
기업사례를 통한 과학기술혁신정책의 평가 및 시사점: (주)바이로메드*

The Evaluation of the Korean Science, Technology, Innovation
Policy: A Viewpoint of an Individual Firm, Viromed (Ltd)

성태경**

<목 차>

- I. 서론
- II. 정책평가 영역의 설정
- III. (주)바이로메드의 기업성장과정
- IV. 기업성장 과정에서 과학기술혁신정책의 역할
- V. 요약, 결론 및 연구의 한계

Abstract : The paper evaluates the Korean science, technology, and innovation policy (STIP) in terms of an individual firm. The firm is Viromed (Ltd), a new technology-based venture company in the field of biotechnology. The case is compared with the 'Hwang Project', which is known as a typical failure case in Korea. In order to evaluate the Korean STIP, we establish 6 areas, which are technological infrastructure, institutional infrastructure, human capital infrastructure, technology market, industrial base, and innovation networks. The study shows that the policy schemes relating with technological infrastructure, institutional infrastructure, human capital infrastructure, and industrial base play a positive

* 본 논문은 2008년 경제학 국제공동학술대회(기술경영경제학회 주관)에서 발표한 논문을 수정 보완한 것이다. 논평해 주신 과학기술정책연구원 김석관 부연구위원과 익명의 두 분 심사자에게 감사드린다.

** 전주대 경영학부 교수. e-mail: sungtk@jj.ac.kr

role in the start-up, development and innovation of Viromed (Ltd). However, we can hardly find the role of Korean government in fostering the technology market, transferring the technological output to economic performance. Although the international networks with the British, American, and Japanese firms or investors were a key success factor of the growth of Viromed (Ltd), the role of the government in this policy area was not enough. As for the 'Hwang Project', we suggest that the government should consider the possibility of commercialization in choosing R&D projects and determining the size of financial aids. Since the evaluation of the Korean STIP is based on an individual firm, the results of the paper need to be confirmed by a systematic comparison with other cases or industries.

Key words : policy evaluation, science, technology, and innovation policy (STIP), national innovation system, biotechnology, Viromed (Ltd)

I. 서 론

그간 우리나라에서는 과학기술혁신정책(Science, Technology and Innovation Policy; STIP)이 다양하고 강도 깊게 수립·시행되어 왔으며, 이에 대한 정책평가 작업이 활발히 진행되고 있다. 그런데 평가의 분석단위가 대부분 거시경제, 산업 등 통합의 수준이 매우 높거나, 특정 프로젝트에 초점을 맞추어 진행되는 경향이 있다. 물론 이러한 연구는 나름대로 의미가 있고 정책적 시사점을 주고 있으나, 실제 정책 수혜자인 기업의 입장에서는 미흡한 점도 없지 않은 상황이다.

본 연구는 개별기업의 입장에서 그간의 과학기술혁신정책을 평가하고 그 정책적 시사점을 찾아본다. 특히 생명공학기술(Biotechnology; BT)을 기반으로 성장한 기업인 (주)바이로메드를 분석사례로 삼아서, 기업성장 과정에서 과학기술혁신정책들의 역할과 문제점을 논의하고자 한다.

(주)바이로메드를 사례분석 대상으로 선정한 이유는 첫째, 벤처기업으로서 창업에서부터 현재의 성장단계에 이르는 과정을 파악하기가 쉽고, 둘째, 1990년대 중반에 창업된 기업으로서 1990년대 초반이후 지금까지의 시행되어온 과학기술혁신정책과 연관지을 수 있으며, 셋째, 이미 많이 알려진 '황우석 교수의 줄기세포' 사례와 극명하게 대조를 이루는 성공사례로 볼 수 있기 때문이다.* 특히 '황우석 교수의 줄기세포' 사례는 적극적인

정책 지원 하에서 엄청난 국가R&D가 투입되었음에도 불구하고 실제적 성과나 연구 윤리적 측면에서 실패하였다는 점에서 (주)바이로메드와의 비교는 정책적 시사점을 가져다 줄 수 있을 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 제Ⅱ절에서는 정책평가의 기준 혹은 영역을 설정한다. 그러나 이는 매우 어려운 과제로서 본 연구의 범위나 지면의 한계를 넘어서는 작업이므로, 선행연구인 성태경 외(2007)의 과학기술혁신정책 분류체계에 따르고자 한다. 이 정책분류체계는 국가혁신시스템(National Innovation System; NIS) 개념을 기반으로 작성되었다. 제Ⅲ절에서는 사례분석대상인 (주)바이로메드를 소개하고 기술혁신의 과정을 추적한다. 제Ⅳ절에서는 제Ⅱ절에서 설정된 영역별 정책들이 (주)바이로메드의 기술혁신과정에 어떠한 영향을 미쳤는지를 평가하고 시사점을 제시한다. 마지막 제Ⅴ절에서는 논의를 요약하고, 정책적 시사점을 제시한 다음 연구의 한계점을 언급한다.

Ⅱ. 정책평가 영역의 설정*

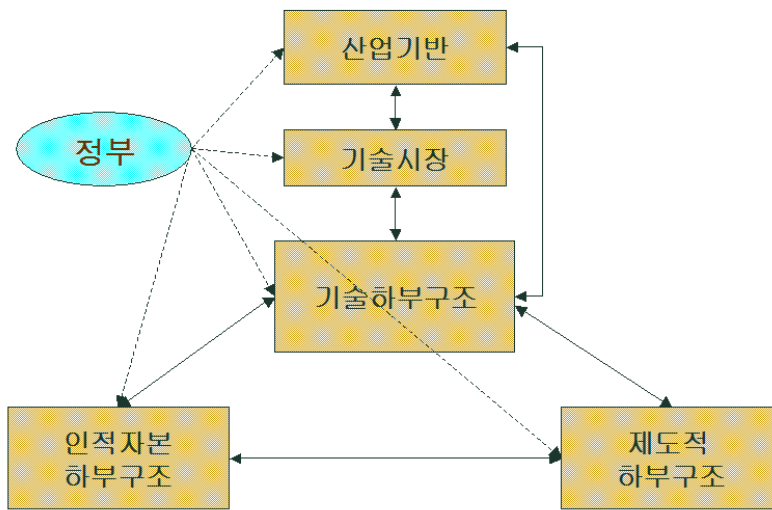
기존 NIS의 개념은 ‘제도’(institutions)에 초점을 맞춘 개념으로, 기술혁신의 전반적인 과정을 보여 주기에는 한계가 있다(성태경, 2005). 따라서 이에 입각하여 국가혁신시스템 정책(National Innovation System Policy; NISP)을 분석·평가하는데도 어려움이 따른다. 기존의 정책분류체계들도 나름대로의 분류목적이나 연구목적에 부합하지만, 그 범위가 제한적이다.

본 연구에서는 <그림 1>과 같이 NIS의 개념도를 변형하여 제시하고, 다양한 과학기술혁신정책들을 분류할 수 있는 체계를 설정한 다음, 이를 근거로 정책을 평가하고자 한다. 이 모형은 기본적으로 스펙터적인 광의의 혁신개념에 근거하고 있다. 즉 신제품, 신공정, 신조직 등뿐만 아니라 신시장까지도 포함하는 개념이다. 이에 따라 NIS는 제도적 하부구조(Institutional Infrastructure; II), 인적자본하부구조(Human Capital Infrastructure; HCI) 등 혁신의 전통적인 구성요소뿐만 아니라 기술하부구조(Technological Infrastructure; TI)를 포함하고 있으며, 혁신의 궁극적인 목표인 산업기반(Industrial Base; IB)의 구축

* 본 연구는 과학기술혁신정책평가를 위해서 다양한 사례들을 체계적으로 점검하고, 이 중 가장 의미 있는 사례로서 (주)바이로메드를 선정한 것이 아님을 밝혀둔다. 이것이 본 연구의 가장 큰 한계점으로서 결론 부분에서 자세히 언급하였다.

* 이 부분은 앞에서 언급한 대로 필자의 선행연구인 성태경 외(2007)에 의거하여 집필되었다.

도 하나의 구성요소로 보았다. 특히 기술창출과 제품 및 서비스시장을 연결하는 기술시장(Market for Technology; MT)을 NIS의 구성요소로 포함시켰으며, 이와 같은 NIS의 5개의 구성요소들을 서로 연결해 주는 기능을 하는 실체로서 혁신네트워크(Innovation Networks; IN)도 독립적인 요소로 보았다. 따라서 본 연구의 기본 모델이 되는 변형된 NIS는 총 6개의 구성요소로 이루어진다. 이와 같은 NIS가 구축되는 과정에서 정부는 각 구성요소는 물론 구성요소 상호간의 활동에 영향을 미친다. 바로 이러한 역할이 과학기술혁신정책(Science and Innovation Policy)이라고 할 수 있다. 각 구성요소들의 개념을 설명하면 다음과 같다.



<그림 1> NIS 구축정책 모형

1. 인적자본하부구조

본 연구에서는 혁신주체 및 지식 보유자(혹은 창안자, 전파자)로서의 ‘사람’을 독립된 영역으로 다룬다. 경제학에서 말하는 인적자본(human capital)과 같은 의미로 사용될 수 있으나, 여기서는 기술혁신활동과 관련된 인적자본으로 범위를 좁힌다. 기술혁신 관련 인적자본은 기술혁신의 단계에 따라 순서대로 창의성, 연구개발인력, 기능인력, 기술관리(Management of Technology; MOT)인력, 기업가정신 등으로 분류할 수 있으며 혁신의 국제화인력과 혁신인력의 관리도 하나의 정책영역으로 볼 수 있다.

2. 제도적 하부구조

제도적 하부구조는 기존 NIS 개념에서 강조하는 혁신활동주체(actors)나 제도(institutions)의 집합이다. 다시 말해서 제도적 하부구조는 기술창출과 확산의 과정을 지원하고 통제하는 제도적인 조정의 집합을 말한다. 기술혁신관련기관(대학, 연구소, 금융시스템), 정책수립기관(정책 포함), 그리고 가치체계(과학문화 등)까지 포함하는 개념이다.

3. 기술하부구조

<그림 1> 중앙에 위치하는 기술하부구조는 이모형의 핵심(hardcore)이다. 기술하부구조는 기술적 기회를 규정하고 창출할 수 있는 집단적 기술능력의 집합이다. 이러한 기술능력의 결과는 지식이므로 기술하부구조는 과학 및 기술적 지식의 집합으로 정의될 수 있다(Tassey, 1991). 기술하부구조는 공공재로서 여러 기업에 의해 다양하게 사용되는 것을 목적으로 하며, 단순히 개별 혁신이나 기업특수적인 프로젝트를 직접적으로 유발하기 위한 것이 아니다.

기술하부구조는 과학기반, 기반기술, 응용기술, 인프라기술, 그리고 기타 공공기술을 포함하는 개념으로, 이들을 창출 확산시키는 정책이 TIP(technological infrastructure policy)이다. R&D관련 정책들도 여기에 포함된다. 왜냐하면 이는 과학기반, 기반기술, 공공기술 등을 창출하기 위한 활동이기 때문이다.

4. 기술시장

기술하부구조 혹은 기업기반 기술능력을 토대로 창출된 기술은 하나의 사적 권리(예: 특허, 영업비밀 등)로 변형된다. 이는 직접적으로 사업화 되고 시장에 도달하여 경제적 가치창출로 이어진다. 그러나 사업화되지 못하는 경우가 많은데, 이러한 기술을 수요자와 공급자간에 연결시켜 주는 시장이 기술시장(market for technology)이다. 따라서 기술시장은 NIS에서 매우 중요한 구성요소가 되며, 하나의 독립적인 영역으로 다룰 수 있다. 기술시장구축 정책으로는 ① 기술거래소 및 특허장터 개설 등 시장 자체를 창출하는 정책, ② 기술평가, 사용자 인식(예: 전시회) 등 수요측면의 정책, 그리고 ③ 기술 DB구

축 등 공급측면의 정책이 있다.

5. 산업기반

기술혁신의 과정은 결국 기술의 상업화, 제품화, 그리고 더 나아가서 산업기반의 구축으로 이어질 때 완성된다. 따라서 산업기반 구축도 NIS의 중요한 구성요소가 된다.

산업기반 구축에 대한 설명은 Porter(1990)에 의한 다이아몬드(diamond) 모형이 가장 체계적이고 현실적인 것으로 보여 진다. 이에 따르면 산업기반은 생산요소여건, 수요여건, 국내경쟁(협력), 지원 및 연관산업 등 네 개의 요인에 의해 결정된다. 이들 각 요인은 어떤 상품 또는 산업의 실질생산성(real productivity), 즉 국제경쟁력을 결정하는 요인들로서 각각 실질생산성에 영향을 미치기도 하지만, 다이아몬드가 의미하는 바와 같이 상호간 영향을 주고받는 보강작용을 통해서도 실질생산성에 영향을 미친다.

산업기반구축 정책요소로는 지원 및 연관산업 육성, 시장여건 개선, 기업 간 경쟁 및 협력, 생산요소여건 개선 등이 포함될 수 있다.

6. 혁신네트워크

NIS 개념 자체가 활동주체 혹은 구성부문간 상호 작용하는 네트워크이므로, 이는 매우 광범위한 개념이다. 그러나 여기서 혁신네트워크는 구성부문 내의 상호작용을 제외한 구성부문 간의 네트워크를 다룬다(<그림 1>의 화살표로 나타낸 연계관계들). 가령 산학연협력시스템, 글로벌연구개발시스템, 지역혁신네트워크, 연계기관, 정부정책의 조정 문제 등이 여기에 속할 수 있을 것이다.

Ⅲ. (주)바이로메드의 기업성장과정

본 절에서는 한 기업의 탄생과 성장과정을 추적함으로써 이와 관련된 과학기술혁신정책들의 역할을 분석·평가하고자 한다. 사례분석 대상은 벤처기업으로 유전자치료제 개발에 주력하고 있는 (주)바이로메드이다.* 이는 미시적인 측면에서 과학기술혁신정책에

* (주)바이로메드에 관한 내용은 김석관(2004)을 주로 참고하였다.

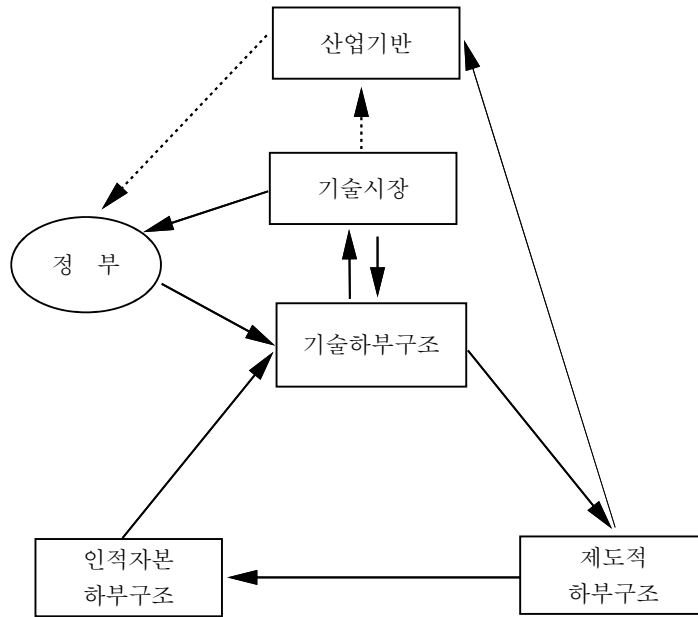
대한 시사점을 제공해 줄 것이다.

1. 회사개요 및 혁신성과

(주)바이로메드는 서울대 미생물 전공교수인 김선영 교수에 의해 유전자치료제의 개발 및 사업을 목적으로 1996년 창업된 벤처기업이다. 그간 동사는 유전자치료제, 세포유전자치료제, 그리고 단백질치료제 분야에서 자체 기술력을 토대로 국내외에서 29건의 특허를 획득하였으며, 34건의 특허를 출원 중이다. 또한 이 기술들을 영국, 일본 등지로 수출하였을 뿐만 아니라 직접 활용하여 허혈성족부궤양치료제, 심근경색/협심증치료제, 항암백신, 선천성면역결핍치료제, 혈소판감소증치료제 등 다양한 제품을 개발하고 있다. 이 중 허혈성족부궤양치료제와 혈소판감소증치료제는 상용화에 근접한 제품으로 현재 한국과 중국에서 각각 임상2상이 진행되고 있다.

이러한 성과를 바탕으로 (주)바이로메드는 2005년 12월에 코스닥에 상장되었다. 2006년에는 바이오신약 및 연구기자재 도매업체인 (주)진바이오텍과 합병함으로써 R&D활동 뿐만 아니라 수익창출도 꾀하고 있다. 이에 앞서 김선영 교수는 2000년에 한방치료제 개발을 목적으로 (주)팬제노믹스를 설립한 바 있다.

- ⑪ 코스닥상장
- ⑫산업정책
- ⑨임상실험
- ⑩성과평가
- ⑧해외투자유치
- ⑥기술수출 ④영국벤처회사 후속연구지원
- ① 연구지원
- ⑤대학기반창업
- ③기술개발·특허 ②대학실험실
- ②대학원학생·연구원 ⑦국내벤처캐피털투자



<그림 2> (주) 바이로메드의 기술혁신과정

2. 기술혁신과정

앞에서 설정한 NIS 구축모형에 근거한 (주)바이로메드의 기술혁신 및 기업성장 과정은 <그림 2>에 요약되어 있다. 순차적으로 그 과정을 살펴보면 다음과 같다.

① 정부의 지원(기술하부구조): (주)바이로메드는 정부의 기술하부구조 구축정책(BT 분야)으로 탄생한 벤처기업이다. 1994년 김선영 교수는 과학기술부의 선도기술개발사업(일명 'G7' 프로젝트)의 세부사업인 "신기능생물소재기술개발사업" 분야에 공모하여 1억 5천만 원의 연구비를 지원 받았다.

② 서울대 실험실 기반(제도적 및 인적자본하부구조): 연구책임자인 김선영 교수는 서울대 생명과학부 교수로 자신의 실험실을 보유하고 있었으며, 서울대 대학원에 재학 중인 석·박사급 고급인력을 활용할 수 있었다.

③ 실용화를 목표로 한 특허기술 창출(기술하부구조): 김 교수팀은 연구주제가 유전자 치료제였기 때문에 순수한 과학지식의 발견이나, 논문발표에 머무르지 않고 실제 치료제로 사용될 수 있는 결과물을 얻었다. 즉 세계 최초로 바이러스의 유전자서열이 포함되지 않은 MLV(murine leukemia virus) 레트로바이러스를 만들어, 바이러스의 복제 가능성을 최소화 하였다. 이는 기존의 어떠한 벡터보다도 안전하고, 활용도가 넓은 벡터를 만

드는 기술이었다. 이 결과는 1996년 사이언스(Science)지에 발표되었을 뿐만 아니라, 1997년 특허를 출원하여 “유전자요법을 위한 개선된 레트로바이러스 벡터”라는 명칭의 특허(등록번호 10-246096-0000)를 획득하였다.

④ 해외기술수요자의 투자유치(기술시장조성): 김 교수팀은 초기 연구결과에 자신감을 얻어 ‘G7’ 매칭 펀드에 참여했던 국내 N사에 후속 연구 및 사업화를 제안했으나, 당시 유전자치료분야는 투자위험이 높다는 이유로 거절당하였다. 이때 영국의 한 유전자치료 벤처회사가 김교수 팀의 연구결과에 관심을 가지고, 연구비를 지원하겠다는 의사를 밝혀왔다.

⑤ 벤처기업설립(산업기반구축): 그러나 당시 대학에 중앙집중식 연구비관리제도가 도입되지 않았고, 그것도 외국에서 대규모 연구비를 수탁 받는 일이 흔하지 않았기 때문에 영국 벤처회사 측에서 벤처창업을 권유하였다. 이에 따라 김 교수는 1996년 11월 국내 최초의 유전자치료제 회사이자 최초 대학 내 벤처회사인 (주)바이로메드를 설립하였다.

⑥ 기술수출(기술시장조성): 창업 후 (주)바이로메드는 영국의 Oxford Biomedica사와 70만 달러의 기술수출 계약을 체결하였다. 2001년에는 항암치료보조제인 ReMDR을 개발하여 일본 Takara Bio사에 50만 달러에 라이선스하였다. 2004년에는 중국 바이오벤처 기업인 베이징 노스랜드사와 크로스라이선싱 계약을 체결하기도 하였다.

⑦ 국내투자 유치(국내기술시장): 기술수출 등의 가시적 성과가 나타나면서, (주)바이로메드는 1997년과 1999년 2차에 걸친 유상증자를 실시하였는데, 1999년의 경우 무한기술투자 등 국내 5개 벤처캐피탈로부터 15억 원을 유치하였다. 국내 벤처캐피탈 회사들은 기술에 대해서 자세하게 파악하지는 못했지만, 대표이사인 김선영 교수에 대해 신뢰감을 가지고 투자하였다. 반면에 대기업인 C사, L사, S사 등에도 투자를 제안하였으나, 영국에 기술수출이 이루어진 후에도 모두 거절하였다.

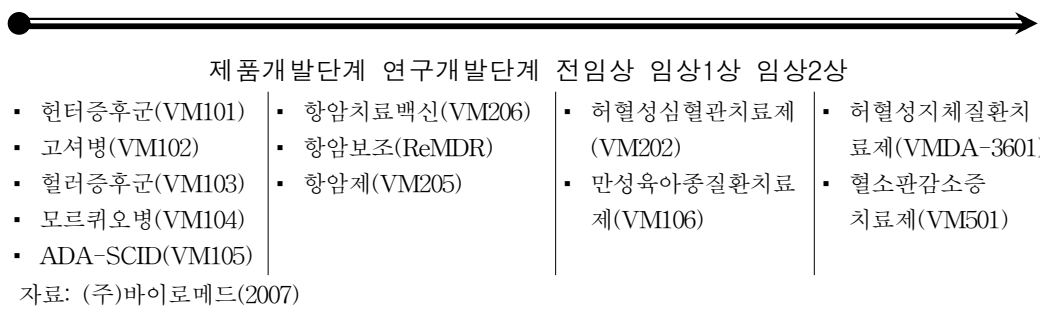
⑧ 해외투자유치(해외기술시장): 국내 대기업과는 대조적으로 일본의 주류회사인 Takara Bio사는 2000년 6백만 달러를 투자하여, (주)바이로메드의 지분을 50% 확보하였다. 투자 동기는 기술의 수월성과 기술의 발전 속도를 인정했기 때문이었다. 투자를 주도한 Takara Bio사의 카토 박사는 (주)바이로메드의 기술을 다음과 같이 높이 평가하였다.

“We believe that their vectors are superior to any others currently available in the field, but what we are really impressed by are their speed of progress, competitiveness, and the strong determination for making better vectors.” (김선영, 2004)

⑨ 임상실험(산업기반구축): 2006년 현재 허혈성지체질환치료제(VMDA-3601)와 혈소판감소증치료제(VM-501)가 제2상 임상시험 단계에 있다(<그림 3> 참조). 따라서 아직은 상용화, 설비투자, 판매 등으로 이어지는 산업기반이 형성되어 있지 못한 상태이다.

⑩ 성과평가 및 추가정책지원(산업기반구축): (주)바이로메드는 기술수출 및 임상실험 등의 실적을 거둬서 따라 정부는 추가적인 정책지원을 통하여 지금까지의 순환과정이 보장되었다(<표 1> 참조).

⑪ 산업정책(산업기반구축): 그림에서 점선으로 표시한 바와 같이 유전자치료제 산업은 태동기 단계에 있으므로 아직은 산업정책이 활성화되어 있지 못한 실정이다. 만약 산업과 시장이 도입기로 들어서게 되면 산업정책은 과학기술정책과 함께 기술혁신의 선순환 구조를 정착시킬 수 있을 것이다.



<그림 3> (주)바이로메드의 제품개발 파이프라인(2007년)

<표 1> (주)바이로메드 / 김선영 교수의 과학기술혁신정책 활용 실적(1992-2005년)

정책프로그램	연구과제명	지원부처	연구기간	연구비(백만원)
박사후 해외연수	디젤배기가스에 의한 대기오염이 소아천식에 미치는 영향에 대한 민감 집단과 약: 개인노출과 장기효과를 이용해서	과기부	2005-06	54
식품의약품 안전성 관리사업	레트로바이러스를 이용한 유전자치료제의 안정성 검사법에 대한 고찰과 표준시험법 확립	식약청	2002	30
	생산 세포주에 삽입된 레트로바이러스 벡터의 확인시험법 연구	식약청	2003	50
목적기초연구사업	HIV의 잠복기와 그 활성화에 관한 연구	과기부	1992-95	107
	인간 사이토메갈바이러스에 대한 분자생물학적 연구	과기부	1996	30
	인간 사이토메갈바이러스 IE2 단백질의 전사활성 메커니즘에 대한 이해	과기부	1999-04	227

정책프로그램	연구과제명	지원 부처	연구 기간	연구비 (백만원)
기초학문지원사업	HIV-1의 Nef가 면역반응에 관여하는 세포단백질에 미치는 영향에 대한 연구	교육부	2000-01	17
우수연구센터	생쥐모델을 이용한 환경적 스트레스와 면역반응의 상관관계연구	과기부	2005-14	54
선도기술개발사업	레트로바이러스를 이용한 유전자요법기술과 소재개발	과기부	1994	154
	유전질환과 악성종양용 유전자치료제 생산기술 확립과 제품개발	과기부	1998-01	1,627
차세대신기술 개발사업	차세대 렌티바이러스 및 기타 레트로바이러스 벡터 제조 및 이를 이용한 유전자치료제	산자부	1999-02	557
농림기술개발사업	생리활성이 우수한 잣버섯 자실체의 개발연구	농림부	2003-06	300
보건의료기술 개발사업	심혈관 질환의 유전자요법을 위한 기술과 소재 개발	보복부	1999-02	408
한방치료기술 개발사업	관절염에 대하여 연골보호작용을 나타내는 한약 처방의 분자약리학적 작용기작 및 임상연구	보복부	2002-06	470
산학연협동 기술개발사업	한탄바이러스에 대한 백신 및 치료제개발을 위한 기반구축	중기청	2001-02	27
	단백질 칩을 이용한 다목적 자동화 진단시스템의 개발	중기청	2000-01	2
합 계				4,114

자료: 한국과학기술기획평가원, DB에서 작성

IV. 기업성장 과정에서 과학기술혁신정책의 역할

1. 기술하부구조 구축정책

1992년부터 시작된 ‘G7’ 프로젝트의 하나인 ‘신기능생물소재개발사업’이 (주)바이로메드 창업의 계기가 되었다. ‘G7’ 프로젝트는 첨단기술개발을 목표로 하는 기술하부구조 구축정책으로, 정부의 R&D지원금 1억 5천만 원이 종자돈(seed money)으로서의 역할을 가지지 못했더라면, (주)바이로메드는 R&D활동은 물론 사업화의 과정을 거치지 못했을 것이다.*

* 김선영 교수도 정부의 지원금 없었더라면, (주)바이로메드는 탄생할 수 없었다는 점을 직접 밝

당시 김선영 교수가 신청한 연구의 과제명은 ‘레트로바이러스를 이용한 유전자요법기술과 소재개발’로 과제선정 과정에서 ‘너무 미래지향적’이라거나, ‘미국에서나 할 수 있는 연구’라는 평가를 받으면서 어렵게 선정되었다고 한다. 이는 우리의 기술수준만 고려할 경우 미래에 경제적 파급효과가 크지만 불확실성이 큰 기술은 정책지원에서 제외될 가능성이 크다는 것을 의미하는데, (주)바이로메드 사례는 불확실성이 큰 원천기술의 경우에는 오히려 정부가 기업가정신을 가지고 적극 지원해야 함을 말해준다. 특히 (주)바이로메드의 사업영역인 생명공학기술(BT)의 경우 기술 및 시장이 매우 불확실하고, 특히 장기간에 걸쳐 막대한 자금이 투입되므로 단순히 시장실패를 보정하는 역할보다는 기술 시스템(technological system)을 창출하고 시스템이 실패하지 않도록 하는 적극적인 정책이 요구된다.

기술하부구조와 관련하여 지적될 수 있는 부분이 바로 인프라기술이다. (주)바이로메드의 경우 설립자본금이 2억원에 불과하였기 때문에 연구 활동에 필요한 기자재를 구입할 자금이 없었다. 따라서 김 교수팀은 자신이 재직하고 있던 서울대 부설 유전공학연구소의 공간 및 기자재 사용을 요청하였고, 다행히 교수회의가 이를 수락하여 줌으로써 이 문제를 해결하였다. 당시 교수가 창업을 하고 상업적 연구에 참여하는 것 자체가 금기시되던 분위기였기 때문에 만약 장비사용에 제약이 있었다면 연구 활동 자체가 불가능했을 것이다. 이는 장비활용의 확산이 기술혁신의 중요한 실마리가 된다는 점을 말해준다.

또한 임상시험을 한국화학연구소 안전성평가연구소에서 실시하였다. 최근에는 생물산업실용화센터(KBCC)와 셀트리온이 준공되면서 cGMP(Current Good Manufacturing Practice) 기준에 부합하는 CMO(Contract Manufacturing Organization)를 활용하게 되었다. 현재 KBCC와 협력하여 혈소판감소증치료제(VM501)와 항암백신(VM206)의 GMP 생산을 추진하고 있다. 이는 공동시험장비라는 인프라기술 구축정책이 신약개발 중심 기업인 (주)바이로메드에게 매우 중요한 영향을 미치고 있음을 보여주는 측면이다.

2. 인적자본하부구조 구축정책

(주)바이로메드의 핵심성공요인(KSF; Key Success Factor)는 ‘사람’과 ‘사람에 체화된 기술’이었다고 볼 수 있다. 우선 무엇보다도 김선영 교수 자신의 능력이 중요한 성공요인이었다. 연구능력 면에서 보면, 김 교수는 영국에서 박사학위를 마치고 1987년 MIT

히고 있다(김선영, 2004).

화이트헤드연구소의 David Baltimore 박사(노벨상 수상자) 실험실에서 후천성면역결핍증(AIDS)의 원인 바이러스인 HIV 연구경력을 쌓았다. 서울대에 돌아온 후에도 이를 기반으로 한 레트로바이러스를 집중적으로 연구하였다. 기업가정신 면에서도 김 교수는 순수과학자 출신이었지만, 위험감수자(risk-taker), 기술혁신자(innovator), 의사결정자(decision-maker) 등 멀티플레이어로서의 역할을 잘 수행하였다.* 회사 창업시절에는 보수적인 대학문화 속에서 ‘독립운동’ 하듯이 사업을 추진하였으며, 연계회사인 ‘팬제노믹스’를 설립할 때도 이사진 모두가 반대하였지만, ‘자신의 집을 팔아서라도 추진하겠다’는 결연한 의지로 이를 관철시켰다고 한다.** 혁신의 국제화 능력 면에서도 김 교수는 언어(영어) 표현상 장애가 없으며, 이를 토대로 미국에 팬제노믹스 지사를 두고 있으며, 영국, 프랑스, 일본 등지로 기술을 수출한 바 있다. 그런데 이러한 김 교수의 능력이 전적으로 국내 교육시스템의 결과였는지에 대해서는 의문의 여지가 있다. 다시 말해서 이러한 김 교수의 개인적 능력은 영국, 미국 등 해외 혁신시스템의 산물로 볼 수 있다.

다음으로 중요한 요인은 김 교수 실험실 연구원들의 능력과 자질이였다. 이들은 서울대 석·박사과정의 학생들로서 지식 및 기술창출의 주역이었다. 김 교수가 창업 후에도 교수직을 유지하는 이유가 바로 “최고 수준의 인력을 활용하고 확보할 수 있는 기회를 주기 때문”이라고 대답할 정도로 이들의 역할은 중요하였다. 특히 실험실의 연구원들이 수평적인 관계 속에서 연구 및 상업화에 대한 일치된 인식과 목표의식을 가지고 있었으며, 정보흐름과 의사소통이 원활하였다. 이는 국내에서도 연구중심 혹은 대학원 중심대학이 중요하고, 석·박사급 이공계 고급인력이 해외가 아닌 국내에서도 계속 활동하게 하는 유인정책이 강력하게 추진되어야 함을 말해주는 것이다.

3. 제도적 하부구조정책

3.1 벤처특별법(1998년)의 역할

김선영 교수팀이 본격적으로 연구 및 투자에 착수하게 된 시기는 (주)바이로메드를 설립한 후부터이다. 이 회사의 설립은 영국 바이오회사의 권유로 검토되었지만, 국내 제약회사들이 개발기술에 관심을 보이지 않아 산학협동으로 제품개발이 불가능 했다는 점, 대학 실험실 조직으로 상업화까지 가기에는 한계가 있다는 점, 그리고 시장을 목표로 하는

* 이외에도 기업가의 역할로는 조정자(co-ordinator), 중개인(middle man) 등이 있다. 이에 대한 자세한 분석은 성태경(2002) 참조.

** 이는 기술혁신정책 관련 한 포럼에서 김선영 교수가 직접 언급한 내용이다.

제품개발을 위해서는 기업조직이 필요하다는 점 등 현실적인 이유로도 벤처기업의 설립이 필요하였다.

그러나 실제 대학기반 벤처기업 창업 시 교수의 벤처기업 임원 겸직에 대한 규정도 없는 등 제도적 미비로 많은 어려움을 겪었다. 한 예로 창업초기에 외부 사람의 이름을 빌어 이사진을 구성해야 했으며, 1998년 12월 벤처특별법이 통과된 이후에야 김선영 교수가 회사의 공식 대표이사가 되었다. 뿐만 아니라 대부분의 이공계 교수들은 벤처창업은 물론 상업적 연구에 대해 부정적인 시각을 가지고 있었기 때문에 간접적이기는 하지만 창업활동이 제약을 받았다.

3.2 벤처캐피탈 육성정책

벤처캐피탈 육성정책도 (주)바이로메드의 기술혁신과정에서 긍정적인 역할을 수행하였다. 즉 국내 대기업들이 중소벤처인 (주)바이로메드로부터 기술 구매를 꺼리는 상황에서 무한기술투자 등 5개 벤처캐피탈이 15억원을 투자하였다. 이는 1990년대 벤처캐피탈 산업의 성장이 가져다 준 혁신성파로 볼 수 있다. 1990년 벤처캐피탈 회사가 27개에 불과하였으나, 2000년에는 147개로 증가하였고, 이에 따라 우리나라는 이스라엘, 미국, 캐나다 등에 이어 네 번째로 GDP대비 벤처캐피탈 비율이 높게 되었다(조덕희, 2002). 반면에 일반은행의 총여신 중 정부보증 대출의 비중은 1987년 33.8%에서 2000년 25.4%로 낮아졌다(한국금융연구원, 2001).

3.3 지적재산권제도

생명공학기술(BT) 기업들에게는 특허의 획득, 보유, 그리고 관리는 선택이 아닌 필수적인 관리영역이 되고 있다. (주)바이로메드의 경우에도 단순히 연구의 성과를 학술지에 논문으로 발표하는데 그친 것이 아니라 특허를 획득함으로써 사업화의 토대로 삼았고, 이를 경제적 가치로 환급받고 있는 중이다. 1999년 특허를 처음 획득한 이후 2006년 현재 27건의 등록특허를 보유하고 있으며, 국내외에 34건의 특허를 출원 중이다. 특허출원 및 등록과 관련하여 김선영 교수는 다른 분야와는 달리 제도적 문제점을 지적하지 않았다. 오히려 김 교수는 기업성장의 주요 요인으로 적절한 특허전략을 들고 있다. 이는 그간 심사기간의 단축, 국제출원제도(PCT) 등 제도적 개선이 기업들에게 실제적으로 도움이 되고 있음을 의미하는 것이다. 더 나아가서 신물질에 국한되던 특허권이 유전정보,

신약표적, 질병의 경로 등으로 확대됨에 따라 특히 포트폴리오의 구성이 차세대 기술혁신에서 중요한 영역으로 자리 잡게 될 것으로 보인다.

3.4 연구과제의 선정

김선영 교수가 1994년 G7 프로젝트에 신청한 연구과제는 당시 “너무 미래지향적이다”, “미국에서나 할 수 있는 연구” 라는 평가를 받으면서 선정되었다. 만약 이러한 평가가 강조되어 이 과제가 선정되지 못했더라면, 현재의 (주)바이로메드는 탄생하지 못했을 것이다. 따라서 올바른 연구과제 선정이 기술혁신과정에서 매우 중요함을 알 수 있다.

4. 기술시장 구축정책

4.1 국내 기술시장의 역할 미흡

김선영 교수의 연구결과 및 특허에 대해서 국내에서는 기술거래가 자발적으로 이루어지지 못하였다. 이는 무엇보다도 국내 대기업들은 기술수요자로서의 역할이 미흡하였기 때문으로 분석된다. 구체적인 예로 국내 제약 대기업들은 신기술에 대한 투자위험에 극도로 민감하였다. 한 대기업의 경우는 R&D, 생산, 판매 등 5개 부서의 책임자 중 한명이라도 신기술 투자에 찬성하지 않으면 투자가 기각되는 만장일치 제도를 가지고 있었고, 실패한 투자를 결정한 책임자에 대해서는 인사상의 불이익을 주었다. 또한 대부분의 제약사들은 해외기술을 단순히 라이선스하여 국내시장에서 성공시키는 일에 익숙하였기 때문에 국내 벤처기업의 신기술을 활용하여 사업화시키는 일을 꺼려하였다.

그렇다고 해서 (주)바이로메드는 한국기술거래소나 특허기술장터 등 인위적으로 조성된 기술시장을 활용한 것도 아니며, 또한 기술의 특성상 활용할 수도 없었다.

4.2 기술평가의 문제

김선영 교수는 (주)바이로메드의 성장경험에서 가장 문제가 되는 것으로 기술평가(technology evaluation)의 문제를 들었다. 먼저 국내 제약 대기업들은 유전자 치료제에 대한 사전 연구가 거의 없었기 때문에 신기술에 대한 평가능력이 없었다. 또한 국내에서 성장한 기업이라는 이유로 개발된 기술/제품에 대해서 신뢰감을 가지지 못했으며, 전반적으로 저평가하는 경향이 강하였다. 이에 따라 기술에 대해 대가를 지불하려는 의도

(willingness to pay)도 매우 낮은 수준이었다. 이는 기술평가의 인프라 구축이 벤처기업의 기술혁신과정에서 중요함을 보여주는 부분이다.

4.3 해외기술시장 활용

김선영 교수는 국내 대기업들이 자신의 기술 구입을 꺼려하고, 국내 기술시장을 활용할 수도 없는 상황에서 결국은 해외시장으로 눈을 돌리게 되었다. 마침 영국, 일본 등지에서 기술수요자들이 (주)바이로메드의 개발기술 혹은 특허의 사업화 가능성을 인식하고 기술을 구입하거나, 투자하였다. 이 과정에서 김 교수는 개인적인 해외 네트워크를 적극 활용하였다. 그러나 정부의 기술수출 지원정책은 전무하였다.

5. 산업기반 구축정책

(주)바이로메드는 실험실을 토대로 한 소규모 벤처기업으로 연구개발, 기술수출, 임상실험 등 제품화 전단계의 활동에 전념하고 있는 중이다. 아직은 기술이 제품화 되어 시장에 도달하지 못한 실정이다. 따라서 시장창출 혹은 수출 등 시장조성 면에서 정부정책의 역할은 찾아볼 수 없다.

그러나 1998년 이후 시행된 벤처기업 육성정책, 그리고 차세대 동력산업으로서의 BT 산업육성정책 등은 (주)바이로메드의 설립부터 성장에 이르기까지 긍정적인 역할을 수행했을 것으로 볼 수 있다.

한편 연관 및 지원산업 면에서 (주)바이로메드는 혜택을 보고 있다. 김 선영교수는 (주)바이로메드가 기술혁신의 성과를 거두었지만, 현금 확보의 어려움에 직면하자 신약(한약재 기반)개발을 목적으로 하는 (주)팬제노믹스를 설립하였다. 당시 모든 이사들이 회사설립을 반대하였으나, 김 교수는 기업가(entrepreneur)로서의 리더십을 발휘하여 이를 관철시켰다. 김선영 교수는 전국을 돌아다니며 한약재 성분에 대한 정보를 수집하였다. 일본의 경우는 메이지 유신 이후 양방으로 돌아서, 100종의 한약성분이 보고되고 있지만 우리나라는 중국과 비슷한 400여종의 성분을 보유하고 있어서 이 작업은 성공적이었다. 그 결과 (주)팬제노믹스는 류마치스관절염, 아토피피부병, 비만 등과 관련하여 현재 4개의 가능성 있는 제품의 출시를 눈앞에 두고 있다. 이 과정에서 정부도 <표 1>에서 보는 바와 같이 한방치료기술개발사업, 농림기술개발사업 등을 통해서 (주)팬제노믹스의 연구개발을 지원하였다.

6. 혁신네트워크 구축정책

(주)바이로메드는 산학협동이 잘 이루어지지 못했기 때문에 탄생된 벤처기업이다. 당시 G7 프로젝트는 산학협동을 촉진하기 위하여 민간 기업체에서 연구비의 일부를 부담하는, 즉 매칭 펀드(matching fund) 형식으로 이루어졌다. 그러나 연구과제가 일단 선정되면, 기업 지분을 다시 가져가는 경우가 많았다. 김선영 교수의 연구도 이와 같이 ‘이름 빌려주기’ 식으로 진행되었다. 그럼에도 불구하고 김 교수는 초기 연구 성과를 토대로 매칭 펀드를 제공한 국내 N사에게 사업화를 위한 연구개발비로 15억 원 규모의 투자를 제안하였다. 하지만 N사는 연구 착수 당시에도 이 과제에 대해서 별로 관심이 없었을 뿐 아니라, 추가적인 투자 제안에 대해서도 위험부담을 이유로 거절하였다. 결국 산학협동을 통한 연구 → 사업화 → 경제적 성과 확산으로 이어지는 기술혁신과정은 이어지지 못하였다.* 물론 이러한 산학협동의 실패가 독자적인 벤처기업 창업이라는 새로운 비즈니스 모델을 탄생시켰지만, 산학협동 지원정책의 문제점을 파악할 수 있는 사례로 볼 수 있다. 즉 산학협동과정에서 실질적인 공동연구가 이루어지지 않았고, 연구 성과가 사업화로 연결되는 것이 쉽지 않은 과제임을 보여주었다.**

(주)바이로메드의 성공요인 중 하나는 국제적인 네트워크의 구축이다. 김 선영교수는 해외로부터의 자본 유치를 통해 안정적인 연구기반을 조성하였고, 기술수출을 통해서 자금을 확보할 수 있었다. 임상시험 및 판매를 위해서도 유럽 최대 유전자치료연구센터인 프랑스 GenetonIII사, 독일의 Qiagen/Strathmann Biotech사, 영국의 BioReliance사 등과 협약을 체결한 바 있다. 그러나 이는 많은 부분 김선영 교수의 개인적인 능력과 노력에 기인한 것이었다. 김 교수는 언어(영어) 표현상 장애가 없으며, 이를 토대로 인적인 해외네트워크를 구축하였다. 반면에 정부가 추진한 국제적 혁신네트워크 관련 정책은 활용하지 않았다.

끝으로 (주)바이로메드 사례와 관련하여 지적할 수 있는 정책적 교훈은 BT 분야에서의 클러스터 조성 정책이다. 일반적으로 BT분야의 기술혁신과정에서 지역적 바이오클러스터링이 중요한 것으로 알려져 있다. 특히 보스톤, 샌프란시스코, 샌디에이고, 클리블랜드 등의 사례에서 보는 바와 같이 BT산업은 각 지역 대학의 바이오테크 ‘스타’들과 연

* 생명공학 분야에서 전체적으로 산학연 협동이 잘 이루어지지 않고 있는 것으로 보고되고 있다. 민철구 외(2004), 최윤희·정은미(2002) 등에 의하면 생명공학연구소 중심으로 일부 산학연 협동이 시도되고 있으나, 최근에 들어와 그러한 시도들이 오히려 위축되고 있는 실정이다.

** 현재는 녹십자, 동아제약, 유한양행, 이연제약 등과 같은 국내 제약기업들과 제휴를 통해 신약개발을 추진하고 있다. 그러나 이는 산학협동이 아닌 기업 간 협동으로 볼 수 있다.

계되어 있다. 그러나 우리나라의 경우에는 지역적 바이오클러스터링이 없으며, 기업들이 지역적으로 분산되어 있다. <표 2>는 우리나라 바이오기업들의 지역별 분포를 보여주고 있다. 표에서 보는 바와 같이 바이오기업들은 서울과 경기도에 밀집되어 있으며, 생명공학연구소가 있는 대전이 약 14% 정도를 차지하고 있다. 그러나 현재 정부가 지역적으로 충북 오송과 전북을 생명공학 특성화 지역으로 선정하고 이를 육성하고 있으나, 이 지역의 바이오기업 비중은 극히 낮아 정책과 현실의 괴리가 있음을 발견할 수 있다.

<표 2> 우리나라 지역별 바이오기업 분포현황

지 역	주요 업종	비중(%)	
		1999년	2001년
서울	바이오의약, 바이오공정	27.4	25.6
부산	바이오환경	1.0	1.1
대구	바이오의약, 바이오환경, 바이오공정 및 정보	1.3	2.0
광주	바이오화학	0.3	0.9
인천	바이오의약, 바이오환경, 바이오공정	1.9	1.6
대전	바이오의약, 바이오화학	10.7	13.6
울산	바이오환경	0.7	1.1
경기도	바이오의약, 바이오환경	37.1	33.6
강원도	바이오식품, 바이오전자	4.9	4.7
충북	바이오식품, 바이오의약	4.2	5.3
충남	바이오에너지 및 자원, 바이오의약	5.5	4.2
전북	바이오의약, 바이오화학, 바이오에너지 및 자원	2.3	1.1
전남	바이오식품, 바이오에너지 및 자원	0.3	0.4
경북	바이오식품, 바이오에너지 및 자원	1.0	2.0
경남	바이오식품, 바이오환경, 바이오에너지 및 자원	0.7	2.4
제주도	바이오식품	0.7	0.4
계		100.0	100.0

자료: 한국생물산업협회(2001, 2002)

V. 요약, 결론 및 연구의 한계

앞에서 분석한 (주)바이로메드의 사례는 아직은 판매 및 재무 면에서 경영성과가 가시화되지는 않았지만 성공적이라고 볼 수 있다. 즉 <그림 3>에서 본 바와 같이 유전체라는 차세대 기술 분야에서 기술수출, 투자유치, 임상실험 등 사업화 단계에 거의 도달하고 있다.

<표 3>에는 (주)바이로메드의 성장과정에서 수행한 과학기술혁신정책의 역할을 요약

해 놓았다. 표에서 보는 바와 같이 기술하부구조 구축정책, 제도적 하부구조 구축정책, 인적자본하부구조 구축정책, 그리고 산업기반 구축정책 면에서 과학기술혁신정책은 (주)바이로메드라는 한 기업의 창업 및 성장에 긍정적인 역할을 수행하였다. 반면에 기술적 성과가 사업화되어 경제적 성과로 이어지게 하는 기술시장 조성정책은 특별한 역할 역할을 찾아보기 어려우며, (주)바이로메드 성장에 핵심적 요인으로 작용했던 영국, 일본, 미국 기업 혹은 투자자들과의 국제적 혁신네트워크 구축 면에서도 정부정책의 역할이 거의 없었던 것으로 나타나고 있다. 기술시장과 혁신네트워크의 구축은 전적으로 김선영 교수의 개인적 능력과 연구성과를 토대로 구축되었다.

(주)바이로메드의 김선영 교수와 대조를 이루는 사례가 이미 잘 알려진 황우석 교수의 줄기세포 연구과제이다.* 황우석 교수의 프로젝트도 김선영 교수와 동일한 혁신궤적 (innovation trajectory)을 가지고 출발하였으며, 관련 특허를 획득하는 등 혁신성과를 보여 주었다. <그림 4>에서 보는 바와 같이 황 교수의 연구프로젝트도 정부의 연구지원 → 대학 실험실 → 대학원 학생 및 연구원 활용 → 논문발표 및 특허출원 등으로 이어지는 과정을 밟고 있다. 그러나 기술시장이나 산업기반으로 이어지는 연결고리 없이 논문발표나 관련 특허출원 성과를 토대로 다시 정부의 연구지원이 이루어지는 순환과정에 그치고 있다는 점에서 차이를 보인다. 다시 말해서 연구 성과의 사업화 가능성이 확인되지 않은 상황에서 막대한 연구비 지원이 이루어졌다. 만약 줄기세포 프로젝트가 기초연구 혹은 응용연구를 목표로 하는 정책지원 프로그램이었다면 정부에 그에 상응하는 연구비를 지원하면 된다. 그러나 이 프로젝트는 의료산업에까지 변혁을 가져올 뿐만 아니라 우리나라를 ‘먹여 살릴’ 차세대 성장동력 산업으로까지 기대되면서 기술적 완성도 및 시장 확실성에 대한 객관적인 판단이 결여된 상황에서 과도한 연구비가 지원되는 문제점을 낳았다. 따라서 정부는 연구지원과제의 선정과 지원규모의 결정과정에서 사업화 가능성을 진지하게 고려해야 할 것임을 알 수 있다.

본 연구는 (주)바이로메드라는 한 특정 기업의 입장에서 우리나라의 전반적인 과학기술혁신정책을 평가하였다는 점에서 새로운 시도로 볼 수 있다. 그러나 이러한 접근방법은 내재적 한계를 가진다. 즉 하나의 사례를 통해서 전반적 정책에 대한 부분적인 직관 혹은 시사점을 얻을 수는 있으나 일반화 시킬 수는 없다는 것이다. 또 한 가지는 “왜 (주)바이로메드인가?”라는 질문이다. 물론 서론에서 (주)바이로메드를 분석대상으로 선정할 이유를 언급하였지만, 이는 객관적인 선정이유가 되기는 어렵다. 업종별, 창업동기별, 창

* 이미 황우석 사례는 관련 분야의 전문가들뿐만 아니라 일반인들도 대체적으로 알고 있는 사례이고, 지면에 한계가 있으므로 별도의 분석 없이 김선영 교수 사례와 비교하였다.

업자특성별 기업 특성이 다르며, 어떤 기업을 선정하느냐에 따라서 정책평가가 달라질 수 있기 때문이다. 이러한 측면에서 본 연구의 결과는 과학기술혁신정책 평가에 있어서 다른 거시적인 연구결과와 상호보완적인 관계 속에서 해석되어야 할 것이다.

<표 3> (주)바이로메드 사례를 통해서 본 과학기술혁신정책 평가 요약

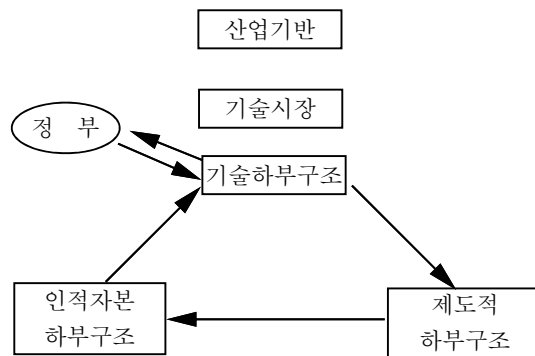
혁신정책분야	핵심성공요인	과학기술혁신정책의 역할
인적자본하부구조	<ul style="list-style-type: none"> 창업자의 연구역량 대학원학생·연구원 	<ul style="list-style-type: none"> 연구비 수혜를 통한 연구실 운영
제도적 하부구조	<ul style="list-style-type: none"> 대학실험실 대학 내 벤처기업창업 	<ul style="list-style-type: none"> 벤처특별법 제정 벤처캐피탈 육성
기술하부구조	<ul style="list-style-type: none"> 유전자 치료제 개발 기술 등 신분야 개척 이공대학 내 장비활용 	<ul style="list-style-type: none"> G7 프로젝트하의 BT분야 정책 지원 성과평가를 통한 일련의 추가적 연구지원
기술시장	<ul style="list-style-type: none"> 기술수출 해외투자유치 	<ul style="list-style-type: none"> 특별한 역할 없음
산업기반	<ul style="list-style-type: none"> 벤처기업창업 및 성장 (주)펜제노믹스 설립을 통한 한약제 관련 분야 진출 코스닥시장 상장 	<ul style="list-style-type: none"> 벤처기업육성정책 한방치료기술개발사업 등 정부정책 지원
혁신네트워크	<ul style="list-style-type: none"> 국제적 네트워크 형성 	<ul style="list-style-type: none"> 특별한 역할 없음

④성과평가

① 연구지원

③기술개발·특허 ②대학실험실

②대학원학생·연구원



<그림 4> 황우석 교수의 줄기세포사업 기술혁신과정

참고문헌

- 김석관(2004), 『제약산업의 기술혁신패턴과 발전전략』, 과학기술정책연구원.
- 김선영(2004), “한국의 BT산업 가능한가?,” 과학기술정책연구원 포럼 자료.
- 민철구·송완흡·현병완(2004), 『지역대학과 출연(연)의 협력시스템 구축방안』, 과학기술정책연구원.
- 성태경(2002), “기업가이론의 고찰을 통한 벤처경영자의 바람직한 역할 모색,” 『벤처경영연구』, 5(2), pp.37-59.
- 성태경(2005), 『혁신시스템 이론의 비교분석과 정책적 시사점』, 과학기술정책연구원.
- 성태경·김병근·조성표·이공래·황정태·배종태·김영배·박규호·임채성·류태수·김준규
(2007), “과학기술혁신정책의 분류체계에 관한 연구,” 『기술혁신연구』, 15(2), pp.211-239.
- 조덕희(2002), 『벤처산업의 성과와 과제』, 산업연구원.
- (주)바이로메드(2007), 홈페이지(<http://www.viromed.co.kr>).
- 최윤희·정은미(2002), 『포스트-지놈 시대의 한국 바이오산업 혁신 촉진방안: 기술이전체제를 중심으로』, 산업연구원.
- 한국과학기술기획평가원(2007), 국가연구개발사업 종합관리시스템(<http://www.kordi.go.kr>).
- 한국금융연구원(2001), 『한국의 금융산업』, 한국금융연구원.
- 한국생물산업협회(2001, 2002), 『국내 생물산업 실태조사』, 한국생물산업협회.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, New York: Free.
- Sung, T.K and B. Carlsson (2003), “The Evolution of a Technological System: The Case of CNC Machine Tools in Korea,” *Journal of Evolutionary Economics*, 13(4), pp.435-460.
- Tassey, G. (1991), “The Functions of Technological Infrastructure in a Competitive Economy,” *Research Policy*, 20(4), pp.345-361.

□ 투고일: 08. 04. 01 / 수정일 08. 6. 11 / 게재확정일: 08. 07. 27