

생명공학 기업의 경쟁력 강화를 위한 지식인프라의 효율적 구축방안

정석선*, 정선양**

* 한국산업기술재단, 연구원

** 세종대학교 경영학과 부교수/기술혁신연구소장

Abstract:

Many advanced scholars and policy makers say that biotechnology is and will be the most important technology in 21st century. And biotechnology has a lots of character which are new and high tech industry, costing too much on early R&D stage and so on.

One of them is that it can't be developed all sector by one single firm. So effective and efficient way to solve this generic problem is using the infrastructure which is given by government for flourishing the bio industry, especially, Knowledge infrastructure.

The purpose of this study is to understand and give the information about which knowledge infrastructure affects biotechnology firms to obtain competitive advantage in technological improvement.

To develop this object, I made 5 variables about infrastructure in biotechnology such as high-skilled researchers infrastructure, R&D policy infrastructure, industrialization infrastructure that supports the biotechnology industry, networking infrastructure between firms, universities, research centers, and finally bio-safety infrastructure.

According to this study, to obtain technological competitive advantage for Korean bio firms, all main actors those are government, industry, university, research center they try to develop bio sector at the same time. After this cooperated effort, Korean bio firms and industry can get a international competitiveness in the global society which no one conquer the market.

I. 서론

지난 20세기까지는 공장과 설비, 자연자원을 많이 소유한 국가가 국제경제에 막강한 힘을 행사해왔지만 다가오는 미래사회에서는 어느 국가가 생물산업 또는 유전자 산업을 지속적으로 육성하느냐에 따라 국가의 위상이 달라질 것이라는 것이 오늘날의 현실이다. 이에 대해 Jeremy Rifkin(1998)은 1990년대를 계기로 생명공학 기술과 관련된 기술세력과 사회세력이 서로 힘을 합쳐 바이오테크 시대의 작용기반을 이미 형성하였다고 진단한 바 있고, Richard Oliver(2000)는 지난 20세기가 화학 및 물리학의 발전에 힘입어 고도의 산업 및 정보기술시대로 진보할 수 있었으나, 21세기에는 생명공학이 인류문명의 진보를 위한 새로운 성장원동력으로 자리 매김 하게 될 것으로 전망하고 있다. 또한 그는 이 새로운 경제 시대는 규모와 범위 면에서 이전

의 시대와 매우 다른 모습으로 나타날 것이라고 주장한다.

특히 산업을 이루고 있는 생명공학기업발전에 있어 생명공학산업인프라는 공공부분, 민간부분 기술개발 관련 조직들의 집단적 활동을 통해 공급되며, 공공부분, 민간부분 내 협력, 공공-민간협력 등 다양한 조직적 방식을 통해 인프라의 공급이 이루어지고, 생물자원의 기술개발, 생산, 시장거래 등 기술혁신, 상업화, 시장진입에 이르기까지 경제활동의 거의 모든 단계에 영향을 미친다는 특징을 가진다. 오늘날 거의 모든 산업 분야에 바이오 기술이 도입됨으로써, 이 인프라의 이용은 누구도 피해갈 수 없는 것이 되었다. 따라서 산업 전체를 새롭게 조직하고 변형시킬 생명공학산업의 인프라가 가지고 있는 잠재력에 대해 모든 기업의 경영자와 근로자가 정확히 알고 있어야만 할 것이다.

<표 1> 품목별 세계시장 동향

(단위: 억불)

구분	1997	2000	2003	2008	2013
생물의약	188	324	444	688	1,155
생물화학	22	38	52	100	168
생물환경	18	32	44	87	147
바이오식품	16	27	37	75	126
바이오에너지 및 자원	6	11	15	37	63
생물농업 및 해양	16	27	37	75	126
생물공정 및 측정시스템	47	81	111	188	315
총 계	313	540	740	1,250	2,100

자료: Ernst & Young, OECD report, 1998.

위에서 언급한 생명공학산업발전과 더불어 그 초석이라고 할 수 있는 생명공학인프라 구축은 21세기의 핵심기술로 인식되고 있다. 이에 따라 생명공학인프라의 개발에 있어서 세계각국의 기업들뿐만 아니라 정부들도 다양한 정책수단을 동원하여 생명공학인프라의 효율적인 활용을 위해 국가적 차원에서 지원을 하고 있다. 그 이유는 생명공학이 다가오는 세기의 국가 및 사회발전에 대단히 중요한 역할을 할 것이기 때문이다. 생명공학의 현재의 모습만을 살펴보아도 생명공학은 의약산업, 농업식품산업, 환경산업 및 서비스산업에서 중요한 비중을 차지하고 있다(과학기술정책연구원, 2000). 이들 산업들에 있어서 생명공학 기술, 제품 및 생명공학적 문제해결 방법에 관한 인프라의 활용이 절대적이며 따라서 이들의 활용은 점점 빠른 추세로 증가하고 있다.

<표 1>은 생명공학 관련 품목별 세계시장 동향을 나타낸 것이다. 생명공학 산업의 세계시장규모(OECD, 1998)는 1990년 44억 달러에서 1997년에는 313억 달러로 연평균 30%이상의 높은 증가율을 나타내왔으며, 향후 연 20%이상의 고도성장을 거쳐 2013년에는 2,100억 달러에 이른 것으로 전망된다. 현재까지의 생명공학시장의 제품구성 비율은 전체의 60%가 의약분야에 나머지 40%가 농업, 환경, 에너지, 자원

분야의 제품들로 구성되어 있다. 또한 생명공학 산업은 세계 지식기반 제조업 총 시장규모(32,169억 달러)의 1%수준('98년 수준)으로 파악되고 있으며, 미래의 성장가능성에도 불구하고 아직까지는 초기단계기간의 산업으로 보인다.

그러므로 생명공학산업은 그 인프라의 확보를 누가 먼저, 그리고 단단히 구축하느냐의 여부에 따라 엄청난 부를 창조할 수 있는데, 아직까지는 인프라 구축에 있어 완전한 의미의 승자가 없는 실정이다. 이처럼, 생명공학산업의 인프라 확보에 있어 장기적인 안목과 유연성을 갖추기 위해 세계각국의 생명공학인프라 구축 경쟁은 점차 치열해져가고 있다.

본 논문은 고부가가치하이테크산업이라는 특징을 가지면서 급진적인 성장세를 나타내고 있는 국내 생명공학산업이 효율적으로 사업을 영위하고 글로벌 경쟁에서 선점자적 위치를 차지하기 위한 지식인프라의 역할은 무엇이며 또 이를 효과적으로 구축·활용 할 수 있는 방안은 무엇인지에 관한 정책방안을 우리나라 생명공학기업에 대한 연구를 바탕으로 도출하고자 한다. 위의 연구목적을 달성함으로써 국내 생명공학기업의 기술력제고에 기업측면에서 어떠한 변수들이 영향을 미치는지를 파악하고 그 시사점을 찾아 생명공학 기업에 종사하는 실무자들과 생명공학 관련 정책담당자들에게 유용한 정보를 제공하고 실증적 자료를 제시하고자 한다.

II. 생명공학기업과 지식인프라에 관한 문헌연구

2.1. 생명공학기업의 정의 및 특성

일반적으로 생명공학이란 생명공학을 이용하여 인류에게 공헌하기 위한 일련의 응용 또는 제품생산 활동을 말하며, 생명공학기업이란 생명공학기술을 바탕으로 인류가 필요로 하는 경제성이 있는 기술을 개발하거나 유용물질을 생산하는 산업을 의미한다(장호민, 2000). 또한 OECD보고서 「생명공학기술: 국제적 동향과 전망」에서는 생명공학기업을 “제품과 서비스를 생산하기 위해 생물학적 매개물을 사용하여 물질의 처리과정에 과학적, 공학적 원리를 응용하는 기업”으로 정의하고 있다(OECD, 1982).

생명공학에 있어 최근의 진보는 기존에 사용되었던 정의를 무색하게 하고 있다. 이제 많은 생물학자들이 살아 있는 유기체를 “정보를 흡수, 저장하고 그 정보의 결과에 따라 자신의 행동을 변화시키며, 이 정보를 감지, 분류, 조직하기 위한 특수한 기관을 가진 생물”로 정의하고 있다(Rifkin, 2000). 이러한 개념에 기초해 그는 생명공학기술을 “문화적, 경제적 요구와 수요에 부응하도록 생물의 유전암호를 다시 프로그래밍 하는 것”이라고 규정하고 있다.

생명공학에 대한 이러한 새로운 정의들은 두 가지 측면에서 중요한 의미를 갖고 있다. 첫째, 이러한 정의는 이제 생명을 기계장치로 보지 않고 정보시스템으로 간주하고 있다. 즉, 하나의 생물체를 무수한 생물학적 조합으로 다시 프로그래밍 할 수 있는 하나의 정보시스템으로 인식하고 있는 것이다. 이러한 정의 하에서 생명공학산업에서 경쟁 우위를 점하는 핵심은 유전자 정보의 확보와 가공 능력에 있게 된다. 이로 인해 유전자 정보의 확보를 위한 경쟁이 치열하게 일어나고 있다. 이미 전 세계의 많은 생명공학자들이 정부 또는 기업의 지원을 받아 세계의 오지를 다니면서

동식물에 대한 유전자 데이터 수집활동을 바쁘게 전개하고 있다.

둘째, 생명공학에 대한 새로운 정의는 생명공학기술이 해결해야 할 핵심적인 문제로 효율성과 속도를 제시하고 있다. 자연적인 생산과 재순환 과정만으로는 급증하는 인구의 생활수준을 향상시키는 데 부족하기 때문이다. 생명공학이 효율적으로 개발되어지기 위해서는 생명공학의 기술적인 특성과 더불어 산업적인 특성이 아울러 고려되어야 할 것이다. 일반적으로 바이오 산업은 장기간의 기초 연구와 상용화 연구 단계를 거치고, 거대 투자가 소요되기 때문에 학술 연구 부문과 민간 기업 및 정부간의 유기적인 공조 체계 없이는 성공할 수 없다. 미국을 포함한 선진 각국들은 주요 학술 연구 기관을 중심으로 정부와 민간 기업 부문이 결합하는 바이오 산업 집적지(cluster)를 형성하고 이를 통하여 바이오 산업을 육성해 나가고 있는 특징이 있다. 생명공학적 혁신은 결국 생명공학 기업들에 의해 응용되어 신제품, 신공정, 새로운 서비스의 형태로 인간의 복지 증대에 공헌을 하기 때문이다.

이에 따라 생명공학을 둘러싼 주요 혁신 주체들 중 가장 중요한 것은 생명공학 기업들, 포괄적으로 표현하여 생명공학산업(bioindustry)이 되고 있다. 그 결과 생명공학을 효과적으로 개발하기 위한 진흥정책의 방향은 이 같은 생명공학 산업계의 수요 지향적인 요소를 반드시 고려하여야 한다. Walsh(1993)는 생명공학산업의 기술 혁신에 대한 수요 창출 및 확대가 생명공학 발전의 원동력이 되고 있음을 강조하고 있다.

2.2. 지식기반인프라의 정의 및 특성

생명공학에 있어 지식기반인프라란 생명공학기술의 기획에서부터 기술개발의 수행과 기술의 상업화 및 확산·수용에 이르는 기술혁신의 전 과정에 걸쳐 작용하는 집단적, 준공공재적 성격의 기술혁신 관련 능력으로 정의 할 수 있다. 또한 Montgomery(1995)는 생명공학산업 분야의 인프라는 생명공학산업의 발전 및 성장을 위해 공통적이며 필수적으로 요구되는 기반 시스템으로, 기술개발지원 시스템, 제품생산 및 마케팅지원 시스템, 산업화촉진 시스템 등을 의미한다고 하였다. 생명공학산업은 연구개발성과가 바로 사업화로 이어질 수 있는 산업의 특성상, 중소/벤처기업이 경쟁력을 확보할 수 있는 업종으로 평가된다. 반면 Bahrami, H. and Evans, S.(1995)는 생명공학산업은 기술개발에서 제품화에 이르기까지 장기간이 소요되면, 다양한 검정/평가/시험 등을 필요로 한다고 하면서, 이를 위해서는 고가의 장비, 표준 제도, 고급 및 숙련인력 등이 요구된다고 주장하고 있다.

생명공학산업은 관련 첨단 기술정보, 기업동향, 시장여건 등이 급격히 변화하고 있어서 관련업계로서는 경쟁력 강화의 일환으로 각종 정보에 대한 신속한 접근이 필요하며, 그 중요성이 날로 증대하고 있어 이를 위한 정보망이 구축, 관련정보 DB화 등의 추진이 필요하다고 한다. 생명공학산업은 전자/정보산업과 같이 관련 기업이 일정 지역에 집적함으로써 기술정보의 교류, 인력 확보의 용이, 실험설비의 공동 활용 등 그에 따른 시너지효과가 매우 큰 것으로 나타나 있으며, 선진국에서는 생물산업 업체의 집적화를 시행하고 있다.

그러나 장호민(2000)은 그의 연구에서 국내 생물산업은 그 역사가 일천한 관계로 그 기반이 매우 취약한 실정이라고 하고 있다. 생물산업의 육성/발전을 위해서는

무엇보다도 그 기반이 되는 하부구조구축이 절실한 과제이다. 이를 위해 생물업체의 집적화 유도, 공동 실험설비, 정보 네트워크, 안정성 평가센터 등의 하부구조를 구축함으로써 연구개발, 생산 판매 등 기업활동 전반에 걸친 우수한 여건조성을 도모한다. 또한 관련 기업의 집적화를 통해 상호간의 경쟁과 협력을 유도한다.

지식 인프라는 경제의 하부구조이지만 기존의 철도, 도로, 통신망과 같은 전통적인 인프라와는 성격이 다르다. Justman과 Teubal(1995)은 지식 인프라를 “둘이나 그 이상의 기업들이나 사용자 조직들에게 여러 효과를 지니고 있는 부문별로 특화(specific)된 능력(capability)”으로 정의하고 있다. 지식 인프라는 전통적인 하부구조와 비교해 볼 때 다음과 같은 특성들을 지니고 있다.

먼저 지식 인프라는 ‘능력’의 형태를 띠고 있다. 능력은 기본적으로 지식의 형태로 존재하게 된다. 그러나 이 지식은 기초연구 또는 교과서나 설계도 같은 형식화된 지식(articulated knowledge)만을 지칭하는 것이 아니라 암묵적인 지식(tacit knowledge)까지도 포괄하고 있다. 암묵적인 지식은 일반적으로 기업 특수적(firm-specific)성격을 지니고 있다. 암묵적인 지식은 공동의 경험을 지닌 사람들이나 조직들 사이에 공유되는 지식이기 때문이다. 이러한 측면에서 보았을 때, 능력으로서 존재하는 지식 인프라는 특정산업이나 영역에서 ‘국지성(locality)’을 지니고 있다고 파악된다(Nonaka, 1991). 둘째로, 지식 인프라는 전통적인 인프라와는 달리 경제의 모든 측면에 효과를 미치는 것이 아니라 경제의 특정영역 내지는 특정 산업에 한정된 효과를 미친다. 따라서 전 경제차원에서 공공재적인 역할을 하는 것이 아니라 특정산업이나 특정영역에서 공공재 역할을 한다. 그렇지만 특정산업이나 영역에서는 공공재 역할을 하고 있기 때문에 지식 인프라는 그 영역이나 산업 내에서는 특정기업의 사유재 형태가 아니라 ‘기본적(generic)’성격을 띠고 있다. 따라서 지식 인프라는 그 산업이나 영역에서 ‘전경쟁적인(precompetitive)’성격을 지니고 있다. 지식 인프라는 영역별 국지성을 지니고 있으며 그곳의 구체적인 활동과 관련되어 있는 능력이기 때문에 기초연구나 교육기관을 통한 공식적인 교육을 통해서 그 능력을 공급하는 데에는 많은 어려움이 존재한다. 이러한 점에서 지식 인프라는 대학이나 기초과학연구소보다는 실제적인 특정영역에서 재화와 서비스를 생산하는 업체나 그와 관련한 연구소 등과 같은 기관에서 축적된 능력에 기반 하게 된다. 마지막으로 전통적인 인프라에서는 표준화된 제품의 생산과 공급이라는 측면에서 규모의 경제(economics of scale)가 중요하지만 지식 인프라에서는 범위의 경제(economics of scope)가 중요하다(송성수, 2000). 즉 지식 인프라에서는 관련조직들이 여러 가지 방식으로 활용할 수 있는 다양한 전문화된 능력들을 확보하는 것이 매우 중요하다. 따라서 전통적인 인프라에서는 폭넓은 전화망, 도로망의 지리적 분포 등이 중요하지만 지식 인프라에서는 특정산업에서의 기업들이 사용할 수 있는 다양한 능력(예를 들어 시험, 평가 능력, 품질관리 능력, 공통기본기술 등)의 확보가 중요해진다.

이를 종합해서 생명공학산업인프라의 개념적인 특성을 살펴보면 첫째, 기술혁신과 확산을 촉진하는 유형적·무형적 하부구조라는 점, 둘째, 민간의 투자를 충분히 기대할 수 없는 집단적, 준공공재적 기술능력과 지식과 시설이라는 점, 셋째, 생명공학산업인프라는 민간부문의 기술개발 생산성 향상 및 개발기술의 확산과 상업화를 촉진하며, 마지막으로 기술인력양성, 기술거점 및 혁신조직 창출, 표준화 및 시험평가, 기술정보화 및 국제협력, 기술유통 및 실용화와 관련되어 있다는 점 등을

들 수 있다(안두현, 2000).

III. 생명공학기업과 관련된 환경분석

우리나라의 생명공학산업은 1990년대 중반 이후 발전하기 시작하여 현재 산업화 태동기 과정에 머물러 있으나 향후에는 20~30%의 고도성장이 예견되고 있다. 1998년 기준으로 국내 시장규모는 3억 6천만 달러(5,085억 원)로서 시장규모는 세계시장의 1.1%, 미국의 2.7% 수준에 불과하며, 1997년 기준으로 제조업 전체 중에서 생명공학산업이 차지하는 비중은 참여기업, 종업원 수, 생산액, 수출액 등에 있어서 0.1~0.3%에 불과하다(표 2참고).

<표 2> 우리나라 제조업 중 생명공학산업이 차지하는 비중(1997년)

구 분	제조업 전체	생명공학산업	비 중(%)
참여기업(개)	92,183	180	0.20
종업원수(명)	2,697,568	3,300	0.12
생산액(억 원)	4,348,950	5,879	0.14
수출액(억 달러)	1,361.6	3.2	0.24

자료: 한국생물산업협회, <생물산업 연감>, 통계청, 1998.

그러나, 1993~1997년에 국내 시장규모는 연평균 30.4%(1,683억 → 4,246억), 국내 생명공학 특허는 16.2%(299건 → 541건)로 급격히 증가하는 등 생명공학산업의 여건이 빠른 속도로 발전하고 있으며, 우리나라의 생명공학산업 시장규모는 1997년~2003년에 연평균 32%, 2004~2013년에 20%정도의 성장을 통해 세계시장점유율이 2003년에는 3.4%를 차지하고, 2008년에는 5.0%를 넘어설 것으로 전망되고 있다(표 3참고).

<표 3> 우리나라 생명공학산업의 시장 전망

(단위: 억 원, %)

구 분		1997년	2000년	2003년	2008년	2013년	연평균 증가율	
							1997~2003	2004~2013
수 요	내 수	4,700	1,100	25,000	63,000	150,000	32	20
	수 출	2,500	7,000	16,000	42,000	100,000	36	20
공 급	생 산	6,000	14,000	32,000	84,000	200,000	32	20
	수 입	1,200	4,000	9,000	21,000	50,000	40	19
계		7,200	1,800	41,000	105,000	250,000	34	20

자료: 산업연구원, <생물산업의 전망과 과제>, 1999.

그러나 우리 나라 생명공학산업이 획기적으로 발전하기 위해서는 정부투자, 기술수준, 벤처창업, 제도구축 등의 측면에서 해결해야 할 과제가 산적해 있다. 생명

공학산업에 대한 정부의 투자는 크게 성장해 왔지만 절대적인 규모가 미흡하며, 특히 인프라에 대한 투자가 크게 부족하다. 즉, <표 4>에서 알 수 있듯이 1999년 우리나라 정부의 생물산업에 대한 투자규모는 1,608억 원으로서 미국의 0.8%, 일본의 5.5%에 불과한 실정이고, 정부의 투자 중에서 인프라 구축에 관한 것은 약 10%에 불과하다.

<표 4> 생명공학산업에 대한 부처별 투자 규모
(단위: 억 원)

년도	구분	과기부	교육부	농림부	산자부	복지부	환경부	해양부	총계
1999	연구개발	772	186	268	133	28	28	35	1,450
	인프라	22	-	12	84	19	18	3	158
	계	794	186	280	217	47	46	38	1,608
2000	연구개발	1,007	290	313	143	30	31	40	1,854
	인프라	21	-	29	195	19	19	3	296
	계	1,028	290	342	338	49	50	43	2,140

자료: 과학기술부 외, <생명공학육성 기본계획>, 2000.

이러한 투자부족에 대한 결과로 우리나라 생명공학산업의 기술수준은 전반적으로 선진국 대비 60~70%정도의 수준이며, 특히 안전성 평가 및 관리기술의 수준은 매우 저조하다고 평가되고 있다.

IV. 변수의 개발

4.1. 변수의 개발 및 조작적 정의

4.1.1. 전문인력인프라

Schmoch/Strauss/Reiss(1992)에 따르면 생명공학은 다른 기술분야들 보다 대단히 높은 특허 출원율을 보이고 있는데 이의 이유 중에는 특허의 완성에 기여하는 대부분의 영역들이 소수의 첨단지식인력에 의해 이루어지는 특징을 가지고 있다고 한다. 또한 Sarkar Sahotra(1996)는 생명공학산업의 전문인력에 대해 뛰어난 아이디어와 젊음이 만나 창고에서 만들어질 수 있는 IT벤처와는 달리 BT벤처는 연구소와 전문인력, 축적된 기술이 절대적으로 필요하며, 특히 전문인력들이 연구개발분야에서 전문연구원으로서 그 역량을 발휘할수록 인력에 대한 정보 및 교류가 쉽게 이루어질 수 있는 인프라의 확보가 중요하다고 하였다. 이러한 이유 등에서 전문인력 인프라는 생명공학기업의 기술력제고와 직결된다고 사료되어 첫 번째 독립변수로 지정하였다.

이와 관련하여 Kitcher Philip(1998)은 그의 연구에서 첨단산업에 속해있는 어느 기업이든 해당 분야에 종사하는 전문인력의 부족현상이 나타날 경우 단기간 내에

기술기반을 갖추기가 어렵다고 하였다. 생명공학기업은 첨단산업 중에서도 신생산업이라는 점을 감안할 때 이러한 현상은 더욱 기술경쟁력제고에 영향을 미칠 것이라고 사료되어 해당분야의 석사학위 이상소지자의 보유여부와 그들의 인력배치현황을 기준으로 한 전문인력인프라를 통한 전문인력의 확보라는 변수로 조정하였다.

4.1.2. R&D정책인프라

Nelson(1990)은 그의 연구에서 생명공학산업과 같은 첨단산업에게 있어 정부의 R&D정책인프라에 대한 정부의 투자규모는 절대적인 힘을 가진다고 하였다. 하지만 우리나라는 생명공학산업 자체에 대한 투자도 미흡하지만 특히 정책적 인프라에 대한 투자가 크게 부족한 것이 현실이며, 제도적 기반과 관련하여 기업의 연구개발에 대한 국가적 차원의 지원과 새로운 경제적·기술적 패러다임에 적응할 수 있는 제도적 근거가 마련되어 있지 못한 상태이다. 이러한 연구개발 투자부족현상과 부처간의 정책적 중복현상, 우리나라의 전반적 생명공학기술 등을 고려할 때 이대로는 생명공학산업의 핵심이라고 할 수 있는 연구개발분야가 미흡해서는 우리나라의 21세기 국가산업으로 발전하는데 너무나 큰 장애가 된다고 사료되어 그 활용도와 이용경험여부라는 변수를 가지고 R&D정책인프라의 현황을 살펴보고자 R&D정책인프라라는 변수를 개발하였다.

이와 관련하여 Schimank(1999)은 그들의 연구에서 첨단산업이 가지고 있는 기술력의 바탕은 R&D활동의 산실이라고 하면서, R&D활동을 4세대로 구분할 수 있다고 하였다. 연구소의 규모, 프로젝트의 수행, 포트폴리오 개념의 도입, 고객의 욕구반영 등의 기준에 따라 사용하였으나 본 연구에서는 R&D시설의 보유현황, R&D활동에 주체로 활용하는 주체, 정부의 R&D정책에 대한 인지도와 활용경험여부라는 변수로 조정하였다.

4.1.3. 산업화지원인프라

현재 전세계적으로 증가추세에 있는 의약품 비용을 감당하기 위해 가격통제 필요성을 주장하는 각국정부의 논리와 비용증가의 원인이 의약품 가격인상에 있지 않다는 다국적 제약회사의 논리가 팽팽히 맞서고 있는 상태이다. 특히 생명공학분야의 기술에 있어 선점자적 위치(technological leader)에 있는 미국의 경우 제네릭 의약품의 사용을 정책적으로 권장할 것으로 전망되며 국내 대형 제약사나 대기업의 경우, 외형을 키워 제네릭 의약품 시장에 도전해 볼만한 환경이 조성되고 있는 실정이다. Fransman(1991)은 생명공학적 혁신은 결국 생명공학 기업들에 의해 응용되어 신제품, 신공정, 새로운 서비스의 형태로 인간의 복지 증대에 공헌을 하기 때문에 생명공학을 둘러싼 주요 혁신 주체들 중 가장 중요한 것은 생명공학 기업들, 포괄적으로 표현하여 생명공학산업(bioindustry)이 되고 있다고 하였다. 그 결과 생명공학을 효과적으로 개발하기 위한 산업진흥정책의 방향은 이 같은 생명공학 산업계의 수요 지향적인 요소를 반드시 고려하여야 하는 당면과제를 안고 있다. Walsh(1993)는 또한 생명공학산업의 기술혁신에 대한 수요 창출 및 확대가 생명공학 발전의 원동력이 되고 있음을 강조하고 있다. 앞에서도 서술한 것처럼 생명공학

산업은 벤처기업의 형태가 주를 이루고 있다는 특성을 고려할 때 어느 벤처기업보다도 생명공학벤처에게는 기초창업자금 조달에 어려움이 존재한다. 또한 생명공학산업은 기술개발이 장기적이면서도 지속적으로 추진되어야 하는 특성이 있기 때문에 기술개발자금이나 기술개발에 관련한 인프라의 확보가 무엇보다도 중요하다. 본 연구에서는 이러한 기존의 연구에서처럼 국내에서 실제로 이러한 인프라에 대한 활용이 활발히 진행되어 생명공학산업이 활성화되는데 도움이 되고 있는지를 알아보고자 산업화지원인프라라는 변수를 개발하였다.

이에 대해 Perez and Soete(1988)의 연구에서 첨단 기술의 R&D성과가 기업의 최종목표인 이윤을 창출하기 위해선 기술이 산업화 할 수 있는 정부지원이 중요하다고 주장하였다. 본 연구에서는 Perez and Soete의 연구와 생명공학산업의 특성을 고려하여 생명공학과 관련한 정부 각 부처의 인프라 등의 변수로 조정하였다.

4.1.4. 산학연간 네트워크인프라

생명공학분야는 기초과학과 연계된 R&D성향이 매우 강하기 때문에 다른 부문보다도 특히 R&D네트워크의 구축이 절대적으로 필요하다. 생명공학분야는 유전공학, 생화학, 약학, 의학 등 광범위한 분야와 관련되어 있어 어느 조직이나 기업도 관련된 모든 기술과 지식을 축적한다는 것은 불가능하기 때문이다. 따라서 관련기업, 대학, 연구소 등과의 광범위한 네트워크를 통해 유용한 정보를 제공받아 활용하는 것이 효과적이라는 인식이 확산되고 있다. 이에 Kitcher(1998)는 생명공학 산업에 속해 있는 기업들은 독자적인 힘만으로는 존립이 불확실하기 때문에 그 특성상공공연구기관 및 대학과 활발한 협력활동을 벌려야 한다고 주장한다. 일반적으로 우리 나라를 포함하여 많은 나라들에는 생명공학의 중요성을 인식하여 생명공학을 직접적으로 연구하는 공공연구기관들과 생명공학을 직·간접적으로 연구, 교육하는 대학의 학과들이 많이 있다. 전술한 바와 같은 생명공학이 학제적인 특성과 과학과의 강한 연계의 특징은 생명공학 기업들로 하여금 공공연구기관 및 대학의 관련 학과와 활발한 협력관계를 유지하고 있으며 이들 공공연구기관 및 대학의 관련학과들은 생명공학 수탁 연구 및 산업계와의 공동연구를 많이 수행하고 있다. Reiss(1996)에 따르면 생명공학은 매우 높은 학제성을 가지고 있어 과학기술의 많은 다른 분야들과의 상호작용을 통해 개발되어 진다고 한다. 이와 비슷한 연구결과로 생명공학은 그 자체가 산업이 여러 분야에 의하여 새롭게 활용되어 지는 특성을 가지고 있다는 Grace Eric(1997)의 연구도 있다. 생명공학의 발전에 영향을 주는 대표적인 학문분야로는 생명과학, 화학, 재료과학, 공학, 정보과학, 물리학, 수학 등을 들 수 있으며 이들이 생명공학적 혁신을 효과적으로 창출하기 위해서는 단일 학문분야의 발전이 아닌 여러 분야들의 발전이 동시에 이루어져야 한다는 전제가 필요하다. 이에 따라 Reiss(1996)는 생명공학과 관련한 각분야들이 연계구조를 가지고 동시에 발전을 해야 하기 때문에 이들이 협력주체로 적극 활용할 수 있는 네트워크적인 인프라가 반드시 필요하다고 주장하고 있다. 따라서 본 연구에서는 과연 이러한 다학제적인 성격을 가진 생명공학분야의 발전을 위해서 국내 산학연간의 네트워크 인프라의 활용 정도는 어느 수준에서 이루어지고 있으며, 이러한 네트워크인프라에 대한 활용 정도가 과연 실제로 생명공학기업의 기술력제고에 영향을 미치는지에 대해 알아보고자

산학연간 네트워크인프라라는 변수를 개발하였다.

이와 관련하여 생물산업은 기술의 급격한 발전에 힘입어 매우 빠르게 발전하고 관련 정보 역시 시시각각으로 변화하고 있다(유효상, 2000). 이에 따라 국내외 생명공학산업 및 기술 정보의 종합적인 관리와 수집, 가공, 배포에 대한 필요성과 중요성이 증대하고 있음에 따라 생명공학산업 관련 정보에 대한 신속한 접근이 매우 시급한 과제로 대두되고 있다. 미국과 영국은 각각 BIO와 BIA에서 관련 업체, 국제동향, 산업정보 등에 대한 정보지원체제를 갖추고 있어서, 관련업계의 전략 수립뿐만 아니라 정부의 정책수립에도 크게 기여하고 있다. 신약개발이나 난치병 치료에 있어서 유전 정보의 활용이 불가피한 것이 되고 있는 지금 선진국을 중심으로 생명공학산업 분야의 주도권 확보를 위한 경쟁이 가열되고 있다. 그러나 어느 조직이나 기업도 유전자와 관련된 모든 기술과 지식을 축적한다는 것은 불가능하기 때문에 관련 기업, 대학, 연구소 등과의 광범위한 연구개발 네트워크를 통해 유용한 정보를 제공받아 활용해야만 한다. Grace Eric(1997)의 연구에서 첨단산업이 계속해서 발전하기 위해서는 정부정책과 학계의 참여가 절대적이라고 제시되었으나 생명공학산업은 정부정책, 학계와 더불어 산업계와 연구기관의 도움 또한 절실하게 필요하며, 앞으로 유전자원에 대한 수요가 기하급수적으로 급증할 것이 예상되어진다는 점을 고려해 본 연구에서는 정부정책의 지원도 필요하지만 산업계와 학계, 연구기관과의 협력 또한 중요하다고 사료되어 산학연간 네트워크인프라라는 설문항목을 개발하였다.

4.1.5. 바이오 제품의 안전성 평가·관리인프라

국내외를 불문하고 많은 학자들과 정책입안자들은 바이오 식품에 대한 의사결정이 '건전한 과학(sound science)' 지식에 입각하여 내려져야 할 필요성을 강조하고 있다. 예컨대 현재 바이오 식품에 대해 가장 널리 통용되는 허용기준으로 사용되는 '실질적 동등성(substantial equivalence)'이 바로 그러한 견해를 대표하는 개념이다. 바이오 기술에 대한 시민의 불안을 정책입안자와 과학자들은 시민이 무지하고 비합리적이기 때문이라고 간주하는 경향이 있다. Schmoch/Strauss/Reiss(1992)에 따르면 생물산업제품이 글로벌 세대의 제품으로서 경쟁력을 확보하기 위해 필요시 되는 신물질 및 신제품 개발과정의 안전성평가를 위한 방안으로 가장 좋은 것은 안전성평가센터를 설립하는 것이라고 한다. 그러나 우리 나라에는 국제공인 안전성 평가기관이 없는 실정으로, 국내에서 개발한 제품을 해외 전문기관에 의뢰하여 기업자급 부담이 과중하며, 연구개발중인 정보의 해외유출우려가 높다. 이에 대해 국내에서도 2001년 1월에 바이오 안전성의정서(the Cartagena Protocol on Biosafety)가 채택된 후, 유전체 변형생물체의 국가 간 이동시 안전성확보 논의가 진행중이다. 이에 따라, 의정서의 발효에 따른 안전성확보대책을 마련하고, 초기단계부터 실험 및 연구 시설안전관리, 폐기물 처리, 유전자 변형 작물의 환경평가 등을 실시하는 등 안전성 확보에 대한 적극적인 노력을 기울이고 있다. 안전성확보의 자체적인 개념과 더불어 사회적인 인식의 수용 또한 중요하다고 사료되는 바, 이에 따라 국내 개발제품의 해외수출을 위한 국제공인의 안전성 평가, 일반독성 및 특수독성 평가, 그리고 환경독성 및 환경영향 평가 등을 비롯한 안전성 평가에 대한 인지도라는 변수를 개

발하였다.

이에 대해 Sarkar Sahotra(1996)는 그의 연구에서 바이오 제품은 인류의 건강을 책임질 수 있어야만 하는 문제를 가지고 있기 때문에 생명공학산업의 상업적 성공과 더불어 반드시 안정성 평가에 대한 문제를 고려해야 한다고 밝혔다. 본 연구에서는 생명공학기업의 특성상 생명공학분야가 신생산업분야인 점을 감안해 바이오 제품과 관련된 안전성에 대한 인지도요인을 개발하였다.

4.1.6. 종속변수의 개발

Walsh(1993)의 정의에 따르면 생명공학기술은 산업적으로 유용한 제품을 생산하거나 공정을 개선하기 위하여 생체나 생체 유래물질 또는 생물학적 시스템을 활용하는 기술을 총칭하는 것으로 정의될 수 있다. 이러한 폭넓은 정의에는 근대생명공학(Modern Biotechnologies)과 신생명공학(New Biotechnologies)은 물론 소위 전통적인 생명공학(Classical Biotechnologies)도 포함된다. 그러나 OECD(2000)의 최근의 정의에 따라 오늘날 21세기의 핵심기반기술이라고 일컬어지는 생명공학기술이라 함은 전통 생명공학보다는 일반적으로 근대 그리고 특히 신생명공학만을 포함하는 것으로 이해되고 있다. 미국의 경우 생명공학기술을 유전자재조합, 단백질 공학, 세포융합, 생물공정 등 신생명공학을 중심으로 포함시키고 있으며, 일본은 유전자 재조합, 세포융합, 세포배양 등 유전공학 핵심기술과 생물전환, 발효공정 등 주변 산업 기술을 활용한 제품의 생산 또는 공정의 이용기술을 포괄하고 있다. 우리나라의 경우 생명공학기술을 정의함에 있어서 국내에 발효기술이 축적되어 있다는 현황을 감안하여 신생명공학뿐만 아니라 발효기술과 같은 생물공정 관련 기술을 포함하는 일본의 개념을 준용하고 있다. 일부 전통적인 생명공학도 과학기술정책의 대상으로 생명공학기술의 범주에 포함을 시켜야 한다는 주장이 강하게 제기되고 있으나 미국, 일본, 유럽 국가들과의 비교 가능성을 높이기 위해 이 보고서에서도 이러한 의미로 생명공학을 이해하기로 한다

전술한 바와 같이, 생명공학 기술은 그 자체가 산업이 아니라 경험이나 기초연구의 결과로 축적되어온 기술의 집합으로 기술이 어떤 산업에 응용되건 상관없이 각 응용산업은 생명현상을 다룬다는 동질적인 기술적 속성을 공유하게 된다. 이는 생명공학 기술이 응용되는 모든 산업에서의 기술혁신은 어떠한 규칙성과 일관성을 갖는 포괄적 의미에서의 기술적 내용과 범위 즉, 일정한 기술패러다임 내에서 이루어지게 됨을 의미한다. 따라서 우리가 생명공학 기술혁신 특성을 올바르게 이해하기 위해서는 우선 생명공학이 갖는 기술적 속성과 이러한 속성으로부터 비롯되는 기술혁신에의 영향을 살펴볼 필요가 있다.

또한 포괄적 의미에서의 기술패러다임이 기술혁신의 기본적인 전개방향을 결정해주지만 시장환경, 기술의 전유가능성, 규제 등과 같은 혁신환경 요인들도 일정한 범위 내에서 기술변화의 방향과 속도에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 또한 Senker(1996)에 따르면 생명공학기술은 '생명체를 인위적으로 조작하여 기존의 또는 신규의 생명체 혹은 물질을 만들어 내거나 추출해내는 기술'로 정의된다. 이상에서 살펴본 생명공학기술에 대한 특성상 여러 분야와 공조할 수밖에 없다. 따라서 이러한 기술을 개발하고 사용의 주체가 되는 생명공학기업이 자신의 존재와 관련된 이

러한 기술력을 제고시키는데 있어 위에서 독립변수로 언급한 것들이 영향을 미칠 것으로 사료되어 국내 생명공학기업의 기술력제고라는 종속변수를 개발해냈다.

V. 조사결과의 분석 및 요약

본 연구에서는 표본집단의 모집단을 한국과학기술평가원(KISTEP)에 소장되어 있는 국내 생명공학기업을 대상으로 하였으며 생명공학기업의 특성상 존재하는 다양한 범주의 기업들을 다 포괄하였다. 따라서 국내 생명공학 관련기업 명단 352개를 기반으로 하여 우선 생명공학기업에 투자하는 것을 목적으로 하는 창업투자회사를 제외한 후, 전화면접과 업체현황 자료를 활용하여 현재 매출이 전혀 발생하고 있지 못하거나 종업원이 5명 미만인 영세기업을 제외한 210개의 기업을 조사대상으로 하였다.

조사는 2001년 11월 7일에서 11월 23일까지 진행하였으며, 조사대상기업에서 실제 생명공학 관련 부서에 근무하는 임직원에게 이 메일을 발송하여 회수하는 이메일 설문회수법과 방문조사를 실시하였다. 자료의 통계처리는 SPSS 10.1 윈도우형 통계 패키지를 이용하였다. 본 연구에서 이용된 측정도구의 신뢰성과 타당성을 검증하기 위하여 Cronbach's alpha값을 기준으로 요인 분석을 실시하였는데, 크론바하 알파(α)계수가 0.60을 상회하는 0.9015로 나타나 상당히 높은 신뢰성을 나타내어 각 척도들을 구성하는 항목들간에 내적 일관성이 확보되었다고 판단할 수 있으며, 타당성 또한 77.395로 변수들에 대한 설명력을 가지고 있다고 할 수 있다. 측정도구의 신뢰성과 타당성을 검증한 후 생명공학인프라 중에서 생명공학기업의 기술력제고와 관련된 요인을 찾아내기 위하여 회귀분석을 수행하였다.

5.1. 표본의 일반적 특성

본 연구의 설문에 응답한 대상기업의 업종분포에 대해 살펴보면 '생물의약품종'이 전체의 54.8%로 압도적인 비율을 차지했고, 그 다음으로는 의외로 '기타업종'이 14.3%를 차지하는 것으로 나타났다. 기타업종에 해당하는 기업으로는 종자기업, 제약기업 등이 있으며 이들은 모두 다른 기업들보다 자본이나 인력 면에서 규모가 큰 기업으로 밝혀졌다. 다음으로는 '바이오 식품'이 9.5%, '생물공정'이 7.1%, 다음으로 '생물농업', '생물정보', '생물화학'이 각각 4.8%의 순으로 나타났다. 응답자 중 '생물환경'에 관련된 기업은 한 개도 없는 것으로 조사되었다.

생명공학관련 기업으로 법적인 인정을 받은 기업인지에 관해서는 67.3%가 '인정 받은 기업'으로 32.7%가 '인정을 받지 않은 기업'으로 조사되어 법적으로 인정받은 기업이 2배 가량 많은 것으로 나타났다. 기업의 설립연수는 2001년을 기준으로 '10년 이상인 기업'이 전체의 50%로 가장 많았고, 그 다음으로 '1년~3년'이 35.4%, '1년 미만'이 6.3%, '3년~5년'과 '5년~10년'이 4.2%의 순으로 나타났다. 여기에서 우리는 생명공학산업은 기존의 대기업 중심의 산업구조에서 한가지 분야만을 특성화해서 전문적으로 개발하는 벤처기업이 활성화되고 있음을 알 수 있었으며 이는 생명공학산업의 본원적 특성과 일치한다는 점에서 의미를 가진다 하겠다. 최고경영자의 경력에 대해서는 '국내 석·박사'가 36.2%로 가장 많은 분포를 보였으

며, 다음으로 '해외 석·박사'가 31.9%로, '국내 학사'가 23.4%, '해외 학사'와 '기타'가 4.3%로 나타났다.

<표 5> 표본의 산업적 특성

변 수		빈 도 (frequency)	비 율 (percent)
업종	생물의약	23	54.8
	기 타	6	14.3
	바이오식품	4	9.5
	생물공정	3	7.1
	생물농업	2	4.8
	생물정보	2	4.8
	생물화학	2	4.8
	생물환경	-	-
법적 기업인정여부	유	33	67.3
	무	16	32.7
설립연수	1년~3년	17	35.4
	1년 미만	3	6.3
	3년~5년	2	4.2
	5년~10년	2	4.2
최고 경영자의 경력	국내 석·박사	17	36.2
	해외 석·박사	15	31.9
	국내 학사	11	23.4
	해외 학사	2	4.3
	기 타	2	4.3

5.2. 변수에 대한 기술통계 분석

5.2.1 전문인력인프라에 대한 기술분석

전문인력인프라에 대한 기술분석은 전문인력인프라를 활용할 수 있는가에 대한 능력과 활용현황을 분석하기 위한 것으로 본 논문에서는 종업원 수, 전문연구원의 비중, 관련분야의 석사학위 이상 소지자라는 변수를 가지고 규명해 보고자 하였다. 특히, 세 번째 변수를 관련분야의 석사학위 이상 소지자로 규정한 이유는 산업연구원의 연구결과에 따라 생명공학분야를 전공한 학사 중 약 35% 이상이 비 관련분야에 종사하는 것으로 나타난 점에 착안하여 관련분야 종사 비율이 90% 이상인 석사 이상의 학력소지자를 대상으로 지정하였다.

다음의 <표 6>은 전문인력 인프라에 대한 기술분석의 결과를 요약한 것으로 종업원 수에서는 '11~30명'이 46.9%로 가장 많았으며, 그 다음으로 '100명 이상'인 기업이 40.8%라고 조사되어 이번 조사에서는 벤처뿐 아니라 대기업의 응답비율도 일정수준에 달했다는 점을 알 수 있었고, '5~10명'이 8.2%, '31~50명'이 4.1%로 나타났다.

전체 종업원 대비 전문연구원 비율은 '20% 미만'이 42.9%로 가장 많은 분포를 나타냈고, 그 다음으로 '80% 이상'이 26.5%인 것으로 나타났는데 이는 상당히 대비

되는 응답으로 이러한 이유는 본 설문에 영세한 벤처기업들과 상당한 기간을 두고 성장해온 대기업들이 근소한 차이로 질문에 응했기 때문인 것으로 사료된다. 또한 '20%~40%'가 12.2%, '60%~80%'가 10.2%, '40%~60%'가 8.2%의 순으로 나타나 그 이외의 기업들은 근소한 차이를 보였다.

다음으로 관련분야의 석사학위 이상소지자의 보유현황에서는 경쟁업체와 비교 시 '같은 수준'이라고 답한 기업들이 전체의 34.7%로 32.7%를 나타낸 '많은 편'이라고 답한 기업들과 거의 유사한 응답분포를 보였다. 이는 자사가 전문인력 인프라에 대한 접근과 활용의 측면에서는 크게 부족함을 느끼지 않는 것이라고 사료된다.

<표 6> 전문인력인프라에 대한 기술분석

변 수		빈 도 (frequency)	비 율 (percent)
종업원수	5~10명	4	8.2
	11~30명	23	46.9
	31~50명	2	4.1
	100명 이상	20	40.8
전문연구원 비중	20% 미만	21	42.9
	20%~40%	6	12.2
	40%~60%	4	8.2
	60%~80%	5	10.2
	80% 이상	13	26.5
관련분야 석사학위 이상 소지자	적은 편	11	22.4
	같은 정도	17	34.7
	많은 편	16	32.7
	아주 많은 편	5	10.2

5.2.2 R&D정책인프라에 대한 기술분석

R&D정책인프라에 대한 기술분석은 국가가 지원하는 R&D정책인프라에 대한 활용능력과 활용현황을 분석하기 위한 것으로 본 논문에서는 R&D인프라시설의 이용형태와 R&D정책인프라의 활용경험여부라는 변수를 가지고 규명해 보고자 하였다. 다음의 <표 7>는 R&D정책인프라에 대한 기술분석의 결과를 요약한 것으로 R&D인프라시설의 이용형태에서는 '자체보유'가 71.4%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 '창업보육센터 이용'이 전체의 10.2%로, '민·관 협동 연구개발시설의 이용'과 '산업내 공동연구단지 조성'에 대한 이용'이 각각 8.2%로, '정부의 연구시설이용'이 2.0%로 조사되었다. 가장 많은 응답비율을 보인 자체보유와 다른 응답들 간에는 큰 격차가 나는 것을 알 수 있는데 이는 기업들의 산업화지원인프라에 대한 활용이 활발하게 일어나지 않는 데서 기인하는 것으로 보인다.

R&D정책인프라의 활용경험여부에 대해서는 '활용경험이 없는 기업'이 전체의 71.4%로 '활용경험이 있는 기업'의 28.6%에 비해 우세한 것으로 나타났다.

<표 7> R&D정책인프라에 대한 기술분석

변 수		빈 도 (frequency)	비 율 (percent)
R&D인프라 시설의 이용형태	자체보유	35	71.4
	민·관협동 연구개발시설	4	8.2
	산업 내 공동연구단지 조성	4	8.2
	정부의 연구시설이용	1	2.0
	창업보육센터 이용	5	10.2
R&D정책인프라의 활용경험 여부	있다	14	28.6
	없다	35	71.4

6.2.3 산학연 네트워크인프라에 대한 기술분석

산학연간 네트워크인프라에 대한 기술분석은 국내에서 산업계와 대학으로 대표되는 학계, 그리고 각 연구기관과의 네트워크인프라를 활용한 협력정도를 분석하기 위한 것으로 본 논문에서는 산업계와의 협력정도, 대학과의 협력정도, 연구기관과의 협력정도라는 변수를 가지고 규명해 보고자 하였다.

다음의 <표 8>는 산학연간 네트워크인프라에 대한 기술분석의 결과를 요약한 것으로 각 변수는 가장 많은 빈도를 나타내는 값을 삽입하였다.

산업계와의 협력은 '작다'고 응답한 기업이 전체의 45.5%로 절대적인 다수를 차지했으며, '보통'(27.3%), '크다'(16.3%), '매우 작다(6.8%)', 매우 크다(2.0%) 순으로 나타났다.

대학과의 협력의 경우에는 '크다'가 전체의 42.9%로 가장 많은 응답을 기록했으며, '보통'(40.8%), '매우 크다'(10.2%), '작다'(6.1%) 순으로 기록되었다. 이 두 가지의 협력형태에서 조사된 결과를 보면 국내 생명공학기업들은 산업계와의 협력보다는 대학과의 협력이 훨씬 더 원활하게 이루어지고 있다는 것을 알 수 있다.

<표 8> 산학연 네트워크인프라에 대한 기술분석

변 수		빈 도 (frequency)	비 율 (percent)
산학연	산업계와의 협력	20	45.5
네트워크인프라의	대학과의 협력	21	42.9
활용정도	연구기관과의 협력	19	39.6

5.2.4 바이오 제품의 안전성평가·관리인프라에 대한 기술분석

바이오 제품의 안전성평가·관리에 대한 기술분석은 우리 나라 수출경쟁력을 확보하기 위해 신물질 및 신제품개발과정에서의 안전성확보에 대해 중요하게 생각하는 인프라를 분석하기 위한 것으로 안전성확보에 대한 인식도라는 변수를 가지고 규명해 보고자 하였다.

다음의 <표 9>는 안전성평가·관리인프라에 대한 기술분석의 결과를 요약한 것

으로 안전성 평가는 '중요하다'고 생각한다는 응답이 전체의 53.1%로 가장 많은 비율을 차지했고, 다음으로 '매우 중요하다'는 응답이 42.9%로 거의 대부분의 기업들이 바이오 제품의 안전성 평가에 대해서는 상당히 중요하다고 생각하는 것으로 조사되었다.

<표 9> 바이오 제품의 안전성평가 · 관리인프라에 대한 기술분석

변 수		빈 도 (frequency)	비 율 (percent)
바이오 제품의 안전성 평가에 대한 인식도	전혀 중요하지 않음	-	-
	중요하지 않음	1	2.0
	보통임	1	2.0
	중요함	26	53.1
	매우 중요함	21	42.9

VI. 변수에 대한 조사분석결과

6.1. 전문인력인프라의 확보여부와 생명공학기업의 기술력제고에 대한 분석

설문을 통한 조사결과 전문인력인프라를 통한 전문인력의 확보는 생명공학기업의 기술력제고에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 생명공학은 산업적인 특성상 소규모적인 벤처의 형태를 띠고 있으며 기업의 발전에 기여하는 대부분의 영역들이 소수의 첨단지식인력에 의해 이루어지는 특징을 가지고 있다는 Schmoch/Strauss/Reiss(1992)의 연구결과와 유사하다. 또한 이러한 결과는 Sarkar Sahotra(1996)의 연구에서처럼 전문인력들이 연구개발분야에서 전문연구원으로서 그 역량을 발휘할수록 하는 인프라의 구축에 대한 중요성을 다시 한번 생각하게 만드는 결과라 할 수 있다.

따라서 현재 미국, 유럽에 비해 10분의 1수준에도 미치지 못하는 연구인력을 비롯한 국내 인력의 부족현상을 해결하기 위해선 무엇보다도 전문인력양성을 위한 학제적 공급체계의 수립이 요구된다고 풀이된다. 이를 위해서 첫째, 앞으로의 생명공학산업은 IT와BT의 결합이 불가피하다는 특성을 고려해 IT와BT를 결합한 Hybrid Science의 핵심인력을 공급할 수 있도록 생물정보관련학과 및 교수인원의 확보를 추진하는 등 수요지향적 대학교육으로의 전환이 필요하며, 둘째, 지속적인 투자확대 및 인센티브제도의 개선 등을 통한 해외인력의 활용을 확대할 수 있는 유인책의 강구가 필요하다고 사료된다. 또한 생명과학 정부관련 기관, 대학, 연구소 등에서 활발한 활약을 하고 있는 여성인력의 적극적 활용과 육성도 하나의 해결방안이 될 수 있을 것으로 사료된다. 이에 대한 근거로 우리 나라의 생물학 관련분야에는 전통적으로 여성인력들이 대거 집중해 있어 관련인력이 풍부하다는 점등을 들 수 있다.

6.2. R&D정책인프라와 생명공학기업의 기술력제고에 대한 분석

R&D정책인프라는 생명공학기업의 기술력제고에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 R&D에 대한 정부의 정책에 대해 민감한 기업들이 그러한 정책의 이용도와 수용도에 있어 더 활발하고 그것은 즉 기업의 경쟁력과 직결된다는 Freeman(1995)의 연구결과와 유사하다. 생명공학산업에서의 기반기술의 변화와 함께 생명공학산업의 미래성장성을 간파한 제약, 화학 등 여러 분야의 기업들이 생명공학산업에 뛰어들고 있다. 생명공학산업 내 경쟁심화와 더불어 관련기업들은 연구개발에 필요한 기술역량 및 마케팅역량확보, 제품파이프라인 강화, 구리고 이에 필요한 자본확보 등 여러 가지 면에서 심각한 어려움에 직면해 있다.

비록 생명공학산업이 성장초기이기는 하나 향후 5년 혹은 10년 후를 준비하지 않으면 생존조차 어려울지 모른다는 인식이 팽배해져 있기 때문에 혼자 힘만으로는 그 기업을 존속시키기 어렵게 때문에 생명공학기업의 핵심인 연구개발분야의 인프라에 대한 관심도는 높아질 수밖에 없는 실정이다. 우리나라는 올해 생명공학부문의 연구개발에 대한 투자가 전년도에 비해 20%이상 늘어났으며 산업화를 위한 공공인프라에 대한 투자가 2배 이상 늘었다. 부처별 R&D정책인프라에 대한 투자 현황을 보면 과기부가 1616억 원, 교육부가 290억 원, 농림부는 216억 원, 산자부는 571억 원, 보건복지부는 4561억 원을 투입하는 것으로 조사되었다. 하지만 정책에 있어 정부부처간의 중복문제가 해결되어야 한다. 이와 더불어 앞으로 R&D정책인프라는 신약개발을 주도하는 제약사에 대한 집중지원, 업계 구조조정 및 R&D분야 전략적 제휴로 자생력 확보, 국민산업으로 발전하기 위한 국내외 기업과의 협력, 경쟁구도 형성 같은 점도 고려해서 형성되어야 할 것이다.

6.3. 산업화 지원인프라와 생명공학기업의 기술력제고에 대한 분석

이번 조사결과산업화지원인프라는 생명공학기업의 기술력제고에 유의적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 이로써 생명공학기업이 산업화지원인프라에 대한 이용경험이 많다고 하더라도 그들의 기술력제고에는 유의적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이는 생물정보학(Genomics)의 발전으로 과거에 비해 동일한 시간에 20배 이상의 정보를 얻게 되었으나 그 중에서 의미 있는 지식을 도출하기는 점점 더 어려워지는 반면 수많은 데이터를 처리하기 위한 비용은 증가하고 있으므로 생물정보학으로부터의 정보를 제대로 활용하기 되기까지 약 3~5년 간은 오히려 관련기업(고객인 다국적 회사, 생물정보학 기업)의 수익을 악화시키는 요인으로 작용하고 있기 때문인 것으로 사료된다. 이에 대해 국내 생물정보학 연구기업은 송성수(2000)의 연구결과와 같이 연구범위를 한국인의 유전적 변이(generic variation)와 같은 광범위한 주제로 설정하기보다는 특정질병분야 혹은 시장에 집중할 필요가 있는 것으로 판단된다.

또한 Chin(2000)은 유전자치료(gene therapy), 배아간세포(stem cell), 유전자조작농산물(GMO) 등 새로운 생명공학기술의 상업적 이용허가를 위한 각 국 관련기관(FDA 등)의 프로토콜이 아직 마련되지 않아 대다수 제품이 임상단계에 묶여 상품화가 지연되고 있는 가운데 FDA의 신약승인 기간은 다시 길어지는 추세를 나타내고 있다고 하였다(Chin, 2000). 이러한 환경 하에서 국내 생명공학기업들은 해외에서의 임상 및 허가 프로세스에 대한 경험과 노하우가 부족한 경우가 대부분이므로

평소 임상 프로세스를 대행해 주는 CRO(Contract Research Organization) 및 FDA 관계자와의 네트워크 구축 및 원만한 관계설정에 힘써야 한다. 이와 더불어 생명공학기업의 산업화와 기술력제고를 위해서 정부차원에서 불합리한 가격인하 방지, 의약품거래질서 정착, 보험제정 질감 효과 등과 관련된 실거래상환제 정착과 현재 국내 보험의약품 가격이 선진 7개국(G7) 가격의 41.2%인 점등을 감안해 의약품가격을 현실화 할 필요가 있으며, 지속적인 약가 인하로 국내 제약기업의 경쟁력이 약화되고 있는 점은 감안해 합리적인 가격관리와 공정 경쟁풍토를 조성해 주는 공공부문에서의 노력이 민간기업들의 기업발전 노력과 조화를 이룰 때 국내 생명공학산업은 국민산업으로 발전하여 세계적인 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 판단된다.

6.4. 산학연 네트워크인프라와 생명공학기업의 기술력제고에 대한 분석

산학연간 네트워크인프라의 활용여부는 생명공학기업의 기술력제고에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 생명공학분야의 기술이 발전하기 위해서 첨단분석, 응용기술뿐만 아니라 창조적인 기초과학의 뒷받침이 절대적으로 필요하기 때문에 기업, 대학, 연구소간의 공동연구가 절대적으로 필요하다는 Chung(2000)의 연구결과와 유사하다. 앞서도 언급했듯이 과학적 연구지원체제의 확립에 있어 생물자원 및 관련정보의 확보·공급, 즉 종합적인 생물자원·정보공급체제의 구축은 대단히 중요하다. 유전자원은 생명공학산업에 필수적인 소재로서 이에 대한 체계적인 정보를 제공해 주는 생물정보는 생명공학 지식기반을 이루게 된다.

최근 DNA염기서열정보를 이용한 신약개발연구가 활기를 띠면서 생물정보시스템의 중요성은 날로 도해 가고 있다. 이러한 생명공학관련 네트워크 인프라는 국내에서도 생명공학관련연구가 활성화되어감에 따라 타 정부연구소 및 대학 등에서도 점차 관련사업을 확대 추진하게 됨으로써 이들 인프라간 긴밀한 협력이 중요해지는 시점이다. 향후 한정된 연구자원의 효율적 활용과 공동발전을 모색하고 국제적인 생물자원 무기화에 적극 대응하여 관련기관간 협력네트워크를 구축하는 등의 방안이 요구되고 있다. 이에 따라 국내 생명공학기업들은 유전정보를 활용한 신약이나 진단약의 개발에 적극적으로 나서야 할 것으로 사료된다. 그러나 아직까지 국내기업의 기술수준이 열세에 있으므로 해외기업과의 제휴를 통해 유전정보를 활용하는 한편 이 분야에서의 역량확보에 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

6.5. 바이오 제품의 안전성평가·관리인프라와 생명공학기업의 기술력제고에 대한 분석

안전성평가·관리 인프라에 대한 인식이 높을수록 생명공학기업의 기술력제고에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 바이오 식품에 대한 높은 인지도를 가진 기업이 정부의 규제나 사회적 수용도에 민감하게 반응할 수 있으며 이는 곧 기업의 경쟁력과도 직결된다는 Caplan(1999)의 연구결과와 유사하다. 생명공학산업은 많은 사람들과의 의사소통과 협력을 필요로 하는데, 이는 특허권 보호 등의 기술적인 측면이외에도 복지, 도덕, 윤리적인 차원에 필수적이다. 연구단체, 과학기업들은 전문가에서부터 일반대중에 이르기까지 폭을 넓혀서 교육시켜야 할 것이며,

이제 정부와 학계, 벤처기업 등 우리 모두가 일반 대중들을 대상으로 생명공학산업의 안전성평가에 대한 중요성과 이런 안전성평가가 미래사회에 어떠한 영향을 미칠 것인가를 구체적으로 알려주어야 한다. 교육, 정부, 산업의 선구자들은 이러한 새로운 산업에는 안전상의 문제가 생길 수 있음을 예견하고 이의 대처방안에 대해 미리 생각하여야 하며 생명공학기업은 물의를 일으킬 수 있는 기술에 대해 여러 가지 기준을 세워야 한다. 이러한 노력이 국민 대중들의 투자와 관심으로 이어질 때 미래에 대한 우리의 희망을 가질 수 있을 것이다.

VII. 결론 및 시사점

산업 패러다임이 정보화 시대에서 생명공학 사회로 급속히 변화하고 있다. 그래서 벤처 시장에서도 정보기술(IT)에 이어 생명공학기술(BT)이 부각된지도 오래다. 이에 대해 마이크로 소프트사의 빌게이츠는 미래세계를 ‘하늘에는 정보통신산업, 땅에는 생명공학산업’이라고 표현한 바 있다. 생명공학기업의 창업열기가 이를 증명하며 이러한 열기는 우리나라 생명공학 기술의 발전과 생명공학 산업의 활성화에 크게 기여할 것으로 예측되고 있다. 그러나 생명공학기업은 다른 산업보다 독자적인 역량만으로는 성장하는데 한계가 존재한다는 특징을 가지고 있기 때문에 그 특성상 지식인프라에 대한 중요성이 다른 어떤 산업보다도 강조된다. 생명공학산업인프라는 공공부문, 민간부문 기술개발 관련 조직들의 집단적 활동을 통해 공급되며, 공공부문, 민간부문 내 협력, 공공-민간협력 등 다양한 조직적 방식을 통해 인프라의 공급이 이루어지고, 생물자원의 기술개발, 생산, 시장거래 등 기술혁신, 상업화, 시장진입에 이르기까지 경제활동의 거의 모든 단계에 영향을 미친다.

이제 생명공학산업발전과 더불어 그 초석이라고 할 수 있는 생명공학인프라 구축은 21세기의 핵심기술로 인식되고 있다. 이에 따라 생명공학인프라의 개발에 있어서 세계각국의 기업들뿐만 아니라 정부들도 다양한 정책수단을 동원하여 생명공학인프라의 효율적인 활용을 위해 국가적 차원에서 지원을 하고 있는 것이 현실이다.

최근 생명공학산업 내에서도 많은 변화가 일고 있다. 그 변화의 핵은 유전체(genome)연구의 부상이다. 유전체 연구는 생물체의 유전정보를 분석하고 활용하는데 있어 새로운 도구와 방법론을 제공함으로써, 생명공학연구의 효율성을 이전과 전혀 다른 차원으로 끌어올리고 있을 뿐 아니라 방법론적 혁신을 통해 생물산업의 기술패러다임 자체를 변화시키고 있다. 이에 따라 보건의료, 농업, 식품, 화학, 환경, 에너지 등 생명공학기술이 적용될 수 있는 모든 분야들에서 유전체 연구의 도입에 의한 혁명적 변화가 일어날 전망이다. 이러한 세계적 흐름에 신속히 대응하지 않으면 향후 50년 간 국제 경쟁에서 열세에 놓일 것이 분명하다. 그러나 생명공학산업에서의 우리의 경쟁력 수준은 매우 취약한 실정이다. 인력, 투자, 장비, 연구경험 등 현재의 지식기반으로는 선진국과 대등한 수준의 경쟁력을 확보하기가 매우 어려운 상태이다. 특히 변화의 핵이라 할 수 있는 유전체 연구를 기반으로 한 신기술분야에서의 인력과 연구기반은 매우 취약한 실정이다. 이러한 세계적인 흐름의 변화와 우리의 현실을 냉철하게 인식하고 우리의 현실에 맞는 대응방안을 모색하는 것이 시급하다.

하부구조구축은 생물산업의 발전을 위해 공통적으로 필요한 기반시스템으로 생물산업의 균형 있는 발전을 위해서 지속적으로 추진되어야 할 필수 과제이다. Office of Technology Assessment(1995)에 따르면 하부구조의 구축은 산업에 대한 파급효과가 광범하기 때문에 하드웨어적인 측면과 소프트웨어적 측면에서의 배합이 적절하게 이루어져야 하며, 생물산업의 기술개발과 생산, 마케팅을 활발하게 추진할 수 있도록 간접지원시스템도 동시에 이루어져야 한다고 한다. 또한 기술하부구조 구축을 위해서는 기초기반조성사업, 공동연구시설 사업, 시험평가기반 사업, 산업표준화 사업 등 다각적인 측면에서의 하부구조가 구축, 강화되어야 한다.

우리나라 생물산업의 기술수준 향상을 도모하기 위해서도 관련 하부구조의 구축이 매우 절실한 실정인데, 현재 우리나라 생물산업의 기술수준은 선진국 대비 60% 수준에 그치고 있는 것으로 평가되며, 특히 안전성 평가기술, 신물질 탐색기술이 낮은 것으로 나타나고 있다. 또한 국내 생물산업을 수출형 산업으로 발전시키기 위해서는 국내시장 확대와 해외진출을 위한 국제공인 수준으로의 안전성 평가체제의 수립 및 제조설비의 구축이 시급하다. 그리고, 지식흐름의 활성화를 위한 전문인력의 교류와 전문인력의 효율적 운영을 위한 기반구축, 국제동향 및 협력에 단력적으로 대응할 국내 정보망의 구축이 이루어져야 하며, 아직 산업화 초기단계에 있는 국내 생물산업에서 기업의 초기 투자부담을 완화하면서 중복투자 등을 방지하고, 민간으로서는 부담하기 어려운 주요 기반사업을 추진하기 위해서는 정부의 적극적인 지원이 그 어느 때보다도 필요한 시점이라 하겠다.

생명공학 기업의 경쟁력을 제고하고 생물산업의 육성·발전을 위해서는 무엇보다도 그 기반이 되는 하부구조 구축이 절실한 과제이다. 이를 위해 생물업체의 집적화 유도, 공동실험설비, 정보네트워크, 안전성 평가 등의 하부구조를 구축함으로써 연구개발, 생산 판매 등 기업활동 전반에 걸친 우수한 여건조성을 도모해야 할 것이며, 또한 관련기업의 집적화를 통해 상호간의 경쟁과 협력을 유도해야 한다. 생물산업의 지식하부구조 구축은 생물산업의 발전을 위해 공통적으로 필요한 기반시스템으로 생물산업의 균형 있는 발전을 위해서 지속적으로 추진되어야 할 필수 과제임을 잊지 말아야 할 것이다.

참 고 문 헌

<국내문헌>

- 과학기술정책연구원(2000), <국내 생물산업의 도약을 위한 생물산업 발전전략 세미나>, 발표자료집.
- 과학기술정책연구원(2000), <생물산업 발전기반 조성을 위한 5개년 계획수립 연구, 제1권: 생물산업 발전기반 조성을 위한 5개년 계획>, 산업자원부.
- 과학기술정책연구원(2000), <생물산업 발전기반 조성을 위한 5개년 계획수립 연구, 제2권: 생물산업 분야별 중점 기술과제>, 산업자원부.
- 과학기술정책연구원(2000), <21세기 산업비전·발전전략·산업정책추진>, 산업자원부.
- 송성수(2000), "생물산업의 발전추세 및 대응방향", <과학기술정책>, 10권, 9·10월호, 2-16쪽.

- 안두현(2000), "국내 생물산업의 경쟁력 강화 방안", <과학기술정책>, 11/12월호, 38-39쪽.
- 안두현, 김석관(2000), "생물산업 기술패러다임의 변화에 따른 대응방안 모색", <과학기술정책>, 10권, 9·10월호, 17-31쪽.
- 안두현, 박재혁 외(1997), <생명공학 기술혁신 전략연구>, 과학기술정책관리연구소.
- 안두현, 정교민(2000), <생명공학산업의 기술혁신패턴 및 전개방향>, 과학기술정책연구원.
- 유향숙(2000), <인간 유전체기능 연구사업단 현황보고서>, 인간 유전체기능 연구사업단.
- 유효상(2000), "우리 나라 생물벤처기업의 현황", <과학기술정책>, 10권, 9·10월호, 79-88쪽.
- 장호민(2000), <우리 나라 생명공학산업에 대한 연구>, 생명공학연구소.
- 정선양(1996), "환경친화적인 국가혁신체제의 모색", <과학기술·경제 연계 심포지움>, 과학기술정책관리연구소/과학기술처, 12월17일.
- 정선양(1996), "농업발전과 기술혁신", <한국정책학회 1996년 하계 학술대회>, 한국의국어대학교, 6월15일.
- 정선양(1998), "환경기술혁신체제의 개발", <환경정책의 발전방향과 추진전략>, 한국환경정책평가연구원, 6월, pp. 360-380.
- 한국기초과학지원연구원(2001), <BT연구개발을 위한 인프라 장비구축(안)>, 산업자원부.

<국내 사이트>

- <http://www.kribb.re.kr>
- <http://www.ifs-kmcc.re.kr/>
- <http://www.bioinformatics.pe.kr>
- <http://cellbank.snu.ac.kr/>
- <http://www.kangwon.ac.kr/~efcc/>
- <http://www.postech.ac.kr/center/brc/peptide/>
- <http://hair.kyungpook.ac.kr/>
- <http://www.gsnu.ac.kr/~tbcg>
- <http://crystalbank.phys.pusan.ac.kr/>
- <http://mousebank.snu.ac.kr/>
- <http://pdbk.yeungnam.ac.kr/>
- <http://imb.kangwon.ac.kr/>
- <http://seedbank.korea.ac.kr/>
- <http://www.swu.ac.kr/~ccarm>
- <http://cytokine.chonbuk.ac.kr/>
- <http://www.bioinformatics.pe.kr>

<국외문헌>

- Bahrama, H. and Evans, S.(1995), "Flexible Re-cycling and High Technology Entrepreneurship", *California management Review*, Vol. 37.
- Bill Gates(1999), *Emerging Technology*, Pinter, NewYork.
- Caplan. A. L.(1999), "Can Ethics Help guide the future of biomedicine?", baker R. B. et al(Ed), *The American Medical Ethics Revolution*, Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Chin, Hemin(2000), *Human Genome Project and Biotech Industrys: Retrospect and Prospect*, 매일경제 신문사 주최 <Bio-Med Korea> 발표자료.
- Chung, S.(2001), "Korean System of Innovations for Biotechnology", *International Journal of Biotechnology Management* (forthcoming).
- Fransman, M., 1991. Biotechnology: Generation, diffusion and policy - an imperative survey. Unu/intech Working Parer No. 1..
- Freeman, C., 1995. Technological revolutions: historical analogies. In: Fransman, M. et al. (Eds.), *The biotechnology Revolution?* Blackwell Publishers, UK.
- Grace Eric S.(1997), *biotechnology Unzipped, Promise & Realiyies*, 생명공학이란 무엇인가, 싸이제닉 생명공학연구소 옮김, 인음사, 서울.
- Justman, M. and Teubal, M.(1995), "Technological Infrastructure Policy ; Generating Capabilities and Building Markets", *Research Policy*, Vol.24, No. 2.
- Kitcher Philip(1998), "Who's Afraid of the Human Genome Project?", David L. Hull and Micheal Ruse(Eds.), *The Philosophy if Biology*, Oxford University Press, London.
- Montgomery, C.(1995), *Resource Based and Evolutionary Theories of the Firm ; Towards a Synthesis*, Kluwer Academic Publishers, London.
- Nelson, R.(1990), "Capitalism as an Engine of Progress", *Research Policy*, Vol. 19, No. 3.
- Nonaka, I.(1991), "The knowledge Creating Company", *Harvard Business Review*, Nov.-Dec.
- OECD(1982), *Biotechnology: International Trends and Perspectives*, Cambridge University, NewYork.
- OECD(1999), *Modern Biotechnology and the OECD*, Cambridge University, NewYork.
- OECD(2000), *Reviewing and Refining the Definition of Biotechnology*, Cambridge University, New York.
- Office of Technology Assessment(1995), *Meeting the Challenge: U.S. Industry Face the 21Century - The U.S. Biotechnology Industry*.
- Perez and Soete(1988), *Catching Up in technology: Entry Barriers and Windows of Opportunities*, G, Dosi, et al(Eds.), *Technical Change and Economy Theory*, Pinter Publisher, London.

- Richard W. Oliver(2000), *The coming Biotech Age*, McGraw-Hill, NewYork.
- Reiss, T.(1996), "knowledge Transfer in Technology: the case of Germany", in:
Inzelt, A. and Coenen, R.(Eds.), *knowledge, technology Transfer and Foresight*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 25-31.
- Rifkin, J.(1998), *The Biotechnology Century*, Jeremy P. Tarcher, Putnam.
- Sarkar Sahotra(1996), *The Philosophy and History of Molecular Biology: New perspectives*, Kluwer Academic Publisher, NewYork.
- Schimank, U. et al.(1999), *Public Sector Research in Europe: Comparative Case Studies on the Organization of Human Genetics Research*, TRES Project NO. SOE1-CT96-1036.
- Schmoch, U.(1994), "Bdw Patent Index", *bild ger wissenschaft*, 11/1994, pp. 6-7.
- Senker, J.(1996), "National System of Innovation, Organizational Learning and Industrial Biotechnology", *Technovation*, 16(5), pp. 219-229.
- Walsh, V.(1993), "Demand, Public Market and Innovation in Biotechnology", *Science and Public Policy*, vol. 20., No. 3, pp. 138-156.

<국외 사이트>

- <http://www.sciam.com/2000/0700issue/0700howard.html>
- <http://www.sanger.ac.uk/Info/Intro/sanger1958.shtml>
- <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematician/Ulam.html>
- <http://www.ornl.gov/hgmis/publicat/primer/intro.html>
- [http://barinth.tri\[pod\].com/chips/html](http://barinth.tri[pod].com/chips/html)
- <http://genome.uc.edu/genome/proteomics.html>
- <http://www.nigms.nih.gov/funding/psi.html>
- <http://snp.cshl.org>
- <http://www.decode.com>
- <http://recomb2000.ims.u-tokyo.ac.jp>
- <http://psb.stanford.edu>
- <http://bioinformatics.oupjournals.org>
- <http://www.cs.sandia.gov/jcb/>
- <http://www.iscb.org>
- <http://bioinformer.ebi.ac.uk/newsletter/>
- <http://www.bioinform.com>
- <http://bioinformatics.org>