

나노-바이오 육성현황 및 발전방향

2002. 12.



과학기술부
(연구개발국장 정운)

목 차

- I. 새로운 과학기술환경의 전개
 1. 21세기 신국제질서의 전개
 2. 선진국 동향
- II. 우리나라 연구개발 현황
 1. 세계 과학기술 현황
 2. 국가연구개발 투자현황
- III. 나노/바이오 관련 기술환경의 변화
- IV. 나노/바이오 기술개발 추진현황
 1. 발전비전 및 육성체계
 2. 주요 추진실적
 3. 연구개발 추진현황
 4. 2003년도 추진계획 및 전략

I. 새로운 과학기술환경의 전개

1. 21세기 신국제 질서의 전개

- National('80) / Regional('90) / Global(2000) 시대
 - 「하나의 지구」 보존과 「지속가능 발전」 추구
 - 주요 강대국·NGO·다국적 기업의 역할 증대
 - 세계 1등의 상품·기술·스포츠만이 생존

□ 과학기술 :

- 지식기반사회의 진전과 생명공학의 발전(IT/BT 혁명)
- 21세기 미래기술의 전개 : BT, NT, ST, ET 등
 - 「과학·기술·산업», 「기초·응용·개발», 「산·학·연」의 융합화
- 기술혁신의 가속화 및 연구개발투자 확대
 - 전통산업(5%), IT(10%이상), BT(20%이상), NT(50%이상)

I. 새로운 과학기술환경의 전개

□ 지속가능발전(Sustainable Development)

- 개념 : 환경보전(UNEP, '92)
 - 경제발전·사회복지·환경보전 정책의 조화(OECD, '98)
- OECD 주요정책 권고
(Policies to Enhance Sustainable Development, OECD 2001)
 - 개도국 참여 및 민간역할 강화, 정책통합·투명성 제고
 - 과학기술 역할 증대, 기후변화·천연자원의 관리 등

□ 세계 지구자원의 고갈 : 첨단과학기술로 극복

- 지구능력의 120%(1999년) 착취(70% : 1961년)
 - 80년대 중반 이후 활용력이 소생능력을 초과
 - 인구 증가, 수자원·삼림 고갈, 해양자원 감소
 - ※ 지구 능력의 한계 : 2032년(30년 이후)

○ 지구환경변화

구분	전망
식량	- 지구인구 1/3 기아(20억 : 하루생계비 1\$) - 세계 1인당 경지면적 0.25ha(750평) : GMO
인구와 건강	- 21C후반 110억 예상(*50~75 : 64%, *75~*00 : 48% 증가) - AIDS 사망자 : 6,800만(2020까지)

구분	전망
에너지	- 지구온난화 ⇒ 사막화 - 지구인구 2/3가 물부족 직면(2025까지)
에너지·기후	- 화석연료 사용 : 지구온난화 - 25억 인구가 현대에너지 서비스 접근 불가
생물다양성	- 1만1천종 동식물 멸종위기 (이중 1/3이 30년내 멸종) - 매년 1,500만 ha 산림 훼손

➔ 에너지, 환경, 식량, 의료 ⇒ 첨단과학기술 개발로 극복
(대체에너지, 효율향상, 수자원 개발, LMO, 신약개발 등)

* 미국과학원(National Academy of Sciences) : "인류 경제의 생태학적 과소비 추적"(01.12)
TIME지 "지구환경변화 현황"(02.9)

2. 선진국 동향

- IT 산업정책, 실업확대, 주가·부동산 하락, 생산·수요불균형
- 경제예측 불확실 : R&D투자 확대 및 고급인력 확보

미국

- 연구개발예산 지속 확대 : 2002년 1,037억불(정부)
- 기초, IT, BT, NT 집중 육성
- ※ 9.11 테러/IT 경제, 수익·투자 감소, 실업 확대(5.8%)

일본

- 제1차 혁명 : 문명개화(메이징유신)
- 제2차 혁명 : 전후부흥
- 제3차 혁명 : 미국 추월(21세기)
- 밀레니엄프로젝트 : IT, BT, NT, ET(*99년 수립, *00년부터 시행)
- ※ 경제 침체 / 구조조정 지연

유럽연합(EU)

- 제 6차 Framework Program(2002~2006년)중 175억 유로(Euro)를 투입
- 생명공학, 정보통신, 나노, 우주, 환경 등
- ※ 영국 : 산업혁명-근대과학창조→생명공학확대(동물·배아복제)

중국

- 중국공산당창당(1921) 100주년 : 사회주의 시장경제 완성
- 중화인민공화국수립(1949) 100주년 : 세계최대 경제대국
- 제10차 5개년계획(2001~2005) : 농업·환경기술, 科教興國
- ※ 90년대 7.8% 경제성장, 고용창출(년8% 성장), 실업증가, 기업구조조정, 다국적기업 투자·세계시장 초과공급·가격하락/광원·경제불안

1. 세계 과학기술 현황

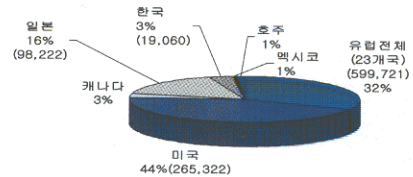
○ 세계각국 경제규모

100대 경제주체 중 12			상위 12대 기업		
순위	경제주체	경제규모(달러)	순위	기업명	경제규모(달러)
1	미국	9조8,100억	1	엑손모빌	630억
2	일본	4조7,650억	2	제너럴 모터스	560억
3	독일	1조8,660억	3	포드	440억
4	영국	1조4,270억	4	다원러크라이슬러	420억
5	프랑스	1조2,940억	5	제너럴 일렉트릭	390억
6	중국	1조800억	6	도요타	380억
7	이탈리아	1조740억	7	로열더치	360억
8	캐나다	7,010억	8	지멘스	320억
9	브라질	5,950억	9	BP	300억
10	멕시코	5,750억	10	윌마트	300억
11	스페인	5,610억	11	IBM	270억
12	한국	4,570억	12	폴크스바겐	240억

※ 경제규모: 국가(GNP), 기업(부가가치: 세전수익, 직원급료, 분할상환 및 감가상각 포함)

○ 주요국 R&D 투자(2001) 및 인력(2000)

- R&D투자(OECD 주요과학기술지표 2002/1)



- 전체 600,355백만 PPPs달러

(PPPs: Purchasing Power Parities)

- 연구인력(단위: 천명): 미국 1,114.1, 일본 647.6, 독일 259.2, 한국 136.3

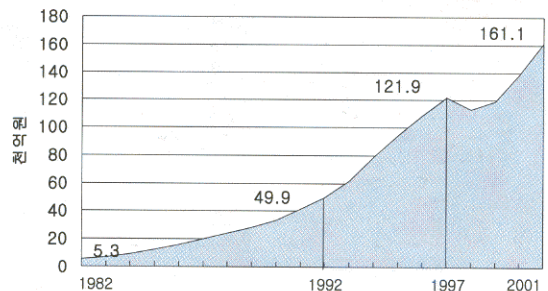
○ R&D 투자 상위 기업 현황(2001)

기업	R&D투자비 (백만달러)	매출대비 (%)	전년대비 성장률 (%)
포드자동차(미국)	7,408	4.3	6.2
지멘스(독일)	5,987	7.8	21.3
화이자(미국)	4,852	15.0	9.3
에릭슨(스웨덴)	4,415	20.1	11.3
마이크로소프트(미국)	4,383	17.3	16.0
마쓰시타(일본)	4,315	8.2	4.0
글락소스미스클라인(미국)	3,844	12.9	4.9

- 기업 R&D 늘릴수록 고성장 -

2. 국가연구개발 투자현황

○ 국가 R&D 투자 추이



○ R&D관련 통계 추이

구분	1982	1992	2002
민간연구소(개)	128	2,690	9,798
연구인력(명)	28,448	88,794	178,937 (2001)
특허출원(건수)	2,599	31,100	72,831 (2001)
SCI논문(건수)	306	3,000	14,673 (2001)

12

□ 국가연구개발투자 규모

(2001년 : 16조 5,948억원)	
민간	정부
12조 3,306억원(74%)	4조 2,642억원(26%)
(과기부 : 8,982억원)	

○ 정부 연구개발투자 증가추세

(연평균 18.7%증) (연평균 22.4%증)
 - '82년 1,879억 → '92년 8,785억 → '01년 42,642억
 (11.9%증)
 → '02년 49,556억

○ 주요 기업별 연구개발규모(2001년, 외국 1999년)

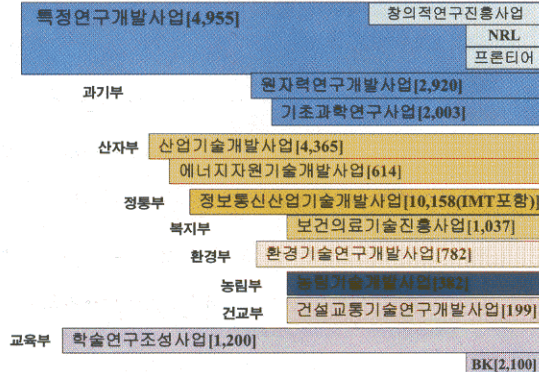
- 삼성전자 2조 3,000억 - 포드(미) 9조 2,300억(71억\$)
 - 현대자동차 1조 3,000억 - GM(미) 8조 8,400억(68억\$)
 - LG전자 7,200억 - IBM(미) 6조 6,300억(51억\$)

13

□ 부처별 주요사업 추진현황

(2001년 예산·억원)

년도 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 2000 2001



III. 나노/바이오 관련 기술환경의 변화

□ 나노기술과 바이오기술의 중요성

= IT에 이어 21세기 신산업혁명을 주도 =

- 물질을 원자·분자단위에서 조작 → 신물질·신기능 소재 창출
 - 정보·전자, 재료, 의료, 환경, 에너지, 국방 등 활용분야 무한
- 생명공학은 생명체를 산업적으로 이용하는 기술
 - 보건의료, 농업, 환경, 에너지, 전자정보, 화학소재, 기계 등 모든 산업분야에 파급되는 기반기술
- 시장규모
 - NT : '01년 460억불 → '10년 3조불 (NSF, 히다치)
 - BT : '00년 540억불 → '13년 2,100억불 (일본 통상성)

나노/바이오 기술은 첨단산업의 핵심기반기술



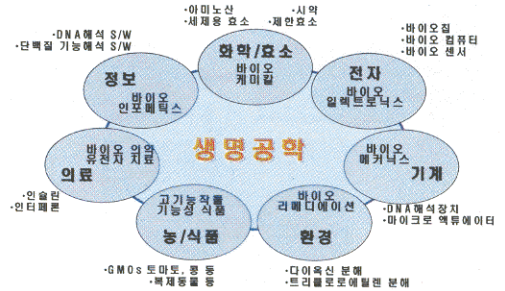
IT, ST, ET, 전통기술과 연계되어 계속 확대발전

15

□ 나노기술 파급효과

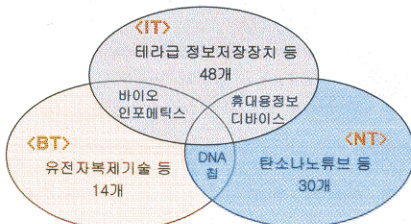


□ 생명공학 파급효과



□ 21C 유망 예측기술

○ 21C 유망 예측기술 83개중 95% 이상이 NT, BT, IT 관련 기술



* MIT, GW forecast, SRI

□ 기술융합혁신

NT, BT, IT, ET 등 신기술 및 전통기술과 융합하여 기술혁신을 가속화 하고 신성장 유망산업을 창출

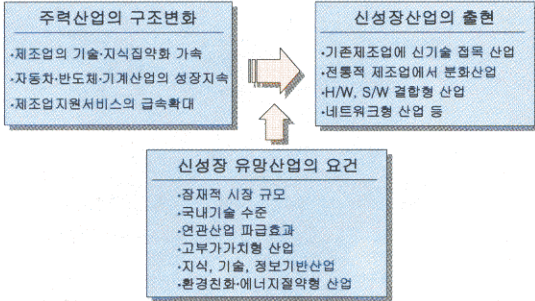
○ 나노바이오(NT+BT)

- 생명현상을 원자와 분자 수준에서 규명 → 생명체에서 검증된 기술을 응용하여 제품화
- 바이오센서, 분자소자, 생화학핀셋, 약물전달시스템, 수술용 마이크로 로봇, 생체모터 등

○ NT, BT, IT, ET, 전통기술 등과의 융합으로 기존기술의 한계를 극복하고 신기술을 창출

- 테라급 반도체 소자, 양자컴퓨터, 인공지능, 나노생체로봇, 나노필터, 나노태양전지, 초경량 고강도 신소재 등

□ 산업구조 변화



* 산업연구원, "21세기 산업발전의 조류와 대응"

□ 신성장 유망산업

유형	기존제조업에 신기술 접목 산업	전통 제조업에서 분화된 산업	H/W/S/W 결합형 산업	네트워크형 산업	인위적 시장산업
해당 산업	신소재, 광산업, 메카트로닉스, 생물산업, 첨단정보통신기기	엔지니어링산업, 컨설팅산업, H/W, S/W 결합형 산업, 디지털·패션산업, 정보서비스	시스템일체로봇, 정보가전, 정보서비스, 자동차	정보통신산업, 환경, 복지산업, 실버, 생활산업	환경산업, 에너지산업, 복지산업, 실버산업
산업 내용	·금속·무기·유기 재료의 제조기술 ·전자·기계기술 등에 광기술이 융합 ·기계공학기술에 전자공학·정보처리기술을 결합	·제조업에 외부 전문가의 참여, 전문 기술 적용 ·융합가치에 디자인의 중요성 증대	·H/W기술보다 S/W기술과 내용이 가치 결정 ·전통적 제조업에 정보기술의 결합 (예시) 디지털TV, 인터넷 냉장고, 자동요금시스템	·비즈니스모델의 전자상거래산업·과학기술이 주도하는 산업	·정부 영향의 공공재적 성격 분야 ·환경 ·삶의 질 ·고령사회

* 산업연구원, "21세기 산업발전의 조류와 대응"

IV. 나노/바이오 기술개발 추진현황

□ 과기부 정책 기본방향

- 2006년까지 세계 10위권 과학기술선진국 진입 -

이공계 우수인력 확보와 사기진작

- 우수학생의 이공계 진출 촉진
- 과학기술인 사기진작을 통한 연구활성화
- 고급과학기술인력을 위한 수요 창출
- 과학기술에 친숙한 사회문화 조성

국가연구개발 투자의 효율성 제고

- 국가기술지도(TRM)를 통한 전략과 집중
- 국가과학기술 종합조정체 강화
- 연구성과 확산과 국제화

신기술개발을 통한 국가경쟁력 제고

- 나노·바이오 신기술분야 집중 육성
- 선도·대형·장기·공공·국제분야
- 민간/정부부문의 역할 및 조정
- 고급인력/첨단기술/미래산업 정책의 조화

IMD 국가경쟁력 : 97년 30위 → 99년 41위 → 2001년 28위 → 2002년 27위

IMD 과학경쟁력 : 97년 22위 → 99년 28위 → 2001년 21위 → 2002년 10위

* UNDP 기술발전지수 5위, Financial Times 지식산업수준 평가 10위

1. 발전비전 및 육성체계

□ 나노기술종합발전계획('01. 7월 수립)

◇ 2010년까지 나노기술 선진 5개국 진입
⇒ R&D, 인력양성, 시설구축에 총 1조 4,860억원 투입

- 연구개발** ⇒ 우리의 비교우위 가능기술 발굴·집중
 - 비교우위를 갖는 최소 10개이상의 최고기술 확보
- 인력양성** ⇒ 장·단기 수요에 부응한 전문인력 양성·공급
 - '05년까지 4,200명, '10년까지 12,600명 양성
- 시설구축** ⇒ 산·학·연 공동활용 Fab 구축
 - '05년까지 종합 Fab 구축, 2단계 특화 Fab 2개소(경토)

□ 나노기술관련 연구개발체제

국립연구개발위원회 (총합/조정)

연구개발	기술인력 양성	민간기술개발	과학기술 허부구조
<ul style="list-style-type: none"> ○ 과기, 산자, 정보, 특허, 환경 - 미래유망기술개발 - 나노프론티어 - 나노핵심기반기술 - 차세대산기술개발 - 공중핵심기술개발사업 - 차세대핵심부품·소재 - IT-NT 융합기술 - 나노보건기술 - 차세대핵심환경기술 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교육, 과기, 산자, 정보 - 고급인력 양성, BK21 - 창의적 연구인력 양성 - 나노산업화인력양성 - IT-NT 융합인력양성 <p>기초과학진흥</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 교육부, 과기부 - 우수연구자 지원, ERC, SRC 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과기, 산자, 정보, 중기청 - 산업핵심기술개발사업 - 연구성과 이전사업 - 중소기업 기술혁신 개발사업 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과기, 산자, 정보 - 나노종합/특화Fab센터 - 나노종합정보시스템 - 방사광가속기 - 초전도핵융합연구장치 - 초고전압투과전자 현미경 - 나노산업화지원센터 - 나노기술산업정보망 - 나노기술특정표준화 - IT-NT 융합기술 특화센터

• 과학기술부 「과학기술기본계획」

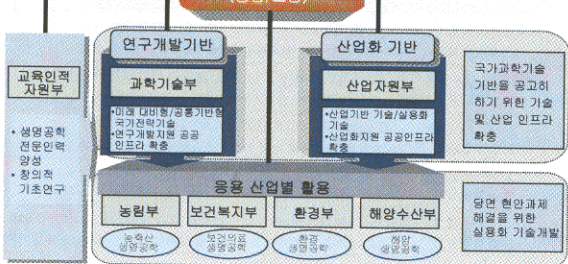
□ 생명공학육성기본계획(Biotech2000,1994-2007)

◇ 2000년대초까지 우리기술을 선진국 수준으로 높이고, 세계 생명공학시장에 우리기술로 도전하여 5%이상 점유

- 기간 : 1단계('94-'97), 2단계('98-'01), 3단계('02-'07)
- 투자 : 16조 924억원(정부 6조 4,134억원, 민간 9조 6,790억원)
- ※ 3단계 : 12조 9,075억원(정부 5조 1,620억원, 민간 7조 7,455억원)
- 추진체계 : 과학기술부 주관, 교육인적자원부, 농림부, 보건복지부, 산업자원부 등 7개부처

□ 생명공학 관련 연구개발체제

바이오기술산업위원회 (총합/조정)



2. 주요 추진실적

□ 나노분야 주요 추진실적(2001-2002)

- 나노기술 발전 Vision 및 전략 수립
 - 나노기술종합발전계획 : 국가과학기술위원회('01. 7)
 - 차세대성장산업발전전략 : 국민경제자문회의('01.8)
 - NT분야 인력양성방안 : 교육인적자원장관담화회('01.11)
- 나노기술 연구비 확대 및 지원체제 정비
 - 2002년 1,850억원(164% 증액), 매년 30~40% 증액
 - 국과위 산하 나노기술전문위원회 설치·운영
- 나노기술개발촉진법 제정
 - 나노기술 선진 5대 강국으로의 발전을 위한 법적·제도적 토대 마련

□ 나노분야 주요 추진실적(2001-2002)

- 나노분야 핵심전략기술개발사업의 신규 착수
(총 2,900억원 중 2002년 정부부분 250억원 투입)
- 나노소재 및 나노메카트로닉스 신규 프론티어 착수(200억원)
- 정보저장기술, 나노바이오칩 등 나노핵심기반기술개발 착수(200억원)
- 나노종합 Fab 센터 구축(2004년 완공 목표)
(총 2,900억원 중 2002년 정부부분 250억원 투입)
- 나노소자, 나노소재, 나노바이오, 물리원천실 등 1500평규모
- 산·학·연 공동활용을 위한 독립운영체제 확보
- 나노기술연구협의회 구성·운영
- 산·학·연 연구주체간 정보교류, 인력의 이동성 및 협동연구 촉진

□ 바이오분야 주요 추진실적(2001-2002)

- 생명공학 중장기계획 수립 및 조정기구 신설
- 「생명공학 제3단계 기본계획」 및 「뇌연구촉진기본계획」 수립
- 「바이오기술산업위원회」 설치·운영
- 생명공학분야 연구개발 투자규모 확대
- BT분야 연구개발예산을 현재 정부연구개발예산대비 9%에서 2007년 17%로 확대(2001년 3,791억원→2002년 4,528억원)
- 02년 과기부 BT예산 : 2,059억원(01년대비 19.6% 증가)
· 프론티어 연구개발사업 3개 신규 착수
- 「바이오기술·산업위원회」를 통한 중합조정기능 강화
· 4대 전략분야, 17개 집중기술 선정

□ 바이오분야 주요 추진실적(2001-2002)

- 「국가유전체정보센터」 설치 및 생명공학연구협의체 구성
- 국내외 유전체연구기관네트워크를 구축하여 유전체 정보활용
- 정보교류 활성화와 연구협력 등을 위하여 「여성생명과학기술 포럼」, 「한국생명공학연구협의회」 등 R&D 협의체 창립
- 연구 기반구축 및 환경조성
- 생물·유전자원 정보네트워크 구축 추진('02년 20억원)
- KAIST에 바이오시스템학과를 설치하는 등 다학제 교육 시스템 정비
- 생명공학 안전성평가 기술개발 및 생명윤리 관련 입법 등을 통하여 기술개발과 인간존엄성간의 조화로운 발전 추구

3. 연구개발 추진현황

□ 나노분야 5개 프론티어사업

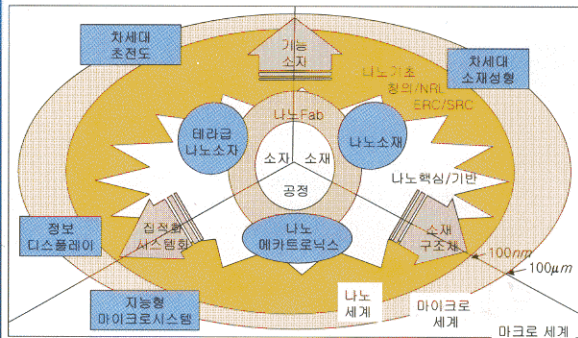
사업명	주요 내용
지능형마이크로시스템 기술개발사업	○초소형 진단·치료용 자율내시경 및 고용량 마이크로 PDA 개발 - 광슬릿 내시경의 세계최초 개발로 5천억원 세계시장 선점
차세대소재성형 기술개발사업	○고가소재의 성형공정 단순화, 에너지 적게 드는 신공정 개발 - 자동차의 경량화, 전자기기의 소형화에 기여, 획기적인 원가 절감
테라급나노소자 기술개발사업	○초고속/초고집적/초저소비 전력 나노소자 개발 - 향후 5-10년 내에 겪을 반도체 소자들의 기술적/제조상의 한계 극복
나노메카트로닉스 기술개발사업	○나노단위부품의 설계·제어·측정 및 공정장비 기술개발 - 세계수준의 나노공정·장비기술로 1백억불이상 시장 선점
나노소재 기술개발사업	○나노기공 다공체복합소재, 광학소재 등 핵심나노소재 기술개발 - 나노소재·부품 50개 이상 상용화 및 세계5위권 나노소재기술 확립

□ 나노핵심기반기술개발사업

○ 나노분야의 기술경쟁력 우위 확보가 가능한 기술개발을 통하여 미래 신산업 창출의 토대를 마련하고 국내 연구역량을 획기적으로 확충하기 위한 전략적 연구개발사업

사업명	연구목표
나노핵심기술개발사업 (년 20억원 규모)	Tb/in2급 고밀도 정보기록매체 및 장치기술, 나노소자를 이용한 신화학촉매기술 등 5개 핵심기술
나노기반기술개발사업 (년 10억원 규모)	나노바이오침윤 생물분자 및 분자막 기술, 분자제어 자기조립기술 등 9개 주요기술
나노기초연구지원사업 (년 1-3억원 규모)	미래기술의 선도적 발굴 및 창의적 전문인력 양성을 위한 탐색적/발아형 43개 기초지원기술

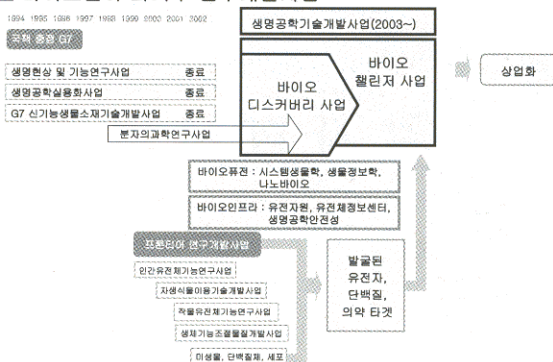
□ 나노기술개발 추진현황 및 상호관계



□ 바이오분야 7개 프린티어사업

사업명	목표 및 주요 내용
인간유전체기능 연구사업	○ 위암/간암의 치료생존율을 20% 에서 60% 수준으로 향상 - 유전자 기능 규명으로 조기진단 및 치료신약 개발
자생식물이용 기술개발사업	○ 식물자원을 활용한 고부가가치 유용물질을 생산 - 식물의약 34종, 식물백신 4종 개발
생체기능조형물질 개발사업	○ 난치성 질환 신약후보물질 20개 이상 개발 - 뇌졸중, 간질환, 당뇨병, 알러지 등
작물유전체기능 연구사업	○ 식물유전체를 이용한 고부가가치 신종품 농작물 개발 - 벼, 고추, 배추, 마늘 등 10종 개발
미생물유전체활용 기술개발사업	○ 미생물유래 정밀화학 소재 및 의약소재 개발 - 유용대사산물 30건, 신공정 20건이상 개발
세포용융연구사업	○ 표지단백질 및 관련 신기술의 특허 및 산업화 - 호발질환관련 단백질 500개 발굴 및 특성 규명
프로테오믹스이용 기술개발사업	○ 세포기술을 이용한 난치성질환 치료법 확립 - 100여종 분화인자와 10종 이상 분화법 개발

□ 바이오분야 과기부 연구개발사업



4. 2003년도 추진계획 및 전략

□ 나노기술

- 2003년도 과학기술부 소관 NT 연구개발 투자규모는 약 1,245억원으로 금년도의 1,033억원 대비 20.5% 증가(정부 약 2,400억원)
 - 나노전략기술의 개발은 국가과학기술지도(NTRM)와 연계한 선택과 집중으로 기술발전추세 및 기술여건 성숙에 대처
- 선진국에 비해 부족한 나노기술연구인프라 확충 및 연구지원체제 구축에 역량을 결집하여 연구개발 및 산업체 수요에 부응
 - 나노종합Fab센터 및 특화Fab센터 중심의 연구지원시설 네트워크 구축, 나노기술종합정보시스템 구축 등

□ 미래 선도산업의 기반 및 기술혁신 시너지 창출의 원동력으로 나노기술분야 국가연구개발사업 추진 확대

□ 생명공학

- 2003년도 과학기술부 소관 BT 연구개발 투자규모는 약 2,388억원으로 금년도의 2,059억원 대비 16% 증가
 - BT분야 정책연구개발사업을 5대사업으로 개편하여 기술개발 단계별 상호연계체계 구축
 - * 5대사업 : 바이오디스크버리(발굴), 바이오젤린저(상업화), 바이오퓨전, 바이오인프라, 뇌과학연구
- 대량화·고속화 및 기술융합 추세에 대응하여 생물정보연구개발사업 본격 추진
 - 생물정보학소프트웨어개발 및 무상배포 추진, 한국인 SNP 발굴 및 SNP단형지도 작성 등 유전정보 DB 구축 등

□ 국가 생명공학 기술경쟁력을 2004년 G10수준, 2010년 G7수준으로 제고하고 바이오산업을 21세기 핵심전략산업으로 집중 육성