연구장비 구축 연구기관 네트워크 분석 : 지식경제부 R&D 사업 대상

Research Institutes Network Analysis on the Established Research Equipment :

Ministry of Knowledge Economy R&D Business Project

함명인*, 이재원**

한국기술교육대학교 산업대학원*, 한국기술교육대학교 산업경영학부**

Myoung-In Ham(auddls81@kut.ac.kr)*, Jae-Won Lee(jwlee@kut.ac.kr)**

요약

본 연구는 연구장비 구축관계에 기반한 사회네트워크 분석을 적용하여 연구기관 네트워크의 구조적인 특성과 지위적인 특성을 분석함으로써 연구장비 정보의 전달과 관련된 연구기관의 역할을 살펴보고 구축된 연구장비의 활용 가능성을 높일 수 있는 정책방안을 모색하고자 수행되었다. 국가 R&D사업을 통해 연구장비가 구축된 연구기관들의 네트워크에서는 구조적 특성으로 낮은 밀도를 보였고 네트워크 내에서 연구장비 정보의 전달이 어려운 형태로 나타났다. 지위적인 특성의 비교를 통해 네트워크 내에서 연구장비의 정보를 보다 효과적으로 전달할 수 있는 기관들은 정부출연연구기관에서 한국전자통신연구원, 한국생산기술연구원, 한국화학연구원 등, 대학에서 성균관대학교, 경북대학교 등으로 분석되었다. 연구장비가 단독으로 구축된 고립 연구기관을 연계하는 가상화 노드는 네트워크를 활성화시킬 뿐만 아니라 효과적으로 연구장비의 정보를 전달할 수 있는 매개자 역할을 하는 것으로 나타났다. 연구결과로 연구장비의 활용 가능성을 높이는 방안으로는 연구기관들 간의 폭넓은 관계형성을 지원하는 장비구축 과제정책이 필요하며, 연구장비 정보전달에 보다 적합한 기관들을 활용하는 지원정책, 그리고 고립된 연구장비 보유기관의 장비정보를 매개하는 가상화 기관의 설립정책이 필요하다.

■ 중심어 : R&D 사업 | 연구장비 | 연구장비 활용 | 네트워크분석 |

Abstract

This study aims to investigate the research equipment establishing relationship by looking at research equipment information transfer that follows the network's structural and positional characteristics and the research institute's responsibilities to increase the possibility of research equipment usage by using the SNA(Social Network Analysis) method. Consequently, with the given structural characteristics of research institute, it can be concluded that because of its low density, it appears to be difficult to transfer research equipment information within the network. Government-funded research institutes that can effectively deliver research equipment information within the network system through comparison positional characteristics are ETRI, KITECH, KRICT, Sungkyungwan University, and Kyungbook National University. In addition, a virtualization node not only invigorates the network system but also acts as an intermediary factor to effectively deliver research equipment information. As results, there can be three conceivable alternatives to increase the possibility of research equipment usage. Those includes: 1. policy to encourage relationship building among research institutes 2. utilizing suitable institutes for effective delivery of research equipment information and lastly, 3. establishing a virtual intermediary institute for information sharing and utilization of isolated institutes' research equipments.

■ keyword : R&D Business Project | Research Equipment | Research Equipment Use | Network Analysis |

I. 서론

정부는 국가연구개발사업을 통해 국가경쟁력을 높이기 위한 전략적인 기술혁신활동을 지원하고 있으며, 그 투자 규모는 국가연구개발사업이 시작된 이후부터 꾸준히 증가하여, '11년 기준으로 약 14조 8,902억원의 규모로 지원이 되고 있다[1]. 국가연구개발사업의 규모가 증가함에 따라 연구개발에 필요한 연구시설 및 장비의 구축규모도 꾸준히 증가하여, 2005년에서 2010년까지 총 4조 4,429억원의 정부예산을 투자하였다[2].

국가연구개발사업에서 연구장비의 투자규모가 늘어나는 것은 연구장비가 연구비, 연구인력 및 연구정보에 못지않게 연구개발의 기본적인 투입요소라 불리어도 될 상황에 이르렀고, 연구장비 의존도가 점차 확대되고 있는 데다 연구장비 없이는 새로운 발전이 불가능한 분야도 많아졌기 때문이다[3]. 그러나 연구장비에 대한 누적된 투자로 인해 연구장비의 절대량이 많아져 과투자의 문제가 등장하고 있으며[3], 연구장비 확보를 위한 투자규모의 확대 못지않게 연구장비의 효율적 운영체제와 공동활용시스템을 갖추는 노력이 요구되고 있다[4]. 최근에는 연구장비 투자가 정부의 연구개발예산의 투자확대에 비례하여 도입이 증가하는 패턴을 가지고 있어 중복·과잉 투자로 인한 예산집행의 비효율성에 대한 우려가 계속 제기되고 있어 개선이 필요하다고 한다[5].

위와 같이 연구장비 관리의 필요성이 대두됨에 따라 정부부처는 연구장비의 운영관리 및 효율성 제고를 위한 방안들을 지속적으로 논의하였고[6][7], 국가과학기술위원회는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 통해 국가연구개발사업으로 구축된 연구장비의 정보를 제공하여 기업 및 기관 등이 연구장비를 활용할 수 있게 하여 연구장비의 활용률을 높일 수 있는 정책을 추진하고 있다.

연구장비의 효율적인 관리는 첫째, 연구장비의 중복·과잉 투자 방지 둘째, 기 구축된 연구장비의 활용에 대한 관리 두 가지로 분류할 수 있으며, 연구장비의 중복·과잉 투자 방지는 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 등에 따라 연구장비 구축에 대한 전문가 등의 심의를 통해 이루어지고 있으나, 연구장비 구축

후 연구장비의 활용에 대한 관리는 현재까지 체계적이지 못한 실정이다.

이에 본 연구에서는 연구장비의 활용 가능성을 높이는 정책개발에 초점을 두고 지식경제부 R&D 사업으로 구축된 연구장비 구축현황 조사자료(2008년~2010년)를 기반으로 하여 연구장비를 구축한 연구기관 사이의 정보연계 관계를 사회네트워크분석 방법을 적용해 분석함으로써 연구장비의 활용 가능성을 높일 수 있는 정책방안을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. R&D 사업 네트워크 분석에 관한 선행연구

김형주 외(2008)는 정부의 R&D 정책이 추진되면서 정부주도의 네트워크는 다양한 형태의 구조적 특성과 공간적 파급효과를 보이고 있다고 보고 구 과학기술부 특정연구개발사업에서 파생된 부처별 연구개발 사업 중 구 산업자원부, 구 정보통신부, 구 보건복지부 세 부처의 연구개발 네트워크를 분석하였다. 구조적 공간적 특성으로 분류하여 분석을 실시하였고 그 결과 최근 연구개발 네트워크의 참여주체인 대학과 기업이 핵심주체로 나타나는 다양화 경향을 밝혀냈으며, 지역 분석에서는 대부분 전국 단위 혹은 수도권에 집중된 형태로 이루어짐을 밝혀냈다[8].

김경미(2011)는 충청권의 바이오·의료산업의 네트워크의 형태와 특성을 구조적, 지위적, 공간적 특성에 따라 분석하였다. 이를 통하여 충청권 바이오·의료산업 네트워크는 아직 체계적으로 형성되어 있지 않으며, 의약바이오, 산업바이오, 바이오공정/기기 분야에 대한 충청권 소재기관의 참여도가 높고, 의약바이오를 중심으로 산업바이오와 바이오공정/기기가 높은 관계성을 가지며, 중심성 측면의 위상은 대학이 높고, 대체적으로 수도권에 의존적인 네트워크 형태를 보이고 있는 것으로 밝혀냈다[9].

이미라(2009)는 충청북도 내의 지역혁신 주체들인 주요기관(대학, 테크노파크 등)을 중심으로한 충청북도 지역혁신체계의 네트워크 분석을 통하여 구조적인 특

정과 문제점을 도출하였으며 그 결과 충청북도 지역 혁신체계의 네트워크는 분산형 네트워크의 체계를 갖추지 못하였으며, 각 사업의 참여기업이 충청북도 내에 위치하고 있어 전국적인 경쟁력을 갖추지 못하였다고 밝혀냈고, 대학, 지역특화센터, 주요 혁신센터들 중 대학의 위상이 높게 형성되어 있음을 나타냈다[10].

이런 선행연구들은 정부 R&D 사업과 동 사업을 지원받은 대학, 기업 등이 형성하고 있는 관계에 대해 R&D 사업의 특성, R&D 사업을 지원받은 기관의 특성을 고려하여 네트워크의 구조적 특성, 지위적 특성을 분석하였으며, 본 연구에서는 지식경제부 R&D 사업으로 지원된 연구장비를 보유한 기관들 간의 정보연계 관계를 분석하여 연구장비의 활용 가능성을 높일 수 있는 정책방안을 찾고자 한다.

2. 사회네트워크 구조 분석 및 분석 도구

2.1 사회네트워크분석의 개념 및 구조

사회네트워크분석(SNA: Social Network Analysis)은 네트워크 관련 연구분야의 하나로써, 개인 또는 기관으로 이루어진 점(노드)들과 이들 사이의 특정 성질로부터 기인하는 관계가 점(노드)을 연결하여 생성되는 사회학적 구조(Social Structure)의 분석을 일컫는 용어이다. 그리고 의사소통 집단 내 객체의 상호작용에 관심을 두고, 개체간 연결 상태 및 연결 구조의 특성을 계량적으로 파악하여 시각적으로 표현하는 분석기법이다[11-14].

사회네트워크의 구조는 밀도(density), 집중도(centralization) 등으로 구조를 파악할 수 있다. 밀도는 한 네트워크에서 행위자들 사이의 연결된 정도를 의미하며, 네트워크 내 전체 구성원이 서로 얼마나 많은 관계를 맺고 있는가를 표현하는 개념이다.

집중도는 네트워크가 중심쪽으로 얼마만큼 집중되었는지를 표현하며 중심성 분석(centrality analysis)을 사용한다. 중심성 분석은 각 행위자가 중심에 근접한 정도를 평가하는 분석이며, 중심성이란 한 행위자가 전체 네트워크에서 중심에 위치하는 정도를 표현하는 지표로써 연결정도중심성(degree centrality), 근접중심성(closeness centrality), 매개중심성(betweenness centrality)이 있다.

2.2 사회네트워크분석의 도구

NodeXL은 엑셀을 기반으로 한 사회네트워크분석을 위한 도구로서 마이크로소프트에서 개발하였다. NodeXL은 초보자나 전문가 모두가 쉽게 네트워크분석을 하도록 만들어진 도구이며[15], 노드-링크형태 외에 엑셀 기능을 활용한 다양한 다이어그램으로 표현이 가능하다[16]. NodeXL은 [그림 1]과 같이 엑셀 스프레드시트를 통해 네트워크 그래프를 시각화해 보여주며 자료의 입력은 엑셀자료의 노드를 1:1 관계로 매칭한다.

그림 1. NodeXL을 활용한 사회네트워크 분석

NodeXL이 지원하는 분석지표는 Degree, Betweenness Centrality, Closeness Centrality, Eigenvector Centrality, PageRank 5개이며, 본 연구에서는 문헌연구에 기초하여 Degree, Betweenness Centrality, Eigenvector Centrality를 중심으로 분석하였다. 이들 지표는 [표 1]과 같이 정의가 되고 연구적용에서와 같은 해석으로 본 연구에 적용한다.

표 1. 분석지표의 정의 및 적용

구분	정의	연구적용
Degree	네트워크를 구성하는 하나의 노드가 다른 노드들과 가지는 직접적인 연결 관계의 정도를 나타낸다[17].	연구장비 구축정보의 직접 전파력이 높은 기관
Betweenness Centrality	다른 노드들을 연결시키는 매개성을 나타내고, 높은 사이중양성 값을 갖는 노드는 네트워크의 흐름에 중요한 영향을 미치는 중개자 역할을 한다[18].	연구장비 구축정보를 효과적으로 전달 할 수 있는 매개기관
Eigenvector Centrality	연결된 상대방의 중요성에 가중치를 나타낸다[19].	Degree가 높은 사업과의 관계로 인해 연구장비 구축정보를 획득할 가능성이 높은 기관

사회네트워크분석에 사용되는 도구들은 NodeXL 외에도 [표 2]와 같이 대표적으로 Ucinet, Pajek, Netminer 등이 있으나, 본 연구에서는 [표 3]과 같이 개방형 도구로써의 다양한 시각화를 지원한다는 장점과 엑셀 데이터로 구성된 연구장비 구축현황 자료와의 호환성이 높은 NodeXL을 이용하여 연구를 수행하였다.

표 2. NodeXL 외 사회네트워크 분석 도구

구분	내용
Ucinet	응집력, 하위집단, 사이중심연결망, 중앙성 등의 다양한 연결망 분석기법을 활용 가능하며, 자료를 변환할 수 있는 기능을 제공하고, 네트워크 분석과 관련된 통계 기법을 사용할 수 있는 도구
Pajek	대규모 네트워크의 분석을 위해 구현된 프로그램으로서 네트워크의 일반적인 표현인 노드와 링크를 위치, 형태, 모양, 색깔 등을 고려하여 작성할 수 있도록 되어 있는 도구
Netminer	네트워크 분석, 통계분석, 네트워크 시각화 기능 등 지원하며, 데이터의 분석과 시각화를 상호작용적으로 수행할 수 있어 탐색적인 분석을 가능하게 하는 도구

표 3. 사회네트워크분석 도구의 장단점 비교

구분 (출시연도)	Ucinet	Pajek (2002)	Netminer (2001)	NodeXL (2009)
개방성	X	O	X	O
호환성	O	X	O	O
다양한 시각화	X	O	O	O

NodeXL을 통해 산출된 대표적인 분석지표 중 연결정도(Degree), 사이중심성(Betweenness Centrality), 위세중심성(Eigenvector Centrality)을 지위적 특성으로 구분하여 분석하고, 네트워크의 구조적 특성을 밀도를 사용해 분석하였다.

밀도가 높은 네트워크에 속한다는 것은 자원, 정보 등의 교류와 지원이 원활하다고 볼 수 있으며[12], 연결 정도는 한 노드가 맺고 있는 다른 노드의 숫자로서 정의되며, 친구가 많은 사람이나 혹은 마당발이라고 불리는 사람은 연결정도가 많은 사람이고 이러한 사람들은 동원할 수 있는 자원이 많고, 정보의 흐름에서도 핵심적인 역할을 한다고 말하고 있다[11]. 사이중심성은 한 노드가 연결망 내의 다른 점들 사이에 위치하는 정도를 측정하는 것으로 다른 점들 사이의 최단 경로에 위치하

면 할수록 그 점의 사이중심성은 높아진다고 말하고 있다. 즉, 특정한 노드를 매개하는 역할의 정보를 수식으로 정의한 것이며, 다른 노드들이 특정한 노드를 얼마나 거쳐 가야 하는지에 따라 값이 결정된다. 그리고 사이중심성이 높은 노드를 흔히 브로커로 지칭하며, 사이중심성이 높다는 것은 다른 노드사이를 통제할 수 있는 능력이 뛰어난 것을 의미한다고 말하고 있다[11][12]. 위세중심성은 연결된 상대방의 중요성에 가중치를 주는 개념으로, 연결정도가 높은 노드와의 연결이 다른 노드들과 관계를 맺고 있는 경우보다 자신의 영향력을 증가시킬 수 있을 것이라고 말하고 있다[12].

3. 지식경제부 R&D 사업 및 연구장비

지식경제부 R&D 사업은 ‘지식경제 기술혁신사업’으로 불리며 [표 4]와 같이 지식경제부가 소관하는 산업·중소기업 및 에너지, 통신, 과학기술 분야의 기술혁신을 촉진하기 위하여 지원하는 사업이며, 기업, 대학, 정부출연연구소 등이 참여하여 추진하는 사업이다. 국가연구개발사업을 추진하는 주요 정부부처중의 하나로써 산업원천기술, 응용연구, 개발연구를 중심으로 지원하고 있다.

표 4. 지식경제부 R&D 사업의 연구단계별 개념

연구단계	산업원천기술	응용연구	개발연구
개념	분명한 사업화 목적성에 기반, 파급효과가 큰 원천기술	원천기술을 실용적 목적과 목표에 부합되게 응용하는 기술	새로운 제품 및 장치를 생산하거나, 기 개발된 것을 실질적으로 개선하는 기술
연구주체	기업·대학·산업관련 출연(연) * 응용개발기술은 기업 주도		

[그림 2]와 같이 국가연구개발사업의 지원으로 구축이 되는 연구장비는 100만원 이상의 구축비용이 소요되며, 1년 이상의 내구성을 지닌 연구개발을 위한 유형의 비소비적 자산이라고 정의한다. 또한 주로 분석, 시험, 계측, 교육, 생산 등의 용도로 사용되는 장비가 해당되며, 개인용 컴퓨터나 복사기 등 실제 연구개발의 수행에 직접적, 독점적으로 사용되지 않는 기자재는 해당되지 않는다[20]. 그리고 연구시설과는 별도로 구분되고 있다.

그림 2. 연구장비 및 시설의 범주

연구장비는 활용목적별¹⁾, 활용상태별²⁾로 분류가 되며, 구축비용에 따라 3천만원 이상이 되는 연구장비는 국가차원의 관리 대상으로 구분하고 있다[20].

III. 연구대상 및 방법

이론적 배경에서 언급했던 것과 같이 연구장비의 구축은 국가연구개발사업을 지원받은 기관이 동 사업의 예산으로 구축하는 체계를 갖추고 있다. 연구장비 구축 체계는 [그림 3]의 <A>와 같이 사업-기관, 기관-장비로 나타낼 수 있고 이를 통해 [그림 3]의 와 같이 연구장비 구축관계의 네트워크를 형성하게 된다.

그림 3. 연구장비 구축형태

따라서 본 연구의 대상은 연구장비를 보유한 연구장비 구축기관을 중심으로 한 네트워크가 되며, 국가연구개발사업에서 연구시설 및 장비의 구축을 가장 많이 지원한 정부부처인 지식경제부(2005년에서 2010년 사이 정부에서 투자한 연구시설 및 장비 구축금액의 54%를 차지[2])의 연구장비를 대상으로 설정하였다.

본 연구에서는 [표 5]에서와 같이 지식경제부의 자료 중 2008년에서 2010년까지 정부출연연구기관, 대학, 테

크노파크에서 구축한 3천만원 이상의 연구장비 3,600건³⁾을 대상으로 사회네트워크분석 도구인 NodeXL을 활용하여 분석하였으며, 선행연구들[21-28]의 분석지표를 통해 네트워크의 특성을 구조적 특성 및 지위적 특성으로 분류하여 분석하였다.

표 5. 연구장비 구축건수 및 구축금액(2008년~2010년)

구분	정부출연 연구기관	대학	테크노파크	계
구축건수	1,532	1,147	921	3,600
(비중)	42.5%	31.9%	25.6%	100.0%
구축금액	2,299억원	1,339억원	2,041억원	5,680억원
(비중)	40.5%	23.6%	35.9%	100.0%

연구장비의 구축은 [표 6]의 현황과 같이 정부출연연구기관 18개, 대학 89개, 테크노파크 14개 총 121개 기관에서 구축되었으며, 테크노파크에서 장비를 구축한 비중이 가장 높았다. 그리고 총 98개 사업에서 연구장비 구축을 지원했으며, 대표적인 사업으로는 지역산업 기반구축사업, 지역혁신센터사업, 산업융합기반구축사업 등이었다.

표 6. 기관유형별 연구장비 구축기관 비율

구분	기관 수	연구장비 구축기관 수	비율
정부출연연구기관	24	18	75%
대학	371	89	24%
테크노파크	18	14	78%

IV. 연구장비 네트워크 분석

1. 구조적 특성 및 지위적 특성

2008년에서 2010년까지 구축된 연구장비에 대한 연구기관 네트워크의 구조를 분석한 결과로는 그림 4와 같이 시각화되어 구조적 특성으로는 노드 수 219개, 링크 수 446개, 네트워크의 밀도는 0.009로 나타났다.

1 활용목적별 : 단독활용만가능, 공동활용허용가능, 공동활용서비스

2 활용상태별 : 활용, 저활용, 유휴, 불용

3 한국산업기술평가관리원의 자료를 활용

사이중심성이 높아 네트워크 내에서 연구장비 정보 전달을 위한 매개자 역할을 하는 기관으로는 한국전자통신연구원, 한국생산기술연구원, 성균관대학교, 한양대학교, 한국화학연구원 등의 순으로 나타났다. 그 중 한국전자통신연구원과 한국생산기술연구원, 한양대학교, 한국화학연구원은 연결정도와 사이중심성이 모두 높은 순위를 차지하고 있어 연구장비 정보의 직접전파와 연구장비 정보 전달의 매개자 역할을 동시에 할 수 있는 기관으로 나타났다.

구분	연결정도		사이중심성		위세중심성	
	값	순위	값	순위	값	순위
한국전자통신연구원	32	1	7,856.7	1	0.024	2
한국생산기술연구원	26	2	6,734.6	2	0.026	1
성균관대학교	11	9	3,681.5	3	0.015	10
한양대학교	16	3	2,383.0	4	0.022	3
한국화학연구원	16	3	2,086.9	5	0.022	3
전남대학교	8	13	2,039.6	6	0.009	15
광주과학기술원	10	11	1,982.9	7	0.013	12
한국기계연구원	16	3	1,966.7	8	0.020	5
한국항공우주연구원	8	13	1,380.3	9	0.008	18
한국원자력연구원	6	19	1,302.1	10	0.006	24
국민대학교	2	49	1,272.0	11	0.001	67
경북대학교	6	19	1,214.8	12	0.006	24

위계중심성이 높아 연구장비의 정보를 획득할 가능성이 높은 기관으로는 한국생산기술연구원, 한국전자통신연구원, 한양대학교, 한국화학연구원, 한국기계연구원 등의 순으로 나타났다. 이들 기관은 영향력이 높은 연구장비 중심사업과 연결이 되어있는 기관으로써

연구장비의 정보를 획득할 가능성이 높은 기관으로 파악되었다.

2. 정보전달에 적합한 기관 분석

성균관대학교[그림 5]는 연결정도는 11로써 9순위를 차지하고 있는 반면 사이중심성은 3순위로 한양대학교, 한국화학연구원, 한국기계연구원[그림 6] 등 연결정도가 11이상의 기관보다 높은 순위를 차지하고 있었다. 이는 성균관대학교가 연구장비 정보를 직접 전파하는 역할보다 연구장비 정보를 전달하는 매개자 역할을 하게 하는 것이 네트워크 내에서 연구장비와 관련된 정보의 이동을 원활하게 하는 방안임을 의미한다.

그림 5. 성균관대학교 정보전달망

3. 정보획득 가능성이 높은 기관 분석

국민대학교와 경북대학교는 사이중심성이 유사하여 사이중심성의 순위가 [표 7]에서와 같이 11순위, 12순위로 나타났지만 위세중심성의 순위는 경북대학교가 24순위로 국민대학교 94순위보다 월등하게 높은 것으로 나타났다. 이는 국민대학교[그림 7]보다 경북대학교[그림 8]가 네트워크 내에서 연결정도가 높은 사업과 연결이 되어 있다는 것을 의미하여 연구장비 정보획득 가능성이 높은 기관으로 말할 수 있다. 따라서 국민대학교보다 경북대학교를 활용하는 것이 네트워크 내에서 연구장비와 관련된 정보의 이동을 원활하게 한다.

그림 7. 국민대학교중심 장비정보 연결망

그림 6. 한국기계연구원 정보전달망

그림 8. 경북대학교중심 장비정보 연결망

한양대학교와 한국기계연구원의 경우도 연결정도는 동일하나 위세중심성이 한양대학교는 0.022이고 한국기계연구원은 0.02로써 한양대학교의 위세중심성이 높다. 이는 한양대학교와 연결된 사업이 한국기계연구원과 연결된 사업보다 많은 연결을 가지고 있다는 것을 말한다.

4. 고립된 연구장비 기관노드 가상연결 분석

네트워크에서는 사이중심성이 0인 노드들이 존재하게 되는데 이들 노드는 네트워크 내에서 연구장비 정보 전달의 매개자 역할을 하지 못하는 기관들이다. 카톨릭대학교, 건국대학교, 경동대학교, 계명대학교 등 대부분 대학으로 구성되어 있다. 전체 121개 기관 중 44개의 기관이 해당되며, 그 비중은 36%를 차지한다. 이들 기관이 보유하고 있는 연구장비의 수는 530건으로 총 3,600건의 연구장비 중 약 15%를 차지하고 있다.

이런 기관들은 네트워크 내에서 타 노드들과의 관계 형성이 부족하여 연구장비 정보의 공유가 불가능한 고립된 기관들이다. 이들 기관들에 연구장비 정보의 공유가 가능하게 만들어 준다는 것은 연구장비의 활용 가능성을 높이고 향후 활용률을 높이는 방안일 것이다.

네트워크 내 정보전달을 위한 가상노드를 그림 9와 같이 연결함으로써 고립된 기관들과 관계를 형성시켜 가상노드의 지위적 특성을 살펴보았다, 또한, 고립된 기관들을 포함한 전체 기관들과도 가상노드와 관계를 형성시켜 지위적 특성 지표값들의 변화와 구조적 특성인 밀도의 변화를 살펴보았다.

고립된 기관들과 가상노드를 연결시켜준 결과 고립된 기관의 사이중심성이 47.7에서 336.9까지의 값을 가지며 높아지는 것으로 나타났고, 반면 기존 기관들의 사이중심성이 대부분 감소하는 것으로 나타났으며, 사이중심성의 합이 59,140에서 63,662로 약 7.6%가 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 가상노드의 사이중심성이 3순위로 높아져 네트워크 내에서 한국전자통신연구원과 한국생산기술연구원 다음으로 매개자 역할을 하는 노드가 되었다.

전체 기관들과 가상노드를 연결시켜 준 결과 사이중심성의 합이 59,140에서 72,619로 약 22.8%가 증가하는

것으로 나타났다. 그리고 가상노드의 사이중심성이 1순위로 높아지는 결과가 나타났다. 이는 가상노드를 활용하면 네트워크 내에서의 정보전달력이 높아지는 것과 가상노드는 효과적인 정보전달의 매개자가 됨을 알 수 있다.

그림 9. 고립된 장비구축 기관 가상화 연결망

기관유형별로 가상노드를 연결시켜 준 결과, 표 8과 같이 각 기관유형의 사이중심성 합이 10.96%~13.91%의 범위를 가지며 높아지는 것으로 나타났다. 기관유형별로 고립된 기관들과 가상노드를 연결하여 밀도의 변화를 살펴본 결과 정부출연연구기관을 제외한 대학, 테크노파크의 밀도는 상승하는 것으로 나타났으며, 그 중 대학의 활성화 정도가 12.24%로 제일 높게 나타났다.

표 8. 기관유형별 가상연결에 따른 사이중심성 및 밀도 값의 변화

구분		기존	가상연결 후	상승률
사이중심성 (Σ)	정부출연연구기관	10,376	12,052	13.91%
	대학	20,096	22,570	10.96%
	테크노파크	580	655	11.45%
밀도	정부출연연구기관	0.01735	0.01721	-0.81%
	대학	0.01298	0.01479	12.24%
	테크노파크	0.04923	0.04985	1.24%

5. 논의 및 정책적 함의

5.1 구조적 특성

전체 네트워크, 기관유형별 네트워크가 낮은 밀도를 가지고 있는 것으로 나타나 네트워크 내에서 연구장비

정보의 전달이 어려운 형태를 가지고 있었다. 이는 연구기관들이 많은 사업을 수행하여 연구장비를 구축한 것이 아니라 특정 사업들을 통해서만 구축이 되었다는 분석이 가능하며, 현재 3개 년도에 한정된 연구장비 구축자료의 분석 대상범위가 구축연도와 관련기관의 확대로 발전된다면 추가적인 분석이 가능할 것이다. 그리고 대학은 가상화 노드연결을 통한 네트워크의 밀도 상승률이 가장 높게 나타나 연구장비 활용 가능성을 높이기 위한 중점적인 역할을 기대할 수 있는 것으로 분석되었다.

5.2 지위적 특성

연결정도 및 사이중심성 분석지표 순위의 상대적인 비교를 통해 연결정도가 높아 연구장비의 정보를 직접 전파할 수 있는 기관과 네트워크 간 연구장비의 정보이동을 매개하는 기관들이 정부출연연구기관을 중심으로 분석되었다. 위세중심성이 높아 연구장비 중심사업을 통해 연구장비의 정보획득 가능성이 높은 기관들과 사이중심성과 위세중심성의 상대적인 비교를 통해 네트워크 내에서 연구장비 정보전달에 적합한 기관들도 주로 정부출연연구기관과 일부 대학들인 것으로 분석되었다.

또한 연구장비 정보의 공유가 거의 없는 고립된 기관들과 가상화 노드의 관계형성을 통해 사이중심성의 합이 약 7.6% 상승하는 결과가 나타나는 것과 전체 기관과 가상노드간의 관계형성을 통해 사이중심성의 합이 약 22.8% 상승하는 결과를 확인한 바, 가상화 노드가 연구장비 정보에 대한 매개기관의 역할을 할 수 있음을 보였다. 기관유형별로 가상노드를 통한 네트워크의 활성화 정도를 살펴본 결과로는 대학의 네트워크가 추가적으로 가장 많이 활성화 되는 것으로 나타났다.

분석결과를 통해 네트워크 내에서 연결정도가 높아 연구장비의 정보를 많이 보유한 기관들을 활용하여 연구장비의 정보를 직접 전파하게 하는 것도 중요하지만, 사이중심성과 위세중심성이 높은 기관들을 활용하여 연구장비의 정보가 타 네트워크로 전달되게 하는 것도 네트워크를 통한 연구장비 정보의 활용 효과성을 높이는 데 중요하였다.

가상화 노드를 통해서 연구장비 정보의 공유가 어려운 기관들의 장비정보를 공유할 수 있게 하는 것 또한 네트워크 내에서 연구장비 정보의 활용을 보다 원활하게 한다.

연구장비 구축 연구기관 네트워크에 대한 구조적 특성 및 지위적 특성의 논의를 통한 정책적 함의로는 첫째, 네트워크의 결속력을 높여 연구장비의 정보가 원활하게 이동할 수 있도록 연구기관들이 타 기관 및 사업을 통해 관계를 형성하는 것이 필요하다고 할 수 있다. 예를 들면 연구장비 활용을 위한 협약, 연구장비를 중심으로 한 사업참여 등이 가능하다. 둘째, 연구장비를 많이 구축한 연구기관들이 연구장비의 정보를 전파하는 것도 중요하지만 가시적으로 드러나지 않는 연구장비 정보전달에 적합한 기관들을 활용하는 것도 필요하다. 예를 들어, 연구장비 정보전달에 적합한 기관들을 연구장비 활용을 위한 거점기관으로 만드는 것이다. 그리고 셋째, 네트워크 내에서 연구장비 정보의 공유와 활용을 보다 원활하게 하는 가상화 노드 역할을 수행하는 기관 또는 창구를 만드는 것이 필요하다.

V. 결 론

연구장비 구축관계에 대하여 사회네트워크분석 방법을 통해 네트워크의 구조적인 특성과 지위적인 특성에 따른 연구장비 정보의 전달과 관련된 연구기관의 역할을 살펴보고, 이를 통해 연구장비 활용 가능성을 높일 수 있는 정책방안을 모색하기 위하여 지식경제부 R&D 사업으로 2008년부터 2010년까지 구축된 3천만원 이상의 연구장비를 대상으로 연구기관 네트워크 구조 분석을 실시하였다.

연구결과, 연구기관 네트워크의 구조적 특성은 낮은 밀도로 인해 결속력이 없는 것으로 나타났고, 지위적인 특성의 분석을 통하여 네트워크 내에서 연구장비의 정보를 효과적으로 전달 할 수 있는 기관들은 정부출연연구기관에 한국전자통신연구원, 한국생산기술연구원, 한국화학연구원 등이며, 대학에 성균관대학교, 경북대학교 등으로 나타났다. 그리고 연구장비를 고립된 형태로

보유하고 있는 연구기관을 연계하는 가상화 노드는 전체 네트워크를 활성화 시킬 뿐만 아니라 효과적인 매개자 역할을 할 수 있는 것으로 나타났으며, 특히 대학의 경우 가상화 노드를 통한 네트워크의 활성화 효과가 타 기관유형보다 월등히 높은 것으로 나타났다.

이를 바탕으로 도출된 지식경제부 연구장비 구축관계 네트워크에 기반한 연구장비의 활용 가능성을 높일 수 있는 정책방안으로는 첫째, 연구기관들 간의 관계형성을 지원하는 장비 구축정책이 필요하며 둘째, 연구장비 정보전달에 적합한 기관들을 활용하여 효과성을 높이는 정책과 셋째, 고립된 연구장비 정보의 공유활용을 지원하는 가상화된 매개기관을 설립하는 정책이 필요하다.

본 연구는 연구장비의 활용 가능성을 높일 수 있는 정책방안을 연구장비 구축관계의 분석을 기반으로 구체화하여 제시하였다는 의의를 갖는다. 연구의 한계로는 연구장비의 활용과 관련된 자료의 부재로 인하여 활용성과에 관한 직접적 분석을 수행하지 못했다. 향후 연구장비의 구축자료와 더불어 활용자료를 분석함으로써 정책실행력의 제고가 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 과학기술통계서비스, <http://sts.ntis.go.kr>
- [2] 국가과학기술위원회, 2010년도 국가연구시설장비 조사·분석 보고서, 2010.
- [3] 설성수, 김인호, “한국의 연구장비 현황과 구축패턴”, 기술혁신학회지, 제9권, 제3호, pp.471-495, 2006.
- [4] 황병상, “연구장비공동활용 정책집행의 영향요인과 발전방안 논고”, 한국기술혁신학회, 한국기술혁신학회 2005년도 추계학술대회, 2005.
- [5] 한국산업기술진흥원, 연구장비의 효율적 투자 및 활용도 제고 방안 : 연구장비 관리시스템 개선을 중심으로, 이슈페이퍼 2011-5, 2011.
- [6] 기획재정부, R&D분야 재정투자 효율성 제고를 위한 공개 토론회 : 연구장비의 중복투자 방지 및 공동활용 방안, 2008.
- [7] 국가과학기술위원회, 국가연구시설·장비 확충 및 운영관리 선진화 방안, 2009.
- [8] 김형주, 이정협, 손동원, “정부의 R&D 정책과 연구개발 네트워크의 구조 및 공간적 특성 : 한국의 국가연구개발사업 사례를 중심으로”, 한국경제지리학회지, 제11권, 제3호, pp.319-333, 2008.
- [9] 김경미, *사회 네트워크 분석 방법론을 활용한 바이오·의료 산업 분야의 네트워크 특성 분석 : 충청권을 중심으로*, 충북대학교 대학원, 2011.
- [10] 이미라, *사회연결망 분석기법을 활용한 충청북도 지역혁신체계 네트워크 특성분석*, 충북대학교 대학원, 2009.
- [11] 김용학, *사회연결망 분석*, 박영사, 2011.
- [12] 손동원, *사회네트워크 분석*, 경문사, 2002.
- [13] L. C. Freeman, *Social Network Analysis*. London: SAGE, 2008.
- [14] J. Scott, *Social Network Analysis: A Handbook*. London: SAGE, 2000.
- [15] M. A. Smith, “Analyzing (social media) networks with NodeXL,” In C&T '09: Proc. fourth international conference on Communities and Technologies. New York, NY, USA., pp.255-264. ACM.
- [16] E. M. Bonsignore, “First steps to NetViz Nirvana: evaluating social network analysis with NodeXL,” CSE '09 Proceedings of the 2009 International Conference on Computational Science and Engineering, Vol.4, pp.332-339.
- [17] S. P. Borgatti, “Centrality and aids,” connections 18, Vol.1, pp.112-115, 1995.
- [18] U. Brandes, “A Faster Algorithm for Betweenness Centrality,” *Journal of Mathematical Sociology*, Vol.25, pp.163-177, 2001.
- [19] M. Newman, “The mathematics of networks,” University of Michigan, 2006.
- [20] 국가과학기술위원회, 국가연구시설장비 관리 표준지침, 2010.

- [21] 구양미, “고령친화산업 행위주체 네트워크의 구조적·공간적 특성 : 사회네트워크 분석을 중심으로”, 대한지리학회지, 제43권, 제4호, pp.526-543, 2008.
- [22] 김영미, “사회 연결망 이론을 적용하여 컨벤션 관련 기업이나 기관들 간 교류되는 자원을 토대로 구축된 네트워크 분석”, 제67차 (사)한국관광학회 학술연구 발표논문집, pp.1144-1160, 2009.
- [23] 남수현, 설성수, “한국의 기술혁신 연구자 관계구조 분석 : 사회 네트워크 관점”, 기술혁신학회지, 제10권, 제4호, pp.605-628, 2007
- [24] 문정수, *지역평생교육추진체제의 사회 네트워크 분석*, 중앙대학교 대학원 박사학위 논문, 2010.
- [25] 박길환, “수도권과 지방광역경제권의 상호의존성에 관한 연구 : 광역경제권산 산업연관의 네트워크분석을 중심으로”, 국가정책연구, 제23권, 제2호, pp.133-178, 2009.
- [26] 최일영, 이용성, 김재경, “사회 네트워크 분석에 기반한 도서관 학술DB 이용 패턴 연구 : K대학교서관 학술 DB 이용 사례”, 정보관리학회지, 제27권, 제1호, pp.25-40, 2010
- [27] 홍성호, *사회 네트워크 분석 기법에 근거한 지식네트워크의 구조와 창발형태 : 충청권 지역전략산업을 중심으로*, 충북대학교 대학원 박사학위 논문, 2010
- [28] 이중만, 최민석, “융합기술전문가의 공동연구에 대한 사회적 연결망 분석”, 한국컨텐츠학회논문지, 제10권, 제6호, pp.415-428, 2010.

이 재 원(Jae-Won Lee)

중신회원

- 1995년 8월 : KAIST 테크노경영대학원 경영정보공학과(공학석사)
- 2003년 8월 : KAIST 테크노경영대학원 경영공학(경영학박사)
- 2004년 3월 ~ 현재 : 한국기술

교육대학교 산업경영학부 교수

<관심분야> : 전자상거래, 경영정보시스템 응용, 콘텐츠경영, 인터넷 광고, 비즈니스 IT 역량체계

저 자 소 개

함 명 인(Myoung-In Ham)

정회원

- 2007년 2월 : 순천향대학교 환경공학과(공학사)
 - 2013년 2월 : 한국기술교육대학교 산업대학원(경영학석사)
- <관심분야> : 사회네트워크분석, 지식경영