

# 과학기술 분야 학연 협동연구 네트워크의 특성\*

김 영 대\*\*

〈目 次〉	
I. 서 론	IV. 분석 결과
II. 이론적 배경과 선행연구 검토	V. 결 론
III. 분석틀 구성 및 분석 방법	

## 〈요 약〉

이 연구는 최근 관심이 증가하고 있음에도 기반 연구가 부족하고 특히 이론적·방법론적 논의가 미흡했던 과학기술 분야 정부출연(연)과 대학 간 협동연구에 대해 논의하고 있다. 먼저 국가 혁신체제, 개방형 혁신, 사회적 자본으로서의 네트워크 등과 같은 이론적 배경을 토대로 학연 협동연구의 효과적 구조와 내용에 대해 살펴보았다. 이를 토대로 학연 협동연구 관계를 사회네트워크로 개념화하고 연구회별, 기술 분야별 네트워크로 구분한 후 객관적 데이터에 기초하여 각 네트워크의 구조적 특성과 내용적 특성을 실증적으로 분석하였다. 분석 결과 연구회 및 기술 분야별로 다소 차이는 있으나 대체로 우리나라 학연 협동연구 네트워크는 개방성과 활성화는 낮고 집중성은 높은 구조임을 확인할 수 있었다. 또한 내용적 측면에서는 기초연구와 공공복지 관련 연구의 비중이 아직까지 상당히 낮은 수준임을 확인했다. 따라서 학연 협동연구의 효과적인 활성화를 위해서는 이러한 구조적·내용적 특성을 고려한 정책적·제도적 노력이 경주되어야 할 것으로 보인다.

【주제어: 협동연구, 사회네트워크분석, 정부출연(연)】

## I. 서 론

지난 정부에서는 과학기술 부문의 정책과 제도에 상당한 변화가 나타났다. 우선 교육인적 자원부와 과학기술부가 교육과학기술부로 통합되었다. 또한 공공기술연구회의 해체로 산하

\* 본 연구는 저자의 박사학위 논문 일부를 수정·보완한 것임.

\*\* 고려대학교 산학협력단 연구교수(youngdai94@naver.com)

논문접수일(2013.4.4), 수정일(2013.6.5), 게재확정일(2013.6.23)

정부출연(연)들이 산업기술연구회와 기초기술연구회로 분리·이관되었고 주무부처도 각각 지식경제부와 교육과학기술부로 이원화되었다. 특히 이러한 구조 개편과 맞물려 대학과 정부출연(연) 간 상호 협력(이하 학연 협력)에 대한 논의가 활발하게 전개되었고 그 영향으로 학연협력연구센터(DRC)나 특화전문대학원의 설립과 같은 가시적 성과들이 일부 나타나기도 했다. 이처럼 학연 협력의 활성화에 대한 관심이 증가하게 된 주요 배경을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 21세기 지식기반 경제의 도래와 함께 창의적인 과학기술 경쟁력의 확보가 한 국가의 경쟁력을 가름하는 중요한 과제로 부상하면서 선진국들은 기초연구 중심의 연구개발에 상당한 투자를 하고 있다. 우리나라도 최근 탈추격형(post catch-up) 기술혁신체제로 전환해야 한다는 요구가 확산되면서(송위진 외, 2006) 기초연구의 중요성이 크게 부각되고 있다. 그런데 기초연구는 응용연구나 개발연구에 비해 연구개발의 실패 가능성이 높고 단기간에 상업적 성과로 이어지기 어렵다. 또한 외부경제성을 포함한 공공재(public goods)적 특성으로 인해 민간 부문의 투자에는 한계가 따를 수밖에 없다. 따라서 공공연구 부문의 핵심 주체인 대학과 정부출연(연)이 상호 협력을 통해 기초연구를 중점적으로 수행해야 할 필요성이 증가하고 있다. 즉 지금까지는 대학과 정부출연(연)의 위상이 산업계의 역량을 보완하는 차원에서 논의되어 왔지만, 기초연구의 중요성이 증가함에 따라 양자가 산업계를 리드하는 주체로서 논의될 필요가 있다(김왕동·홍정임, 2008: 6).

둘째, 미국을 포함한 주요 선진국들과 달리 우리나라는 아직까지 산업생산 및 기술을 중심으로 한 경제발전 목적의 연구개발이 절대적으로 높은 비중을 차지하고 있다.<sup>1)</sup> 하지만 보건·환경을 포함한 공공복지 관련 부문에 대한 사회적 수요가 가파르게 증가하면서 이에 대한 연구개발의 필요성도 증대되고 있다. 따라서 공공연구 부문의 핵심 주체인 대학과 정부출연(연)이 중심이 되어 보건 및 환경 등 공공복지 관련 부문의 연구개발에 역점을 두어야 한다는 주장이 더욱 힘을 얻고 있다(염재호·하민철, 2009: 154-159 참조).

셋째, 학연 협력의 활성화에 대한 논의는 연구개발 주체 간 협동연구의 필요성과도 맥락을 같이한다. 협동연구는 20세기에 들어 전 세계에 걸쳐 전개된 가장 두드러진 사회적 현상의 하나이다(Allen & Jarman, 1999: 2). 그 이유는 기술의 고도화, 다양화 추세가 진행되면서 한정된 연구개발 자원에 따른 제약을 극복하고 연구에 수반되는 실패의 위험을 감소시키는데 협동연구가 효과적이기 때문이다(안순일, 2009: 294-295). 특히 최근에는 ‘개방형 혁신(Open Innovation)’이 기술 혁신의 새로운 방법론으로 부각되면서 다양한 주체들의 협력이 더욱 강조되고 있다. 이런 맥락에서 대학과 정부출연(연) 역시 상호 협력을 통해 부족한 연

1) 2006년도 기준으로 경제발전을 목적으로 한 주요 국가들의 연구개발 투자 비중을 비교해 보면 영국이 7.1%, 미국이 10.8%, 일본이 31.6%인 반면, 한국은 무려 51.9%라는 높은 비중을 나타낸다.

구 자원을 보완하고 원천 지식 및 기술을 중심으로 연구의 고도화를 도모해야 할 필요성이 증가하고 있다.

넷째, 학연 협력에 대한 정부의 관심도 중요한 배경으로 작용했다. 지난 정부는 대학과 연구기관 간 협력을 국정 과제로 추진했으며 ‘이명박 정부의 과학기술기본계획(577전략)’에는 학연 공동연구 활성화 및 인력교류 활성화 계획이 포함되었다(김왕동·홍정임, 2008: 6). 이를 토대로 2008년 11월에는 구체적인 ‘학연 협력 활성화 방안’을 발표하는 등 학연 협력 활성화를 위한 정책적 노력을 경주한 바 있다.

그러나 학연 협력의 활성화에 대한 높은 관심과 일부에서 나타나고 있는 가시적 성과에도 불구하고 이에 관한 기반 연구들은 매우 미흡한 실정이다(김왕동·홍정임, 2008:7). 또한 소수에 불과한 선행 연구들조차도 대부분 학연 협력의 현 상태를 이론적·방법론적 측면에서 체계적으로 분석하지 못하고 있다. 즉 연구개발 투자에서 학연 협력이 차지하는 비중 등 총량적 수치만을 검토하거나 설문조사를 토대로 활성화 방안을 제시하는 방식이 주를 이루고 있다. 정부의 재정 투자 및 사업 확대를 통한 학연 협력의 활성화가 충분한 효과를 거두기 위해서는 지금까지 대학과 정부출연(연)이 맺어 온 협력 관계의 특성에 대한 체계적 분석이 선행되어야 한다. 왜냐하면 현재의 협력 관계가 구조나 내용 측면에서 비효율적으로 형성되어 있다면 정부의 재정 투자를 통한 활성화 노력이 의도한 효과를 거두기 어려울 것이며 심지어 비효율적 특성을 심화시킬 가능성마저 있기 때문이다. 이러한 인식 하에 본 연구는 먼저 학연 협력과 관련된 이론적 관점들을 검토하여 효과적인 협력 관계를 위해 요구되는 특성들이 무엇인지 논의하고자 한다. 이를 준거로 학연 협력의 가장 보편적 방식인 국가연구개발 사업에서의 대학과 정부출연(연) 간 협력 관계를 네트워크로 개념화한 후 사회네트워크분석(social network analysis)을 통해 그 특성을 분석하고 결과를 해석하기로 한다. 물론 이렇게 분석한 네트워크의 특성이 연구개발의 성과에 어떤 영향을 미치는가에 대한 분석도 필요하지만 이를 위해서는 별도의 검증가능한 객관적 성과 데이터 및 측정지표가 필요한데 아직 관련 데이터 및 지표가 상당히 미흡한 실정이므로 이에 대한 연구는 후속 과제로 남기고 본 연구에서는 학연 협동연구 네트워크의 특성을 규명하는 것에 목적을 두기로 한다.

## II. 이론적 배경과 선행연구 검토

### 1. 학연 협동연구의 개념과 특징

#### 1) 학연 협동연구의 개념: 협력 주체·협력 유형·협력 목적

본 연구에서 논의하는 학연 협동연구는 학연 협력의 유형 중 하나이다. 따라서 먼저 학연 협력의 개념에 대해 논의한 후 이를 토대로 학연 협동연구의 개념을 정의할 필요가 있다. 교육과학기술부(2008: 1)는 학연 협력을 ‘대학과 공공연구기관(특히 정부출연(연)) 간 인력·시설·장비·연구개발 정보 등 유형·무형의 보유 자원을 상호 협력하여 활용함으로써 인재양성과 연구개발을 효과적으로 수행하는 제반 활동’으로 정의하고 있다. 또한 김왕동·홍정임(2008: 8)은 이를 보완·확장하여 ‘대학과 공공연구기관 간 R&D·인력·시설·장비·정보 등 유·무형의 분야에서 상호 협력함으로써 연구 능력의 확장과 인력양성, 인프라 보완 및 고용 창출 등을 효과적으로 수행하는 제반 활동’으로 정의하고 있다. 그리고 Link & Tassey(1987)는 대학과 출연 연구소가 주체가 되어 과학기술지식의 공동 획득을 목적으로 형성한 협력 구조로 정의한다(이정재 외, 2006: 23; 조현대 외, 2007: 330). 결국 학연 협력의 개념은 크게 협력 주체, 협력 유형, 협력 목적으로 구분하여 논의될 수 있다.

첫째, 협력 주체의 측면에서 학연 협력은 대학과 공공연구기관 간 협력으로 정의될 수 있는데 특히 공공연구기관을 어떻게 정의하느냐에 따라 학연 협력에 포함되는 기관의 범위는 다양할 수 있다. 이와 관련하여 Crow & Bozeman(1987), Joly & Mangematin(1996) 등은 자금 원천의 다양화, 지배구조의 다양화, 연구 영역의 확장 등으로 인해 공공연구기관의 유형이 다양해지고 있다고 설명한다. 즉 기업으로부터 조달하는 자금 비중의 증가, 정부통제가 약화되거나 사적 조직에 의해 운영되는 연구기관의 출현, 산업기술 분야로의 연구 영역 확대 등으로 인해 공공연구기관들의 특성이 다양화되고 있다는 것이다. 따라서 공공연구기관의 범위는 연구자의 관심과 연구 목적에 따라 규정될 수밖에 없다. 이에 본 연구는 「과학기술 분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 근거하여 설립된 연구회 산하 정부출연(연)만을 분석 대상에 포함하고자 한다. 그 이유는 정부 차원의 학연 협력 활성화에 대한 논의 및 기존 연구들이 대부분 이들을 중심으로 진행되고 있기 때문이다.

둘째, 학연 협력의 유형은 크게 인력교류, 시설·장비·정보 공유, 연구개발(R&D) 분야로 구분될 수 있으며 각 분야는 다시 세부적인 유형들로 구분될 수 있다. 특히 연구개발 분야에는 개인 연구자 간 공동 연구 및 자문, 공동 논문의 저술이 포함되고 기관 차원에서는 공동 연구프로젝트, 공동 특허, 공동 라이선싱 등이 포함되며 공동 집단 차원에서는 공동연구센터 등이 포함된다(김왕동·홍정임, 2008: 10). 이러한 구분에 의하면 본 연구에서 논의하는

국가연구개발 사업에서의 학연 협동연구는 기관 차원에서 이루어지는 연구개발 분야의 협력에 포함될 수 있다.

셋째, 협력의 목적 차원에서 학연 협력은 광의로는 과학기술지식의 획득, 협의로는 인재 양성, 연구 능력의 확장, 미흡한 인프라 보완 등에 목적을 둔 협력 활동으로 볼 수 있다. 본 연구에서 논의하는 국가연구개발 사업에서의 학연 협동연구는 기본적으로 과학기술지식의 획득 및 연구 능력의 확장도 추구하지만 특히 양질의 R&D 성과를 창출하는데 주요 목적을 둔 활동으로 정의할 수 있다. 이상의 논의를 토대로 본 연구에서는 학연 협동연구를 ‘대학과 과학기술 분야의 연구회 산하 정부출연(연)이 국가연구개발 사업의 연구 과제를 공동으로 수행하여 양질의 R&D 성과를 창출하기 위한 제반 활동’으로 정의하고자 한다.

## 2) 학연 협동연구의 특징

지금까지 연구개발 주체 간 협력에 대한 논의는 산업체 중심의 산학 협력 혹은 산연 협력에 초점을 두어 왔고(최영훈·신열, 2002; 이정재 외, 2006; 김왕동·홍정임, 2008) 실질적인 학연 협동연구의 비중도 상대적으로 낮았다.<sup>2)</sup> 하지만 최근 학연 협력이 강조되는 배경에는 산업체 중심의 협력과는 구별되는 특징으로 인해 산학이나 산연 협력에서 기대하기 어려운 역할을 학연 협력이 수행해야 한다는 요구가 반영되어 있다.

〈표 1〉 연구주체 간 협력 유형에 따른 R&D 협동연구의 특징 비교

협력 유형	협력 특징	정부 개입 정도
학연 협력	<ul style="list-style-type: none"> <li>•기초연구 지향적 연구</li> <li>•국가 전략기술의 효율적 개발 추구</li> <li>•장기적 수요에 대응한 탐구적·지식 심화적 연구</li> </ul>	▲▲▲
산학 협력	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대학의 산업화 능력제고</li> <li>•시장의 기술적 한계 극복을 위한 이론적 연구</li> </ul>	▲▲
산연 협력	<ul style="list-style-type: none"> <li>•응용 지향적 연구 결과의 사업화</li> <li>•기업 특정적 문제의 실질적 해결</li> <li>•시장의 당면 과제 해결을 위한 실험적 연구</li> </ul>	▲

자료: 이정재 외(2006: 23-24)와 정선양 외(2008: 8-9)를 토대로 작성.

<표 1>과 같이 산학 및 산연 협력은 민간 기업의 요구, 달리 말해 단기적인 시장 수요에 대응한 기술 개발과 그 상업화에 민감할 수밖에 없는 반면, 공공연구 부문의 두 주체 간 협

2) 2007년도 기준으로 국가연구개발 사업에서 산학 협력은 12.7%, 산연 협력은 9.4%의 비중을 차지하고 있는 반면, 학연 협력은 상대적으로 낮은 6.2%의 비중을 점하고 있다(국가과학기술위원회·교육과학기술부, 2008: 47 참조).

력인 학연 협력은 상대적으로 시장의 요구에 덜 민감하다는 특징이 있다. 왜냐하면 대학과 정부출연(연)은 공공연구 조직으로서 기업이나 민간 연구 조직에 비해 상대적으로 정부의 자금 지원에 대한 의존도가 높고 지배구조 측면에서도 공공의 통제가 강하기 때문이다. 이러한 특성은 학연 협력이 산업체 중심의 협력에 비해 상대적으로 중장기적 수요에 대응한 기초연구나 미래유망신기술(6T)과 같이 민간 부문의 연구만으로는 충족되기 어려운 국가의 전략적 기술, 그리고 경제성장 외에 최근 사회적 수요가 크게 증가하고 있으면서 동시에 장기적 수요에 대한 깊이 있는 연구가 요구되는 보건이나 환경 부문 등 공공의 삶의 질 향상과 관련된 공공복지 관련 영역의 연구에 집중할 수 있는 조건을 제공한다. 특히 정부 재원에 주로 의존하는 국가연구개발 사업에서의 학연 협동연구는 이러한 부문의 연구를 수행하기에 더욱 적합한 특성을 갖춘 것으로 평가할 수 있다.

## 2. 주요 이론적 관점과 연구에의 함의

### 1) 국가혁신체제(NIS) 관점에서의 학연 협동연구

국가혁신체제(national innovation system)는 여러 학자들에 의해 정의되었지만 일반적으로 ‘새로운 기술을 획득하고 개량하며 확산시키기 위하여 기술개발 관련 행동과 상호작용을 수행하는 공공 및 민간부분 조직들 간의 네트워크(Freeman, 1987: 1)’로 정의된다. 이런 맥락에서 대학과 정부출연(연)은 과학기술지식을 공급하는 공공부문의 연구개발 주체이면서 혁신을 직접적으로 창출하는 혁신생산자(innovation producers)라는 점에서 국가혁신체제의 핵심적인 구성요소로 간주된다(정선양 외, 2007: 12 참조).

이러한 국가혁신체제론이 학연 협동연구에 주는 함의는 크게 네 가지 측면에서 살펴볼 수 있다. 첫째, 국가혁신체제론에서는 혁신이 개별 주체에 의해 단독으로 수행되기 보다는 혁신주체들 간 네트워크(networks of innovator)를 통해 이루어지는 것으로 본다. 이를 개별 조직의 관점에서 본다면 혁신은 시스템 내에 존재하고 있는 혁신주체들의 다양한 지식들을 통합함으로써 새로운 기술지식을 창출하는 것으로 볼 수 있다(송위진, 2004: 13). 특히 현재와 같이 기술의 수명주기가 급격히 단축되고 새로운 지식의 창출 속도가 증가되는 시점에서는 연구개발에 따른 위험 부담을 줄이면서 타 주체가 보유하고 있는 기술지식의 잠재적 가치를 탐색하기 위해 타 연구주체와의 협력 관계가 더욱 중요한 역할을 하게 된다. 이런 맥락에서 학연 협동연구의 활성화는 국가 전체의 혁신 역량을 강화하는데 필수적인 요소로 인식될 수 있다.

둘째, 국가혁신체제론에서는 정부의 연구개발 투자 및 정책을 국가혁신체제의 중요한 구성요소로 파악하고 있다(임상규, 2005: 20). 이 때 정부의 역할은 단순히 혁신주체들에 대한

재정 지원이나 관련 사업을 확대하는 방식이 아니라 혁신이 효과적으로 발생할 수 있는 시스템을 구축하는 것이라고 본다. 즉 정부는 기존의 혁신 시스템에서 발생하는 실패를 근본적으로 보정하는데 집중함으로써 혁신주체들에 의한 혁신 행위가 최선의 효과를 나타낼 수 있도록 지원해야 한다는 것이다. 왜냐하면 국가혁신체제가 가지고 있는 구조적 문제가 해결되지 않은 상태에서는 정부의 재정을 포함하여 자원이 아무리 많이 투입되더라도 소기의 성과를 달성하기 어렵고 오히려 비효율적인 시스템을 온존·확장시키는 결과를 낳기 때문이다(송위진, 2002: 6). 따라서 주로 정부의 재정 지원에 기초하고 있는 국가연구개발 사업에서의 학연 협동연구 역시 그 효과적인 활성화를 위해서는 정부의 재정 투자나 사업 확대에 앞서 기존 시스템이 가지고 있는 실패 요소에 대한 체계적인 분석이 선행되어야 한다.

셋째, 국가혁신체제론에서는 새로운 기술 패러다임의 등장과 사회·경제 환경의 변화에 대응하여 기존의 혁신체제를 어떻게 전환할 것인가가 중요한 논의의 대상이다. 이와 관련하여 우리나라의 경우 경제성장을 목표로 선진국의 기술을 도입하여 사회·개량함으로써 선진국을 추격하던 기존의 추격형 혁신시스템으로는 변화된 환경에 효과적으로 대응할 수 없다는 인식이 확산되면서 소위 탈추격형 혁신 모델의 필요성과 그 사례들에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다(송위진, 2004; 임상규, 2005; 성지은, 2008 등). 물론 논자에 따라 탈추격형 혁신체제의 구체적 내용에는 약간의 차이가 있지만 그럼에도 불구하고 새로운 혁신 경로의 탐색과 창출을 위해 기초연구를 강화해야 한다는 점에서는 공통적인 입장을 취한다.

넷째, 또한 민간의 혁신 역량이 크게 강화됨에 따라 경제성장을 목표로 한 기존의 산업혁신정책(industrial innovation policy) 일변도에서 벗어나 환경, 안전, 보건·의료 등 삶의 질과 사회의 지속가능성을 강화시키는 ‘사회적 혁신정책(social innovation policy)’에 많은 관심을 기울여야 한다는 주장도 제기되고 있다(송위진, 2010 참조). 이러한 논의가 주는 함의는 공공연구도 기존과 같이 경제발전 목적 일변도에서 벗어나 공공복지 향상과 같은 사회적 수요 및 관련 정책에 대응하여 추진될 필요가 있다는 것이다.<sup>3)</sup> 이런 점에서 시장의 수요에 민감하게 반응할 수밖에 없는 산업체 중심의 협력 방식보다는 공공연구의 핵심 주체이면서 장기적 수요에 대응한 지식 탐구적 연구의 특성을 가지는 학연 협력이 상대적으로 효과적이라고 볼 수 있다.

## 2) 개방형 혁신(open innovation) 관점에서의 학연 협동연구

개방형 혁신(open innovation)은 기업이 연구, 개발, 상업화에 이르는 일련의 혁신 과정을 개방하여 외부 자원을 활용함으로써 혁신의 비용을 줄이고 성공 가능성을 제고하며 부가가

3) 최근 미래창조과학부가 범부처 차원에서 과학기술을 경제발전 목적이 아닌 다양한 사회문제 해결에 접목하려는 시도의 일환으로 사회문제 해결형 연구개발 사업을 추진하는 것이 대표적 사례이다.

치 창출을 극대화하기 위한 방법론(김석관, 2008: 2)을 의미한다. 이는 기업 내부의 R&D 활동을 중시해왔던 기존의 폐쇄형 혁신의 한계에 대한 인식에서 등장한 개념으로 실제 개방형 혁신이 기업의 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 연구들(Luecke, 2003; Laursen & Salter, 2006; Chesbrough, 2006; Nieto & Santamaria, 2007 등)이 축적되면서 최근에는 공공연구기관 등이 수행하는 R&D 방식의 변화에 대한 논의로까지 확대되고 있다.<sup>4)</sup> 물론 개방형 혁신의 범위를 어디까지로 볼 것인가, 기존 이론과의 차별성은 무엇인가 등을 두고 상이한 견해들이 제기되고 있지만 그럼에도 불구하고 현재 개방형 혁신 혹은 개방형 R&D는 선택의 이슈가 아니라 피할 수 없는 흐름으로 보는 것이 타당하다(이철원, 2008: 25).

이러한 개방형 혁신이 학연 협동연구에 주는 함의로는 첫째, 대학과 정부출연(연) 간 협동연구의 활성화는 상호 부족한 자원을 보완해 줌으로써 내부의 혁신 역량을 강화하는데 도움을 준다는 것이다. 정부출연(연)의 경우 민간 부문의 R&D 역량이 강화되면서 과거와 같이 산업계의 역량을 보완하는 역할에서 벗어나 새롭게 그 역할과 기능을 재정립하고 동시에 연구의 생산성을 향상시켜야 한다는 요구에 직면하고 있다. 또한 기초연구의 핵심 주체인 대학의 경우에도 정부 투자의 확대가 기초연구의 직접적 확대로 이어지지 못하고 동시에 연구의 질적 수준도 선진국에 비해 부족하다는 지적이 제기되면서(양혜영·이미화, 2009: 29) 혁신의 필요성이 증대되고 있다. 이런 상황에서 학연 협동연구는 두 연구주체의 내부적 혁신 역량을 강화할 수 있는 효과적 전략이 될 수 있다.

둘째, 개방형 혁신의 관점에서 볼 때 학연 협동연구의 활성화는 대학과 정부출연(연)의 역량 강화에만 그 영향이 국한되는 것이 아니라 기업의 혁신에도 중요한 토대를 제공할 수 있다. 특히 우리나라의 경우 R&D 투자 비중이 비교적 높은 혁신형 중소기업의 비중을 보면 전체의 3% 정도에 불과한데 이는 OECD 평균인 10%에도 크게 못 미치는 수치이다(임영모·복득규, 2006: 12). 이런 상황에서 학연 협동연구를 통해 창출된 기초연구의 성과는 특히 내부 역량이 부족한 기업들에게 혁신을 위한 중요한 씨앗(seeds)으로 작용할 수 있다.

셋째, 개방형 혁신에서 강조되는 정부의 역할은 개방형 기술혁신의 확산을 통해 국가 차원의 기술혁신 시스템이 창조력과 효율성을 가질 수 있도록 기반 인프라를 정비하는 것이다(임영모·복득규, 2006: 19). 그 구체적 방향은 개방형 혁신이 활성화될 수 있도록 혁신주체 간 네트워크의 개방성(협력의 범위)과 협력의 강도를 높이는데 중점을 두는 것이다. 왜냐하면 혁신 네트워크의 개방성이 제고되어야 기업을 포함한 혁신주체들이 다양한 원천으로부터 내부 혁신에 필요한 자원을 효과적으로 공급받을 수 있고 또한 협력의 강도가 강할수록 혁신의 성과가 높다는 것이 기존 연구들의 대체적인 결론이기 때문이다. 따라서 학연 협

4) 한국산업기술진흥원(KIAT)의 경우 공공기관으로서 최초로 2009년 12월부터 개방형 R&D 시스템으로의 전환을 위해 'OPEN R&D 시스템'을 구축하고 시범 운영을 실시했다.



동연구 네트워크 역시 개방성과 협력의 강도를 높이는 것이 바람직하며 이런 맥락에서 본 연구는 현재 학연 협동연구 네트워크가 얼마나 개방적이며 강한 협력 관계로 구조화되어 있는지 분석하고자 한다.

### 3) 사회네트워크(social network) 관점에서의 학연 협동연구

연구자에 따라 조금씩 차이는 있지만 일반적으로 사회네트워크(social network)는 개인이나 집단, 조직과 같은 실체들과 이들이 맺고 있는 관계들의 집합으로 정의될 수 있다(Knoke & Kuklinski, 1982; Marsden, 1990; Scott, 2000 등). 또한 사회네트워크는 지금까지 다소 추상적이고 은유적인 의미로 사용되어 온 구조라는 개념을 실증적인 분석의 대상으로 치환한 개념으로 이해할 수 있다. 즉 사회네트워크는 ‘구조(structure)’의 한 표현물로 정의될 수 있는데(손동원, 2002: 16) 여기서 구조란 상호 작용하는 단위들 사이의 관계에서 나타나는 규칙적인 패턴(Wasserman & Faust, 1994: 3)이나 명확히 정의된 것으로 사회 관계성의 형태(morphology) 혹은 사회적 연결의 패턴(patterns of social linkages)(김용학, 2003: 33)을 의미하는 것이다. 이러한 개념에 비추어 본 연구에서 분석하는 학연 협동연구의 구조 역시 사회네트워크로 개념화하여 실증적으로 분석할 수 있다. 왜냐하면 학연 협동연구의 구조는 국가연구개발 사업의 과제들에 참여하는 개별 대학 및 정부출연(연)이라는 단위와 이들의 상호 협동연구 관계로 구성된 집합이라는 점에서 일종의 사회네트워크로 이해될 수 있기 때문이다.

이처럼 학연 협동연구를 사회네트워크 관점으로 이해하여 연계 되는 함의로는 첫째, 사회네트워크에 관한 기존 연구들로부터 학연 협동연구 네트워크의 특성을 어떻게 분류하고 어떤 방법으로 측정할 것인가에 대한 실마리를 제공받을 수 있다는 것이다. 먼저 사회네트워크의 특성 분류와 관련하여 기존의 연구들(Mitchell, 1969; Van de Ven & Ferry, 1980; Knoke & Kuklinski, 1982; Streeter & Gillespie, 1992 등)은 약간씩 차이를 보이지만 대체로 사회네트워크의 특성을 구조적 특성과 관계의 내용적 특성으로 구분하고 있다. 이 때 구조적 특성은 행위자들 간 연결 방식의 특성을 의미하고 관계의 내용적 특성은 구체적으로 그 관계의 교환 내용이 무엇으로 구성되어 있느냐를 의미하는 것이다. 또한 기존 연구들에서 이러한 특성을 분석하기 위해 사용된 다양한 분석 변수들은 본 연구에서 분석하는 학연 협동연구의 특성, 특히 구조적 특성을 분석하는데 도움을 준다. 구체적 변수에 대한 논의는 다음 장에서 다루기로 한다.

둘째, 사회네트워크는 사회적 자본을 구성하는 요소의 하나로(Bourdieu, 1986; Coleman, 1990; Burt, 1992; Putnam, 1993; Woolcock, 1998 등) Woolcock(1998) 등에 의하면 결속적 사회 자본(bonding social capital)과 연결적 사회 자본(bridging social capital)으로 유형화될 수 있다. 그런데 양자는 각각 다른 특성과 효과를 가지며 그 효율성도 상황에 따라 다르다. 먼저 결속적 사

회 자본은 집단 내 구성원들 간 강한 사회적 연계를 통해 형성되며 구성원에 대한 감정적 지원, 강한 신뢰를 통한 배신행위의 약화, 집단 내 정보 교류의 활성화, 거래에 따른 위험 및 불확실성의 감소와 같은 긍정적 효과를 창출한다. 반면 연결적 사회 자본은 집단 간 약한 사회적 연계에 기반한 것으로 다양한 정보원천을 통해 신선한 정보나 아이디어를 획득하는데 용이하다. 이를 한 네트워크의 차원에서 보면 네트워크가 추구하는 목적을 고려하여 두 가지 사회적 자본을 어떻게 효과적으로 배합할 것인가의 문제로 귀착된다. 만약 결속적 사회 자본이 지나치게 강할 경우에는 외부 집단에 대한 폐쇄성과 배타성이 강화되고 소수 집단의 특정 이익만을 추구하는 결과를 초래함으로써 연결적 사회 자본의 형성과 이로 인한 긍정적 효과를 위축시킬 수 있다. 반대로 한 네트워크가 약한 연계로만 이루어질 경우 신뢰와 이에 기반한 활발한 협력 행위가 위축될 수 있는 것이다. 이러한 논의는 학연 협동연구 네트워크가 어떤 구조를 지향하는 것이 바람직한가에 대한 시사점을 제공한다. 즉 학연 협동연구 네트워크는 개별 대학과 정부출연(연)들이 다양한 정보원천을 활용할 수 있도록 다양하고 많은 조직들로 구성된 큰 규모의 네트워크를 지향하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 개별 조직이 네트워크로 진입하는데 장애가 없도록 개방적인 구조를 갖추어야 할 것이다. 또한 네트워크 내 개별 조직들은 다양한 조직들과의 연계, 즉 연결정도(degree)를 높임으로써 사회적 자본을 강화하는 것이 바람직한데 이는 네트워크 차원에서 밀도(density)를 높이는 것으로 표현된다. 그리고 Hansen(1999)의 연구를 고려할 때 비교적 복잡성이 높은 암묵적 지식과 의존성이 강한 지식의 교류가 필요한 학연 협동연구 네트워크에서는 타 조직과의 강한 연계, 즉 연결강도(tie strength)를 제고함으로써 결속적 사회 자본을 확충하는 것이 필요하다. 하지만 소수의 조직들끼리 지나치게 강한 연계를 형성하여 특정한 하위 네트워크를 구성할 경우 그 내부에서는 강한 결속적 사회 자본이 창출되지만 동시에 폐쇄성과 배타성의 심화로 인해 전체 네트워크에서 창출될 수 있는 연결적 사회 자본은 위축될 가능성이 높다. 따라서 전체 네트워크 차원에서는 소수의 조직들에 대한 연결의 집중도를 낮추어 분산적 구조를 형성하되 조직들 혹은 하위 네트워크를 효과적으로 연계할 수 있는 중개조직(broker)들을 활성화시키는 것이 바람직하다.

### 3. 선행 연구 검토

본 연구와 관련하여 크게 두 가지 측면에서 선행 연구를 검토하고자 한다. 하나는 학연 협동연구를 포함한 학연 협력에 관한 연구들이고 다른 하나는 사회네트워크분석을 활용하여 과학기술 부문 협동연구 네트워크를 분석한 연구들이다. 전자에 해당하는 연구들에는 먼저 공공연구시스템이라는 큰 틀에서 학연 협력을 부분적으로 논의한 연구들이 있다(OECD, 2006a; 2006b; 조현대 외, 2007 등). 특히 조현대 외(2007)는 학연 협력 활성화를 우리나라 공

공연구시스템의 발전을 위한 과제로 제시했다. 그리고 또 다른 상당수의 연구들이 사례분석이나 설문조사, 전문가 면접 등을 통해 학연 협력의 다양한 유형을 포괄적으로 논의하면서 그 한 부분으로 학연 협동연구에 대해 고찰하고 있다(이정재 외, 2006; 엄미정, 2008; 이재용 외, 2008; 민철구 외, 2008; 박동 외, 2008, 김왕동·홍정임, 2008 등). 이 연구들은 주로 정책 보고서 혹은 이슈페이퍼 형태를 띠면서 학연 협력의 현황에 대한 정리를 바탕으로 구체적인 활성화 대안 혹은 발전 방향을 제시하는데 초점을 두고 있다. 한편 최영훈·신열(2002), 정선양 외(2008), 박동 외(2009) 등은 학연 협력의 한 유형인 인력 교류를 중심으로 그 제약요인과 활성화 방안을 모색했고, 민철구 외(2004), 박동 외(2007) 등은 특히 지역대학에 초점을 두고 정부출연(연)과의 협력 문제를 다루고 있다. 그 밖에도 황석원 외(2009)는 통계 분석을 통해 학연 협력의 경제적, 사회적 효과에 대한 실증 분석을 시도했고, Davenport 외(1999), Fritsch & Schwirten(2000), Heinze & Kuhlmann(2008), 김종범(2008) 등은 항공우주나 나노기술 등 특정 산업 및 기술 분야에서의 학연 협력에 대해 그 동기나 필요성, 저해 요인 등에 대해 논의하고 있다. 이러한 연구들을 종합적으로 살펴보면 공통적으로 학연협력의 필요성에 대해서는 대체로 동의하고 있다. 특히 학연협력은 산업체 중심의 협력과 달리 상대적으로 기초연구에 중점을 두어야 한다는 점, 그리고 시장에서 공급되기 어려운 국가의 전략적 기술 및 보건이나 환경 등과 같이 공공의 장기적 수요에 대응한 깊이 있는 연구가 요구되는 영역에 초점을 두어야 한다는 점을 강조하고 있다. 다만 이 연구들은 대부분 학술적 성격보다 정부의 정책 수요에 대응하는 보고서 성격이 강하여 이론적·방법론적 논의가 미흡하고 주로 구체적인 활성화 대안을 제시하는데 중점을 두고 있다. 또한 일부 연구에서 학연 간 인력 교류에 초점을 두고 있으나 대부분 학연 협력의 유형을 포괄적으로 논의한 결과 학연 협력의 세부 유형, 특히 학연 협동연구에 대한 보다 깊이 있는 분석이 미흡하다. 그리고 황석원 외(2009) 연구 등을 제외한 대다수 연구들은 객관적·실증적 데이터보다는 사례연구, 설문조사, 전문가 면접 등에 의존함으로써 연구 결과를 일반화하는데 한계를 드러내고 있다. 따라서 이론적 논의를 바탕으로 객관적 데이터를 수집·가공하고 사회네트워크분석 방법을 활용하여 학연 협동연구 네트워크의 특성을 규명하는 본 연구는 기존 연구들의 이러한 한계를 보완하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

한편 사회네트워크분석을 이용하여 과학기술 부문의 협동연구 네트워크를 분석한 일련의 선행 연구들은 사회네트워크분석이 본 연구에 타당하게 적용될 수 있는가의 문제, 그리고 어떻게 적용할 수 있는가의 문제에 대해 많은 시사점을 준다. 먼저 일련의 연구들은 SCI 논문 등 과학자들 간 공동저술 정보를 바탕으로 사회네트워크분석을 적용함으로써 다양한 협동연구 네트워크의 특성을 규명하고 있다(Newman, 2001; 2004; Barabasi et al., 2001; 이희재, 2005; 양혜영 외, 2008; 양창훈·최창현, 2008 등). 특히 양혜영 외(2008)는 국가연구개발 사업

의 분석에 사회네트워크분석이 활용될 수 있다고 제안하고 있다. 이와 유사한 맥락에서 조혜선·김용학(2005), 김용학 외(2007), Sam Youl Lee & Suk Won Ryu(2007) 등은 국가연구개발 과제에 관한 데이터를 활용하여 과학기술 분야 협동연구 네트워크의 특성들을 밝혀내고 있다. 특히 조혜선·김용학(2005: 129)은 연구 과제를 중심으로 맺어진 협동연구 관계가 단순히 알고 지내는 것보다 훨씬 더 긴밀한 사이로 네트워크를 구성한다는 점에서 공동저술 데이터보다 연구 과제 데이터를 활용하는 것이 협동연구 네트워크의 특성 규명에 더 효과적이라고 설명한다. 이런 선행 연구들을 종합해 볼 때, 학연 협동연구의 특성, 특히 구조적 특성을 규명함에 있어 사회네트워크분석이 유용하게 적용될 수 있는 방법론이며 국가연구개발 과제에 대한 데이터 역시 본 연구의 목적에 타당하게 이용될 수 있음을 확인할 수 있다.

### Ⅲ. 분석틀 구성 및 분석 방법

#### 1. 연구의 분석틀

##### 1) 분석 대상 학연협동연구 네트워크

네트워크 연구에서 기본적인면서도 중요한 질문은 네트워크의 경계(boundary of network)를 어떻게 확정할 것인가의 문제이다. 이는 분석 대상의 범위를 어디까지로 한정할 것인가의 문제이면서 동시에 분석 데이터의 수집과도 밀접하게 연관된다. 이 연구에서는 자료의 수집 가능성 등을 고려하여 2005년도부터 2007년도 사이에 수행된 국가연구개발 사업에서의 학연 협동연구 네트워크, 특히 정부출연(연)이 연구수행주체로서 대학과 최소 1회 이상 협동으로 연구하여 구성되는 네트워크로 그 범위를 한정한다.<sup>5)6)</sup> 이를 바탕으로 본 연구는 학연 협동연구 네트워크를 크게 전체 차원의 네트워크, 연구회별 네트워크, 기술 분야(6T)별 네트워크로 나누어 각각 그 구조적 특성과 내용적 특성을 분석하며 그 이유는 다음과 같다.

첫째, 연구회별 네트워크를 별도로 구성하여 비교·분석하는 이유는 양자의 특성에 차이가 나타날 개연성이 있기 때문이다. 즉 지난 정부의 출범과 함께 3대 연구회 체제를 이원적 구

5) 대학의 수를 고려할 때 각 대학들이 연구수행주체가 되어 정부출연(연)과 협동으로 연구한 데이터를 확보하는 것은 어렵다. 동시에 2007년도 연구비 기준으로 대학이 주체가 되어 수행한 학연 협동연구의 비율은 정부출연(연)이 주체인 경우의 약 13%에 불과하다는 점에서 이와 같이 연구 대상을 확정해도 무리가 없을 것으로 판단한다(국가과학기술위원회·교육과학기술부, 2008: 46을 참조하여 분석함).

6) 학연 협동연구 네트워크를 분석하기 위해서는 구체적 개별 행위자(특정 대학, 특정 연구소)에 대한 자료의 확보가 필요한데 어렵게 이를 확인할 수 있는 데이터는 현재 2005년부터 2007년까지만 존재한다. 이후 시기의 데이터가 확보되는 시점에서 후속 연구가 가능할 것으로 기대한다.

조로 개편한 이유 중 하나는 양 연구회가 각각 기초기술과 산업기술 중심으로 보다 특성화·차별화될 수 있도록 하기 위한 것이었다. 이는 3대 연구회 구조 하에서 각 연구회 및 소관 출연(연) 간 기능 중복으로 인해 차별성이 모호하다는 지적에 따른 것이다. 하지만 기존 공공기술연구회에 속해 있던 정부출연(연)들이 그 특성에 맞게 양 연구회로 분리·이관되었는가에 대한 비판적 시각과 근본적으로는 최근에 나타나고 있는 과학과 기술의 연계 강화, 기술의 융합화, 연구의 학제성 증대 등의 경향을 고려할 때 이러한 특성화가 바람직한가에 대한 근본적 의문이 제기되고 있다(정선양, 2003: 156 참조). 이를 고려할 때 만약 지금까지 연구회 간 차별성이 뚜렷하게 존재했다면 연구회별 학연 협동연구 네트워크의 특성에도 차이가 있을 것이다. 즉 그 목적에 비추어 기초기술연구회의 학연 협동연구 네트워크가 상대적으로 활성화되어 있으면서 내용 측면에서도 기초연구의 비중이 높을 것으로 예측할 수 있다. 하지만 차별성이 적다면 양 네트워크의 구조적·내용적 특성도 큰 차이를 보이지 않을 것이다. 이를 고려하여 본 연구에서는 연구회별 네트워크를 분리하여 비교·분석하고자 한다.

둘째, 이론적 배경 및 선행연구 분석에서 검토한 것처럼 산연이나 산학 협동연구에 비해 학연 협동연구는 상대적으로 국가의 전략적 기술개발에 중점을 둘 것이 요구되며 또한 선행 연구들(Newman, 2001; 2004; 김용학 외, 2007; 배용호 외, 2008; 양혜영 외, 2008 등)들에 따르면 학문 분야 혹은 기술 분야별로 협동연구 네트워크의 특성에는 차이가 있다. 이를 고려하여 본 연구에서는 미래유망신기술(6T)별로 학연 협동연구 네트워크를 구성하여 비교·분석하고자 한다. 특히 이러한 분류를 적용하는 이유는 첫째, 자원이 한정되어 있는 우리나라의 경우 부가가치가 높아 차세대 성장 산업의 기반이 되는 6T의 중요성이 강조되면서 참여 정부 이래 지속적으로 연구개발을 확대해 오고 있다는 점(송위진 외, 2006: 414 참조), 둘째, 기술 분야별로 상대적 차이는 있지만 공통적으로 신기술 분야라는 6T의 특성상 기초연구의 중요성이 높아 지식 탐구적 성격이 강한 학연 협동연구의 필요성이 더욱 강조된다는 점 등을 고려했기 때문이다. 이처럼 기술 분야별 네트워크의 특성 차이를 파악한다면 기술 분야에 따른 학연 협동연구의 활성화 방안을 보다 차별적으로 적용할 수 있을 것이다.

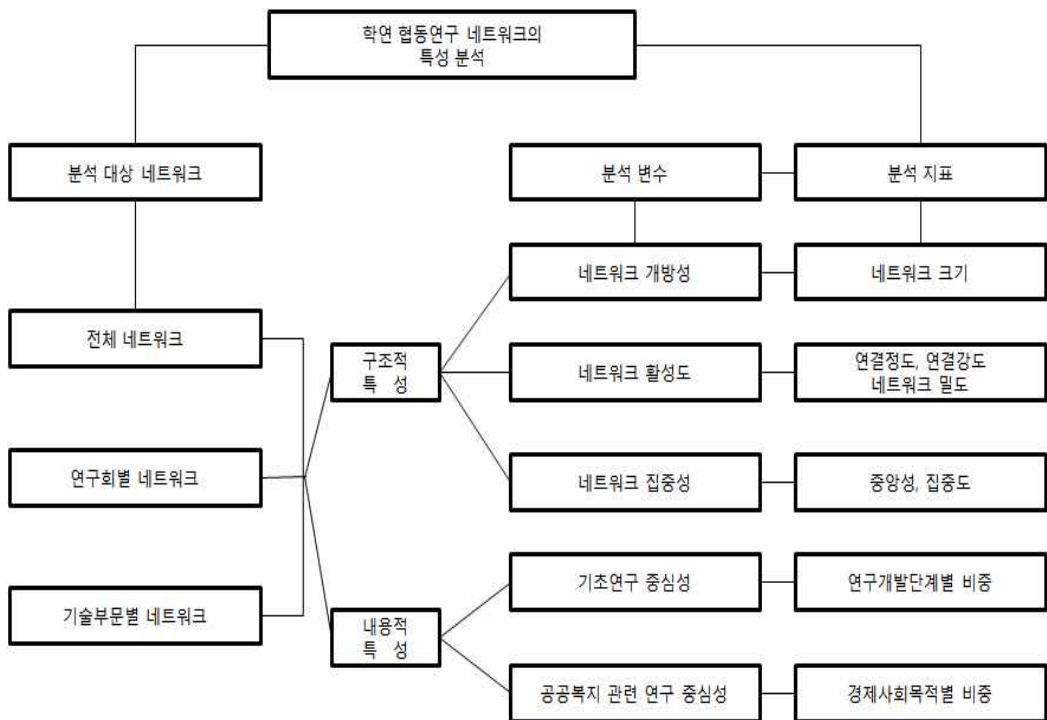
## 2) 학연 협동연구 네트워크의 구조적 특성 및 내용적 특성

앞서 이론적 배경 및 선행 연구에서 검토·논의한 결과에 기초할 때 학연 협동연구 네트워크가 구조적 측면에서 효과적이기 위해서는 개방성과 활성화는 높고, 특정 조직들에의 집중화 정도는 낮으면서 조직 혹은 하위 네트워크를 연계하는 중개조직들이 발달되어 있는 것이 바람직하다. 이를 고려하여 본 연구에서는 학연 협동연구 네트워크의 구조적 특성을 파악하기 위해 네트워크의 개방성, 활성화, 집중성을 분석 변수로 설정하였다.

한편 이론적 배경에서 논의한 바와 같이 내용적 측면에서 학연 협동연구는 산업체 중심

의 협동연구와 달리 기초연구에 중점을 두는 것이 효과적이며 또한 장기적 수요에 대응한 지식 탐구적 연구를 지향하는 것이 바람직하다. 이런 맥락에서 본 연구는 학연 협동연구 네트워크의 내용적 특성을 파악하기 위한 변수로 기초연구 중심성과 공공복지 관련 연구 중심성을 선정하였다. 다만 후술할 OECD(2002) 기준 및 이를 준용하고 있는 우리나라 국가연구개발사업 조사·분석보고서(2008)에서는 건강증진 및 보건, 환경 보건, 사회구조 및 관계, 지구개발 및 탐사 등을 보건환경 부문으로 분류하고 있으나 이 용어는 하위분류를 포괄하기에 적합하지 않다는 점을 고려하여 본 연구에서는 공공복지 관련 연구로 명명하고자 한다. 이는 공공복지에 관한 서지영 외(2012)의 연구 등에서 위 세부 분류들을 공공복지와 연관성이 높은 연구개발의 범주로 구분하고 있는 것에 착안한 것이다.

〈그림 1〉 연구의 분석틀



## 2. 분석 자료 및 분석 방법

### 1) 자료의 수집 및 변환

학연 협동연구 네트워크의 특성을 실증적으로 분석하기 위해 본 연구에서는 국가과학기술

기본법 제12조에 의거하여 국가과학기술위원회가 매년 국가연구개발사업을 대상으로 조사·분석 기준 및 지침을 마련하고 연구개발 관련 부·청이 제출한 자료를 교육과학기술부가 검증한 후 관리기관인 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 통해 온라인 DB 형태로 일반에 공개하는 2005년도부터 2007년도까지의 국가연구개발 사업 과제에 관한 데이터를 활용한다. 이 데이터는 정부 부처들이 수행하는 국가연구개발사업의 세부과제(대과제와 세부과제의 구분이 없는 경우 대과제)를 분석단위로 하고 있으므로 본 연구에서도 대학과 출연(연)이 공동으로 수행한 국가연구개발사업의 세부과제들이 분석단위가 된다. 그리고 이 데이터는 세부과제별 주요 내용을 OECD 분류 기준 등을 적용하여 작성한 것으로 우리나라 국가연구개발사업에 관한 공식 데이터로 활용되고 있다.

이 데이터들은 세부과제별로 세부과제명, 연구개발단계, 연구의 경제사회적 목적, 기술 분류 등에 대한 정보를 포함하고 있는데 특히 국가 기관에서 공식적으로 수집·분석하여 제공하는 정보라는 점에서 자료의 객관성과 신뢰성은 매우 높다고 할 수 있다. 본 연구에서는 이 데이터들을 이용하여 먼저 22개 정부출연(연)이 주 연구기관으로 수행한 세부과제들을 추출한 후 이 중 학연 협동연구로 분류된 세부과제들만을 다시 추출하여 별도의 DB를 구성하였다.<sup>7)</sup> 다만 이 자료에는 협동연구에 참여하는 대학들이 어디인가에 대한 정보가 없으며 이에 관한 정보는 각 정부출연(연)들이 국회 상임위원회(교육과학기술위원회, 지식경제위원회)에 제출한 협동연구 수행 현황 자료를 통해 보완하였다. 두 자료를 토대로 최종 추출한 데이터의 총 수는 557건인데 이는 2005년도부터 2007년도 사이에 연구회 산하 22개 정부출연(연)<sup>8)</sup>을 중심으로 수행된 국가연구개발사업의 세부과제 중 학연 협동연구의 형태로 수행된 총 세부과제 수를 의미한다. 이렇게 수집한 자료들을 다시 학연 협동연구를 수행한 각 정부출연(연)과 대학들을 노드로 하고 각 노드들이 국가연구개발사업의 세부과제들을 매개로 맺는 협동연구 관계를 링크로 하는 사회네트워크 데이터로 변환하였다. 엄밀한 의미에서 본 연구의 학연 협동연구 네트워크는 노드들 간 직접적인 상호 작용을 측정하지 않고 공동으로 수행한 연구과제들을 매개로 연결을 가정한다는 점에서 소위 준(quasi) 연결망으로 볼 수 있다. 이는 노드들 간 직접적인 상호 작용에 대한 데이터를 구하기 어려운 사회과학 분

7) NTIS에서는 기관명 검색을 통해 각 기관들이 수행한 연구과제들을 추출할 수 있는 기능을 제공하고 있으며 또한 협동연구 형태로 수행된 세부과제들의 경우 학연, 산연 등 구체적인 협동유형에 대한 정보를 제공하고 있다.

8) 분석 시점을 기준으로 기초기술연구회와 산업기술연구회 산하에는 각각 13개씩 총 26개 출연(연)이 속해 있으나 국가수리과학연구소와 재료연구소는 해당 기간에 협동연구를 수행한 실적이 없고 국가보안기술연구소는 기관 특성상 정보 공개가 제한되어 있다는 점을 고려하여 분석에서 제외했다. 또한 안전성평가연구소의 경우 협동연구 실적이 3개에 불과하면서 한국화학연구원의 부설 기관이라는 점을 고려하여 한국화학연구원에 통합하여 분석하였다.

야의 네트워크 분석에서 빈번하게 사용된다(김용학, 2007: 19-21 참조).<sup>9)</sup> 이 경우 연결 강도나 연결 지속기간 등을 통해 제한적인 수준에서만 연결의 질을 간접적으로 측정할 수 있을 뿐 관계의 신뢰 수준이나 상호 호혜성 등과 같은 다양한 질적 특성을 직접적으로 파악하기에는 일정한 한계를 가질 수밖에 없다. 본 연구 역시 학연 간 협동연구 관계에서 형성될 수 있는 다양한 질적 특성을 파악하기에는 데이터 부족 등의 이유로 한계를 지닌다. 다만 본 연구는 링크를 구성하고 있는 학연 협동연구 세부과제들에 대한 다양한 정보를 최대한 활용하여 대학과 정부출연(연) 간 연결 관계로 구성된 네트워크의 구조적 특성뿐만 아니라 내용적 특성에 대한 분석을 병행함으로써 이러한 한계를 최소화하고자 했다는 점에 그 의미를 두고자 한다.

## 2) 분석 변수 및 측정 지표

본 연구는 위에서 구분한 3가지 학연 협동연구 네트워크들을 대상으로 그 구조적 특성과 내용적 특성을 분석한다. 첫째, 구조적 특성 변수로 설정한 네트워크 개방성은 얼마나 많은 조직들이 협동연구에 참여하고 있는가를 의미하는 것으로 네트워크 규모, 즉 네트워크 구성 조직의 수(손동원, 2002: 62 참조)를 지표로 하여 측정한다. 다만 전체 네트워크의 경우에는 개방성의 수준을 가늠할 비교 대상이 없으므로 잠재적으로 참여 가능한 대학 수 대비 실제 참여 대학의 수를 함께 측정하기로 한다. 둘째, 네트워크 활성화는 각 노드들이 얼마나 활발한 연계를 맺고 있는가를 의미하는 것으로 이를 측정하기 위해 우선 각 조직들이 직접적으로 연계를 맺고 있는 관계의 수를 의미하는 연결정도(degree)와 그 평균값(mean degree)을 지표로 활용한다. 연결정도는 특정 조직이 가진 활동력(activity)을 나타내는데 이 값이 높은 행위자는 동원할 수 있는 자원이 많고 정보의 흐름에서도 핵심적인 역할을 담당한다(김용학, 2007: 38). 그리고 평균연결정도는 네트워크 전체의 활성화도를 보여줄 수 있는 지표 중 하나이다(Wasserman & Faust, 1994: 100; 손동원, 2002: 37 참조). 다만 이 지표는 행위자 간 간접적인 연결 관계를 고려하지 못하므로 이를 보완하기 위해 행위자들 간 연결 가능한 총 관계의 수 대비 실제로 맺어진 관계 수의 비율(김용학, 2007: 38)을 의미하는 밀도(density), 그리고 과제의 공동 수행 빈도로 정의될 수 있는 연결강도(tie strength)를 함께 측정하기로 한다.<sup>10)</sup> 이러한 지표들이 높은 값을 가질수록 네트워크 활성화도는 높다고 해석할 수 있다.

9) 즉 본 연구는 연구과제들로 구성된 노드와 대학 및 정부출연(연)으로 구성된 노드들을 기반으로 하는 2-mode 네트워크를 공동 연구 과제를 매개로 대학 및 정부출연(연)의 연결을 가정한 1-mode 네트워크로 변환하였다. 이러한 방식은 논문을 매개로 한 학자들 간 공동연구연결망 분석 등에서 보편적으로 사용되고 있다.

10) 연결 강도에 대해 많은 연구들이 행위자들 간 관계의 강도를 친근성(closeness), 연결 지속기간(duration), 접촉 빈도(frequency) 등으로 정의해 왔는데 이는 모두 관계의 친밀함(intimacy)에 초점을



셋째, 네트워크 집중성은 개별 조직들(노드)이 네트워크 내에서 얼마나 중심적 위치를 차지하고 있는가, 그리고 한 네트워크가 전체적으로 얼마나 중앙 집중적인 구조를 가졌는지, 혹은 얼마나 한 노드를 중심으로 결속되었는가를 의미하는 것이다. 이를 측정하기 위해 본 연구에서는 우선 네트워크에서 개별 조직들이 차지하는 위치의 중심성을 표현하는 인접 중앙성(closeness centrality), 조직이 브로커 혹은 경계 연결자(boundary spanner)(Butts, 2008: 23)로서 얼마나 중심적 위치에 있는가를 표현하는 사이 중앙성(betweenness centrality), 그리고 네트워크 전체의 집중화 정도를 표현하는 네트워크 집중도(centralization)를 지표로 하여 측정한다.<sup>11)</sup>

다음으로 학연 협동연구 네트워크의 내용적 특성을 분석하기 위한 변수로 설정된 기초연구 중심성과 공공복지 관련 연구 중심성의 측정지표는 다음과 같다. 첫째, 기초연구 중심성은 연구개발단계별 분류상 기초연구에 해당하는 세부과제들이 학연 협동연구를 통해 얼마나 수행되고 있는가를 의미하는 것으로 이는 국제적으로 통용되고 있는 OECD(2002) 기준에 따른 분류이며 우리나라 국가연구개발 사업의 조사·분석에서도 이를 적용하고 있다<표 2> 참조 이에 따라 각 세부과제들이 어떤 연구개발단계에 포함되는지에 대한 정보는 교육과학기술부 및 국가과학기술위원회의 검증 절차를 거쳐 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에서 제공되는 데이터에 이미 포함되어 있으므로 본 연구에서는 학연 협동연구과제들만을 대상으로 그 비중을 구한다. 둘째, 공공복지 관련 연구 중심성 역시 OECD(2002) 및 우리나라 국가연구개발 사업의 조사·분석에서 공통적으로 적용되는 경제사회목적별 분류<sup>12)</sup>를 적용하

---

둔 것이다(Marsden, 1990: 455). 그 중에서도 네트워크 분석에서 연결 강도는 연결망의 내용과 관련된 대표적 지표로서 일반적으로 얼마나 자주 접촉하는가의 빈도로 정의된다(김용학, 2007: 38-39). 물론 모든 연구자들이 연결강도의 측정지표로서 빈도를 사용하는 것에 대해 긍정적인 것은 아니다. 대표적으로 Marsden & Campbell(1984: 482-501)은 미국과 독일의 도시에서 설문을 통해 조사한 친구 관계에 관한 3개의 데이터를 분석한 결과 접촉 빈도와 지속성 보다는 관계의 친근성이 연결강도를 잘 표현해 준다고 설명한다. 하지만 손동원(2002: 88)의 지적대로 연결강도에 대한 측정은 연구 목적과 연구가 적용되는 맥락에 따라 다양한 방법이 사용될 수 있으므로 본 연구에서는 데이터의 수집 가능성 등을 고려하여 접촉 빈도를 연결강도의 지표로 적용하기로 한다.

- 11) 인접 중앙성은 노드 간 경로거리를 기초로 측정되기 때문에 직접적으로 연결된 노드뿐만 아니라 간접적으로 연결된 모든 노드들까지의 고려를 고려한 측정 지표로서 네트워크 내 행위자들이 차지하는 위치를 보여주는 글로벌(global) 중심성의 성격이 강하다. 사이 중앙성은 한 노드가 네트워크의 다른 노드들 사이에 위치하는 정도를 측정하는 것으로 한 노드가 다른 노드들 간 최단 경로(geodesic)에 많이 위치할수록 그 중앙성 값은 높아지게 된다. 한편 네트워크 집중도는 구성원들 간 연결 관계의 분산 개념에 기초한 측정 지표로서 소수의 구성원들 간에 집중적으로 관계를 가지는 네트워크는 이 값이 높고 반대로 다양한 구성원들이 관계를 가지는 네트워크라면 낮은 값을 가지게 된다.
- 12) 분류 기준은 크게 1. 보건환경: ① 지구개발 및 탐사 ② 환경보전 ③ 건강증진 및 보건 ④ 사회구조 및 관계. 2. 경제발전: ① 에너지의 생산, 배분 및 합리적 이용 ② 농업생산 및 기술 ③ 산업생산 및 기술 ④ 하부구조 및 토지의 계획적 사용. 3. 우주: 우주개발 및 탐사. 4. 비목적 연구: ① 비목적 연

되 앞서 설명한 것처럼 세부 분류를 포괄할 수 있는 적절한 용어 사용을 위해 본 연구에서는 보건의환경이라는 범주 명칭을 공공복지 관련 연구로 수정하였다. 역시 각 세부과제들이 경제사회목적별로 어떤 범주에 속하는가에 대한 정보는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 통해 제공되므로 본 연구에서는 학연 협동연구 과제들만을 대상으로 이를 취합하여 그 비중을 구하기로 한다.

〈표 2〉 연구개발단계별 분류 기준

구 분	분류기준
기초연구	•특수한 응용 또는 사업을 직접적 목표로 하지 않고, 자연현상 및 관찰 가능한 사물에 대한 새로운 지식을 획득하기 위하여 최초로 행해지는 이론적 또는 실험적 연구
응용연구	•기초연구의 결과 얻어진 지식을 이용하여, 주로 실용적인 목적과 목표 아래 새로운 과학적 지식을 획득하기 위한 독창적인 연구
개발연구	•기초와 응용연구 및 실제경험으로부터 얻어진 지식을 이용하여 새로운 제품 및 장치를 생산하거나, 이미 생산 또는 설치된 것을 실질적으로 개선하기 위한 체계적인 연구
기타	•위의 구분에 속하지 않는 기타 연구

자료: OECD(2002). Frascati Manual. p. 77-79.; 과학기술위원회·교육과학기술부(2008). p. 10 재인용.

### 3) 분석 도구 및 측정 방법

본 연구에서는 엑셀 프로그램으로 정리한 데이터들을 네트워크 통계분석 전문 프로그램인 넷마이너(Netminer)를 활용하여 네트워크 데이터로 치환한 후 각 측정 지표별로 분석하였다. 특히 데이터의 정확성을 확보하기 위해 입력된 데이터들의 오류 유무를 반복적으로 점검하였으며 분석 도구의 결함으로 인한 분석 결과의 신뢰성 문제가 발생하지 않도록 모든 분석은 또 다른 네트워크 분석 프로그램으로서 널리 활용되는 Ucinet으로 재분석하여 측정값을 비교·확인하였다. 또한 분석 변수 및 측정지표의 타당성을 최대한 확보하기 위해 앞서 기술한 국내외 선행연구, 특히 네트워크 분석을 적용한 연구를 면밀히 검토하였다.

구 ② 기타. 5. 국방으로 나누어지며 각각의 구체적 내용은 지면상 생략한다(OECD. (2002). Frascati Manual. p. 87; 과학기술위원회·교육과학기술부. (2008). p. 9참조).

## IV. 분석 결과

### 1. 전체 학연 협동연구 네트워크의 특성

#### 1) 구조적 특성

먼저 전체 학연 협동연구 네트워크의 개방성에 대한 지표로서 네트워크의 규모를 분석해 보면, 총 22개 정부출연(연)과 100개 대학으로 구성되어 있다. 본 연구에서 분석하는 학연 협동연구 네트워크는 정부출연(연)이 주체가 되어 구성되기 때문에 참여 대학의 수에 의해 그 규모가 결정된다. 그런데 규모를 평가하기 위해서는 비교 대상이 필요하지만 축적된 연구 결과들이 없기 때문에 잠재적으로 구성 가능한 네트워크의 크기와 비교함으로써 의미를 해석할 수밖에 없다. 이 경우 본 연구의 네트워크가 과학기술 부문의 연구개발을 매개로 하고 있기 때문에 이공계 학과가 설치되어 있어 이 부문의 연구개발 능력이 있는 대학만을 고려하는 것이 타당할 것이다. 「2007년도 대학 산학 협력 백서」에 따르면 전국 4년제 대학과 대학원 대학 중 150개 대학이 이에 해당되며 전문대학을 포함할 경우 약 290여 개 대학이 잠재적 네트워크에 포함될 수 있다. 결국 현재의 네트워크 규모는 잠재적 네트워크의 약 34%(전문대학 제외 시 66%) 수준으로 이 네트워크가 3년 동안 최소 1회 이상 협동 수행된 과제를 매개로 한 것임을 감안할 때 개방성은 높지 않은 것으로 판단된다.

둘째, 네트워크의 평균 연결정도는 16.25인데 이는 개별 조직들이 직접적인 연결 관계를 맺고 있는 이웃(neighbor)의 평균수, 달리 말해 평균적인 관계의 범위를 의미한다. 그런데 연결정도 분석에서 나타나는 가장 큰 특징은 서울대학교(연결정도 71)를 포함한 수도권 소수 특정 대학 및 대전에 소재한 일부 대학들과 기타 대학들 간 편차가 상당히 크다는 것이다. 즉 상위 10개 대학이 전체 대학의 연결정도 중 약 31%의 비중을 점하고 있다. 이런 경향은 관계의 빈도에 기초한 연결강도 분석에서 더욱 두드러진다. 즉 전체 연결 중 연결강도 2이상이 무려 82.3%에 달하고 최소값인 1도 전체의 58%를 차지하고 있어 특정 소수의 대학들만이 정부출연(연)과 강한 연결을 맺고 있음을 알 수 있다. 다만 비수도권 대학 중 창원대학교와 인제대학교의 경우 연결정도는 평균에 미치지 못하지만 한국기계연구원과 비교적 강한 연계를 맺고 있으며 군산대학교의 경우에는 한국해양연구원과 상당히 강한 연계를 맺고 있는 것으로 나타난다. 그 이유는 창원대학교와 인제대학교의 경우 기계 분야에서, 군산대학교의 경우 해양 분야에서 특성화 시책을 추진해 온 결과로 해석된다(대학특성화알리미 홈페이지 참조). 이를 고려할 때 학연 협동연구의 활성화 차원에서도 연구개발 자원 및 역량이 상대적으로 부족한 비수도권 대학의 경우 특성화 부문을 중심으로 연관성 있는 정부출연(연)과 협력 관계를 지속적으로 강화하는 것이 바람직하다. 마지막으로 네트워크의 밀도

는 0.13으로 측정되었는데 이는 네트워크 내 조직들 간 가능한 관계 수 대비 13%의 관계만이 실제로 형성되어 있다는 의미이고 잠재적 네트워크를 상정할 경우 그 값은 훨씬 낮아질 것이다. 분석 결과를 종합하면, 전체 학연 협동연구 네트워크의 활성화도는 상당히 낮은 수준이고 특정 소수의 조직들만이 넓은 관계의 범위를 가지면서 동시에 상호 강한 연계를 맺고 있는 구조라고 할 수 있다.

셋째, 네트워크 집중성에 대한 분석도 위의 결과를 뒷받침하고 있다. 즉 인접 중앙성을 측정된 결과 강원대학교(0.553)를 제외하고는 서울대학교(0.699)를 포함한 수도권의 특정 대학과 대전 지역의 대학들이 상위 10순위에 포함되었다. 그런데 사이 중앙성의 경우에는 전체 평균(대학 평균은 0.007)이 0.010이고 가장 높은 서울대학교가 0.117, 2순위인 충남대학교가 0.058에 불과하여 네트워크 내에서 중개 역할을 하는 조직이 발달되어 있지 않음을 알 수 있다. 또한 네트워크 집중도를 분석한 결과에서도 인접 집중도는 0.458로 비교적 높은 반면 사이 집중도는 0.108에 불과하여 이런 특성을 강하게 나타낸다.<sup>13)</sup> 결론적으로 전체 학연 협동연구 네트워크는 수도권 중심의 극소수 대학들만이 핵심(core) 위치를 차지하고 있고 대다수 대학들은 네트워크의 변방(periphery)에 위치하고 있는 구조이다. 또한 전체 네트워크 차원에서 조직 간 협력을 효과적으로 매개할 수 있는 중개자가 발달되지 못한 구조이다. 결국 전체 학연 협동연구 네트워크의 구조는 이론적 논의에서 확인한 효과적 네트워크의 구조를 갖추지 못한 것으로 해석할 수 있다.

## 2) 내용적 특성

전체 학연 협동연구 네트워크가 얼마나 기초연구 중심적인가를 측정하기 위해 557개 과제의 연구개발단계별 비중을 분석한 결과 기초연구의 비중이 34.3%로 가장 높았고 응용연구가 32.7%, 개발연구가 31.6%, 그리고 기타가 1.4%로 나타났다. 이 결과만 놓고 보면 기초연구의 비중이 근소한 차이로 가장 높다. 그러나 같은 기간 산업체 중심의 협력 유형에서 나타나는 비중을 함께 고려하면 학연 협동연구의 기초연구 비중을 지금보다 훨씬 높일 필요가 있음을 알 수 있다. 즉 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)의 자료를 토대로 분석한 결과 산학 협력에서 기초연구가 차지하는 비중은 16.0%이고 산연 협력에서는 7.5%에 불과하

13) 집중도의 상대적 크기를 해석하기 위해 전체 학연 협동연구 네트워크와 동일한 수의 노드 및 밀도를 가지는 무작위 네트워크(random network) 50개를 생성하여 연결정도 집중도를 분석한 결과 평균 0.090이었다. 이는 학연 협동연구 네트워크의 집중도가 무작위 네트워크의 평균보다 5배 이상 크다는 것으로 상당히 높은 값이라고 해석할 수 있다. 이런 방법의 정당성은 일반적인 통계 원리와 흡사하다. 즉 두 변수 간 관계가 없는 모집단에서 수많은 표본을 표집할 경우, 현재 관찰한 특성을 갖는 표본을 표집하게 될 확률을 통계적 유의성 검증에 사용하는 원리와 흡사하다(김용학 외, 2007: 76-78 참조).

며 양자는 모두 개발연구의 비중이 70% 이상으로 절대적으로 높았다. 따라서 국가경쟁력 확보 차원에서 기초연구의 중요성이 더욱 강조되고 있는 추세와 타 협력유형에서 보이는 매우 낮은 기초연구 중심성을 감안할 때 기초연구를 수행하기에 적합하며 이런 역할이 기대되는 학연 협동연구에서 지금보다 기초연구의 비중을 더욱 늘리는 것이 바람직할 것이다. 이런 점을 고려해 본다면 현재 학연 협동연구 네트워크의 기초연구 중심성은 높은 편이라고 평가하기 어렵다.<sup>14)</sup>

한편 이 네트워크가 얼마나 공공복지 관련 연구에 중점을 두고 있는가를 측정하기 위해 과제들의 경제사회목적별 비중을 분석한 결과 산업생산 및 기술(37.2%)을 포함한 경제발전 목적 연구의 비중이 약 70.3%로 절대적으로 높다. 반면 공공복지 성격이 강한 보건환경 부문의 연구 비중은 23.4%에 불과했다. 같은 기간 산학 협력 연구에서는 경제발전 목적의 연구가 88.0%, 보건환경 부문이 10.2%의 비중을 보였고 산연 협력에서도 경제발전 목적의 연구가 85.0%, 보건환경 부문이 11.0%로 비슷한 경향을 나타냈다. 최근 공공부문과 민간부문의 연구개발 투자 비중이 약 25:75의 비율을 나타낼 만큼 민간부문의 연구개발이 활성화되어 있고 또한 산업체 중심의 협력이 산업생산 및 기술을 중심으로 한 경제발전 목적의 연구에 집중되어 있는 만큼 학연 협동연구에서 공공복지 관련 부문의 연구 비중을 지금보다 크게 증가시키는 것이 바람직할 것이다.

## 2. 연구회별 학연 협동연구 네트워크의 특성

### 1) 구조적 특성

기초기술연구회와 산업기술연구회별 학연 협동연구 네트워크의 구조적 특성에 관한 분석 결과를 종합하면 아래 <표 3>과 같다.

14) 이명박 정부에서도 기초연구의 강화를 과학기술강국 실현의 핵심 전략으로 설정하고 2012년까지 기초연구에 대한 투자를 정부 R&D의 50%까지 확대한다는 계획을 발표한 바 있다. 이런 점을 고려할 때 학연 협동연구에서 차지하는 기초연구의 비중을 더 확대하는 것이 바람직할 것이다.

〈표 3〉 연구회별 학연 협동연구 네트워크의 구조적 특성

분석 변수	분석 지표	기초기술연구회	산업기술연구회	
개방성	참여 대학 수 (총 노드 수) <sup>15)</sup>	85개 (102개)	81개 (93개)	
	평균 연결정도	12.9	8.9	
활성도	평균 연결강도	1.79	1.87	
	밀도	0.13	0.10	
	평균 인접 중앙성	0.469	0.435	
집중성	평균 사이 중앙성	0.018	0.015	
	집중도	인접 집중도	0.42	0.35
		사이 집중도	0.15	0.21

첫째, 참여 대학 수로 측정한 네트워크의 크기는 기초기술연구회가 크기 때문에 상대적으로 개방성이 높다고 할 수 있지만 그 차이가 확연하게 두드러진다고 해석하기는 어렵다.

둘째, 평균 연결정도는 기초기술연구회 네트워크가 더 크기 때문에 개별 조직들이 타 조직과 맺는 관계의 범위는 상대적으로 더 넓은 반면, 평균 연결강도는 산업기술연구회보다 더 작기 때문에 개별조직들이 타 조직과 맺는 관계의 강도는 상대적으로 더 작다고 할 수 있다. 또한 네트워크 밀도에서는 기초기술연구회가 더 큰데 특히 일반적으로 관찰된 밀도는 네트워크의 규모와 반비례하는 경향이 있다(김용학, 2007: 38; 손동원, 2002: 62-63 참조)는 점을 감안하면 실질적 차이는 좀 더 크다고 해석할 수 있다. 그리고 두 네트워크 모두 수도권 및 대전 중심의 소수 특정 대학들과 특정 출연(연)들만이 넓은 관계의 범위를 가지면서 상호 강한 연계를 맺고 있다는 공통점을 나타낸다. 즉 기초기술연구회의 경우 상위 10개 대학의 연결정도가 전체 대학의 연결정도에서 34.2%의 비중을 차지하고 있고 연결강도 2이하의 관계가 전체의 48.3%이며 산업기술연구회의 경우에도 상위 10개 대학이 연결정도 중 38.6%의 비중을, 연결강도 2이하의 관계가 43.0%를 차지한다.

셋째, 인접 중앙성 및 사이 중앙성의 측정 결과를 보면 평균적으로 기초기술연구회 네트워크의 조직들이 더 큰 값을 나타내며 두 네트워크 모두 특정 조직들이 높은 중앙성을 나타내었다. 또한 네트워크 전체의 집중화 경향을 나타내는 집중도를 보면 인접 집중도는 기초기술연구회가, 사이 집중도는 산업기술연구회가 더 크게 나타난다. 이를 종합해 볼 때 기초기술연구회 네트워크가 개방성 및 활성도 측면에서는 보다 효과적인 구조적 특성을 나타낸다고 볼 수 있지만 산업기술연구회 네트워크와 확연한 차이를 보인다고 해석하기에는 어

15) 각 연구회 소관 정부출연(연)이 수행한 학연 협동연구 과제에 대학뿐만 아니라 서로 다른 연구회 소속의 정부출연(연)이 참여한 경우도 포함되었다.

려움이 있으며 집중성 측면에서는 오히려 특정 조직에 대한 집중화 경향은 산업기술연구회보다 더 크고 매개조직은 덜 발달되어 있는 구조를 나타낸다. 따라서 지난 정부와 같이 두 연구회의 차별성 및 특성화를 강화하는 방향으로 정책적 입장을 취할 경우 학연 협동연구의 필요성은 기초기술연구회가 더 크기 때문에 이 네트워크의 개방성 및 활성도를 더욱 제고시키고 동시에 특정 조직에의 집중성 완화 및 중개조직의 활성화에 더 많은 노력을 기울여야 할 것으로 보인다.

## 2) 내용적 특성

두 네트워크의 연구개발단계별 비중을 비교해 보면 기초기술연구회는 기초연구의 비중이 44.05%로 가장 높은 반면, 산업기술연구회에서는 개발연구의 비중이 38.69%로 가장 높고 기초연구는 26.23%로 가장 낮게 나타난다. 즉 기초연구 중심성 측면에서는 두 네트워크가 비교적 뚜렷한 차별성을 나타낸다. 하지만 이를 개별 출연(연) 차원에서 살펴보면 소관 연구회의 특성과 정합되지 않는 경우가 발견된다. 먼저 기초기술연구회에 소속되어 있는 국가핵융합연구소나 한국원자력연구원의 경우 개발연구의 비중이 가장 높았고 산업기술연구회에 소속된 한국지질자원연구원과 한국화학연구원의 경우에는 기초연구의 비중이 매우 높게 나타난다. 물론 이것만으로 연구회와 소관 정부출연(연) 간 정합성 여부를 평가할 수는 없지만 그럼에도 불구하고 이러한 결과는 현재의 연구회 분류가 개별 출연(연)들의 특성을 잘 반영하고 있는가에 대한 비판적 검토가 필요함을 보여주는 한 근거라고 할 수 있을 것이다.

한편 공공복지 관련 연구 중심성에서도 두 네트워크는 비교적 뚜렷한 차별성을 보인다. 즉 기초기술연구회의 경우 보건환경 목적의 연구 비중이 36.1%로 12.8%에 불과한 산업기술연구회와 차이를 보인다. 특히 산업기술연구회의 경우 경제발전 목적의 연구가 무려 83.9%의 비중을 보이고 있어 53.6%인 기초기술연구회와 상당한 차이를 나타냈다. 그러나 기초기술연구회의 경우에도 절대적 비중 면에서는 여전히 경제발전 목적의 연구가 절반을 넘을 만큼 높다. 앞서 분석한 바와 같이 산업체 중심의 협동연구에서 공공복지 관련 연구가 차지하는 비중이 매우 낮다는 점을 감안한다면 공공연구주체 간 협력인 학연 협동연구에서 이 비중을 더욱 향상시킬 필요가 있을 것으로 판단된다.

## 3. 기술 분야별 학연 협동연구 네트워크의 특성

### 1) 구조적 특성

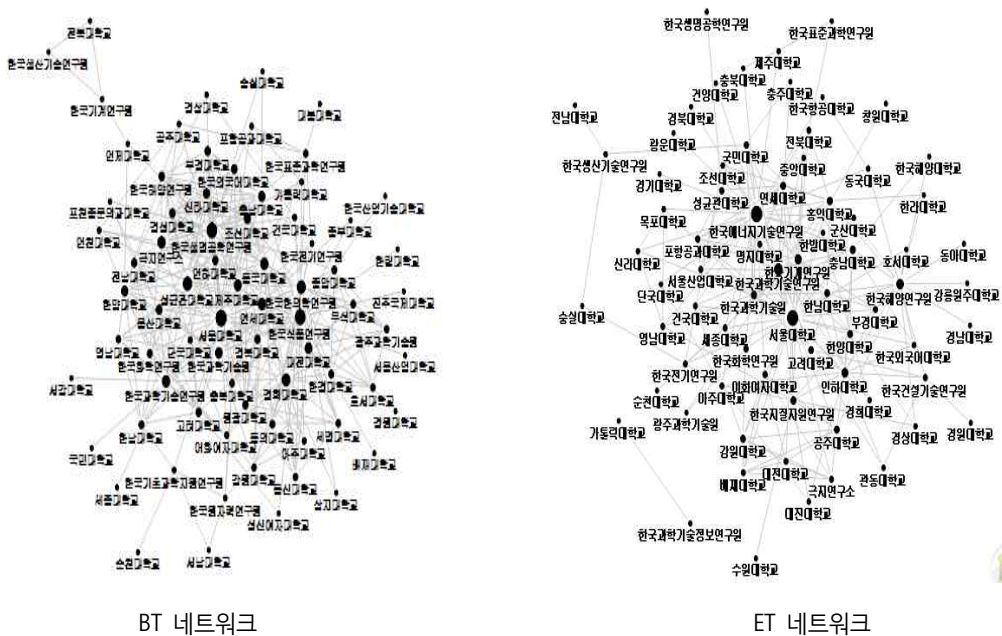
본 연구의 분석 대상인 557개 과제 중 미래유망신기술(6T)로 분류되는 과제의 수는 422개인데 이 중 문화기술(CT)에 해당하는 과제는 2개에 불과하여 이를 제외한 총 420개의 과

제를 대상으로 기술 분야별 네트워크의 특성을 분석했다. 기술 분야별 네트워크의 구조적 특성에 대한 분석 결과를 정리하면 <표 4>와 같다. 또한 전체 및 연구회별 네트워크에 비해 기술 분야별 네트워크는 시각화를 통해 구조적 차이의 식별이 비교적 용이하여 <그림 2>를 함께 제시한다.

<표 4> 기술 분야별 학연 협동연구 네트워크의 구조적 특성

분석 변수	분석 지표	BT	ET	IT	NT	ST	
개방성	참여 대학 수 (총 노드 수)	61개 (74개)	60개 (73개)	36개 (49개)	37개 (49개)	157개 (237개)	
	평균 연결정도	8.92	5.73	4.90	7.43	4.26	
활성도	평균 연결강도	1.65	2.00	1.25	1.35	1.33	
	밀도	0.12	0.08	0.10	0.16	0.19	
	평균 인접 중앙성	0.426	0.392	0.392	0.428	0.372	
집중성	평균 사이 중앙성	0.020	0.020	0.035	0.024	0.054	
	집중도	인접 집중도	0.361	0.451	0.400	0.379	0.459
		사이 집중도	0.207	0.327	0.372	0.164	0.261

<그림 2> 기술 분야별 학연 협동연구 네트워크의 구조



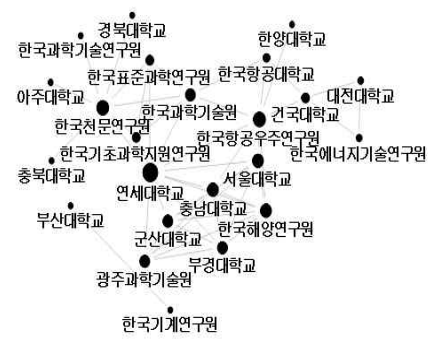




IT 네트워크



NT 네트워크



ST 네트워크

첫째, 네트워크 규모를 통해 개방성을 측정한 결과 BT와 ET가 비슷하면서 상대적으로 높고 IT와 NT가 역시 비슷한 수준으로 그 다음이며 ST가 상대적으로 가장 낮다. 다만 참여 출연(연)들을 보면 BT와 ST의 경우 기초기술연구회 소관 출연(연)의 비중이 높은 반면 IT는 산업기술연구회 소관 출연(연)의 비중이 높고 ET와 NT는 양자가 비슷한 수준으로 차이를 보였다.

둘째, 네트워크의 활성화도와 관련하여 먼저 평균 연결정도를 살펴보면 BT의 조직들이 평균적으로 가장 넓은 관계의 범위를 보였고 다음이 NT이며 ST 네트워크에 포함된 조직들의 관계 범위가 가장 좁았다. 관계의 강도 면에서는 ET가 가장 크고 다음이 BT이며 IT가 상대적으로 가장 약했다. 그리고 기술 분야에 관계없이 공통적으로 전체 및 연구회별 네트워크와 동일하게 특정 조직들이 높은 연결정도를 나타냈고 상호 강한 연결 관계를 보였다. 다만 비수도권에 위치한 중소 규모 대학 중에서도 특성화를 통해 기술 분야별로 높은 연결정도

를 보이거나 특정 출연(연)과 강한 연계를 나타내는 경우도 소수이긴 하지만 존재하는데 특히 BT 네트워크에서 상대적으로 이런 경우가 가장 많았다. 밀도의 경우 단순 수치만 놓고 보면 ST가 가장 높지만 규모에 반비례하는 경향이 있음을 감안할 때 가장 규모가 큰 BT의 활성화 수준이 오히려 더 높은 것으로 해석할 수 있다.

셋째, 네트워크의 집중성 측면에서 보면 BT 네트워크가 가장 분산된 구조이며 ST와 ET는 상대적으로 특정 조직들에 대한 집중성이 높은 구조를 나타낸다. 이를 종합적으로 해석하면 BT 네트워크의 경우 상대적으로 개방성도 가장 높고 활성화 정도도 높으며 특정 조직에 대한 쏠림 정도는 낮아 가장 효과적인 구조를 나타낸다고 평가할 수 있다. ET의 경우에는 개방성은 BT와 유사하나 활성화 정도는 더 낮고 집중도는 매우 높은 구조임을 알 수 있다. 특히 IT 네트워크의 경우 개방성과 활성화 정도는 상당히 낮으면서 특정 조직에 대한 집중도는 높아 효과적이지 못한 구조를 나타낸다. 이는 타 기술 분야에 비해 이미 민간 부문의 투자 및 연구 역량이 상당 수준에 도달해 있고 관련 산업도 활성화되어 있어 학연 협동보다는 산학이나 산연 협동이 더 선호되어 온 결과로 해석할 수 있다. 그러나 최근 IT 분야에서도 기초연구의 중요성이 강조되고 있음을 감안할 때<sup>16)</sup> 학연 협동연구의 효과적 활성화를 위한 정책적 노력이 필요할 것으로 보인다.

## 2) 내용적 특성

먼저 전체 420개 과제에서 기초연구가 차지하는 비중은 36.0%로 응용연구(34.0%)나 개발연구(29.3%)에 비해 근소한 정도로 높지만 기술 분야에 따라 연구개발단계별 비중에 상당한 차이가 존재한다. 즉 ST와 NT, BT의 경우 기초연구의 비중이 각각 59.1%, 40.9%, 38.2%로 타 단계에 비해 높게 나타난 반면, ET와 IT의 경우에는 기초연구의 비중이 오히려 가장 낮게 나타난다. 특히 같은 기간 산학이나 산연 협력을 통한 연구 과제들을 분석해 보면 IT와 ET의 경우 개발연구 비중이 BT나 NT와 비교해서도 더 높게 나타난다. 즉 산업체를 중심으로 한 협력에서 이미 개발연구의 비중이 매우 높다는 점을 감안한다면 이 분야에서의 학연 협동연구의 경우 오히려 개발연구보다는 기초연구의 비중을 대폭 확대하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 물론 절대적 비중 측면에서 BT나 NT 등의 경우에도 학연 협동연구에서의 기초연구 비중을 지금보다 더 확대할 필요가 있을 것이다.

한편 전체 과제에서 경제발전 목적의 연구가 차지하는 비중은 66.7%로 상당히 높은 반

16) 국가과학기술위원회의 '2010년도 정부연구개발 투자방향(안)'을 보면, IT 분야의 경우 민간이 주도하되 정부는 공익적·기반적 지원에 집중하기로 계획하고 있다. 또한 2009년 9월 대통령 직속 미래기획위원회에서 발표된 'IT KOREA 5대 미래전략'과 기초기술연구회가 추진 중인 'IT 기초연구지원사업'에서도 IT 분야에서의 기초연구 강화를 강조하고 있다.

면, 공공복지 관련 연구는 27.6%에 불과하다. 특히 경제발전 목적의 연구 중에서도 산업생산 및 기술 부문의 비중이 전체의 30.7%로 보건환경 부문의 전체 비중보다도 높게 나타난다. 기술 분야별로는 BT의 경우 공공복지 관련 연구가 42.7%로 가장 높고 다음으로 ET가 33.8%의 비중을 나타내지만 역시 절대적 비중 면에서는 경제발전 목적의 연구에 비해 낮다. 반면 IT와 NT의 경우 공공복지 관련 연구의 비중이 각각 9.5%, 7.6%로 매우 낮게 나타났다. 같은 기간 IT와 NT 분야에서의 산학 및 산연 협력이 경제발전 목적의 연구에 80% 이상의 비중을 두고 있음을 감안할 때 이 분야의 학연 협동연구에서 공공복지 관련 연구의 비중을 대폭 확대하기 위한 정책적 노력이 강구되어야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 학연 협력에 대한 최근의 관심에 부응하면서 기존 연구들이 체계적으로 논의하지 않았던 학연 협동연구의 이론적·방법론적 측면을 논의하였고 이를 토대로 학연 협동연구 네트워크의 구조적·내용적 특성을 실증적으로 분석하고 있다는 점에서 가장 큰 의의를 찾을 수 있을 것이다. 그리고 구체적인 분석 결과 연구회별 혹은 기술 분야별로 차이가 있지만 대체로 우리나라의 학연 협동연구 네트워크는 구조적 측면에서 개방성과 활성화 정도가 상당히 낮고 수도권의 특정 대학을 중심으로 집중성은 매우 높은 특성을 가지고 있어 효과적이지 못한 구조임을 확인했다. 또한 내용적 측면에서도 학연 협동연구에 기대하는 바와는 달리 기초연구와 공공복지 관련 부문의 연구 비중이 높지 않다는 사실을 확인할 수 있었다.

이러한 결과에 비추어 볼 때 학연 협동연구를 보다 효과적으로 활성화시키기 위해서는 단순히 연구개발 투자의 총량을 확대하는 방식이 아니라 현재의 구조 및 연구개발의 내용을 고려한 정책과 제도의 수립 및 집행이 필요할 것으로 판단된다. 특히 본 연구의 분석 결과에 기초할 때 학연 협동연구의 활성화를 위해서는 특정 분야에 특성화된 지역 대학들이 매개 조직으로 기능할 수 있도록 연구회 혹은 정부 차원에서 정책적·제도적 방안을 수립할 필요가 있을 것이다. 또한 정부출연(연)의 지배구조 개편 및 역할 재정립 문제에 대한 논의에서 연구회와 소관 정부출연(연) 간 상호 정합성의 문제에 대해서도 근본적 검토가 필요할 것으로 보인다. 그리고 연구회 및 기술 분야의 특성 등을 고려하되 전반적으로는 학연 협동연구에서의 기초연구 중심성과 공공복지 관련 연구 중심성을 제고하는 방향으로 정책적 노력을 경주해야 할 것으로 판단된다.

한편 아직까지 관련된 연구의 축적이 부족하고 특히 데이터가 충분하지 않은 관계로 본 연구에서는 학연 협동연구를 활성화하기 위한 지난 정부의 노력이 실제 네트워크의 구조 및 내용적 특성에 어떤 변화를 가져왔는가에 대해서는 분석하지 못했다. 또한 동일한 이유로 이러한 네트워크의 특성들이 구체적으로 연구의 성과와 어떻게 관련되는가에 대해서도 검토하지 못했다. 과학기술 분야의 연구개발에 의한 성과는 많은 경우 오랜 시간이 흐른 후에 나타나며 특히 기초분야의 경우에는 이런 경향이 더욱 강하다. 또한 성과의 형태도 논문, 특허, 인력양성, 사업화 등 다양하기 때문에 이를 측정하기 위해서는 세분화된 지표와 장기간에 걸쳐 축적된 객관적 데이터의 확보가 필수적이다. 따라서 학연협동연구 네트워크의 특성이 성과에 미치는 영향에 대한 연구는 후속 과제로 남겨 두기로 한다.

## 참고문헌

- 교육과학기술부. (2008). 「학연협력 활성화 방안」.
- 국가과학기술위원회·교육과학기술부. (2008). 「2008년도 국가연구개발사업 조사·분석 보고서」.
- 김석관. (2008). “Chesbrough의 개방형 혁신 이론”. 「과학기술정책」. 과학기술정책연구원.
- 김왕동·홍정임. (2008). “학연협력의 방향과 당면과제”. 「STEPI 과학기술정책이슈」. 제11호. 과학기술정책연구원.
- 김용학. (2003). 「사회 연결망 이론」. 서울: 박영사.
- \_\_\_\_\_. (2007). 「사회 연결망 분석」. 서울: 박영사.
- 김용학 외. (2007). “과학기술 공동연구의 연결망 구조: 좁은 세상과 위치 효과”. 「한국사회학」. 41(4). 한국사회학회.
- 김종범. (2008). “항공우주 학연협력 현황과 전망”. 「항공우주산업기술동향」. 6(2). 한국항공우주연구원.
- 민철구 외. (2004). 「지역대학과 출연(연)의 협력시스템 구축방안」. 과학기술정책연구원.
- 민철구 외. (2008). 「미래 학연협력 활성화 방안」. 과학기술정책연구원.
- 박 동·김미숙·이종선. (2009). 「학연협력 촉진을 위한 제도개선방안 연구: 대학·연구기관 간 이중소속제도 도입을 중심으로」. 교육과학기술부.
- 박 동·서정해·임채윤. (2007). 「지방대-출연연 전략적 제휴 사업계획 수립을 위한 ISSUE-PAPER」. 교육인적자원부.
- 박 동·임춘택·임채윤. (2008). 「학연협력 지원사업(HEaRT) 추진을 위한 기획 연구」. 교육과학기술부.
- 배용호 외. (2008). “국가연구개발사업의 연계구조 분석: 기업 참여 국가연구개발사업의 특성 분석을 중심으로”. 「정책연구」. 2008-01. 과학기술정책연구원.
- 서지영 외. (2012). “공공복지 향상을 위한 과학기술정책 방향과 중점과제”. 「정책연구」. 2012-03. 과학

기술정책연구원.

- 성지은. (2008). “탈추격형 혁신과 정부의 역할”. 「과학기술정책». 과학기술정책연구원.
- 손동원. (2002). 「사회 네트워크 분석». 서울: 경문사.
- 송위진. (2002). “혁신체제론의 과학기술정책: 기본 관점과 주요 주제”. 「기술혁신학회지». 5(1). 한국 기술혁신학회.
- \_\_\_\_\_. (2004). “추격에서 선도로: 脫추격체제의 기술혁신특성”. 「기술혁신학회지». 7(2). 한국기술혁신학회.
- \_\_\_\_\_. (2010). “사회문제 해결을 지향하는 ‘사회적 혁신정책’: 개념과 방향”. 「STEPI ISSUE & POLICY». 2010-13. 과학기술정책연구원.
- 송위진 외. (2006). “탈추격형 기술혁신체제의 모색”. 「정책연구». 2006-25. 과학기술정책연구원.
- 안순일. (2009). “협동연구의 영향요인에 대한 실증적 연구”. 「대한경영학회지». 22(1). 대한경영학회.
- 양창훈·최창현. (2008). “한국과 대만의 과학기술 연구협력에 관한 연구-사회연결망 분석의 적용”. 「한국행정학회 2008년도 추계학술대회 발표논문집(6)». 한국행정학회.
- 양혜영 외. (2008). 「네트워크 분석방법을 적용한 과학기술분야간 상관관계 및 국가연구개발사업 특성 분석». 한국과학기술기획평가원.
- 양혜영·이미화. (2009). “대학부문 정부 R&D 현황 분석 및 시사점”. 「kistep R&D focus». 2009-6. 한국 과학기술기획평가원.
- 임미정. (2008). “고등교육과 R&D 연계강화를 위한 정책방향”. 「KISTEP ISSUE PAPER». 2008-6. 한국 과학기술기획평가원.
- 염재호·하민철. (2009). 「정부출연연의 역할과 성과 개선에 관한 연구». 한국과학기술기획평가원.
- 이정재 외. (2006). 「학·연 협력 촉진을 통한 산·학·연 파트너십 강화». 한국과학기술기획평가원.
- 이재용 외. (2008). 「대학과 출연연구기관의 효율적 연계 및 융합 방안 연구». 기초기술연구회.
- 이철원. (2008). “개방형 혁신 패러다임으로 경제발전의 효율성을 높이자”. 「과학기술정책». 과학기술 정책연구원.
- 이희재. (2005). 「과학기술 분야 구조화에 대한 연구-SCIE 학술지 공저자, 인용, 핵심어 연결망 분석». 석사학위논문. 연세대학교 대학원.
- 임상규. (2005). “한국형 국가혁신체제 구축의 필요성과 과제”. 「한국정책연구». 5(1). 경인행정학회.
- 임영모·복득규. (2006). “개방형 기술혁신의 확산과 시사점”. 「CEO Information». 제575호. 삼성경제연구원.
- 정선양. (2003). “독일 공공연구기관의 연구회 체제에 관한 분석연구”. 「연구보고». 2003-1. 과학기술 정책연구원.
- 정선양 외. (2007). 「산학연 협력정책의 성과분석과 향후 과제». 교육인적자원부.
- 정선양 외. (2008). 「대학과 출연(연) 교류 촉진을 위한 인건비 체제 차이 극복방안». 교육과학기술부.
- 조현대 외. (2007). “국내외 공공연구시스템의 변천과 우리의 발전과제”. 「정책연구». 2007-19. 과학기술 정책연구원.

- 조혜선·김용학. (2005). “과학기술자의 공동연구 네트워크: 성별 비교를 중심으로”. 「한국사회학」, 39(6). 한국사회학회.
- 최영훈·신 열. (2002). “학·연 연구개발협동의 저해요인: KIST-고려대 협동연구를 중심으로”. 「한국정책학회보」, 11(4). 한국정책학회.
- 황석원 외. (2009). 「학연협력의 경제사회적 효과분석을 통한 학연협력 기반의 R&D 정책방향 제시」. 과학기술정책연구원.
- Allen, Gene, and Rick Jarman. (1999). *Collaborative R&D: Manufacturing's New Tool*. New York: John Wiley & Sons.
- Barabasi, A. L. et al. (2001). Evolution of the social network of scientific collaborations. Cond-mat/0104162.
- Bourdieu, P. (1986). The Forms of Capital. in John G. Richardson(ed). *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. London: Greenwood Press.
- Burt, Ronald S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition Cambridge*. MA: Harvard University Press
- Carter T. Butts. (2008). Social network analysis: A methodological introduction. *Asian Journal of Social Psychology*. 11: 13-41.
- Chesbrough, H. W. (2006). Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation. in Henry W. Chesbrough et al. (Eds). *Open Innovation: Researching a New Paradigm*. (Oxford: Oxford University Press).
- Coleman, James S. (1990). Social Capital in the Creation of Human Capital. *American Journal of Sociology*. 94(Supplement): S95-S120.
- Crow, Michael and Barry Bozeman. (1987). R&D laboratory classification and public policy: The effects of environmental context on laboratory behavior. *Research Policy*. 16(5): 229-258.
- Davenport S., Davies J., and Grimes C. (1999). Collaborative research programmes: building trust from difference. *Technovation*. Vol 19: 31-40.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter Publishers.
- Fritsch, M. and Schwirten. (2000). *R&D cooperation between public research institutions: magnitude, motives and spatial dimension*. The Freiberg Working Paper.
- Hansen, Morten. (1999). The Search-Transfer Problem: the Role of Weak Ties in Sharing Knowledge across Organization Subunits. *Administrative Science Quarterly*. 44: 82-111.
- Heinze T. and Kuhlmann S. (2008). Across institutional boundaries? research collaboration in German public sector nanoscience. *Research Policy*. Vol 37: 888-999.
- Joly, P. B. and V. Mangematin. (1996). Profile of Public Laboratories, Industrial Partnerships and Organization of R&D: The Dynamics of Industrial Relationships in a Large Research Organization. *Research Policy*. 25(6): 901-922.
- Knoke, David and H. Kuklinski. (1982). *Network Analysis*. Beverly Hills: Sage.

- Laursen, Keld. and Ammon J. Salter. (2006). Open for Innovation: The role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. *Strategic Management Journal*. 27. 2: 131-150.
- Link, A. L. and G. Tasse. (1987). *Strategies for Technology-based Competition: Meeting the New Global Challenge*. MA: Lexington Books.
- Luecke, Richard. (2003). *Managing Creativity and Innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Marsden, P. V. (1990). Network data and measurement. *Annual Review of Sociology*. 16: 435-463.
- Marsden, P. V. and Campbell, K. E. (1984). Measuring tie strength. *Social Forces*. 63: 482-501.
- Mitchell, J. Clyde. (1969). *Social Networks in Urban Situation: Analyses of Personal Relationships in Central African Towns*. Manchester: Manchester Press.
- Newman, M. E. J. (2001). The structure of scientific collaboration networks. *PNAS*. 98(2): 404-409.
- \_\_\_\_\_. (2004). Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *PNAS*. 101(1): 5200-5205.
- Nieto, M. J. and Santamaria, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*. 27(6-7): 367-377.
- OECD. (2002). *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*.
- \_\_\_\_\_. (2006a). *Steering and Funding of Research Institutions-Country Report: Germany*, Paris.
- \_\_\_\_\_. (2006b). *Steering and Funding of Research Institutions-Country Report: UK*, Paris.
- Putnam, R. D. (1993). The prosperous community: Social capital and public life. *The American Prospect*. 4(13): 11-18.
- Sam Youl Lee and Suk Won Ryu. (2007). Collaboration Network and Productivity: A Case of A Government Research Institute in Korea. 「한국행정학회·한국정책학회 2007년도 하계공동학술대회 발표논문집(4)」.
- Scott, John. (2000). *Social Network Analysis. A Handbook*. Sage.
- Streeter, C. and Gillespie, D. (1992). Social network analysis. *Administration in Social Work*: 201-222.
- Van de Ven, A. and Ferry, D. (1980). *Measuring and assessing organizations*. New York: John Wiley & Sons.
- Wasserman, S. and K. Faust. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Woolcock, Michael. (1998). Social Capital and Economic Development: Toward a Theoretical Synthesis and Policy Framework. *Theory and Society*. 27(2): 151-208.

## ABSTRACT

### The Characteristics of Collaborative Research Networks between Universities and Government-Supported Research Networks in the Field of Science and Technology

Young-dae Kim

The purpose of this study is to analyze the characteristics of collaborative research networks between universities and government-supported research institutes (GSRI). First, this study analyzes the effective structural and content characteristics of collaborative research networks between universities and GSRI based on the theoretical background of the National Innovation System, Open Innovation, and a social network perspective on social capital theory. Second, this study divides collaborative university/GSRI research networks into three categories: whole network, the network of each research council (Korea Research Council for Industrial Science & Technology: ISTK, Korea Research Council of Fundamental Science & Technology: KRCF), and each 6T network. In addition, the characteristics of each network are categorized into structure and content. There are several results of the analysis. First, in general, each collaborative research network features a high concentration ratio whereas the openness and activation level is low. Second, the basic research ratio and the research ratio related to public welfare of each network are very low in general. In conclusion, the government should make an effort to activate collaborative research between universities and GSRI effectively through policies and institutions in terms of structure and content.

【Keywords: collaborative research, social network analysis, government-supported research institute】