

# 공동 특허 출원인간 협력 요인이 기술혁신성과에 미치는 영향 분석: 우리나라 정보통신업을 중심으로

주성환\* · 서환주\*\*

## <목 차>

- I. 서론
- II. 기존연구
- III. 자료 및 실증분석 모형
- IV. 실증 분석 결과
- V. 결론 및 향후 과제

**국문초록 :** 본 연구는 혁신주체 간 협력이 기술혁신 성과에 미치는 영향을 알아보기 위해 사회네트워크분석 및 분산분석 그리고 회귀분석을 실시하였다. 2009년부터 2012년까지 한국 특허청의 공동 출원인 자료를 토대로 네트워크 구조 변수 및 특성 변수를 도출하였다. 이를 통해 전체 네트워크의 구조적 유형, 혁신주체 별 역할 그리고 혁신 성과에 영향을 미치는 네트워크 특성 변수가 무엇인지를 실증 분석하였다. 분석결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 특허 공동출원인 네트워크는 비교적 소규모 그룹들이 산재해 있는 분산집중형 좁은세상 네트워크 구조이며 혁신주체들이 비교적 느슨하게 연결되어 있었다. 둘째, 특허 공동출원인 네트워크에서 가장 중심적인 역할을 하는 것은 대학교로 밝혀졌으나 협력 파트너의 다양성은 모든 혁신주체가 비슷하였다. 셋째, 익숙한 몇몇 협력 파트너로부터 얻는 신속하고 정확성이 높은 지식이 다양한 분야의 협력 파트너로부터 얻는 생소한 지식보다 성과를 창출하는 데에 보다 긍정적이었다.

주제어 : 협력, 사회네트워크 분석, 특허자료, 네트워크 특성변수

\* 서울디지털재단 책임연구원, 제1저자 (jeongmal@naver.com)

\*\* 한양대학교 경상대학 경영학부 교수, 교신저자 (seohwan@hanyang.ac.kr)

---

---

## Study of the Effects of Co-Patent Network Factors on Technological Innovation: Focus on IT industry in Korea

Seong-Hwan JU · Hwan-Joo SEO

---

---

**Abstract :** This study was conducted using social network analysis, variance analysis, and regression analysis to investigate the effects of cooperation between innovators on technical performance. Based on data of joint applicants filed with the Korean Intellectual Property Office from 2009 to 2012, we derive network structural variables and characteristic variables, and identify network characteristics that affect the overall network structural type, roles for each subject of innovation, and innovation performance. The findings are as follows: i) The network of this study is a distributed, small-world network within which relatively small groups of innovators are distributed. ii) Universities were found to play the most important role in cooperation, but diversity of cooperating partners exhibited similar effects. iii) It was shown that access to quick and accurate knowledge from familiar partners exhibits a more positive influence on generating innovative performance than unfamiliar knowledge from a variety of cooperating partners in non-familiar fields.

Key Words : Cooperation, Social network analysis, Patent data, Network characteristic variables

# I. 서론

자원 집중적이고 폐쇄적인 기술혁신의 시대에서 융합, 협력 그리고 연결을 통해 창의적인 혁신을 추구하는 개방형 기술혁신의 시대로 혁신패러다임이 변화하고 있다. 1930년대에 독점적 시장구조와 대기업을 옹호했던 Joseph Schumpeter가 자원 중심형 폐쇄적 기술 혁신 패러다임의 중심에 서 있었다면 1980년대 이후 등장하여 Freeman(1982, 1987), Lundvall(1985, 1988) 그리고 Nelson(1988, 1990)이 주창한 혁신시스템 이론은 협력과 개방성을 강조하는 새로운 기술혁신 패러다임으로의 길을 열어 놓았다.

혁신시스템은 혁신주체 간 상호작용에 의해 형성되는데, 이때 상호작용은 한 주체가 다른 주체에게 지식을 일방적으로 전달하는 것이 아니라 혁신주체 간 지식의 공유와 반복적인 학습을 통해 새로운 지식을 축적하고 생성하는 과정을 의미한다(Lundvall, 1992). 그리고 이러한 상호작용과 반복적인 학습을 통하여 구축된 혁신주체 간 신뢰는 사회적 자본의 형성에 기여하게 되고 이 사회적 자본은 새로운 기술혁신을 보다 용이하게 만드는 유효한 역할을 하여 혁신의 선순환을 가능하게 만든다. 물론, 사회적 자본은 어떤 맥락에서 사용하느냐에 따라 정의가 달라질 수 있고, 형성되는 과정도 여러 방법이 있을 수 있지만, 대체적으로 사회 구성원들 공동의 힘으로 공동의 목표를 추구할 수 있게 하는 것이며, 협력과 사회적 거래를 촉진시키는 것이라고 봤을 때(기획재정부, 2010), 혁신을 촉진시키는 중요한 요인임을 간과할 수 없다. 이에, Lundvall은 혁신시스템에서 혁신주체 간 상호작용을 통해 형성되는 사회적 자본이 매우 중요하며, 이러한 사회적 자본을 형성시키는 상호작용 체계를 학습경제(Learning Economy)라고 정의하였다. 또한 Coleman(1997)은 동질성을 가진 혁신주체 간 연결정도와 상호작용에 의해 사회적 자본의 양과 질이 좌우되며, 이것이 혁신에 영향을 미친다고 주장하였고, Freeman(1979)도 유사한 문제의식 때문에 각 혁신주체가 지식·정보의 흐름에서 얼마나 중심적인 역할을 하는지 분석하였는데, 그 이유는 이 분석을 통해 사회적 자본 형성의 양과 질을 파악할 수 있기 때문이었다. 이처럼 Lundvall, Coleman 그리고 Freeman은 혁신주체 간 협력과 연결을 통해 생성된 사회적 자본이 빠르게 변화해 나가고 있는 기술혁신에 대응하는 유일한 원동력이라는 점을 지적한 바 있다. 이러한 학문적 추세에 발맞추어 정부정책의 초점도 개별 혁신주체의 역량을 강화하는 방향에서 벗어나 혁신주체 간 긴밀한 협력과 연결을 강조하는 방향으로 이동하고 있으며(Landry, Amara and Lamari, 2002), OECD 가입국의 혁신노력과 그 성과를 동일한 기준 하에서 비교하기 위해 만들어진 오슬로 매뉴

얼(Oslo Manual)도 혁신주체 간 협력의 유무 및 방법을 중요한 평가항목으로 포함하고 있는 상황이다.

이처럼 기술혁신과 관련하여 혁신주체 간 협력과 연결이 강조되면서 협력과 연결정도를 객관적으로 측정하고 수치화하는 데 도움을 주고 있는 사회네트워크분석(Social Network Analysis, 이하 SNA)에 대한 관심이 높아지고 있다. SNA는 개별 주체의 속성에 주목하는 전통적인 통계분석과는 달리 각 주체 간의 연결 관계를 수치화한다는 특징이 있다(이수상, 2012). SNA는 1970년대부터 등장한 분석 방법이지만 기술적 한계로 주목받지 못하다가 1980년대 이후 INSNA(International Network for Social Network Analysis)이 출범하고 Pajek, UCINET 등 측정 도구가 발달하면서 경제학, 사회학, 생물학 등 다양한 분야에서 유용한 연구 방법으로 자리잡아가고 있다(Scott, 2012). 이에, 본 연구는 기존 이론들을 토대로 혁신주체 간 협력의 내용에 따라 혁신 성과가 어떻게 달라지고 어떤 영향을 미칠 수 있는지 알아내고자 수행하였다. 이를 위해, SNA를 사용하여 혁신주체 간 협력의 정도와 네트워크 내에서의 역할을 분석함으로써 본 연구의 목적을 달성하고자 하였다.

기존의 SNA를 활용한 실증연구에서는 주로 연결 관계의 강함과 약함, 주체 간 연결 거리 그리고 연결 파트너의 다양함 등을 측정하고 있다. 그 연구들 중 상당수는 혁신주체 간 협력이 매우 긴밀하고 강해야 기술혁신 활동이 원활해져 성과창출에 유리하다고 설명하고 있다(Salman et al., 2005; Ouimet et al., 2004; Verspagen et al., 2004; 박병진 외, 2013). 반면, Granovetter(1973)는 혁신주체 간 연결의 중복은 유사한 정보만을 반복적으로 유통시키기 때문에 혁신주체 간 연결이 느슨하고 중복이 적어야 알지 못 하던 새로운 지식을 접하게 되어 창의적 혁신이 촉진된다고 주장하였다. 또한 Burt(1992)도 혁신주체 간 연결 네트워크 내에서 구조적 공백이 있어야만 창의적 혁신이 보다 원활해진다고 주장하면서 구조적 공백 개념을 제안하기도 하였다. 이러한 Granovetter와 Burt의 주장은 보다 다양한 혁신주체와 협력해야 혁신의 창의성을 높일 수 있다는 개방형 혁신의 주장과 맞닿아 있다.

본 연구는 이러한 상반된 주장을 한국의 혁신활동을 대상으로 검증해 보고자 한다. 즉, 혁신주체 간의 협력이 점점 증가하고 있는 가운데, 협력의 모습과 내용이 혁신 성과창출에 어떻게 영향을 미치는지를 분석하고자 하며, 협력의 구조와 네트워크 내에서의 혁신주체별 역할에 집중하여 의미를 도출해 보고자 한다. 이를 위해 본 연구는 한국특허 자료를 이용하여 특허 공동 출원인 간 협력 네트워크를 분석하고 이 협력네트워크의 기술혁신성과에 대한 영향을 실증 분석하였다.

본 연구는 총5개의 장으로 구성되어 있다. I 장에서 본 연구의 필요성을 언급하고, II 장에서 SNA 이론과 SNA를 활용한 기술혁신 관련 연구에 관한 기존연구를 기술하였다. III장은 우리나라의 특허데이터를 토대로 한 분석자료 및 실증분석모형을 소개한다. IV장은 SNA 및 분산분석, 다중회귀분석을 통한 분석결과를 소개하고 V장은 실증분석 결과를 토대로 결과 및 시사점을 제시하였다.

## II. 기존연구

### 1. SNA 이론

본 연구에서 사용하고 있는 사회네트워크분석(Social Network Analysis; SNA)은 복수의 구성원이 어떻게 연결되어 있는지를 관계 패턴으로 분석한다(Wasserman and Faust, 1994). 이에 덧붙여 기술혁신 관점에서의 SNA는 혁신주체 간 연결정도·경로·위치 등을 파악하여 그것이 어떤 경제적, 사회적 의미를 내포하는지 분석한다(김용학 외, 2007). SNA에서 경제적, 사회적 의미를 밝혀내기 위한 측정 변수를 크게 구조변수와 특성변수로 나눌 수 있는데(이덕희, 2011), 구조변수는 전체 협력네트워크의 구조를 설명하는 것으로 연결정도(Degree), 밀도(Density), 경로거리(Path Distance) 그리고 컴포넌트(Component) 등이 있고, 특성변수는 각 혁신주체가 네트워크 내에서 차지하고 있는 위치를 통해 어떤 기회를 갖는지 혹은 어떤 제약에 직면하고 있는지를 확인할 수 있는 변수로 중심성(Centrality)과 구조적 공백(Structural Holes)등이 있다. 중심성은 네트워크 내에서 특정 주체가 얼마나 유리한 위치를 점하고 있는지를 측정하는 개념으로, 누가 중요한 혁신주체인가 하는 질문에 대해 위치의 관점에서 설명한다(Hanneman and Riddle, 2005; Knoke and Yang, 2008; Prell, 2012; Scott, 2012). 그중, 연결중심성(Degree)은 직접적인 연결 정도를 나타내는 것으로 높은 연결중심성을 갖는 주체는 대안들이 많고 다른 주체들에 대해 덜 의존적이며 지식에 보다 쉽게 접근할 수 있다(곽기영, 2014). 둘째, 근접중심성(Closeness)은 네트워크 내의 직·간접적 연결을 모두 고려하여 한 주체와 다른 모든 주체들 간의 거리를 측정하는 것으로, 높은 근접중심성을 갖는 주체는 다른 주체를 여러 번 거치지 않아도 연결될 확률이 높아 신속하게 정확한 정보를 얻게 된다(곽기영, 2014). 셋째, 매개중심성(Betweenness)은 직접 연결되어 있지 않은 주체들 간의 관

계를 중개하는 정도를 나타내며, 높은 매개중심성을 갖는다는 것은 다른 주체들을 통제할 수 있는 연결에 관한 권력을 얻게 된다. 마지막으로 구조적 공백이란 직접적인 연결 관계를 갖지 않는 주체들로부터 발생하는 ‘사회적 구조 내에 존재하는 빈 공간’을 의미한다(Burt, 2005). 구조적 공백은 효율성(Efficiency)으로 측정할 수 있는데, 효율성은 혁신 주체 간 연결 비중복 비율을 나타내며, 중복성이 높으면 구조적 공백이 사라지게 되어 정보효익이 낮아진다.

## 2. SNA을 이용한 혁신관련연구

국내외 다양한 연구자들은 협력 네트워크 관점에서 전체 네트워크 구조 및 혁신주체의 위치·역할이 혁신성과 창출에 어떠한 영향을 미쳤는지를 분석해왔다.

우선, 네트워크 구조적인 측면에서 분석한 연구자들의 관련 연구는 다음과 같다. Owen-Smith et al(2002)은 미국과 유럽의 생명과학분야 협력네트워크를 비교하기 위해 연구개발 데이터와 특허데이터를 활용하여 분석하였다. 연구 결과 미국 네트워크 내에 존재하는 혁신주체들은 서로 분업적이고 수평적인 관계를 맺으면서 연구개발 활동을 수행하고 있었다. 이에 반해 유럽은 중앙 집중적인 네트워크 구조를 보이고 있었으며 연구개발 자금이 정부에서 투입되는 경우가 많아 대단히 위계적인 네트워크 구조를 보이고 있었다. 이러한 결과를 근거로 연구자들은 유럽이 미국의 혁신방법을 도입하기 위해서는 대학교, 다국적 기업, 중소기업, 공공기관 등 다양한 혁신 주체가 수평적으로 협력하고 조정하는 것이 필요하다고 주장하였다. Verspagen and Duysters(2004)는 기업 간 전략적 기술제휴 현상을 SNA를 통해 연구하였다. 특히 사회적 자본 이론과 구조적 공백 이론 관점에서 네트워크 밀도, 군집화 계수, 경로거리, 네트워크 효율성 등을 측정하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 기업들은 전략적 제휴 관계를 구축하는 데 있어서 조밀한 구조를 선호하는 것으로 나타났다. 둘째, 경로거리의 증가는 지식 및 정보의 효율적인 확산에 장애가 되며 전략적 제휴관계를 구축하는 기업들이 선호하지 않는 것으로 나타났다. 셋째, 기업들은 현재 위치해 있는 네트워크 이외에 다른 네트워크와의 파트너십을 맺는 것에 주저하지 않는 것으로 나타났다. Singh(2005)은 지식의 확산 흐름을 분석하기 위해 미국특허청의 특허 인용 데이터를 통해 특허 간 인용확률을 측정하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 동일지역 특허가 타 지역 특허보다 인용을 받을 확률이 66% 높다는 것을 밝혀냈다. 둘째, 사회적 연결이 없는 특허 쌍의 경우 인용이 발생할 확률이

낮은 반면 사회적 연결이 있는 특히 쌍 간에는 경로거리가 짧아질수록 인용이 발생할 확률이 높아졌다. 셋째, 밀도가 높은 협업 네트워크일수록 강렬한 지식흐름을 유도하는 경향이 더 강한 것으로 나타났다. Schilling et al(2007)은 미국기업들을 통해 네트워크의 군집화와 경로거리가 특히 등 기술혁신 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과에 의하면 매우 긴밀하게 밀집된 군집화 계수는 지식확산을 촉진하며 짧은 경로거리는 더 많은 혁신주체의 자원을 상대적으로 가까운 범위 내에서 사용 가능하게 하여 혁신주체가 사용할 수 있는 정보의 양을 증가시킨다. 즉, 높은 군집화계수와 짧은 경로거리는 혁신을 위한 창조적 지식의 유통을 가능하게 한다고 주장하였다.

<표 1> 네트워크 구조적 측면의 기존 연구 정리

연구자	연구 대상	연구 결과	구조적 의미
Owen-Smith et al(2002)	미국, 유럽의 생명과학분야 기업	미국은 분업적이고 수평적인 네트워크 구조 유럽은 중앙집중적인 네트워크 구조	느슨한 네트워크가 혁신에 더 긍정적
Verspagen and Duysters(2004)	전략적 제휴관계에 있는 기업	긴밀한 협력 구조에서 혁신 창출 가능성이 높음 경로거리의 증가는 혁신 창출에 부정적	긴밀한 네트워크가 혁신에 더 긍정적
Singh(2005)	특허 인용 데이터	동일지역내, 경로거리가 짧을수록 혁신 창출에 긍정적 밀도가 높은 협력구조일수록 혁신 창출에 긍정적	긴밀한 네트워크가 혁신에 더 긍정적
Schilling et al(2007)	미국 기업	군집화계수가 클수록 혁신 창출에 긍정적 경로거리가 짧을수록 혁신 창출에 긍정적	긴밀한 네트워크가 혁신에 더 긍정적

다음은 서로 협력하고 있는 혁신주체들의 역할이 혁신 성과에 미치는 영향에 대해 분석한 연구들이다. Ouimet et al(2004)은 퀘벡지역 광학·포토닉스 기업의 네트워크 내 위치가 혁신 성과에 미치는 영향을 연구하였고, 연구 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 가장 높은 혁신 등급을 보인 퀘벡지역의 광학·포토닉스 기업은 주로 느슨한 관계를 기반으로 다각화된 협력 관계를 맺고 있었다. 둘째, 퀘벡 지역의 광학·포토닉스 기업들은 기업뿐만 아니라 비영리 단체 등 다양한 혁신주체들과의 협력을 통해 혁신을 촉진하고 있었다. 셋째, 퀘벡 지역의 광학·포토닉스 기업들은 정보의 중개자 역할을 통해 혁신을 창출하는 확률은 거의 없었다. Salman et al(2005)은 바이오산업을 대상으로 한 네트워크 실증연구를 통해 연결중심성과 근접중심성이 특허와 라이선스 창출에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다. 연구 결과 기업의 연결중심성과 근접중심성 모두가 기업의 혁신 활동에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 김영조(2005)는 부산지역 중소기업

업을 대상으로 다른 업체와의 기술협력 관계가 기술적 성과 및 재무적 성과에 미치는 영향을 조사하였다. 조사 결과, 다른 기업과의 기술협력이 특허 등 기술적 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 백현미 외(2013)는 한국, 미국, 유럽, 일본의 특허를 토대로 기술 간 융합이 매출액에 미치는 영향을 분석하였다. 연구 결과, 기술 융합이 많이 이루어질수록 매출액도 증가하는 것으로 나타났다. 박병진 외(2013)는 반도체 기업 간 제휴 네트워크에서 기업의 중심성이 혁신 성과인 특허수에 미치는 영향을 연구하였다. 연구 결과, 직·간접적인 제휴기업의 수를 나타내는 연결중심성과 근접중심성은 해당 기업의 혁신성과에 긍정적인 영향을 주었으나 매개중심성은 혁신성과에 영향이 없는 것으로 나타났다. 한상범 외(2015)는 국내 주식시장인 코스피 및 코스닥에 상장되어 있는 139개의 IT기업을 대상으로 특허의 인용-피인용 관계를 SNA를 활용하여 분석하였다. 연구 결과, 중심성은 순이익에 긍정적인 영향을 보였고 구조적 공백 지수는 유의미하지 않았다.

<표 2> 혁신주체 역할에 관한 기존 연구 정리

연구자	연구 대상	연구 결과	역할에 관한 의미
Ouimet et al (2004)	퀘벡 지역의 광학·포토닉스 기업	느슨하고 다양한 협력관계가 혁신 창출 가능성이 높음 매개중심성은 혁신 창출에 긍정적인 영향이 없음	구조적 공백이 높을수록 혁신에 긍정적
Salman et al (2005)	바이오 산업내 기업	연결중심성은 특허와 라이선스 창출에 긍정적 근접중심성은 특허와 라이선스 창출에 긍정적	중심성이 높을수록 혁신에 긍정적
박병진 외 (2013)	제휴 관계의 반도체 기업	연결중심성, 근접중심성은 혁신 창출에 긍정적 매개중심성은 혁신 창출에 영향이 없음	중심성이 높을수록 혁신에 긍정적
한상범 외 (2015)	코스피/코스닥 상장 IT기업	중심성은 혁신 창출에 긍정적 구조적 공백지수는 혁신 창출에 영향이 없음	중심성이 높을수록 혁신에 긍정적

이상의 기존연구를 종합하면 다음과 같다. 첫째, 대체적으로 밀도 및 군집화계수가 크고, 경로거리가 짧은 조밀한 연결 구조를 갖는 것이 혁신에 유리한 것으로 나타났다. 다만, 지역 및 업종에 따라 다른 결과를 나타내는 경우도 있었는데, 미국의 생명과학업종과 퀘벡지역의 광학·포토닉스 업종은 조밀한 연결구조보다 느슨한 연결구조가 혁신 성과 창출에 긍정적이라는 연구 결과를 나타내고 있었다. 둘째, 이에 반해 협력의 다양성을 나타내는 구조적 공백 지수는 혁신성과 창출에 직접적인 영향을 미친다는 사실을 발견하기 힘들었다. 셋째, 연결중심성과 근접중심성 등 중심성이 높은 혁신주체가 혁신성과 창출에 긍정적이라는 연구결과가 많았다.

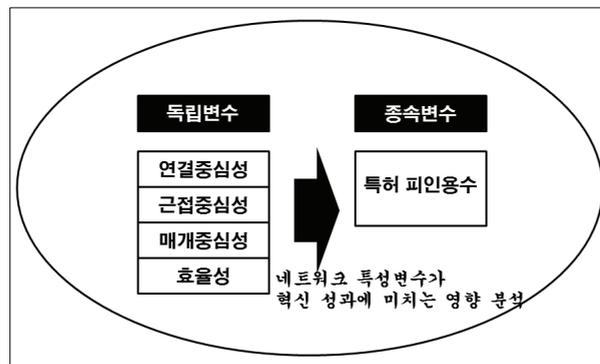
### Ⅲ. 자료 및 실증분석 모형

#### 1. 연구목적

본 연구는 중심성과 구조적공백 등의 특성변수를 독립변수로 하고, 기술혁신의 급진성(radicalness)정도를 나타내는 특허 피인용수를 종속변수로 하여 그 영향을 분석하였다. 이것을 통해 혁신성과에 긍정적인 영향을 미치는 혁신주체의 역할 요인이 무엇인지 밝히고자 하였다. 분석 방법으로는 다중 선형 회귀분석 모델을 사용하였다. 이 모델을 사용하여 분석함으로써 종속변수인 혁신성과와 독립변수인 혁신주체역할 간의 선형관계를 밝히고, 어떠한 패턴으로 변하고 있는지를 변수 간의 관계를 통해 알아보하고자 하였다. 단, 검증하기 이전에 특허 공동출원인 네트워크의 구조적 특징과 특허 공동출원인 네트워크 내에서 각 혁신주체의 역할 파악을 위한 서술적 분석을 실시하였다.

#### 2. 연구가설의 설정

<그림 1>의 연구주제인 각 혁신주체 별 특성변수가 종속변수인 특허 피인용수에 미치는 영향을 파악하기 위해 아래의 네 가지 가설을 설정하였다.



<그림 1> 연구모형

첫째 가설은 혁신주체의 중심성과 혁신성과 간의 연관관계에 관한 것이다. 국내외 여러 연구자들은 혁신주체 간 연결의 빈도, 거리, 위치 등 연결정도가 혁신성과에 미치는

영향을 연구한 바 있다(Salman et al., 2005; Ouimet et al., 2004; Verspagen et al., 2004; 박병진 외, 2013; 한상범 외, 2015). 이 연구들에 따르면 연결정도가 강한 혁신주체일수록 다른 혁신주체들에 영향력을 행사할 가능성이 높으므로 네트워크 내에서 중심적 역할을 한다는 연구결과를 도출한 바 있다. 이 연결정도를 측정하는 방법 중에서도 직접적인 연결 관계를 측정하는 연결중심성은 대표적인 중심성 측정 변수라고 할 수 있다. 광기영(2014)은 연결중심성이 높을수록 다른 혁신주체의 지식·정보에 쉽게 접근할 수 있어 혁신 성과를 창출할 수 있는 가능성이 높다고 하였고, Ahuja(2000)는 직접적인 연결관계는 자원 공유의 혜택과 지식 확산의 혜택을 누릴 수 있어 혁신 성과를 높일 수 있다고 주장하였다. 이러한 기존 연구결과를 토대로 연결중심성으로 측정할 수 있는 혁신주체 간 직접적인 연결의 빈도가 혁신성과에 정(+)의 영향을 미친다는 가설을 설정하였다.

[가설 1] 연결중심성은 혁신 성과와 정(+)의 관계가 있다.

둘째, 이러한 직접적인 연결 관계 외에 간접적인 연결 관계도 혁신 성과에 영향을 미칠 수 있다. 간접적인 연결 관계란 다른 혁신주체와 교류할 때 직접적으로 알지 못 하더라도 직접적인 연결 관계가 있는 다른 혁신주체로부터 소개받아 연결될 수 있는 관계를 의미한다. 이것은 직접적으로 연결할 때 소요되는 노력을 절감할 수 있고 연결 관계를 매우 광범위하게 넓힐 수 있다는 점에서 장점이 있다. 또한, 독립적으로 지식·정보를 전달할 수 있는 전달력, 동원력 및 정확성 또한 높아질 수 있다(박병진 외, 2013). 여기에서 중요한 것은 얼마나 신속하게 다른 혁신주체와 연결되어 지식·정보를 교류할 수 있느냐 하는 것인데, 이것은 얼마나 짧은 단계를 거쳐 연결될 수 있느냐로 가능되어질 것이다. 이미 국내외 다수의 연구에서 간접적인 연결의 거리가 짧을수록 혁신 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 연구 결과를 도출한 바 있다(Salman et al., 2005; 박병진 외, 2013; 한상범 외, 2015). 이에, 본 연구에서도 간접적 연결의 거리가 짧을수록, 즉 높은 근접중심성이 혁신 성과와 정(+)의 관계가 있다는 가설을 설정하였다.

[가설 2] 근접중심성은 혁신 성과와 정(+)의 관계가 있다.

셋째, 네트워크 내에 중간 중개자 역할을 하는 혁신주체들은 지식·정보 흐름의 최종 목적지는 아니지만 지식·정보 흐름의 매개 과정에서 연결을 위한 권력을 갖게 되고 쉽게 취득할 수 없는 지식·정보의 습득으로 인해 혁신성공의 확률을 높일 수 있다. 또한

전혀 상이한 두 그룹 간 기술적 융합 및 산업적 융합의 가능성도 높아질 것이다(박병진 외, 2013). 이것은 매개중심성으로 측정할 수 있다. 이에 본 연구에서는 연결의 매개 역할, 즉 매개중심성은 혁신성과와 정(+)의 관계가 있는 것으로 가설을 설정하였다.

[가설 3] 매개중심성은 혁신성과와 정(+)의 관계가 있다.

넷째, 앞서 설명하였던 연결정도(cohesion)와 달리 연결 관계가 없는 혁신주체 간에 발생하는 빈 공간에서 차별적인 경쟁 우위가 발생한다는 주장도 있는데, 그 주장을 구조적 공백이라고 한다. Burt(1992)는 네트워크에서의 구조적 공백을 측정하기 위한 지수로 효율성(efficiency)을 제안하였는데, 이것은 혁신주체 간 연결의 비중복성을 측정하는 것이다. 효율성이 높다는 것은 다양한 협력 파트너와 연결되어 있다는 것이고, 효율성이 낮다는 것은 서로 알고 지내던 파트너와 반복적으로 협력하고 있다는 것을 의미한다. Burt(1992)는 높은 효율성을 통해 차별적인 경쟁 우위가 발생하여 기술 혁신을 촉진한다고 주장한 바 있다. 이에, 본 연구는 혁신주체 간 중복적 연결 관계가 적을수록, 즉 효율성이 높을수록 혁신 성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이라는 가설을 설정하였다.

[가설 4] 효율성은 혁신 성과와 정(+)의 관계가 있다.

### 3. 자료 및 변수에 대한 설명

기술 혁신에 관한 연구에서 특허자료가 기업의 혁신성과를 분석하는 데 유용하다는 것은 널리 알려진 사실이다(Arundel et al., 1998; Archibugi 외, 1996; Romijn 외, 2002; 김진영 외, 2009; 심우중 외, 2010). 특히, 특허 피인용 수는 특정 특허가 이후에 출원된 다른 특허에 인용된 횟수를 측정하는 것으로 기술의 가치나 중요성을 나타내는 데에 매우 효과적인 지표로 알려져 있다(Trajtenberg, 1990). 해당 특허를 다른 특허들이 많이 인용하고 있다는 것은 그만큼 관련 기술 분야에서 연구개발에 활발하게 활용되고 있다는 것이어서 경제적인 가치창출의 가능성이 높다고 할 수 있기 때문이다. 이러한 점 때문에 피인용수가 높다는 것은 해당 특허가 근본적인 기술혁신(radical innovation)의 성과가 높다는 것을 입증하는 것이라고 할 수 있다(김강희, 2012). Carpenter et al(1981)는 100개의 중요특허와 무작위로 추출한 102개 특허에 대한 심사관 인용정보 분석을 통해

특허인용데이터를 기술지표 개발과 기술정책분석에 사용할 수 있다고 주장하였는데 그 이유는 피인용 횟수가 높은 특허집단을 찾아내서 분석하는 것이 기술적으로 중요한 특허영역을 보여주는 타당한 지표를 제공하기 때문이다. 또한 특허 인용 분석은 지식의 흐름과 과학의 확산 그리고 기술이전의 경로를 추적할 목적으로도 사용되고 있다(Acosta and Coronado, 2003; Hu and Jaffe, 2003; Meyer, 2002).

본 연구는 특허 피인용수를 활용하여 네트워크의 특성변수와 기술혁신 간의 관계를 분석하고자 하였다. 이를 위해 2009년부터 2012년까지 국내 정보통신 분야에 등록된 특허 데이터 중 2개 기관 이상이 공동 출원한 특허 데이터를 선정하였다. 업종은 정보통신업으로 한정하였는데, 그 이유는 본 연구의 목적인 혁신주체 간 협력관계를 분석함에 있어 협력이 가장 활발하고, 특허 출원도 가장 왕성하게 이루어지고 있는 업종이 정보통신업이라고 판단했기 때문이다. 정보통신업 중에서는 ‘컴퓨터 프로그래밍 및 정보서비스업’, ‘전자부품제조업’, ‘컴퓨터 및 주변장치제조업’을 대상으로 하였다. 제조업 중, ‘반도체 제조업’, ‘통신 및 방송장비 제조업’은 특정 혁신주체가 해당 업종에서 차지하는 비중이 매우 커 협력관계에 있어서 결과를 왜곡할 수 있으므로 본 연구에서는 제외하였다. 데이터의 출처는 특허정보 제공 기업인 웹스온(www.wipson.com)의 데이터를 사용하였는데, 이것은 웹스온이 특허청에서 제공하는 모든 데이터와 연동하고 있고 특허청 서비스(www.kipris.or.kr)에서 제공하지 않는 특허 피인용 정보를 제공하기 때문이다. 국내 이러한 조건으로 구축한 데이터는 총 35,520개 등록특허 중, 공동출원 특허 1,296개, 출원기관 1,022개를 연구 대상으로 하였다.

중속변수는 혁신의 성과를 측정하기 위해 특허 피인용 횟수에 로그를 취하여 사용하였으며, 특허 피인용 횟수는 해당 혁신주체의 특허가 피인용된 횟수를 모두 더한 것이다. 따라서 본 연구에서 사용하고 있는 혁신성과는 단순히 특허출원건수와 같은 혁신의 양적인 측면에 주목하는 것이 아니라 피인용도가 높은 질 높은 창의적인 혁신을 하고 있는지에 주목하고 있는 것이다. 독립변수는 앞서 서술하였던 본 연구의 목적에 따라 네트워크 내에서 각 혁신주체의 위치 및 역할에 대해 측정하고자 하였다. 이러한 네트워크 내에서의 혁신주체의 위치 및 역할을 측정할 수 있는 대표적인 지표로 중심성과 구조적 공백이 있다. 본 연구에서 측정하고자 하는 중심성 지표는 연결중심성, 근접중심성 그리고 매개중심성이다. 연결중심성은 가설 1을 검증하기 위한 변수로 한 혁신주체가 다른 혁신주체와 직접적으로 얼마나 많은 연결 관계를 맺고 있느냐를 측정하는 것이다. 근접중심성은 가설 2를 검증하기 위한 변수로 얼마나 짧은 거리로 다른 혁신주체와 연결되어질 수 있느냐를 측정하는 변수이다. 매개중심성은 가설 3을 검증하기 위한 변수로 서로 다

른 혁신주체 간의 간접적인 연결 관계에서 중개자 역할을 하는 횡수로 측정하는 변수이다. 매개중심성이 높다는 것은 중개자 역할을 하는 횡수가 많다는 것을 의미한다. 효율성은 가설 4를 검증하기 위한 변수로 정보효익의 관점에서 혁신주체 간 연결 비중복 비율을 나타내는데 중복성이 높을 경우 구조적 공백이 사라지게 되어 정보의 다양성과 그에 따른 정보효익이 낮아진다.

통제변수로는 공동 연구에 참여하는 혁신주체의 유형을 범주형 변수로 처리하였다. 당초 기존의 여러 연구에서 통제변수로 기업규모를 대변하는 종업원 수, 자본액, 매출액 등을 선정하 바 있어 본 연구에서도 이러한 점을 고려하였으나(박덕규, 2007; Schilling et al., 2007; 한상범 외, 2015), 본 연구는 기업만이 아니라 정부·공공기관, 대학교를 모두 포함하고 있으므로 일률적인 기준으로 규모를 비교하기 어려운 점이 있어 각 혁신주체의 유형인 정부·공공기관, 대학교, 대기업, 중소기업을 각각 더미변수로 처리하였다. 아울러, 네트워크 구조를 측정하는 변수인 군집화계수를 통제변수로 설정하였다. 군집화계수는 네트워크 내의 모든 혁신 주체들이 서로 무리 지어 모여 있는 정도를 나타낸다. 일반적으로 군집화는 네트워크의 정보 확산역량을 증가시키고, 혁신주체 간 교류 및 학습을 촉진시키며, 정보 교환의 의지를 높이는 경향이 있다(Schilling et al., 2007). 앞서 언급한 바와 같이 본 연구는 네트워크 내 혁신주체의 위치 및 역할에 대해 초점을 맞추고 있는데, 네트워크의 군집화 정도로 인해 정보·지식의 확산에 의해 영향을 받을 수 있다. 이에 연구의 왜곡을 방지하기 위해 군집화계수를 통제변수로 설정하였다.

<표 3> 변수의 조작적 정의

구분	변수명	
종속변수	특허 피인용수	다른 혁신주체로부터 피인용된 횡수에 로그를 취한 값
독립변수	연결중심성	다른 혁신주체와 맺고 있는 연결관계 수를 합산하여 가능한 연결관계의 최대값으로 나눈 값
	군집중심성	한 혁신주체와 나머지 혁신주체 간 최단경로거리 합의 역수
	매개중심성	모든 혁신주체 쌍 간의 최단경로 가운데 한 혁신주체가 포함되어 있는 경로의 비율
	효율성	혁신주체 간 중복 연결관계의 역수를 가능한 연결관계의 수로 나눈 값
통제변수	유형 더미	혁신주체의 유형 더미
	군집화계수	네트워크 내 혁신주체들이 무리지어 있는 정도

$$CITATIONPat_i = \beta_0 + \beta_1 Centralit_i + \beta_2 Org_i + \beta_3 Cluster_i + \epsilon_i$$

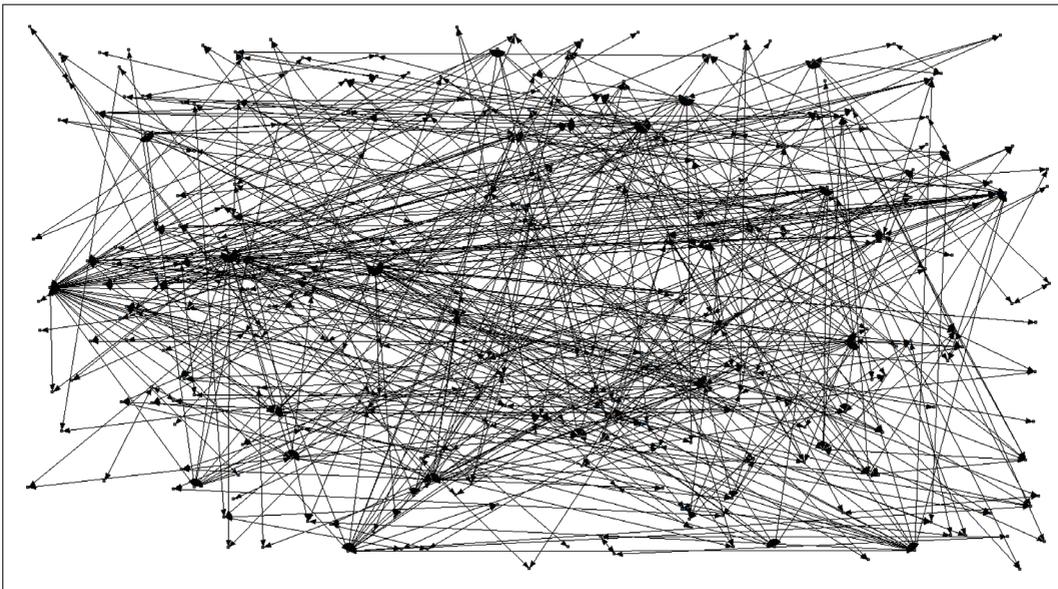
$$CITATIONPat_j = \beta_0 + \beta_1 Efficiency_j + \beta_2 Org_j + \beta_3 Cluster_j + \epsilon_j$$

$CITATIONPat_i$	i 혁신주체의 특허 피인용수에 로그를 취한 값
$\%Centrality_i$	i 혁신주체의 중심성 · 효율성 지수를 순차적으로 입력
$\%degree_i$	i 혁신주체의 연결중심성
$\%Closeness_i$	i 혁신주체의 근접중심성
$\%Betweeness_i$	i 혁신주체의 매개중심성
$\%Efficiency_i$	i 혁신주체의 효율성
$Org_i$	혁신주체 유형 더미
$Cluster_i$	i 혁신주체의 군집화계수

<그림 2> 연구모형 함수

## IV. 실증 분석 결과

### 1. 네트워크 구조



<그림 3> 네트워크 그래프

2009년부터 2012년까지 특허 출원인으로 참여했던 참여기관을 혁신주체로 하여 네트워크를 구성하고 그 구조적 특징들을 SNA를 통해 확인하였다. 본 네트워크를 각 혁신주

체들로 시각화한 <그림 3>을 보면, 240여개의 구성집단(component)이 존재하는 분절화된 구조를 확인할 수 있다. 이 네트워크의 구조는 다양한 변수를 통해 그 특징을 수치화한 <표 4>를 통해 자세히 알아볼 수 있다. 우선, 2009년부터 2012년까지 4년간 등록된 특허등록 건수 35,520개 중 공동 특허등록 건수는 1,296개로 3.6%의 비중을 차지하고 있고, 이 공동 특허등록에 참여하고 있는 혁신주체는 1,022개이다. 이 혁신주체 중, 정부·공공기관이 102개로 9.9%, 대학교가 81개로 7.9%, 대기업이 94개로 9.1%, 중소기업이 745개로 72.9%를 차지하고 있어, 중소기업의 비중이 가장 높고 대학교가 가장 적었다.

네트워크의 구조적 측면에서 변수들을 보면, 우선 노드는 1,022개, 연결선의 수는 2,059개로 나타났다. 네트워크의 밀도는 0.002, 최대 경로거리를 의미하는 네트워크 지름은 11단계로 나타났다. 전체 네트워크는 244개의 구성 집단으로 나누어져 있고, 전체의 42.0%에 해당하는 430개의 혁신 주체가 가장 큰 구성 집단에 포함되어 있다. 두 번째로 큰 구성집단에 속한 혁신주체는 9개에 불과한 것으로 볼 때, 가장 큰 구성 집단을 제외한 나머지는 대부분 소규모의 군락을 이루고 있음을 알 수 있다. 또한, 혁신주체 간의 평균적인 경로거리는 4.4로 Erdo-Reney의 무작위 네트워크의 시뮬레이션 결과에서 나타난 5.387과 비교해 더 짧은 것으로 나타났다. 군집화계수는 0.148로 무작위 네트워크의 0.001에 비해 훨씬 크다는 것을 알 수 있다.

<표 4> 네트워크 구조 분석

	변 수	수치
총괄	총 특허등록수	35,520
	공동특허 등록수	1,296(3.6%)
	참여기관수	1,022
연결	연결가능한 연결선수	1,049,600
	실제 연결선수	2,059
	평균 연결선수	2.008
	밀도	0.002
거리	평균경로거리	4.4
	최다경로거리	4
	최대경로거리	11
그룹	제1컴포넌트	430(42.0%)
	제2컴포넌트	9(0.9%)
	컴포넌트수	244
군집화	군집화계수	0.455
	가중평균 군집화계수	0.148

이 구조적 특징을 종합하면, 244개의 구성 집단이 산재하여 있고, 군집화계수는 0.148로 조밀한 구조를 보이고 있어, 분산집중형 좁은 세상 네트워크 구조를 보이고 있었다. 이것은 다양한 협력관계가 존재하는 반면, 동일한 그룹 내에서는 매우 긴밀하게 연결되어 있는 것을 나타내고 있다. 또한, 평균경로거리가 4.4인데, 평균적으로 4단계만 거치면 원하는 혁신주체와 연결되며, 신속하게 지식을 습득할 수 있는 구조라고 할 수 있다.

## 2. 혁신주체별 역할

특히 혁신시스템의 네트워크 내 혁신주체의 역할을 확인하기 위한 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 각 혁신주체는 정부·공공기관, 대학교, 대기업, 중소기업으로 구분하였고, 각 측정 수치를 통해 지식·정보의 흐름, 관계 다양성 등의 측면에서 혁신주체가 어떤 역할을 하고 있는지를 확인하였다. <표 5>의 확인 결과, 효율성을 제외하고 유의 확률이  $p < 0.01$ 로 나타나 각 혁신주체별로 역할의 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 5> 혁신주체 유형별 차이 비교

구분	지표	혁신주체	평균	표준편차	F값	유의확률
중심성	연결중심성	정부·공공	0.339	0.494	67.43	0.000
		대학교	0.573	0.760		
		대기업	0.279	0.370		
		중소기업	0.128	0.078		
	근접중심성	정부·공공	0.130	0.032	9.50	0.000
		대학교	0.138	0.030		
		대기업	0.129	0.032		
		중소기업	0.121	0.030		
	매개중심성	정부·공공	0.166	0.544	45.26	0.000
		대학교	0.336	0.653		
		대기업	0.087	0.270		
		중소기업	0.005	0.032		
구조적 공백	효율성	정부·공공	0.872	0.224	1.97	0.116
		대학교	0.932	0.123		
		대기업	0.922	0.286		
		중소기업	0.923	0.194		

※ 정부·공공기관 N=102, 대학교 N=81, 대기업 N=94, 중소기업 N=745

<표 6>의 분석결과를 살펴보면 연결중심성에서 정부·공공기관-대기업 사이에는 유의미한 차이가 없었지만 다른 관계에서는 모두 유의미한 차이가 나타났다. 이 중, 대학교가 다른 혁신주체에 비해 유의미하게 높은 수치를 보여 직접적인 연결 관계가 가장 많아 지식과 정보의 흐름이 많고 네트워크 내에서의 통제력이 높은 혁신주체임을 확인할 수 있었다.

<표 6> 분산분석 사후검정

구분	지표	혁신주체(i)	혁신주체(j)	평균차(i-j)	유의확률
중심성	연결중심성	정부·공공	대학교	-0.234***	0.000
		정부·공공	대기업	0.059	0.582
		정부·공공	중소기업	0.210***	0.000
		대학교	대기업	0.294***	0.000
		대학교	중소기업	0.445***	0.000
		대기업	중소기업	0.151***	0.000
	근접중심성	정부·공공	대학교	-0.008	0.367
		정부·공공	대기업	0.000	0.999
		정부·공공	중소기업	0.008*	0.078
		대학교	대기업	0.008	0.310
		대학교	중소기업	0.016***	0.000
	매개중심성	정부·공공	대학교	-0.170***	0.000
		정부·공공	대기업	0.078	0.232
		정부·공공	중소기업	0.161***	0.000
		대학교	대기업	0.249***	0.000
		대학교	중소기업	0.331***	0.000
		대기업	중소기업	0.082**	0.048
	구조적 공백	효율성	정부·공공	대학교	-0.059
정부·공공			대기업	-0.049	0.409
정부·공공			중소기업	-0.050	0.142
대학교			대기업	0.010	0.991
대학교			중소기업	0.009	0.984
대기업			중소기업	-0.000	1.000

※ \*\*\*=significance at 0.01 level, \*\*=significance at 0.05 level, \*=significance at 0.1 level

다음으로 근접중심성에서는 대학교-중소기업 간의 관계 및 정부·공공기관-중소기업 간의 관계를 제외하고 다른 관계에서는 유의미한 관계가 없었다. 즉 다른 혁신주체를 거

쳐 또 다른 혁신주체에 도달하기 위해 필요한 거리는 중소기업을 제외한 모든 혁신주체가 큰 차이가 없음을 나타내는 것이고 전혀 모르던 지식과 정보를 획득하기 위해 필요한 신속성 및 지식·정보의 정확성은 모든 혁신주체가 비슷할 확률이 높다. 매개중심성에서는 정부·공공기관-대기업 간에 유의미한 차이가 없었지만 다른 관계에서는 유의미한 차이가 있었다. 그 가운데에서 대학교의 매개중심성이 가장 높은 것으로 나타났는데, 혁신주체 간 최단연결경로에 가장 많이 위치해 있다는 것을 알 수 있고 이것은 정보의 흐름을 통제하고 관계 형성 및 유지에 있어서 협상력이 높다는 것을 의미한다. 효율성에서는 모든 혁신주체 간에 유의한 차이가 없었다. 이것은 모든 혁신주체가 연결 관계에서 비슷한 수준의 협력 다양성을 보이고 있다는 것을 의미한다.

### 3. 혁신주체의 특성변수가 혁신 성과에 미치는 영향

본 절에서는 2009년부터 2012년까지 특허 혁신시스템 내 각 혁신주체의 연결중심성, 근접중심성, 매개중심성, 효율성 등 네트워크 특성과 특허피인용 횟수의 로그값에 대한 기본 통계를 도출하였다.

<표 7> 변수의 기본통계 값

구분	변수명	평균	표준편차	최소값	최대값
종속변수	(로그)특허 피인용수	1.1454	1.0022	0	5.129
독립변수	연결중심성	0.1987	0.3234	0	0.439
	근접중심성	0.1243	0.0315	0.098	0.166
	매개중심성	0.0550	0.2830	0	0.477
	효율성	0.9188	0.2036	0.2	3
통제변수	더미1(정부)	0.0998	0.2998	0	1
	더미2(대학)	0.0792	0.2702	0	1
	더미3(대기업)	0.0919	0.2891	0	1
	더미4(중소기업)	0.2268	1.0855	0	1
	군집화계수	0.2267	1.0850	0	21

<표 7>은 주요변수의 기본통계 값이 제시되어 있다. 특허피인용 횟수 로그값의 최대값은 5.129이고, 최소값은 0개인 것으로 나타났다. 또한 평균은 1.1454인 것으로 나타났다. 이어 독립변수의 주요 기술 통계 내용은 다음과 같다. 연결중심성은 평균이 0.1987로

나타나 평균적으로 모든 혁신주체 중, 0.19%의 혁신주체와 직접적으로 연결되어 있는 것으로 나타났으며, 최대값은 0.4395로 다른 혁신주체와의 직접적인 연결이 가장 많은 수는 전체 혁신주체 중 4.3%의 혁신주체와 연결되어 있는 것으로 나타났다. 근접중심성은 평균이 0.1243으로 나타나 대체적으로 경로거리의 합이 8정도인 것으로 나타났는데, 10~11개 정도의 혁신주체와 직·간접적으로 연결되어 있다고 유추해 볼 수 있다. 매개 중심성은 평균값이 0.055, 표준편차가 0.283, 최대값이 0.4776으로 나타났다. 효율성은 평균값이 0.9188로 나타났다.

<표 8>은 변수 간 상관관계를 측정된 것이다. 주요한 해석 결과는 다음과 같다. 군집화계수는 연결중심성, 근접중심성과 양(+)의 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났고, 이에 반해 효율성과는 강한 음(-)의 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이것은 연결의 횟수가 많은 혁신주체일수록 주변 네트워크가 조밀하다는 일반적인 결과라고 할 수 있고, 연결의 다양성은 반대의 결과를 나타낸 것이다. 중심성 변수인 연결중심성, 근접중심성, 매개중심성은 각각 서로 양(+)의 상관관계를 보여, 중심성 변수는 같은 방향의 결과를 도출한 것으로 해석되어 진다. 이에 반해, 모든 중심성 변수는 효율성과 음(-)의 상관관계를 보였는데, 중심성의 의미와 효율성의 의미가 반대되는 것이라는 점을 보여주고 있다. 한편, 몇몇 변수 간 상관관계가 매우 강하여 다중공선성이 의심되었으나, VIF 결과 모든 수치가 10이하로 측정되어 다중공선성 문제는 없는 것으로 나타났다.

<표 8> 상관 분석

	특허피인용	연결중심성	근접중심성	매개중심성	효율성	군집화계수	더미1	더미2	더미3
특허피인용	1.0000								
연결중심성	0.5376 (0.0000)	1.0000							
근접중심성	0.2299 (0.0000)	0.2445 (0.0000)	1.0000						
매개중심성	0.4727 (0.0000)	0.9131 (0.0000)	0.2310 (0.0000)	1.0000					
효율성	-0.1127 (0.0003)	-0.1851 (0.0000)	-0.0799 (0.0106)	-0.0038 (0.9025)	1.0000				
군집화계수	0.0631 (0.0436)	0.0706 (0.0240)	0.1025 (0.0010)	0.0007 (0.9827)	-0.4285 (0.0000)	1.0000			
더미1	0.1217 (0.0001)	0.1445 (0.0000)	0.0600 (0.0554)	0.1308 (0.0000)	-0.0750 (0.0165)	0.0045 (0.8855)	1.0000		
더미2	0.2254 (0.0000)	0.3405 (0.0000)	0.1296 (0.0000)	0.2918 (0.0000)	0.0198 (0.5277)	0.0049 (0.8760)	-0.0977 (0.0018)	1.0000	
더미3	0.1317 (0.0000)	0.0799 (0.0106)	0.0503 (0.1083)	0.0363 (0.2465)	0.0056 (0.8576)	-0.0122 (0.6960)	-0.1060 (0.0007)	-0.0934 (0.0028)	1.0000

\* 상관관계 아래 괄호 안의 수치는 p값

<표 9>는 각 혁신주체 별 특성변수를 독립변수로 하고, 종속변수를 특허피인용 횟수 로그값으로 설정하여 회귀 분석한 결과이다.

<표 9> 회귀 분석 결과

Variables		model1	model2	model3	model4	model5
기관 더미1	coef	0.551***	0.231**	0.502***	0.312***	0.527***
	s.e	(0.100)	(0.090)	(0.098)	(0.092)	(0.100)
기관 더미2	coef	0.954***	0.276***	0.859***	0.463***	0.959***
	s.e	(0.111)	(0.105)	(0.110)	(0.106)	(0.110)
기관 더미3	coef	0.603***	0.371***	0.557***	0.481***	0.601***
	s.e	(0.103)	(0.092)	(0.102)	(0.094)	(0.103)
군집화계수	coef	0.058**	0.026	0.041	0.058**	0.019
	s.e	(0.027)	(0.024)	(0.027)	(0.024)	(0.030)
연결중심성	coef		1.523***			
	s.e		(0.088)			
근접중심성	coef			5.652***		
	s.e			(0.943)		
매개중심성	coef				1.483***	
	s.e				(0.101)	
효율성	coef					-0.481***
	s.e					(0.161)
constant	coef	0.946***	0.757***	0.263**	0.938***	1.399***
	s.e	(0.035)	(0.033)	(0.119)	(0.032)	(0.156)
Prob>F		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R-squared		0.105	0.305	0.135	0.259	0.112
Adj R-squared		0.101	0.302	0.131	0.256	0.108
Number		1,022	1,022	1,022	1,022	1,022

\*\*\* = significance at 0.01 level,

\*\* = significance at 0.05 level

\* = significance at 0.1 level

우선, 연결중심성의 경우 혁신 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 가설1을 지지하였다. 즉, 직접적인 연결 관계의 많음은 성과 창출에 긍정적인 영향을 미치며, 이것은 강한 신뢰기반의 협력 관계, 지식·정보에 대한 손쉬운 접근성, 지식·정보 흐름에 대한 강한 통제력 등이 혁신 성과 창출에 긍정적인 요인임을 의미한다.

둘째, 근접중심성 또한 혁신 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 가설2를 지지하였다. 전혀 모르던 혁신주체와 얼마나 신속하게 지식·정보를 주고받을 수 있느냐 하는 것이 성과 창출을 좌우할 수 있다는 의미이며, 이것은 지식·정보 접근에 대한 신속성, 지식·정보의 정확성, 다른 지식·정보를 동원하는 동원력 등이 혁신 성과 창출에

긍정적인 요인임을 밝혀낸 것이다.

셋째, 매개중심성도 혁신 성과 창출에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 가설3을 지지하였다. 매개중심성이 높다는 것은 연결에 관한 권력을 기반으로 서로 알지 못 하던 혁신주체 간 상호작용 및 지식·정보의 흐름을 촉진하거나 통제할 수 있다는 의미이다. 이러한 점 때문에, 매개중심성이 높은 혁신주체는 네트워크 상호작용을 통제하는 잠재력이 커지게 되고, 지식·정보가 지나갈 때 정보를 거르고 왜곡할 수 있는 위치에 있기 때문에 활동을 방해하거나 중단시킬 수 있는 잠재력 또한 커지게 된다(곽기영, 2014). 본 연구 결과에서 매개중심성이 혁신 성과 창출에 긍정적인 영향을 미친 것은 앞서 설명하였던 연결중심성, 근접중심성과 같이 네트워크 내에서의 통제력이 중요하다는 점을 다시 한 번 확인시키는 결과라고 할 수 있다.

넷째, 효율성은 혁신 성과 창출에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 가설4를 기각하였다. 앞서 설명한 바와 같이 효율성은 협력 파트너가 다양할수록 수치가 높아진다. 자신이 평소에 전혀 알지 못 하던 분야와의 협력이 많아질수록 다양한 지식·정보 습득의 기회가 많아지고, 이를 통해 기술 간 융합 등 창의적 혁신을 창출할 수 있는 가능성이 높아질 수 있다는 것이 효율성에서 기대하는 부분이다. 본 연구결과는 효율성의 영향이 혁신성과 창출에 부정적임을 확인함으로써 우리나라 공동 특허출원인 네트워크에서 연결 혹은 협력의 다양성보다는 통제가능한 협력이 혁신 창출에 유리하다는 점을 입증한 것이다. 또한, 앞선 중심성의 영향에서 검증하였듯이, 협력의 다양성보다는 평소에 알고 지내던 혁신주체와의 반복적인 협력이 지식·정보의 통제를 용이하게 하여 혁신 성과 창출에 긍정적이라는 점을 보여주는 결과이다.

## V. 결론 및 향후 과제

앞서 논의한 바와 같이 2009년부터 2012년까지 특허 공동출원인 네트워크 구조 변수와 각각의 특성 변수가 혁신 성과에 미치는 영향에 대해 확인할 수 있었다.

첫째, 특허 공동출원인 네트워크는 좁은세상 네트워크로서 높은 밀도, 군집화계수와 작은 경로거리를 특징으로 하고 있었다. 다만, 제1컴포넌트의 비중이 42.0%이고, 244개의 소규모 그룹들이 산재해 있어 중앙집중형보다는 분산집중형에 가까운 좁은세상 네트워크 구조임이 밝혀졌다. 이것은 소규모 그룹 내에서는 연결이 조밀하지만, 다양한 그룹

들이 산재되어 연결되어 있음을 의미하는 것이다. 즉, 공동특허 출원인 간 네트워크는 당초 알고 있었던 협력 파트너와 조밀하게 연결되어 있지만 알지 못하던 협력 파트너와의 다양한 연결 가능성도 열어두고 있다는 사실을 알 수 있다.

둘째, 특히 공동출원인 네트워크에서 가장 중심적인 역할을 하고 있는 것은 대학교라는 점을 밝혀냈다. 즉, 지식의 흐름을 통제하고 신속하게 교류할 수 있도록 촉진하는 역할의 비중이 대학교가 가장 크다는 점이다. 특히, 지식의 흐름을 매개하는 매개중심성이 혁신 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다는 점을 고려할 때, 공동특허 출원인 간 네트워크에서 대학교의 중요성이 더욱 큰 것임을 알 수 있다. 이에, 혁신시스템을 조성하는 기술혁신 정책에서 대학교에 중간조직의 역할을 부여한다면 더욱 효과적인 기술혁신 성과가 창출될 수 있을 것으로 기대된다. 한편, 연결의 비중복성을 나타내는 효율성에서는 모든 혁신주체가 큰 차이점을 발견할 수 없었다. 이것은 대학교, 대기업, 중소기업 가릴 것 없이 모든 유형의 혁신주체가 비슷한 다양성 수준으로 협력을 한다는 점을 시사하고 있다.

셋째, 네트워크 구조는 약한 연결망 네트워크이자 분산집중형 좁은세상 네트워크의 특징을 보였지만, 실제로 창의적 혁신에 긍정적인 영향을 미치는 요인은 연결중심성, 근접중심성, 매개중심성의 중심성 지표라는 점을 밝혀냈다. 이것은 통제 가능한 몇몇 협력 파트너와 매우 긴밀하게 협력함으로써 신속하고 정확성이 높은 지식·정보를 통해 혁신을 추구하는 혁신주체가 다양한 분야의 파트너와 협력을 통해 여러 가지 지식·정보를 얻는 혁신주체보다 혁신 성과를 창출할 확률이 더 높다는 것을 의미한다. 효율성은 오히려 혁신 성과에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 이러한 결과를 뒷받침하고 있다. 즉, 전체 기술혁신 환경은 개방형 혁신의 모습을 향해 나아가고 있지만, 여전히 창의적인 혁신 활동은 평소에 알고 지내던 파트너와의 긴밀한 협력을 통해 진행하고 있다는 점을 보여준다고 할 수 있다. 이러한 결과를 토대로 우리나라의 정보통신업에서 기술혁신은 지식·정보의 통제가 용이한 중심성이 다양성 등을 강조하는 효율성보다 혁신성과 창출에 유리하다는 점을 알 수 있다.

본 연구는 우리나라 정보통신업종의 공동특허 출원인 간 네트워크를 통해 혁신시스템의 트렌드를 살펴보고, 기술혁신 성과에 미치는 요인을 네트워크적 관점에서 논의하였다는 데에 의의가 있다. 다만, 몇 가지 한계가 있다. 우선, 공동특허 출원으로 인한 혁신성과와 단독특허 출원으로 인한 혁신성과 간의 차이를 검토하지 못한 점이 있다. 이에, 공동특허 출원으로 인한 혁신 성과와 단독특허 출원으로 인한 혁신 성과 간의 비교 연구가 필요할 것으로 보여진다. 둘째, 혁신주체별 규모에 따른 효과를 분석하지 못한 점이 있

다. 이에, 향후 연구에서는 해당 혁신주체의 매출액, 연구자 숫자 등 혁신주체별 규모를 변수에 포함하여 혁신 성과에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다. 셋째, 업종의 특성을 고려하지 못 했다는 한계도 있다. 물론, 정보통신업으로 대상을 한정하였지만, 정보통신업 중에서도 제조업과 서비스업의 특성을 고려하지 못 했다. 기술혁신의 관점에서 제조업과 서비스업이 서로 다른 특징을 보이고 있다는 기존 연구 결과들이 있어(이지훈, 2016), 향후 연구에서는 제조업과 서비스업의 특징을 반영한 추가 연구가 필요할 것이다.

# 참고문헌

## (1) 국내문헌

- 곽기영 (2014), “소셜네트워크분석(Social Network Analysis)”, 도서출판 청람.
- 김강희 (2012), “특허 데이터를 이용한 국제공동연구 성과품질의 평가에 관한 연구: 미국 특허의 과학계량학적 접근”, 한국외국어대학교 박사학위논문.
- 김용학·윤정로·조혜선·김영진 (2007), “과학기술 공동연구의 연결망 구조: 좁은 세상과 위치 효과”, 『한국사회학』, 제41권 제4호, pp. 68-103.
- 박병진·배순환·백승익 (2013), “제휴 네트워크에서 기업의 중심성이 혁신 성과에 미치는 영향에 대한 연구”, 『Entrue Journal of Information Technology』, 제12권 제1호, pp. 117-131.
- 이덕희 (2011), “네트워크 구조와 혁신시스템의 관계 및 진화에 관한 연구: 창조형 과학기술 혁신 시스템 모델 구축”, 『중견연구자지원사업(핵심연구) 최종보고서』, 한국과학기술원.
- 이수상 (2013), 『네트워크 분석 방법론』, 논형.
- 이지훈 (2016), “혁신활동 유형에 따른 스펙터 가설 연구: 한국 서비스산업을 중심으로”, 한양대학교 박사학위논문.
- Scott, J. (2012), 『소셜 네트워크 분석』, 커뮤니케이션북스.
- 한상범·이상용(2015), “특허 인용-피인용 관계에 있는 국내 IT기업의 네트워크 위치가 그 기업의 성과에 미치는 영향”, 『2015 한국경영정보학회 추계통합학술대회 자료집』.

## (2) 국외문헌

- Acosta, M., Coronado, D. (2003), “Science - technology Flows in Spanish Regions: An Analysis of Scientific Citations in Patents”, *Research Policy*, Vol. 32, pp. 1783-1803.
- Ahuja, G. (2000), “Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 3, pp. 425-455.
- Ahuja, G., Katila, R. (2004), “Where Do Resources Come from? The Role of Idiosyncratic Situations”, *Strategic Management Journal*, Vol. 25, No. 8/9, pp. 887-907.
- Amaral, L., Uzzi, B. (2007), “Complex Systems: A New Paradigm for the Integrative Study of Management, Physical, and Technological Systems”, *Management Science*, Vol. 53, No. 7, pp. 1033-1035.
- Archibugi, D., Planta, M. (1996), “Measuring Technological Change through Patents and Innovation Surveys”, *Technovation*, Vol. 16, No. 9, pp. 451-468.
- Arnkil, R., Jarvensivu, A., Koski, P., Piirainen, T. (2010), “Exploring the Quadruple Helix”, *Report of Quadruple Helix Research*.

- Arundel, A., Kabla, I. (1998), “What Percentage of Innovation are Patented? Empirical Estimates for European Firms”, *Research Policy*, Vol. 27, pp. 127–141.
- Baldwin, C., von Hippel, E. (2011), “Modeling a Paradigm Shift: From Producer Innovation to User and Open Collaborative Innovation”, *Organization Science*, Vol. 22, No. 6, pp. 1399–1417.
- Barabasi, A. L. et al. (2001), Evolution of the Social Network of Scientific Collaborations, Cond-mat/0104162.
- Barber, M., Krueger, A., Krueger, T., Roediger-Schliga, T. (2007), “Network of European Union-funded Collaborative Research and Development Projects”, *The American Physical Society*, Vol. 73, No. 036132, pp. 1–13.
- Beckman, C.M., Haunschild, P.R. (2002), “Network Learning: The Effects of Partners’ Heterogeneity of Experience on Corporate Acquisitions”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 47, No. 1, pp. 1–7.
- Borgatti, S.P. (2005), “Centrality and Network Flow”, *Social Networks*, Vol. 27, No. 1, pp. 55–71.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G., Johnson, J.C. (2013), *Analyzing Social Networks*, SAGE Publications Ltd.
- Breschi, S., Cusmano, L. (2003), “Unveiling the Texture of a European Research Area: Emergence of Oligarchic Networks under EU Framework Programmes”, *International Journal of Technology Management*, Vol. 27, No. 8, pp. 747–772.
- Burt, R. (1992), *Structural Holes*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Butts, C. (2008), “Social Network Analysis with SNA”, *Journal of Statistical Software*, Vol. 24, No. 6, pp. 1–51.
- Cantner, U., Graf, H. (2004), “The Network of Innovators in Jena: An Application of Social Network Analysis”, *Research Policy*, Vol. 35, No. 4, pp. 463–480.
- Coleman, J.S. (1997), “Social Capital in the Creation of Human Capital”, in A. Halsey, H. Aufer, P. Brown and A. Stuart-Wells (eds.), *Education: Culture, Economy, Society*, pp. 80–95. Oxford: Oxford University Press.
- Cowan, R., Jonard, N. (2004), “Network Structure and the Diffusion of Knowledge”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 28, No. 8, pp. 1557–1575.
- Edquist, C. (2005), “Systems of Innovation: Perspectives and Challenges”, In J. Fagerberg, D.C. Mowery, R.R. Nelson (ed.), *The Oxford Handbook of Innovation*, New York: Oxford University Press.
- Freeman, L.C. (1979), “Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification”, *Social Networks*,

Vol. 1, pp. 215-239.

- Freeman, L.C. (1982), "Technological Infrastructure and International Competitiveness", Draft Paper Submitted to the OECD Ad Hoc-group on Science, Technology and Competitiveness, August 1982, Mimeo.
- Freeman, L.C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter, London.
- Freeman, L.C. (2002), "Innovation Systems: City-state, National, Continental and Sub-national, Mimeo, Paper Presented at the Montevideo Conference", *Research Policy*, Vol. 31, No. 2, pp. 191-211.
- Freeman, L.C. (2004), "Technological Infrastructure and International Competitiveness", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 13, No. 3, pp. 540-542.
- Grannovetter, M. (1973), "The Strength of Weak Ties", *American Journal of Sociology*, Vol. 78, pp. 1360-1380.
- Hammeman. R.A., Riddle, M. (2005), *Introduction to Social Network Methods*, Department of Sociology, University of California: Riverside, CA.
- Hu, A.G.Z., Jaffe, A.B. (2003), "Patent Citations and International Knowledge Flow: The Cases of Korea and Taiwan", *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 21, No. 6, pp. 849-880.
- Knoke, D., Yang, S. (2008), *Social Network Analysis*, SAGE Publications Ltd.
- Landry, R., Amara, N., Lamari, M. (2002), "Does Social Capital Determine Innovation? To what Extent?", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 69, No. 7, pp. 6681-6701.
- Lundvall, Bengt-Ake (1985), *Product Innovation and User-Producer Interaction*, Aalborg, Aalborg University Press.
- Lundvall, Bengt-Ake (1988), "Innovation as an Interactive Process: From User-producer Interaction to the National System of Innovation", In G. Dosi, C. Freeman, R. R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete (ed.), *Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter.
- Lundvall, Bengt-Ake (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Pinter.
- Lundvall, Bengt-Ake., Johnson, B., Andersen, E.S., Dalumm B. (2002), "National Systems of Production, Innovation and Competence Building", *Research Policy*, Vol. 31, pp. 213-231.
- Lundvall, Bengt-Ake (2007), "National Innovation Systems-Analytical Concept and Development Tool", *Industry and Innovation*, Vol. 14, No. 1, pp. 95-119.
- Meyer, T. (2002), *Media Democracy: How the Media Colonize Politics*, Cambridge: Polity.

- Nelson, R.R. (1988), "Institutions Supporting Technical Change in the United States", in Dosi, G., Freeman C., Nelson, R.R., Silverberg, G. and Soete, L. (eds.), *Technology and Economic Theory*, London, Pinter Publishers.
- Nelson, R.R. (ed.) (1993), *National Systems of Innovation: A Comparative Study*, Oxford: Oxford University Press.
- Owen-Smith, J., Riccaboni, M., Pammolli, F., Powell, W. (2002), "A Comparison of U.S. and European University-Industry Relocations in the Life Sciences", *Management Science*, Vol. 48, No. 1, pp. 24-43.
- Ouimet, M., Landry, R., Amara, N. (2004), "Network Positions and Radical Innovation: A Social Network Analysis of the Quebec Optics Photonics Cluster", DRUID Summer Conference 2004 on Industrial Dynamics, Innovation and Development.
- Prell, C. (2012), *Social Network Analysis: History, Theory and Methodology*, SAGE Publications Ltd.
- Romijn, H., Albaladejo, M. (2002), "Determinants of Innovation Capability in Small Electronics and Software Firms in Southeast England", *Research Policy*, Vol. 31(2002), pp. 1053-1067.
- Salman, N., Saives, A.L. (2005), "Indirect Networks: An Intangible Resource for Biotechnology Innovation", *R&D Management*, Vol. 35, No. 2, pp. 203-215.
- Schilling, M., Phelps, C. (2007), "Interfirm Collaboration Networks: The Impact of Large-Scale Network Structure on Firm Innovation", *Management Science*, Vol. 53, No. 7, pp. 1113-1126.
- Schuurman, D., Marea, L., Ballon, P. (2013), "Open Innovation Process in Living Lab Innovation Systems: Insights from the LeYLab", *Technology Innovation Management Review*, pp. 28-36.
- Schumpeter, J.A. (1934), *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Singh, J. (2005), "Collaborative Networks as Determinants of Knowledge Diffusion Patterns", *Management Science*, Vol. 51, No. 5, pp. 756-770.
- Trajtenberg, M. (1990), "A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations", *The Rand Journal of Economics*, Vol. 21, No. 1, pp. 172-187.
- Uzzi, B., Spiro, J. (2005), Collaboration and Creativity: The Small World Problem, *American Journal of Sociology*, Vol. 111, No. 2, pp. 1-58.
- Verspagen, B., Duysters, G. (2004), "The Small Worlds of Strategic Technology Alliances", *Technovation*, Vol. 24, pp. 563-571.

Wasserman, S., Faust, K. (1994), *Social Network Analysis: Methods and Applications*, New York: Cambridge University Press.

Zaheer, A., Bell, G.G. (2005), "Benefiting from Network Positions: Firm Capabilities, Structural Holes and Performance", *Strategic Management Journal*, Vol. 26, pp. 809-825.

□ 투고일: 2017. 08. 16 / 수정일: 2017. 11. 20 / 게재확정일: 2017. 11. 30