

공공연구개발성과 상용화에 있어 영향요인들 간의 동태구조분석

김 태 현*·신 동 호**

I. 서 론

우리나라의 과학기술관련 정책들은 1990년대 초부터 정부출연 공공연구기관들을 중심으로 국책, 산학연, 선도기술개발사업, 경쟁력강화사업 등 출연 및 용자사업들이 이루어지고 있다. 이러한 노력에도 불구하고 국책연구개발기술 또는 공공연구기관 연구성과들의 이전 및 여러 분야로의 2차 확산을 통한 상용화 성공률은 상대적으로 낮은 수준이라고 지적되고 있다. 기관별 또는 부처별 정도의 차이가 있기는 하지만 대체적으로 특허를 포함한 산업재산권의 미 활용율(일명 휴면율)이 70%를 상회하고 있는 실정이다. 이는 개발기술의 활용노력이 아이디어의 제안에서 개발제품의 시장진입에 이르는 상용화의 전 과정에 걸쳐 이루어지는 것이 아니라, 상용화의 특정단계에 한정되는데 기인한다고 하겠다. 그 결과, 현재 국내 대학과 공공연구기관의 경우 국가 R&D에 투자되는 예산의 24%를 사용하는데 비해, 특허 기여율은 3.4%에 그치고 있어 연구성과가 상용화로 원활히 이뤄지지 않고 있는 상황이다(한국경제, 2005.6.9). 이에 따라 기술혁신 관련 정부부처들은 기술이전센터 및 기술거래소의 설치 등을 통해 국가 연구개발 결과의 활용도 증대를 위한 노력을 경주하고 있으며, 그에 관한 연구들이 진행되고 있다. 그러나 기존 상용화 관련 연구들에서는 연구개발성과의 상용화에 대한 중요성과 이에 대한 주요 영향요인 발굴에만 관심의 초점을 맞추고 있을 뿐, 종합적인 상용화 과정에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 즉, 어느 요인들에 의해 상용화가 촉진되고, 그 전개과정이 어떠한 지에 대한 종합적인 연구가 부족하며, 또한 영향요인들 간의 동태적 구조 파악에 관한 연구가 부족한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 정부출연 공공연구기관의 연구개발성과들이 산업체로 이전되어 성공적인 상용화를 이루는 과정에 내재되어 있는 변수들 간의 동태성 구조를 파악하고자 한다. 그리고 이를 통해 상용화 과정의 주요 영향변수들 간의 인과구조를 파악함과 동시에 성공적 상용화를 위한 정책방안들을 마련하고자 한다.

II. 관련 논의 검토 및 분석모형

1. 공공연구개발성과 기술상용화 개념

1) 공공연구개발성과에 대한 정의

공공연구개발성과에 대한 정의를 알아보기 전에 공공연구기관에 대한 정의를 살펴볼 필요가 있다. 기술이전촉진법 총칙 제5조를 보게 되면, 우리나라의 “공공연구기관”이라 함은 국·공립 연구기관, 「정부출연연구기관등의설립·운영및육성에관한법률」에 의해 설립된 정부출연

* 김태현, 한남대학교 정치및지역발전학과 박사과정, 011-438-7615, uhfvhf@hanmail.net

** 신동호, 한남대학교 도시부동산학과 교수, 011-401-1447, dhshin@hanam.ac.kr

연구기관, 「특정연구기관육성법」의 적용을 받는 특정연구기관, 「고등교육법」에 의한 학교와 민법 또는 다른 법률에 의하여 설립된 연구개발 관련 법인·단체로서 대통령령이 정한 것을 말한다.

한편, 공공연구개발성과에 대한 정의는 아직까지 명확하게 정의된 바는 없다. 우리나라의 경우 기술이전촉진법에서는 공공연구성과를 “공공기술”이라 칭하면서 그 정의를 내리고 있는데, “공공기술”이라 함은 국가·지방자치단체 또는 정부투자기관이 지원하여 개발된 기술로서 그 소유권, 실시권, 이용권 등이 공공연구기관에 귀속된 기술을 말한다. 이 밖에도 기존의 몇몇 선행 연구들에서 공공연구개발성과에 대한 정의를 내리고 있는데, Cohen과 Leveintal(1989)은 공공연구개발성과를 “정부출연 연구기관들의 연구과정에서 창출되어 공개적으로 이용 가능하게 되는 모든 독창적이고, 값진 지식을 포함한다”고 정의하고 있다. 이러한 선행연구자들의 정의에 의하면 공공연구개발성과의 상용화 범위는 공공부문의 연구활동에서 창출된 이용가능한 모든 지식이라고 할 수 있다. 그러나 현상에 대한 분석의 가능성과 설명력을 높이기 위해서는 연구대상에 대한 명확성과 범위의 제한성이 필요한 것으로 보인다. 따라서 본 논문에서는 분석의 용이성을 위해서 분석의 범위를 보다 구체화하고, 제한하고자 한다. 즉, 공공연구개발성과에 대한 정의를 “정부출연 연구기관들의 연구개발사업으로 얻어진 기술, 지식, 능력” 등으로 정의하고, 분석의 대상을 정부출연 연구기관 등으로 제한하고자 한다.

2) 기술 상용화에 대한 정의

기술 상용화 정의에 대해서는 연구자 간에 상용화의 대상이 되는 연구개발과 연구개발 기술의 활용에 대한 구체적인 합의가 없기 때문에 아직까지는 정형화된 개념의 정립이 이루어지지 않고 있다. 다만, 기술상용화를 연구하는 연구자, 전문가 및 실무자들이 공통적으로 사용하고 있는 개념을 보면 크게 몇 가지로 분류할 수 있다.

우리나라 「기술이전촉진법」에서는 기술 상용화란 용어 대신 “사업화”란 용어를 사용하여 상용화에 대한 정의를 대신하고 있는데, 법률에서 정하고 있는 “사업화”란 공공연구기관에서 창출 또는 개발된 기술들을 이용하여 제품의 개발·생산 및 판매를 수행하거나, 그 과정에서 관련 기술의 향상에 적용하는 것을 말한다.

몇몇 선행연구들을 중심으로 상용화에 대한 개념을 정리해보면, 정혜순(2003)은 그녀의 논문에서 기술 상용화에 대한 개념을 협의의 개념, 약간 확장된 개념, 그리고 포괄적인 개념으로 상용화에 대한 개념 정의를 내리고 있다. 먼저 협의의 개념으로써 상용화는 연구개발된 기술의 이전을 통하여 시제품을 제작하고, 제조공정 및 엔지니어링 기술과 결합시켜 시장에 제품을 출하하기 직전까지의 과정으로 보고 있다. 한편, 약간 확장된 개념으로써의 상용화는 자체 연구개발을 하거나, 또는 외부로부터의 기술이전을 통하여 획득한 새로운 기술을 제조공정 및 엔지니어링과 같은 생산활동에 투입하여 대량생산을 통한 제품의 제작, 출하 및 판매에 이르는 과정으로 보고 있다. 마지막으로 가장 포괄적인 개념으로써 기술 상용화는 아이디어를 얻고, 그것을 숙성시키며, 그것을 구현하기 위한 연구를 진행하여 기술을 개발한다. 그리고 개발된 기술을 체화된 시제품으로 만들고, 이 제품의 대량생산을 위한 신공정을 개발하거나 기존의 공정을 개량하고, 이를 통해 신제품을 대량생산해 시장에 출하·판매하는 것으로 정의하고 있다. 이와 더불어 시장에서의 수용을 용이하게 하기 위해, 마케팅을 위한 새로운 인프라를 구축하고, 신제품이 시장에서 우위를 계속 점할 수 있도록 하는데 관련된 일련의 모든 활동들을 기술 상용화로 보고 있다(정혜순, 2003: 46).

한편, 손소영(2002)은 상용화를 광의의 개념과 협의의 개념으로 구분하여 정의하고 있다. 광의의 개념으로써 상용화는 연구개발계획을 수립하고, 아이디어의 창안을 통하여 기술을

개발하고, 개발된 기술을 사용하여 새로운 공정, 신제품, 그리고 기존 공정과 제품을 개선함으로써 시장에서 제품의 수명주기를 연장하거나 새로운 수명주기를 창출하는데 관련된 일련의 전 활동을 포함한다고 설명하고 있다. 한편, 상용화를 협의의 개념으로 보면, 자체 연구 개발이나 또는 외부조달을 통하여 획득한 신기술을 생산활동에 투입하여 대량생산을 통한 제품의 제작, 출하 및 판매에 이르는 과정을 의미한다고 정의 내리고 있다.

한국기술거래소(2002)에서는 상용화란 정의를 다음과 같이 내리고 있다. 상용화란 특정 산업, 특정 분야의 특화된 기술을 이용하여 상품(제품, 서비스 등)을 개발하고, 대상 고객에게 가치를 제공함으로써 손익분기점을 넘어서면서부터 수익이 증대되는 사업모델을 만들어 이를 사업화하는 것을 말한다. 상용화는 통상 아이디어→연구개발→시제품제작→제품생산 및 마케팅→이윤창출의 과정을 거친다

이상 관련 문헌들을 종합해 볼 때, 기술 상용화란 개발된 기술을 사용하여 새로운 공정 개발, 또는 기존 공정의 개선 등에 적용하는 것을 말하는데, 이 과정이 바로 기술 상용화(Commercialization) 과정이라고 할 수 있다. 기술 상용화란 크게 연구개발과 적용의 두 가지로 구분할 수 있다. 개발과 적용의 과정을 통해 시장 내 제품의 수명 주기를 연장하거나, 새로운 수명 주기를 창출하게 된다. 따라서 상용화 과정은 국가 연구개발 결과를 민간분야로 원활하게 이전하여 효율적인 기술 적용으로 국가 경쟁력을 강화하고자 국내외 국가 산하 기관에서 주도적으로 이루어지고 있는 것을 말한다고 하겠다(손소영, 2002: 1-2).

2. 상용화 요인에 관한 연구논의

연구개발성과의 상용화에 대한 수요환경이 조성되었을 때, 기술창출자는 기술, 생산자원 및 설비, 노하우 등을 기술이전 매체를 통해 기술사용자에게 이전하며, 기술사용자는 이를 상용화함으로써 시장효과, 경제적 효과¹⁾, 기술기반 확충²⁾, 기회비용³⁾ 등의 상용화 성과를 얻게 된다(김선근, 2002:40). 이는 관련이론들과 선행연구자들의 연구결과들을 검토한 결과를 통해서도 알 수 있는데, 이러한 상용화 과정은 단계별 구성요소들의 원활한 상호작용들을 수반하게 된다. 이를 좀 더 구체적으로 살펴보면, 첫째 상용화를 결정짓는 주체요인들의 역할이 구성되어 있어야 한다. 기술 창출자, 즉 공공연구기관의 연구성과가 없는 상황에서 기술사용자인 기업들이 필요한 기술들을 원활이 이전받지 못하게 되는 것이다. 둘째로 상용화 과정에 전반적인 과정을 수행하고 있는 주체들을 어떻게 효과적인 상용화로 연결시킬 것인가에 대한 상용화 촉진요인들이 있어야 된다. 마지막으로 공공연구성과의 성공적 상용화에 대한 성과측정 지표들이 필요하다. 이러한 맥락에서 본 연구는 공공연구성과의 상용화 과정에서 나타나는 상용화 주체요인들, 촉진요인들, 그리고 상용화 성과들에 대한 이론적 검토를 수행하고자 한다.

1) 상용화 주체

손소영·소형기(2002)는 효율적인 연구개발 및 연구성과의 상용화를 위해서는 연구성과 제공자인 연구기관의 특성과 기술 수요자인 기업의 특성, 기술 자체의 특성, 그리고 기술 중개와 관련된 업무를 수행하는 기술이전기관을 고려한 보다 실질적이고, 현실적인 연구분석을 실시하여야 하며, 이를 통해 관련 정책 및 대안을 제시하여야 한다고 주장하고 있다. 따

1) 시장효과란 기술수요기업의 이윤이나 시장점유율 증가 등 특정기업에 미치는 효과를 말하며, 경제적 효과란 거시적으로 국가경제에 미치는 효과를 말함.

2) 기술기반 확충이란 기술이전에 수반되는 사회 전반적인 기술기반의 구축효과를 일컫음.

3) 기회비용이란 당해 기술을 타 부문에 이전했을 때 발생할 효과를 말함.

라서 이들은 기술과 기술 제공자, 기술 수요자, 기술거래기관의 특징을 반영함과 동시에 이들 요인들을 유형별로 분류한 다음, 관련 요인들의 유형을 조합함으로써 기술 상용화 성과 요인들을 분석하였다. 한편, 박원석·용세중(2000)은 전자부품산업에서 출연연구소와 기업들 간의 기술이전 성과요인을 기술제공자와 기술수요자간의 관계 측면에서 분석하였는데, 그들은 기술이전을 국가간, 기업간, 연구소와 기업간, 대학과 기업간 또는 다른 주체간의 상호관계에서 수행된다고 보고, 기술 제공자와 기술 수요자, 그리고 해당 기술을 상용화 주체로 취급하고 있다.

한편, 연구성과 상용화 요인들 중 기술 특성은 이전되는 기술이 기술혁신 과정상에서 어느 위치에 있는지에 따라 상용화 성과에 영향을 미친다. 기초기술의 경우에는 상용화 개발까지 많은 시간과 비용이 투입되어야 한다. 반면, 기초기술을 활용한 신상품 개발이 성공할 경우 기업으로써는 시장에서의 독점적 지위를 확보하여 시장진입이 용이해지며, 진입 이후 지속적인 시장우위를 확보할 수 있다. 그러나 높은 위험으로 인하여 실패할 경우 기업으로써는 큰 타격을 입게 된다. 응용기술의 경우 기초기술 보다는 한 단계 발전한 기술이나, 마찬가지로 비교적 장기간과 많은 비용이 소요된다. 응용기술도 기초기술과 동일한 정도의 시장확보 메리트가 있다. 반면, 상용화 기술의 경우에는 개발된 기술을 빠른 시간 내에 저비용으로 신상품에 적용시킬 수 있는 이점 때문에 기업으로써는 위험부담이 적어진다. 즉, 상용화 기술은 신기술의 활용가능성 측면보다는 시장수요의 인식에 의한 기술개발이라는 측면에서 기술 상용화의 높은 성과를 보여주고 있다(박원석·용세중, 2000;124). 즉, 기업의 상황에 따라 이전하는 기술의 완성도가 달라져야 한다는 것이다. 충분한 기술적 능력을 확보한 기업에게 기술을 이전할 경우에는 기업이 어느 정도 보완연구를 실시한다는 전제 하에 다소 완성도가 낮은 기술도 이전이 가능하나, 기술적인 능력이 부족한 기업에 이전할 때에는 완성도의 수준이 매우 높아야 할 것이다(김승재, 1998:9). 이는 기술 상용화에 있어서 단순개발이나 자체적으로 해결 가능한 경우는 상용화율이 매우 높으나, 보완연구가 필요한 경우부터는 상용화율이 매우 떨어진다는 관련 연구결과에서와 같이 이전대상 기술의 특성, 기술수준은 기술 상용화의 중요한 결정요인으로 작용하고 있다.

최근 정부에서는 기술이전 확산 등 연구성과를 확산하기 위해 기술이전촉진법을 제정하고⁴⁾, 기술이전기관의 설립을 법률로 지정하고 있다⁵⁾. 따라서 기술이전 및 연구성과 확산을 위해 기술이전센터를 전국적으로 설립하고, 이와 함께 기술을 사고 파는 순수 민간업체인 '기술거래소'를 새로운 업종으로 도입하며, 인터넷을 통한 상시적인 Cyber Market의 개설을 촉진하고 있다. 또한 기술평가기관을 설립하여 개발된 기술의 평가와 기술이전 확산방안을 강구하고 있다. 이는 기술중개기관과의 공동작업을 통해 무역 및 판매기관, 연구기관, 규제기관 등 다양한 산업의 이익을 대변하는 기관들을 기술 상용화 과정에 참여시켜 공동으로 추진할 수 있으며, 이들이 긴밀한 관계를 형성함에 따라 바람직한 상용화 또는 이전방안을 제시할 수 있을 것이다. 이러한 측면에서 기술중개기관은 연구성과 상용화의 중요한 주체요인으로써 그 역할을 수행하고 있다.

이상의 선행연구자들이 제시한 연구결과들을 중심으로 연구개발성과 상용화 과정에서의 상용화 주체들을 정리하면 다음과 같다. 공공연구기관에서 창출된 연구성과를 기업으로 이

4) 이 법은 공공연구기관에서 개발된 기술을 민간부문에 이전하여 사업화를 촉진하고, 민간부문에서 개발된 기술이 원활히 거래될 수 있도록 관련시책을 수립·추진하며, 기술이전·기술평가 및 기술정보의 유통 등 그 기반을 확충함으로써 산업전반의 기술경쟁력 강화를 통한 국가경제 발전에 기여함을 목적으로 한다(기술이전촉진법 총칙 제1조 목적).

5) 제9조 (공공연구기관의 기술이전전담조직의 설치) ①공공연구기관중 대통령령이 정하는 바에 따라 일정요건을 갖춘 기관의 장은 공공연구기관안에 기술이전에 관한 업무를 전담하는 조직(이하 "전담조직"이라 한다)을 설치하여야 한다

전함으로써 성공적인 상용화로 연결시키기 위해서는 공공연구기관의 연구성과에 대한 소유자와 상용화 대상이 되는 기술, 이를 수용하여 사용하고자 하는 수요자가 존재해야 하며, 상용화를 원활하게 돕기 위한 이전기관이 존재하여야 한다. 이러한 상용화 전개과정의 요소들은 곧 공공연구성과를 기업으로 이전하여 상용화로 연결시키는 주체들이 될 수 있으며, 이들의 어느 요소 하나가 누락된다면, 원활한 상용화 진행이 이루어질 수 없다. 선행연구에서도 이러한 요소들을 상용화 주체요인들로 보고, 이들 간의 영향관계를 밝히고자 하는 노력들이 수행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 요인들을 공공연구성과 상용화 주체요인들로 사용하고자 한다.

2) 상용화 촉진요인

기존 선행연구자들은 공공연구기관 연구성과의 상용화 촉진요인으로 산·학·연간 정보교류 네트워크 및 공동연구개발, 연구책임자의 상용화 연구경험, 연구원 인센티브제도, 시장지향적 기술개발 등을 제시하고 있는데, 이를 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

박원석·용세중(2000)은 우리나라 공공연구성과들이 산업계로 확산되지 못하는 주요 원인으로 공공연구성과들을 산업계 전반으로 확산시키기 위한 시스템이 종합적으로 구축되어 있지 못한 점을 지적하고 있다. 일반 산업 종사자들이 큰 장벽 없이 공공연구성과들을 활용토록 하고, 실패에 따르는 위험부담을 경감시켜주는 제도적이고, 조직적인 장치가 부족한 점을 문제로 지적하면서, 정책 및 환경요소들을 상용화를 촉진시키기 위한 제반조건으로 분류하고 있다. 한편, 정보교류의 부족은 개발된 기술의 정보에 대한 접근이 어려워 기업 입장에서는 국가적으로 이미 개발된 기술임에도 불구하고, 중복 투자하는 결과를 초래하기도 한다. 따라서 산·학·연간 종합적인 정보교류 네트워크를 상용화의 중요한 촉진요인으로 언급하고 있다.

다른 한편으로는, 연구책임자의 특성 가운데 연구경험이 상용화 관련 연구 프로젝트의 성공을 크게 좌우한다고 볼 수 있다. 박원석·용세중(2000)의 연구결과 연구책임자의 특성이 상용화 성패에 중요한 영향을 끼치고 있는 것으로 나타나고 있으며, 다른 선행연구(김선근, 2002; 손소영, 소형기; 2002, 이영덕, 2004) 등에서도 연구자의 특성이 중요한 영향요인들로 설명되어 지고 있다. 이들은 국책연구 또는 연구과제 선정 시, 기존의 연구자들은 자기 연구경험에 비추어 연구과제를 선택하는 경향이 높다는 것을 밝혀냈는데, 선정된 연구과제가 단순히 과거 연구책임자가 수행해 온, 그래서 연구하기 편한 내용이라면, 이는 상용화로 연결되기 어렵다는 것이다. 반면, 철저한 시장조사와 기업이 요구하는 연구개발을 수행해 온 연구책임자는 그 동안 쌓여온 노하우와 전문지식 등을 이용하여 보다 시장 지향적이며, 상용화에 적합한 기술개발을 수행할 수 있게 됨으로써 공공연구기관 연구성과들의 상용화 성공률을 높일 수 있음을 밝혀냈다. 또한, 연구성과물들을 효과적으로 개발하기 위해서는 연구원들에 대한 인센티브가 확보되어야 한다. 효과적인 연구성과 창출은 공공연구기관 연구원들의 혁신적 연구노력에 의해 달성될 수 있다. 이를 위해 연구원들의 연구의식을 고취시키고, 동기부여를 할 수 있도록 합리적 보상체계인 연구원 인센티브제도⁶⁾의 확립이 절실히 필요하다. 개별연구원들에게 실질적인 보상차원의 적정 인센티브 제공을 차별화하고, 제도화하여 출연연구소 연구성과들에 대한 경쟁력 제고와 연구생산성을 확보하는 데 있다⁷⁾.

연구책임자의 특성과 관련된 또 다른 측면의 연구들로서 Myers·Marquis(1969)와 Roberts·Burke(1974)는 기술개발과 관련하여 과제의 도출이 시장수요에 의한 것이나

6) 연구원 인센티브란 연구조직 또는 조직구성원의 목표달성을 위한 노력을 유인하기 위해 연구원들에게 차별적으로 제공하는 다양한 종류의 비정규적인 보상이다.

7) 이를 위해 인센티브의 긍정적 효과는 첫째, 동기유발, 둘째, 사기진작, 셋째, 경쟁유발, 넷째, 생산성 향상 등이 다(김창호, 1998:27-28, 63).

(Demand-pull) 또는 연구원들의 관련분야 연구경험에 의해 얻게 된 독창적인 아이디어에 의한 것이냐(Technology-push)에 따른 상용화 성공률을 분석하였다. 분석결과, 수요에 입각한 과제가 기업의 성공률이 더 높다고 주장하고 있다. 또한 Higgins(1977)는 정부연구개발 상업화의 전략연구에서 정부 연구소 연구원들의 주도하에 수행된 과제와 기업주도과제 간의 성과차이를 분석한 결과, 기업주도과제가 연구소 주도과제 보다 상업적 성공률이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 일련의 연구결과 등을 종합해 볼 때, 공공연구기관의 연구책임자 특성 또는 연구경험은 공공연구성과를 상용화시키는데 중요한 촉진변수로서 작용하게 됨을 알 수 있다. 박원석·용세중(2000) 역시 공공연구성과의 확산에 중요한 장애요인으로써 정부출연연구소나 대학이 기업의 요구사항이나 시장의 수요보다는 연구를 위한 연구중심의 기술개발을 추진하여 온 것을 지적하고 있다. 따라서 이들은 공공연구성과의 확산을 촉진하기 위해서는 먼저, 정부의 국책과제 발굴 시, 기업과 시장의 수요를 적극적으로 반영하여야 하며, 연구기관들에서는 상용화 및 마케팅 전담부서를 설치하여 기업의 기술수요를 적극적으로 파악하여야 한다고 주장하고 있다.

상용화 촉진요인과 관련된 또 다른 연구들로서 국가의 연구개발사업을 기술획득 수단의 차원에서 분석한 일부 선행연구들(Mowery, 1983; Alic, 1990)은 공동연구사업의 추진이 위험을 분산시킬 수 있고, 공공연구기관의 기술을 신속히 기업화할 수 있는 장점이 있다는 것을 밝혀냈다. 또한 정부의 입장에서 기술확산 및 상용화를 목표로 하는 사업에 있어서도 기업의 공동연구 참여는 매우 중요한 요소가 된다. 이 외에도 Higgins(1977), Morone(1982), Werner·Bremer(1991) 등의 연구에서도 공공연구기관과 기업의 공동연구사업 수행시 기업의 적극적 참여는 참여기관간의 의사소통 문제를 최소화할 수 있고, 출연연구소에서 기업으로의 기술이전이 연속적 과정으로 진행될 수 있다는 점에서 연구성과에 유의한 영향을 미칠 것으로 판단하고 있다. 즉, 기업참여의 정도가 높을수록 연구성과의 상용화 성공률은 높아지게 된다는 것이다. 한편, 국내 연구에서도 공동연구개발에 대한 연구가 진행되었는데, 이광희·김영배(1998)는 공동기술개발 프로젝트의 성패요인에 관한 분석을 통해 공동기술개발의 중요성을 제시하고 있다. 이들은 우리나라 전자부품 중소기업의 공동기술개발 프로젝트를 분석한 결과, 중소기업은 외부의 도움 없이 자체 자원으로 기술개발을 수행하기가 어려우며, 자금지원, 기술지원 등의 자원 및 정보가 필요하기 때문에 수요자, 대학, 정부출연 연구기관, 동종업체 등과의 공동기술개발이 필요함을 강조하고 있다. 따라서 공동연구개발은 공공연구기관의 연구성과를 산업체로 상용화시키기 위한 중요한 촉진요인으로써 작용될 수 있다.

3) 상용화 성과

대부분의 정부출연 공공연구소는 그들의 목적이 국가경제에의 기여와 복지증진임을 밝히고 있다. 이 목적을 달성하기 위해서는 기관의 연구결과를 산업에 적용하여 가치재를 생산하는 것인데, 여기서 산업이란 기존의 산업이거나 아니면 벤처기업의 신설에 의해 이루어질 수도 있다(김선근, 2002:211). 미국의 실리콘 벨리가 Stanford 대학에 의해 생성되었듯이 벤처기업의 경우 기술이전은 모 기관의 혁신에 의해 이루어지고, 벤처기업에서 비로소 실제생산에 적용되는 것이다. 그러나 벤처기업과 이들 모 기관인 연구기관 또는 대학들 간의 기술이전은 지적재산권의 이전에 의해 이루어지기도 하지만, 대학 또는 연구기관에서 옮겨온 벤처기업가의 암묵적 기술이전이 기여한 바가 가장 크다. 이는 김태현·신동호(2003, 2005) 연구에서도 증명되고 있다. 이들은 벤처기업들의 성장과정을 분석한 결과, 창업자들의 주요 배태조직이 정부의 공공연구기관들임을 밝혀냈으며, 창업자들은 대부분 국가연구개발사업들을 수행한 연구원 출신들로서 연구진행과정에서 습득한 기술들과 노하우를 기반으로 창업을 한 것으로 나타났다. 이는 곧 공공연구성과의 간접성과로써 창업이 제시될 수 있음을 의미한다.

또 다른 측면에서, Chiang(1992)은 공공연구성과의 상용화 성과를 다음과 같이 설명하고 있다. 첫째, 경제적 성과로 기술이전과 상용화를 통해 R&D 투자 생산성의 제고뿐만 아니라 잠재기술의 상업화에 의한 시장개척 등 국민총생산에 기여한다. 둘째, 기타 성과로 과제수행을 통한 인력의 양성, 정보의 교류, 과학기술에 대한 국민이해 증진 등을 연구성과 확산의 성과로 취급하고 있다(김선근, 2002:28).

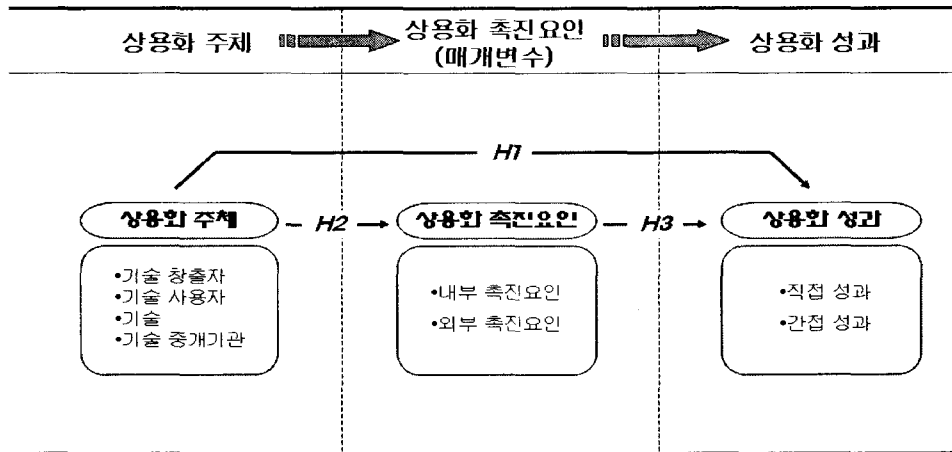
산업기술연구회(2003)에서는 우리나라 공공연구기관들의 고유임무 수행(R&D활동) 결과들에 대한 성과분석을 통해 다음과 같은 성과들이 있음을 밝혀냈다. 먼저, 기업의 생산성 증대로 인해 부가가치가 창출할 수 있으며, 이는 기업의 수익 증대로 이어져 종업원 개인소득 역시 증가할 수 있다. 다음으로 신기술 개발을 통한 새로운 고용 창출 등과 같은 성과들이 창출될 수 있다는 것이다. 한편, 손소영·소형기(2002)는 연구개발된 정보통신기술의 상용화 성과로써, 고용창출과 품질 경쟁력 향상이라는 지표를 사용하여 분석하였다. 하지만 이들은 경제적 파급효과에 치중한 나머지 연구성과들의 사회적·기술적 파급효과는 간과하고 있다. 즉, 새로운 연구성과로 나타난 기술들은 다른 연계기술로 개발될 수 있는 원동력이 되기도 하며, 새로운 기술 또는 제품들로 인한 생활의 편익을 제공함으로써 사회에 기여할 수도 있기 때문이다.

3. 연구모형 및 연구설계

본 논문에서는 공공연구기관 연구개발성과의 성공적 상용화를 결정하는 상용화 주체요인들로써 기존 연구들에서 제시하고 있는 다양한 상용화 관련 요인들을 기술창업자 요인, 기술사용자 요인, 기술요인, 기술 중개기관 요인 등 4가지의 상위 구성차원으로 범주화하였다.

상용화 촉진요인과 관련해서는 기존의 다양한 촉진요인들을 내부촉진요인과 외부촉진요인으로 범주화하여 구분하였다. 상용화 촉진요인은 연구개발성과를 상용화 시키는 과정에서 상용화 주체들 간의 상호작용을 지원하거나 그 기반적인 틀을 제공하는 것들로써, 연구성과를 산업체로 이전시켜 궁극적으로 상용화 효과를 유발시키도록 돕는 매개역할을 하는 요소들이다. 상용화 촉진요인 가운데 과거 선행연구자들이 간과하였지만, 최근에 들어 중요한 요인으로 거론되고 있는 연구원 인센티브, 연구개발자의 특성 등은 상용화 촉진요인에 포함시켰다. 상용화 성과와 관련해서는 기존 연구자들이 상용화 성과로써 제시하고 있는 다양한 요소들을 크게 직접성과와 간접성과로 구분하였다. 직접성과는 상용화 성과가 직접적으로 당사자에게 미치는 성과들로써 산업체의 부가가치 및 고용 창출 등을 들 수 있다. 반면, 상용화의 간접성과로써는 생산공정의 효율화 도모, 연관기업의 고용 및 부가가치 창출 등을 제시하였다. 이 과정에서 기존 선행연구자들의 논의에서는 고용창출과 부가가치 창출을 직접적인 성과로 분류하고 있지만, 본 연구에서는 고용창출과 부가가치 창출을 직접성과와 간접성과로 동시에 고려하고자 한다. 그 이유는 해당 산업체 입장에서는 고용과 부가가치 창출은 직접적인 성과가 될 수 있지만, 이를 좀 더 넓게 본다면 해당 산업체와 연계된, 예를 들어 하청기업이라든지 부품을 제공하는 여타 기업체들에서도 관련 고용자들과 부가가치를 창출해 낼 수 있기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 고용 및 부가가치 창출을 연구성과 상용화의 직·간접 성과로써 함께 고려하고자 한다.

이상의 연구모형 논의과정과 앞 장에서 제시한 선행연구자들의 연구결과들을 토대로 공공연구기관의 연구성과 상용화를 결정하는 주체요인들과 상용화 촉진요인, 그리고 상용화 성과를 포함하는 통합적인 연구모형으로 다음 <그림 1>을 제시하였다.



[그림 1] 연구모형

<표 1> 연구모형 구성요소

		외생변수		내생변수				
구성개념	연구변수	측정변수	연구자	구성개념	연구변수	측정변수	연구자	
상용화 주체 요인	기술 창출자 요소	연구개발 경험	Ettlie(1982), Lester(1988), Rothwell(1992), 정혜순(2003)	상용화 촉진요인	내부 촉진요소	시장성 기술 발굴 노력	김선근(2002), 정혜순(2003)	
		기술개발노력				시장성 기술에 대한 정보제공, 홍보		
		상용화 지원의지				기술중개,이전경로 다양화		
		기관간 기술교류			박원석, 용세중(2000), 손소영, 소형기(2002), 이영택(1999, 2004)	외부 촉진요소	연구원 인센티브	Jolly(2003) 송재복, 류호상(2002) 정혜순(2003), 김선근(2002)
		창업보육센터 운영			송재복, 류호상(2002)		산·연 공동연구개발	
	기술 사용자 요소	상용화 지원 의지	Bear, et al(1976), McEachron, et al(1978), Radosevich, Smith(1997), 이영택(1999), 정혜순(2003)		시장수요에 입각한 기술개발			
		연구개발경험 및 기술축적정도			연구자의 연구개발경험			
		기술 상품화 능력			상용화기술개발 경험있는 연구자에 의해 개발된 기술			
	생산제품 마케팅 능력	손소영, 소형기(2002) 송재복, 류호상(2002)	연구개발 네트워크		McEachron, et al(1978), Ettlie(1982), Cooper(1986), Lester(1988), Jolly(2003)			
	사업자금 조달능력	정혜순(2003)	연구성과 및 상용화 정책		Rothwell(1992), 정혜순(2003)			
	기술 요소	기술의 성숙도	Ettlie(1982), Jolly(2003)		신기술 보호정책	Rothwell(1992), 정혜순(2003)		
		기존 기술과의 연계성	Goel, et al(1991), Radosevich, Smith(1997), Rothwell(1992), 정혜순(2003)		R&D투자비 확대	이영택(1999, 2004), 손소영, 소형기(2002)		
기업의 애로기술		박원석, 용세중(2000), 손소영, 소형기(2002)	기술이전자금의 확대					
기술 중개기관 요소	상용화 전문성	Jolly(2003) 손소영, 소형기(2002), 송재복, 류호상(2002)	연구원들에 대한 창업지원	직접 성과	해당기업 고용창출	Chiang(1992)		
	상용화 절차의 효율화		해당기업 부가가치 창출		Bach(2002)			
	중개기관의 기술 이전 경험 및 실적		손소영, 소형기(2002), 송재복, 류호상(2002)	관련지식 및 노하우 축적	손소영, 소형기(2002) 정혜순(2003), 김선근(2002)			
				상용화 성과	고용창출	김선근(2002), 김태현, 신동호(2003), 산업기술연구회(2003)		
			간접 성과		부가가치 창출			
					연계기술개발의 발판 마련			
					연구원 창업 및 창업촉진			
					생산공정의 효율화 도모			

III. 실증분석

1. 표본선정

실증분석을 위한 표본선정은 대덕연구단지를 중심으로 한 공공연구기관들과 벤처기업, 그리고 기술중개기관 등을 대상으로 표본을 선정하였다. 현재 대덕연구단지는 19개의 정부출연연구기관, 32개의 기업부설연구기관, 9개의 정부투자연구기관, 11개 공공기관, 7개의 지원기관, 그리고 172개의 벤처기업 등 총 255개 기관, 22,395명(2004. 12.31 현재)이 연구 및 생산활동을 수행하고 있는 지역으로써 혁신적 연구활동을 통해 매년 35,414건의 특허출원과 19,787건의 특허등록 실적을 거두고 있는 국제적인 연구단지이다. 또한 2000년에는 벤처산업의 육성을 위한 대덕밸리 선포와 2004년 대덕 R&D특구 선언 등 연구기능과 생산기능을 연계시키고자 하는 노력들이 진행되고 있는 지역으로써 본 연구의 목적인 연구성과 상용화를 분석하기에 적합한 지역이다. 따라서 본 연구에서는 설문조사를 위한 표본집단으로써 대덕연구단지 일원의 연구성과 상용화 관련기관들을 대상으로 표본집단을 선정하였다.

설문대상 기관으로써는 대덕벤처연합 홈페이지에서 제공하고 있는 대덕연구단지 내의 벤처기업들과 기술중개기관, 정부출연 공공연구기관들을 대상으로 실시하였다. 아울러 설문조사의 응답자들로써는 연구성과 상용화와 관련된 부서의 실무자들을 응답 대상으로 선정하였으며, 연구성과 상용화에 대한 개인별 인식도가 다를 수 있으므로 기관별로 복수의 응답이 가능하도록 하였다. 최종 회수된 설문지 중 분석에 유효한 설문지는 총 179부로 집계되었다.

2. 실증분석 결과

1) 가설검증을 위한 구조방정식 분석결과

본 연구에 있어서 가설검증은 공공연구기관 연구개발성과를 상용화하는데 있어서 상용화주체와 상용화 성과간의 관계, 상용화 주체와 상용화 촉진요인간의 관계, 상용화 촉진요인과 상용화 성과간의 관계를 가설로 설정하였다. 가설검증 및 상용화 과정의 동태구조를 분석하기 위해 본 연구에서는 LISREL을 이용한 구조방정식모형을 사용하였다.

LISREL 분석에서는 가설의 기각, 채택여부는 각 경로의 경로계수의 통계적 유의도인 t값을 검토하여 판단하게 된다⁸⁾. t값이 적어도 절대값 1.64($p < 0.1$)를 넘게 되면 그 경로를 구성하는 두 변수 상호간에 선형적 관계가 없다는 귀무가설은 기각되고, 두 변수 상호간에 선형적 관계가 있다는 대립가설이 채택된다.

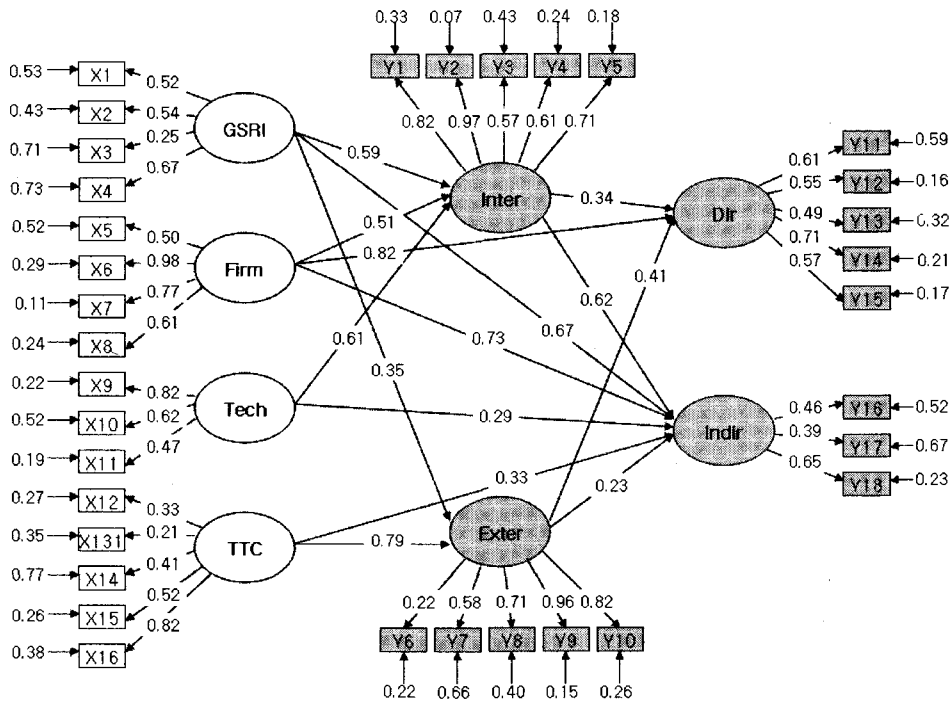
구조방정식을 위한 본 연구의 입력자료는 상관행렬을 사용하였으며, 모수의 추정에는 가중최소자승법(Weight least Square: WLS)을 사용하였다. WLS는 표본의 크기에 민감하지 않고, 많은 표본의 경우에 보다 정확한 계수를 추정하는 것으로 평가된다. 따라서 본 연구에서는 WLS 방식을 통해 모수를 추정하고자 하였다.

한편, 구조방정식은 이론적, 논리적 근거에 의해 구성된 가설적 모형이 실제 자료와 어느 정도 부합되는가를 나타내는 모형의 적합도에 대한 평가가 가능하다. 모형의 적합도를 평가하기 위한 지표는 다양한데, 일반적으로 χ^2 (자유도에 근접할수록 바람직함), χ^2 에 대한 P-value(0.05이하가 바람직함), GFI(기초부합치: 0.9이상 바람직함), AGFI(조정부합치: 0.9

8) 양측검정인지 혹은 단측검정인지에 따라 유의성을 평가하는데 사용되는 임계치 t값이 다르다. 예를 들어, 0.05 유의수준에서 단측검정을 위한 임계치는 절대값이 1.645가 사용되지만, 양측검정을 위해서는 절대값 1.96이 사용된다(배병렬, 2004:253).

이상이 바람직함), RMSEA(평균 잔차 제곱근: 0.5이하가 바람직함) 등이 있다. 이러한 적합성 지수들을 이용해 본 연구의 모형 적합성을 분석한 결과, χ^2 값은 1211.52, P-value가 0.00, df가 195, RMSEA는 0.12, GFI는 0.89, AGFI는 0.91로 평가기준보다 낮은 것도 있으나 대부분의 적합성 지수들이 기준 값에 근접하고 있어 분석에는 무리가 없는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구의 연구모형은 비교적 적합한 것으로 판단된다.

이상과 같은 판단기준에 따라 본 연구모형에 대한 가설의 인과적 관계를 LISREL을 통하여 검증한 결과는 다음 <그림 2>와 같다.



GSRI : 기술 창출자, Firm : 기술 사용자, Tech : 기술, TTC : 기술중개기관, Inter : 내부촉진요인, Exter : 외부촉진요인, Dir : 직접성과, Indir : 간접성과

[그림 2] 연구모형의 구조방정식 결과

구조방정식 경로계수 값을 통해 살펴본 분석결과를 종합해 보면 다음과 같다.

상용화 주체와 상용화 성과간의 관계를 분석한 결과, 상용화 직접성과에 유의한 영향을 미치는 상용화 주체로써는 기술 사용자만이 직접적으로 상용화 성과에 영향을 미치고 있는 것으로 나타난 반면, 다른 상용화 주체들은 상용화 직접성과에 유의한 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 최초 연구모형을 설계할 때, 대부분의 상용화 주체들이 연구성과에 영향을 미칠 것이라는 연구초기 가정에 위배되는 결과들으로써, 새로운 추가분석이 요구되어지는 내용들이라 할 수 있다. 한편, 상용화 간접성과에 있어서는 상용화 주체들 모두가 상용화 간접성과에 유의한 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다.

상용화 주체와 상용화 촉진요인 간의 관계를 분석한 결과, 상용화 주체로써 기술 창출자, 기술 사용자, 기술들은 상용화 내부 촉진요인에 유의한 영향을 미치고 있는 것으로 나타난

반면, 기술 중개기관은 상용화 내부촉진요인에 유의한 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 나타났다. 한편, 상용화 외부촉진요인과 관련해서는 기술 창출자와 기술 중개기관 만이 상용화 외부촉진요인에 유의한 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었으며, 기술 사용자와 기술은 상용화 외부촉진요인에 유의한 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 분석되었다. 이러한 결과 역시, 연구모형을 설명하기 위한 연구가설에 위반되는 것으로 새로운 추가분석이 요구되어 지는 내용들이라 할 수 있다.

마지막으로 상용화 촉진요인과 상용화 성과 간의 가설검증을 분석한 결과, 상용화 내·외부촉진요인 모두는 상용화 직·간접 성과 모두에 유의한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 상용화 촉진요인과 성과 간의 이러한 분석결과는 선행연구들에서 제시한 분석결과들과 일치하는 내용들로써 상용화 성공률을 높이기 위해서는 상용화를 촉진시키고자 하는 제반요인들이 상용화 과정에 수반되어 있어야 함을 의미한다.

2) 영향요인 효과분석

본 연구에서 설정한 연구가설의 검증결과를 보면, 연구가설 설정시 상용화 주체들 모두는 상용화 직접성과와 간접성과에 유의한 영향을 미칠 것으로 가정하였다. 하지만 실증분석 결과, 기술 창출자, 기술, 기술 중개기관은 상용화 간접성과에만 직접적으로 영향을 미치고 있을 뿐 직접성과에는 유의한 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 나타났다. 이에 반해 기술 사용자는 상용화의 직접성과, 간접성과 모두에 직·간접적인 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 한편, 내생 잠재변수들 간의 관계 즉, 상용화 내부촉진요인, 외부촉진요인과 상용화 직·간접성과 간에는 모두 ($p < 0.01$) 이상의 신뢰수준에서 유의한 관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과들은 연구개발성과의 상용화 과정에서 상용화 주체들은 상용화 내·외부촉진요인들을 매개로 하여 상용화 성과에 영향을 미치고 있다는 것을 의미한다고 볼 수 있으며, 이에 따라 본 연구에서는 상용화 주체들과 매개변수들 간의 효과분석을 통해 상용화 동태구조를 파악하고자 한다.

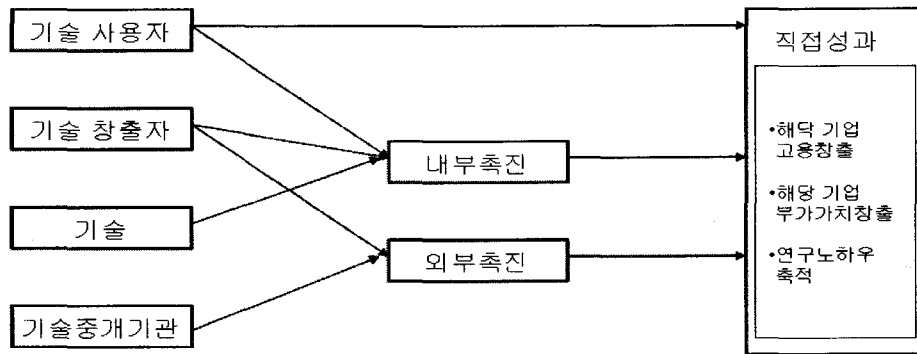
상용화 성과에 미치는 영향요인들 간의 효과분석을 위해 상용화 직접성과와 간접성과를 종속변수로 하고, 상용화 주체들을 독립변수로 사용하였다. 이 과정에서 상용화 주체들이 직접적으로 상용화 성과에 영향을 미치는 관계를 직접효과가 발생하고 있는 것으로 취급하였으며, 직접적으로 효과를 미치지 못하고 있지만, 매개변수를 통해 상용화 직·간접성과에 영향을 미치는 경우를 간접효과가 발생하고 있는 것으로 취급하였다. 그리고 직접효과와 간접효과를 합쳐 상용화 성과에 미치는 효과를 총 효과로 사용하였다. 상용화 직접성과에 미치는 영향요인들 간의 효과분석을 실시한 결과는 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 상용화 직접성과에 미치는 영향요인들 간의 효과분석

직접효과		간접효과			총효과
독립변수		매개변수	주체- 촉진요인	촉진요인- 성과	소계
기술 창출자 (GSRI)	-	내부촉진(Inter)	0.59	0.34	0.20
		외부촉진(Exter)	0.35	0.41	0.14
		총 간접효과			0.34
기술 사용자 (Firm)	0.82	내부촉진(Inter)	0.51	0.34	0.17
		외부촉진(Exter)	-	0.41	-
		총 간접효과			0.17
기술 (Tech)	-	내부촉진(Inter)	0.61	0.34	0.21
		외부촉진(Exter)	-	0.41	-
		총 간접효과			0.21
기술 중개기관 (TTC)	-	내부촉진(Inter)	-	0.34	-
		외부촉진(Exter)	0.79	0.41	0.32
		총 간접효과			0.32

주 : 총 효과는 직접효과와 간접효과를 합한 값임.

독립변수인 상용화 주체들이 종속변수인 상용화 직접성과에 미치는 총 효과를 분석하면, 직·간접적으로 상용화 성과에 영향을 미치고 있는 기술 사용자(0.99)가 가장 큰 효과를 주고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로는 기술 창출자(0.34), 기술 중개기관(0.32), 기술(0.21) 등의 순으로 효과를 주고 있음을 알 수 있다. 이러한 상용화 직접성과 효과분석 결과를 통해 상용화 과정에서 나타나는 영향요인들 간의 동태구조를 도식화하면 다음 <그림 3>과 같다.



[그림 3] 상용화 영향요인들간의 동태구조(직접성과)

이상의 결과를 정리하면, 기술 사용자는 직·간접적으로 상용화 직접성과에 가장 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으며, 기술 창출자는 직접적으로 상용화 직접성과에는 영향을 미치지 못하지만 내·외부 촉진요인을 매개로 하여 상용화 성과에 영향을 미치고 있다. 한편, 기술은 내부촉진요인을 통해, 기술 중개기관은 외부촉진요인을 통해 간접적으로 상용화 성과에 효과를 미치고 있는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 상용화 과정에서 기술 사용자인 산업체의 역할이 다른 상용화 주체들보다 상용화 성과에 미치는 영향력이 크다는 것을 시사한다고 할 수 있다. 이는 그 동안 공공연구기관의 연구개발성과물들을 산업체로 이전시켜 상용화하는 과정에서 공공연구기관의 역할에 대한 중요성을 강조하였던 기존 연구는 문들과는 다소 상이한 결과로써 실증분석 결과, 산업체의 상용화 관련 역량들을 강화함으로

써 상용화의 성공률을 높이는 정책방안들이 필요로 함을 시사한다고 볼 수 있다.

한편, 상용화 간접성과 영향요인들 간의 효과분석 결과들을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 직접효과를 살펴보면 다음과 같다. 상용화 직접성과와는 달리 상용화 간접성과에서는 독립변수인 상용화 주체들 모두가 직접적으로 상용화 간접성과에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 상용화 주체들 가운데 기술 사용자(0.73)가 상용화의 간접성과에 가장 큰 효과를 주고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 기술 창출자(0.67), 기술 중개기관(0.33), 기술(0.29) 등의 순으로 나타났다.

한편, 간접효과 측면에서는 모든 상용화 주체들이 내부촉진요인과 외부촉진요인을 매개로 하여 간접적으로 상용화 성과에 영향을 미치고 있는데, 먼저 기술 창출자를 살펴보면, 외부촉진요인(0.35)보다는 내부촉진요인(0.59)에 의해서 더욱 큰 효과를 미치고 있는 것으로 나타났다. 그리고, 기술 사용자는 내·외부촉진요인 가운데 내부촉진요인(0.51)에 의해서만 상용화 간접성과에 효과를 미치고 있으며, 기술 역시 내부촉진요인(0.61)만을 매개로 하여 상용화 성과에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 이에 반해 기술 중개기관은 외부촉진요인(0.79)만을 매개로 하여 상용화 성과에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

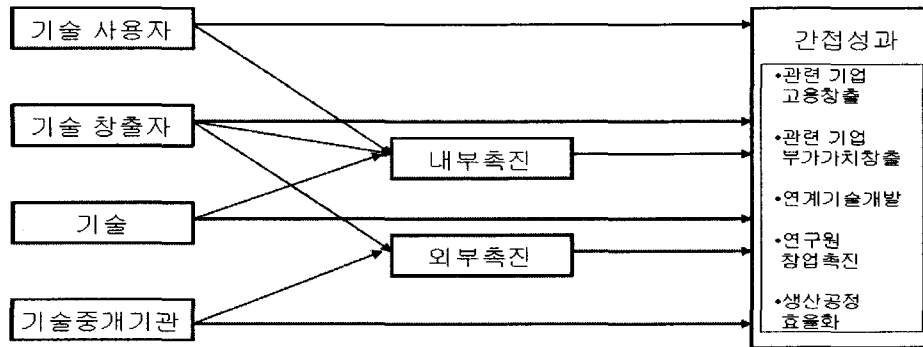
한편, 독립변수인 상용화 주체들이 상용화 간접성과에 미치는 총 효과를 분석해 보면, 기술 창출자(1.13)가 다른 상용화 주체들보다 상용화 간접성과에 가장 큰 효과를 미치고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 기술 사용자(1.05), 기술(0.67), 기술 중개기관(0.51) 등의 순으로 상용화 간접성과에 효과를 주고 있음을 알 수 있다.

<표 3> 상용화 간접성과에 미치는 영향요인들 간의 효과분석

직접효과		간접효과			총효과
독립변수		매개변수	주체-촉진요인	촉진요인-성과	소계
기술 창출자 (GSRI)	0.67	내부촉진(Inter)	0.59	0.62	0.37
		외부촉진(Exter)	0.35	0.23	0.09
		총 간접효과			0.46
기술 사용자 (Firm)	0.73	내부촉진(Inter)	0.51	0.62	0.32
		외부촉진(Exter)	-	0.23	-
		총 간접효과			0.32
기술 (Tech)	0.29	내부촉진(Inter)	0.61	0.62	0.38
		외부촉진(Exter)	-	0.23	-
		총 간접효과			0.38
기술 중개기관 (ITC)	0.33	내부촉진(Inter)	-	0.62	-
		외부촉진(Exter)	0.79	0.23	0.18
		총 간접효과			0.18

이상의 분석결과를 정리해 보면, 상용화의 간접성과 측면에서는 상용화 주체 모두에게서 직접효과가 발생하고 있는 것으로 나타났다. 상용화 주체들 간의 직접효과 측면에서만 본다면, 기술 사용자(0.73)가 기술 창출자(0.67)보다 더 큰 효과를 미치고 있는 것으로 나타났다. 하지만, 총효과 측면에서는 기술창출자가 기술사용자 보다 더 큰 효과를 나타내고 있는데, 이러한 결과를 통해 알 수 있는 것은 기술창출자가 기술사용자 보다 매개변수에 의해 더 큰 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 한편, 상용화 주체와 성과 간의 간접효과들을 살펴보면, 기술 창출자는 내·외부촉진요인 모두를 매개로 하여 상용화 성과에 효과를 주고 있으며, 기술 사용자와 기술은 내부촉진요인만을 매개로 하여 상용화 성과에 효과를 주고 있다. 이에 반해 기술 중개기관은 내부촉진요인 보다는 외부촉진요인을 매개로하여 상용화 성과에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 이상의 분석결과는 앞서 분석되었던 상용화 직접성과

와는 다른 결과로써, 상용화 간접성과 측면에서는 기술 창출자가 기술 사용자 및 여타 상용화 주체들보다 중요한 역할을 수행해야 함을 의미한다고 볼 수 있다. 이는 기술 창출자인 공공연구기관을 통해 기술개발이 이루어지고, 이를 통해 새로운 창업이 촉진됨과 동시에 관련 기업 또는 산업의 동반 성장이 이루어질 수 있음을 의미한다고 볼 수 있다. 이상 상용화 간접성과의 효과분석 결과를 통해 상용화 간접성과에 영향을 미치는 요인들 간의 동태구조를 도식화 하면 다음 <그림 4>와 같다.



[그림 4] 상용화 영향요인들간의 동태구조(간접성과)

이상의 분석결과를 종합해 볼 때, 아직까지 우리나라의 상용화 주체들은 자체의 역량만으로는 직접적으로 상용화 과정에서 성과를 내지 못하고 있는 것으로 나타났다. 이는 그동안 우리나라 공공연구기관은 국가 과학기술을 위한 원천기술개발에 초점을 맞추어 운영됨으로써 연구개발에 초점이 맞추어져 있었고, 기술이전을 통한 연구개발성과의 상용화에는 소홀히 해 온 이유 때문이기도 하다. 따라서 우리나라의 정부출연 공공연구기관들은 수많은 혁신적인 연구개발성과물들을 창출하였음에도 불구하고, 이를 산업체로 연결시켜 상품화를 만들어 내지 못했다는 비판이 지속적으로 제기되어 왔다. 이러한 비판에 근거하여 최근에는 공공연구기관의 연구개발성과물들을 적극적으로 산업체로 연결시킴으로써 상용화를 이루고자 하는 노력들이 경주되어 오고 있다. 하지만 아직까지는 연구개발성과를 산업으로 이전하여 상용화를 이루고자 하는 상용화 환경이 제대로 갖추어져 있지 않은 이유 등으로 상용화 주체들의 자체 역량만으로는 성과를 만들어 내기에는 어려운 것으로 나타났다. 따라서 이들 주체들은 상용화 과정에서 상용화 내·외부촉진요인을 매개로 하여 상용화 성과에 직간접적으로 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다.

IV. 정책방안 및 결론

1. 연구결과의 요약

기술개발의 효율성은 기술자체의 개발에서 끝나는 것이 아니라 기술 선진국에서와 같이 공공기관의 연구개발성과들을 기업에게 얼마나 성공적으로 이전하였으며, 얼마나 상용화에 성공하였는가 라는 기준으로 평가되어야 할 시점이다. 이를 위해서 공공연구기관들에서 창출된 연구성과들을 효과적으로 기업에게 연결시킴으로써 상용화에 이르게 하는 주요 영향요

인들 간의 총괄적인 동태구조 분석에 관한 연구가 필요하다고 하겠다. 따라서 본 연구에서는 정부출연 공공연구기관의 연구개발성과물들이 산업체로 이전되어 성공적인 상용화를 이루는 과정에 내재되어 있는 요인들 간의 동태성 구조를 구조방정식모델을 이용하여 파악하고자 하였다.

실증분석 전 본 연구에서는 선행연구 검토를 통해 상용화 과정에 영향을 미치는 주요 영향요인들을 밝혀냈으며, 이러한 영향요인들은 다시 본 연구를 위한 연구변수로 범주화 하였다. 연구변수는 크게 상용화 주체와 상용화 촉진요인, 그리고 상용화 성과로 구분하였다. 상용화 주체요인은 다시 기술창출자, 기술사용자, 기술, 기술중개기관으로 구분하였으며, 상용화 촉진요인과 관련해서는 기존의 다양한 상용화 촉진요인들을 내부촉진요인과 외부촉진요인으로 범주화하여 구분하였다. 마지막으로 상용화 성과는 상용화 주체들이 상용화 촉진요인들을 매개로 하여 영향을 미치는 것으로 크게 직접성과 간접성으로 구분하였으며, 상용화 성과는 본 연구의 최종 종속변수로 활용하였다.

본 연구에서는 정부출연 공공연구기관들의 연구개발성과물들을 상용화시키는 과정에서 관련 요인들 간의 동태구조를 살펴보기 위해 연구모형을 수립하고, 이 연구모형의 적합성을 평가하기 위해 관련 가설들을 설정하였다. 상용화 관련 요인들 간의 가설관계는 크게, 상용화 주체와 상용화 성과 간의 관계, 상용화 주체와 상용화 촉진요인 간의 관계, 그리고 상용화 촉진요인과 상용화 성과 간의 관계를 중심으로 가설을 세웠다. 분석결과를 종합해 보면 다음과 같다.

먼저, 상용화 직접성과에 미치는 영향요인들 간의 효과분석을 실시한 결과, 기술 사용자는 직·간접적으로 상용화 직접성과에 가장 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으며, 기술창출자는 상용화 직접성과에는 영향을 미치지 못하지만 내·외부 촉진요인을 매개로 하여 상용화 성과에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 한편, 기술은 내부촉진요인을 통해, 기술중개기관은 외부촉진요인만을 매개로 하여 간접적으로 상용화 성과에 효과를 미치고 있는 것으로 나타났다.

한편, 상용화 간접성과 측면에서는 상용화 주체 모두에게서 직접효과가 발생하고 있는 것으로 나타났다. 상용화 주체들 간의 직접효과 측면에서만 본다면, 기술 사용자(0.73)가 기술창출자(0.67)보다 더 큰 효과를 미치고 있는 것으로 나타났다. 한편, 상용화 주체와 성과 간의 간접효과들을 살펴보면, 기술창출자는 내·외부촉진요인 모두를 매개로 하여 상용화 성과에 효과를 주고 있으며, 기술 사용자와 기술은 내부촉진요인만을 매개로 하여 상용화 성과에 효과를 주고 있다. 이에 반해 기술중개기관은 내부촉진요인 보다는 외부촉진요인을 매개로하여 상용화 성과에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 이상의 분석결과는 앞서 분석되었던 상용화 직접성과와는 다른 결과로써, 상용화 간접성과 측면에서는 기술창출자가 기술 사용자 및 여타 상용화 주체들보다 중요한 역할을 수행해야 함을 의미한다고 볼 수 있다. 이는 기술창출자인 공공연구기관을 통해 기술개발이 이루어지고, 이를 통해 새로운 창업이 촉진됨과 동시에 관련 기업 또는 산업의 동반 성장이 이루어질 수 있음을 의미한다고 볼 수 있다.

2. 정책적 함의

본 연구의 실증분석 결과, 우리나라는 아직까지 정부출연 공공연구기관의 연구개발성과를 산업으로 이전하여 상용화를 이루어내기에는 상용화 주체들의 역량이 부족한 것으로 나타났다. 따라서 이들 주체들은 상용화 과정에서 상용화 촉진요인들을 매개로 하여 상용화 성과에 직간접적으로 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었는데, 상용화 촉진요인 가운데, 내부촉

진요인에 가장 영향을 많이 받는 상용화 주체로써는 기술창출자, 기술사용자, 기술 요인들로 나타났으며, 외부촉진요인에 영향을 받는 주체로써는 기술 창출자, 기술 중개기관 등으로 나타났다. 그리고 내·외부촉진요인 모두에 영향을 받는 주체로써는 기술창출자와 기술사용자가 내·외부촉진요인 모두에 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과들은 상용화 내·외부촉진요인들의 강화가 상용화 주체들의 역량을 강화시킴으로써 궁극적으로 성공적인 상용화를 이루어낼 수 있다는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 상용화를 활성화시키기 위한 내·외부촉진방안들을 중심으로 몇 가지 정책방안들을 제시하고자 한다.

먼저, 성공적 상용화를 위한 내부촉진방안으로는 연구원 인센티브제도 확대, 시장수요에 입각한 기술개발, 공동연구개발사업 강화 등을 고려할 수 있다.

연구원 인센티브제도 강화방안으로써는 첫째, 기존 연구성과물이나 산업재산권이 해당 연구기관에 귀속되었던 기존 방식에서 연구성과물에 관한 산업재산권을 참여 연구자와 연구기관이 공동으로 보유할 수 있는 방안을 모색할 수 있으며, 둘째로 기존 연구자의 로열티 지분을 현행 10% 내외에서 최대 30% 이상 높게 책정하는 방안 등을 고려할 수 있겠다.

다음으로 시장수요에 입각한 기술개발로써, 정부출연 연구기관 또는 국가연구개발사업의 선정시 장기간 시장동향의 분석을 통해 연구과제분야와 세부과제의 선정이 이루어지도록 정기적으로 시장동향을 조사·분석하는 기능이 강화되어야 하며, 아울러 정부출연 공공연구기관에서는 다양한 분야의 전문가들로 구성된 기술이전 및 기술 마케팅 전담부서를 설치하여 연구기관 뿐만 아니라 관련 사업체들에게 지속적으로 시장수요에 입각한 기술정보 제공과 홍보활동을 병행하여야 할 것이다.

공동연구개발사업을 위해서는 공신력 있는 기술중개기관들이 기관간 공동연구를 적극적으로 유도하여야 하고, 공동연구를 통해 창출된 기술에 대해 연구보증을 함으로써 기술 상품화에 대한 신뢰성을 확보하도록 노력하며, 이를 통해 얻은 상용화 성과들을 적극적으로 홍보함으로써 또 다른 공동연구개발을 추진하는 계기가 될 수 있도록 하여야 할 것이다.

한편, 성공적인 상용화를 위한 외부촉진방안으로는 상용화 자금지원, 연구개발을 위한 네트워크 강화 등을 제시할 수 있겠다. 먼저, 상용화 자금지원을 위해서는 안정적인 재원확보가 이루어져야 하는데, 이를 위해서는 정부, 창업투자회사, 연·기금 등을 중심으로 한 안정적인 재원마련이 이루어져야 할 것으로 보인다. 특히 장기적인 투자재원으로 연·기금 및 기관투자자의 출자확대가 절대적으로 필요하며, 이 같은 문제점을 개선하기 위해 벤처캐피털 투자와 융자형 정책자금을 연계하는 투·융자 프로그램 확대가 필요하다.

연구개발을 위한 네트워크 강화 측면에서는 첫째, 연구개발의 과제선정단계부터 연구성과의 상용화까지 연구기관과 산업체가 공동으로 참여하는 유기적 네트워크를 형성하여야 한다. 둘째로 공공연구기관과 산업체간 연구개발을 위한 인적교류의 확대가 필요하며, 셋째, 공공연구기관의 연구부서와 산업체간 기술교류회의를 개최하거나, 연구과제 선정시, 또는 연구개발전략 및 계획수립시 산업체 관계자들이 참석하여 공동으로 연구개발전략을 수립할 수 있는 제도적 장치를 마련하여야 할 것이다.

상용화 과정에서 내·외부촉진요인들을 매개로 하는 상용화 주체들의 상용화 역량을 강화하기 위해서는 이상의 상용화 내·외부촉진방안들을 강화하여야 하며, 이러한 정책방안들의 효과적 운용을 통해 궁극적으로 상용화 성공률을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 강태경(2003), “정보기술전략과 정보기술투자가 정보기술성장에 미치는 영향에 관한 연구”, 한국외국어대학교 박사학위논문.
- 김계수(2003), 「Amos 구조방정식 모형분석」, 서울: 데이터솔루션.
- 김새로나(2003), “항만클러스터 구축에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”, 중앙대학교 박사학위논문.
- 김선근(2002), “국가연구개발사업에 있어 참여연구자의 Incentive 관리체계 분석”, 「기술혁신연구」 제7권 2호.
- 김선근(2002), 공공연구개발성과의 기술확산 메카니즘 분석과 정책방안 연구, 과학기술정책연구원
- 김승재(1998), “기술이전 시스템의 문제점과 방향”, 「기술관리」, 산업기술진흥협회.
- 김은정(2004), “구조방정식모형을 이용한 정보공동이용의 결정요인 연구”, 「한국행정정보」 제38권 4호.
- 김태현·신동호(2003), “기술집약적 중소기업의 성장과정”, 「사회과학연구」 한남대학교.
- 배병렬(2004), 「구조방정식모형을 위한 SIMPLIS 활용과 실습」, 청목출판사.
- 산업기술연구회(2003), 「산업기술연구회 소관 출연기관 연구성과의 경제적 효과 분석(I)」.
- 손소영(2002), 정보통신 연구개발기술의 효율적인 상용화 지원방안, 정보통신 학술연구과제.
- 송재복·류효상(2002), “기업부설연구소의 연구성과 사업화 및 확산방안에 관한 연구”, 「한경대학교 논문집」 제34권.
- 신동호·김태현(2005), “대덕밸리 공공연구기관의 국가 및 지역경제적 역할”, 「충남·대전 지역혁신클러스터 고도화 방안 모색」, 충남·대전지역혁신연구회 공동심포지움.
- 원태연·정성원(2001), 「통계조사분석」, 서울: 데이터솔루션.
- 이광희·김영배(1998), “공동기술개발 프로젝트의 성패요인: 우리나라 전자부품 중소기업 분석”, 「기술혁신」, 제6권 제2호.
- 정혜순(2003), 「기술상용화의 이론과 실제」, 서울: 한국과학기술정보연구원.
- 한국기술거래소(2002), 「기술도 상품이다」. 서울: 한국기술거래소.
- 한국기술거래소(2003), 「기술도 상품이다 : 기술거래 및 사업화 성공 사례집」, 서울 : 한국기술거래소.
- 황혜란(2004), “대덕연구단지 연구개발전문산업 육성방안에 관한 연구”, 대전발전연구원.
- Alic, J. A., (1990), "Cooperation in R&D." Technovation, Vol.10, No.5.
- Arthur D . Little, Value from research : Achieving Innovation with LPRIs, ECSC-EC Brussels-Luxembourg, 2000
- Bach, et al., Learning from S&T Policy Evaluation, Chap. 5 Evaluation of Brite-Euram Program, 2000
- Bach, The Assessment of Socioeconomic Impact of Public R&D in France, Tokyo International Conference, 2002
- Chiang, J., (1991), "From Mission-Oriented to Diffusion-Oriented" Program: The new Trend of U. S Industrial Technology Policy," Technovation, Vol. 11, No. 6.
- Glen Weisbrod & Burton Weisbord(1997), Measuring Economic Impacts of Projects and Programs, Economic Development Research Group, April 1997.
- Higgins, T., (1977), " Innovation Strategies for successful Product and Process Commercialization in Government R&D," R&D management, Vol. 7, No. 2.
- Mowery, D., & Rosenberg, N., (1983), "The Influence of Market Demand upon

Innovation: A Critical Review of Some Recent Empirical Studies." Research Policy, Vol. 8.

Werner, J., & Bermer, J., (1991), "Hard Lesson in Cooprtative Research," Issues in Science and Technology.

W. M. Cohen and D. A. Levinthal, 1989, Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, Economic Journal, September 1989, p 571.