은 커졌고(Hunter & Leahey, 2008), 연구자 협업에 관한 관련 연구 역시 증가해왔다.

연구자들은 학문적 성과나 학문 공동체 내에서의 사회적 평판과 같은 목적에서 뿐 아니라 학문적 호기심과 새로운 지식의 발견을 위해 협업을 하기도 하며(Birnholtz, 2007), 이는 다른 조직의 행위자와 다른 연구자 고유의 특성이라 할 수 있다. 때문에 연구자 협업과 관련한 인식과 영향 요인은 일반 조직의 행위자와 다른 협업 패턴으로 이어질 수 있다.

협업에는 정치적, 조직적, 지적, 사회적 배경과 개인적 인식 등의 여러 요소들이 복합적으로 작용하는데, 이를 가장 종합적으로 보여주는 것이 협업 파트너의 선택이다. 누구와 관계를 맺고 협업을 하느냐는 연구의 과정이나 성과에 큰 영향을 미칠 수 있다(Bukova, 2010). 때문에, 연구자들이 누구와 협업을 하는지는 결국 그들이 협업에서 중요하게 생각하는 것이 무엇 인지를 보여주는 것이라 할 수 있으며(Hara et al., 2003), 연구자들이 협업 파트너 선택 시 고려하는 요인들은 연구자의 협업에 영향을 미칠 수 있다. 어떤 협업 파트너를 선택하느냐에 따라 협업 관계와 패턴 역시 다른 양상을 보일 수

있는 것이다.

이에, 본 연구에서는 연구자들이 협업 파트너를 선택할 때의 고려 요인이 연구자 협업과 그 패턴에 미치는 영향을 밝히고 연구자들의 협업 패턴을 분석하고자 한다. 이를 위해 계량 정보학 분야의 연구자들을 분석대상으로 하였으며, 계량 데이터를 이용해 네트워크를 생성하고 다양한 관련 지표를 분석해 구조적인 측면에서 협업 패턴과의 관계를 파악하였다. 또한 네트워크 분석으로는 파악이 어려운 연구자들의 협업 파트너 선택과 관련한 인식과 성향을 분석하기 위해 설문조사를 보완적으로 수행하였다.

협업 패턴에 영향을 미치는 협업 파트너 선택 고려 요인을 밝히기 위해 관련 선행연구를 바탕으로 네트워크의 구조적인 관점과 인지적인 관점을 포괄해 분석할 수 있는 요인을 추출하고, 가설을 설정하였다. 네트워크 분석과 설문 분석을 이용해 가설의 통계적 유의성을 검증하고, 협업 네트워크를 시각화 하여 계량정보학 분야 연구자들의 협업 패턴을 분석하였다. 계량 데이터를 활용한 가설의 검증은 협업 네트워크의 기초 통계 수치와 지표 분석을 통해 검증하였고, 네트워크를 통해서 분석할 수 있는 외부적 요인에 국한하였다. 네트워크를 통해서 확인할 수 없는 연구자 개인의 인식과 성향과 관련한 요인은 설문으로 측정하였다. 네트워크 분석과 설문 분석이 상호보완적인 방법으로 활용되므로 네트워크에 포함된 연구자 중 협업 횟수가 3회 이상인 연구자를 대상으로 설문을 진행하였고 이메일을 통한 웹 설문 방식으로 수행하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 연구자 협업의 영향요인

연구자들은 대화나 논문, 학회 등을 통해 지식을 교류해 왔다. 이와 같은 연구자들의 교류를 학문적 협업(scientific collaboration)이라고 한다. 협업을 통해 해당 학문 분야의 새로운 연구 과제가 제시되기도 하며, 연구 성과를 증진시키기도 한다(Lee & Bozeman, 2005; Frenken, Holzl, & Vor, 2005). 공저 논문 수의 증가는 연구자들의 교류가 증가하고 있음을 의미하며, 이는 연구자의 협업이 학문의 흐름과 발전에 큰 영향력을 미칠 수 있다는 것을 나타내준다(McKelvey et al., 2003).

20세기 후반에 들어, 계량정보학 분야에서도 그래프와 네트워크를 기반으로 한 연구의 중요성이 높아지면서 협업이 증가해왔고, 계량정보학 세부 분야의 다학제적 특성으로 인해 다른 학문분야와의 협업 역시 증가하였다(Guns, Liu, & Mahbuba, 2011).

연구자는 기업과 같은 영리를 목적으로 하는 기관에 속한 행위자와 다른 특성을 보이기 때문에 조직의 성과에 집중한 이론이나 연구를(Sheu et al., 2006) 연구자의 협업에 그대로 적용하기는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 연구자 고유의 특성을 반영해 협업 관련 요인을 분석한 연구를 토대로 연구자 협업 영향 요인을 추출하고자 하였다.

본 연구는 네트워크의 구조적 관점과 개인의 인식 관점에서 협업 파트너 선택 고려 요인이 협업 패턴에 영향을 미치는지의 여부를 파악하는 것이 목적이다. 구조적 관점은 연구자가 속

한 학문 공동체의 환경이나 사회적 조건과 관련이 있고, 개인의 인식 관점은 개별 연구자가 협업이나 협업 파트너에 대해 가진 인식과 관련 된다고 볼 수 있으므로, 협업 영향 요인을 크게 외부적 요인과 내부적 요인으로 구분한 Bukova(2010)의 기준을 기반으로 영향 요인을 구분하여 살펴보았다.

#### 2.1.1 외부적 영향 요인

외부적 요인은 연구자를 둘러싸고 있는 연구 환경이나 연구 자원 등과 같은 물리적, 사회적 환경과 관련된 요인이다(Bukvova, 2010; Maglaughlin & Sonnenwald, 2005). 본 연구에서는 외부적인 영향 요인 중에서 협업 파트너의 선택과 관련되어 있는 지리적 근접성, 연구자의 명성, 연구 주제, 협업 경험을 영향 요인으로 활용하고자 한다. 추가적으로 학회와 같은 다른 연구자와의 소통 기회나 웹 기반 소통 채널을 활용하는지와 관련되어 있는 접근성(access) 요인이 협업 파트너 선택의 고려 요인이 될 수 있다고 보고, 이를 소통적 근접성으로 정의하여 지리적 근접성과 묶어 근접성(proximity) 요인에 포함시켰다.

정보기술의 발달로 지리적 한계를 극복할 수 있는 여러 채널을 활용할 수 있는 여건이 마련되었지만, 비공식 커뮤니케이션이 협업에서 가지는 중요성으로 인해 지리적 근접성은 여전히 중요한 요건이다. 지리적으로 먼 곳에 있는 연구자들끼리도 소통을 나눌 수 있는 기회나 수단을 통해 협업 파트너를 구하거나 협업을 진행할 수 있다. 국내외 학회에 적극적으로 참여하는 연구자는 그렇지 않은 연구자에 비해 다양한 연구자와 교류를 할 수 있는 기회가 많아

지고 이를 통해 이들과 잠재적으로 협업을 할 수 있는 가능성도 높아진다(Hara et al., 2003).

연구자의 명성은 사회적 계급, 사회적 위치, 교육 정도, 성별 등의 사회적 평판, 연구 영향력 등을 포괄한다(Hunter & Leahey, 2008). 연구자들은 사회적 평판이 높거나 연구 영향력이 높은 연구자들과 협업을 하고 싶어 한다(Whitley, 2000). 네트워크 이론에서도 이러한 경향을 파악할 수 있는데, 새롭게 네트워크에 진입하려고 하는 행위자들은 자신에게 유리한 위치에 있는 행위자와 관계를 맺는 선호적 선택(preferential attachment)을 한다(Barabasi & Albert, 1999).

연구 관심사나 연구방법 등이 일치하거나 상호 보완적인 경우, 차이가 있는 경우 모두 협업으로 이어질 수 있다(Hara et al., 2003; Maglaughlin & Sonnenwald, 2005). 학문적 호기심 충족을 선호하는 연구자들의 특성상 연구 관심사가 상호보완적이거나 다를 경우, 이를 새로운 지식을 배울 수 있는 기회로 인식한다(Maglaughlin & Sonnenwald, 2005).

### 2.1.2 내부적 영향 요인

내부적 영향 요인에는 연구자 개인이 가진 인식, 선호도, 동기와 같은 부분이 포함되어 있는데, 이 중 협업 파트너의 선택과 관련된 요인인 개인적 융화성, 인지, 친밀성, 신뢰성 등을 연구자의 협업에 관한 인식을 알아볼 수 있는 내부적 영향 요인으로 활용하고자 한다.

Maglaughlin와 Sonnenwald(2005)는 협업 파트너의 학문적 지식, 연구 능력에 대한 신뢰는 협업을 할지 결정하는 데 영향을 줄 수 있다고 하였다. 연구자들은 연구 과정의 효율성을 고려해 협업 시 연구 일정을 잘 지키고, 성실하

게 연구를 수행할 수 있는지를 가장 중요하게 생각하는 경향이 있다(Hara et al., 2003). 뿐만 아니라 이전 협업 결과물을 통해 해당 연구자가 어느 저널에 투고하는 경향이 있는지, 어느 연구자와 협업을 하였고 어떤 연구방법을 이용해 협업을 했는지 등을 파악하는 것 역시 연구 커리어와 성과에 중요한 부분이기 때문에 중요하게 생각한다(Birnholtz, 2007). 본 연구에서는 이와 같은 연구 전문성 측면뿐 아니라 연구 과정의 효율성을 중요하게 생각하고, 결과물의 성과를 중요하게 생각하는 개인적 특성이 해당 연구자를 신뢰하는데 있어 영향을 미치는 세부요인이라 보고 이를 포괄하여 신뢰라고 보았다.

연구 성과가 혁신적이고 훌륭한 연구자여도 개인적 성향이나 소극적이면 활발한 협업을 기대하기는 어렵다. 이런 경우, 다른 연구자의 적극적인 협업 제의를 통해서야 협업이 성사된다는 점에서 연구자의 개인 성격은 협업에 영향을 미치는 요인이라 할 수 있다(Hara et al., 2003). 글쓰기나 연구 우선순위 같은 연구 스타일의 일치 여부도 협업에 중요한 역할을 한다. 또한 연구자들은 이전에 협업을 해 본 연구자를 선호하는 경향이 있는데, 연구를 진행하는데 있어 필요한 여러 절차와 논의를 최소화 할 수 있어 효율적으로 협업을 할 수 있기 때문이다(안순일, 2009). 협업 파트너와의 친밀성을 통해서도 협업의 효율성을 증가시킬 수 있는데, 개인적으로 친분이 있는 연구자와 협업 파트너가 되면 협업 과정이 수월해진다(Stokols et al., 2008). 이와 같은 연구 스타일의 조화, 성격의 조화, 개인적 친분 등은 협업 파트너를 결정하는 데 있어 중요한 요소라 할 수 있으므로, 본 연구에서는 이를 조화(coordination)로 포괄하여 정의, 협업

파트너 선택 요인으로 선정하였다.

### 2.1.3 협업 파트너의 선택 영향 요인

협업 파트너는 협업의 과정과 결과에 중요한 영향을 미친다. 협업의 동기나 협업 과정의 효율성, 협업 성과의 극대화 등을 고려한 복합적인 요소를 고민한 결과가 협업 파트너의 선택으로 이어지기 때문이다(Bukova, 2010). Bozeman과 Corely(2004)는 이를 협업의 전략이라는 측면에서 이해하고, 협업을 하는 연구자의 성향에 따른 협업 파트너의 선택 유형을 감독형, 국가주의자형, 멘토형, 추종자형, 전략가형, 친구형의 여섯 가지로 구분하였다.

본 연구에서는 위의 여섯 가지 유형 중 감독형, 추종자형, 전략가형, 친구형 4가지 유형을 협업 파트너 선택 시 영향 요인으로 고려하였다.

## 2.2 기타 선행 연구

초기의 협업은 동일기관 소속 연구자와의 교류를 통해 주로 나타났다. 하지만 다양한 연구 기관이 늘어나고 연구 문제의 세분화 및 전문화가 진행되면서 기관 간, 국가 간 협업이 활발하게 이루어지고 있다(Beaver & Rosen, 1978; Luukkonen et al., 1993). 때문에 증가하는 연구자 협업을 어떻게 분석하고 측정할 것인가에 대해 많은 논의가 진행되어 왔다(Melin & Persson, 1996; Katz & Martin, 1997; Laudel, 2002).

가장 일반적인 방법은 공저 관계에 기반을 둔 것이다(Savanur & Srikanth, 2010). 연구 결과의 출판은 연구의 중요 과정의 하나로, 여러 명의 연구자를 저자로 해 출판된 공저 논문은 연구자 협업의 측정 가능한 결과물이라 볼 수

있다. 때문에 이런 공저 논문을 기반으로 논문의 서지 데이터를 이용해 통계학적으로 협업을 분석하거나(Kretschmer, 1994; Persson & Beckmann, 1995; Melin & Persson, 1996), 그들의 관계를 네트워크로 시각화하여 사회 네트워크 분석 방법을 통해 연구자 협업을 분석하려는 연구가 많이 수행된다(Newman, 2001, 2004, 2005; Otte & Rousseau, 2002; Hou et al., 2008). 이는 연구자 협업을 구조적인 관점에서 이해하려 하는 것이다.

연구자의 협업을 연구자 개인의 관점에서 이해하려는 연구도 수행되고 있는데, 주로 설문이나 인터뷰와 같은 방법을 통해 협업의 동기나 협업 영향 요인, 협업의 경향 등을 분석하거나(Melin, 2000; Birnholtz, 2007; Rijnsouwer & Hessels, 2011), 협업을 많이 하는 연구자들의 관계나 배경을 분석하는 연구가 주를 이룬다(Allen, 1977; Hara et al., 2003). 이는 협업을 연구자의 인식의 수준에서 분석하려는 연구라 할 수 있다.

본 연구는 거시적 관점(macro level)과 미시적 관점(micro level)에서 연구자 협업을 분석하는 것이 각각 장점과 단점이 있다고 보고, 각 방법의 장점을 활용하기 위해 두 방법을 상호보완적으로 활용하였다.

## 3. 연구 설계

### 3.1 가설 설정 및 정의

협업 영향 요인은 여러 연구에서 다양한 의미로 쓰였다. Katz와 Martin(1997)은 협업 영향

요인을 협업 성과에 영향을 미치는 요인으로, Hara 등(2003)은 협업 관계 형성에 영향을 미치는 요인으로, Hunter와 Leahey(2008)는 협업을 촉진시키는 요인으로 이해하였다. 본 연구에서는 협업 영향 요인을 협업 파트너 선택 고려 요인으로 정의하고 이해하고자 한다.

협업에는 의사소통의 효율성이나 자원의 효율성, 협업 성과에 대한 기대, 연구자 개인의 협업에 대한 인식, 연구자의 개인적 성향 등 여러 요인이 얽혀 있는데, 협업 파트너의 선택을 통해 협업의 이와 같은 복합적 측면을 파악할 수 있다(Bukova, 2010). 따라서 본 연구에서는 연구자가 협업 파트너로 누구를 선택하는지가 협업 패턴인 협업 관계의 범위와 빈도에 영향을 미칠 것임을 가정하였다.

문헌조사를 통해 협업 파트너 선택 시 영향을 미치는 요인을 추출하였으며, 사회적 배경이나 환경에 관한 외부적 요인과 연구자 개인의 인식과 동기에 관한 내부적 요인으로 나누었다. 외부적 요인은 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성으로, 내부적 요인은 신뢰, 조화로 구성된다. 추출한 다섯 개의 요인을 독립변수로 하고, 협업 관계의 특성을 나타내는 협업 패턴을 종속변수로 하여 다섯 개의 가설을 설정하였다.

가설 1. 연구자에게로의 근접성은 연구자 협업 패턴에 영향을 미칠 것이다.

근접성은 지리적으로 가까운 위치에 있는 연구자뿐 아니라 학회나 화상회의와 같은 비공식적 커뮤니케이션 기회를 대신해 줄 수 있는 채널을 통해 교류할 수 있는 경우도 포함한다. 즉, 근접성이라는 개념은 단일 범주(uni-dimensional)

개념이 아니라 외부적 및 내부적 성격을 동시에 포함하고 있는 다면적 범주(multi-dimensional)의 개념으로 이해할 수 있다. 본 연구에서 근접성은 지리적 근접성(외부적 요인)과 소통적 근접성(내부적 요인)으로 개념화 하고 있으며, 이러한 다면적 개념은 하나의 방법으로 측정하는 것 보다 복수의 방법으로 측정하는 것이 구성 개념 타당성(construct validity)을 보다 효과적으로 확보할 수 있다(Creswell, 2006; Teddlie & Tashakkori, 2006).

가설 2. 연구자의 명성은 연구자 협업 패턴에 영향을 미칠 것이다.

연구자는 영향력이 크고, 연구 성과가 좋으며, 좋은 연구 조건 등을 가진 연구자와 협업을 하고 싶어 한다(Diesing, 1991; 김용학 외, 2007). 본 연구에서는 이와 같은 연구자들의 배경을 연구자 명성이라 명명하였다.

가설 3. 다른 연구자와의 연구 연관성은 연구자 협업 패턴에 영향을 미칠 것이다.

연구자들은 협업을 할 때, 연구 관심사나 연구방법, 연구 관점 등을 중요하게 생각한다. 특정 연구자와 협업을 결정할 때 가장 중요하게 고려하는 요인 중 하나가 연구관심사의 일치 정도이다(Maglaughlin & Sonnenwald, 2005). 본 연구에서는 이를 연구 주제나 연구 방법, 관점 등을 모두 포괄하는 의미로 연구 연관성이라 명명하였다.

가설 4. 다른 연구자에 대한 신뢰는 연구자

협업 패턴에 영향을 미칠 것이다.

연구자는 다른 연구자와 협업을 결정할 때 전문지식뿐 아니라 성실성과 같은 개인 특성, 이전 협업 경험 등을 신뢰 기준으로 삼는다(Hara et al., 2003; Maglaughlin & Sonnenwald, 2005). 잠재적 연구자의 개인적 특성 파악과 이전 협업 경험에 대한 파악은 곧 해당 연구자에 대한 신뢰로 이어진다는 점에서 해당 요인을 신뢰라고 명명하였다.

가설 5. 협업을 하는 연구자와의 조화(coordination)는 연구자 협업 패턴에 영향을 미칠 것이다.

다른 연구자와 조화를 이룰 수 있는지의 여부는 협업에 있어서 중요하다(Hara et al., 2003). 본 연구에서는 성격의 융화, 글을 쓰는 방식의 일치, 일의 우선순위의 일치와 같은 연구 스타일의 조화, 개인적인 친분 관계에 따른 연구의 편의성 등의 요인을 조화라고 명명하였다.

본 연구의 종속변수는 협업 패턴으로 설정하였다. 협업 패턴은 연구자와의 관계를 통해 형성되는데, 사회 네트워크 분석에서는 협업이라는 관계를 통해 형성된 네트워크의 구조를 통해 개인 연구자의 협업이라는 행위를 파악할 수 있다고 본다(손동원, 2003). 네트워크의 행위자인 개인이 가진 '관계'에서 나오는 정보, 영향력, 신뢰, 협력 등의 자원이나 힘을 네트워크의 구조를 통해서 파악할 수 있다고 본 것이다. Meyerson(1994)은 이를 연구자의 행위로 파악할 수 있으며, 이를 다른 행위자와의 직접적 관계의 수와 그 직접적인 관계의 빈도(frequency)

를 통해 측정할 수 있다고 하였다. 관계의 '범위'와 '깊이'를 동시에 측정함으로써 네트워크의 행위자가 가진 행위와 그 특성을 파악할 수 있다고 본 것이다.

본 연구에서는 이와 같은 특징을 협업 패턴으로 이해하고, 한 연구자와 다른 연구자의 협업 관계가 가진 '범위'와 '깊이'를 협업 패턴으로 정의하였다. 범위는 얼마나 많은 연구자와 관계를 맺고 있는가를 나타내며, 깊이는 각 연구자와 얼마나 많은 협업을 진행하고, 지속적이고 밀접한 관계를 유지하는가를 나타낸다.

### 3.2 가설 검증 방법

본 연구에서는 가설 검증을 위해 계량 데이터를 이용해 협업 네트워크를 생성한 후, 각종 지표를 계산, 분석하고, 네트워크 안에 포함되어 있는 연구자를 대상으로 한 설문 분석을 실시하였다. 이와 같은 혼합방법론은 다양한 형태로 존재하는데(Creswell, 2006; Teddlie & Tashakkori, 2006), 본 연구에서는 외부적 요인과 내부적 요인의 개념들을 보다 효과적으로 측정하기 위하여, 두 개의 양적분석을 적용해 개개의 독립적인 분석결과를 도출한 뒤 이들을 통합적으로 해석하고자 하였다. 이는 분석결과를 통합해서 해석하는 병렬적 방식(concurrent/parallel strategy)으로, 양적, 질적 방법의 혼합이 아니라 동일 유형 방법(양적-양적; 질적-질적)의 혼합이라는 점에서 기존 방식의 확장된 형태이다. 이러한 혼합방법은 최근 네트워크 분석에서도 그 가치를 인정받고 있다(Dominguez & Hollstein, 2014).

〈표 1〉 개념에 따른 측정방법의 유용성

개념		네트워크 분석	설문 분석
근접성	지리적	○	△
	소통	X	○
연구자 명성		○	△
연구 연관성		○	△
신뢰		X	○
조화		X	○
분석 방법		Spearman 상관분석 회귀분석	상관분석 회귀분석

(○: 유용함 △: 부분적 유용함 X: 유용하지 않음)

본 연구에서 설정된 변수들은 네트워크 분석과 설문분석을 통해 보완적으로 측정, 분석되었다. 구조적인 관점의 네트워크 분석으로 측정할 수 없는 미시적 현상(네트워크 노드에 관한 현상)을 설문을 통해 측정할 수 있게 되어 거시적 분석과 더불어 미시적 관찰을 병행할 수 있다는 점에서 의의가 있다. 네트워크 분석은 협업의 패턴과 관련 지표(집단적 결과 요인)들을 구조적 측면에서 분석할 수 있다는 장점이 있지만, 협업과 관련한 연구자들의 인식(개인적 선택 요인)은 명확하게 분석하기가 어렵다. 반면 설문은 네트워크에서 설명되지 않는 연구자의 협업에 대한 생각, 협업의 동기, 협업 파트너에 대한 생각 등 여러 협업과 관련한 인식(개인적 선택 요인)을 분석할 수 있다는 장점이 있다.

독립변수의 특성에 따라 네트워크 분석, 설문 분석을 적용하여 검증하는 절차를 거쳤다. 네트워크 분석과 설문 분석 모두를 적용한 경우는 지리적 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성으로, 실제 협업 결과를 통해 분석한 지표와 연구자의 인식 간 차이를 분석하려 하였다. 가설별 분석방법의 적용은 〈표 1〉과 같다.

### 3.3 네트워크 데이터 수집 및 분석

#### 3.3.1 네트워크 데이터 수집

데이터 수집은 Scopus를 통해서 진행하였고, 1984-2013년 사이에 출판된 논문을 대상으로 하였다. 계량정보학 분야의 연구는 여러 학문 분야에 걸쳐 다양하게 진행되기 때문에 분석의 효율성을 위해 계량정보학 분야의 논문을 출판하는 저널이 있는 문헌정보학 분야로 한정하여 데이터를 수집하였다. 계량정보학 관련 논문이 많이 출판되는 8종 저널인 *Scientometrics*, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *Journal of Informetrics*, *Research Policy*, *Research Evaluation*, *Information Processing and Management*, *Journal of Information Science*, *Journal of Documentation*을 대상으로 하였다. 계량정보학 관련 주제 논문을 중심으로 출판하는 *Scientometrics*와 *Journal of Informetrics*는 해당 기간에 출판된 논문 중 리뷰 논문을 제외한 모든 논문 데이터를 수집하였으며, 나머지 6종 저널은 계량정보학 분야의 논문 수집 시 많이 이용되는 scientometric\*, informetric\*, webometric\*,

bibliometric\*과 같은 계량정보학 분야의 대표 키워드로(Bar-Ilan, 2008; Guns, Liu, & Mahbuba, 2011; 이재운, 최상희, 2013) 검색하여 수집하였다.

### 3.3.2 네트워크 데이터 분석 방법

수집한 논문 4,478편 중 데이터 클리닝 과정을 거친, 4,336편을 분석 대상으로 하였다. 저자 이름의 표기 오류를 수정하는 표준화 과정을 거쳤다. 키워드는 저자가 부여한 키워드를 기본으로 하되, 저자 키워드가 없는 경우 Scopus와 해당 저널에서 제시하는 인덱스 키워드를 보완하였다. 데이터의 처리는 BibExcel(Persson, 2008), Wnet(이재운, 2006), Microsoft Excel을 이용하였고, 네트워크의 생성과 네트워크 내 지표 계산은 Ucinet(Borgatti et al., 2002)과 Pajek(Batagelj & Mrvar, 1998)을 이용하였다.

네트워크 분석은 협업을 3회 이상 진행한 연

구자 558명을 대상으로 진행하였다. 네트워크 분석 지표의 구성은 <표 2>와 같다. 가설로 설정한 5가지 독립변수 중, 외부적 요인에 해당하는 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성 3가지를 측정해 종속변수인 협업 패턴과의 관계를 분석하였다. 네트워크 데이터 분석을 통해서 내부적 요인에 해당하는 신뢰나 조화와 같은 독립변수는 파악하기가 어렵기 때문에, 외부적 요인만을 고려하였으며, 근접성 중 소통적 근접성은 제외하였다.

#### 1) 지리적 근접성

기관 내 협업, 기관 간 협업, 국가 간 협업을 지리적 근접성을 판단하여 지리적 근접성을 계산하였다. 기관 내 협업은 개인 간 협업이 동일학과(부서)내에서 진행된 것인지 아닌지에 따라 두 단계로 구분하였다. 기관 단위 협업은 기관의 소재 도시가 동일한 경우, 소재 지역이 동일한 경우, 소재 국가가 동일한 경우의 세 단계

<표 2> 네트워크 분석 지표

변수	측정항목	측정	출처	
독립 변수	지리적 근접성	협업 파트너가 같은 학과나 부서(department), 기관, 도시, 지역(region), 국가인지의 여부	5점 척도 Leydesdorff & Persson (2010) Kumar & Jan (2013)	
	연구자의 명성	연구자의 영향력	h-index Abbasi et al. (2011)	
		연구자 소속 기관의 명성	기관 h-index Hunter & Leahey (2008)	
연구 연관성	키워드 일치 정도	키워드 기반 저자 네트워크를 토대로 키워드 일치 정도를 계산	-	
종속 변수	협업 패턴	협업의 범위	연결정도 중심성 Newman (2004) 김용학 외 (2007) 박치성 (2012)	
		협업의 깊이와 빈도	복합연결정도중심성	Kretschmer & Kretschmer (2007)
			2회 이상 협업한 협업 파트너의 비율	-

로 구분하였다. 국가 단위 협업은 동일 국가 내 협업인 경우와 타 국가 간 협업인 경우로 구분하였다.

연구자 소속기관 정보를 기준으로 동일 부서나 과(department), 동일 기관, 동일 도시, 동일 지역(region)이나 주(state), 동일 국가에 위치하는지의 여부를 판단하여 5점에서 0점까지의 점수를 부여하여, 모든 협업 파트너와의 점수를 합산하였다. 협업 파트너 수나 논문 수가 많은 연구자일수록 높은 점수를 나타낼 수 있어, 이 영향력을 최소화하기 위해 합산한 점수를 총 협업 횟수로 나누어 정규화 하였다.

### 2) 연구자 명성

본 연구에서 연구자 명성은 연구자 개인의 명성과 소속기관의 명성을(김용학 외, 2007; 박치성, 2012) 통해 측정하고자 하였다. 연구자 개인의 영향력을 나타내는 지표는 h-index를 측정하였는데, 계량정보학 분야 주제 논문만을 대상으로 하는 h-index를 BibExcel을 이용해 별도로 계산하였다. 소속기관의 명성은 기관 h-index를 이용하였다. 해당기관에 속한 연구자들이 발표한 논문들 중에서 h개의 논문이 최소 h번 이상 인용되었을 때 그 기관의 지수를 h로 산정하였다. 기관 h-index의 계산도 연구자 h-index와 같이 BibExcel을 이용하였고, 산정 단위를 연구자가 아닌 기관으로 하여 추출하였다. 한 연구자의 소속 기관에 변화가 있는 경우나 소속기관이 여러 개인 경우 각각의 기관 h-index를 합산한 후, 이를 소속기관의 수로 나누는 방식으로 계산하였다(박지연, 김정은, 민윤정, 2012).

### 3) 연구 연관성

본 연구에서는 키워드 일치도 점수 계산을 통해 연구자의 연구 주제 연관성을 측정하였다. 이를 위해 키워드를 기준으로 한 연구자 PFnet을 생성하고, 네트워크 내 클러스터를 기준으로 하여 같은 클러스터에 속한 연구자의 경우 동일하거나 유사한 연구 관심사를 갖는다고 판단하였다. BibExcel을 이용하여 모든 공저 논문에 대한 키워드와 연구자 정보를 추출하고 각 논문별 키워드와 연구자 정보를 정리한 뒤, 키워드에 일련번호를 부여하여 각 키워드를 주제로 논문을 작성한 연구자를 대응시키는 동시출현분석을 수행하였다. 즉, 주제 키워드로 저자 코사인 연관성 행렬을 생성하고, WNET을 사용하여 PFnet과 클러스터링을 위한 PNNC 파일을 생성하였으며, Pajek을 이용하여 PFnet을 생성하였다. PNNC(이재윤, 2006)로 클러스터링 한 결과를 바탕으로, PFnet에서 동일한 클러스터에 속한 연구자의 경우 유사한 연구 관심사를 갖는다고 판단하였다.

협업 관계에 있는 연구자  $r_i$ 와 연구자  $r_k$ 가 같은 클러스터에 속할 경우 1, 다른 클러스터에 속할 경우 0의 점수를 부여하고, 연구자  $r_i$ 와 연구자  $r_k$ 간의 협업 횟수를 곱하여 점수를 합산하였다. 키워드 일치도를 나타내는 점수가 협업 파트너 수나 공저 논문 수에 영향을 받지 않도록, 한 연구자의 모든 협업 파트너와의 총 협업 횟수로 나누어서 정규화 하였다.

$$k_i = \frac{\sum_{k=1}^m f(r_k) \cdot t(r_k)}{c_i}$$

$r_k$ : 연구자  $r_i$ 와 협업을 한 연구자  $r_k$

- $f(r_k)$ : 연구자  $r_k$ 와의 협업 횟수
- $t(r_k)$ : 연구자  $r_k$ 와의 연구 관심사 일치 여부 (0 or 1)
- $c_i$ : 연구자  $r_i$ 의 모든 협업 파트너와 협업한 총 횟수

4) 협업 패턴

중속 변수를 나타내는 협업 패턴은 협업범위와 협업빈도로 측정되었다. 협업범위는 한 노드에 연결된 관계의 수를 보여주는 연결정도 중심성을 통해서 분석하였다. 협업의 깊이와 빈도를 측정하기 위해서, 복합연결정도중심성(CDC, Complex Degree Centrality)과 한 연구자의 전체 협업 파트너 중 2회 이상 협업을 한 협업 파트너의 비율을 계산하였다. Kretschmer와 Kretschmer(2007)가 제안한 복합연결정도 중심성은 제안한 것으로, 연결정도(Degree)에 비해 공저 횟수가 많고 균일한 연구자가 높은 값을 가지도록 함으로써 협업의 강도(strength)를 반영하도록 하였기 때문에 본 연구의 협업의

깊이와 빈도 측정에 적합하다고 보았다.

위와 같이 독립변수와 종속변수를 계산하고, 이들의 관계를 Spearman 상관분석으로 확인하였다. h-index와 기관 h-index, 종속변수 중, 연결정도 중심성과 복합연결정도중심성이 멱함수 분포를 띠고 있어 순위를 기반으로 관계를 확인하는 Spearman 상관분석이 적절하다고 보았기 때문이다. 상관분석을 통해 관계를 확인한 후, 이들의 결과가 독립변수의 종속변수에 대한 영향으로 이어지는지 알아보기 위해 다중회귀 분석을 추가로 수행하였다.

3.4 설문 데이터 수집 및 분석

3.4.1 설문 설계

설문 조사는 협업 네트워크에 속한 연구자 중 최소 3회 이상의 협업 경험이 있는 연구자 558명을 대상으로 하였다. 설문 조사도구의 구성은 <표 3>과 같다. 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성, 신뢰, 조화의 5가지 독립변수와 협업범

<표 3> 설문지의 구성

변수	측정항목	문항 수	
독립변수	근접성	지리적 근접성	2
		소통 근접성	3
	연구자 명성	연구자의 영향력	3
		연구자의 사회적 평판	3
	연구 연관성	공통 주제	2
		연구의 보완(complementation)	2
		새로운 연구 주제	2
	신뢰	개인적 신뢰	3
		이전 협업 경험	2
	조화	연구 스타일	3
성격 및 친분		2	
종속변수	협업 패턴	범위	3
		깊이	2

위와 협업빈도 2가지 척도로 측정되는 종속변수로 구성되어 있다. 별도로, 협업 전반에 대한 인식 문항 2개와 인구 통계학적 정보를 위한 문항 4개를 포함하고 있다. 전체 문항 수는 38개이다.

독립변수의 다섯 가지 변수의 문항은 Bozeman과 Corely(2004)가 제시한 5가지 협업 파트너 유형 선호도 조사에서 제시한 협업 파트너 유형별 측정 요인을 기반으로, 여러 선행연구의 및 연구결과를 참고해 본 연구의 목적에 맞게 수정하였다. 종속변수인 협업 패턴은 본 연구에서 정의한 대로 Meyserson(1994)이 특정 행위자가 네트워크에서 가진 관계의 특성 및 패턴을 파악할 수 있는 문항의 예시로 제시한 것을 기반으로 하여, 관계의 범위를 측정할 수 있는 문항 3개와 관계의 깊이 및 빈도를 측정할 수 있는 문항 2개를 새롭게 개발하여 구성하였다. 각 문항은 1점(매우 동의하지 않음)에서 최대 5점(매우 동의함)까지의 5점 리커트 척도로 측정하였다.

### 3.4.2 설문 데이터 수집 및 분석 방법

설문은 계량 데이터 수집을 통해 분석한 논문 4,336편의 연구자 4,487명 중 3공저 논문을 편 이상 쓴 연구자 558명을 대상으로 진행하였다. Survey Monkey를 이용해 링크된 설문지를 배포하는 웹 기반 설문으로 설문을 진행하였고, 총 166건의 설문지를 회수하여 29.7%의 응답률을 보였다. 수집된 설문 데이터는 IBM SPSS 21을 활용하여 통계분석을 실시하였다. 설정된 모든 변수들은 기술통계분석을 실시하였고, 변수들의 관련성을 확인하고 문항의 타당성을 확인하기 요인분석과 신뢰도 분석을 실

시한 후, 연구가설을 검증하기 위해서 상관분석과 회귀분석을 하였다.

## 4. 분석 결과

### 4.1 협업 네트워크 분석 결과

계량정보학 분야 연구자 협업의 특징을 파악하기 위해, 협업 네트워크를 시각화하였다. 수집한 데이터의 기술통계분석을 수행한 후 네트워크의 구조적 속성 분석을 진행하였고, 논문의 키워드 데이터를 이용해 생성한 키워드 네트워크를 통해 계량정보학 분야의 주제 분포를 분석하였다. 1984년부터 2013년까지의 기간에 출판된 계량정보학 분야의 논문 데이터를 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

### 4.2 네트워크 분석

Ucinet의 시각화 프로그램인 Netdraw를 이용해 계량정보학 분야 협업 네트워크를 시각화하였다. 협업 네트워크의 구조적 속성을 분석한 결과, 노드의 수는 701개, 링크의 수는 1,580개였다. 네트워크의 밀도는 0.05로 낮은 편으로 나타났는데, 밀도가 낮은 것은 중심 컴포넌트를 제외한 3개 이하로 구성된 주변부 규모의 컴포넌트의 수가 많기 때문이다. 평균 경로거리는 5.27로, 연결정도 집중도(centralization)는 0.48이었고, 근접 집중도는 계산되지 않았다. 매개 집중도는 0.14로 나타났다. 군집계수는 0.30으로 나타났는데, 밀도와 마찬가지로, 3개 이하로 구성된 컴포넌트가 많아서 응집 정도가

〈표 4〉 데이터 기초 통계

항목		빈도
전체 논문 수		4,336
공저 논문 수		2,813
전체 연구자 수		4,487
협업 연구자 수		8,019
전체 논문	전체 연구자 수	4,487
	협업 연구자 수	3,946
	협업만 한 연구자 수	3,723
3편 이상	전체 연구자 수	685
	협업 연구자 수	558
공저 논문 한편 당 협업 연구자의 수		2.85
노드 수		701
링크 수		1,580
밀도		0.05
평균 경로거리		5.27
집중도	연결정도	0.48
	근접	
	매개	0.14
군집계수		0.30

낮게 나타난 것이라 볼 수 있다.

계량정보학 분야 협업 네트워크는 전체 701개의 노드 중 390개(69.8%)가 속해 있는 하나의 핵심 컴포넌트와 나머지 주변부 컴포넌트로 구성되어 있었다.

### 4.3 네트워크 분석을 이용한 가설의 검증

네트워크 분석에서는 독립변수를 외부적 요인인 지리적 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성 세 가지로 국한하고, 종속변수를 협업 패턴으로 하여 각각에 해당하는 지표를 측정 후, 이들의 관계를 Spearman 상관분석 하였다. 종속변수 중 중심성 지표인 연결정도 중심성, 근접 중심성과 독립변수 중 연구자 명성을 나타내는 h-index와 기관 h-index가 정규 분포를 따르지 않기 때문

에 값들의 순위로 검정하는 Spearman 상관분석을 통해 독립변수와의 관계를 분석하였다.

네트워크 데이터를 이용한 독립변수와 종속변수의 척도 계산은 각 연구자별로 고유 번호를 부여해 독립변수 3개의 세부 요인 4개와 종속변수의 세부 요인 3개에 해당하는 변수들의 값을 계산하는 방식으로 수행되었다.

#### 4.3.1 협업 파트너 선택 요인과 협업 패턴과의 관계 분석

##### 1) 요인별 기술 통계

##### (1) 지리적 근접성

지리적 근접성 점수의 분포는 국가 간 협업만 있는 연구자의 경우 0점이고, 기관 내 협업만 한 연구자의 경우 점수는 5점이 된다. 기관 내 협업을 많이 한 연구자는 5점에 가까운 점수

를, 국가 간 협업이 많은 연구자는 0점에 가까운 점수 분포를 보였다. 지리적 근접성 점수는 평균은 3.23이었고, 표준편차는 3.89로 나타났다. 이는 지리적으로 근접한 거리에 위치한 연구자와의 협업이 더 많았음을 의미하는 수치라 할 수 있다. 지리적 근접성 계산 시, 적은 횟수의 협업을 한 연구자 중 특정 연구자와의 협업 논문만 있는 경우는 해당 연구자와의 지리적 근접성 여부에 따라 0이나 5의 값만을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

(2) 연구자 명성

본 연구에서 연구자 명성을 위해 측정된 척도는 연구자 h-index와 기관 h-index이다. h-index의 평균은 4.49, 표준편차는 3.75였다. 가장 높은 연구자는 29였고, 가장 낮은 연구자는 1의 h-index를 가지고 있는 것으로 나타났다. 기관 h-index의 평균은 13.29, 표준편차는 13.29로, 가장 높은 기관 h-index를 가진 기관의 h-index는 72였고, 가장 낮은 기관 h-index는 3이었다.

(3) 연구 연관성

본 연구에서 네트워크 분석을 위해 정의한 연

구 연관성은 연구자의 연구 관심사 일치 정도를 의미한다. 이를 측정하기 위해 키워드를 분석 단위로 한 연구자 PFnet을 생성하였다. 동일한 클러스터일 경우 1, 다른 클러스터일 경우 0의 점수를 부여하는 방식으로 키워드 일치도를 계산하였다. 이와 같이 계산된 키워드 일치도는 0과 1 사이 범위의 값을 가진다. 1에 가까울수록 연구 관심사가 일치하는 정도가 높다는 것을 의미하며, 0에 가까울수록 연구 관심사가 다르다는 것을 의미한다. 평균은 약 0.56이었고 표준편차는 0.35였다. 평균이 0.5보다 높는데, 이를 통해 협업 관계에 있는 연구자들 간에 키워드 일치도가 높다는 것을 확인할 수 있다.

2) 협업 파트너 선택 요인과 협업 패턴과의 관계 분석

(1) 상관관계 분석

특정한 한 명의 연구자와만 협업을 진행한 연구자의 경우 가장 높은 값인 1을 갖게 되어 전체 결과에 영향을 미치게 되므로, 해당되는 23명의 연구자는 제외한 565명의 연구자에 대해서만 분석을 진행하였다. 분석 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 네트워크의 업 파트너 선택 요인과 협업 패턴과의 상관관계

	지리적 근접성	연구자 h-index	기관 h-index	키워드 일치도	연결정도 중심성	복합연결 정도중심성	2회 이상 협업 비율
지리적 근접성	1	-	-	-	-	-	-
연구자 h-index	.327*	1	-	-	-	-	-
기관 h-index	.202*	.212*	1	-	-	-	-
키워드 일치도	.351*	.475**	.101	1	-	-	-
연결정도 중심성	.142	.242*	.218*	.008	1	-	-
복합연결 정도중심성	.182	.202*	.201*	.104	.643**	1	-
2회 이상 협업 비율	.429**	.642**	.138	.642**	.058	.184	1

\*\*p<.01, \*p<.05에서 유의

〈표 6〉 협업 파트너 선택 요인이 협업빈도에 미치는 영향

변수	종속변수: 복합연결정도중심성				종속변수: 2회 이상 협업 비율			
	B	$\beta$	t	유의확률	B	$\beta$	t	유의확률
지리적 근접성	1.928	.712	2.708	.303	.792	.601	1.363	.001*
연구자 h-index	1.301	.812	1.602	.000**	1.104	.684	1.470	.000**
기관 h-index	1.084	.919	1.180	.001*	2.897	1.842	.902	.374
키워드 일치도	1.328	.403	3.295	.361	.272	.215	2.667	.000**
$R^2 = .243, F = 14.441$				$R^2 = .382, F = 29.733$				

\*\*p<.01, \*p<.05에서 유의

상관분석 결과, 독립변수 간에는 키워드 일치도와 기관 h-index 사이만 유의하지 않고, 다른 독립변수들 간에는 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 종속변수의 두 세부 요인인 협업범위와 협업빈도 간에도 유의한 상관관계가 있는 것을 확인할 수 있었다.

이와 같은 상관분석 결과를 토대로, 협업 파트너 선택 고려 요인이 협업 패턴에 영향을 미치는지를 알아보기 위해 다중회귀분석을 실시하였다.

(2) 인과관계 분석

분석 결과, 종속변수가 연결정도 중심성으로 측정된 협업범위일 경우, 회귀 모형이 유의하지 않은 것으로 나타났다. 하지만, 종속변수가 협업빈도일 경우 〈표 6〉과 같이 회귀모형이 유의한 결과를 보였다. 종속변수인 협업빈도는 복합연결정도중심성과 2회 이상 협업비율 두 가지로 측정하였다.

종속변수를 복합연결정도중심성으로 측정했을 때,  $R^2 = .243, F = 14.441$ 으로 p<.05에서 유의하여 회귀식의 모형은 적합한 것으로 나타났

다. 독립변수들 중에는 연구자 h-index와 기관 h-index만 유의하지 않은 것으로 나타났다.

종속변수를 2회 이상 협업 비율로 측정했을 때의 회귀모형 역시 유의한 것으로 나타났다.  $F = 29.733, R^2 = .382$ 로, 근접 중심성을 종속변수로 한 경우보다  $R^2$  값이 높아진 것을 확인할 수 있다. 지리적 근접성과 연구자 h-index, 키워드 일치도가 2회 이상 협업 빈도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 기관 h-index는 근접 중심성을 종속변수로 했을 때와 마찬가지로 2회 이상 협업 비율에 대해서도 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

4.4 설문을 이용한 가설 검증

4.4.1 조사도구의 신뢰도 및 타당도 검증

본 연구에서 이용한 설문 측정도구의 타당성 (validity)을 확보하기 위해 요인분석(principle component analysis)과 Cronbach 알파계수를 이용해 신뢰도 분석을 실시하였다. 독립변수에 대한 요인분석 결과를 살펴본 결과, 연구자 명성, 연구 연관성은 그대로 구분되었고, 근접성,

신뢰, 조화의 측정 요인들은 각각 2개의 요인으로 구분되어, 8개의 요인으로 구분되었다. 각 요인의 알파계수는 연구 연관성이 0.711 연구자 명성이 0.691, 소통 근접성이 0.645, 지리적 근접성이 0.630, 연구 스타일이 0.638, 개인적 조화가 0.644, 개인적 신뢰가 0.623, 협업 신뢰가 0.618로, 모두 0.60 이상으로 신뢰성이 있다고 볼 수 있다.

종속변수의 요인분석 및 신뢰도 분석 결과, 협업빈도와 협업범위의 2개의 요인으로 구분되었고, 협업빈도가 0.673, 범위가 0.621의 신뢰도를 나타내었다.

4.4.2 표본의 특성

1) 인구 통계학적 특징

설문조사를 통해 수집한 166개의 설문지 응답자 중 관련 질문에 응답한 160명의 인구 통계학적 분포는 <표 7>과 같다. 응답자의 인구통계

학적 비율을 설정하기 어려운 웹 설문 특성상 개별 응답자의 인구통계학적 비율은 차이가 크게 나타났다.

4.4.3 협업 파트너 선택 요인과 협업 폐턴과의 관계 분석

1) 협업 파트너 선택 요인 간의 상관관계 분석

독립변수와 두 개의 세부 척도로 나뉘는 종속변수 모두에 대해 Pearson 상관분석을 하였다. <표 8>은 설문에 따른 상관분석 결과를 나타낸 것이다. 다양하고 많은 협업 파트너를 가지고 있는지를 알아보기 위한 척도인 협업범위에 대해서는 지리적 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성, 협업신뢰가 유의한 관계를 가지는 것을 확인할 수 있었다. 연구자 명성과 연구 연관성이 특히 높은 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 근접성의 두 세부 요인인 지리적 근접

<표 7> 인구 통계학적 특성

구분		빈도(명)	비율(%)
성별 (N=160)	남	110	73.3
	여	40	26.7
연령 (N=160)	25-34	13	8.1
	35-44	50	31.3
	45-54	37	23.1
	55-64	33	20.6
	65+	27	16.9
직위 (N=160)	조교수	17	10.8
	부교수	31	19.7
	정교수	41	26.1
	강사	8	5.1
	박사 후 연구원	5	3.2
	연구원	29	18.5
	대학원생	2	1.3
	기타	24	15.3

〈표 8〉 설문지의 협업 파트너 선택 요인과 협업 패턴과의 상관관계

	협업 범위	협업 빈도	지리적 근접성	소통적 근접성	연구자 명성	연구 연관성	개인적 신뢰	협업 신뢰	연구 스타일	개인적 신뢰
협업 범위	1									
협업 빈도	.212*	1								
지리적 근접성	.214**	.415**	1							
소통적 근접성	.193	.421**	.311**	1						
연구자 명성	.427**	.161	.254**	.313**	1					
연구 연관성	.419**	.203**	.266**	.242*	.375**	1				
개인적 신뢰	.109	.211**	.206**	.219*	.071	.173	1			
협업 신뢰	.212**	.472**	.192	.207**	.204**	.219**	.311*	1		
연구 스타일	.146	.411**	.291**	.492**	.102	.197	.229**	.286**	1	
개인적 조화	.189	.392**	.283**	.431**	.194	.201**	.202**	.101	.297**	1

\*\*p<.01에서 유의

성과 소통적 근접성의 상관분석 결과가 다르게 나타난 것은, 지리적 근접성과 소통 근접성이 가진 협업 파트너 선택의 고려 요인으로서의 상반된 특성 때문으로 볼 수 있다.

협업 파트너와 밀접하고 가까운 관계를 가지는지, 협업을 많이 하는지의 정도를 측정하는 종속변수인 협업빈도는 지리적 근접성, 소통적 근접성, 연구 연관성, 개인적 신뢰, 협업 신뢰, 연구 스타일, 개인적 조화와 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 특히, 지리적 근접성과 소통적 근접성, 협업 신뢰, 연구 스타일의 조화와 높은 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 협업빈도와 지리적 근접성, 협업빈도와 소통적 근접성 간의 높은 상관관계는 협업 파트너와

밀접한 관계를 유지하고 지속적 협업을 하기 위해서는 가까운 곳에 위치해서 직접 소통하기 용이하거나 여러 소통 채널을 통해 지리적 거리나 시간적 제약의 한계를 상쇄할 수 있어야 한다는 협업에서의 소통의 중요성을 보여주고 있다. 협업 신뢰, 연구 스타일, 개인적 조화와 같은 내부적 요인은 인식과 관련한 부분으로, 지속적 협업 관계 유지에는 내부적 요인인 신뢰와 조화가 중요함을 보여주는 것이라 할 수 있다.

- 2) 협업 파트너 선택 요인과 협업 패턴과의 인과관계 분석  
독립변수와 종속변수 간의 인과관계를 알아

보기 위해 회귀분석을 하였다. 본 연구에서 독립변수는 크게 외부적 요인과 내부적 요인으로 구분하였는데, 네트워크 분석을 통해 검증한 독립변수는 외부적 요인에 국한되었다. 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성 모두 사회적 환경이나 조건에 영향을 받는 외부적 요인들이고 네트워크 분석을 통한 검증에서 유의한 결과를 보였기 때문에, 개인적 인식과 밀접한 관련이 있는 신뢰나 조화와 같은 내부적 요인을 구분하여 회귀분석을 수행하는 것이 내부적 변수들이 미치는 영향력을 파악하는데 용이하다고 보았다. 종속변수인 협업 패턴은 두 요인인 협업 범위와 협업빈도로 나뉘는데, 두 요인에 대해 각각 회귀분석을 실시하였다.

(1) 협업 파트너 선택 요인과 협업범위와의 관계

협업 파트너 선택 요인과 협업범위에 대한 영향을 확인하기 위하여 종속변수 중 관계의 다양성 정도를 측정하는 협업범위에 대한 다중회귀 분석을 실시하였다. 그 결과는 <표 9>와 같다. 외부적 요인에 대해서 다중회귀분석을 한 결과,  $F=5.024$ ,  $R^2=.212$ 로 회귀모형이 유의한 것으로 나타났다. 변수 중에는 연구자 명성과 연구 연관성만이 협업범위에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 내부적 요인까지 포함해 분석한 결과는  $F=10.821$ ,  $R^2=.325$ 로  $R^2$  값이 높아진 것을 확인할 수 있다. 내부적 요인까지 변수에 포함시켰을 경우에도 연구자 명성과 연구 연

<표 9> 협업 파트너 선택 요인이 협업범위에 미치는 영향

독립 변수	종속변수: 협업범위							
	외부적 요인				외부적 요인 + 내부적 요인			
	B	$\beta$	t	유의 확률	B	$\beta$	t	유의 확률
지리적 근접성	.214	.201	1.621	.192	.184	.162	2.830	.131
소통적 근접성	.163	.171	.896	.385	.089	.085	.802	.425
연구자 명성	.773	.501	1.972	.021*	.534	.406	2.198	.004*
연구 연관성	.219	.201	2.607	.014*	.154	.131	2.484	.001*
개인적 신뢰	-	-	-	-	.014	.009	.139	.691
협업 신뢰	-	-	-	-	.035	.053	.507	.615
연구 스타일	-	-	-	-	-.055	-.074	-.714	.476
개인적 조화	-	-	-	-	-.059	-.096	-.937	.356
$R^2 = .212, F = 5.024$				$R^2 = .325, F = 11.821$				

\* $p<.05$ 에서 유의

관성이 협업 범위에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 독립변수 중, 내부적 요인인 신뢰나 조화는 협업범위에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

(2) 협업 파트너 선택 요인과 협업빈도와의 관계

종속변수를 협업빈도로 하였을 때 독립변수가 영향을 미치는지 다중회귀분석을 한 결과는 <표 10>과 같다.

외부적 요인만을 대상으로 분석하였을 때  $R^2 = .279$ 로 회귀모형의 유의성이 입증되었고, 지리적 근접성과 소통적 근접성, 연구 연관성이 유의한 것으로 나타났다. 내부적 요인까지 포함해 분석한 결과는,  $F = 29.253$ ,  $R^2 = .432$ 로

회귀모형에 유의성이 있는 것으로 나타났다. 외부적 요인만을 독립변수로 했을 때보다  $R^2$  값이 높아진 것은, 연구자들이 협업 파트너 선택 시 고려하는 요인 중 외부적 요인만을 통해 협업 빈도와의 관계를 설명하는 데는 한계가 있음을 보여주는 것이라 할 수 있다. 외부적 요인 중에서는 지리적 근접성과 소통 근접성이 협업빈도에 유의한 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다. 외부적 요인만을 분석했을 때 유의하였던 연구 연관성은 유의하지 않은 것으로 나타났으며, 종속변수가 협업범위인 경우와 다르게 연구자 명성이나 연구 연관성은 유의하지 않았다. 내부적 요인의 경우, 신뢰와 조화 모두 유의한 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었는데 신뢰의 세부 요인인 개인적 신뢰만이 유의하지 않은

<표 10> 협업 파트너 선택 요인이 협업빈도에 미치는 영향

독립 변수	종속변수: 협업빈도							
	외부적 요인				외부적 요인 + 내부적 요인			
	B	$\beta$	t	유의 확률	B	$\beta$	t	유의 확률
지리적 근접성	.194	.191	3.593	.014*	.157	.132	2.962	.012*
소통적 근접성	.273	.234	2.786	.004*	.200	.201	3.125	.001*
연구자 명성	.235	.271	.925	.615	.216	.247	.750	.853
연구 연관성	1.253	.903	1.425	.028*	.983	.982	.892	.143
개인적 신뢰	-	-	-	-	.022	.019	.180	.256
협업 신뢰	-	-	-	-	.402	.351	1.905	.014*
연구 스타일	-	-	-	-	.781	.562	8.489	.004*
개인적 조화	-	-	-	-	.199	.162	3.262	.021*
	$R^2 = .279, F = 13.051$				$R^2 = .432, F = 29.253$			

\*p<.05에서 유의

결과를 보였다.

종속변수인 협업빈도는 특정 연구자와 지속적으로 관계를 맺고 있는지, 해당 연구자와 얼마나 깊은 교류를 하고 있는지와 관련된 것으로 연구자의 개인적 인식과 판단이 강하게 반영된 부분이다. 실제 협업을 할 때 협업과 관련된 자원, 기술 등의 조건 역시 중요하지만 보다 지속적인 관계를 유지하고자 할 때는 협업 파트너를 신뢰할 수 있는지와 같은 내적 기준이 협업 파트너의 선택에 중요한 영향을 미친다고 볼 수 있다.

#### 4.5 네트워크 분석과 설문 분석의 비교

네트워크와 설문에 대한 통계적 유의성 분석 결과, 연구자 명성과 연구 연관성의 검증 결과에서 차이가 나타났다. 이는 설문조사결과 연구자들이 명성과 연구 연관성 때문에 협업 파트너를 선택하는 것은 아니지만, 네트워크 분석 결과 협업을 빈번히 폭넓게 수행한 연구자는 명성과 연구 연관성이 높다는 것을 의미한다.

네트워크 분석 중, 상관분석에서 연구자 명성은 협업범위, 협업빈도 모두에 대해서, 연구 연관성은 협업빈도에 대해 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 반면 회귀분석을 수행한 설문 분석 결과에서는, 연구자 명성과 연구 연관성 모두 종속변수 중 협업범위에 대해서만 유의한 것으로 나타났다. 이는 명성이 높은 연구자와 협업을 빈번히 폭넓게 수행하지만, 연구자들이 명성 때문에 협업 파트너와 빈번한 협업을 하지는 않는다고 인식함을 의미한다. 또한, 협업결과를 분석했을 때는 연구관심사 등이 일치하는 협업 파트너와 빈번하게 반복적으로 협업을 하는 것으로 나타났다. 그러나 설문 분석 결과는 연구자들이 폭넓은

협업 관계를 맺고자 할 때 연구 관심사가 일치한 파트너를 선택한다는 것을 보여주고 있다.

네트워크 분석 결과와 설문 분석 결과를 통합적으로 해석하면 다음과 같다. 첫째, 연구자들이 특정 연구자와 협업을 할 때, 연구자의 조건과 사회적 영향력 등을 고려하지 않는 것은 아니지만 이는 처음 협업 관계를 형성할 경우나 프로젝트와 같이 협업의 동기가 연구자 개인이 아닌 외부에 있을 경우에 더 크게 고려된다는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 둘째, 협업 파트너가 될 연구자와 개인적인 친분을 가지고 있거나 이전 협업 경험을 통해서 해당 연구자의 개인적 성향이나 연구의 스타일을 파악하고 있을 경우 이것이 해당 연구자와 다시 협업을 하는 데 큰 영향을 미칠 수 있음을 보여주었다. 네트워크 분석 결과는 연구자들이 이상적인 협업을 생각할 때 고려하는 요인에 따라 협업을 수행한 결과로 나타나는 실제 현상을 보여주는 것이라고 해석할 수 있다. 개개인의 연구자는 연구파트너의 명성 때문에 자주 협업을 수행하지는 않으나, 협업을 수행한 결과 협업 상대자로 자주 선택된 연구자는 명성이 높은 사람이거나 명성이 높아진다는 개인적 선택의 집단적 결과를 보여준다. 이는 마치, 사람들이 좋아하는 음악을 들을 때 가수나 노래의 인기보다는 자신의 취향에 따라 선택하지만, 그 결과 상대적으로 많은 대중의 취향에 따라 선택된 가수나 노래가 인기가 높은 것에 비유할 수 있다. 즉, 설문조사 결과는 연구자 개인이 협업 파트너 선정 시 고려요인으로, 네트워크 분석 결과는 연구자 사회에서 협업 결과 나타나는 집단적 현상으로 해석 가능하다.

〈표 11〉은 분석 결과를 요약한 것이다.

〈표 11〉 분석 방법에 따른 결과 요약

		협업범위		협업빈도		
		네트워크	설문	네트워크	설문	
근접성	지리적	-	-	○	○	
	소통적	X	-	x	○	
연구자 명성		○	○	○	-	
연구 연관성		-	○	○	-	
신뢰	X	개인적	-	X	개인적	-
		협업	-		협업	○
조화	X	연구 스타일	-	X	연구 스타일	○
		개인적	-		개인적	○

### 5. 결론

연구자끼리의 협업은 사회 다른 분야의 개별 행위자 간 협업이나 기관 간 협업과 달리 단순히 영리와 성과를 효율적으로 증대시키기 위한 목적에서만 수행되지는 않는다는 점에서 특이성을 가진다. 새로운 지식에 대한 호기심과 같은 학자로서의 특성에 기인하여 협업을 수행하는 경우도 있으며 이와 같은 연구자들의 특성은 협업을 할 때 협업 파트너의 선택에 영향을 미친다는 점을 고려해 살펴볼 필요가 있다.

연구자 협업에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 문헌조사를 토대로 가설을 설정하였다. 다음으로, 계량정보학 분야의 연구자들의 협업 네트워크를 생성하고 네트워크의 데이터를 통해 가설을 검증한 후, 네트워크에서는 분석이 어려운 연구자들의 인식 조사를 위한 설문을 수행하였다. 계량정보학 분야 논문을 출판하는 대표 저널 8종을 선정해, 관련 논문의 서지 정보를 수집해 네트워크를 분석하였고, 3회 이상 협업 경험이 있는 연구자의 이메일 정보를 수집해 웹

으로 설문을 수행하였다. 이렇게 수집한 데이터가 통계적으로 유의성이 있는지를 분석함으로써 가설을 검증하였다. 본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

협업 파트너 선택 고려 요인으로 설정한 5개의 요인 중, 집단적 결과 요인인 지리적 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성에 대해 네트워크 분석을 통한 가설 검증 결과, 지리적 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성 요인은 모두 연구자의 협업 패턴에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 특정 연구자와의 지리적 근접성이 높을수록, 연구자 명성이 높을수록, 자신의 연구와 연관성이 높을수록 해당 연구자와 협업 관계를 맺고 있었다.

네트워크 분석은 집단적 결과 요인 중심으로 수행되었고, 연구자 개인의 인식이나 견해와 같은 개인적 선택 요인 파악은 설문을 통해서 보완하였다. 지리적 근접성과 소통적 근접성이 높을수록 해당 연구자와 협업 관계를 지속하는 경우가 많았으며, 연구자의 명성이 높고 연구 주제 및 연구방법 측면에서 관련이 높을 경우 연

구자의 협업 관계가 다양하고 많은 것으로 나타났다. 다른 연구자와의 협업 결과물이나 관계를 통해 해당 연구자를 신뢰할 수 있다고 판단할 수 있는 경우, 협업 시 일의 처리와 같은 방식이 일치하는 경우, 개인적 친분 관계가 있는 경우 여러 차례 해당 연구자를 협업 파트너로 선택하는 경향이 높았다.

지리적 근접성, 연구자 명성, 연구 연관성 요인은 네트워크 분석과 설문 분석을 모두 수행하였다. 네트워크 분석에서는 연구자 명성이 종속 변수인 협업범위, 협업빈도 모두에 대해 유의한 관계를 가지는 것으로 나타났지만 설문 분석에서는 협업범위에 있어서만 유의한 것으로 나타났다. 네트워크 분석에서는 협업빈도에 대해 유의하였던 연구 연관성이 설문 분석에서는 협업 범위에 대해서만 유의한 것으로 나타났다. 연구자 명성과 연구 연관성 요인에 대한 네트워크와 설문 분석 결과가 이와 같은 차이를 보이는 것은 설문결과는 개인적 선택요인이기 때문이라고 파악된다.

본 연구는 다음과 같은 점에서 의의를 가진다고 할 수 있다.

첫째, 이전의 협업 영향 관련 연구가 협업의 목적이나 특징과 관계없이 영향 요인을 밝히는데 몰두했다면, 새롭게 협업 관계를 형성할 때나 연구기관이나 국가의 연구 프로젝트에 의해 협업을 할 때, 지속적이고 깊이 있는 협업 관계를 유지하고자 할 때와 같이 협업의 목적이나 특성에 따라서 협업 파트너에 대한 고려 요인이 다르다는 점을 밝혔다는 점에서 의의가 있다. 협업이라는 하나의 행위가 수행되는 사회적인 맥락에 따라서 영향요인들이 다르다는 점은 향후

디지털 기반의 협업어플리케이션(collaboratory) 서비스 기획 시 기초자료로서 활용가능 할 것이다. Collaboratory는 collaboration과 laboratory의 합성어로 다양한 연구자 협업을 지원하는 정보시스템을 의미한다. Collaboratory의 핵심은 물리적, 기술적 요소보다는 협업을 활성화 시킬 수 있는 소프트웨어적 요소에 있다(Wulf, 1993). 은행과 같이 공식화된 정보를 처리하는 곳에서는 맥락적인 요소의 변동성이 작기 때문에 정보시스템 구현에 있어서 그 실패율이 상대적으로 낮지만, 연구자 협업과 같이 맥락적인 요소가 중요한 행위는 이를 지원하는 정보시스템 구현에 있어서 그 실패율이 상대적으로 매우 높다(Hara, 2007; Kling, Rosenbaum, & Sawyer, 2005). 이에 협업지원 시스템에서는 협업을 왜 하는지에 대한 영향 요인을 다각적으로 파악할 필요가 있다. 본 연구는 이러한 필요성에 부응하여 협업 영향 요인을 다면적으로 조사 분석하였다.

둘째, 학문 공동체를 둘러싼 환경의 변화로 협업이 증가함에 따라 협업은 학문 연구의 가장 보편적인 연구 형태가 되었다. 그에 따라 협업이 연구 과정이나 성과에 미치는 영향이 커졌고, 이는 곧 연구 전략이나 정책의 변화와도 이어진다. 본 연구 결과는 이러한 협업을 둘러싼 영향 요인을 밝혔다는 점에서 효과적인 협업을 위한 연구 네트워크 구성이나 연구 기금 지원 등의 연구 정책을 세우는 연구 기관의 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다. 특히 협업은 새로운 혁신을 위한 매우 중요한 요소로 인식되고 있다. 강한연결관계(strong tie)뿐만 아니라 약한연결관계(weak tie)의 연구자 커뮤니티를 효과적으로 지원함으로써 과학기술분야의 혁신을 도출시키는 밑거름이 될 수 있다. 연구

자 협업을 지원하기 위해서는 우선 협업에 대한 심도있는 이해가 선행되어야 하며 본 연구는 이러한 점에서 긍정적인 공헌을 했다고 판단된다.

셋째, 구조적 관점이 반영된 네트워크 분석에서는 협업과 관련한 개인의 인식을 밝히기 어려웠고, 설문조사를 통해 이를 보완함으로써 구조적 관점과 개인적 관점을 모두 반영한 협업 영향 요인을 파악할 수 있었다. 이전에도 언급했듯이, 협업은 일차원적인 개념이 아니라 다면적 개념이므로 이를 통합적으로 측정하고 해석할 필요가 있다. 이러한 점에서 본 연구는 기존 연구와 차별성 있는 방법론을 적용함으로써 연구자 협업 연구에서 협업의 미시적 측면(개인적 선택 관점)과 거시적 측면(집단적 결과 관점)을 고려해야 한다는 시사점을 제공한다.

하지만 본 연구는 계량정보학 분야 외의 다른 학문 분야의 연구자들에 대해서 동일한 결과를

적용시키기에는 한계가 있다. 본 연구의 개인적 관점과 집단적 결과 관점의 결과 도출을 위한 연구 설계에 있어서 보다 논리성을 보완해야 할 점이 발견 되었으므로, 본 연구는 후속 연구를 위한 탐색적인 연구로서의 의의가 보다 강하다. 또한 협업 영향요인 중 본 연구에서 도출하지 않은 다른 요인들이 존재할 수 있다. 이를 고려하여 향후 연구에서는 여러 학문분야를 대상으로 하여 연구자들의 협업 영향 요인을 보다 다양하게 밝히고, 네트워크 분석과 설문 분석 외에도 인터뷰 방법을 추가하여 연구자들의 협업 영향 요인에 대한 인식을 보다 세밀하게 분석할 수 있을 것이다.

#### 감사의 글 (acknowledgment)

본 논문의 심사과정 중 도움을 주신 익명의 심사위원님들께 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

김용학, 윤정로, 조혜선, 김영진 (2007). 과학기술 공동연구의 연결망 구조: 좁은 세상과 위치 효과. 한국사회학, 41(4), 68-103.

박지연, 김정은, 민윤경 (2010). 기관단위 연구성과 평가방법에 관한 연구: h-지수 및 변형지수를 중심으로. 정보관리학회지, 27(1), 249-267. <http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2010.27.1.249>

박치성 (2012). 행정학 학문공동체의 공동연구 네트워크 구조에 관한 연구: 1998-2009년간 24개 행정학 학술지의 논문공저자 네트워크의 분석을 중심으로. 한국사회와 행정연구, 22(4), 129-153.

손동원 (2003). 사회 네트워크 분석. 서울: 경문각.

안순일 (2009). 협동연구의 영향요인에 대한 실증적 연구. 대한경영학회지, 22(1), 291-327.

이재윤 (2006). 지적 구조의 규명을 위한 네트워크 형성 방식에 관한 연구. 한국문헌정보학회지, 40(2), 333-355.

- 이재윤, 최상희 (2013). Collaboration networks and document networks in informetrics research from 2001 to 2011. *정보관리학회지*, 30(1), 179-191.  
<http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2013.30.1.179>
- Abbasi, A., & Altmann, J. (2011). On the correlation between research performance and social network analysis measures applied to research collaboration networks. 44th Hawaii International Conference on Systems Science (HICSS-44), 1-10.
- Allen, T. J. (1977). *Managing the flow of technology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Barabasi, A. L., & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286(5439), 509-512.
- Bar-Ilan, J. (2008). Informetrics at the beginning of the 21st century - A review. *Journal of Informetrics*, 2(1), 1-52.
- Batagelj, V., & Mrvar, A. (1998). Pajek-program for large network analysis. *Connections*, 21(2), 47-57.
- Beaver, D., & Rosen, R. (1978). Studies in scientific collaboration. *Scientometrics*, 1(1), 65-84.
- Birnholtz, J. P. (2007). When do researchers collaborate? Toward a model of collaboration propensity. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(14), 2226-2239.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for social network analysis*.
- Bozeman, B., & Corley, E. (2004). Scientists' collaboration strategies: Implications for scientific and technical human capital. *Research Policy*, 33(4), 599-616.
- Bukova, H. (2010). Studying research collaboration: A literature review. *Sprouts Working Papers on Information Systems*, 10, Retrieved from  
<http://sprouts.aisnet.org/10-3>
- Creswell, J. W. (2006). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2ndEd.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Diesing, P. (1991). *How social science works*. Pittsburg: University of Pittsburg.
- Dominguez, S., & Hollstein, B. (2014). *Mixed methods social networks research: Design and applications*. New York: Cambridge University Press.
- Frenken, K., Holzl, W., & Vor, F. (2005). The citation impact of research collaborations: The case of European biotechnology and applied microbiology (1988-2002). *Journal of Engineering and Technology Management*, 22(1), 9-30.
- Guns, R., Liu, Y. X., & Mahbuba, D. (2011). Q-measures and betweenness centrality in a collaboration network: A case study of the field of informetrics. *Scientometrics*, 87(1),

- 133-147.
- Hara, N. (2007). Information technology support for communities of practice: How public defenders learn about winning and losing in court. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(1), 76-87.
- Hara, N., Solomon, P., Kim, S.-L., & Sonnenwald, D. H. (2003). An emerging view of scientific collaboration: Scientists' perspectives on collaboration and factors that impact collaboration. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54(10), 952-965.
- Hou, H., Kretschmer, H., & Liu, Z. (2008). The structure of scientific collaboration networks in Scientometrics. *Scientometrics*, 75(2), 189-202.
- Hunter, L., & Leahey, E. (2008). Collaborative research in sociology: Trends and contributing factors. *The American Sociologist*, 39(4), 290-306.
- Katz, J. S., & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26(1), 1-18.
- Kling, R., Rosenbaum, H., & Sawyer, S. (2005). Understanding and communicating social informatics: A framework for studying and teaching the human context of information and communication technologies. Medford, NJ: Information Today, Inc.
- Kretschmer, H. (1994). Coauthorship networks of invisible colleges and institutionalized communities. *Scientometrics*, 30(1), 363-369.
- Kretschmer, H., & Kretschmer, T. (2007). A new centrality measure for social network analysis applicable to bibliometric and webometric data. *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management*, 1(1), 1-7.
- Kumar, S., & Jan, J. M. (2013). Mapping research collaborations in the business and management field in Malaysia, 1980-2010. *Scientometrics*, 97(3), 491-517.
- Laudel, G. (2002). What do we measure by co-authorships?. *Research Evaluation*, 11(1), 3-15.
- Lee, S., & Bozeman, B. (2005). The impact of research collaboration on scientific productivity. *Social Studies of Science*, 35(5), 673-702.
- Leydesdorff, L., & Persson, O. (2010). Mapping the geography of science: Distribution patterns and networks of relations among cities and institutes. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(8), 1622-1634.
- Luukkonen, T., Tijssen, R. J., Persson, O., & Sivertsen, G. (1993). The measurement of international scientific collaboration. *Scientometrics*, 28(1), 15-36.
- Maglaughlin, K. L., & Sonnenwald, D. H. (2005). Factors that impact interdisciplinary natural science research collaboration in academia. 10th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics, 499-508. Jul, Stockholm.

- McKelvey, M., Alm, H., & Riccaboni, M. (2003). Does co-location matter for formal knowledge collaboration in the Swedish biotechnology - Pharmaceutical sector?. *Research Policy*, 32(3), 483-501.
- Melin, G. (2000). Pragmatism and self-organization: Research collaboration on the individual level. *Research Policy*, 29(1), 31-40.
- Melin, G., & Persson, O. (1996). Studying research collaboration using co-authorships. *Scientometrics*, 36(3), 363-377.
- Meyerson, E. M. (1994). Human capital, social capital and compensation: The relative contribution of social contacts to managers. *Acta Sociologica*, 37(4), 383-399.
- Newman, M. E. (2001). The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 404-409.
- Newman, M. E. (2003). Mixing patterns in networks. *Physical Review E*, 67(2), 026126.
- Newman, M. E. (2004). Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America*, 101, 5200-5205.
- Newman, M. E. (2005). A measure of betweenness centrality based on random walks. *Social Networks*, 27(1), 39-54.
- Otte, E., & Rousseau, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, 28(6), 441-453.
- Persson, O. (2008). *Bibexcel: A toolbox for bibliometricians* (Vol. 4). version 2008-08.
- Persson, O., & Beckmann, M. (1995). Locating the network of interacting authors in scientific specialties. *Scientometrics*, 33(3), 351-366.
- Savanur, K., & Srikanth, R. (2010). Modified collaborative coefficient: A new measure for quantifying the degree of research collaboration. *Scientometrics*, 84(2), 365-371.
- Sheu, C., Yen, H. R., & Chae, B. (2006). Determinants of supplier-retailer collaboration: Evidence from an international study. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(1), 24-49.
- Stevens, M. J., & Campion, M. A. (1994). The knowledge, skill, and ability requirements for teamwork: Implications for human resource management. *Journal of management*, 20(2), 503-530.
- Stokols, D., Misra, S., Moser, R. P., Hall, K. L., & Taylor, B. K. (2008). The ecology of team science: Understanding contextual influences on transdisciplinary collaboration. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(2), S96-S115.
- Teddle, C., & Tashakkori, A. (2006). A general typology of research designs featuring mixed

- methods. *Research in the Schools*, 13(1), 12-28.
- van Rijnsvoever, F. J., & Hessels, L. K. (2011). Factors associated with disciplinary and interdisciplinary research collaboration. *Research Policy*, 40(3), 463-472.
- Vinkler, P. (2010). *The evaluation of research by scientometric indicators*. Oxford: Chandos Publishing.
- Whitley, R. (2000). *The intellectual and social organization of the sciences*. Oxford: Oxford University Press.
- Wulf, W. A. (1993). The collaboratory opportunity. *Science*, 261(13), 854-855.

• 국문 참고문헌에 대한 영문 표기  
(English translation of references written in Korean)

- An, Soon Il (2009). An empirical study on the factors affecting the cooperative R&D project between academia and industry. *Korean Journal of Business Administration*, 22(1), 291-327.
- Kim, Yong Hak, Yoon, Jung Ro, Cho, Hyesun, & Kim, Yung Jin (2007). Structure of collaboration network among Korean scientists: 'Small World' and position effect. *Korean Journal of Sociology*, 41(4), 68-103.
- Lee, Jae Yun (2006). A study on the network generation methods for examining the intellectual structure of knowledge domain. *Journal of Korean Society for Library and Information Science*, 40(2), 333-355.
- Lee, Jae Yun, & Choi, Sang Hee (2013). Collaboration networks and document networks in Informetrics research from 2001 to 2011. *Journal of Korean Society for Information Management*, 30(1), 179-191.
- Park, Chi Sung (2012). A study on the network structure of the public administration academic community using the coauthor network from 1998 to 2009. *Korean Society and Public Administration*, 22(4), 129-153.
- Park, Ji Yeon, Kim, Jung Eun, & Min, Yoon Kyung (2010). A study on the evaluation methods of research institution: Based on the h-index and its variants. *Journal of Korean Society for Library and Information Science*, 27(1), 249-267.
- Son, Dong Won (2003). *Social network analysis*. Seoul: Kyungmungak.

