

최종연구보고서

대전지역 바이오융합기술 로드맵

2003. 12. 30

대전전략산업기획단

(재)대전광역시첨단산업진흥재단

최종연구보고서

대전지역 바이오융합기술 로드맵

2003. 12. 30

위탁기관: 한국과학기술원 정문술바이오정보전자센터

대전전략산업기획단

(재)대전광역시첨단산업진흥재단

제 출 문

(재)대전광역시첨단산업진흥재단 이사장 귀하

본 보고서를
“대전지역 바이오융합 기술 로드맵 작성”의
최종보고서 성과품으로 제출합니다.

2003. 12. 30

한국과학기술원 정문술바이오정보전자센터

최종연구보고서

대전지역 바이오융합기술 로드맵

참 여 연 구 원 : 선임연구원
 선임연구원
 연구원

박정용 (대전전략산업기획단)
주홍신 (대전전략산업기획단)
이성기 (대전전략산업기획단)

TRM 제작위원 : 제작위원(총괄)
제작위원(위원장)
제작위원(간사)
제작위원
제작위원
제작위원
제작위원
제작위원
제작위원
제작위원

박제균 (한국과학기술원)
이승구 (한국생명공학연구원)
김동섭 (한국과학기술원)
조성식 (엑센츄어)
강주헌 (한국과학기술원)
장윤희 (한국과학기술원)
최성용 (한국과학기술원)
유승택 (한국과학기술원)
문순영 (한국과학기술원)
최한솔 (한국과학기술원)
이세민 (한국과학기술원)

평가 위원 명단

김남균	전북대학교 생체공학부 교수
김동섭	KAIST 바이오시스템학과 교수
김성기	파나젠(주) 대표이사
김소연	동국대학교 화학과 교수
김승렬	KISTEP 과학기술기획평가단 선임연구원
김양선	한양대학교 마이크로바이오칩센터 교수
김태국	KAIST 생물과학과 교수
김하동	(재)대전광역시첨단산업진흥재단 바이오사업단장
김학성	KAIST 생물과학과 교수
김학주	에이앤웍스(주) 대표이사
김형주	한국바이오시스템 연구소장
민경익	(주)삼성전기 미래전략팀장
민경집	(주)LG화학 기술전략팀장
박상열	한국표준과학연구원 생화학, 임상화학분석팀 책임연구원
박순섭	전자부품연구원 나노Bio연구센터장
박영석	(주)바이오코아 생명공학사업부 사업본부장
박정용	대전광역시 대전전략사업기획단 선임연구원
박재찬	(주)삼성전자 종합기술원 상무이사
박제균	KAIST 바이오시스템학과 교수
박중화	KAIST 바이오시스템학과 교수
박태관	KAIST 생물과학과 교수
박한오	(주)바이오니아 대표이사
백대우	한국기술거래소 생명화학환경팀 수석전문위원
백승국	대전광역시 경제과학국 과학기술과 사무관

신상모	전자부품연구원 수석연구원
양은경	KIST생체과학연구부 선임연구원
양해식	한국전자통신연구원 원천기술연구부 바이오소자팀장
오동훈	오브젝트 인터랙션 테크놀로지(주) 대표이사
이관수	한국정보통신대학원대학교 교수
이상엽	KAIST 생명화학공학과 교수
이상한	한국생명공학연구원 생물소재연구부 책임연구원
이승구	한국생명공학연구원 선임연구원
이치영	5T 국제특허법률사무소 변리사
이효철	KAIST 화학과 교수
장 영	한국산업기술평가원 전임연구원
정봉현	한국생명공학연구원 바이오나노연구센터장
조중명	크리스탈지노믹스(주) 대표이사
주홍신	대전광역시 대전전략사업기획단 선임연구원
최두선	한국기계연구원 책임연구원
하일호	(주)한화석유화학 BIO 기초기술센터장

요 약 문

1. 제목

대전지역 바이오융합 기술 로드맵 작성

2. 연구의 목적 및 중요성

- 바이오융합 분야의 기술 수준과 산업기반 정보에 대한 분석을 통하여 대전지역에서 바이오융합 기술의 전략적 육성과 기술개발 효율성 제고를 통한 향후 기술개발의 방향을 제시하고자 하는 데 있음.
- 대전광역시의 특성을 활용한 기업과 창업벤처들을 위한 기술 개발 방향과 미래 발전방향 설정 등 바이오융합산업에 대한 비전을 제시하여 경쟁력 확보가 가능한 지역의 특화 전략산업으로 육성할 수 있는 지침이 되고자 함.

3. 연구의 내용 및 범위

- 본 보고서에서는 BT 기반의 정보(IT), 나노기술(NT) 융합을 “바이오융합기술”로 정의하였고, 차세대 성장동력 산업의 하나로 추진될 신약 개발 및 진단/ 치료 기술 개발에 기술적 플랫폼 및 성장동력을 제공해 줄 수 있는 나노바이오 응용기술, 바이오정보 응용기술, 바이오인프라 산업기술을 로드맵 작성 범위로 정하였음.
- 바이오 융합 기술, 제품의 현황 분석 및 벤치마킹을 통해 바이오융합 관련 중, 장기 핵심기술 및 제품군을 도출하였고, 대전지역의 장단점을 살려 바이오융합 분야의 신규 산업화 전략을 수립하였음.

4. 연구 결과

- 바이오융합 분야에 대한 기술분석과 대전지역의 장단점을 분석해 본 결과 나노바이오 응용기술, 바이오정보 응용기술, 바이오인프라 산업기술에 대한 20여개의 핵심기술을 도출할 수 있었고, 각 분야에 대한 유망기술 로드맵 (emerging technology roadmap)을 얻었음.
- 바이오융합 기술에 대한 대전지역의 gap 분석을 통해 신약개발을 위한 세포 기반 기능분석 산업, 마이크로플루이딕스 (microfluidics) 관련 산업, e-health 용 point-of-care 바이오칩 산업, 지능형 DDS (drug delivery system) 산업, 바이오응용 기기 및 부품 산업, 생명공학 산업 등이 국내 외적으로 경쟁력이 있는 것으로 분석되었음.
- 바이오융합산업 육성을 위한 차별화된 기술개발 전략으로 high throughput/ high contents 스크리닝용 기술, point-of-care (POC)용 바이오칩 기술, 초소형 세포분석 기술, intelligent DDS 기술, 마이크로플루이딕 바이오프로세서 기술 개발 등을 그 대안으로 제시함.

5. 활용에 대한 건의

- 바이오융합 산업 발전을 위해서는 중, 장기적 비전을 지속적으로 제시하려는 노력이 필요함. 본 연구결과물을 활용하여 국내에서 가장 좋은 인력 인프라 및 시설을 최대한 활용, 유지할 수 있는 제도적 장치를 마련하고, 대전지역을 바이오융합 산업 메카로 육성하기 위한 지역특화 전략수립에 활용되기를 제안 함.
- 대전지역이 바이오융합 분야에 대한 첨단복합산업 클러스터로 발전되어야 함. 특히, 기업이 리더 역할을 할 수 있도록 산,학,연,관의 긴밀한 협력과 연대를 바탕으로 클러스터 구성원간에 상호작용을 촉진시킬 수 있는 “실리콘밸리형”이 될 수 있도록 국가 장기과제로 뒷받침 해 주어야 함.

목 차

1. 서론	1
1.1 대전지역 바이오융합기술 로드맵 작성의 개요	1
1.1.1 바이오융합기술 로드맵 작성의 목적	1
1.1.2 주요 추진방향 및 내용	1
1.2 바이오융합기술의 범위 및 분류	3
1.2.1 바이오융합 기술의 정의	3
1.2.2 바이오융합 기술의 분류	5
1.3 정부정책 및 국가기술지도와의 연계성	8
1.3.1 정부 정책과의 연계성	8
1.3.2 국가기술지도 (NTRM)와의 연계성	11
1.4 위원회 구성 및 TRM 작성 일정	14
1.4.1 위원회 구성	14
1.4.2 위원명단 및 역할 내용	14
1.4.3 TRM 작성 일정	19
2. 바이오융합 기술의 현황	20
2.1 주요 선진국의 기술동향	20
2.1.1 나노바이오 응용기술	20
2.1.2 바이오정보 응용기술	29
2.1.3 바이오인프라 산업기술	35
2.2 국내 기술동향	42
2.2.1 대학	42
2.2.2 연구소	43
2.2.3 산업계	44
2.3 대전지역의 현황 분석	48
2.3.1 대전지역 지역특화 전략	48
2.3.2 대전지역 정부출연연구소의 연구동향	54
2.3.3 대전지역 대학의 바이오융합기술 연구동향	62
2.3.4 대전지역 바이오융합기술 관련 업체 현황	64

3. 바이오융합 분야의 핵심기술과 제품 전망	70
3.1 바이오융합기술의 핵심기술 예측	70
3.1.1 나노바이오 응용기술	70
3.1.2 바이오정보 응용기술	72
3.1.3 바이오인프라 산업기술	75
3.2 바이오융합기술 응용제품의 전망	78
3.3 기술지도	81
4. 바이오융합기술의 산업화 전략	84
4.1 바이오융합기술 관련 신규산업의 발굴 및 육성 방안	84
4.1.1 바이오융합기술에 대한 gap 분석	84
4.1.2 바이오융합기술 관련 신규산업의 발굴	90
4.1.3 바이오융합기술 육성방안	98
4.2 바이오융합기술의 선택과 집중 전략	102
4.2.1 기술개발 전략 (기술 대안)	102
4.2.2 특허전략	108
4.2.3 대전지역의 역할	108
4.3 바이오융합기술 관련 산업기반 확대 및 장기발전 계획	109
5. 바이오융합 산업육성을 위한 제언	110
5.1 우리나라에 대한 제언	110
5.2 대전광역시에 대한 제언	110
참고문헌	112
별첨	114
1. 대전지역 바이오융합기술 관련업체 현황	115
2. 제1차 TRM 평가 전문가 위원회 속기록	121
3. 제2차 TRM 평가 전문가 위원회 속기록	130
4. 제3차 TRM 평가 전문가 위원회 속기록	138
5. 제4차 TRM 평가 전문가 위원회 속기록	147
6. 제5차 TRM 평가 전문가 위원회 속기록	159

표 목 차

표 1-1. 신약개발 및 진단/치료분야에 이용하기 위한 바이오인프라 산업기술	7
표 1-2. 바이오산업 경쟁력 강화 전략을 위한 미래 핵심기술개발 분야	9
표 1-3. 정부 부처별 융합기술개발 추진 현황	10
표 1-4. 전략제품, 기능의 주요 내용 (NTRM 2002.11)	12
표 1-5. TRM 평가 전문가 위원회 위원 명단 (산)	15
표 1-6. TRM 평가 전문가 위원회 위원 명단 (학)	16
표 1-7. TRM 평가 전문가 위원회 위원 명단 (연)	17
표 1-8. TRM 평가 전문가 위원회 위원 명단 (관)	17
표 1-9. TRM 제작 위원회 위원 명단	18
표 1-10. TRM 작성 일정표	19
표 2-1. 나노바이오공학을 이용한 나노 바이오센서의 연구 동향	21
표 2-2. 바이오분석 응용기술을 개발 중인 회사	22
표 2-3. 약물전달 및 치료기술을 개발 중인 회사	23
표 2-4. 의료기기를 개발 중인 나노 기술 기반 회사	24
표 2-5. 마이크로플루이딕스 응용제품의 개발 현황	25
표 2-6. 바이오칩과 관련기기의 추정 시장 규모	26
표 2-7. 마이크로플루이딕스 관련 바이오칩 및 관련기기의 추정 시장 규모	27
표 2-8. 마이크로어레이 관련 바이오칩의 응용분야별 추정 시장 규모	27
표 2-9. 나노바이오 응용기술의 시장 규모 예측	28
표 2-10. 바이오정보학 관련 인수 합병 현황	34
표 2-11. 바이오기기 및 소모품의 일반적 분류	37
표 2-12. HTS (high-throughput screening) 시스템	38
표 2-13. HTS (high-throughput screening) 시스템 모듈	39
표 2-14. HTS (high-throughput screening)용 분석 워크스테이션	39
표 2-15. HTS (high-throughput screening)용 이미징 시스템	40
표 2-16. 분석키트 회사 및 관련 시약	41
표 2-17. HTS 서비스를 대행하는 회사	41
표 2-18. 대덕연구단지 내 입주기관 인원현황 (2002년 12월기준)	49
표 2-19. 대전광역시 기술혁신 잠재력 지수	50
표 2-20. 전국 16개 바이오 집적지	51

표 2-21. 업종별 평균 매출액 변동 추이 (대전전략산업기획단, 2003.7)	66
표 2-22. 대전지역 나노바이오 응용/바이오인프라 산업기술 관련업체 현황	67
표 2-23. 대전지역 바이오정보 응용기술 관련업체 현황	68
표 2-24. 대전지역 나노기술 관련업체 현황	69
표 3-1. 마이크로플루이딕스 관련 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망	78
표 3-2. POC형 바이오칩 관련 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망	78
표 3-3. 신약스크리닝용 HTS관련 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망	79
표 3-4. Intelligent DDS 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망	79
표 3-5. Bio interface 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망	80
표 4-1. 기술 gap 분석	86
표 4-2. 바이오융합 기술의 SWOT 분석	87
표 4-3. 대전의 산업발전 전망	101

그 립 목 차

그림 1-1. 대전지역 바이오융합 기술 로드맵 작성의 개괄도	1
그림 1-2. 바이오융합 기술 로드맵 작성의 추진 방향	2
그림 1-3. 과제의 범위	2
그림 1-4. 바이오산업의 응용범위	3
그림 1-5. 국가전략기술 분야 연관도	8
그림 1-6. 비전II의 전략제품,기능 포트폴리오 분석 (NTRM 2002.11)	11
그림 1-7. 비전 II 전략제품,기능별 핵심기술 (NTRM 2002.11)	13
그림 1-8. TRM 평가 전문가 및 제작 위원회 구성안	14
그림 2-1. 신약개발과정에서의 바이오정보학의 역할	29
그림 2-2. 현재 신약개발 분야에서 해결되어야 할 문제점 및 해결방안	31
그림 2-3. BT관련 IT 투자액수에 관한 예측	32
그림 2-4. 신약개발과정에 관련된 바이오데이터수집, 관리, integration	33
그림 2-5. 대덕밸리의 범위	48
그림 2-6. 3개 권역, 총 16개 집적지로 지정된 바이오 클러스터 현황	53
그림 2-7. 한국생명공학연구원의 4대 중점 연구분야 현황	54
그림 2-8. 한국기계연구원의 주요 연구방향	56
그림 2-9. 한국기계연구원의 생체기계기술 연구 분야	57
그림 2-10. 한국화학연구원의 4대 중점 추진 연구분야	59
그림 2-11. 한국원자력연구소의 6대 연구 분야	60
그림 2-12. 한국기초과학연구원의 비전	61
그림 2-13. 바이오시스템학과의 연구분야 및 나노랩 간의 연계도	62
그림 2-14. 대전지역 바이오벤처의 산업 분류	65
그림 3-1. 바이오융합 기술지도	81
그림 3-2. 나노바이오 응용기술의 로드맵	82
그림 3-3. 바이오정보 응용기술의 로드맵	82
그림 3-4. 바이오인프라 산업기술의 로드맵	83
그림 4-1. 나노바이오 응용기술 포트폴리오	84
그림 4-2. 바이오정보 응용기술 포트폴리오	85

그림 4-3. 바이오인프라 산업기술 포트폴리오	85
그림 4-4. 클러스터의 구성주체별 역할	99
그림 4-5. 샌디에고 바이오클러스터의 성장과 Hybritech의역할	100
그림 4-6. 세계바이오테크기업의 제휴추이	100
그림 4-7. High throughput/contents 스크리닝용 기술 포트폴리오	103
그림 4-8. Point-of-care 용 바이오칩 기술 포트폴리오	103
그림 4-9. 초소형 세포분석 기술 포트폴리오	105
그림 4-10. Intelligent DDS 기술 포트폴리오	105
그림 4-11. 마이크로플루이딕 바이오프로세서 기술 포트폴리오	107

1. 서 론

1.1 대전지역 바이오융합기술 로드맵 작성의 개요

1.1.1 바이오융합기술 로드맵 작성의 목적

- 대전광역시 바이오융합 기술의 전략적 육성과 기술개발 효율성 제고를 목적으로 바이오 융합 분야의 기술 수준, 산업기반 정보에 대한 분석 및 정리를 통하여 향후 기술 개발의 방향 제시
- 대전 지역 산, 학, 연, 관에 연구 및 기술 개발에 대한 정보와 방향을 제공하여 중복 투자를 방지하고 기술 경쟁력을 강화
- 대전광역시의 특성을 활용한 기업과 창업벤처들을 위한 기술 개발 방향과 미래 발전의 방향 설정 등 바이오 융합 산업에 대한 비전을 제시하여 경쟁력 확보가 가능한 지역의 특화 전략산업으로 육성

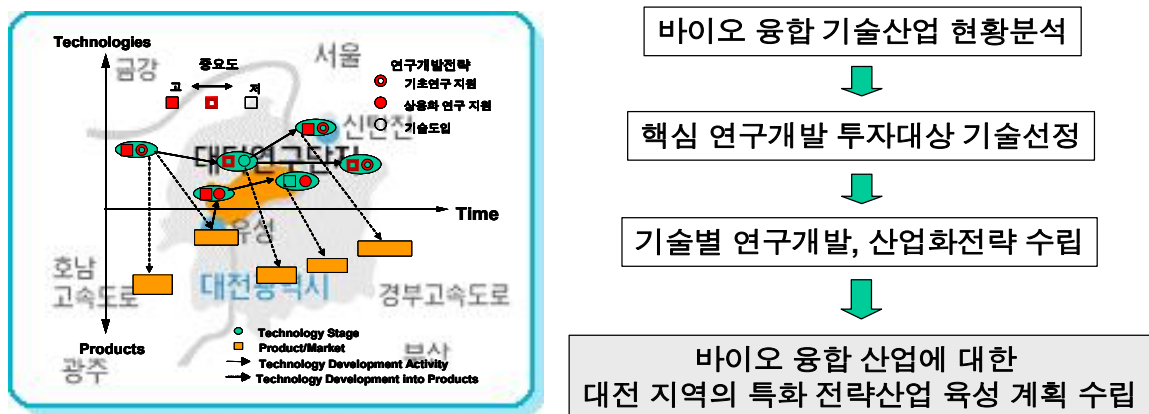


그림 1-1. 대전지역 바이오융합 기술 로드맵 작성의 개괄도

1.1.2 주요 추진방향 및 내용

- 바이오 융합 기술, 제품의 동향 조사 및 벤치마킹
- 대전을 비롯한 충청권 바이오 융합기술, 제품 현황 및 수요 파악
- 바이오 융합 분야 연구기관, 기업 및 창업벤처기업 등 산업현황 파악

- 대전지역 바이오융합 관련 중, 장기 핵심기술 및 제품군 도출 등
- 2003년 기준, 2004년-2013년 (10년간), 국내외 및 대전, 충청권 전지역의 관련 산업 등을 범위로 함

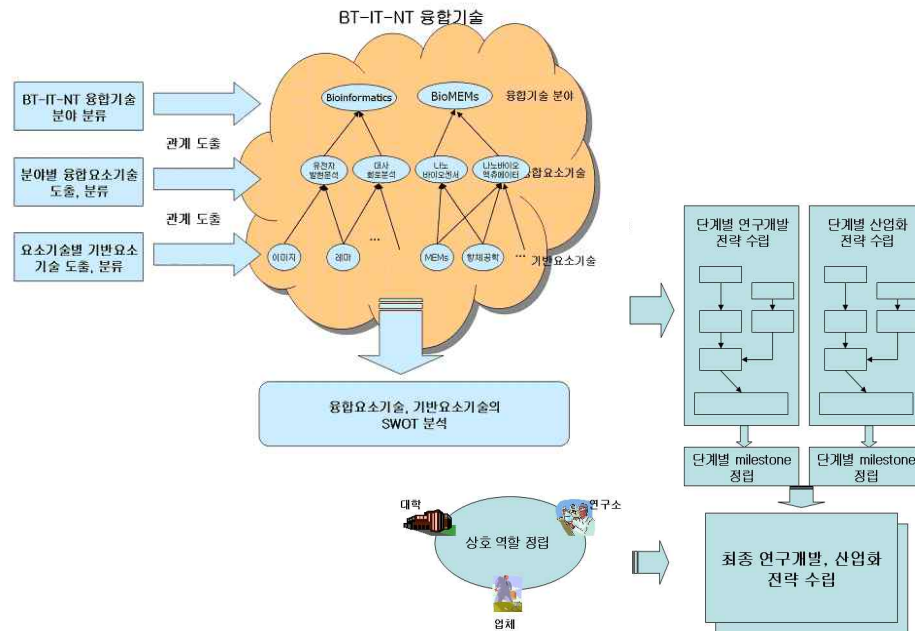


그림 1-2. 바이오융합 기술 로드맵 작성의 추진 방향

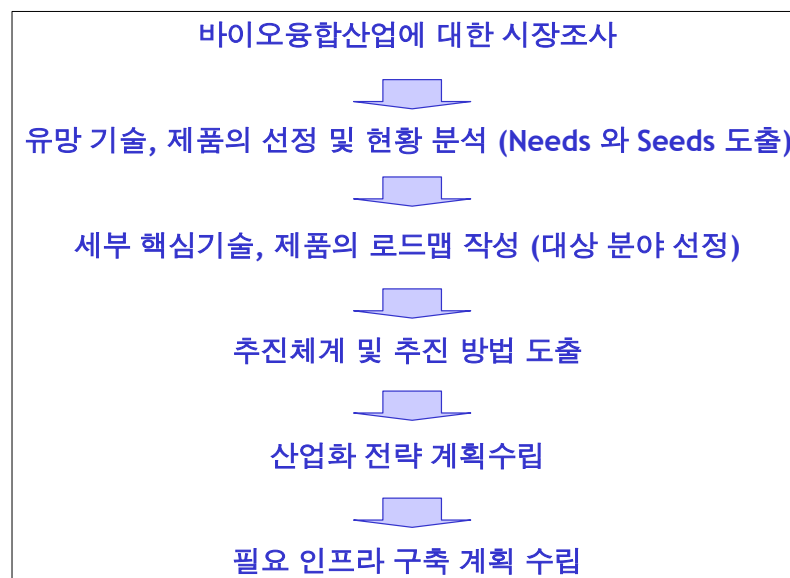


그림 1-3. 과제의 범위

1.2 바이오융합기술의 범위 및 분류

1.2.1 바이오융합 기술의 정의

(1) 최근의 바이오산업 동향

- 바이오산업은 바이오기술을 바탕으로 생물체의 기능과 정보를 활용하여 인류가 필요로 하는 유용한 물질과 서비스를 생산하는 산업임.
- 최근 인간 유전체 연구 결과를 바탕으로 기능유전체학, 단백질체학 등이 첨단 기술분야로 부각되면서 post genome 시대의 시장선점 경쟁이 본격화되고 있음. 바이오산업은 인간의 질병 연구 및 치료제 개발에 획기적인 실마리를 제공해 줄 수 있다는 가능성 때문에 IT 혁명 이후 세계경제를 선도할 대표적인 핵심전략산업으로 급속히 부상되고 있음.
- 바이오산업은 의약품, 화학, 식품, 환경, 농업, 에너지 관련 산업뿐만 아니라 전자, 전산 및 기계 분야 등 전 분야에 걸쳐 파급효과가 큰 융합 과학의 산물로서 발전되고 있음. 특히, IT, NT 등과의 기술융합 및 전통산업과의 접목 등으로 산업적 응용이 급속히 확대되고 새롭고 다양한 신산업이 창출되고 있음.

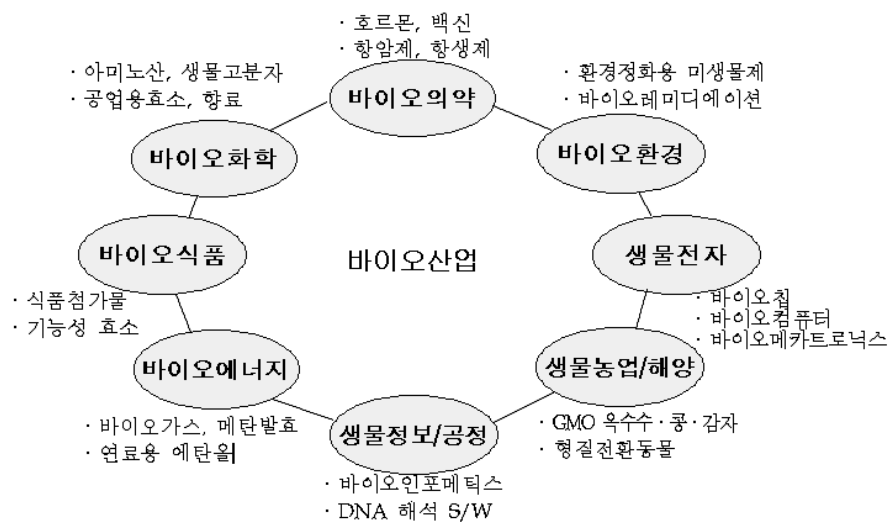


그림 1-4. 바이오산업의 응용범위 (산업자원부 2002.6)

(2) 바이오융합 기술의 개념

- BT (Biotechnology) 즉, 생명공학기술이란 생명현상을 일으키는 생체나 생체유래물질 또는 생물학적 시스템을 이용하여 산업적으로 유용한 제품을 제조하거나 공정을 개선하기 위한 기술로 인간의 무병장수와 식량문제의 해결 등 삶의 질 향상에 필수적인 기술임. 본 보고서에서 사용하는 “바이오융합 기술”은 이러한 BT 기반의 융합을 의미함.
- 즉, 의약, 의료, 보건, 화학, 에너지, 농업, 식품, 환경 등 바이오 산업 전분야에 새로운 기술적 배후 및 성장 동력을 제공할 수 있는 BT 기반의 정보(IT), 나노기술(NT) 융합을 “바이오융합기술”로 정의함.
- 생물학 연구도 이제는 단위 생물 개체를 총체적으로 접근할 수 있는 시스템적 연구를 필요로 하고 있으며, 연구 방법 또한 소량의 실험재료로서 다량의 실험을 동시에 수행할 수 있는 새로운 접근을 필요로 하고 있음.
- 융합은 기술의 단순한 나열이 아니라 두 가지 이상의 상이한 대상의 결합을 통해 새로운 가치창조를 해나가는 과정임. 따라서, 바이오융합 기술은 새로운 과학으로의 가능성을 안고 있으며 기술혁신을 위한 잠재력이 있는 분야 임.
- 본 보고서에서는 BT분야 중에서도 차세대 성장동력 산업의 하나로 추진될 신약 개발 및 진단/ 치료 기술 개발에 기술적 플랫폼 및 성장동력을 제공할 수 있는 나노바이오 응용기술, 바이오정보 응용기술, 바이오인프라 산업기술을 로드맵 작성 범위로 정하기로 함.

1.2.2 바이오융합 기술의 분류

(1) 나노바이오 응용기술

- 나노기술과 생명공학 기술의 융합 분야인 나노바이오 응용기술은 지금까지 단선적인 시각에서, 관찰되어 왔던 생명현상을 총체적인 관점에서 해석할 수 있는 새로운 수단을 제공하고, 이를 공학적으로 응용할 수 있는 새로운 기회를 제공해 줄 수 있는 대표적인 바이오융합기술임. 나노기술을 이용하면 나노스케일로 정의되는 물리, 화학, 생물학적 구조 및 현상을 토대로 지금까지 해결하지 못했던 새로운 과학 현상을 규명하고, 우리가 상상에 그쳤던 초미세구조체를 실제 제작할 수 있음.
- 나노바이오 응용기술이란 자연계에 존재하는 생물학적 현상으로부터 공학적 현상을 추출하고, 응용하는 과정을 통해 융합과학의 새로운 패러다임을 창출할 수 있는 분야임. 생물학적 연구를 위해 공학적 해법과 도구를 도입하고, 새로운 공학적 목표를 위해 생물학적 지식을 적용함. 이는 생명공학기술과 나노기술의 발전에도 상호 보완적인 관계에 있음.
- 예로서, 바이러스와 같은 생체 분자 등의 미세 조작 및 나노구조물 상에서의 단백질과 세포반응 해석과 같이 나노스케일의 세포생물학과 생화학에 대한 연구를 비롯하여, 나노캡슐을 이용한 약물전달시스템, 나노입자액을 이용한 치료제, 생체분자의 미세분석기술 개발, 질병진단 기기 개발에 쓰일 수 있는 분자 필터 및 세포 분리 연구, 신약 후보물질을 스크리닝하거나 신경 재활공학에 연구에 기반이 되는 생체물질 표면 패터닝 연구, 생체삽입용 칩 개발, 분자인식 기능이 있는 분자 주형체 개발, 생체내 에너지원만을 이용하여 구동이 가능한 분자 모터 연구 등 다양한 연구산물이 기대되고 있음.

(2) 바이오정보 응용기술

- 바이오정보 응용기술은 유전자, 단백질 등 생물물질과 의약품, 환경독성물질 등 생리활성물질이 지니고 있는 생물학적 데이터를 취득·수집하여 컴퓨터를 활용해 이를 분석·관리·평가함으로써 인간에게 유용한 정보를

제공하는 기술임.

- 특히, 유전체학 (genomics), 단백질체학 (proteomics), 화학유전체학 (chemogenomics), 약리유전체학 (pharmacogenomics), 독성유전체학 (toxicogenomics), 대사유전체학 (metabogenomics) 등 시스템생물학 관점에서 다양한 바이오시스템의 연구를 통해 얻어지는 바이오정보를 저장, 가공, 활용할 수 있는 정보기술과 생명공학기술의 융합분야임.
- 다양한 형태의 바이오정보를 처리하여 분석이 용이한 형태로 변환 및 바이오정보의 시각화를 위한 바이오정보 처리 기술, 바이오정보를 분석하여 내재된 패턴을 찾아내어 유용한 지식을 생성하기 위한 바이오정보 마이닝 기술, 분산되어 있는 다양한 형태의 대용량 바이오정보를 저장, 관리하고 통합 검색하기 위한 바이오정보 통합 관리 기술, 통합 관리된 바이오정보를 각종 응용분야에 활용하기 위한 응용서비스 지원 기술을 포함함.
- BT의 각종 생명관련 정보 기술과 신약개발, 의료진단 및 치료, 농산물 계량등의 응용시스템을 연결시킬 수 있는 역할을 함으로써 BT연구에 소요되는 시간과 비용을 대폭 절감시켜 BT관련 산업의 획기적 성장을 가능하게 할 신산업을 기대할 수 있음. 따라서, 생물정보 시스템에 대한 이해와 정보의 처리에 대한 이해가 결합되지 않으면 성립할 수 없는 분야로 산업적 기술적 독자성이 있는 분야 임.

(3) 바이오인프라 산업기술

- 본 로드맵 사업의 바이오인프라 산업기술은 바이오융합 산업분야에 새로운 기술적 배후 및 성장동력을 제공하여 신약개발 및 진단/치료에 이용하기 위한 바이오기기·장비기술, 분석기기, 자동화설비, 측정장치, 장비, 부품 등을 포함하는 산업 요소기술로 정의 함.
- 포스트 게놈시대 신약개발에 필수적인 요소로써, 의약산업 뿐만 아니라 나노바이오 기술 개발을 위한 새로운 생체소재의 탐색 및 성능향상에도 활용되는 자동화 고속탐색기술 (HTS: high throughput screening)을 포함함.

- 자동화 로봇을 이용하여 대용량 시료처리기 및 각종 분석기기를 기능적으로 결합시키는 자동화 고속탐색기술은 의약후보물질의 성능분석, 항원-항체반응측정을 통한 면역활성 분석, 세포기반분석(cell-based assay) 등 복잡한 시료처리와 고비용을 필요로 하는 신약개발 과정을 단순화하고 경제성을 개선함으로써 산업경쟁력에 기여할 수 있음.
- 그밖에 나노바이오 응용산업의 기반조성 및 강화를 위한 인프라 분야인 바이오기기, 분석장비, 그리고 바이오칩 및 2D-gel과 관련된 image scanner (reader) 등 바이오컨텐츠의 이미징 장비의 산업기술 분야를 포함함.
- 생물산업분야의 정보를 하나의 네트워크로 연결하는 생물산업 통합시스템, 분자설계, 생물정보학 DB 등 바이오인프라 솔루션은 인프라적 성격이 있으나 본 로드맵 사업에서는 바이오정보 응용기술 분야에서 다루기로 함.
- 통념의 바이오인프라 산업인 정부 및 지방자치 단체 주도의 바이오집적 산업단지, 바이오벤처타운, 생물산업지원센터 건설 등 바이오산업정책과 관련된 부분은 본 로드맵의 주요대상에 포함시키지 않았음.

표 1-1. 신약개발 및 진단/치료분야에 이용하기 위한 바이오인프라 산업기술

인프라분야	내 용
바이오기기 기술	바이오 R&D 기기·장비, 화학물질, 소모품 등
고속탐색기술	자동화 로봇기술, 대용량 시료처리기, 분석기기 등
나노팜/ 파운드리	나노바이오 응용기술의 산업화 촉진
생물정보 솔루션	생물산업 통합 시스템, 분자설계 솔루션, 생물정보학 DB 등
바이오산업 정책	바이오집적 클러스터, 바이오벤처타운 육성, 생물산업 지원센터 건설 등

1.3 정부정책 및 국가기술지도와의 연계성

1.3.1 정부정책과의 연계성

- 2001년 12월 수립된 국가전략기술분야 우선순위 설정 자료(과학기술부 한국과학기술기획평가원)에 의하면 다음과 같이 융합기술을 기초기술 (기반 기술), 대형기술(공유기술), 대형기술(응용기술)의 3가지 관점에서 기술하였음. 본 보고서에서 사용된 바이오정보 응용기술은 Bio-IT, 나노바이오 응용기술은 Bio-NT 기술에 해당됨.

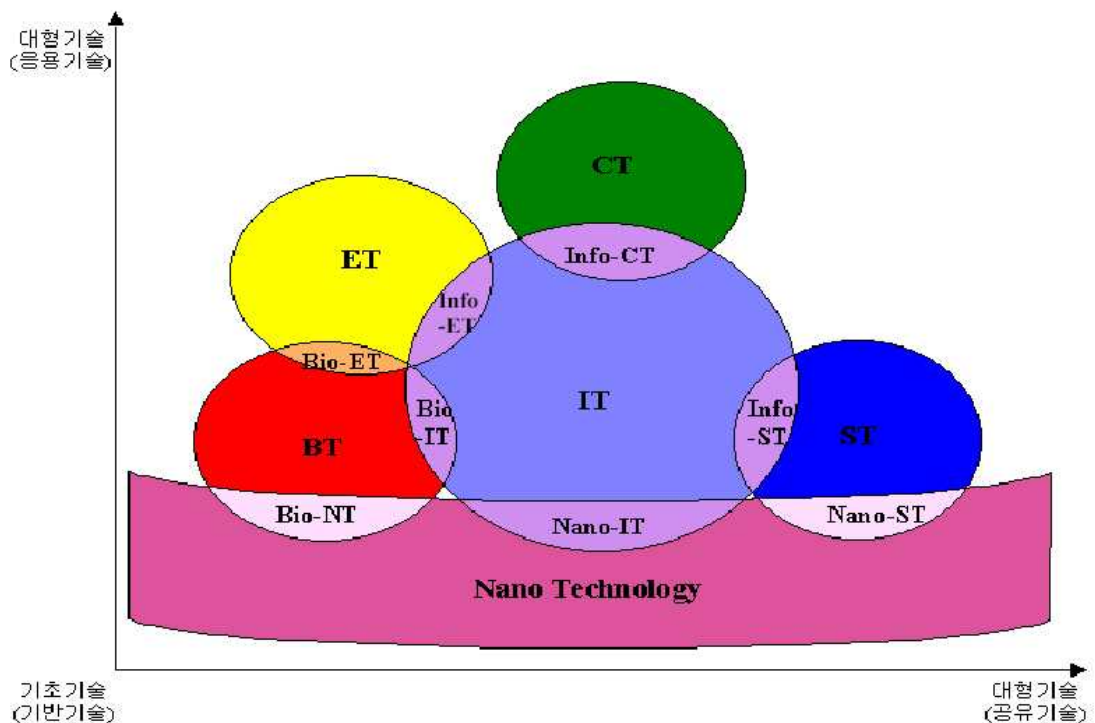


그림 1-5. 국가전략기술 분야 연관도

- 산업자원부에서는 2002년 6월 '바이오산업 경쟁력 강화 전략 (Global Bio-Korea Vision 2010)' 수립을 통하여 바이오융합기술 등 4개항목, 11개 기술분야에 투자를 집중할 것을 결정하였으며, 바이오융합기술 분야 중에서도 부가가치가 높고 조기산업화가 가능한 핵심기술분야로 ① 바이오칩 (DNA칩/ 단백질칩/ lab-on-a-chip 등) ② 생물정보학기술(bioinformatics/ HW/ SW/ 활성분석 등) ③ 단백질학관련기술(단백질 구조/기능 관계분

석 등)을 선정하여 단계적 기술개발을 추진하고 있음. 본 보고서에서 사용된 나노바이오 응용기술은 ① 기술을, 바이오정보 응용기술은 ②, ③기술을 포함하고 있음.

표 1-2. 바이오산업 경쟁력 강화 전략을 위한 미래 핵심기술개발 분야:
4개 항목, 11개 기술분야 (산업자원부, 2002.6)

구 분	기술 분야
바이오물질(4)	①단백질제품(의약품/산업용), ②소분자 의약품 ③산업용효소(아미노산/탄수화물 등), ④바이오소재
응용기반기술(2)	⑤약물전달체계(지속성주사제/경구제제 등) ⑥실용화기반기술(QC/QA/scale-up/HTS/안전성평가 등)
바이오융합 기술(3)	⑦바이오칩(DNA 칩/단백질 칩/lab-on-a-chip 등) ⑧생물정보학기술(bioinformatics/HW/SW/활성분석 등) ⑨단백체학관련기술(단백질 구조/기능 관계분석 등)
생체치료기술(2)	⑩유전자치료기술 개발(특이질환 유전자전달체 개발 등) ⑪세포치료기술 개발(항암치료용 세포치료제 개발 등)

- 2003년도부터 과학기술부 특정연구개발사업으로 융합기술의 개발확대를 추진하면서 “신기술융합사업”을 추진 중임. 추진계획안에 의하면 IT를 기반으로 하는 생명현상과 관련된 생체컨텐츠의 개발, 공유 및 서비스를 제공하기 위한 핵심원천 및 응용기술을 “BIT 융합기술”로, NT 또는 BT 분야의 고도로 발전된 기술을 채용하여 상호 기술발전의 문제점을 극복하거나 새로운 기술 분야를 창출하는 기술을 “NBT 융합기술”로 구분 정의한 바 있음. 본 보고서에서 사용된 나노바이오 응용기술은 “NBT 융합기술,” 바이오정보 응용기술은 “BIT 융합기술”에 해당됨.

표 1-3. 정부 부처별 융합기술개발 추진 현황

구분	사업 또는 정책	추진내용
과학기술부	NT, BT육성 관련 융합기술개발 추진	BIT, NIT, NBT, 기타 융합기술관련 프로젝트에 470억 지원('02)
국가과학기술자문회의	BT·IT 융합 추진 전략('01.11)	국가단위 생물정보 시스템구축, 관련소프트웨어 개발, 인력양성 등 IT/BT 융합 육성
정보통신부	IT융합기술중장기발전 전략(안)	융합기술 개발을 통한 정보통신분야 지속적인 성장을 이루고자 육성전략 수립
	IT-NT 융합기술개발사업	2001-2007년까지 총사업비 1,000억원 투입하여 IT기반 융합기술 개발 추진(2003년도 예산 100억원)
산업자원부	BIT 로드맵개발 추진('02.5)	BIT 로드맵을 통해 투자분야 선정
	바이오산업경쟁력강화 전략회의('02.6)	주요내용은 BIT 산업화 지원센터 구축, 바이오칩 등 핵심기술개발
	IMT-2000	BT/IT 융합기술 추진
	나노기술연구개발사업	나노기술관련 IT융합기술개발 추진
보건복지부	IMT-2000	BIT 융합기술개발 추진
	바이오산업경쟁력강화 회의	바이오산업 경쟁력강화를 위해 연구 개발투자 확대

- 정부는 2003년 8월 22일 청와대 영빈관에서 노무현 대통령과 160여명의 산·학·연 및 정부 관계자가 참석한 가운데 “차세대 성장동력 보고회”를 개최하여, 지난 3월이후 산자부·과기부·정통부 등 관계부처에서 선정한 차세대 성장동력 품목을 토대로, 민간전문가 회의와 부처간 협의 등을 거쳐 국가적으로 우선순위가 높은 10대 차세대 성장동력 산업을 확정하였음. 10대 차세대 성장동력 산업으로는 ①디지털TV/방송, ②디스플레이, ③지능형 로봇, ④미래형 자동차, ⑤차세대 반도체, ⑥차세대 이동통신, ⑦지능형 홈네트워크, ⑧디지털 콘텐츠/SW솔루션, ⑨차세대 전지, ⑩바이오 신약/장기 가 해당되며 본 보고서에서 다루고 있는 바이오융합 기술은 ⑩ 바이오 신약/장기 산업을 대상으로 하고 있음.

1.3.2 국가기술지도(NTRM)와의 연계성

- 비전 II 건강한 생명사회 지향의 전략제품, 기능 포트폴리오 분석

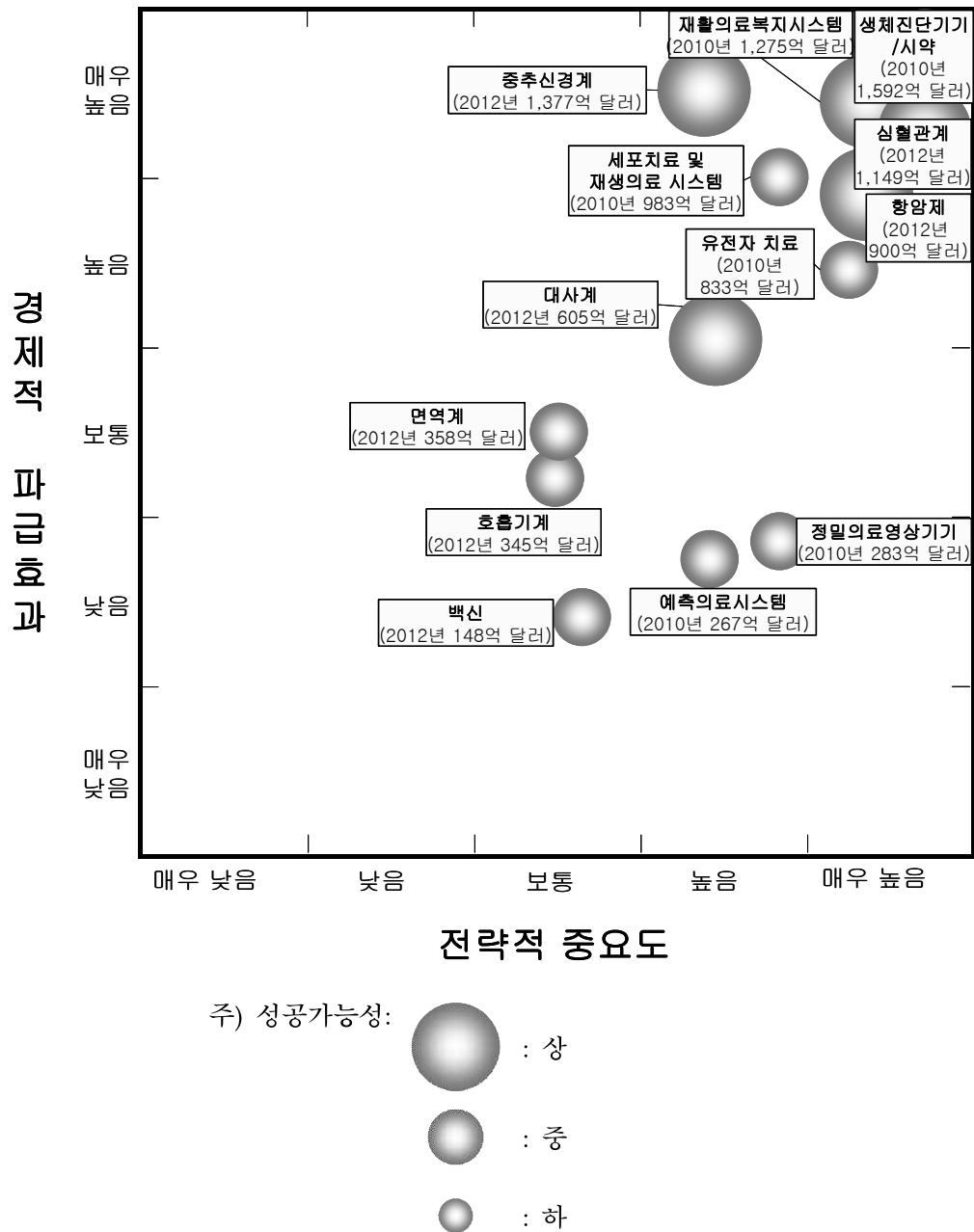


그림 1-6. 비전 II의 전략제품·기능 포트폴리오 분석 (NTRM 2002.11)

표 1-4. 전략제품 · 기능의 주요 내용 (NTRM 2002.11)

전략제품 · 기능		내 용
새로운 의약의 개발 및 산업화	심혈관계 약물	- 고혈압, 고지혈증, 협심증, 심근경색/부정맥, 울혈성 심부전, 기타(부종, 저혈압, 관상동맥 등) 관련 약물
	항암제	- 폐암, 유방암, 대장암, 피부암, 전립선암, 백혈병, 난소암, 림프종, 두부/경부암, 췌장암, 뇌암, 신장암 등 관련 약물
	중추신경계 약물	- 항우울제, 간질치료제, 항정신병약, 치매치료제 등
	호흡기계 약물	- 만성 기관지염, 폐기종, 기관지천식, 급성 호흡곤란 증후군, 만성 폐쇄성 폐질환, 포낭 섬유증, 폐섬유증, 결핵, 기침, 가래, 객혈, 감기, 폐렴, 늑막염 등 관련 약물
	대사계 약물	- 당뇨/비만 치료제, 골다공증 치료제 등
	면역계 약물	- 면역억제제, 면역증강제 등
	백신	- 예방 및 치료용 백신 등
질병 예방 · 진단 · 치료 의 선진화	생체진단기기 · 시약	- 특정 공간 및 상황에 국한되지 않고 검사자 주변으로 이동하여 측정(결과 및 데이터를 중앙에 원격 전송) ex) PDA형 생체계측기기, 현장검사(POCT: point of care technology) 기기, 암 질환 진단 키트(시약 포함) 등
	정밀 의료영상기기	- 3차원 이상의 의료영상기기 - 인체 장기 및 세포 측정용 의료영상기기 ex) 3차원 초음파영상기기, X-ray 영상기기, 핵의학 영상기기 등
	재활 · 의료복지시스템	- 노인 · 장애인의 재활 및 쾌적한 의료복지환경을 제공할 수 있는 시스템 ex) 재택 진료 · 치료시스템, 인공감각기기, 인공장기, 재활보조기기 등
	세포치료 및 재생의료시스템	- 손상된 세포가 스스로 재생할 수 있도록 하거나 줄기세포를 이용하여 조직의 기능을 복원하는 기술로서, 임상응용을 통한 “세포대체요법”이나 조직공학 기술과의 융합을 통한 “생체장기 개발”로 활용 ex) 세포치료용 배양세포주, 이식가능한 장기 및 조직, 세포 및 장기배양 시스템, 세포재생 활성물질 등
	유전자 치료	- 특정 백터를 사용하여 치료목적의 유전자를 생체 내에 주입하여 에이즈, 암 등의 난치질환을 치료하는 기술로서, 유전적 결함에 의한 질병을 원천적으로 치료할 수 있는 “유전자 치료제” 개발로 활용 ex) 치료용 백터, 유전자 전달 기기, 타겟 전달을 위한 신소재, 유전자 검색 표지인자 등
	예측의료시스템	- 개인의 유전정보를 포함한 생물학적인 정보를 토대로 DNA chip 등의 진단기기를 개발하고, 정보분석을 통한 질병 예측과 진료서비스 제공을 위한 소프트웨어 개발 ex) 질병마커 DNA 및 단백질, 진단용 바이오칩, 바이오정보 저장 · 분석 시스템, 기능예측 expert시스템 등

○ 비전 II의 전략제품·기능별 핵심기술

본 보고서에서 다루는 바이오융합 기술은 국가기술지도 상에서 “건강한 생명사회 지향”이라는 비전 달성을 위한 전략제품과 상호 연관성이 있음. 그림 1-7에서와 같이 국가기술지도 상의 19개 기술분야 중 15개 이상의 분야에서 첨단기술을 핵심기술로 요구하고 있고, 이는 바이오융합 기술로 표현될 수 있음.

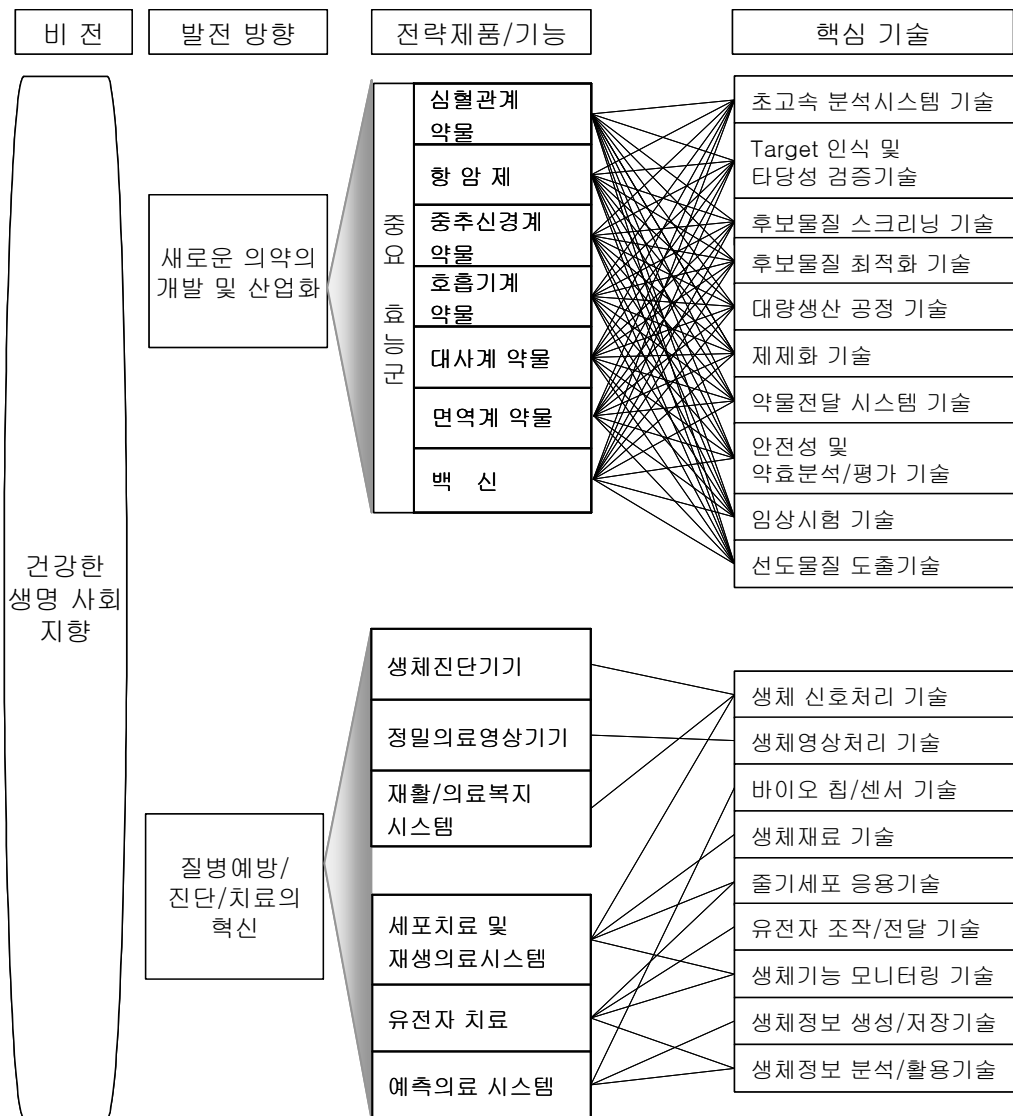


그림 1-7. 비전 II 전략제품·기능별 핵심기술 (NTRM 2002.11)

1.4 위원회 구성 및 TRM 작성 일정

1.4.1 위원회 구성

- 총 40명 (산(13), 학(12), 연(9), 관 (6))으로 이루어진 다수의 해당 전문가를 확보하고, 이들이 평가위원 풀(pool)로 참여하는 TRM 평가 전문가위원회를 구성하였음.

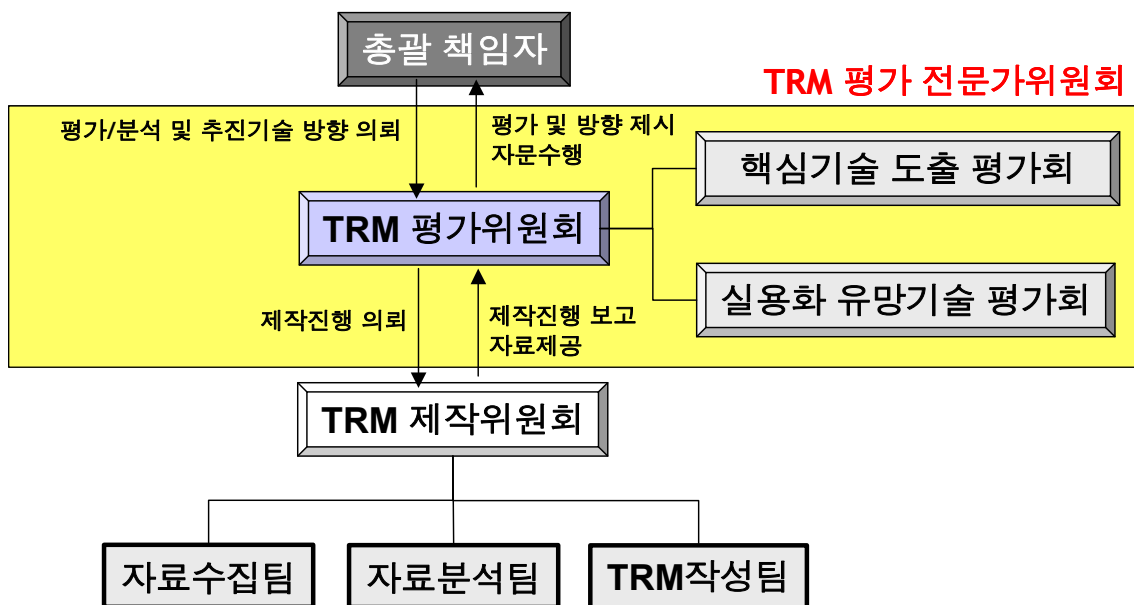


그림 1-8. TRM 평가 전문가 및 제작 위원회 구성안

1.4.2 위원 명단 및 역할 내용

- (1) 총괄책임자 (한국과학기술원 박제균)
 - TRM 작업 총괄 지도, 감독 및 장기발전 계획 수립
 - 작업 총괄 및 TRM 작성 위원회 관리
 - 기술의 체계 확립
 - 현행 기술조사 및 성장유망기술 조사 및 평가
 - 위원회 (TRM 평가위원회 및 제작위원회) 구성, 운영
 - TRM 작업 전반에 관한 수행결과 분석
 - TRM관련 세미나 및 공청회 개최, TRM 결과물의 보급 및 홍보 개최

(2) TRM 평가 전문가위원회

- 총괄책임자 및 산, 학, 연, 관 다수의 전문가로 구성
- 최종 작성물 구성 협의 (방향성 검토 및 최종 결과물에 대한 자문)
- 기술동향 분석 및 예측 자문 (핵심기술 도출 및 제품군 도출)
- 전략산업 육성 및 필요 인프라 구축안 논의
- 기술별 TRM 과제에 대한 기술체계 구성 검토
- 현행기술 관련 성장유망 기술 검토 (실용화 유망기술 평가)
- TRM 작성의 단계별 분석내용에 대한 자문 및 조정

표 1-5. TRM 평가 전문가 위원회 위원 명단 (산)

구분	성명	소속기관 및 부서	직위
산 (13)	김성기	파나젠(주)	대표이사
	김학주	에이앤편(주)	대표이사
	김형주	한국바이오시스템(주)	연구소장
	민경익	(주)삼성전기/ 미래전략팀	팀장
	민경집	(주)LG화학/ 기술전략팀	부장
	박영석	(주)바이오코아/ 생명공학사업부	사업본부장
	박재찬	(주)삼성전자 종합기술원	상무이사
	박한오	(주)바이오니아	대표이사
	백대우	한국기술거래소/ 생명,화학,환경팀	수석 전문위원
	오동훈	오브젝트 인터랙션 테크놀로지스(주)	대표이사
	이치영	5T국제특허법률사무소	변리사
	조중명	크리스탈지노믹스(주)	대표이사
	하일호	(주)한화석유화학/ BIO기초기술센터	센터장(이사)

표 1-6. TRM 평가 전문가 위원회 위원 명단 (학)

구분	성 명	소속기관 및 부서	직 위
학 (12)	김남균	전북대학교 생체공학부	교수
	김동섭	KAIST 바이오시스템학과	교수
	김소연	동국대학교 화학과	교수
	김양선	한양대학교 마이크로바이오칩센터	교수
	김태국	KAIST 생물과학과	교수
	김학성	KAIST 생물과학과	교수
	박제균	KAIST 바이오시스템학과	교수
	박종화	KAIST 바이오시스템학과	교수
	박태관	KAIST 생물과학과	교수
	이관수	한국정보통신대학원 대학교	교수
	이상엽	KAIST 생명화학공학과	교수
	이호철	KAIST 화학과	교수

표 1-7. TRM 평가 전문가 위원회 위원 명단 (연)

구분	성 명	소속기관 및 부서	직 위
연 (9)	박상열	한국표준과학연구원/ 생화학 임상화학분석팀	책임연구원
	박순섭	전자부품연구원/ 나노Bio연구센터	센터장
	신상모	전자부품연구원	박사
	양은경	KIST 생체과학연구부	책임연구원
	양해식	한국전자통신연구원/ 원천기술연구소	선임연구원
	이상한	한국생명공학연구원/ 생물소재연구부	책임연구원
	이승구	한국생명공학연구원	선임연구원
	정봉현	한국생명공학연구원/ 바이오나노연구센터	센터장
	최두선	한국기계연구원	책임연구원

표 1-8. TRM 평가 전문가 위원회 위원 명단 (관)

구분	성 명	소속기관 및 부서	직 위
관 (6)	김승렬	한국과학기술평가원/ 과학기술기획평가단 사업평가실	선임연구원
	김하동	(재)대전광역시첨단산업진흥재단 바이오사업단	단장
	박정용	대전전략사업기획단	선임연구원
	백승국	대전광역시 경제과학국 과학기술과	사무관
	장 영	한국산업기술평가원	전임연구원
	주홍신	대전전략사업기획단	선임연구원

(3) TRM 제작 위원회

- 위원장과 간사 및 실무팀 구성, 운영
- 정보 수집팀의 기술동향 및 문헌기술의 정보수집관리 업무수행
- 정보 분석팀의 기술별 정량, 정성분석과 list 작성관리 업무수행
- TRM 작성팀의 기술별 TRM 작성관리 업무수행
- 기술용어 해설 및 단계별 결과물 작성관리 업무수행

표 1-9. TRM 제작 위원회 위원 명단

소속	직 급	성명	비고
한국생명공학연구원	선임연구원	이승구	제작위원장
KAIST	조교수	김동섭	간사
액센츄어(주)	과장	조성식	
KAIST	연구보조원	강주헌	
KAIST	연구보조원	장윤희	
KAIST	연구보조원	최성용	
KAIST	연구보조원	유승택	
KAIST	연구보조원	최한솔	
KAIST	연구보조원	이세민	
KAIST	연구보조원	문순영	

1.4.3 TRM 작성 일정

표 1-10. TRM 작성 일정표

내용 일정	작업 진행
8월	○ 핵심기술 도출 평가회 및 TRM 작성 실무진 구성 ○ 기술 자문 위원회 구성 ○ 바이오 융합 수요조사 실무팀 구성 ○ TRM 작성 대상 기술 범위 설정
9월	○ 핵심기술 도출 평가회 1차 회의 ○ TRM 작성 대상 산업체 자료 수집 분류 및 기술동향 파악 ○ 선진 연구동향 분석 및 자료 수집 분류 ○ 수요조사 자료를 기반으로 TRM 초안 작성 ○ 핵심기술 도출 평가회 2차 회의
10월	○ 핵심기술 실용화 평가회 1차 회의 ○ TRM 작성 대상 기술동향의 정밀 분석 및 수정 ○ TRM 수정 보완 ○ 핵심기술 도출 평가회 3차 회의 ○ 기술 세미나
11월	○ 핵심기술 실용화 평가회 2차 회의 ○ TRM 작성 대상 기술 최종 확정 ○ TRM 최종 보고서 완료 ○ 발표자료/보고서 작성 검토 ○ 핵심기술 도출 평가회 4차 회의
12월	○ TRM 발표 및 공청회 ○ 핵심기술 도출 평가회 5차 회의 ○ TRM 최종보고서 보완 제출

2. 바이오융합 기술의 현황

2.1 주요 선진국의 기술동향

2.1.1 나노바이오 응용기술

(1) 현황

- 나노기술(nanotechnology)은 전기적, 기계적, 생물학적, 화학적, 계산적 기능을 수행할 수 있는 나노스케일($1\text{ nm}=10^{-9}\text{m}=10\text{억분의 } 1\text{ m}$)의 소재, 소자, 시스템을 다루는 과학적, 공학적 기술을 의미함.
- 나노바이오 응용기술 분야는 이러한 나노기술을 생명공학산업에 응용하는 분야임. 신약개발, drug delivery, 진단분야, 센서, 생체분석기술을 포함하여 제조기술 및 유체제어기술에 이르는 다양한 분야에 대한 연구개발이 이루어지고 있고, 관련 벤처 기업이 태동 중에 있음.
- 나노바이오 응용기술 분야의 시장규모는 2003년도 현재 930백만 달러에서 2008년도에는 30억 달러에 이를 것으로 전망하고 있음. (Front Line Strategic Consulting, Inc., *Nanobiotechnology: Opportunities and Technical Analysis*, 2003)
- 나노바이오칩의 경우 생체내 저 농도로 존재하는 물질을 고감도로 검출해 낼 수 있으며 마이크로플루이드스기술과 나노기술의 결합으로 생물학 발전에 혁신적 변화를 초래하고 있음.
- 반도체, 전자, 나노 등과 관련된 정밀제조기술 및 대량생산기술을 바탕으로 바이오칩 기술을 보유한 바이오테크 기업과 제휴를 확대 최근 IT분야 대기업의 참여로 바이오칩 시장의 경쟁이 치열함.
- 나노바이오공학을 이용한 나노 바이오센서에 대한 연구로 나노스케일의 실리콘 선(wire), gold nanoparticle, nanofluidics, molecular imprinting, nanobarcode, nanotube 등을 이용한 다양한 연구시도가 이루어지고 있음.

(2) 기술 수준과 동향

표 2-1. 나노바이오공학을 이용한 나노 바이오센서의 연구 동향

소속기관	연구자	연구 결과	비 고
Harvard University (미국)	Charles Lieber	직경 10 nm인 실리콘 전선 표면에 질병관련 단백질을 검출할 수 있는 분자를 코팅하여 혈액 중에 존재하는 단백질이 실리콘 전선 상에 붙게 되면 실리콘전선의 전도도 변화를 유발해서 전기적 신호로서 단백질을 검출할 수 있는 새로운 연구를 진행	prostate cancer 검출용 nanoscale silicon wire
Northwestern University (미국)	Chad A. Mirkin	전극간의 간격이 20 μm 에 불과한 실리콘 표면상에 DNA 프로브를 붙여놓고, 시료용액 중의 DNA와 혼성화(hybridization) 될 때 금 나노입자를 미리 붙여준 신호 프로브를 사용하고, silver 용액을 이용하여 두 전극간에 전류가 흐를 수 있는 경로를 형성시킨 DNA 검출용 나노센서를 개발중 (electrode/gold nanoparticle DNA detector)	Dip-Pen nano-lithograpgy를 이용하여 단백질을 패터닝
Cornell University (미국)	Harold Craighead	전기장을 인가할 수 있는 직경 50 nm 인 나노채널과 photodetector를 구현시킨 마이크로칩을 이용하여 특정 DNA sequencing 을 수행할 수 있는 DNA pipeline 개발	nanofluidics 를 이용하여 DNA control
University of Washington (미국)	Buddy D. Ratner	mica 상부에 단백질을 올려놓고, 단백질의 분자인 식부위를 disaccharide 분자로 코팅한 후 플라즈마 처리로 폴리머박막을 형성시킨 다음 mica와 단백질을 제거하면 albumin, immunoglobulin G, lysozyme, ribonuclease, streptavidin 등의 단백질을 선택적으로 인식할 수 있는 나노구조체를 imprinting 할 수 있다는 연구결과를 보고함.	단백질인식용 나노구조체 제조용 molecular imprinting 기술
Pennsylvania State University (미국)	Christine Keating	Al_2O_3 membrane 상에 형성된 pore 에 금속이온을 전기도금시켜 길이 6.5 μm , 직경 500nm 인 nanobarcode를 구현. 세가지 종류의 금속이온을 도입하면 80,000가지의 barcode pattern을 얻을 수 있어 수 만종의 시료를 동시에 분석할 수 있는 solution-array 개념을 창출	바이오물질 분석용 label 로 사용할 수 있는 nanobarcode 기술
Stanford University (미국)	Hongjie Dai	single-walled carbon nanotubes (CNT)를 이용하여 CNT 표면에서 분자흡착에 의한 화학반응결과 CNT의 저항변화를 유발해 낼 수 있는 고감도 소형의 화학/바이오 센서 개발	nanotube-based chemical and biochemical sensors

표 2-2. 바이오분석 응용기술을 개발 중인 회사

분 류	회사	기반기술
원자현미경(SPM) 기술	Hitachi High Technology (런던, 영국)	전자-빔 석판인쇄 (출시)
	Imago Scientific Instruments (메디슨, 미국)	Leap atom probe 현미경 (출시)
	Veeco (우드베리, 미국)	Near-field 스캐닝 광학 현미경 (출시)
어레이 (array) 기술	Affymetrix (산타클라라, 미국)	고밀도 올리고 핵산(유전자칩)어레이(출시)
	BioForce Nanosciences (에임스, 미국)	기존 배열 보다 10000분의 1로 작아진 나노어레이 (출시)
	Nanogen (샌디에고, 미국)	극성을 나타내는 올리고 핵산 어레이(출시)
	NanoInk (시카고, 미국)	Dip-pen 나노리소그래피 시스템(출시)
분자 표식 (molecular tags)기술	Dendritic Nanotechnologies (마운튼 플레전트, 미국)	Dendrimers (출시)
	Evident Technologies (듀넨, 미국)	반도체 나노크리스탈 quantum dot(출시)
	Genicon Sciences (샌디에고, 미국)	두가지 색 마이크로어레이키트; 공명 빛 산란 검출과 영상 처리 장비
	NanoPlex (마운튼 뷰, 미국)	나노 바코드 입자 키트 (출시)
	Nanosphere (시카고, 미국)	금 나노 입자 탐침과 검출 시스템
	Quantum Dot (헤이워드, 미국)	Quantum dot이 결합된 분자(streptavidin, protein A, biotin) (출시)
미세 유체 (micro-fluidics) 기술	Caliper Technologies(마운튼 뷰, 미국)	미세 유체 기술 (LabChip; 출시)
	Fluidigm (남 샌프란시스코, 미국)	Multilayer soft lithography 미세유체 기술
	Nanostream (패사데나, 미국)	고속탐색 기술 플랫폼
	Surface Logix (브리이튼, 미국)	Soft lithography와 바이오 표면화학을 이용한 고속탐색 기술 플랫폼

표 2-3. 약물전달 및 치료기술을 개발 중인 회사

분 류	회사	기반기술
치료제 (thera- peutics) 분야	Alnis Biosciences (에머리빌, 미국)	다기능 나노입자
	ALZA (마운틴뷰, 미국)	폴리에틸렌 글리콜이 코팅된 지질성 나노입자: Doxil (doxorubicin liposome) (출시)
	NanoCrystal Technologies (킹오브프리시아, 미국)	나노결정을 제조할 수 있는 NanoMill 기술
	NanoMed Pharmaceuticals (칼라마주, 미국)	의약과 백신 전달 시스템을 위한 nanotemplate 기술
	Alnis Biosciences (에머리빌, 미국)	다기능 나노입자
	StarPharma (멜버른, 오스트레일리아)	VivaGel 항 HIV 텐드리머 (phase I)
약물전달 (drug delivery) 분야	Advectus Life Sciences (웨스트벤쿠버, 캐나다)	뇌혈액관문을 넘는 항암제의 전달을 위한 나노큐어 시스템
	BioDelivery Sciences (뉴어크, 미국)	이중지질막의 시거모양구조 BioOral nanocochleates
	BioSante Pharmaceuticals (링컨셔, 미국)	의약 전달을 위한 나노분말 플랫폼 (phase I)
	C-Sixty (휴스턴, 미국)	Fullerene 기반의 약물 전달
	CytImmune Sciences (컬리지파크, 미국)	종양 표적용 콜로이드상의 금나노결정에 결합된 종양괴사인자; 유전자치료용 결합위치를 가진 유전자전달체
	NanoCarrier (Chiba, 일본)	불수용성 의약용 NanoCap micellar 나노입자(개발중)
	NanoBio (앤아버, 미국)	항균성 나노에멀전 (phase I)
	NanoSpectra Biosciences (휴스턴, 미국)	광학치료를 위한 nanoshell
	Targesome (팔로알토, 미국)	치료제나 진단용 주입가능 한 나노구체

표 2-4. 의료기기를 개발 중인 나노 기술 기반 회사

분류	회사	개발중인 기반기술
조직 공학 (Tissue engineering)	AngstroMedica (뉴튼, 미국)	나노구조의 수산화아파타이트 인공골 매트릭스
	NanoMateria (시카고, 미국)	심장, 연골, 신경 재생용 나노구조 물질
	pSiMedica (The Malverns, 영국)	골 이식용 바이오실리콘
바이오센서 (biosensor)	Agilent (팔로알토, 미국)	Nanopore sequencing(하버드 대학과 공동연구)
	454 Life Sciences (브랜포드, 미국)	PicoTiter sequencing 플레이트
	US Genomics (우번, 미국)	단일 나선 DNA sequencing
	Nanomix (에머리빌, 미국)	나노튜브를 이용한 화학/바이오 센서

표 2-5. 마이크로플루이딕스 응용제품의 개발 현황

회사	제품	현황
Aclara	Plurex™ multiplexing system	2002년 후반 출시
Aclara	Arteas™ LabCard™ device	출시
Aclara	Micro-electrophoresis LabCard™ for eTag™ assays	개발중
Adaptive Screening	CytoFlux™ chip for 96 parallel ion channel assays	개발중
Agilent	RNA, DNA, and Protein LabChips™	출시
Amersham	Microfluidic DNA sequencing system	DNA Sciences와 공동개발 중
Arradial	Silicon disk-based HTS system	개발중
Aviva Biosciences	Fetal cell isolation chip; ion channel patch clamping chip (with Axon)	개발중
BioMicro	MAUI™ microfluidic hybridization system	출시
Caliper	LabChip® cartridges for nucleic and protein electrophoretic analysis	출시
Caliper	Sipper chip HTS system	출시
Caliper	LibraryCard™ Reagent Array for storing/ accessing chemical libraries	개발중
Caliper	Integrated sample prep/genotyping system	개발중
Cepheid	SmartCycler™ PCR system	출시
Cepheid	GeneXpert® for sample prep and analysis of nucleic acids	시험중
Eksigent	NanoLC microscale HPLC system	시험중
Fluidigm	Protein Crystallizer System and starter kit	개발중
Fluidigm	Protein Microprocessor™ for multi-plexed quantitative immunoassays	개발중
Fluidigm	Live-Cell Microprocessor™ for 128 kinetic assays	개발중
GenoMEMS	384-channel DNA sequencer	출시
Gyros	GyroLab™ MALDI SP1 sample prep disk for mass spec protein analysis	출시
HandyLab	Integrated microfluidic pathogen detection system	임상시험중
Micronics	ABO Lab Card™ for blood typing	출시
MicroFluidic Systems	X-Chip™ DNA sample preparation unit	2004년 출시에정
Motorola	Integrated DNA analysis system	개발중
Nanolytics	RT-PCR genotyping system	개발중
Nanostream	Chips for multiplex liquid chromatography with sample preparation	시험중
Nanostream	Chip for pharmaceutical dose-response assay automation	개발중
Norchip	Autochip integrated DNA diagnostic system	데모 시연
Silicon Biosystems	Cell fractionation chip	Prototype 완성
STMicronics	PCR amplification chip	Prototype 완성
Surface Logix	Molecular Portrait™ and Cell Mosaic™ drug screening systems	개발중

(3) 시장규모분석

- D&MD사(2002.12)에서 최근 분석한 바이오칩 시장 규모는 2001년 3억8천5백만달러 규모에서 2002년 5억2천9백만달러, 2006년 까지는 약16억달러로 성장될 것으로 예측하고 있음. 여기서 바이오칩 시장은 바이오어레이, 카트리지, 기기류를 포함한 수치임. 세부적으로 보면, 마이크로플루이딕스 관련 시장 규모는 2001년 4천4백만달러에서 2006년까지 3억5천3백만달러에 이를 것으로 예측하고 있는 반면, 마이크로어레이 시장 규모는 2001년 3억4천1백만달러에서 2006년 까지 약12억달러 규모로 성장이 예측되고 있음. 전체적으로 보면 예측 시장 대부분을 마이크로어레이 관련 시장이 차지하고 있는 실정이지만, 마이크로플루이딕스 관련 시장의 성장률은 58%로서 상대적으로 시장이 성숙되어 있는 마이크로어레이 시장의 성장률(27%)을 크게 앞서고 있는 점이 주목 됨.

표 2-6. 바이오칩과 관련기기의 추정 시장 규모
(2002 - 2006, 단위 US \$ millions)

기술분류	2002년 시장규모	전체 %	2006년 시장규모	전체 %	연평균 성장률
Microfluidics	\$56	11%	\$353	22%	58%
Microarrays	\$473	89%	\$1,233	78%	27%
합계	\$529	100%	\$1,586	100%	32%

- 마이크로플루이딕스 영역은 표 2-7에서와 같이 생화학반응을 위한 시스템(예로서 Cepheid 의 PCR 기기, Caliper 의 HTS 시스템) 이 가장 큰 비중을 차지하고 있고 연평균 성장률도 66%에 달하고 있음. 반면, 전기영동 방식에 의한 분리용 칩 (Caliper, Aclara) 과 Nanostream 의 LC관련 제품, Micronics 사의 flow cytometry 기반 제품과 같이 분리목적의 소자가 61%를 차지하고 있고, 그밖에 Gyros사의 시료분리용 소자, Aviva 사의 patch clamp 용 칩 과 같은 경우 나머지 영역을 차지하고 있음.

표 2-7. 마이크로플루이딕스 관련 바이오칩 및 관련기기의 추정 시장 규모 (2002 - 2006, 단위 US \$ millions)

세부기술	2002년 시장규모	전체 %	2006년 시장규모	전체 %	연평균 성장률
Separations	\$30	53%	\$201	57%	61%
Reactions	\$15	27%	\$113	32%	66%
기타	\$11	20%	\$39	11%	37%
합계	\$56	100%	\$353	100%	58%

- 마이크로어레이 영역은 현재 시장의 주를 이루는 gene expression 분야가 2006년에는 16% 성장률을 보이는 반면, 단백질 마이크로어레이의 경우 98%의 높은 성장률을 보일 것으로 예측하고 있음.

표 2-8. 마이크로어레이 관련 바이오칩의 응용분야별 추정 시장 규모 (2002 - 2006, 단 기기류 제외, 단위 US \$ millions)

세부응용 분야	2002년 시장규모	전체 %	2006년 시장규모	전체 %	연평균 성장률
Gene Expression	\$297	86%	\$531	51%	16%
Genotyping	\$25	7%	\$253	24%	78%
Protein	\$12	3%	\$185	18%	98%
기타	\$15	4%	\$78	7%	51%
합계	\$349	100%	\$1,047	100%	32%

- 마이크로어레이 영역을 연구영역을 대별할 수 있는 마이크로어레이의 형태를 기준으로 비교해 보면 medium, low density 마이크로어레이의 시장 성장률이 크게 늘어날 것으로 보여 마이크로어레이의 시장이 연구용에서 진단용 등으로 산업화가 진행되는 것으로 예측되며, 마이크로어레이 등 의 관련기기의 시장은 이미 상당 수 포화된 것으로 예측.
- 기타 나노바이오 응용기술의 시장규모 추정치는 표 2-9와 같음.

표 2-9. 나노바이오 응용기술의 시장 규모 예측

시장 분류	시장 규모 추정치	출 처
Nanoparticles	2005년까지 \$145 million	Business Communication Co.
Nanostructured materials	2010년까지 \$340 billion	National Nanotechnology Initiative
Pharmaceutical manufacturing	2015년까지 \$180 billion	National Nanotechnology Initiative
Chemical catalysts	2010년까지 \$100 billion	National Nanotechnology Initiative
Semiconductors	2015년까지 \$300 billion	National Nanotechnology Initiative
Aerospace products	2010년까지 \$70 billion	National Nanotechnology Initiative
Energy conservation	2010년까지 \$100 billion 절약	National Nanotechnology Initiative
MEMS	2005년까지 \$68.4 million	Cahners' In-Start Group
X-ray contrast reagents	현재 \$3 billion	C Sixty
Microfluidics	2005년까지 \$220 million	World Markets Research Center
Microfluidics	2005년까지 \$1.4 billion	Credit Suisse First Boston
Total Labchip market	2005년까지 \$1.2 billion	UBS Warburg
Point of care diagnostics	2005년까지 \$1.1 billion	Merrill Lynch
DNA microarrays	2005년까지 \$500 million	World Markets Research Centre

2.1.2 바이오정보 응용기술

(1) 현황

- Human genome project로부터 촉발된 바이오정보학에 대한 초기의 기대와 현황
 - 바이오데이터를 효과적으로 마이닝 함으로써 신약개발기간과 비용을 혁신적으로 단축할 수 있을 것이라는 기대와 예측 (그림 2-1).
 - 바이오정보기술은 이러한 혁명을 주도하는 “key link”로 여겨졌으며 human genome project의 완성이 공포되었던 2000년 2월을 정점으로 해서 1999년과 2001년 사이에 수많은 생물정보기술관련 기업들이 태동

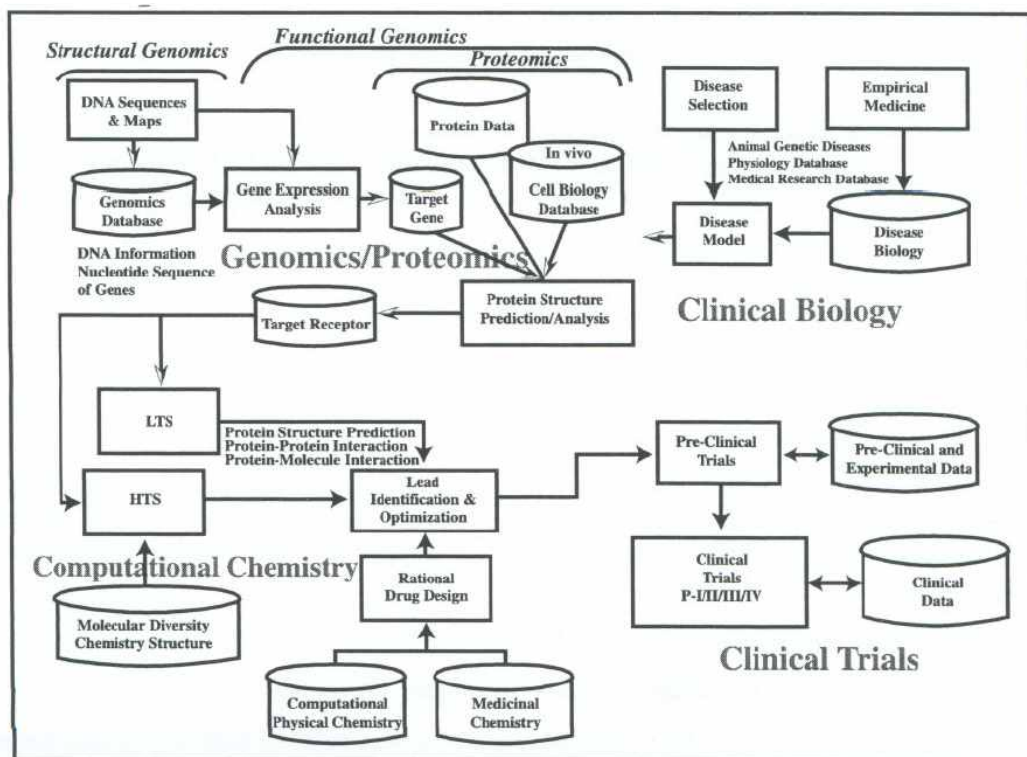


그림 2-1. 신약개발과정에서의 바이오정보학의 역할 (자료원: Augen J. "Evolving role of information technology in the drug discovery process", *Drug Discovery Today*, 7: 315-323, 2002)

- BioCentry report에 따르면 2000년에만 360억 달러 이상이 BT관련 산업에

투자되었음

- Human genome project의 완성이 공포된 2000년도를 정점으로 수많은 관련 기업이 생겨났으나 최근에는 초기의 과대 포장된 기대를 만족시킬만한 성과물의 부재로 인해서 거품이 꺼지는 상황
- 초창기 예전/선전되었던 결과물의 부재로 인해 현재 바이오정보 산업은 어려움을 겪고 있음
- 이 분야를 주도하리라고 예상되었던 소위 application service provider (ASP)를 기반으로 하는 사업모델은 보안이라는 치명적 약점으로 인해 실패로 판명
- 이러한 어려움의 주요 원인은 초창기의 지나친 기대와 과장 때문이며 바이오정보학의 근본적인 문제는 아님
- 또 하나의 근본적인 문제점은 다양한 바이오정보학 관련 기술들을 효과적으로 사용할 수 있는 훈련된 인력의 부재였음

○ 초기의 거품이 꺼지면서 진행되는 최근 상황과 전망

- 유전자예측, 서열분석 등의 유전체학을 기반으로 하던 바이오정보 기술에서 단백질학과 시스템생물학 및 화학정보학 분야로 그 중심이 이동되고 있음 (그림 2-2)
- 바이오정보학의 결과물로 현재 신약개발 분야에는 종전에는 상상할 수도 없었던 많은 수의 신약후보유전자들이 알려짐
- 신약회사들이 다루어야 할 신약선도물질(leads)은 수는 이미 많으며 이러한 후보물질들을 cheminformatics, toxicogenomics 등을 이용하여 신약개발성공확률을 최대화할 최선의 타겟을 개발/선별해내는 lead optimization 분야가 주목받고 있음
- 단백질 구조는 보다 효과적인 신약개발에 필수적이며 단백질의 구조를 예측하는 homology modeling 분야는 구조기반신약설계(structure-based drug design)에 매우 중요한 기술. 이와 관련된 구조단백체학 (structural proteomics)는 또 하나의 각광받는 분야임

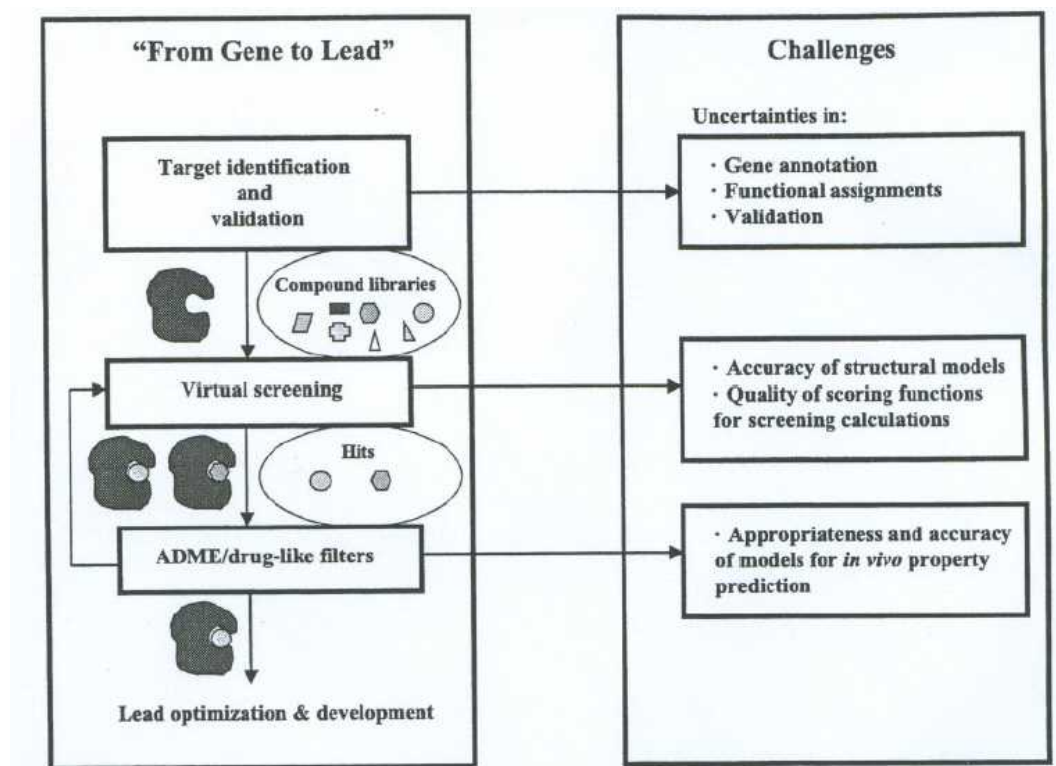


그림 2-2. 현재 신약개발 분야에서 해결되어야 할 문제점 및 해결방안. Bioinformatics와 cheminformatics의 관계와 역할 (자료원: Stahura FL, Bajorath J. "Bio- and chemo- informatics beyond data management: crucial challenges and future opportunities", *Drug Discovery Today*, 7:S41-S44, 2002).

- Human genome project를 주도했던 Celera Genomics 등 유전체학을 기반으로 한 기업들이 점차 단백질체학 (proteomics)과 화학정보학 (cheminformatics)을 기반으로 하는 신약개발기업으로 변화 중
- 추세는 유전체학 관련산업에서 단백질체학 관련 산업으로 이동 중. 이와 더불어 "systems biology"관련 산업이 떠오를 전망
- DNA chip, protein chip, 특히 2D gel 등과 관련된 image analysis와 image data 의 저장 기술과 관련된 산업은 그 중요성에도 불구하고 미미한 실정
- Docking 기술을 기반으로 하는 virtual screening 기술은 기존의 실험실 기반 screening을 획기적으로 보완/개선할 수 있다는 점 때문에 거대 제약 회사의 주목을 받고 있으며 그 중요성은 점점 더 증대되고 있음
- 대사체학(metabolomics)는 최근 주목받고 있는 분야로서 모든 대사체를

- 측정하고 분석함으로써 질병의 상태나 약물의 반응 등을 연구하는 분야
- *In silico* pharmacokinetics screening 분야는 컴퓨터로 신물질의 흡수/전달/대사 및 독성 등을 예측하여 신약개발성공확률을 높이려는 분야로서 그 개발정도가 아직 낮고 그 필요성 및 유용성은 계속 증대될 전망
 - 최근 2-3년간 바이오정보학 관련 소프트웨어와 데이터베이스 산업의 상황은, 소프트웨어나 데이터베이스만을 판매하는 것을 사업모델로 채택하는 것은 상당한 문제점이 있음이 분명해지고 있고, 저비용 데이터 저장의 문제, 데이터의 보안 문제의 중요성은 점점 더 증대되고 있음
 - BIT 관련된 분야의 수요는 꾸준히 늘어날 것으로 예상되며 그 중에서 서비스 분야와 소프트웨어와 관련된 수요가 가장 큰 부분을 차지할 것으로 추정됨(그림 2-3). 바이오정보분야의 서비스를 수행할 인력의 훈련과 교육이 시급히 해결되어야 할 문제이며 중요한 사업모델이 될 수 있음을 예시함

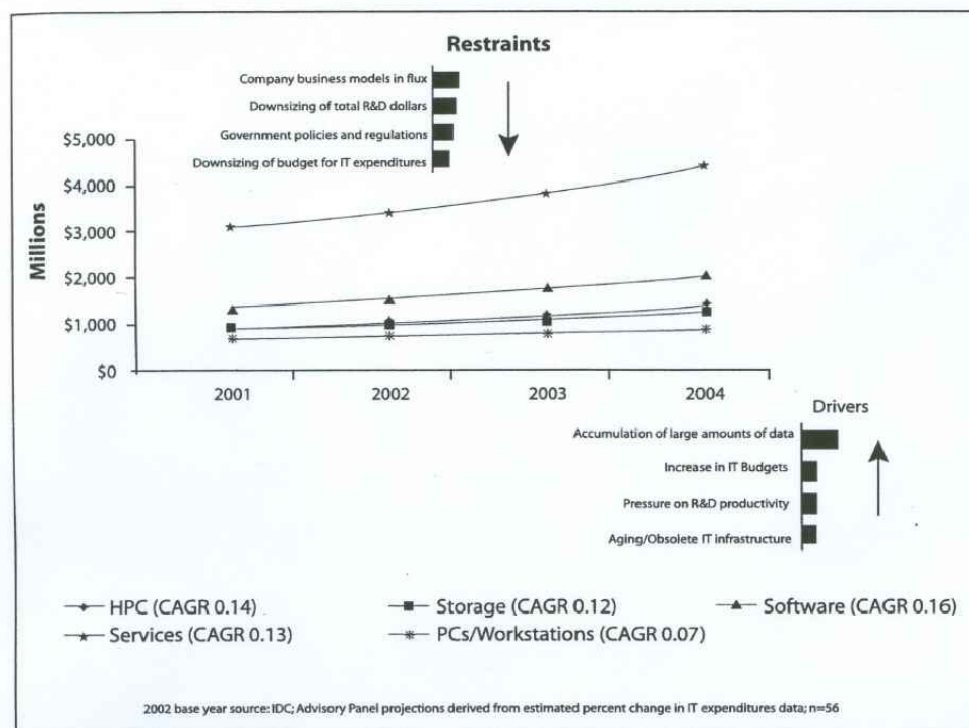


그림 2-3. BT관련 IT 투자액수에 관한 예측.
(자료원: Momentum Market Intelligence Inc.)

- 신약개발과정에서는 다양한 source로부터 생산되는 다양한 종류의 바이오 데이터의 효과적인 이용이 필수적이며 데이터의 양이 계속 기하급수적으

로 증가함에 따라 데이터의 수집, 저장, 관리, integration, mining 등의 문제의 중요성의 계속 증대되고 있음. (그림 2-4)

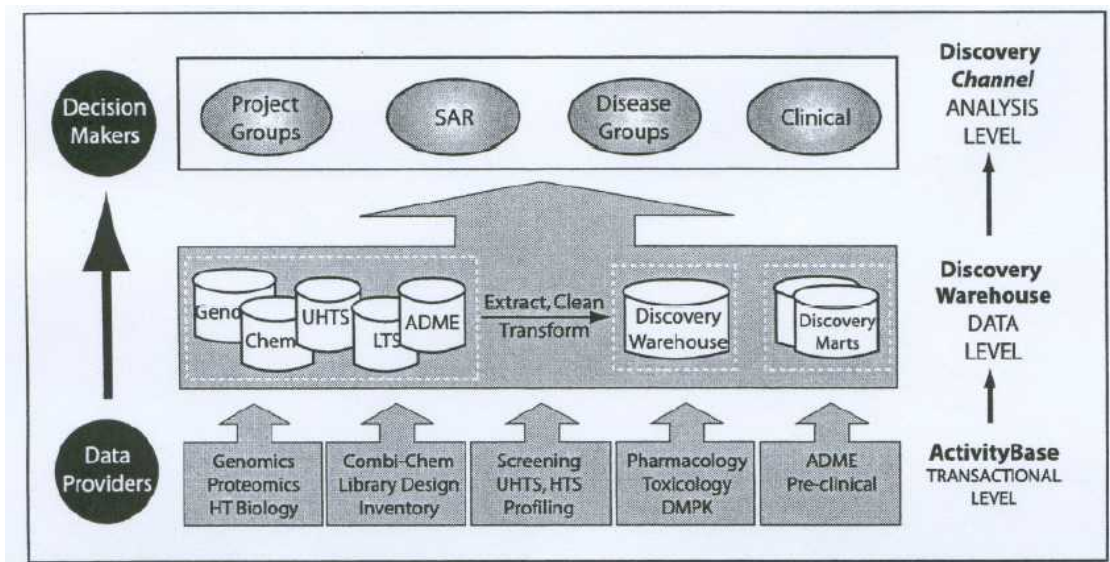


그림 2-4. 신약개발과정에 관련된 다양한 종류의 바이오데이터의 수집과 관리, integration (자료원: IDBS)

(2) 관련 기업들의 동향

- Accelrys, Compugen, Gene Logic, LION bioscience, Tripos 등의 기업들은 target validation을 통한 보다 유용한 후보물질을 개발하여 지적재산권 획득에 그 목표를 두고 있음
- IBM, HP, 컴팩, 오라클 등 전통적인 IT기업들이 대용량의 바이오데이터의 효과적인 저장과 활용 관련 분야의 기술 개발에 참여
- 일본의 히타치, 후지츠, 미쓰이정보개발 등의 기업이 잇달아 지놈 해석장치 개발 및 S/W 비즈니스에 진출. 5년간 3000개의 단백질의 구조를 밝혀려는 프로젝트가 600억엔의 예산으로 진행 중
- Informax, LION Bioscience, NetGenics, Synomics등의 기업들은 신약개발과정의 전반을 겨냥한 소위 "enterprise solution" 혹은 "integrated platform"을 개발하고 있으나 앞으로의 추세는 특정 개발과정을 겨냥한 좀 더 세부/전문적인 "modular system"의 개발 (SciTegic의 Pipeline Pilot, TurboWorx의 TurboBench 등)
- Microarray data의 해석 프로그램은 Spotfire의 Array Explorer, Silicon

Genetics의 GeneSpring, Applied Math의 Gene Maths, GeneData의 Expressionist 등이 있음

- Gene Logic, Incyte Genomics, LifeSpan BioSciences, Pharmagene, Phase-1 Molecular Toxicology 등은 주요 질병관련 조직으로부터 얻어진 gene expression database를 판매하고 있으며 더욱더 다양한 종류의 데이터베이스를 개발/판매
- Finnigan (TurboSEQUENT), Matrix Science (Mascot) 등의 회사로부터 mass spectrometry를 이용한 protein identification software가 있으며 단백질학의 중요성의 증대로 시장규모가 확대될 전망이며, Tripos와 Accelrys 등의 회사에서 구조단백체학 관련 SW개발 판매 중
- Virtual screening 기술과 관련된 회사로는 Tripos와 Accelrys 뿐만 아니라 Boston De Novo Design, Locus Discovery, NeoGenesis Drug Discovery, Tirad Therapeutics, Vertex Pharmaceuticals 등
- *In silico* pharmacokinetics screening 분야는 Camitro 사에 의해 주도됨
- 최근 2-3년간 벌어진 중요한 바이오정보학관련 인수/합병 (표 2-10)에 나타나 있는 바와 같이 genomics, proteomics drug discovery 분야의 시약과 기기와 관련된 바이오정보기술이 하나의 해결책이라 예상

표 2-10. 바이오정보학 관련 인수 합병 현황

Acquirer	Acquiree	날짜	계약
Affymetrix	Neomorphic	10/00	Affymetrix사가 바이오정보학회사인 Neomorphic 을\$70million에 인수
Merck	Rosetta Inpharmatics	5/01	Merck는 gene expression analysis를 전문으로하는 Rosetta Inpharmatic를 \$620million에 인수
Invitrogen	InforMax	10/02	reagent 판매회사인 Invitrogen은 바이오정보회사인 InforMax를 \$47million에 인수
deCODE Genetics	Medichem	2/02	-
Amersham Biosciences	Cimarron	7/02	reagent 판매회사인 Amersham인 LIMS 회사인 Cimarron을 인수

2.1.3 바이오인프라 산업기술

(1) 현황

○ 미국의 바이오기기 산업기술 동향

- 바이오산업분야의 발전에 맞추어 관련 시약 및 장비산업도 빠른 속도로 발전하고 있고 현재까지 가장 큰 실수익을 내고 있는 BT관련분야는 시약 및 장비산업을 중심으로 한 바이오인프라 산업분야인 것으로 알려지고 있음.
- 대용량 정밀분석기기는 BT의 핵심분야인 유전체학, 단백질학, 세포체학, 대사체학 분야 등에서 대량의 생화학정보를 일거에 획득, 분석하기 위한 기술로서 고부가가치 지적소유권을 선점하는데 경쟁의 초점이 맞춰져있으나, 유전체분석기술을 제외하면 효과적인 분석수단의 개발이 미진한 상태임.
- 미국의 Applied Biosystems 사는 다중모세관 초고속 유전자염기서열 분석장비를 개발한 후 이 장비를 인간유전체사업단에 판매하는 대신 장비를 독점적으로 공급받는 Celera Genomics사를 설립하여 인간유전자 정보를 먼저 획득하고, 이를 통해 유전정보 DB의 유료화를 시도한 바 있음. 이 시도는 BT분야에 큰 논란을 불러일으키고 결국 무산되었지만 특정한 연구그룹 또는 회사가 기존의 분석법 보다 훨씬 빠르고 효과적인 신기술을 개발하여 적절히 활용할 경우, 관련분야의 연구개발을 의지대로 주도할 수 있다는 것을 시사함. 따라서 이러한 신개념 분석기술의 개발을 위한 연구개발 투자는 다소의 모험성을 감수하고 관심과 배려를 기울일 필요가 있음.
- Affymetrix사의 대용량 Genechip 기술을 뒷받침 하는 기술은 photolithography에 의한 유전자 탐침 합성장치, DNA 스캐너, hybridization 기기 등 관련 인프라 기술을 결합시킨 데 있음.

○ 일본의 바이오기기 산업기술 동향

- 일본 문부과학성 과학기술정책 연구소가 산관학의 연구자를 대상으로 실시한 설문조사에 의하면 국산 계측, 분석기기가 2분의 1을 차지하는 경우는 전체의 60%를 차지하며, 생명과학 분야는 외국산에 의존하는 경향이 더욱 강해서 일본산이 거의 없다는 회답의 연구자도 16% 있었음. 이에 따라 첨단 바이오기기의 자체기술개발을 통하여 연구 경제성 향상 및 기술개발 촉진효과를 달성하기 위한 노력을 강조하고 있음.
- 계측 및 분석기기 메이커로서 바이오 관련 해석장치를 취급하는 시마즈 제작소는 약품 메이커 등에 대한 연구지원을 내걸고 분석장치의 제공, 계측과 단백질의 해석 서비스, 시약 개발, 판매에 이르기까지 광범위하게 바이오 비즈니스를 확장하고 있음. 특히 영국 자회사인 클레이토스가 개발한 질량분석장치 "AXIMA-CFR"의 독점사용권을 갖고, 포스트 계측의 중심이라 하는 단백질 해석에 도전하고자 함.
- 계측사업에 집중하고 있는 히다치제작소는 DNA 하나의 단편을 5초에 분석하는 고속 일염기다형(SNP) 해석시스템과 유전자해석장치 등 장치개발에 몰두하고 있음. 특히 이 장치에서 대형기업인 미국의 어플라이드 바이오시스템과 공동 개발한 유전자 해석장치 "프리즘 3100"은 시료의 주입에서 결과해석까지 자동화한 분석기기로 최대의 특징은 유전자의 분리매체로서 멀티캐피러리로 불리는 유리세관을 16개로 묶은 점에 있음.
- 일본전자는 바이오·환경·의료의 한 부문으로서 계측사업을 전개하고 있음. 유기물 분석기기와 질량분석계, 투과형 전자현미경 등의 사업규모는 현재 약 100억 엔임. 이것을 3년 후에는 2배인 200억 엔 이상으로 끌어올려 주력사업으로 한다는 계획임.

○ 바이오기기 및 관련 소모품의 일반적 분류 및 특징은 표 2-11과 같음.

표 2-11. 바이오기기 및 소모품의 일반적 분류

범위	종 류	제품 및 내용
생물 공정 기기	세포조작	- 원심분리기, 세포파쇄기 - 동결건조기, 세포냉동보관장치 등
	서열분석 및 합성	- 단백질 서열 분석기, 단백질 합성기 - 핵산 서열 분석기, 핵산 합성기 - DNA Chip reader, Microarrayer - MALDI-TOF, ESI QTOF, 2DE 등
	세포배양	- 미생물 발효기 - 동물 및 식물세포배양기 - CO₂ 배양기, On-line monitoring system, 전도현미경 등
	분리정제	- HPLC, LC, GC 시스템 - EBA, SMB, Recycle 크로마토그래피 - 전기영동장치, 모세관 전기영동 - 필터 및 여과막 장치, 소모품 등
	연구기기 및 소모품	- 연구용 DNA 증폭기 - 실험실 1회 용품, 제한효소, 생물분리용 수지 등
생체 모방 기기	인공장기 및 조직공학	- 인공피부, 혈관, 심장, 판막, 각막, 폐, 신장, 간, 혈액 - 혼합 하이브리드형 인공장기, 투석기 - 조직배양용 배양기, 인공장기 제조용 기기, <i>In vitro</i> 검사 용 kit 등
	생체재료	- 생체적합성 재료 - 약물전달체, 조직재료 등
	신경보철	- 의족, 의수, 척추고정용 보철 - 인공 뼈, 고관절, 치아 등
Bio- MEMS 제작용 기기	Chip 제작	- Mask plotter, Spin coater, UV aligner, Surface profiler - Plasma etcher, Tesla coil, Laser source - Anti-vibration stage, Detector, Data acquisition 기기 등
의료 기기	의학진단	- 유전자 발현 모니터링 - 유전병 진단, 기타 응용분야
	약물전달 시스템	- 기존 약물투여수단 - 신규 약물투여수단
	생체적합 의료기기	- 생체침해를 최소화하는 수술 - NMR, CT, 초음파기기 등

출처) : 한국생물산업협회 정리자료(2002년)

○ 고속탐색기술 연구개발 동향

- 고속탐색기술은 신의약발굴기술의 핵심 요소기술로 등장하였음. 오늘날 대형 제약기업은 100,000-300,00 종의 라이브러리로부터 100-300개의 "hit"를 탐색하고 있음. 만여 개의 시료를 분석하는 데 일년씩 걸리던 것이 초고속 탐색기술의 도입에 따라 하루 안에 100,000개의 시료를 분석하는 것도 가능해짐.
- Microplate 기반 고속탐색기술은 최근 수년간 96-well에서 384-well로 중심이 이동하고 있으며 1536-well 등 더욱 고집적 장치의 적용폭도 급속하게 확대되고 있음.
- 고속탐색핵심기술(complete systems, modules, workstations) 보유 업체의 현황 및 기술적 특징은 표 2-12, 13, 14과 같음.

표 2-12. HTS (high-throughput screening) 시스템

회 사	제 품	비 고
Aurora Biosciences	UHTSS™	Complete 3456-well ultra-high-throughput system complete by 1/2000. AMCS compound store in development
Evotec	EVOscreen™ Evotec Mark II Screening System	Using fluorescence correlation spectroscopy with confocal optics, an integrated system is being used by Novartis and Pfizer
The Automation Partnership (TAP)	Microplate Processing System	Conveyor-based system, built by Oyster Bay Pump Works, 96-well system does 140 plate, 10K compound ELISA screen in 200 minutes
Tecan	Genesis™ Mol Bank™	Robotic sample processor and compound store interact with a choice of readers
Tomtec	Quadra 9600™	96-well integrated systems with robotics for binding assays, enzyme immunoassays, and cell-based assays
Zeiss	UHTS System™	Modular components linked with bi-directional conveyor belts; reader with 96 channels; reagents added simultaneously in layers
Zymark	Allegro™ UHTS System	Robotics-linked modular workstations can screen 100K plates per day; includes carousels, washers, liquid handlers, and readers

표 2-13. HTS (high-throughput screening) 시스템 모듈

회 사	제 품	비 고
Beckman Coulter	Biomek® 2000 Multimek™ 96 Pipetter and Stacker Carousel	The Biomek serves for pipetting, dispensing, and diluting operations; the Multimek pipetter is a 96-channel pipetting device
Hamilton Instruments	Microlab® 400 Workstation	Microfluidic probe tips can deliver submicroliter volumes plates with up 1536 wells; automates all reagent and sample handling steps
Jenoptik	JOBI-Well™ 384/1536	Automated pipettor with 384 channels for delivering up to 10 microliters; can fill a 1536-well plate in 30 seconds
Labsystems	Assist™ Microplate Handler	Moves one of up to 80 stored plates from an input rack to the plate carrier of an instrument
Packard Instruments	MiniTrak™ Microplate Processing System	A four-module conveyor system with two microplate stackers and a 96-channel pipettor
Robbins Scientific	Hydra® 384 Microdispenser	Uses 384 100-microliter syringes to match the format of 384-well plates with microstepping stage for pipetting to 1536-well plates

표 2-14. HTS (high-throughput screening)용 분석 워크스테이션

회 사	제 품	비 고
ACLARA BioSciences	nMAS™ System	Permits sub-microliter assays using multi-channel LabCards; instrument from PE Biosystems
Aurora BioSciences	VIPR™ ion channel reader	Uses voltage-sensing probes and a reader that permits detection of ratiometric optical signals from living cells in microplates
Biometric Imaging	FMAT™ microvolume fluorimetry reader	Scans microvolumes in microplates for fluorescence; cells may be classified for size, shape, signal intensity, and wavelength
Caliper Technologies	Caliper 110 Sipper System	Capillary-fed microfluidic chip reads assays sequentially; supports fluorogenic and fluorimetric assays
Cellomics	ArrayScan™ Analyzer	Table-top instrument capable of sub-cellular resolution of fluorescence signal in 96-well plates
IGEN	M-Series™ High Throughput Screening System	Electrochemiluminescence reader for ORIGIN technology; compatible with 96 and 384 well plates
Molecular Devices	CLIPR™	Modular or workstation instrument for cellular analysis using up to 1536 well plates, with CCD camera, optional stacker and software
Packard Instruments	ALPHAScreen™ Platform	1536-well ultra-high throughput screening system based on homogeneous chemiluminescent technology incorporating liquid handling and robotics
PerkinElmer	Victor-2 Microplate Reader	Combines absorbance, fluorescence, luminescence, and time-resolved fluorescence detection, with microplates up to 864 wells

- 소모품: 고속탐색기술에서 가장 중요한 소모품인 microplate 기술의 이행 (96, 384, 1536-well)
- 고속탐색 데이터 분석: 고속탐색기기로부터 얻어지는 정보를 모으고 분석하기 위한 생물정보학은 신약탐색기술의 주요요소의 하나임. 이미지 분석 및 데이터 세트간의 비교분석 소프트웨어로는 다양한 것들이 시판되고 있음. CCD카메라를 이용한 이미지분석에 따른 지체해소

표 2-15. HTS 용 이미징 시스템

회사	제 품	비 고
Acumen (Currently part of TTP)	Explorer	Fully programmable, Laser-based scanner measuring 3 wave lengths, capable of calculating 17 parameters using 96, 382 or 1536 MTPs. Scanning area is 18mm x 18mm, read at 2 m/s
AP Biotech	Leakseeker™ Imager	Reads a 384-well plate for radioisotope in 10 minutes; fluorescence imaging requires proprietary cyanine dyes for enhanced brightness and minimal autofluorescence
Imaging Research	Tundra™ Imager	CCD-based system with 1024x1024 pixel resolution; 64,536 gray level dynamic range
Molecular Devices	Telecentric Lens Imaging Luminometer	Cooled CCD system for radioisotope and luminescence assays; optional robotic plate handling capacity
PerkinElmer Corp.	ViewLux™ Imager	Reads 1536-well plates in as little as 20 seconds for multiple non-isotopic technologies; reading rates up to 250,000 wells per hours are claimed
Tropix	NorthStar™ Workstation	Designed to work with the company's luminescence reagents and accommodates 96, 384, and 1526-well plates.

- 고속탐색을 위한 시약산업: 형광표지물질 등 고속탐색에 필요한 enzyme, cell-based system, reporter gene, ion channel, ligand-receptor 를 공급함

표 2-16. 분석키트 회사 및 관련 시약

회사	Enzyme	Cell-based	Reporter Gene	Ion channel	Ligand-receptor
AP Biotech	Yes				Yes
Aurora		Yes	Yes	Yes	
Cellomics		Yes			
DiscoverRx	Yes				Yes
Molecular Devices	Yes			Yes	Yes
Packard Instruments		Yes			Yes
PanVera (Now part of Aurora)	Yes				Yes
PerkinElmer					Yes
Promega			Yes		
Tropix (Part of Applied Biosystems)			Yes		Yes

- 초고속탐색기술 및 데이터 분석서비스: 초고속 탐색기술의 발전에 따라 적용영역 분석대상이 급속히 증가하고 있음. 최근에는 고속 분석기술을 개발하거나 탐색을 대행해 주는 기업도 생겨나고 있음. 이 밖에도 data analysis, data integration 등 bioinformatics 서비스를 대행하는 사업도 활발하게 진행 중에 있음.

표 2-17. HTS (high-throughput screening) 서비스를 대행하는 회사

회사	Assay 개발	스크리닝
3 Dimensional Pharmaceutical		Yes
Alanex		Yes
AP Biotech (Tropix)	Yes	Yes
ArQule		Yes
Aurora BioScience	Yes	Yes
Cerep	Yes	Yes
Cetek		Yes
Discovery Technologies Ltd.	Yes	Yes
Evotec		Yes
Karo Bio USA	Yes	Yes
Maxxam BioDiscoveries	Yes	Yes
MDS Pharma Services (formerly Panlabs)	Yes	Yes
Packard Instrument	Yes	
PanVera (now part of Aurora)	Yes	
Pharmacopeia		Yes
Southern Research Institute (Serquest)	Yes	Yes
Tropix	Yes	Yes

2.2 국내 기술동향

2.2.1 대학

○ 나노바이오 응용기술 분야

- 나노 바이오센서에 대한 연구가 KAIST, 서울대, 포항공대 등에서 진행되고 있음. Quantum dot, gold nanoparticle, nanofluidics, CNT (carbon nanotube) 등을 이용한 다양한 연구시도가 이루어지고 있음.
- 국내에서 미세 바이오센서와 바이오유체제어 기술이 접목된 point-of-care BioMEMS 소자 기술 개발에 대한 관심은 최근 급속히 확산되고 있음.

○ 바이오정보 응용기술 분야

- KAIST의 바이오시스템학과와 숭실대의 바이오정보학과 등의 바이오정보학 인력을 배출할 신설학과의 설립 등 바이오정보학 기반 확충 단계.
- 국책생물정보학연구개발사업을 통해 상용의 바이오정보학 프로그램 개발, 농림부가 주관하는 바이오 그린 21사업과 IMT2000 사업 등에서 연구가 진행되고 있음.

○ 바이오인프라 산업기술 분야

- 한양대 마이크로바이오칩센터는 경기도테크노파크에 280평 규모의 바이오칩 제조용 클린룸을 포함해 74평 규모의 바이오 파운드리를 구축하고 바이오칩 생산을 원하는 기업체에 설계와 시험생산, 성능평가 등의 파일럿 프로젝트 지원 서비스를 시작함. 이 센터는 특히 이 시설을 미래형 바이오칩의 시제품 생산은 물론 관련 데이터베이스를 구축해 종합지원시스템으로 육성한다는 계획.

- 서울대와 부산대, 전남대는 내년부터 2009년까지 총 750억원을 들여 BIT 산업화지원센터를 구축함. 이 센터에는 바이오칩 양산용 파운드리가 구축되는 것은 물론 바이오칩의 임상 및 응용 테스트 기반시설, 응용 시스템 연구시설이 공동으로 설립됨

2.2.2 연구소

○ 나노바이오 응용기술 분야

- KIST, 표준과학연구원 등에서 나노바이오 측정 제어기술에 관한 연구가 최근 시작되었음.
- 한국기계연구원에서는 21세기 프런티어사업인 나노메카트로닉스 사업의 하나로 나노바이오인터페이스 기술 및 의료용 나노스케일의 혈액분석시스템 개발 과제가 진행 중임.
- 기초연, 전자부품연구소 등 AFM을 이용한 bio-detection 관련 연구
- 생명공학연구원에서는 SPR imaging용 바이오칩을 연구
- KIST 등 piezoelectric biosensor 개발연구

○ 바이오정보 응용기술 분야

- 생명공학연구원 산하 국가유전체정보센터와 KISTI 산하 바이오정보학연구센터, ETRI 등을 비롯한 정부출연연구소에서 기술개발이 이루어지고 있음.
- 인간유전체 사업단의 위염 유발 미생물인 *Helicobacter pylori*의 sequencing project를 포함한 수십 종의 유전체 염기서열분석 프로젝트가 진행 중임.

- 과학기술부 산하 국가유전체정보센터(NGIC)이 2000년 10월에 생명공학연구원 내에 설치되어 바이오정보학 관련 인프라를 구축하고 있음
- 21세기 프론티어사업, 시스템생물학, 바이오챌린저 사업 등에서 직간접으로 생물정보학연구를 수행 중
- 보건복지부는 2001년 10월에 복지부 내에 장관직속으로 중앙유전체연구소를 설립하고 의료정보 전산화 사업을 수행
- 농림부는 농업진흥청 산하 농업생명공학연구원에서 생물정보학을 주도

○ 바이오인프라 산업기술 분야

- 바이오인프라의 사용자인 한국생명공학연구원은 하드웨어 부품 기술기반을 구축하고 있는 전자부품연구원과 협력연구 체계 구축.
- 한국생명공학연구원은 바이오테크놀로지 센터를 설치하고 첨단 바이오기술로 부터 대량발굴되는 생물정보를 나노기술과 접목하여 연관 산업분야에 이용하기 위한 인프라 확충에 적극 지원하고 있음
- 한국표준연구원은 나노-바이오 측정제어기술 개발을 통하여 연구원 내에 이미 축적된 나노기술을 적극적으로 활용하여 바이오측정 및 제어 상의 기술혁신을 이룩하여 국내 바이오연구개발 경쟁력을 세계 최고수준으로 끌어 올리고자 함.

2.2.3 산업계

○ 나노바이오 응용기술 분야

- 디지털 바이오테크놀로지사 등 소수의 생물공학 벤처기업이 미세유체를

제어할 수 있는 미세유체제어 소자를 연구 개발 중이며, 대기업으로는 삼성종합기술원 등이 중심이 되어 LOC (lab-on-a-chip) 형태의 바이오칩을 개발 중에 있음.

- 대부분의 바이오벤처회사는 콘텐츠를 중심으로한 DNA칩 개발이 주류를 이루고 있음.
- 주로 질병 진단용이나 알러지 진단용 단백질칩의 개발에 많은 연구가 진행되고 있음.
- SPR(surface plasmon resonance)과 같은 광학적인 방법으로 단백질의 상호작용을 분석할 수 있는 장치의 개발이 진행되고 있음.
- 단백질간의 상호작용을 고감도로 분석할 수 있는 기술, 단백질의 나노 패터닝 (nano-patterning) 및 나노어레이 (nanoarray) 등 나노 바이오센서 및 칩 개발 기술에 대한 연구는 최근 선진국에 비해 거의 전무한 상태임.
- 최근 국내의 몇몇 기업에서 아직 태동 단계에 있는 나노 바이오센서/ 칩의 개발에 많은 관심을 갖고 연구 투자를 계획 중에 있으므로 관련 산업분야의 활성화가 기대됨.

○ 바이오정보 응용기술 분야

- 삼성종합기술원 등의 예외를 제외하고는 국내 바이오정보기술관련 산업은 이즈텍, 바이오인포매틱스, 스몰소프트, 아이디알, 엔솔테크, 마크로젠 등 신생벤처회사가 주도하고 있음
- 마크로젠과 같은 바이오테크 회사 및 엔솔테크, 스몰소프트 등 소수의 바이오인포매틱스 벤처 (10여개 정도)를 중심으로 일부 분야에서 분석 솔루션들이 개발되고 있으나 바이오인포매틱스 원천 기반 기술에 대한 개발은 부족한 실정임
- 이즈텍 사의 Catmid, ArrayDB 등의 SW

- 바이오인포메틱스 사의 BASE series와 단백질체학 관련 SW
- 엔솔테크 사의 EST분석, blast cluster 용 솔루션 SW
- 마땅한 사업모델의 부재와 국내신약개발산업의 미비로 어려움에 직면하고 있음

○ 바이오인프라 산업기술 분야

- 국내 바이오기기 산업은 생물공정에 사용되는 각종 세포배양, 분리정제, 세포조작 관련 제품의 상당부분에서 국산화를 달성하였으나, 해외 유수의 기기업체에 비해서는 기술적인 열세를 벗어나지 못함. 특히 고가의 정밀 분석기기에 대해서는 국내시장에서도 경쟁하기 어려운 상황임.
- 최근 벤처기업에서 독자적인 기술력을 갖추어 고가의 분석기기 시장으로의 진입하기 위한 노력이 계속되고 있으며, 점차 국내에서 소비되는 바이오 R&D 관련 장비 및 기기의 수입대체 효과가 기대되고 있음.
- 바이오니아, 프로테오젠, 마크로젠 등 바이오벤처기업들은 적극적인 기술 개발을 통해 선진국의 제품들과 경쟁을 시도하고 있음. 이 중 프로테오젠은 단백질칩 어레이어 장비를 개발한 바 있고, 대전소재 대표적 바이오벤처기업인 바이오니아는 다양한 BT 시약 및 장비를 폭 넓게 개발, 판매하고 있음.
- 전통적인 생물학 실험장비인 인큐베이터, 원심분리기를 생산하던 기업(비전과학, 고려기기, 한일원심기, 제이오텍 등)들은 더 높은 부가가치를 위해 다양한 정밀 측정분석 장비의 개발에 큰 관심을 기울이고 있음.
- 이외에도 BT의 지식과 기술을 의료진단 또는 환경분야에 적용하려는 벤처형 기업들이 태동하고 있는데 마이진, 케어젠, 바이오메드랩 등이 대표적인 진단용 유전자칩 회사들이고 마이크로아이드는 미생물의 동정을 전문으로 하는 벤처회사임.

- 이들 기업들은 많은 기술개발 노력의 결과 선진국의 제품과 경쟁할 수 있는 수준의 제품을 개발하고 있음에도 불구하고 일부회사들은 상대적으로 낮은 브랜드이미지를 극복하고 시장을 개척하는데 큰 어려움을 겪고 있음.
- 바이오 산업의 기초재료가 되는 정밀화학 제품 시장도 일부 의약품원료물질을 제외하고는 거의 전량 수입에 의존하고 있음. 이로 인하여 막대한 연구개발 재원의 해외유출이 일어나고 있는데 이는 우리나라의 대외무역 역조에 상당한 기여를 하고 있음.
- 벤처기업들이 굳건히 자리잡고 계속 발전해나가기 위해서는 제한된 내수 시장의 점유에 만족하지 말고 전세계 시장으로 진출해야 함. 이를 위해 중소기업에서 직접 개발이 어려운 고도의 기술력을 확보하고 제공할 수 있는 지원시스템이 요청됨.
- 디지털바이오테크놀로지는 최근 SKC와 공동으로 SKC 천안공장에 연간 1300만개 랩온어칩(lab-on-a-chip)을 제작할 수 있는 파운드리 구축을 완료함. 이 시설은 랩온어칩의 대량 생산이 가능한 국내 최대 규모 파운드리로 폴리스타일렌(PS)과 폴리메틸마타아릴레이트(PMMA) 등을 성형 공정할 수 있는 기술을 확립하였음.

2.3 대전지역의 현황 분석

2.3.1 대전지역 산업의 현황 및 지역특화 전략

(1) 대전지역 산업 현황 및 연구역량

- 우리나라 차세대 성장동력 산업의 중추도시로서 대덕 연구단지의 다양한 첨단 R&D 기능을 극대화하여 지식기반의 동북아 hub 도시로서 발전
- 기술력 집약과 벤처집적시설 확보, 지원 인프라 확보가 용이한 대덕밸리를 기반

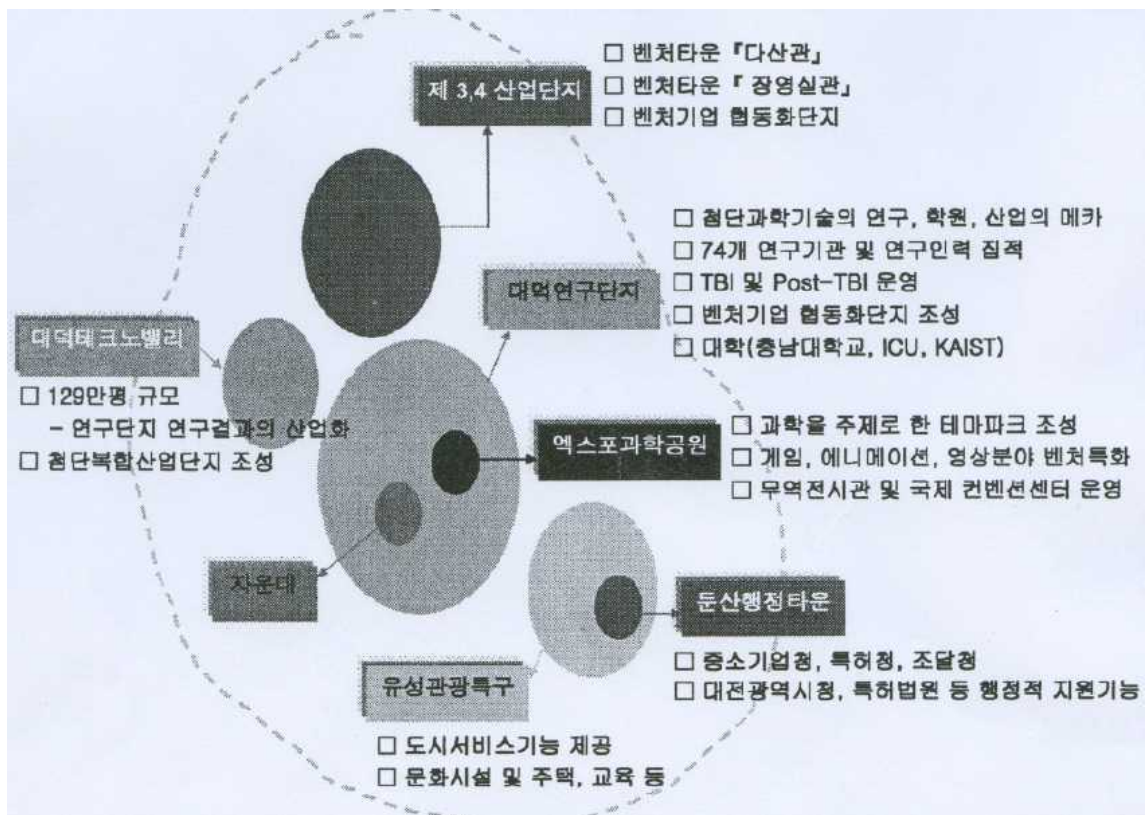


그림 2-5. 대덕밸리의 범위

- 연구단지 입주기관은 정부출연연구기관 (17개/ 6,314명), 기업부설연구기관 (29개/3,778명), 고등교육기관(4개/2,401명), 정부투자연구기관(8개/2,311명), 공동기관(16개/510명), 벤처기업(130개/2,212명)으로 전국 공동연구기관 연구인력 중 37.5%를 보유.

표 2-18. 대덕연구단지 내 입주기관 인원현황 (2002년 12월기준)

구분 (단위:명)	연구직				연구보조 요원	관리 요원	계
	박사	석사	학사 이하	소계			
정부출연 기관	2,426	2,134	329	4,889	617	967	6,473
민간연구 기관	453	1,489	421	2,363	405	529	3,297
고등교육 기관	1,170	102	0	1,272	252	795	2,319
정부투자 기관	273	832	364	1,469	42	941	2,452
공공기관	25	77	15	117	9	333	459
벤처기업	108	282	214	604	113	182	899
계	4,455	4,916	1,343	10,714	1,438	3,747	15,899

- 대전 전략산업기획단에서 분석한 대전지역의 기술혁신 역량에 관한 지표를 종합적으로 분석한 대전의 기술혁신 잠재력 지수 및 순위는 표 2-19에 서와 같이 전국평균 4.75를 훨씬 상회한 19.44로 전국 1위를 차지하고 있음.

표 2-19. 대전광역시 기술혁신 잠재력 지수

구분	연구개발 인력		연구개발 투자		연구개발 기관		지적재산권		기술혁신 잠재력 지수	기술혁신 잠재력 순위
	집중도	순위	집중도	순위	집중도	순위	집중도	순위		
전국	1.17		3.01		0.24		0.33		4.75	
서울	1.59	2	4.33	3	0.38	2	0.67	1	6.96	3
부산	0.63	13	0.67	12	0.10	12	0.09	11	1.49	14
대구	0.59	14	1.31	7	0.11	11	0.12	8	2.13	10
인천	0.73	11	1.97	4	0.24	4	0.22	5	2.42	7
대전	4.08	1	14.40	1	0.44	1	0.52	2	19.44	1
울산	1.02	4	0.74	11	0.17	8	0.08	12	2.01	11
경기	1.50	3	5.49	2	0.34	3	0.48	3	7.82	2
강원	0.93	7	0.61	13	0.07	14	0.07	14	1.68	12
충북	1.02	5	1.00	10	0.22	5	0.12	8	2.35	8
충남	0.98	6	1.19	9	0.21	6	0.15	6	2.52	6
전북	0.76	10	0.57	14	0.09	13	0.08	12	1.50	13
전남	0.39	16	0.38	16	0.07	15	0.05	15	0.89	16
경북	0.71	12	1.73	5	0.14	9	0.32	4	2.89	5
경남	0.79	8	1.25	8	0.18	7	0.10	10	2.31	9
제주	0.43	15	0.53	15	0.06	16	0.04	16	1.05	15

주) 투자집중도: 연구개발비/지역총생산*100

연구기관 집중도: 연구기관수/전사업체수*100

연구인력 집중도: 연구인력수/경제활동인구*100

지적재산권 집중도: 특허출원수/경제활동인구*100

자료) 2002 과학기술통계조사보고서, 지적재산통계연보, 통계청

- 대전 지역은 바이오산업과 관련한 정부출연연구기관 (생명공학연구원, 한국화학연구원, 한국에너지연구원 등), 지역기술 혁신센터(생물의약지역기술혁신센터), 지역협력연구센터 (바이오의약 연구센터), 대덕연구단지를 중심으로 연구원 중심 벤처창업(약 90여개: 전국의 20%)이 활발하며 경쟁력 강화에 필요한 집적지가 이미 형성되어 있음.

- 생명공학연구원 바이오벤처지원센터(BVC)에 30여개 기업 입주
- 대덕바이오커뮤니티(DBC) 13개 업체 입주
- KAIST 신기술창업단 등 보육시설에 40여개 벤처 소재

- 바이오벤처 창업 및 기업 집적화를 유도하여 기초연구와 산업화가 선순환 되는 전국적 바이오산업 거점으로서의 '바이오메카'를 추구하기 유리한 인

프자가 구축되어 있으나, 지역내 연계 네트워크가 부족하고, 산업과의 연계가 필요함.

- 대전지역은 정보통신기술의 메카로서 벤처기업 창업이 가장 활발한 지역임.
- 미래의 과학기술과 산업화를 선도할 나노기술에 대한 연구와 인력배양을 목표로 설립되고 있는 KAIST 국가나노종합 Fab 센터의 연구성과를 산업화하기 유리한 여건을 보유.

(2) 대전지역 지역 특화 전략

- 바이오산업 경쟁력 강화 및 발전을 위한 연계체계를 구축하고, 조기 산업화 지원을 위한 인프라 및 글로벌 네트워크를 구축 함
- 바이오 클러스터 조성: 전국 3개 권역에 총 16개 바이오 집적지 조성 (그림 2-6)
 - 생명공학연구원 내 바이오벤처지원센터(BVC)와 지역진흥사업을 연계하여 권역별·지역별 다양한 바이오 발전거점을 마련하되 거점별로 특화 함.
 - 정부 지원자금을 바이오 클러스터에 집중하는 한편, 지자체의 R&D 자금 지원도 적극 유도하여 '02~'06년간 총 4,044억원(국비 2,737, 지방비 1,042, 민자 265) 투입

표 2-20. 전국 16개 바이오 집적지

권역	지역 및 특화분야
대전·충청권(5)	대전(의약), 오송(보건의료), 제천(한방), 영동(기능성식품), 논산(축산)
전라·제주권(4)	전주(천연물신소재), 나주(식품), 화순(농업), 제주(식물,해양)
강원·경상권(7)	춘천(환경·공정), 강릉(수산), 울진(에너지), 안동(건강산업), 상주(기능성물질), 진주(화학), 부산(해양생물)

- R&D 거점형 외국 BT기업 집적지 조성: 2004년까지 대덕밸리의 「바이오 벤처 타운」을 설립. 외국 BT기업 유치 성과에 따라 외국인 투자지역으로 지정 추진
- 중장기적으로 「대덕테크노밸리」에 생산중심의 소규모 BT 외국인 전용단지 조성 동시 추진

(3) 대전바이오벤처타운 건립현황

- 신규창업 및 중견 바이오벤처기업의 연구개발 및 사업화 지원을 통한 바이오산업육성 및 지역경제 활성화, 차세대성장동력 산업화
- 바이오벤처기업 육성을 통한 지역경제 활성화
 - 바이오벤처기업 발전단계별 육성전략 수립
 - 육성전략에 따른 인프라구축
- 바이오벤처기업지원을 위한 하드웨어 인프라구축
 - 바이오벤처기업 전용 입주공간 건립
 - 활용도 및 공용성 높은 연구개발 및 생산장비 구축
 - 바이오관련 연구성과물의 산업화 지원
- 바이오벤처기업지원을 위한 소프트웨어 인프라구축
 - 창업, 연구개발, 생산, 인력양성, 마케팅, 벤처경영 등 지원체계
 - 바이오벤처기업의 네트워킹 시스템 구축
 - 바이오벤처기업 육성의 구심점 역할
- 사업개요
 - 위 치 : 대전시 유성구 전민동 461-8, 461-58
 - 사업기간 : 2001~2007
 - 소요사업비 : 555억원(건축 129, 장비 231, 기타 195)
 - 조성부지 : 대지면적 3,500평, 건축면적 682평, 건축연면적 2,797평
 - 건축개요 : 지하1층, 지상5층, Pilot Plant동(지상2층)
 - 공동장비 : NMR, HTS 등 100여종 140 set,
1차 23종 24 set의 장비구매 계약 완료
 - 주요시설 : KGMP(생물의약품 및 진단시약, 완제포장), 공동실험실, 업체입주공간(47평 18실, 23평 6실, 전용면적)

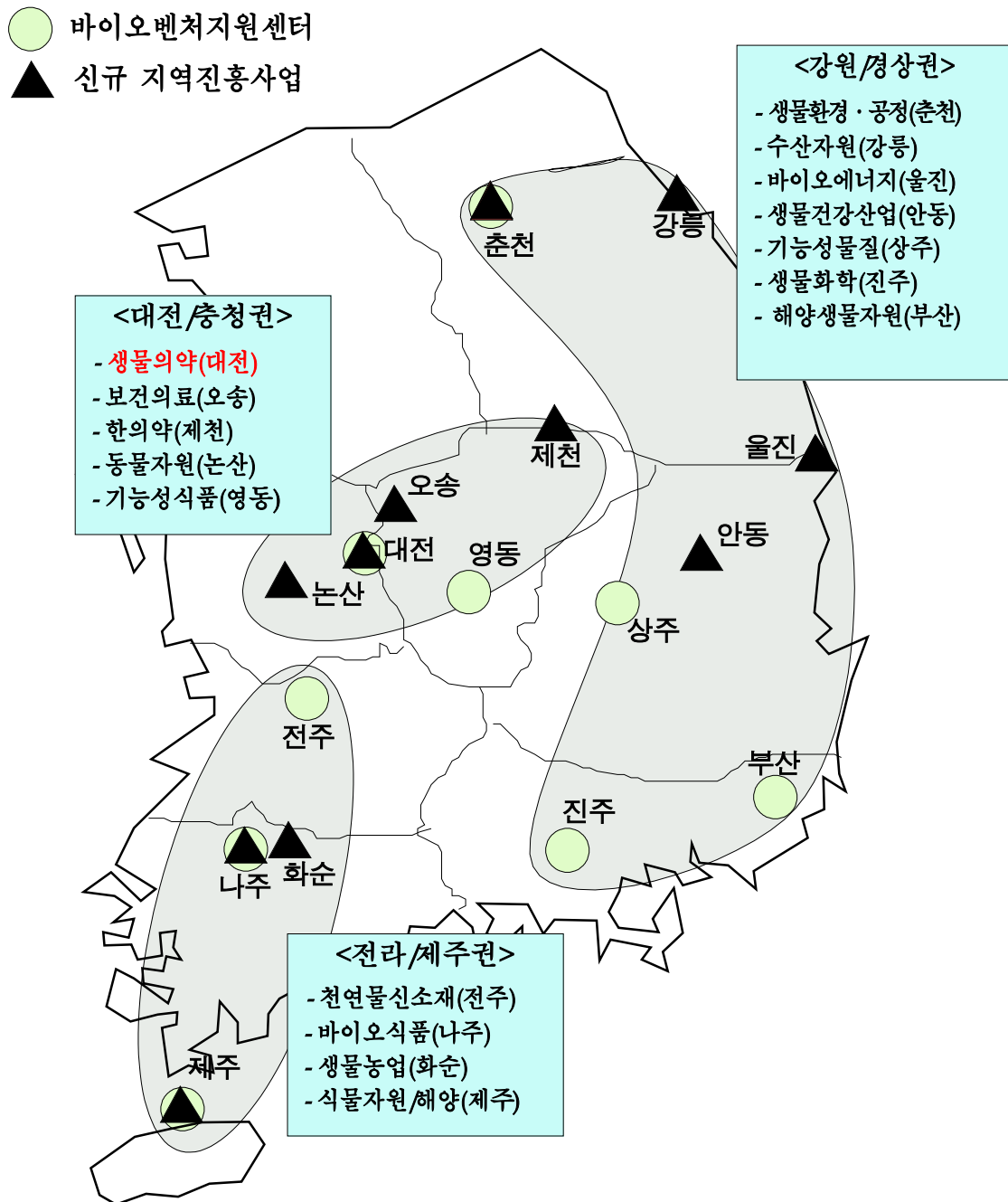


그림 2-6. 3개 권역, 총 16개 집적지로 지정된 바이오 클러스터 현황
(산업자원부 2002.6)

2.3.2 대전지역 정부출연연구소의 연구동향

(1) 한국생명공학연구원 (KRIBB)

○비전

- 포스트게놈 연구 분야의 선택과 집중화를 통한 국가 최고 수준의 우수 연구기관으로 위상 제고

○역할

- 생명공학 첨단연구 및 기반기술 개발 보급: 유전체/단백질체, 첨단생물소재, 융합생명공학 분야
- 산·학·연·관에 대한 공공 인프라 지원 서비스: 공공인프라, 산학연 협력거점, 국가정책 think tank
- 생명공학 산업화 지원: 바이오벤처 창출지원, 첨단 전문인력

○KRIBB의 주요 연구분야 및 핵심역량 분석



그림 2-7. 한국생명공학연구원의 4대 중점 연구분야 현황 (2003. 5)

(2) 한국전자통신연구원 (ETRI)

○비전

- 우리나라 지식정보사회의 핵심산업으로서 국가경제성장의 인프라이며 원

동력을 제공해주고 있는 “정보통신산업”을 선도하는 정부출연연구기관으로서 정보통신기술 개발정책을 선도

○ 역할

- 정보통신기술은 “고속화, 유무선 통합화, 이동화, 대용량화, 지능화, 인간화”로 발전되고 있는 추세이며, 전광통신망과 4세대 이동통신 통합기술, 지능형 융합, 복합단말기 기술, IT-BT 융합기술, 능동지능형 정보보호시스템 기술, nano기술 등의 발전을 전망하고 있음.
- ETRI는 수요변화에 부응하는 미래신기술 개발을 위해 원천기술, 신산업 창출의 전략기술, 특히 IT·BT·NT 융합기술 개발을 중점 추진할 계획으로 있음.

○ ETRI의 주요 연구방향

- 국가 경제적 파급효과가 큰 핵심전략기술 개발 강화
- IT·BT·NT 융합기술 개발 강화: IT를 기반으로 하는 인체정보처리 및 nano 기술 적극적 개발 추진
- 원천기초기술 연구 강화: 테라비트 광통신 등 전략분야 원천기술의 조기개발 및 지속적 수행. 창의적, 모험적 연구분야 확대 추진

○ ETRI 핵심역량의 분석

- 우리나라 IT 벤처기업의 산실 기능을 수행하고 있는 세계적수준의 IT 전문 연구기관으로 다양한 연구개발 전문인력 및 최첨단 R&D 관련 연구시설과 장비를 보유하고 있음.
- IT주도의 BT·NT 융합기술 개발 추진 중: ETRI가 보유하고 있는 정보처리 기술, 반도체기술, 광학기술이 BT와 융합하여 신약개발, 의료진단 등의 반도체산업을 증가하는 고부가가치 산업을 창출하기 위한 연구 추진

(3) 한국기계연구원 (KIMM)

○ 비전

- 기계 (대전), 재료(창원) 등의 전문화 분야와 신기술 (IT, BT, ET, NT)를 접목한 기술개발을 통해 신 산업분야의 생산장비, 재료, 부품 기술 확보

○역할

- 국가과학기술 전략에 대응하는 연구개발: 교통 및 환경분야의 대형 복합기계시스템 기술, 대형구조물 안전성 설계/평가 기술,
- 산업계를 선도할 기술개발: 열유체 환경기계, 기계구조 안전기술, 초정밀기계, 첨단부품소재
- 산업계 현장기술 개발 및 보급: 수입의존 기계류/부품/소재의 국산화
- 시험평가 기능: 대형설비, 복합설비, 첨단기계류에 대한 성능평가 및 부품/소재 공정분야 공인시험평가
- 산업계의 취약분야에 대한 기술지원 및 첨단기술/정보 우수인력의 사회환원

○KIMMI의 주요 연구방향

- 신산업과 연계한 기계 재료분야의 신기술 및 원천 기반기술 개발
- 기계 재료분야와 신산업(IBEN 산업)을 접목한 새로운 전문화분야 선정

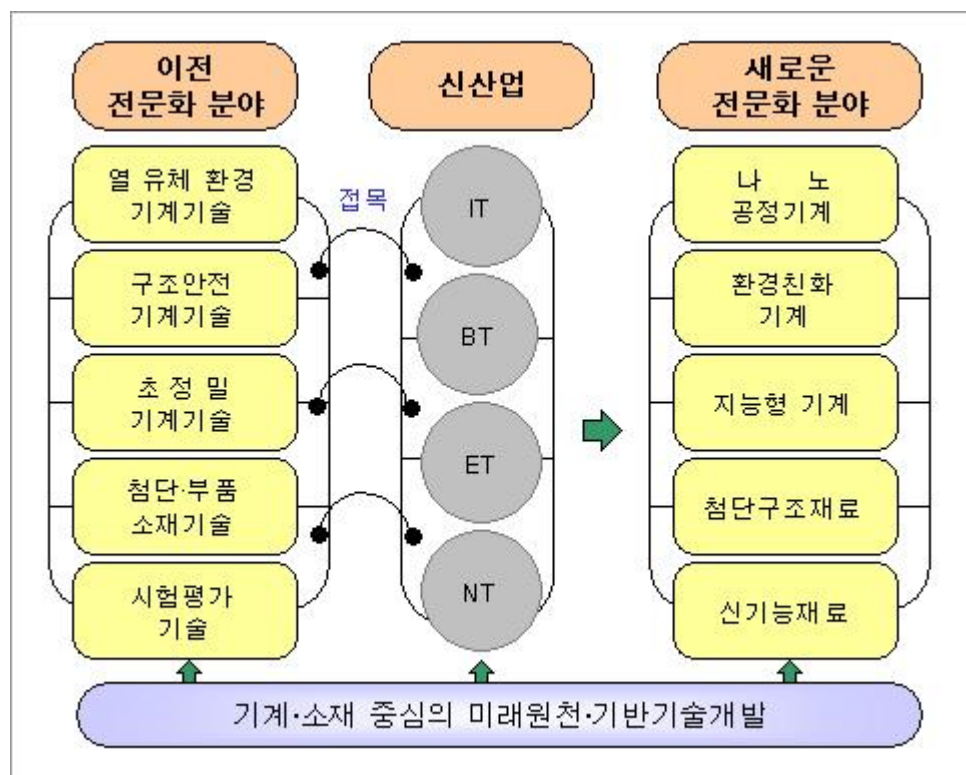


그림 2-8. 한국기계연구원의 주요 연구방향

○ KIMM 핵심역량의 분석

- 최근 21세기 프런티어사업의 하나인 나노메카트로닉스 사업을 주도하면서 축적된 나노공정, 측정, 가공기술을 바탕으로 마이크로 열 유체기술 및 생체기계기술 영역의 연구에 기반을 다지고 있음.



그림 2-9. 한국기계연구원의 생체기계기술 연구 분야

(4) 한국표준과학연구원 (KRISS)

○ 비전

- 국제적으로 공신력 있는 국가측정표준의 확립 및 이와 관련된 연구·개발을 수행하고 산업체 및 공공부문에 그 성과를 보급

○ 역할

- 국가표준기술 확립: 국제단위 정의에 따른 7개 기본단위와 수많은 유도단위들의 최고 측정능력 확보 및 국제 소급성 유지를 통하여 측정정밀도 향상 및 새로운 측정분야 확립 및 물질특성분석을 위한 인증표준물질(CRM) 개발
- 산업측정 및 평가기술 개발: 연구원이 보유하는 측정기술 역량을 산업에 접목시키는 측정 응용연구 수행, 초전도기술, 광기술 등 미래산업 선도형 기반기술 개발
- 국가표준기술 보급: 국내산업의 측정 정밀정확도 통일을 목적으로 함. 측정기기 교정 및 시험검사, 인증표준물질 (CRM) 보급

- 기술지원 및 교육훈련: 정밀측정기술 지원 및 자문, 정밀측정기술 교육 및 훈련

○ KRISS의 주요 연구방향

- 나노기술, 정보통신기술 및 생명공학기술 등 혁신 첨단기술에 필요한 새로운 측정기술과 표준을 개발함으로써 미래지향적 기술개발에 선도적 역할을 수행

○ KRISS 핵심역량의 분석

- 각종 첨단 물리 측정기술 역량 (laser, optics, force, time, temperature, fluidics, sound and vibration, vacuum, electromagnetism, microwaves 등)
- 초정밀 화학분석 기술 역량 (가스분석, 유기분석, 무기분석, 임상화학분석, 생물학분석 등)
- 첨단 재료평가 기술 역량 (나노표면 분석, 각종 재료평가기술 등)
- 초정밀 가공기술 역량 (MEMS, fs-laser micromachining, 3-D design, 정밀 공작기술 지원 등)
- 신개념 바이오측정 표준기술 개발: 다학제적 접근에 의한 신개념 바이오 측정표준기술의 창안을 통해 전세계 바이오 측정표준계를 기술적으로 선도하고자 함
- 바이오 관련 미래유망 신기술 측정연구: 초고속 첨단 생화학분석시스템 개발 등 응용성이 높은 첨단 측정기술의 개발 및 상용화
- 나노-바이오 측정제어기술 개발 (국책사업): 연구원 내에 이미 축적된 나노 기술을 적극적으로 활용하여 바이오측정 및 제어 상의 기술혁신을 이룩하여 국내 바이오연구개발 경쟁력을 세계 최고수준으로 끌어 올리하고자 함. 2003년도 사업단 구성

(5) 한국화학연구원 (KRICT)

○ 비전

- 화학산업과 관련되는 과학기술에 관한 제반연구, 시험, 조사 및 지원을 종합적으로 수행하고 그 성과를 보급함으로써 화학산업 분야의 기반 기술 및 국가경쟁력 향상에 기여

○역할

- 국가전략기술과 연계한 신화학 핵심기반기술 개발
- 미래산업계를 선도할 첨단기술 개발
- 산업현장기술의 고부가가치화 및 공공인프라 확산

○KRICT의 주요 연구방향 및 핵심역량 분석



그림 2-10. 한국화학연구원의 4대 중점 추진 연구분야

(6) 한국원자력연구소 (KAERI)

○비전 및 역할

- 원자력 발전 관련 연구개발: 신형 원자로, 핵연료, 핵연료주기기술, 원자력안전연구
- 방사선 의학, 농학, 산업, 식품, 생명 등 원자력의 비발전 분야 연구
- 원자력 기초 기반기술 연구: 핵 융합, 양자광학, 신소재, 로봇연구 등
- 원자력 정책연구 및 원자력 인력양성
- 원자력 통제 업무지원 및 기술개발

○ KAERI의 주요 연구방향

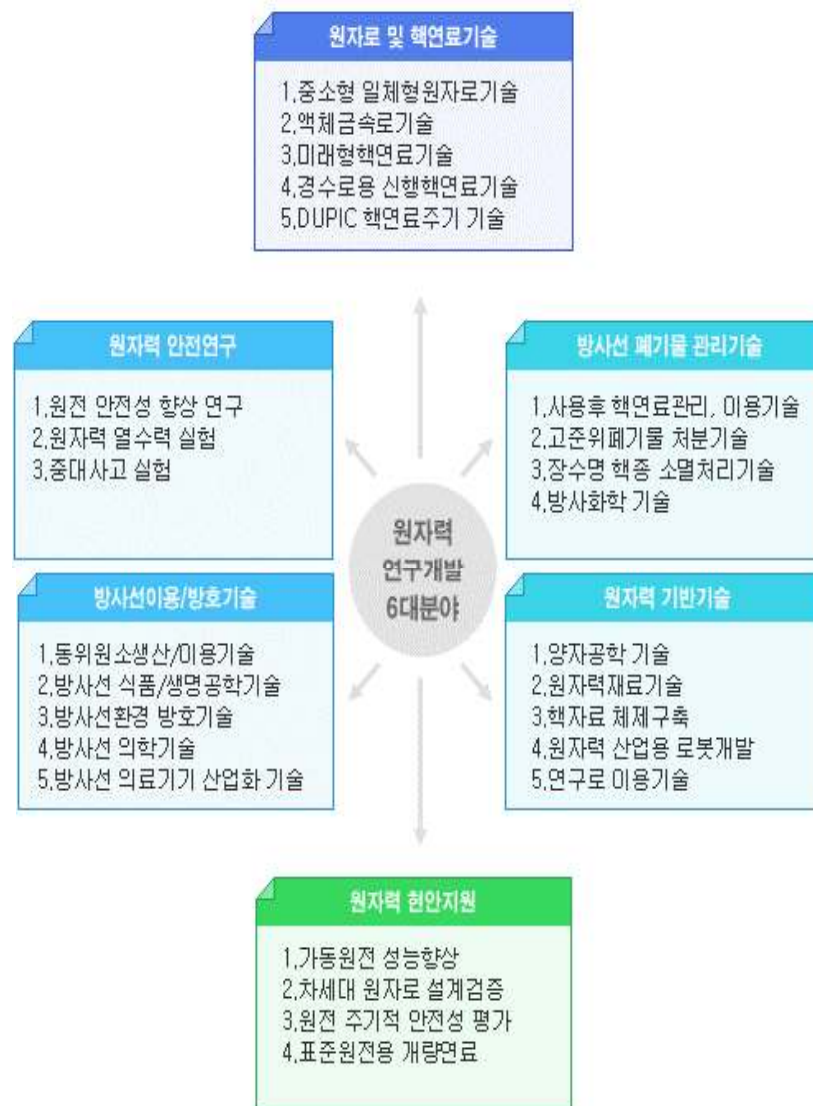


그림 2-11. 한국원자력연구소의 6대 연구 분야

○ KAERI 핵심역량의 분석

- 원자력연구원에서는 원자력기술의 BT분야에의 응용을 위하여 원자력 재료 기술을 이용한 치과용 임플란트 등 금속 바이오제품 개발, 양성자 이온빔을 이용한 유용 천연물질 생산 세포주 개발, 플라스마를 이용한 농업용 및 양식어업용 이온수 개발, 바이오 소재 연구를 위한 중성자빔 이용기술 개발 등의 연구분야에 강점이 있음.

(7) 한국기초과학연구원 (KBSI)

○비전 및 역할

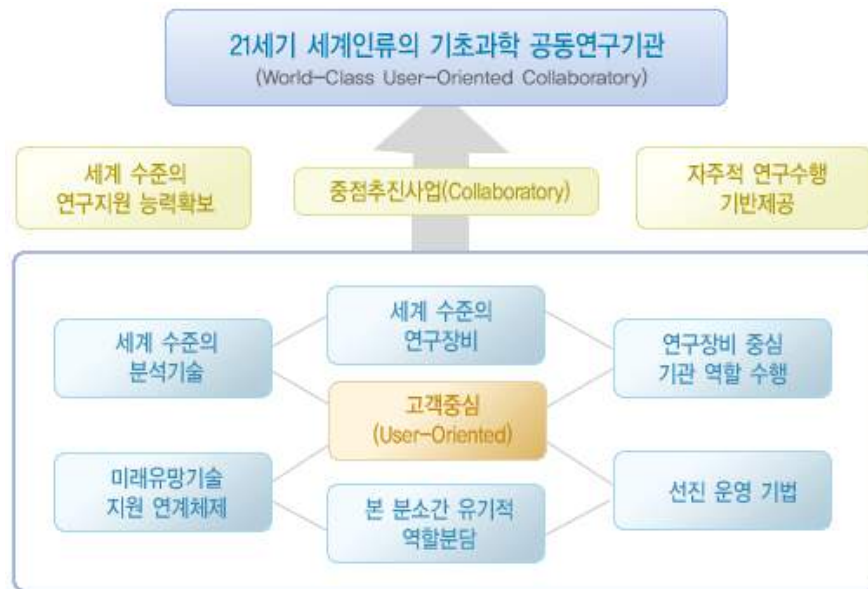


그림 2-12. 한국기초과학연구원의 비전

- 기초과학 연구 인프라 공급 및 전문지원을 통한 세계적인 공동연구 기관으로의 발전기반 구축
- 연구장비 공동활용을 위한 국가적 종합운영체제 확산

○KBSI의 주요 연구방향

- 국가적 대형공동 연구시설의 개발·설치·운영 및 공동연구
- 첨단 연구장비의 개발·설치·운영, 연구지원 및 공동연구
- 학술정보, 연구장비정보 및 분석·실험정보 등의 수집 및 제공
- 첨단 연구장비의 이용자 교육 및 전문인력 양성 지원
- 국내·외의 대학, 연구소 및 산업체 등과의 연구협력 등

○KBSI 핵심역량의 분석

- 핵자기공명 분광기 등의 연구분야에서 세계적 수준의 연구역량을 확보하고 있으며, 무기, 유기, 생체고분자의 구조 및 동력학에 관한 연구 및 연구지원을 수행 하고 있음. 식물, 동물의 세포 및 조직구조 연구 그리고 살아 있는 쥐의 뇌 기능에 관한 연구도 수행 중임

2.3.3 대전지역 대학의 바이오융합기술 연구동향

(1) 한국과학기술원 (KAIST)

- KAIST는 바이오시스템학과, 생물과학과, 화학과, 생명화학공학과 등의 BT 관련 학과와 의과학 학제전공, 나노학제전공 및 정문술바이오정보전자센터, 의과학연구센터, 뇌과학연구센터, 생물정보연구센터 등의 학문 융합형의 연구조직을 보유한 국내최고의 교육, 연구 기관임.
- 특히, 바이오시스템학과는 IT 이후의 바이오혁명에 대비, 바이오를 기반으로 하는 첨단 복합분야인 '바이오 정보전자기계'분야의 창의적 인력양성 및 바이오 융합기술에 대한 연구를 위해 2002년 3월 설립되었고 2003년 10월 첨단설비가 갖추어진 정문술빌딩이 준공된 바 있음.
- 2002년 7월 KAIST에, 국내 NT 연구개발을 지원하기 위한 대형 연구시설 infra인 나노종합Fab센터가 유치 확정되어 2005년 초부터 가동될 예정이며, KAIST를 비롯한 대덕연구단지가 국내 뿐 아니라 국제적인 나노기술 연구 진원지로서의 역할을 다할 것으로 기대되고 있음.

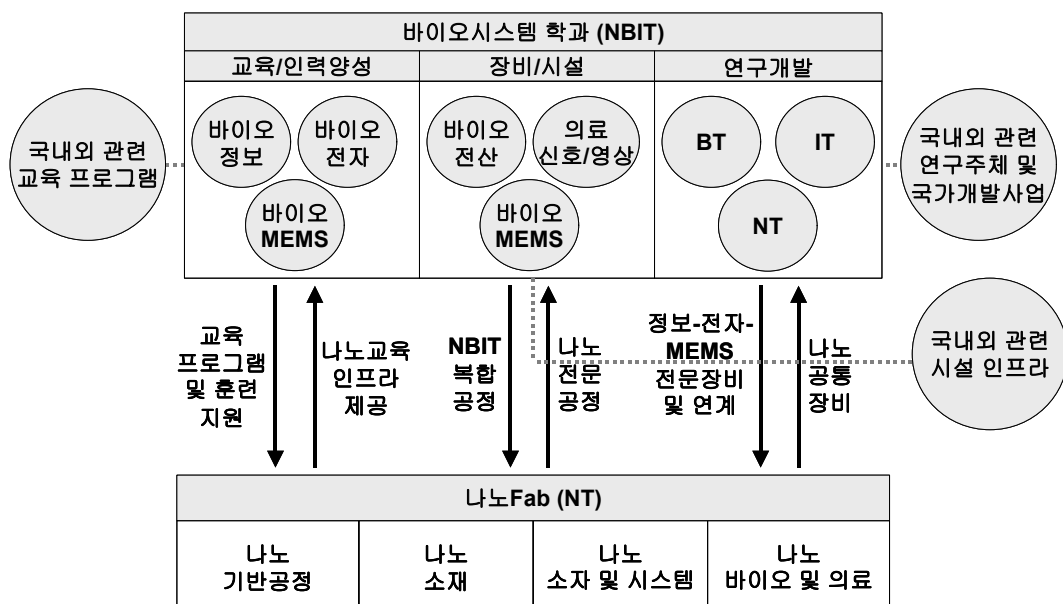


그림 2-13. 바이오시스템학과 연구분야 및 나노랩 간의 연계도

(2) 충남대학교

- 생물공학연구소내 유전체 연구센터 설립. 2004년도부터 총장직속의 독립적 교육조직인 생명과학부 신설하여 생물학, 미생물학, 의학 분야의 융합을 통한 생명과학분야의 집중육성과 대학의 특성화 분야로 육성할 방침임.
- 충남대학교 의과대학에는 의학연구소, 암연구소, 뇌의학연구소, 심혈관연구센터 등이 운영되고 있어 의학분야의 연구개발 뿐 아니라 생명과학 및 생명공학에서 개발한 선진기술 및 연구결과를 직간접적으로 활용할 수 있는 협력체제 구축함.

(3) 배재대학교

- 생물의약기술혁신센터는 생물의약분야의 벤처기업 및 중견 중소기업을 대상으로 기술혁신 지원 협력체제를 구축함으로써 대전지역, 나아가 국내 생물의약산업의 활성화를 도모하고자 함.

(4) 한국정보통신대학원대학교

- 2002년부터 bioinformatics and information management track을 신설하고 인간게놈 프로젝트를 필두로 한 생명현상에 대한 상세한 과학정보를 응용하여 새로운 과학지식을 창출해 내는 생물정보학 분야 및 관련 융합기술의 연구개발을 진행중임.

2.3.4 대전지역의 바이오융합기술 관련 업체 현황

(1) 대전충청권 벤처산업현황

- 대전충청권 전체 벤처산업체 수는 1995년 40개에서 2005년 3000개(매출액 예상 60,000억원)로 급속하게 성장하고 있으며, 2001년 6월 18일 기준 총 1008개 (전국 총 10,655의 9.46%)로서 서울 (5079개: 47.67%), 경기 (2065개: 19.38%)에 이어 전국 3위였음.
- 대전충청권 창업보육센터: 총 53개 기관 742실 615개 기업이 입주해 있음. 주로 전자정보통신, 정보처리 및 컴퓨터 운영관련 업종, 그리고 생물이 대전 충청권에 특화되어 있는 것으로 나타남

(2) 대전권 바이오산업(BT) 현황

- 대전 충청권은 국내 최초 FDA 승인 신약 '팩티브'를 개발한 LG생명과학, SK, 한화, 삼양제넥스 등 국내 바이오산업을 선도하는 대표기업들이 근거리 포진하여 있음
- 우리나라 바이오벤처기업은 1990년대 후반 바이오테크에 대한 투자 붐과 정부의 정책적 지원에 힘입어 급증하였으며, 1995년 이전에는 해마다 10개 미만이었으나 1996년에는 14개, 1997년에는 27개, 1998년에는 36개로 꾸준히 늘다가 1999년에만 71개의 기업이 새로이 설립되었음. 1999년 200개 안팎에 불과했던 바이오 벤처기업 수가 2002년에는 600개 이상으로 급증하였음. 이 중 약 20%의 바이오벤처업체가 대전충남지역에 위치함.
- 바이오벤처기업은 분야별로는 2002년 6월 현재 의약 분야에 가장 많은 33%의 기업들이 종사하고 있으며 식품 분야 22%, 농업 분야 11%, 화학 분야 11% 등이 그 뒤를 잇고 있음. 바이오 벤처협회의 590개 기업 자료를 토대로 사업 형태를 살펴보면, 바이오 관련 기기 및 서비스 제공 기업들이 전체의 28 %를 차지함.
- 대전 · 충남 지역에 소재하는 벤처기업의 약 18-20%가 바이오벤처로 분류

되어 있음. 대전·충남소재 바이오벤처사 중 대전소재 73개, 충남소재 41개사의 주생산품 및 기술기반을 산업자원부 생물산업범위에 따라 분류한 결과 대전지역은 생물화학 20개사, 생물의약 17개사로 하이테크 벤처기업이 주류를 이루고, 충남지역은 식품 및 농업을 중심으로한 제조판매기업이 대다수로 파악됨 (그림 2-14).

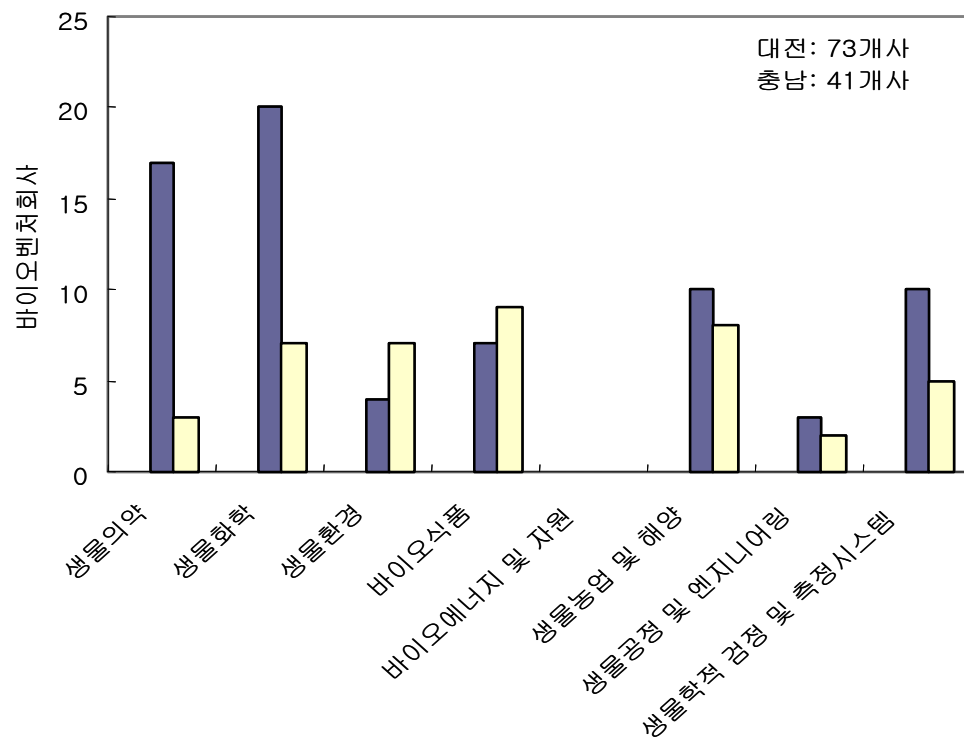


그림 2-14. 대전지역 바이오벤처의 산업 분류

- 대전충남지역의 생물화학 및 생물의약 벤처사는 총 47개사에 이르러 대덕연구단지를 중심으로 하이테크 바이오산업의 고 집적지를 형성하고 있음. 특히, 대전 지역은 바이오융합산업 육성에 필요한 전자, 기계, 광학 등 다수의 나노기술기반 벤처기업이 분포하여 바이오융합산업의 메카로 성장하기에 충분한 여건을 갖추고 있는 것으로 분석됨 (표 2-21).

표 2-21. 업종별 평균 매출액 변동 추이 (대전전략산업기획단, 2003.7)

[단위: 백만원]

업 종	2000년	2001년	2002년	2003년 (예상)
고무, 플라스틱 및 석유화학 제품	1,701	1,683	1,899	2,219
의약 및 생명공학	2,458	2,364	1,746	2,724
금속 및 비금속	3,789	4,813	3,780	4,233
기계 및 운송장비	2,166	2,127	2,209	3,064
전기, 전자부품 및 컴퓨터,통신기기	1,827	1,644	1,946	3,802
의료, 정밀 및 광학기기	1,444	3,031	2,153	3,116
정보처리 및 S/W	868	910	1,031	1,777
연구개발 및 과학기술	454	509	854	1,379
기타 제조업	6,221	5,753	3,918	4,719
건설, 도소매 및 기타서비스	1,745	2,026	2,355	2,807

(3) 대전지역 업체의 기술별 분류

- 대전지역에 소재하는 바이오벤처업체 73개사를 포함하는 406개 벤처기업의 핵심기술 및 주생산품을 기준으로 하여, 본 바이오융합 로드맵 사업의 '분류기준'에 따라 선정된 바이오융합 관련기업은 표 2-22, 23과 같았음 (세부사항은 별첨 1 대전지역 바이오융합기술 관련업체 현황 참조).
- 관련 바이오 업체의 특성상 나노바이오 응용 및 바이오인프라 산업기술을 구별하기 어려웠으며, 나노바이오 응용기술과 관련된 기업은 대부분 DNA, 단백질, 항체를 이용한 고속 신약탐색 또는 진단에 이용하는 기술을 주로 개발하고 있었음.

표 2-22. 대전지역 나노바이오 응용/바이오인프라 산업기술 관련업체 현황

회사명	주 소	주 생산품	핵심기술
바이오니아	대전시 대덕구 문평동 49-3	DNA칩, Arrayer, Extractor	최고속 유전자 합성시스템, DNA칩 제조장치
케이맥	대전시 유성구 문지동 104-11	분석기기	광섬유식 초소형 분광 분석기기, 국산 SPR 장치
스타브이-레이	대전 서구 둔산동 946	DNA Chip Scanner	고성능 카메라 및 이미지 분석
베스트코리아	대전 동구 가오동 388-17	미생물배양기	미생물 배양기, 온도, 산도센서 및 조절장치
바이오프로젠	대전 유성구 전민동 461-6	크로마토그래피 담체	초고속 단백질 생산 및 분리정제 분야의 platform technology 개발
지노믹트리	대전시 유성구 전민동 461-6	DNA칩	마이크로어레이 시스템을 핵심기술 로 한 포스트 지노믹스회사
프로테오젠	대전시 유성구 어은동 52	단백질칩, Arrayer	HTS 단백질칩, 캘릭스클라운 분자 고정화, SPR Multisensor
코비아스	대전시 유성구 어은동 52	면역진단칩	point-of-care test용 진단 시스템 장치를 개발
파나진	대전시 유성구 신성동 100	PNA칩	DNA 유사체인 peptide nucleic acid (PNA)의 신제법 개발

표 2-23. 대전지역 바이오정보 응용기술 관련업체 현황

회사명	주 소	주 생산품	핵심기술
크리스탈 지노믹스	대전시 대덕구 전민동 대덕 바이오커뮤니티	비만, 당뇨, 노인성 치매, 골다공증, 신규 항감염제 및 항암제 발굴	구조단백체학과 화학유전체학 기술을 활용한 초고속 신약 발굴
아이디알	대전시 대덕구 전민동 대덕 바이오커뮤니티	chemical database by virtual HTS, combichem core design	구조 및 3D chemical database를 이용한 신약후보물질 발굴, 구조기반 virtual high-throughput screening
엔솔테크	대전시 유성구 화암동 ICU 창업보육센터	바이오인포메틱스 시스템 솔루션, 바이오인포메틱스 교육 및 훈련, 서버 시스템	리눅스 기반의 유전자 정보 분석 시스템, 고성능/고가용 리눅스 슈퍼컴퓨터 시스템 기술
스몰소프트	대전시 대덕구 전민동 대덕 바이오커뮤니티	생물정보학 프로그램 및 도구 개발 및 제품화, 유전체 연구용 정보분석 시스템 패키지 개발 판매	유전정보분석, 소프트웨어 제품화 기술, 유전체 프로젝트용 생물정보학 시스템 개발 기술
리드제넥스	대전시 대덕구 신월동 벤처타운 다산관 내	성기능개선제, 당뇨, 치매, 면역억제제, 골다공증 등의 신약후보물질 발굴, 화합물라이브러리 등	Automated chemical synthesis를 통한 초고속 molecular diversity 기술, 조합화학을 이용한 기능성 cosmetic materials 개발
오브젝트인터랙 션테크놀로지스	대전시 유성구 구성동 KAIST 정문술빌딩 705호	생물정보학 프로그램, 서버 및 DB 개발	단백질 구조분석, 단백질상호작용 예측, SNP 질환 관련성 예측기술

- 대전충남지역 벤처기업 중에서 나노업체 10개를 선정하여 핵심사업 및 기술내용을 검토한 결과, 대부분 나노분말, 전자재료, 금속재료 등 식각(lithography) 기술에 집중되어 있었음. 바이오융합 관련 인프라 산업기술로 연계될 수 있는 일부 핵심기술을 보유한 기업도 많았으나, 현재까지 바이오산업과 연계, 발전되고 있지는 않았음.

표 2-24. 대전지역 나노기술 관련업체 현황

회 사	주 소	주 생산품	핵심기술
나노닉스	대전시 유성구 구성동 400	나노, 마이크로분말	분말 및 페이스트, 금속 마이크로 분말, 전자파 차폐 및 흡수재, OLED packing용 glass cap, 고에너지 영구 자석
나노텍	대전시 서구 만년동 386	금속신소재	무기재료 나노입자, 금속 나노입자, 나노코팅
넥센나노텍	대전시 유성구 구성동 4106	카본나노필터	Carbon nano fiber/tube CNT/CNF를 이용한 복합체
래트론	대전시 대덕구 신일동 1688	센서 및 액추에이터	NTC서미스터, 칩 베리스터 등의 기능성 칩부품 음향방출 센서, 의료용 초음파센서, 내장형 칩안테나
성진테크윈	대전시 동구 인동 256-8	마이크로스위치	
엔피씨	대전시 서구 둔산동 321	나노분말제조장비	나노 분말(gold, silver, 팔라듐, 백금, metal alloy, ceramics, composite)을 응용한 PDP방전재료, 전자파 차폐재료, 기능성 식음료, 기능성 화장품, 기능성 섬유, 환경재료, 고기능성 윤활제, 바이오신물질 등 많은 응용 제품 기술을 보유
인스텍	대전시 유성구 어은동	레이저직접금속조 형기술	Rapid manufacturing from data to molding
해라시스템	대전시 유성구 전민동	정보통신용 MEMS소자	초소형 정밀기계기술(MEMS)전문 업체, 차세대 디스플레이 원천 기술인 마이크로 디지털 서터(MDS)기술
폴리 나노테크	대전시 유성구 구성동	전기전자재료장비	
휴먼일렉스	대전시 유성구 문평동 48-8	금속자기소자 및 나노제품	비정질 나노결정합금분말 응용

3. 바이오융합 분야의 핵심기술과 제품 전망

3.1 바이오융합기술의 핵심기술 예측

3.1.1 나노바이오 응용기술

(1) 바이오 정보 감지기술

- 생체물질의 효율적 인식을 위한 바이오인터페이스 기술
 - 미량으로 존재하는 생체분자를 고감도로 측정하고, 다량의 바이오정보를 일차적으로 획득할 수 있도록
 - DNA, PNA, 항체, 앵타머(aptamer), 리간드 등을 이용한 self- assembled monolayer 형성 기술
 - 이들 생체분자 활성을 최대한 유지시킬 수 있는 바이오 패터닝 기술
 - 이들 생체분자와 형광물질, 나노입자 등과의 분자결합에 의한 바이오프로브 기술
- 나노기술을 이용한 단일분자 검출 기술
 - 나노입자, 나노튜브 등의 나노기술과 기존의 광학적, 전기화학적 검출 원리를 혼합한 형태의 기술
 - 항체, 효소, DNA 등과 전자전달체 등을 이용한 생체분자 반응신호의 증폭기술
 - GFP (green fluorescence protein) 등을 이용한 세포 이미징 기술
 - AFM (atomic force microscope), PFM (photonic force microscope), SPR (surface plasmon resonance), FRET (fluorescence resonance energy transfer) 등을 활용한 생체 분자 상호작용의 이미징 기술
 - NSOM(near-field scanning optical microscopy), CNT(carbon nanotube), optical tweezer, 나노유체채널 (nanofluidic channel) 등을 활용한 단일분자 검출기술

(2) 소형화 기술

- DNA, 단백질 등을 고체(금속, 유리, 플라스틱 등) 표면에 미세 어레이 시킬 수 있는 바이오어레이 기술
 - 미세유체채널을 이용한 바이오패터닝 기술
 - AFM tip을 이용한 dip-pen nanolithography
 - Microstamping 등의 soft-lithography
 - 삼차원 robotic-microarrayer 기술
- 소량의 시료채취, 무 통증의 혈액 채취, 시료 분리 등 시료 전처리가 가능한 마이크로/나노 시스템 (MEMS/NEMS) 집적화 기술
 - 반도체/나노 공정 기술을 이용한 시료 채취용 프로브 제작 기술
 - 레이저를 이용한 미세유체회로 가공/제작 기술
 - 미세유체회로가 집적화된 플라스틱 칩 제작을 위한 나노-엠보싱 (embossing) 기술
 - 실리콘, 유리, 플라스틱 접합(bonding) 가공 기술
 - 모세관/ 삼투압/ electrokinetic force/ eletrowetting/ centrifugal / electrophoresis 등을 활용한 미세유체 제어기술 (micro/ nano fluidics)
 - 프로그램가능한 channel-less 미세유체제어기술(micro/ nano fluidics)
- 전기적/ 광학 검출기의 소형, 집적화 기술
 - 어레이 전극 제작 기술
 - 포토다이오드 어레이 제작 기술
 - 나노스케일의 optical fiber 가공기술
 - 미소광학소자 집적화 기술
 - 질량분석기 (mass spec.) 소형화 기술
 - 전기적/ 광학 검출기와 미세유체채널의 일체화 기술

(3) 표준화 기술

- 바이오칩/센서 측정 신뢰도, 재현성 비교를 위한 평가기술
 - 임상 시험 data와의 비교 표준안 마련
 - 바이오센서/칩의 보관/유통 환경변화에 따른 측정 감도변화 모니터링

- 양산 조건별 QC(quality control)를 위한 대량 선별 기술
- 미세유체제어 소자에서의 미세유체의 흐름 측정을 위한 표준 제정
 - micro PIV (particle image velocimetry) 등의 표준화
 - 미세 유체제어 소자의 채널 폭, 깊이 측정 기술
- 바이오칩 종류별 제품 규격안 마련
 - SNP(single nucleotide polymorphism) 분석용 DNA chip
 - 스크리닝용 DNA 칩, 단백질 칩
 - 진단용 바이오칩/센서의 측정 감도 기준 마련
 - 용도별 lab-on-a-chip의 기준 설정
- 건강정보 모니터링 및 건강정보 수신용 인터페이스/ 시스템 기술
 - 카트리지(모듈)형 POC (point-of-care) 센서/칩을 이용한 인터페이스 표준안 개발
 - 무선 통신 및 인터넷 연결이 가능한 소형화된 단말기 기술
 - 비 숙련자가 간단한 조작으로 운영할 수 있는 e-health 용 사용자 인터페이스 표준안
 - e-doctor (virtual doctor), 약 정보, 의료보험 정보 등 인터넷 기반 의료정보처리 시스템과 연계될 수 있는 개인용 바이오 정보 처리 시스템의 구축
 - 개인 정보의 보호가 이루어 질 수 있는 e-헬스용 정보시스템 인터페이스 기술 개발

3.1.2 바이오정보 응용기술

(1) 유전체학 관련기술

- 유전자기능예측을 위한 주석 (annotation) 프로그램시스템 개발기술
 - Genome project로부터 밝혀진 유전체 서열을 이용해 예측된 유전자들 중에서 그 기능이 알려지지 않은 유전자의 기능을 예측하는 기술
 - 염기서열 분석, 단백질의 구조 분석, 마이크로어레이 데이터 분석, 전체 유전체 비교 분석 등의 방법을 이용함

- 유전자 조절부위 예측
 - 유전자의 발현을 조절하는 유전자 조절부위를 예측하는 기술
- DNA 마이크로어레이를 통한 유전자발현 분석기술
- SNP 분석을 통한 유전체다양성 분석기술
 - 개개인의 유전체의 다양성을 연구함으로써 개개인에 최적화 진단/ 치료에 목적
 - 빠르고 정확한 유전체 서열 구명 및 분석기술 필요

(2) 단백질학 관련기술

- 단백질 구조 예측 및 분석기술
 - 그 구조를 실험적으로 밝히기 어려운 단백질들의 구조 예측
 - 구조를 통한 기능 예측과 단백질 구조기반 신약개발 전략의 기본
 - Homology modeling과 threading 기술
- 단백질들 사이의 상호작용 예측 및 분석기술
 - 서로 상호작용을 하는 단백질들을 예측하고 complex의 구조를 예측
 - 상호작용면의 분석/예측과 상호작용 조절물질 설계기술을 통한 신약물질 개발
- 단백질의 서열 및 구조, 그리고 상호작용정보 등을 이용한 기능예측기술
 - 기능이 알려지지 않은 단백질들의 기능을 서열 및 구조, 그리고 상호작용 정보 등을 이용하여 기능 예측
- 단백질과 리간드 상호작용 및 상관관계 예측을 위한 docking 기술
 - 질병관련 단백질의 활성부위에 결합함으로써 단백질의 기능을 조절하는 화합물 발굴
 - Virtual screening의 기반이 됨
- MALDI-TOF, 2D gel 등 단백질체 관련 실험데이터의 분석기술 및 관련 소프트웨어 제작기술

- 2D gel 실험 관련 이미지 분석 기술 및 이미지 저장 기술
- Mass spectrometry를 이용한 단백질체 분석
- 단백질학의 가장 중요한 기반 기술

(3) 화학정보 관련기술

- 가상분자 라이브러리의 구축
 - Virtual screening에 적합한 분자 표현자 개발 기술이 필요
- Virtual screening을 통한 신약후보선도물질 발굴기술
 - 표적 단백질의 활성부위에 결합할 수 있는 가상분자들을 docking을 통해 신약후보선도물질을 발굴
 - 보다 효율적인 HTS용 라이브러리 구축에 기반이 되는 기술
- 약물의 생체내에서의 ADME/TOX 예측 및 분석기술
 - 화합물의 흡수, 분포, 대사, 배설에 관한 성질을 예측하는 기술
 - 대사체의 구조와 대사속도를 simulation하는 방법
 - 신약후보물질의 독성을 예측/screening하는 기술

(4) 시스템생물학 관련기술

- 대사체와 생리체 관련 정보 DB 구축 및 모델링
 - 대사효소별 대사물질의 대사경로를 분석할 수 있는 DB 구축
 - 대사체와 생리체의 모델링과 이를 통한 대사회로와 생리회로의 작동 메커니즘 규명
- 생물 네트워크 모델링 기술
 - 단백질 상호작용 network의 구축 및 예측
 - Genetic network 구축
 - 세포 간 신호전달 및 대사경로 모델링
- 약물의 pharmacokinetics 예측 및 모델링
 - 대사작용과 약효와의 관계, 낮은 흡수율

(5) 생물정보DB 관련기술

- 생물 정보 DB의 통합을 통한 효과적인 바이오정보검색 시스템 개발 기술
 - 분산되어있는 다양한 생물정보학 관련 DB들 통합하고 검색시스템 개발
 - 생물정보 DB에 대한 최적의 사용자 인터페이스 구축
 - 생물 문헌정보 마이닝 기술
- 초고속 네트워킹을 통한 생물정보 통합시스템 구축
 - 대용량 서버 및 초고속 연구전산망을 이용한 바이오정보학 도구 개발
 - 다양한 분야의 연구자들이 공유할 수 있는 통합정보시스템 구축
- 생물정보기술을 위한 그리드컴퓨팅 기술
 - 분산된 컴퓨팅 자원들의 효과적인 활용을 위한 바이오그리드 구축
 - 그리드컴퓨팅 환경에 적합한 응용분야의 개발

3.1.3 바이오인프라 산업기술

(1) 바이오분석 기술

- 바이오범용기기기술
 - Microplate-based 고속검색기술 개발에 활용되는 바이오기기 기술
 - 생물공정기기 기술, 대용량 정밀분석기기
 - 유전체/단백체 고속분석기술
- 고속검색 기술
 - Homogeneous fluorescence assay 기술: 세포수용체-리간드 결합에 따른 형광신호 변화로부터 세포신호전달을 분석하는 기술. 세포 신호전달기구에 대한 연구는 의약물질의 기능 또는 부작용을 이해하는 기반이 되며 새로운 의약타겟을 발굴하는 단초를 제공함
 - GPCR 수용체 분석기술: 디지털이미지 기술을 이용하여 형광표지 GPCR 리간드 결합을 감지하는 세포기반 생체기능분석 기술

- Ion channel 수용체 분석기술: 발생 전류의 patch clamp analysis를 reporter로 이용하는 ion channel 수용체 신호의 분석기술
- 티로신 인산화효소 활성화 수용체 분석기술: 이량체 형성을 통하여 활성화 되는 세포내 티로신 인산화/탈인산화 효소활성의 정량기술
- 신약-생체분자 결합 측정/제어 기술
 - 자체활성 보유 수용체 분석기술
 - 단백질 분해효소 활성 정량
 - IL-6/IL-8 정량
 - 전사조절인자의 DNA 결합분석
 - Reporter gene을 이용한 promotor 분석
 - 효소/면역활성 분석기술 등

(2) 측정시스템 기술

- 고속 유체조작기술
 - 포스트 게놈시대 신약개발에 필수적인 요소로써, 의약산업 뿐만 아니라 나노바이오 기술 개발을 위한 새로운 생체소재의 탐색 및 성능향상에도 활용되는 자동화 고속 유체조작기술
 - 고속 유체조작의 핵심요소인 liquid handler, workstations 등의 제작, 설계, 설치기술
 - Microplate-based 바이오기기 기술
- 다중측정(multiplex) 바이오광학기술
 - 바이오칩 및 2D-gel과 관련된 image scanner (reader) 등 바이오컨텐츠의 이미징 장비의 산업기술
 - 초정밀 CCD카메라를 이용하여 대량의 이미지 정보를 다중 획득하는 기술
 - 고속 이미징장비로부터 얻어지는 대량의 이미지 정보를 모으고 분석하기 위한 데이터 세트간의 비교분석 솔루션

(3) 집적화 및 자동화 기술

- 바이오로봇기술

- 유체조작 장비를 비롯한 다기능 모듈을 워크스테이션 상에 구현하고 실질적인 고속탐색을 구현하기 위한 자동화 로봇기술

- 대량 정보집적탐색기술 (HCS: high contents screening)

- 자동화 로봇을 이용하여 대용량 시료처리 및 각종 분석기기를 기능적으로 결합시켜서 의약후보물질의 성능분석, 항원-항체반응측정을 통한 면역활성 분석, 세포기반분석기술(cell-based assay) 등 다중분석을 통하여 대량의 정보를 다중 분석하는 기술
- 초고속 탐색기술의 발전에 따라 급속히 증가하고 있는 다양한 분석대상을 다중 분석하여 data analysis, data integration 등 bioinformatics tools을 적용하는 기술

- Semi-*in vivo* 탐색기술

- Well에서 tissue-based assay를 구현하여 ADMET를 비롯한 고도의 HCS를 수행하는 기술
- 자동화 로봇기술, 고속 유체조작기술, 다중 광학분석기술을 유기적으로 결합시켜 integrated HCS기기를 개발하는 기술

3.2 바이오융합기술 응용제품의 전망

표 3-1. 마이크로플루이딕스 관련 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망

	제품군	기술 발전 전망
단기	- Dielectrophoresis (DEP) 칩 - 바이오칩 hybridization 시스템 - 초소형 마이크로 well plate - 핵산 및 단백질 분리용 칩 - 전기영동(electrophoresis)용 마이크로칩 - 시료전처리용 lab-card	- 시료 전처리 소자 설계 및 제작 기술 - Dielectrophoresis, electro-wetting 과 같이 유체를 선택적으로 이송하는 기술이 급속히 개발 - 주된 응용분야는 분리, 신약스크리닝, 시료 전처리 분야임
중기	- 정밀화학 원료 제품의 조합합성(combinatorial synthesis) 장치 - 시료의 소형 자동 합성 장비 - 바이오 특성 분석 장비 - Micro FACS, micro counter, micro CE 시스템 및 소자 - 고도화된 분석 장비용 LOC 소자	- 생물테러 예측 등의 진단용 응용제품 군이 많이 개발 - FACS, AFM, flow cytometer 등의 고도 분석 시스템의 소형화 - MALDI-TOF MS, LC-MS, CE-ESI 등의 고도 분석 시스템과 integration
장기	- Bioprocessor-on-a-chip - Bioprocessor-on-a-chip 모델링 및 simulation 소프트웨어	- Adaptable, programmable 마이크로플루이딕 바이오프로세서를 이용한 바이오시스템 측정, 제어, 조작 기술이 발전

표 3-2. POC형 바이오칩 관련 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망

	제품군	기술 발전 전망
단기	- 혈액분석용 마이크로플루이딕 lab-card - 다중채널의 POCT 유사 진단기 - High-throughput의 LOC POCT 진단기	- 질병진단용 marker 개발 - 감염성질환 진단 또는 군사용 point-of-care 진단용 응용분야로 발전이 예측
중기	- 전처리 기능이 조합된 microfluidics LOC용 진단기 - e-Doctor interface 기술 - 감염성 바이러스 검출을 위한 POC형 바이오칩	- 칩 상에서 생체시료 전처리가 이루어짐
장기	- 고감도 나노바이오센서 - Wireless IT기술이 조합된 휴대용 진단시스템	- PDA 형태의 휴대용으로 소형화된 제품의 집적화가 이루어짐

표 3-3. 신약 스크리닝용 HTS 관련 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망

	제품군	기술 발전 전망
단기	- 미세유체제어기술이 접비된 HTS 호환 제품 - High throughput electrophoresis 기기 - High throughput DNA sequencing 기기	- High throughput/ High contents 스크리닝용 microfluidic component 및 장비/기기 개발
중기	- Integrated ADMET용 세포분석 시스템 - Combi-chem chip - 한약재 QC용 drug-screening-chip	- 알려진 세포 drug target을 이용한 신속 정확한 대량 screening - Automated chemical synthesis tool - 레이저를 이용한 단일 세포 조작, 분석 기술 개발 - <i>In silico</i> ADMET 기술 개발
장기	- Integrated drug-screening-chip system	- 초고속 신약 검색 플랫폼 기술 개발 - Virtual screening 기술 개발 - Image 처리/ 저장/ 탐색 기술 개발

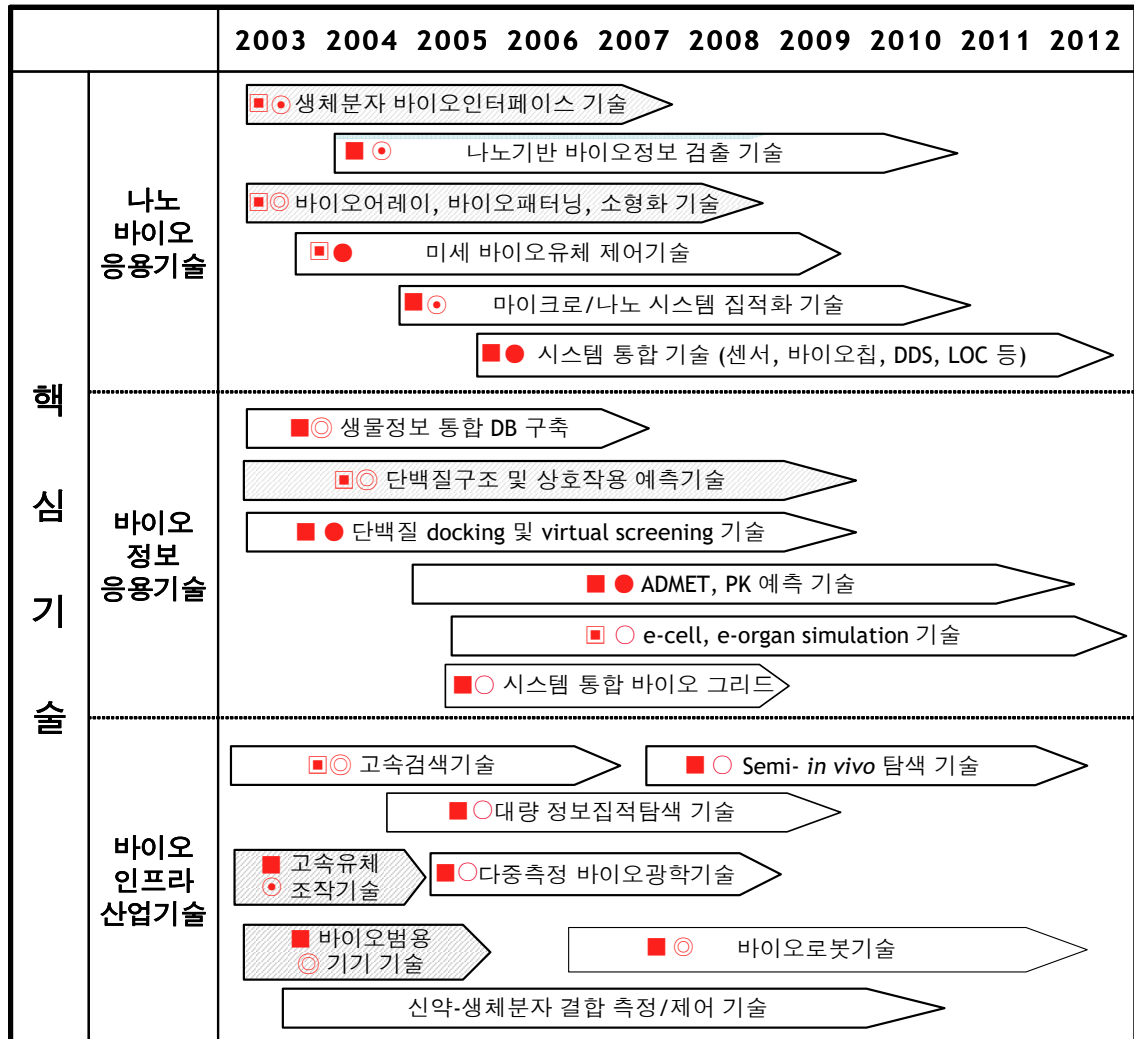
표 3-4. Intelligent DDS 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망

	제품군	기술 발전 전망
단기	- 단백질 및 유전자 서방형 약물 전달체 - 나노입자를 이용한 표적지향성 약물 전달체 - Muti-reservoir drug delivery chip - Painless microneedle을 이용한 DDS	- 생체 적합성, 약물 방출 속도의 조절 - 선택적, 국소 약물 전달 기술 발전
중기	- 세포내 침투가 용이한 생체모방형 DDS - High throughput intracellular injection이 가능한 microneedle	- 독성 및 안정성 평가가 반영된 DDS 기술 발전 - 자극 응답성 DDS 기술
장기	- Implantable drug delivery microchip - 바이오센서가 접비된 자동제어 DDS 기술	- Nanorobot을 이용한 drug delivery 기술이 발전

표 3-5. Bio interface 분야의 단기별 제품군 및 기술발전 전망

	제품군	기술 발전 전망
단기	- 개인용 보안 응용기기 - Interactive 아동용 장난감 - 생화학 분석기기 및 신경전기생리학 (electrophysiology) 연구용 기기	- 기존 광학적, 전기 화학적 검출 원리를 혼합한 형태의 새로운 바이오물질 검출 방식 확립 - 측정시스템이 소형화 될 수 있는 형태의 측정원리가 뒷받침되어야 함 - 나노/마이크로 시스템 기술의 집적화로 소량의 시료채취 및 시료 분리 등이 용이한 시료 전처리 기술 개발
중기	- 쌍방향 비디오게임 - Autonomous family machine - Mobile biosensor	- 바이오정보처리 기능이 겸비된 IT 제품의 개발 - 바이오센서/ 바이오엑추에이터/ 무선 통신/ 인터넷기술 등이 복합된 새로운 하이브리드(hybrid) 소자 및 시스템 구현 - 가정용 오락/건강 기능보조 기능의 구현
장기	- 가상현실 통화시스템 - 대기/수질 오염 정화제 - Integrated nano-biosensor/biochip systems	- 보안 및 생체인식, 통신기술 등 기존의 IT 기술을 발전시킬 수 있는 개인용 바이오 정보 처리 시스템 구축 - 후각 인터페이스 등 가상현실 구현을 통한 새로운 BIT 융합 제품의 실현 - 표준화 기술의 확립 및 바이오 정보 서비스 시스템 구축

3.3. 기술지도



협력의 중요도 고 ← → 저 협력의 분류 ● 시장확보 ○ 상호보완 ◎ 국제사회 기여 ○ 국제화
 ■ ■ ■ 협력의 주제 산업계 주도 정부(인프라) 주도

그림 3-1. 바이오융합 기술지도

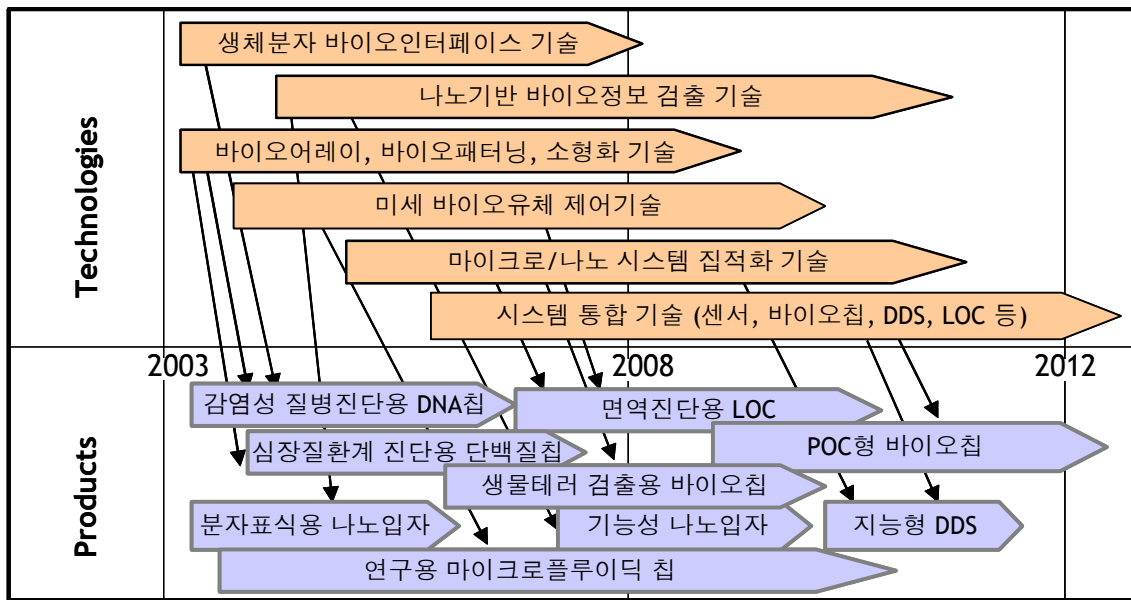


그림 3-2. 나노바이오 응용기술의 로드맵

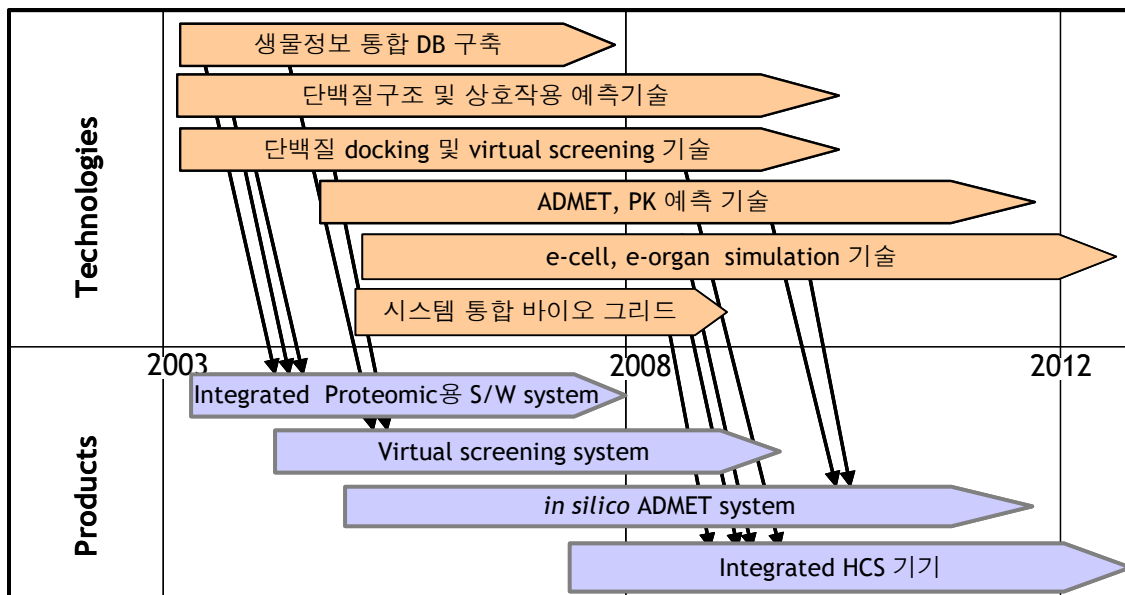


그림 3-3. 바이오정보 응용기술의 로드맵

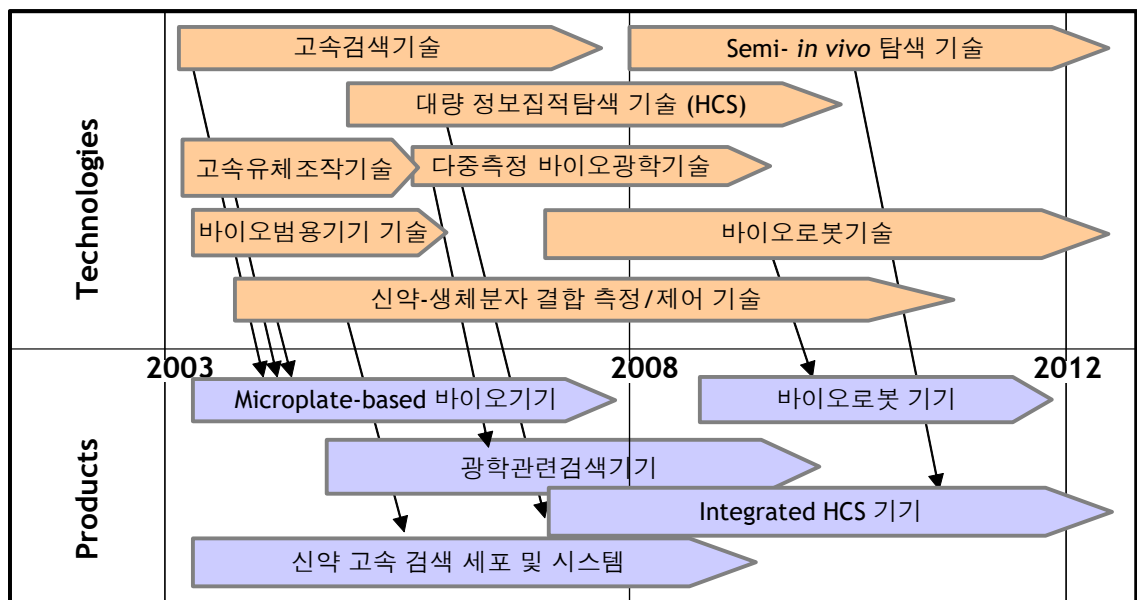


그림 3-4. 바이오인프라 산업기술의 로드맵

4. 바이오융합기술의 산업화 전략

4.1 바이오융합기술 관련 신규산업의 발굴 및 육성방안

4.1.1 바이오융합기술에 대한 gap 분석

(1) 환경분석 종합

- 바이오융합 기술로드맵에서 제시되어진 핵심기술에 대한 기술포트폴리오 분석을 실시하였음(대전지역 역량을 5단계로 평가한 결과를 반영). 바이오융합 분야의 핵심기술 대부분이 미래시장성장률이 높았기 때문에 시장포트폴리오 분석은 실시하지 않았음. 기술포트폴리오 분석 결과는 그림 4-1, 2, 3에서와 같이 기술적 중요도가 대부분 “중-상” 영역으로 나타났고, "Bet"영역은 기술혁신 및 정부의 과감한 투자정책이, "Draw" 영역은 신중한 중기적 투자가 요구되지만 기술적으로는 외국과 같은 출발선상에 있는 기술군으로 우리의 기술선점이 가능한 분야로 평가되었음.

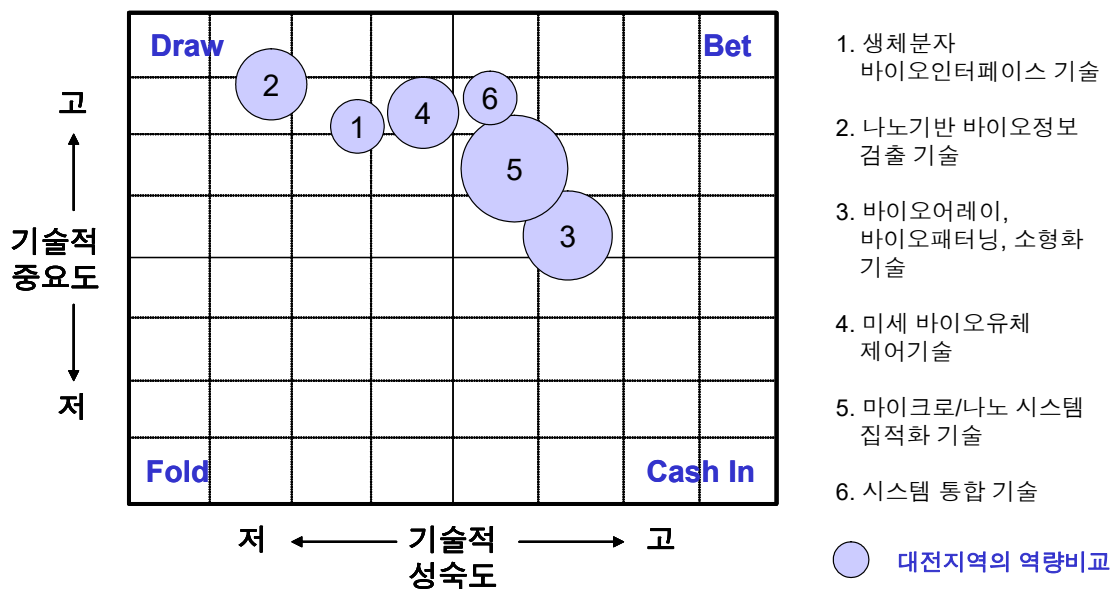


그림 4-1. 나노바이오 응용기술 포트폴리오

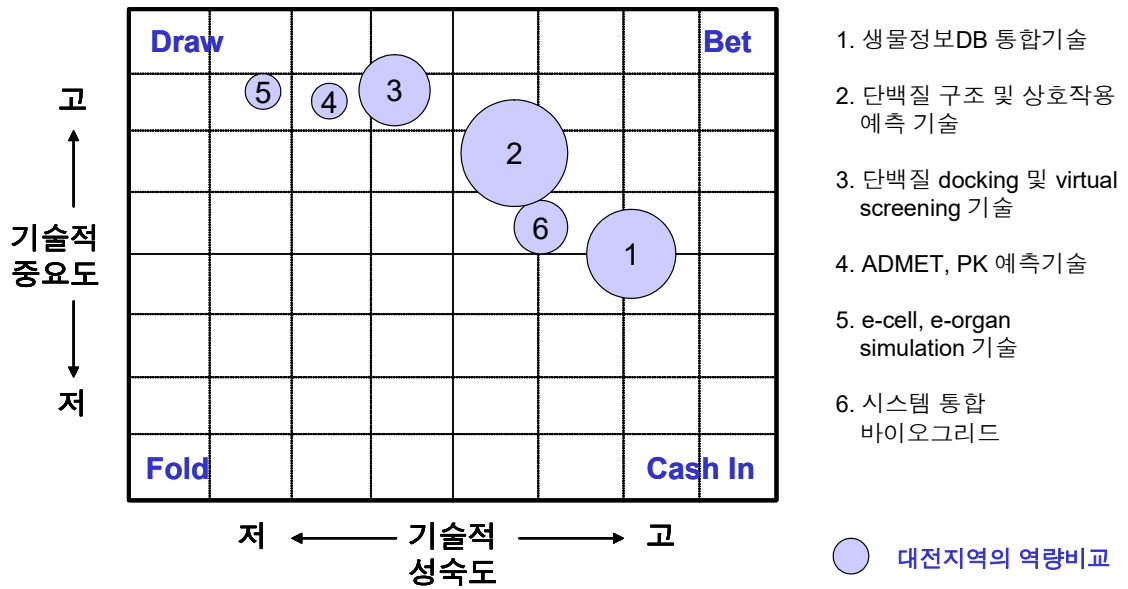


그림 4-2. 바이오정보 응용기술 포트폴리오

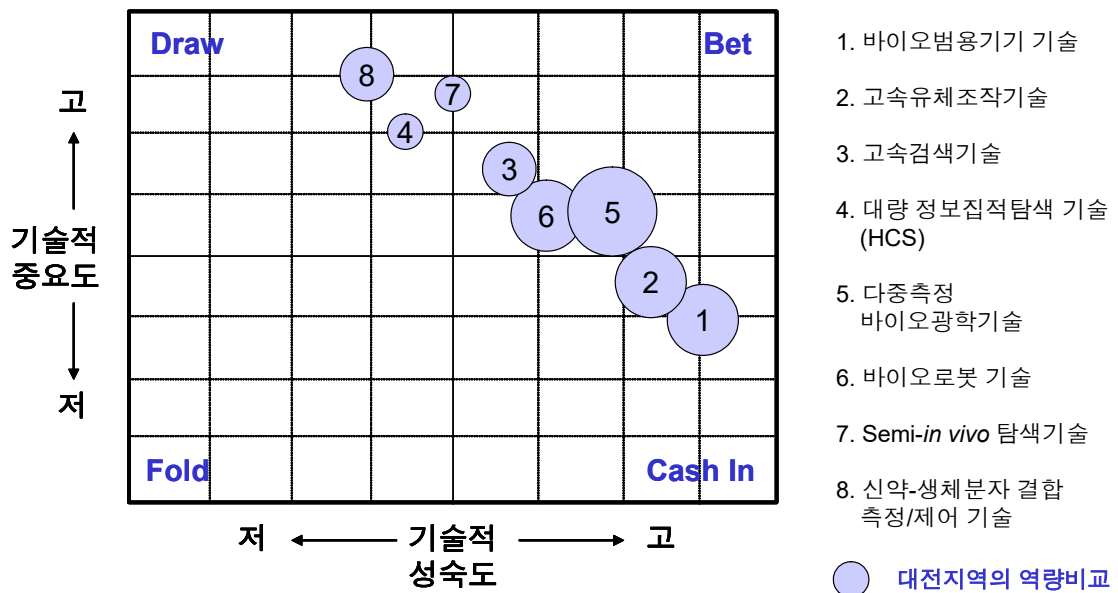


그림 4-3. 바이오인프라 산업기술 포트폴리오

표 4-1. 기술 gap 분석

기술 분석표		국내 (대전지역) 기술 역량				
기술 분야	세부기술	부족	다소 부족	동등	우월	다소 우월
나노바이오 응용기술	생체분자 바이오인터페이스 기술		○			
	나노기반 바이오정보 검출 기술			○		
	바이오어레이, 바이오패터닝, 소형화 기술				○	
	미세 바이오유체 제어기술			○		
	마이크로/나노 시스템 집적화 기술					○
	시스템 통합 기술		○			
바이오정보 응용기술	생물정보DB 통합기술				○	
	단백질 구조 및 상호작용 예측 기술					○
	단백질 docking 및 virtual screening 기술			○		
	ADMET, PK 예측기술	○				
	e-cell, e-organ simulation기술	○				
	시스템 통합 바이오그리드		○			
바이오인프라 산업기술	고속검색기술		○			
	대량 정보집적탐색 기술 (HCS)	○				
	다중측정 바이오광학기술				○	
	바이오로봇 기술			○		
	Semi- <i>in vivo</i> 탐색기술	○				
	신약-생체분자 결합 측정/제어 기술		○			

표 4-2. 바이오융합 기술의 SWOT 분석

강점 (strength)	약점 (weakness)
- 국가핵심 산업분야인 자동차, 정보통신, 바이오/환경, 가전 등 전략육성과 합치 - 반도체 기반기술 확보로 Nano/MEMS 기술과 접합시 우수한 시너지 효과 - 바이오 산업의 돌파 기술 제공	- 다학제 융합에 필요한 대형 과제의 운영 미숙 - 산학연 및 학제간 협력 기반 취약 - 미흡한 바이오 원천기술 확보 - 연구인력, 시설 등의 인프라 부족 - 개발기술의 산업화 연결체계가 미흡 - 민간 기업의 자체기술 개발 및 투자가 어려움
기회 (opportunity)	위협 (threat)
- 집중적으로 진행되고 있는 국가적 나노 기술개발 계획과의 연계 - 바이오융합 산업분야의 시장 증대 - 선진국도 BT/IT/NT 융합 기술 연구기간이 짧아 기술격차 해소 - 범부처 정책 사업으로 연구기반 확보 - 최근 BT, IT, NT 등 융합화 분위기가 확대	- 세계적으로 경쟁이 치열한 분야 - 거대 다국적 기업의 시장 선점 - 미국, 일본 등 선진국의 엄청난 투자 - 기술선진국의 특허 및 사업화 전략

(2) 대전지역의 장단점 종합

- 대전지역은 국내 최대의 대학, 연구소 주도형 혁신 클러스터의 면모를 보이고 있음. 1973년부터 조성이 되어 이미 30년의 역사를 지닌 국내 최고의 사이언스파크가 형성되어 있고, 연구기관수 116개에 1만여명의 연구인력을 보유하고 (박사급만 4천여명), 투자규모도 약 2조원으로 전국의 14%를 차지함 (2000년 통계).
- 대덕연구단지는 그동안 연구기능을 담당하다가 90년대 중반이후 벤처 창업이 활성화되었음. 최근 대학, 연구소에서 창업한 벤처, 중소기업의 pool이 증가하고 있으나 클러스터를 리드하는 선도하는 업체가 없으며, 대부분 기술력에 기초한 제조업 벤처가 중심임.
- ETRI에서 스핀오프한 벤처기업만 220여개 임. 단, ETRI, KAIST 등의 R&D센터가 클러스터에 뿌리내리지 못한 실정 임.
- 대전충청권은 정부출연연구소 (한국생명공학연구원, 한국화학연구원, 한국기초기술연구원 등), 민간연구소 (LG생명과학, SK, 한화중양연구소 등), KAIST 등 국내 최고의 생물산업 연구기반을 보유하고 있음.
- 대전 충청권 바이오산업은 빠른 속도로 성장하고 있으나 아직도 지역의 연구개발 역량을 산업화로 충분히 연결시키지 못하고 있으며, 연구역량에 비하여 생산시설 등 산업기반이 취약하며 연구결과를 타 지역에 제공하는 기능에 그치고 있음.
- 충북 오송보건의료과학단지 조성과 충남 테크노파크내 벤처의료단지 등은 바이오 의약산업의 성장기반, 집적기반이 될 것으로 평가됨.
- 대전충남지역의 생물화학 및 생물의약 벤처사는 총 47개사에 이르러 대덕연구단지를 중심으로 하이테크 바이오산업의 고 집적지를 형성하고 있음. 산업화 인프라가 구비된다면 단기간에 생물산업의 대표 집적지로 부상할 잠재력을 충분히 지니고 있음.

- 생명공학연구원 등 정부출연연구소, KAIST와 충남대학교, 47개사에 이르는 하이테크 바이오기업의 집적은 산업클러스터 형성 및 산업특화에 유리한 여건을 제공하고 있음.
- 대전지역은 바이오융합산업 육성에 필요한 전자, 기계, 광학 등 다수의 나노기술기반 벤처기업이 분포하여 바이오융합산업의 메카로 성장하기에 충분한 여건을 갖추고 있음.

4.1.2 바이오융합기술 관련 신규산업의 발굴

(1) 신약개발을 위한 세포기반 기능분석 산업

○ 배경

- 유전체학 및 단백질체학 발전에 힘입어 생물학적 contents를 개발, 발굴하는데 이용되는 바이오융합 기술의 발전은 신약개발의 패러다임을 변화시켰음. 세포기반 분석기술은 신약개발 과정에 있어서 가장 어려운 부분 중의 하나로 간주되어온 전 임상이전의 제2차 스크리닝 단계에 있어서 저분자 화합물 라이브러리의 발굴, 독성 판별 등을 수행함으로써 신약 타겟의 검증에 소요되는 비용과 시간을 절약할 수 있음.
- 지난 5년동안 세포기반 분석법은 전체 분석 시장 규모에 있어서 약 40%를 차지하였으며, 스크리닝 패러다임의 변화에 의해 수년내에 71%에 이를 것으로 전망하고 있음.(2002년 10월 San Diego에서 열린 IBC IIFE Science's Cell-based Assays Conference)
- 기존의 생화학적 분석법은 단위 분자간의 반응에 대한 정보를 주는 반면, 세포기반 분석은 세포내 총체적인 기능을 스크린 할 수 있는 장점이 있음. 예로서, 세포내 다양한 신호전달현상에 수반되는 단백질의 translocation 현상은 세포기반의 분석으로만 가능함.
- 세포내 수반되는 생물학적 현상을 다각도로 모니터링하기 위해서는 multiple-parameter를 동시에 해석할 수 있는 방법이 필요하며, 세포내 반응을 정확히 검출하기 위해서는 image reader, liquid handling 기기 등의 전문화된 장치가 필요함. 따라서 최종 소비자와 장비 및 시약 등의 공급자 모두 관심이 많은 분야로서, 이러한 연구 인프라가 잘 구축된 대전지역에서 특화시키기 유리한 사업 분야로 평가됨.

○ 세포기반 분석기술의 산업화 선결 요인

- 1) 제약 및 신약 개발과정에 있어서 문제점을 해결해 줄 수 있는 차별화되고 독점력 행사를 할 수 있는 기술플랫폼
- 2) 장비, 시약, 인포매틱스 등의 시스템적 솔루션을 제공할 수 있는 기술플랫폼

- 3) 기술 플랫폼이 제 3자의 지적재산권 시비에 연루되지 않고 최종 소비자에게 라이선스로서 부여 가능해야 함
- 4) 현 시점에서 제약회사와 같은 최종소비자는 제품 구매에 관심이 더 많기 때문에 종전 같은 기술을 보유한 기업의 인수는 꺼리고 있음
- 5) 브랜드를 보유한 대형 제약회사와의 협력
- 6) 기존 경쟁업체와의 판매 및 유통관련 협력
- 7) 전략적 제휴
- 8) 기술 플랫폼의 응용성 확대를 위해 라이선스 제휴

○ 세포기반 분석기술의 분류

- Lysis-based assays, GFP(green fluorescent protein)와 같은 reporter 분자를 이용한 intact-cell assays, GPCR(G-protein coupled receptors)와 같은 exogenously expressed targets을 이용한 분석, endogenous targets을 이용한 분석, transcription factor의 translocation를 분석하는 방법, ADME/toxicity 분석방법 등이 대표적임.
- 현재까지 세포기반 분석기술 분야에 있어서는 뚜렷한 시장의 리더가 부재한 실정임. PerkinElmer, Amersham, Invitrogen 등의 대형 회사 조차도 시장 선점을 위해 노력 중임.

○ 중점 추진방향

- 1) Multiplexing cell-based assays
- 2) ADME/Tox 스크리닝용 세포기반 분석법

- Multiplexing은 단위 well내 함유된 multiple cell type을 이용하여 target localization이나 functional response와 같은 high content (multiparametric analysis)를 분석할 수 있는 방법으로, 다차원 해석에 의해 lead optimization의 효율성을 향상시킬 수 있고, 궁극적으로 신약 스크리닝에 소요되는 분석 well 수를 줄일 수 있어 신약개발에 소요되는 비용절감의 효과와 시간을 줄일 수 있는 장점이 있음. 이같은 방법은 systems cell biology-based HTS를 이용한 신약개발이 가능해짐.
- 현재 신약개발과정에 있어서의 가장 큰 난제중의 하나는 다양한 lead

compound가 진정으로 신약후보물질이 될 수 있는지를 평가하는 단계임. 신약 후보화합물이 실제로 신약과 같은 특성을 보이는지를 평가하는 방법으로 ADMET 측정방법이 있는데, ADMET란 drug이 체내에 들어갔을 때 일어나는 absorption (흡수), distribution (분포), metabolism (대사), excretion (배설) 그리고 toxicology (독성)에 걸친 전반적인 과정을 의미함. 실제로 약 후보물질 (new chemical entity) 중의 약 30%가량이 독성과 side effect로 인해 스크리닝 과정중에 배제되기 때문에 신약개발 과정에 있어서 ADMET에 대한 검증이 사전에 이루어져야 하며 이것이 새로운 신약개발의 성공을 좌우한다고 할 수 있음.

- ADMET 단계는 human liver에서 추출한 primary hepatocyte를 배양함으로써 이루어질 수 있지만, 대개 plate당 \$500 정도의 고 비용이 소모되는 이유로 세포주를 이용하는 방법이 많이 사용되고 있는 실정임. 현재까지 ADMET를 각각 분석하는 방법은 있으나 ADMET를 총체적으로 동시에 분석할 수 있는 시스템은 없는 실정임. 따라서 소량의 시료로서 ADMET를 HTS로 구현하는 것은 상당한 가치가 있는 것으로 분석됨.

(2) 마이크로플루이딕스 (microfluidics) 관련 산업

○ 배경

- 마이크로플루이딕스 산업은 크게 신약개발을 위한 플랫폼과 진단용 응용을 위한 영역으로 급속히 성장되고 있는 분야 임.
- 2002년 5천6백만달러 규모인 마이크로플루이딕스 산업은 Caliper와 Cepheid 두회사에 의해서 약 50%이상의 시장점유율을 보이고 있고, 연평균성장률 41-55 %로 성장되어 2007년까지 4억9천8백만 달러 규모에 이를 것으로 예측하고 있음 (D&MD 2003).
- 현재의 주된 응용분야는 분리, 신약스크리닝, 시료 전처리의 3가지 영역에 집중되고 있으며, lab-on-a-chip 형태의 모든 기능이 집적된 기능을 하는 경우와 한 가지 기능을 수행하는 형태의 소자로 개발이 이루어지고 있음.
- 신약개발을 위한 플랫폼으로서 HTS를 위한 마이크로플루이딕 소자의 경우 소량의 생리활성물질을 다루기 위한 방법과 전술한 바와 같이 세포기반 스크리닝 단계의 처리기술 개발에 관련 제품이 많이 개발되고 있는 실정임.

- 마이크로플루이딕스를 이용한 예측 및 진단용 소자의 경우 크기, 속도, 기능의 집적화를 장점으로 하는 감염성질환 진단 또는 군사용 point-of-care 진단용 응용분야로 발전이 예측 됨.
- 기술적으로는 dielectrophoresis (DEP), electro-wetting과 같이 유체를 선택적으로 이송하는 기술이 급속히 개발되고 있음. 이러한 유체이송기술은 마이크로플루이딕스 분야에 있어 플랫폼이 되는 마이크로플루이딕스 산업의 "niche market"을 창출하는 데 있어 원천이 되는 기술로서 이에 대한 기술 확보가 시급함.

○ 중점 추진방향

- 마이크로플루이딕스 산업은 단기적으로 미세유체제어기술이 겸비된 HTS 호환 제품, 핵산 및 단백질 분리용 칩, 전기영동(electrophoresis)용 마이크로칩, 정밀화학 원료 제품의 조합합성(combinatorial synthesis), 혈액분석 키트, HPLC 및 mass spectrophotometer 등의 시료전처리 용 칩 등의 단일 제품에서부터 생물테러 예측 등의 진단용 응용제품 군이 많이 개발될 것으로 전망됨.
- 마이크로플루이딕스 응용 제품의 현재 수요는 연구용 시장임. 따라서 대전 지역에서 풍부한 연구 인력과 관련 연구기관이 시너지를 보일 수 있는 지리적 입지를 최대한 활용하게 된다면, 마이크로플루이딕스 응용 제품에 대한 아이디어 창출, 제작, 검증에 이르는 산업창출에 다른 지역보다도 유리하다고 할 수 있음.

(3) e-health 용 point-of-care 바이오칩 산업

○ 배경

- 생명공학 및 의학 지식이 컴퓨터, 반도체, 센서, 인터넷, 통신 기술 등 기존 IT 산업 기술과 융합되어 소형화, 휴대화 된 바이오 정보 단말기 시장이 열리고, 네트워크 서비스까지 연결된 차세대 개인건강서비스를 지원할 수 있는 21세기형 전자 보건 산업 분야인 고부가가치의 e-헬스 산업으로 발전될 것으로 전망됨. e-헬스 세계 시장규모는 2007년 2.1조 달러 규모로 예측됨.(SRI 2000)

- 선진사회 진입과 산업화의 진전에 따른 건강에 대한 관심의 증가로 건강한 삶의 유지와 질 향상을 위한 필수적인 바이오 정보 검출 및 시스템 기술이 요구됨
- Point-of-care 바이오칩 산업에 있어서 바이오 정보 검출 및 시스템 기술은 BT-IT 융합에 의한 인간 친화적인 첨단 의료복지 서비스의 제공 및 e-헬스 산업 발전에 필요한 정보처리 소자와 초소형화, 고기능화된 인체 친화형 정보 단말기 기술 개발의 원천이 되는 기술 분야임.

○ 중점 추진방향

- 1) 시료전처리가 가능한 형태의 바이오 정보 검출 기술 확보: 나노/마이크로 시스템 기술의 집적화로 소량의 시료채취 및 무 통증의 혈액 채취, 시료 분리 등이 용이한 시료 전처리 기술 개발
 - 2) 소형화 및 휴대 가능한 새로운 바이오 정보 검출기술 확보: 기존 광학적, 전기화학적 검출 원리를 혼합한 형태의 새로운 바이오물질 검출 방식 확립. 측정시스템이 소형화 될 수 있는 형태의 측정원리가 뒷받침되어야 함. 또 다른 방향으로 무선 통신 및 인터넷 연결이 가능한 소형화된 단말기 형태의 검출기 개발
 - 3) 사용자 인터페이스를 고려한 설계, 제작 기술 개발: 즉, 비 숙련자가 간단한 조작으로 운영할 수 있는 검출시스템이 되어야 하고, 다양한 건강정보를 모니터링 할 수 있는 센서 모듈의 개발과 개인이 필요로 하는 건강정보 서비스를 수신할 수 있는 인터페이스 시스템 개발
 - 4) e-헬스용 정보시스템 인터페이스 기술 개발: e-doctor (virtual doctor), 약 정보, 의료보험 정보 등 WEB 기반 기존 의료정보처리 시스템과 연계될 수 있는 개인용 바이오정보처리 시스템을 구축하고, 개인 정보의 보호가 이루어져야 함.
 - 5) 표준화 기술 개발: 바이오 정보 검출을 위한 센서 및 단말기 제조, 통신 서비스 시스템 등의 기술 표준화를 대비한 기술 개발이 이루어져야 함.
- 대전지역은 KAIST 및 한국생명공학연구원, 한국전자통신연구원, 한국기계연구원, 한국표준과학연구원 등의 기관에서 바이오칩 관련 기술 개발이 활발히 이루어지고 있고, 관련 기업 인프라가 잘 구축되어 있는 이유로

보다 차별적인 플랫폼 기술에 의한 바이오칩 개발에 집중할 필요가 있음.

(4) 지능형 DDS (drug delivery system) 산업

○ 배경

- 지능형 약물 전달 기술은 연평균 16% 이상의 성장을 보여 2013년에는 2000억불 이상의 시장을 형성할 것으로 예상되는 약물전달시장을 선점할 수 있는 차세대 약물전달의 핵심기술임.
- 약물전달시스템 시장은 앞으로 평균 16% 이상 성장하여 2013년경에는 2000억불 이상의 시장을 형성할 것으로 예상되며 다국적 제약 기업들이 의약분업을 기회로 삼아 국내외 제약시장을 잠식해 가고 있는 현재의 상황을 고려할 때 국제경쟁이 가능한 지능형 약물전달시스템 개발은 우리나라 제약 산업을 이끌어 갈 수 있는 기반 기술이 될 수 있음.
- 이 기술은 BT와 NT가 전형적으로 융합된 분야로 세포내 침투기술, 나노입자 합성 기술, 표적지향성 기술, 약물 제어방출기술, 유전자 전달기술, 국소 약물전달기술 등 다양한 기술들의 융합에 의해 개발될 수 있으며 기존의 약물뿐만 아니라 향후 생명공학 기술로 새로 만들어지는 맞춤형 약물의 전달시스템에도 활용될 수 있을 것임.
- 기타, 단백질 약물 전달기술, 나노입자 전달 기술 등이 중심기술이 될 것임.

○ 중점 추진방향

- 대전지역은 유전자 전달체 기술, 나노입자를 이용한 항암제 전달체 기술, hyaluronic acid particle을 이용한 hGH 전달체와 같은 단백질 약물전달체 기술, 그리고 폴리머 마이크로칩을 이용한 선택적 약물전달 기술을 기관별로 보유하고 있기 때문에 지능형 약물전달시스템 개발에 유리한 입지에 있음.
- 대전지역에 위치한 LG생명과학, 삼양사, 웹트론 등이 단백질 및 항암제 DDS 개발을 추진 중이고, 바이오니아는 올리고뉴클레오타이드를 이용한 유전자 DDS 개발을 하고 있어 산업체의 참여가 용이하다는 장점이 있음.
- DDS분야는 연구비 투자대비 상품화가 가장 빠른 분야중의 하나로 외국의

특허를 피해갈 수 있고 국내의 제너릭 약물의 새로운 시장을 개척할 수 있음.

(5) 바이오응용 기기 및 부품 산업

○ 배경

- 대전은 지능형 로봇기술의 국내 집적지로서 최고의 경쟁력을 확보하고 있으며, 대전시는 차세대 신성장 동력사업 가운데 하나인 지능 로봇 산업이 대전지역 핵심클러스터 분야로 발전할 수 있는 방안을 모색하고 있음. 이러한 로봇산업 육성계획과 함께 시너지를 보일 수 있는 전략의 수립이 필요함.
- 대전시는 정보기술의 집적지인 대덕연구단지를 기반으로 초고속 탐색기술의 발전에 따라 급속히 증가하고 있는 다양한 바이오정보를 다중 분석하여 data analysis, data integration 등 bioinformatics tools을 적용하는 산업을 육성하기에 매우 유리함.

○ 중점 추진방향

- 자동화 바이오로봇 기술이 접목된 대용량 시료처리기. 각종 분석기기를 기능적으로 결합시켜 의약후보물질의 성능분석, 항원-항체반응 측정을 통한 면역활성 분석, 세포기반분석기술(cell-based assay), 조직기반분석기술(tissue-based assay) 등 다양한 다중분석이 이루어질 수 있는 기기 개발

(6) 생명공학 산업

○ 배경

- 대전지역의 바이오산업이 의학과 연계, 융합되어 국민보건향상에 직접적인 도움을 줄 수 있도록 발전, 육성될 필요가 있음.
- 바이오칩, 의약품 개발에 대한 모티브를 제공하고, 신약 및 진단기기를 활용, 검증할 수 있는 임상시설과 병원의 역할이 강조되어야 함.
- 특히, 대전지역에 운영되고 있는 조직 은행을 이용하여 인체조직에서의 질

환 연구, 법의학 및 대사이상 검사, 직업 환경의 유해인자 탐색, 조기진단 키트를 개발하는데 이용할 수 있음.

○ 중점 추진방향

- 최신 공학기술을 이용한 고정밀, 고성능 생체신호의 정확한 분석은 의료 영상기기의 효용성을 극대화하는 생체신호의료기기 개발에 필수적이며 질환의 조기진단에도 유용할 것으로 판단됨. 특히 비 침습성, 무통성 생체신호의 분석기술은 고부가가치의 생체계측 의료기기개발에 중요한 원천기술로서 이에 대한 기술확보가 시급함.

4.1.3 바이오융합기술 육성방안

- 산, 학, 연 등의 공동 생존전략 마련과 이에 대한 정부의 지원책 및 기술 거래, 공동 비즈니스, 국제 협력 등을 위한 제도적 장치를 마련 함. 예로서 미국의 실리콘밸리를 벤치마킹하고 규제, 세금, 노사관계 등에서 파격을 인정하려는 노력이 필요 함.
- 바이오융합 산업의 경우 선택과 집중을 통해 연구능력을 높이고, 대학과 연구소의 기술적 성과를 산업화하는 메커니즘을 강화해야 함. 예로서 연구자금과 시설을 확충하고 스타 과학자들을 유치, 육성함과 동시에 대학과 연구소의 벤처창업을 지원하고 기술이전을 제도화 할 필요가 있음.
- 최근 일부 학회에서 부분적으로 다루어지고 있는 바이오융합 기술을 전문적으로 모니터링하고 육성할 수 있는 “바이오융합기술 (Bio-Fusion Technology)” 학회를 설립하여 관련기술 정보의 습득 및 정보교류의 장으로 활용될 수 있도록 함.
- 바이오융합 기술은 대학, 연구소, 바이오 벤처, 대기업 등 개별 주체별 역할을 분명히 해야 하며, 단순한 지역 클러스터의 조성보다는 클러스터의 시너지 효과를 극대화시키기 위한 운영의 체계화 및 지속적인 투자가 중요 함.
- 선진국과 비교해 볼 때 국내 산업클러스터는 구성주체의 경쟁력 및 역할, 주체간 상호작용이 취약함. 클러스터를 구성하는 비전제시자, 시스템 통합자, 전문공급자 중에서 약한 부분을 보강하고 상호작용을 촉진시켜 실리콘밸리형이 될 수 있도록 국가 장기과제로 추진해야 함 (그림 4-4).
- 세계적으로 바이오클러스터가 활발히 형성되고 있는 지역의 공통점은 세계적 수준의 연구소와 설비, 숙련된 인적 자원, 강력한 사업 네트워크, 자금 등을 원활하게 제공받을 수 있는 곳이라는 점임. 이러한 특징은 새로운 비즈니스에서 오는 위험을 최소화할 수 있는 사업 환경을 만들어주어 바이오테크 관련 기업, 투자자 등의 주목을 끌고 있음.

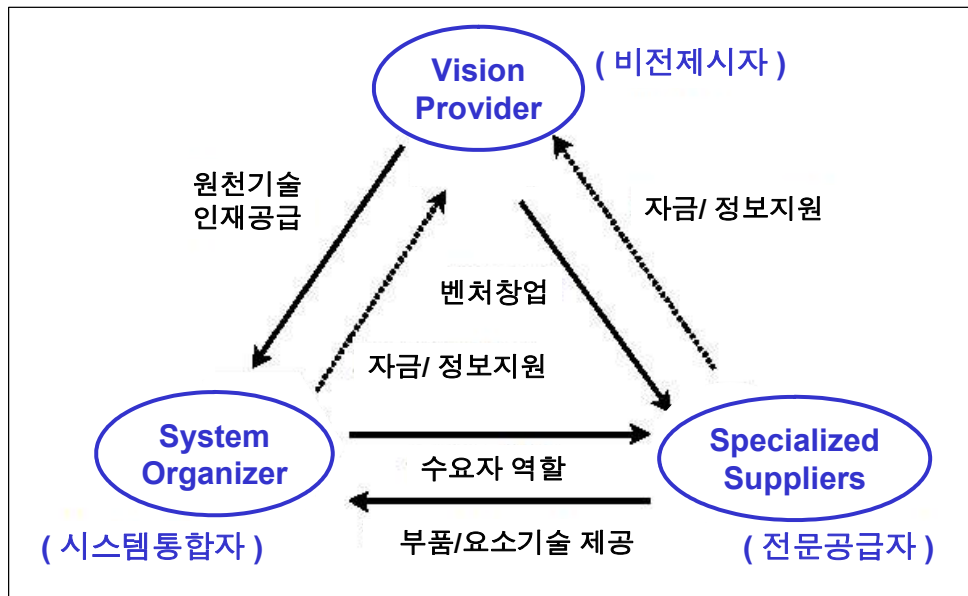


그림 4-4. 클러스터의 구성주체별 역할
삼성경제연구소 (2002. 11. 6)

- 클러스터 활용의 성공사례로서 샌프란시스코만 일대에 있는 Amgen, Genentech, Chiron 등과 아울러 샌디에고 지역의 Hybritech이 대표적 임 (그림 32). Hybritech은 1978년 UC샌디에고의 교수 출신인 Birndorf와 Royston이 주축이 되어 설립된 면역 진단시약 개발 기업으로 1986년 Eli Lilly에 5억 달러에 팔렸음. Hybritech의 성공은 이후 이 지역의 바이오테크기업 창업을 촉진하는 계기가 되었는데, Hybritech을 거쳐간 인력들만으로도 현재 40여 개의 기업들이 설립, 운영되고 있을 정도임. 샌디에고에서는 이외에도 IDEC Pharmaceuticals, Nanogen 등이 성공사례로 꼽히고 있음.
- 대학과 연구소를 비롯하여 타 경쟁 기업들과의 연구개발 제휴는 물론 기업간 인수합병도 적극적으로 모색해야 할 것임. 국내의 경우 배타적 기업 문화와 법적·사회적 요인들에 의해 인수합병이 활발하지 못했다는 지적이 있으나, 기업간 인수합병은 향후 국내 바이오 벤처기업의 생존과 성장에 필수적인 요소 중의 하나로 작용 할 전망이다

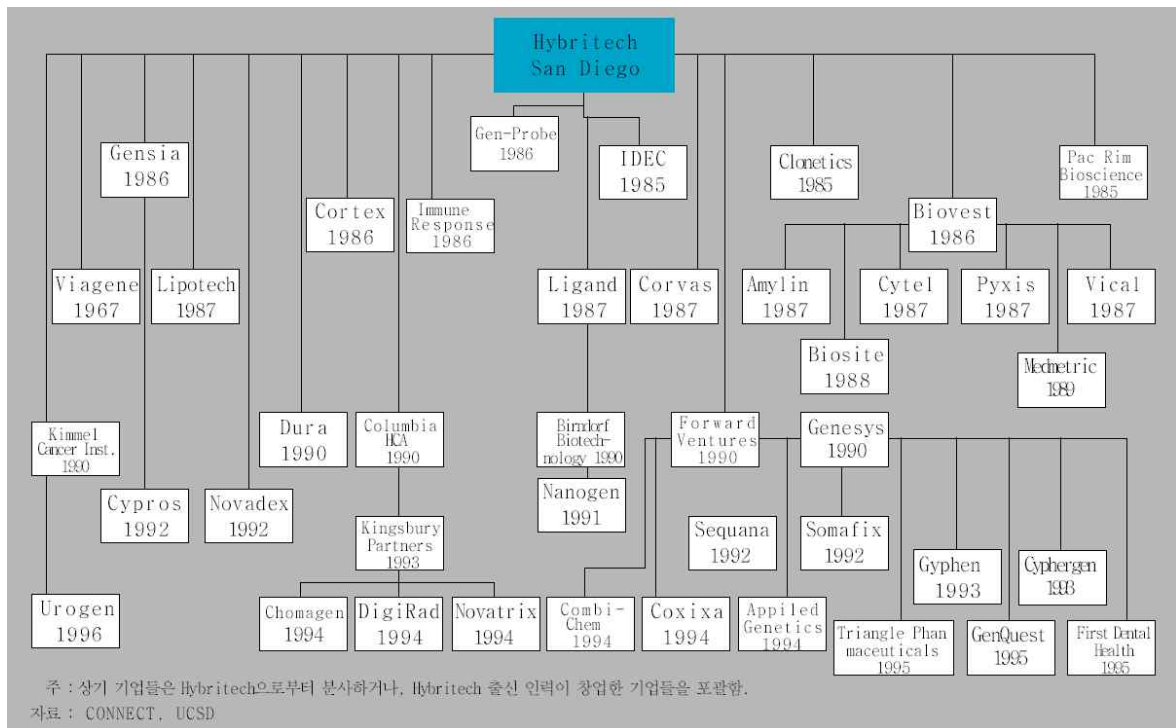


그림 4-5. 샌디에고 바이오클러스터의 성장과 Hybritech의 역할
(LG 주간경제 2002. 7. 3)

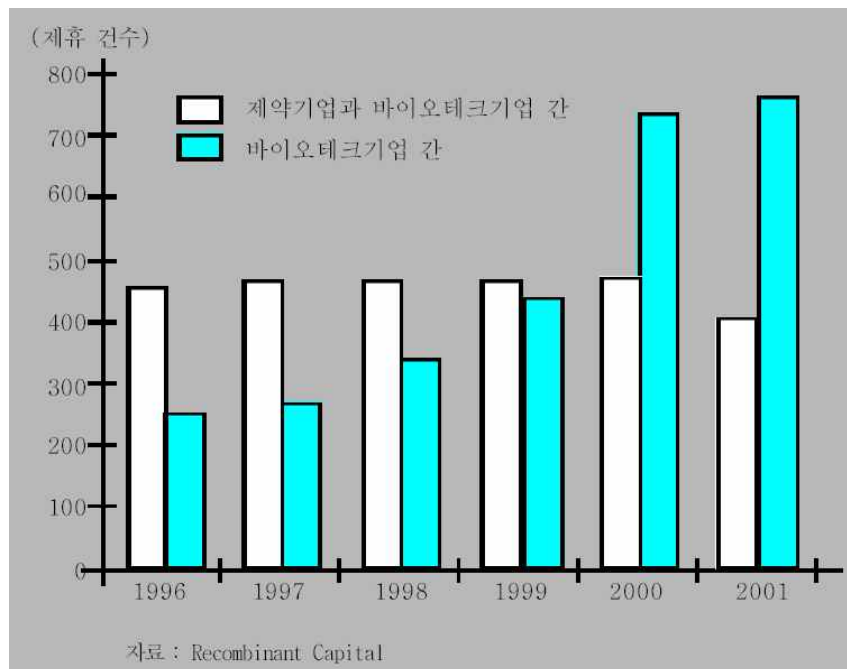


그림 4-6. 세계바이오테크기업의 제휴추이
(LG 주간경제 2002. 12. 11)

표 4-3. 대전의 산업발전 전망, 성장유망산업의 지역별 특화 및 연계방안,
산업연구원 국가균형발전연구센터 (2003. 11. 24)

구분	산업	2001년			2008년			2013년		
		대기업형	대-중소기업형	중소기업형	대기업형	대-중소기업형	중소기업형	대기업형	대-중소기업형	중소기업형
정보집약형	정보서비스			■			●			●
	비즈니스서비스			▲			▲			■
	문화									■
과학기술기반형	항공·우주									
	환경									
	생물			▲			■			●
	정밀화학			■			■			●
	신소재									
	정밀기기									
	메카트로닉스									
	전자·정보기기			▲		■			●	
규모중심형	조선									
	자동차									
	기계									
	가전									
	반도체									
	철강									
	석유화학									
수요지향형	관광									
	물류									
	신발									
	섬유·의류									

* 주 : ● 핵심지역전략산업, ■ 유망지역전략산업, ▲ 일반지역전략산업

- 산업연구원 국가균형발전연구센터에서 분석한 최근자료에 의하면 대전지역은 중소기업 중심의 정보집약형 및 과학기반형 산업의 새로운 중심지로 발전할 전망. 생물산업은 일반에서 핵심지역전략산업으로, 정밀화학과 전자·정보기기산업 역시 유망에서 핵심지역전략산업으로, 정보서비스산업은 유망에서 핵심지역전략산업으로, 문화산업은 신규 유망지역전략산업으로 발전할 것으로 예측함. 생물, 정밀화학, 전자/정보기기를 비롯하여 정보서비스가 융합된 “바이오융합 기술”을 구현하기에 최적의 입지조건인 대전 지역에서 바이오융합산업을 전략산업으로 육성하기 위한 중·장기적인 세부 계획수립이 절실한 시점 임.

4.2 바이오융합기술의 선택과 집중 전략

4.2.1 기술 개발 전략 (기술 대안)

(1) High throughput/ high contents 스크리닝용 기술 개발

- 기술대안
 - High throughput electrophoresis/ DNA sequencing 기기
 - High contents 신약생체정보와 이미지 처리 SW 기술
 - 신약-생체분자 다중결합 측정/제어 기술 및 시스템
 - 신약-생체분자 상호작용 예측을 통한 virtual screening 기술 및 시스템
 - High throughput/ high contents 신약분석/스크리닝 세포/시스템 개발
- 시사점 (그림 4-7)
 - 단기적 제품군으로 가격과 성능 면에서 선진제품과 차별화 될 수 있는 전기영동기기, sequencing 기기 등과 같이 유전체학, 단백질체학 연구용 보조기기 개발에 치중할 필요가 있고, 대전지역에 강점이 있는 High contents 신약생체정보의 이미지 처리를 위한 소프트웨어 기술 등을 개발하는 것이 유리한 것으로 예측됨
 - 중, 장기적으로는 신약-생체분자 상호작용 예측기능을 수행할 수 있는 virtual screening 기술 개발에 주력하는 것이 경쟁력이 있을 것으로 분석됨

(2) Point-of-care (POC)용 바이오칩 기술 개발

- 기술대안
 - 혈액분석용 마이크로플루이딕 lab-card
 - 치료전처리용 lab-card
 - 단백질 및 세포 활성 분석용 마이크로플루이딕 lab-card

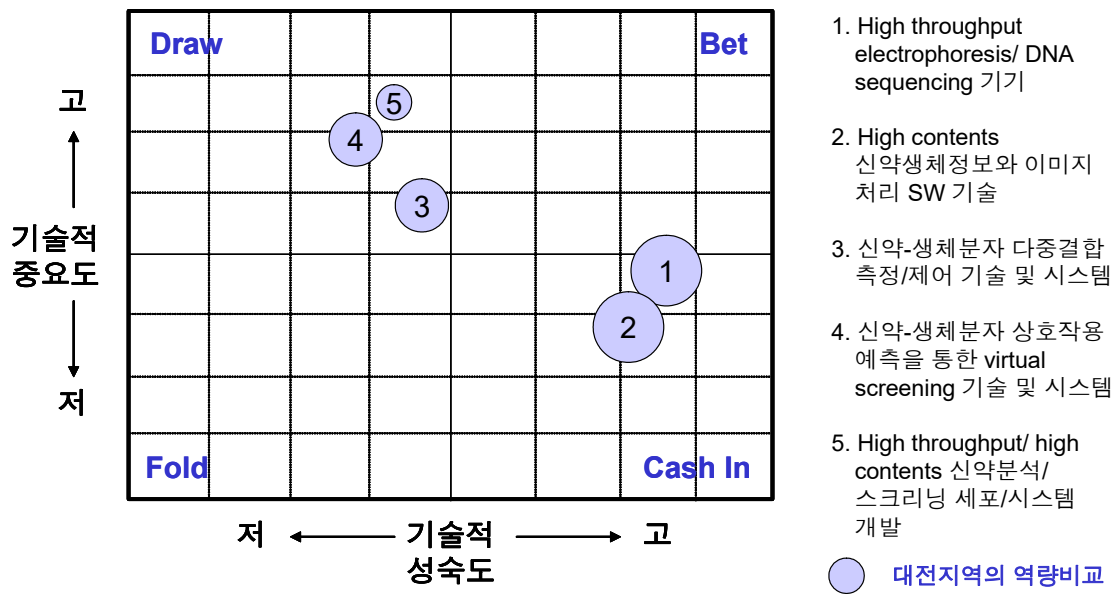


그림 4-7. High throughput/ high contents 스크리닝용 기술 포트폴리오

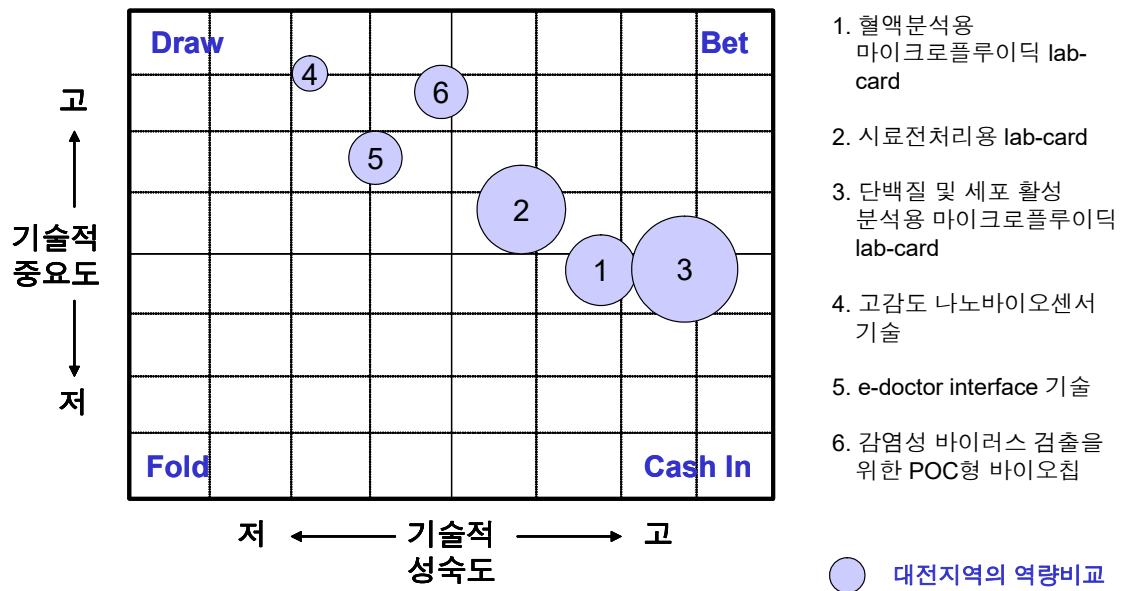


그림 4-8. Point-of-care 용 바이오칩 기술 포트폴리오

- 고감도 나노바이오센서 기술
- e-doctor interface 기술
- 감염성 바이러스 검출을 위한 POC형 바이오칩

○ 시사점 (그림 4-8)

- 단기적 제품군으로 연구소, 병원 등에서 활용될 수 있는 연구용 기기와 호환되는 또는 일회용의 시료전처리 lab-card 중심의 개발이 가시적 성과로 바람직함.
- 중, 장기적으로는 나노기술 등을 활용한 혈액분석 시스템 및 휴대용 POC 형태의 바이오칩 개발이 ETRI, 생명공학연구원 등의 연구인력 network과 인프라가 잘 구축된 대전지역에서 강점이 있을 것으로 예측됨

(3) 초소형 세포분석 기술 개발

○ 기술대안

- Integrated ADMET용 세포분석 시스템
- *In silico* ADMET 분석 시스템
- Dielectrophoresis를 이용한 세포분리 시스템
- 레이저를 이용한 단일 세포 조작, 분석 시스템
- 신약-생체효능 (질병치료) 측정/분석 기술 및 시스템
- 신약 타겟 인식-타당성 검증 기술 및 시스템

○ 시사점 (그림 4-9)

- 단기적 제품군으로 연구소, 병원 등에서 활용될 수 있는 dielectrophoresis를 이용한 세포분리 시스템과 같이 연구용 기기와 호환되는 또는 일회용의 세포분석시스템에서부터 표준과학연구원 등에서 장점이 있는 레이저를 이용한 단일 세포 조작, 분석 시스템에 대한 원천기술 개발에 치중하는 것이 바람직 함
- 중, 장기적으로는 *in silico* ADMET 분석기술을 바탕으로 integrated ADMET용 세포분석 시스템 개발에도 도전할 만한 가치가 있는 것으로 평가됨

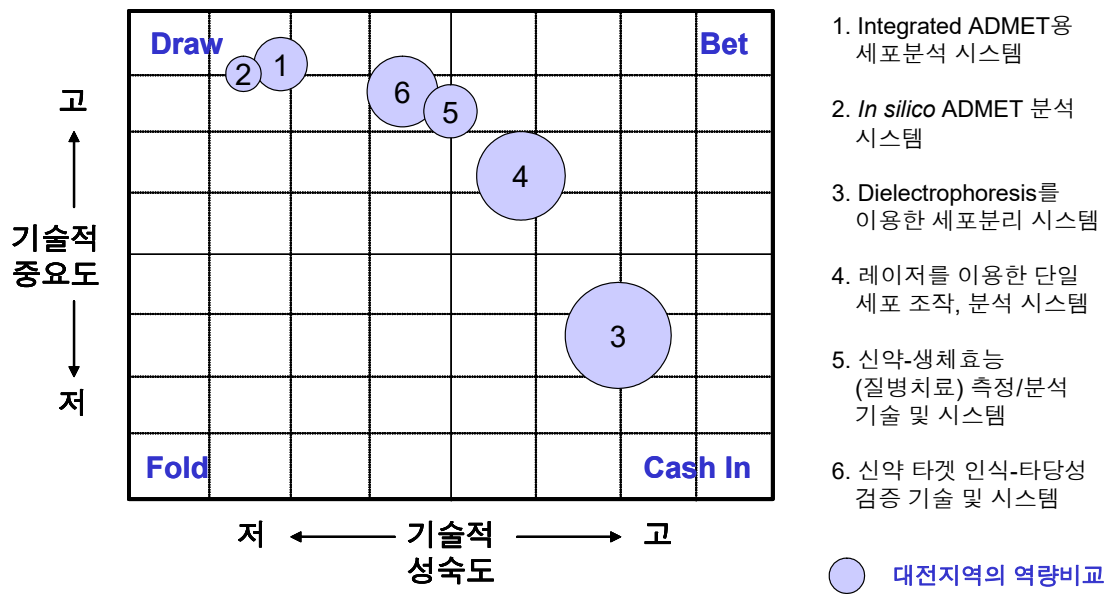


그림 4-9. 초소형 세포분석 기술 포트폴리오

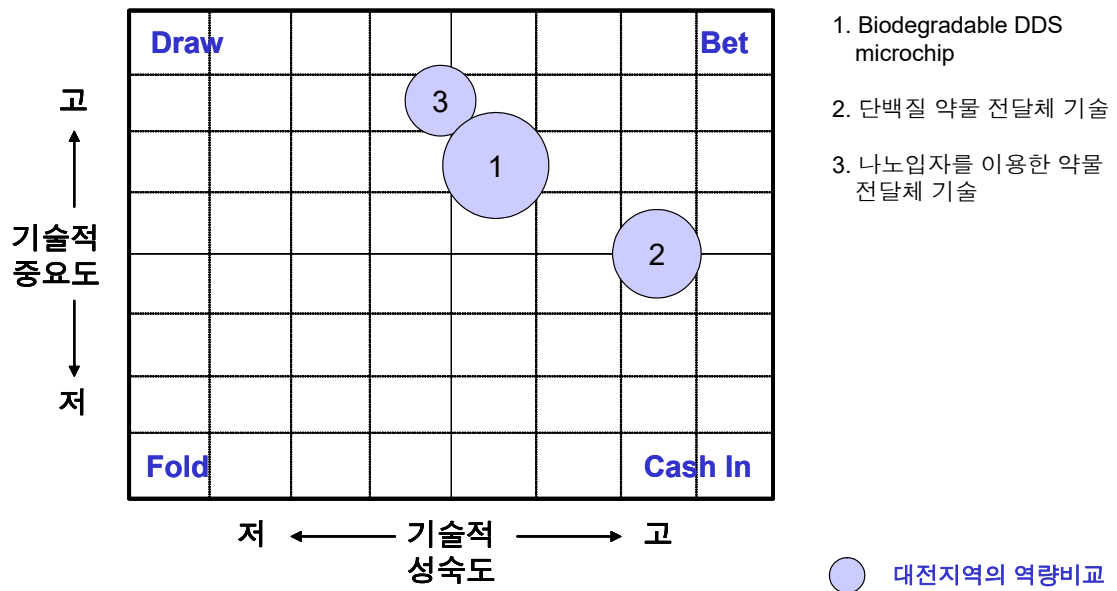


그림 4-10. Intelligent DDS 기술 포트폴리오

(4) Intelligent drug delivery system (DDS) 기술 개발

- 기술대안
 - Biodegradable DDS microchip
 - 단백질 약물 전달체 기술
 - 나노입자를 이용한 약물 전달체 기술
- 시사점 (그림 4-10)
 - 단기적 제품군으로 단백질 약물 전달체 기술에서부터 점차 나노입자 및 마이크로칩을 활용하는 기술 등을 접목시킨 지능형 약물전달시스템으로 개발하는 것이 바람직 함.

(5) 마이크로플루이딕 바이오프로세서

- 기술대안
 - Channel-less microfluidics
 - Adaptable, programmable bioprocessor
 - Bioprocessor-on-a-chip 모델링 및 simulation 소프트웨어 시스템
- 시사점 (그림 4-11)
 - 단기적으로는 설계, 제조가 용이한 마이크로플루이딕스에 대한 원천기술 개발에 주력하고, 특정분야 응용이 가능한 중, 장기적 제품군으로 발전시켜나가는 것이 바람직 함.

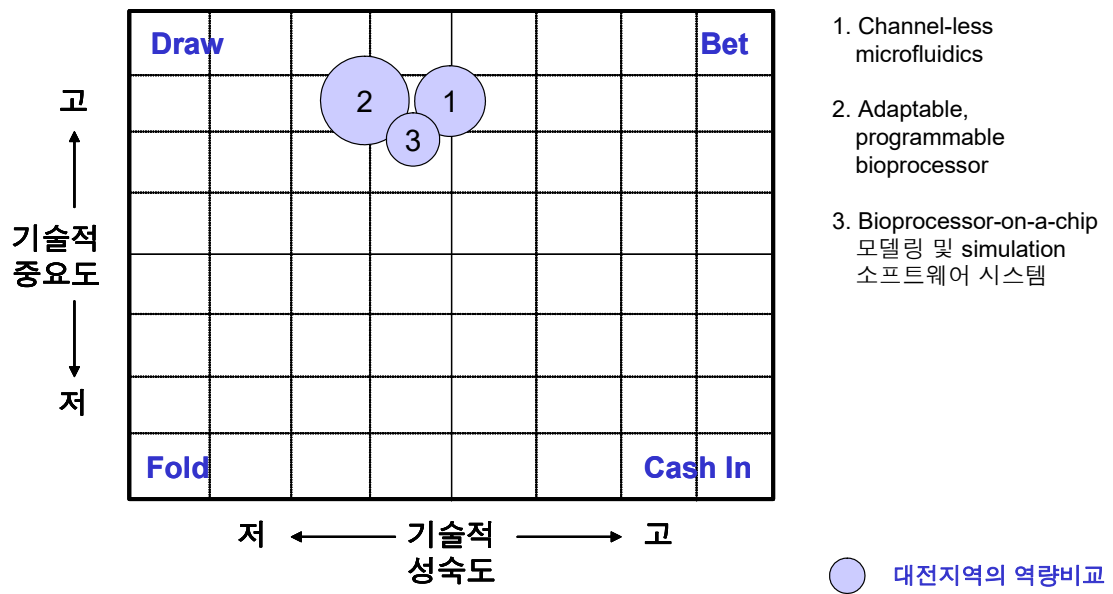


그림 4-11. 마이크로플루이딕 바이오프로세서 기술 포트폴리오

4.2.2 특허 전략

- 독자적인 기술에 대한 특허권은 바이오융합 관련 벤처 경영의 핵심이라 할 수 있으며, 관련 기업의 자금조달 및 시가총액을 결정하는 중요한 원동력이 됨.
- 적절한 특허전략을 구사하기 위한 특허 전문인력의 확보가 필요하며, 석박사 과정 학생 및 연구원을 대상으로 체계적인 특허교육을 통해 발명자의 특허마인드를 확고히 하는 것이 필요함.
- 기업의 가치와 생존을 결정하는 핵심기술에 대해서는 종합적이고도 객관적인 포트폴리오를 구성하여 권리화해야 함. 특히, 경쟁사의 특허분석은 특허 포트폴리오 구성에 필수적으로 고려되어야 함.
- 등록된 특허라 하더라도 실시가능요건 불충족 등 여러 가지 무효사유에 의해 얼마든지 특허권이 소멸될 수 있으므로 안정적 권리확보 차원에서 개량된 발명 및 구체화된 발명에 대한 지속적인 권리화가 필요함.
- 권리범위, 즉 claim은 발명을 개시하는 것에 기초해서 설정되므로 기존 특허권이나 공지기술과 중복되지 않으면서 명확한 권리 획득, 제3자에 대해서는 최대의 방어를 할 수 있는 명세서의 작성이 필요함.

4.2.3 대전지역의 역할

- 국내에서 가장 좋은 인력 인프라 및 시설을 최대한 활용, 유지할 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 함.
- 지역 특화 사업의 추진 전략으로서 대전지역의 인프라네트워크를 유기적으로 연결하는 시스템의 수립과 거점 기능을 수행할 수 있도록 지속적으로 지원하는 일이 무엇보다 중요함.
- 바이오융합 산업 발전을 위한 중, 장기적 비전을 지속적으로 제시하려는 노력이 필요함.
- 기업이 리더 역할을 할 수 있도록 산,학,연,관의 긴밀한 협력과 연대를 바탕으로 첨단복합산업 클러스터가 이루어져야 바람직함.
- 수도권이전에 따른 중부권으로의 인구유입을 대비한 배후도시로서의 기반조성이 요구됨.

4.3 바이오융합기술 관련 산업기반 확대 및 장기발전 계획

○ 정책적 중요성

- 선진국에서도 기술 개발 초기단계인 첨단 융합기술은 상대국에 기술이전을 기피하는 대표적 분야로 향후 기술 표준화에 대비한 원천기술 확보만이 21세기 국가경쟁력을 확보할 수 있는 유일한 대안임.
- 본격적인 산업구조의 형성 및 초기 시장형성단계이므로 개발초기부터 정부주도의 연구방향 설정 및 연구 투자가 중요한 분야임.
- 바이오융합산업 기술분야의 정책수립은 이공계 연구교육의 새로운 활로를 개척할 수 있을 것으로 기대됨.

○ 장기 부양책

- 바이오산업의 가치사슬을 고려해서 국제적 경쟁력을 확보할 수 있도록 대기업(국외/국내)과 협력체계를 어떻게 구성할 것인가에 대해서 검토되어야 함.
- 대전지역 클러스터에 국한된 닫혀있는 시스템 보다는 국내 관련 기업도 필요에 따라 협력할 수 있도록 고려하는 것이 필요함(단, 인력과 자본의 출입이 허용되어야 함).
- 산업자원부, 정보통신부, 과학기술부, 보건복지부 등 모든 관련 부처에서 동시에 부양하려는 노력이 필요함.

5. 바이오융합 산업육성을 위한 제언

5.1 우리나라에 대한 제언

- 바이오융합 관련 기초연구에 대한 중, 장기적인 지원을 통하여 산업화 기틀을 마련하고, 창의적 인재양성을 통해 바이오융합 산업분야를 미래의 국가 전략산업으로 육성할 필요가 있음.
- 바이오 관련 부처(과학기술부, 산업자원부, 정보통신부, 보건복지부 등)간 협력이 융합산업의 육성과 성공적인 클러스터의 형성 및 발전에 중요할 것으로 판단됨.
- 기업화 및 산업화에 제약이 되는 여러 법적 제한의 조정/철폐 등 제도적인 지원책 마련이 중요함.
- 기반조성이 잘 갖추어진 대전지역을 과학기술 R&D 특구로 지정하는 방안을 조기에 실행하는 것이 바람직 함.
- 바이오융합 산업 발전을 위해서는 중, 장기적 비전을 지속적으로 제시하려는 노력이 필요함. 국내에서 가장 좋은 인력 인프라 및 시설을 확보하고 있는 대덕연구단지의 기능을 최대한 활용, 유지할 수 있는 제도적 장치를 마련하고, 대전지역을 바이오융합 산업 메카로 육성할 것을 제안 함.

5.2 대전광역시에 대한 제언

- 벤처기업/ 연구기관/ 학교/ 대기업간 지식 및 인력이 공유될 수 있는 정보공유시스템을 구축, 운영하여 지적재산의 국가적 경쟁력 제고, 인력의 효과적 육성 및 취업 안정화를 유도할 필요가 있음.
- 대전지역이 바이오융합기술의 hotbed가 되게끔 일찌감치 human traffic이

증가하도록 각종 프로젝트 및 행사를 기획하고 유치하는 것이 중요. 즉, 전 세계에 산재해 있는 개발된 기술의 잠재적 수요자들이 손쉽게 대전지역을 정기적으로 방문하고 유익한 정보 및 인적 교류를 이룰 수 있는 토대를 마련함으로써, lab-to-market 시간 및 비용을 최소화 하는 방안이 강구되어야 할 것임.

- 바이오/의료기술과 공학기술 간의 융합산업 발전을 기하고, 대전지역의 고급 인력 및 관련 기업을 유치하기 위한 한 가지 방안으로 국내외 첨단 의료 병원을 유치하는 데도 적극 노력할 필요가 있음.
- 바이오융합연구 분야에서 역량을 확보하고 있는 대학, 정부출연연구원, 바이오벤처 기업의 기능적 네트워크 구축을 통하여 대전지역이 바이오융합 분야에 대한 첨단복합산업 클러스터로 발전되어야 함. 특히, 기업이 리더 역할을 할 수 있도록 산,학,연,관의 긴밀한 협력과 연대를 바탕으로 클러스터 구성원간에 상호작용을 촉진시킬 수 있는 “실리콘밸리형”이 될 수 있도록 대전시가 전략적으로 육성할 것을 제안함.
- 2004년 완공예정인 대전 바이오벤처타운의 사업비전을 바이오융합산업 특성화와 연계하여 추진함으로써, 바이오융합기술을 기반으로한 산업클러스터와 벤처기업의 육성정책을 수립할 필요가 있음.
- 대전지역의 관련 연구소 및 기업이 최근 타 지역으로 이전계획을 수립하고 있음. 이와 반대로 대전지역으로 우수한 기업/인재 들이 모일 수 있는 제도적 지원노력이 적극적으로 강구되어야 할 것임.
- 본 연구의 결과물이 바이오융합 산업 발전에 대한 중, 장기적 비전제시와 대전지역을 바이오융합 산업 메카로 육성하기 위한 지역특화 전략수립에 적극 반영되기를 제안 함.

참고문헌

1. 국가기술지도작성, 과학기술부 (2002.11)
2. 국가전략기술분야 우선순위 결정, 과학기술부 한국과학기술기획평가원 (2001.12)
3. 대전 충청권 지역산업발전계획 본 타당성 조사연구 최종보고서, (주)삼성경제연구소 (2001. 12.)
4. 대전 R&D 수요 및 동향조사 보고서, (재)대전광역시첨단산업진흥재단 대전전략산업기획단 (2003. 7)
5. 생물산업부문 산업분석 (바이오식품, 생물정보학), 산업자원부 한국산업기술평가원 (2002. 2. 28)
6. 바이오산업 정책 추진방향, 산업자원부 (2002. 5)
7. 바이오산업 경쟁력 강화 전략, 산업자원부 (2002. 6)
8. BIT 등 IT기반 융합기술개발 및 산업화 전략 분석, 산업자원부 정책용역 과제 최종보고서, 한국나노바이오시스템연구조합 (2002. 11)
9. IT-BT 융합기술개발 기획연구, 한국전자통신연구원 (2002.4.30)
10. 신기술 동향 조사 보고서 - 바이오칩, 특허청, 2001
11. 산업클러스터의 국내외 사례와 발전전략, CEO Information 373호, 삼성경제연구소 (2002. 11. 6)
12. 바이오텍기업의 사업전략, 삼성경제연구소 (2003. 6. 10)
13. 이처영, 개정 생명공학 특허전략, 대광서림 (2003)
14. 산업집적활성화기본계획, 산업연구원 (2003. 11. 24)
15. Ian J. Mehr, *Nanobiotechnology: Commercial Opportunities from Innovative Concepts*, D&MD Report #9072 (2002. 4)
16. Sreten Bogdanovic & Beata Langlands, *Molecular Diagnostics: Transforming the Pharmaceutical Market*, D&MD Report #9081 (2002.10)
17. Ken Rubenstein, *Microbiotechnology: Seizing New Opportunities in a Complex Market*, D&MD Report #9082 (2002.12)
18. Ken Rubenstein, *Microfluidics: Second Generation Technologies Driving Commercial Applications*, D&MD Report #9115 (2003. 4)
19. Antoun Nabhan et al. *Cell-based Assays: Commercial Opportunities, Legal Trends, & Technology Analyses*, D&MD Report #9116 (2003. 4)
20. Ken Rubenstein and Cynthia Coty, *High-Throughput Screening: Redefining the*

- Mission 2nd Edition*, D&MD Report #9032 (2001. 5)
21. ナノバイオテクノロジーの最前線, CMC社 (2003.10)
 22. Malorye Branc, *Life Sciences Informatics: From Data to Drugs*, Cambridge Healthtech Institute Report #28 (2003. 4)
 23. BioMEMS 2003, San Jose, June 15-17, U.S.A.
 24. Mainstreaming Microfluidics, Boston, May 15-16, U.S.A.
 25. Micro Total Analysis Systems 2003, Squaw Valley, October 5-9, 2003, U.S.A.
 26. Nanotech 2003, San Francisco, February 23-27, 2003, U.S.A.
 27. Fourth Annual BioMEMS and Nanotech World 2003, Washington,D.C., August 25-26, 2003, U.S.A.
 28. Laura Mazzola, Commercializing nanotechnology, *Nature Biotechnology* 21: 1137-1143 (2003).
 29. Robert Paull, Josh Wolfe, Peter-Hébert, Michael Sinkula, Investing in nanotechnology, *Nature Biotechnology* 21: 1144-1147 (2003).