기술혁신학회지 제15권 1호
2012년 3월 pp.185~202

대형 연구개발사업의 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 연구 : 21세기 프론티어연구개발사업을 중심으로

Achievement Characteristic Analysis for Large Scale Government R&D Projects Focusing on 21st Century Frontier R&D Program

권재철(Jae chul, Kwon)*, 문종범(Jong beom, Moon)**,
유왕진(Wang jin, Yoo)***, 이철규(Cheol gyu, Lee)****

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 기존 연구 검토
Ⅲ. 이론과 가설
Ⅳ. 연구방법
Ⅴ. 분석결과
Ⅵ. 결론 및 시사점

국 문 요 약

본 연구는 정부의 대표적인 대형연구개발사업인 21세기 프론티어 연구개발 사업의 성과에 영향을 미치는 요인을 분석하여 향후 대형 연구개발 사업을 추진하는 정부 정책 결정자와 연구단 관계자에게 정책적인 시사점을 주는데 목적이 있다. 기존 대형연구개발사업의 프로그램에 대한 성과분석과 평가는 일부 있었지만, 연구주체, 연구유형, 연구기간, 연구 분야에 따른 성과 특성과 성과에 영향을 미치는 요인을 분석한 연구는 부족한 실정이다.

이를 위해 교육과학기술부가 추진 중인 21세기 프론티어 연구개발 사업단 중 2010년과 2011년 사업단의 연구기간이 종료된 8개 사업단 과제 전체를 대상으로 정책요인별로 가설을 설정하였다. 사업을 수행한 연구주체의 소속(산업체, 대학, 출연연구소)에 따라 연구 성과에 차이가 있는지, 연구유형(기초, 응용, 개발)에 따라 성과에 차이가 있는지, 연구기간에 따라 성과에 차이가 있는지, 연구과제의 기술분야별로 성과에 차이가 있는지 등을 검증하였다. 연구 성과는 대학의 논문 성과가 출연연이나 산업체에 비해 높은 것으로 나타났으며, 산업체는 특허의 국외 출원과 등록이 높은 것으로 나타났다. 개발연구는 국내출원과 등록, 국외출원과 기술이전 계약의 성과가 높은 것으로 나타났으며, 장기간(6년 이상)의 연구가 단기 연구보다 국내출원이 높은 것으로 나타났다. 연구 대상 기술 분야(바이오, 나노, 에너지환경기술)별로도 연구 성과의 차이가 있음을 확인하였다.

핵심어 : 연구 성과, 21세기 프론티어 연구개발사업, 연구주체, 연구유형, 연구기간, 연구 분야

※ 논문접수일: 2012.1.20, 1차수정일: 2012.3.2, 게재확정일: 2012.3.30

* 프론티어성과센터 사무국장, 건국대 벤처전문기술학과 박사과정, kjc@frontier.re.kr, 02-736-9835
** 건국대학교 일반대학원 벤처전문기술학과, jmoon@konkuk.ac.kr, 02-2049-6002, 교신저자
*** 건국대학교 일반대학원 벤처전문기술학과, wjyoo@konkuk.ac.kr, 02-450-3526
**** 건국대학교 일반대학원 벤처전문기술학과, cglee@konkuk.ac.kr, 02-2049-6048

ABSTRACT

This study analyzed the achievement characteristics of 21st Century Frontier R&D Program depending on the subject of study, type, period in order to provide necessary data required during planning and execution of the large scale R&D projects. 21st Century Frontier R&D Program is a representative national R&D project that has been supported for a decade. The research achievements were analyzed for researchers who participated in each four projects completed in 2010 and 2011 among 16 R&D projects of 21st Century Frontier R&D Program promoted by Ministry of Education, Science and Technology.

The research is summarized as follows. First, the achievements varied depending on the main agent such as universities, R&D institutions, and industries. The achievement of universities includes significantly larger publications than those of R&D institutions and industries. Second, the rate of overseas patent application and registration were higher in industries significantly than those in other research agents. Third, the achievements differed depending on research type such as basic, applied, and development researches, and the development researches exhibited significantly higher achievements in domestic patent application and registration, overseas patent application, and technology transfer. Fourth, in terms of the research period, long-term projects show significantly larger number of domestic patent applications than those from short-term projects. Fifth, when achievements like the publication and overseas patent application were classified in such fields as bio, nano, and energy environment R&D, bio and nano fields showed higher achievement than the energy environment field.

This research could empirically confirm that the achievement characteristics of large scale and long-term government support R&D projects vary for each research properties.

Key Words : 21st Century Frontier R&D Program, achievement characteristics, main agent of research, research type, research period

I. 서 론

세계 각국은 국가 경쟁력을 강화하고 삶의 질을 높이기 위하여 기초기술 및 원천 기술의 연구개발 투자를 확대하고 있으며, 선진국은 세계 일등 기술을 확보하기 위하여 연구개발 전략 및 연구개발 추진 시스템의 혁신을 통해 최고 수준의 과학기술 경쟁력을 선도하고 있다. 1990년대 진입하면서 국가의 성장 모형은 자금, 인력, 장비의 요소 투입 형에서 혁신 주도형 성장 방식으로 전환되었다. 국제 외환 금융위기, 고유가 시대의 도래로 과거 성장 전략의 효용성이 감소되었고, 차세대 성장 동력 사업 육성 등을 통한 국민소득 증가에 대한 요구가 증가하였다. 21세기가 도래하면서 사회, 문화, 경제적인 측면에서 다양한 전망과 기대, 예측이 이루어졌다. 새로운 시대에서의 지속성장, 국가 경쟁력 확보, 삶의 질 향상을 위해 신산업 발굴과 육성을 통한 새로운 성장 동력 발굴이 요구되었다.

1992년부터 시작한 최초의 정부 대형연구개발사업인 선도 기술개발사업이 마무리되는 시점에서 정부에서는 새로운 전략과 연구개발 프로그램을 고민하게 되었다. 이에 21세기에 바이오 기술, 나노 기술, 에너지환경 기술 분야 등에서 최고 수준의 경쟁력을 확보하기 위하여, 1999년부터 교육과학기술부는 21C 프론티어 연구개발 사업[1]을 시행하고 있다. 동 사업은 10년 동안 장기간 연구수행을 지원한 대표적인 정부 연구개발 사업으로, 이후 착수된 기타 정부 연구개발 사업의 추진에 미친 영향은 다양하다. 우선, 기술혁신 주체간의 연계를 위해 산, 학, 연 협동 연구가 강화되었다. 둘째, 연구과제 선정, 연구팀 구성, 연구비 배분 등의 연구과정의 권한과 책임을 사업단장에게 부여하여 10년 동안 책임 운영제를 도입하였다. 셋째, 시대의 흐름과 기술의 변화에 대응한 단계별 목표의 조정과 연구 분야 재설정을 통한 효율적 운영이다.

이러한 노력에도 불구하고 아직까지 대형 연구개발 사업단의 연구개발 효율성에 대한 부정적인 인식은 줄어들지 않고 있다. 막대한 연구개발 사업 투입 자금에 대비해서 산업 경제적 효과가 큰 대형 연구 성과물 창출 여부와 세계를 선도할 원천 기술 확보 여부 등에서 미흡하다는 지적을 받고 있다.

현재까지 연구개발 사업의 중간 단계에서 연구과제에 대한 평가와 연구비 재조정 등이 이루어져 왔으나, 사업 종료 후 특정 사업단의 개별 연구 과제단위의 객관적인 자료를 바탕으로 연구개발 성과에 영향을 미치는 요인을 분석한 사례는 매우 드물다. 산업 지향적인 지식경제부 산하 산업기술개발 사업을 중심으로 성과 분석이 이루어진 바는 있으나, 기초연구 성격의

1) 21C 프론티어(연구개발)사업은 미래 원천기술, 공공 원천기술 중 강점 분야를 전략적으로 선택하여 세계 초일류기술을 확보함으로써 고부가가치 신산업 창출 기반을 마련하기 위한 장기대형 연구개발 사업으로 교육과학기술부, 지식경제부에서 22개 사업단을 운영 중에 있으며 사업단별로 매년 80억 원에서 100억 원 규모로 10년 간 지원되고 있는 특정 연구개발 사업임.

교육과학기술부 산하 연구개발 사업에 대한 분석은 미미한 실정이다.

본 논문에서는 21C 프론티어 연구개발사업의 지원과제를 대상으로 연구수행 주체별, 연구개발 단계별, 연구기간, 연구개발 분야별로 R&D 성과를 살펴보고자 한다. R&D 성과는 연구개발성과의 단기적 성과물인 논문, 특허와 장기적 성과물인 기술이전 계약 건수로 측정하였다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 전개된다. 동 연구의 근간이 되는 기존 연구에 대한 검토, 가설 형성의 이론적 배경, 자료의 특성과 가설검증을 위한 연구방법, 분석 결과의 제시, 마지막으로 이를 통해 얻은 결론과 정책시사점에 대해 언급하고 있다.

II. 기존 연구 검토

기존 연구개발 투자의 성과를 분석한 연구는 첫째, 연구개발 투자가 기업의 경영성과에 미치는 영향을 분석한 연구와 둘째, 연구개발 투자의 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 연구로 나누어 볼 수 있는데, 본 연구는 후자의 경우에 속한다. 후자의 연구는 다시 첫째, 산업의 구조와 연구개발 투자의 성과, 둘째, 기업의 규모와 연구개발 투자의 성과, 셋째, 기술협력과 연구개발투자의 성과, 넷째, 주인-대리인간의 지분구조와 연구개발 투자의 성과 등의 분야에서 다양한 형태로 연구가 이루어졌다(장금영, 2010).

본 논문의 주요한 이론적 기반 중의 하나가 기술협력과 연구개발 투자의 성과에 관한 연구이므로 여기서는 동 분야의 선행연구를 살펴보고자 한다. 일반적으로 기업들은 연구개발 투자의 성과를 높이기 위해서 다양한 형태의 기술협력을 하게 된다. 기술협력은 두 개 이상의 기업이 기술지식의 창출, 획득, 교류 및 협력을 위하여 특수 거래관계를 맺는 것으로 볼 수 있다(장금영, 2010). 기술협력이 일반적인 시장거래관계나 지분참여 등의 사업협력과 다른 점은 협력의 대상이 기술이라는 점이다. 기술협력에 관한 이론적 연구는 시스템 이론차원에서 이루어진 연구, 산업조직론 차원에서 이루어진 연구, 자원기반 관점에서 이루어진 연구, 거래비용이론의 관점에서 이루어진 연구로 나누어 볼 수 있다.

시스템 이론에 기반을 둔 관점에서의 혁신이란 기업과 기초과학 인프라 사이에, 기업내부의 서로 다른 기능 사이에, 사용자와 생산자간의 관계를 포함한 기업 간의 관계, 기업과 광범위한 제도적 환경간의 상호작용적 학습의 과정으로 파악한다(Lundvall, 1992). 산업 조직론적 관점에서는 기술지식의 파급 또는 R&D 외부성과 R&D 협력간의 관계에 초점을 맞추고 있으며 산업구조와 기술혁신 유인간의 관계를 연구한다(Jaffe, 1986; Bernstein and Nadiri, 1988).

자원기반이론에서는 기업을 핵심역량의 포트폴리오(Prahalad and Hamel, 1990)로 보고

기업은 혁신자원의 전략적 결합을 위해 기술협력을 한다고 본다. 즉, 협력 파트너간 자원의 보완성이 존재한다면 당사자들은 협력을 통해 자원을 상호 공동으로 활용함으로써 R&D 관련 비용을 절감하고 효율성을 높여 가치창출의 잠재력을 극대화한다는 것이다(Kogut, 1988; Das and Teng, 2000; Hagedoorn et al., 2000). 자원기반이론은 특히 기술협력의 파트너 선택에 대한 설득력이 상당히 높은데, 기업은 추구하는 R&D 혁신전략에 따라 필요로 하는 혁신자원을 가진 기관과 파트너십을 가지려고 한다.(Hagedoorn et al., 2000; 이장우·강용운, 2006; 이근재·최병호, 2007). 한편, 기존 국내의 대형연구개발사업의 선행연구 중 선도 기술개발사업에 대한 성과분석에서는 경제사회적평가에서 종합분석의 개념을 도입하여 종합분석틀을 확립하고 철저한 지표에 의한 분석방법론을 확립하였다. 설문조사, 인터뷰, 전문가 패널 검토의 정성적 기법과 서지분석, 특허분석, 미시 경제적 분석, 거시 경제적 분석의 정량적 기법이 상호 보완성을 갖도록 혼합하여 사용하였다(최기련, 2003). 다음으로 중점 연구개발 사업에 대한 성과분석에서는 사업단의 성격 및 유형별 특성에 따른 평가시스템을 설계하는 것을 원칙으로 하되 프로그램의 특수성과 차별성이 있는 경우 이러한 점이 평가에 반영될 수 있도록 평가시스템에 반영하였다.

사업성과의 평가와 연구조직의 평가를 구분하여 평가하였으며, 사업단을 사업단별, 기술 분야별, 추진유형 및 선정경위, 사업기간별 형태에 따라 분류하여 현상분석을 수행하였다(민철구, 2003). 국가지정연구실사업에 대한 성과분석에서는 1999년도 선정 후 5년간의 종료 사업을 대상으로 분석을 수행하였다. 이를 통해 현재 추진되고 있는 국가지정연구실사업의 개선발전을 위한 중간점검의 차원뿐만이 아니라 유사한 타 연구사업의 적절성을 검토하는 출발점이 될 수 있었다.

1999년 선정 연구실에 대한 종합분석 결과를 기초로 하여 국가지정연구실 사업 프로그램평가 및 2단계 사업기획 필요성, 국가지정연구실사업 홍보 및 성과활용 제도 마련의 필요성, 국가지정연구실사업 중 장기발전방향을 제안하였다(금동화, 2003). 이와 같이, 기존의 선행연구들은 연구개발 사업의 전체 프로그램 단위의 분석으로 연구개발의 직접적인 산출물뿐만 아니라 국가나 사회 전반에 미칠 성과 및 경제적 파급효과에 대한 분석이 주를 이루었다(서의호, 2009).

한편, 지식경제부의 산업기술개발 사업에 대한 연구주체의 유형이나, 대기업, 중소기업, 벤처기업의 참여에 따른 R&D 성과 차이에 대한 분석이 있으나, 연구개발 속성이 다른 기초과학분야의 교육과학기술부의 21세기 프론티어 연구개발 사업에 대한 분석은 전무한 실정이다. 동 연구는 정부의 대표적인 장기 대형 연구개발 사업에 대해 연구과제별 성과를 연구 주체, 연구유형, 연구기간, 연구 대상 기술 분야별로 분석한 사례로서 의미가 있다.

III. 이론과 가설

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발 사업의 성과에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다.

첫째, 연구개발 주체에 따라 R&D 성과가 달라질 것으로 보았다. 21세기 프론티어사업은 장기적인 대형 연구개발 사업으로서 연구수행주체로 대학, 출연연, 산업체가 고루 참여하고 있다. 이것은 자원기반관점(Wernerfelt, 1984)에서 각각의 연구수행 주체들이 보유하고 있는 인적, 물적 자원의 특성은 차별적이라는 자원 이질성을 가정하고 있다(Barney, 2002). 이와 관련하여 장금영(2010)은 기업이나 연구소에 비해 대학이 특허 및 논문 차원의 R&D 성과가 높으며, 벤처기업의 특허 성과는 중소기업의 특허성과에 비해 높음을 제시하여 주관기관 유형별에 따라 정부의 연구개발사업 성과에 차이가 있음을 제시하였다. 따라서 이와 같은 대학, 출연연, 산업체의 연구개발 주체와 R&D 성과의 차이를 분석하기 위한 가설을 설정하였다.

가설 1) 대학, 출연연, 산업체의 연구개발 주체에 따라 R&D 성과에 유의한 차이가 있을 것이다.

둘째, 기초, 응용, 개발의 연구개발 유형에 따라 R&D 성과가 달라질 것으로 보았다. Rosa Grimaldi & Nick von Tunzelmann(2003)은 영국의 대표적인 대형연구개발사업인 LINK 프로그램을 대상으로 한 분석에서 기초연구보다는 응용연구 분야에서 뚜렷한 연구 성과 요인이 나타났음을 제시하였다. OECD는 연구개발의 유형을 기초연구, 응용연구, 개발연구로 분류하고 있다(OECD, 2002). 이에 따라 21세기 프론티어 연구개발 사업의 세부과제들 또한 연구개발 단계에 따라서 기초연구, 응용연구, 개발연구 및 기타의 네 종류로 구분되고 있다(프론티어연구성과지원센터, 2010).

기초연구는 일차적으로 관측 가능한 사실의 기초가 되는 새로운 지식을 습득하기 위해 행하는 실험적 또는 이론적 활동으로서 실제적 응용은 고려하지 않은 연구이다. 응용연구는 새로운 과학적 지식의 획득을 목적으로 하는 창조적 활동으로써, 특정한 실제 응용을 직접적으로 지향한다. 개발연구는 연구 또는 실제의 경험으로부터 습득한 기존의 지식을 이용하여 새로운 공정, 시스템, 그리고 서비스를 도입하거나 기존 기술의 본질적 개량을 목적으로 한다.

이러한 OECD의 연구개발 유형 분류를 R&D 성과와 연관시켜보면 기초연구는 순수한 학문적인 연구로서 주로 이공계 대학에서 행해지는 연구와 같이 새로운 자연법칙이나 사실을 발견하는 것을 목적으로 하기 때문에 연구 성과는 주로 학술논문으로 나타난다. 응용연구는 발견된 법칙이나 사실을 경제적인 용도에 이용할 수 있는 방법을 추구할 목적으로 수행하기 때문

에 연구 성과는 주로 특허로 나타난다.

일반적으로 개발연구와 응용연구 사이에 유사한 속성이 존재하게 된다. 즉, 개발연구는 본질적으로 상업화 추진을 목적으로 하기 때문에, 연구 성과는 응용연구와 유사하게 특허와 상용화 건수(기술계약)로 나타나게 된다. 따라서 이와 같은 연구개발의 유형과 R&D성과의 차이를 분석하기 위한 가설을 설정하였다.

가설 2) 기초, 응용, 개발의 연구개발 유형에 따라 R&D 성과에 유의한 차이가 있을 것이다.

셋째, 연구규모에 따라 R&D 성과가 달라질 것으로 보았다. Rosa Grimaldi & Nick von Tuzelmann(2003)은 업종별 프로젝트 성과 결정요인을 분석하였는데, 이를 통해 프로젝트 기간과 비용에 따른 성과 차이를 분석하였는데, 규모가 크고 총 비용과 연구 참여자 수가 많을수록 성과가 높음을 제시하였다. 따라서 이와 같은 연구개발의 규모와 R&D성과의 차이를 분석하기 위한 가설을 설정하였다.

가설 3) 단기, 중기, 장기의 연구개발 기간에 따라 R&D 성과에 유의한 차이가 있을 것이다.

넷째, 연구대상 분야에 따라 R&D 성과가 달라질 것으로 보았다. Rosa Grimaldi & Nick von Tuzelmann(2003)에 의하면 바이오, 전자, 화학 등 산업분야에 따라 성과요인이 상이하게 나타났다. 21세기 프론티어 사업은 바이오기술, 나노기술, 에너지환경기술 분야 등 다양한 영역의 사업단이 참여를 하는 고유의 특성을 가지고 있다. 이에 따라 각 영역의 기술속성에 따라 성과 차이를 분석해 보는 것이 각종 연구 개발 프로그램에 사업단 체제를 정착 및 확산시키고, R&D 혁신 및 선진화의 기반 제공에 기여할 수 있을 것이다. 따라서 이와 같은 연구개발 대상기술의 속성과 R&D성과의 차이를 분석하기 위한 가설을 설정하였다.

가설 4) 바이오, 나노, 에너지환경의 연구개발 분야에 따라 R&D 성과에 유의한 차이가 있을 것이다.

IV. 연구방법

1. 분석 대상

본 연구의 분석대상은 21세기 프론티어 연구개발사업의 16개 사업단 중에서 2011년까지 공식적으로 종료가 된 8개 사업단의 연구를 수행한 연구자들의 과제들이다. 이들 8개 사업단

은 인간유전체기능연구사업단, 테라급나노소자개발사업단, 자생식물이용기술개발사업단, 자원재활용기술개발사업단, 생체기능조절물질개발사업단, 작물유전체기능연구사업단, 차세대초전도응용기술개발사업단, 수자원의 지속적 확보기술개발사업단이다. 각 사업단은 10년간 사업단의 목표 달성을 위해 연구 과제를 배분하여 연구를 진행하였고, 동일 연구자가 동일 분야 연구를 지속하는 경우 과제명은 달라질 수 있으므로 동일 연구자가 수행한 연구과제는 합산하여 성과를 취합하여 분석하였다. 이로써 인간유전체기능연구사업단 143명, 테라급 나노소자 개발 사업단 118명, 자생식물이용기술개발 사업단 168명, 자원재활용기술개발사업단 66명, 작물유전체기능연구사업단 122명, 생체기능물질개발사업단 98명, 수자원확보 및 이용기술개발사업단 135명, 차세대초전도응용기술개발사업단 57명 등 총 907명 연구자의 과제를 대상으로 연구 성과를 분석하였다.

2. 변수 및 요약통계

본 연구에서 연구개발 성과변수는 논문, 특허, 기술이전계약 건수 등 3개 종속변수로 설정하였다. 또한 성과변수(종속변수)를 분류할 범주형 변수(독립변수)로 연구개발 주체, 유형, 기간, 기술 분야 등 4개 독립변수를 고려하였다. 종속변수와 독립변수의 구분과 연관된 세부 내용은 〈표 1〉과 같다.

〈표 1〉 변수의 구분 및 내용

독립변수	연구개발 주체	대학, 출연연구소, 산업체
	연구개발 유형	기초연구, 응용연구, 개발연구
	연구개발 기간	단기 : 1~3년, 중기 : 1~6년, 장기 : 1~10년
	연구개발 분야	바이오 기술 사업단 : 인간유전체, 자생식물, 작물유전체 나노 기술 사업단 : 테라급 나노 에너지환경 기술 사업단 : 자원재활용, 초전도, 수자원확보
종속변수	논문	해당 기간 내에 국내·외 SCI 급 학술지에 게재된 논문수의 합으로 구분하여 조사
	특허	해당 기간 내에 국내 출원특허, 국내 등록특허, 해외 출원특허, 해외 등록특허로 구분하여 조사
	기술이전계약	해당 기간 내에 기술이전계약이 발생한 경우

개별 사업단의 연구 성과 요약통계는 〈표 2〉와 같다. 또한 연구비용 1억 원당 성과로 표현한 통계는 〈표 3〉과 같다.

〈표 2〉 사업단별 성과 총괄

사업단명	연구비 총액 (백만)	SCI 수	국내출원	국내등록	국외출원	국외등록	기술이전 계약건수
인간유전체	98,229	507	250	119	104	25	9
테라급나노소자개발	90,360	937	681	435	568	217	17
자생식물이용기술개발	97,266	947	574	267	236	35	42
자원재활용기술개발	97,796	326	391	223	69	13	102
작물유전체기능연구	97,126	690	418	278	236	30	22
생체기능조절물질개발	74,786	366	151	97	115	32	15
수자원의지속적확보 기술개발	94,576	346	199	89	23	1	44
차세대초전도응용 기술개발	97,047	49	31	18	7	3	5

〈표 3〉 사업단별 연구비 1억 원당 성과 요약통계

사업단명	SCI수	국내출원	국내등록	국외출원	국외등록	기술이전 계약건수
인간유전체	0.52	0.25	0.12	0.11	0.03	0.01
테라급나노소자개발	1.04	0.75	0.48	0.63	0.24	0.02
자생식물이용기술개발	0.97	0.59	0.27	0.24	0.04	0.04
자원재활용기술개발	0.33	0.40	0.23	0.07	0.01	0.10
작물유전체기능연구	0.71	0.43	0.29	0.24	0.03	0.02
생체기능조절물질개발	0.49	0.20	0.13	0.15	0.04	0.02
수자원의지속적확보 기술개발	0.37	0.21	0.09	0.02	0.001	0.05
차세대초전도응용 기술개발	0.05	0.03	0.02	0.01	0.003	0.01
평균	0.56	0.36	0.20	0.18	0.05	0.03
표준편차	0.33	0.23	0.15	0.20	0.08	0.03
변동계수(표준편차/평균)	0.60	0.65	0.71	1.09	1.60	0.95

〈표 3〉에서 성과 변수는 개별 사업단에 따라 상당한 차이를 보이고 있다. 성과변수들의 상대적인 변동을 비교하기 위해서 변동계수를 살펴보면 국외 등록, 기술계약, 국외출원, 국내등록, 국내출원, SCI논문 순으로 나타났다. 따라서 성과변수의 변동계수가 상당히 다르고, 표준편차도 크기 때문에 범주형 변수(독립변수)에 따라 유의한 차이가 있는지 여부를 검정할 필요가 있다.

3. 분석방법

본 연구에서는 연구개발 주체, 유형, 비용, 기간, 분야 등 범주형 독립변수가 개발 성과인

논문, 특허, 기술이전계약 등 종속변수에 미치는 영향을 분석하기 위해서 일원배치 일변량 분산분석(one-way ANOVA)을 실행하였다. 즉, 독립변수 수준에 따라 개별 성과변수의 모평균 사이에 유의한 차이가 있는지 여부를 F-검정하였다. 또한 분산분석 결과 유의한 차이가 있는 경우 쉐페(scheffe)의 방식을 채택하여 사후분석(post-hoc analysis)을 실시하였다.

V. 분석결과

1. 연구개발 주체별 성과차이분석

첫 번째 연구가설은 대학, 출연연, 산업체 등 연구개발 주체에 따라 21세기 프론티어 사업 성과에 유의한 차이가 있는지 유의수준 5%에서 검정하였다. 이를 위해 연구개발 주체를 독립변수로 하고, 연구성과를 종속변수로 설정한 분산분석 검정결과는 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 연구개발 주체별 성과차이 분산분석 검정결과

종속변수	연구개발 주체	N	Mean	S.D.	F(df)	p-값
논문수	대학	469	0.93	1.48	14.951	.000**
	출연연	203	0.49	0.80		
	산업체	180	0.40	1.20		
국내출원	대학	469	0.37	0.78	.005	.995
	출연연	203	0.38	0.66		
	산업체	180	0.38	0.88		
국내등록	대학	469	0.20	0.52	.460	.632
	출연연	203	0.25	0.52		
	산업체	180	0.23	0.86		
국외출원	대학	469	0.09	0.36	11.379	.000**
	출연연	203	0.09	0.28		
	산업체	180	0.32	1.04		
국외등록	대학	469	0.03	0.18	6.701	.001**
	출연연	203	0.02	0.07		
	산업체	180	0.09	0.36		
기술이전	대학	469	0.03	0.12	4.225	.015*
	출연연	203	0.04	0.09		
	산업체	180	0.07	0.32		

*p〈.05(유의함), **p〈.01(매우 유의함)

유의수준 5%에서 검정결과 연구개발주체에 따라 성과변수 중 논문수, 국외출원, 국외등록에서 매우 유의한 차이를 보였으며, 국내출원과 국내등록에서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 할 수 없는 것으로 나타났다. 또한 두 개 연구개발주체에 따른 사업성과 차이를 비교하기 위해 쉐페(scheffe)방법을 이용하여 사후분석을 실시하였다. 〈표 5〉 사후 분석결과, 1) 논문은 학교가 출연연과 산업체보다 유의한 양의 차이가 있는 것으로 나타났다. 2) 국외출원과 국외등록의 경우 산업체가 학교와 출연연보다 유의하게 성과가 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

〈표 5〉 연구개발 주체별 사후분석

종속변수	(I)연구개발주체	(J)연구개발주체	평균차 (I-J)	Std. Error	Sig.
논문수	대학	출연연	.43804	.10852	.000**
	대학	산업체	.53223	.11325	.000**
	출연연	산업체	.09419	.13224	.776
국외출원	대학	출연연	-.00273	.04720	.998
	대학	산업체	-.22574	.04926	.000**
	출연연	산업체	-.22300	.05752	.001**
국외등록	대학	출연연	.00757	.01815	.917
	대학	산업체	-.06365	.01894	.004**
	출연연	산업체	-.07123	.02212	.006**

*p〈.05(유의함), **p〈.01(매우 유의함)

2. 연구개발 유형별 성과차이분석

두 번째 연구가설은 기초, 응용, 개발의 연구개발 유형에 따라 개발성과에 유의한 차이가 있는지 유의수준 5%에서 검정하였다. 이를 위해 연구개발 유형을 독립변수로 하고, 연구 성과를 종속변수로 설정한 분산분석 검정결과는 〈표 6〉과 같다.

유의수준 5%에서 검정결과 연구개발 유형에 따라 성과변수 중 국내출원, 국내등록, 기술이전 등에서 매우 유의한 차이를 보였으며, 국외출원에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 논문수와 국외등록에서 유의한 차이가 있다고 할 수 없는 것으로 나타났다. 또한 두 개 연구개발 유형에 따른 사업성과의 차이를 비교하기 위해 쉐페(scheffe)방법을 이용하여 사후분석을 실시하였다. 〈표 7〉의 사후분석결과 국내 출원, 국내등록, 국외출원, 기술이전 등에서 개발연구가 기초연구와 응용연구보다 통계적으로 유의하게 성과가 높은 것으로 나타났다.

〈표 6〉 연구개발 유형별 성과차이 분산분석 검정결과

종속변수	연구개발유형	N	Mean	S.D.	F(df)	p-값
논문수	기초연구	212	0.83	1.38	1.313	.270
	응용연구	176	0.60	1.56		
	개발연구	241	0.68	1.38		
국내출원	기초연구	212	0.19	0.43	11.722	.000**
	응용연구	176	0.30	0.79		
	개발연구	241	0.54	0.96		
국내등록	기초연구	212	0.12	0.32	6.935	.001**
	응용연구	176	0.16	0.51		
	개발연구	241	0.33	0.88		
국외출원	기초연구	212	0.08	0.43	4.393	.013*
	응용연구	176	0.07	0.37		
	개발연구	241	0.22	0.82		
국외등록	기초연구	212	0.02	0.23	1.196	.303
	응용연구	176	0.02	0.12		
	개발연구	241	0.05	0.28		
기술이전	기초연구	212	0.00	0.02	18.393	.000**
	응용연구	176	0.02	0.09		
	개발연구	241	0.07	0.20		

*p〈.05(유의함), **p〈.01(매우 유의함)

〈표 7〉 연구개발 유형별 사후분석

종속변수	(I)연구개발유형	(J)연구개발유형	평균차 (I-J)	Std. Error	Sig.
국내출원	기초연구	응용연구	-.11008	.07810	.371
	기초연구	개발연구	-.34091	.07212	.000**
	응용연구	개발연구	-.23084	.07594	.010**
국내등록	기초연구	응용연구	-.04670	.06481	.771
	기초연구	개발연구	-.21165	.05985	.002**
	응용연구	개발연구	-.16495	.06302	.033*
국외출원	기초연구	응용연구	.00990	.06131	.987
	기초연구	개발연구	-.14144	.05661	.045*
	응용연구	개발연구	-.15134	.05961	.040*
기술이전	기초연구	응용연구	-.01285	.01337	.630
	기초연구	개발연구	-.07023	.01235	.000**
	응용연구	개발연구	-.05738	.01300	.000**

*p〈.05(유의함), **p〈.01(매우 유의함)

3. 연구개발 기간별 성과차이분석

세 번째 연구가설은 단기, 중기, 장기간의 연구개발 기간에 따라 연구 성과에 유의한 차이가 있는지 유의수준 5%에서 검정하였다. 이를 위해 연구개발 기간을 독립변수로 하고, 연구성과를 종속변수로 설정한 분산분석 검정결과는 〈표 8〉과 같다.

〈표 8〉 연구개발 기간별 성과차이 분산분석 검정결과

종속변수	연구개발기간	N	Mean	S.D.	F(df)	p-값
논문수	단기	486	0.63	1.49	2.559	.078
	중기	181	0.82	1.03		
	장기	185	0.84	1.00		
국내출원	단기	486	0.31	0.79	4.643	.01**
	중기	181	0.42	0.77		
	장기	185	0.50	0.73		
국내등록	단기	486	0.19	0.69	2.307	.100
	중기	181	0.21	0.42		
	장기	185	0.30	0.51		
국외출원	단기	486	0.11	0.62	2.988	.051*
	중기	181	0.14	0.40		
	장기	185	0.23	0.58		
국외등록	단기	486	0.03	0.26	.346	.708
	중기	181	0.04	0.15		
	장기	185	0.05	0.15		
기술이전	단기	486	0.04	0.22	.459	.632
	중기	181	0.03	0.10		
	장기	185	0.05	0.09		

*p〈.05(유의함), **p〈.01(매우 유의함)

유의수준 5%에서 검정결과 연구개발 기간에 따라 성과변수 중 국내출원에서 매우 유의한 차이를 보였으며, 국외출원에서 유의한 차이가 확실하게 나타나지는 않았다. 그리고 나머지 논문수, 국내등록, 국외등록, 기술이전 등에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 두 개 연구개발 기간에 따른 사업성과의 차이를 비교하기 위해 쉐페(scheffe)방법을 이용하여 사후분석을 실시하였다. 〈표 9〉의 사후분석결과 국내출원에서 장기 연구가 단기 연구보다 유의하게 성과가 높은 것으로 나타났다.

〈표 9〉 연구개발 기간별 사후분석

종속변수	(I) 연구개발 기간	(J) 연구개발 기간	평균차 (I-J)	Std. Error	p-값
국내출원	단기	중기	-.11298	.06724	.244
	단기	장기	-.19377	.06671	.015*
	중기	장기	-.08079	.08073	.606

*p〈.05(유의함), **p〈.01(매우 유의함)

4. 연구개발 분야별 성과차이분석

네 번째 연구가설은 바이오기술, 나노기술, 에너지환경기술 등 연구개발 분야에 따라 연구성과에 유의한 차이가 있는지 유의수준 5%에서 검정하였다. 이를 위해 연구개발 분야를 독립변수로 설정한 분산분석 검정결과는 〈표 10〉과 같다.

〈표 10〉 연구개발 분야별 성과차이 분산분석 검정결과

종속변수	연구개발비용	N	Mean	S.D.	F(df)	p-값
논문수	바이오사업단	517	0.81	1.15	15.706	.000**
	나노사업단	110	1.05	2.15		
	환경에너지사업단	225	0.32	1.01		
국내출원	바이오사업단	852	0.71	1.31	1.798	.166
	나노사업단	517	0.41	0.75		
	환경에너지사업단	110	0.39	0.96		
국내등록	바이오사업단	225	0.29	0.72	3.863	.021*
	나노사업단	852	0.38	0.78		
	환경에너지사업단	517	0.25	0.68		
국외출원	바이오사업단	110	0.28	0.74	8.088	.000**
	나노사업단	225	0.12	0.27		
	환경에너지사업단	852	0.22	0.61		
국외등록	바이오사업단	517	0.16	0.59	14.121	.000**
	나노사업단	110	0.28	0.91		
	환경에너지사업단	225	0.03	0.09		
기술이전	바이오사업단	517	0.12	0.37	1.432	.239
	나노사업단	110	0.02	0.12		
	환경에너지사업단	225	0.35	0.96		

*p〈.05(유의함), **p〈.01(매우 유의함)

유의수준 5%에서 검정결과 연구개발 분야에 따라 성과변수 중 논문, 국외출원, 국외등록 등에서 매우 유의한 차이를 보였으며, 국내등록에서 유의한 차이가 확실하게 나타나지는 않았다. 그리고 국내출원과 기술이전 등 에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 두 개 연구개발 분야에 따른 사업성과의 차이를 비교하기 위해 쉐페(scheffe)방법을 이용하여 사후분석을 실시하였다. 〈표 11〉의 사후분석결과 1) 논문과 국외출원에 있어서 바이오 사업단과 나노 사업단이 환경에너지 사업단보다 유의하게 성과가 높은 것으로 나타났다. 2) 국내등록에 있어서 바이오 사업단이 환경에너지 사업단보다 유의하게 성과가 높은 것으로 나타났다. 3) 국외등록에 있어서 나노 사업단이 바이오 사업단과 환경에너지 사업단보다 유의하게 성과가 높은 것으로 나타났다.

〈표 11〉 연구개발 분야별 사후분석

종속변수	(I) 연구개발 비용	(J) 연구개발 비용	평균차 (I-J)	Std. Error	Sig.
논문수	바이오사업단	나노사업단	-.23652	.13551	.219
	바이오사업단	환경에너지사업단	.49266	.10307	.000**
	나노사업단	환경에너지사업단	.72918	.15014	.000**
국내등록	바이오사업단	나노사업단	-.03487	.06354	.860
	바이오사업단	환경에너지사업단	.12201	.04833	.042*
	나노사업단	환경에너지사업단	.15689	.07040	.084
국외출원	바이오사업단	나노사업단	-.12067	.05920	.126
	바이오사업단	환경에너지사업단	.13076	.04503	.015*
	나노사업단	환경에너지사업단	.25143	.06560	.001**
국외등록	바이오사업단	나노사업단	-.10450	.02249	.000**
	바이오사업단	환경에너지사업단	.02460	.01711	.356
	나노사업단	환경에너지사업단	.12910	.02492	.000**

*p〈.05(유의함), **p〈.01(매우 유의함)

5. 분석 결과 요약

본 연구를 통해 도출된 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 연구주체에 따른 성과분석결과 대학은 논문 성과가 출연연이나 산업체에 비해 높은 것으로 나타났다. 이는 대학이 논문 성과에 체계적인 대응을 하고 있음을 보여준다. 둘째, 산업체는 특허의 국외 출원과 국외등록 성과가 높은 것으로 나타났는데, 산업체의 경우 해외 시장 공략을 목표로 전략적인 특허

포트폴리오 전략을 추구하고 있음을 알 수 있다. 셋째, 개발연구가 특허의 국내출원과 국내등록, 국외출원과 기술이전 계약의 성과가 높은 것으로 나타났는데, 이는 시장 지향적이며 당장 실용화 연구에 근접한 개발 연구의 특성을 보여주는 것으로 해석할 수 있다. 넷째, 연구기간에 따라서 장기간의 연구가 단기 연구보다 국내출원이 높은 것으로 나타났는데, 이는 장기간 연구를 진행할수록 특허 출원의 성과가 높아진다는 것을 확인 할 수 있다. 연구초기에는 논문게재를 통하여 연구 성과를 축적하고, 연구실험을 통한 4~5년가량의 실험과 현장실증을 통하여 노하우가 축적되면 이를 실용화·사업화하기 위한 전 단계로 국내특허를 출원하는 단계가 일반적이다. 따라서 단기 연구보다는 장기간의 연구가 진행될수록 특허 출원의 성과가 높아진다고 판단된다. 다섯째, 바이오 사업단과 나노 사업단이 국외특허출원이 높은 것으로 나타났다. 국내 특허등록은 바이오 사업단이 높은 것으로 나타났고, 국외 특허등록은 나노사업단이 높은 것으로 나타났다. 이는 연구 분야에 따라 사업단별로 성과가 차이가 난다는 점을 확인한 것이다.

VI. 결론 및 시사점

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발 사업이 최종 종료단계에 진입한 시기에 각 사업단별 연구 성과를 점검해보고, 성과에 영향을 미치는 요인을 연구 분석하였다. 그 결과 본 연구를 통해 요약할 수 있는 정책적인 시사점과 기여는 다음과 같다. 첫째, 대학의 논문 성과가 높은 것은 대학의 연구진이 논문 성과에 체계적으로 대응한 결과이며, 특히 논문 중심의 과제평가에 연구자들이 중점을 두고 있는 현실을 반영한 것으로 해석할 수 있다. 산업체의 국외 출원과 등록이 높은 것은 기업의 이윤을 극대화하기 위해 국내 이외에도 해외 시장 개척 및 판로 확보를 위해 해외 특허 출원과 등록에 적극적으로 나선 결과로 해석할 수 있다. 반면, 출연연은 논문과 특허에서 의미 있는 차이나 성과를 보여주지 않는 것으로 나타났는데, 그 원인까지 제시하지 못한 점은 본 연구의 한계이다. 이에 대해서는 향후 원인 분석이 이뤄져야 할 것이다.

둘째, 개발연구가 국내출원과 등록, 국외 출원, 기술이전 계약의 성과가 높은 점을 볼 때, 기초원천 성격의 과제를 수행하는 교육과학기술부의 과제 구성에서도 기초, 응용, 개발의 단계별 연구가 적절히 분포되어야 연구 성과가 고루 창출될 수 있으므로 향후 정부 연구과제 기획에 참고자료가 될 수 있다. 셋째, 장기간의 연구가 단기 연구보다 국내출원에서 성과가 높은 것으로 볼 때, 21세기 프론티어 사업과 같이 장기적이면서 대규모의 연구비가 복합적으로 투여되는 성격의 R&D의 경우, 꾸준한 과제 관리와 단기적 성과 평가보다 장기적 안목으로 연구투자 및 연구 관리할 필요가 있음을 암시하는 것이라 할 수 있다. 넷째, 동일한 연구개발

프로그램 내에서도 서로 이질적인 기술 분야의 연구를 수행하는 사업단과 연구과제의 연구 성과는 서로 다르게 창출되고 있으므로, 사업단간 평가기준의 적용에 신중을 기하는 등 현행 평가방식의 개선이 필요하다.

참고문헌

금동화 (2003), "KIST기관 고유사업 성과분석", 한국기술혁신학회 2003년 추계학술 대회, 2003.11, pp. 5-425.

민철구 외 (2003), "대학의 연구능력 확충을 위한 연구지원체계의 혁신", 과학기술 정책연구원.

서의호 (2009),「대형 연구개발사업 성과분석 모델개발 및 성과측정 연구」, 프론 티어 성과지원센터.

이근재·최병호 (2007), "기술지식의 유출입이 R&D 협력에 미치는 영향",「경제연구」, 제5권 제1호 pp. 31-53.

이장우·강용운 (2006), "대-중소기업간 협력이 기술혁신성과에 미치는 영향에 관한 탐색적 연구",「중소기업연구」, 제8권 제호, pp. 243-268.

장금영 (2010), "연구개발투자의 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 정부의 산업기술개발사업을 중심으로",「기술혁신연구」, 제18권 제1호.

장진규 (2001),「공공연구개발투자의 생산성분석 방법론 개발, 과학기술정책연구원.

최기련 (2003),「선도기술개발사업(G7)의 프로그램 종합분석 연구」, 과학기술부.

프론티어연구성과지원센터 (2010),「21세기 프론티어 사업, 미래를 말하다」

Barney, J. B. (2002), "Gaining and sustaining competitive advantage" (Prentice Hall).

Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri (1988), "Inter-Industry R&D Spillovers, Rates of Return and Production in High Tech Industries", American Economic Review, Vol. 78, pp. 429-434.

Das, T. and B. S. Teng (2000), "A Resource-Based Theory of Strategic Alliances", Journal of Management, Vol. 26, pp. 31-61.

Hagedoorn, J., A. Link and N. Vonortas (2000), "Research Partnerships", Research Policy, Vol. 29, pp. 567-586.

Jaffe, A. B. (1986), "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firm's Patents, Profits and Market Value", American Economic Review, Vol. 76, pp.

984-1001

Kogut, B. (1988), "Joint Ventures: Theoretical and Empirical Perspectives", Strategic Management Journal, Vol. 9, pp. 319-332.

Lundvall, B. (1992), "*National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*", London: Pinter.

OECD (2002), 「*Frascati Manual Paris*」: OECD.

Prahalad, C. K. and G. Hamel (1990), "The Core Competence and the Corporation", Harvard Business Review, Vol. 68, pp. 71-91.

Wernerfelt, B. (1984), "A Resource-based View of the Fiirm", Strategic Management Journal, 5, 171-80.

권재철

건국대학교 대학원 벤처전문기술학과 박사 수료, 현재 교육과학기술부 한국연구재단 프론티어연구성과지원센터 사무국장으로 재직 중.

문종범

1997: 보스턴대학교 경영학과 학사, 2000: 서울대학교 경영학과 경영학 석사, 2005: 서울대학교 경영학과 경영학 박사, 현재: 건국대학교 벤처전문기술학과, 신 산업융합학과 교수, 관심분야: 벤처경영, 공급사슬관리, 서비스경영, IT경영

유왕진

1984: 건국대학교 공과대학, 산업공학과, 학사. 1986: 미시간웨인주립대학교 공과대학, 산업 및 제조공학과, 석사. 1990: 미시간웨인주립대학교, 공과대학, 산업 및 제조공학과, 박사. 현재: 건국대학교 산업공학과, 벤처전문기술학과, 신산업융합학과 교수. 관심분야: 산업공학(Industrial Engineering) 및 기술경영(MOT)

이철규

1987: 건국대학교 산업공학과 학사. 1991: 일본 게이오대학교 관리공학 공학석사, 1997: 일본 게이오대학교 바이오기술 공학박사. 현재 : 건국대학교 기술경영학과,벤처전문기술학과 교수. 관심분야: 벤처기술경영, 벤처창업 등이다.