

바이오벤처 현황 분석

한국기술혁신학회
2000년 봄 정기학술대회 발표논문

한양대학교
2000. 5. 27.

본 논문은 초고입니다.
인용하실 경우 상의해 주십시오.

박정민
한남대 경제과 기술혁신과정

306-791 대전시 대덕구 오정동 133
011-348-8743 duemin@nownuri.net

I. 서론

- 1997년 이후 벤처 지원을 통해 경제난국을 극복하는 것이 국가시책이었으며 지난해 말부터 이미 성숙기에 들어선 정보통신(IT) 벤처에서 산업화 초기인 바이오 벤처로 이관 중임.

- 바이오산업은

- 1970년대에 생명공학기술이 가지는 잠재력에 대한 기대 속에서 출발했으나,
- 1980년대 각종 윤리적 논쟁 등으로 인한 침체기를 거쳐,
- 2000년대에는 본격적인 미래 성장산업으로 예상됨.(OECD, 2000)

- 기존 연구작업

- 박재혁 외(1997)는 생명공학 기술혁신 전략
- 현병환, 조성복(1998)은 생명공학 기술과 산업에 대한 언급
- 안두현(1998)은 바이오 벤처 현황과 지원정책 조사
- 안두현, 정교민(1999)은 1975-1998년 기간 국내에 등록된 생명공학 특허 분석
- 현병환 외(1999)은 생명공학 벤처기업 창업 활성화 방안
- 박호용, 김홍열(2000)은 바이오 벤처 현황과 성립조건 검토
- 정명준(2000)은 업계에서 보는 바이오 벤처 기업에 대한 전망

- 관련 정책

- 산업연구원(1994, 1999)은 생물산업 발전전략을 검토
- 과학기술처(1993, 2000)은 생명공학 기술발전 기본계획
- 산업자원부(1997) 생물산업 육성 정책방향

- 본 연구는 현재 130여개로 추정(생물산업협회, 2000)되는 바이오 벤처의 동향을 분석하고자 한다.

- 국내에서는 바이오산업의 분야 및 범주 설정에 대한 공감대는 형성되어 있으나 기술의 산업활용도가 다양하므로 명확한 구분이 어려움. 본 연구에서는 생물산업협회(2000)에 의거하여 구분을 시도함

II. 생명공학 기술과 바이오벤처

1. 생명공학기술 개요

- 생명공학기술은 기술의 종류에 따라 전통적생명공학(conventional biotechnology)과 신생명공학(new biotechnology)로 구분할 수 있음¹⁾
 - 전통적생명공학 : 발효공학, 효소공학, 수정란이식 기술
 - 신생명공학 : 생물공정, 세포배양/융합, 핵치환, 단백질공학, 유전자재조합 기술
- 생명공학기술을 활용성에 따라 구분하면 기초기술, 실용화기술, 핵심기술.(산업연구원, 1994; 정명준, 2000)
 - 기초기술 : 유전자재조합기술 · 세포융합기술 · 단백질공학기술
 - 실용화기술 : 발효기술 · 세포배양기술 · 바이오공정기술 · 바이오엔지니어링 등
 - 핵심기술 : 다당류제조기술 · 안티센스기술 · 유전자대량해석기술 등.
- 바이오 산업의 범위

<표 1> 우리나라 바이오 산업의 범위

	범 위
생물의약	호르몬, 혈액관련 제제, 항암제, 항생제, 성장인자, 면역제, 신경전달물질, 백신, 진단시약, 유전자요법, 인공장기 등
생물화학	생분해성 고분자, 아미노산, 유기산, 기능성 다당류, 공업용 효소, 향료, 색소, 계면활성제, 범용화학물질, 생체재료 등
생물환경	환경정화용 미생물제 및 공정, 대기탈황, 탈취제, 응집제, 생물학적 환경오염처리(Bioremediation)
바이오식품	저칼로리형 대체감미료, 기능성 지질, 식품첨가물, 천연식품소재, 기능성 식품소재, 발효식품, 식품용 효소 등
바이오에너지 및 자원	연료용 에탄올, 메탄발효, 이산화탄소 고정화, 광합성, 바이오가스, 미생물 침출(Microbial Leaching) 등
생물농업 및 해양	인공종자 및 우량묘목, 동물백신 및 진단제, 미생물농약, 해양생물 자원, 식물공장, 사료제, 형질전환 동식물, 식물공장 등
생물공정 및 엔지니어링	발효공정, 동물세포배양, 식물세포배양, 생물반응기, 생물전환기술, 분리·정제공정, 제제화기술, 공정 및 공장설계 등
생물학적검정 및 측정시스템	안전성 및 효능평가기술, 바이오센서, 바이오칩, 진단기술, 생체기능이용 물질전환기술, 측정기기 생산기술 등

자료 : 산업연구원(KIET), “2000년대 첨단기술산업의 비전과 발전과제(생물산업)”, 1994.

1) 현병환, 조성복, “한국의 생명공학 기술과 산업”, 한국기술혁신학회, '98년도 봄 학술심포지움, 1998.4.22.

○ 최근에는 포스트게놈분야로 DNA칩, 생물정보학 등의 주목과 함께 생물전자 분야가 <표 1>의 분류에서 생물학검정 및 측정시스템을 대신하고 있음.

○ 우리나라의 경우에는 바이오에너지 분야는 취약하며, 주로 제약 및 전통적인 산업과 밀접한 관련이 있는 분야에서 강함을 보이고 있음

- 바이오 기술 관련 연구동향²⁾

○ 논문 발표 : 1992년 55편에서 1998년 349편으로 연평균 약 40% 증가율

○ 국내 생명공학 특허출원 : 1995년이래 연평균 11% 증가하여 1998년 1,521건
* 의약이 65%로 가장 많으며, 환경, 농·식품의 순.

○ 연구개발 총인력 : 1997년 현재 8,400명

* 박사급 인력이 3,928명으로 전체의 46%를 차지함.

* 연구개발주체별로는 대학(53%)이 가장 많음.

- 과학기술부의 2000년도 생명공학육성시행계획에 따르면

○ 1999년도 정부는 생명공학분야에 총 1,608억원 투자(1998년 대비 42.7%증가)

○ 2000년도에는 총 2,140억원을 투자할 계획임.

○ 이는 정부 총연구개발비 증가율(14.9%)보다 증가폭이 크지만, 총액규모에서는 미국 대기업 1개 수준에 불과함.

2. 바이오 산업

- 생명공학의 기술/산업적 특성³⁾

○ 기술적 특성

* 고부가가치형

* 두뇌기술집약형

* 탈공해형

* 자원에너지 절약형

○ 산업적 특성

* 생명과학 기초연구에 높은 의존성

* 응용산업범위가 광범위(보건의료, 농업, 환경 등)

* 높은 불확실성(안전/윤리 논쟁, 규제, 사업 Risk)

2) 과학기술부, 「2000년도 생명공학육성시행계획」, 2000.2.

3) 박호용, 김홍열, “한국 바이오벤처의 현황과 성립조건”, 생명공학분야 벤처창업 활성화를 위한 세미나 발표논문, 생명공학연구소, 2000.4.7.

* 한정된 수의 유전자 정보에 기반

- 세계 생명공학시장 급속 확대 추세4)
 - 시장규모 : 1997년 313억불 → 2000년 540억불 → 2008년 1,250억불
 - 현재까지 보건의료분야에 집중(60%), 기타 농·식품, 화학, 환경 순
- 우리나라 생물산업은 1998년 5100억원 → 2013년 15조 전망5)

3. 바이오 벤처

- 벤처기업의 개념적 정의6)
 - “첨단기술이나 경영노하우를 가지고 신규로 시장을 개척하는 기술집약적인 중소기업으로서 일반기업과 비교할 때 모험성이 훨씬 크지만 성공할 경우 아주 높은 수익이 기대되는 기업”
- 벤처기업의 법적 정의7)
 - * 1997년 10월 「벤처기업육성에관한특별조치법」에 의한 벤처기업의 범위
 1. 벤처캐피탈로부터 10% 이상 주식투자를 받은 기업
 2. 연구개발비의 비율이 매출액대비 5% 이상인 기업
 3. 특허권, 실용신안권 등을 사업화하는 기업
 4. 공업기반기술개발사업 등 벤처기업활성화위원회의 의결을 거친 기업
- 생명공학분야 벤처기업(바이오 벤처)의 역할8)
 - 연구기관 : 생명공학분야의 새로운 지식 생산
 - 바이오벤처 : 생명공학지식의 새로운 활용분야 모색
 틈새시장개척 및 기존산업의 첨단화
 - 중견기업 : 제품 양산 등 본격 상용화

4) 김주한 외, 「생물·의약산업의 발전전략」, KIET 정책자료 제105호, 산업연구원, 1999.4.

5) 박호용, 김홍열, “한국 바이오벤처의 현황과 성립조건”, 생명공학분야 벤처창업 활성화를 위한 세미나 발표논문, 생명공학연구소, 2000.4.7.

6) http://venture.smba.go.kr/~capital/asso/cp_ent2_1.html

7) http://venture.smba.go.kr/~capital/asso/cp_ent2_1.html

8) 앞의 박호용, 김홍열(2000)과 동일.

III. 바이오벤처 현황 분석

- 국내의 바이오벤처기업은 2000년 3월 현재 133개로 추정⁹⁾

- 이들 중 중소기업청에 벤처등록 되어있는 업체는 82개 업체
- 생물산업협회에 회원사로 등록되어 있는 업체는 13여개
- 바이오벤처협회의 회원사는 14개

(참고 : 중소기업청에 등록되어 있는 벤처기업의 총계는 5,864개임.)

1. 분야별 현황

<표 2> 생물산업 분야별 업체 수

분야	기업수
생물의약	42
생물화학	23
생물농업	22
바이오식품	21
생물환경	13
생물공정	6
생물전자	3
기타	3
계	133

자료 : 한국생물산업협회(2000)에 의거 재분류

○ 생물의약 분야의 기업이 43개로 전체의 31.6%를 차지하며, 그 다음으로 생물화학(23), 생물농업(22), 바이오식품(21)의 순

○ 생물의약과 생물화학 분야, 생물환경과 생물농업 분야는 산업적 연관성이 커서 한 개의 기업에서 두 분야의 제품을 모두 생산하고 있기도 함.

○ 각 분야별 창업현황을 보면 전통적인 생명공학기술과 연관이 강한 분야가 강점을 보이고 있으며, 생물전자, 생물공정 등에서의 벤처기업 수는 많지 않음

○ 또한 바이오에너지 및 자원, 안전성 등과 관련된 분야는 미개척분야임

2. 창립연도별 현황

○ 1992년에는 생명공학연구소 연구원 창업 1호이자 국내 1호 바이오테크 벤처기

9) 한국생물산업협회, "바이오벤처기업 설립현황", 한국생물산업협회, 2000.3.

업인 바이오니아가 창업했으며 이 시기정도부터 원천기술을 소유한 기업들이 출현. 진정한 의미의 바이오 벤처가 시작되었음.

- 1996년 이후부터 바이오벤처기업의 창립이 활발해짐
- 1997년부터 폭발적 증가추세를 보여 1998-1999년에 54.9%의 기업이 창립.

<표 3> 년도별 창립업체수

설립년도	기업수
1991이전	6
1992-1995	12
1996	9
1997	22
1998	34
1999	39
2000	11
계	133

자료 : 한국생물산업협회(2000)에 의거 분류
 주 : 2000년은 3월까지임

3. 업체 규모별 현황

- 자본금 및 매출액에 따른 분류

<표 4> 자본금/매출액 규모별 업체수

자본금	기업수	매출액	기업수
1억미만	18	1억미만	5
1-3억	13	1-5억	12
4-6억	5	6-10억	8
7-9억	3	10-50억	6
10억이상	5	50-100억	3
		100억이상	2
계	44	계	44

자료 : <http://venture.smba.go.kr/> (2000.5.19. 현재)
 주: 생물산업협회(2000)자료에 의거하여 검색 및 분류

- 31(%)가 자본금 3억원 미만의 규모임, 특히 1억원 미만의 기업은 18(%)
- 매출액면에서는 전체 기업의 30% 정도인 12개 기업이 1-5억 정도의 규모
- 대부분의 바이오벤처가 설립된지 5년이내의 기업이라 아직까지 매출의 발생이

그리 크지 않음

- 종업원 규모에 따른 분류

<표 5> 종업원 규모별 업체수

종업원수	기업수
1 - 5 인	23
5 - 10 인	32
11 - 20 인	27
21 - 50 인	10
50 - 100 인	3
100 인 이상	2
미파악	36
계	133

자료 : 한국생물산업협회(2000)에 의거하여 분류

- 133개 기업 중 60%가 넘는 82개의 기업이 직원수가 20명 이하임
이중 10명 이하(55개), 5명 이하(23개)로 종업원에 따른 규모는 매우 작음
- 종업원 수가 가장 적은 곳은 바이오식품(1)
가장 많은 곳은 솔고바이오메디칼(300)

4. 입지 형태별 현황

<표 6> 입지형태별 업체수

입지형태		기업수
독립기업		88
학계	창업보육센터	8
	실험실/연구소	14
	소 계	22
Venture center	전체	5
	BIO 특화	13
	소 계	18
각종단지		5
계		133

자료 : 한국생물산업협회(2000)에 의거하여 분류

- 창업보육센터는 한림대 한림창업보육센터(4)가 주
생물산업벤처센터는 생명공학연구소 내 생물산업벤처창업지원센터(12)

서울대 유전공학연구소(3)

- 최근에는 생명공학연구소 내 생물산업벤처창업지원센터는 총 17개의 기업(한국경제신문 2000.5.22)이, 춘천의 생물산업벤처기업지원센터에는 총 8개의 기업(매일경제 2000.5.10)들이 입주해 있는 것으로 파악됨.
- 이와함께 대전지역을 중심으로 한 증부권 바이오밸리 구축계획이 진행중. 경북지역에도 바이오밸리 구축이 이루어지고 있음.

5. 지역별 현황

<표 7> 소재지별 업체수

지역	기업수
서울	43
대전	28
경기, 인천	25, 2
강원, 춘천	1, 9
충남, 충북	5, 3
전남, 전북, 광주	1, 5, 1
경남, 경북, 부산, 대구	1, 3, 3, 2
제주	1
계	133

자료 : 한국생물산업협회(2000)에 의거 작성

- 서울지역이 43개 업체로 가장 많으며, 대전(28), 경기·인천(27)의 순. 대전과 충청북을 포함한 증부권은 36개 업체로 전체의 27%를 차지함.
- 대전을 비롯한 충청북에는 총 36개 업체가 설립. 이는 생명공학연구소와 한국과학기술원(KAIST), LG화학기술연구원, 삼성종합기술원, SK대덕기술원, 한화중앙연구소 등 6~7곳에서 이루어진 생명공학 관련 연구가 빠른 속도로 산업화되고 있음을 반영함.(문화일보 2000.2.23)

6. 대표자의 출신별 현황

- 연구원이 창업한 경우가 28개로 20% 정도를 차지하지만, 그 외의 경우도 많이 존재함.
- 연구원의 창업은 1997년부터 꾸준한 증가를 보이는 데 반해, 대학교수의 창업은 1999년에 폭발적인 증가를 보임. 이는 1999년 5월 “벤처기업육성특별조치법”의 개정으로 대학교수의 겸직이 허용된 데에 따름.

<표 8> 대표 출신별 기업수

출신	기업수
대학교수	12
연구원	28
중소기업	18
대기업	10
기타	12
계	80

자료 : <http://venture.smba.go.kr/> (2000.5.19. 현재)

<표 9> 대표자 출신별/연도별 현황

	91이전	92-95	96	97	98	99	2000	계
대학교수	-	-	2	1	-	7	2	12
연구원	-	3	1	6	7	9	2	28
중소기업	3	-	5	4	5	1	-	18
대기업	2	-	-	3	4	1	-	10
기타	-	1	-	2	4	5	-	12
계	5	4	8	16	20	23	4	80

자료 : <http://venture.smba.go.kr/> (2000.5.19. 현재)

7. 종합 분석

<표 10> 분야별/년도별 현황

	1991이전	1992-95	1996	1997	1998	1999	2000	계
생물의약	-	2	1	9	9	16	5	42
생물화학	-	1	1	1	10	7	3	23
생물농업	4	3	1	2	4	7	1	22
바이오식품	-	3	2	4	6	5	1	21
생물환경	2	1	1	4	3	2	-	13
생물공정	-	1	1	2	1	1	-	6
생물전자	-	-	1	-	-	1	1	3
기타	-	1	1	-	1	-	-	3
계	6	12	9	22	34	39	11	133

- 분야별 기업의 창립년도를 보면 생물의약기업은 1997년부터, 생물화학기업은

1998년부터 대폭 증가함.

○ 생물화학 분야는 전체 23개 기업의 87%인 20개 기업이 1998년도 이후에 창업되어 최근의 성장산업임을 반영함.

○ 생물의약 분야가 1999년에 16개가 창업해 가장 많은 수의 기업이 설립되어 그해 창업기업의 41.0%가 의약분야에 집중되었음.

○ 1991년까지는 생물농업 분야(4), 생물환경 분야(2)로 두 분야에 집중.

<표 11> 분야별/지역별 현황

	서울	대전	경기	강원	충청	기타	계
생물의약	20	8	8	3	1	2	42
생물화학	6	7	4	-	2	4	23
생물농업	1	5	7	-	3	6	22
바이오식품	8	2	3	4	-	4	21
생물환경	4	2	4	2	1	-	13
생물공정	2	3	1	-	-	-	6
생물전자	1	1	-	-	-	1	3
기타	1	-	-	1	1	-	3
계	43	28	27	10	8	17	133

○ 생물의약 분야는 서울지역을 포함한 수도권에 28개의 업체, 전체 생물의약 기업의 60% 이상이 집중되어 있음

○ 생물농업 분야는 경기지역(7개 업체)에 집중되어 있으며, 생물화학 분야는 대전지역을 포함한 충청권에 9개의 업체, 전체 생물화학 기업의 40% 정도.

○ 생물산업벤처기업지원센터가 있는 강원/춘천 지역은 생물의약, 바이오식품, 생물환경 기업이 7개 존재함.

<표 12> 지역별/년도별 현황

	1991이전	1992-95	1996	1997	1998	1999	2000	계
서울	2	4	4	9	8	9	7	43
대전	-	1	-	3	3	18	3	27
경기/인천	2	3	3	8	8	3	-	28
강원(춘천)	-	-	-	1	7	2	-	10
충청	2	2	1	-	2	-	1	8
기타	-	2	1	1	6	7	-	17
계	6	12	9	22	34	39	11	133

- 지역별 벤처창업의 년도별 분포를 보면 서울지역은 분석기간 동안 1998년, 1999년을 제외하고는 30% 이상의 기업이 창업.
- 대전지역은 1999년도에 18개 업체가 창업하여 대전지역 벤처기업 중 66.7%, 그해 창업기업 중 46.1%로 높은 집중도를 보임.

IV. 결어

- 국내 바이오산업은 1990년대 중반 이후에 본격 발전하기 시작하여 현재 산업화 태동기에 머물러 있음.
- 바이오 벤처 붐은 선진국에 12-15년 시차가 있음¹⁰⁾
 - 미국(1981), 영국(1982), 캐나다(1985), 프랑스(1985)
 - 우리나라의 경우는 1997년도 1차 창업 Peak 시기
- 국내 바이오 벤처의 분야별, 지역별, 년도별 창업현황을 분석하면
 - 생물·의약분야 기업은 1997년부터, 생물·화학분야 기업은 1998년부터 창업이 급증하였으며, 생물·농업분야는 1999년에 30%가 집중되었음.
 - 서울지역을 포함 수도권에는 생물·의약 분야가 집중되어 있으며, 충청권에는 생물·화학 분야가 집중되어 있음.
 - 1999년에 대전지역에 18개 업체가 창업하여 가장 집중적인 창업을 보임.
대전지역 벤처기업 중 66.7%, 그해 창업기업 중 46.1%
- 바이오벤처는 아이디어보다는 기술력에 의존하여 창업
 - 연구원/교수 출신으로 10년 이상을 종사한 후 창업한 경우가 대부분
 - 대부분의 창립자가 원천기술을 보유하고 있음.
 - 창업자 연령이 30대 후반 이후라 정보통신보다 10세 이상 많음
- 최근들어 대기업과 바이오벤처기업의 공동개발 및 마케팅이 본격화¹¹⁾
 - 공동마케팅 : 셀바이오텍-SK, 인바이오넷-삼성물산

10) 박호용, 김홍열, "한국 바이오벤처의 현황과 성립조건", 생명공학분야 벤처창업 활성화를 위한 세미나 발표논문, 생명공학연구소, 2000.4.7.

11) 정명준, "한국 바이오벤처기업의 현주소와 전망", 2000년 춘계 바이오벤처포럼 발표논문, 한국바이오벤처기업협의회, 2000.5.10.

- 공동개발 : 안드로젠-부광약품, 바이로메드-동아제약 등
- 생명공학기술은 하이리스크, 하이리턴(high-risk, high-return)임, 벤처기업의 강점인 틈새시장 공략, 대기업의 강점인 마케팅과 해외시장 개척이 조화를 이룸.

- 바이오벤처간 전략적 제휴가 급증하고 있음

- 인바이오넷을 중심으로 공동연구와 공동사업화를 할 수 있는 바이오연합체 구성 움직임. 정보교류 및 공동사업 추진을 목적으로 랩벤처협의회, 바이오벤처협회, 한국바이오벤처협의회 등. (한국경제 2000.5.22)
- 동일한 기술에서도 다른 제품이 출시될 수 있는 바이오기술의 호환성에 기초하고 연구개발을 함께 하거나, 마케팅 등을 함께 수행하는 네트워크 구축 활성화

< 참고문헌 >

- 과학기술부, 「2000년도 생명공학육성시행계획」, 2000.2.
- 과학기술처, 「생명공학육성 기본계획-“Biotech 2000”-」, 과학기술처, 1994.1.
- 김주한 외, 「생물·의약산업의 발전전략」, KIET 정책자료 제105호, 산업연구원, 1999.4.
- 박재혁 외, 「생명공학 기술혁신 전략 연구」, 과학기술정책관리연구소, 1997.
- 박호용, 김홍열, “한국 바이오벤처의 현황과 성립조건”, 생명공학분야 벤처창업 활성화를 위한 세미나 발표자료, 생명공학연구소, 2000. 4. 7.
- 산업연구원, 「2000년대 첨단기술산업의 비전과 발전과제(생물산업)」, 1994
- 산업자원부, 「생물산업 육성을 위한 정책방향」, 1997.
- 안두현 외, 「생명공학산업 벤처기업 동향조사」, 과학기술부, 1998. 9. 30.
- 안두현, 정교민, 「생명공학산업의 기술혁신패턴 및 전개 방향-한국특허를 중심으로-」, 과학기술정책연구원, 1999.12.
- 이인찬 외, 「정보통신 벤처기업의 성장환경과 지원정책」, 정보통신정책연구원, 1999.12.
- 전영택 외 역, 「바이오테크 시대」, 민음사, 1999.
- 정대회, “경제구조 조정기의 생물산업 대응전략 및 활성화시스템 사례”, 「바이오인더스트리」, 통권 제20호, 한국생물산업협회, 1998.
- 정명준, “한국 바이오벤처기업의 현주소와 전망”, 2000년 춘계 바이오벤처포럼 발표 논문, 한국바이오벤처기업협의회, 2000.5.10.
- 조황희, “선진 주요국의 생명과학기술과 법적 규제 동향”, 「과학기술정책」 10권 4호, 제122호, 과학기술정책연구원, 2000.3. pp. 96-100.
- 중앙일보사, “21세기 최후의 보고 바이오 혁명”, 「월간중앙」, 2000년 4월호, 2000.4.
- 특허청, 「21세기 생명공학 발전전망과 우리의 대응」, 1999.7
- 특허청, 「생명공학 길라잡이」, 2000.4.12.
- 한국생물산업협회, “바이오벤처기업 설립현황”, 2000.3.
- 한국생물산업협회, “한국 생물공학 모험기업의 현재와 미래”, 「바이오인더스트리」, 통권 제14호, 한국생물산업협회, 1996.
- 한국신용정보, 매경Economy, 「상장기업분석 2000 신년호」, 한화증권, 2000.2.23.
- 현병환 외, 「생명공학벤처기업 창업 활성화 방안 연구」, 과학기술부, 1999.12.

현병환, 조성복, “한국의 생명공학 기술과 산업”, 한국기술혁신학회, '98년도 봄 학술 심포지움, 1998.4.22.

BIO(Biotechnology Industry Organization), *Editors' and Reporters' Guide to Biotechnology 1997~98*, 1997.

BIO(Biotechnology Industry Organization), *Editors' and Reporters' Guide to Biotechnology 1998~99*, 1998.

Ernst & Young International, *European Life Sciences 98*, 1998.

Ernst & Young, *Biotech '97: Alignment*, 1996.

Martin, Paul, Sandy Thomas, “the ‘commercialization gap’ in gene therapy: lessons for European competitiveness”, *Biotechnology and Competitive Advantage: Europe's Firms and the US Challenge*, Edward Elgar, 1998.

OECD, “Special Issue on Biotechnology”, *STI Review* No. 19, 1996.

OECD, *Biotechnology: International Trends and Perspective*, 1982.

OTA, *Commercial biotechnology: An International Analysis*, 1984.

Saviotti, Pier Paolo, “Industrial structure and the dynamics of knowledge generation in biotechnology”, *Biotechnology and Competitive Advantage: Europe's Firms and the US Challenge*, Edward Elgar, 1998.

Stephan, Paula E., Grant Black, “Bioinformatics: does the US system lead to missed opportunities in emerging fields? A case study”, *Science and Public Policy*, volume 26, number 6, December 1999, pp. 382-392.

Zucker, Lynne G., Michael R. Darby and Marilyn B. Brewer, “Intellectual Human Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprise”, *American Economic Review*, March 1998.1

<http://venture.smba.go.kr>

<http://www.biportal.net>

<http://www.kbra.or.kr>

<http://www.kinds.or.kr>

<http://www.kribb.re.kr>