



제3차 뇌연구촉진 기본계획 공청회

2017. 11. 27.

왕규창 총괄위원장

제3차 뇌연구촉진 기본계획 기획위원회

CONTENTS

- I 기본계획 개요
- II 배경 및 필요성
- III 국내외 뇌연구 현황
- IV 비전 및 추진전략
- V 기대효과

기본계획 개요

뇌연구 경쟁력 강화 및 태동기 뇌산업 창출을 위한 **제3차 뇌연구촉진 기본계획** 수립

필요성

2017년은 제2차 뇌연구촉진 기본계획('08~'17)이 종료되는 시점으로, 뇌연구의 새로운 도약을 위한 제3차 뇌연구촉진기본계획('18~'27)의 구체화 및 정책방향을 제시하는 기본계획 수립

법적 근거

뇌연구 촉진법 제5조

과학기술정보통신부장관은 뇌연구촉진법에 따라, 관계중앙행정기관의 뇌연구 촉진을 위한 계획을 종합·조정하여 「생명공학종합정책심의회」의 심의를 거쳐 뇌연구촉진기본계획을 수립(동법제5조)

* 관계부처 : 과학기술정보통신부, 교육부, 산업통상자원부, 보건복지부 (뇌연구촉진법 제14조)

추진경위

제1차 뇌연구촉진기본계획 수립 (1998~2007)

- 기초연구 기반조성
- 주체별 기술역량 강화

제2차 뇌연구촉진기본계획 수립 (2008~2017)

- 다학제 융합 및 핵심 기초역량 강화
- 산학연 협력기반 구축
- 사회문제 해결형 연구 강화

기본계획 개요

제3차 뇌연구촉진 기본계획의 추진방향



배경 및 필요성

뇌연구의 정의 및 4대분야

정의

뇌신경생물과 인지과학적 이해를 바탕으로 뇌 작동의 근본 원리를 파악하여 뇌질환 극복 및 공학적 응용에 활용하는 연구분야

※ '뇌연구'는 뇌과학, 뇌의약학, 뇌공학 및 이와 관련된 모든 분야에 대한 연구 (뇌연구 촉진법 제2조)

적용범위

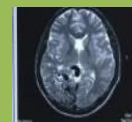
환경
변화

- 신경계 발생 및 재생
- 신경계 분자 및 세포생물학
- 시냅스가소성/흥분성
- 신경계특이적 기능제어



뇌신경생물

- 질환의 기전규명 및 제어
- 뇌질환의 치료제 개발
- 건강한 신경계 영유



뇌의약학



뇌인지

- 감각/지각
- 주의/의식
- 학습/기억
- 정서/동기
- 사회/문화
- 언어/지능

뇌융합연구

뇌공학



- 뇌구조 기능측정 및 모델링
- 뇌·기계 인터페이스
- 뇌 기능 증진기술

미래
사회
도래

배경 및 필요성

인간의 뇌의 신비를 밝히는 일은 미래성장의 동력에너지

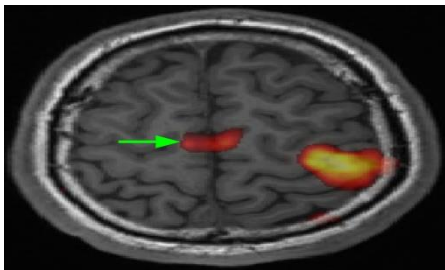
■ **당면사회문제** 인간 뇌 이해 및 정신건강에 대한 불안감 증폭 ➡ 뇌의 신비 해결의 기대감 증대

■ **미래사회대응** AI, Big Data 등과의 융합연구 ➡ 지능화 사회 도래 ➡ 뇌 질환 극복, 인지증강

이슈

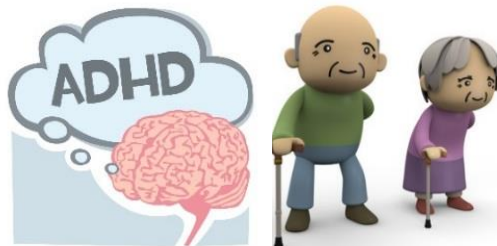
인간대상연구 확대

- 비침습/최소침습 뇌활성 측정기술 발전
- 개인 일상연구
- 동물연구 ⇒ 인간연구
- 인간 감각과 감성연구



사회문제 해결

- 고령화, 저출산으로 뇌 건강 경각심 고조
- 행동장애 및 정서장애 (자살, 중독, 충동)
- 뇌연구 발전에 따른 불안감 증대



미래사회 대응

- 뇌활동 원리규명을 위한 신기술 대두
- 뇌정보 대량 축적으로 뇌지도 구축
- AI, BMI, VR/AR 등 융합기술 약진



국내외 뇌연구 현황 및 전망

국가차원의 대규모 뇌연구 프로젝트 진행

■ 인간 뇌 작동원리 규명을 위한 빅데이터와 AI 기반의 혁신적 뇌연구 수행

■ 사회문제 해결형 뇌질환 극복 사업수행

정책동향



- 국가 알츠하이머 프로젝트('11), ADRC
- 국가주도의 BRAIN Initiative ('13)
 - 인간 두뇌작용을 연구하고 뇌 활동의 포괄적 지도작성 (10년간 5.2조원) * NIH, DARPA, IARPA, NSF 등
- 카블리 민간 재단(Kavli Foundation)등의 후원으로 글로벌 뇌연구 지원



- EU Joint programme Neurodegenerative disease Research ('12)
- 유럽연합의 Human Brain Project ('13)
 - 슈퍼 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션을 통한 인간의 뇌 재구성 (10년간14조원) * 유럽연합 소속의 연구기관 주도
- 유럽연합의 뇌융합 인재양성 프로그램
 - *Neurex(라인강유역독일/스위스/프랑스), BrainTrain 등
- 영국 민간기금 (Wellcome Trust)을 통한 연구 활성화 등



- Brain/MINDS 프로젝트 ('14)
 - 마모셋 원숭이를 이용한 인간 뇌 이해 증진 및 뇌질환 극복 (1차년 300억원, 2차년 400억원) * RIKEN BSI 등
- 인공지능기술전략회의 ('16)
- 치매 극복 오렌지 플랜 지원 ('13~'17)
 - 휴머노이드 로봇을 이용한 치매 극복



- 뇌연구 촉진법 ('98~)
- 뇌과학 원천기술개발 사업 중 치매사업 ('14), 뇌지도 구축 및 뇌융합 챌린지 프로젝트('17~)등 수행(1,367억원)
 - * 한국뇌연구원, KIST 뇌과학연구소, IBS3개 연구단
- 뇌과학발전전략 ('16)

시사점

- 4차 산업혁명 시대 도래에 따른 국가 뇌프로젝트 등 급변하는 뇌연구 환경 변화에 신속한 대응이 필요
 - ➔ 정부 주도의 융합 R&D 정책 전략 수립 필요

뇌연구 R&D 투자현황

뇌연구 총예산

'12~'16년 사이 정부 투자 약 2배 증가

※ 생명공학 예산 중 뇌연구 분야 예산 비중 4.4% (16년 기준)

분야별

뇌의약학(40.7%) > 뇌인지(21.8%) > 뇌공학(16%) > 뇌신경생물(15.8%)

※ 뇌의약학 분야의 경우 꾸준한 증가세를 보인 반면, 뇌인지, 뇌공학 분야의 경우 최근 급속한 증가세를 보임

부처별

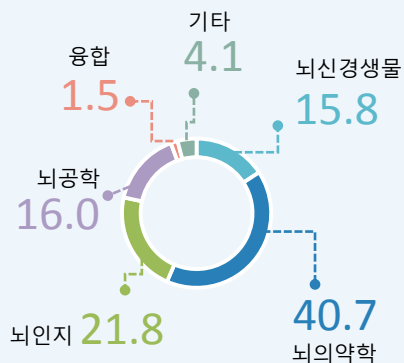
과기정통부/출연연(84.5%) 위주의 뇌과학 예산 지원

※ 과기정통부 전분야 (신경생물, 뇌공학 등) 균등 지원, 복지부 뇌의약학 위주, 산자부 뇌공학 위주

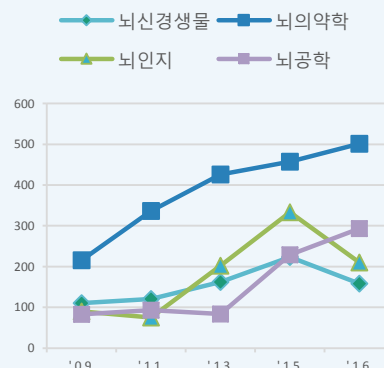
뇌연구 총 R&D 예산



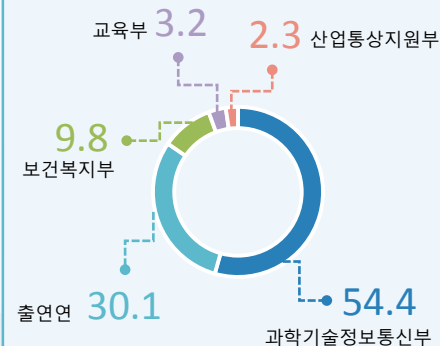
분야별 R&D 예산



분야별 투자 추이



부처별 R&D 예산



- 뇌연구에 대한 투자는 꾸준히 증가되었으나 산업화를 위한 전주기적 투자가 부족 ➡ 대규모 범부처 국가사업의 필요
- 분야별로는 최근 뇌인지, 뇌공학 투자가 증가되는 추세 ➡ 인간뇌 이해와 창의적 융합연구 전략으로 투자대비 효율화 증진

제2차 뇌연구촉진 기본계획의 성과

2단계 기본계획 목표 대비 달성 현황

	2차 계획 목표	달성 성과	
1 우수논문 창출	(‘17) 세계 7위	(‘16) 세계10위 (미달성)	* 자료: 생명공학정책연구센터
2 특허기술 경쟁력	(‘17) 세계 7위	(‘16) 세계6위 (달성)	* 자료: 한국연구재단
3 연구개발 인력	(‘17) 9,300 명	(‘16) 3,323명 (미달성)	* 2017년 뇌연구촉진 시행계획

SCI 논문



1.6배 상승

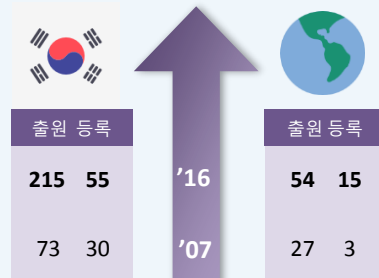
상위 10% 논문



1.8배 상승

특허성과

기술이전 : 4.5건(연평균)

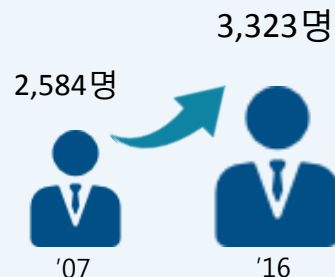


2.6배 상승

2.3배 상승

참여인력

'17 박사인력 비중:
기관 35% / 학교 <20%수준



1.2배 상승

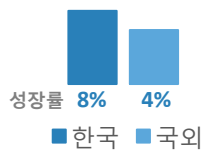
- 우수논문, 특허창출은 증가 추세이나 기술이전 실적은 미흡 ➡ 기술기반 실용화 촉진을 위한 전략 필요
- 참여인력은 충분히 확보 ➡ 창의적연구 역량강화를 위한 현장형 전문인력 양성전략 필요 / 새로운 일자리 창출 절실

뇌연구 성과 및 한계

논문 성과

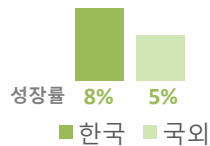
뇌신경생물

국내 상위 10%연평균인용수:126.8



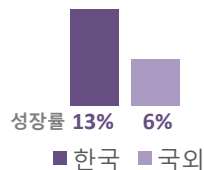
뇌의약학

국내 상위 10%연평균인용수:8.7



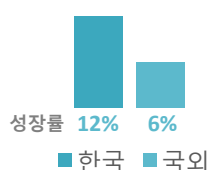
뇌인지

국내 상위 10%연평균인용수:23.6



뇌공학

국내 상위 10%연평균인용수:149.9



논문 발표성과 성장률

- 논문, 특히 출원 건수는 상대적으로 적으나 급격한 성장률을 보임
▶ 잠재력을 이용한 핵심전략 기술 확보 시급
- First in Class 목적 지향의 융합기술 지원 확대 필요

실용화 성과

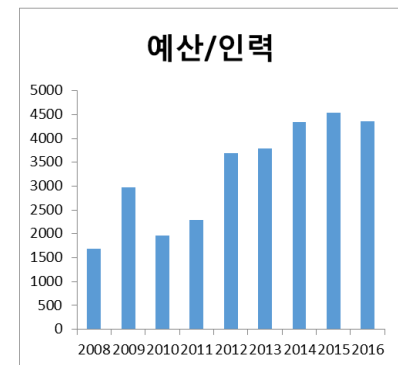
- 뇌관련 기술이전 건수 연평균 4.8
- 뇌관련 산업 시장 (장비 중소벤처)
- 뇌산업 사례
* '17 SFN에 국내 기업 4개 기업 참가 ('13년도 1개 기업대비)

- 외국 Startup 및 벤처기업에 의한 뇌질환 치료제 개발 사례 증가
- 빅데이터 기반의 ICT 기업
* Neuralink, DeepMind 등
- 뇌관련 산업화 촉진 프로그램
* 미국, 일본 등 창업 인큐베이팅 센터
* '17 SFN에 총 536 전시부스 중
시약/제약 18%, 장비/기술 61%, 기타 21%

- 현재는 국내 뇌산업이 매우 미진하나 뇌관련 산업의 태동기
- 확보기술을 활용한 잠재가치 극대화 전략 필요

인력 성과

- 연구인력당 연구비 투입량은 증대
08년 1,693만원 ⇨ '16년 4,363만원 ('08년 대비 257.7%증가)



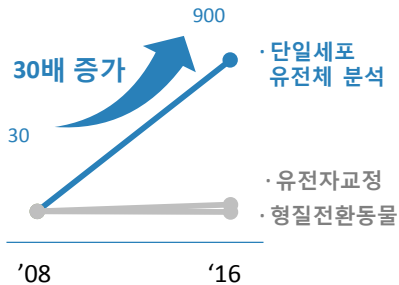
- 뇌연구 전문교육 과정: 학부 4, 대학원 18
- 1,015명의 뇌연구 분야 인력 배출

- 민간기업의 일자리 창출 등이 미흡하여, 배출한 인력의 활용도 미진
- 전문학위과정 중심 융합교육체계 구축 및 전문인력 지원체계 구축 필요

[참고] 4대 뇌과학분야 주요 기술현황

BMI, 단일신경세포 유전체, 오가노이드, tDCS 기술 등 이머징 추세 (※ '16년 논문편수를 '08년 논문수로 정규화)

뇌신경생물



뇌관련 형질전환동물

- '08년 이후 논문 수 감소추세
- '14년 이후 관련 특허는 2배이상 증가

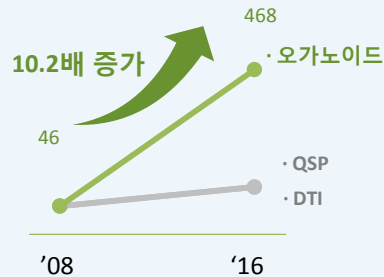
유전자교정기술

- 최근 논문의 수 2배이상 증가

단일신경세포 유전체 기술

- '11년 이전 100편미만 '16년 900편으로 폭발적 증가

뇌의약학



DTI 이머징 기술

- '12년 이후 논문의 증가폭이 없음

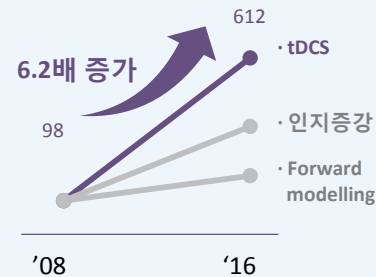
정량적 systems Pharm.

- '08년 이후 2배 증가
- '11년 특허수가 정점을 찍고 감소

오가노이드(미니뇌)

- '13년 124편 '16년 468편으로 약 3.8배 증가
- '15년 이후 특허수 늘고 있음

뇌인지



Forward modelling

- '08년 이후 2배 가량 증가

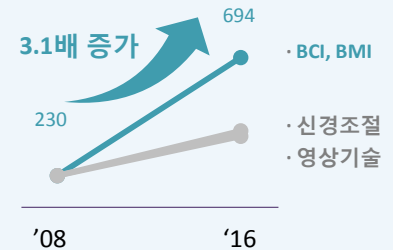
인지증강

- '12~'16 관련 논문 대폭 증가('08년 60/'16년 219)
- 특허수도 '13년 이후 꾸준히 증가

tDCS

- '08년 98편 대비 '16년 612편으로 6.2배 증가

뇌공학



다중 스케일 영상기술

- '08년 이후 발표 논문수 꾸준히 증가

Close loop 신경조절 기술

- '08년 대비 '16년 논문 수 2배

BCI, BMI

- '08년 이후 논문수 3배 이상 증가
- '09년 이후 특허 출원수 급증

시사점

정책

정부의 강력한 육성이지 but 민간투자 부재

- 국가 뇌과학 발전전략을 통한 정부의 뇌과학 육성 시스템 마련
- 4차 산업혁명시대 도래 등 급변하는 연구환경 변화에 신속한 대응을 위해 융합 연구전략 수립 및 육성 정책 시급

기술

우수 논문 창출 증대 but 선도 기술 개발 미진

- 기초원천 기술 확보 및 신속한 도입을 통한 뇌융합 연구 기반 확립
- First in Class 목적 지향의 융합 기술 지원 확대 필요

산업

기술 기반의 글로벌 시장 형성 but 국내 뇌산업 부재

- 뇌 신경장비 등 스타트업, 벤처 등장으로 글로벌 시장 형성
- 기초 연구의 잠재적 가치 극대화를 통한 국내 뇌산업 태동 마련

사회 문화

뇌 혁신기술에 대한 기대감 상승 but 대국민 홍보 미흡

- 새로운 기술을 통한 사회/문화적 삶의 질 향상에 대한 기대 상승
- 인공지능 등 이머징 기술에 대한 윤리적 접근 및 대국민 홍보 필요

비전 및 추진전략

비전

혁신적 뇌융합 기술개발과 산업화 기반 마련으로
뇌연구 싹흥 강국 도약

- 사람을 위한 뇌과학, 미래를 향한 뇌연구 -

목표

세계최고 수준 창의적 연구성과 창출
뇌연구 실용화의 모범사례 창출
우수 뇌연구 인력의 성장사다리 강화



최고수준 논문 30% 증대



기술이전 건수 2배 증대/창업 및 해외진출



전문 인력비율 증대 / 일자리 창출

중점 방향

인간을 대상으로
하는 뇌연구 확대

사회문제 해결을
위한 뇌연구 강화

미래를 대비하는
창의적 뇌연구 확산

추진 전략

창의적 연구 역량강화

융합연구 역량강화

- 창의적 연구인력 양성 강화
- 전문인력양성 프로그램 운영
- 문화예술/인문학 접목 융합강화

미래 대비 연구기반 구축

- Open DB 시스템 구축
- 초장기적코호트구성 및 관리
- 관련 법 규제 정비

실용화를 위한 기반구축

실용화촉진 체계 확립

- 뇌연구 가치 사슬 확보
- 산업화 플랫폼 효율화 강화
- 오픈 이노베이션 강화

산업생태계 구축 기반마련

- 현장형 일자리 창출 프로그램 운영
- (가칭) 뇌산업 지원센터 시범운영
- 뇌관련 국제비즈니스체계확립

연구개발 시스템의 고도화

문제해결 중심 연구관리강화

- 코디네이션을 위한 범부처 콘트롤 타워 구축
- 중대형 목적 중심 연구단 구축
- 4차 산업혁명 대응 국가전략마련

연구개발 네트워크 고도화

- 학제간/국가협력 체계 강화
- 뇌은행/가상뇌병원 구축
- 국가기업-연구자-환자 네트워크 구축

3대 전략 /
18대 중점과제

전략1 창의적 연구 역량강화

중점과제1-1

융합연구 역량강화

- 창의적 연구인력 양성 강화
 - 뇌연구 분야 특성에 기반한 권역별 뇌연구 특화 학부 과정 설립
 - 대학간 뇌과학 커리큘럼 공유를 위한 학점 교류(Open Curriculum)
- 전문인력양성 프로그램 운영
 - 산-학-연 연계 재교육 프로그램 운영
 - 이머징 테크놀로지 훈련 학교 운영
- 문화 예술/인문학 융합 인력 양성
 - 뇌신경윤리 전문가 양성을 위한 대학원 과정 운영
 - 국제 신경윤리 학생 교환 프로그램

중점과제1-2

미래대비 연구기반 구축

- Open DB Station구축
 - 구조-기능-분자 뇌신경정보 집적 및 활용 기반 구축
 - 발달장애, PTSD, 치매 등 뇌질환 영상/오믹스 정보 활용을 위한 기반 마련
- 초장기적 코호트 구성 및 관리
 - 치매 등 장기간/다수의 코호트 구축을 위한 범부처간 협력 강화
 - 뇌질환 환자 영상 공유를 위한 병원간 네트워크 시스템 구축
- 관련 법·규제 정비
 - 뇌연구촉진법 개정 등 뇌연구 육성 법령 정비
 - 뇌연구 법·규정 검토 위원회 운영
 - 뇌신경윤리 위원회 및 신경윤리 정책센터 설립

전략2 실용화를 위한 기반 구축

중점과제2-1

실용화촉진 체계 확립

- 뇌연구 가치사슬 확보
 - 뇌과학 R&BD 발굴
 - 뇌과학 밸류체인 구축
- 산업화 플랫폼 효율화 강화
 - 뇌과학 글로벌 창업 엑셀러레이션
 - 글로벌 시장 목적형 국가주도 창업 지원
- 오픈 이노베이션 강화
 - 창업아이디어 공모 사업
 - 뇌연구 특화 창업 컨설팅 강화 및 클러스터 사업

중점과제2-2

산업생태계 구축 기반 마련

- 현장형 일자리 창출 프로그램 운영
 - 전문테크니션 육성 및 연계 (Job Matching) 프로그램
 - 산업화 연계 R&D 지원 및 교육
- (가칭)뇌산업 지원센터 시범 운영
 - 출연연 연계를 통한 벤처 창업
 - 시험-평가-인증 시스템 구축
 - 디자인/마케팅 지원 프로그램 운영
- 뇌관련 국제 비즈니스 체계 확립
 - 산-학-연 연계 커뮤니티 활성화 (Connect & Development 추구)
 - 해외 진출 지원 프로그램 운영 (IP 관리 전략 및 시장 진출 지원)

전략3 연구개발 시스템 고도화

중점과제3-1

문제해결 중심 연구관리 강화

- 코디네이션을 위한 범부처 컨트롤 타워 구축
 - 뇌연구 협의체를 통한 범부처 뇌산업 육성 프로그램 논의·운영
 - 지적재산권(IP) 연계 사업화 추진
- 중대형 목적 중심 산업화 기술 연구단 운영
 - 기술개발 플랫폼 운영 (지원기관 연계)
 - Big5 뇌과학 원천기술 개발사업 성과 이어달리기 프로그램 마련
- 4차 산업혁명 대응 국가차원 정책마련
 - 4차 산업혁명 핵심기술(초융합, 초연결, 초지능 등)과 뇌연구가 융합된 창의적 R&D 추진
 - 뇌영상 빅데이터 및 AI기반 치매 진단/치료기술 개발

중점과제3-2

연구개발 네트워크 고도화

- 학제간/국가간 협력체계 강화
 - 융합연구 활성화를 위한 학-연 연계 프로그램 강화
 - International Brain Station 등 국가간 브레인 프로젝트 협력 네트워크 구축
- 뇌은행 / 가상 뇌은행 구축
 - 인간 뇌조직 확보 및 연구 촉진을 위한 뇌은행 활성화
 - (가상)뇌병원, Open Clinic 등 병원간 연계 시스템 운영
- 국가·기업·연구자·환자 네트워크 구축
 - 국가 주도의 뇌연구 확산을 위한 정보 공유 시스템 제공



감사합니다