

2004년도 뇌연구촉진시행계획

2004. 6.

과 학 기 술 부	보 건 복 지 부
교육인적자원부	산 업 자 원 부
정 보 통 신 부	

목 차

I . 개 요	1
1. 계획수립의 근거 및 경위	1
2. 「뇌연구촉진기본계획」 주요내용	2
3. 2단계 추진성과 분석	6
II . 뇌연구 동향	10
1. 국가별 연구동향	10
2. 분야별 연구동향	13
III . 2004년도 뇌연구촉진시행계획	18
1. 투자계획(총괄표)	18
2. 부처별 사업계획	19
가. 과학기술부	19
나. 보건복지부	31
다. 교육인적자원부	34
라. 산업자원부	37
마. 정보통신부	40
바. 정부출연기관(기초, 공공, 산업)	42
<참고자료> 1. 뇌연구기술계통도(Technology Tree)	49
2. 뇌연구 기술 및 시장동향	50

I. 개 요

1. 계획수립의 근거 및 경위

□ 법적 근거

- ◆ 뇌연구촉진법에 의하여 과학기술부장관은 관계중앙행정기관의 뇌연구 촉진을 위한 계획을 종합·조정 한 후 「뇌연구촉진심의회」의 심의를 거쳐 「뇌연구촉진기본계획」을 수립 (동법 제5조)
- ◆ 관계중앙행정기관의 장은 「뇌연구촉진기본계획」의 시행을 위하여 매년 「뇌연구촉진시행계획」을 수립(동법 제6조)

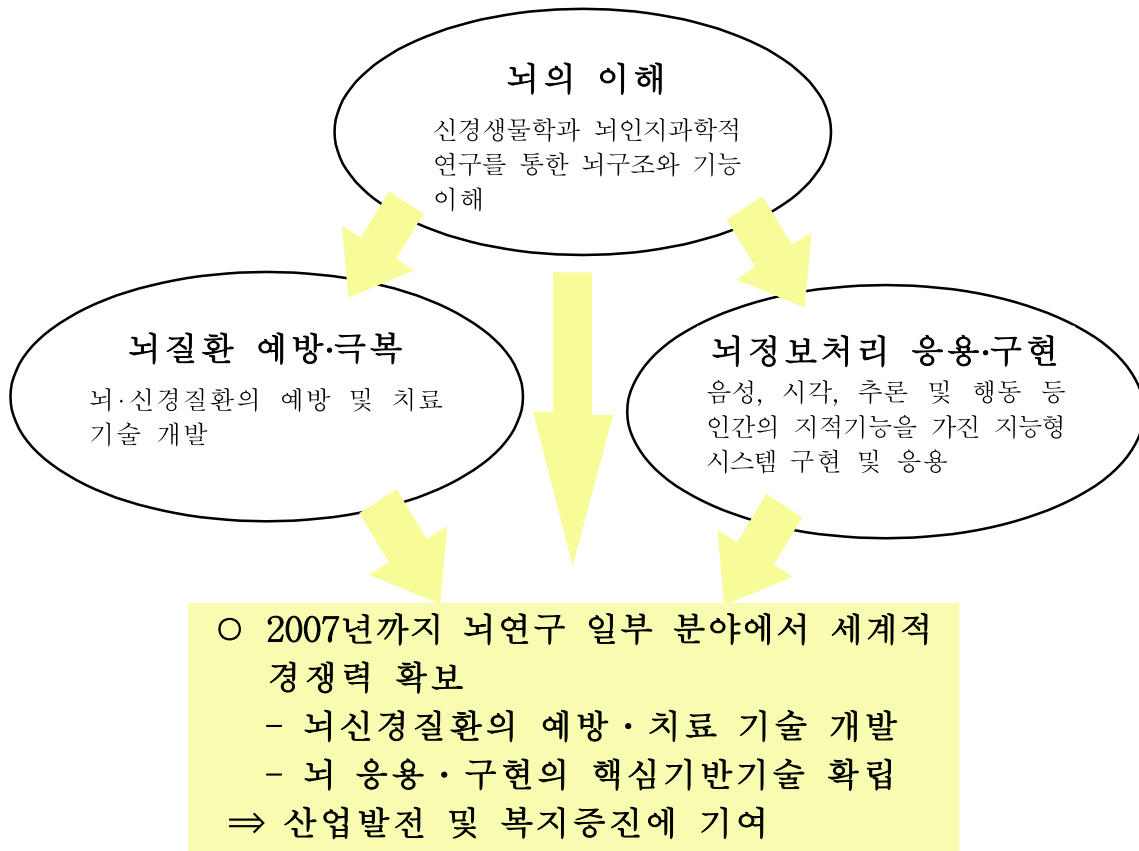
※ 관계중앙행정기관 : 교육인적자원부, 과학기술부, 산업자원부
(동법 제2조제5호) 정보통신부, 보건복지부

□ 추진 경위

- 1997. 9 뇌연구개발사업 기본계획 수립
- 1998. 5 “뇌연구촉진법” 제정
- 1998.11 “뇌연구촉진법시행령” 제정
- 1999. 7 「뇌연구촉진기본계획(’98~2007)」 최초수립
 - 2000. 2 「2000년도 뇌연구촉진시행계획」 수립
 - 2001. 3 「2001년도 뇌연구촉진시행계획」 수립
- 2001.12 「뇌연구촉진기본계획(’98~2007)」 수정
 - 2002. 4 「2002년도 뇌연구촉진시행계획」 수립
 - 2003. 4 「2003년도 뇌연구촉진시행계획」 수립
- 2002. 12. 26 “뇌연구촉진법” 개정

2. 「뇌연구촉진기본계획」 주요내용

□ 기본목표



□ 단계별 목표

제1단계 (1998-2000)

- 뇌연구의 핵심기초기술 확보 및 인력 양성
 - 뇌에 관한 기본적 이해 및 뇌정보처리에 기반한 지능정보 처리 기반기술 확립

제2단계 (2001-2003)

- 뇌연구 기반의 확장 및 응용기반기술 확보
 - 기초 기반기술의 심화 및 뇌질환 예방·치료기술 개발 연구 확산과 뇌정보처리를 모방한 지능시스템 및 응용기술 확보

제3단계 (2004-2007)

- 뇌연구의 실세계 응용 및 선진화
 - 뇌질환 예방·치료제의 개발
 - 뇌정보처리를 응용한 Digital Brain 구현

□ 중점 연구개발 내용 및 핵심과제

분 야	중점 연구개발내용	핵심 연구개발 과제
뇌의 신경생물학적 이해	뇌기능연구를 위한 기반기술개발	○신경세포 발생, 분화 및 사멸의 메카니즘의 규명 ○생체내 이미징: 신경조직의 나노미터 단위 실시간 측정법 등
	뇌기능 가소성(Plasticity) 이해	○학습과 기억의 신경생물학적 메카니즘 규명 등
	신경시스템 구조와 고등신경기능 이해	○감각-운동 조절 통합계의 생물학적 분석 등
	뇌 기능 유전체 및 단백질체 연구를 통한 뇌기능 향상(Smart Brain)	○뇌의 각 영역에서 발현되는 유전자 및 단백질의 발굴과 기능 규명 등
뇌질환 예방 및 극복	뇌신경질환의 기전 규명 및 진단 연구	○뇌신경질환의 병인기전 규명 연구 ○뇌신경질환의 검색, 진단 기술 개발 등
	신경세포 재생 및 기능 증진	○손상된 신경세포의 세포사 억제기술 연구 등
	뇌질환 예방 및 치료제 개발	○뇌신경질환 예방약 개발 ○뇌신경질환 치료기술 개발 등
	신경줄기세포 연구	○신경줄기세포의 분화 과정 연구 ○분화된 신경세포의 이식술 개발 등
뇌정보 처리 이해 및 응용	뇌신호 측정 및 분석기술 연구	○뇌신호의 인지신경과학적 측정기술 개발 등
	뇌정보처리에 기반한 인공시각 시스템 개발	○인간시각계 신호처리 메카니즘의 이해 및 모델링 연구 등
	뇌정보처리에 기반한 인공청각 시스템 개발	○인간청각계 신호처리 메카니즘의 이해 및 모델링 연구 등
	뇌의 학습/기억/추론/언어 기능 이해 및 구현	○학습/기억 유형별 정보처리 원리규명 및 모델링 등
	행동의 뇌정보처리적 이해 및 구현	○신경계의 통신 및 제어 기전 ○계획모형 및 구현 등
	뇌기능 모방 멀티미디어 처리기술 개발 및 “디지털 브레인” 개발	○오감을 이용한 인간기능시스템(디지털 브레인) 개발 등 ○뇌기능 모듈 통합 기술 개발

□ 뇌연구 추진체계

[기본 체계]

- 정부는 관련 부처간 협력을 통한 범부처적 **뇌연구추진기본계획**을 수립하며, 과학기술부가 이를 종합·조정
 - 국가차원의 대형 신설과제들과 연계된 뇌연구개발 지원체제 확립
- **뇌연구추진심의회** 및 **뇌연구실무추진위원회**를 통하여 기본계획의 수립 등 주요 정책 심의
- 민간의 연구참여 여건이 성숙될 것으로 예상되는 제3단계에 산·학·연의 **뇌연구개발 연구망** 운영 및 **컨소시엄**을 구성

[부처별 역할 (뇌연구추진법 제14조)]

과학기술부	<ul style="list-style-type: none">○연구개발사업 주관 및 부처간 정책조정○기본계획의 수립과 시행계획 수립의 지원 및 조정○뇌 관련 중형기반기술 및 산업화에 필요한 중형/대형 핵심 원천기술의 개발○유용한 연구결과의 이용 및 보전을 위한 정보이용의 지원
보건복지부	<ul style="list-style-type: none">○뇌의약학 분야의 주관부처○보건·의료 등에 관련되는 뇌의약학 연구와 그 결과의 응용기술 개발 및 산업화 촉진
교육인적자원부	<ul style="list-style-type: none">○학제간 교육프로그램 신설 및 지원을 통한 뇌연구분야의 전문인력 양성○뇌과학 기초분야의 다양한 연구지원
산업자원부	<ul style="list-style-type: none">○뇌연구 결과를 생산 및 산업공정에 효율적으로 응용하기 위한 응용기술의 개발 및 산업화 촉진
정보통신부	<ul style="list-style-type: none">○뇌연구 결과의 정보·통신분야에의 응용기술 개발 및 산업화 촉진

□ 투자계획

- 10년간('98~2007) 총 4,106억원 투자 예정
 - 과학기술부 등 5개 관계부처 : 2,986억원
 - 민간 : 1,120억원

[단계별 · 부처별 투자계획]

(단위 : 억원)

구 분	1단계 실적 (1998 -2000)	2단계 투자실적		3단계 (2004 - 2007)	합 계
		계 획	실 적		
과학기술부	185	400	530.1	615	1,200
보건복지부	55	208	102.6	602	865
교육인적자원부	53	110	63	179	342
산업자원부	37	100	55.8	173	310
정보통신부	87	90	36	92	269
정부 계	417	908	787.5	1,661	2,986
민간 계	19	248	32.2	853	1,120
합 계	436	1,156	819.7	2,514	4,106

3. 2단계 추진성과 분석

가. 주요 성과

□ 연구개발자원의 확충

- 「뇌연구촉진기본계획」의 수립·시행 이후 관련 연구인력의 규모가 지속적으로 증가
 - 뇌과학분야
 - 약 350명('98년) ⇒ 약 500명(2000년) ⇒ 약 980명(2003년)
 - 뇌의약학분야
 - 약 300명('98년) ⇒ 약 600명(2000년) ⇒ 약 800명(2003년)
- 과기부 뇌과학사업단을 뇌신경생물사업단과 뇌신경정보학사업단으로 분리운영함으로서 독자적인 뇌신경과학관련 기초 및 기반연구인력의 육성에 기여
- 뇌연구분야의 정부 연구개발 투자규모가 2000년 총 229억원에서 2003년에는 총 349억원으로 확대
- 1, 2단계에서 축적된 뇌과학 연구분야의 기초 및 기반을 활용하여 2003년 장기 대형 사업인 프론티어사업으로 「뇌기능활용 및 뇌질환치료기술개발사업」을 착수
- 뇌신경과학 관련 전문 바이오벤처 (뉴로텍크, 뉴로제넥스, 바이오버드 등)가 설립되어 산업화 가능성 모색

□ 연구개발 성과

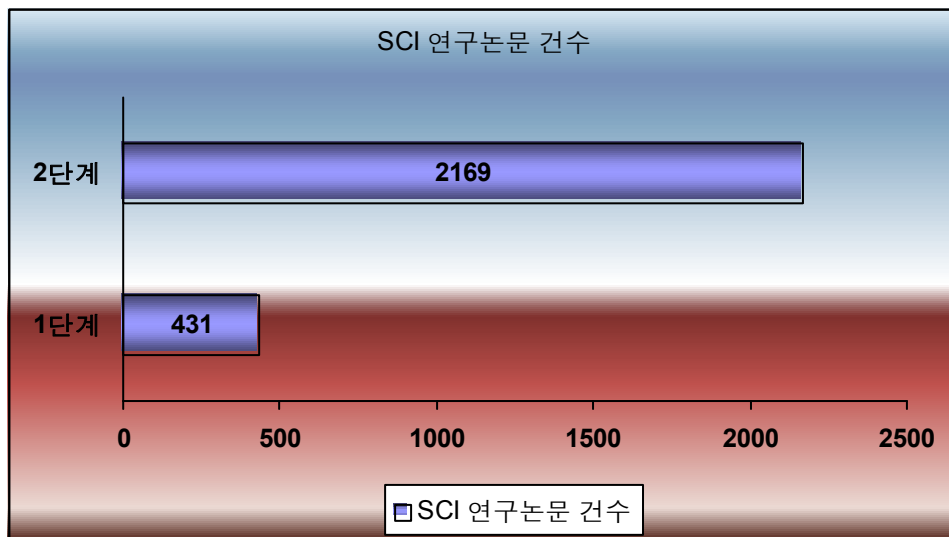
- 뇌연구분야 논문 발표가 크게 활성화
 - 매년 국내외 학술지, 학술회의 등을 통해 뇌연구분야 논문이 수 백 편 발표(1단계에 비하여 503% 증가)
 - Nature Neuroscience, Neuron, Journal of Neuroscience,

IEEE Transactions on Neural Networks를 비롯한 외국 저명 학술지에도 국내 연구자에 의한 연구논문이 다수 게재

《 뇌 연구분야 정량적 연구 성과 지표('01~2003) 》

구분	논문(SCI)			특허(출원, 등록)			기술 이전
	국내	국외	계	국내	국외	계	
1단계 (’98~’01)	145	286	431	4	-	4	-
2단계 (’01~’03)	769	1,400	2,169	225	54	279	22
계	914	1,686	2,600	229	54	283	22

《 2단계 정량적 연구성과 논문게재 그래프 》



《 주요 연구성과 》

구 분	주요 연구성과
뇌과학	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통증억제 유전자 확인(Science, 2003. 10) ○ 생체시계의 중요 요소 규명(Nature Neuroscience 2003) ○ 작업기억의 집단신경부호 생성과정 규명 (Neuron, 2003) ○ 신경교세포의 활성화가 파킨슨병의 발병원인임을 규명 (J Neurosci. 2003) ○ 세계 최초로 시냅스 후막 단백질의 하나인 Grip PDZ 도메인의 dimer구조를 규명해서 PDZ 도메인의 multi merization 형태를 밝힘 (J. Biol. Chem., 2003) ○ 주의집중에 의해 복잡한 배경에서도 관심있는 정보만 추출하는 기법 개발(미국특허등록) ○ miRNA의 합성에 관여하는 새로운 단백질을 세계최초로 발견함(Nature. 2003) ○ NCX-2 유전자의 기능억제가 기억력 향상을 증진 시킬 수 있음을 규명(Neuron, 2003.6) ○ 신경세포내에서 K⁺-의존성 Na⁺/Ca²⁺교환기전의 축삭 말단으로의 편향분포(J Neurosci. 2003) ○ 양전자 단층촬영을 이용한 대뇌척각피질의 기능에 관한 연구(Nature, 2001)
뇌의약학	<ul style="list-style-type: none"> ○ 알츠하이머 치매의 원인물질로 알려진 amyloid beta peptide, tau의 독성기전 및 신호전달계 규명 (Molecular Cellular Neuroscience, 2003; Molecular Cell. 2003) ○ 퇴행성 및 염증성 뇌질환 발병과 관련된 미세신경아교세포의 활성화 유발물질 동정, 조절기전 규명 및 억제 기술 개발 (J. Biol. Chem., 2002; 2003) ○ 신경성장인자의 유전자 치료와 줄기세포 이식에 의한 신경재생효과 규명 (J. Biochem. 2002)

나. 주요 문제점

☐ 뇌연구 예산의 절대 부족

- 우리 나라의 뇌연구 예산은 미·일 등 선진국에 비해 크게 부족

구 분	한국	일본	미국
예산규모(2003년)	349억원	350억엔 *	59억불 *
비 율	1	10	203

* 미국과 일본 예산은 '02년도 예산임.

☐ 계획 대비 실질 투자 미흡 및 민간의 참여 부족

- 2단계 투자계획 대비 실질 투자비율은 72.9%(정부분야는 89.3%, 민간분야는 12.9%)로 우리나라 전체의 뇌연구 투자가 미흡함
- 장기간의 투자를 요구하는 뇌연구의 특성으로 민간의 적극적 참여가 부족(2단계 투자금액이 32억원으로 정부투자(788억원) 대비 4%)

☐ 학제간 협력 및 국제협력사업 미흡

- 뇌연구는 BT, IT 등 기술간 및 과학(생물학, 의학 등)과 공학(정보학 등)등 학제간의 협력을 지향하였으나, 연구자의 연구개발 풍토 및 기술수준 차이로 인하여 실질적인 연계성은 부족하였음
- 뇌과학의 기술협력이 주로 연구자 개인적 차원에서 이루어져 뇌 관련 기술의 선진화를 위한 외국의 선진 전문연구소 등과의 체계적인 국제 교류가 미흡하였음

☐ 종합적으로 보면 뇌연구 예산의 절대적 부족, 계획 대비 투자 실적의 저조, 그에 따른 국제협력의 미흡 등으로 몇몇 개인적인 연구성과는 뛰어나나, 국가 전체적인 연구성과 향상 및 산업화에는 한계로 작용함

II. 뇌연구 동향

1. 국가별 연구동향

□ 미 국

- 국립보건원(NIH)은 1990년 1월 의회가 선언한 「Decade of the Brain」을 실천하기 위해 뇌연구에 대규모 연구비를 투자하고 있어 2002년 예산은 59억불에 달함
- 뇌과학을 위한 대규모 인프라 구축에 집중적 투자
 - 분자도서관프로젝트(Molecular Library Project)를 통하여 신기술개발, 신약개발 및 뇌질환 치료 연구를 위한 대단위 스크리닝에 필요한 소분자 라이브러리를 범 국가적으로 공유하는 인프라 구축
 - 뇌 발달 및 뇌 질환 관련 유전자 발현 지도 사업 (2002)
 - DNA microarray 컨소시엄을 통하여 뇌과학 관련 연구자들에게 microarray를 이용한 연구의 재정적 및 기술적 지원을 시행 (2002)
- 국립과학재단(NSF)에서 “인간기능 향상을 위한 수렴기술”(Converging Technologies for Improving Human Performance)로서 NBIC(NanoTech, BioTech, InfoTech, Cognitive Science) 제시(2002. 6)
 - “인간인지 및 대화기능의 확대”, “건강 및 신체능력 향상”, “단체 및 사회적성과 향상”, “국가보안”, “과학과 교육의 결합”의 5개 분야 제시
- 뇌기능측정기술을 주로 포함하는 국립보건원(NIH) 산하 “국립의료영상 및 생명공학연구소”(National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering)에 최초로 연구소장이 취임(2002. 9)하고 연구과제 지원(2002. 4)을 시작

- 뇌 유전자 발현 분석을 주도하는 Allen Institute for Brain Science 가 Microsoft사와 협력하여 출범 (2003)

□ 일 본

- 일본은 21세기를 뇌의 세기(Century of the Brain)로 명명하고 이화학연구소(RIKEN)소속 뇌과학종합연구센터(BSI)에 매년 약 100억엔 이상을 투자하여 뇌의 이해·보호·창조를 추진하고, 기업 자금을 포함하는 일본 전체의 뇌과학 투자 비용은 2003년 1000억엔을 상회할 것으로 전망
- 뇌의 통합적 연구 전체를 기획, 조정, 연구연락을 담당하는 총괄적인 업무를 통하여 학술적 연구를 선도하고 시험적으로 실시하는 연구기획팀을 문부과학성에 설치
- 2004년부터 뇌기능의 통합적인 연구조직의 필요성에 의해 뇌의 단계적인 기능발현과 통합적 기능의 이해를 목표로 문부과학성은 [통합뇌]라는 특정연구분야 출범
- 독립 행정법인 과학 기술 진흥 기구(Japan Science and Technology)는 2004년 1월 30일자로 계산뇌 (Computational Brain)라는 연구명으로 프로젝트를 발족. 연구 기간은 2004년 1월 30일부터 2009년 1월 29일까지 5년간 8억엔의 연구비를 지원함.

□ 유 럽

- 유럽공동체(EU)도 미국의 「Decade of the Brain」에 자극받아 1991년 「European Decade of the Brain」 선언
- 유럽은 각 나라의 단편적인 뇌신경 연구보다는 유럽 연합차원에서 보다 체계적이고 융합된 연구를 통해 미국과 일본에 비해 경쟁력 있는 뇌 연구를 지향함

- 유럽 연합 차원에서 EU's research funding programme (the 6th Research Framework Programme, FP6, 2003-2006)을 통해 22억 5천 오백만 유로 (3조 3천억원)에 해당하는 연구기금을 조성하여 뇌과학을 비롯한 생명공학 연구 지원
- 다가올 FP7 (7th Framework Programme)에는 생명과학분야 중 뇌과학 분야를 별도로 기금 및 프로그램을 책정하려고 기획중임
- 영국은 2003/2004년에 SR2002 계획하에 확보된 9천7백만 파운드 (약 145억 5천만원)를 새로운 연구활동 (MRC Brain Science Programme)에 지원할 계획임
- 프랑스의 경우 뇌연구 투자 규모는 약 10조원 수준으로, 국가 예산 (45%)과 기업에 의한 예산 (55%) 이 비슷한 수준으로 지원되는 구조를 확립하였음

□ 국제협력

- 한·미 신경과학자 심포지움 개최(2003. 11, New Orleans)
Association of Korean Neuroscientists Second Annual Symposium (AKN)
- 2003년 ISN과 APSN 공동학술대회(2003. 8, 홍콩) 개최
- 뇌과학 프론티어 사업의 국제공동 연구 사업의 일환으로 미국 NIH, 일본의 RIKEN, 영국의 MRC와 협력 체결 진행 중 (2003)
- 신경정보학 작업팀이 “신경정보학 자료 및 분석기술의 공유를 위한 국제협력방안”으로 국제조정위원회 및 각국의 node 구성을 제안(2002. 6)
- 한중일인 뇌연구워크샵 (1999-현재)을 통한 아시아권의 뇌연구 교류 증진

2. 분야별 연구동향

□ 「뇌의 신경생물학적 이해」 분야

- 시냅스 가소성 (Synaptic plasticity/modification)에 있어서의 분자적 기전/수용체 작용
 - 신생아 해마에서 AMPA 시냅스가 활동성 의존적으로 존재하고 조절됨 (Nature Neuroscience, 2004)
 - ReAsH-EDT(2)와 FIAsh-EDT(2) 염색방법을 이용하여 신경세포 활동성 변화에 따른 글루타메이트 수용체 구성요소의 신경가지돌기에서의 합성과 신경연접 막으로의 융합을 시각적으로 관찰 (Nature Neuroscience, 2004)
 - 프리온의 기억 및 시냅스에서의 역할을 규명 (Cell, 2003)
 - NMDA 수용체의 NR2B 아형과 RasGRF1사이의 직접적인 연결 증명 (Neuron, 2003)
 - 인간의 체감각령의 대뇌피질에서 학습과 관련된 기능적 영상화 성공 (Neuron, 2003)
 - 해마 및 편도핵 시냅스 가소성에 있어 도파민의 중요성 규명 (Nature Neuroscience, 2003)
 - 도파민성 뉴런에서 약물남용과 스트레스가 동일한 시냅스 적응과정을 통합 (Neuron, 2003)
 - MAPK가 장기간 기억 형성에 필요한 단백질 합성 유도에 중요한 역할을 하는 것을 규명 (cell, 2004)
- 뇌의 구조적 가소성
 - 성체 인간 뇌의 뇌실아래층에 위치하는 별아교세포는 흰쥐나 다른 포유동물에서와 달리 이동하지 않으면서 신경줄기세포로 존재 (Nature, 2004)
 - 신경세포의 재생을 억제하는 것은 신경모세포의 부재가 아니라 새로운 신경세포발생을 거부하는 신경조직망의 영향이라는 연구 결과 발표 (Nature, 2003)

- 신경세포 생성을 억제하면 항우울제 효과가 나타나지 않는 것에서 항우울제의 치료효과가 성체 해마 신경 발생을 통해 나타남을 제시 (Science, 2003)
- 발생초기 남녀의 뇌발달은 성호르몬이 작용하기 이전에 분화됨을 제시함 (Nature, 2003)

○ 신경세포 유전자 기능

- DAzLE (Differential analysis of primary cDNA library expression)와 cDNA microarray를 이용하여 대뇌피질 신경세포에서 신경사소성에 의해 조절되는 유전자들을 발굴 (PNAS, 2004)
- Notch가 초파리의 장기기억형성에 필수적인 요소임을 규명 (PNAS, 2003)
- 학습과 기억에서 $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ exchanger 2의 역할 규명 (Neuron, 2003)
- 유전적 요소에 의한 발병이 환경적 스트레스에 의해 영향받는 것을 규명. 5-HTT 유전자의 다형성은 우울증 발병 위험을 높이지만, 환경 스트레스가 양호할 때는 우울증이 발병하지 않음 (Science, 2003)
- 정신분열병 관련 유전자들이 계속 밝혀지고 있어 정신 분열병의 유전적 원인 규명에 한층 접근 (Molecular Psychiatry, 2003)

○ 신경신호전달의 분자적 기작 규명

- 단맛이나 쓴맛 등 맛의 구별에 관여하는 수용체와 관련된 신호전달기전 규명 (Cell, 2003)
- 신경전달물질로서 CO 가스 연구 (Science, 2003)

○ 미국 펜실베이니아대학의 연구팀은 Genomics와 Proteomics 기술을 이용하여 유전성 정신발달지체의 가장 흔한 원인인 Fragile X syndrom 증후군의 원인이 되는 Telltale 단백질군을 발견, 이들 단백질들의 정신발달지체, 자폐증 등의 신경계 질환과의 연계 가능성 탐색 (Neuron, 2003)

- 미국 국립보건원 연구팀은 신경세포성장인자인 BDNF 유전자의 특정부위 변이(methionine → valine)가 기억과 학습능력의 차이를 유발 (Cell, 2003)
- 뇌로 이식된 골수세포가 뇌 속에서 신경세포로 분화할 수 있음이 발견되어 중풍, 파킨슨씨병 등 신경세포의 퇴화에 따른 질병들을 골수세포 이식에 의해 치료할 수 있는 가능성 제시 (PNAS, 2003)
- 신경단위세포의 이동을 방해해 비정상적인 뇌 발달을 야기하는 단백질 상호작용이 동정됨. 더불코르틴 단백질이 변이로 인해 Cdk5에 의한 인산화가 억제되어 원래의 활성을 상실하여 신경단위세포가 제 위치로 이동하지 못하게 됨을 규명 (Neuron, 2004)
- 칼슘에 대한 반응으로 신경단위세포의 구조 변화를 매개하여 뇌발달 과정에 필수적인 CREST라는 단백질에 대해 밝힘 (Science, 2004)
- 박테리아 인공 염색체(bacterial artificial chromosomes: BACs) 조작 방법을 사용하여 제작한 유전자 과발현 돌연변이 마우스 분석을 통한 GENSAT(Gene Expression Nervous System Atlas) 제작으로 유전자의 특성을 규명할 수 있는 중요한 자료를 제공하는 연구 결과가 발표됨 (Nature, 2003)

□ 「뇌정보처리 이해 및 응용」 분야

- 뇌-기계 접속 기술의 발달
 - 뇌-기계 접속 기술은 뇌신경활성도를 이용해 외부 기계를 제어하거나 반대로 외부에서 뇌신경활성도를 제어하는 신기술로 매우 빠르게 발전하고 있음
 - 원숭이 뇌에 전선을 연결하여 생각만으로 3차원 로봇팔 구동에 이미 성공한 연구결과 발표 (Lancet Neurology, 2003)
 - 인공와우 이식, Cyberonics: NCP vagus nerve stimulation으로 간질 제어, Medtronic: Deep brain stimulation system은 이미

상용화에 성공한 분야

- 한림대 신형철 교수/서울대 초미세생체전자센터는 세계최초로 감각피질 신경활성도를 이용해 기계구동을 제어하는 뇌-기계접속기술개발
- 뇌전도 분포와 신경 신호 리듬 분석을 통해 뇌-컴퓨터 인터페이스 개발 연구가 지속적으로 발전하고 있음 (IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 2003)
- 인간과 기계의 접합 - 컴퓨터와 뇌를 연결하여 로봇제어, 뇌질환 치료, 기억증진 등 연구 (MIT Technology Reviews, 2003)
- 뇌과학 연구를 경제학 연구에 응용한 신경 경제학의 부상 즉 MRI, EEG, 인지기능에 대한 연구들을 통해서 소비자들이 리스크와 보상을 어떻게 계산하는지 분석하여 최종적으로 구매력에 어떤 영향을 주는지에 대한 연구 분야가 발전 (포브스지 기사, 2003)
- 사람 대뇌에서 보상 작용 및 약물 중독에 중요 역할을 담당하는 ventral striatum은 혐오적 자극에 의하여 활성화되는 부위라는 것을 fMRI 연구 기법으로 규명 (Neuron, 2003).
- fMRI 연구를 통하여 유머가 보상 작용 및 약물 중독에 중요 역할을 담당하는 mesolimbic center를 활성화 시킨다는 것을 규명함 (Neuron, 2003)
- fMRI를 이용하여 자폐증 환자 중 일부가 보여주는 특이적 학습 능력의 신경해부학적 단서를 밝혀냄 (Neuron, 2004)
- fMRI를 이용하여 placebo가 보여주는 진통효과의 신경 해부학적 단서를 밝혀냄 (Science, 2004)

□ 「뇌질환 예방 및 극복」 분야

- 뇌질환 관련 유전자에 관한 연구가 활발히 진행
 - 마우스 실험 동물에서 파킨슨씨병과 관련된 유전자 발견 (Nature Medicine, 2003)
 - 프리온 단백질에 대한 항체를 이용하여 프리온에 의한 뇌질환 진행억제 (Nature, 2003)
 - GSK- α 단백질이 알츠하이머병과 관련된 베타 아밀로이드 단백질 생성을 조절함 (Nature, 2003)
 - 파킨슨씨병에서의 GDNF의 신경 보호 역할 규명 (Nature Neuroscience, 2003)
 - 알츠하이머병 유발에 구리 이온이 관여함 (Science, 2003)
 - 다발성경색증(multiple sclerosis)의 경우 세포질 Phospholipase A2 억제에 의해 병의 발병 및 진행을 제어할 수 있음 (Neuron, 2004)
 - 미세소관관련 단백질인 tau의 비정상적인 인산화는 tau 단백질의 응집을 가져와 퇴행성 뇌질환을 유발하는 것으로 알려짐(Neuron, 2003)
 - Pin1 유전자는 알츠하이머씨 병의 병인과 관련된 tau 단백질을 무력화시켜 퇴행을 억제한다는 것이 밝혀짐 (Nature, 2003)
 - 중추면역계의 활성 조절을 통한 퇴행성신경질환의 치료/예방 방법 가능성 제시 (Science, 2003)
- 인간 뇌질환 관련 proteomics를 위한 project 구성- 알츠하이머병, 파킨슨씨병 등의 뇌질환에 주요 단백질에 대한 연구프로젝트를 개발하기 위한 모임 (Dusseldorf, Germany 2003년 9월)
- 뇌신경과학의 연구에 획기적 도움이 되는 Proteomics와 genomics의 융합에 기술개발 예상 (Nature, 2003)
- 비만 조절의 분자생물학적 기전이 일부 규명됨으로써 차후 생물학적 이해에 근거한 비만 조절의 기술의 개발 가능성 시사 (Cell, 2004)

Ⅲ. 2004년도 뇌연구촉진시행계획

1. 투자계획(총괄표)

(단위 : 백만원)

관계부처	사 업 명	사업기간	2003실적	2004계획
과학기술부	○뇌 프론티어연구사업	'03~2012	4,919	9,033
	○뇌신경생물학연구사업*	'98~2007	2,350	2,000
	○뇌신경정보학연구사업*	'98~2007	2,800	2,400
	○뇌의약학연구사업*	'98~2007	850	709
	○SRC사업 중 일부	'89~ 계속	954	1,000
	○목적기초연구사업 중 일부	'78~ 계속	2,087	2,100 [†]
	○창의적연구진흥사업 중 일부	'97~ 계속	4,460	3,980 [†]
	○국가지정연구실사업 중 일부	'99~ 계속	1,938	1,100 [†]
	소 계		20,358	22,322
보건복지부	○뇌의약학연구사업	'98~2007	4,460	3,302
교육인적 자원부	○기초과학연구지원사업 및 선도연구자지원사업 등 일부	'98~ 계속	2,000	2,500
산업자원부	○차세대신기술개발사업 및 공통핵심기술개발사업 중 일부	'98~2007	2,175	2,175
정보통신부	○정보통신선도기술개발사업 중 일부	'98~2007	-	-
출연기관 고유사업	○기초기술연구회, 공공기술 연구회, 산업기술연구회에 서 수행하는 뇌연구사업	'00~2012	5,949	6,352
계			34,942	36,651

[†] 각 사업별 2004년도에 신규선정, 연구종료 또는 탈락 등에 따라 금액변동

2. 부처별 사업 계획

가. 과학기술부 (뇌과학, 뇌공학)

[중점 추진 방향]

☐ 뇌연구 사업간의 연계성 강화

- 뇌 프론티어사업, 뇌신경생물학사업, 뇌의약학사업(복지부 지원)간의 연계성을 강화하여 시너지 효과를 제고
 - 뇌신경생물학에서 발굴된 신약타겟이 뇌프론티어사업으로 연계될 수 있는 체제 구축
- 각사업 단장 및 각 분야 연구자간의 협의체를 구성하여 사업의 연계 및 정보교류 추진

☐ 뇌신경생물학 및 뇌신경정보학사업 등 3단계 추진

- 뇌신경생물학사업은 신경세포의 발생, 분화 및 사멸현상, 신경신호전달과 시냅스연구, 신경시스템의 구조와 통합조절, 고등신경기능 및 행동 등 기초기전연구 및 신약 타겟 발굴 중심으로 재편성
- 뇌신경정보학사업은 2단계까지의 연구결과를 총결집하여 인공두뇌 개념설계, 뇌기능영상기법 발굴 등 실용화를 위한 기반 마련

☐ 해외협력사업의 체계적 추진

- 21세기 프론티어사업인 “뇌기능활용및뇌질환치료기술개발연구사업”을 통하여 해외협력사업의 체계적인 추진
 - 영국, 일본 등 뇌연구 선진국 등과의 협력 연구체제구축

□ 투자 실적 · 계획 총괄표

(단위 : 백만원)

연 도 사 업		'98~2002	2003년 실적	2004년 계획	2005년 이후	계
뇌 프론티어사업		-	4,919	9,033	96,048	110,000
국책 사업	뇌신경생물학	11,735	2,350	2,000	7,500	23,585
	뇌신경정보학	15,432	2,800	2,400	9,000	29,632
	뇌의약학	3,928	850	709	5,213	10,700
기초 뇌과학	SRC	4,133	954	1,000	미정	6,087
	목적기초	8,830	2,087	2,100	미정	13,017
	창의	14,500	4,460	3,980	미정	22,940
기타 뇌연구	NRL	6,110	1,938	1,100	미정	9,148
계		64,668	20,358	22,322	117,761	225,109

참고 1) 국책사업중 뇌의약학사업은 과학기술부에서 뇌의약학연구사업
단에 지원하며 보건복지부 주관으로 추진

[2004년도 사업 계획]

21세기 프론티어연구개발사업 뇌기능활용및뇌질환치료기술개발연구사업

☐ 사업개요

- 주관부처 : 과학기술부
- 총괄주관기관(책임자) : (재)뇌기능활용및뇌질환치료기술개발
연구사업단(김경진)
- 총연구기간 : 2003 ~ 2012년 (10년)
- 총연구비 : 총 1,350억원(정부 1,100억원, 민간 250억원)

☐ 사업목표 및 내용

- 사업목표
 - 뇌특이적 유용유전자 100종 이상 기능점검 및 활용
 - 뇌기능연구 핵심기반기술 9종 개발 및 실용화
 - 뇌기능향진 및 뇌질환 치료 후보물질 10종 발굴 및 산업화
- 세부사업내용
 - 뇌 유전체 기능 연구
 - 뇌기능향진 과 뇌질환 핵심기전 연구
 - 뇌연구 실용화 연구 및 코아퍼실리티

☐ 추진실적

- 연구기간 : 2003년
- 연 구 비 : 총 52.7875억원(정부 49.1875억원, 민간 3.6억원)
- 주요성과

① 정성적 연구성과

- 신경세포내에서 K^{+} -의존성 Na^{+}/Ca^{2+} 교환기전의 축삭말단으로의 편향분포(J Neurosci. 2003)
- E-cadherin에 의한 기관지관 형성의 조절기전 (Development, 2003)

② 정량적 연구성과

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
				9	45	45		

□ 2004년도 계획

○ 주요 연구 내용

- 뇌기능 향진 및 뇌질환 치료 후보물질 개발을 위한 핵심기반기술개발
- 뇌질환 유전자 선별 및 분석 연구
- 뇌기능 향상 및 뇌질환 치료제 스크리닝 기술 연구
- 시냅스 기능 연구 기법

○ 당해연도 연구비 : 136.78억원(정부 90.33억원, 민간 46.45억원)

○ 주요 추진 일정

- 2004. 3 : 1단계 1차년도 진도관리
- 2004. 4 : 1단계 2차년도 협약체결 및 연구수행

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
과학기술부	-	4,918	9,033	96,049	110,000
민 간	-	360	4,645	19,995	25,000
계	-	5,278	13,678	116,044	135,000

국책 뇌신경생물학연구사업

□ 사업개요

- 주관부처 : 과학기술부
- 총괄주관기관(책임자) : 한국과학기술연구원(오태환)
- 총연구기간 : 1998 ~ 2007년 (10년)
- 총연구비 : 총 23,585백만원(정부)

□ 사업목표 및 내용

- 사업목표
 - 뇌 구조, 기능의 종합적 이해를 증진하고 뇌공학 응용 및 뇌 질병 퇴치를 위한 신경 생물학적 기반기술 제공하여 국민의 경제, 건강, 복지 향상에 기여
- 세부사업내용
 - 신경 발생, 사멸 및 재생기작의 규명
 - 신경전달물질, 수용체 및 이온채널의 신호전달기작 이해
 - 신경계 가소성의 분자적 이해
 - 신경시스템의 통합조절 및 고등신경기능 이해

□ 추진실적

- 연구기간 : 2001년~2003년(2단계)
- 연구비 : 총 6.905백만원(정부 6.905백만원)
- 주요성과(2단계 연구성과)
 - ① 정성적 연구성과
 - 작업기억의 집단신경부호 생성과정 규명 (Neuron, 2003)
 - 신경교세포의 활성화가 파킨슨병의 발병원인임을 규명(J. Neurosci., 2003)

- 세계 최초로 시냅스 후막 단백질의 하나인 Grip PDZ 도메인의 dimer구조를 규명해서 PDZ 도메인의 multimerization 형태를 밝힘 (J. Biol. Chem., 2003)

② 정량적 연구성과

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
35	5	4	0	40	224	240		

□ 2004년도 계획

○ 주요 연구 내용

- 1, 2단계에 이은 뇌신경생물학적인 원천기반의 확대 구축
- 뇌질환 치료 및 뇌기능 향상을 도모하는 연구개발의 기반지식 및 모델의 제공
- 외국과의 교류 활성화를 통한 국제수준의 연구네트워크의 구축

○ 당해 연도 연구비 : 2,000 백만원 ('04. 6. 1 ~ '05. 3.31)

○ 주요 추진 일정

- 2004. 3 : 3단계 사업 공고
- 2004. 4 : 2단계 평가 실시
- 2004. 5 : 3단계 선정평가 및 협약체결

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
과학기술부	11,735	2,350	2,000	7,500	23,585
민 간	-	-	-	-	-
계	11,735	2,350	2,000	7,500	23,585

※ '98~2000년도는 중점 뇌과학연구사업비중 일부로, 2001년도는 중점 2002년부터 국책 뇌신경정보학연구사업비로 지원

국책 뇌신경정보학연구사업

□ 사업개요

- 주관부처 : 과학기술부
- 총괄주관기관(책임자) : 한국과학기술원(이수영)
- 총연구기간 : 1998 ~ 2007년 (10년)
- 총연구비 : 총 30,044백만원(정부 29,632백만원, 민간 412백만원)

□ 사업목표 및 내용

- 사업목표
 - 뇌정보처리 메카니즘에 기반한 인간기능의 지식정보처리시스템 (인공두뇌) 핵심기술 개발
- 세부사업내용
 - 인간과 같이 보고(인공시각) 듣고(인공청각) 생각하고(인지 추론) 행동하는(인간행동) 인간기능 핵심소자 개발
 - 뇌정보처리 메카니즘의 응용 Prototype 개발
 - 뇌신호 측정 및 분석 인프라 구축

□ 추진실적

- 연구기간 : 2001년~2003년(2단계)
- 연구비 : 총 8.181백만원(정부 8,181백만원)
- 주요성과(2단계 연구성과)
 - ① 정성적 연구성과
 - 인간청각모델을 이용하여 잡음에 둔감한 음성특징추출 및 인식 칩 개발 (기술이전)
 - 해마 정보처리 메카니즘에 기반한 경쟁 및 협력 알고리즘 개발

- 주의집중에 의해 복잡한 배경에서도 관심있는 정보만 추출하는 기법 개발(미국특허등록)

② 정량적 연구성과

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
9	22	3	9	129	173	154	1	20

□ 2004년도 계획

○ 주요 연구 내용

- 인공두뇌(Digital Brain) 개발
 - 인간기능의 통합 및 인공두뇌의 개념설계
- 뇌정보처리에 기반한 시청각기술 개발
 - 인공시청각 융합시스템의 성능향상
- 뇌정보처리에 기반한 인지행동기술 개발
 - 인지추론과 인간행동 시스템의 통합
- 뇌기능 측정기술 개발 및 신경정보학 데이터베이스 구축
 - 고속 뇌기능 영상기법 개발

○ 당해 연도 연구비 : 2,400 백만원 ('04. 6. 1~'05. 3.31)

○ 주요 추진 일정

- 2004. 3-4 : 2단계 평가 및 3단계 사업 공고
- 2004. 5 : 3단계 선정평가 및 협약체결

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
과학기술부	15,432	2,800	2,400	9,000	29,632
민 간	37	19	50	306	412
계	15,378	2,819	2,450	19,265	30,044

※ '98~2000년도는 중점 뇌과학연구사업비중 일부로, 2001년도는 중점 2002년부터 국책 뇌신경정보학연구사업비로 지원

기초뇌과학연구사업(SRC, 창 의, 목적기초중 일부)

☐ 사업개요

- 주관부처 : 과학기술부
- 총괄주관기관(책임자) : 한국과학재단
- 총연구기간 : 1978 ~ 계속

☐ 사업 내용

- 우수연구센터 : 산재한 우수연구인력을 특정 분야별로 조직화 하여 연구활동에 필요한 제반비용을 지원('98년부터 시행)
- 개인·소규모연구사업(목적기초) : 미래지향적인 기초연구영역 중 이·공학 전분야에 대하여 장려금(Grant) 방식으로 지원('78년부터 시행)
- 창의적연구진흥사업 : 창조적인 원천기술개발과 우수연구리더 양성 및 출연기관 우수연구인력의 창의적 연구활동의 안정적 지원으로 연구전념 분위기 조성('97년부터 시행)

☐ 추진실적

- 연구기간 : 1978년 ~ 2003년
- 주요성과
 - ① 정성적 연구성과
 - 생체시계의 중요 요소 규명(Nature Neuroscience 2003.3)
 - 양전자 단층촬영을 이용한 대뇌청각피질의 기능에 관한 연구결과 Nature에 게재(2001)
 - 지금까지 뇌 신경세포를 손상시키는 것으로만 알려져 있던 혈전용해물질(tPA)이 단백질분해작용과는 무관하게 뇌신경세

포를 보호 및 치료하는 작용도 한다는 사실을 규명하여 미국의 Science에 게재(1999.4)

② 정량적 연구성과

사업명	실적 발생 년도	특 허				논 문			기술이전	
		국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
		출원	등록	출원	등록					
목적기초연구	2001-2002	8		2		322	271	125	1	
우수연구센터	1990-2002	2		2		23	5	183		
창의적연구진흥사업	1997-2002	13		11			8	96		
합계		23		15		345	284	404	1	

※ 2003년도 실적은 연구기간 종료전이므로 미과약

※ 목적기초연구는 2001년~2002년 실적임

□ 2004년도 계획

- 목 표 : 각 사업별 계속과제 지원 및 신규과제 선정 추진
 - 우수연구센터 : 아주대 뇌질환연구센터(김승업)에 대한 계속지원
 - 창의적연구진흥사업 : 중추계시냅스아연연구단, 통증발현연구단, 치매정복연구단, 시냅스생성연구단 등 7개 연구단 지원
 - 개인·소규모연구사업(목적기초) : 24개 계속과제 1,515백만원 지원 및 신규선정과제 지원

○ 주요 추진일정

- 2004. 5월 : 선도과학자 지원
- 2004. 6월 : 젊은과학자 및 창의적연구진흥사업 지원
- 2004. 9월 : 특정기초 및 여성과학자 지원

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
우수연구센터	4,133	954	1,000	미정	6,087
창의적연구진흥사업	14,500	4,460	3,980	미정	22,940
개인·소규모연구	8,830	2,087	2,100	미정	13,017
계	27,463	7,501	7,080		42,044

기타 뇌연구사업(NRL중 일부)

☐ 사업개요

- 주관부처 : 과학기술부
- 총괄주관기관(책임자) : 한국과학기술기획평가원
- 총연구기간 : 1999 ~ 계속

☐ 사업 내용

- 국가지정연구실사업 : 기술의 기반성·핵심성을 유지하고 있는 소규모 Lap을 집중지원하여 탁월한 연구실로 성장시키고 공공기능을 수행케하여 산업경쟁력 향상에 기여하기 위한 중기 연구개발사업으로 매년 연구실당 2억~3억원 정도를 5년간 지원
 - 신경신호조절연구실, 가상현실 정신치료연구실, 신경생물학 연구실, 생체자기연구실 등 6개 연구실 지원('99년부터 시행)

☐ 추진실적

- 연구기간 : 1999년 ~ 2003년
- 주요성과
 - ① 정성적 연구성과
 - Neuropeptide 인 neurotensin 이 bradykinin 수용체를 활성화 시킬 수 있음을 밝힘(Cellular signalling, 2003)
 - 쥐의 뇌 세포에서 리튬 이온이 장기 시냅스 강화를 증가시킴을 밝힘(J. Neurochem. 2003)
 - miRNA의 합성에 관여하는 새로운 단백질을 세계최초로 발견함(Nature. 2003)

- 알코올에 의해 전사가 변하는 알코올 민감성 유전자의 대량 발굴 및 그 조절 부위의 규명(Genomics, 2003)
- 후발성 백내장 억제를 위한 약물전달체 개발(2003)
- 생체시계 생리활성 측정을 위한 in vitro 및 in vivo 실험을 위해서 Adenovirus 및 Baculovirus 시스템을 적용하여 유전자 도입기술의 향상 및 모델을 구축(2003)

② 정량적 연구성과

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
61	10	15	3	87	196	212	16	

□ 2004년도 계획

- 목 표 : 각 사업별 계속과제 지원 및 신규과제 선정 추진
 - 국가지정연구실사업 : 신경신호조절연구실, 가상현실 정신치료 연구실, 생체자기연구실, 신경생물학연구실 등 5개 연구실에 1,100백만원 지원 및 신규선정과제 지원
- 주요 추진일정
 - 2004. 2~3월 : 2004년 추진계획 확정 · 공고
 - 2004. 3~6월 : 신규신청과제 평가 및 선정
 - 2004. 3~6월 : 2002년 선정과제 단계평가

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
과학기술부	6,110	1,938	1,100	미정	9,148
민 간	-	-	-	-	-
계	6,110	1,938	1,100		9,148

나. 보건복지부

[중점 추진 방향]

☐ 연구성과의 임상적용 등 실용화에 중점

- 한국인 두통의 병인기전 규명과 새로운 치료기술 개발
- 학습과 기억장애 유발 질환의 병리기전 규명 및 치료기술개발
- 허혈성 뇌졸중 환자의 진단 및 치료 방법 개발
- 통증 및 진통의 기전 규명과 새로운 치료기술 개발에 대한 연구
- 중추 신경 재생을 위한 줄기 세포를 이용한 다면적 치료 기술의 개발
- 파킨슨병의 발병기전 및 치료에 관한 분자생물학적 연구 및 임상적 응용을 위한 데이터베이스 구축

☐ 퇴행성 뇌질환과 정신질환연구의 응용

- 임상연구 강화: 환자를 대상으로 한 연구 강화
 - 환자군의 임상자료 분석, 유전자형 분석, 혈액 분석 등을 통한 진단의 Bio-marker 개발
 - 임상치료법간의 비교분석 및 평가를 통한 혁신적인 치료법 개발
 - 첨단 뇌영상기술 개발 및 진단기술, 치료에의 응용
- 환자 자료의 database 구축
- 치료약물의 표적물질 발굴
 - in vitro, in vivo 탐색 및 검정 시스템 개발
 - 진단, 예방 및 치료제(기술) 검정 및 개발
- 첨단치료기술의 개발 및 응용기술 연구

[2004년도 사업 계획]

뇌의약학연구개발사업

☐ 사업개요

- 주관부처(협조부처) : 보건복지부(과학기술부)
- 총괄주관기관(책임자) : 국립보건연구원 뇌의약학연구센터
(뇌의약학연구사업단), 보건의료기술연구기획본부
- 총 연구기간 : '98 ~ 2007년
- 총 연구비 : 1,372억원(복지부 865억원, 과기부 107억원, 민간 400억원)

☐ 사업 목표 및 내용

- 최종목표 : 뇌·신경정신질환의 획기적인 예방 및 치료기술 개발을 통하여 국민건강 증진에 기여
- 사업내용 : 보건복지부가 주관하고 과학기술부와 공동으로 보건의료 기술연구개발사업으로 뇌의약학연구개발사업 추진
 - 사업단과제 : 알츠하이머 치매를 비롯한 퇴행성 신경질환과 정신분열증, 우울증 등 대표적인 정신질환에 지원
 - 자유공모과제 : 중점공동연구과제, 단독 및 협동 연구과제를 지원

☐ 추진실적(2단계)

- 연구기간 : '01년 ~ 2003년
- 연구비 : 총 13,558백만원(정부 12,808백만원, 민간 750백만원)
- 주요성과
 - ① 정성적 연구성과
 - 알츠하이머 치매의 원인물질로 알려진 amyloid beta peptide, tau의 독성기전 및 신호전달계 규명 (Molecular Cell, Mole Cell Neuroscience, 2003 등 다수)

- 퇴행성 및 염증성 뇌질환 발병과 관련된 미세신경아교세포의 활성화 유발물질 동정, 조절기전 규명 및 억제기술 개발 (J. Biol. Chem., 2002; 2003)

② 정량적 연구성과

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
				66	158	171		

□ 2004년도 계획

- 목 표 : 3단계 사업의 첫해로 3단계 사업의 목표인 “뇌질환연구의 진단 치료에의 응용 및 선진화”을 위한 연구 기반 확립
- 주요 연구내용
 - 치매 및 퇴행성 뇌질환과 정신질환의 환자를 대상으로 하는 임상연구 강화
 - 파킨슨병의 발병기전 및 치료에 관한 분자생물학적 연구 및 임상적 응용을 위한 데이터베이스 구축
- 연구비 : 4,011백만원(정부)
- 주요 추진일정
 - 2004. 3-4 : 2004년도 사업계획 공고 및 선정평가
 - 2004. 4-5 : 사업진도 관리 및 협약체결

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분		'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
정 부	보건복지부	11,260	4,460	3,302	67,478	86,500
	과학기술부	3,928	850	709	5,213	10,700
민 간		835	35	35	39,095	40,000
계		16,023	5,345	4,046	111,786	137,200

다. 교육인적자원부(기초 뇌연구 · 인력양성)

[중점 추진 방향]

☐ 기초 뇌연구 지원을 통한 전문인력 양성 확대

- 뇌과학 기초학문분야 지원에 중점을 둔 지속적인 지원으로 연구기반 조성 및 뇌과학 기초지원 증대를 통한 전문인력 양성 확대
 - 학술연구조성사업중 기초과학연구지원, 선도연구자지원, 신진교수연구과제 지원, 중점연구소지원 등 각 단위사업을 통하여 일반공모후 선정된 연구과제 지원

[2004년도 사업 계획]

기초과학연구지원사업, 선도연구자지원사업 등 일부

☐ 사업개요

- 주관부처 : 교육인적자원부
- 총괄주관기관(책임자) : 한국학술진흥재단
- 총 연구기간 : '98 ~ 계속
- 총 연구비 : 342억원(정부 342억원, 2007년기준)

☐ 사업 목표 및 내용

- 최종목표 : 뇌과학 기초학문분야 지원에 중점을 둔 지속적인 지원으로 연구기반 조성 및 뇌과학 기초지원 증대를 통한 전문인력 양성 확대

○ 사업내용 : 기초과학연구지원사업 · 선도연구자지원사업 등 학술연구조성사업의 선정과제로 추진

- 기초과학연구지원사업 : 대학의 기초과학연구 활성화로 과학기술 발전의 원천력 배양 및 국가연구개발의 저변 확대
- 선도연구자지원사업 : 연구실적이 우수한 연구자의 창의적 연구를 지원함으로써 연구의욕을 고취하고 연구의 질을 국제적 수준으로 향상
- 협동과제연구지원 : 국제적, 지역간, 산학관간 공동연구의 활성화를 통한 새로운 학문 방향성 제시
- 중점연구소지원 : 연구소의 전문화, 특성화를 통하여 대학연구소 운영의 내실화와 연구역량 극대화
- 기타 선진교수과제지원사업, 전문연구인력지원사업 등

□ 추진실적

○ 연구기간 : '98년 ~ 2003년

○ 연구비 : 총11,542백만원(정부 11,542백만원)

○ 주요성과

① 정성적 연구성과(논문, 실용화, 기술이전, 기타 등)

- 사람 뇌척수액으로부터 혈소판 활성화인자 분해효소(PAF-acetylhydrolase)의 정제 및 특성
- 랫트의 뇌실척핵에서 신경형 일산화질소 합성효소의 발현 연구
- 소의 뇌혈관 내피세포에서 혈청배제 세포사망과 NF-kB 활성화에 대한 protein kinases의 역할(J. Biological Chemisry, 2003. 1)
- 내분비 교란물질(환경호르몬)이 뇌세포의 퇴행성 변화에 미치는 영향

② 정량적 연구성과

(2003.12.31 기준)

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	전수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
				107	53	35		

□ 2004년도 계획

○ 목 표 : 뇌연구의 실세계 응용 및 선진화를 위한 뇌과학 기초
연구분야의 연구기반 조성 및 뇌과학 기초지원 증대
를 통한 전문인력양성 확대

○ 연구비 : 2,500백만원

○ 주요 추진일정

사 업 명	신청마감	선정발표	연구개시일
선도연구자지원	7월	11월	12월
신진교수과제지원	3월	6월	7월
협동연구지원	7월	11월	12월
중점연구소지원	5월	7월	8월
기초과학연구지원	3월	7월	8월
지방대육성지원	7월	10월	11월
박사후연수과정지원	7월	10월	11월
신진연구인력장려금지원	3월	6월	7월

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
교육인적자원부	9,599	2,000	2,500	20,101	34,200
민 간	-	-	-		-
계	9,599	2,000	2,500	20,101	34,200

라. 산업자원부(뇌연구 산업 응용)

[중점 추진 방향]

☐ 인공지능 모방 시스템의 개발 및 산업화

- 지능정보 시스템 모델정립 및 시제품 설계
 - 지능적 특성(AI)을 발현하는 반도체 회로를 구현함으로써 미래 정보화 환경에서 다양하게 활용
 - 인간의 지능특성을 분석함으로서 공학적으로 모델화하고 지능적 정보가전제품 개발

☐ 뇌연구 성과 요소기술의 확보 및 활용

- 인간의 두뇌기능의 부문별 연구성과로부터 지적재산(특허 및 IP) 확보
 - 음성인식칩, 화상정보인식시스템 등의 상업화 추구
 - 자율주행기술, 지능형 센서 및 인터페이스 기술 확보
- 지식정보화 사회에 대비한 고부가가치 단위기술 확보 및 활용 산업 파급추진
 - Smart Home 사업에 활용모색
 - Personal Robot 개발에 활용
 - 지능형 시스템칩(SoC) 개발
 - 바이오 인포매틱스에 활용
 - 지능형 의료 시스템에 적용

[2004년도 사업 계획]

수퍼지능칩 및 응용기술 개발사업

☐ 사업개요

- 주관부처 : 산업자원부
- 총괄주관기관(책임자) : 인하대학교(이종호)
- 총 연구기간 : 2000. 12. 1 ~ 2010. 8. 31
- 총 연구비 : 총 424억원 (정부 230억원, 민간 194억원)

☐ 사업 목표 및 내용

- 최종목표 : 지능성 발현을 위한 진화적응 복합 칩 개발, 지능형 생물처리 시스템 개발, Intelligent and interactive Module 개발
- 사업내용 : SoC 기반의 진화적응 복합 칩 개발 및 구현, DNA 컴퓨팅 기반의 질병 진단 칩 개발, Intelligent & interactive Module 상용기술개발 및 상품화

☐ 추진실적

- 연구기간 : '00년 ~ 2003년
- 연구비 : 총 6,738,325천원 (정부 5,067,447천원, 민간 1,670,878천원)
- 주요성과
 - ① 정성적 연구성과
 - DNA 마이크로어레이의 염색체 발현 양상의 데이터 마이닝기법 개발(Journal of Software Eng. and Knowledge Eng, 2003)
 - Lymphoma cancer의 최적 조화 분류기를 위한 진화 기법 개발 (Lecture Notes in Computer Science, 2003)
 - 가중치 에지를 가진 그래프 문제를 위한 온도 경사도 기반 DNA 컴퓨팅 기법 개발 (Lecture Notes in Computer Science, 2003)

- DNA 분자를 이용한 version space 학습 기법의 개발 (Lecture Notes in Computer Science, 2003)
- 다중목적 최적화를 위한 서열 디자인 시스템의 개발 (Lecture Notes in Computer Science, 2003)
- 유전자 알고리즘을 이용한 DNA 서열 생성 시스템 (삼성전자 휴먼테크 논문대상 동상 수상, 2002.2)
- 홍채 인식 시스템을 위한 특징 추출 방법 개발 (Lecture Notes in Computer Science, 2003)
- 3차원 얼굴 위치 운동 계산을 이용한 응시 위치 검출 기법 개발 (Pattern Recognition, Vol. 35, No. 11, 2002.11)
- 오차 모델 하의 피드백 비선형 시스템을 위한 적응적 제어 기법 개발 (Automatica, Vol. 38, No. 10, 2002.10)

② 정량적 연구성과

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
16	0	0	0	155	136	35	3	717

□ 2004년도 계획

- 목 표 : 지능성 발현을 위한 진화적응 복합 칩 개발, DNA 컴퓨팅 기술을 이용한 지능형 생물정보처리 시스템개발, Intelligent and interactive machine 요소기술 개발
- 연구비 : 3,052백만원

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
산업자원부	5,067	2,175	2,175	2,325	11,742
민 간	1,671	790	877	1,061	4,399
계	6,738	2,965	3,052	3,386	16,141

마. 정보통신부(뇌연구 정보통신 응용)

[세부사업 현황 및 추진실적]

뇌파 기반 휴먼 인터페이스 기술

☐ 사업개요

- 주관부처 : 정보통신부
- 총괄주관기관(책임자) : 한국전자통신연구원(류창수)
- 총 연구기간 : 2000. 6. 1 ~ 2003. 5. 31
- 총 연구비 : 총 1,851백만원 (정부 1,687백만원, 민간 164백만원)

☐ 사업 목표 및 내용

- 최종목표 : 뇌파를 이용한 간단한 의사/동작 분별 및 DB구축
- 사업내용
 - 의사(긍/부정, 선택 등) 관련 뇌파 측정 및 분류
 - 동작(좌우 손동작과 상상) 관련 뇌파 측정 및 분류
 - 의사/동작 관련 뇌파 DB 구축
 - 뇌파 일괄 분석 S/W 및 초소형 뇌파증폭기 구현

☐ 추진실적

- 연구기간 : '00년 ~ 2003년
- 연구비 : 총 1,851백만원 (정부 1,687백만원, 민간 164백만원)

○ 주요성과

① 정성적 연구성과

- ICA에 의한 간질 뇌파의 전처리 및 분석(뇌학회지, 2001.1)
- 뇌파의 시공간적 특성을 이용한 긍/부정 분별 연구(IEEE Engineering in Medicine and Biology, 2001.10)
- 부분간질 환자에게 약물처치 중 뇌 복잡도의 변화 규명 (Neuropsychobiology, 2002.3)
- Brain-Computer-Interface를 위한 피험자의 반응시간 예측에 관한 연구(정보과학회 논문지, 2002.11)
- Single trial 뇌파를 이용한 좌/우 손동작 구별(IEEE Engineering in Medicine and Biology, 2003.9)

② 정량적 연구성과

(2003.12.31 기준)

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
6	3	3		2		1		

□ 투자 실적

(단위 : 백만원)

구 분	00년 이전	2001	2002	2003	합계
정보통신부	8,700	3,000	587	-	12,287
민 간	44	55	65	-	164
계	8,744	3,055	652	-	12,451

바. 정부출연기관(기관고유사업)

[중점 추진 방향 및 실적]

☐ 기초기술연구회(한국과학기술연구원)

○ Chemoinformatics 연구

- 뇌질환 치료제 개발을 위한 신규 표적 단백질 발굴연구
- 뇌질환 조절물질 탐색연구
- 칼슘채널 돌연변이 생쥐를 이용한 뇌기능 연구

☐ 공공기술연구회(한국표준과학연구원)

○ 뇌자도 원천 기술개발

- 국가지정연구실 사업으로 수행중이나 2004년부터 기관고유 사업으로 전환되며 당초 국가지정연구실 추진사업계획에 따라 수행

☐ 산업기술연구회(한국전자통신연구원)

○ 의료기반 VR Therapy 기술개발사업

- 정보통신선도기술개발사업 중 일부를 뇌연구 촉진사업에 편성

☐ 총 괄

(단위 : 백만원)

사 업 명	사업기간	2003실적	2004계획	주관기관
•의료기반 VR Therapy기술 개발	'00.1.1~'09.12.31	1,068	1,052	한국전자통신연구원
•Chemoinformatics 연구	'02.1.1~'12.12.31	4,881	5,000	한국과학기술연구원
•뇌자도 원천 기술개발	2001 ~ 2006		300	한국표준과학연구원
합 계		5,949	6,352	

[기초기술연구회 세부사업]

Chemoinformatics 연구(한국과학기술연구원)

☐ 사업개요

- 주관부처 : 국무조정실 기초기술연구회
- 총괄주관기관(책임자) : 한국과학기술연구원(신희섭)
- 총연구기간 : 2002.1.1 ~ 2012.12.31
- 총연구비 : 총 500억원(정부 500억원)

☐ 사업목표 및 내용

- 사업목표 : 뇌질환치료제 신규표적을 대상으로 하여 신약개발의 모델 시스템을 구축
 - 첨단 생물학적 방법을 이용하여 뇌질환 치료제의 신규 표적 발굴
 - 신규 표적을 대상으로 하여 신약개발의 모델시스템 구축
- 세부사업내용
 - 뇌질환 치료제 개발을 위한 신규 표적 단백질 발굴연구
 - 뇌질환 조절물질 탐색연구
 - 칼슘채널 돌연변이 생쥐를 이용한 뇌기능 연구

☐ 추진실적

- 연구기간 : 2002.1.1 ~ 2003.12.31
- 연구비 : 총 9,907,493천원 (정부 9,907,493천원)
- 주요성과
 - ① 정성적 연구성과
 - NCX-2 유전자의 기능억제가 기억력 향상을 증진 시킬 수

있음을 규명(Neuron, 2003.6)

- 통증억제 유전자 확인(Science, 2003. 10)

② 정량적 연구성과

(2003.12.31 기준)

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
2				1	4	4		

□ 2004년도 계획

○ 목 표 : 뇌질환치료제 신규표적을 대상으로 하여 신약개발의
모델 시스템을 구축

○ 주요 연구내용

- 뇌질환 치료제 개발을 위한 신규 표적 단백질 발굴연구
 - T-형 칼슘채널 활성화와 RanBPM과의 상호 작용을 연구
- 뇌질환 조절물질 탐색연구
 - CNS-focused library 구축 과정의 보완 및 검증
 - 산화적 스트레스에 의한 세포사멸의 GSK3 beta 저해제의
길항효과 및 기전규명
- 칼슘채널 돌연변이 생쥐를 이용한 뇌기능 연구
 - 시상하부내로 5-HT agonist 또는 antagonist 투여

○ 연구비 : 5,000백만원

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
한국과학기술연구원	5,026	4,881	5,000	35,093	50,000
민 간	-	-	-	-	-
계	5,026	4,881	5,000	35,093	50,000

[공공기술연구회 세부사업]

뇌자도 원천 기술개발(한국표준과학연구원)

☐ 사업개요

- 주관부처 : 국무조정실 공공기술연구회
- 총괄주관기관(책임자) : 한국표준과학연구원(이용호)
- 총연구기간 : 2001년 ~ 2005년
- 총연구비 : 총 1,770백만원(정부 1,770백만원)

☐ 사업목표 및 내용

- 사업목표 : 뇌자도 측정기술, 전류원 국지화기술, 뇌기능 지도화 기술개발
- 세부사업내용
 - 뇌자도 신호처리 및 전류원 국지화의 원천기술 개발, 뇌기능 지도화 기술개발

☐ 추진실적

- 연구기간 : 2001년 ~ 2003년
- 연구비 : 총 720백만원(정부 720백만원)
- 주요성과
 - ① 정성적 연구성과
 - 제2세대 SQUID를 이용하여 최초로 뇌자도 측정장치 구성 (IEEE Trans. Appl. Supercond. 2003. 6)
 - 접선성분 뇌자도 측정을 이용한 전류원 오차 최초 분석 (Phys. Med. Biol. 2002. 5)
 - 간질 뇌자도 측정 및 간질발생부위 국지화 기술 제공(삼성

서울병원 등)
 ② 정량적 연구성과

(2003.12.31 기준)

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
3	6			13	5	4		

□ 2004년도 계획

- 목 표 : 인지기능에 대한 뇌기능 지도화 기술 개발
- 연구비 : 300백만원
- 주요 추진일정
 - '04. 1~3 : 언어인지(문법오류) 자극제시 구성
 - '04. 4~8 : 언어인지 유발 뇌자도 신호측정
 - '04. 9~12 : 전류원 국지화 기술연구

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
한국표준과학연구원	720	300	300	450	1,770
민 간	-	-	-	-	-
계	720	300	300	450	1,770

※ '03년까지 과기부 국가지정연구실 사업으로 수행. 2004년부터 기관고유 사업으로 전환되며 당초 국가지정연구실 추진사업계획에 따라 수행

[산업기술연구회 세부사업]

뇌의료기반 VR Therapy 기술개발(한국전자통신연구원)

☐ 사업개요

- 주관부처 : 국무조정실 산업기술연구회
- 총괄주관기관(책임자) : 한국전자통신연구원(최진성)
- 총연구기간 : 2000.1.1 ~ 2009.12.31
- 총 연구비 : 총 227억원(정부 227억원)

☐ 사업목표 및 내용

- 사업목표 : 가상현실을 이용한 치매환자, 공황장애자 및 장애인들의 예방/치료/재활을 위한 신차원의 의료기술인 VR 의료시스템 및 생체신호기반 HCI 개발
- 세부사업내용
 - 장애자, 노약자들을 위한 정보전달 수단으로서의 생체신호(뇌파, 근전도)기반 HCI(Human-Computer Interface) 개발
 - 치매환자, 정신적인 공황장애자 및 지체 부자유자들을 위한 신 개념의 예방/치료/재활 훈련용 의료 VR 시스템 개발

☐ 추진실적

- 연구기간 : 2000년 ~ 2003년
- 연구비 : 총 4,126백만원(정부 4,126백만원)
- 주요성과
 - ① 정성적 연구성과
 - 뇌파에 기반한 긍/부정, 불/유쾌 인식 가능성 검증(HCI2001, 2001. 2)
 - 가상현실 환경 하에서의 치매 진단 및 치료의 유용성 검증

(British HCI 2003, 2003. 10)

- 2D 기반의 치매 치료 콘텐츠용 라이브러리 개발 및 Full 3D 방식의 콘텐츠 구동용 엔진 개발(2003)
- 팔뚝(Arm) 주변의 근전도 신호 특성의 파악 및 HCI로의 응용 가능성 검토(HCI2003, 2003. 2)

② 정량적 연구성과

(2003.12.31 기준)

특 허				논 문			기술이전	
국내		국외		국내	국외	SCI	건수	기술료 (백만원)
출원	등록	출원	등록					
17	3	4		46	15	1	1	11

□ 2004년도 계획

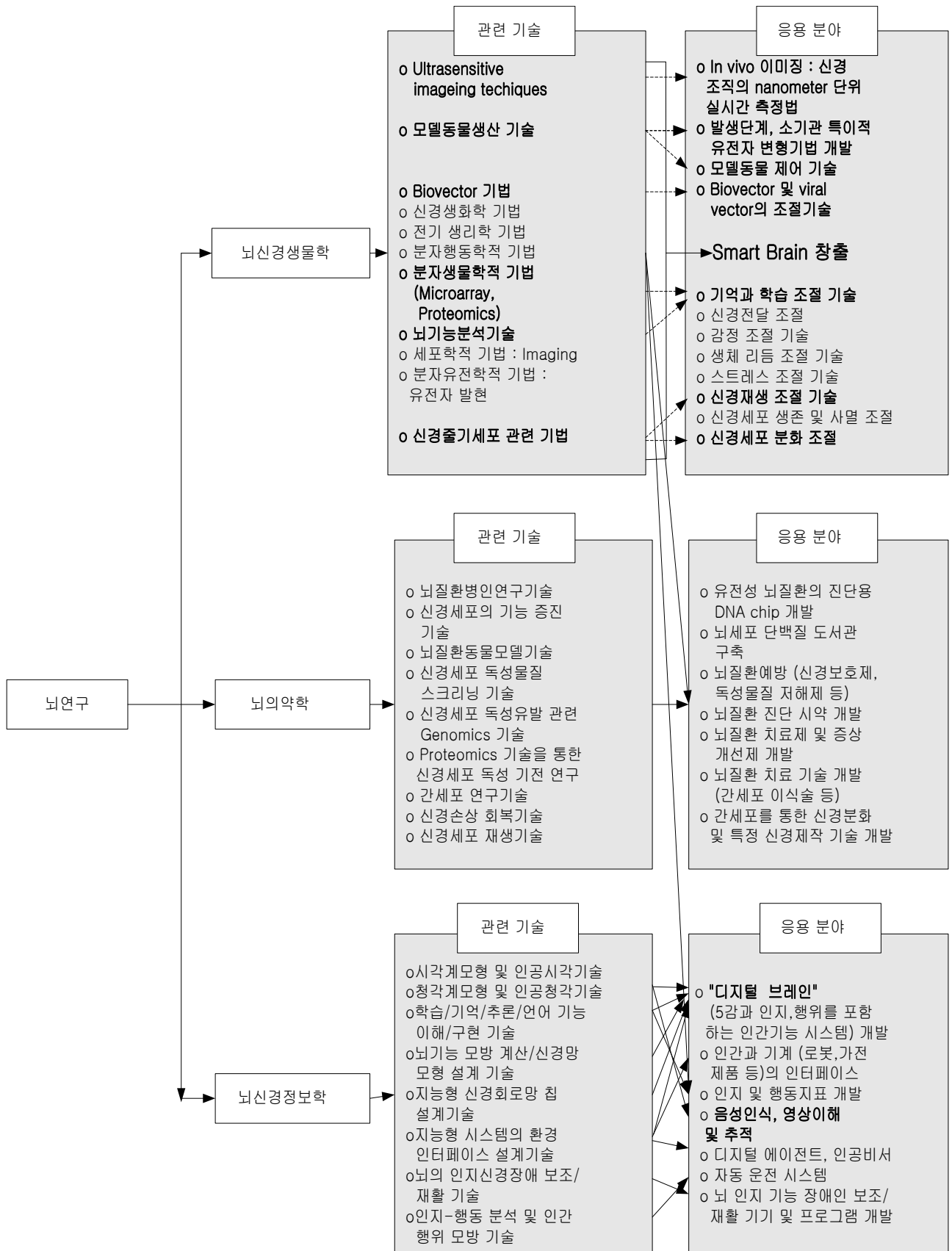
- 목 표 : VR Therapy시스템의 입력기로 사용될 뇌파, 근전도 기반의 VR 인터페이스 핵심 기술을 개발하고, 이를 응용 시스템과 접목하여 기술의 상용화 추진
- 연구비 : 1,052백만원(정부)
- 주요 추진일정
 - '04. 1~4 : 실시간 생체신호 처리를 위한 온라인 테스트베드 구축 및 시범 응용 시스템 완성
 - '04. 2~9 : 생체신호(뇌파, 근전도) 인터페이스를 위한 명령어 인식기술 개발
 - '04. 9~11 : 뇌파, 근전도의 실시간처리 알고리즘에 의한 응용 시스템(장애인용 전동 휠체어) 구동 테스트 및 피드백

□ 소요예산 조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	'02년 이전	2003	2004	2005년 이후	합계
한국정보통신연구원	3,058	1,068	1,052	17,522	22,700
민 간	-	-	-	-	-
계	3,058	1,068	1,052	17,522	22,700

<참고자료1> : 뇌연구 기술계통도(Technology Tree)



<참고자료.2> : 뇌연구기술및시장동향

I. 미국

1. 정책동향

▶ 종합적인생물학분야목록

신경과학 연구의 중요한 목표 중 하나는 뇌에서 발현하는 유전자의 일람표를 만들고 다양한 생리적 또는 병리적 환경 하에서 변화하는 유전자들의 패턴을 추적하는 것이다. 또 하나의 중요한 지원사업은 "Proteomics"이다. 조직적인 단백질 연구를 바탕으로 한 약학 연구는 환자 처치를 개선시킬 뿐 아니라 제약 산업의 성공률을 높여 약품의 가격을 낮출 수 있게 할 것이다. 단백질 Microarray 기술과 같은 소형 집적 기술의 발전은 이미 약물 검색의 동시다발적이고 신속한 검색(screening) 도구로 사용되고 있다.

▶ 통합적경로(IntegrativePathway)와건강과질병네트워크

통합된 연구는 어떻게 복잡한 생물학적 시스템이 작동하는지를 이해하는 것이며 궁극적으로는 질병이나 실험적인 약물투약에 의해서 생물학적 시스템이 어떻게 반응할 것인가에 대한 예상을 가능하게 하는 것이다. 네트워크를 구성하고 있는 구성요소가 서로 어떠한 방식으로 상호작용 하는지에 대해 알기 위하여 연구자들은 질병을 진행시키는데 영향을 미치는 다양한 요인을 알아내고자 한다. 복잡한 네트워크를 이해하는 것은 우선적으로 해결해야 하는 과제이다. 왜냐하면 이러한 이해가 질병발생의 경로에 대한 단서 및 약물치료를 위한 새로운 아이디어를 제공하기 때문이다. 경로와 네트워크 분석은 Neuroinformatics 예하에서 지원을 받는다.

▶ 재생의학(Regenerative Medicine)

재생의학은 조직과 장기를 교체하고 유지하며 향상시킴으로써 삶의 질과 수명을 연장하는 획기적인 방법을 연구한다. 재생의학의 주된 연구주제는 줄기세포 생물학이며 이것은 동물과 인간 그리고 성체와 배아의 줄기세포를 연구한다.

▶ 구조생물학(Structural Biology)

단백질의 구조를 연구하는 구조생물학은 생물학적 기능과 질병을 이해하는데 중요하며, 중추신경계에 사용될 약물을 디자인하고 개발하는데 핵심적인 통찰력을 부여한다. 뿐만 아니라 단백질 구조를 알아내는 것은 뇌질환 치료를 위한 적절한 단백질 표적을 찾는 중요한 접근법이기도 하다.

▶ 컴퓨터생물학과생물정보학

최근, 생물학과 컴퓨터 과학은 빠른 발전 속도와 사회적 영향력을 바탕으로 크게 주목받고 있다. 이 두 가지 개념의 만남은 좀더 획기적인 발전을 가져왔다. 오늘날 발전된 생물학은 컴퓨터기술과 생물정보학, 그리고 정보발굴에 의존하고 있다. 앞으로 이 사업은 많은 환자로부터 데이터를 수집하여 환자 각자에게 어떠한 처치가 바람직한지에 대해 알 수 있게 할 것이다.

▶ Molecular Libraries

생물학적 표적의 발견에도 불구하고 이 표적과 상호 작용하는, 혹은 이 표적을 조절하는 작은 분자에 대한 동정은 매우 지루하고 예상하기 힘든 작업이다. Molecular Libraries (종합적인 데이터베이스와 화학 합성물의 저장소, 약물, 시약, 그리고 분자적 연구를 위한 도구들)와 발전된 스크리닝은 뇌질환에 대한 새로운 치료적 가능성을 가지고 있는 작은 분자들의 개발을 촉진시킬 것이다.

2. 분야별 연구동향

1) 뇌분자해부도 사업계획 (Brain Molecular Anatomy Project, BMAP)

뇌분자해부도 사업계획은 뇌에서 발현되는 모든 유전자들을 동정하고 다양한 생리적 상황 또는 질환 환경에서 그것들의 발현 양상을 조사하는 것이다. 여러 다른 종류의 뉴론과 회로에 휴먼 게놈 프로젝트 (human genome project) 를 통해 예상된 30,000 여 개의 유전자들의 발현 양상을 매핑(Mapping) 하는 일이 뇌분자해부도 사업의 핵심적인 내용이다. 이러한 계획의 완성을 앞당기고 자원의 낭비를 막기 위해 여러 센터들의 체계적인 접근이 필요하다.

이 사업계획의 첫번째 목표는 정상 성체 쥐와 사람의 뇌에서 발현하는 광범위한 유전자들을 조사하는 것이며 세포 수준의 매핑은 회로 (Mapping connections)상의 매핑으로 확장될 것이다. 이 사업은 유전자 변형이 쉬운 마우스 뇌에 초점을 맞출 것이다. 그뿐 아니라, 적절한 샘플 획득이 어렵더라도, 성체 사람의 뇌를 조사할 것이며, 이러한 장애를 극복하기 위해 유인원의 뇌가 매핑될 것이다. 또한 질환 환자의 뇌의 경우 전체 뇌의 지도 작성이 아니라 많은 경우 부분적인 매핑 이 이루어 질 것이다. 이 사업으로 얻어진 정보들은 접근이 용이해야 하므로 디지털 뇌 지도가 작성될 것이고 그래픽 인터페이스로 사용자 친화적인 형식으로 데이터가 구축 될 것이다. 더 나아가 인공 박테리아 염색체 벡터 (Modified BACs)를 이용하여 특정 뉴론들을 표지하거나 분류, 그들의 연결회로를 추적하거나, 시간에 따른 연결회로의 변화를 관찰하는 일을 추진하고 있다.

2) 기능적 유전자 발현연구를 위한 변이 생쥐 개발

포스트 게놈 시대에 실험용 생쥐가 포유동물 유전자의 기능을 이해하는데 중요한 역할을 할 것은 의심의 여지가 없다. 특정 유전자를 대상으로 하는 유전자-유래 전략 ('gene-driven' strategies)은 생쥐와 그 밖의 다른 실험모델에서 복잡한 분자생물학적 기전을 밝히는데 중요한 역할을 해왔다. 최근에는 대규모 유전자 돌연변이 연구를 위해 배아줄기 세포에서의 유전자-트랩 삽입 돌연변이방법 (generating gene-trap insertional mutations) 과 같은 연

구 방법들이 이용되고 있다. 지금까지 대략 3만종의 포유류 유전자 중에 5천 종 이하의 유전자에 대한 돌연변이 연구가 생쥐에서 유전자-유래 전략 ('gene-driven' strategies)을 통해 이루어졌다.

유전자-유래 방법을 보완해주는 상당히 강력하고 유용한 또 다른 방법은 표현형-유래 (phenotype-driven) 또는 forward-genetic 방법으로 유전체 전체에 걸친 무작위 돌연변이로 새로운 표현형을 확인하고 이로부터 관계된 유전자의 특성을 규명하고 작용기전을 분석하는 것이다. 이 방법은 사전에 유전자의 확인이나 작용기전에 대한 정보가 필요하지 않다. ENU는 이러한 돌연변이를 만드는데 상당히 효과적인 것이 밝혀져 생쥐에서 돌연변이를 제작하는데 가장 유용하게 이용될 수 있는 약물로 인정받았다. 약 3만여 종의 포유동물 유전자 하나하나가 유전적 표현형을 갖는 돌연변이생쥐 제작을 위한 중요한 표적임을 고려해 볼 때 ENU를 이용한 대규모 화학적 돌연변이생쥐 제작이 표현형이 다음 대에 유전하는 대단위 돌연변이생쥐를 만들 수 있는 가장 유용한 방법임을 보여준다.

이에 신경과학 연구를 지원하는 NIH 연구소들은 대규모 돌연변이생쥐 생성과 이들의 신경기능과 다양한 행동양상을 분석할 수 있는 연구기관을 설립하였다. 신경과학분야에 초점을 맞춘 돌연변이생쥐 제작과 표현형 분석 연구기관들은 유용한 국가시설로 이용될 것으로 기대된다. 돌연변이생쥐 제작은 잭슨연구소(Jackson Laboratory)와 노스웨스턴대학, 그리고 테네시생쥐 유전체 컨소시엄(Tennessee Mouse Genome Consortium)에서 수행할 것이다. 각 연구기관에서 수행하는 연구과제는 매년 8,000 - 10,000 종의 돌연변이종 3대 자손을 제작하여 선별할 것이다. 5년 이상의 연구과제를 수행하는 동안 약 40,000 - 50,000종의 돌연변이생쥐가 선별될 것이다.

3) 영상화 개발그룹(Imaging Implementation Group)

본 과제는 특이성 및 민감도가 향상된 신규 분자적 탐침의 개발 응용을 목표로 한다. 라이브러리의 개발은 단일세포에서 개체에 이르기까지 생물학적 시스템의 분자적 기작과 영상화를 위한 소분자의 발견을 강화할 것이다. 궁극적으로 이런 노력은 진단과 치료의 보다 개별화된 접근방법을 초래함으로써 각 환자의 세포/조직 기능의 프로파일을 얻는데 도움을 줄 것으로 기대된다. 현재의 임상적 기술 응용의 장벽은 보다 민감한 탐침의 개발, 탐침의

단일 데이터베이스 구축 및 중점화된 탐침의 생산으로 극복할 수 있다. 이렇게 개발된 탐침은 순차적으로 생물학적 행동을 모니터링하는데 있어서 효과적이며, 치료기기의 개발에 도움을 줄 것으로 사료된다. 이를 위하여 여러 연구그룹 (NIGMS, NIBIB, NIEHS, NHGRNHGR)들이 여러 센서들 (SPECT, PET, MRI, US, Optical)에 대한 프로브 개발을 지원하는데 기여하고자 한다.

3. 뇌 연구 투자예산 (2004년 미국립보건원)

- 뇌분자해부도사업 (BMAP) 과제 수행을 위해 연간 2,000만 달러 투자 계획
- 마이크로어레이컨소시엄에 연간 500만 달러 투자 계획
- 소분자 라이브러리 스크리닝 센터 사업에 1,500만 달러 투자 계획
- 화학정보학사업에 500만 달러 투자 계획
- 영상화사업에 530만 달러 투자 계획

4. 주요연구소 현황

1) Allen 연구소

Micro Soft사의 공동 설립자인 Paul Allen은 향후 5년간 Allen Institute for Brain Science설립에 1억 달러를 기부한다고 발표했다. 이 연구소는 첫 프로젝트로 생쥐 뇌에서 발현하는 유전자의 지도를 만들고자 한다. 연구자들은 생쥐(C57/Bl 종)의 전체 뇌에서 발현하는 방대한 유전자의 지도를 만들기 위해 자동화된 *in-situ* hybridization을 사용할 계획을 세우고 있다. 이러한 계획은 2004년에 시작하여 2006년에 완성될 것이다. 또한 Allen 연구소는 미국 국립보건원의 Brain Molecular Anatomy Project(BMAP) 사업과 연계하려고 하고 있다.

비록 Allen 연구소는 산업적 규모의 사업으로 출발하지만 설립자는 원대한 계획을 갖고 있다. 그들은 이 연구소가 세계적인 신경과학 연구소가 되기를 희망하는 것이다. 말하자면 연구자들이 각자의 연구주제를 가지고 연구할 수 있는 여건을 만들자는 것이다. 현재 25명의 상주 연구원이 있으며 몇 년 후에는 100명이 넘는 전문가들이 합류할 것이다.

II. 일본

1. 정책동향

▶ 일본은 미국의 「뇌의 10년」을 의식하고 국가 차원의 늦은 대응을 인식하여 뇌과학의 수준을 세계의 최전선으로 끌어올리기위해 기초적인 생물학 연구에는 실시하지 않았던 전략적방식을 채용하여 [뇌과학 시대] 프로그램이라고 명명했다.

이 프로젝트는 뇌의 이해, 보호, 창조의 3분야를 전략적 목표로 설정하여 일본의 뇌과학을 비약적으로 발전시킬 것을 취지로 한다. 과기청 주도하에 97년 「뇌과학(Brain Science) 프로젝트」를 시작했으며, 2016년까지 20년간 진행될 이 프로젝트를 위해 일본은 국책기관인 이화학연구소(RIKEN) 내에 뇌과학종합연구센터(BSI)를 설립했고 대학과 연구소 등에도 분소를 설립했다. 97년 당시 예산만 200억엔에 이르렀으며 2005년부터 연간 1000억엔이 투입될 예정이다. 이에 앞서 통산성은 93년부터 10년 예정으로 시작한 「신정보처리과제」를 통해 뇌정보처리 모델 및 응용 부분에 대한 연구에 나섰다.

이 프로젝트는 전체 20년이란 장기간에 걸친 계획으로 전략목표를 개별목표 또는 중간목표로 세분화 시켜 목적의식을 명확하게 하여 연구활동의 효율을 높이도록 계획되어있다. 목표달성을 위한 구체적인 추진계획은 개별목표를 5년이란 기간을 두고 중간평가하고 전체 20년을 이분화시켜 진행토록 되어있다. 먼저 제1기에 해당하는 10년동안은 뇌과학 수준의 비약적인 발전을 위한 연구조직, 연구인력, 연구비등의 연구추진체제의 정비 및 증강에 중점을 두고 추진하고있다. 문부과학성은 이화학연구소 뇌과학종합연구센터의 2004년도 예산으로서 98억엔을 책정하고 있다.

▶ 뇌의 세기 추진회의 설립

근년 뇌관련 연구의 진보는 눈부시고 또 관련 연구 분야도 뇌의 기능을 해명하는 기초적 연구, 노년 치매나 정신병 등의 치료를 하는 임상적 연구, 뉴런 컴퓨터등의 기능을 공학적으로 해명, 인공뇌를 만드는 공학적 연구 등, 지극히 광범위하게 분포되어 21세기를 대표 하는 과학 분야가 되고 있다.

「뇌의 세기 추진 회의」는 일본의 뇌과학 연구의 추진이나 연구자의 양성, 사회 일반에 뇌과학 연구 성과의 주지와 응용 등의 협력을 추천하기 위한 연구 시책의 실현을 촉진하는 것을 목적으로 이화학연구소 뇌과학종합연구센터장 마사오 이토 박사를 위원장으로 하여 설립되었다.

2. 분야별 연구동향

1) 뇌연구의 종합적 추진에 관한 연구 출범

2004년부터 뇌기능의 통합적인 연구조직의 필요성에 의해 뇌의 단계적인 기능발현과 통합적 기능의 이해를 목표로 두고 문부과학성은 [통합뇌]라는 특정연구분야를 출범 시켰다. 또한 뇌의 통합적 연구 전체를 기획, 조정, 연구연락을 담당하는 총괄적인 업무를 담당하여 학술적 연구를 선도하며 시험적으로 실시하는 연구기획팀을 설치하였다.

2) 계산뇌 프로젝트

독립 행정법인 과학 기술 진흥 기구(Japan Science and Technology)는 전략적 창조 연구 추진 사업 총괄 실시형 연구 (ICORP type) 부분에서 2004년 1월30일자로 계산뇌 (Computational Brain)라는 연구 영역명으로 프로젝트를 발족 시켰다. 연구 기간은 2004년 1월30일부터 2009년 1월 29일까지 5년간이며, 일본측은 5년간 8억엔의 연구비를 지원한다.

3. 뇌연구 투자예산

뇌의 21세기 모토 하에, 연간 1000억엔 (한화 8000억원) 이상의 예산이 집행되고 있다.

4. 뇌연구 인프라 현황

현재 뇌연구를 수행중인 연구실은 27개 대학, 82개 교실이 있으며, 9개 공적 연구기관, 그리고 최소 3개 이상의 기업연구소가 있다. 이 연구실 소속 연구인력만 약 5000명 선으로 집계된다.

III. 유럽

▶ 유럽 연합 차원에서 연구기금 조성

EU's research funding programme (the 6th Research Framework Programme, FP6, 2003-2006)을 통해 22억 5천 오백만 유로 (3조 3천억 원 정도)에 해당하는 연구기금을 통해 신경과학 및 관련 생명과학을 지원하고자 하고 있다. 특히 유럽은 각 나라의 단편적인 뇌신경 연구보다는 유럽 연합차원에서의 보다 체계적이고 융합된 연구를 통해 미국과 일본의 뇌연구에 대해 보다 경쟁력 있는 뇌 연구를 지향하고자 하는 목표를 설정하였다.

다가올 FP7 (7th Framework Programme)에 아예 생명과학분야 중 뇌과학 분야는 따로 기금 및 프로그램을 책정하려고 계획하고 있다. 2003년 9월 18일 벨기에 브뤼셀에서 Brain Research in Europe: Structuring European Neuroscience 의 주제로 conference 를 개최하였다.

III-1. 영국

1. 정책동향

▶ MRC, BBSRC, EPSRC, Wellcome Trust 등에 의해 뇌연구가 관리되며, 주로 medical physiology, neuroscience, cell biology 간의 다학제간 연구를 권장하고 있다.

▶ UK Biobank Research Plan으로 life style data, 의료기록, 5십만 volunteer (45-69세)를 통한 생물학자료 수집, 건강에 영향을 주는 유전자, 환경조건 파악하고 있다.

▶ MRC는 국제적 연구 활동을 적극 권장하여, ERA (european research area) : 유럽 연구 공동체 : 아프리카 및 다른 개발 도상국의 감염성 질환 및 새로운 감염성 질환 및 응급 감염성 질환에 대한 연구를 위해 국제적 접근을 시도하고 있으며, 최근 국제공동연구를 통한 publication 중 45%가 non-UK fund 이다.

2. 분야별 연구동향

1) The fundamental mechanism of learning and memory

이에 대한 연구는 bristol MRC centre (Collingridge G.L)에서 진행되고 있으며, 연구주제는 기억과 학습에 관여하는 해마 부위에서 일어나는 시냅스 가소성 기전 연구이다. 최근 연구성과는 다음과 같다.

- Glutamate 수용체의 하나인 AMPA 수용체 및 kainate 수용체가 기억 및 학습을 담당하는 해마 (hippocampus) 부위에서 PICK1과 GRIP에 의해 조절됨을 밝힘. 이는 glutamate 수용체 recycling 기전을 이해하는데 중요한 자료임 (Neuron, 2003).
- Kainate 수용체 조절에 있어서 세포내 Ca^{2+} 저장고의 역할을 밝힘으로써 흥분성 신경전달물질 수용체인 kainate 수용체의 조절기전을 보고 (Neuron, 2003).
- 해마 부위에서 PI3 kinase가 LTD 기전에 작용함을 보고(Nature neuroscience, 2002).

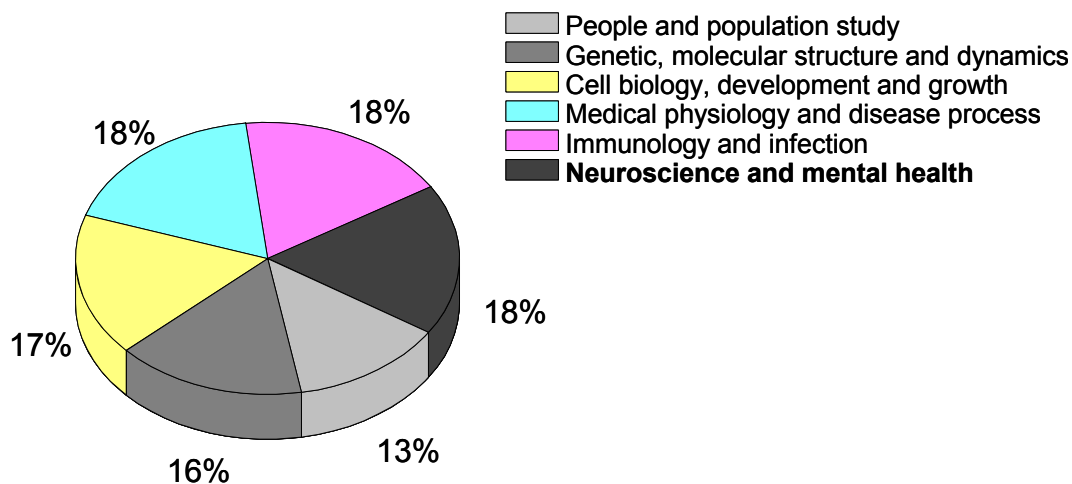
2) Repair & Replacement (2R)

손상 및 퇴행성 뇌질환의 치료기술을 위한 구체적인 접근을 요구하고 있으며 그러한 관점에서 tissue repair 또는 tissue replacement에 대한 연구를 적극 권장하고 있다. University of Sheffield는 MRC에서 선정한 Centre of Stem Cell Biology이며 international stem cell forum을 개최하여 13개국으로부터 14개의 grant를 받고 있다. 이러한 연구를 통해 손상된 인체 (척수 및 뇌 포함)를 복구 또는 대체를 통해 건강을 유지할 수 치료기술 개발을 목표로 하고 있다.

3. 뇌연구 투자 예산

2003/2004년에 SR2002 계획하에 확보된 9천7백만 파운드(약 145억5천만원)을 새로운 연구활동 (MRC Brain Science Programme) 지원에 할애할 계획이며, 기존에 투자된 부분에 기초하되, 신경퇴화 및 정신 건강 쪽에 더욱 초점을 맞출 계획이다. MRC외의 다른 reserach council, 보건부 (Department of Health), 그리고 산업체와의 긴밀한 공조체제를 유지하여 기초 및 임상연구를 위한 기반을 조성하여 영국내의 모든 연구 그룹이 이를

활용할 수 있도록 하고자 한다.



1) MRC(medical research council) : 2003/04 : 43,000만 파운드

- 6,500만 파운드 : genomic research
- 4,100만 파운드 : basic technology research

2) BBSRC : Neuroscience strategic project grant

: 30개 프로젝트/650만 파운드 (130 억원)

3) Brain research infrastructure grant

: 1,100만 파운드(220 억원)

4) Wellcome Trust : Neuroscience only

	Research grant	Joint infrastructure fund
2000	3,000만 파운드 (660 억원)	6,500만 파운드 (1,430 억원)
2001	2,800만 파운드 (616 억원)	5,000만 파운드 (1,100 억원)
2002	3,000만 파운드 (660 억원)	3,500만 파운드 (770 억원)
2003	3,500만 파운드 (770 억원)	3,500만 파운드 (770 억원)
2004	3,700만 파운드 (814 억원)	3,500만 파운드 (770 억원)

4. 주요 연구소 현황

1) MRC

새로운 genetic risk factor, 새로운 진단기술 개발, 백신, drug, 치료기술 개발등을 목표로 하고 있음.

MRC 소속 연구 집단의 주요 연구 내용은 아래와 같다.

- MRC/University of Bristol center for synaptic plasticity
: multidisciplinary and collaborative manner, learning & memory
- MRC centre for developmental neurobiology
: brain development, malformation & regenerative process
- MRC social, genetic and developmental psychiatry (SGDP) research centre : nature vs nurture
- MRC cambridge centre for behavioural and clinical neuroscience
: clinical research -- neuroimage & neuropsychopharmacology
- MRC centre for neuroscience (Edinburgh University)
: fundamental mechanism of cognition and brain repair

2) BBSRC

노화연구 (natural ageing process of brain) 를 새로운 연구 추진 분야로 계획중이다. BBSRC 연구집단을 BBSRC institute로 승격, 산업체와 연결하여 제품화 구현에 가시화 하고 있다.

	Institute funding	Industrial income
2000-2001	8,300만 파운드 (1,826 억원)	평균 전체 예산의 10%를 차지함
2001-2002	8,700만 파운드 (1,914 억원)	
2002-2003	9,000만 파운드 (1,980 억원)	

3) Science business research initiative

소규모의 high-technology 회사의 뇌과학 및 신 치료기술 개발에 대한 새로운 기술 개발을 권장하고 있으며, 이러한 정책은 제한조건이 없으며 향후 사업에 있어서 중요한 원동력이 될 것으로 기대한다. 연간 투자규모는 약 300만 파운드 (66 억원) 이다.

III-2. 프랑스

1. 정책동향

▶정부의 연구기술부가 국가적으로 어떤 연구를 집중적으로 육성해야 할지를 관리한다. 연구기술부는 다시 연구부와 기술부로 나누어 운영, 관리하며 각각 연구 기금, 기술개발기금 기관을 가지고 관리가 이루어지고 있다. 이에 실제로 생명과학 분야는 특히 CNRS (국립 과학 연구소), INSERM (국립 생명과학 연구소), CEA (원자 에너지 연구소), INRA(국립 농학 연구소)등의 연구소에 의해 수행되며 관리된다.

▶프랑스 뇌과학회 (Societe des Neurosciences)는 Semaine du Cerveau (뇌주간)을 기획, 홍보하며 국내 뇌연구자들을 대상으로 학회, 심포지움, 개최, 또한 뇌 연구비 지원등을 신청받아 심사하여 지원하기도 한다.

▶또한 뇌연구 연맹회 (Federation pour la Recherche sur le Cerveau; FRC) 등의 각종 단체에서도 정책방향에 영향을 준다. FRC에서 일반 대중 및 기업, 혹은 특정 기관들로부터 위의 뇌연구를 지원하기 위한 지원금을 기부 형식으로 모금하여 기금으로 사용한다.

2. 분야별 연구 동향

- Integrative neuroscience (다학제간 연구를 통한 종합적인 뇌연구) 인간 유전체 연구, 생리학, 발생 신경학, cell biology를 통한 세포간의 신호전달등을 통한 뇌연구, 신경생리에 대한 다각적 연구를 통해 종합적인 뇌연구를 추구하고자 함.
- 인지과학, 수학, 정보과학등의 분야도 종합적인 뇌연구에 포함시키고 있음. 뇌의 고차원적인 인지 기능에 대한 신호연구-뇌의 정보 코드화 분석, 통합 신경과학이 기본적인 뇌의 network의 code를 분석할 수 있으리라 봄
- 기억장애, 정신질환, 퇴행성 뇌질환, 허혈성 뇌질환 : 기전의 이해와 치료 방법 개발 (cell therapy, gene therapy 및 질환 관련 단백질 탐구)
- Fundamental research를 통한 산학협동을 추진하며, 이를 기반으로 제품화, 실용화로 추진

3. 뇌연구 투자 예산

총 연구비 예산은 프랑스의 경우 2001년 32.9billion 유로 (49조원) 으로, 이 중 국가예산은 45%, 기업에 의한 예산은 55% 이다. 주로 기초과학은 Fonds National de la Science (국가과학기금)에 의해 여러 프로그램의 형태로 지원되며 이중 응용기술, 산업기술개발을 위한 것은 le Fonds de la Recherche Technologique (FRT) (국가 기술 기금) 에 의해 여러 프로그램이 운영되고 있다.

전체 프랑스 연구개발 예산 중 뇌과학 연구에 대한 예산은 약 20%를 차지한다고 볼 수 있으므로, 약 10조원 규모의 예산이 뇌과학 연구를 위하여 사용되고 있다.

4. 주요 연구소 현황

INSERM, CNRS등의 주 생명과학 국가 연구소는 다음의 기본적인 뇌연구가 뇌연구를 통해 얻을 수 있는 신경질환 치료 기술의 개발이라 생각되어 다음의 분야에 대해 지원을 하고 있다. 이 중 최근 ACI에 의해 지원을 받고 있는 분야는 통합뇌과학, Prion 분야이나 기본적인 접근 방법은 분자 및 세포 신경과학, 신경 생리학, 뇌 유전체 연구, 동물 모델의 사용 등을 통한 것이다.

1) INSERM

프랑스 보건 생명과학연구소인 INSERM의 연간 예산의 20%가 뇌연구에 집중되었다고 볼 수 있다. 256개의 INSERM 소속 연구실 중 90개, 8개의 임상센터 및 병원, 20개 정도의 뇌연구 연맹 등의 협동 연구 그룹이 존재한다.

INSERM을 중심으로 2000년부터 생명보건과학분야중 여러 연구소가 비슷한 연구주제로 연구연맹 (IFR) 을 맺어 연구 프로그램 , 기기 사용등의 긴밀한 협력을 목적으로 2003년 까지 전국에 100개정도의 IFR이 성립되었으며 그중 뇌연구 관련 연구연맹은 10개 이상으로 20개 정도 되어 생명보건과학의 단일주제로는 단연 1위라고 할 수 있다. 예산은 각 IFR 당 연간 10억이며 이들연구소는 이미 INSERM, 혹은 CNRS로부터 연구예산이 지원되며 이 연간 10억은 IFR 협력연구 프로그램을 위한 예산임

2) CNRS (국립 과학 연구소)

국립 과학연구소의 경우도 기초과학을 지원하는 INSERM과 연구방향이 비슷하다고 볼 수 있으며 신경계 발생, 신호 전달 및 통합분석, 신경질환 동물 모델, 신경약리를 통한 치료제 개발, 신경생리, 통합 뇌신경 연구, 뇌 유전체 연구 등에 집중적으로 지원하고 있다.

III-3. 스웨덴

1. 정책 동향

▶ Swedish Neuroscience Network (SNN)이 Sweden에서의 neuroscience 분야를 대표하며, FENS 집행위원회에서 투표권을 행사한다. SNN는 Sweden에서의 neuroscientist간의 information (meeting, courses, positions, etc)을 공유하고 있다.

▶ SNN과는 별개로 Swedish Foundation for Strategic Research는 neuroscience 분야의 박사과정 연구를 지원하며, 이와 같은 프로그램이 개설되어 있는 대학으로는 Goeteborg, Linkoeeping, Lund, Stockholm, Uppsala 등이며, Karolinska Institute가 organizer 역할을 맡고 있다.

2. 분야별 연구 동향

1) Developmental neurobiology 및 brain repair

뇌 발생에 관한 이해를 증진시키고, 이를 바탕으로 stem cell transplantation을 포함하여 손상된 brain의 치료를 위한 새로운 치료법 개발을 목표로 삼고 있다.

2) Neuronal regeneration 및 neuroprotection

Stroke, trauma, Alzheimer's disease 혹은 dementia와 관련된 neurodegenerative 과정을 연구하여 neuronal necrosis 및 apoptosis에 관련된 세포, 분자생물학적인 이해를 증진시키며, 이를 바탕으로 장기적으로 새로운 neuroprotective therapeutic strategy를 개발하고자 한다.

3) Neural control

다양한 종류의 motor behavior (sensori-motor integration) 및 autonomic function (예, vascular system)을 조절하는 neural mechanism에 관한 연구.

4) 인지 장애와 관련된 신경생물학적 연구

정신질환의 기전 규명을 위해 receptor 혹은 transmitter와 같은 분자수준 뿐만 아니라 세포 혹은 개체 수준에서 이와 같은 질환의 병리생리학을 이해하고자 하며, 이를 새로운 치료법 개발을 추구하고자 한다.

5) Neuropeptide 신호전달 기전 연구

Synapse, neuroendocrine 및 trophic 작용에서의 neuropeptide의 신호전달 기전을 분자생물학적, 유전학적, 화학적 그리고 생리학적 차원에서 규명하고자 하며, 이를 바탕으로 스트레스 및 pain 등과 관련된 새로운 치료법 개발을 목표로 한다.

3. 뇌연구 투자 예산

정확한 집계는 알 수 없으나, 전체 생명과학 분야의 예산이 7억 달러 규모이고, 이 중 10-20%가 신경과학 분야라 가정한다면, 약 1억 달러 수준의 연구비 지원 규모를 예상할 수 있다.

4. 주요 연구소 현황

1) Karolinska Institutet (KI)

KI는 Sweden에서 의학 분야만 전문으로 하는 대학으로 약 24억 SEK (약 3.36억 USD)의 예산이 연구에 사용되고 있다. KI에서의 연구자는 Sweden 전체에서 정부지원을 받는 연구자 총수의 45%를 차지한다. KI는 Sweden 전체 대학 중 현재 가장 활발히 발전되고 있는 대학이다. KI에서의 연구는 분자생물학과 같은 기초학문에서부터 보건 분야에 이르기까지 의학의 전 분야를 다루고 있으며, 활발한 국제 교류 프로그램도 운영하고 있다. 매년 KI의 Nobel상 위원회가 생리 및 의학 분야 수상자를 선출하며, 현재까지 이 분야에서 Sweden에서 8명의 수상자가 나왔으며, 이 중 5명이 KI로부터 배출되었다.

2) Uppsala University

본 department에서는 experimental molecular neurobiology에서부터 clinical studies에 이르기까지 neuroscience의 다양한 분야를 다루고 있으며, 주요 연구그룹은 다음과 같다.

- Child and adolescent psychiatry
- Physiology
- Clinical neurophysiology
- Neuroanatomy
- Neurosurgery
- Psychiatry, University Hospital
- Rehabilitation Medicine
- Pharmacology
- Comparative medicine
- Developmental neuroscience
- Neurobiology
- Neurology
- Psychiatry
- Physiotherapy

3) Lund University

현재 7개의 division으로 구성되어 있다.

- Occupational Therapy
- Clinical Neurophysiology
- Neurology (Lund 소재)
- Lab for Experimental Brain Research
- Psychiatry
- Nuerosurgery
- Neurology (Malmo소재)

IV. 뇌연구 산업 시장 현황

1. 질환별 시장 규모

▶ 뇌신경 치료제의 전세계 시장 규모는 40조원에 이르며 신약 시장 중 성장률이 가장 빠른 분야이다. 이는 현대 의학의 발달로 인한 고령화 인구의 증가, 복지 수준에 대한 관심, 심각한 질환으로 인식되지 않았던 질병에 대한 관심이 높아지고 있으며 이에 따른 질병 메커니즘에 대한 연구와 이해의 증가 등과 연관이 있다.

▶ 뇌신경 치료제의 세부질환별 시장 규모는 통증, 우울증, 정신분열증, 진경제, 편두통 치료제, 다발성 경화증, 파킨슨씨병, 비만, 알츠하이머 병 등의 순으로 형성되어 있다 (그림 1).

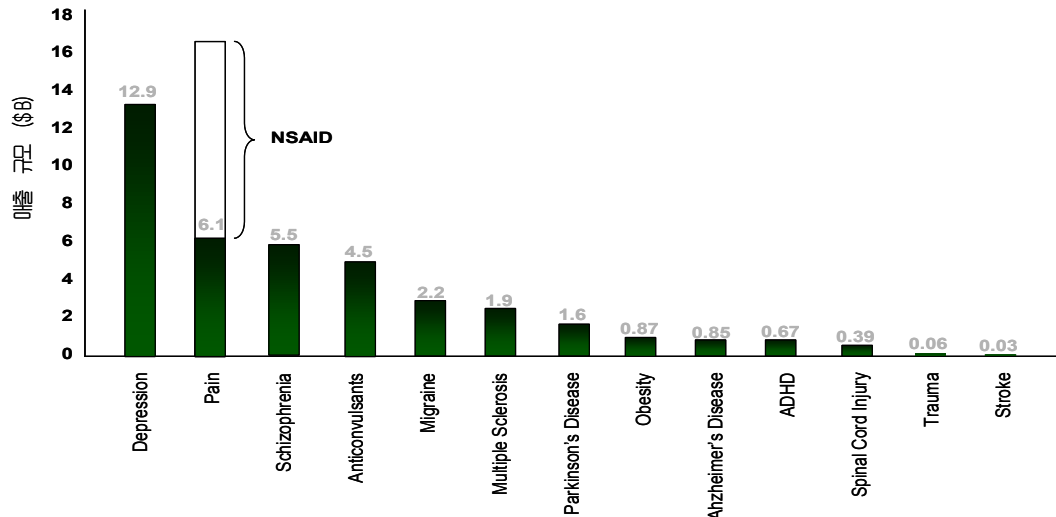


그림 1. 세부 질환별 drug sales 규모(CNS market overview, Datamonitor, 2002)

▶ 그러나 뇌신경 치료제의 경우 판매되고 있는 신약에서 뚜렷한 효과를 얻지 못해 시장 규모가 형성되지 않은 사례가 많아 sales 규모가 전체 시장 규모를 대변한다고 판단할 수는 없으며, 질환 보유 환자 수 및 지출 의료비를 종합적으로 감안하여 시장 산출을 해야 하며, 따라서 개발 중인 신약의 신규허가에 따라 역동적으로 변할 수 있는 시장이다.

▶ 신경계 질환을 보유한 환자수는 불면증, Back pain, Arthritic pain, 비만, Anxiety, 편두통의 순으로 형성되어 있으며, 불면증의 경우 발병 빈도가 전체 인구수의 33.3% 정도로 집계 되어 있다.

▶ 신경계 관련 질환을 보유한 환자 수는 국가별로 미국, 일본, 프랑스, 독일, 이탈리아, 스페인, 영국 순으로 집계되고 있으며 이들 국가들이 관련 치료제의 주요 소비국인 동시에 개발국이다. 그러나 중국, 인도를 포함한 시장 미개척 지역의 잠재력은 매우 크며, 이들 국가에서 소득 수준의 증가와 고령화 사회로의 이전이 진행될 시 질환 보유 환자 수 및 시장 규모는 향후 10년 내에 전혀 다른 양상을 보일 가능성이 크다 하겠다.

2. 뇌신경 치료제 개발 동향

1) 뇌신경 치료제의 개발 기간 및 비용

▶ 1986년부터 1998년 사이에 이루어진 신약개발 사례의 통계 결과 신약개발 비용은 매년 평균 5-6% 씩 증가하고 있는 것으로 알려져 있다. 타 질환의 경우 임상 및 허가에 소요되는 기간은 평균 5.7년으로 집계되고 있으나 뇌질환의 경우 6.8년의 임상 및 허가 기간이 소요된 것으로 집계되고 있는데, 이는 뇌신경 치료제 개발의 어려움을 간접적으로 시사하는 것이다. 따라서 다국적 제약사들은 뇌질환 관련 신약개발 비용을 절감하기 위해 FDA 허가 기간을 단축하는 일에 많은 노력을 집중하고 있으며 이를 통해 개발 비용을 절감하고 및 특허권 확보 기간을 연장하여 제품 당 수익을 높이려는 시도를 경주하고 있다 (CenterWatch Database).

▶ 뇌질환 치료제의 개발 성공률은 전임상 대상 후보물질을 기준으로 하였을 때 2.9% 인 것으로 집계되어 있으며 각 단계별 성공률은 그림 5와 같다. 즉 100개의 신약 후보물질에 대해 전임상 실험을 진행하였을 경우 최종 시판허가를 받은 신약은 2.9개로 나타나 있으며, 초기 물질 상태인 hit, lead compound를 기준으로 하였을 경우 성공확률이 매우 낮은 것으로 나타나 있다 (그림 2). 각 단계별 상대적 개발 비용은 통계적으로 CNS 치료제의 전임상 비용에 30억원이 소요된다고 가정할 시, 임상 1상에는 평균 300억원, 임상 2상에는 평균 1350억원, 임상 3상에는 평균 4620억원, 허가 및 등록에는 60억원이 소요된 것으로 추정할 수 있다.

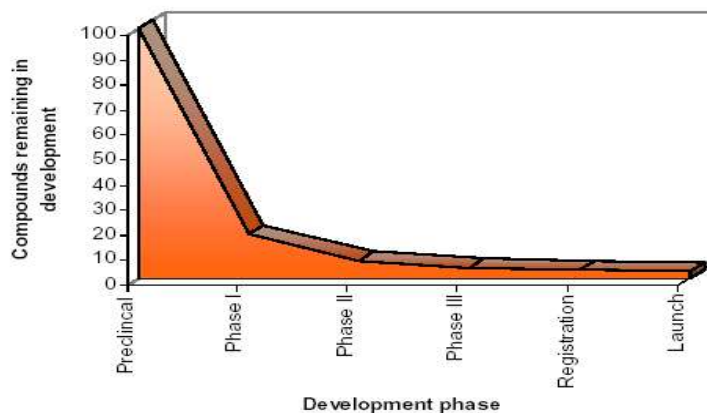


그림 2. CNS 치료제의 단계별 개발 성공률

2) 해외 다국적 제약사들의 뇌질환 치료제 개발 동향

▶ 2003년 현재 임상 진행 중인 뇌질환 관련 신약의 수(Mental illness 분야 제외)는 모두 172종으로 44종의 통증치료제, 28종의 뇌종양 치료제, 26종의 알츠하이머 치료제, 18종의 파킨슨 씨 병 치료제, 15종의 Stroke 치료제, 14종의 편두통 치료제, 12종의 다발성 경화증 치료제, 9종의 간질치료제, 7종의 수면장애 치료제가 포함되어 있다 (Phrma Report, 2003). 기타 뇌질환 치료제로 개발 중인 신약은 모두 10종으로 여기에는 Huntington's disease, 척추손상, Lambert-Eaton myasthenic syndrome, juvenile cerebral palsy, anti-spasticity, restless leg syndrom, autism 등이 포함된다.

▶ 다국적 제약사들은 이들 뇌질환 치료제의 개발을 위해 평균 1조원의 예산을 집행하고 있는 것으로 나타나 있으며, 화이자, 엘라이 릴리, 존슨 앤드 존슨, 노바티스, 아스트라제네카, GSK, 머크 순으로 뇌질환 치료제의 연구 개발에 투자를 집중하고 있는 것으로 집계되고 있음 (그림 3).

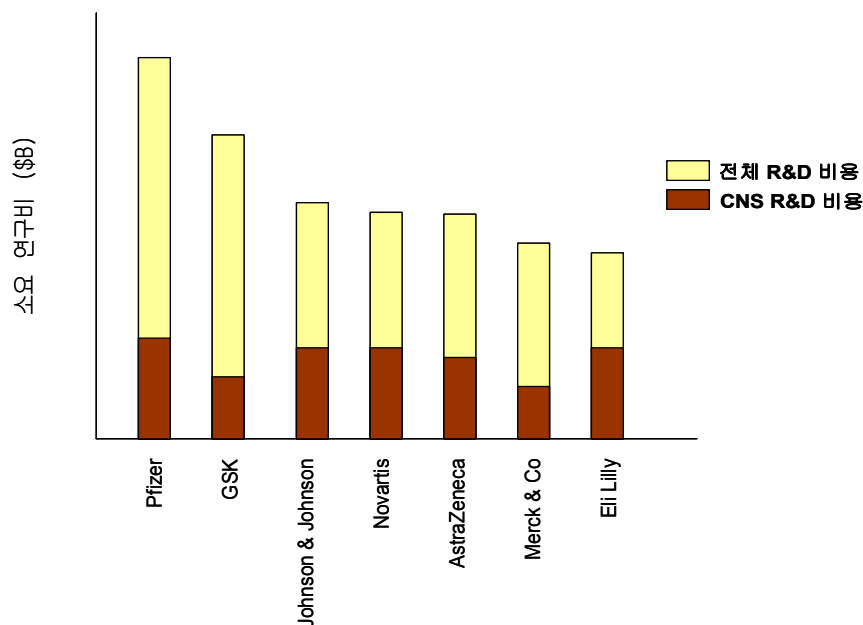


그림 3. 다국적 제약사들의 뇌질환 치료제 개발 비용

▶ 이들 메이저 제약사 외 뇌질환 치료제에 높은 개발 비용을 투자하고 있는 기업으로는 사노피-신테라보 (연평균 2250억원), 솔베이 (연평균 1200억원), 세파코 (연평균 720억원), 샤이어 (연평균 240억원), 뉴로젠 (연평균 300억원)

등이 있으며 이들 중소형 제약사들은 대상 질환을 한정하고 틈새 시장에 대한 개발 노력을 집중하고 있다.

▶ 뇌질환 치료제 시장에서의 라이선싱 활동은 주로 다국적 제약사들에 의해 주도 되고 있으며, 이들은 연간 4 -10종 정도의 후보물질을 라이선싱 하는 것으로 집계되어 있다. 이들 제약사들의 라이선싱 인 활동은 자사의 개발 파이프라인을 보강하고 포트폴리오를 구성하여 해당 시장에서 높은 경쟁력을 유지하는데 그 목적을 두고 있으나 자체 개발 신약 후보물질 보다는 물질에 대한 이해도가 낮으며, 로열티 지출로 인한 매출 감소 위험 등으로 인해 최근의 뚜렷한 동향은 기업간 인수 합병을 통해 자사의 개발 파이프라인을 유지하고자 하는 점이다.

3) 뇌질환 치료제의 신약 승인 상황

▶ 2003년 FDA에 의해 승인된 신규 의약품의 수는 모두 86종으로 이중 21종은 합성 신약이며 14종은 바이오 신약으로 집계되어 있다. 2003년 한해 뇌질환 치료제 분야에서 승인된 신약은 알츠하이머 치료제인 Mememtime HCl (상품명 Namenda) 1종이 유일하게 포함되어 있다 (PhRMA report, 2004).

▶ 직전년도인 2002년 한해 FDA에서 승인된 신규 의약품의 수는 17종의 합성 신약 및 9종의 바이오신약을 포함 모두 89종으로 집계되어 있다. 이중 뇌질환 치료제 분야에서 승인된 신약은 모두 6종으로 편두통 치료제, 정신분열증 치료제, 다발성 경화증, 간질 기면 발작 치료제 등이 포함된다 (표 1).

표 1. 2002년 및 2003년 신약 승인 된 뇌질환 치료제

제품명	승인 연도	개발사	적응증
Namemda	2003년	Mertz, Forest Laboratories	중증 알츠하이머
Abilify	2002년	Bristol-Myers Squibb	정신분열증
Relpax	2002년	Pfizer	편두통
Strattera	2002년	Eli Lilly	ADHD
Xyrem	2002년	Orphan Medical	Cataplexy associate with narcolepsy
Rebif	2002년	Serono	Multiple sclerosis