

기초과학연구성과의 사업화에 관한 연구 -기존 성공사례 분석을 통해-

정부일*

I. 서론

21세기 지식기반경제(knowledge based economy) 또는 지식기반사회(knowledge based society)에서는 지식이 경제성장 및 사회발전의 원동력이며, 특히 과학지식 및 과학기반기술(Science based technology)의 창출은 국가경쟁력 향상과 더불어 기업의 고부가가치 창출의 원동력이 될 수 있다. 정부에서도 과학지식을 창출하기 위한 기초과학연구에 많은 투자가 이루어지고 있는데, 지식재산 관련 투입(Input) 및 산출(Output)에 비해 경제적 가치로의 전환(Outcome)은 취약한 실정(기술무역수지비율 0.41(2013, 58.7억불 적자)으로(손수정, 2014), 집중적인 R&D투자에 따른 양적 성장은 이루어졌으나, 질적 성장으로는 이어지지 못하고 있어 투자 효율성 제고를 위한 개선이 필요하다는 지적이 계속되고 있는 실정이다.

정부의 과학기술에 대한 투자 효율성제고 관련하여 크게 두 가지의 문제점이 제기되고 있는데, 첫 번째는 정부의 R&D투자 연구성과의 사업화가 미진하다는 문제점과 (선진국 대비 매우 저조한 비율), 두 번째는 우리나라가 짧은 시간에 선진기술 추격전략으로 급속한 경제 발전을 추구하는 과정에서 단기성과 중심의 산업기술은 발달하였으나 기초과학·원천기술역량부족으로 성장의 한계에 직면해 있다는 사실이다.

본 연구는 우리나라 기초과학연구 성과의 효율적이고 효과적인 사업화 활성화 방안을 모색하기 위한 예비조사(preliminary study) 성격의 연구로서, 근래에 사용되기 시작한 ‘과학사업화’에 대한 개념을 정리하고, 과학연구성과가 곧바로 사업화로 연계된 기존사례들을 발굴하여 예시하고, 과학사업화의 성공확률이 높은 과학기반산업분야를 탐색하였으며, 오래전에 과학사업화를 시작하여 현재는 괄목할 만한 성과를 보이고 있는 해외연구기관들을 벤치마킹하고자 그들의 성공비결을 살펴봄으로써 우리나라 기초과학연구 성과의 효율적이고 효과적인 사업화 활성화 방안 연구에 도움이 되는 시사점을 찾고자 한다.

II. 관련연구 검토

1. 과학기술과 기술혁신

1) 과학기술과 기술혁신

과학은 어떤 사물을 ‘안다’라는 라틴어 ‘scire’에서 유래했다. 그리스어 sophia(知)에 바탕을 둔 philosophia(哲學 : philosophy)와 관계가 있다. 그래서 19세기 초까지 자연과학(natural science)을 자연철학(natural philosophy)이라고 했다. 영어와 프랑스어인 ‘science’는 ‘자연 현상에 대한 체계적인 지식’이자 ‘추상적 논리체계’를 뜻한다. 과학이 중요한 이유는 과학이 치열한 생존경쟁과 위험한 자연에서 우리의 생존에 결정적인 도움이 되기 때문에 중요하다.

* 정부일, 대전대학교 융합컨설팅학과 박사과정, 010-8743-2234, bichung1007@naver.com

과학의 핵심은 발견이다. 과학은 자연에 숨겨져 있는 논리적 규칙성을 찾아내는 것으로부터 시작되기 때문이다. 발견의 과정에는 실험을 통해 확보한 자료에서 규칙적인 패턴의 발견, 실험에 사용되는 기구의 성능 향상, 뜻밖의 행운, 기존의 이론과의 차이, 무한한 상상력, 가설 연역적 접근, 선결 조건의 결과, 느닷없는 직관 등이 다양한 형태로 작용을 하게 된다(jg. Lee, 2013)

기술을 뜻하는 ‘technology’는 ‘무엇인가 만들어 낸다거나 성취하는 방법’을 말한다. technology의 어원은 예술과 의술 등을 포함한 그리스어 ‘techne’에서 유래되었다. 표준국어대사전에서는 “과학 이론을 실제로 적용하여 자연의 사물을 인간 생활에 유용하도록 가공하는 수단”이라고 기술을 정의하고 있는데, 요즘은 주로 물질 재화를 생산하는 생산기술의 의미로 사용되고 있다.

과학이 ‘자연현상에 대한 체계적 지식’이라면 기술은 ‘인간의 물질적 편이를 위한 고안’이라고 할 수 있다. 그런 과학과 기술이 오늘날 ‘과학과 기술’이 아닌 ‘과학기술’로 표기되고 있는 이유는 20세기 들어 1, 2차 세계 대전을 거치면서 과학과 기술이 정부에 의해 관리됨으로써 상호작용이 커진 데다 과학이 기술로의 전환시기가 빨라져 그 영역이 모호해졌기 때문이다. 그러나 영어로 쓸 때는 과학과 기술을 구분해서 ‘science & technology’라 표기하고, 우리가 통상적으로 쓰는 과학기술은 ‘scientific technique’라 써야 한다. 과학이 바탕이 된 기술이란 의미이다(이광영, 2011).

과학기술의 발달은 각종 산업 발달의 토대가 된다. 18세기 이전에는 기술(technique)은 과학의 도움보다도, 장인들의 경험에 의하여 느릿느릿 진화했다. 급격한 과학기술의 발달을 기술혁신이라고 하며 기술혁신은 산업 구조의 변화를 가져오는 원인이 되기도 한다. 증기기관의 발명으로 대량생산이 가능하게 된 결과 산업혁명이 촉발된 것이 대표적인 사례이다. 최근 들어 급격한 정보화의 진행으로 정보 통신 산업이 크게 발달하고 있으며 통신, 인터넷 등을 주요 과학기술로 취급한다.

2) 지식흐름과 기술혁신

과학은 기본적으로 넓은 범위의 응용에 대한 잠재성에 기초해 기초적인 문제를 풀려고 시도한다(Henderson et al., 1998; Mowery and Ziedonis, 2002). 또한 최초로 발견한 사람이 모든 것을 차지한다는 생각 때문에 “탐구”의 과정을 중요하게 생각한다(Merton, 1957; Dasgupta and David, 1994). 과학지식은 공개성(openness)을 원칙으로 발견자가 과학논문(scientific article)을 통하여 발견에 수반되는 지식을 다른 사람들에게 전파함으로써 이후 연구개발의 효율성을 향상하고 기술혁신을 도모할 수 있게 된다.

과학과 달리 기술은 시행착오를 거쳐 문제해결을 하며, 보다 직접적인 형태의 산물을 원한다(Nelson, 1982; Fleming and Sorenson, 2004). 기술은 본질적으로 비밀성(secrecy)을 전제로 제품을 만드는데 이용되기 때문에 추적하기가 어렵고, 영업비밀(trade secret)로 남겨지거나 특허(patents)로 표현하여 보호받게 된다. 특허는 기술혁신을 촉진하기 위해서 발명자에게 독점적인 권리를 주는 것이며, 특허화 된 기술지식도 논문의 경우와 마찬가지로 인용에 의해 파급되게 된다.

과거 전통적인 기술혁신이론에서는 과학적 발견이 기술개발을 유발한다고 인식되어 왔다. 또한 대학은 과학적 발견에 대한 책임을 지고, 기업들은 공개된 과학을 활용하여 기술을 개발한다고 보았다. 그러나, 최근에는 대학도 기술을 개발하고, 기업도 과학적 발견에 투자하기 시작하면서 과학과 기술이 서로 상호작용하며 발전하고 있다고 인식되고 있다. 또한 이 과정에서 발생하는 상호파급 효과가 혁신에 대한 긍정적인 외부효과를 창출한다(Freeman, 1992; Mansfield, 1995).

3) 연구개발활동

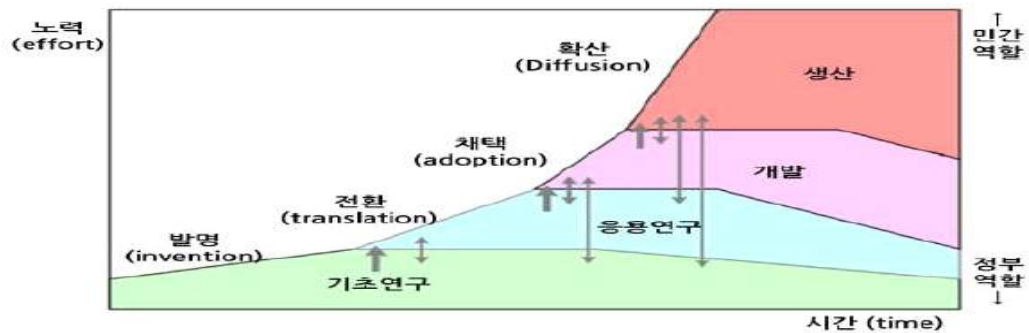
OECD기준으로 과학기술(Science & Technology)은 연구개발활동과 과학기술활동으로 구분되는데, 목적 관점에서의 연구개발활동은 ‘기초과학’, ‘원천기술’, ‘산업기술’로 구분할 수 있으며, 연구개발의 단계 관점에서 볼 때는 기초연구, 응용연구, 실험·개발연구로 구분할 수 있다.

<표 1> 기초과학과 기초연구의 개념정의

연구개발의 목적 관점	
기초과학	주로 자연현상에 대해 이해 그 자체를 목적으로 자연에 대한 새로운 이론과 창조적 지식을 획득하거나 정립하는 연구를 수행(예시: 물리학, 화학 생물학, 지구과학, 수학, 천문학 등)
원천기술	주로 기초과학에 뿌리를 두고 있으면서 독창성, 독보성 및 혁신성이 높은 기술을 개발하는 연구를 수행(예시: 바이오기술, 나노기술, 초전도기술, 핵융합기술 등)
산업기술	특정한 생산품, 공정, 서비스, 시스템 등 구체적인 목적을 가지고 산업에 곧바로 활용하기 위한 기술을 개발하는 연구를 수행(예시: 광업기술, 신에너지 기술, 정보·통신기술 등)
연구개발의 단계 관점	
기초연구	특수한 응용 또는 사업을 직접적 목표로 하지 않고, 자연현상 및 관찰 가능한 사물에 대한 새로운 지식을 취득하기 위하여 최초로 행해지는 이론적 또는 실험적 연구
응용연구	기초연구의 결과로 얻어진 지식을 이용하여, 주로 실용적인 목적과 목표하에 새로운 과학적 지식을 획득하기 위한 독창적인 연구
개발연구	기초 응용연구 및 실제경험으로부터 얻어진 지식을 이용하여 새로운 제품 및 장치를 생산하거나, 이미 생산 또는 설치된 것을 실질적으로 개선하기 위한 체계적 연구

자료: 교육과학기술부(2008) 자료를 토대로 정리함

미국 대통령 과학기술자문위원회(PCAST)는 기술혁신의 새로운 모형으로 아래 <그림 1>과 같이 상호작용 기술단계 (Interacting Technology Stages) 모형을 제시하며 과학과 기술의 상호작용을 최근 연구개발모형의 중요한 트렌드로 인식하고 정부차원에서 기초연구에 대한 지원을 강조하고 있다.



(그림 1) 상호작용 기술단계 모형(자료: PCAST(2012))

PCAST(President's Council of Advisors on Science & Technology)에 의하면, 기초연구를 바탕으로 응용연구가 촉진되기도 하고, 기초연구의 결과가 직접 개발이나 생산에 활용되어 기술혁신을 가져오기도 하며, 또한 개발과 생산의 단계가 역으로 기초연구와 응용연구에 새로운 영감을 주기도 하므로, 기술은 기초연구, 응용연구, 개발, 생산 등의 모든 단계가 단방향(unidirectional)이 아니라 양방향(bidirectional)으로 상호작용하면서 발전하기 때문에 새로운 과학지식을 창출하는 기초연구에 대한 지속적 투자는 중장기적인 국가 경제발전을 위해서 필수적으로 요구된다는 것이다.

2. 기술사업화의 개념

기술사업화(technology commercialization)는 기술을 기반으로 사업화하는 것을 의미한다고 정의할 수 있는데, 기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률에서는 ‘기술을 이용하여 제품의 개발, 생산 및 판매를 하거나 그 과정의 관련 기술을 향상시키는 것을 말한다’라고 정의하고 있으며, 기술의 원천에 따라 공공기술 사업화와 민간기술 사업화로 구분되기도 하는데, 일반적으로 기술혁신의 전주기적 관점에서 ‘개발된 기술의 이전, 거래, 확산과 적용을 통해 부가가치를 창출하는 제반 활동과 그 과정’으로 정의되며(박종복, 2008) 유사개념으로는 상용화, 실용화, 산업화, 기업화가 있다.

연구자의 관점이나 적용분야의 특성에 따라 광의의 기술사업화와 협의의 기술사업화로 구분하여 정의할 수 있는데, 광의적 개념은 기술혁신의 전 주기적 관점에서 기술사업화를 염두에 둔 연구개발 계획수립 또는 아이디어단계부터 다양한 혁신 주체들이 참여하여 연구 개발과 이를 통해 경제적 성과를 창출하는 일련의 과정이라고 하며(KISTEP, 2014), 협의의 기술사업화는 자체 연구개발 또는 외부조달을 통해 획득한 신기술을 생산활동(즉, 엔지니어링 및 제조공정활동)에 투입하여 제품의 제작, 출하 및 판매에 이르는 과정을 말한다(권영관 외, 2011).

본 연구에서는 ‘공공부문(대학, 정부출연연구기관 등) 및 민간(기업)에서 아이디어 단계부터 자체 연구개발을 통해 또는 외부조달을 통해 획득한 신기술을 이전하거나 직접 생산과정에 적용함으로써 제품·서비스의 생산·판매를 통해 부가가치를 창출하는 제반 활동’으로 정의한다.

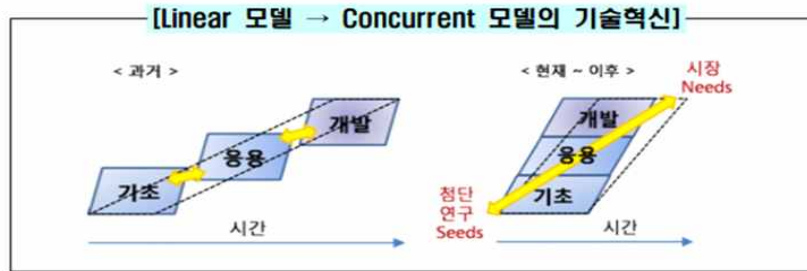
3 과학사업화의 개념

1) 과학사업화 관련 선행연구

과학사업화의 출현배경을 살펴보면 혁신을 유발하는 지식내용 중에서 숙련, 기능, 경험등과 같은 ‘시행착오적’ 지식보다는 전문화된 R&D 조직에서 생산하는 ‘공식적 과학지식’이 차지하는 비중이 증대하고 있으며, 기초과학을 혁신의 원천으로 활용하는 ICT, BT, 신소재 등의 과학기반산업(science-based industry)이 20세기 중후반부터 등장하고 있는데 과학기반산업은 첨단산업으로서 높은 R&D 투자 비중과 광범위한 사회경제적 파급효과를 보유하고 있다. 기초연구는 ‘새로운 지식창출’과 ‘창조적 인력양성’을 통해 국가 경쟁력의 근본 원천인 ‘과학적 기초(Scientific Base)’를 제공하게 되고, 이를 통해 새로운 기술·산업을 창출하여 국가경제 발전과 국민들의 삶의 질 향상에 기여하게 되는데, 연구개발과정이 이전에는 ‘과학을 거친 기술(S→T)’에 국한되고 이후 개발된 기술의 사업화 추진이 일반적이었으나, 과학과

기술의 융합도가 증가함에 따라 ‘기술과 융합된 과학(S↔T)’으로 확대됨으로 해서 ‘과학’과 ‘경제’(산업)의 직접적인 대면 면적 확대되고 있고, 따라서 과거에 비해 산업혁신의 원천으로서 과학지식의 중요성이 더 커지고 있음(KISTI, 2009).

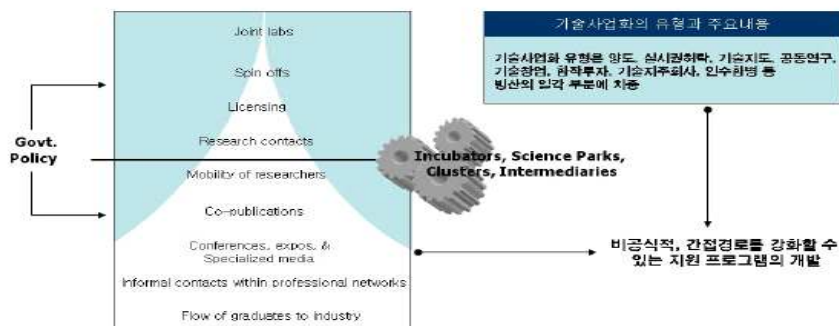
기초연구와 이를 통해 생산된 과학지식은 산업기술 특히 최근의 산업혁신을 주도하고 있는 생명공학 및 정보기술의 중요한 혁신의 원천이 되어왔으며(OECD, 2002), 이들 분야의 연구개발 모형에서 선형(linear) 모형에서 역동적이고 병렬적인(concurrent) 모형으로의 변화를 발견할 수 있다.



(그림 2) 연구개발 기술혁신 모형

과학사업화 관련 연구의 범위는 과학사업화에 대한 정의를 어떻게 내리느냐에 따라 달라지게 되는데, KISTI(2009)는 ‘출연(연) 과학사업화 촉진을 위한 제도 및 정책방안 연구’를 통해 과학사업화를 ‘경제성장, 경쟁력 강화, 일자리 창출, 삶의 질 증대 등 총체적인 사회 니즈에 부합하기 위한 과학과 산업의 연계 혹은 상호작용의 강화’로 정의하고, 과학사업화는 기술사업화에 비하여 혁신의 불확실성과 위험도가 상대적으로 높으며 응용연구보다는 기초연구의 역할에 더 주목하게 되고 과학-산업간 연계는 비공식적이고 간접적인 경로를 통해 이루어지므로 기존의 기술사업화 지원정책·제도·인프라 하에서 활성화되기에는 한계가 있으며 과학사업화를 활성화시키기 위한 단계별 지원프로그램이 필요하다고 제안했다.

과학사업화의 과학-산업 연계를 위한 제도 및 시스템 측면에서의 연구에서 OECD(2002)는 과학-산업 연계 유형을 Joint-Labs, Spin-offs, Licensing, Mobility of researchers, Flow of graduate to industry 등으로 구분하고 대부분의 연계는 비공식적이고(informal) 간접적인 경로를 통해 이루어지며 공식적인(formal) 연결은 아래 그림과 같이 빙산의 일각에 불과하다고 하였다.



자료 : OECD(2002: 23)의 Figure 2. Formal mechanism of ISRs: the tip of an iceberg 재구성

(그림 3) 과학-산업의 연계구조

Polt et al.(2001)은 과학-산업의 연계유형을 협력연구, 수탁연구, 인력이동, 산학협력, 직업 교육, 지적재산권 사용, 연구원 창업, 비공식적 네트워크로 구분하였으며, Perkmann & Walsh(2007)는 과학-산업 연계를 ‘관계에 대한 몰입도’에 따라 단순한 기술이전, 인력의 이동, 실질적인 관계형성으로 구분하였고, Brennenraedts, Bekkers, Verspagen(2006)은 과학-산업 연계유형을 공동출판, 학술회의 참가, 인력의 이동, 비공식적인 접촉, 연구개발 협력, 설비공유, 교육협력, 계약연구, 지적재산권, 창업으로 구분하였다.

과학과 산업을 매개하는 중간조직(intermediary)에 대한 연구로서 Howells(2006)은 기술의 이전과 확산, 혁신경영, 혁신체제, 서비스 조직 혹은 지식기반 서비스로 구분하여 검토하였는데 기술사업화 논의에서 중간매개조직이 주로 technology brokering 기능을 수행했다면 과학사업화 개념에서는 매개조직의 기능이 knowledge brokering, innovation consultancy service로 확장되어야함을 의미한다. OECD(2002)는 공공연구조직상의 과학-산업 연계조직을 Part of the research institute, The arm'slength subsidiary, Public or private intermediaries의 3가지 형태로 제시하고 각각의 장단점을 설명하였다.

이상 살펴본 바와 같이 과학사업화 관련 선행연구는 주로 제도 및 시스템 측면에서 그리고 과학기술이전을 매개하는 조직 위주로 과학-산업 연계를 활성화시키기 위한 방안에 대해서 연구가 이루어져 왔음을 알 수 있다.

2) 과학사업화의 개념정의

과학사업화라는 용어가 국내 학계에서 사용되기 시작한 지 오래되지 않았기 때문에 아직까지는 개념적인 정의가 구체화되지 않은 상태인데, 과학사업화를 기술사업화에 대응하는 개념으로 정리한다면 ‘기초과학연구 성과를 기반으로 사업화하는 것’을 의미한다고 정의할 수 있으며, 과학사업화 역시 연구자의 관점이나 적용분야의 특성에 따라 광의의 과학사업화와 협의의 과학사업화로 구분하여 정의할 수 있다.

KISTI는 ‘출연(연) 과학사업화 촉진을 위한 제도 및 정책방안 연구(2009)’를 통해 과학사업화를 ‘경제성장, 경쟁력강화, 일자리 창출, 삶의 질 증대 등 총체적인 사회니즈에 부합하기 위한 과학과 산업의 연계 혹은 상호작용의 강화’로 광의의 관점에서 정의하고 있으며, 김은선(2009)은 ‘과학사업화 활성화 프로그램에 대한 연구’에서 협의의 관점으로는 ‘기초·원천기술, 과학지식의 사업화’라고 정의 하고 있다.

본 연구에서는 과학사업화를 ‘기초과학연구의 성과를 이전·사용하여하거나 직접 생산과정에 적용함으로써 제품·서비스의 생산·판매를 통해 부가가치를 창출하는 제반 활동’으로 정의한다.

III. 연구방법

본 연구에서는 과학연구성과가 곧바로 사업화로 연계된 기존사례들을 발굴·조사하고 산업적 특성을 분류하여 과학사업화의 성공확율이 높은 산업분야를 탐색하였으며, 성공적으로 과학사업화를 실시하고 있는 외국연구기관들의 사례들을 조사하여 그들의 성공비결을 벤치마킹하고자 하였다.

1. 과학지식의 사업화 사례

1) 반도체 CRM 개발연구**

과거에는 국내 반도체 회사들은 미국에서 CRM(Certified Reference Material)을 구입하여 사용하였다. CRM들은 반도체 생산 현장에서 사용되는 계측기를 교정하여 정확도를 보장해주는 목적으로 사용되는데 초미세구조로 여러층을 쌓아 만드는 반도체 공정에서 측정치가 정확하지 않으면 제품 불량률이 증가하고 불량률 증가는 생산 원가의 급격한 증가를 의미한다. 세계적으로 가장 얇은 박막두께 CRM은 미국표준기술원(NIST)이 개발한 10 nm 짜리인데 삼성전자와 한국표준과학연구원이 공동으로 연구하여 1000 nm 두께에서 6 nm 두께까지 여러 종류의 CRM을 개발하였으며 NIST에서 구입한 CRM에 대한 측정결과는 우리의 결과와 잘 일치되고있다.

또한, 세계적으로 아직 개발되지 않은 새로운 금속 박막에 대한 CRM이 삼성전자의 필요에 따라 공동연구를 통해 개발되었다. 반사율 CRM도 표준과학연구원에서 국가측정표준확립을 위한 목적 기초연구를 통하여 확보된 절대 반사율 측정 능력을 활용하여 개발되었으며 초고집적 반도체 소자 개발에 중요한 2-3 nm 두께의 초박막 실리콘 산화막과 실리콘 기판 사이에 존재하는 1 nm의 계면층의 압축응력을 확인하고 이를 제거하는 방법을 찾아냄으로써 소자의 수명을 향상시킬 수 있었다.

이상에서 설명된 반도체 CRM 개발연구는 국가측정표준확립을 위한 목적기초 연구성과가 국내산업의 기술수준이 세계 최고가 됨에 따른 기술수요에 적용되어 성공적인 기술확산이 이루어진 사례이며 삼성전자에서 현재 개발된 CRM을 보급하고 있다.

2) BRCA1연구성과의 사업화 사례***

1995년 워싱턴 대학에서 유전되는 유방암의 원인 유전자(BRCA1)을 규명하기 위한 연구를 수행하여 BRCA1에 대한 규명에 성공하였으며, 이후 Vanderbilt 대학연구소의 18개월간의 연구로 BRCA1이 코딩하는 단백질과 BRCA1의 기능을 규명하는 연구가 성공하였다. BRCA1 유전자 정보를 이용하여 유방암의 조기예측 방법이 Myriad Genetics사에 의해 개발되어 판매되고 있으며 치료약에 대한 개발도 진행 중에 있다.

연구진은 RAD51이 BRCA1에 의한 유방암 생성을 어떻게 매개하는지 밝히기 위한 추가연구에서 RAD51의 지나친 생성이 결국은 유전적으로 안정적이지 못한 RAD51을 생성하게 되고 R 결과 기능적으로 결함이 있는 RAD51에 의해 DNA수선과정이 불완전하게 일어남으로써 종양발생이 촉진된다는 사실을 발견하였다.

이러한 유전자에 대한 규명은 단백질 제약회사에게 많은 기회를 부여하게 되는데, 즉 건강한 단백질을 모방하여 암세포의 성장을 막을 수 있는 고소득 제품개발을 할 수 있는 사업화 기회를 제공하게 되는 것이다.

2. 과학사업화에 특화된 산업분야

의약품 산업은 기초과학 연구 결과가 곧바로 산업적 성과와 긴밀하게 연결되어 새로운 신약개발 연구가 곧 산업의 경쟁력이 되므로, 타 산업에 비해 연구 개발비 비중이 높은 차별

** 정명세(1999), '기초과학연구성과의 확산방안'에서 발췌

*** KISTI(2009), '출연(연) 과학사업화 촉진을 위한 제도 및 정책방안 연구'에서 발췌

성을 띄고 있다. 다국적 의약품 기업은 시장 집중도와 시장 지배력이 매우 높으며 제휴, 기업매수, 및 합병이 활발하게 이루어지고 있으며 BT·IT·NT 등 기술 융합을 통한 기술 혁신이 가속화되고 경제발전을 이끌어갈 차세대 동력산업으로 부상하고 있다.

바이오사업은 생명과학의 기초연구 결과를 활용하여 나오는 사업형태로 대표적인 기초과학을 활용한 융합산업이라 할 수 있는데, 바이오기술을 중심으로 여타 신기술과의 융합을 통해 생성되는 신산업과 함께 의약, 화학, 전자, 에너지, 농업, 식품 등 다양한 산업부문에서 생명공학기술의 접목을 통해 창출되는 새로운 개념의 산업들을 포함하고 있다****

19세기 후반 유럽에서 과학의 새로운 발견에 기초한 화학, 전기, 광학, 냉동산업이라는 기존에는 없던 새로운 산업이 등장하였는데, 이들을 기존의 전통적인 산업과 구분하기 위해 과학기반 산업이라고 통칭하며, 과학기반산업(science based industry)은 생명과학이나 물리학과 같은 기초과학적 지식을 기반으로 새로운 제품이 창출되어 진입, 성장단계에 있는 산업으로 정의할 수 있는데 특히, 20세기에 들어서 바이오산업(BT), 정보화산업(IT)이 뚜렷한 과학기반산업의 특징을 보이는 산업으로 각광을 받게 되었다(KIET, 2013).

Pavitt(1984)은 제조업을 공급자주도형, 규모집약형, 과학기반형산업으로 구분하고, 이러한 산업군의 분류틀에서 전자산업, 유기화학, 제약 및 바이오산업, 항공우주, 군사기술 등을 과학기반산업으로 분류하는 유형을 제시하였다.

<표 2> Pavitt(1984)의 기술혁신 유형에 따른 산업분류

구분	특징	해당산업
공급자주도형	R&D에 적게 투자하고, 특히도 요구되지 않음. 혁신은 장비와 원료의 공급자가 주도.	농업, 건축, 광업, 임업, 상업 등의 전통적 제조업
규모집약형	R&D는 대부분 거대한 기업에서 수행되고, 혁신은 주로 공정혁신임.	시멘트, 유리제조, 금속제련, 수송장비 등
과학기반형	혁신은 주로 R&D 활동에서 기인. 특히에 의해 혁신이 보호됨.	전자산업, 유기화학, 제약 및 바이오, 항공우주, 군사기술 등.

3. 외국연구기관의 과학사업화*****

1) 막스플랑크 과학진흥협회 - 독일

독일의 과학진흥을 목적으로 독일 내 여러 연구소를 관리하고 경영하는 비영리 연구기관 연합체로서, 자연과학, 생명과학, 인문학 분야의 모두 약 80개 연구기관으로 구성돼 있어 명실상부한 세계최고의 기초과학 연구기관으로 인정받고 있다. 1만 7000여명의 과학자들이 공공의 관심을 바탕으로 공익을 증진하기 위해 기초과학 연구를 수행하고 있다.

막스플랑크 과학진흥협회는 연구성과의 사업화를 위하여 1970년에 연구소의 기술이전 전담 독립 자회사로 Max Plank Innovation을 설립하여 과학성과의 비즈니스 연결을 미션으로 부여하였다. Max Plank Innovation은 초기에 막스플랑크 연구소 연구성과의 사업화를 위해 직접 프로토타입을 제작하여 판매하는 전략을 추구하였으나 성공적이지 못하였으며, 이후

**** 현병환(2014), '기초연구성과 사업화성공사례'에서 정리

***** KIET(2013), '과학벨트 비즈니스 환경구축 종합대책 수립 연구'에서 발췌

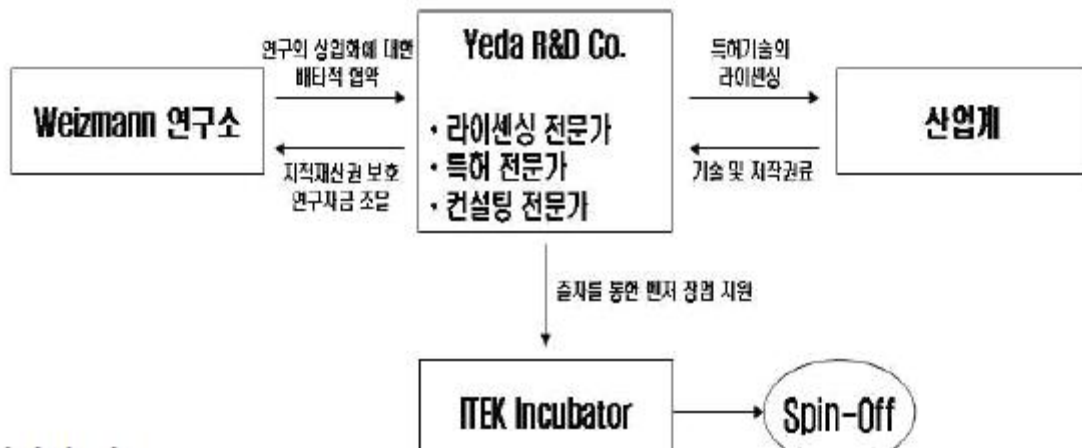
특허의 출원과 라이선싱에 집중하고 있으며, 라이선싱을 원하는 기업이 없는 기술이라도 상업적 활용 잠재력이 있는 기술에 대해서는 특허를 출원하고, 막스플랑크 연구회로부터 Spin-off 하는 벤처기업에 대한 인큐베이션 서비스도 제공하고 있다.

2011.12월 현재 1,040개의 라이선싱된 특허를 관리하고 있으며, 막스플랑크로부터 spin-off 된 회사는 총 85개이며, 24개 기업의 지분을 보유하고 있다. 2010년도 매출은 1,680만 유로, 720만 유로의 순이익을 달성하였으며, 라이선싱협약 64건의 실적을 달성하였다.

Max Plank Innovation은 24명으로 팀을 구성하여 활동 중인데, 구성원들은 모두 과학자(생물학자, 물리학자, 화학자), 변호사 및 사업부문 전문가들(Business Experts)로 구성되어 있어서, 이들은 연구자(과학자)들의 전문용어를 이해할 수 있으며, 특허법과 특허/라이선스 관리분야에 전문적 훈련을 받았는데, 이들의 역량특성 중 가장 중요한 것은 탁월한 마케팅 능력을 갖추고 있다는 것이다. 즉, 주요기업의 사업개발부문 책임자들과의 협의에서 적절한 방식으로 연구소(연구자들)의 연구성과/발명내용을 그들에게 제시할 수 있고, 그들을 설득할 수 있는 능력을 갖추고 있는 것이다.

2) 와이즈만연구소(Weizmann) - 이스라엘

이스라엘 와이즈만 연구소의 혁신적인 연구성과 및 과학기술들의 기술이전을 통해 글로벌 시장에서 부가가치를 창출하기 위해 1959년 Yeda Research & Development 법인을 설립하였다. Yeda R&D는 현재 기술이전분야의 세계적 리더로서 지난 6년간 설립된 25개 신생회사를 포함하여 설립 이래 50여 개의 신생회사가 설립되었고, 이스라엘에서 가장 많은 특허 포트폴리오를 보유(1971년 이래 1,500개의 특허 보유)하고 있는데, 기술사업화를 통해 발생된 수익은 다시 연구개발 및 과학자 양성 교육을 위해 재투자하고 있다. (로열티의 40%가 과학자에게 인센티브로 귀속)



자료: 이병헌 외(2008)

(그림 4) Yeda의 주요업무수행체계

Yeda R&D의 기술분야는 농업과 식물유전학, 화학과 나노기술, 환경과학과 태양에너지, 생명과학과 바이오테크놀로지, 수학과 컴퓨터과학, 물리학과 전기광학 분야이며, Yeda의 벤처 창업보육 지원제도인 ITEK Incubator는 Weizmann 연구소의 Yeda R&D Co.가 창업보육을 위해 1991년 공동 설립한 인큐베이터로서 인큐베이션 후 활동중인 기업수는 19개로서 ITEK 양육 기업 가치 총계는 5천만 달러에 달하는 수준이다.

3) 유럽입자물리연구소(CERN) - 스위스

기존에는 기초과학의 연구에만 집중하던 CERN은 2000년 Technology Transfer Policy를 제정하며, 연구성과의 사업화에 관심을 갖기 시작하였으며 조직내에 Knowledge Transfer Group을 두어 회원국의 기술 및 지식관련 수익의 극대화를 추구하게 되었다.

Knowledge Transfer Group의 사업화조직은 총 11명의 전문 staff들로 구성되며, 기술화와 관련된 모든 조직들이 내부 네트워크(Internal Network)를 통해 긴밀한 협력관계를 유지하면서 '기초과학 성과가 사업화 되었을 시의 시장전망에 대한 평가', '지적재산권의 보호 및 관리 (patent, copyright, trademark, design right과 이외 특허 등으로 보호가 안되는 Non Disclosure Agreement(NDA)에 대한 재산권도 보호 및 관리)', '컨퍼런스 및 다양한 매체를 통한 지식공유를 통해 기술 촉진, 기술 홍보, 기술 전파'의 전문적인 업무를 수행하고 있다.

이 외에 20개 회원국들을 연결하는 외부 네트워크망(External Network)구축 및 전세계적인 네트워크망(Global Network) 구축으로 활발한 지식 및 기술 공유를 전개하고 있다.

IV. 결론 및 시사점

본 연구에서는 과학사업화에 성공한 기존사례들을 통하여 전자산업, 정보화산업, 항공우주산업, 제약 및 바이오산업 등 첨단산업분야가 기초과학적 지식을 기반으로 곧바로 사업화가 가능한 과학사업화에 특화된 산업분야들임을 파악할 수 있었으며, 해외연구소들의 사례조사를 통해서도 연구성과를 수요기업에게 이전·라이선싱협약을 통해 경제적 부가가치 창출로 연계하는 과정에서 각 분야 전문가들로 구성된 '매개조직'이 거의 절대적인 역할을 하고 있음을 알 수 있었다.

이번 사례조사연구를 통하여 얻은 시사점은 과학사업화의 효과적·효율적 활성화를 위해서는 과학사업화의 성공확률이 높은 과학기반산업을 과학사업화 중점추진대상 분야로 설정하고 연구기획단계부터 이들 첨단산업기업들의 수요에 근거한 R&BD성격의 목적기초연구의 기획이 필요하며, 연구성과를 수요기업에게 이전 또는 라이선싱협약을 통해 경제적 부가가치를 창출하기 위해서는 각 분야 전문가들로 '과학사업화 전문매개조직'을 구성하고 이의 성공적 운영을 위해서 해외기관들의 운영사례 벤치마킹이 필요하다는 것이다.

이번 연구결과를 기반으로 후속연구에서는 정부의 과학사업화 관련 법적·제도적·금융적 지원정책들을 조사하고 대학연구소등을 대상으로 설문조사·인터뷰등을 통하여 이들 지원의 미흡한 부분·잘못된 부분·필요한 부분들을 파악·검토함으로써 성공적인 과학사업화 활성화를 위한 정책적 제언을 제시하는 방향으로 연구를 추진해 나갈 예정이다.

[참고문헌]

- 교육과학기술부 (2008), “기초·원천기술분야 투자확대방안 및 추진전략 수립을 위한 기획연구”
- 권영관 (2011), “산업기술생태계 관점에서 본 기술이전사업화의 새로운 패러다임”, 한국산업기술진흥원.
- 김은선, 한혁, 박진서, 박지호 (2009), “과학사업화 활성화 프로그램에 대한 연구” 「한국기술혁신학회 학술대회」, pp. 311-325.
- 김주희 외 (2014), 「기술사업화 특성분석 및 전략적 추진방안」, 한국과학기술기획평가원.
- 박종복, 조운애, 이상규, 성열용, 권영관 (2011), 「민간부문의 기술사업화 활성화 방안」, 산업연구원
- 박현우 (2007), “과학기술 지식흐름과 기술혁신의 연계분석모델 탐색” 「한국과학기술학회 전기학술대회」, pp. 71-96.
- 산업연구원 (2013), “과학벨트 비즈니스 환경구축 종합대책수립연구”
- 손수정 (2014), 「지식재산 인프라의 글로벌 진단과 경쟁력 제고 방안」, STEPI Insight
- 이광영 (2009), “과학에 대한 세가지 오해”, 「이광영 칼럼」
- 이병현·장지호·김선영(2008), “공공연구기관의 기술사업화 촉진을 위한 기술지주회사 고찰”, 한국사회와 행정연구, 제19권 제2호: pp.51-73.
- 정명세 (1999), “기초과학 연구성과의 확산방안” 「한국물리학회」.
- JG. Lee (2013), “과학과 공학이 만드는 피비우스의 띠”, <http://ppss.kr/archives/6158>
- 한국과학기술정보연구원 (2009), 「출연(연)의 과학산업화 촉진을 위한 제도 및 정책방안 연구 <최종보고서>」
- 현병환 (2014), “기초연구성과 사업화 성공사례”
- Brennenraedts, R. Bekkers, R. and Verspagen, B. (2006), “The different channels of university-industry knowledge transfer: Empirical evidence from Biomedical Engineering,” Working Paper 0604, Department of Technology Management, Technische Universiteit Eindhoven, The Netherlands.
- Dasgupta, P. and David, P. (1994), “Towards a New Economics of Science”, *Research Policy*, 23, pp.487-521.
- Fleming, I., and Sorenson, O. (2004), “Science as a Map in Technological Search”, *Strategic Management Journal*, 25, pp.909-928.
- Freeman, C. (1992), “Formal Scientific and Technical Institutions in the National System of Innovation”, in B. Lundvall (Ed.), *National Systems of Innovation*, London: Pinter.
- Henderson, R., Jaffe, A. B. and Trajtenberg, M. (1998), “Universities as a Source of Commercial Technology: A Detailed Analysis of University Patenting, 1965-1988”, *Review of Economics System Research*, 12, pp.345-361.
- Howells, J. (2006), “Intermediation and the role of intermediaries in innovation”, *Research Policy*, Vol. 35. pp.715-728.
- Mansfield, E. (1995), “Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics, and Financing”, *Review of Economics and Statistics* 77(1), pp.55-65.
- Merton, R. K. (1957), “Priorities in Scientific Discovery: A chapter in the Sociology of

- Science”, *American Sociological Review*, 22, pp.635-659.
- Mowery, D. C. and Ziedonis, A. A. (2002), “Academic Patent Quality and Quality Before and After the Bayh-Dole Act in the United States”, *Research Policy*, 31, pp.339-418.
- Nelson, R. R. (1982), “The Simple Economics of Basic Scientific Research”, *Journal of Political Economy*, 67, pp.453-470).
- OECD (2002), *Benchmarking Industry-Science Relationships*, OECD
- Pavitt, K. (1984), “Sectoral Patterns of Technological Change: Towards a Taxonomy and a Theory”, *Research Policy*, Vol.13: pp.343-373.
- PCAST (2012), *Transformation and Opportunity: The Future of The U.S. Research Enterprise*.
- Perkmann, M. and Walsh, K. (2007), “University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda”, *International Journal of management Review*, Vol. 9, nO. 4, pp.259-280.
- Polt et al. (2001a), *Benchmarking Industry-Science Relations - The Role of Framework Conditions*, *Research Project Commissioned by European Commission, Enterprise DG and Federal Ministry of Economy and Labour*, Austria, Vienna/Mannheim.