

국가연구개발사업의 기술적 성과창출 영향요인에 관한 연구: 기계 및 화학 산업 기술개발사례를 중심으로*

최지영* · 강근복**

I. 서론

현대사회에서 과학기술은 국가경쟁력의 원천이다. 이런 이유로 세계 각국은 과학기술 주도권 확보를 통한 국가경쟁력 향상을 위해 연구개발에 막대한 재원을 투자하고 있다. 우리나라는 1970년대 이후에 국가경쟁력 향상을 위해 국가가 주도적으로 기술개발에 대규모의 예산을 투입해왔다. 최근 5년 동안('09년~'13년) 정부 예산이 연평균 4.1% 증가할 때 국가연구개발예산은 8.1% 증가하는 것을 볼 때 우리나라에서 국가연구개발이 차지하는 중요도와 비중은 상당히 높다.

최근 국가 연구개발예산의 지출규모에 비해 그 성과가 제대로 창출되고 있는가에 대한 투자 효율성의 이슈가 꾸준히 제기되고 있다. 이런 이유로 연구개발투자의 정당성을 확보하고 투자 효율을 제고할 필요가 커지고 있다. 또한 이러한 이슈와 과학기술과 국가경쟁력의 상관관계를 고려할 때에 국가연구개발사업의 성과창출 영향요인에 대한 연구가 필요한 때이다.

국가연구개발사업의 성과창출 영향요인 분석은 정부정책 측면의 투입요소 뿐만 아니라 산업별 기술혁신 패턴 특성을 고려한 연구가 필요하다. 산업별 기술혁신 패턴에 대한 논의는 정부의 기술정책과 기업의 기술전략 측면에서 중요한 의미를 지닌다. 실제로 모든 산업에서 동일하게 내부 연구개발의 중요도가 높은 것은 아니며, 모든 조직에서 상호작용이 혁신 성과를 이끌어내는 것도 아니다(Pavitt, 1984). 이를 통해 볼 때 산업별 기술혁신 패턴 특성에 따라 나타나는 기술혁신 성과의 양상이 달라질 것이라고 가정할 수 있다. 즉, 산업별로 기술혁신의 양태와 특성이 다르게 나타나므로 각 산업의 기술혁신을 촉진시키기 위한 정부의 기술정책도 산업별 혁신 특성에 맞게 개별적으로 수립되어야 한다는 것이다. 산업별 혁신 특성의 차이로 인해 특정 산업에 효과를 보인 정책이라도 다른 산업에서는 효과를 내기 어려운 경우가 있기 때문이다(김석관, 2005).

공식적인 국가연구개발 성과 데이터를 이용하여 국가연구개발사업 성과요인에 대한 실증적 연구는 많은 연구자에 의해 활발하게 수행되고 있다. 하지만, 국가연구개발사업과 산업기술의 특성을 동시에 고려한 실증적 연구는 일부 연구자(최명신, 2006; 심우중, 2010; 고은옥, 2014)에 의해서만 이루어졌을 뿐, 해당 주제에 대한 연구는 부족한 실정이다. 즉, 해당 주제에 대한 연구는 부족한 실정으로 기술정책 중 하나인 국가연구개발사업의 성과창출 영향요인 연구에 산업기술별 특성을 고려한 연구가 필요하다.

이러한 문제의식을 토대로 이 연구의 목적은 기계산업기술과 화학산업기술 분야의 성과창출 영향요인을 비교·분석하는 것이다. 또한 그 결과를 바탕으로 국가연구개발사업에 정책적 시사점을 제시하는 것이다. 즉, 이 연구는 산업기술별 특성이 다르다면 성과창출 영향요인이 다를 것이라는 전제 하에 수행하였다. 또한 이 연구는 객관적인 데이터를 바탕으로 산업기술 분야별 성과창출 영향요인을 각각 분석한 뒤 유사점과 차이점을 비교하는 순서로 진행하였다.

* 최지영, 충남대학교 국가정책학과 박사과정, 010-2757-8743, jychoi80@cnu.ac.kr

** 강근복(교신저자), 충남대학교 행정학과 교수 042-821-5845, kbkang@cnu.ac.kr

※ 이 논문은 최지영(2015)의 석사학위논문 <국가연구개발사업의 기술적 성과창출 영향요인에 관한 연구 : 기계 및 화학 산업 기술개발사례를 중심으로>를 요약·정리한 결과임.

II. 이론적 배경

1. 국가연구개발사업의 본질적 특성과 성과 영향 요인

본 연구에서 대상으로 하는 국가연구개발사업은 법률에서 정의된 협의의 국가연구개발사업 개념을 일컫는다. 하지만, 논의를 진행하는 과정에서 정부 예산 및 정부가 조성한 기금 등을 사용하여 기술혁신을 촉진시키기 위해 연구개발 활동을 직접 추진하거나 이를 지원하는 사업(홍사균·배용호, 2002)이라는 개념도 함께 차용하고자 한다.

여러 연구자들은 국가연구개발사업의 역할에 대해 조금씩 다르게 언급하였다. 홍사균·배용호(2002)는 기술혁신을 통한 공공부문에 대한 기술 수요 충족이라고 하였으며, 이종욱(2006)은 기술혁신을 통해 기업 또는 국가의 경쟁우위를 달성하는 것이라고 하였다. 또한 이태준(2002)은 개발도상국에서 국가연구개발사업의 역할 중 하나로 세계시장에서 경쟁력 있는 기술혁신의 창출을 언급하였다. 이러한 일련의 연구를 토대로 볼 때, 국가연구개발사업의 역할은 정부 예산 및 정부가 조성한 기금 등을 사용하여 기술혁신을 창출하는 것이라고 할 수 있다.

이러한 국가연구개발사업의 성과에 대해 우리나라는 2005년 12월 제정된 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」 제2조 제8호에서 “연구 성과라 함은 연구개발을 통하여 창출되는 특허·논문 등 과학기술적 성과와 그 밖에 유·무형의 경제·사회·문화적 성과를 말한다.”고 규정하고 있으며, “유·무형의 경제·사회·문화적 성과는 사회 각 분야에 활용 및 확산으로 나타나는 최종 결과”로 정의하고 있다. 다시 말해 이러한 연구개발사업의 성과는 연구 활동을 통해 직접적으로 얻어지는 특허·논문 등 과학기술적 성과를 1차적 성과로, 기술료, 비용절감, 매출증대와 같은 2차적 성과, 그리고 1, 2차적 성과의 활용 및 확산으로부터 나타나는 파급효과로 구분할 수 있다.(이도형, 2010). 이러한 연구개발사업의 성과를 측정하기 위해 성과지표가 필요하다. 이에 대해 이도형(2010)은 “성과지표란 조직의 임무, 전략목표, 성과목표의 달성 여부를 측정하기 위한 척도로서 성과를 측정할 수 있도록 계량적 혹은 질적으로 나타낸 것”으로 정의하고 있다. 이러한 성과지표는 Brown과 Stevenson(1998)의 연구개발 활동의 시스템적 관점과 이도형(2010)이 제시한 프로그램 논리모형에 따르면 국가연구개발사업의 성과지표는 투입지표, 과정지표, 산출지표, 결과지표로 구분할 수 있다.

국가연구개발사업의 성과에 영향을 미치는 요인들은 연구자에 따라 조금씩 다르게 설명되고 있다. 서상혁(1999)은 공업기반사업기술개발사업의 성과를 분석한 연구에서 기술적, 상업적 성과에 영향을 미치는 외생적 요인으로 산업분야, 기술수명주기 등의 개발대상기술의 특성 등을 언급하였다. 홍사균 외(2006)는 연구의 특성 측면에서 연구성과 영향요인으로 연구 단계와 학문·기술 분야, 기술수명주기, 기술주준을 예로 들었으며, 연구사업의 추진구조 측면의 연구성과 영향요인으로 연구 주체, 연구 기간, 연구비 규모를 그 예로 들었다. 이현숙(2012)은 중소기업기술개발사업의 성공요인에 관한 연구에서 국가연구개발사업은 환경적, 기술적 특성에 따라 연구개발결과가 성공하기도 하고 실패하기도 한다고 하였다.

2. 기계 및 화학 산업의 특징

기계 산업은 기업이 생산 활동을 영위하는 데 필요한 생산설비를 제작하여 공급하는 산업부문이다(이공래, 1994) 또한 기계 산업은 기술 집약형 산업으로 고도의 기술축적이 요구되어 단시일 내에 경쟁력이 향상되기 힘든 산업이다(강인택, 1998). 또한 기계설비가 많은 수의 부품으로 구성되는 조립제품이라는 특성으로 인하여 기계 산업은 완성기계를 조립하는 모기업을 중심으로 계층적 혹은 중층적인 산업조직을 갖는다. 단일 기업이 완성기계의 생산에 소요되는 부품을 자체 내에서 생산한다는 것은 기술적으로나 경제적으로나 거의 불가

능한 일이다. 따라서 대부분의 기업은 자사의 여건에 맞는 기술 분야나 부품생산에 특화하여 상호 비교우위를 얻는다(이공래, 1994). 이런 이유로 기계 설비에 투입되는 부품 및 소재를 제작하는 대부분의 업체는 중소기업이다. 또한 Pavitt(1984)에 따르면 기계 산업은 특화된 공급자 산업으로 분류되며, 혁신기업의 상대적 크기는 작다. 반면 우리나라의 기계 산업은 대기업 중심의 규모의 경제형 기계 산업은 발전한 반면 중소기업 중심의 다품종 소량 기계 산업은 발전이 뒤떨어져 있다(임채성 외, 2003)는 연구도 있다.

화학 산업은 어떤 원료 및 제품이 화학적 반응을 일으키거나 화학적 요소가 기술상의 중요 요소로 작용하여 해당 원료 및 제품의 가치를 높이는 일련의 공정에 생산성을 부여하여 기업화된 산업이다(박동현, 1994). 화학 산업의 특징으로는 부가가치 상승률이 기술 수준에 따라 급격히 변화한다는 점을 들 수 있다. 또한 선진국의 기술 및 시장 독점 경향이 큰 산업이다. 장기간의 기술 축적과 막대한 기술 개발 투자가 요구되므로, 부가 가치가 큰 특수 제품의 경우 대부분 선진국 기업이 노하우 또는 특허로서 기술을 선점하고 있다. Pavitt(1984)는 화학 산업의 경우 산업 조직적 측면에서 볼 때 대규모의 기업들이 산업의 주종을 이룬다고 하였다. 우리나라의 경우 화학 산업 분야의 특성상, 그리고 신기술 개발을 전제로 하는 기술의 특성상 대기업이나 연구소가 주도하고 있다(조혜영 외, 2014)는 연구결과가 있다.

3. 선행연구 검토 및 시사점

공식적인 데이터를 이용한 국가연구개발사업 성과 영향요인에 관한 실증적 연구는 최근 들어 많은 연구자들에 의해 활발하게 이루어지고 있다(장금영, 2010; 심우중, 2010; 한상우, 2011; 권재철, 2012; ; 고은옥, 2014). 그 중 기술 분야를 더미변수화 하여 기술이 성과에 미치는 영향을 분석한 선행연구는 여러 연구자에 의해 수행되었다(장금영, 2010; 한상우, 2011; 권재철, 2012; 이현숙, 2012). 하지만, 국가연구개발사업과 산업기술별 특성을 동시에 고려한 실증적 연구는 일부 연구자들에 의해서만 이루어지고 있다. 또한 그마저도 연구수행주체를 중소기업만을 대상으로 하거나(최명신, 2006), 연구수행주체의 구분 없이 정부연구비만을 고려한 성과차이의 분석(심우중, 2010)에 그치고 있다. 이에 반해 고은옥(2014)은 연구개발주체를 중소기업과 대기업으로 구분하여 실증 분석하였다. 하지만, 고은옥(2014)의 경우 연구수행주체로 출연연구소는 고려하지 않았다. 국가연구개발사업과 산업 기술별 특성을 동시에 고려한 연구는 부족한 실정이다.

즉, 동일한 투입요소라 할지라도 산업기술 분야별 특성이 성과창출에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 분석이 필요하다. 또한 연구수행주체의 경우 공공의 성격을 띠고 있는 출연연구소와 민간분야의 중소기업, 대기업을 연구개발주체로 고려할 필요가 있다.

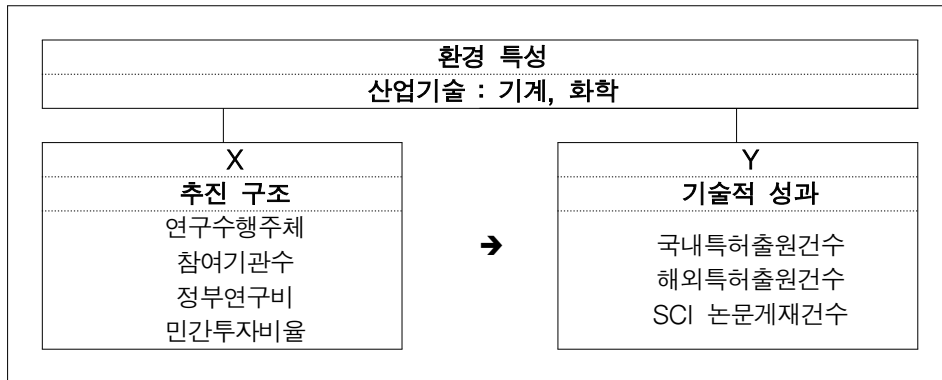
III. 연구 설계

1. 분석의 틀

본 연구는 Brown과 Stevenson(1998)의 연구개발 활동의 시스템적 관점과 이도형(2010)이 제시한 프로그램 논리모형에 근거하여, (그림 1)과 같은 분석의 틀을 설정하였다. 분석의 틀에서 투입요소로는 연구개발사업 추진 구조 측면의 성과창출 영향요인, 산출요소로는 국가연구개발사업의 1차적 성과²⁾를 선택하였다. 또한

2) 본 연구에서는 국가연구개발사업의 1차적 성과만을 대상으로 한다. 비용절감, 매출증가 등과 같은 2차적 성과의 경우 논문, 특허와 같은 1차적 성과가 상업화 될 때 다른 자금 지원을 통해 개발 된 기술이나 기존 기술과의 결합 가능성이 있기 때문에 측정이 어려우며(Fahrenkrog, 2002), 2차적 성과로 변형될 때 까지

산업기술 특성에 따른 국가연구개발사업의 기술적 성과창출 영향요인 비교를 위해 국가연구개발사업의 연구 성과 영향요인 중 환경 특성으로 볼 수 있는 산업기술을 분석의 틀에 반영하였다.



(그림 1) 분석의 틀

본 연구의 독립변수로는 연구수행주체³⁾, 참여기관수⁴⁾, 정부연구비, 민간 투자비율⁵⁾을, 종속 변수로 국내특허출원건수, 해외특허출원건수, SCI 논문게재건수를 선택하였다. 이 연구에서 선택한 변수의 조작적 정의는 <표 1>의 내용과 같다.

<표 1> 변수의 조작적 정의

구분		변수명	변수의 조작적 정의	
독립 변수	추진 구조	X1	연구수행주체	과제 주관 기관의 분류
		X2	참여기관 수	과제에 참여하는 기관의 수
		X3	정부연구비	과제 수행기간 동안 정부가 지원한 총 금액
		X4	민간투자비율	전체 연구비 대비 민간연구비의 비율
종속 변수	기술적 성과	Y1	국내특허 출원건수	과제 수행 성과물로 산출한 국내에서 출원 된 특허 건수의 합
		Y2	해외특허 출원건수	과제 수행 성과물로 산출한 해외에서 출원 된 특허 건수의 합
		Y3	SCI 논문게재건수	과제 수행 성과물로 산출한 SCI 논문 건수

위 분석의 틀을 적용하여 답을 얻고자 하는 연구 질문은 아래와 같다. 본 연구는 아래의 연구 문제에 대해 산업기술별로 각각 분석을 진행하고, 산업기술별 국가연구개발사업의 기술적 성과창출 영향요인을 비교·분석

상당한 시간이 소요되기 때문이다.

- 3) 본 연구에서 다루고자 하는 연구수행주체는 출연연구소, 대기업, 중소기업이다. 산업별로 나타나는 고유한 경쟁 환경에서 성과에 영향을 미치는 보기 위해 기업의 규모를 구분한 것은 장금영(2010)과 심우중(2010)의 연구에서 찾을 수 있다.
- 4) 협력연구는 연구개발 과정에서의 위험, 비용을 분담하고 제한된 자원을 활용할 수 있다는 장점을 가지지만(정도범, 2012), 여러 비용 발생으로 인한 부정적인 영향을 미칠 가능성(장금영, 2010)도 언급되고 있다.
- 5) 본 연구에서 대상으로 하는 부품소재산업경쟁력향상사업과 같은 산업기술개발사업은 정부출연금 외 민간 부담금을 매칭 하도록 구성되어 있다. 이러한 민간투자비율은 연구개발주체의 재정적 책임 증가에 따라 연구개발사업의 성과창출에 대한 책임감을 높이는 역할을 할 것으로 보인다.

하도록 한다.

연구 질문 1 : 산업기술 분야별로 연구수행주체의 유형에 따라 기술적 성과에 유의한 차이가 있는가?

연구 질문 2 : 산업기술 분야별로 참여기관의 수에 따라 기술적 성과에 유의한 차이가 있는가?

연구 질문 3 : 산업기술 분야별로 정부연구비 규모에 따라 기술적 성과에 유의한 차이가 있는가?

연구 질문 4 : 산업기술 분야별로 민간투자비율에 따라 기술적 성과에 유의한 차이가 있는가?

2. 자료수집 및 분석방법

본 연구는 2009년부터 2012년까지 산업통상자원부에서 지원한 부품소재산업경쟁력향상사업의 연구수행 주체가 대기업, 중소기업, 출연연구소인 기계분야 304개, 화학분야 149개 과제를 분석 대상으로 하였다. 또한 본 연구에 사용된 데이터는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에서 제공하는 국가연구개발사업 조사 분석 자료를 연구의 목적에 맞게 정부연구비, 총 연구비, 민간연구비, 연구수행 주체, 기술 분류, 협력 행태를 추출 하였으며, 조사 분석 대상성과 항목은 SCI급 논문 성과, 특허 성과를 추출하였다.

본 연구는 공분산분석(ANCOVA)과 다중회귀분석을 통해 진행하였다.

우선 공분산분석은 범주형 변수에 따른 종속변수의 평균에 차이가 존재하는지를 보고, 종속변수에 영향을 미칠 것으로 판단되는 연속형 변수의 효과를 동시에 고려하는 분석법이다. 또한 공분산분석은 연속형 종속변수와 연속형 독립변수 간의 회귀분석 과정에 범주형 변수의 효과가 개입되는 경우에 사용할 수 있다. 이는 연속형 변수간의 회귀분석모형만을 고려하는 경우에 생겨날 수 있는 문제점에 대한 보완책으로 사용할 수 있다. 본 연구의 범주형 독립변수는 연구수행 주체이며, 연속형 독립변수는 참여기관수, 정부연구비, 민간투자비율이다. 즉, 본 연구에서는 연구수행주체가 국내특허출원건수, 해외특허출원건수, SCI 논문게재건수에 미치는 영향을 분석하기 위해 정부투자연구비, 민간 투자비율, 참여기관수를 공변인으로 통제된 뒤 공분산분석을 수행하였다.

다중회귀분석은 두개이상의 독립변수가 하나의 종속변수에 어떠한 영향을 미치는지를 파악하고자 할 때 주로 사용되는 분석법이다. 본 연구에서는 연구수행주체, 참여기관수, 정부연구비, 민간투자비율이 각각 국내 특허출원건수, 해외특허출원건수, SCI 논문게재건수에 미치는 영향을 분석하기 위해 다중회귀분석을 수행하였다. 먼저 산업기술 분야 구분 없이 다중회귀분석을 수행한 뒤, 각 산업기술별로 구분하여 다중회귀분석을 수행하였다. 이를 통해 산업기술 분야 고려 여부에 따라 성과영향요인이 다르게 나타남을 확인하고자 하였다. 또한 연구수행주체의 유형에 따른 성과의 차이를 비교하기 위해 연구수행주체의 유형을 기준으로 표본1과 표본2로 구분하였다. 표본 1은 연구수행주체를 기업, 출연연구소 구분하였으며, 표본 2는 중소기업, 대기업으로 구분하였다.

IV. 연구 결과

1. 기술통계 및 상관관계 분석

산업기술별로 연구수행주체별 기술적 성과분석 및 기술적 성과 영향요인 분석에 앞서 분석에 사용된 변수들에 대해 기술통계 분석과 상관관계 분석을 실시하였다. <표 2>와 <표 3>은 각각 기계산업기술과 화학산업기술의 기술통계량을 나타내며, <표 4>는 변수간의 상관관계를 나타낸다.

<표 2> 기계산업기술 표본의 기술통계량

구분	대기업		중소기업		출연연구소		전체	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차
정부연구비 (백만 원)	829	725	546	430	998	2003	659	838
민간투자비율 (%)	18.32	10.50	13.81	9.73	5.89	7.389	13.92	10.23
참여기관수 (개)	2.06	3.06	1.84	1.03	0.82	2.69	1.81	1.020
국내특허출원건수 (건)	1.09	3.06	0.39	1.030	0.82	2.69	0.60	1.90
해외특허출원건수 (건)	0.07	0.40	0.01	0.121	0.00	0.000	0.03	0.21
SCI논문게재건수 (건)	0.07	0.40	0.03	0.270	0.12	0.327	0.05	0.31
과제건수 (건)	67		203		34		304	

<표 3> 화학산업기술 표본의 기술통계량

구분	대기업		중소기업		출연연구소		전체	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차
정부연구비 (백만 원)	1241	1201	671	571	1025	1287	873	954
민간투자비율 (%)	25.04	21.24	16.92	10.24	4.49	6.64	15.69	14.44
참여기관수 (개)	2.29	1.01	1.81	1.15	1.37	0.94	1.81	1.11
국내특허출원건수 (건)	2.10	3.919	0.66	2.03	1.66	4.02	1.19	3.08
해외특허출원건수 (건)	0.13	0.428	0.36	2.48	0.37	0.94	0.32	1.91
SCI논문게재건수 (건)	0.48	1.34	0.16	0.51	3.14	7.44	0.93	3.84
과제건수 (건)	31		83		35		149	

상관관계 분석 시 우선 기계산업기술의 경우 정부연구비는 국내특허출원건수(0.466), SCI 논문게재건수(0.218)와 유의한 정적 상관이 있는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 따라서 정부연구비가 증가할수록 국내특허출원건수와 SCI 논문게재건수가 증가하는 경향이 있다고 볼 수 있다. 또한 국내특허출원건수는 해외특허출원건수(0.165), SCI 논문게재건수(0.411)와 유의한 정적 상관이 있는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 따라서 국내특허출원건수가 증가할수록 해외특허출원건수와 SCI 논문게재건수가 증가하는 경향이 있다고 볼 수 있다. 화학산업기술의 경우 정부연구비는 국내특허출원건수(0.209), SCI 논문게재건수(0.237)와 유의한 정적 상관이 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이는 기계산업기술의 경우와 동일하게 정부연구비가 증가할수록 국내특허출원건수와 논문게재수가 증가하는 경향이 있는 것이다. 참여기관수는 국내특허출원건수(0.206), 해외특허출원건수(0.166)와 유의한 정적 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 또한 국내특허출원건수는 해외특허출원건수(0.574), SCI 논문게재건수(0.174)와 유의한 정적 상관이 있다($p < 0.05$). 그리고 민간투자비율과 논문게재는 -0.166($p < 0.05$)로 음(-)의 상관이 있었다($p < 0.05$). 즉 이를 통해 민간투자비율이 증가할수록 SCI 논문게재건수가 감소한다고 볼 수 있다.

<표 4> 산업기술별 변수 간 관계

구분	기계산업기술						화학산업기술					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1. 정부 연구비 (백만 원)	1						1					
2. 민간투자 비율 (%)	0.026	1					0.113	1				
3. 참여기관수 (개)	0.052	0.018	1				.299**	.101	1			
4. 국내특허 출원건수 (건)	0.466**	0.060	-0.021	1			0.209*	0.028	0.206*	1		
5. 해외특허 출원건수 (건)	0.065	0.089	-0.068	0.165**	1		0.112	-0.021	0.166*	0.574**	1	
6. SCI논문 게재건수 (건)	0.218**	-0.014	0.021	0.411**	-0.021	1	0.237**	-0.166*	0.112	0.174*	0.115	1

* p<0.05,** p<0.01

2. 공분산분석 : 연구수행주체별 기술적 성과 분석

1) 연구수행주체별 국내특허출원건수 분석

기계산업기술의 경우 민간투자비율이 통제된 상태에서 연구수행주체에 따른 국내특허출원의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(F=3.499, p<0.05). 또한 참여기관수가 통제된 상태에서 연구수행주체에 따른 국내특허출원의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(F=3.719, p<0.05). 반면 화학산업기술의 경우 정부연구비, 민간투자비율, 참여기관수를 통제한 상태에서 연구수행주체에 따른 국내특허출원건수의 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

<표 5> 연구수행주체별 국내특허출원

구분	공변인	변량원	제 III 유형 제곱합	자유도	평균 제곱	F	유의 확률
기계 산업 기술	정부연구비	정부연구비	220.408	1	220.408	77.748	<0.001
		연구수행주체	8.599	2	4.300	1.517	0.221
		오차	850.469	300	2.835		
		합계	1205.000	304			
	민간투자비율	민간투자비율	2.463	1	2.463	0.692	0.406
		연구수행주체	24.925	2	12.462	3.499	0.031
		오차	1068.414	300	3.561		
		합계	1205.000	304			
	참여기관수	참여기관수	0.670	1	0.670	0.188	0.665
		연구수행주체	26.533	2	13.267	3.719	0.025
		오차	1070.207	300	3.567		
		합계	1205.000	304			

2) 연구수행주체별 해외특허출원건수 분석

기계산업기술과 화학산업기술 모두 각각 정부연구비, 민간투자비율, 참여기관수를 공변인으로 통제한 후 해외특허출원건수 검증 실시 결과 연구수행주체에 따른 해외특허출원의 차이가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

3) 연구수행주체별 SCI 논문게재건수 분석

기계산업기술의 경우 정부연구비, 민간투자비율, 참여기관수를 통제된 상태에서 연구수행주체에 따른 국내 특허출원건수의 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

반면 화학산업기술은 정부연구비가 통제된 상태에서 연구수행주체에 따른 SCI 논문게재건수의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며($F=7.713, p<0.01$), 민간투자비율이 통제된 상태에서 연구수행주체에 따른 SCI 논문게재건수의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($F=6.314, p<0.01$). 또한 참여기관수가 통제된 상태에서 연구수행주체에 따른 SCI 논문게재건수차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($F=10.491, p<0.001$).

<표 6> 연구수행주체별 SCI 논문게재건수

구분	공변인	변량원	제Ⅲ유형 제곱합	자유도	평균 제곱	F	유의 확률
화학 산업 기술	정부연구비	정부연구비	93.602	1	93.602	7.276	0.008
		연구수행주체	198.449	2	99.225	7.713	0.001
		오차	1865.389	145	12.865		
		합계	2314.000	149			
	민간투자비율	민간투자비율	3.567	1	3.567	0.265	0.608
		연구수행주체	170.288	2	85.144	6.314	0.002
		오차	1955.424	145	13.486		
		합계	2314.000	149			
	참여기관수	참여기관수	73.087	1	73.087	5.619	0.019
		연구수행주체	272.899	2	136.450	10.491	<0.001
		오차	1885.904	145	13.006		
		합계	2314.000	149			

4) 연구수행주체별 기술적 성과 사후 검증

연구수행주체에 따라 국내특허출원, 해외특허출원, 논문게재에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 변량분석을 실시하였다.

기계산업기술의 경우 연구수행주체에 따른 국내특허출원의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($F=3.704, p<0.05$). 구체적인 집단 간 차이를 알아보기 위하여 사후검증을 실시한 결과 대기업의 평균 특허국내출원이(1.05) 중소기업의 평균 국내특허출원(0.39)보다 유의하게 더 높은 것으로 나타났다($p=0.026$).

화학산업기술의 경우 연구수행주체에 따른 논문게재의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($F=8.466, p<0.001$). 구체적인 집단 간 차이를 알아보기 위하여 사후검증(scheffe) 결과 출연연구소의 평균

SCI 논문게재건수(3.14)가 중소기업(0.16), 대기업(0.48)의 평균 SCI 논문게재건수보다 유의하게 더 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$).

<표 7> 기계산업기술 연구수행주체에 따른 사후검증 결과

변수	집단	N	평균	표준 편차	F	유의 확률	사후 검증
국내 특허출원	a) 중소기업	203	0.39	1.03	3.704	0.026	b>a
	b) 대기업	67	1.09	3.06			
	c) 출연연구소	34	0.82	2.69			
해외 특허출원	중소기업	203	0.01	0.12	2.293	0.103	
	대기업	67	0.07	0.40			
	출연연구소	34	0.00	0.00			
SCI논문 게재건수	중소기업	203	0.03	0.27	1.265	0.284	
	대기업	67	0.07	0.40			
	출연연구소	34	0.12	0.33			

<표 8> 화학산업기술 연구수행주체에 따른 사후검증 결과

변수	집단	N	평균	표준 편차	F	유의 확률	사후 검증
국내 특허출원	중소기업	83	0.66	2.03	3.046	0.051	
	대기업	31	2.10	3.92			
	출연연구소	35	1.66	4.02			
해외 특허출원	중소기업	83	0.36	2.48	0.185	0.832	
	대기업	31	0.13	0.43			
	출연연구소	35	0.37	0.94			
SCI논문 게재건수	a) 중소기업	83	0.16	0.51	8.466	<0.001	c>a, b
	b) 대기업	31	0.48	1.34			
	c) 출연연구소	35	3.14	7.44			

3. 다중회귀분석 : 기술적 성과 영향요인 분석

1) 산업기술별 국내특허출원건수 영향요인

산업기술 분야 구분 없이 국내특허출원건수에 미치는 영향을 분석한 결과 정부연구비의 영향은 표본 1과 표본 2 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(표본 1: $B=0.885$, $p < 0.001$, 표본 2: $B=1.045$, $p < 0.001$). 따라서 정부연구비가 증가할수록 국내특허출원이 증가한다고 볼 수 있다. 또한 표본 2의 경우 연구수행주체가 대기업인 경우 국내특허출원건수에 미치는 영향이 유의한 것으로 나타났다($B=.485$, $p=.047$).

각 산업기술별로 구분하였을 때 기계산업기술의 경우 국내특허출원건수에 미치는 정부연구비의 영향은 표본 1과 표본 2 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(표본 1: $B=1.071$, $p < 0.001$, 표본 2: $B=1.388$, $p < 0.001$). 반면, 화학산업기술의 경우 표본 1에서 참여기관수가 국내특허출원에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($B=0.516$, $p=0.032$).

<표 9> 국내특허출원건수 영향요인

구분		변량원	B	S.E	β	t	유의확률
표본1 (출연연=0)	기계 및 화학 산업기술 $R^2=.126$ $F=16.124$ ($p<.001$) $N=453$	(상수)	.174	.315			.581
		기업	-.410	.324	-.062	-1.266	.206
		정부연구비	.885	.123	.330	7.206	.000
		민간투자비율	.009	.010	.046	.968	.334
		참여기관수	.103	.104	.046	.993	.321
	기계산업기술 $R^2=0.222$ $F=21.347$ ($p<.001$) $N=304$	(상수)	-.180	.333		-.541	.589
		기업	.161	.336	.027	.480	.631
		정부연구비	1.071	.118	.472	9.085	.000
		민간투자비율	.008	.010	.041	.763	.446
		참여기관수	-.099	.099	-.053	-1.004	.316
	화학산업기술 $R^2=.081$ $F=3.194$ ($p=.015$) $N=149$	(상수)	.486	.627		.775	.440
		기업	-1.021	.664	-.140	-1.538	.126
		정부연구비	.446	.276	.138	1.616	.108
		민간투자비율	.011	.019	.052	.588	.557
		참여기관수	.516	.238	.187	2.172	.032
표본2 (중소기업=0)	기계 및 화학 산업기술 $R^2=.136$ $F=14.936$ ($p<.001$) $N=384$	(상수)	-.249	.254		-.982	.327
		대기업	.485	.244	.100	1.989	.047
		정부연구비	1.045	.174	.316	6.016	.000
		민간투자비율	.011	.009	.063	1.272	.204
		참여기관수	-.030	.102	-.015	-.294	.769
	기계산업기술 $R^2=0.171$ $F=14.943$ ($p<.001$) $N=270$	(상수)	-.170	.265		-.643	.521
		대기업	.299	.239	.073	1.252	.212
		정부연구비	1.388	.199	.414	6.960	.000
		민간투자비율	.009	.010	.050	.878	.381
		참여기관수	-.171	.101	-.099	-1.701	.090
	화학산업기술 $R^2=.111$ $F=3.393$ ($p=.012$) $N=114$	(상수)	-.402	.582		-.692	.491
		대기업	.896	.595	.147	1.506	.135
		정부연구비	.538	.342	.163	1.573	.119
		민간투자비율	.012	.018	.064	.681	.497
		참여기관수	.276	.240	.114	1.149	.253

2) 산업기술별 해외특허출원건수 영향요인

해외특허출원건수 영향요인을 분석한 결과 기계산업기술의 표본2를 제외하고는 모두 유의한 결과를 얻지 못하였다. 기계산업기술의 경우 표본 2의 경우 정부연구비의 영향은 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며 ($B=0.056$, $p=0.044$), 참여기관수가 해외특허출원건수에 미치는 부(-)의 영향이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($B=-0.027$, $p=0.049$).

<표 10> 해외특허출원건수 영향요인

구분	변량원	B	S.E	β	t	유의확률	
표본1 (출연연=0)	기계 및 화학 산업기술 $R^2=.015$ $F=1.743$ ($p=.139$) $N=453$	(상수)	-.023	.158		-.145	
		기업	-.118	.162	-.038	-.731	.465
		정부연구비	.090	.061	.072	1.473	.141
		민간투자비율	.001	.005	.007	.145	.885
		참여기관수	.093	.052	.088	1.791	.074
	기계산업기술 $R^2=.020$ $F=1.510$ ($p=1.999$) $N=304$	(상수)	-.008	.042		-.193	.847
		기업	.037	.042	.055	.882	.379
		정부연구비	.019	.015	.076	1.301	.194
		민간투자비율	.002	.001	.074	1.227	.221
		참여기관수	-.018	.012	-.086	-1.457	.146
	화학산업기술 $R^2=.034$ $F=1.285$ ($p=.279$) $N=149$	(상수)	-.107	.399		-.269	.788
		기업	-.144	.423	-.032	-.340	.734
		정부연구비	.135	.176	.067	.769	.443
		민간투자비율	-.004	.012	-.031	-.336	.738
		참여기관수	.266	.151	.155	1.757	.081
표본2 (중소기업=0)	기계 및 화학 산업기술 $R^2=.018$ $F=1.734$ ($p=.142$) $N=384$	(상수)	-.131	.150		-.869	.385
		대기업	-.126	.144	-.047	-.875	.382
		정부연구비	.203	.103	.110	1.972	.049
		민간투자비율	.002	.005	.016	.303	.762
		참여기관수	.057	.060	.051	.947	.344
	기계산업기술 $R^2=.040$ $F=2.741$ ($p=.029$) $N=270$	(상수)	.021	.036		.568	.571
		대기업	.045	.033	.087	1.380	.169
		정부연구비	.056	.027	.131	2.026	.044
		민간투자비율	.001	.001	.046	.748	.455
		참여기관수	-.027	.014	-.125	-1.979	.049
	화학산업기술 $R^2=.005$ $F=1.154$ ($p=.335$) $N=114$	(상수)	-.274	.470		-.584	.560
		대기업	-.508	.480	-.107	-1.058	.293
		정부연구비	.276	.276	.108	1.001	.319
		민간투자비율	-.001	.014	-.004	-.040	.968
		참여기관수	.255	.194	.136	1.314	.192

3) 산업기술별 SCI 논문게재건수 영향요인

산업기술 분야 구분 없이 SCI 논문게재건수에 미치는 영향을 분석한 결과 표본 1과 2는 모두 정부연구비(십억 원)가 SCI 논문게재건수에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(표본 1: $B=0.351$, $p=.003$, 표본 2: $B=.268$, $p<.001$). 이는 표본에 관계없이 정부연구비(십억 원)가 증가할수록 SCI 논문게재건수가 증가한다고 볼 수 있다. 반면 표본 1에서 연구수행주체가 기업인 경우 연구수행주체 SCI 논문게재건수에 미치는 부(-)의 영향이 유의한 것으로 나타났다($B=-1.502$, $p<.001$). 이를 통해 연구수행주체가 기업인 경우 SCI 논문게재건수는 감소한다고 볼 수 있다. 그 외 표본 1에서 참여기관수에 따른 SCI 논문게재건수는 통계적으로 유의하게 나타났다($B=.224$, $p=.027$). 즉 참여기관수가 증가할수록 SCI 논문게재건수는 증가한다고 볼 수 있다.

다음으로 산업기술별로 구분하여 분석하였을 때 기계산업기술의 경우 표본 1은 정부연구비(십억 원)가 SCI

논문게재건수에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(B=0.078, p<0.001). 화학산업기술은 표본 1의 경우 연구수행주체에서 기업체가 SCI 논문게재건수에 미치는 영향이 통계적으로 부(-)적으로 유의한 것으로 나타났다.(B=-2.732, p=0.001). 이는 화학산업기술의 경우 연구수행주체가 기업일 때 출원연구소에 비해 SCI 논문게재건수는 감소한다고 볼 수 있다. 이는 국가연구개발사업 수행주체로서 기업체의 경우 논문 성과 창출에 소극적임을 반증하는 결과로 보인다. 표본 1의 경우 정부연구비(십억 원)가 SCI 논문게재건수에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(B=0.762, p=0.022). 표본 2의 경우에도 정부연구비(십억 원)가 SCI 논문게재건수에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(B=.0411, p<0.001).

<표 11> SCI 논문게재건수 영향요인

구분	변량원	B	S.E	β	t	유의확률	
표본1 (출원연=0)	기계 및 화학 산업기술 R ² =.095 F=11.802 (p<.001) N=453	(상수)	1.054	.305		3.457	
		기업	-1.502	.313	-.240	-4.796	.000
		정부연구비	.351	.119	.138	2.957	.003
		민간투자비율	-.007	.009	-.037	-.766	.444
		참여기관수	.224	.101	.104	2.223	.027
	기계산업기술 R ² =.050 F=3.933 (p=.004) N=304	(상수)	.034	.060		.559	.576
		기업	-.047	.060	-.048	-.777	.438
		정부연구비	.078	.021	.210	3.666	.000
		민간투자비율	.000	.002	-.006	-.106	.916
	화학산업기술 R ² =.166 F=7.169 (p<.001) N=149	(상수)	1.927	.746		2.583	.011
		기업	-2.732	.790	-.299	-3.548	.001
		정부연구비	.762	.328	.189	2.322	.022
민간투자비율		-.020	.023	-.074	-.869	.387	
표본2 (중소기업=0)	기계 및 화학 산업기술 R ² =.127 F=13.804 (p<.001) N=384	(상수)	-.154	.063		-2.427	.016
		대기업	.016	.061	.013	.260	.795
		정부연구비	.268	.043	.327	6.191	.000
		민간투자비율	.002	.002	.040	.809	.419
		참여기관수	.022	.025	.045	.880	.379
	기계산업기술 R ² =.024 F=1.628 (p=.167) N=270	(상수)	.000	.050		-.005	.996
		대기업	.022	.045	.031	.496	.620
		정부연구비	.080	.038	.138	2.120	.035
		민간투자비율	-.001	.002	-.043	-.698	.486
	화학산업기술 R ² =.220 F=7.671 (p<.001) N=114	(상수)	-.267	.165		-1.621	.108
		대기업	.045	.169	.024	.266	.791
		정부연구비	.411	.097	.411	4.241	.000
민간투자비율		.002	.005	.043	.490	.625	
	참여기관수	.059	.068	.080	.865	.389	

4. 산업기술 분야별 분석 결과 비교

1) 산업기술 분야별 연구수행 주체의 기술적 성과 비교

기계산업기술은 각각 민간투자비율과 참여기관수를 통제하였을 때 연구수행주체에 따른 국내특허출원이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 연구수행주체를 세분화 하여 살펴보면, 대기업의 평균 국내특허출원이(1.05) 중소기업의 평균 국내특허출원(0.39)보다 유의하게 더 높은 것으로 나타났다($p = 0.026$). 즉, 민간투자비율과 참여기관수를 동일할 경우 대기업이 중소기업보다 국내특허출원건수에 미치는 영향이 더 크다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 기계/정밀기계 혁신기업의 상대적 크기가 작으며(Pavitt, 1984), 기계 산업의 경우 중소기업이 특정 기술 분야나 부품생산에 특화하여 상호보완적인 기술혁신활동을 진행한다(이공래, 1994)의 연구결과와 상이함을 알 수 있다. 하지만, 이는 기계 산업이 기술 집약형 산업이며, 우리나라의 경우 대기업이 높은 기술수준을 보유하고 있다(민철구, 2005)는 점에서 그 근거를 일부 찾을 수 있을 것으로 본다.

화학산업기술은 각각 정부연구비, 민간투자비율, 참여기관수를 통제하였을 때 연구수행주체에 따른 논문게재건수가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($p < 0.001$). 구체적인 집단 간 차이를 알아보면, 출연연구소의 평균 SCI 논문게재건수(3.14)가 중소기업(1.6), 대기업(0.48)의 평균 SCI 논문게재건수 보다 유의하게 더 높은 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이는 출연연구소의 경우 기업체에 비해 국가연구개발사업의 기술적 성과 중 SCI 논문게재에 보다 체계적으로 대응하고 있음을 나타낸다. 또한 이는 화학 산업의 경우 신기술 개발을 전제로 하는 기술의 특성상 대기업이나 연구소가 주도하고 있다(조혜영 외, 2014)는 연구 결과를 일부 지지하는 것이다.

2) 산업기술 분야별 성과창출 영향요인 비교

본 연구의 다중회귀분석을 통해 산업기술을 구분하지 않았을 때와 구분하였을 때 투입요소인 연구수행주체, 정부투자연구비, 참여기관수가 기술적 성과인 국내특허출원건수, 해외특허출원건수, SCI 논문게재건수에 미치는 영향은 서로 다른 것으로 나타났다. 이러한 결과는 기술적 성과에 영향을 미치는 요인은 산업기술별 특성에 따라 달라질 수 있음을 의미한다고 볼 수 있다.

기계산업기술의 경우 정부연구비는 표본 1의 국내특허출원과 SCI 논문에, 표본 2의 국내특허출원과 해외특허출원, 그리고 화학산업기술은 표본에 관계없이 SCI 논문 성과에 정(+의 영향을 미치는 것을 확인하였다. 산업기술에 따라 정부연구비가 영향을 미치는 성과의 형태는 다소 달라지지만, 두 산업기술 모두 정부연구비를 통해 기술적 성과를 창출하고 있는 것으로 나타났다.

참여기관수는 화학산업기술의 경우 표본 1의 국내특허출원건수와 유의미한 정(+의 영향이 있었다. 이는 화학산업기술의 경우 정부의 협동연구 정책이 대체로 유효한 효과가 있다고 볼 수 있다. 또한 이러한 연구결과는 화학산업기술의 경우 공동연구를 통해 기술획득을 하며, 실제로도 활발하게 이루어지고 있다는 민철구 외(2005)의 선행연구와 유사함을 알 수 있다. 하지만, 기계산업기술의 경우 표본 2에서 참여기관수는 해외특허출원건수에 통계적으로 부(-)의 영향이 있었다. 이러한 현상의 원인으로 우리나라의 기계산업기술은 원천기술의 부족으로 외국기술에 대한 의존도가 높은 점을 들 수 있다. 또한 공동연구는 여러 비용 발생으로 인해 연구개발성과에 부정적인 영향을 미칠 가능성도 존재한다(장금영, 2010)는 연구에서 일부 원인을 찾을 수 있다.

화학산업기술의 경우 표본 1에서 볼 때 기업의 경우 논문게재건수간의 유의미한 부(-)의 영향이 있었다. 이러한 결과는 중소기업이나 대기업과 같은 기업체의 경우 이윤창출에 상대적으로 영향력이 적은 논문게재건수 관리에 다소 소홀할 수 있다는 의미로 볼 수 있다. 이를 통해 연구수행주체에 따라 보다 체계적으로 대응하는 성과가 달라질 수 있음을 일부 확인할 수 있다.

<표 12> 산업기술 분야별 성과 영향요인 비교

구분	표본1(출연연=0)									표본2(중소기업=0)								
	국내특허 출원건수			해외특허 출원건수			SCI논문 게재건수			국내특허 출원건수			해외특허 출원건수			SCI논문 게재건수		
	기계 / 화학	기계 화학	화학	기계 / 화학	기계 화학	화학	기계 / 화학	기계 화학	화학	기계 / 화학	기계 화학	화학	기계 / 화학	기계 화학	화학	기계 / 화학	기계 화학	화학
연구 수행주체							(-)		(-)	(+)								
정부 연구비	(+)	(+)					(+)	(+)	(+)	(+)	(+)			(+)		(+)		(+)
민간 투자비율																		
참여 기관수			(+)				(+)						(-)					

V. 결론

본 연구는 산업기술 분야별로 국가연구개발사업의 성과창출 영향요인이 다를 것이라는 가정 하에 수행되었다. 그 결과는 다음과 같다. 첫째, 연구수행주체에 따른 성과의 유의차 여부는 다르게 나타났다. 기계산업기술의 경우 대기업이 국내특허출원건수에 미치는 영향이, 화학산업기술의 경우 출연연구소가 SCI 논문게재건수에 미치는 영향이 타 연구수행주체에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다. 둘째, 참여기관수에 따른 성과의 유의차는 상이하게 나타났다. 기계산업기술의 경우 참여기관수에 따른 성과의 유의차가 없는 반면, 화학산업기술의 경우 표본 1에서 국내특허출원건수에 미치는 영향이 유의한 것으로 나타났다. 셋째, 정부연구비에 따른 성과의 유의차 여부는 국내특허출원건수, 해외특허출원건수, SCI 논문게재건수의 경우가 다르게 나타났다. 기계산업기술은 표본에 관계없이 국내특허출원건수와 SCI 논문게재건수에, 표본 2는 해외특허출원건수에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 화학산업기술의 경우 표본에 관계없이 SCI 논문게재건수에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 넷째, 민간투자비율에 따른 성과의 유의차는 표본과 산업에 관계없이 모두 없는 것으로 나타났다.

본 연구를 통해 산업기술별로 연구수행주체에 따라 창출하는 성과가 다르며, 산업기술별로 성과에 영향을 미치는 요인이 다르다는 것을 밝혀낸 것은 의미가 있다. 이러한 결과를 통해 각 산업기술의 특성을 고려하지 않은 성과창출 방안의 경우 한계를 가질 수 있는 가능성을 일정부분 예측할 수 있다. 즉, 본 연구를 통해 국가연구개발사업 기획 및 성과창출 방안 마련 시 각 산업기술 분야별 특성을 고려한 차별적인 연구개발정책의 필요성을 찾아볼 수 있다.

하지만, 본 연구는 위에서 제시한 성과에도 불구하고 몇 가지의 한계점을 가지고 있다. 첫째, 국가연구개발사업의 기술적 성과 창출 영향요인을 보다 세밀하게 알아보기 위해서는 연구개발단계를 기초, 응용, 개발로 구분하여 진행할 필요가 있다. 둘째, 본 연구는 국가연구개발사업을 통한 2차적 성과 발생까지는 일정 시간이 소요되는 이유로 1차적 성과에만 한정을 하였다. 하지만, 본 연구에서 대상으로 한 사업과 같이 산업의 지속적인 발전 및 경쟁력 제고를 위한 사업의 경우 향후 데이터 축적을 통해 2차적 성과 부분에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- 고은옥. (2014). “정부연구개발사업의 성과창출요인에 관한 연구:IT와 CT 산업을 중심으로”, 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김석관. (2005). 「산업별 기술혁신 패턴의 분석 특 및 사례」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 민철구. (2005). 「혁신주도형 중소기업 육성을 위한 정책방안 : 공급가치사슬 관점에서」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 박용태·이공래·윤석환·박동현·송위진. (1994). 「산업별 기술혁신 패턴의 비교분석」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 심우중·김은실. (2010). “우리나라 국가연구개발사업 정부연구비 투입 대비성과의 다각적 분석”, 「기술혁신학회지」, 13(1) : 1-27.
- 이공래. (1994). 「기계설비 산업의 기술혁신전략」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 이도형. (2010). 「국가연구개발사업 유형별 성과평가 논리모형 개발에 관한 연구」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 이태준·양명호. (2002). “개도국의 기술경쟁력 발전을 위한 국가연구개발사업의 역할”, 「한국기술혁신학회 2002년 추계 학술대회논문집」, 221-228.
- 이현숙. (2012). “정부 R&D 지원사업의 성공요인에 관한 연구 : 중소기업 기술개발사업을 중심으로”, 한양대학교 공공정책대학원 석사학위 논문.
- 임채성·이근·배용호. (2003). 「21세기 산업구조 변화와 과학기술정책」, 서울: 집문당.
- 장금영. (2010). “한국 정부의 산업기술혁신정책의 성과에 관한 연구”, 서울대학교 경영대학원 박사학위 논문.
- 조혜영. (2014). “2014년 산업핵심기술개발사업 화학공정, 세라믹 분야 R&D 지원 방향”, 「화학연합」, 6(1) : 5-16.
- 최명신·윤진효·박경수. (2006). “산업간 비교를 통한 기술혁신주도형 중소기업의 성과분석”, 「기술혁신연구」, 14(1) : 119-146.
- 홍사균·배용호. (2002). 「정부연구개발사업의 구조 및 추진체계 개선을 위한 추진연구」, 서울: 과학기술정책연구원.
- Brown, M. G and Stvenson, R. A. (1998). “Measuring R&D productivity”, *Research-Technology Management*, 41(6): 30-35.
- Pavitt, K. (1984). “Sectoral patterns of technical change : Towards a taxonomy and a theory”, *Research Policy*, 13(6): 343-373