

연구개발협력 수행체계가 성과에 미치는 영향 실증분석: O'Toole & Montjoy의 조직간 집행 가설의 검증

안승구*

이광훈**

김권식***

본 연구는 연구개발협력 사업의 수행체계 및 구조의 유형 측면에서 R&D를 수행하는 개별 조직들의 집합체 또는 체계로서 가변적인 상호관계의 네트워크 구조가 R&D 성과에 영향을 미칠 수 있는지에 분석의 초점을 두고 있다. 이를 위해 다조직간 관계 유형에 따른 구조적·행태적 차이에 관한 O'Toole & Montjoy(1984)의 이론적 논의를 바탕으로 연구개발협력 수행체계가 공동적 상호의존형일 경우는 단순선형적 혹은 호혜적 상호의존형의 경우보다 연구개발 성과가 높을 것이라는 가설을 검증하였다. 분석자료는 우리나라 국가연구개발사업 중 미래창조과학부의 지원을 받아 추진된 기초연구분야 총 99개 집단연구사업으로서, 개별 사업들이 최초 시작된 시점부터 2013년 12월 31일까지 산출한 R&D성과를 대상으로 하였다. 구체적으로 연구개발협력 성과로서 논문 및 특허 성과를 종속변수로 하고 연구개발 수행체계의 유형, 노동 및 자본 투입요소, 연구개발사업 수행기간을 독립변수로 하여 포아송 회귀분석을 실시하였다. 분석 결과, 연구개발협력 수행체계가 순차형이거나 호혜형일 경우에는 공동형일 경우보다 논문성과가 적은 것으로 나타났으며, 특허성과의 경우 공동형이 순차형 수행체계보다 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 분석결과는 연구개발협력 수행에 있어 사업 참여조직간 상호의존의 구조적 유형별로 상이한 조직적 행태를 보일 수 있으며, 이로 인해 연구개발 성과 역시 차이가 날 수 있으므로 연구개발협력의 유형별 특성을 고려한 수행체계의 설계 및 관리가 필요함을 시사한다.

주제어: 연구개발협력, R&D 성과, 조직간 집행, 집단연구, 국가연구개발사업

* 본 논문은 2014년 한국과학기술기획평가원이 주관한 『정부R&D투자 효율화를 위한 중장기 이슈분석 및 정책기반 구축』 자료 일부 내용을 수정·보완한 연구임을 밝힌다.

** 제1저자, 송실대학교에서 경영학 박사 학위를 취득하고, 현재 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 연구위원으로 재직중이며 주요 관심분야는 과학기술정책, 사업기획, 기술경영, 기술 및 기업가치평가 등이다(ask@kistep.re.kr).

*** 공동교신저자, 로잔대학교 스위스행정대학원에서 행정학 박사학위를 취득하고, 강원대학교 행정학과 조교수로 재직 중이며, 주요 관심분야는 성과평가, 정부규제, 공공관리, 국제행정, 사회정책 등이다(swiss@kangwon.ac.kr).

**** 공동교신저자, 서울대학교 행정대학원에서 행정학 박사학위를 취득하고, 한국행정연구원 규제연구부와 국무조정실 규제총괄정책관 전문위원으로 재직하였으며, 주요 관심분야는 정부규제론, 공공성과평가, 보건복지정책, 정부회계 및 재무행정 등이다(kskim87@snu.ac.kr).

I. 서론

우리나라 역대 정부는 경제성장의 핵심요소로 간주되는 과학기술 분야의 진흥을 뒷받침하기 위한 연구개발(R&D) 투자를 지속적으로 확대해 왔다. 그러나 기초 및 원천기술개발 연구 등에 장기적으로 대규모 재원이 투입된 것에 비하여 R&D 성과는 크지 않다는 문제의식과 함께, 재정건전성 문제가 중요한 이슈로 부각되고 R&D 예산증가를 역시 점차 둔화되고 있는 추세에 접어들면서, 더 이상의 전폭적인 R&D 투자 확대는 어려운 실정이다. 이에 정부 R&D 투자의 내실화 및 효율화에 대한 이슈가 지속적으로 논의되고 있는 상황 속에서, 한정된 재정자원을 절감해야 하는 연구개발 사업 관리의 필요성이 그 어느 때보다 절실히 요구되고 있다. 이를 위해서는 연구개발 사업의 성과를 증진시키는 데에 영향력을 미치는 요인들을 식별하여, 그러한 요인들을 중심으로 사업관리 체계를 개선·정비하고 나아가 실효성 있는 R&D 정책을 수립하는 것이 필요하다.

그런데 R&D 투자의 효과성을 높이는 요인은 비단 투입으로서의 인력과 물적 자본을 증가시키는 데에만 국한되지 않을 것이다. 경제학의 신성장이론(Lucas, 1988; Stokey, 1991; Aghion and Howitt, 1992)은 연구개발 수행체계를 투입(input) 대비 산출(output)이라는 일련의 전환(transformation)이 일어나는 생산함수로 전제하고, 연구개발 성과의 상이한 결과를 인적자본(human capital)의 규모수확체증(increasing return to scale)에 따른 기술적 효율성의 차이로 설명한다(김권식·이광훈, 2014: 4-5에서 재인용). 그러나 이러한 설명은 연구개발 투자가 성과로 연결되는 생산함수의 효율성 차이를 가져오는 요인으로서, 전환 과정에 대한 설명을 일종의 '블랙박스'로 남겨 놓는다는 한계를 지니므로, '블랙박스' 자체의 특성 차이로 인한 연구개발 성과의 차이에 대한 분석이 요청된다.

특별히 본 연구는 연구개발협력 사업의 수행체계 혹은 구조의 유형, 다시 말해, R&D를 수행하는 개별 조직들의 집합체 또는 체계로서 가변적인 상호관계의 네트워크 구조가 R&D 성과에 영향을 미칠 수 있는지에 분석의 초점을 두고 있다. 연구개발 협력은 과학기술 인적자본¹⁾(S&T human capital)의 확보에 중요한 요인으로 작용할 수 있기 때문이다(Bozeman and Corley, 2004). 따라서 본 연구는 연구개발협력에서 협력이 일어나는 구조적 특성을 유형화하여 그러한 유형별로 사업성과에 미치는

1) 여기서 과학기술 인적자본이란 연구자들이 보유하고 있는 전문적인 네트워크 연결망, 전문기술과 자원의 총합(the sum of researchers' professional network ties and their technical skills and resources)을 말한다(Bozeman and Corley, 2004).

영향을 분석함으로써, 연구사업이 구조화되는 유형의 특성이 연구개발 성과에 미칠 수 있는 인과성을 탐색하고자 한다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 먼저 2장에서는 본 연구의 이론적 배경으로서 연구개발협력의 개념 및 유형을 살펴보고 연구개발협력 수행체계와 성과의 관계에 대한 선행연구를 검토한 다음, O'Toole & Montjoy (1984)의 이론에 근거하여 본 연구의 가설을 설정하고 있다. 이어 3장에서 가설검증을 위한 연구설계에 관하여 논의한 후 4장에서는 분석결과와 그 해석을 제시한다. 마지막으로 결론에서는 연구결과를 요약하고 그 시사점을 제시하고 있다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

1. 연구개발협력의 개념 및 유형

연구개발협력(R&D collaboration)이란 최소한 두 개 이상의 연구개발주체들이 기술지식 창출, 획득, 교류 및 활용을 위해 체결한 단순한 시장 거래 이상의 특수관계로서, 참여기관들 간 일종의 전략적 제휴로서 공동 연구개발과 기술이전 등 기업 간 또는 조직 간의 협력관계를 맺는 것을 의미한다(Chesbrough, 2003; Hagedoorn & Schakenrad, 1994; 김현민 외, 2013: 701에서 재인용). 연구개발협력의 주요 특징으로는 두 개 이상의 조직이 협업을 수행하고, 협업을 통해 다양한 형태의 효과를 지향하며, 그 효과는 대부분 참여 조직의 단점을 효율적으로 보완하는 방향 또는 시간적 측면에서 효율성을 제고할 수 있는 방향으로 추진한다는 점 등을 들 수 있다(정도범 외, 2012: 120).

연구개발협력 유형은 다양한 기준에 의해 분류될 수 있다. 선행연구들에서 제시한 연구개발협력 유형화의 기준을 종합하면, 협력대상, 협력형태, R&D대상 기술수준, R&D인력 역량, 협력건수, 협력기간, 기업가정신, 협력 강도, R&D 투자비, 협력 수준 등을 들 수 있다(Hagedoorn, 1993; Dowling & McGee, 1994; Shan, Walker & Kogut, 1994; Cooke, 1998; Ahuja, 2000; Freel, 2000; 양동우·김다진, 2010: 308에서 재인용).

2. 연구개발협력 수행체제와 성과의 관계

연구개발협력 활동을 통하여 협력주체들 간 상호보완적 자원들을 공유·결합할 수 있으며, 협력기관의 주요 정보에 대한 접근가능성을 제고하고, 규모의 경제 및 시간의 경제 효과를 촉진함으로써, 기술혁신 및 연구개발 성과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(Das & Teng, 2000; Narula & Duysters, 2004; Hillman et al., 2009; Kay, 1988; Nieto & Santamaria, 2007; 양동우·김다진, 2010:307에서 재인용). 연구개발협력을 복수의 연구수행주체들 간의 조직화된 연구로 파악할 때, 그 속성상 복수의 연구주체들의 협력적 네트워크 혹은 관계의 총체를 지칭하고 있기 때문에, 개별 행위자간의 관계 유형에 따라 그 특성이나 성과 등에 차이가 나타날 수 있다. 따라서 연구개발 수행체제 및 조직화의 양태, 즉 연구협력주체들 간 구조와 관계의 차이가 연구개발 성과에 미치는 영향에 관한 기존 연구들을 살펴볼 필요가 있다.

Argyres & Silverman(2004)은 71개 기업의 중앙집중식 조직구조(centralized organization of research) 및 분산식 조직구조(decentralized organization of research)와 혁신성과와의 관계를 분석함으로써, 중앙집중식 구조에 의한 더 집약된 R&D 행위는 더 분산된 R&D 행위의 결과보다 더 많은 혁신을 일으킬 수 있음을 발견하였다.

Lee and Bozeman(2005)은 미국의 대학 연구소 소속 연구자 443명 대상의 설문조사 자료를 활용하여 연구협력과 연구생산성(publishing productivity)의 관계를 Two-Stage Least Squares(2SLS) 방법으로 분석하였다. 분석결과, 협력연구자의 수와 출판된 SCI 논문수에는 유의미한 양의 관계가 있었으나, 종속변수를 SCI 논문수를 공저자 수로 나눈 비율로 놓았을 때에는 협력연구자 수와 통계적으로 유의미한 관계가 존재하지 않는 것으로 나타났다.

Huang et al.(2010)는 167개 기업(제조공장)의 구조가 대량 맞춤 생산(Mass Customization)의 개발을 가능하게 만들었던 역할을 분석하였다. 즉, 유기적 구조인 평면식(faltness), 분산식 구조, 멀티기능화 구조가 대량맞춤생산을 이끌어낼 수 있는 역할을 하였는지를 실증적으로 분석한 결과, 유기적 구조는 대량 맞춤 생산 능력에 영향을 줄 수 있음을 발견하였다.

오준병·조운애(2004)는 연구과제의 기술적·절차적 특성, 공동연구 주체의 능력 및 파트너 관계, 그리고 공동연구의 조직형태 등이 공동연구개발의 성과에 어떤 영향을 미치는지를 분석하였다. 구체적으로 2001~2003년에 수행된 국가 연구개발 사업 중 공동연구 개발 과제 601개에 대한 설문조사를 통하여 다음과 같은 결론을 제시하였

다. 첫째, 연구의 대상이 된 과제들(2~3년 이내에 개발 가능하고 상업화가 가능한 과제들)은 공동연구의 조직형태가 보다 중앙집권적일 때 성과달성도가 높은 것으로 나타나, 기존의 분권과 자율을 일률적으로 강조하기보다는 공동연구의 기술적 특성 및 목표에 따라 공동연구개발정책에서 차별화된 조직화 전략의 수립이 필요함을 제시하였다. 둘째, 주관연구기관이 파트너를 선정하는 상향식 과제선정 절차가 정보의 비대칭 문제와 무임승차 문제를 해소하는 것으로 나타났다. 셋째, 공공기관이 연구 주관기관이거나 공동연구기관 간의 연구개발인 경우 의사소통이 원활하지 못하는 등 과제수행에 소극적으로 참여하는 경향이 있었다.

홍사균 외(2006)는 기초연구분야의 연구성과를 극대화할 수 있는 방안을 모색하기 위하여 연구개발사업 추진구조와 연구성과간 상관관계를 분석하였다. 2001~2005년 기간 중 수행된 2,093개 기초연구개발사업 연구과제의 연구책임자를 대상으로 한 분석 결과, 연구개발사업의 추진과 관련된 요소들은 상호작용하고 있으며 연구자와 연구과제의 특성, 연구사업의 추진구조, 인센티브시스템, 사회 경제적 배경 등이 연구 성과에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 연구책임자에 대한 설문조사를 한 결과, 연구성과에 영향을 주는 요인으로 연구책임자의 자질이 매우 중요한 것으로 조사되었다.

최태진(2007)은 국가연구개발사업의 전략적인 관리모형을 도출하기 위하여 기초연구 및 원천기술개발 관리체계 유형별 성과분석을 수행하였다. 먼저 개념적 분석틀로서 연구개발 시스템모형을 도입하고 연구자원의 투입, 변환과정으로서 관리체계, 연구성과의 산출로 구분하였다. 여기서 연구관리체계를 투입관리, 수행관리, 산출관리의 세 가지로 구분하고, 이를 어떠한 연구목표를 설정할 것인가, 어떻게 연구자원을 배분할 것인가, 어떻게 연구조직 구조를 설계할 것인가, 어떻게 연구를 통제하고 모니터링할 것인가에 관한 사항으로 정의하였다. 과학기술부가 주관하는 국가연구개발사업인 기초과학연구사업과 특정연구개발사업을 대상으로 분석한 결과, 연구자원 및 연구관리 차원의 다양한 요인들이 기초 및 원천기술 연구개발성과에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

장금영(2010)은 사업을 수행하는 주관기관의 유형(대기업, 중소기업, 벤처기업, 연구소, 대학) 및 산·학·연간 협력개발유형에 따른 R&D 성과의 차이 분석하였다. 분석 결과, 주관기관의 유형에 따라 논문성과에 차이가 있었고, 산·학·연의 단독개발보다 산, 학, 연간의 협력개발 논문성과가 높았다.

양동우·김다진(2010)은 기업의 개방형 혁신(open innovation)의 대응변수인 R&D협력대상 및 정도가 기업성과에 미치는 영향을 실증 분석한 결과, 첫째, 성과차

이분석 결과 기업과 기업간 R&D협력이 기업과 연구기관과의 R&D협력에 비해 기술적 성과 및 경제적 성과가 높은 것으로 나타났으며, 둘째, 다중회귀분석 결과 기술적 성과에는 R&D협력경험정도, R&D 상호작용 정도가 유의적인 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났고, 셋째, 경제적 성과에는 R&D 협력경험 정도만이 유의적인 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 이처럼 콘텐츠기업에 있어 외부 R&D협력이 기술 및 경제적 성과에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타난 것은 기업의 성과제고를 위해 외부 R&D네트워크를 구축하는 것이 필요함을 시사한다.

이옥선 외(2011)는 지식자원분야를 대상으로 대학과 출연(연), 두 연구개발주체 간의 연구개발 협력시스템이 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과, 공동 연구개발 프로그램 수행, 연구자 교류, 연구개발인프라 활용, 기술사업화 및 기관 교류활동으로 구성된 학·연 연구개발 협력시스템을 통한 협력활동은 연구개발성과에 긍정적인 영향을 미치며, 특히 혁신환경정도를 구분하여 학·연 연구개발 협력시스템이 성과에 미치는 영향을 살펴보면, 높은 혁신환경에서 협력시스템이 성과에 미치는 영향이 더 큼을 확인할 수 있었다.

정도범 외(2012)는 지식기반관점(KBV)에서 산학연 연구개발(R&D) 협력에 따른 기업 성과를 분석하였다. 구체적으로 2006년부터 2009년까지 국가연구개발사업을 수행한 250개 중소기업을 대상으로 연구개발(R&D) 협력 비율 및 유형과 기업 성과와의 관계를 검증하였다. 여기서 기업 성과는 특허 출원 건수로 측정된 기술적 성과와 총자산수익률(ROA)로 측정된 경제적 성과로 구분하였다. 분석 결과, 연구개발(R&D) 협력 비율과 기술적 성과는 역U자형(inverted U-shape) 관계가 있는 것으로 나타났다. 그리고 연구개발(R&D) 협력 유형 중에서 산산 협력 연구는 기술적 성과에 부정적인 영향을 미치는 반면, 산학연 협력 연구는 기술적 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 하지만 경제적 성과의 경우에는 연구개발(R&D) 협력 비율 및 유형과 큰 관련이 없는 것으로 나타났다.

김현민 외(2013)는 정부R&D과제의 개방형 혁신을 위한 협력요소들과 일·이차적 연구개발 성과들 간의 관계, 그리고 이들 관계에 대한 연구원 수와 연구개발단계의 조절효과에 대한 실증분석 결과를 제시하였다. 총 4년(2006년-2009년) 간의 연구기간 동안 정부R&D사업 예산으로 수행된 92,128개 세부과제들을 대상으로 실시한 회귀분석 결과는 과제협력요소인 협력기관 수 및 지역인프라와 연구개발성과들 간의 관계가 일·이차적 성과유형에 따라 차이가 있고, 또한 이들 관계가 연구원 수 및 연구개발 단계에 따라 상이한 방향으로 조절될 수 있음을 보여주고 있다. 이는 정부R&D과제를 기획하는 정책입안자와 수행하는 연구자들에게 정부R&D과제의 일반적 특성과

협력요소들 간의 관계에 대한 구체적 정보를 제공하여 개방형 혁신 관점에서 강조되고 있는 협력연구의 실효성 강화방안을 제시하고 있다.

임의주 외(2013)는 대학 산학협력단을 대상으로 기술사업화관련 직무의 인력구성이 산학협력 성과와 어떠한 관계가 있는지에 대한 검증을 시도하였다. 이를 위하여 산학협력 성과와 산학협력단에서 기술사업화와 창업보육 직무 담당 인력을 구분하여 상관관계를 회귀분석하고 산학협력단 총 인력규모를 평균미만 및 평균이상으로 구분하여 집단 간 비교를 추진하였다. 그 결과, 기술사업화 전담 인력수가 대학의 산학협력 성과에 양의 영향을 미치는 것으로 확인되었고, 집단 간 산학협력 성과에 미치는 영향을 살펴본 결과 인력규모가 평균이상인 집단에서 기술 사업화 전담인력수가 대학의 산학협력 성과에 상대적으로 더 크게 영향을 주는 것으로 확인되었다.

차운경(2013)는 바이오·의료기술개발사업 코디네이터 제도의 사례를 통해 국가연구개발사업의 협력 거버넌스가 사업 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 연구 결과, 협력 거버넌스(collaborative governance)의 수준은 과제수행만족도에 긍정적인 영향을 미치고, 과제수행만족도 역시 전략적 성과에 긍정적 영향을 미침을 알 수 있었다.

배진희 외(2014)는 2013년에 실시한 산업부 성과활용현황조사 자료를 이용하여 협력연구가 단독연구에 비해 성과가 높게 나타나는지, 협력연구는 주관기관 유형 및 협력파트너에 따라 성과가 달라지는지를 논문, 특허, 기술이전, 사업화, 신규고용을 대상으로 이항 로지스틱 회귀분석을 이용하여 실증분석하였다. 분석결과 협력연구는 단독연구에 비해 성과가 높게 나타났고, 민간기업이 주관하는 연구과제에서는 비영리기관과 협력할 때 논문, 특허, 신규고용 성과가 증가하였으며, 민간기업간 협력연구에서는 논문, 기술이전 등의 성과창출은 감소하는 것으로 나타난 반면, 비영리기관이 주관하는 연구과제에서 민간기업과 협력할 경우에는 특허, 기술이전 등 지식 공유·확산 차원의 성과가 증가하는 것으로 분석되었다.

이상에서 살펴 본 연구개발 수행체계 및 조직화의 차이가 연구개발 성과에 미치는 영향에 관한 여러 선행연구들을 통하여, 연구개발협력이 구체적으로 어떠한 형태로 수행되는지에 따라 사업성과가 달라질 수 있음을 추론할 수 있다. 연구개발협력이 여러 연구개발 주체들 간 상호작용을 통하여 혁신적인 연구성과가 창출되는 연구수행체계를 고려할 때, 과학기술 연구개발 정책의 수립 및 집행에 있어 R&D 사업 집행조직간의 체계 및 네트워크의 구조적 특성 및 연구수행 행위자간 관계의 속성에 대한 심층적인 분석과 처방이 요구된다. 다시 말해, 연구개발협력이 수행되는 구조적·행태적 메커니즘은 국가연구개발시스템의 투입-산출 전환과정이라는 블랙박스 속에 설명되

어야 할 핵심요인의 하나라고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 연구개발을 수행하는 개별 조직들의 집합체 또는 체제로서 가변적인 상호관계의 네트워크 구조와 연구개발성과의 관계에 분석의 초점을 두고 있다. 이는 조직론적 관점에서 집단연구 수행체계의 고유한 구조적·행태적 특성이 연구개발 성과의 차이를 가져올 수 있음을 시사한다.

〈표 1〉 연구개발 수행체계가 성과에 미치는 영향에 관한 주요 선행연구

| 연구자 | 연구주제 | 변수 | |
|---------------------------|--|--|--|
| | | 독립 | 종속 |
| Argyres& Silverman (2004) | 71개 기업의 중앙집중식 조직구조(centralized organization of research) 및 분산식 조직구조(decentralized organization of research)와 혁신유형과의 관계를 연구 | <ul style="list-style-type: none"> [독립]중앙집중식 구조, 분산식 구조 [통제] 다양성, 기업규모, 기업의연간매출액(기업자산으로 대체), R&D 지출금액, 기존 특허 수, 산업의 고정효과(2-digit SCI Code로 대체) 천연자원(Natural resources/펄프, 제지/석유, 금속, 화학제약, 산업생산 품(비행기, 자동차, 기계, 전자/전자), 소비자생산물(식품, 개인용품), 기술 군 효과 : 특허가 속한 기술그룹 제약/화학특허, 전자/컴퓨터특허, 기계/기타 특허 | <ul style="list-style-type: none"> 혁신효과와 다양성특허의 수, 특허가 인용한 기술그룹별 인용횟수, 특허의 기술그룹별 인용 횟수) |
| Lee and Bozeman (2005) | 미국의 대학 연구소 소속 연구자 443명 대상의 설문조사 자료를 활용하여 연구협력과 연구생산성(publishing productivity)의 관계를 Two-Stage Least Squares(2SLS) 방법으로 분석 | <ul style="list-style-type: none"> [독립]협력연구자수 [통제] 연구경력, 연수, 연구비 규모, 기초/응용연구 여부, 연구자 개인 특성(성별, 결혼여부, 배우자직업, 자녀, 외국국적 여부), 직무만족, 차별 여부, 협력의 동기 등 | <ul style="list-style-type: none"> 연구생산성(SCI 논문 수, SCI 논문수를 공저자 수로 나눈 비율) |
| Huang et. al. (2010) | 167개 기업(제조공장)의 구조가 대량 맞춤 생산(Mass Customization)의 개발을 가능하게 만든 요인 분석 | <ul style="list-style-type: none"> [독립]유기적 구조(세비이 자료) [통제]기업규모 | <ul style="list-style-type: none"> MC 역량(세비이 자료) |
| 오준병· 조윤애 (2004) | 정부지원 공동연구개발사업의 성공요인 분석 | <ul style="list-style-type: none"> 연구과제의 기술적 절차적 특성, 공동 연구 주체의 능력 및 파트너 관계, 공동 연구의 조직형태 | <ul style="list-style-type: none"> 공동연구개발의 성과(세비이 자료) |
| 홍사균 외 (2006) | 연구개발사업의 추진구조와 연구 성과간의 상관관계 분석 | <ul style="list-style-type: none"> 연구개발사업 추진구조(연구비 규모, 연구기간, 과제제안 방식, 공동연구 실시 여부, 연구책임자의 경력, 기술수명 주기의 위치) | <ul style="list-style-type: none"> 연구개발사업의 성과(논문수 및 질, 특허수 및 질, 석박사 학위 졸업생 수, 전문가 네트워크 구축기여도) |
| 최태진 (2007) | 기초연구 및 원천기술개발 관리체계 유형별 성과분석 | <ul style="list-style-type: none"> 연구자원: 연구비 규모, 연구기간, 연구팀 규모, 연구책임자 연령 연구관리: 투입관리(연구개발목표, | <ul style="list-style-type: none"> 질적 성과 지표로서 논문 성과와 특허성과 |

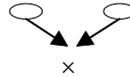
| | | | |
|-------------------|---|--|--|
| | | 연구비 자원, 연구과제도출), 수행관리(연구수행방법, 연구수행체계, 공동연구형태), 산출관리(통제방법, 통제주체) | |
| 장금영 (2010) | 사업을 수행하는 주관기관의 유형(대기업, 중소기업, 벤처기업, 연구소, 대학)에 따른 R&D 성과의 차이 분석 | <ul style="list-style-type: none"> • 주관기관의 유형 • 산학연 협력개발 여부 • 과제참여기관의 수 • 과제 총금액 크기 • 과제총금액에서 차지하는 민간 총투자금 | <ul style="list-style-type: none"> • 논문건수 • 특허건수 |
| 양동우·김다진 (2010) | 기업의 R&D협력 대상 및 정도가 기업성과에 미치는 영향 | <ul style="list-style-type: none"> • R&D협력의 대상 • R&D협력경험 • R&D협력기간의 상호작용정도 • R&D협력정도 | <ul style="list-style-type: none"> • 기술적 성과: 지식재산권발생건수, 신기술개발건수, 기술상용화 • 경제적 성과: 매출액 |
| 이옥선 외 (2011) | 학·연 연구개발 협력시스템이 성과에 미치는 영향 | <ul style="list-style-type: none"> • [독립]학·연 연구개발 협력시스템(공동 연구개발프로그램 수행, 연구자 교류, 연구개발인프라 활용, 기술사업화 및 기관 교류) • [매개]혁신환경 | <ul style="list-style-type: none"> • 연구개발 성과(세비자료) |
| 정도범 외 (2012) | 산학연 연구개발 협력이 기업 성과에 미치는 영향 분석 | <ul style="list-style-type: none"> • [독립]연구개발 협력 비율, 연구개발 협력 유형(산·산, 산·연, 산·기, 산·학·연) • [통제]기업 규모, 기업 연령, 특허등록 건수, 전체 연구 건수, 전체 연구비, 산업 및 년도 대비 | <ul style="list-style-type: none"> • 기술적 성과: 특허출원 건수 • 경제적 성과: 총자산수익률(ROA) |
| 임의주 외 (2013) | 대학 산학협력단의 기술사업화 관련 직무별 인력구성이 산학협력 성과에 미치는 영향 | <ul style="list-style-type: none"> • [독립]기술사업화 인력비율, 창업보육 인력비율 • [통제]학생정원수, 전임교원수 | <ul style="list-style-type: none"> • 기술이전건수 • 기술이전수입료 • 창업자수 • 창업기업매출액 |
| 김현민 외 (2013) | 정부R&D과제 협력요소들과 연구개발 성과의 관계 분석 | <ul style="list-style-type: none"> • [독립]연구원수, 연구개발단계 • [통제]연구개발수행연구, 연구개발수행주체, 과제사업유형, 적용분야, 6T 관련기술, 국가기술지도, 세부과제성격, 연구비규모, 협력기관수, 지역인프라 | <ul style="list-style-type: none"> • 논문 • 특허 • 기술료 |
| 차윤경 (2013) | 국가연구개발사업(바이오·의료기술개발사업)의 협력거버넌스 수준이 사업성과에 미치는 영향 분석 | <ul style="list-style-type: none"> • [독립]협력거버넌스 수준(협력적 파트너십 구조 확립, 민주적 의사소통채널 구축, 제도적 기반 내실화, 이해관계자 참여수준 확대) • [매개]과제수행만족도 • [통제]과제연구비규모, 연구경력 | <ul style="list-style-type: none"> • 특허출원 수(정량적) • 연구책임자의 성과창출에 대한 주관적 인식(정성적) |
| 배진희 외 (2014) | 협력유형 및 협력파트너에 따라 산업기술혁신사업의 성과가 달라지는지 실증분석 | <ul style="list-style-type: none"> • [독립] 협력형태(협력파트너에 따른 협력유형: 동일유형간 협력, 다른유형간 협력, 단독연구), 주관기관 유형별 협력형태(민간기업 및 비영리기관의 동일유형간 협력, 다른유형간 협력, 단독연구) • [통제] 정부출연금 | <ul style="list-style-type: none"> • 논문, 특허, 기술이전 사업화, 추가투자, 신규공용의 존재여부 |

3. O'Toole & Montjoy의 조직간 집행론: 상호의존 유형과 성과

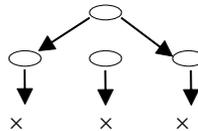
조직론의 관점에 의하면 복수의 조직들 간에 협동하여 과업을 수행하는 데 있어서, 개별조직들 간 상호작용 패턴이나 관계유형 나아가 이를 규율하는 구조적 배열 양태 등이 영향을 미칠 수 있다. O'Toole & Montjoy(1984)는 Thompson(1967)의 상호의존 논의를 토대로 조직간 상호작용 패턴을 「공동적 상호의존」, 「순차적 상호의존」, 「호혜적 상호의존」이라는 세 가지 유형으로 구분하였다(〈그림1〉 참조).

〈그림 1〉 조직간 상호의존의 유형

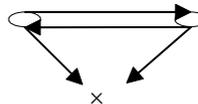
1. 공동적(Pooled) 상호의존



2. 순차적(Sequential) 상호의존



3. 호혜적(Reciprocal) 상호의존



범례:

○ = 개별조직(agency)

x = 사업수행 대상(target)

자료: O'Toole & Montjoy(1984: 493) 재구성

첫째, 「공동적 상호의존」(pooled interdependence)이란 개별조직이 각각 과업 달성을 위한 노력을 하도록 요구되지만 조직간 상호작용은 거의 없는 형태이다. 즉 단 위작업들 간에는 서로 관련성이 없으며 각 참여 기관들은 공통의 목표달성에 독립적으로 기여하게 된다(O'Toole & Montjoy, 1984: 493).

둘째, 「순차적 상호의존」(sequential interdependence)은 연결된 일련의 유관 조직들이 연합된 계통을 형성하고 배열되어, 한 조직단위의 활동이 다른 조직단위에 재차 투입되며 업무의 실행에 있어 상호 연계되어 있는 경우를 말한다(O'Toole &

Montjoy, 1984). 따라서 각각의 조직들은 업무수행을 위해 서로 필요한 자원을 교환하고 상호 영향을 주고받으므로 상호의존성의 정도는 「공동적 상호의존」 유형보다 높게 된다. 즉 「순차적 상호의존」은 한 조직의 결과물이 다른 조직의 투입물이 되는 경우로서, 이런 유형 하에서는 한 지점에서의 지연이나 중단이 연쇄적으로 하위 단계에 영향을 미칠 수 있다.

셋째, 「호혜적 상호의존」(reciprocal interdependence)이란 하나의 과업을 수행하기 위하여 여러 조직들의 활동이 동시에 상호 관련되어, 조직간 상호 협상(bargaining)과 상호조정(mutual adjustment)이 일어나는 경우이다(O'Toole & Montjoy, 1984). 이와 같이 상호의존성의 수준이 높은 경우, 조직 상호간에 제약과 연계망에 묶여 상호조정 과정에 적응해야하기 때문에 협력을 위한 조율의 부담이 크고 불확실성 또한 높으므로, 조직의 성과 제고를 위해서는 정교하게 조정된 형태의 조직설계가 요구된다(Thompson, 1967).

요컨대 O'Toole & Montjoy(1984)에 따르면 조직간 집행(inter-organizational implementation)의 경우 조정에 대한 제약과 상호협력 유인의 결여로 인한 위험이 상존하며, 연구개발협력 수행 시 사업 참여조직간 상호의존의 구조적 유형별로 상이한 조직적 행태를 보일 수 있다. 따라서 조직간 상호관계의 조정 양태에 따라 연구개발 성과 역시 차이가 날 수 있으므로, 연구개발협력의 유형별 특성을 고려한 수행체계의 설계 및 관리가 필요하다는 점을 시사하고 있다.

4. 연구가설의 설정

앞에서 살펴본 조직간 관계(inter-organizational relations) 유형에 따른 구조적·행태적 차이에 관한 O'Toole & Montjoy (1984)의 이론적 논의를 바탕으로, 본 연구는 연구개발협력 수행체계와 성과의 관계에 관한 가설을 설정한다.²⁾ 즉 O'Toole & Montjoy (1984)의 조직간 집행 유형론을 기초로 본 논문은 시스템 관점

2) 김권식·이광훈(2013)은 O'Toole & Montjoy(1984)의 조직간 집행론의 관점에서 다부처 R&D 추진체계가 어떻게 형성되어 있는지 혹은 어떠한 방식으로 설계되어 수행 주체간 조정이 이루어지고 있는지에 따라서 집행조직들의 행태가 달라질 수 있으며, 이로 인해 R&D 성과는 차이가 날 수 있다고 전제하고, 다부처 R&D 사업 수행체계 내의 상이한 제도적 배열(institutional arrangements)로 인한 연구개발 수행조직의 고유한 구조적·행태적 특성 차이가 R&D 투자의 성과에 차이를 발생시키는지를 우리나라 다부처 R&D사업을 대상으로 사례연구를 수행하였다. 연구결과, 호혜적 상호의존형 집행체계가 다부처 연구개발사업의 효과적인 정책조정 기제로 활용될 수 있음을 보였다.

을 적용하여, 연구개발에 투입(input)되는 연구자원을 연구개발성가로 산출(output)하는 변환(conversion) 활동에 중요한 영향을 미치는 연구개발 수행체계를 다음과 같이 유형화한다.

구체적으로 연구개발의 과정(process) 및 성과물(output)이라는 두 가지 차원에서 다음과 같은 분류기준을 생각해 볼 수 있다. 우선, 연구개발 과정(process)의 측면에서 볼 때 직렬 형태를 갖는 ‘순차적’ 상호의존형을 생각해 볼 수 있다. 순차적 상호의존형이란 연구개발에 참여하는 연구자들간에 순차적·선형적으로 연결되어 전 단계의 연구자의 과제가 완성되어야지만, 다음 단계의 과제수행이 이루어질 수 있는 직렬적 형태를 의미한다. 즉 연구개발사업의 최종 목표가 하나의 완비된 제품을 개발하는 것으로서, 하위 세부과제간에는 밀접한 연관관계가 존재하기 때문에 개발할 기술을 체계적으로 계획하여 순서에 의해 세부요소기술을 모두 확보하여야 최종목표를 달성할 수 있는 연구개발사업을 지칭한다(박영일, 1996; 최태진, 2007).

이에 비해 연구개발 과정 상에서 사업에 참여하는 세부과제수행 주체들간에 개별적인 연구수행이 가능한 형태가 있을 수 있다. 이러한 유형의 집단연구들은 다시 연구개발 성과물(output)의 특성에 따라 가분적과 불가분적 산출물인 두 가지 경우로 구별될 수 있다. 첫째, 연구개발성고가 가분적이라 함은 세부과제들이 수행된 결과, 각각 하나의 연구개발성고를 산출해 낼 수 있는 경우로서 ‘공동적’ 상호의존형이라 명명할 수 있다. 즉 공동적 상호의존형이란 하위 세부과제 간의 연계성이 적어 개별과제 중심으로 연구를 수행하며, 연구개발 목표도 최종제품보다는 단위 요소기술개발을 추구하는 연구개발사업을 말한다(박영일, 1996; 최태진, 2007). 둘째, 연구개발성고가 불가분적이라 함은 모든 세부과제들이 성공적으로 수행되어야만 연구개발 성과물이 최종적으로 산출되는 특성을 지니며 이를 ‘호혜적’ 상호의존형에 해당하는 것으로 볼 수 있다. 이는 소그룹내의 세부과제 간에는 연관관계가 존재하나 소그룹 간에는 연관관계가 적은 연구개발사업을 의미한다(최태진, 2007). 이상의 유형들을 종합하면 <그림 2>와 같이 세 가지 유형이 제시될 수 있다.

〈그림 2〉 연구개발협력 수행체계의 유형화



O'Toole & Montjoy(1984)에 의하면, 지시나 명령의 구체성(mandate specificity)은 집행이 이루어지는 동안 사라지기 때문에, 집행이 진행될수록 지침의 구체성과 감독(monitoring)은 모호해지고 약화된다. 이에 따라 집행조직간 상호의존이 공동적인 경우 성공적인 정책집행이 이루어질 가능성은 관련 조직의 수와 정(正)의 관계를 갖는 반면, 순차적(단순선형적) 상호의존, 호혜적 상호의존의 경우에는 관련 조직의 수가 많아질수록 의사결정점과 거부점이 많아져서 집행의 지연과 거부가 나타날 가능성이 높아진다는 것이다. 이와 같은 O'Toole & Montjoy(1984)의 논의를 바탕으로 본 연구는 다음과 같은 연구가설을 설정한다.

연구가설: 연구개발협력 수행체계가 공동적 상호의존형일 경우는 단순선형적 혹은 호혜적 상호의존형의 경우보다 연구개발 성과가 높을 것이다.

III. 연구설계

1. 분석모형 및 변수

본 연구의 가설을 검증하기 위한 분석모형은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y = \beta_1 + \beta_2(TYPE) + \beta_3(Control) + \epsilon$$

Y: 연구개발성과, TYPE: 연구개발협력 수행체계 유형, Control: 기타 영향요인, ϵ : 오차항

〈표 2〉 변수 정의 및 조작화

| | 구분 | 변수 설명 | 조작적 정의 |
|-------|--------------------|---------------------|---------------------------|
| 종속 변수 | 연구개발협력 성과 | 논문 총수 | 해당사업이 산출한 논문 총 개수 |
| | | SCI 논문수 | 해당사업이 산출한 SCI 논문수 |
| | | 비SCI 논문수 | 해당사업이 산출한 비SCI 논문수 |
| | | 특허 총수 | 해당사업이 산출한 특허 총 개수 |
| | | 특허 등록수 | 해당사업이 산출한 특허 등록수 |
| | | 특허 출원수 | 해당사업이 산출한 특허 출원수 |
| 설명 변수 | 연구개발협력 수행체계 유형 | 수행체계 유형별 더미변수 | 0(base)=공동형, 1=순차형, 2=호혜형 |
| 통제 변수 | 인적 자원 (노동요소: L) | 총인력수 | 총 참여인력수 |
| | | 연구인력 수 | 연구인력(박사+석사) 수 |
| | 물적 자원 (자본요소: K) | 총예산액 | 총 지원예산액(로그값) |
| | | 사업비 비율 | 인건비를 제외한 사업비를 총예산액으로 나눈 값 |
| 시간요인 | 연구수행 기간 | 수행기간을 일(day) 단위로 계산 | |

국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률 제2조 제8호에서는 연구개발성과를 “연구개발을 통하여 창출되는 특허·논문 등 과학기술적 성과와 그밖에 유·무형의 경제·사회·문화적 성과”로 정의하고 있다. 이에 본 연구의 분석대상 사업이 기초·원천연구 분야임을 고려하여, 종속변수인 연구개발협력 성과를 학술적 성과와 기술적 성과로 구분하고 이를 각각 해당 집단연구사업 수행기관이 직접적으로 산출(output)한 논문 및 특허의 양으로 측정한다. 즉, 논문 성과는 SCI(Science Citation Index)급 저널에 게재된 논문수와 비SCI급 저널에 게재된 논문수와 함께 이를 합산한 논문 총 개수로 각각 측정하며, 특허 성과는 출원된 특허의 개수와 등록된 특허 개수, 그리고 이를 합산한 특허 총 개수로 각각 측정한다(황석원 외, 2009: 167-168).

본 연구의 설명변수인 연구개발협력 수행체계의 유형은 앞에서 정의한 세 가지, 즉 공동형, 순차형, 호혜형 상호의존형으로 각각 구분하였다. 특별히 유형 분류의 객관성·정확성을 기하기 위하여, 해당 사업에 참여한 연구책임자급 인력에게 자신이 속한 집단연구가 세 가지 중 어떠한 유형에 속하는지와 그 근거에 대한 설문조사를 실시하

였다. 구체적인 설문항과 대표적인 응답 내용은 <부록>에 제시되어 있다.

한편, 연구개발 성과에 미치는 기타 영향요인을 통제하기 위하여 다음의 변수들을 모형에 포함시켰다. 먼저, 일반적인 투입 요소인 노동(Labor)과 자본(Capital) 측면의 변수를 선정한다. 구체적으로 노동 요소로는 사업의 총참여인원 수와 이와 같은 인적 자원의 질적 측면인 연구인력의 수를, 그리고 자본 요소로는 물질·재정적 자원의 양적 측면인 총예산액 및 질적 측면인 총예산 대비 사업비 비율을 각각 모형에 포함시켜 분석을 수행한다. 한편, 연구개발의 투입과 산출 간에는 일반적으로 시차가 존재하며 연구개발사업 수행기간이 상대적으로 긴 경우 다양한 시행착오(learning by doing)를 통해 연구개발협력 성과에 영향을 미칠 수 있다(황석원 외, 2009: 205-206). 이와 같은 가정 하에 집단연구가 수행된 기간을 일 단위로 측정하여 통제 변수로 활용하였다.

2. 자료 및 분석방법

본 연구에서 사용한 분석자료는 우리나라 국가연구개발사업 중 미래창조과학부의 지원을 받아 추진되어 온 기초연구 분야의 집단연구사업이다. 집단연구란 연구개발협력의 한 형태로서 “특정한 연구의 목적을 달성하기 위하여 공동연구원 3인 이상이 참여하는 2개 이상의 세부 협동과제로 구성된 연구”로 정의할 수 있다(안승구, 2015: 628에서 수정). 이와 같은 집단연구에 속하는 국가연구개발사업들에 대한 정보는 한국연구재단 및 국가과학기술지식정보서비스(NTIS : National Science & Technology Information Service)의 데이터베이스에 축적되어 있는 관련 자료를 수집하였다. 그 결과 가용한 집단연구 관련 자료는 총 99개 사업으로서, 구체적으로 기초연구 분야의 이공학분야 우수연구센터(SRC, ERC) 59개 사업, 기초의과학연구센터(MRC) 32개 사업, 융합분야 유형 I 지원사업(NCRC, 국가핵심연구센터) 6개 사업, 융합분야 유형 II 지원사업(GCRC, 글로벌핵심연구센터) 2개 사업을 분석대상으로 하였다. 분석기간은 개별 사업들이 최초 시작된 시점부터 2013년 12월 31일까지로 하였으며, 동 기간 중 이미 완료된 사업과 진행 중인 사업 모두를 분석에 포함시켰다³⁾. 분석자료의 기술통계량은 아래 <표 4>에 제시되어 있다.

3) 분석대상인 99개 사업 중 2005년에 14개 사업이 최초로 시작된 이래 2012년에는 5개 사업이 새로 시작되었다.

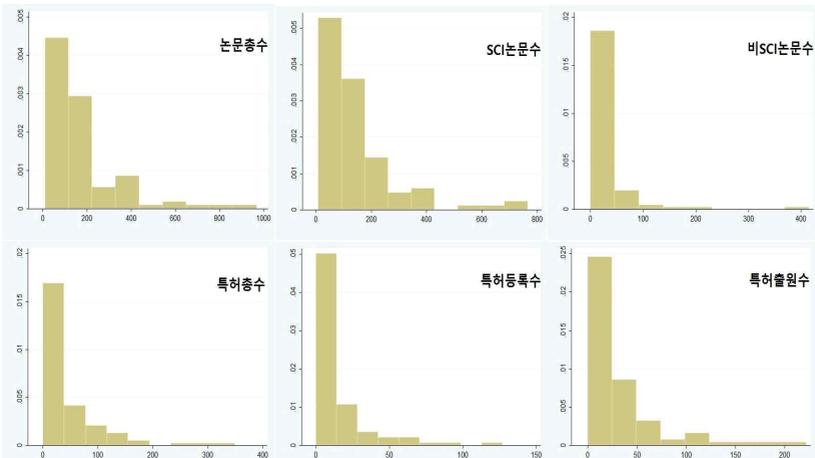
〈표 3〉 주요 변수의 기술통계량

| 변수명 | 평균 | 표준편차 | 최소값 | 최대값 |
|----------|---------|---------|------|----------|
| 논문 총수 | 171.35 | 167.99 | 10 | 969 |
| SCI 논문수 | 146.36 | 144.72 | 9 | 766 |
| 비SCI 논문수 | 24.99 | 52.14 | 0 | 415 |
| 특허 총수 | 44.71 | 60.76 | 0 | 349 |
| 특허 등록수 | 14.58 | 21.58 | 0 | 127 |
| 특허 출원수 | 30.13 | 40.29 | 0 | 222 |
| 순차형 | .16 | .37 | 0 | 1 |
| 공동형 | .59 | .50 | 0 | 1 |
| 호혜형 | .25 | .44 | 0 | 1 |
| 총인원수 | 83.41 | 31.95 | 33 | 202 |
| 연구인력수 | 22.30 | 9.78 | 8 | 62 |
| 총예산액 | 6034.83 | 2809.20 | 2300 | 17239.86 |
| 사업비 비율 | .67 | .07 | .49 | .82 |
| 연구수행기간 | 1769.08 | 788.57 | 486 | 3135 |

주) 총예산액은 백만원, 연구수행기간은 일 단위임.

분석방법은 종속변수가 논문과 특허로 측정된 연구성과이므로 단순선형회귀분석(Ordinary Least Square)보다는 count data 모형이 적합한 것으로 판단되어 포아송(poisson) 회귀분석을 사용하였다. 실제 히스토그램(histogram)으로 각 종속변수의 분포를 확인한 결과(〈그림 3〉 참조), 정규분포라기보다는 포아송분포에 가까운 것으로 나타나고 있다.

〈그림 3〉 종속변수의 분포도(histogram)



IV. 분석결과 및 해석

아래 <표 4>에 제시된 포아송 회귀분석 결과에 의하면, 연구개발협력 수행체계 유형이 논문성과 및 특허성과 각각에 미치는 영향은 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 구체적인 분석결과를 살펴보면, 우선 논문성과의 경우, 연구개발협력 수행체계가 순차형이거나 호혜형일 경우에는, 공동형일 경우보다 논문총수, SCI 논문수 및 비SCI 논문수가 적었으며 이는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

이와 같이 논문성과를 종속변수로 한 모형들의 분석결과에서는 연구개발협력 수행체계 유형이 모두 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것에 비하여, 특허성과에 연구개발협력 수행체계가 미치는 영향은 순차형의 경우에만 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 다시 말해, 특허총수, 특허등록수, 특허출원수를 각각 종속변수로 한 모형들에서는, 연구개발협력 수행체계가 순차형인 경우에 공동형인 경우보다 특허수가 적었으며 이는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의미했으나, 호혜형과 공동형의 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다.

<표 4> R&D 집단연구 성과에 미치는 요인 분석결과 - 포아송 회귀분석

| 변수명 | | 논문 총수 | SCI 논문수 | 비SCI 논문수 | 특허 총수 | 특허 등록수 | 특허 출원수 | |
|------------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 설명 변수 | 수행 체계 | | | | | | | |
| | 순차형 | -0.27*** (-11.45) | -0.12*** (-4.99) | -1.44*** (-16.72) | -0.57*** (-10.74) | -0.50*** (-7.90) | -0.71*** (-7.42) | |
| | 호혜형 | -0.26*** (-12.67) | -0.16*** (-7.28) | -0.91*** (-15.22) | 0.04 (1.08) | 0.07 (1.52) | -0.02 (-0.29) | |
| 통제 변수 | 노동 요소 | 총 인원수 | 0.01*** (3.26) | 0.00*** (10.17) | 0.02*** (18.67) | 0.02*** (25.91) | 0.02*** (20.36) | 0.02*** (16.10) |
| | | 연구 인력수 | 0.01*** (2.20) | 0.02*** (16.33) | -0.01*** (-5.84) | -0.01*** (-7.89) | -0.01*** (-5.61) | -0.02*** (-5.73) |
| | 자본 요소 | 총 예산액 | 0.66*** (20.23) | 0.67*** (19.12) | 0.85*** (6.73) | 36.28* (12.40) | 0.87*** (10.41) | 0.82*** (6.76) |
| | | 사업비 비율 | 2.81*** (20.07) | 3.18*** (20.71) | 1.10*** (3.25) | 1.33*** (5.12) | 1.28*** (4.01) | 1.46*** (3.23) |
| | 연구수행기간 | 0.00*** (25.08) | 0.00*** (22.50) | 0.00*** (11.29) | 0.00*** (8.06) | 0.00*** (6.82) | 0.00*** (4.31) | |
| _cons | | -3.93*** (-16.45) | -4.45*** (-17.29) | -4.34*** (-6.64) | -6.26*** (-12.22) | -6.78*** (-10.90) | -7.13*** (-7.90) | |
| Pseudo R-squared | | 0.7006 | 0.6647 | 0.4114 | 0.5274 | 0.5197 | 0.4298 | |

주: * p<.1; **p<.05; *** p<.01, 괄호안은 z값, N=99.

한편, 분석모형에 통제변수로 포함된 집단연구사업의 성과에 영향을 미치는 기타

영향요인들은 모두 종속변수에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구체적으로 노동요소인 총인원수, 자본요소인 총예산액과 사업비율 그리고 연구수행기간은 각각 논문성과와 특허성과에 통계적으로 유의미한 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났다. 다만, 노동요소 중 연구인력수의 경우는 비SCI 논문수 및 특허 성과 모두에 음의 방향으로 유의미한 영향을 미쳤다.

이상과 같은 포아송 회귀분석 결과, 본 연구의 가설과 같이 공동형이 다른 유형(논문성과의 경우 순차형 및 호혜형, 특허성과의 경우 순차형)에 비해 성과가 높은 것으로 나타나는 이유는 다음과 같이 생각해 볼 수 있다. 먼저, 순차형은 일련의 절차와 공정을 거쳐 최종결과물이 나오는 형태로서 각각의 단계는 독립적인 의미를 갖지 못하고 최종결과물이 존재하기 위한 사전 단계로서의 의미를 가지므로, 개별 단계의 연구수행 성과가 독자적으로 평가되기 어렵고 단지 최종결과물에 대한 평가와 관련하여 통합적으로 평가가 이루어지게 된다. 따라서 순차형과 같이 일련의 절차 속에서 참여자가 배타적으로 하나의 단계를 담당하게 되고 최종결과물을 중심으로 모든 참여자가 종합적으로 기여할 수밖에 없는 상황에서는 하나의 연구사업에 최종결과물이 하나이므로 논문이 많이 생산되는 것 자체가 어려운 상황일 가능성이 높다.

다음으로 호혜형의 경우에는 연구개발 성과물은 연구개발협력에 참여하는 여러 주체들이 각자 보유한 지식들이 독자적으로 의미를 가지기보다는, 개별과제들의 조합을 통해서 하나의 최종산출물이 나오게 된다. 따라서 학술논문 게재와 같이 최종적으로 게재되는 데에 일련의 지적인 분석과 검토작업이 필요하고 고도의 완성도를 요구하는 연구성과물이 생성되기에는 개별 단계 참여자들간의 유기적인 협력이 상대적으로 어려울 수 있어 논문의 산출에는 상대적으로 적합하지 못한 상황이라 할 수 있다.

반면에 공동형은 일단 개별 참여자들이 맡은 각각의 단계로부터 최종결과물 혹은 적어도 중간결과물이 산출된다는 특성이 있다. 즉 전체 연구과정의 개별 단계로부터 일정한 결과물을 산출한다는 의미에서 독자적인 의미를 가진다는 것이다. 이처럼 각각의 단계에서 산출된 결과물들에 의해 성과가 산출될 수 있기에 공동형은 다른 유형들에 비해 논문성과가 더 높은 것으로 해석해 볼 수 있다.

한편, 논문성과는 연구개발협력 수행체계의 세 가지 형태에 따라서 각각 차이가 날 수 있는데 비해, 특허성과는 순차형일 경우에만 공동형보다 통계적으로 유의미하게 적은 것으로 나타났다. 이와 같이 논문성과와 특허성과의 영향요인들이 차이를 보이는 이유는 논문 게재라는 학술적 연구활동과 특허 창출이라는 기술적 개발활동 간의 차별적 특성에 기인한 것으로 해석될 수 있을 것이다. 다시 말해, 논문은 데이터수집 혹은 관찰 및 데이터 분석, 그리고 결과의 해석 등과 같은 여러 단계를 거쳐서 산출되

는 일련의 지적이고 논리적인 성과물로서 중간과정에 참여하는 주체들 간의 상호작용의 양상과 정도에 따라 논문게재 성과가 차이가 날 수 있으며, 이러한 연유로 연구개발협력 수행체계의 유형 차이가 논문성과에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 반면에 특허는 지적재산권의 일종으로서 그 내용이 다양한 구성요소로 이루어질 수도 있고 단순할 수도 있으며, 특히 기술적 유용성과 효용가치 및 창의성이 인정될 경우에 특허로 성립하게 되는 것이므로 논문과 같이 인위적이고 의도적인 사전 계획에 따라 일련의 작업절차를 거쳐서 산출될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 즉 특허의 산출은 오히려 약간의 우연성이 개입할 수도 있는 창발적(emergent) 특성을 가지고 있다는 점에서, 체계적인 일련의 연구절차를 기초로 완성되는 논문과 구별된다. 요컨대 논문은 의도적이고 인위적인 지적 논의가 탄탄하게 이루어져 완성도를 높여야 학술지에 게재가 될 수 있는 데에 비해, 특허는 발견적 맥락에서 우연히 생길 수도 있는 창발적 작업이다. 이러한 논문과 특허가 갖는 특성의 차이로 인하여 연구개발협력 수행체계가 미치는 영향 역시 차이가 날 수 있을 것이다⁴⁾. 따라서 이와 같이 논문성과와 특허성과의 영향요인의 차이를 고려하여 각 성과의 향상을 위한 연구개발 전략을 차별화할 필요성이 있다(최호영 외, 2011: 808).

V. 결론 및 정책적 시사점

R&D 사업 집행조직 체계가 갖는 네트워크의 구조적 특성과 연구수행 주체간 관계의 속성에 대한 심층적인 분석과 처방은 과학기술 연구개발 정책의 수립 및 집행에 있어서 매우 중요한 고려사항이다. 연구개발협력(R&D Collaboration)은 본질적으로 여러 연구개발주체들간의 상호작용을 통하여 연구성과가 창출되는 연구수행체계로서의 특성을 갖는다. 이러한 연구개발협력이 수행되는 구조적·행태적 메커니즘은 국가

4) 또 하나의 가능한 해석으로는 본 연구의 분석대상이 기초분야 연구개발사업이므로 특허보다는 논문을 주로 산출하게 됨으로 인해, 특허성과와 논문성과의 영향요인이 각각 달라질 개연성이다. 기초연구(basic research)가 일차적으로 새로운 자연법칙이나 사실을 발견하는 것을 목적으로 행해지는 실험적 또는 이론적 활동이자 순수한 학문적인 연구라면, 응용연구(applied research)는 발견된 법칙이나 사실을 실제적인 용도에 이용할 수 있는 방법을 추구할 목적으로 수행되므로(OECD, 2002), 기초연구의 연구성과는 주로 학술논문으로 나타나는데 비해, 응용연구의 연구성과는 주로 특허로 나타나게 되기 때문이다. 다만, 이러한 해석들이 타당한지는 추후 보강된 데이터와 더욱 정교한 연구설계를 바탕으로 분석할 필요가 있으며, 이와 함께 사례연구나 면접, 설문조사 등 다양한 심층 연구를 통해 추가 검증이 요청된다.

연구개발시스템의 투입-산출 전환과정이라는 블랙박스 속에 설명되어야 할 핵심요인의 하나이다(김권식·이광훈, 2014: 5).

본 연구는 연구개발을 수행하는 개별 조직들의 집합체 또는 체계로서 가변적인 상호관계의 네트워크 구조와 연구개발성과의 관계에 분석의 초점을 두고 있다. 이러한 전제 하에 본 연구는 연구개발 수행체계 및 조직화의 양태, 즉 연구협력주체들간 관계의 구조적 차이가 연구개발 성과에 미치는 영향을 검증하기 위하여, O'Toole & Montjoy (1984)의 유형론을 기초로 연구개발 수행체계를 순차적, 공동적, 호혜적 상호의존형으로 구분하고, 미래창조과학부가 추진한 기초연구분야의 총 99개 집단연구 사업을 대상으로 실증분석을 수행하였다. 분석 결과, 연구개발협력 수행체계가 순차형이거나 호혜형일 경우보다 공동형일 경우에 논문 편수가 더 많은 것으로 나타났으며, 특히 건수의 경우에는 공동형이 순차형 수행체계보다 높은 것으로 나타났다.⁵⁾ 이와 같은 분석결과는 연구개발협력 수행체계의 고유한 구조적·행태적 특성이 연구개발 성과의 차이를 가져올 수 있음을 시사한다. 즉, 연구개발 협력사업은 불가피하게 연구주체간의 상호협력을 핵심적 요소로 하고 있기 때문에 연구개발협력을 통해 더 높은 성과를 거두기 위해서는 이러한 구조적 특성을 최대한 고려하여 협업에서 오는 시너지 효과를 극대화할 수 있는 방향으로 연구개발사업의 열개를 구축할 필요가 있다. 이와 관련하여 본 연구의 결론으로 제시된 바와 같이 공동형 연구개발사업의 구조가 갖는 성과 측면의 장점을 고려하여 향후 국가연구개발사업의 사업관리 체계를 개선·정비함으로써 정책의 효율성을 더욱 제고할 수 있을 것이다.

■ 참고문헌

- 김권식·이광훈. 2013. “다부처 연구개발 사업 추진체계의 조직론적 탐색: O'Toole & Montjoy의 조직간 집행이론의 관점에서.” 《사회과학연구》. 52(2) : 1-39.
- 김현민·유재욱·유준승. 2013. “정부R&D과제 협력요소들과 연구개발 성과의 관계에 대한 연구: 연구원 수와 연구개발단계의 조절효과를 중심으로.” 《대한경영학회》. 26(3) : 695-718.
- 박영일. 1996. 《국가 대형연구개발사업의 기획 및 수행평가에 관한 연구: 선도기술개발사업을 중심으로》. 한국과학기술원 박사학위 논문.

5) 호혜형의 경우에는 특히건수에 미치는 영향의 방향이 일관되지도 않고 통계적으로 유의미하지도 않은 것으로 나타났다.

- 배진희·오명준·김현. 2014. “산업기술혁신사업의 성과창출에 미치는 영향에 관한 연구: 산학연협력형태를 중심으로.” 《기술혁신학회지》. 17(3) : 604-628.
- 안승구. 2015. 《정부R&D투자 효율화를 위한 중장기 이슈분석 및 정책기반 구축》. 한국과학기술기획평가원.
- 양동우·김다진. 2010. “기업의 R&D협력이 기업 성과에 미치는 영향: 콘텐츠산업 중심으로”, 《한국콘텐츠학회논문지》. 10(4): 306-316.
- 오준병·조운애. 2004. 《공동연구개발의 성공요인 분석: 정부지원 공동연구개발사업을 중심으로》. 산업연구원.
- 이옥선·김지대·김성용·이재욱. 2011. “학·연 연구개발 협력시스템이 성과에 미치는 영향에 관한 실증분석: 지질자원분야를 중심으로.” 《한국산학기술학회논문지》. 12(6): 2489-2499.
- 임의주·김창완·조근태. 2013. “대학 산학협력단의 기술사업화 인적구성 성과 산학협력 성과.” 《기술혁신연구》. 21(2): 115-136.
- 장금영. 2010. “연구개발투자의 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 정부의 산업 기술개발사업을 중심으로.” 《기술혁신연구》. 18(1): 75-98.
- 정도범·고운미·김경남. 2012. “중소기업의 산학연 연구개발(R&D) 협력과 기업 성과 분석.” 《기술혁신연구》. 20(1): 115-140.
- 차윤경. 2013. 《국가연구개발사업의 협력 거버넌스가 사업 성과에 미치는 영향-바이오·의료기술개발사업 코디네이터 제도를 중심으로》. 고려대학교 석사학위논문.
- 최태진. 2007. 《국가연구개발사업의 유형별 성과분석을 통한 전략적 연구관리체계 구축에 관한 연구》. 건국대학교 박사학위논문.
- 최호영. 2011. “과학기술계 정부출연연구기관의 연구개발성과 결정요인- 한국과학기술연구원(KIST) 사례연구.” 《기술혁신학회지》. 14(1): 791-812.
- 홍사균·황정태·유의선·백훈. 2006. 《정부연구개발사업의 추진구조와 성과와의 상관관계 분석: 기초연구를 중심으로》. 과학기술정책연구원.
- 황석원 외. 2009. 《국가연구개발사업 R&D 효율성 분석 및 제고방안》. 과학기술정책연구원.
- Aghion, Philippe, Howitt, Peter. 1992. “A Model of Growth Through Creative Destruction.” *Econometrica*, 60(2): 323-351.
- Ahuja, G. 2000. "Collaboration Networks, Structural Holes and Innovation: A Logitudinal Study." *Administrative Science Quartely*, 45(3): 425-455.

- Argyres & Silverman. 2004. "R&D, organizations structure, and the development of corporate technological knowledge." *Strategic Management Journal*, 25(8-9): 929-958.
- Bozeman Barry & Elizabeth Corley. 2004. "Scientists' Collaboration Strategies: Implications for Scientific and Technical Human Capital." *Research Policy*, 33(4): 599-616.
- Chesbrough, H. 2003. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Boston: Harvard Business School Press.
- Cooke, P. 1998. "Introduction: Origins of Concept." H. Braczk, P. Cooke, and M. Heidenreich (eds.). *Regional Innovation Systems*, UCL Press.
- Das, T. K. & B. S. Teng. 2000. "A resource-based theory of strategic alliances." *Journal of Management*, 26: 31-60.
- Dowling, M. J. & J. E. McGee. 1994. "Business and Technology Strategies and New Venture Performance: A Study of the Telecommunication Equipment Industry." *Management Science*, 40: 1663-1677.
- Freel, M. S. 2000. "External Linkages and Production Innovation in Small Manufacturing Firms." *Entrepreneurship and Regional Development*, 12: 245-266.
- Hagedoorn, J. 1993. "Understanding the Rationale of Strategic Technology Partering: Interorganizational Modes Cooperation and Sectoral Differences." *Strategic Management Journal*, 14: 371-385.
- Hagedoorn, J. & J. Schakenrad. 1994. "The effect of strategic technology aliances on company performance." *Strategic Management Journal*, 15: 291-309.
- Hillman, A. J., M. C. Withers & B. J. Collins. 2009. "Resource dependence theory: A review." *Journal of Management*, 35(6): 1404-1427.
- Huang, Kristal & Schroeder. 2010. "The Impact of Organizational Structure on Mass Customization Capability: A Contingency View." *Production and Operations Management*, 19(5): 515-530.
- Kay, N. 1988. "The R&D function: Corporate strategy and structure." in Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete L., (eds.). *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers.
- Lucas, Robert E. 1988. "On the mechanics of economic development." *Journal of*

Monetary Economics, 22(1): 3-42.

- Lee, S. & B. Bozeman. 2005. "The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity." *Social Studies of Science*, 18(35), 673-702.
- Narula, R. & G. Duysters. 2004. "Globalization and trends in international R&D alliances." *Journal of International Management*, 10(2): 199-218.
- Nieto, M. J. & L. Santamaria. 2007. "The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation." *Technovation*, 27(6-7): 367-377.
- O'Toole, Laurence J., Jr., & Robert S. Montjoy. 1984. "Interorganizational policy implementation: A theoretical perspective." *Public Administration Review*, 44: 491~503.
- «OECD». 2002. Frascati Manual.
- Shan, W., G. Walker, and B. Kogut. 1994. "Interfirm cooperation and startup innovation in the biotechnology industry." *Strategic Management Journal*, 15(5): 387-394.
- Stokey, Nancy L. 1991. "Human Capital, Product Quality, and Growth." *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2): 587-616.
- Thompson, J. D. 1967. *Organizations in Action*, New York: McGraw-Hill.

〈부록〉 사업별 연구개발협력 수행체계 유형 관련 설문항 및 응답결과 예시

사업(연구)단의 구조적 유형에 관한 설문항

■ 아래는 사업단의 유형에 관한 그림과 이에 대한 설명입니다.



- 위 그림에 나타난 3가지 사업단의 유형을 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 먼저, 연구개발 프로세스(process)의 측면에서 직렬형(순차형)과 병렬형으로 구분될 수 있다. 직렬형(순차형)이란 연구개발에 참여하는 연구자들간에 순차적·선형적으로 연결되어 전 단계의 연구자의 과제가 완성되어야지만, 다음 단계의 과제수행이 이루어질 수 있는 형태를 의미한다. 이에 비해 병렬형이란 사업에 참여하는 세부과제수행 주체들간에 개별적인 연구수행이 가능한 형태를 지칭한다. 여기서 병렬형의 경우, 연구개발 성과물(output)의 특성에 따라 가분적과 불가분적 두가지로 구별될 수 있다. 첫째, 연구개발성고가 가분적이라 함은 세부과제들이 수행된 결과, 각각 하나의 연구개발성과를 산출해 낼 수 있는 경우로서 공동형이라 명명할 수 있다. 둘째, 연구개발성고가 불가분적이라 함은 모든 세부과제들이 성공적으로 수행되어야만 연구개발 성과물이 최종적으로 산출되는 호혜형이다.

문1. 귀하께서 참여하고 있는 사업(연구)단은 위에서 설명한 세부과제들 간 관계를 고려할 때, 아래 3가지 유형 중 어느 유형에 해당한다고 생각하십니까?

- ① 순차형 ② 공동형 ③ 호혜형

문2. 귀하의 사업(연구)단을 위에서 선택한 유형으로 판단하신 이유를 아래 공란에 기입해주시기 바랍니다.

사업별 연구개발협력 수행체계 유형분류 및 근거 응답결과 예시

| 유형 | 과제명 | 유형식별 사유 |
|-----|---------------------------|---|
| 순차형 | 세포기능제어 연구센터 | 세부과제가 하나의 최종 산출물을 도출하는 과정에서 유기적으로 연계되어 있음 |
| | 당뇨질환 연구센터 | 연구 특성상 각 단계가 완성되어야만 다음 단계로 진행할 수 있음 |
| | 유전자 제어 의 과학 연구센터 | 치료물질 발굴과 도출이기 때문에 순차형이 가장 옳은 설명됨 |
| | 방재과학 글로벌 연구센터 | 본 센터는 유해 한약재 및 한방방제의 도출 → 기전 및 효능연구 (세포 및 동물) → 독성평가로 이루어지므로 순차형으로 판단하였으며, 센터연구과제 기획 때부터 이러한 순차형 연구방법이 각 연구자들의 전문성을 최대화하고, 또한 전체과제의 결과도출효율을 극대화하는 것으로 판단됨 |
| 공동형 | 노인성혈관질환 연구센터 | 과제마다의 연결성과 독립성이 있고, 세부과제별로 새로운 결과물이 나올 수 있음 |
| | 차세대 염료감응 태양전지 기술 센터 | 태양전지 효율향상이라는 목표 아래, 여러 가지 원료를 바탕으로 다양한 결과물이 도출됨. |
| | 편미분방정식 함수해석학 연구센터 | 형식적으로는 세부과제별로 작용소연구(예시의 주스)라는 큰 목표를 두고 각각 다른 소재 즉, 작용소이론적 방법, 조화해석적 방법, 편미분방정식적 방법 등의 소재(예시의 사과, 딸기 등)를 다루고 있기 때문임 |
| | 한국중성미자 연구센터 | 2종류의 총괄과제와 각 총괄과제의 세부과제가 중성미자 연구라는 동일한 연구 분야와 최종 목표의 측면에서 구성된 과제들이지만 각 과제들은 세부적인 연구 목표를 가지고 각각의 연구 성과를 산출할 수 있기 때문임 |
| 호혜형 | 기능성 소재 융합 플랫폼 센터 | 각 과제의 목표는 다르지만 전체 과제를 하나로 모아 Platform을 구축하는 것이 목적이기 때문에 호혜형으로 판단됨 |
| | 미토콘드리아 허브 제어 연구센터 | 각각의 연구파트에서 유기적으로 상호보완적, 조합적인 연구를 진행 중이기 때문임 |
| | 내인성 리간드 신호전달 조절 항암제 연구 센터 | 약을 개발하고 있기 때문에, 각 연구팀들의 결과를 모아야지만 최종결과물이 도출됨 |
| | 개인용 플러그 앤 플레이 디지털 전기자동차 | IT 분야 사업이기 때문에 각 과정, component들이 합쳐져야만 결과물이 도출될 수 있는 연구이기 때문임 |