

R&D 네트워크 분석을 통한 PD 제도 효과 연구

A Study of PD System Effectiveness based on R&D Network Analysis

박미연(Mi-Yeon Park)*, 이상헌(Sangheon Lee)**, 심홍매(Hongme Shen)***
임춘성(Choon Seong Leem)****, 김우주(Wooju Kim)*****

초 록

정부의 연구개발에 대한 기획 정책이 변화함에 따라 국가 R&D 지식 네트워크가 어떻게 변동하였는지에 대해 살펴보고자 한다. 이를 위해 본 연구는 산업통상자원부의 산업융합원천 기술개발사업에 참여하는 각 주체들 간의 네트워크를 시기별로 분석하였다.

산업융합원천기술개발사업의 기획 정책은 2012년 전후를 기점으로 바뀌게 되는데 2012년 이전에는 '기획위원' 중심으로 기획 과제를 선정하다가 2012년 이후에는 'PD' 중심으로 과제를 기획하는 시스템으로 바뀐다.

이에 따라 우선, '기획위원' 제도에 따른 R&D 네트워크를 분석하고자 2009년부터 2011년까지의 현황을 살펴보고, 이후 'PD' 제도도입에 따른 R&D 네트워크 변동을 분석하고자 2012년부터 2013년까지의 현황으로 시기를 나누어 분석하였다. 분석 결과 PD 제도 도입 이후 셀프관계(기획자가 본인이 기획한 과제를 과제 참여자로 직접 수행하는 형태)가 대폭 개선되는 등 효과가 나타났음을 파악할 수 있었다. 셀프관계가 많을수록 신진학자에게는 기획의 불평등이 존재한다는 점을 고려할 때 PD 제도의 도입은 긍정적인 효과를 가져왔다고 볼 수 있다. 이러한 연구는 정부의 기획 정책 변화에 따른 효과를 계량적으로 분석하여 성과를 제고하고 향후 R&D 정책의 방향을 제시한다는 점에서 의미가 있다고 본다.

ABSTRACT

Examined how it varied the knowledge network of the country along with R&D changes in planning policy for the research and development of government. Therefore, in this study, chronological Analysis analyzed separately the network between each entity of participate in the industry fusion source technology development business of industry trade and Energy.

* First Author, Process of technology policy cooperation, Yonsei University(na800717@naver.com)
** Co-Author, Department of Information and Industrial Engineering, Yonsei University (sangheon@yonsei.ac.kr)
*** Co-Author, Department of Information and Industrial Engineering, Yonsei University (hongmae1102@gmail.com)
**** Co-Author, Department of Information and Industrial Engineering, Yonsei University (leem@yonsei.ac.kr)
***** Corresponding Author, Department of Information and Industrial Engineering, Yonsei University (wkim@yonsei.ac.kr)

Planning policy of industrial fusion source technology development business, to change the starting point before and after 2012, before 2012 from selected planning issues at the center “planning committee” and in 2012 ‘PD’ changes to a system for planning issues around.

First of all, an attempt to analyze the R&D network based on the “planning committee” current situation of 2009~2011, from 2012 to analyze the variation of the R&D network with the introduction of the ‘PD’ system after it was analyzed by dividing the time in the current state of up to 2013.

The results of the analysis, since the PD system was introduced, such as self-relationship (the form of planning user to run directly challenges the person was planning to challenge participants)is greatly improved, I was able to grasp the effect became clear. The more the self-relation, and the budding scholars considering that there is inequality of the planning, the introduction of the PD scheme, it can be seen to have resulted in a positive effect. These studies, quantitatively analyzed to improve the results to the effects associated with changes in the planning policy of the government, I think that there is a meaning in terms of presenting the future direction of R&D policy.

키워드 : PD 제도, 네트워크 분석, 패턴, 국가 R&D
PD System, Network Analysis, Pattern, National R&D

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국가 R&D 과제 관리의 목표는 구체적인 성과창출을 통해 실용화 및 상업화를 하는 것으로 맞춰져 있는데 이와 같은 목표를 달성하기 위해서는 R&D 과제 기획 단계가 무엇보다 중요하다. 과제 기획단계에서는 미래변화를 예측하여 필요 기술을 선정하고, 이를 기반으로 향후 필요성과 가치가 높을 것으로 예측되는 연구 과제를 도출하고 참여자도 결정되기 때문이다. 즉, 과제 기획에 따라 R&D 성과와 효율성, 참여 구성원 등에 크게 영향을 줄 수 있다.

이에 따라 본 연구는 국가 R&D 기획 정책의 변화에 따른 국가 R&D 지식 네트워크를 비교하고자 한다.

이를 위해 산업통상자원부 산하 산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업을 분

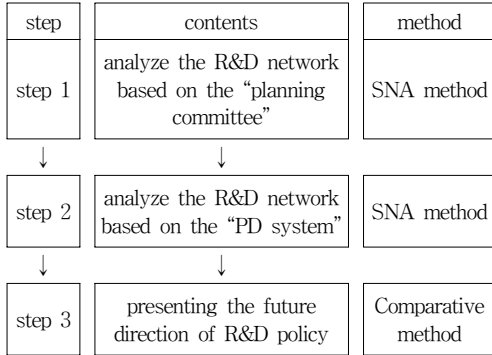
석대상으로 살펴보고자 한다. 산업융합원천기술개발사업은 산업통상자원부의 대표적 중장기 연구개발 사업으로 신산업, 정보통신산업, 주력산업 분야에 대해 과제별 특성에 따라 3년부터 5년까지 지원하는 사업이다.

산업융합원천기술개발사업의 기획 정책은 2012년 전후를 기점으로 바뀌게 되는데 2012년 이전에는 ‘기획위원’ 중심으로 기획 과제를 선정하다가 2012년 이후에는 ‘PD’ 중심으로 과제를 기획하는 시스템으로 바뀐다. 이에 따라 본 연구에서는 이러한 기획 정책의 변화에 따른 국가 R&D 지식 네트워크의 변화를 추적하여 분석하고자 한다.

1.2 연구분석 틀

본 연구에서는 이러한 기획 정책 변화가 국가 R&D 지식 네트워크에 미치는 효과를 분석하기 위하여 사회망 분석(SNA)과 통계적 판별

분석을 이용하고자 하며 전체적인 연구 수행 방안은 아래 <Figure 1>에서 설명하고 있다



<Figure 1> Step-by-Step Research Framework

<Figure 1>에서와 같이 먼저 1단계로는 ‘기획위원’ 제도 하에서의 R&D 네트워크를 분석하고자 2009년부터 2011년까지의 현황을 살펴보고, 2단계에서는 ‘PD’ 제도 도입 이후의 R&D 네트워크 현황을 분석하고자 하며 이를 위해 2012년부터 2013년까지의 네트워크 현황을 분석하였다. 1단계와 2단계에서는 SNA (Social Network Analysis) 방법론을 활용하여 네트워크 현황을 파악하였으며, 3단계에서는 이들 두 네트워크의 차이 정도를 검증하기 위해 ANOVA 모델을 통한 통계적 실험 검증을

수행하고자 한다. 3단계에서는 R&D 기획 정책 변화에 따른 정책적 함의 도출을 위해 비교 분석 방법론을 활용하여 정책적 함의를 도출하고자 한다.

본 연구의 구체적 수행을 위해 데이터 처리를 위해 MySQL[10]을, 네트워크 시각화를 위해 AllegroGraph[2]를, SNA를 위해서는 Gephi[5]를, 마지막으로 통계분석을 위해서는 SPSS[17]를 활용하고 있다.

1.3 데이터 개요 및 기초 통계 분석

본 연구의 분석 대상은 2009년부터 2013년까지의 신규과제로 총 1,271개 과제로 관련 기관은 총 4,048개이며, 예산 규모로는 2조 9,128억 원에 달한다. 과제 관련자도 전체 45,904명에 대해 기술로드맵위원회, 기술위원회, 기획위원회, 기획실무위원회, 과제선정평가위원회, PD, 참여연구원 등 관련 유형도 분석 대상으로 하고 있다. 먼저 관계자 분석 대상의 기초 통계량은 다음의 <Table 1>과 같다.

예를 들어 위 표를 좀 더 세부적으로 살펴보면, 2009년에는 431개 과제에 대해 12,116명이 기술로드맵위원회, 기술위원회, 기획위원회, 기획실무위원회, 과제선정평가위원회, PD, 참여

<Table 1> Statistical Analysis based on Project

year	Number of project	proportion of project	Number of officials	Planning officials	Assessment officials	Research Performer
2009	431	33.91%	12,116	1,992	760	9,993
2010	271	21.32%	12,504	2,075	786	10,311
2011	143	11.25%	8,252	1,366	484	6,636
2012	202	15.89%	11,277	128	758	10,446
2013	224	17.62%	9,230	28	889	8,354
Aggregate	1,271	100.00%	45,904	4,368	3,177	40,621

〈Table 2〉 Statistical Analysis based on Organization Concerned

year	Number of project	proportion of project	Number of Organization	Planning Organization	Assessment Organization	Research Organization
2009	431	33.91%	1,495	823	508	631
2010	271	21.32%	1,545	811	546	685
2011	143	11.25%	1,073	547	363	457
2012	202	15.89%	1,076	97	547	605
2013	224	17.62%	1,061	20	613	552
Aggregate	1,271	100.00%	4,048	1,510	1,740	2,075

연구원 등으로 참여하였으며, 2010년에는 271개 과제에 대해 12,504명, 2011년에는 143개 과제에 8,252명, 2012년에는 202개 과제에 11,277명, 2013년에는 224개 과제에 9,230명의 관계자가 있는 것으로 분석되었다. 이에 따라 전체 1,271개 과제에서의 45,904명의 관계자들의 관계 유형으로 이 중 기획 관계자가 4,368명, 평가관계자는 3,177명, 수행 관계자는 40,621명인 것으로 나타났다.

한편, 본 연구에서는 관계자간의 관계 이외에 관계자의 소속기관인 4,048개 기관간의 관계에 대한 네트워크 분석도 수행하고자 한다. 이와 관련하여 분석 대상 기관의 기초 통계를 살펴보면 <Table 2>와 같다.

좀 더 세부적으로 살펴보면, 2009년에는 431개 과제에 대해 1,495개 기관의 소속원이 기술로드맵위원회, 기술위원회, 기획위원회, 기획실무위원회, 과제선정평가위원회, PD, 참여연구원 등으로 참여한 것으로 나타나고 있으며, 2010년에는 271개 과제에 대해 1,545개 기관, 2011년에는 143개 과제에 1,073개 기관, 2012년에는 202개 과제에 1,076개 기관, 2013년에는 224개 과제에 1,061개의 관계 기관이 있는 것으로 분석되었다. 이에 따라 전체 1,271개 과제에서의 4,048개 기관의 관계 유형으로 각각 기획 관계 기관 1,510

개, 평가관계 기관 1,740개, 수행 관계 기관 2,075개가 존재하는 것으로 파악되었다.

분석 대상에서 기획관계자 또는 기획관계기관이란 기술로드맵위원회, 기술위원회, 기획위원회, 기획실무위원회, PD의 역할을 담당한 사람과 그 사람의 소속기관을 말하며, 평가관계자 및 평가관계기관은 과제선정평가위원회에 참여한 사람과 그 소속기관, 과제 참여연구원 또는 과제 수행 기관은 수행관계자 또는 수행 관계 기관으로 분류하였다.

2. 이론적 배경 및 선행연구 분석

2.1 네트워크 분석(Network Analysis)

한국 사회를 사회 네트워크 관점에서 분석한 대표적인 예로는 김용학[8]의 연구를 들 수 있다. 이 연구는 한국 사회에서 나타나는 사회적 연결성을 특수주의적이고 폐쇄적인 관계인 ‘연줄’과 보편주의적이고 개방적인 관계인 ‘연결’로 나누어 분석하고자 하였으며 이를 통해 한국 사회의 연결망의 특성을 분석하고자 하였다. 이와 같이 사회적 연결망 분석은 사회적 상호작용 및 관계를 네트워크로 모델링하고 이

를 계량적으로 분석함으로써 좀 더 객관적으로 해당 사회의 특성과 진화 과정을 파악하고자 하는 분야이다. 다음에서는 특히 본 연구에서 분석하고자 하는 R&D 분야와 관련된 선행 연구를 살펴보고자 한다.

먼저 Owen-Smith, Riccaboni, Pammolli and Powell[12]는 R&D 공동협력 네트워크를 통해 미국 및 유럽에서의 연구개발 조직 및 구조간 차이를 분석하였다. 한편 Breschi and Lissoni [3]은 지리적 근접성보다는 사회적 근접성이 지식확산의 범위에 좀 더 강력한 효과를 보이고 있음을 밝혔다. 이 연구는 조직 내 네트워크나 지리적 네트워크의 강점이 R&D 공동협력 네트워크에 있어서는 그 효과가 낮으며 반면 사회적 근접성으로 표현한 네트워크 내에서의 위치는 연구 성과에 중요한 요인임을 보였다.

한편 Ouimet[11]는 클러스터에서 기업이 차지하고 있는 네트워크 효과와 급진적 기술혁신 간 관계를 분석하였으며, Shan et al.[14]은 협력적 관계의 수(공동협력합의 수)가 기술혁신 성과(특허)에 긍정적인 효과가 있음을 보였다.

Muller[9]는 기술혁신 네트워크의 역동성을 제시하는 이론적 체계를 제시하면서, 지식 노출 정도가 R&D 공동협력을 형성하고자 하는 성향에 영향을 미치고 있음을 보였고, Giulliani et al.[6]은 기업 간/기업 내 클러스터의 지식 시스템에 있어 개인 기업의 흡수 역량(Absorptive capacities)에 네트워크가 긍정적인 효과가 있음을 보였다.

반면 김태희[7]의 연구에서는 국가 R&D 사업 중 대형사업으로 분류되는 원자력연구개발 사업의 2007년 및 2008년간 평가위원간의 네트워크를 분석하였는데, 분석 결과 평가위원간 네트워크 정도가 미약할수록 사업의 효율성이

상대적으로 높게 나타난다는 점을 밝혔지만 이 연구는 분석 범위를 원자력연구개발사업에 한정하였으며 2007년과 2008년 총 2년간의 네트워크 현황과 성과만을 대상으로 했다는 점에서 그 한계점을 가진다.

우리나라는 2012년부터 국가 R&D 사업에 있어 PD 제도를 도입하였으며 그 목적 중 하나는 폐쇄적인 연구 기획 및 수행 문화의 폐단을 극복하는 것도 포함하고 있다. 따라서 본 연구는 2008~2011년까지의 연구과제기획, 평가, 수행을 사회망으로 표현하고 이를 2012~2013년의 사회망 현상과 비교하여 PD 제도의 효과성을 분석하고자 한다.

3. 기획위원 제도에서의 R&D 네트워크 현황

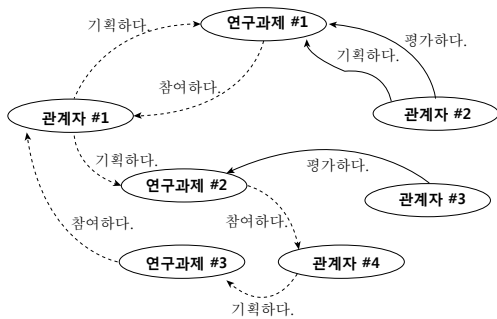
PD 제도 도입의 효과를 분석하기 위해 먼저 PD 제도 도입 전 ‘기획위원’을 중심으로 과제를 기획하던 2009년부터 2011년까지의 R&D 네트워크를 분석하고자 한다. 우선 네트워크 현황을 살펴보고, 네트워크 패턴마다의 과제 중간, 최종 평가 결과를 비교 분석하여 성과 평가를 할 것이다.

3.1 네트워크 패턴 및 특징

본 연구에서는 먼저 R&D 기획, 평가 및 수행 과정에서의 폐쇄적 문화로 인해 발생하는 현상으로 R&D 네트워크 관점에서 나타날 수 있는 두 가지 유형에 주목하였다. 첫 번째 유형은 특정 기획 관계자가 본인이 기획한 과제를 과제 참여자로서 직접 수행하는 유형이며 ‘셀

프관계'라 부르고자 하며, 두 번째 유형은 과제 기획자와 과제 수행자간에 한 번씩 역할을 바꾸어 관계를 가지는 유형으로 '호혜관계'라 부를 것이며, 특정 기획자간의 일종의 호혜 관계라 할 수 있다.

1이 두 유형을 좀 더 자세히 설명하기에 앞서 먼저 본 연구에서 분석대상으로 하고자 하는 R&D 네트워크의 표현 방식을 설명하고자 하며 가상의 한 예는 <Figure 2>와 같다.



<Figure 2> R&D Network Represent Examples

<Figure 1>의 예를 이용하여 네트워크 표현 방식을 설명하면 관계자 #1은 연구과제 #1을 기획하였음이 노드와 엣지 레이블(label)을 통해 알 수 있으며, 관계자 #3은 연구과제 #2에 평가위원으로 참여하였음을 알 수 있다.

이상에서와 같은 R&D 네트워크를 분석하기 위하여 그래프이론에서의 워크(walk) 개념을 사용하고자 하며 다음은 임의의 노드 v_0 를 출발하여 다른 노드 v_k 에 도착하는 길이 k 를 갖는 워크를 수식적으로 표현하면 $(v_0, e_0, v_1, e_1, v_2, e_2, \dots, v_{k-1}, e_{k-1}, v_k)$ 와 같다. 예를 들어 <Figure 2>에서 관계자 #1에서 출발하여 관계자 #4로 연결되는 워크는 (관계자 #1, 기획하다, 연구과제 #2, 참여하다, 관계자 #4)로 표현할 수 있다.

이와 같은 워크에 대한 정의를 바탕으로 워크집합(walk set)을 정의하고자 한다. 워크집합은 워크 정의와 비슷하지만 '<', '>'의 꺾쇠표를 이용하고 와일드카드 '*'과 대문자로 표시하는 변수를 사용할 수 있다. 따라서 다음과 같은 임의의 워크집합 $\langle M, e_0, v_1, *, v_2, e_2, \dots, e_{k-2}, *, e_{k-1}, N \rangle$ 은 임의의 노드를 출발하여 e_0, v_1 를 거쳐 임의의 엣지를 통과한 후 v_2, e_2, \dots, e_{k-2} 를 거친 후 역시 임의의 노드를 경유한 후 e_{k-1} 를 통해 역시 임의의 노드에 이르는 모든 워크들의 집합을 의미한다. 예를 들어 <Figure 2>에서 워크집합 $\langle M, 기획하다, *, 참여하다, N \rangle$ 은 다음과 같다.

- {(관계자 #1, 기획하다, 연구과제 #1, 참여하다, 관계자 #1)
- (관계자 #1, 기획하다, 연구과제 #2, 참여하다, 관계자 #4)
- (관계자 #2, 기획하다, 연구과제 #1, 참여하다, 관계자 #1)
- (관계자 #4, 기획하다, 연구과제 #3, 참여하다, 관계자 #1)}

이제 이상에서의 정의들을 기반으로 임의의 그래프 G 에서의 개인수준 셀프관계집합 SR^p 와 기관수준 셀프관계집합 SR^o 는 각각 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$SR^p(G) = \langle M, *, P, *, M \rangle$$

where $M \in$ 관계자, $P \in$ 과제

$$SR^o(G) = \langle O, *, M, *, P, *, N, *, O \rangle$$

where $M, N \in$ 관계자, $P \in$ 과제, $O \in$ 기관

한 예로서 <Figure 2>에서의 그래프에 대

한 SR^p 는 다음과 같이 하나의 원소를 갖는 집합이 도출될 수 있다.

{(관계자 #1, 기획하다, 연구과제 #1, 참여하다, 관계자 #1)}

한편 본 연구에서 분석하고자 하는 또 하나의 현상인 개인수준 호혜관계집합, RR^p 와 기관수준 호혜관계집합 RR^o 는 역시 워크집합 정의를 이용하여 각각 다음과 같이 정의할 수 있다.

$RR^p(G) = \langle M, *, P_1, *, N, *, P_2, *, M \rangle$
where $M, N \in$ 관계자, $P_1, P_2 \in$ 과제

$RR^o(G) = \langle O_1, *, M_1, *, P_1, *, N_1, *, O_2, *, N_2, *, P_2, *, M_2, *O_1 \rangle$
where $M_1, M_2, N_1, N_2 \in$ 관계자, $P_1, P_2 \in$ 과제, $O_1, O_2 \in$ 기관

이 역시 <Figure 2>의 그래프에서 $RR^p(G)$ 의 정의를 만족하는 호혜관계집합은 다음과 같다.

{(관계자 #1, 기획하다, 연구과제 #2, 참여하다, 관계자 #4, 기획하다, 연구과제 #3, 참여하다, 관계자 #1)}

본 연구는 이상에서의 두 유형의 워크집합을 기준으로 R&D 과제에서의 폐쇄적 현상을 측정하고자 하며 이를 위해 이 두 유형의 집합의 원소 개수를 기준으로 삼고자 한다. 이 때 발생할 수 있는 문제점은 서로 다른 워크가 두 유형 관점에서 결국 하나의 현상을 가리킬 수 있다는 점이고, 따라서 이러한 중복성을 제거하기 위해 셀프관계 수(SRC)와 호혜관계 수(RRC)는 해당 워크집합에서 나타나는 변수 쌍의 고유한 수를 기준으로 하고자 한다.

$SRC^p(G) = \text{count unique}(M, P) \text{ from } SR^p(G)$

$SRC^o(G) = \text{count unique}(O, P) \text{ from } SR^o(G)$

$RRC^p(G) = \text{count unique}(M, P_1, N, P_2) \text{ from } RR^p(G)$

$RRC^o(G) = \text{count unique}(O_1, P_1, O_2, P_2) \text{ from } RR^o(G)$

3.2 네트워크 분석

3.2.1 셀프관계 분석

R&D 네트워크에서의 셀프관계 현황 분석을 위해 기획관계자와 과제 참여자간에 발생한 총 연결관계 수와 기획기관과 참여기간 간에 발생한 총 연결관계 수는 다음과 같이 워크집합으로 정의할 수 있다.

$PSRC^p(G) = \text{count unique}(M, P, N) \text{ from } R^p(G)$

$R^p(G) = \langle M, *, P, *, N \rangle$

where $M, N \in$ 관계자, $P \in$ 과제

$PSRC^o(G) = \text{count unique}(O_1, P, O_2) \text{ from } R^o(G)$

$R^o(G) = \langle O_1, *, M, *, P, *, N, *, O_2 \rangle$

where $M, N \in$ 관계자, $P \in$ 과제, $O_1, O_2 \in$ 기관

위 정의에 따라 2009년부터 2011년까지 발생한 기획 및 평가위원과 과제 참여자간의 개인수준 잠재 셀프관계 수($PSRC^p(G)$)는 41,546건이었으며, 이 중 셀프관계 수($SRC^p(G)$)는 1,164건이 발생하였고 따라서 개인수준 잠재 셀프관계 수 대비 개인수준 셀프관계 수의 비율은

〈Table 3〉 Self Relationship Status Analysis

division	potential Self relationship (PSRC(G))	self-relationship (SRC(G))	potential contrast occurrence rate	planning officials	self-relationship incidence per planning officials
person	41,546	1,164	2.80%	4,320	26.94%
organization	31,748	1,695	5.34%	1,494	113.45%

2.80%로 나타났다. 또한, 기획관계자 당 개인수준 셀프관계 발생 비율은 26.94%로 나타났으며 이는 3년간 기획관계자 4명 중 1명은 셀프관계를 발생시켰음을 알 수 있다.

한편, 2009년부터 2011년까지 기관수준의 셀프관계 현황도 <Table 3>의 기관 구분 행에서 보여주고 있다. 기획/평가 및 과제 참여 기관간의 기관수준 잠재 셀프관계 수는 총 31,748건이 나타났으며 이 중 기관수준 셀프관계는 1,695건이 발생되었고, 총 연결관계 대비 셀프관계 발생 비율은 5.34%인 것으로 나타났다. 또한 기획관계 기관 당 셀프관계 발생률은 113.50%로서 이는 3년 동안 기획관계기관 당 평균 1.2개의 셀프관계를 발생시켰음을 의미한다.

3.2.2 호혜(Reciprocal)관계 분석

호혜관계분석을 위해서도 R&D 네트워크에서 기획관계자간에 발생한 총 연결관계 수와 기획기관 간 발생한 총 연결관계 수를 정의하면 다음과 같다.

$$PRRC(G) = \text{count unique}(N, P_1, P_2) \text{ from}$$

$$R^p(G)$$

$$R^p(G) = \langle M, *, P_1, *, N, *, P_2, *, L \rangle$$

where $L, M, N \in$ 관계자, $P_1, P_2 \in$ 과제

$$PRRC^o(G) = \text{count unique}(O_2, P_1, P_2) \text{ from}$$

$$R^o(G)$$

$$R^o(G) = \langle O_1, *, M_1, *, P_1, *, N_1, *, O_2, *, N_2, *, P_2, *, M_2, * O_3 \rangle$$

where $M_1, M_2, N_1, N_2 \in$ 관계자, $P_1, P_2 \in$ 과제, $O_1, O_2, O_3 \in$ 기관

이를 바탕으로 2009년부터 2011년까지 개인수준 및 기관수준 호혜 관계 현황을 분석하면 <Table 4>와 같다.

3년간 발생한 개인수준 기획관계자간 잠재 호혜관계 수는 총 27,280건이고, 이 중 호혜관계로 분석된 관계 수는 총 7,106건이었다. 잠재 대비 호혜관계 발생 비율은 26.05%로 나타났으며, 기획관계자 당 호혜관계발생 비율은 무려 164.49%로 산출되었다. 이는 기획관계자 1명당 1.65건의 호혜관계를 발생시켰음을 의미한다.

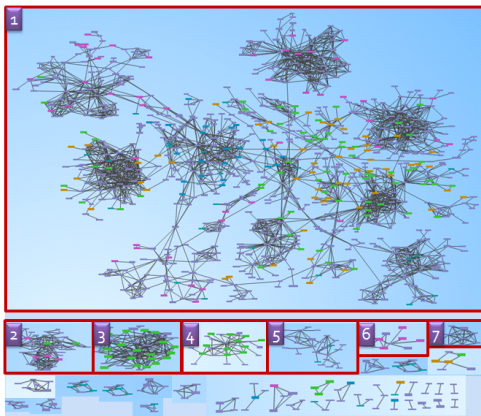
한편 동 기간 중 발생한 기관수준의 호혜관계

〈Table 4〉 Reciprocal Relationship Status Analysis

division	potential reciprocal relationship (PRRC(G))	reciprocal relationship (RRC(G))	potential contrast occurrence rate	planning officials	reciprocal relationship incidence per planning officials
person	27,280	7,106	26.05%	4,320	164.49%
organization	688,606	280,869	40.79%	1,494	125.87%

현황의 분석 결과는 다음과 같다. 기획 관련 기관간 잠재 호혜관계 수는 총 688,606건이 나타났으며, 이 중 기관수준 호혜관계로 280,869건이 발생하였으며 잠재 대비 호혜관계 발생 비율은 40.79%이었고, 기획관계기관 당 호혜관계 발생 비율 역시 무려 125.87%에 달하는 것으로 나타났다. 이는 3년 동안 기획관계 기관당 평균 1.3개의 호혜관계를 발생시켰음을 의미한다.

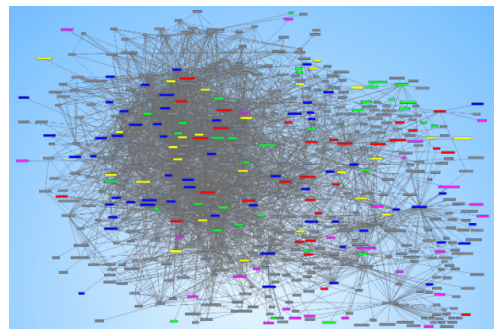
이와 같은 호혜관계는 네트워크에서 두 주체간의 연결(connection)로 표현할 수 있으며 이를 시각화 도구를 활용하여 컴포넌트 분석을 적용하여 다음 <Figure 3>과 같은 결과를 얻을 수 있다. 이 그림은 개인수준의 호혜관계에 대한 네트워크를 시각화 한 것으로 총 7개의 주요 컴포넌트를 확인할 수 있다.



<Figure 3> Individual-level Reciprocal Relationship Component Analysis

가장 규모가 큰 1번 컴포넌트 역시 시각적으로도 여러 군집이 존재함을 확인할 수 있으며 따라서 호혜관계가 개인수준에서는 집단적 행위로 발생함을 엿볼 수 있다. 한편, 기관수준의 호혜관계 네트워크에 대한 컴포넌트 분석을 시각화한

결과를 <Figure 4>가 보여주고 있는데 기관수준에서는 개인수준 네트워크와 비교할 때 거의 군집을 확인하기가 어려웠다. 다만 분야별로 볼 때 자동차 분야에서의 호혜관계 수가 상대적으로 많이 발생하였으며, 초록색은 자동차분야, 파랑색은 반도체, 노랑색은 바이오, 빨강색은 생산시스템, 보라색은 IT 융합 분야를 의미한다.



<Figure 4> Organization Level Reciprocal Relationship Component Analysis

위 결과를 바탕으로 호혜관계는 절대적인 발생빈도와는 별개로 상대적으로는 기관수준보다 개인수준에서 집단적 행태가 더 명확히 나타남으로 알 수 있었다.

4. PD 제도에 따른 R&D 네트워크 변화

2012년부터 이와 같은 연구과제의 기획 방식이 변화하기 시작하였다. ‘기획위원’ 중심으로 과제를 기획하는 기존 방식에서 ‘PD’ 중심으로 과제를 기획하는 방식으로 바뀌게 된 것이다. 이에 따라 2009년부터 2011년까지의 ‘기획위원’ 중심의 기획 제도에 비해 네트워크 현황과

2012년부터 2013년까지 ‘PD’ 중심 기획과제에 대한 R&D 네트워크 현황을 비교 분석하고자 한다. 이를 통해 본 장에서는 PD 제도의 효과와 한계점에 대해 분석하고자 한다.

4.1 PD 제도에 따른 효과 분석

우선 PD 제도에 따른 효과를 살펴보면 PD 중심으로 기획과제를 선정함에 따라 가장 두드러지는 효과로 나타난 것은 개인수준 셀프관계가 대폭 줄어들었다는 점이다. PD 제도 도입에 따른 셀프관계와 호혜관계 변화를 분석하고자 한다.

4.1.1 셀프관계 현황 분석

개인 및 기관수준 셀프관계 현황을 ‘기획위원’ 제도 시기 대비 ‘PD’ 제도 시기로 구분하여 분석하고자 한다.

〈Table 5〉의 왼쪽 부분은 전체 과제에 대한 연도별 기획 관계자 수와 개인수준 셀프관계 수, 기획 관계자당 셀프관계 발생 비율을 나타낸다. 한편, 오른쪽 부분은 PD가 직접 기획하거나 참여한 과제에 대한 셀프관계 수, PD 당 셀프관계 발생 비율을 나타낸다.

2009년부터 2011년까지의 ‘기획위원’ 중심의 기획 제도하에서는 연평균 기획관계자 수가 1,811명이었으며, 이들의 연평균 개인수준

셀프관계 수는 388건으로 나타났다. 반면, 2012년부터 기획 제도가 ‘PD’ 중심으로 바뀌면서 2012년부터 2013년까지의 연평균 기획관계자 수는 78명으로 감소하였으며, 이에 따라 연평균 개인수준 셀프관계 수도 9건으로 감소하였다. 특히, PD 제도 도입 이전인 2009년부터 2011년까지는 기획관계자당 셀프관계 평균 발생 비율이 21.42%인 반면, PD 제도 도입 이후에는 11.54%로 감소하였다. 따라서 PD 제도 도입에 따라 기획관계자 당 셀프관계 발생 비율이 변했다고 볼 수 있다.

2009년부터 2011년까지의 연평균 PD 수는 약 22명이었고, 이들의 연평균 개인수준 셀프관계 수는 3.67건으로 나타났으며, PD당 셀프관계 발생 비율은 16.42%로 산출되었다. 반면, 2012년부터 2013년까지의 연평균 PD 수는 약 26명이었고, 이들의 연평균 셀프관계 수는 0.5건으로 나타났으며, PD당 셀프관계 발생 비율은 1.89%로 산출되었다.

한편, 기관수준 셀프관계 현황을 ‘기획위원’ 제도 시기 대비 ‘PD’ 제도 시기로 구분하여 분석하고자 한다.

2009년부터 2011년까지의 ‘기획위원’ 중심의 기획 제도하에서는 연평균 기획관계 기관 수는 726개였으며, 연평균 기관수준 셀프관계 수는 약 562건으로 나타났다. 반면, 2012년부터 기획 제도가 ‘PD’ 중심으로 바뀌면서 2012년부터

〈Table 5〉 Comparative Analysis of Individual-Level Self-Relationship Status of the Entire Projects and PD

Period (Average)	planning officials	$SRC^p(G)$	incidence per planning officials	PD	$SRC^p(G)$ where $M \in PD$	incidence per PD
2009~2011	1,811	388	21.42%	22.33	3.67	16.42%
2012~2013	78	9	11.54%	26.50	0.50	1.89%

2013년까지 연평균 기획관계 기관 수는 약 58개로 감소하였으며, 이에 따라 연평균 기관수준 셀프관계 수도 43건으로 감소하였다. 특히, PD 제도 시행 이전인 2009년부터 2011년에는 기획관계 기관당 셀프관계 평균 발생 비율이 77.50%인 반면 PD 제도 시행 이후에는 기획관계 기관당 셀프관계 평균 발생 비율이 73.50%로 감소하였다.

〈Table 6〉 Analysis Results About Self-Relationship of Organization-Level

Period (Average)	planning organization	SRC ^o (G)	incidence per organization
2009~2011	726.00	562.67	77.50%
2012~2013	58.50	43.00	73.50%

4.1.2 호혜(Reciprocal)관계 현황 분석

개인 및 기관수준의 호혜관계 현황을 ‘기획위원’ 제도 시기 대비 ‘PD’ 제도시기로 구분하여 분석하고자 한다.

2009년부터 2011년까지의 ‘기획위원’ 중심의 기획 제도하에서는 연평균 잠재 개인수준 호혜관계 수가 9,093개였고, 실제로 발생한 연평균 개인수준 호혜관계 수는 2,369개로 나타났으며, 연평균 잠재 개인수준 호혜관계 수 대비 실제로 발생한 연평균 개인수준 호혜관계 수의 비율은 26.05%로 산출되었다. 반면, 2012년부터 기획제도가 ‘PD’ 중심으로 바뀌면서 2012년부터 2013년까지의 연평균 잠재 개인수준 호혜관계 수는 869개로 감소하였으며, 실제로 발생한 연평균 개인수준 호혜관계 수도 121.5개로 감소하여 연평균 잠재 개인수준 호혜관계 수 대비 실제로 발생한 연평균 개인수준 호혜관계 수의 비율은 13.98%로 감소하였다.

〈Table 7〉 Analysis Results about Reciprocal Relationship of Individual-Level

Period (Average)	potential reciprocal relationship $PRRC^p(G)$	reciprocal relationship $RRC^p(G)$	ratio (reciprocal /potential)
2009~2011	9,093	2,369.0	26.05%
2012~2013	869	121.5	13.98%

한편, 기관수준의 호혜관계 현황을 분석하면 다음과 같다. 2009년부터 2011년까지의 ‘기획위원’ 중심의 기획 제도하에서는 연평균 잠재 기관수준 호혜관계 수가 229,535개로 나타났고, 실제로 발생한 기관수준 호혜관계 수는 93,623개로 나타났으며, 이에 따라 연평균 잠재 기관수준 호혜관계 수 대비 실제로 발생한 연평균 기관수준 호혜관계 수의 비율은 40.78%로 산출되었다. 반면, 2012년부터 기획제도가 ‘PD’ 중심으로 바뀌면서 2012년부터 2013년까지 연평균 잠재 기관수준 호혜관계 수는 32,333개로 감소하였으며, 실제로 발생한 연평균 기관수준 호혜관계 수도 12,740개로 감소하여 연평균 잠재 기관수준 호혜관계 수 대비 실제로 발생한 연평균 기관수준 호혜관계 수의 비율은 32.89%로 감소하였다.

〈Table 8〉 Analysis Results about Reciprocal Relationship of Organization-Level

Period (Average)	potential reciprocal relationship $PRRC^o(G)$	reciprocal relationship $RRC^o(G)$	ratio (reciprocal /potential)
2009~2011	229,535	93,623	40.78%
2012~2013	32,333	12,740	32.89%

4.2 PD 제도의 한계점

위와 같이 PD 제도는 셀프관계 수를 현격히 감소시키고, 잠재 호혜관계 수 대비 실제로 발생한 호혜관계 수의 비율을 대폭 감소시켰다는 효과를 보였다. 그럼 불구하고 PD 제도는 아직 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 이에 대해 살펴해보도록 하겠다.

우선, PD의 소속 기관의 기관수준 셀프관계 현황을 살펴보면, 2009년부터 2011년까지의 약 18개 PD 소속기관들은 연평균 16개의 기관수준 셀프관계를 발생하여 PD 소속기관 당 기관수준 셀프관계 발생 비율이 87.28%인 것으로 나타났다. 반면, 2012년부터 2013년까지의 약 18개 PD 소속기관들은 연평균 20개의 기관수준 셀프관계를 발생하여 PD 소속기관 당 기관수준 셀프링크 발생 비율이 108.10%로 증가하였다. 즉, 앞서 <Table 7>과 같이 PD 개인이 발생하는 셀프관계 수는 대폭 감소한 반면, PD 소속기관들이 발생하는 셀프관계 수는 증가하였다는 한계점을 보이고 있다.

한편, 개인수준의 호혜관계와 관련된 PD 제도 한계점을 분석하고자 한다. 2009년부터 2011년까지의 ‘기획위원’ 중심의 기획 제도하에서는 기

획관계자수가 1,811명이고 개인수준 호혜관계 수는 2,369개가 나타나 기획관계자 당 개인수준 호혜관계 발생 비율은 130.81%로 산출되었다. 반면, 2012년부터 기획제도가 ‘PD’ 중심으로 바뀌면서 2012년부터 2013년까지 기획관계자(PD) 78명이 발생한 개인수준 호혜관계 수는 121.5개로 감소하였으나, 기획관계자 당 개인수준 호혜관계 발생 비율은 155.76%로 증가하였다.

<Table 10> Analysis Results about Reciprocal Relationship Count of Per-Planning Member

Period (Average)	planning officials	reciprocal relationship $RRC^o(G)$	reciprocal relationship incidence per planning officials
2009~2011	1,811	2,369.0	130.81
2012~2013	78	121.5	155.76

또한, 기관수준의 호혜관계 현황을 분석하면 2009년부터 2011년까지의 ‘기획위원’ 중심의 기획 제도하에서는 기관수준 호혜관계 수가 93,623개로 나타나 727개 기획기관 당 기관수준 호혜관계 발생 수는 128.77로 나타났다. 반면, 2012년부터 기획제도가 ‘PD’ 중심으로

<Table 9> Analysis Results about Organization Self-Relationship of PD Institutions

Period (Average)	Institutions of PD	self-relationship $SRC^o(G)$ where $M \in PD$	self-relationship incidence per PD institutions
2009~2011	18.33	16	87.28%
2012~2013	18.50	20	108.10%

<Table 11> Analysis Results about Reciprocal Relationship Count of Per-Planning Organization

Period (Average)	planning organization	reciprocal relationship $RRC^o(G)$	incidence per organization
2009~2011	727.0	93,623	128.77
2012~2013	58.5	12,740	217.77

바뀌면서 2012년부터 2013년까지 연평균 잠재 기관수준 호혜관계 수는 12,740개로 감소하였지만, 58개 기획기관 당 기관수준 호혜관계 발생 수는 217.77로 약 2배 증가하였다.

4.3 분산분석을 통한 PD 제도 효과 검증

본 연구의 목적인 PD 제도 도입의 효과 검증을 위해 기관수준 셀프관계 수 상위 15개 기관들에 대해 PD 소속기관 집단(6개 기관)과 PD 무관기관 집단(9개 기관)의 2009년부터 2013년까지 연도별 평균 수행 과제 수가 동일한지 분석하고자 분산분석(ANOVA)을 실시하였다.

즉, PD 소속기관 집단과 PD 무관기관 집단에 대하여 2009년부터 2013년까지 연도별 평균 수행 과제 수가 모두 동일하다는 귀무가설을 검정하고자 분산분석을 실시하였다.

<Table 12-1> Variance Analysis Results of PD Department

	Df.	Sum of Squares	Mean square	F	Sig. (p-value)
model	4	111095.8000	27773.9500	19.07	<.0001
Error	25	36415.1667	1456.6067		
Total	29	147510.9667			

<Table 12-2> Variance Analysis results of non-PD Department

	Df.	Sum of Squares	Mean square	F	Sig. (p-value)
model	4	154437.0222	38609.2556	19.77	<.0001
Error	40	78115.7778	1952.8944		
Total	44	232552.8000			

<Table 12-1>와 <Table 12-2>에서의 유의확률(< 0.001)이 유의수준 $\alpha = 0.05$ 보다 작으므로 두 집단에 대한 귀무가설들을 모두 기각한다. 즉 PD 소속기관 집단(6개 기관)의 연도별 평균 과제 수는 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 통계적으로 모두 같지 않으며, PD 무관기관 집단(9개 기관)의 평균 과제 수도 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 통계적으로 모두 같지 않다.

PD 소속기관과 PD 무관기관 집단의 연도 별 평균 수행 과제 수의 차이가 어떤 연도에서 발생했는지 분석하기 위해 다중비교 사후분석을 실시하고, 척도 중 하나인 LSD(least-significant difference)를 활용하여 연속된 연도 간 과제 수 차이가 있는지 분석하였다.

PD 소속기관 집단과 PD 무관기관집단을 대상으로 연속된 연도 간 평균 수행과제 수 차이를 분석하기 위해 서로 다른 연도 간 평균 수행 과제 수가 동일하다는 귀무가설을 설정하였다. LSD 다중비교 사후분석 결과 서로 다른 연도 간 평균 수행과제 수가 동일하다는 귀무가설 하에서의 검정통계량에 대한 $100(1-\alpha\%)$ 신뢰구간이 0을 포함하면 귀무가설을 채택하고, 0을 포함하지 않으면 귀무가설을 기각하였다. PD 소속기관 집단과 PD 무관기관 집단 대상 ANOVA LSD 다중비교 사후분석 결과는 <Table 13-1>과 <Table 13-2>와 같다.

예를 들어, <Table 15-1>의 연도(10), 연도(09)에 대한 평균 차(10-09) -79.50은 PD 소속기관 집단의 2009년 대비 2010년 평균 과제 수 변화를 나타낸다. 90%($\alpha = 0.10$) 신뢰구간이 0을 포함하지 않으므로 귀무가설을 기각한다. 즉, PD 소속기관 집단의 2010년도의 평균 과제 수가 2009년도의 평균 과제 수에 비해 유의수준 $\alpha = 0.10$ 에서 통계적으로 유의하게 감소했다.

<Table 13-1> Analysis Results about Post Hoc using LSD Multiple Comparisons of PD Department

year (I)	year (J)	The difference among mean of participated projects (I-J)	90% confidence interval for Mean	
			Lower Bound	Upper Bound
2009	2010	79.50	41.86	117.14
	2011	131.83	94.19	169.47
	2012	151.00	113.36	188.64
	2013	168.33	130.69	205.97
2010	2009	-79.50	-117.14	-41.86
	2011	52.33	14.69	89.97
	2012	71.50	33.86	109.14
	2013	88.83	51.19	126.47
2011	2009	-131.83	-169.47	-94.19
	2010	-52.33	-89.97	-14.69
	2012	19.17	-18.47	56.81
	2013	36.50	-1.14	74.14
2012	2009	-151.00	-188.64	-113.36
	2010	-71.50	-109.14	-33.86
	2011	-19.17	-56.81	18.47
	2013	17.33	-20.31	54.97
2013	2009	-168.33	-205.97	-130.69
	2010	-88.83	-126.47	-51.19
	2011	-36.50	-74.14	1.14
	2012	-17.33	-54.97	20.31

반면, 연도(13), 연도(12)에 대한 평균 차(13-12)는 -17.33이며 90%($\alpha = 0.10$) 신뢰구간이 0을 포함하므로 귀무가설을 채택한다. 즉, PD 소속기관 집단의 2013년도의 평균 과제 수가 2012년도의 평균 과제 수에 비해 유의수준 $\alpha = 0.10$ 에서 통계적으로 유의하게 감소되지 않았다.

<Table 13-1>과 <Table 13-2>의 결과에서 연속하는 연도 간평균 수행과제 수에 대한 차이 분석 결과들을 종합하면 <Table 14>와 같다.

<Table 13-2> Analysis results about Post Hoc using LSD Multiple Comparisons of Non-PD Department

year (I)	year (J)	The difference among mean of participated projects (I-J)	90% confidence interval for Mean	
			Lower Bound	Upper Bound
2009	2010	57.67	22.59	92.74
	2011	108.67	73.59	143.74
	2012	150.11	115.03	185.19
	2013	154.33	119.26	189.41
2010	2009	-57.67	-92.74	-22.59
	2011	51.00	15.92	86.08
	2012	92.44	57.37	127.52
	2013	96.67	61.59	131.74
2011	2009	-108.67	-143.74	-73.59
	2010	-51.00	-86.08	-15.92
	2012	41.44	6.37	76.52
	2013	45.67	10.59	80.74
2012	2009	-150.11	-185.19	-115.03
	2010	-92.44	-127.52	-57.37
	2011	-41.44	-76.52	-6.37
	2013	4.22	-30.86	39.30
2013	2009	-154.33	-189.41	-119.26
	2010	-96.67	-131.74	-61.59
	2011	-45.67	-80.74	-10.59
	2012	-4.22	-39.30	30.86

<Table 14> Analysis Results about the Difference of Mean Project Count between PD Department and Non-PD Department

department	2009 ~ 2010	2010 ~ 2011	2011 ~ 2012	2012 ~ 2013
PD department	O	O	X	X
Non-PD department	O	O	O	X

<Table 14>에서 ‘O’ 표시는 연속하는 연도 간의 평균과제 수 차이가 통계적으로 유의함을 나타내며, ‘X’ 표시는 연속하는 연도 간의 평균 과제 수 차이가 유의하지 않음을 나타낸다. PD 소속 기관 집단의 경우 2009년에서 2011년까지는 연도간 평균 과제 수 차이가 통계적으로 유의하다가, 2012년부터 연도간 평균 과제 수 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. PD 무관 기관 집단의 경우 2009년부터 2012년까지 연도간 평균 과제 수 차이가 통계적으로 유의하다가 2012년부터 연도간 평균 과제 수 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 즉, 통계적으로 PD의 전 소속기관 여부가 과제 수주에 상당한 영향력을 준 것으로 파악되었다.

5. 결 론

5.1 연구의 정책적 함의

현재까지는 각 과제 참여자에 대한 개인별 인력정보와 이에 대한 통계 자료에만 의존하여 전체 네트워크 관점에서의 정책이 부족한 실정이었다. 이에 따라 본 연구는 네트워크 분석을 통해 과제 참여자간의 연결망을 다양한 관점에서 고찰하고 정책결정을 보다 과학적으로 내릴 수 있도록 도모하고자 하였다.

우선 연구 결과부터 살펴보면, 연구 대상인 2009년부터 2013년 전체적으로 국가 R&D 네트워크가 기획-수행자간에 셀프관계와 호혜관계가 유의한 것으로 나타났다. 그러나, PD 제도 도입(2012년) 이후 셀프관계 관점의 지표는 전반적으로 개선되고 있는 효과를 보이고 있다. 다만, 기관수준 셀프관계 지표 일부에서는 개

선 효과가 없는 것으로 나타났다. 한편, 호혜관계 지표에서는 PD 제도 도입 후 개인간 호혜관계 지표는 전반적으로 개선된 것으로 분석되었다. 그러나, PD 제도의 도입이 PD의 전 소속 기관에 유의한 혜택을 주는 현상은 일부만 존하고 있다고 판단된다.

5.2 연구의 한계점 및 향후 연구 방향

필자는 본 연구를 통해 산업통산자원부의 산업융합원천기술개발사업에 참여하는 각 주체들 간의 관계를 분석하여 현존하는 국가 R&D 지식 네트워크 패턴을 분석하고자 했다. 또한, 각 R&D 네트워크 패턴마다의 과제 중간, 최종 평가 결과를 비교 분석하여 정책적 함의를 도출하고자 했다. 본 연구 결과에 따르면 PD 제도 도입(2012년) 이후 셀프관계 관점의 지표는 전반적으로 개선되고 있는 효과를 보이고 있지만 ‘기획위원’ 제도에 따른 효과도 분명 존재했을 것이라고 본다. ‘기획위원’ 제도로 인해 구축되는 인적네트워크가 다수 발생한다고 하더라도 과제 평가결과가 좋은 네트워크는 강화시키고, 평가 결과가 좋지 않은 네트워크에는 페널티를 주는 등 보다 심도 있는 정책 마련을 위한 연구가 필요하다는 것이다. 즉, 향후 연구 과제로는 네트워크 활성화 및 효율적 지원을 위한 연구가 필요하다고 본다.

최근 전 세계적으로 R&D 네트워크 및 산학연 협력 등을 강화하고 있는 추세이다. 네트워크 활성화를 위한 지원이 증가하면 학제간 융합 연구로 새로운 이론의 창출과 새로운 학문·사업 분야로의 확장 가능성을 높일 수 있다.

우리나라도 정부의 R&D 과제 수행을 통해 형성된 네트워크 현황을 파악하고 이를 효율

적으로 지원할 수 있는 전략의 필요성이 증대되고 있다. 이에 따라 효율적으로 산학연 사업을 지원하고, 융합 R&D 사업 등을 효과적으로 지원할 수 있는 국가 정책을 도모하기 위한 네트워크 분석도 필요하다는 점을 강조하고 싶다.

한편, R&D 네트워크의 미래 모습을 예측하는 연구도 의미가 크다고 본다. 네트워크 예측 모델을 개발한다면 지식 네트워크를 선제적으로 관리하고, 과제 수행자간의 관계를 예측하며 정책적으로 대응할 수 있다는 점에서 연구의 의미가 크겠다고 본다.

References

- [1] Ahuja, M. K., Galletta, D. F., and Carley, K. M., "Individual Centrality and Performance in Virtual R&D Groups: An Empirical Study," *Management Science*, Vol. 49, No. 1, pp. 21-38, 2003.
- [2] AllegroGraph, "Semantic Graph Technologies -AllegroGraph," <http://franz.com/agraph/allegrograph/>, accessed Nov 01, 2014.
- [3] Breschi and Lissoni, "Mobility and Social Networks: Localised Knowledge Spillovers Revisited," DRUID Winter conference, 2003.
- [4] Coulon, F., "The use of Social Network Analysis in Innovation Research: A Literature Review," Lund University, 2005.
- [5] Gephi, "Gephi-makes graphs handy," <http://gephi.github.io/>, accessed Jan 01, 2015.
- [6] Giuliani & Bell, "When micro shapes the meso: learning networks in a Chilean wine cluster," SPRU working paper, 2004.
- [7] Kang, S. H., Lee, H. J., Leem, C. S., "Analysis of Individual Capability Factors to Improve Business Performance in the Environment of Technological Convergence," *The Journal of Society for e-Business Studies*, Vol. 15, No. 3, pp. 183-193, 2010.
- [8] Kim, T., "A study on the Effect of Evaluators' Network on the Efficiency of Nuclear Program in Korean R&D Program," *Journal of Korea technology innovation society*, Vol. 13, No. 4, 2010.
- [9] Kim, Y., "Social Network Theory," Park Young Sa Publishers, 2003.
- [10] Muller and Penin, "Why do firms disclose knowledge and how does it matter?," DRUID summer conference, 2004.
- [11] MySQL, "The world's most popular open source database," <http://www.mysql.com/>, accessed Nov 01, 2014.
- [12] Ouimet, M., Landry, R., and Amara, N., "Network Positions and Radical Innovation: a social network analysis of the Quebec optics and photonics cluster," DRUID Summer conference, 2004.
- [13] Owen-Smith, J., Riccaboni, M., Pammolli, F., and Powell, W. W., "A comparison of U.S. and European University-Industry

- Relations in the Life Sciences,” Management Science, 2001.
- [14] Paci and Batteta, “Innovation networks and knowledge flows across the european regions,” CRENS Working Paper, 2003.
- [15] Shan, Walker, and Kogut, “Interfirm Cooperation and Startup Innovation in the Biotechnology Industry,” Strategic Management Journal, Vol. 15, pp. 387-394, 1994.
- [16] Son, D., “Society Network Analysis,” KyungMoon Publishers, 2002.
- [17] Song, Y. U., Park, S. U., Kim, W. J., “A Study on the Validity of the Infrastructure Construction Cost for the Commercialization of Online Electric Vehicles,” The Journal of Society for e-Business Studies, Vol. 18, No. 1, 2013.
- [18] Song, H., Kim, W., and Lee, J., “Network Study of Korea,” Seoul National University Publishing Division, 2004.
- [19] SPSS, “Predictive Analytics software,” <http://www.spss.co.in/index.aspx>, accessed Feb. 01, 2015.

저 자 소 개



박미연
2006년
2015년 현재
관심분야

(E-mail: na800717@naver.com)
동국대학교 정치학 졸업 (석사)
연세대학교 기술정책협동과정 (박사수료)
빅데이터, 국가 R&D 법규 및 정책



이상헌
2013년
2015년 현재
관심분야

(E-mail: sangheon@yonsei.ac.kr)
연세대학교 정보산업공학 졸업 (학사)
연세대학교 정보산업공학 (석·박사 통합과정)
데이터 마이닝, 시맨틱 웹 마이닝



심홍매
2011년
2015년 현재
관심분야

(E-mail: hongmae1102@gmail.com)
중국 해양대학교 컴퓨터과학기술학 졸업 (학사)
연세대학교 정보산업공학 (석사과정)
데이터 마이닝, 시맨틱 웹 마이닝



임춘성
1992년
2015년 현재
관심분야

(E-mail: leem@yonsei.ac.kr)
캘리포니아대학교 버클리캠퍼스 대학원 산업공학 (박사)
연세대학교 공과대학 정보산업공학과 교수
산업정보시스템, 산업경쟁력



김우주
1994년
2015년 현재
관심분야

(E-mail: wkim@yonsei.ac.kr)
KAIST 경영과학 (박사)
연세대학교 정보산업공학과 교수
시맨틱 웹, 지식 관리 및 인공지능 웹 서비스