

R&D협업 기관들의 공간적 분포와 지역 간 네트워크 분석 -정보통신, 바이오, 에너지 산업을 중심으로-

김규환
서울시립대학교 도시행정학과

Spatial distribution of R&D collaborative organizations and network analysis between regions -Focusing on information and communication, bio, and energy industries-

Gyu-Hwan Kim
Division of Urban administration, University of Seoul

요약 국가균형발전을 위한 지역혁신이 주목받아 왔다 그 이유는 지역 특화산업의 R&D역량을 향상시킴으로써 지역이 내생적으로 성장할 수 있기 때문이다. 그러나 지역혁신에 대한 지속적인 논의에도 불구하고, 실질적으로 지역에서 R&D 협업이 어떻게 이루어지는지에 대한 실증적인 분석이 부족하다. 따라서 본 연구는 정보통신, 바이오, 에너지 산업을 중심으로 국가 R&D사업에 참여한 기관들이 어느 지역에 밀집해 있는지 분석하였다. 그리고 개별 기업들을 주소로 라벨링하여 어느 지역이 R&D협업 네트워크에서 높은 영향력을 갖는지 분석하였다. 분석결과 정보통신 R&D사업에 참여한 대부분의 기관들은 수도권에 밀집해 있었다. 네트워크 분석에서도 성남시와 강남구의 연결 중심도 값이 높게 나타났다. 바이오와 에너지 R&D사업은 수도권뿐만 아니라 충청권, 동남권에도 관련 기관들이 밀집해 있는 것으로 나타났으며, 네트워크 관계에서도 중요한 지역으로 나타났다. 하지만, 정보통신은 바이오, 에너지, 자동차 등 많은 산업에서 활용되는 기술이다. 따라서 지역혁신을 구축할 때, 지역 내부자원의 이용뿐만 아니라 지역 외부자원을 내부자원과 함께 어떻게 활용할 것인지에 대한전략이 필요하다.

Abstract Regional innovation has been drawing attention to achieve balanced national development. This is because a region can grow endogenously by improving its specialized industries' R&D (research and development) capabilities. However, despite continuous discussions on regional innovation, empirical analysis of how R&D collaboration is achieved in a region is insufficient. Therefore, this study analyzed the locations where institutions participating in national R&D projects, focusing on the ICT (information and communication), bio, and energy industries, were concentrated. In addition, these institutions were labeled with their addresses to analyze which regions had a strong influence on the R&D collaboration network. This analysis showed that most institutions that participated in the ICT R&D projects were concentrated in the Seoul Capital Area. A network analysis between regions showed a high value of degree centrality index in Seongnam-si and Gangnam-gu. The bio and energy R&D projects were concentrated in the Seoul Capital Area and the Chung-nam and Dong-nam. In addition, these locations were important in R&D collaboration networking. However, ICT is a technology used in many industries, such as the bio and energy industries. Hence, regional innovation must be established based on a strategy to use regional internal resources and show how to use regional external and internal resources.

Keywords : R&D Collaboration, Regional Innovation System, Balanced National Development, Social Network Analysis, Spatial Analysis

*Corresponding Author : Gyu-Hwan Kim(University of Seoul)

email: therute1@uos.ac.kr

Received February 8, 2022

Accepted May 6, 2022

Revised March 15, 2022

Published May 31, 2022

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

2002년 국가균형발전을 위한 다양한 지역산업의 혁신정책이 시작되었다[1]. 최근에는 동남권 메가시티와 같은 초광역경제권이 지역산업 활성화를 위한 혁신정책으로 주목받고 있다[2]. 초광역경제권의 산업발전에서 중요한 점은 바로 지역혁신시스템의 구축이다[3,4]. 지역혁신에 대한 사회적 논의는 공간적 범위에만 차이가 있을 뿐 최근에 논의되기 시작한 것은 아니다. 이명박 정부에서는 5+2 광역경제권 정책을 폈으며, 박근혜 정부에서는 생활권 단위의 혁신시스템을 지향하였다. 그러나 지역혁신에 대한 사회적 논의들이 충분하지만, 지역혁신을 어떻게 이루어야 하는지에 대한 실증적 경험은 부족한 상태이다. 예를 들어, 동남권에서 부산, 울산, 경남이 내생적 성장을 위해 광역권의 지역혁신을 고려하지만, 동남권 내 기관들의 R&D협업 구조를 살펴보면 동남권 내 기관들뿐만 아니라 수도권 기관들과도 협력이 나타나는 상황이다.

본 연구는 정보통신, 바이오, 에너지 산업부문에서 R&D사업에 참여한 기관들의 협업 관계를 파악하기 위하여, 기관들이 어느 지역에 집적해 있는지 분석하였다. 그리고 기관들을 입지한 지역으로 라벨링 하여 R&D협업의 지역 간 네트워크 분석하였으며, 이를 통해 어느 지역이 R&D협업 네트워크에서 높은 위상을 차지하는지 분석하였다.

2. 본론

2.1 선행연구 고찰

2.1.1 지역혁신시스템과 균형발전

지역혁신에서 필요한 것은 첫째, 지역별 다른 특성, 둘째, 혁신 주체들 간의 상호작용학습, 셋째, 연구개발을 통한 지식의 창출, 활용, 확산으로 구분할 수 있다. 지역혁신을 정의하면서 다소 차이는 있지만, 이러한 요소들을 종합적으로 고려할 때, 지역별 다른 환경에서 다양한 혁신 주체들이 상호작용을 통한 R&D활동을 통해 새로운 지식을 창출, 활용, 확산시키기 위한 시스템으로 정의할 수 있다[5-7]. 여기서 지식은 경제성장의 핵심이며, 혁신은 산업계 등 여러 이해관계자가 지식창출과 경제성장을 위하여 상호작용하는 발전과정으로 설명할 수

있다. 그런데 지식창출이라는 혁신을 추구하면서 국가혁신체제로는 지역의 차별성을 고려하지 못했기 때문에, 이를 보완하는 지역혁신과 이러한 메커니즘의 지역혁신시스템이 주목받기 시작했다[8,9].

지역혁신은 국가균형발전을 위한 하나의 전략으로써 2003년부터 논의되었다. 지역별로 내생적 성장을 위하여 지역의 특화산업을 선정하였다. 그리고 선정된 산업의 R&D를 활성화하기 위하여 지역혁신 정책을 수립하였다. 이러한 배경 아래 국가균형발전과 지역혁신을 주제로 한 다양한 연구들이 학계에서도 수행되었다. 예를 들어, 지역혁신이 지역의 경제성장에 긍정적 영향을 미치지만, 산업별로 다른 효과의 분석결과를 보여주면서, 지역혁신이 경제적 효과로 연결되기 위해서는 지역 고유의 혁신역량을 파악하고, 지역적 속성을 고려한 전략이 필요함을 제시하였다[10,11]. 하지만, 지역이 R&D를 수행하면서 보유한 인적, 금전적, 물적 자원이 불균형하기 때문에[12], 내생적 성장을 위한 지역혁신과 함께 지역 간의 협력이 필요하다는 의견도 있다.

앞서 살펴본 논의들을 종합적으로 정리하면, 지역혁신이 지역의 내생적 성장모형으로 주목받으면서 국가균형발전 전략으로 논의되고 있다. 하지만 지역혁신에 대한 실증적 경험이 부족하다. 그러다 보니 정부의 정책적 노력에도 불구하고 국가균형발전을 달성하기 위한 지역혁신의 구체적인 전략이 부족한 상태이다.

2.2 자료수집 및 분석방법

2.2.1 자료출처 및 구성

한국산업기술평가관리원에서는 산업별 R&D에 대한 정보들을 관리하고 있다. 정보공개요청을 통해 정보통신, 바이오, 에너지 산업부문에서 추진된 R&D과제명, 주관기관, 주관기관의 주소, 참여기관, 참여기관의 주소에 대한 정보들을 수집하였다. 정보통신 부문 총 1418개 R&D사업 중 2개 이상의 기관이 참여한 R&D사업이 총 975개이며, 바이오 부문에서는 총 1490개의 R&D사업 중 1096개의 R&D사업이 협업한 것으로 나타났다. 마지막으로 에너지 부문에서는 259개의 R&D사업 중 2개 이상의 기관이 참여한 R&D사업은 192개로 나타났다.

본 연구에서는 R&D사업에 공동으로 참여한 기관들의 공간적 분포와 지역 간 네트워크 분석을 목적으로 하므로, 2개 이상의 기관이 참여한 사업만 추출하여 연구를 진행하였다.

2.2.2 소셜 네트워크 분석(SNA)

네트워크는 노드와 링크로 구성된다. 예를 들어 본 연구에서 노드는 지역을 의미하며, 링크는 R&D사업을 협업한 지역 간 연결을 의미한다. 네트워크는 전체적인 구조를 관찰할 것이냐, 네트워크를 구성하는 노드를 관찰할 것이냐에 따라 그 목적이 다르다. 네트워크 구조를 볼 때는 밀도, 컴포넌트 등의 속성을 관찰하며, 네트워크를 구성하는 노드를 관찰하는 경우에는 중심성을 분석한다.

본 연구는 산업부문별 R&D협업에서 어떤 지역이 다른 지역과 많이 연결되어 있는지를 살펴보는 것을 목적으로 하므로, 중심성이라는 지표를 활용한다. 그리고 중심성은 대표적으로 연결정도 중심성, 매개 중심성, 근접 중심성, 고유벡터 중심성으로 나눌 수 있는데, 본 연구에서는 어떤 지역이 다른 지역들과 많은 연결성을 가졌는지를 분석하는 것을 목적으로 하므로 연결정도 중심성을 활용한다. 연결정도 중심성이란 한 개의 노드가 다른 노드와 얼마만큼의 관계를 맺고 있는가를 분석하여 해당 노드가 중심에 위치하는 정도를 나타내는 것을 의미하기 때문이다. 따라서 연결된 노드의 수가 많을수록 연결정도 중심성은 높아지며, 중요한 노드라고 할 수 있다. 연결 정도 중심성을 구하는 방법은 Eq. (1)과 같다[13].

$$degree\ centrality = \frac{d(n_1)}{g-1} \quad (1)$$

Where, $d(n_1)$ denotes degree of node n and g denotes total number of nodes

2.2.3 공간적 자기상관(Spatial auto-correlation)

특정 변수가 공간적으로 특정 분포의 형태를 보인다고 할 때, 이것은 공간적으로 상관성이 있음을 의미하며, 공간적 자기상관성을 통해 살펴볼 수 있다. 공간적 자기상관성을 측정할 때 사용하는 지수는 I통계량이다. I통계량은 다시 Global Moran's I와 Local Moran's I로 구분할 수 있다. Global Moran's I는 전체 지역에서 특정 변수의 군집정도를 보여주며, Local Moran's I는 지역별로 특정 변수의 군집정도를 보여준다. Global Moran's I는 Eq. (2)를 통해 산출할 수 있는데, n 은 인접한 폴리곤의 개수를 의미하며, y_i 는 지역 i 의 속성값을 의미하며, \bar{y} 는 해당지역 y 값의 평균을 의미하며, w_{ij} 는 공간가중행렬을 의미한다.

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

Global Moran's I는 전체에 대하여 공간적 자기상관관계를 하나의 값으로 제시한다. 따라서 특정지역이 공간적 자기상관관계에 얼마만큼 영향을 미치는지 파악할 수 없다. 따라서 LISA(Local Indicator of Spatila Association)를 활용한 Local Moran's I의 산출은 이러한 한계점을 보완할 수 있다. Local Moran's I는 특정지역을 중심으로 주변에 유사한 값들을 보이는 공간적 군집패턴을 세부적으로 나타내는 통계량을 의미하며, 산출식은 Eq. (3)과 같다[14].

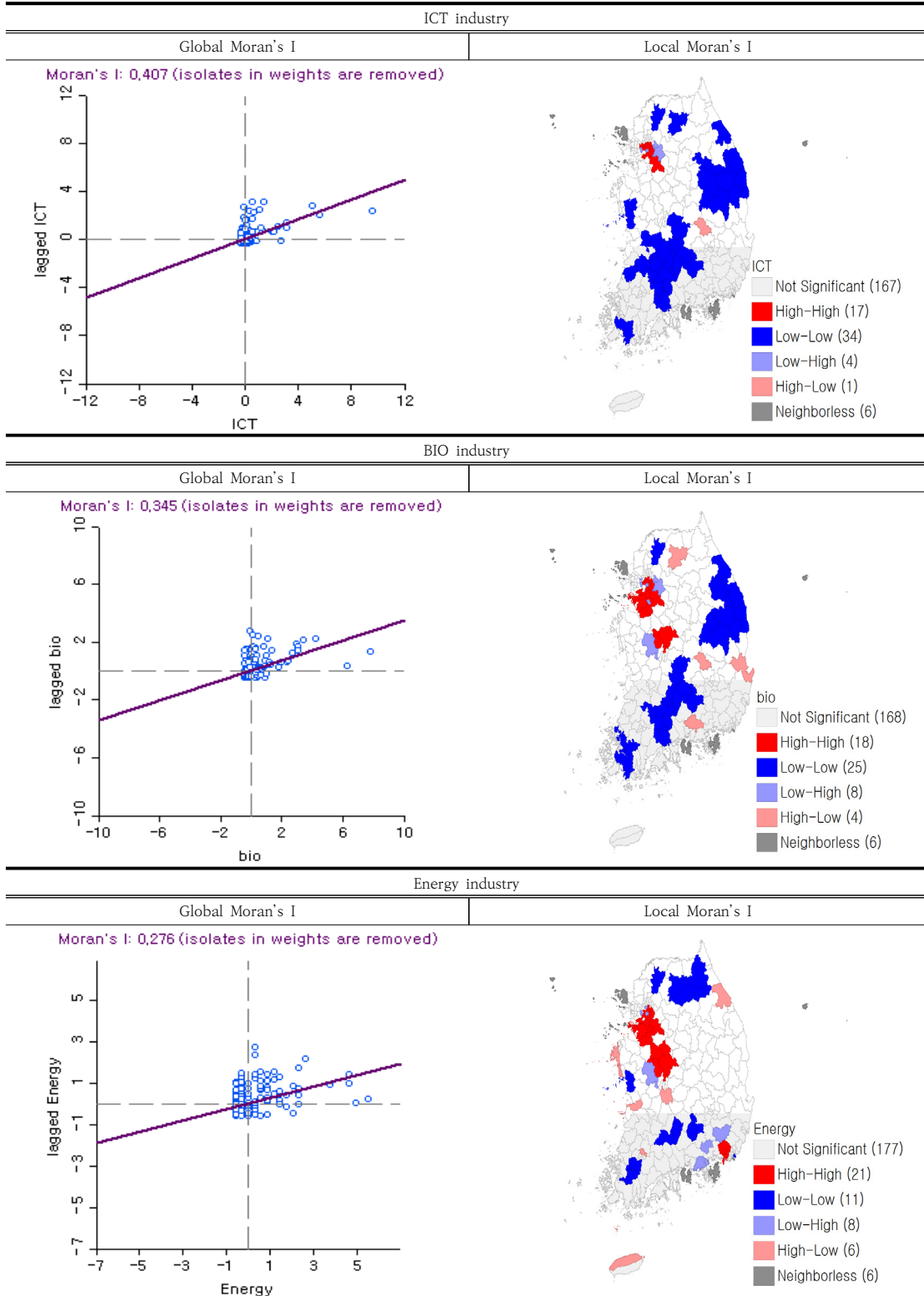
$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (3)$$

2.3 R&D 참여기관들의 공간적 분포

2.3.1 정보통신 산업

정보통신 R&D사업에 참여한 기관들의 공간적 분포를 살펴보면 대부분의 기관이 수도권에 집중해 있음을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 Table 1의 Moran's I의 값을 통해 확인할 수 있다. Global Moran's I는 총 4개의 사분면으로 구성되어 있으며, 가로축(개별 산업명)은 특정지역에 입지한 기관의 수, 세로축(lagged 산업명)은 특정지역의 인접지역에 입지한 기관의 수를 의미한다. 1사분면은 특정지역에 입지한 기관도 많고, 인접지역에 입지한 기관도 많은 상태이며, 3사분면은 특정지역에 입지한 기관이 적고, 인접지역에 입지한 기관도 적은 상태이다. Global Moran's I의 값은 0.407로 나타났으며, 이에 따라 정보통신 R&D사업에 참여한 기관들이 공간적으로 자기상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 이것의 의미는 R&D사업에 참여한 기관들이 밀집해 있는 지역의 경우 인접지역에서도 이러한 기관들이 밀집되어 있음을 의미하며, 밀집해 있지 않은 지역의 경우 인접지역에도 밀집해 있지 않은 상태를 의미한다. 지역별 공간적 자기상관관계는 Table 1 왼쪽의 Local Moran's I를 통해서 확인할 수 있다. 수도권이 High-High 지역으로

Table 1. Result of Moran's I test(ICT, Bio, Energy)



나타나지만, 호남권, 강원권은 Low-Low 지역으로 나타났다. 정보통신 R&D사업에 참여하여 협업하는 기관들은 대부분 수도권에 밀집해 있으며, 호남권과 강원권의 경우에는 부재한 상태로 볼 수 있다.

2.3.2 바이오 산업

바이오 R&D사업에 협업한 기관들의 공간적 분포를 살펴보면, 정보통신과 마찬가지로 공간적으로 특정한 패턴들이 나타나고 있다. 이에 따라, Table 1의 Global Moran's I값도 0.345로 나타나고 있으며, 0.001수준에서 유의한 것으로 나타났다. 또한, Table 1의 Local Moran's I를 살펴보면, 수도권, 충청권이 High-High 지역으로 나타났으며, 정보통신과 마찬가지로 강원권과 호남권은 Low-Low 지역으로 나타났다.

2.3.3 에너지 산업

에너지 R&D사업에 협업한 기관들의 공간적 분포를 살펴보면 다른 산업보다 공간적으로 나타나는 특정한 패턴의 정도는 약하지만, 그럼에도 불구하고 Table 1의 Global Moran's I값도 0.276으로 나타나 공간적 자기상관관계가 어느 정도 나타나고 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 다른 산업들과 마찬가지로 R&D협업에 참여하는 기관들이 서로 밀집하려는 현상이 나타나고 있음을 의미한다. 또한, Table 1의 Local Moran's I를 살펴보면, 수도권, 충청권, 동남권, 제주권이 High-High 지역으로 나타나고 있다.

2.3.4 R&D 참여기관들의 공간적 분포에 대한 결론

R&D 참여기관들의 공간분포를 분석해본 결과, 공간적으로 특정한 패턴을 보이며 특정 지역에 집적하는 현상이 발견되었다. R&D 참여기관들이 지역별로 집적하여 입지해 있는 현상은 광역경제권역에서의 지역혁신시스템이 구축될 필요가 있음을 의미한다. 그런데 산업별 R&D 참여기관들의 지역별 분포를 살펴보면 특정 권역에 밀집되어 나타나는데, 주로 수도권, 충청권, 동남권 위주로 기관들이 집적해 있는 모습을 보여주고 있었다. 이러한 현상은 지역별 혹은 권역별로 특화산업을 육성하기 위한 전략을 수립할 때 지역 내부 자원과 지역 외부 자원과의 협력을 어떻게 도모하여 혁신을 만들어 갈 것인가에 대한 논의가 필요함을 시사한다. 산업별 R&D 참여 기관들이 공간적으로 집적한 현상을 좀 더 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

첫째, 정보통신의 경우 R&D 참여기관들이 수도권에 집적되어 있는데, 이러한 현상은 경기도 성남시의 판교 테크노밸리, 서울시 강남구의 벤처타운 등 정보통신 클러스터 영향이 크기 때문으로 해석할 수 있다. 그런데 정보통신은 바이오, 에너지, 모빌리티 등 지역특화산업으로 논의되는 산업군이 발전하는 데 필요한 기술이다. 따라서 지역별 혹은 권역별로 특화산업을 선정하고 육성할 때 정보통신 기술이 필요한 경우에는 수도권에 입지한 기관들과의 협업이 지속해서 요구된다. 둘째, 바이오의 경우 수도권과 충청권에 많은 기관이 집적해 있는 것으로 나타났다. 실제로 충북에서는 바이오 헬스, 대전에서는 바이오 기능성 소재, 충남에서는 바이오 식품과 같이 바이오 관련 산업을 지역특화산업으로 선정하여, 해당 산업의 육성하기 위한 지역혁신전략이 추진 중이다. 셋째, 에너지의 경우에는 R&D 참여기관들이 수도권, 충청권, 동남권, 제주권에 집적해 있는 것으로 나타났다. 예를 들어 충북 진천에서는 에너지 산업 육성을 위하여 산업통상자원부, 대학, 연구소, 기관들이 밀집한 클러스터를 조성하고 있으며, 동남권에서는 수소산업 육성을 위한 혁신전략을 수립하고 있다. 제주권은 탄소프리 아일랜드(Carbon free Island)로 풍력산업, 스마트그리드, 분산형 발전을 위해 R&D사업에 집중적으로 투자하고 있으므로, 이러한 배경에서 나온 결과로 볼 수 있다.

2.4 R&D 참여기관들의 지역 간 네트워크

2.4.1 정보통신 산업

정보통신 부분 R&D사업에 참여한 기관들을 시군구로 변경한 뒤, 시군구 간의 네트워크 분석을 시도하였으며, 산업별 분석결과는 Table 2와 같다.

Table 2의 ICT 산업을 살펴보면, 공간적 분포와 마찬가지로 서울과 경기도 지역이 높은 중심성의 값을 갖는 것으로 나타났다. 이는 경기도 성남시와 서울특별시 강남구가 다른 지역으로부터 정보통신 R&D협력을 위해 가장 많이 선택받는 지역임과 동시에 가장 많은 지역을 선택하는 지역임을 의미한다. 이러한 결과는 성남시와 강남구에 정보통신 R&D사업을 주도하거나 참여하려는 기관들이 많이 입지해 있기 때문으로 해석할 수 있다. 그 밖에 경기도 수원시, 서울특별시 마포구와 금천구 등 모두 정보통신 관련 기관들이 밀집된 지역이다. 이러한 지역에 입지한 기관 중 R&D사업을 주관하거나 R&D사업에 참여한 횟수가 가장 많은 기관을 살펴보면, 전자부품연구원, 한국전자기술연구원, 가천대학교, (사)

Table 2. Degree centrality of Region(ICT, Bio, Energy)

ICT industry				BIO industry				Energy industry			
In-degree		Out-degree		In-degree		Out-degree		In-degree		Out-degree	
Seongnam, Gyeonggi	1.01	Seongnam, Gyeonggi	2.03	Yuseong, Daejeon	1.05	Yuseong, Daejeon	1.46	Yuseong, Daejeon	0.40	Yuseong, Daejeon	0.29
Gangnam, Seoul	0.99	Gangnam, Seoul	1.87	Seongnam, Gyeonggi	0.83	Seongnam, Gyeonggi	1.33	Cheonan, Chungnam	0.26	Cheonan, Chungnam	0.28
Seocho, Seoul	0.66	Yuseong, Daejeon	1.00	Seongbuk, Seoul	0.76	Suwon-si, Gyeonggi	0.90	Changwon, Gyeongnam	0.17	Gangnam, Seoul	0.20
Yuseong, Daejeon	0.64	Guro, Seoul	0.75	Seodaemun, Seoul	0.75	Gangnam, Seoul	0.60	Seongnam, Gyeonggi	0.16	Seongbuk, Seoul	0.19
Suwon, Gyeonggi	0.60	Seocho, Seoul	0.54	Gwanak, Seoul	0.61	Yongin, Gyeonggi	0.57	Seocho, Seoul	0.15	Gangseo, Busan	0.18
Mapo, Seoul	0.47	Geumcheon, Seoul	0.44	Seocho, Seoul	0.53	Geumcheon, Seoul	0.53	Suwon, Gyeonggi	0.13	Daedeok, Daejeon	0.17
Yeongdeungpo Seoul	0.41	Changwon, Gyeongnam	0.44	Jongno, Seoul	0.50	Hwaseong, Gyeonggi	0.46	Hwaseong, Gyeonggi	0.13	Hwaseong, Gyeonggi	0.13
Seongdong, Seoul	0.37	Songpa, Seoul	0.43	Suwon, Gyeonggi	0.45	Seocho, Seoul	0.42	Gangnam, Seoul	0.12	Changwon, Gyeongnam	0.10
Geumcheon, Seoul	0.37	Mapo, Seoul	0.42	Gangnam, Seoul	0.44	Gwanak, Seoul	0.40	Jinju, Gyeongnam	0.11	Ansan, Gyeonggi	0.10
Anyang, Gyeonggi	0.37	Yeongdeungpo, Seoul	0.38	Yongin, Gyeonggi	0.40	Anyang, Gyeonggi	0.356	Seongbuk, Seoul	0.10	Dalseo, Daegu	0.10

한국소프트웨어개발연구조합, (사)한국컨버전스영상기
기연구조합, (주)삼성SDS, (주)현대모비스 등과 같이 다양
한 산업, 대학, 연구, 협회 기업들이 있는 상태이다.

2.4.2 바이오 산업

Table 2의 바이오 산업의 결과를 살펴보면, R&D협
업을 위한 지역 간 네트워크에서 In-degree의 값이 높
은 지역은 대전광역시 유성구, 경기도 성남시, 서울특별
시 성북구로 나타났다. Out-degree의 값이 높은 지역
은 대전광역시 유성구, 경기도 성남시, 서울특별시 성북
구로 나타났다. 대전광역시 유성구가 높은 중심성을 갖
는 이유는 유성구에 많은 연구원이 밀집되어 있기
때문이다. 실제로 바이오 부분 R&D사업에 참여한 기관
중 대전광역시 유성구에 위치해 있으면서, 참여 횟수가
많은 기관은 한국화학연구원, 한국생명공학연구원, 한국
과학기술원, 한국기초과학지원연구원으로 나타나고 있
다. 그 밖에도 충남대학교와 같은 대학교도 바이오 산업
부분 R&D사업의 주관기관뿐만 아니라 참여기관으로도
참여하는 것으로 나타났다. 또한, 경기도 성남시가 2번
째로 중심도 값이 높게 나타났는데, 그 이유는 전자부품
연구원, 한국바이오연구조합이 입지해 있기 때문이며,
그 밖에도 분당서울대학병원, 가천대학교, SK케미칼도
위치해 있기 때문으로 볼 수 있다.

2.4.3 에너지 산업

Table 2의 에너지 산업의 결과를 살펴보면, R&D협

업을 위한 지역 간 네트워크에서 In-degree의 값이 높
은 지역은 대전광역시 유성구, 충청남도 천안시, 경상남
도 창원시로 나타났으며, Out-degree의 값이 높은 지
역은 대전광역시 유성구, 충청남도 천안시, 서울특별시
강남구로 나타났다. 이들 지역에서 한국에너지기술연구
원이 에너지 부분 R&D사업을 가장 많이 주관하면서 동
시에 가장 많이 참여하고 있었으며, 그 외에도 한국기계
연구원, 한국과학기술원, 충남대학교와 같은 다른 성격
의 기관들도 참여하는 것으로 나타났다. 충청남도 천안
시의 경우에는 한국생산기술연구원, 한국자동차연구원
이 R&D사업을 가장 많이 참여하고 있었으며, 경상남도
창원시의 경우에는 (주)두산중공업, (주)GTC 등과 같은 민
간기업들이 입지해 있는데, 이들 기업은 조선업뿐만 아
니라 수소산업과 같은 신에너지 산업에도 참여하고 있다.

2.5 R&D 참여기관들의 권역 간 네트워크

Block modeling의 결과는 Table 3에서 볼 수 있듯
이 Block sum matrix와 Block density matrix로 나
누어 살펴볼 수 있다. Block sum matrix는 그룹 간의
연결 링크 수를 의미한다. Block density matrix는 그
룹 A가 그룹 B에게 보내는 링크 수 / 그룹 A가 그룹 B
에게 생성될 수 있는 링크 수로 산출한다. 이 값의 의미
는 그룹 간의 연결 밀도가 얼마나 조밀한가를 의미한다.
따라서 그룹 간 연결 링크 수가 많다고 하여 밀도가 함
께 높다고 볼 수 없으며, 링크 수가 많아도 밀도는 낮을
수 있다.

Table 3 Block sum matrix에서 정보통신 산업의 결과를 살펴보면, 수도권→수도권에서 R&D협력이 1180개의 연결 링크로 가장 많이 나타나고 있었으며, 다른 권역과의 관계에서는 수도권→충청권이 높게 나타났다. 이러한 결과는 정보통신 산업의 경우 서울시 강남구, 경기도 성남시, 대전광역시 유성구에 입지한 기업, 연구소 간에 R&D협력이 활발하게 이루어지고 있음을 의미한다. 그 외 대경권, 동남권, 충남권의 경우 같은 권역 내에서의 링크보다는 다른 권역과의 링크가 더 많이 나타났으며, 그 중 특히 수도권과의 링크가 많이 나타났다. 이를 해석하면 정보통신 R&D협업의 경우 수도권 이외의 권역에서는 수도권에 있는 기업이나 연구소와 주로 협업하는 것을 의미한다. 하지만 동남권의 Block sum matrix의 결과를 살펴보면 동남권→동남권 연결 링크 수는 45개, 동남권→수도권과의 연결 링크 수는 66개로 앞서 언급한 바와 같이 수도권과의 협력이 더 높게 나타났다. 하지만 Block density matrix의 동남권→수도권보다 동남권→동남권의 밀도가 더 높게 나타났다. 이를 통해 볼 때, 동남권→수도권으로의 연결 링크는 많지만, 동남권 내 지역 간 링크의 밀도가 더욱 조밀하다는 것을 의미한다. 한편 그 외의 권역들은 정보통신 R&D협업이 미약한 것으로 나타났다.

바이오 산업과 에너지 산업에서도 마찬가지로 Block sum matrix에서는 수도권→수도권의 연결 링크 수가 가장 많이 나타나고 있었으며, 수도권→충청권의 링크 수가 가장 많이 나타났다. 충청권에서도 마찬가지로 바이오와 에너지 모두 충청권→충청권의 연결 링크 수보다는 충청권→수도권의 연결 링크 수가 더 높게 나타나고 있었다. 한편 동남권의 경우 바이오 산업에서는 동남권→동남권의 연결 링크 수뿐만 아니라 밀도도 높게 나타나고 있었다. 그리고 마찬가지로 호남권, 강원권은 모든 산업부문 R&D협업을 위한 연결 링크 수가 다른 권역보다 낮게 나타났다.

이러한 결과는 현재 정보통신, 바이오, 에너지 등 향후 주목을 받을 수 있는 산업들이 수도권, 충청권, 동남권을 중심으로 협업이 이루어지고 있음을 의미한다. 하지만 대부분 수도권 내부에서의 R&D협업이 가장 많으며, 충남권과 수도권은 지리상 근접하기 때문에 수도권→충청권뿐만 아니라 충청권→수도권의 연결 링크 수도 높게 나타나고 있었다. 반면, 동남권의 경우 정보통신의 경우 수도권과의 연결 링크 수가 높게 나타나고 있지만, 그 밀도는 동남권→동남권이 더 높게 나타나고 있어, 바이오 산업의 경우 수도권보다 동남권 내부에서의 협업이 더 많고 밀접하게 나타났다.

Table 3. Block Modeling(Group of located region)

time	ICT							BIO							Energy						
[Block density matrix]																					
	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO
GA	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.14	0.01	0.01	0.11	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00
DE	0.00	0.06	0.01	0.04	0.00	0.04	0.01	0.02	0.16	0.01	0.06	0.00	0.04	0.02	0.00	0.04	0.03	0.02	0.00	0.05	0.01
DO	0.00	0.01	0.10	0.05	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.07	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.06	0.04	0.00	0.06	0.01
SU	0.05	0.09	0.05	0.33	0.07	0.12	0.03	0.09	0.10	0.06	0.29	0.08	0.15	0.05	0.01	0.02	0.03	0.05	0.00	0.06	0.02
JE	0.00	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.09	0.00	0.00	0.00
CH	0.06	0.04	0.04	0.13	0.06	0.10	0.02	0.06	0.06	0.04	0.16	0.00	0.12	0.05	0.01	0.04	0.03	0.08	0.00	0.11	0.03
HO	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.03	0.00	0.03	0.08	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01
[Block Sum matrix]																					
	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO
GA	0	0	0	6	0	0	0	6	1	2	47	0	7	3	0	0	3	5	0	1	0
DE	0	11	4	30	0	9	2	2	34	5	53	0	15	4	0	11	10	19	0	16	3
DO	0	3	45	66	0	6	7	1	4	42	39	0	17	1	0	5	26	42	0	22	2
SU	11	72	60	1180	4	129	25	35	84	95	1000	9	217	48	3	14	30	103	0	46	15
JE	0	1	0	3	0	0	0	0	2	2	7	0	0	1	0	0	1	4	0	0	0
CH	4	11	16	138	1	30	6	11	24	25	228	0	72	19	1	13	11	66	0	29	7
HO	0	1	1	19	0	3	8	2	4	3	29	0	10	19	0	2	3	8	0	5	1

GA: Gangwon region/ DG: Daegu and North Gyeongsang region/ DO: the Dongnam region
 SU: the metropolitan area/ JE: Jeju region/ CH: Chungcheong region/ HO: the Honam region

3. 결론

본 연구는 정보통신, 바이오, 에너지 산업부문을 대상으로 R&D사업에 참여한 기관들이 어느 지역에 분포되어 있으며, 어느 지역 간에 R&D협업이 이루어지는지 살펴보기 위하여 SNA방법을 활용하여 지역 간 관계를 분석하였다.

분석결과 정보통신, 바이오, 에너지 산업부문에 R&D사업에 참여한 기관들은 수도권, 충청권, 동남권에 집적되어 있었다. 그 결과, 연결 중심도의 값도 이러한 권역 내 지역에서 높게 나타났다. 또한, 권역 간 연결 링크 수(Block sum matrix)와 연결 링크 밀도(Block density matrix)에서도 수도권→수도권의 링크가 가장 많이 나타났으며, 다음으로 수도권→충청권의 링크가 가장 많이 나타났다. 비록 동남권은 동일 권역 간의 연결 링크 수는 적지만, 밀도는 높게 나타나고 있었기 때문에 동남권 내 기업 간의 R&D협력도 이루어지고 있는 현상도 발견할 수 있었다. 이러한 결과는 향후 동남권 메가시티를 구축하고 산업정책의 방향성을 설정하는 데 시사점을 주는 결과로 볼 수 있다.

본 연구의 한계점은 산업통상자원부에서 진행한 R&D자료만을 활용하였기 때문에, 다른 공공기관에서 수행한 R&D자료까지 전부 포괄하지 못한다는 점이다. 따라서 R&D자료의 범위를 좀 더 확장하는 것이 필요하다. 이를 통해 국가균형발전의 원동력이라 할 수 있는 권역 내 지역혁신을 어떻게 구축할 것인가에 대한 논의들이 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

References

- [1] C. G. Choi, "Balanced Growth among Regional Economies : Its Implications and Policies", *The Korea Academia-Industrial cooperation Society*, VOL.15, NO.4, pp.1992-1998, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.4.1992>
- [2] Y. S. Chae, J. H. Park, H. Kim, "Exploring the Applicability of the Mega City in a Perspective of Spatial Structure of Knowledge Generation : The Case of South-East Region in Korea", *Journal of Korea Technology Innovation Society*, VOL.24, NO.6, pp.1035-1051, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.35978/jktis.2021.12.24.6.1035>
- [3] K. H. Ko, "A Study on the Establishment for Promoting the Academic-Industrial Knowledge Transfer System in the Regional Innovation System -The Case of Chungnam Province-", *The Korea Academia-Industrial cooperation Society*, VOL.18, NO.7, pp.599-610, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.7.599>
- [4] Y. O. Kim, H. Y. Hwang, H. J. Jo, H. S. Choi, "A Study on the Establishment of Cooperative Network to Promote for Regional New Deal Project of SMEs", *The Journal of the Korea Contents Association*, VOL.21, NO.12, pp.76-83, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2021.21.12.076>
- [5] P. Cooke, "Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy", *Industrial and corporate change*, Vol.10, NO.4, pp.945-974, 2001.
DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.945>
- [6] P. Cooke, G. M. Uranga, G. Etzebarria, G. "Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions", *Research policy*, VOL.26, NO.4, pp.475-491, 1997.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00025-5)
- [7] B. H. Lund, A. Karlsen, "The importance of vocational education institutions in manufacturing regions: adding content to a broad definition of regional innovation systems", *Industry and Innovation*, VOL.27, NO.6, pp.660-679, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1080/13662716.2019.1616534>
- [8] D. Doloreux, "Regional innovation systems in Canada: a comparative study", *Regional studies*, VOL.38, NO.5, pp.479-492, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1080/0143116042000229267>
- [9] K. S. Lee, "Tasks & Strategies for Building Regional Innovation Network", *JOURNAL OF KOREAN ASSOCIATION FOR REGIONAL INFORMATION SOCIETY*, VOL.7, NO.1, pp.1-29, 2004.
- [10] S. T. Kim, K. H. Roh, "An Analysis on Regional Innovation Cluster Estimation and its Effects on Regional Economic Growth", *Korea Review of Applied Economics*, VOL.6, NO.2, pp.63-98, 2004
UCI: G704-001413.2004.6.2.008
- [11] I. S. Jang, "An Analysis of Economic Effects of Regional Innovation System", *Seoul Studies*, VOL.8, NO.1, pp.19-39, 2007.
UCI: G704-001108.2007.8.1.004
- [12] G. H. Kim, I. K. Park, "Analyzing Typology and Factor Combinations for Regional Innovation in Korea Using fs/QCA", *Journal of the Korean Regional Science Association*, VOL.34, NO.4, pp.3-18, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.22669/krsa.2018.34.4.003>
- [13] R. Gama, C. Barros, R. Fernandes, "Science policy, R&D and knowledge in portugal: an application of social network analysis", *Journal of the Knowledge Economy*, VOL.9, NO.2, pp.329-358, 2018
DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-017-0447-3>
- [14] L. Anselin, A. Varga, Z. Acs, "Local geographic spillovers between university research and high technology innovations", *Journal of urban economics*, VOL.42, NO.3, pp.422-448, 1997.
DOI: <https://doi.org/10.1006/juec.1997.2032>

김 규 환(Gyu-Hwan Kim)

[정회원]



- 2014년 2월 : 서울시립대학교
도시행정학과 (행정학 석사)
- 2020년 8월 : 서울시립대학교
도시행정학과 (행정학 박사)
- 2021년 1월 ~ 2021년 8월 : 한국
기술교육대학교 대우교수
- 2021년 10월 ~ 현재 : 에너지전환
포럼 선임연구원

〈관심분야〉

지역혁신, 사회혁신