

## 지역별 혁신 네트워크의 차이와 영향요인 분석: 국가연구개발사업 참여 혁신주체의 관점에서\*

김동관\*\* · 남태우\*\*\*

### Analyzing Regional Innovation Network Differences and Influencing Factors: Focusing on Actors in National R&D Projects

Dongkwan Kim \*\* · Taewoo Nam \*\*\*

**요약:** 본 논문은 지역별 혁신과정에서 이루어지는 네트워크를 혁신주체를 중심으로 비교분석하고, 혁신주체 간 네트워크의 결정요인을 규명함으로써 정책 입안자들에게 유용한 정보를 제공하는데 있다. 혁신주체의 활동에 대한 실제적인 내용을 분석하기 위해 국가연구개발사업 데이터를 활용하여 사회네트워크 분석을 수행하였다. 사회네트워크 분석을 통해 도출된 결과를 바탕으로 혁신주체 네트워크의 결정요인을 파악하기 위해 QAP분석을 실시하였다. 연구 결과 첫째 지역마다 대표적으로 활동하는 혁신주체는 지역마다 차이가 존재하고 혁신주체의 활동은 시기적으로 변화가 이루어지는 것을 알 수 있었다. 둘째, 혁신활동의 네트워크는 수도권과 대전을 제외하고는 지리적으로 가까운 지역과 공동연구개발을 많이 수행한다. 그리고 전체적인 공동연구의 건수가 증가하더라도 지역 내 국지적인 네트워크를 발생시키지 않았다. 셋째, 혁신주체의 네트워크는 지리적 근접성과 연구비의 규모 차이가 영향을 미치기는 하지만 과거의 지속적인 관계가 강한 연구네트워크를 형성하는 것으로 나타났다.

**주요어:** 지역혁신체제, 혁신주체, 국가연구개발사업, 사회네트워크 분석, QAP

**Abstract:** This study analyzes actor networks in regional innovation processes with a focus on actors' activities and finds the determinants of the networks, thereby aiming to provide information useful for regional innovation policy makers. To this end, the study conducted a social network analysis of the national R&D projects data and identified the activities of innovation actors. Finding out the network determinants was QAP analysis. The study suggests three main findings as follows. First, a meaningful difference exists in characteristics of innovation activity by region. Second, the network of innovation actors meaningfully differs from region to region. The centrality of the network was found to be high in universities and businesses in Seoul and Gyeonggi, and in public research institutes in Daejeon. There are regions where all the networks of innovative actors are composed of one component, while some regions are not yet established with the

\* 이 논문은 연구자의 박사 학위논문의 일부를 수정 보완한 연구로, 교육부 및 한국연구재단의 BK21FOUR 「공감과 혁신을 위한 플랫폼 거버넌스 교육연구단」에서 지원을 받아 수행된 연구임(관리번호 419990114294).

\*\* 인천테크노파크 책임연구원 (Principal Researcher, Incheon Technopark, dongk29@itp.or.kr)

\*\*\* 성균관대학교 국정전문대학원 교수 (Professor, Department of Public Administration, Sungkyunkwan University, namtaewoo@skku.edu)

network. Finally, although the networks of innovation actors are influenced by the geographical proximity and the size of the R&D fund, it is notable that the previous continuous relationship forms a strong research network.

**Key Words** : regional innovation system, innovation actors, national R&D projects, social network analysis, QAP

## 1. 서론

세계화의 흐름은 중앙정부의 역할이 과거보다 축소되고 지역의 역할과 중요성이 새롭게 부각된다(이철우, 2007). 지역혁신체제 연구는 지역을 혁신의 관점에서 분석 가능한 이론적 틀을 제공하고 지역개발을 위해 필요한 준거적 모델과 지역별 강점, 보완이 필요한 요소들을 제시하는데 활용된다(문미성, 2001).

지역혁신체제론의 정의에 대해서는 학자들마다 다양한 차이를 보이나, 공통적으로 제시하는 주요한 사항은 지역의 혁신 촉진을 위해서는 혁신주체인 정부, 출연연구소, 대학, 연구개발 중개기관, 기업 등 지역에서의 각 혁신주체의 성과창출이 중요하다는 점이다(유광민 외, 2016). 지역혁신체제의 목적은 그 지역에 맞는 산업 클러스터를 효율적으로 발전시키는 것이며, 그 목적을 달성하기 위해서는 혁신주체 간의 역할분담과 상호협력의 중요한 요소이다.

지역의 혁신성과는 자원이 혁신주체에게 투자되어 도출되는 활동의 결과물로 이루어진다. 각 지역에서 활동하는 혁신주체가 얼마나 많은 것도 중요한 요소지만 이들의 활동이 어떠한지도 중요하다. 아무리 우수하고 충분한 기관을 지역에서 보유하고 있더라도 이들이 활동하는 영역이 지역 외 활동에 치중하고 지역생태계 조성에 적극적인 역할을 수행하지 않는다면 성공적인 지역혁신체제의 구축은 실현되기 어렵기 때문이다. 이러한 조건들 때문에 지역혁신정책의 수립과 추진 시에는 지역 내 혁신주체를 중심으로 분석되어야 할 필요성이 있다. 예를 들어 어떠한 지역의 혁신정책 추진 시 해당 지역이 보유하고 있는 개별 혁신주체의 분포, 특징, 네트워크의 구성에

따라 산학연 협력을 추진하는 정책을 수립하면 정책의 효율성과 효과성을 높일 수 있기 때문이다. 그리고 혁신을 투자-성과로 이어지는 선형적인 관계가 아닌 시스템적인 관점에서 접근하면 혁신시스템 안의 구성요소들이 서로 간에 상호작용하면서 발생하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 지역의 혁신의 과정에 대해서 정확하게 파악하기 위해서 혁신주체의 상호작용을 분석하는 것이 의미가 있다.

또한, 지역혁신체제는 지역별로 구성원 혹은 클러스터 형태 뿐 아니라, 혁신의 양상 및 창출, 원천 및 경로, 애로 등에서 차이가 있을 수 있으며 혁신을 지원하는 제도, 지원기관의 역할, 성격, 구성이 다르기 때문에 지역에서의 상황이나 조건 등의 특성들을 고려하여 달리 구축되어야 한다. 그러므로 지역혁신체제는 지역 특성에 대한 조사가 선행되어야 하며 이를 바탕으로 각 지역별로 차별화된 모델을 수립해야 한다(이정협 외, 2005).

따라서 지역의 특성을 반영한 지역혁신정책의 성공적인 수립과 집행을 위해서는 이에 대한 현황 파악이 선행되어야 하며 그 구성요소인 혁신주체 간 네트워크의 특성과 구조를 파악하여 이들 주체가 어떤 협력관계를 맺고 있으며 그러한 주체가 왜 그렇게 행동하게 되는 원인을 분석할 필요가 있다.

본 연구는 이러한 문제의식을 바탕으로 우리나라 지역 혁신체제의 특성을 혁신주체를 중심으로 분석하는 것을 목적으로 한다. 즉 지역혁신체제의 이론적 근거를 기반으로 혁신과정에서 이루어지는 네트워크를 혁신주체를 중심으로 비교분석하고, 혁신주체 간 네트워크의 영향요인을 규명함으로써 정책 입안자들에게 유용한 정보를 제공하는 데 있다.

본 연구는 다음과 같은 의미를 지닌다. 먼저, 지역의 혁신을 정확하게 이해하기 위해 투자-성과의 관점보다

는 시스템적 관점에서 혁신주체 간의 상호작용을 분석한다는 점이다. 둘째, 상호작용 분석을 위해 정부에서 수행된 연구개발과제의 전수데이터를 활용한다. 그 동안 공동특허, 논문 등의 데이터를 활용하여 수행된 협력에 대한 연구는 많이 있으나 국가연구개발데이터의 과제단위 공동연구를 분석한 연구는 거의 전무하다. 1년 동안 정부 연구개발예산으로 수행되는 과제의 수는 약 61,280건(2017년 기준)으로 해당과제를 수행하는 혁신주체를 과제단위별로 파악하여 분석하는 것은 방대한 작업이고 데이터의 처리가 용이하지 않기 때문이다. 셋째, 개별 지역의 특성을 반영한 지역혁신정책의 필요성과 성공적 집행을 위한 조건, 그것이 실제로 이루어지는 메커니즘을 정책의 집행이 이루어지는 최전선인 혁신주체의 활동을 중심으로 분석하여 정부와 지자체의 역할에 대한 정책적 시사점을 제시한다는 점이다.

## 2. 이론적 배경

### 1) 지역혁신체제

지역혁신체제(Regional Systems of Innovation)에 대한 논의는 혁신체제론의 논의에서부터 출발한다. 혁신체제론 좁게는 국가혁신체제론은 1980년대 후반에 등장한 논의로서 기존의 신고전학과 성장이론과는 다른 시각에서 기술혁신을 접근하고 있다(송위진, 2002). 당시의 주류경제학은 작은 정부론을 주장하는 신자유주의 사상에 기초하여 기술혁신 보단 노동, 자본의 투입을 중요시 하는 신고전학과 성장이론을 기초로 경제성장을 설명했다. 그러나 혁신체제론은 혁신의 과정은 복잡하여 혁신활동의 분석을 위해서는 시스템 개념을 도입해야 하고 시스템 개념을 도입함으로써 기업들이 홀로 혁신하지 않고 시스템 내 있는 다른 조직과의 상호작용을 통해서 혁신한다는 점을 강조한다. 즉 혁신체제론은 분석 단위를 개인 및 고립된 조직적 행동에서 집합적 행동으로 변화시켰다.

1970년대부터 혁신활동을 본격 연구했던 영국의 SPRU(Science of Technology Policy Research, Univ. of Sussex)의 대표 학자인 Freeman(1987)은 혁신체제(Systems of Innovation) 개념을 최초로 공식 사용하였다. Freeman(1987)은 국가혁신체제를 “새로운 기술을 창출하고, 흡수하고, 개량하고, 확산시키기 위해 활동과 상호작용을 수행하는 공공 및 민간부문 조직들 간의 네트워크”로 정의했다. 이후 혁신체제론은 Freeman, Nelson, Porter 등을 거쳐 Lundvall에 의해 체계화 되었다(김정홍, 2004). Lundvall(1992)은 국가혁신체제를 “새롭고 경제적으로 유용한 지식의 생산, 확산, 사용에 있어서 상호작용하는 모든 구성요소와 관계로 이루어지는 시스템”으로 정의했다. 이후 혁신체제론은 이론적 뿐만 아니라 정책적 유용성을 인정받으면서 OECD 등의 국제기구에서 중요한 분석 틀로 활용되기 시작했으며 이후 핀란드, 스웨덴 등이 국가혁신체제론을 공식이론으로 채택했다. 이에 따라 국가혁신체제론은 유럽을 중심으로 광범위하게 퍼지기 시작했다. 혁신체제론은 주류경제학과 비교하여 혁신활동의 중요성을 강조하고 다양한 정책대안을 제공하였기 때문에 기업분석자, 학자, 정책설계자 등에 의해 광범위하게 채택되었다(구영우 외, 2012).

그 후 국가혁신체제론의 문제를 제기하며 1990년대에 지역혁신체제론이 등장한다. 지역혁신체제론은 국가 혁신체제의 개념을 지역단위에서 다시 정의한 것으로 (Asheim & Isaksen, 1997) 무엇보다도 국가혁신체제론의 분석단위의 문제를 제기한다.

Cooke *et al.*(1997)은 “국가체제는 위로부터의 세계화 및 아래로부터의 지방화에 의해 재편성되고 점점 모호한 단위가 되고 있다.”며 지역단위의 연구가 더욱 현실적 합성이 있다고 주장한다. 지역혁신체제를 “지역경제의 혁신능력을 증가시키기 위하여 적절한 환경적 조건들, 즉 기업, 연구기관, 대학, 혁신지원기관, 중앙 관련 부서, 은행, 그리고 지방정부 등이 지역에 내재된 제도적 환경을 통하여 체계적으로 상호작용적 학습에 참여하는 체계”로 정의하였다. 이는 결국 지역혁신체제는 문제해결

지향적인 혁신과정을 지닌다고 할 수 있으며(Moulaert & Sekia, 2003) 신뢰와 집단학습, 상호작용, 네트워크가 주요한 특징이라 할 수 있다. 결국 지역혁신체제는 '어떤 특정 지역에 있는 혁신과 관계된 제도들의 집합'을 말하는 것이지 '혁신적인 지역' 또는 '보다 많은 지역혁신기관의 존재'를 의미하는 것도 아니다. 아무리 많은 혁신기관이 있어도 지역의 사회문화적 환경에 통합되어 효율적으로 운영되지 못하면 소용이 없기 때문이다(박경 외, 2000).

## 2) 혁신주체 네트워크

지역혁신체제의 기본구조는 구성요소(node)와 구성요소 간 연결(link)로 형성되어 있는 네트워크 체제이다(이석희, 2000). 구성요소(node)는 기업, 대학, 공공 및 민간 연구소, 금융 및 벤처자금, 지자체와 중앙정부, 그리고 지역사회 등이 해당될 수 있으며 연결체계는 기업 간 거래관계, 구성요소 간 협력 및 경쟁 관계, 클럽, 포럼, 컨소시엄, 정보통신망 등 유형 및 무형의 수많은 네트워크로 형성된다.

지역혁신체제에서는 특히 R&D와 행위 주체들 간의 네트워크를 강조하는데, 이는 개별혁신주체들 간의 상호작용을 통해 새로운 지식을 창출하고, 생산 및 시장의 범위를 확장시키기 위함이다(석명섭 외, 2017). 이는 Lundvall and Johnson(1994)이 강조한 학습 경제(Learning Economy)와 연관된다 할 수 있다. 학습경제는 혁신을 모니터링하고 평가하고 습득하는 능력을 의미한다(Cooke *et al.*, 1997). 주체 간 신뢰를 바탕으로 구축된 네트워크가 학습을 통한 지식을 흡수하고 이를 통해 혁신이 이루어 질 수 있는 점을 강조한다. 또한 각 지역이 지닌 혁신의 문제점은 지역 내의 혁신주체들이 서로 협력하고 정부 혹은 지방정부가 적극적으로 네트워크 형성을 구축함으로써 개선될 수 있다(김용웅 외, 2009).

한편, Lundvall(1992)은 국가혁신체제를 "연구개발 활동을 수행하는 기업, 공공연구기관, 대학 같은 연구개발 및 혁신을 담당하는 혁신주체들 간의 관계"로 정의하

면서 국가혁신체제를 구성하고 있는 혁신주체를 산학연으로 보고 있다. 정선양(2008)은 국가혁신체제를 구성하고 있는 주체별로 구분해 본다면 대학, 기업, 공공기관 그리고 이들을 장기적인 관점에서 조정하는 정부로 구분할 수 있으며, 이들은 지속적인 상호 협력이 필요하다고 하였다. 이성근 외(2006)는 기업, 대학, 연구소, 금융 및 벤처자금, 지방정부와 중앙정부, 그리고 지역사회를 직접적인 혁신주체로 포함하였다. 신동호(2006)는 기존 연구를 검토하여 지역에서 나타나는 혁신주체를 정부, 기업, 대학 및 연구소, 기업이 및 전문기관체, 금융기관으로 분류하였다.

혁신주체에 대한 정의는 선행연구마다 차이를 보이고 있으나 혁신주체는 지역혁신체제를 구성하는 요소 중 혁신의 활동을 수행하는 실제적인 조직으로 볼 수 있다. 즉, 혁신주체는 지역의 산업육성 및 기업역량 제고를 위한 기술개발, 시험·생산지원, 자금지원, 인증·평가지원, 네트워크, 인력양성, 창업보육 등을 수행하는 지역혁신활동의 생태계를 구성하는 중추적인 기관으로 볼 수 있다.

이와 같이 혁신체제 구축에 있어서 지역 내 중개기관 및 지자체와 지역에 위치해 있는 혁신주체의 역할은 중요하다. 기업에 필요한 기술은 지역에 뿌리를 둔 기관이 제공하는 것이 효율적이고 혁신의 변화가 빠르고, 중소기업일수록 필요한 각종 지원은 해당 지역 사정에 정통한 지자체나 관련 기업지원기관이 추진하는 것이 효과적이기 때문이다(Cooke, 1998).

우리나라의 지방자치는 국가주도로 이루어진 산업화의 영향으로 중앙집권정도가 매우 강하고 지방분권화가 하향적으로 이뤄졌으며(김익식, 2008) 이러한 영향으로 한국의 지역혁신체제는 대부분 하향식 지역혁신체제로 구분된다(Hassink, 2001). 그 결과 지자체의 역할은 미비한 수준으로 지역혁신정책에 대한 중앙정부의 의존도가 압도적으로 높다. 현재까지는 지역 내 혁신주체의 위치가 지역에 위치하더라도 이들의 운영 및 사업 추진을 위한 예산 및 권한은 아직은 중앙정부에 많이 집중되어 있는 상황이다. 이러한 현실은 지역 내 뿌리 내린 혁신주체의 활동 뿐 아니라 주체 간의 네트워크에도 영향을 미

치게 된다.

즉 중앙정부의 예산을 통해 혁신 활동을 수행하는 NIS(National Innovation System)기관인 국공립연구소, 정부출연연 등은 지자체의 통제 및 예산 등에서 자유롭기 때문에 지역혁신체제 구축 및 지역발전을 위해 적극적으로 참여하지 않을 가능성이 높을 것으로 판단된다. 이는 지역에 존재하는 주체들 간의 공동연구 등에 적극성을 지니지 않을 것이며 조직의 지속적인 유지를 위한 행동을 우선적으로 추진할 것이다. RIS(Regional Innovation System)기관인 테크노파크, 지자체연구소, 지역사업평가단 등 지역혁신기관이라든가 안정적인 예산확보를 위해 지역의 특성에 맞는 사업을 추진하는 것이 아닌 조직의 지속적인 유지와 혁신활동을 추진하기 위한 행동을 추진할 것을 시사한다. 그로 인해 정부의 재원을 수주하기 위해 자원획득에 유리한 관계를 형성하며 지역 특성이 부합하지 않는 연구개발사업을 추진하기도 한다.

### 3) 선행연구

지역혁신을 네트워크 관점에서 분석한 국내연구는 특정지역을 중심으로 분석하거나 혁신활동에 대한 연계관계를 중심으로 분석한 것이 대부분이다. 먼저 혁신활동과 관련된 네트워크 분석연구를 살펴보면 김용학 외(2007)는 과학자들의 공동연구 현황을 분석하기 위하여 연구개발과제 데이터를 중심으로 네트워크 분석을 수행하였다. 김경미 외(2011)는 높은 바이오·의료산업 부문 연구개발과제의 공동연구를 중심으로 네트워크의 구조적, 지위적, 공간적 특성을 분석하였고 박준형 외(2013)는 기업 간 특허인용 관계를 중심으로 연결관계를 분석하였다. 함명인·이재원(2013)은 연구장비 구축관계에 기반인 데이터를 활용하여 연구기관 간 네트워크를 분석하였다. 이선제·정선양(2014)는 대덕특구를 중심으로 혁신주체들 간의 혁신활동의 네트워크 분석을 수행하였다. 허동숙 외(2016)는 전라북도 순창군의 장류산업을 중심으로 특허출원 자료를 이용하여 기술융합분석과 지식네트워크분석을 수행하였다. 석명섭 외(2017)는 지역혁신

체제와 관련 연구경향을 키워드 네트워크 분석을 통해 수행하였다. 김선우·양현재(2017)은 중소기업의 협력 연구개발 수행현황에 대한 네트워크 구조를, 이철주(2018)는 국내 학술지의 문헌연구 분야를 중심으로 국가 연구개발 현황을 분석하였다.

국내의 선행연구를 살펴보면 네트워크 분석을 위한 자료의 측면에서는 공동연구개발, 특허인용, 키워드, 논문인용 등의 데이터를 활용하고 있으며 지역적 측면에서는 특정지역을 한정하여 분석하고 있다. 이는 전국단위의 분석을 추진할 만한 데이터의 부족이 그 원인인 것으로 판단된다. 이러한 한계에도 국내의 지역혁신과 관련하여 전국을 대상으로 네트워크 분석을 수행한 연구를 살펴보면 다음과 같다.

이정협 외(2005)는 지역혁신체제의 특성을 도출하기 위하여 주요혁신활동을 대표하는 생산, 연구개발, 생산자서비스에 대하여 사회네트워크 분석방법을 사용하여 전국단위에서 네트워크 구조를 도출하고 지리적 패턴을 분석하였다. 김성진·백종운(2010)은 성공적인 광역경제권별 지역혁신체제 구축과 지방과학기술정책을 수립하기 위한 정책방향 제시를 위해 국가연구개발사업 주관연구기관의 연구책임자들의 협력관계를 설문조사를 통해 파악하고 분석결과 지리적인 근접성을 지닌 광역권 내보다 수도권과의 연구가 주로 이루어지고 있음을 밝혀내었다. 최해옥(2012)은 지식경제부 디자인산업 관련 공동연구데이터를 활용하여 지식기반의 공간적·시간적 측면을 종합적으로 분석하여 공간별, 기간별 네트워크를 분석하였다. 정준호(2016)는 국내 특허출원 자료에서 복수 발명자들의 주소지를 파악하고 영과잉 음이향 회귀모형을 사용하여 230개 시군구 간 발명자 네트워크의 공간구조를 파악하였다. 황명화 외(2016)는 2016년 전국을 대상으로, (주)한국기업데이터의 기업의 판매 거래와 거래액 데이터를 활용하여 네트워크 군집분석 방법을 적용하여 기업커뮤니티를 추출하고 커뮤니티별 공간분포 및 커뮤니티 간 연계현황을 분석하였다. 분석결과 우리나라의 기업은 소수의 업종별 대형 커뮤니티가 지배하는 구조로 업종별로 커뮤니티를 구성하는 기업의 공간적 분포가 차

이를 보이는 것을 밝혀내었다.

이상의 선행연구들을 살펴보았을 때 국내의 혁신활동에 대하여 혁신주체를 중심으로 전국단위의 분석을 진행한 연구는 미약한 것 같다. 혁신활동은 혁신주체의 활동과 산학연 주체 간 협력네트워크의 성과의 결과물임에도 불구하고 자료의 한계 등으로 인하여 많은 연구가 진행되지는 않았다. 또한 지역혁신체제 구축에서는 지역이 가지고 있는 폐쇄성의 한계를 넘기 위해서는 지역 간의 협력이 중요함에도 불구하고 우리나라 지역을 배경으로 지역 간 혁신활동에 대한 분석은 거의 전무하다. 본 연구는 이러한 기존의 선행연구의 한계점을 극복하고자 지역별 혁신주체의 활동과 협력네트워크 현황에 대한 전체적인 분석을 수행한다. 그리고 성공적인 지역혁신체제를 구축하기 위한 정책적인 시사점을 제공한다.

### 3. 개념정의 및 분석방법

#### 1) 혁신과 네트워크

혁신에 대한 정의는 이론적·실무적인 관점에 따라 다양하게 논의되지만 일반적으로 이전 제품 또는 프로세스와 다르게 완전히 새롭거나 향상된 제품 또는 프로세스를 잠재적인 사용자가 사용할 수 있게 된 것이라고 정의할 수 있다(OECD, 2018).

이는 “자연과학기술에 대한 새로운 지식이나 원리를 탐색하고 해명해서 그 성과를 실용화” 하는 연구개발활동과 유사한 의미를 지니고 있다.

한편, 사회과학분야에서는 네트워크는 “개인과 조직의 집합 및 그들 간 관계적 결합”(Rampersad *et al.*, 2010) 으로서 정의되며 다양한 형태로 나타난다. 이러한 네트워크는 혁신의 활동에서도 다양하게 나타나는데 R&D에서도 상업화와 확산에 이르는 혁신주체 간 다양한 협력관계에서(Freeman, 1989) R&D협정, 컨소시엄, 전략적인 기술·연구 파트너십의 형태로 나타난다(Dodgson

*et al.*, 2008). 그 중 조직 간의 연계에 의한 추진되는 공동연구는 특정한 연구과제에서 공동연구자간의 매우 긴밀한 협력으로 공동의 결과물을 만들기 위한 관계적 참여(Relational Involvement)정도가 제일 높은 산학연 협력유형이라 할 수 있다(Perkmann & Walsh, 2007).

이와 같이 이론적 토대를 바탕으로 본 연구에서는 조직 간의 연계에 의한 공동연구가 조직간 네트워크 추진의 가장 강한 강도를 나타낸다고 판단되어 혁신주체 간의 공동으로 수행한 연구개발사업을 혁신 네트워크로 정의하고 분석을 진행토록 한다.

#### 2) 분석방법

사회네트워크 분석(Social Network Analysis)은 개인 혹은 집단 내 행위자들의 관계를 정량적으로 분석하여 어떻게 특정한 유형의 정보 교환 또는 의견 교환이 개별 행위자들을 연결시켜주는가를 계량적으로 분석하는 방법론이다(Wasserman & Faust, 1994). 특히 지역혁신체제 분야는 행위자들 간 네트워킹이 중요하고 또 행위자들이 구축하는 네트워크의 모습, 구조, 패턴 등의 파악이 필요하기 때문에, 사회네트워크 분석의 적용 가치가 매우 높은 분야이다. 또한, 사회네트워크 분석을 통하여 각 행위자의 움직임을 포착할 수 있는 장점이 있는데 각 혁신주체들의 역할, 전체 네트워크에서의 위치를 알 수 있으며, 이 역할과 위치에 대한 정보는 다른 분석방법으로는 좀처럼 얻기 어려운 정보이기도 하다(이정협 외, 2005).

본 분석에서는 혁신 관련 주요기관들을 대상으로 지역 간에 어떻게 협업을 하고 있는지 혁신주체의 네트워크 내에서 중심 역할을 수행하고 있는 주체와 협력관계를 파악하고자 한다. 첫째, 지역별 혁신주체의 네트워크는 전체적으로 어떠한 구조를 보이고 있는지 파악한다. 지역별 혁신주체 간의 네트워크는 어떠한 형태를 띠고 있는가를 파악하고 지역 고유의 사정에 적합한 네트워크를 구축하기 위한 시사점을 도출할 수 있을 것이다. 둘째,

지역 내 혁신활동의 중심을 파악하고자 한다. 지역별로 혁신활동의 중심은 누구이며 또 누가 그 중심과 연결되어 있는지를 파악하고자 한다. 만약 어느 지역에서 혁신활동이 하나의 주체에 의해서만 수행된다면 이 활동이 바람직한 활동인 것인가에 대한 논의가 가능할 것이다. 셋째, 지역별로 혁신활동의 네트워킹이 지역 내에서 충족되는지를 규명하고자 한다. 이는 혁신활동이 지역의 범주를 넘어 다른 지역 행위자들과 연계해서 움직이는지를 포착하게 될 것이다. 특히 혁신 네트워크에 대한 연결 통로를 확인하고 어떠한 연결고리가 보완되어야 하는지 논의가 가능할 것이다. 또한, 본 연구는 지역혁신체제를 구성하는 혁신주체의 구조적 특성을 파악하는 것 뿐 아니라 연결된 주체 간 행동 원인을 분석하는 것이 목적임에 따라 혁신주체의 변화의 흐름을 파악하는 것이 중요하다. 이에 2012년과 2017년 5년의 시차를 두고 비교하여 분석함으로써 전체적인 구조적 형태와 시계열적인 변화를 함께 살펴본다.

위 분석은 사회네트워크 주로 사용하는 노드 수, 링크 수, 밀도, 평균연결수, 연결정도중심성과 근접중심성에 기초한 혁신주체들의 특성을 규명하는데 중심을 둔다. 이들 분석지표에 대한 설명은 다음 <표 1>과 같다.

다음으로는 블록모델링(block modeling) 기법을 이용하여 행위주체 간 네트워크를 지역 간 네트워크 자료로

변환한다. 즉, 주체-주체의 매트릭스를 블록모델링 변환을 통해 주체별 행위주체별로 지역-지역으로 분류하고 이들의 공간적, 구조적 특성을 규명한다. 이를 통해 어느 지역을 중심으로 네트워크가 이루어지고 있는지 또한 어떠한 혁신주체가 연결네트워크에서 중심적인 역할을 수행하고 있는지 파악할 수 있다.

블록모델링은 유사한 노드들을 집단화하는 것으로, 분할값과 기준에 따라 자료를 블록으로 축약시키는 방법이다. 네트워크에서 같은 역할을 담당하거나 같은 구조적 위치를 갖는 행위주체들을 동일한 블록 혹은 역할 집단으로 분류한다(김용학, 2003). 즉, 같은 그룹에 속하는 노드들을 하나의 노드로 압축하는 것이다. 구조적 동위성(Structural Equivalence) 분석 등으로 도출된 분할값이나 특정 기준 지표를 통해 유사 노드들이 블록으로 축약되면 블록간 밀도 매트릭스가 도출된다. 이것을 전체 네트워크 밀도 등 기준값을 이용하여 단순화하면 이미 지 매트릭스가 도출되고 이를 축소그래프로 나타내면 복잡한 데이터를 단순화할 수 있다(구양미, 2008). 기준점은 주로 전체 네트워크 밀도값, R제곱값 등을 많이 사용한다. 즉 블록셀의 밀도가 기준점보다 크면 1 작으면 0으로 요약된 값으로 표현한다는 것이다(이수상, 2012).

마지막으로 혁신주체의 특성이 네트워크 활동에 미치는 영향요인은 혁신주체 네트워크를 종속변수로, 그리고

표 1. 네트워크 분석지표 및 분석내용

분석지표	분석내용	분석지표설명
노드 수 (Nodes)	혁신주체의 수	· 네트워크에 참여하고 있는 행위자의 총수
링크 수 (Links)	혁신주체의 총 연결 빈도	· 전체 네트워크에서 각 노드들이 실제로 연결되어 형성하고 있는 선의 총 수
밀도 (Density)	혁신주체 간 연결의 밀도	· 네트워크에서 노드 간의 전반적인 연결정도 수준. 네트워크 내에 존재하는 최대 가능한 연결의 개수 대비 실제 존재하는 연결의 개수의 비율
연결정도중심성 (Degree Centrality)	가장 많은 연결을 가지는 노드와 연결정도	· 특정한 노드가 얼마나 많은 노드와 연계되어 있는가를 의미하며, 연결 중심이 높은 노드를 흔히 허브(hub)로 지칭
근접중심성 (Closeness Centrality)	가장 네트워크의 확산정도가 빠른 노드	· 한 노드가 다른 노드에 얼마만큼 가깝게 있는 가를 보는 가를 측정하는 것으로 근접중심성이 높은 노드는 네트워크 내 다른 노드와 가장 짧은 연결거리를 지님

자료 : 이수상(2012)에서 제시되었던 개념 등을 재정리

혁신주체 활동과 성격을 독립변수로 하는 퍼뮤테이션 검정에 기초한 QAP(Quadratic Assignment Procedure) 기법을 활용한다. QAP 상관분석은 두 네트워크 매트릭스를 두 개의 긴 열로 변환하고서 이 둘 간의 상관분석을 시행한 후, 이 분석결과가 통계적으로 얼마나 유의한 것인지 알기 위해 원래 매트릭스 중 하나를 무작위로 재배열 한 다음에 이 둘 간의 상관계수를 계산한다. 이를 통해 원래 매트릭스 간의 상관계수보다 크거나 작은 값이 나타날 확률을 각각 계산한다. 이러한 매트릭스의 재배열 작업은 무작위적으로 이루어짐에 따라 재배열 후 새롭게 생성되는 매트릭스들은 원래 매트릭스와는 물론 서로간에 독립적이다. QAP 회귀분석도 이와 마찬가지로 과정을 거친다. 여기서 유의할 점은 퍼뮤테이션 검정의 특성상 통계 분석을 시행할 때마다 매트릭스를 무작위로 다시 만들기 때문에 P값이 매번 조금씩 달라질 수 있다(최수진, 2016).

본 분석을 위한 프로그램은 Net Miner4를 사용한다.

### 3) 데이터 구축방법

#### (1) 혁신주체 분류

본 연구의 분석대상 자료는 우리나라의 국가연구개발사업 자료이다. 국가연구개발사업은 중앙행정기관이 법령에 근거하여 연구개발과제를 특정하여 그 연구개발비의 전부 또는 일부를 출연하거나 공공기금 등으로 지원하는 과학기술분야의 연구개발사업을 의미하며 우리나라 국가연구개발사업의 모든 과제를 포함하고 있다.(과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원, 2018). 과학기술정보통신부(2018)에 따르면 2017년 기준 우리나라 총 연구개발비 78.8조원 중 정부연구개발투자액은 19.4조원으로 정부연구개발투자예산이 24.6%에 이른다. 기업의 연구개발비는 62.6조원이며, 이 중 대기업이 39.8조원으로 63.6%를 차지하고 있다. 우리나라 연구개발투자 중 국가연구개발사업의 비중은 상대적으로 낮으나 대학, 공공연구소, 중소기업 등은 국가연구개발사업을 통하여 연구개발을 수행하는 경우가 많으므로 지역의 연구개발

협력 네트워크를 살펴보는 데는 본 데이터가 적절할 것이다.

대상자료는 국가과학기술지식정보서비스 NTIS(National Science & Technology Information Service)에서 데이터 공개형태로 공유되고 있으며 NTIS의 정보공개 청구를 통해 수집하였다. 자료는 2012년과 2017년의 과제, 위탁정보이며 2012년의 과제와 공동위탁정보는 각각 49,948건, 공동18,597건이며 2017년의 과제와 공동위탁정보는 61,281건, 26,167건이다.

원자료를 바탕으로 본 연구의 분석을 위한 데이터 클리닝과 추가 수집 작업을 실시하였다. 우선 NTIS의 데이터의 경우 혁신주체의 기관명이 주관기관의 연구책임자가 입력하게 되어 있어 같은 기관이라 할지라도 다른 기관으로 인식하는 경우가 발생하여<sup>1)</sup> 이에 대한 분류작업을 수행하였다.

두 번째로 본 연구에서 혁신주체는 국가연구개발사업을 한 번이라도 수행한 기관을 의미하며 분석에 앞서 혁신주체 분류는 관리주체, 설립의 근거 등에 따라 구분하였다. NTIS 데이터는 연구수행주체를 정부부처, 국공립연구소, 출연연구소, 중소기업, 중견기업, 대기업, 대학의 7개 주체로 분류하고 있지만 본 연구에서 정부부처, 국공립연구소는 국공립연구소로 출연연구소는 공공연구기관으로, 중소기업과 중견기업은 기업, 대기업은 대기업, 대학은 대학 기타는 기타 비영리기관, 지자체 출자출연기관으로 유형을 재분류 하였다. 또한, NTIS의 데이터의 경우 기관분류가 중첩되어 표기되는 경우가 존재하여<sup>2)</sup> 기관 분류 시 주체의 명칭을 바탕으로 과제마다 확인과정을 거쳐 주체를 분류하였다.

세 번째로 공동위탁연구과제를 수행한 기관의 위치이다. NTIS에서 제공되는 연구개발과제의 경우 지역위치가 공개되지만 공동위탁과제의 경우 지역의 위치가 나타나 있지 않다. 이러한 점을 해결하기 위해 과거 NTIS에서 주관으로 수행하였던 이력, 기관이 보유하고 있는 장비의 위치, 개별 기관의 홈페이지 검색을 통해 기관의 위치를 확인하였다. 그러나 지역분소가 있는 국공립연구소, 출연연구기관과 캠퍼스가 이원화된 대학의 경우 기관의



표 2. 혁신주체의 분류

구분	주체명	정의
1	국공립연구소	- 국가 및 지자체에서 설립·운영하는 기관 - 국·공립 대학병원도 포함
2	공공연구기관	- “정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률”과 “과학기술 분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률”을 법적 근거로 하여 설립된 연구기관 - 특정연구기관 - 기획재정부 공공기관에 포함되어 있는 공공기관 중 연구개발을 수행한 기관
3	대학	- 국공립 2/4년제 및 사립대학, 부속병원도 포함
4	기업	- 영리를 목적으로 하는 기업(중소/중견기업)
5	대기업	- 중소기업 기본법에 포함되지 않으며 중견기업에 속해 있지 않은 기업
6	기타 비영리기관	- 정부출연이 아닌 민법 제32조의 규정 또는 기타 특별법에 의하여 설립된 기관 - 전문생산기술연구소 - 기타 법인격이 없는 개인 및 단체
7	지자체 출자출연기관	- 법인의 운영에 필요한 경비의 일부 또는 전부를 지자체에서 출연한 기관

자료 : 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원 (2019) 저자 재작성

위치를 홈페이지에 있는 위치로만 파악하기 어려워 각 기관의 정보공개 청구를 통해 해당과제를 수행한 지역을 파악하였다.<sup>3)</sup> 이에 대한 수집기관은 2019년 1월~5월까지이다.

(2) 네트워크 데이터 구성

혁신주체 간 공동으로 추진한 연구개발사업을 네트워크로 정의하며 이를 대상으로 분석을 추진한다. 지역 및 혁신주체 간 연계의 구조를 분석하기 위해 혁신주체간 공동연구 현황을 지역 또는 주체 공동연구의 빈도와 연결망으로 전환하여 네트워크의 구조와 변화를 분석한다.

기관	기관	공동연구
A	B	2
A	C	1
B	D	4
C	A	2
C	E	1
A	D	2

	지역	유형
A	서울	기업
B	경기	대학
C	대전	공공연구기관
D	경기	대학
E	서울	기업



노드	노드	링크
서울_기업	경기_대학	4
서울_기업	대전_공공연구기관	1
경기_대학	경기_대학	4
대전_공공연구기관	서울_기업	3

그림 1. 데이터의 구축 예

공동 연구를 수행한 경우 두 개 기관 이상이 협력하여 연구 개발한 결과물로, 이들 기관들의 성격과 지역에 대한 자료 분석으로 혁신주체들의 구조와 변화를 측정할 수 있다. 노드의 방향성은 양방향 데이터로 구성하였으며 협력횟수를 바탕으로 관계의 강도를 반영한 가중네트워크를 구축하였다.

원 자료는 공동연구개발을 수행한 기관 간 네트워크로 구성되어 있으며 공동연구 참여 횟수에 따라 가중치가 부여되어 있다. 그리고 각 기관에 대해서는 소재지, 주체의 유형 분류 등에 따른 속성자료를 구축하였다. 그러나 본 연구의 핵심 분석단위는 공동연구를 수행하는 기관이 아닌 지역과 혁신주체 인 관계로 기관의 속성자료를 바탕으로 지역과 혁신주체의 노드로 변환하여 구성하였다.

2012년과 2017년 NTIS에서 수집한 공동·위탁연구 과제에서 위탁연구와 보안과제를 제외하였으며 지역 분류가 해외인 것을 제외하여 분석 대상 과제인 2012년 12,096건, 2017년 19,242건으로 데이터를 구성하였다. 2012년은 16개 시도가 대상이며 2017년은 세종특별시가 추가된 17개 시도가 대상이다.<sup>4)</sup>

#### 4. 분석결과

##### 1) 네트워크 구조 및 중심성 분석

###### (1) 네트워크 구조

혁신주체의 혁신활동에 대한 공동연구 네트워크 분석 결과는 다음과 같다. 2012년의 노드는 총 112개로 링크 수는 11,161개이다. 각 노드는 지역에 존재하는 혁신주체를 압축하여 나타낸 것으로 이들의 관계가 11,161개의

협력관계를 맺고 있다는 것을 의미한다. 평균 연결 수는 99.6로 각 노드가 평균 99.6번 이상은 연결 관계를 맺고 있음을 뜻한다. 고립노드는 총 4개로 나타났으며 이는 고립되어 있는 노드가 112개 노드 중 4개가 있다는 것을 의미하고 나머지 노드 108개는 하나의 네트워크로 연결되어 있음을 의미한다.

2017년을 살펴보면 노드 수는 118개로 세종특별자치시의 추가로 인한 노드의 개수가 늘어났으며 링크 수는 17,483개로 2012년보다 5,872개의 연결이 추가되었다. 총 연결수가 늘어난 만큼 네트워크 밀도도 증가하였고 밀도가 1이상인 이유는 각 연결마다 가중치 값이 부여되어서 나타난 결과이다. 총 링크 수의 증가로 인하여 각 노드 당 평균 연결 수는 148.1개로 2012년에 비해 증가하였으며 고립노드는 6개 나타났다. 이를 통해 구축한 혁신주체들 간의 연계협력 네트워크가 증가해 공동연구가 활발해 지고 있는 것을 확인할 수 있다.

2012년과 2017년 혁신주체의 네트워크 현황을 시각화한 그림은 <그림 2>와 같다. 이를 통해 국가연구개발사업을 통한 지역혁신주체들의 공동연구가 활발하게 이루어지고 있는 지역과 혁신주체를 시각적으로 확인할 수 있다. 모든 링크를 포함하여 시각화한 그림은 혁신주체들의 네트워크를 판단하기 어려워 연결강도가 10이상인 링크만을 따로 추출하여 표현하였다.

전반적으로 기업, 대학, 공공연구기관이 네트워크의 중심을 차지하고 있으며 국공립연구소, 대기업, 지자체 출자출연기관의 경우 네트워크의 주변부에 위치하고 있다. 지역별로는 서울, 경기, 대전이 네트워크 중심에서 타 지역과 많은 연결을 보유하고 있는 것으로 나타났다.

2012년의 경우 서울, 경기, 대전이 네트워크의 중심을 차지한 가운데 주변에 연결 링크가 약한 혁신주체들이 위치하여 있다. 서울과 경기도는 공공연구기관, 기업, 대학

표 3. 지역혁신주체 네트워크 주요 지표

구분	노드 수	링크 수	밀도 <sup>5)</sup>	평균연결수	고립노드
2012년	112개	11,161	0.898	99.6	4
2017년	118개	17,483	1.266	148.1	6

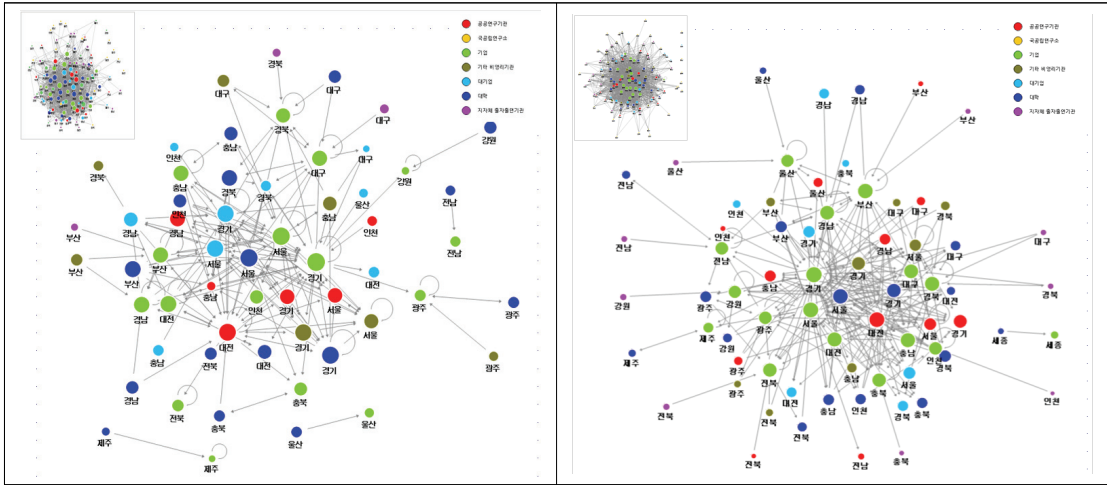


그림 2. 2012년, 2017년 혁신주체 네트워크

주: 연결강도가 10이상의 네트워크로 노드의 크기는 내향 연결정도중심성이 높을수록 커지며 좌측 상단은 모든 네트워크의 연결을 표현(좌: 2012년 우: 2017년)

이 모두 많은 링크를 가지고 있으며 대전의 경우 공공연구기관에서 많은 연결이 나타나고 있다. 특히 서울, 경기, 대전의 경우 거의 모든 지역과 연결을 가지고 있으며 주변에 있는 공동연구 현황을 살펴보면 전남-전남, 울산-울산, 제주-제주 등 동일한 지역의 연결만이 따로 네트워크를 구성하고 있는 것을 알 수 있다. 2012년의 고립노드는 강원, 기타 비영리기관과 경남, 대구, 울산의 국공립연구소이다.

2017년도의 네트워크를 살펴보면 2012년과 유사한 형태의 네트워크를 나타내고 있다. 다만 2012년과 비교하여 더 많은 지역의 혁신주체들이 10개 이상의 연결을 가진 모습을 보여주고 있어 공동연구개발에 있어 2012년보다 2017년에 더 많은 지역의 혁신주체들이 참여하고 있는 것을 알 수 있다. 2012년의 연결강도가 10이상이던 네트워크만을 표현하였을 때 네트워크가 4개로 분리되었지만 2017년의 경우 하나의 네트워크로 유지하고 있어 다양한 지역의 혁신주체들이 국가연구개발사업의 공동연구에 참여하고 있는 것으로 나타났다.

2017년의 고립노드는 대전, 세종, 충북, 충남, 경남의 국공립연구소와 제주도의 대기업으로 나타났다. 2012년에 고립노드는 4개 중 3개가 국공립연구소로 나타난

것으로 보아 국공립연구소의 경우 국가연구개발사업을 통한 공동연구에 적극적으로 참여하지 않는 것으로 판단된다.

(2) 혁신주체 네트워크 중심성 분석

공동연구 네트워크를 바탕으로 혁신주체에 대해 중심성을 분석하였다. 중심성 분석은 연결정도중심성과 근접중심성을 분석하였는데 연결정도중심성 분석은 혁신주체의 공동연구 네트워크에서 어떠한 지역의 어떠한 주체가 가장 많은 연결성을 보유하고 있는지 분석하는 것이며 근접중심성은 다른 노드들의 통제 잠재력을 벗어날 수 있는 정도에 초점을 두는 분석으로 중재자 등에 의존적이지 않아도 되는 정도를 의미한다. 즉 근접중심성은 혁신주체가 다른 주체의 협력을 통하지 않아도 다른 혁신주체에게 영향을 줄 수 있는 정도를 뜻한다.

앞서 논의 했듯이 노드의 방향성은 공동연구의 주관기관을 수신노드, 참여기관을 송신노드로 구분하여 분석하고 중심성 분석은 공동연구를 수행한 과제수 마다 1의 기중치가 부여된다.

연결정도중심성의 분석결과는 다음 <표 4>와 같다. 분석결과 2012년의 내향 연결정도중심성은 평균값이

0.898, 최대값이 8.766 최소값이 0으로 나타났으며 외향 연결정도중심성은 평균값이 0.898, 최대값이 10.577, 최소값이 0으로 나타났다. 내향 연결정도중심성과 외향 연결정도중심성에 차이가 나는 이유는 공동연구개발 과제의 경우 하나의 주관기관이 여러 참여기관과 동시에 연구개발을 수행함에 따라 내향 연결정도중심성이 외향 연결정도중심성보다 크게 나타난다. 네트워크 연결정도중심성 지수를 살펴보면 내향 연결정도중심성이 7.93, 외향 연결정도중심성이 9.76으로 이는 소수의 노드의 연결정도중심성 지수의 값은 매우 크고 그 외 노드들의 값은 매우 작아 편차가 크다는 것을 의미한다. 즉 지역별 혁신주체 간 연구개발사업을 추진함에 있어 특정지역의 특정 주체에 공동연구개발에 대하여 링크가 집중되고 있다는 것을 의미한다.

2017년을 살펴보면 2012년과 비슷한 수치를 보이고 있다. 2017년의 내향 연결정도중심성과 외향 연결정도중심성의 평균값이 1.266이고 내향 연결정도중심성의 최대값은 19.949, 최소값은 0으로 나타났다. 네트워크 연결정도중심성 지수도 내향 연결정도중심성이 18.84, 외향 연결정도중심성이 13.19로 나타났다.

2017년의 네트워크를 2012년과 비교하여 보았을 때 평균, 표준편차, 최대값이 증가하였다. 이는 전체적인 공동연구개발의 절대적인 수치가 증가하여 발생된 결과로 보여진다. 연결정도중심성 지수에서 내향 연결정도중심성이 외향 연결정도중심성보다 높게 나타나 주관기관으로 수행하는 혁신주체의 연결정도의 격차가 참여기관보다 더 크다는 것을 알 수 있다. 이는 2012년과 반대의

결과로 주관으로 연구개발과제를 수행하는 특정지역의 주체에 더욱 많은 링크가 집중되고 있고 참여기관으로 다양한 지역의 주체들이 더 많은 공동연구개발에 참여하고 있는 것으로 판단된다.

근접중심성은 2012년 내향 근접중심성의 평균값이 0.391, 최대값이 0.695로 나타났으며 가중치를 사용하지 않고 노드간의 연결된 링크만 측정함에 따라 연결정도중심성보다는 수치가 낮게 나타난다. 근접 중심성의 표준편차의 값은 크게 나타나지 않아 혁신활동을 수행하는 혁신주체들이 다른 혁신주체에 접근하는 단계는 거의 비슷한 것으로 나타났다. 또한 2012년에 비해 2017년의 평균 근접중심성 지수는 전반적으로 상승하였는데 이는 역시 전체 네트워크에서의 링크의 확대에 의한 외향 근접중심성은 평균이 0.390, 최대값이 0.609로 나타났다. 근접중심성은 측정 결과로 혁신주체 간의 도달할 수 있는 거리가 짧아 졌다는 것을 의미한다.

지역의 혁신주체별 중심성 측정치를 살펴보면 <표 5>와 같으며 연결정도중심성과 근접중심성이 가장 높은 혁신주체를 지역별로 분류한 결과이다. 대부분의 지역이 기업을 중심으로 높은 수치를 보이고 있다. 연결정도중심성과 근접중심성에서 높은 수치를 나타내는 주체가 대부분 같게 나타나고 있는 것을 알 수 있다.<sup>6)</sup>

먼저, 2012년 결과를 살펴보면 경기의 기업이 내향 연결정도중심성 8.77, 외향 연결정도중심성이 10.58로 두 중심성 지표 모두 가장 높게 나타났다. 국가연구개발 사업을 수행함에 있어서 경기의 기업은 주관기관과 참여기관에서 모두 활발하게 활동하는 것을 알 수 있다. 경기

표 4. 혁신주체 중심성 주요지표

구분	2012년				2017년			
	연결정도중심성		근접중심성		연결정도중심성		근접중심성	
	내향	외향	내향	외향	내향	외향	내향	외향
평균	0.898	0.898	0.391	0.390	1.266	1.266	0.438	0.439
표준편차	1.704	1.742	0.219	0.117	2.683	2.347	0.201	0.14
최소값	0	0	0	0	0	0	0	0
최대값	8.766	10.577	0.695	0.609	19.949	14.35	0.769	0.748
중심성 지수	7.93	9.76	0.314	0.378	18.84	13.19	0.432	0.522

에 이어서 내향 연결정도중심성이 높게 나온 노드는 대전의 공공연구기관, 서울의 대기업 순으로 나타났다. 이러한 결과는 대전은 출연연구소가 많이 집적되어 있어서 국가연구개발사업이 많이 이루어지고 있으며 서울과 경기도 기업들이 집적되어 있어 나온 결과로 추측된다. 위의 지역을 제외하고 살펴보면 충남의 공공연구기관을 제외하고 모든 지역이 대기업, 기업이 내향 연결정도중심성이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 외향 연결정도중심성의 경우를 살펴보면 경기도 기업이 성능은 대학, 대전은 공공연구기관이 수치가 높은 것으로 나타났다.

2017년 결과를 살펴보면 서울, 대구, 인천, 광주, 울산, 경기, 전남에서 기업이 모든 중심성에서 가장 높은 것으로 나타났다. 대전의 경우 2012년과 동일하게 공공연구기관이 모든 중심성 지표에서 높은 것으로 나타났다. 세종의 경우 내향 연결정도중심성에는 공공연구기관이 외향 연결정도중심성에서 대학, 내외향 근접중심성 지표

에서는 기업이 높은 것으로 나타났지만 타 지역과 비교하였을 때 측정치의 값이 아직은 지역의 대표할 만한 혁신주체로 판단하기는 어려울 것으로 보인다.

근접중심성의 경우 혁신주체별로 측정치의 차이가 크게 나지 않는 것을 알 수 있다. 또한 외향 중심성과 내향 중심성의 차이가 크지 않아 혁신주체들이 주관기관이나 참여기관 어떠한 형태로 국가연구개발사업에 참여하더라도 다른 노드에 접근하는 단계는 비슷한 것으로 나타났다.

내향 연결정도중심성은 국가연구개발사업의 주관기관 외향 연결정도중심성은 참여기관으로 수행한 경우를 대표한다. 이를 전제로 관련 지표를 살펴보면 대부분의 지역에서 기업을 중심으로 한 공동연구사업을 추진하는 것을 알 수 있다. 하지만 대전, 울산, 충남의 경우 공공연구기관에서 주관으로 연구개발사업을 수행하는 것이 많은 것으로 나타났다.

2017년 결과를 2012년과 비교하여서 살펴보면 측정

표 5. 지역·혁신주체별 중심성 1순위

구분	지역	연결정도중심성				근접중심성			
		내향		외향		내향		외향	
		2012	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017
1	서울	M(6.89)	C(13.8)	U(9.97)	C(13.5)	C(0.75)	M(0.68)	C(0.75)	U(0.58)
2	부산	C(2.5)	C(5.67)	U(2.51)	U(3.38)	C(0.64)	C(0.61)	C(0.57)	U(0.51)
3	대구	C(3.18)	C(4.6)	C(1.65)	C(1.94)	C(0.62)	C(0.6)	C(0.53)	C(0.46)
4	인천	C(1.31)	C(2.68)	C(1.29)	C(2.31)	C(0.6)	C(0.57)	C(0.51)	U(0.48)
5	광주	C(0.97)	C(2.37)	C(0.84)	C(1.69)	C(0.57)	N(0.51)	C(0.5)	C(0.45)
6	대전	R(8.3)	R(10.54)	R(5.07)	R(6.99)	R(0.73)	R(0.66)	R(0.63)	R(0.56)
7	울산	M(1.06)	C(2.26)	U(0.55)	C(0.95)	C(0.6)	M(0.55)	C(0.54)	R(0.43)
8	경기	C(8.77)	C(19.95)	C(10.58)	C(14.35)	C(0.77)	C(0.69)	C(0.68)	C(0.61)
9	강원	C(0.96)	C(2.23)	U(1)	U(1.82)	C(0.57)	C(0.52)	U(0.49)	U(0.45)
10	충북	C(1.23)	C(4.11)	C(1.14)	U(1.84)	R(0.49)	C(0.55)	C(0.45)	C(0.48)
11	충남	R(3.64)	C(4.77)	C(1.67)	U(2.72)	C(0.65)	R(0.64)	C(0.53)	C(0.5)
12	전북	C(0.84)	C(3.63)	U(0.98)	U(2.05)	C(0.51)	C(0.57)	U(0.47)	U(0.48)
13	전남	C(0.59)	C(2.56)	C(0.54)	C(1.29)	C(0.62)	C(0.5)	C(0.52)	C(0.44)
14	경북	C(2.59)	C(4.88)	U(2.08)	U(2.97)	C(0.66)	C(0.6)	C(0.54)	U(0.5)
15	경남	C(2.11)	C(4.4)	C(1.78)	C(2.57)	C(0.68)	C(0.59)	R(0.57)	R(0.53)
16	제주	C(0.47)	C(0.95)	U(0.33)	U(0.53)	C(0.65)	C(0.49)	N(0.55)	U(0.4)
17	세종		R(0.26)		U(0.39)	C(0.6)		C(0.5)	

치의 값이 모두 변한 지역은 서울, 울산으로 이는 그 지역에 있는 혁신주체들의 공동연구에서 중심을 나타낸 주체들의 변화가 이루어진 것으로 판단된다. 서울은 2012년에는 대기업과 대학이 중심성에서 높게 나타났지만 2017년에는 모든 부분에서 기업이 가장 높은 점수를 차지하고 있는 것으로 나타났고 울산의 경우에도 서울과 같은 결과를 보였다. 충북의 경우 2012년에는 기업이 공동연구의 핵심 주체로 나타났으나 2017년에 대학과 공공연구기관이 중심성 지표에 높게 나타나서 기업의 활동이 높은 지역에서 대학 및 공공연구기관이 중점적으로 활동하는 부분으로 일부 변화된 것으로 보인다. 그 밖의 인천, 광주, 경북은 근접중심성에서 일부 변화를 보였으며 충북의 경우에도 외향 연결정도중심성과 내향 근접중심성에서 가장 높은 수치를 보이는 혁신주체가 변화된 것을 알 수 있다. 그리고 분석결과 지역마다 대표적으로 활동하는 혁신주체는 지역마다 차이가 존재하고 혁신주체의 활동은 시기적으로 변화가 이루어지는 것을 알 수 있다.

### (3) 지역별 혁신주체의 네트워크 분석

다음은 지역의 혁신주체별 공동연구개발의 지역 내 연구개발 비중이 강한 지역에 대한 분석이다. <표 6>은 지역별로 혁신주체의 총 공동연구개발 건수와 지역 내 기관과 같이 공동연구를 추진하는 비중을 나타낸 것이다. 먼저 2012년 대비 2017년에 연결링크가 증가한 혁신주체는 총 70개로 경기도의 기업이 1,573개의 증가를 보였다. 하지만 경기도 내에서 연계협력을 수행하는 비중은 39%에서 35%로 감소하는 것으로 나타났으며 부산의 기업의 경우 2012년 대비 2017년에 공동연구의 링크가 476개 증가하였으며 부산지역 내의 기관과 연계를 추진하는 비중은 48%에서 53%로 증가한 것으로 나타났다. 이는 지역의 공동연구개발의 증가가 꼭 지역 내 국지적인 네트워크를 발생시키는 것은 아니라는 점을 보여준다.

주체별로 살펴보면 지역 내 기관과 공동연구를 추진하는 비중이 가장 높은 지역은 2017년 기준 경북의 지자체 출자출연기관이다. 그 뒤를 이어 부산, 경남, 대구, 경남, 전북의 지자체 출자출연기관이 지역 내 기관과 연구개발

을 추진하는 비중이 높게 나타났다. 공공연구기관의 경우 전반적으로 모든 지역에서 링크수가 증가한 것으로 나타났다. 특히 대전은 2012년 991개의 링크에서 2017년에 1,348개로 공동연구의 수가 급격히 증가하였음에도 불구하고 대전지역 내의 기관과 공동연구개발을 추진하는 비중은 1%만 증가한 것으로 나타났다. 전반적으로 공공연구기관의 경우 공동연구의 증가와 관계없이 지역 내 참여기관과 같이 공동연구를 추진하지는 않는 것으로 보인다. 기업의 경우 2012년 대비 2017년 모든 링크가 증가하였으며 제주, 울산, 전남, 광주, 경기, 경남의 6개 지역은 지역 내 기관과 공동연구를 하는 비중이 감소하였으나 나머지 지역은 증가하는 경향을 보여주었다. 대학의 경우에는 전북, 충남, 부산 지역이 지역 내 기관과의 공동연구를 추진하는 비중이 감소하는 것으로 나타났다. 기타 공공연구기관의 경우 링크의 개수는 전반적으로 감소하는 추세를 보여주었으며 지역 내 기관과의 공동연구 비중은 부산, 서울, 충북, 경남, 인천, 전남을 제외한 나머지 지역이 감소하는 것으로 나타났다.

각 주체별 평균을 살펴보면 <표 7>과 같다. 국공립연구소의 경우 실제 기관 수가 적어서 분석에 제외로 한다면 지자체 출자출연기관이 가장 높은 비중을 보이고 있다. 이는 지자체 출자출연기관은 지자체에서 설립을 하여 지역 내 경제 및 산업 활성화에 주 중점을 두고 활동하는 경우가 많아 지역 내 기업 및 대학과 연계하는 비중이 높아서 나타난 결과로 판단된다. 그 다음으로는 기업, 대학, 기타 비영리기관, 공공연구기관 순으로 나타났다. 이것은 설립의 주체가 국가와 지자체, 민간에 따라 나온 결과로 판단된다. 즉 지자체의 산업 및 지역경제 활성화를 목적으로 설립된 지자체 기관의 경우 지역 내 혁신주체들 간의 협력을 활발하게 수행하는 것이 주요안점이 되어 지역의 기관과 협력을 유지하려 하고 국가가 설립한 기관의 경우 지역경제보다는 기초연구 등에 초점이 맞추어져 있으며 국가연구개발사업을 수행하기 위하여 최적화된 협력파트너를 찾고자 활동하는 것으로 보임에 따라 지역적인 협력 활동에 적극적이지는 않은 것으로 판단된다. 기업의 경우 협력의 파트너를 지리적으로 가까운 곳에서

표 6. 지역·혁신주체별 연구개발연계협력 비중

단위 : 건, %

지역	년도	국공립 연구수	공공 연구기관	대학	기업	대기업	기타 비영리 기관	지자체 출자출연기관
서울	'12		231(40.3)	765(39.3)	877(43)	814(29.6)	278(32.4)	
	'17		261(34.5)	993(41.9)	1,984(43.4)	243(32.1)	201(38.3)	15(13.3)
부산	'12	6(33.3)	21(33.3)	132(35.6)	296(48.3)	9(22.2)	47(40.4)	15(66.7)
	'17		11(36.4)	163(33.1)	772(52.8)	10(30)	71(45.1)	14(71.4)
대구	'12		21(0)	54(31.5)	391(38.9)	94(20.2)	56(39.3)	27(40.7)
	'17	2(0)	66(27.3)	96(33.3)	608(40.8)	52(19.2)	48(27.1)	14(64.3)
인천	'12	1(0)	13(7.7)	39(17.9)	151(10.6)	76(10.5)	9(11.1)	2
	'17		11(0)	139(34.5)	340(24.7)	46(13)	16(31.3)	
광주	'12		15(20)	84(46.4)	128(58.6)	2(100)	67(19.4)	
	'17		65(23.1)	158(46.8)	338(53)	5(20)	28(17.9)	15(60)
대전	'12		991(16.9)	69(44.9)	236(36)	61(13.1)	29(10.3)	
	'17		1,348(18.3)	56(48.2)	684(39.9)	106(17.9)	2(0)	
울산	'12		17(17.6)	22(13.6)	70(44.3)	118(7.6)	1(0)	4(25)
	'17		74(24.3)	24(41.7)	285(30.2)	45(11.1)	3(0)	16(50)
경기	'12	1(100)	272(24.6)	258(38.8)	1,138(39.4)	819(32.5)	275(37.5)	1(100)
	'17		375(26.9)	486(40.5)	2,711(35.3)	221(31.2)	434(30.2)	4(50)
강원	'12			37(13.5)	129(54.3)	18(16.7)		4(0)
	'17		20(5)	74(40.5)	287(56.1)	3(0)	1(0)	24(54.2)
충북	'12		6(16.7)	54(33.3)	146(20.5)	29(20.7)	4(0)	
	'17		29(0)	132(41.7)	509(30.1)	29(27.6)	14(7.1)	6(50)
충남	'12		404(5.4)	81(22.2)	160(30)	63(4.8)	106(15.1)	
	'17		175(5.7)	143(18.9)	579(33.9)	31(38.7)	98(1)	14(50)
전북	'12	1(100)		90(53.3)	105(44.8)	5(0)	8(75)	6(66.7)
	'17		10(0)	83(39.8)	459(55.1)	18(16.7)	30(36.7)	24(62.5)
전남	'12			22(31.8)	75(56)	3(0)	2(0)	6(33.3)
	'17		22(0)	49(53.1)	327(42.8)	68(2.9)	7(42.9)	20(45)
경북	'12		3(0)	96(29.2)	314(36.9)	245(16.3)	88(18.2)	13(61.5)
	'17		25(20)	187(37.4)	611(39.6)	142(19)	67(13.4)	22(81.8)
경남	'12		118(11)	24(37.5)	270(36.7)	155(20)	13(53.8)	5(40)
	'17		163(8.6)	91(57.1)	588(33.7)	106(17)	3(66.7)	25(64)
제주	'12	1(100)		11(27.3)	66(59.1)		3(66.7)	4(0)
	'17	7(14.3)	2(0)	42(40.5)	127(44.1)		1(0)	3(33.3)
세종	'17		31(0)	20(10)	32(62.5)	1(0)	2(0)	

주: ( ) 지역 내 비중

찾기 시작하여 해당기업의 업종, 산업 등을 우선적으로 선택하는 것으로 보인다. 대학의 경우에도 지역 내에서 먼저 자원을 찾기 시작하여 국가연구개발사업에 참여하기 위해 활동하는 것으로 추정된다.

분석결과 지역 내에서 이루어지고 있는 네트워크에서 중심적인 역할을 하는 주체도 지역마다 다르게 나타난다. 이는 지역별로 혁신주체의 활동 뿐 아니라 네트워크를 고려한 차별화된 정책의 수립이 필요하다는 점을 시사한다.

표 7. 주체별 지역 내 기관과의 공동연구 비중 (단위 : %)

주체	2012	2017
국공립연구소	83.3	14.3
공공연구기관	19.4	20.9
대학	32.3	38.8
기업	41.1	42.2
대기업	24.2	21.2
기타 비영리기관	34.9	29.8
지자체 출자출연기관	54.2	53.6

## 2) 지역 간 혁신주체 네트워크

다음은 공동연구 네트워크 데이터를 바탕으로 지역과 혁신주체의 노드를 그룹으로 압축하여 집단화하는 블록 모델링을 수행한다. 지역혁신체제는 지역의 산학연 혁신주체들이 자생적인 연구개발을 수행할 수 있도록 하는 혁신체제이다. 이는 지역 내 있는 혁신주체들이 서로 연계협력을 추진하는 것으로 이에 대한 산학연 협력이 지역 혹은 혁신주체 간 어떠한 형태를 보이고 있는지 그리고 변화가 이루어지고 있는 것을 살펴보고자 한다. 이를 통해 어느 지역을 중심으로 네트워크가 이루어지고 있는지 파악할 수 있다.

앞선 혁신주체와 지역으로 분류한 네트워크 데이터를 지역과 혁신주체를 기준으로 블록모델링 방법을 이용하여 시도-시도간, 주체-주체 간 노드로 압축하여 네트워크를 변환하였다. 다음은 2012년 지역 간 협력 네트워크의 링크수와 밀도를 지역 값으로 치환한 결과이다. 밀도를 살펴보면 서울-서울, 서울-경기, 경기-경기의 순으로 밀도가 높은 것을 알 수 있다

표 8. 2012년 시도별 블록 밀도

	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
서울	18.5	1.1	1.7	1.8	0.6	7.7	0.7	15.6	0.7	0.8	4.2	0.4	0.2	2	1.4	0.2
부산	1.8	4.8	0.5	0.1	0	1.5	0.6	1.2	0.1	0.2	0.5	0.1	0.1	0.6	2	0.1
대구	1.3	0.3	4.2	0.2	0.1	0.4	0.2	0.8	0	0.2	0.4	0		2.3	0.4	
인천	2	0.2	0.3	0.6	0.1	0.8	0.1	2.1	0.1	0.1	0.8	0.1	0	0.5	0.2	0.1
광주	0.8	0.1	0.1	0.1	2.6	0.7	0	0.7		0	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0
대전	5	0.7	0.8	0.7	0.5	4.9	0.3	5.7	0.1	0.4	1.4	0.3		0.7	1.1	0.1
울산	0.8	0.2	0.1	0	0	0.5	1	0.6	0	0.1	0.4		0	0.2	0.3	
경기	17	1.2	1.9	1.4	1	5.9	0.9	17.5	0.7	1.2	4.2	0.5	0.3	1.9	1.7	0.2
강원	0.8		0.1		0	0.1		0.6	1.3	0.1	0.3	0		0.1	0.1	0
충북	0.7	0.1	0.1	0.1	0	0.8	0.1	1	0.2	1.1	0.3	0		0.3	0.1	0
충남	2.6	0.2	0.7	0.3	0.3	0.9	0.2	2.9	0.1	0.4	2.2	0.1	0	0.9	0.5	
전북	0.9	0.1	0	0	0.2	0.6		1	0.1	0	0.2	2.1	0.1	0.2	0.1	0
전남	0.2	0.2	0	0.1	0.3	0.2		0.3	0	0	0.1	0.2	1	0.2	0.1	0
경북	1.3	0.2	2.1	0.2	0.1	0.6	0.1	1.5	0.1	0.1	0.5	0.1	0	4	0.5	
경남	2.5	1.4	0.3	0.2	0.1	1.6	0.4	1.9	0.2	0.2	0.7	0.2	0.1	1.2	2.9	0.1
제주	0.3	0		0		0.1	0	0.2			0			0	0.1	0.7



분석결과를 살펴보면 국가연구개발사업이 수도권과 대전을 중심으로 이루어지고 있다는 것을 알 수 있다. 자체적인 지역의 밀도가 기준점 이상이 되지 않는 지역은 인천, 제주 지역으로 이는 공동연구의 네트워크가 국지적으로 이루어지지 않은 것을 알 수 있다. 울산, 전남, 제주의 경우에는 타 지역과의 네트워크의 밀도가 기준점 이상이 되지 않는 것으로 나타나 이는 전반적인 공동연구 개발의 네트워크가 다른 지역과도 활발하게 이루어지지 않는 것을 알 수 있다. 지역별로는 밀도가 기준점 이상인 경우를 살펴보면 부산-부산, 부산-경남, 대구-대구, 광주-광주, 강원-강원, 충북-충북, 충남-충남, 전북-전북, 경북-경북, 경북-경남의 기준점 이상의 밀도를 보여 수도권과 대전을 제외하고는 지리적으로 가까운 지역과 공동연구개발을 많이 수행하는 것으로 나타나 공동연구에서 있어서 지리적 위치가 중요한 요소임을 알 수 있다.

2017년 공동연구 네트워크의 블록모델링의 밀도는 다음 <표 9>다. 먼저 밀도가 기준점 이상인 관계가 2012년 보다 크게 증가한 것으로 나타났다. 이는 전반적인 공동

연구개발사업이 증가한 것에 기인한 것을 알 수 있다. 제주와 세종을 제외한 지역 내 연구개발 협력 주체들이 다양하게 연구개발사업에 참여하고 있으며 세종을 제외한 다른 지역이 자체적인 링크수의 밀도가 기준점 이상이 되는 것으로 나타났다. 가장 밀도가 높은 연계는 경기-경기가 24.6으로 공동연구를 많이 수행하는 것으로 나타났다. 그 다음은 서울-경기로 나타났다. 2012년과 비교하여 전반적인 협력을 하는 횟수와 지역 간 연계에서의 밀도가 크게 증가한 것을 알 수 있다. 세종의 경우 특별자치시로 승격한지 얼마 되지 않아 공동연구 수행하고 있는 것은 부족하게 나타났다. 서울, 경기, 대전을 제외하고 비수도권의 연계현황을 살펴보면 부산-경남, 부산-부산, 대구-경북, 대구-대구, 광주-광주, 울산-울산, 울산-부산, 강원-강원, 충북-충북, 충남-충남, 전북-전북, 전남-전남, 경북-경북, 경남-경북, 경남-경남으로 2012년과 마찬가지로 지리적으로 근접한 지역 간 네트워크가 더 활발한 것으로 나타났다.

다음은 블록밀도 행렬에서 기준점을 기준으로 블록

표 9. 2017년 시도별 블록 밀도

	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종
서울	23.4	2.1	2.7	2.6	1.2	12.6	1.1	23.8	1.4	2.3	3.9	1.3	1.4	2.5	2.5	0.6	0.4
부산	2.1	9.4	0.4	0.2	0.1	1.4	1.5	1.8	0.1	0.3	0.5	0.2	0.6	0.7	2.6	0.2	0
대구	2	0.4	6	0.1	0.2	1.1	0.2	1.8	0	0.2	0.4	0.1	0.1	2.9	0.4	0	
인천	2.3	0.6	0.2	2.8	0.1	0.7	0.2	3.8	0.2	0.4	0.8	0.3	0.2	0.4	0.7	0.1	
광주	1.2	0.1	0.1	0.2	5.2	1.3	0	1.4	0.1	0.1	0.4	0.8	1	0.3	0.4		0
대전	6	0.8	1.1	0.7	0.8	9.2	0.5	7.2	0.2	1.2	2	0.7	0.7	1.5	1.4	0.2	0.2
울산	0.9	1	0.2	0.1		0.5	2.5	1.3	0.1	0.2	0.5	0.1	0.1	0.3	0.6		
경기	19.3	1.9	2.2	3.1	1.8	8.9	1	24.6	1.1	2.6	4.1	1.4	0.8	2.8	2.4	0.4	0.3
강원	0.9	0.1	0.1	0.2	0	0.4	0	1.2	4.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0	0
충북	1.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.8	0	2.1	0.3	4.5	0.7	0.1	0.2	0.2	0.5	0.3	0
충남	2.6	0.3	0.7	0.3	0.6	1.7	0.4	4.1	0.1	0.7	5.5	0.4	0.2	0.6	0.6	0.1	0.1
전북	0.9	0.3	0.1	0.1	0.5	0.4	0.1	1.5	0.1	0.4	0.5	6.6	0.3	0.2	0.4		0
전남	0.5	0.4		0.1	1	0.3	0.1	0.7	0.1	0.1	0.2	0.3	3.6	0.1	0.4	0	
경북	1.9	0.7	2.7	0.3	0.1	1.2	0.6	2.2	0	0.4	0.8	0.2	0.2	7.5	0.8	0	0
경남	1.7	1.8	0.4	0.3	0.2	1.6	0.8	3	0.2	0.6	0.7	0.2	0.4	1	5.2	0.1	0
제주	0.3	0.1	0.1			0.2	0	0.2	0.1	0.2	0	0	0	0	0.1	1.4	
세종	0.4		0		0.1	0.2		0.4		0	0.3			0.2	0	0	0.7

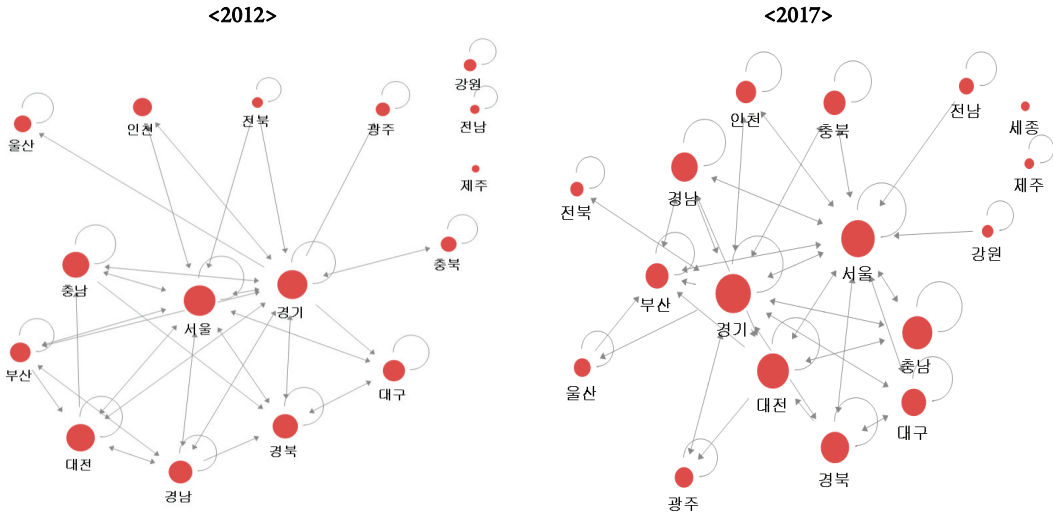


그림 3. 블록 모델링 결과

주) 노드의 크기는 내향연결정도중심성이 높을수록 커짐

간에 존재하는 각 셀에 대한 이미지 값을 구한다. 다음 <그림 3>은 블록이미지 행렬을 생성하여 이를 시각화한 것이다.

2012년을 살펴보면 인천, 제주의 경우 자체 내 공동연구 네트워크 밀도가 기준점이 되지 않고 공동연구개발 수행에 있어서 타 지역과의 연계를 더욱더 활발하게 수행하는 것을 알 수 있다. 그리고 강원, 전남, 제주의 경우 하나의 네트워크에 포함하지 못하는 것을 알 수 있다. 2017년의 경우 세종만이 자체 내 공동연구 네트워크 밀도가 기준점이 되지 않고 있으며 세종과 제주지역만이 전국의 공동연구 네트워크에 포함되지 못한 것을 알 수 있다.

### 3) 혁신주체 네트워크의 영향요인 분석

다음은 혁신주체가 보유하고 있는 특성과 혁신활동이 혁신주체 간의 네트워크 형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 QAP분석을 수행한다. QAP분석은 앞서 논의한 대로 종속변수의 행과 열을 무작위 순서로 재배열하여 귀무가설에 해당하는 통계량의 분포를 만들고 실제 관측된 통계량 보다 극단적인 값이 나타날 확률로 P값을 계산

한다. 본 장에서는 먼저 앞서 혁신주체의 혁신활동 변수와 혁신주체의 특성, 혁신주체 간 네트워크 결과값을 활용하여 QAP분석을 실시한다.

우선적으로 혁신주체 간 네트워크 활동의 결정요인을 파악하기 위하여 네트워크 활동에 영향을 주는 요인들을 검출한다. 본 연구는 혁신주체와 지역 내 혁신활동 간의 관계를 살펴보는 목적이 큼에 따라 정확한 예측 모형 구축 목적이 아니므로 지역변수와 주체의 변수에 따른 영향력을 중심으로 분석하였다.

데이터는 먼저 앞서 분석한 네트워크 데이터를 활용하되 모든 혁신주체 간의 네트워크가 아닌 일정부분 강도가 있는 네트워크 데이터로 구성하였다. 그 이유는 모든 혁신주체 간의 모든 네트워크의 활동이 아닌 지역의 혁신주체 간의 긴밀하게 맺어진 네트워크를 분석하기 위하여 신규로 맺어진 관계나 약한 강도의 네트워크를 제거하기 위함이다. 또한 긴밀한 네트워크의 분석에 방향성은 의미가 없다고 판단되어 기존에 있던 네트워크의 방향성을 제거하였다.

네트워크 데이터의 방향성을 제거하였을 때 가중치는 두 노드간의 합으로 계산한다. 2017년 네트워크의 방향성을 제거한 후 혁신주체 간 네트워크의 강도가 5이상인

노드만을 선별하고 고립노드는 제외하여 분석하였다. 재구성한 주체들 간의 네트워크로 분석한 결과는 다음과 같다.

독립변수는 다음과 같이 설정한다. 지역은 앞서 분석한 17개 시도가 기준이며 주체는 7개의 혁신주체로 분류한다. 또한 지역의 범위를 확장시켜 17개 시도를 권역으로 재분류하여 지리적 근접성이 혁신주체 간의 활동에 영향을 미치는 것을 살펴본다. 즉 혁신주체가 처해있는 공간적인 특성이 네트워크에 영향을 미치는지 알아보는

것이다. 이는 지역혁신체제 구축을 위한 집적의 형태가 나타나는지 살펴보기 위함이다. 혁신활동은 정부연구비의 변수를 활용한다. 2017년 기준 정부연구비가 5천억 이상을 수주한 지역혁신주체와 나머지 주체들을 분리하여 두 그룹간의 연구개발 네트워크가 어떻게 이루어지고 있는지 파악한다. 즉 정부연구비가 많이 유입되는 지역의 혁신주체 간의 관계를 통해 예산을 확보하는 행위로서의 네트워크가 나타나는지 추측하기 위함이다. 마지막으로 과거의 지속적인 관계가 현재의 관계에 영향을 미치는지 알아보기 위해 2012년 혁신주체 간 네트워크를 설정한다.

먼저 QAP 상관분석 결과는 다음 <표 12>와 같다. 2012년 혁신주체 간의 네트워크가 2017년 혁신주체의 네트워크와 가장 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

표 10. 분석대상 네트워크 주요 지표

구분	노드 수	링크 수	밀도	평균 연결수	고립 노드
2017년	88개	15,335	4.006	348	0

표 11. 변수설명

구분	내용	
독립변수	지역	- 서울, 부산, 대구 등 17개 시도
	권역	- 강원권, 수도권, 영남권, 호남권, 충청권, 제주권 6개로 분류
	규모차이	- 정부연구비 5천억 이상 노드(대전_공공연구기관, 서울_대학, 경기_기업, 서울_공공연구기관, 서울_기업) - 정부연구비 5천억 이하 노드(그외 노드)
	주체	- 국공립연구소, 공공연구기관, 대학, 기업, 대기업, 기타 비영리기관, 지자체 출자출연기관 혁신주체 7개
	2012년 혁신주체 간 네트워크	- 2012년 기준 혁신주체 간 양방향 네트워크 (강도 5이상)
종속변수	2017년 혁신주체 간 네트워크	- 2017년 기준 혁신주체 간 양방향 네트워크 (강도 5이상)

표 12. QAP 상관분석 결과

	2017 네트워크	2012 네트워크	지역	권역	규모차이	주체
2017 네트워크	0					
2012 네트워크	0.607**	0				
지역	0.227*	0.15	0			
권역	-0.068	-0.05	-0.192	0		
규모차이	-0.252*	-0.196	0.02	-0.15	0	
주체	0.017	-0.001	-0.101	0.019	-0.017	0

주 1. \*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

2. Perms = 5,000

표 13. QAP 회귀분석 결과

구분	model1	model2	model3	model4	
				비표준화	표준화
지역	22.682***			14.667***	0.128***
규모차이		-17.597***		-10.205***	-0.148***
'12년 네트워크			1.459***	1.337***	0.554***
R-Square	0.052	0.064	0.368	0.408	

주 1. \*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

또한 지역의 변수는 전체네트워크와 유의한 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 혁신주체 간의 네트워크가 지역 내에서 일정부분 작동하고 있다는 것을 의미한다. 규모간의 네트워크는 음의 상관관계를 보였는데 이는 상대적으로 연구비의 수주금액이 적은 주체가 연구비의 규모가 큰 주체와의 협력 관계를 맺고자 하는 형태로 살펴볼 수 있다. 주체 간의 네트워크는 큰 상관관계를 나타내지 않아 주체의 네트워크는 전반적인 네트워크 구축에 큰 관련성은 없어 보인다. 권역 간의 네트워크 역시 주체와 비슷한 수준으로 나타났다.

QAP 상관분석결과를 바탕으로 2017년 혁신주체 간 네트워크를 종속변수로 상관관계가 유의하게 나타난 지역, 규모, 2012년 혁신주체 간 네트워크에 대한 QAP 회귀분석을 수행하였다. 분석결과는 <표 13>과 같다.

지역혁신주체 간 네트워크에서 지역과 규모차이는 네트워크에 유의미한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. model 4의 결과로 해석하면 지역이 다를 때 보다 지역이 같을 때 연계협력 관계가 약 14.7의 강도가 상승하고 5천억 이상 규모의 노드와 관계를 맺지 않을 때 강도가 10.2 정도 감소하는 것을 알 수 있다. 하지만 지역과 규모차이에 대한 변수로 인한 네트워크 설명력은 다소 낮은 것으로 판단된다. model3에서 보듯이 2012년의 관계가 2017년 관계를 36.8%를 설명하고 있다. 이를 보면 혁신주체 간의 과거에 형성된 관계가 어느 정도 지속성을 유지하고 있는 것을 알 수 있다. 이는 다른 변수들의 차이보다 훨씬 높은 것으로 강한 협력관계는 지역적인 요소와 규모차이에 대한 변수보다 기존에 유지하였던 관계에서 오는 것으로 알 수 있었다. 이는 주체 간 네트워킹에 있어

그동안 지리적으로 근접한 지역 간의 혁신활동과 연구비의 규모 차이가 영향을 미치기는 하지만 결국 과거의 지속적인 관계가 강한 연구네트워크를 형성하는 것을 알 수 있다.

## 5. 결론

지역혁신체제의 연구는 지역의 자생적인 발전을 지역 내 주체 간의 활발한 네트워크를 통해 발전된다는 점에서 많은 주목을 받아왔다. 특히 혁신체제의 실현과정에서 이해당사자들의 참여를 수반하는 경우가 일반적이며, 이러한 네트워크적 접근은 지역혁신체제의 발전과정을 실제적으로 표현할 수 있다는 점에서 이론적, 실증적으로 의의가 크다. 본 연구는 지역혁신을 투자와 성과의 관점으로 분석한 기존 선행연구와 달리 혁신주체의 활동에 대한 중심을 두고 출발하였다.

즉, 혁신활동은 혁신주체의 활동과 산학연 주체 간 네트워크의 성과의 결과물이기 때문에 혁신주체들 간의 네트워크가 어떻게 생겨나고 유지되며, 시간이 지나면 어떻게 진화하는지, 이를 위해서 혁신주체들의 동기와 유인요인을 규명하는 작업이 선행되어야 한다는 점이다.

특히 본 연구는 지역혁신을 위한 주체가 지역별로 다르고 네트워크 또한 동일한 지역이라도 혁신주체마다 상이하다는 시각 하에 어떠한 지역의 어떠한 주체가 중심적인 역할을 하는지 그리고 이러한 결과에 대한 원인은 무엇인지 규명하고자 하였다.

그리하여 혁신주체의 활동에 대한 실제적인 내용을 분석하기 위해 국가연구개발사업 과제데이터를 활용하여 혁신주체가 수행하는 과제를 중심으로 분석을 추진하였다. 혁신주체 간의 네트워크의 특성을 파악하기 위해서는 사회네트워크 분석을 수행하였으며 사회네트워크 분석을 통해 도출된 결과를 바탕으로 혁신주체 네트워크의 결정요인을 파악하기 위해 QAP분석을 실시하였다. 본 연구의 종합적인 분석결과는 다음과 같다

첫째, 지역마다 대표적으로 활동하는 혁신주체는 지역마다 차이가 존재하고 혁신주체의 활동은 시기적으로 변화가 이루어지는 것을 알 수 있다. 네트워크의 중심성은 서울, 경기의 대학과 기업, 대전의 공공연구기관이 강한 것으로 나타났으며 모든 지역혁신주체의 네트워크는 서울, 경기, 대전과 네트워크를 형성하고 있었다. 또한 대부분의 지역에서 기업을 중심으로 한 공동연구사업을 추진하는 것을 알 수 있다. 그리고 지역 내에서 이루어지고 있는 네트워킹에서 중심적인 역할을 하는 주체도 지역마다 다르게 나타난다. 둘째, 혁신활동의 네트워크는 수도권과 대전을 제외하고는 지리적으로 가까운 지역과 공동연구개발을 많이 수행한다. 그리고 전체적인 공동연구의 건수가 증가하더라도 지역 내 국지적인 네트워크를 발생시키지 않았다. 셋째, 혁신주체의 네트워크는 지리적 근접성과 연구비의 규모 차이가 영향을 미치기는 하지만 과거의 지속적인 관계가 강한 연구네트워크를 형성하는 것으로 나타났다.

본 연구는 우리나라 지역별 혁신활동의 특성과 혁신과정에서 이루어지는 네트워크를 혁신주체를 중심으로 비교분석한 바, 다음과 같은 정책적 시사점을 제시할 수 있다.

첫째, 지역별 특화된 혁신주체를 중심으로 추진하는 사업발굴이 필요하다. 현재 대부분의 국가연구개발사업 중 지역산업육성을 위한 정책은 산업별, 기술별 분류를 통한 지원을 수행하고 있다. 하지만 지역마다 혁신활동의 중심이 되는 기관들이 차이가 있는 만큼 지역별 특화된 혁신주체를 중심으로 추진하는 정책을 수립하는 것이 중요하다 하다.

둘째, 중앙정부 소속인 국공립연구소나 출연연 등이 지역적 활동을 추진할 수 있는 토대를 마련해야 한다. 지역혁신체제의 구성을 위해서는 일정부분 임계규모를 확대시킬 수 있을 정도의 인프라 및 지원이 필요하며 이는 공공의 목적에서 수행되어야 한다. 중앙의 사무를 처리하는 기관의 입장에서 지역발전을 위한 사무를 적극적으로 추진하지 않을 것이라 추정된다. 이에 정부에서는 지역에 있는 공공연구기관들에게 지역기관과의 협력을 추진하고 지역과 관련된 사무를 적극적으로 추진할 수 있도록 본원의 업무를 경감시켜 주며 지역혁신정책과 관련된 프로젝트실행의 업무를 부여하여 지원하여야 할 것이다.

셋째, 지자체의 자율과 책임성 강화를 위한 지역혁신정책이 필요하며 이는 지역 내 출자출연기관이 중심이 되어야 할 것이다. 지역혁신정책의 문제점은 지자체가 과도하게 중앙정부에 의존하고 있다는 것이다. 이는 결국 지역혁신정책에서 정부 주도의 정책을 추진하게 되는 결과로 나타나게 된다. 이러한 점을 감안하면 지역에서 스스로 혁신정책을 수행할 수 있는 여건이 필요하며 지역 내 사정을 잘 아는 혁신주체가 중심으로 해당 정책을 주도해야 할 것이다. 또한, 정부 차원에서는 지역에 투자되는 연구개발 예산에 대해 전적으로 지자체에 의한 조례와 규정에 의해 사용될 수 있도록 권한을 위임하고 지자체에서 지역 차원에서 혁신을 촉진, 확산, 활용할 수 있도록 정책지원조직의 구축 및 확대, 지자체 자체 연구개발사업 확대 등을 추진해야 한다.

마지막으로 장기적 안목을 가지고 지역혁신정책을 추진해야 한다. 앞의 연구결과에서 나타났듯이 지리적으로 근접한 지역 간의 혁신활동과 연구비의 규모 차이가 영향을 미치기는 하지만 결국 과거의 지속적인 관계가 강한 연구네트워크를 형성하는 것을 알 수 있었다. 이는 지역혁신체제 구축을 위해 장기적인 성과지표가 아닌 단기적인 성과에만 치중하여 지역산업육성 등에 대한 철저한 검증 없이 업무를 추진되기도 한다면 새로운 혁신네트워크의 구축보다는 기존에 구축된 네트워크가 더욱 강해지는 결과를 보여주게 된다. 성공적인 지역혁신체제가 완

성되기까지는 시간적인 축척이 필요함에 따라 지역 내 혁신주체들의 자생적인 네트워크가 임계점에 도달할 수 있을 때까지 장기적인 목표를 설정하여 정책을 추진하여야 한다.

본 연구는 앞서 제시한 연구의 기여에도 불구하고 다음과 같은 한계를 가지고 있다. 첫째, 우리나라에서 이루어지는 혁신주체 활동에 대하여 연구개발활동으로 한정하여 분석하였다는 점이다. 실제 혁신활동은 기술이전, 인력양성, 학술교류 등 다양한 형태로 이루어지고 있다. 본 연구에서는 이러한 데이터를 확보하기 쉽지 않은 관계로 분석에서 제외되었다.

둘째, 지역별 혁신주체에 대한 개별단위 분석이 수행되지 않은 점이다. 본 연구는 다양한 데이터를 지역과 주체로 압축하여 분석을 시도하였지만 데이터 압축과정에서 개별단위의 혁신주체에 대한 활동 특성이 손실되었을 가능성이 크다. 그러나 이러한 분석은 우리나라 전반적인 혁신활동을 보여주기 위해 혁신주체의 수가 너무 많아 분석단위의 한계가 존재하여 추후 지역별, 주체별 단위를 세부적으로 분류하여 추진할 필요가 있다. 따라서 이러한 분석을 추진하는 것도 의미 있는 연구가 될 것임에 따라 후속과제로 남겨두도록 한다.

## 주

- 1) KAIST, 한국과학기술원의 경우 같은 기관이지만 이에 대한 명칭이 차이가 나서 다른 기관으로 인식한다.
- 2) 예를 들어 한국과학기술원의 경우 과제마다, 출연연구소, 대학, 기타 등 기관의 분류를 표기되는 방식이 차이가 있다.
- 3) 한국생산기술연구원의 경우 분소가 전국 16개시 도에 전부 존재하여 본원의 위치만을 가지고 해당과제가 충남에서만 이루어졌다고 보기 어렵다. 또한 대학의 경우 예를 들어 성균관대학교는 서울과 경기도에 이원화된 캠퍼스로 NTIS에서 성균관대학교로 분류된 과제가 꼭 서울에서만 이루어졌다고 판단하기 어려운점이 있다.
- 4) 2017년 당시 세종의 경우 지자체출자출연기관은 분석대상에서 제외하였다.
- 5) 가중치가 있는 네트워크의 경우 밀도가 1을 넘어가는 경우가 존재한다(사이람, 2018)

- 6) 표 및 그래프의 표기의 편리를 위하여 지표를 기호로 표시하였다. 국립연구소: G, 공공연구기관: R, 기업: C, 대기업: M, 대학: U, 지자체 출자출연: L, 기타비영리기관: N

## 참고문헌

- 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 2018, 2017년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서.
- 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 2019, 2017년도 연구개발활동조사보고서.
- 구양미, 2008, “고령친화산업 행위주체 네트워크의 구조적·공간적 특성: 사회 네트워크 분석을 중심으로,” 대한지리학회지 43, pp.526-543.
- 구영우·조성복·민완기, 2012, “혁신체제론의 진화 및 주요 논점,” 기술혁신학회지 15, pp.225-241.
- 김경미·이동민·이만형, 2011, “충청권 바이오·의료산업 공동연구 네트워크의 구조적, 지위적, 공간적 특성,” 한국지역개발학회지 23(3), pp.89-106.
- 김선우·양현재, 2017, 중소기업의 협력 R&D 수행 현황과 네트워크 효과, STEPI Insight 213호.
- 김성진·백종운, 2010, “네트워크 분석을 통한 5+ 2 광역경제권별 혁신체제 발전 방안 연구,” 한국지방행정학보 7(2), pp.316-334.
- 김용웅·차미숙·강현수, 2009, 신지역발전론, 경기: 한올아카데미.
- 김용학, 2003, 사회 연결망 분석, 서울: 박영사.
- 김용학·윤정로·조혜선·김영진, 2007, “과학기술 공동연구의 연결망 구조,” 한국사회학 41(4), pp.68-103.
- 김익식, 2008, “한국 지방자치의 위기구조(危機構造)와 미래구상,” 한국행정학보 42(2) pp.5-30.
- 김정홍, 2004, 지역산업의 혁신역량 강화방안-지역혁신정책을 중심으로, 산업연구원.
- 문미성, 2001, 필립 쿡크(Philip Cooke)의 지역혁신체제, 국토 230호, 95-103.
- 박 경·박진도·강용찬, 2000, “특별기획, 지역혁신 능력과 지역혁신체제-지역혁신체제론의 의의, 과제 그리고 정책적 함의,” 공간과 사회 13, pp.12-45.
- 박준형·곽기영·한희준·김윤정, 2013, “기업 간 특허인용 관계 결정요인에 관한 연구,” 지능정보연구 19(4), pp.21-37.

- 사이람, 2018, NetMiner를 이용한 소셜 네트워크 분석 기본 교육.
- 석명섭·김병근·정혜진, 2017, “키워드 네트워크 분석을 통한 지역혁신체제의 연구경향 분석,” 한국정책학회보 26(4), pp.197-226.
- 송위진, 2002, “혁신체제론의 과학기술정책,” 기술혁신학회지 5(1), pp.1-15.
- 신동호, 2006, “독일 루르지역의 지역혁신정책 거버넌스 연구: 혁신주체간 협력관계를 중심으로,” 한국경제지리학회지 9(2), pp.167-180.
- 유광민·김동관·한성호, 2016, “혁신주체 관점의 지역별 혁신 특성 비교 분석,” 산업혁신연구 32(3), pp.197-227.
- 이석희, 2000, 중소·벤처기업중심의 지역혁신시스템구축방안,” 대구경북개발연구원 정책연구보고서 00-05.
- 이선재·정선양, 2014, “혁신클러스터 내에서의 혁신주체들 간 상호작용의 변화, 대덕연구개발특구를 중심으로,” 기술혁신학회지 17(4), pp.820-844.
- 이성근·박상철·이관률, 2006, “지역전략산업의 육성과 지역혁신체제의 구축,” 한국행정논집 18, pp.205-233.
- 이수상, 2012, 네트워크 분석 방법론, 서울: 논형.
- 이정협·김형주·손동원, 2005, 한국형 지역혁신체제의 모델과 전략1, 지역혁신의공간적 틀, 과학기술정책연구원 정책연구 05-02.
- 이철주, 2018, “국가연구개발에 관한 연구현황 분석, 국내 학술지 문헌의 연구 분야 및 분야 간 네트워크를 중심으로,” 기술혁신학회지 21(1), pp.201-235.
- 이철우, 2007, “참여정부 지역혁신 및 혁신클러스터 정책 추진의 평가와 과제,” 한국경제지리학회지 10(4), pp.377-393.
- 정선양, 2008, 전략적 기술경영, 서울: 박영사.
- 정준호, 2016, “발명자 네트워크의 공간적 결정요인 분석,” 한국경제지리학회지 19(1), pp.1-17.
- 최수진, 2016, 커뮤니케이션의 연구를 위한 네트워크 분석, 서울: 커뮤니케이션북스.
- 최해옥, 2012, “창조산업의 공간적 특성과 기관별 네트워크 구조 변화 분석: 디자인산업을 중심으로,” 한국경제지리학회지 15(1), pp.116-130.
- 함명인·이재원, 2013, “연구장비 구축 연구기관 네트워크 분석,” 한국콘텐츠학회논문지 13(3), pp.307-317.
- 황명화·차미숙·김종학·이영주·성혜정·윤은정·안재성, 2016, 지역경제 정책지원을 위한 플로우(flow) 빅데이터 활용방안 연구, 국토연구원 기본 16-20.
- 허동숙, 박소현, 구양미, 2016, “농촌지역 산업 기술지식의 융합과 지식 네트워크: 순창군 장류산업을 중심으로,” 한국경제지리학회지 19(3), pp.566-582.
- Asheim, B. T. and Isaksen, A., 1997, “Location, agglomeration and innovation: Towards regional innovation systems in Norway?,” *European planning studies* 5(3), pp.299-330.
- Cooke, P., 1998, “Global clustering and regional innovation,” *Regional Innovation Systems, UCL Press Ltd, London*, pp.245-262.
- Cooke, P., Uranga, M. G. and Etxebarria, G., 1997, “Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions,” *Research Policy* 26(4-5), pp.475-491.
- Dodgson, M., Mathews, J., Kastelle, T. and Hu, M. C., 2008, “The evolving nature of Taiwan’s national innovation system: The case of biotechnology innovation networks,” *Research Policy* 37(3), pp.430-445.
- Freeman, C., 1987, *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Frances Pinter.
- Freeman, C., 1989, *Technology policy and economic performance. Great Britain.*: Pinter Publishers.
- Hassink, R., 2001, “Towards regionally embedded innovation support systems in South Korea? Case studies from Kyongbuk-Taegu and Kyonggi,” *Urban Studies* 38(8), pp.1373-1395.
- Lundvall, B. Ä. and Johnson, B., 1994, “The learning economy,” *Journal of Industry Studies* 1(2), pp.23-42.
- Lundvall, B.-Ä., 1992, *National innovation system: towards a theory of innovation and interactive learning*, Pinter, London.
- Manual, OECD Oslo., 2018, Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation.
- Moulaert, F. and Sekia, F., 2003, “Territorial innovation models: a critical survey,” *Regional Studies* 37(3), pp.289-302.

- OECD, 1999, *Boosting Innovation: The Cluster Approach*, Paris.
- OECD, 2001, *Innovative clusters: drivers of national innovation systems*, OECD Publishing.
- Perkmann, M. and Walsh, K., 2007, "University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda," *International Journal of Management Reviews* 9(4), pp.259-280.
- Rampersad, G., Quester, P. and Troshani, I., 2010, "Managing innovation networks: Exploratory evidence from ICT, biotechnology and nanotechnology networks," *Industrial Marketing Management* 39(5), pp.793-805.

Wasserman, S. and Faust, K., 1994, *Social Network Analysis*. Cambridge University Press.

국가과학기술정보서비스 <https://www.ntis.go.kr/>(최종열람일: 2021년 1월 6일)

교신: 남태우, 서울시 종로구 성균관로 25-2 성균관대 국정전문대학원, 이메일: namtaewoo@skku.edu

Correspondence: Taewoo Nam, Department of Public Administration, Sungkyunkwan-ro 25-2, Jongno-gu, Seoul, Korea, Email: namtaewoo@skku.edu)

최초투고일 2021년 08월 30일

수정일 2021년 09월 17일

최종접수일 2021년 09월 24일