

발 간 등 록 번 호

11-1721000-000163-13

新성장 4.0
상상을 현실로

제4차 뇌연구촉진 기본계획

혁신과 융합으로
뇌 연구 · 뇌 산업 선도국가 진입

2023. 06.



과학기술정보통신부

교육부

산업통상자원부

보건복지부

질병관리청

제4차 뇌연구촉진 기본계획

2023. 6.



과학기술정보통신부 교육부 보건복지부 산업통상자원부 질병관리청

목 차

I. 수립배경	1
① 배경 및 필요성	1
② 계획 근거 및 성격	3
③ 추진 경과	4
II. 국내·외 뇌연구 동향	5
① 글로벌 뇌연구 동향	5
② 국내 뇌연구 현황	8
III. 시사점 및 추진 방향	16
IV. 비전 및 목표	17
V. 중점 추진과제	18
① 글로벌 뇌연구 선도를 위한 R&D 지원 전략성 강화	18
② 생애 전주기 뇌질환 극복을 통한 건강뇌 실현	26
③ 융합 기반 뇌산업 성장·도약 지원	31
④ 공유·협력 중심 뇌연구 생태계 강화	40

I. 수립배경

1 배경 및 필요성




- 급속한 고령화와 코로나19 이후 급격한 사회 변화로 인해 뇌질환 유병률이 증가하고 있으며, 다양한 뇌질환에 대한 해결(예방·진단·치료) 요구 급증
 - 2025년 초고령화 사회 진입으로 치매를 비롯한 만성 뇌질환 환자 및 관리비용의 급격한 증가 예측
 - * 65세 이상 치매환자 84만 명('20) → 127만 명('30), 치매관리 비용 19조 원('20) → 34조 원('30)
 - 코로나19 이후 삶의 양상이 급격히 변화하면서 우울증, 디지털 중독 등 정신질환 환자 증가로 국민 삶의 질 저하
 - * 코로나19로 인해 '20년 미국, 일본, 프랑스, 캐나다, 호주 등의 우울증 유병률이 증가하였으며 특히, 한국이 36.8%로 15개국 중 가장 높음('20, OECD 보고서)
- 바이오에 첨단 디지털 기술의 접목으로 과거에는 불가능했던 기술이 가능해지고, 새로운 R&D와 산업적 기회를 창출하는 디지털 바이오*가 부상
 - * 데이터의 생산·축적·활용을 토대로 바이오와 디지털 기술(네트워크, AI 등)의 융합을 통해 창출된 새로운 바이오 기술과 산업
 - 인공지능, 빅데이터 등 첨단 디지털 기술의 발전으로 기존의 한계를 벗어난 새로운 연구방법론과 디지털치료기기 등 新기술·新산업 등장
- 바이오 분야 글로벌 기술패권 경쟁이 심화되고 있으며, 미국, EU 등은 대형 뇌연구 프로젝트를 통해 정부 주도로 장기적·지속적 투자 중
 - 최근 각국의 프로젝트가 중반에 접어들면서 지원전략을 강화하고 있어 우리나라도 뇌연구 기술 경쟁력을 확보하기 위한 집중 검토 필요
 - * (미국) BRAIN Initiative('13~'26)에서 개발된 기술, 데이터 공유와 기술 보급 및 확산 등을 중심으로 BRAIN Initiative 2.0 착수('19)
 - * (EU) Horizon Europe을 통해 Human Brain Project를 '27년까지 연장

◇ 3차 기본계획 1단계(2018-2022) 이후 디지털 대전환 등 뇌연구 기술 혁신 트렌드를 반영하여 뇌연구 촉진 방향성 재정비 필요

〈참고〉 뇌연구 개요

- ▶ **뇌연구의 정의** : 뇌신경생물학과 인지과학적 이해를 바탕으로 뇌 작동의 근본 원리를 파악하여 뇌질환 극복 및 공학적 응용에 활용하는 연구

< 뇌연구 주요분야 및 연구내용 >

분야	연구내용
뇌기능 	뇌신경계의 형성과 기능에 대한 신경생물학적 원리를 규명하고 고등인지기능에 대한 연구
뇌질환 	뇌의 기능적 결함·노화 등으로 인한 질환의 원인을 밝히고 뇌질환의 진단·치료·예방에 관한 연구
뇌공학 	뇌의 정보처리 구조와 기능을 이해하고 공학적 접근법으로 뇌기능을 측정하거나 뇌신경계의 기능을 조절하는 연구

▶ 뇌연구 주요 특징

- ① **(다층적)** 뇌는 인간의 장기 중 가장 복잡하며, 뇌의 구조와 기능 이해를 위해 세포부터 인지·판단 등의 고위뇌기능까지의 다양한 단계에 대한 연구와 그 결과를 통합·분석하는 다층적 연구 중요
 - ※ (예시) 美 BRAIN Initiative 컨소시엄 연구팀은 마우스, 원숭이, 인간에 대한 일부 세포 유형, 분자 단위 통합분석 등을 통한 뇌신경회로망 구축 및 활용('21년 Nat.)
- ② **(융합적)** 뇌신경생물, 뇌인지, 뇌질환, 뇌공학 등의 기존 연구분야를 통합하거나 정보통신기술·나노기술 등 타 분야와의 융·복합 연구 활발
 - ※ (예시) 손목시계형태의 전자장치로 뇌·신경세포의 전기신호를 조절하여 파킨슨병 증상(손떨림)을 치료하는 전자약 “칼라트리오”(’19년 FDA 승인)
- ③ **(파급력)** 치매, 우울증 등 뇌질환 예방·치료기술 개발(생명과학, 의학) 뿐만 아니라 공학, 국방, 엔터테인먼트, 운송 등 다양한 분야에 무한한 활용 가능성
 - ※ (예시) 인간의 뇌신경전달 방식을 모사하여 적은 에너지로 많은 정보를 효율적으로 처리하는 차세대 인공지능(Brain-inspired AI) 개발

2 계획 근거 및 성격

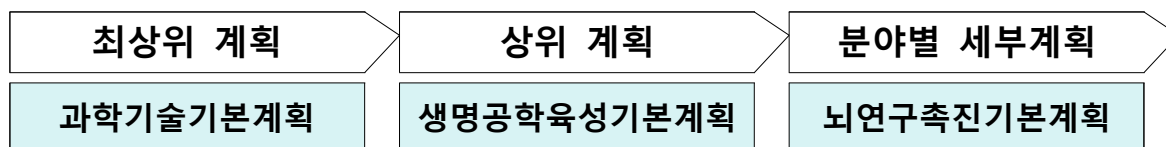
□ (근거) 뇌연구촉진법*에 따라 과기정통부 등 5개 부처**가 공동으로 수립하는 뇌과학 분야 R&D 최상위 법정계획

* 뇌연구촉진법 제5조 : 과학기술정보통신부 장관은 관계 중앙행정기관의 뇌연구 촉진을 위한 계획을 종합·조정한 후, 뇌연구촉진 기본계획을 수립

** 관계부처 : 과학기술정보통신부, 교육부, 보건복지부, 산업통상자원부, 질병관리청

□ (성격) 관계부처의 세부계획을 종합·체계화하여 뇌과학 분야를 육성·발전시키기 위한 국가 차원의 비전과 정책방향 제시

< 관련 법정계획 체계 >



□ 수립체계

- 과기정통부 총괄 하에 관계부처 협력을 통해 기본계획(5년 주기)을 수립하고 기본계획에 근거하여 매년 시행계획 수립
- 제3차 기본계획 1단계('18~'22) 종료에 따라 차기 기본계획 수립을 추진하며 5년 주기로 단계별 수정/보완 계획 발표

< 뇌연구촉진 기본계획 및 시행계획 수립체계 >



3 추진 경과

- ☐ 제4차 기본계획 수립을 위한 사전 기획연구 추진 ('22.9~'23.6)
- ☐ 제1차 전문위원회 개최 ('22.10.5)
 - 향후 계획 공유 및 추진 방향에 대한 전문위원회 의견 청취
- ☐ 분과별 회의 추진 ('22.10.17~)
 - 6개 분과별* 분과회의를 통해 중점과제 도출, 추진전략 구체화
 - * 뇌신경생물, 뇌인지, 뇌질환, 뇌공학, 인프라·생태계, 뇌산업
- ☐ 제2차 전문위원회 개최 ('22.11.2)
 - 비전 및 목표(안), 분과별 추진과제 안건 초안 검토
- ☐ 제3차 전문위원회 개최 ('22.11.30)
 - 분과별 추진과제 안건 검토 및 세부 내용 조정
- ☐ 제4차 전문위원회 개최 ('23.1.11)
 - 비전, 중점과제별 현황 및 분석, 분과별 중점과제 논의
- ☐ 제5차 전문위원회 개최 ('23.4.12)
 - 기본계획 초안 검토 및 자문
- ☐ 대국민 공청회 개최 ('23.4.25)
 - 산·학·연·병 관계자 대상 의견수렴
- ☐ 관계부처 회람 및 의견수렴 ('23.4.24~5.2.)
- ☐ 뇌연구촉진 실무추진위 개최 ('23.5.24~5.30, 서면개최)
 - 생명공학종합정책심의회 상정 전 사전검토(뇌연구촉진법 제6조의2)
- ☐ 생명공학종합정책심의회 상정 ('23.6.7)

II. 국내 · 외 뇌연구 동향

1 글로벌 뇌연구 동향

[1] 뇌연구 기술패권 경쟁 심화

□ 바이오 분야 기술패권 경쟁이 심화되고 있으며 미국, 유럽 등은 뇌연구 대형 프로젝트를 통해 정부 주도로 장기 투자 중




- (미국) BRAIN Initiative('13~'26, 약 6.8조 원)* 1.0에서 개발된 기술을 활용하기 위한 BRAIN Initiative 2.0 착수('19)
- (EU) 슈퍼컴퓨터를 이용한 인간 뇌 시뮬레이션 및 ICT 융합 플랫폼을 개발하는 Human Brain Project('13~'24, 약 1.5조 원)를 '27년까지 연장 추진
- (중국) 바이오경제 7대 과학기술*에 뇌과학을 선정하고 China Brain Project**를 추진 중이며 향후 미국 수준으로 예산 확대 계획 발표

* 14·5 바이오경제 발전계획('21~'25) / ** '22~'26, 약 1조 원

□ 한편, 각국은 국제협력연구 프로그램을 개발하여 뇌연구를 단독 연구 중심에서 글로벌 협업 R&D 수행을 통한 국제협력 강화 중

* (미국) 글로벌 뇌연구 이니셔티브 추진('16~), (유럽) 맞춤형 2020 프로젝트 등을 통해 뇌질환·뇌 시스템의 국제협력 프로그램 추진, (일본) Brain/MINDS Beyond('18~) 등을 통해 다양한 뇌연구 분야에 대한 글로벌 협력 연구 추진

[2] 혁신적 뇌질환 치료제 등장

구 분	치매 치료제	퇴행성 신경질환 치료제	편두통 예방제
치료제			
의 의	△ 레캠비(바이오젠) 알츠하이머병의 근본적 원인을 제어하는 두 번째 치매치료제	△ 졸겐스마(노바티스) 희귀 퇴행성 신경질환인 '척수성 근위축증'을 주사 한번(One-Shot)으로 치료	△ 에이모빅(암젠) 편두통 치료방식의 전환 (기존) 급성기 치료 → (변화) 예방치료
FDA 승인	'23.1월	'19.5월	'18.5월

- 뇌과학 기술 발달로 알츠하이머병 치료제('21, '23) 등 과거에는 불가능에 가까웠던 혁신적 뇌질환 치료제가 등장해 시장의 기대감 상승
 - 뇌질환은 다른 질환에 비해 치료제 개발 성공 가능성*이 매우 낮으나 축적된 뇌기능 이해를 기반으로 주도권 확보 기회가 있는 분야
 - * 질환별 치료제 임상 1상 통과 확률 : 암 9%, 뇌질환 3%
 - 뇌질환 치료제 시장은 '20년 1,061억 달러에서 '28년 1,797억 달러로 성장할 전망이며, 항암제에 이어 두 번째로 시장 규모가 큼

[3] 디지털기술 융합 신기술 · 신산업 성장

- 뇌연구와 첨단 디지털기술의 융합으로 디지털치료기기, 전자약, 뇌-컴퓨터 인터페이스 등 신기술·신산업 급성장

< 디지털기술 융합 기반 신산업 주요 분야 >

구 분	디지털치료기기	전자약	뇌-컴퓨터 인터페이스
기술 개요	게임, VR 등 소프트웨어를 활용하여 질병·장애를 예방·관리·치료	전자장치(HW)를 통해 뇌·신경세포 전기신호를 조절하여 질병 치료	인간의 뇌와 컴퓨터를 직접 연결하여 정보 교환하는 기술
시장 규모	('22)38.8억 달러 → ('30)173.4억 달러	('20)48.5억 달러 → ('30)115.3억 달러	('19)13.1억 달러 → ('25)25억 달러
사 례	 △ 인데버 RX(아킬리) - '20.6월 FDA 승인	 △ 칼라트리오(칼라헬스) - '19년 FDA 승인	 △ 생각만으로 게임하는 원숭이(뉴럴링크)
의 의	최초의 비디오게임 기반 ADHD 치료 프로그램	손목시계형 파킨슨병 증상(손떨림) 치료 전자약	뇌에 이식한 칩으로 생각만으로 게임 수행 → 전신마비, 시각장애 등에 적용 가능

- 디지털치료기기는 기존 의약품 대비 개발비용이 적고 실시간·연속적 모니터링 가능해 인지행동치료, 신경재활 등 다양한 분야 적용 확대 추세
- 전자약은 기존 의약품 대비 개발기간이 짧고 기존 의약품이 치료하지 못하는 영역을 대체할 수 있어 급격한 발전 전망
- 뇌-컴퓨터 인터페이스는 의료, 헬스케어, 운송, 여가 등 다양한 분야에 적용 확대가 가능하나, 아직 연구개발 단계

< 주요 국가별 뇌연구 지원정책 현황 >

국가	주요 내용	
 (미국)	정책	▶하등동물부터 인간까지 뇌신경회로망 작성 및 혁신기술개발을 위한 대형 프로젝트인 BRAIN* Initiative 추진('13~'26년, 6.8조 원 투자) * Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies ▶BRAIN Initiative 2.0('19.06) 계획 발표 : 1.0에서 개발된 기술, 성과 및 데이터 공유, 기술보급 및 확산, 기초연구의 질병모델 연결 등 이슈를 바탕으로 향후 우선순위 영역 발표
	R&D	▶인간 커넥톰, 통증, 신경계 질환 치료제 등을 중점 분야로 선정, 인간 행동 관련 신경회로 지도 작성 및 신경활동 이해 연구 지원에 '14~'25년 동안 46.4억 달러(5.5조 원) 투자
 (EU)	정책	▶슈퍼컴퓨터를 이용하여 인간 뇌를 시뮬레이션하는 동시에 ICT 융합 플랫폼 기술 개발을 통한 Human Brain Project 추진('13~'23년, 1.5조 원 투자) ▶Horizon Europe에서 '27년까지 지원을 결정하면서 뇌연구 혁신을 포함한 생애주기 건강 전반 및 헬스케어 시스템을 포함한 건강분야 10조 원 투자
	R&D	▶Human Brain Project(HBP)를 통해 인간 뇌 시뮬레이션 및 ICT 융합 플랫폼 기술개발 ▶EBRAINS(의료정보학 플랫폼) 인프라 확장, 뇌 네트워크와 의식에서의 역할, 인공신경망 등 3가지 핵심 과학 분야 발전에 초점 * 1단계 통합적 연구시스템 구축, 2단계 브레인 네트워크, 고위뇌기능에서의 네트워크 역할 규명, 인공 신경망 및 뉴로로보틱스 중점 * 개발된 혁신적 뉴로톨, 3D 아틀라스(해마 시냅스 정보 등), 뇌세포의 전기 신경학적 정보예측이 가능한 시뮬레이션 플랫폼 개발 등
 (중국)	정책	▶'22년 9월 China Brain Project(CBP)의 본격 투자를 결정, 3대 영역*에 중점을 두고 5년간 50억 위안(약 9,623억 원) 투자 예정 * 인지기능의 기전, 뇌질환 진단·치료, 뇌 모사 컴퓨팅 등 11개 센터와 50여 개 연구그룹을 지정하여 글로벌 경쟁력 확보 * 비교적 실험동물 윤리 문제로부터 자유로운 국가적 특성을 활용하여 마카크 원숭이 뇌의 메조스케일 뇌지도, 뇌질환 동물모델 개발 등원숭이 활용 연구를 중심으로 수행
	R&D	▶China Brain Project('16~'30)를 통해 대뇌의 감지능력 탐구, 감정 형성과정 연구 및 지능기술 개발에 관한 연구 등을 수행
 (일본)	정책	▶영장류 뇌 이해를 통한 인간 뇌 이해 증진 및 뇌질환 극복연구를 지원하는 Brain/MINDS 프로젝트 추진('14~'23년, 4천억 원 이상) ▶일본의료연구개발기구는 뇌와 정신건강 강국 실현 프로젝트를 통해 국내외 연계 및 코호트를 활용하여 정신·신경질환 극복연구 개발을 추진('19년, 116억 엔)
	R&D	▶영장류 뇌 연구와 뇌 매핑 기술개발 등을 통해 인간의 뇌를 이해하고 뇌질환을 극복하기 위한 연구개발 추진 * Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies

2 국내 뇌연구 현황

[1] 투자현황

- 정부는 '98년 뇌연구촉진법 제정 이후 제1·2·3차 기본계획 수립, 전주기적 R&D체계 마련, 국가 뇌연구 전문기관(한국뇌연구원, KIST 뇌과학연구소 등) 설립 등을 통해 뇌연구 지원 강화 중

< 국내 뇌연구 관련 주요 정책 및 사업 흐름 >



- 정부는 '21년 기준 뇌연구에 총 1,966억 원 투자 중이며, 이는 전체 BT R&D 예산 대비 5% 수준(전체 정부 R&D 대비 1% 미만)
- 과기정통부는 총괄부처로써 정부 투자금액의 83%(1,637억 원)를 투자하고 있으며 보건복지부, 교육부, 산업통상자원부 순으로 투자
- 정부 R&D는 주로 기초연구에 투자되고 있으나 응용·개발연구의 비중이 점차 확대되는 추세

< 뇌연구 분야 연구개발 단계별 투자 예산(억원) 및 비중 >

연구개발단계	2018년	2019년	2020년	연평균성장률
기초연구	1,715(73.0%)	1,969(72.3%)	2,065(69.7%)	10%
응용연구	228(8.3%)	224(8.1%)	240(8.7%)	3%
개발연구	225(10.0%)	271(12.8%)	379(10.8%)	30%
기타	181(9.5%)	258(9.4%)	277(8.9%)	23%
총합계	2,351(100%)	2,724(100%)	2,962(100%)	12%

[2] 기술역량

- (기술수준) 국내 뇌과학 기술수준은 미국(최고기술포유국) 대비 72.5%, 기술격차 3.3년으로 추격그룹에 해당('20)

※ 한국과학기술평가원(KISTEP) 기술수준평가보고서, '20

- 국내 기술수준은 EU, 일본 대비 빠른 속도로 향상되고 있으나, 최근 한-중 기술수준 역전 발생

< 주요국 뇌연구 기술수준 추이 >

구분	2018년			2020년		
	기술수준(%)	기술격차(년)	그룹구분	기술수준(%)	기술격차(년)	그룹구분
미국	100.0(1)	0.0	최고	100.0(1)	0.0	최고
EU	90.0(2)	1.2	선도	90.0(2)	1.0	선도
일본	81.3(3)	2.4	선도	81.5(3)	2.3	선도
한국	67.5(4)	4.2	추격	72.5(5)	3.3	추격
중국	61.8(5)	4.5	추격	76.5(4)	3.3	추격

- (논문) '21년 뇌연구 분야 SCI급 논문게재 건수는 7,703건(글로벌 상위 12위)으로 꾸준한 양적 성장을 보이고 있음

※ '06년 1,995건(14위) → '17년 5,511건(12위) → '21년 7,703건(12위)

- 특히 SCI급 고인용 논문(Highly cited paper*) 게재 건수 또한 빠르게 성장하여 글로벌 평균 대비 약 6배 높은 성장률(10.3%, '17~'21)을 보임

* 연도별 해당 학문 분야의 상위 1%에 드는 인용 실적을 보인 논문

< 고인용 논문(Highly cited paper) 게재 성과 >

구분	2017	2021	연평균성장률
글로벌	1,792	1,906	1.6 %
미국	1,109	920	△4.6 %
대한민국	56	83	10.3 %

- (특허) 국내 뇌연구 분야 특허 출원은 '06년부터 연평균 8.2% 증가하여 '20년 898건으로 꾸준한 양적 성장을 보이고 있음

※ '06년 299건 → '17년 686건 → '20년 898건

- (연구인력) 국내 뇌 연구인력은 총 5,758명('19, R&D 참여인력 기준)이며, 석박사 인력도 매년 200~300여 명 배출 중

※ (연구인력) ('13) 2,306명→('19) 5,758명 (석박사 배출) ('13) 203명→('19) 282명

[3] 시장 및 기업현황

- 국내 시장은 약 4.1조 원으로 연평균 6.7% 성장하고 있으며, 글로벌 시장의 약 2.2%를 차지('20)

< 뇌산업 시장 규모 >

구분	2018년	2020년	연평균 성장률(%)
국내(억원)	35,692.6	40,628.9	6.7%
글로벌(억달러)	1,377.7	1,511.9	4.8%
글로벌 시장 대비 국내 시장 비중	2.1%	2.2%	2.2%

- (창업) 뇌산업 분야 신규창업 수는 '19년까지 빠른 속도로 성장 하였으나, 최근 연간 10~20개 기업 내외로 감소 추세

※ 뇌산업 분야 창업수 : 2개('12) → 10개('18) → 31개('19) → 17개('20) → 11개('21)

- (기업현황) 국내 538개 기업이 뇌질환치료제, 진단키트 개발 등 뇌산업에 참여하고 있으며, 이 중 연매출 10억 원 미만 기업이 198개*

* 연매출 10억 원 이상 기업 340개 중 대부분은 뇌산업 외의 제품으로 매출을 달성함

- 의약품 335개(62%), 진단/치료장비 91개(17%), 뇌작동 원리 활용 제품 77개(14%), 연구장비 26개(5%) 순으로 높은 비중 차지

※ 538개 기업 중 상장사는 88개이며, 이 중 60개(68%)가 뇌질환치료제 개발사

- 최근 활발한 시판허가 및 해외시장 진출로 국내 기업 약진 추세

※ (주요기업 매출) SK바이오팜 1,742억 원('22), 뷰노 19.3억 원('22), 와이브레인 18억 원('21)

< 국내 뇌산업 분야 기업 현황 >

주요 제품	기업 수	주요 기업
의약품	335개	- (중견제약사) SK바이오팜(뇌전증), 대웅제약(알츠하이머병), 동아ST(알츠하이머병) 등 - (바이오벤처) 소바젠(RNA 기반 뇌전증 치료제), 지놈앤크퍼니(마이크로바이옴 기반 자폐증 치료제) 등
진단/치료기기	91개	와이브레인(우울증), 뉴라이브(퇴행성 뇌질환), 뷰노 (치매), 뉴냅스(시야장애) 등
뇌작동 원리 활용제품	77개	앞선아이에듀쳐캠(파킨슨병), 리드브레인(뇌경색), 뉴로젠(치매) 등
연구장비	26개	휴레브(뇌 전도 전극), 바이나리(바이오이미징 솔루션) 등

* 기타 기업 9개 : 뇌질환 관련 파이프라인, 비임상시험기관 등

〈참고〉 국내 뇌연구 기업 주요 성공사례

1 최초의 국산 신약 개발(SK바이오팜)



- ▶ 뇌전증치료제 '세노바메이트(제품명 : 엑스코프리)'를 개발하여, 美FDA, EU EMA 신약허가 획득
- ▶ 국내 제약사가 독자적으로 신약을 개발한 첫 사례로, 미국, 유럽 시장에 동시 진출하여 연매출 1조 원 예상('19, '21)

2 우울증 치료 전자약 국내 최초 품목허가 획득(와이브레인)

- ▶ 우울증 단독 재택치료 전자약 '마인드스팀' 업계 최초로 식약처 품목허가 획득('21)
- ▶ '21.10월 온라인 출시되어 현재까지 약 6,000건 처방



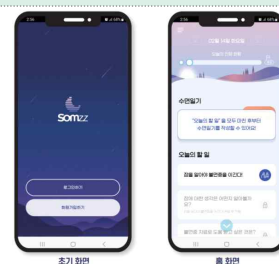
3 알츠하이머병 진단 보조 AI 유럽시장 진출(뷰노)



- ▶ 알츠하이머병 진단 보조 AI 솔루션 유럽 CE 인증 및 식약처 3등급 허가 획득
- ▶ 국내에서 개발된 MRI 기반 알츠하이머병 진단 보조 AI 솔루션의 유럽시장 진출('20)

4 국내 최초 디지털치료기기 사용 허가(에임메드)

- ▶ 모바일 앱 기반 불면증 디지털치료기기(숨즈, Somzz)를 개발하여 식약처 허가 획득('23)
- ▶ 불면증 인지행동 치료를 바탕으로 불면증 증상을 개선하는 국내 1호 디지털치료기기



5 세계 최초 혈액기반 치매 진단기기 상용화(피플바이오)



- ▶ 간단한 혈액 채취로 베타-아밀로이드(알츠하이머병의 원인물질)를 검출하는 알츠하이머병 조기 진단기기를 세계 최초로 개발하여 상용화
- ▶ '18년 식약처 품목허가, '21년 신의료기술인증, '22년부터 종합병원 등에서 사용 중

[4] 주요 인프라 현황

- (뇌자원) 원활한 뇌연구자원 확보·보존·관리·활용을 지원하기 위해 한국 뇌은행(뇌은행)과 질병관리청(치매뇌은행)을 중심으로 뇌은행 네트워크 운영 중

< 뇌은행 네트워크 현황(총 13개소) >

구분	기관 현황(개소연도)	
한국뇌은행	한국뇌연구원 한국뇌은행('14~)	가톨릭대학교 뇌은행('20~)
	전남대학교병원 뇌은행('16~)	세브란스병원 뇌은행('20~)
	서울아산병원 뇌은행('16~)	충남대학교병원뇌은행('21~)
	강원대학교병원 뇌은행('17~)	특수(태아) 뇌은행('21~)
	인제대 뇌은행('18~)	
질병관리청	삼성서울병원 뇌은행('16~)	부산대병원 뇌은행('18~)
	서울대병원 뇌은행('17~)	명지병원 뇌은행('21~)

- 시체해부법 개정('21.4월)으로 뇌자원을 연구자에게 제공할 수 있는 법적 근거가 마련됨

※ '23.3월 기준 10개 기관 연구목적 시체제공기관 개설 허가 취득(가톨릭대학교, 강원대학교병원, 서울아산병원, 서울대학교병원, 삼성서울병원, 인제대학교, 세브란스병원, 부산대학교병원, 전남대학교병원, 충남대학교병원)

- 연간 사후 뇌 구득(求得) 건수 및 뇌기증 희망자 수는 빠르게 증가 추세

※ (사후 뇌구득) '15년 5례 → '22년 80례 / (뇌기증 희망자) '15년 24명 → '22년 540명

< 연도별 사후 뇌자원 구득 현황(단위 : 례) >

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
구득 건수	5	21	56	61	68	56	56	80
누적	5	26	82	143	211	267	323	403

- 뇌연구촉진법 개정('22.1월) 이후 법정 뇌은행 지정 절차 진행 중

※ '23.3월 기준 4개 뇌은행 지정 완료(한국뇌은행, 서울아산병원 뇌은행, 인제대 뇌은행, 가톨릭대학교 뇌은행)하였으며, 추후 추가 지정 예정

- (첨단장비) 뇌연구 첨단 장비(이미징, 분석, 동물행동장비 등)는 전국적으로 분포되어 있으며 공동 활용지원은 한국뇌연구원*을 중심으로 추진

* (첨단뇌연구장비센터) 국가 뇌연구장비 허브로서 ZEUS 등록 장비 136종 147대를 보유하고 있으며, 국내 16개 지역/173명 외부연구자/59개 산·학·연 기관과 장비 공동 활용 중

〈참고〉 국내 뇌연구 첨단장비 분포 현황(10억 원 이상)



- (연구거점) 한국뇌연구원, IBS, KIST 등에서 국내 뇌연구 선도
 - (한국뇌연구원) 뇌연구촉진법에 근거하여 설립('11)된 뇌연구 전담 출연 연구기관으로 뇌연구 전단계(기초원천-응용개발-실용화) 연구역량·기반 보유
 - (IBS) 시냅스 뇌질환 연구단('12~), 인지 및 사회성 연구단('12~)에서 주요 뇌정신질환의 원인 및 뇌기능 기초연구 수행
 - (KIST) 뇌과학연구소('11~), 차세대반도체연구소(인공뇌융합연구단) 등 12개 조직에서 인공뇌 개발, 치매·자폐 기전연구 등 수행
- (인력양성) 서울대, KAIST, DGIST, 연세대, 고려대 등에서 뇌연구 관련 학과(대학 4개, 대학원 21개), 부설연구소(51개) 설치·운영 중
 - ※ (서울대)뇌인지과학과, (KAIST)바이오및뇌공학과, 뇌인지과학과, (DGIST)뇌과학과, 뇌공학 융합연구센터, (연세대)인지과학연계전공/협동과정, (고려대)뇌공학과, 뇌인지과학융합전공 등

〈참고〉 제3차 기본계획 수립 이후 주요성과('18~'21)

구분	주요 내용	
연구	급성 관동맥 증후군 이후 발생한 우울증 을 치료하여 심장질환 재발률 을 획기적으로 낮추고 치료 시, 장기 심장질환 예후 개선연구(JAMA 誌, IF=47.66, '18)	
	세계 최초로 동물실험으로 시각자극 으로 트라우마 를 치료하는 연구 수행 및 새로운 뇌 신경회로를 발견(Nature 誌, IF=43.07, '19)	
	시냅스 가소성·학습·기억조절 에 필수적인 성상교세포 시냅스 제거 기전에 대한 새로운 신경-교세포 상호작용 기전을 최초로 제시 (Nature 誌, IF=42.78, '20)	
	임상적으로 흔한 만성 통증 질환 과 신경생물학적으로 유사하다 는 새로운 증거를 뇌영상을 통해 제시(Nature Medicine 誌, IF:53.44, '21)	
특허	신경혈관 단위-온-칩 및 그 칩의 제조방법 기술 개발을 통해 미세 유체 플랫폼에 뇌조직 세포를 3차원으로 집적시킨 신경혈관 단위-온-칩 개발 (미국 특허 등록 10030219, USA, '18)	
	Cyclin Y(CCNV) 저해제를 유효성분으로 포함하는 기억력 증진용 조성물 특허 등록을 통한 CCNV 단백질의 발현양과 반비례하여 학습 및 기억력이 향상을 보고 (국외 특허 등록 10131909, U.S.A, '18)	
	인터넷·중독 식별 혈액표지자 발굴 기술개발로 진단 센서 플랫폼 개발 기술에 활용 가능(유럽(EPO)특허등록, 등록번호 : 3435085, '19)	
	Tau-BiFC 동물 모델 개발을 통해 혈액에서 타우 및 타우 변형 단백질을 분석하여 조기 진단 및 치매 치료제 효능 평가 를 통한 치료 기술 개발 에 활용 가능(유럽(EPO)특허등록 03305070, '20)	
산업	< SK 바이오팜 > <ul style="list-style-type: none">■ 뇌전증 혁신신약 세노바메이트(제품명 엑스코 프리) '19년 FDA승인, '21년 EMA 승인■ 수면장애치료 신약물질(제품명 수노시) 임상1상 후 기술수출	< 브라이토닉스 이미징 > <ul style="list-style-type: none">■ 알츠하이머병 진단 영상장비 개발■ 첨단의료기기 PET 국산화
	< 에이비엘바이오 > <ul style="list-style-type: none">■ 파킨슨병 치료를 위한 신약개발■ '22년 프랑스 SANOFI와 기술이전계약 (약 1조 3천 억원)	< 뷰노 > <ul style="list-style-type: none">■ 알츠하이머병 진단보조■ 유럽 CE 인증, 식약처 3등급 허가■ 국내 개발 MRI 기반 알츠하이머병 진단 보조 AI 솔루션의 유럽시장 진출('20)
	< 피플바이오 > <ul style="list-style-type: none">■ 세계 최초 혈액 내 베타아밀로이드 검출로 알츠하이머병 조기 진단■ '18년 식약처 품목허가, '21년 복지부 신의료기술인증	< 와이브레인 > <ul style="list-style-type: none">■ 우울증 전자약 '마인드스팀' 업계 최초 식약처 시판 허가 획득■ 스트레스 전자약 '폴라' CES2022 혁신상

<참고> 1차, 2차, 3차, 4차 기본계획의 주요목표 및 성과

	1차 기본계획	2차 기본계획	3차 기본계획	4차 기본계획
비전	뇌기능 이해·응용, 뇌질환 예방·치료 핵심 기반기술 확립	창조적 뇌연구로 삶의 질 향상, 미래산업 창출	뇌 이해 고도화와 뇌 활용의 시대 진입	혁신·융합으로 뇌연구·뇌산업 선도국가 진입
R&D	핵심 기초기술 확보 <ul style="list-style-type: none"> • 단계별 연구목표 설정 • 연구팀간 상호기술교류 • 단계적 병렬적 연구 • 장기·대형 사업 신설 	R&D 핵심역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> • R&D 역량강화 및 원천기술 선점 • 뇌연구 우수인력 양성 • 국제공동연구 등 협력 확대 	미래대비 뇌연구 강화 <ul style="list-style-type: none"> • 인간뇌 이해를 위한 뇌연구 고도화 • 생애주기 뇌질환 극복 • 뇌 원리 기반 자율융합기술 개발 	뇌융합기술 확보 <ul style="list-style-type: none"> • 연구방법론 혁신과 디지털 전환 • 인문·사회 융합 • R&D 지원 체계화
제도 인프라	뇌연구 기반 확장 <ul style="list-style-type: none"> • 정책추진체계 재정비 • 목표기술 확보를 위한 국제협력 	산·학·연 협력, 인프라 기반구축 <ul style="list-style-type: none"> • 전주기 R&D체제 강화 • R&D 자원연계 및 협력 활성화 • 국가 뇌연구 전문기관 구축검토 	융합 기반 마련 <ul style="list-style-type: none"> • 신뢰·공유·융합의 뇌연구 생태계 조성 • 글로벌 협력체계 구축 	뇌연구 생태계 강화 <ul style="list-style-type: none"> • 윤리·사회적 이슈 선제대응 기반마련 • 자원 공유·활용 활성화 • 뇌연구 거점기관 개방형 전문성 강화
사업화	뇌연구 정보의 응용 <ul style="list-style-type: none"> • 산학연 유기적 협력체계 구축 	연구성과 활용 촉진 <ul style="list-style-type: none"> • 연구성과 확산을 위한 기술거래 촉진 	미래 지향적 뇌산업 육성 <ul style="list-style-type: none"> • 기술·창업 중심의 뇌산업 육성 • 매출 1,000억 규모 기업 10개 창출 	융합 기반 뇌산업 성장·도약 지원 <ul style="list-style-type: none"> • 민간협력 기반 체감형 성과 도출 • 기술스케일업 지원 • 벤처·창업 생태계 활성화
성과	1차 계획 성과	2차 계획 성과	3차 계획 성과	그간 성과 분석
논문	(‘06) 세계 14위	(‘17) 세계 12위	(‘21) 세계 12위	양적·질적 지속 성장
특허	(‘06) 세계 12위	(‘17) 세계 6위	(‘21) 세계 2위	사업화 연계 촉진 필요
인력	(‘06) 2,584명	(‘17) 3,113명	(‘21) 5,428명	인력양성질적 고도화 필요
대표 성과 및 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 기억신호전달 기전 규명(Cell) • 사물 인지기능 규명(Nat Neruo) • 동물모델개발 (Neuron) 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 정서 작동 원리 규명 (Cell) • 뇌신경세포 기능규명(Science) • 광조절 및 연결망 분석기술 개발(Nat Meth, Nat Prot) 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 기억 저장 장소 규명 (Science), 트라우마 치료 신약으로 발견(Nature) 등 • 최초의 국산 산악노출증 치료제 美 EU 진출 • 국내 최초 전파약 ‘마인드스팀 시판허가 	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌과학 기술수준 세계 최고대비 85% • 자폐, 치매 등 주요 뇌질환 국산 치료제 확보 • 기업가치 1조 원 뇌산업 전문기업 10개 창출

Ⅲ. 시사점 및 추진 방향

□ 시사점

- '98년 뇌연구촉진법 제정 이후 뇌연구에 대한 적극적 정부투자로 국내 기술역량(기술수준, 논문, 특허, 연구인력 등)은 빠르게 성장 중
 - 연구자원(뇌은행·치매뇌은행) 및 첨단장비 공유·활용 체계, 인력양성 체계 등 인프라 또한 최근 10년 내 본격적으로 구축되기 시작하여 뇌연구 선도국가 진입의 토대가 마련됨
- 한편, 바이오의 디지털 대전환으로 뇌연구에서도 혁신기술과의 융합을 통한 새로운 R&D와 산업적 기회 창출이 가속화
 - 뇌연구는 타 학문분야 대비 융합이 중요한 분야로, 글로벌 경쟁력 확보를 위해 다양한 뇌융합기술 확보·활용이 중요
 - 신기술·신산업 등장에 대비하여 국내 뇌연구 R&D 지원체계 및 생태계 정비·고도화 필요
- 최근 최초의 국산 신약(뇌전증 치료제), 전자약, 디지털치료기기 등 정부지원 바탕 민간주도 뇌산업 성공사례가 점차 등장하는 추세로,
 - 그간 축적된 뇌 연구 성과를 바탕으로 산·학·연·병 민간이 주도하는 기술성장 및 뇌 산업 도약 촉진 필요

□ 추진방향

- (R&D 고도화) 글로벌 R&D 트렌드에 맞춰 혁신적 연구방법론(뉴로툴) 적용, 디지털 전환, 인문·사회 융합을 통해 국내 연구수준 고도화
- (뇌질환 극복) 누적된 연구성과로부터 도출된 新치료기술을 활용하여 생애 주기별 주요 뇌질환에 대한 맞춤형 진단·예방·치료·관리 기술 확보
- (뇌산업 성장) 부처별 지원 역량을 연계하고 우수 연구 성과 기반 사업화·창업 지원을 통해 민간의 뇌 산업 성과창출 견인
- (생태계 강화) 자원·인력·국제교류 등 뇌 연구 기술개발 및 뇌 산업 성장을 뒷받침할 수 있는 견고한 생태계 조성

IV. 비전 및 목표

비전	혁신과 융합으로 뇌 연구 · 뇌 산업 선도국가 진입
-----------	-------------------------------------

목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 뇌과학 기술수준 세계 최고 대비 85%, 선도그룹으로 도약 ■ 자폐, 치매 등 주요 뇌질환 국산 치료제 2종 확보 ■ 기업가치 1조 원 규모 뇌산업 전문기업 10개 창출
-----------	--

추진 방향	<div>선도형·돌파형 뇌연구 지원 강화</div> <div>국민 체감형 실용기술 확보</div> <div>디지털 기반 뇌융합 기술 개발</div>
------------------	--

중점 과제	<p>1. 글로벌 뇌연구 선도를 위한 R&D 지원 전략성 강화</p> <p>① 연구방법론 혁신으로 뇌연구 고도화 ② 디지털 전환으로 신기술·신산업 창출 ③ 융합적 뇌인지 연구로 사회문제 해결 ④ 뇌연구 R&D 지원 체계화</p> <p>2. 생애 전주기 뇌질환 극복을 통한 건강뇌 실현</p> <p>⑤ (소아/청소년기) 난치성 발달장애 극복 ⑥ (청/장년기) 신경회로 작동이상 질환 극복 ⑦ (노년기) 급성·만성 세포손상 뇌질환 극복</p> <p>3. 융합 기반 뇌산업 성장 · 도약 지원</p> <p>⑧ "Brain Tech to X(BTX)" 지원 체계 구축 ⑨ 기술 스케일업을 통한 뇌연구 성과 확산 ⑩ 뇌산업 벤처·창업 생태계 활성화</p> <p>4. 공유 · 협력 중심 뇌연구 생태계 강화</p> <p>⑪ 윤리·사회 이슈 선제 대응 기반 마련 ⑫ 뇌 연구자원 공유·활용 활성화 ⑬ 미래 뇌연구를 이끌어갈 핵심 인력 양성 ⑭ 거점기관 개방형 전문성 강화</p>
------------------	--

V. 중점 추진과제

1 글로벌 뇌연구 선도를 위한 R&D 지원 전략성 강화

현황 및 분석

- 뇌는 인간의 장기 중 가장 복잡하며, 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용을 위해 뇌의 구조와 기능에 대한 근본적 이해 필요
 - 미래 뇌연구·뇌산업 기술개발 수요에 대응하기 위해 국내 뇌연구 기초역량 확보는 필수적
 - 최근 바이오 기술의 발전과 디지털 기술과의 융합 등으로 혁신적 뇌연구를 위한 다양한 시도들이 나타나고 있음
- 미국, 유럽, 중국 등 뇌연구 주요 국가는 정부 주도 대형 프로젝트를 통해 장기적 투자 중
 - 최근 각국의 프로젝트가 중반에 접어들면서 지원전략을 강화하고 있어 우리나라도 뇌연구 기술 경쟁력을 확보하기 위한 집중 검토 필요
- 1998년 뇌연구촉진법 제정 이후 정부 R&D 지원을 통해 국내 기술역량은 글로벌 대비 빠르게 성장하고 있음
 - 그러나 아직까지 세계 최고기술 보유국(미국) 대비 '추격그룹'에 머물고 있으며, 최근 한-중 간 기술수준 역전 발생
 - 또한 그간 지원은 대체로 기초연구에 집중되어, 누적된 기초연구성과를 응용·활용할 수 있는 전주기적 R&D 지원 필요

⇒ (대응방향) 글로벌 뇌연구 선도국가 진입을 위해 다학제 융합 기반 혁신적 뇌연구 지원 강화

- ① 연구방법론 혁신으로 뇌연구 고도화, ② 디지털 전환으로 신기술·신산업 창출, ③ 융합적 뇌인지 연구로 사회문제 해결, ④ 뇌연구 R&D 지원 체계화

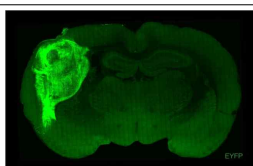
1-1

연구방법론 혁신으로 뇌연구 고도화

- ◇ 혁신적·다학제적 뉴로틀 신속 도입 및 이를 활용한 다층적·통합적 연구를 통해 뇌 구조·기능 이해부터 활용까지 글로벌 선도 기반 마련

< 첨단 연구방법론(뉴로틀) 이란 >

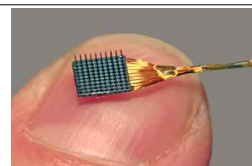
- ▶ 유전자 가위, iPSCs(유도만능줄기세포), 오가노이드, 마이크로바이옴, 단일 세포 유전체·단백체 분석 등 다양한 **첨단 기반기술을 활용한 뇌연구 방법론**



△ 뇌 오가노이드



△ 뇌투명화 기술



△ 고밀도 뇌신호 측정(칩)

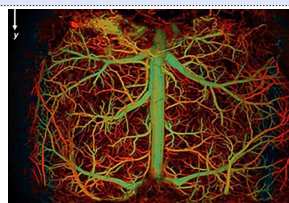
- 기존 뇌연구 패러다임을 전환시키는 첨단 연구방법론(뉴로틀) 적용 및 국내 독자 기술개발을 통해 뇌연구 가속화

- (측정·분석) 분자·세포 수준부터 뇌 전체까지 고해상도 구조·기능 분석 및 뇌신호 측정이 가능한 혁신적 뇌 관측·디코딩 기술 개발

- ※ (기술예시) 고밀도-다기능 뇌신호 측정 기술, 전기·신경전달물질 동시 측정 3차원 마이크로전극, 고도화된 기능적 근적외선 분광법, 전압·초음파·광음향 이미징, 뇌투명화기술, 양자컴퓨터, 양자센서 등

< 측정·분석 분야 주요 연구혁신 사례 >

광음향 이미징 기술을 활용해 얻은 실시간 뇌혈관 이미지(미국 듀크대)

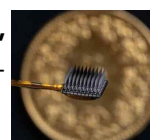


뇌 조직에 레이저 발사 시 흡수된 에너지가 진동으로 전환 되는 것을 이용하여 높은 해상도의 뇌혈관 이미지(쥬)를 실시간으로 얻음

말기 루게릭 환자의 뇌 신호를 분석하여 의사소통(스위스 비스 생물신경공학센터)



말기 루게릭병 환자의 뇌에 전극(64개 미세탐침, 우측) 삽입 후 뇌의 전기신호 분석을 통해 가족과 "아들 사랑해" 등 의사소통 성공

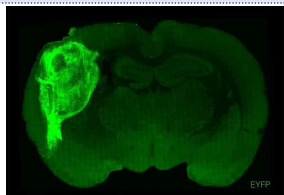


○ (모사) 연구목적 맞춤형 동물모델 라이브러리 구축 및 뇌신경계 오가노이드 개발로 뇌신경계 작동원리 및 뇌질환 발병기전 규명

※ (기술예시) 임상결과와 부합성이 높은 질병 모델 및 뇌 오가노이드 제작기술 등

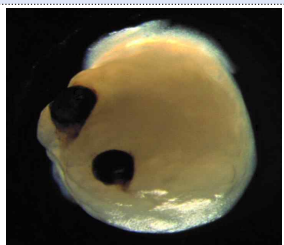
< 모사 분야 주요 연구혁신 사례 >

인간의 뇌 오가노이드를 쥐의 뇌에 이식 성공(미국 스탠퍼드대)



인간의 줄기세포로 만든 뇌 오가노이드를 쥐의 뇌에 이식하고 쥐의 뇌 신경계와 연결시키는 것에 성공

뇌 오가노이드에 원시적인 초기 단계 눈 발생 성공(독일 뒤셀도르프 대학병원)



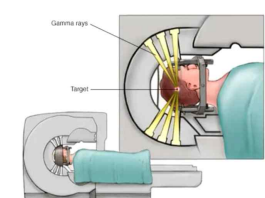
인간 유도 만능 줄기세포를 사용하여 만든 미니 뇌 오가노이드에 초기 단계의 눈(안배, 추후 망막으로 자라는 컵모양의 조직)을 발생시키는 것에 성공

○ (치료) 혁신적 기전(New-Modality) 기반 뇌질환 치료제 개발 및 초정밀·뇌심부 자극 기술 등을 활용한 신규 치료기술 확보

※ (기술예시) 후성유전체 편집 등 유전자 편집기술, 나노입자-매개 바이오물질 전달, 소포체 기반 약물전달, 분자툴, 신규 표지기술 RNA·줄기세포·엑소좀 기반 첨단신약, 감마나이프, 집속초음파 등

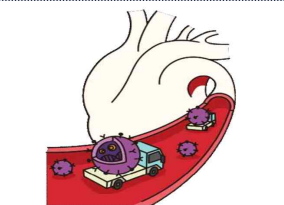
< 치료 분야 주요 연구혁신 사례 >

감마선을 이용해 뇌질환을 치료하는 '감마나이프'



두개골을 절개하지 않고 방사선의 일종인 감마선을 이용하여 뇌종양이나 뇌혈관질환을 치료하는 첨단 뇌수술 장비

엑소좀 기반 약물전달 기술



세포 소기관인 소포체 및 세포 유래 엑소좀을 활용해 약물을 타겟 세포까지 정확하고 효율적으로 전달하는 기술
생체유래 물질을 사용하기 때문에 안전하고 세포 표적화 용이

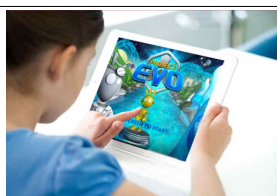
1-2

디지털 전환으로 뇌연구 신기술 · 신산업 창출

- ◇ 뇌연구의 디지털 대전환과 관련 시장의 급속 성장에 대응하여 독자적 뇌융합기술 개발 및 관련 산업 육성

< 뇌융합기술이란 >

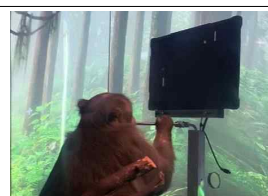
- ▶ 뇌연구에 ICT, NT 등 타 분야 기술을 접목하여 뇌질환을 진단·치료·예방 하거나 뇌기능을 활용·활성화하는 기술



△ 디지털치료기기



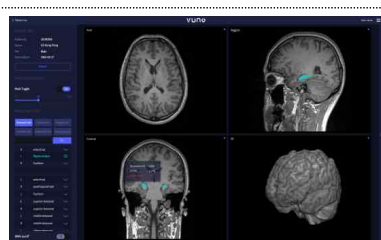
△ 전자약



△ 뇌-기계 인터페이스

※ 뇌연구촉진법 개정을 통해 뇌융합기술 정의 신설 및 지원근거 마련

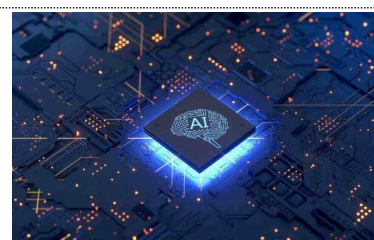
- 자연지능(뇌)과 인공지능(AI)을 연결하거나 상호적으로 활용하여 뇌-기계 인터페이스, 차세대 인공지능 등 혁신적 신기술 개발
- 뇌질환 치료 효과를 극대화하기 위한 멀티모달 생체 빅데이터 기반 뇌질환 동반진단(테라그노시스, 진단과 치료를 동시에 수행) AI 기술 개발
 - 양방향성 뇌-기계 인터페이스(BMI, Brain-Machine Interface) 개발 및 인지·신체 능력 증강, 장애 극복, 교육, 운송 등 新응용분야 발굴
 - 뉴런(neuron) 모사형 인공신경망 등 자연지능의 구조와 기능을 모사하는 차세대 인공지능 및 딥러닝 기술 개발



△ AI 기반 뇌질환 영상진단



△ 뇌-컴퓨터 인터페이스로 조종하는 외골격로봇



△ 차세대 인공지능

- 뇌 모사 멀티스케일 계산적(in-silico) 신경망 모델 개발을 통한 브레인 트윈(Brain Twin) 구축 및 응용 연구

- 단일신경부터 전뇌(whole brain) 수준까지 다양한 멀티스케일 뇌 기능 시뮬레이션이 가능한 계산적(in-silico) 신경망 모델 개발
- 뇌 작동원리 및 기능장애의 메커니즘을 in-silico 모델을 통해 이해하고 뇌질환 진단·치료에 적용 가능성 탐색
- 뇌질환 코호트를 통해 축적된 빅데이터를 활용하여 뇌질환 예측 및 후보물질 스크리닝 모델 플랫폼 개발 및 시뮬레이션 시각화 기술개발

□ 침습·비침습적 신경조절 전자약 기술 개발·고도화

- 장기간 인체 내 삽입 가능한 높은 생체 적합성과 고정밀 신호 획득이 가능한 초소형/지능형 신경자극 시스템 제작 기술 개발
- 나노물질, 자기장, 집속 초음파 등 다양한 접근법을 이용하여 목표 부위에 최소 침습적, 국소적 자극 기술 개발
- 이종의 신경조절기술 융합 또는 사용자별 생체 반응·신호 분석을 통해 개인맞춤형 고효율 비침습적 신경자극 기술 개발

※ 뇌신경 계산모델(in-silico)에 근거한 뇌질환 특화 개인맞춤형 최적 치료 기술, 실시간 뇌 활성화 측정을 통한 뇌피질 정밀 자극기술 개발 등

□ 차세대 디지털치료기기 개발 및 실증·상용화 촉진

- 적응증* 및 구현방식**의 다각화, GPT 등 첨단기술 적용을 통한 디지털치료기기 원천기술 고도화(→차세대 디지털치료기기)

* (현재)정서장애 → (다각화)치매 등 난치질환 /** (현재)앱 → (다각화)게임, VR기기 등 HW·SW 혼합형

- 디지털 기반 정서장애 예방·관리 웰니스(wellness) 콘텐츠 등 헬스케어 서비스 개발 및 임상적 유효성 검증, 확산 지원
- 뇌-컴퓨터 인터페이스, 전자약 등 타 뇌융합 기술과 융합을 통한 디지털치료기기 효과 극대화 기술 개발

※ (예시) 치매 인지재활을 위한 디지털치료기기 활용 시 환자가 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 이용하여 정답을 선택하게 하면 집중도를 높여 인지재활 효과 증대 가능

1-3

융합적 뇌인지 연구로 사회문제 해결

◇ 다학제적 뇌인지 연구를 통해 뇌와 인지기능 이해를 고도화하고, 사회문제에 대한 뇌과학적 이해와 해결책 모색

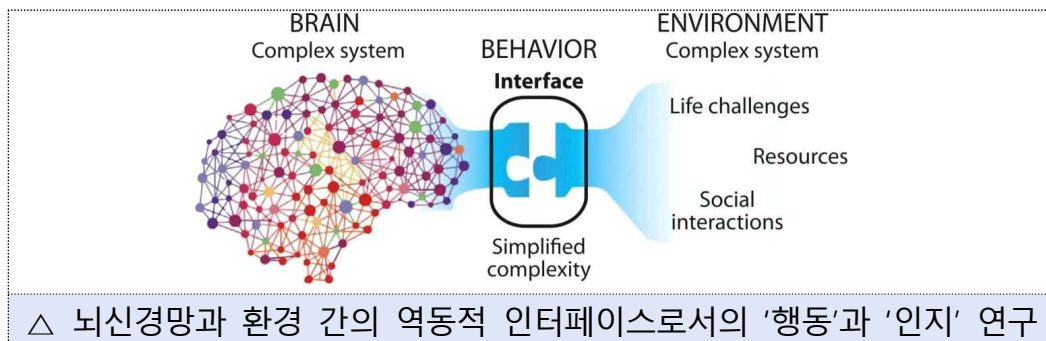
□ 고등인지 연구 고도화를 기반으로 뇌의 사회적·환경적 상호작용 기전 활용을 위한 연구 패러다임 확보

○ (고등인지) 언어, 개념, 창의성, 메타인지, 사회행동 등 인간 고등인지 기능의 다층적·통합적 작용 모델 구축 및 활용 패러다임 개발

※ 정서, 감정, 동기 등 고등인지의 성별, 발달단계, 사회적 환경 등에 따른 개인 차에 대한 뇌 기전 이해 및 활용 연구

○ (상호작용) 실생활의 환경-뇌-행동 간 역동적 상호작용, 성별·발달 단계, 사회적 환경 등에 따른 뇌 이해 및 활용 연구 추진

* 직장 내 스트레스, SNS 및 스마트폰 사용, 일주기 리듬 등



□ 뇌인지과학과 인접 학문 분야와의 초학제적 융합을 통해 제반 사회 문제의 뇌인지과학적 이해 및 해결을 위한 연구 추진

○ 인문·심리·사회과학·교육·공학 등과의 초학제적 융합을 통해 각종 사회문제의 뇌인지과학적 기전을 규명하고 다학제적 해결 방법 모색

○ 초학제적 소통·교류를 위한 포럼을 개최하여 사회문제의 뇌인지 과학적 이해·활용을 위한 논의 촉진 및 관련 연구 수요 발굴

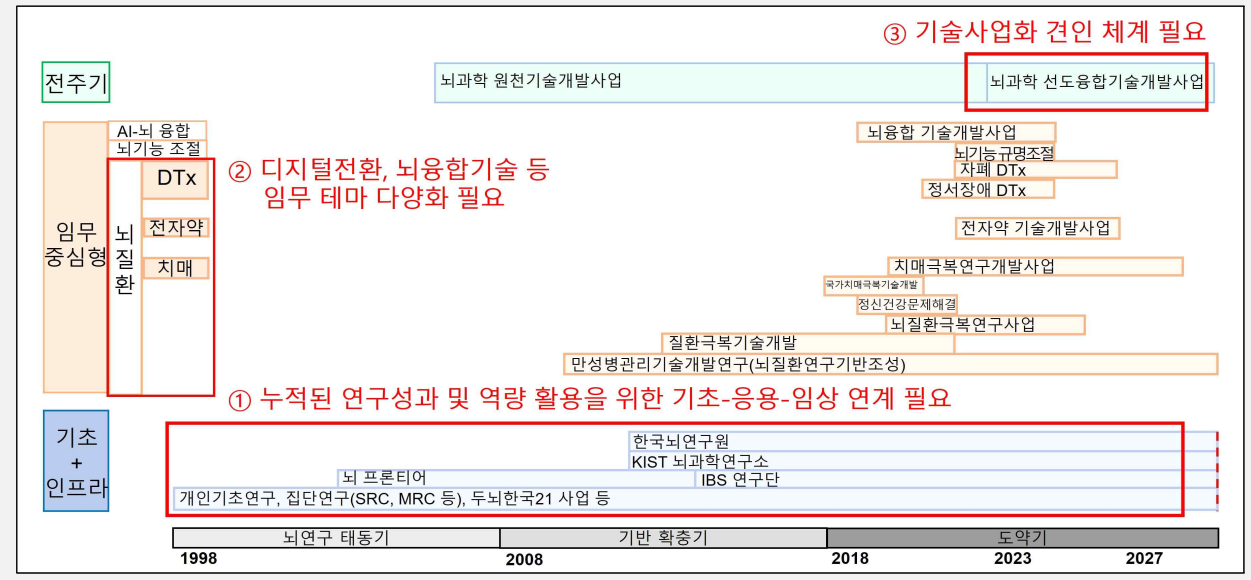
* 한국뇌신경과학회, 대한뇌기능매핑학회, 한국심리학회, 한국인지과학회 등 유관 학회 연합 및 별도 학술행사(포럼) 개최 등

1-4

뇌연구 R&D 지원 체계화

◇ 그간 축적된 국내 뇌연구 역량을 극대화하고 뇌연구·뇌산업 성장을 촉진하기 위해 기초·원천·사업화 균형 있는 국가 R&D 지원

< 국내 뇌연구 역량 성장 및 R&D 사업 지원 흐름도 >



- (기초연구) 탄탄한 뇌연구 기초역량을 확보할 수 있도록 연구자 주도 도전적·창의적 기초연구 및 후속사업 연계 지원
 - 뇌연구 분야 기초연구 투자를 지속적으로 확대하고 우수 기초연구 성과는 응용, 임상 등 후속사업 연계를 통해 성과 확산 지원
 - 미래 파급효과가 클 것으로 예상되는 연구에 대해서는 단계적으로 지원 기간을 연장함으로써 장기간 과제 지원 허용
- (임무중심형) 디지털전환, 뇌융합기술, 치매 등 산업구조, 기술발달, 사회문제 등 사회·경제적 상황에 따른 전략적 R&D 지원 추진
 - 명확한 임무목표를 설정하고, 그간 축적된 기초연구 성과와 연구 인프라를 활용하여 고완성도의 파급력 있는 성과 창출
 - ※ 사업관리의 책임성·유연성을 강화하고, 사업목적을 중심으로 별도 성과 지표를 개발하는 등 특화된 평가·관리 체계 적용
 - 뇌 연구로 해결해야 하는 문제의 정의 단계부터 연구개발 수행, 현장 적용 등 문제해결 전 과정을 포괄하는 산·학·연 협력 공동연구 추진
- (전주기) 단발성 지원을 탈피하고 미래선점형 기초연구부터 시장 선도형 기술개발까지 기술사업화를 견인하는 전주기 R&D 추진

- 연구자 수요 기반 폭넓은 R&D 지원뿐만 아니라 기술의 활용처인 의료계, 산업계의 수요를 반영하여 현장 중심 원천기술 확보

※ 뇌과학 선도융합기술개발사업 추진('23~'32, 총 4,497억 원)

〈참고〉 뇌과학 선도융합기술개발 사업 개요

◇ **선도융합기술** : 기술사업화의 관문 통과에 필수적인 '우수성', '파급효과', '신뢰성' 요건을 모두 만족하는 **완성도 높은 기술**

※ (우수성) JCR 상위 5% 이내 논문/ (파급효과) K-PEG A2 등급 이상 특허/ (신뢰성) 재현성 검증

▶ **(목표)** 뇌질환 극복과 뇌기능 활용을 위한 **선도융합기술 31건 이상 확보**

▶ **(기간/예산)** '23년~'32년(10년) / 총 4,497억 원

▶ **(지원대상)** 뇌질환 극복과 뇌기능 활용 분야를 기술수준 및 시장성에 따라 맞춤형으로 지원*하여 원천기술 확보와 기술사업화를 동시 추진

* (1형) 시장선도형 : 국내 기술수준이 높고, 시장이 이미 형성되어 있으나 아직 산업으로 성숙하지 못한 기술의 사업화 및 시장진입을 선도할 수 있도록 지원

(2형) 미래선점형 : 도전적 연구 주제에 선제적으로 투자하여 국내연구 역량 제고와 미래시장 개척을 위한 창의적 성과 유도

▶ **추진전략**



▶ **연구테마(28개)**

뇌기능/질환 시각화 기술	뇌질환 영장류 모델 개발
줄기세포/오가노이드 인간 뇌질환 모델	학습/기억/복합인지기능 핵심 뇌신호 디코딩 기술
개인 맞춤형 비침습적 뇌 피질 자극 기술	신경망 제어 뇌질환 치료 기술
뇌질환 in silico 모델	체내 삽입 말초신경 부착형 뇌질환 전자약 기술
감각지각 기반 뇌-외부환경 상호작용 뇌신호 디코딩 기술	막성/비막성 세포 소기관 뇌질환 표적발굴
시냅스 병증 제어 기술	뇌-말초환경 상호작용 조절 기반 뇌질환 치료 기술
환경-유전자 상호작용 뇌질환 표적 제어 기술	뇌파/생체신호/라이프로그 기반 생활 뇌 건강 평가/예측/치료 기술
신경독성 단백질병증 제어 기술	뇌혈관장벽 조절 기술
신경 가소성 기반 인지기능 향상 기술	신경-면역계 상호작용 제어 기술
손상 운동능 복원 뇌-기계 인터페이스 기술	뇌기능 증진 웨어러블 말초신경 조절 기술
뇌 신경계 발달 과정 해독을 통한 뇌질환 극복 기술	소외 희귀 난치 뇌질환 예측/진단/치료 기술
다중 뇌신호 통합 분석을 통한 개인 맞춤형 뇌질환 예측 진단 기술	대사 질환 극복 뇌조절 기술
뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극기술	이온채널/막단백질 조절 뇌질환 치료 기술
뇌질환 동물 모델 표현형 분석 기술 고도화	뇌질환 바이오마커 검출한계 극복 기술

2 생애 전주기 뇌질환 극복을 통한 건강노 실현

현황 및 분석

- 뇌질환은 우울증, 조현병, 양극성 장애 등 정신질환부터 뇌졸중, 알츠하이머병 등 중증질환까지 유병률, 치명도 등이 매우 다양
 - 자폐스펙트럼 장애, 알츠하이머병 등 주요 질환은 세심한 돌봄과 관리가 요구되어 환자가족과 주변인의 삶의 질에도 영향
 - 근본적인 치료법이 없고 100% 완치가 어려운 비가역적 질환이 대부분으로, 신속한 조기진단과 예방·관리 필요
- 급속한 고령화와 코로나19 이후 급격한 사회 변화로 인해 뇌질환 유병률이 증가하고 있으며, 다양한 뇌질환에 대한 해결 요구 급증
 - 최근 디지털치료기기, 전자약 등 디지털 기술 융합 기반 뇌질환 예방·치료·관리에 효과적인 신기술·신산업 등장
- 국내에서는 다양한 기초연구와 국가신약개발사업단을 비롯한 사업단 등을 통해 뇌질환 치료기술 개발을 지원 중
 - 또한 치매에 대해서는 치매극복연구개발사업단을 통한 전주기 R&D 지원, 코호트 구축 등 다양한 지원 진행 중
 - '23년 초 현재 국내 뇌질환 파이프라인은 162개로, 전체 신약 파이프라인의 11.1%를 차지하고 있음
 - 국산 뇌질환 치료기술 확보를 위해 다양한 뇌질환에 대한 파이프라인 확대 및 디지털 기반 예방·치료·관리 기술 개발 지원 필요

⇒ (대응방향) 생애 전주기에서 주로 발생하는 주요 뇌질환별 맞춤형 예방·진단·치료·관리 기술 개발을 통해 국민 삶의 질 향상

- ⑤ (소아/청소년기) 난치성 발달장애 극복, ⑥ (청/장년기) 신경회로 작동이상 질환 극복, ⑦ (노년기) 급성만성 세포손상 뇌질환 극복

2-1

[소아/청소년기] 난치성 발달장애 극복

◇ 자폐 스펙트럼 장애, 뇌전증, 지적장애(다운증후군 등) 등 난치성 발달 장애는 발병원인이 복합적이고 질병양상(발현시기, 증상정도 등)이 다양

< 난치성 발달장애 예시 및 현재 치료의 한계 >

질병	유병률*	기술수준	치료의 한계
자폐 스펙트럼 장애	0.03%	50%	<ul style="list-style-type: none"> 출산연령 고령화, 환경오염, 유전, 성장환경 등 복합적 원인으로 발병하여 명확한 원인을 찾기 어렵고 근본적 치료법이 없음 현재는 중재 치료 등으로 증상을 완화하는 수준
뇌전증	0.29%	80%	<ul style="list-style-type: none"> 항경련제나 항불안제 등으로 치료하지만 약물내성 등의 문제 해결 및 증상, 발병기전 등의 개인 차이 정밀 분석을 통한 극복 필요

* 보건 의료 빅데이터 개방 시스템 내 국민 관심 질병 통계('21) 환자 수 기반 산출

□ (기전규명) 발병원인 분석 및 근본적 치료기술 개발을 위한 발병 기전 기초연구 강화

- 유전적 원인 및 감염병, 환경오염, 사회적 고립화·개인화 등 사회 변화에서 기인한 발달장애 증가 원인 분석 및 해결방안 연구
- 초산 연령 증가 및 유해물질(미세먼지 등) 노출 등 모체환경 유래 태아 뇌기능 장애 및 소아 신경발달 장애 연구

□ (진단·치료) 신생아·소아환자 특수성을 반영한 진단·치료기술 개발

- 난산·조산 시 신생아의 뇌병변을 실시간으로 방지하고 조기에 뇌 손상을 회복시키는 줄기세포, 재생치료제 등 첨단바이오향약품 개발 지원
- 소아환자 특성에 따른 최적의 비침습적 중재술(디지털치료기기 등) 확립 및 근거 마련을 통해 체계적 중재 콘텐츠 구축

□ (기반구축) 자폐 스펙트럼 장애 및 뇌전증 다기관 코호트 및 빅데이터 구축을 통한 기초 병태생리 연구 및 맞춤형 치료 기반 마련

- 영유아 임상데이터, 디지털 표현형, 생체신호 등 복합디지털 헬스 빅데이터를 수집하여 자폐 스펙트럼 장애 빅데이터 플랫폼 구축
- 자폐 스펙트럼 장애 선별·진단보조·예측을 위한 AI 소프트웨어 개발 및 환자 장기추적조사(코호트) 연구기반 구축*

* 국립보건연구원 시스템을 활용한 코호트 연구 설계, 환자 등록 및 추적조사 등

- 뇌전증 발작 예측시스템 및 표준화된 진료지침 개발을 위한 환자 장기추적조사(코호트) 연구기반 구축

2-2

[청/장년기] 신경회로 작동이상 질환 극복

◇ 우울증, 알코올중독, 조현병 등 신경회로 작동이상 질환은 외부 환경의 영향이 커 일상생활에서의 습관교정 및 행동치료·관리 중요

< 신경회로 작동이상 질환 예시 및 현재 치료의 한계 >

질병	유병률*	기술수준	치료의 한계
우울증	7.7%	69%	<ul style="list-style-type: none"> 외부 환경적 요인 등 매우 복잡한 현상이 병인으로 작용하기 때문에 주로 중재적 인지행동치료, 증상완화 목적의 약물 등의 치료법으로 접근 중이며, 고도화된 치료기술 개발이 어려움
알코올 중독	11.6%	69%	
조현병	0.2%	69%	<ul style="list-style-type: none"> 증상완화 및 재발 예방을 위한 치료제는 있으나 근본적·완전한 치료 효과를 제공하는 치료제는 부재 매우 다양한 병인으로 인해 개인 맞춤형 치료법 개발이 어려움

* 국가통계포털, 우울증 및 중독('21), 조현병('16) 평생유병률

□ (기전규명) 신경회로 작동원리 및 관련 질환의 병태생리 규명연구 지원

- 신경회로 시각화 기술, 추적 기술, 선택적 조절 기술 등의 기반 기술 연구 강화를 통한 관련 질환 극복 단초 마련
- 신경회로의 작동에 관여하는 신경세포, 교세포, 혈관내피세포 등 다양한 접근 방식의 신경회로 작동 조절 기술 개발 독려

□ (진단·치료) 디지털 기기(SW·HW) 등을 활용한 실시간·비대면 정밀진단 및 맞춤형 치료기술 개발

- 뇌 생체신호에 기반한 질환 발병 및 재발 예측 머신러닝 알고리즘 개발 및 신경영상학을 이용한 증상 정량화 기술 개발
- 모바일 앱, VR 등 디지털 기기 기반 비대면 증상 진단 기술 개발을 통해 정신질환 고위험군 발굴 및 조기개입 플랫폼 마련
- 우울증 등 정서장애 예방·관리·치료를 위한 디지털 기반 서비스를 개발하고 정서장애 취약계층(학생, 군장병 등) 대상 실증 지원

□ (기반구축) 주요 질환 코호트 및 빅데이터 구축·관리

- 뇌신경생리, 생체신호, 라이프로그를 포함한 다차원 빅데이터 축적·분석으로 질환 예측 및 맞춤형 치료기술 개발 기반 구축

2-3

[노년기] 급성·만성 세포손상 뇌질환 극복

◇ 치매 등 퇴행성 뇌질환, 뇌졸중 등 급성·만성 세포손상 뇌질환은 근본적 치료법이 부재하며, 사전 예방과 조기발견을 통한 진행 완화, 재활·관리(운동장애 수반 질환)가 중요

< 급성·만성 세포손상 뇌질환 예시 및 현재 치료의 한계 >

질병	유병률*	기술수준	치료의 한계
뇌졸중	1.6%	78%	<ul style="list-style-type: none"> 증상발현 이후는 신경세포 사멸이 진행되어 치료가 어렵고 재활을 통해 장애를 최소화하는 방법 사용 예방이 가장 중요하며 근본적 치료를 위해서는 신경재생 필요
알츠하이머	1.58%	80%	<ul style="list-style-type: none"> 최근 아두카누맵('21), 레카네맵('23) 등 알츠하이머병의 근본적 원인을 제어하거나 인지 및 기능저하를 늦추는 치료제가 등장하고 있으나, 효과 및 부작용 논란 지속
파킨슨	0.6%	75%	<ul style="list-style-type: none"> 병인(알파시누클레인 단백질 응집체)이 밝혀지면서 잠재적 치료법이 제시되고 있으나 증상완화 및 진행 지연 수준의 치료가 주임
외상성 뇌손상	0.48%	75%	<ul style="list-style-type: none"> 외상종류, 위치, 심각도 등에 의해 개인차가 극심하기 때문에 정확한 손상부위에 대한 진단 및 치료가 중요
신경병증성 통증	6.9%	-	<ul style="list-style-type: none"> 통증 정도의 객관화가 어렵고 진통제, 전자약 등 중재치료로 통증성 신경전달을 줄이는 방법을 사용. 항체치료제를 활용한 통증 기전 억제 방법의 신약 개발 중

* 국가통계포털, 파킨슨병('20), 뇌졸중('21)의 평생유병률

□ (기전규명) 근본적 치료기술 개발을 위한 병태생리 연구개발

○ 신경보호인자 탐색, 핵심 조절인자 발굴 등을 통해 신규 표적 발견 및 근원적 병리에 작용하는 치료 접근법 개발

※ (치매) 아밀로이드베타 단백질 축적 등 다양한 발병기전 발굴 및 다중기전 치료기술 개발
(뇌졸중/외상성뇌손상) 뇌손상 이후의 신경보호와 뇌가소성 재생유도 기반 치료

○ 신경세포의 급성 손상과 퇴행성 사멸에 대한 병태생리 연구 및 뇌질환 및 정상군 종단 연구를 통한 뇌 노화와 뇌질환 간의 상관관계 연구

□ (예방·치료) 조기진단 및 예방·치료·관리 기술 고도화

- 빅데이터·인공지능 기술을 적용한 진단 정확도 향상 및 인체유래물·생체신호 기반 연구를 통해 저비용·저침습·고정밀 조기진단법 개발
 - ※ 혈액·체액기반 진단기술 개발, 질환 특이적 영상진단용 의약품 개발, 영상진단 기술 고도화, 기초·임상연구 레지스트리 구축 등
- 한국 환경에 맞는 치매 및 파킨슨병 예방 프로그램 개발 및 표준화, 기술고도화를 통해 뇌질환 발병 및 중증화 지연
 - ※ 치매 및 파킨슨병 환자 생체정보, 일상생활 정보 등 빅데이터 기반 질환 단계별 뇌기능 유지·향상을 위한 예방 프로그램(신체활동 프로그램 등) 개발
- 뇌·신경계질환의 통증 수준 객관화 기술 개발 및 디지털 기기 활용 만성통증의 실시간·비대면·개인맞춤형 치료기술* 개발
 - * 전기자극, 자기자극, 초음파, 광자극, 기계자극 등의 뇌자극술 및 디지털치료기기
- 파킨슨병, 뇌졸중 등 뇌신경계 질환으로 유발되는 보행·운동장애 재활·관리를 위한 전자약, 뇌-기계 인터페이스 기반 재활로봇 등 개발

□ (기반구축) 치매 등 주요 퇴행성 뇌질환 임상·연구 인프라 확충

- 지역사회 기반 노인, 병원 기반 노인성 치매환자, 병원 기반 조발성 치매환자, 파킨슨병 환자 등 코호트 구축 및 장기추적조사, 既구축된 코호트 간 연계
- 헌팅턴병 등 희귀퇴행성 뇌질환 코호트 구축을 통한 장기추적조사 기반 마련
- 치매 코호트·자원 정보 등을 연계·활용할 수 있는 통합 DB 확보 및 연구자 간 정보 공유를 위한 치매 연구 통합 플랫폼* 구축·운영
 - * 기초·임상연구 레지스트리(TRR, Trial Ready Registry), 치매연구정보통합연계 시스템(DPK, Dementia Platform Korea) 구축으로 체계적 데이터 관리 및 원활한 연구자료 활용, 연구성과 확산 및 실용화 촉진
- 한국뇌은행 및 치매뇌은행 구축·운영을 통한 퇴행성 뇌질환 환자의 뇌 연구 자원(임상연구자료, 뇌영상, 인체자원) 수집, 뇌 구득 및 연구목적 활용 지원

3

융합 기반 뇌산업 성장 · 도약 지원

현황 및 분석

- 국내에서는 최근 최초의 국산 신약(세노바메이트), 전자약(마인드스팀), 디지털치료기기(숨즈) 등 민간주도 뇌산업 상용화 사례 등장
 - 특히 우수한 국내 디지털 기술역량과 융합을 바탕으로 전자약, 디지털치료기기가 떠오르며 국내 뇌산업 성장 가속화
 - 그간 누적된 연구 성과를 바탕으로 기술 스케일업을 통해 국민 체감형 성과 창출 및 뇌 산업 도약 지원 필요
- 주요 新산업 분야는 임상·안전성 평가·인허가 등 적절한 지원체계 (규제 등) 부재로 산업 진출에 어려움을 겪는 경우도 다수 존재
 - 기술 분야별 맞춤형 제도개선을 통한 산업 성장 기반 조성 필요
 - ※ 식약처, 과기부, 복지부 등 여러 부처에서 관련 문제점 발굴 및 개선 노력 중
- 류노, 와이브레인 등과 같은 혁신적 뇌산업 기업 육성을 위해 기술 기반 신규 창업 촉진 및 Death Valley 극복 지원 요구
 - 뇌산업 분야 국내 신규 창업기업은 연간 10~20개 내외로 감소 추세로, 다양한 벤처 창업 및 성장 지원 필요

【현장의 목소리】

- ① 사업화를 목표로 하는 타사업과 같이 침습형 BMI, 최첨단 센서 개발, 전자약 등 첨단 기술에 대해서도 사업화 촉진을 위한 **실증사업 필요**
- ② 디지털치료기기, 전자약, 브레인트윈 등 **뇌융합 기술 기반차세대 뇌질환 치료기술 개발 및 사업화 촉진 필요**
- ③ 기술 수요자인 기업이 원하는 수준의 기술개발을 위해 **기업 참여형 협력 연구 사업 지원 필요**
- ④ 기술력은 뛰어나지만, 실용화 단계까지 진입하지 못한 기술에 대한 장기적 관점에서 **지원체계 구축 필요**

⇒ (대응방향) 혁신기술을 기반으로 태동기의 국내 뇌산업 기업·시장 성장을 견인할 수 있는 지원체계 구축

- ⑧ "Brain Tech to X(BTX)" 지원 체계 구축, ⑨ 기술 스케일업을 통한 뇌연구 성과 확산, ⑩ 뇌산업 벤처·창업 생태계 활성화

3-1

“ Brain Tech to X(BTX) ” 지원체계 구축

- 뇌연구 주요 新산업 분야*에 대해 원천기술개발부터 실증, 인허가 등 가시적 성과 창출까지 신속하게 돌파할 수 있도록 지원

* 디지털치료기기, 전자약, 뇌-기계 인터페이스, 브레인트윈, 첨단 뇌질환 치료제 등

- 프로젝트별 기술성숙도에 따라 지원유형을 분류하고, 연구개발부터 인허가, 시장진입까지 범부처 협업 및 적극행정을 통한 One-Team 지원

- 뇌연구촉진법 개정을 통해 관계 중앙행정기관의 범위를 확대하고 뇌연구실무추진위원회를 통해 주요 新산업 분야 지원방안 논의

※ (현재) 과기부, 복지부, 산업부, 질병청, 교육부 → (확대) 인허가(식약처, 상표권 등록(특허청) 등 포함

- 민·관 파트너십 기반 “Brain Tech to X 기술개발사업” 시범추진

- 분야별 주요기술을 보유한 산·학·연·병 국내 선도기관이 컨소시엄 형태의 드림팀을 구성하여 공동연구개발 추진

※ 임상 데이터 확보 및 실증을 위해 병원(상급종합병원)은 필수 참여

< Brain Tech to X 추진 내용(안) >

디지털치료기기	○ 시장진입 가속화 지원 및 차세대 디지털치료기기 개발을 통해 국산 디지털치료기기 15종 제품화
○ 전자약 시장생태계 조성 및 제품화 지원을 통해 국산 전자약 7종 개발 및 상용화	전자약
뇌-기계 인터페이스	○ 전주기적 뇌-기계 인터페이스 기술개발 및 활용 촉진을 통해 뇌-기계 인터페이스 기기 및 서비스 3종 제품화
○ 태동기의 브레인트윈 기술 성장기반 마련을 통해 신약개발, 수술현장 적용 브레인트윈 플랫폼 2종 개발	브레인트윈
첨단 뇌질환 치료제	○ 연구부터 임상까지 전주기 지원을 통해 국산 뇌질환 치료제 2종 개발

① 디지털치료기기) 국산 디지털치료기기 15종 제품화

□ 기술정의

- 치료 작용기전에 대한 과학적, 임상적 근거를 바탕으로 의학적 장애 및 질병을 예방·관리·치료하기 위해 사용하는 소프트웨어 의료기기

□ 현황진단

- (기술성숙도 : 높음) 우수한 국내 ICT 역량을 바탕으로 민간 기업 주도로 불면증, 우울증 등 다양한 질환에 대한 디지털치료기기 개발 중
 - ※ 최근 에임메드社의 ‘숨즈’가 국내 1호 디지털치료기기로 허가받았으며(’23.3월), 약 30건의 제품에 대해 확증·탐색 임상 진행 중
- (시장성숙도 : 낮음) 아직까지 상용화된 사례가 없어 의료현장에서의 처방·사용 유인을 위한 수용성 제고 필요

< 국내 디지털치료기기 개발 대표 사례 >

숨즈	필로우RX	레드필 숨튼
에임메드社, 불면증(허가完)	웰트社, 불면증(허가完)	라이프시맨틱스社, 호흡기질환
		
불면증 인지행동 치료법을 모바일 앱에 적용하여 피드백, 행동 중재, 교육 제공	불면증의 행동적·인지적 중재 치료법을 디지털로 전달하여 환자 생활 방식 등 개선 유도	폐암/만성폐쇄성폐질환자의 호흡기 재활 운동프로그램 제시·모니터링

□ 지원방향 : 시장진입 가속화 지원 및 차세대 디지털치료기기 개발

- (연구개발) 적응증* 및 구현방식**의 다각화, GPT 등 첨단기술 적용을 통한 디지털치료기기 원천기술 고도화(→차세대 디지털치료기기) R&D 지원

* (현재) 정서장애 → (다각화) 치매 등 난치질환 / ** (현재) 앱 → (다각화) 게임, VR기기 등 HW·SW 혼합형

- (임상) 허가 전 의료기관 연계로 제품 특성에 맞는 임상시험 설계 컨설팅, 허가 후 의료기관 보급 등 임상실증 지원체계 구축·운영

- (실증·상용화) 디지털헬스케어 서비스 실증 지원, 신제품·신기술 대상 NEP·NET 인증 지원*으로 혁신제품 시장진출 유도

* 신제품·신기술(New Excellent Product/Technology)로 인증(국표원)시 보증 우대, 공공기관 우선구매대상 포함 등의 지원 가능(산업기술혁신촉진법)

- (규제개선) 디지털치료기기 특성에 맞는 인허가 절차 개선 및 보상체계 마련으로 민간 기업의 혁신 유도

※ 건강보험 적용방안 정립, 맞춤형 신속 분류제도 도입, 탐색 임상시험 식약처 승인 면제 등

[② 전자약] 전자약 7종 상용화

□ 기술정의

- 신체의 생물학적 기능 또는 병리학적 과정에서 영향·변형을 주기 위해 부작용이 최소화된 물리작용을 활용하여 다양한 질병(난치성 질환 포함)에 대해 약과 같은 치료효과를 목적으로 하는 새로운 개념의 의료기기

□ 현황진단

- (기술성숙도 : 높음) 전자약 기반기술인 신경조절 기술 관련 기초연구*가 다수 진행되어왔으며, 누적된 연구성과 기반 다양한 제품 개발 중

* 전자약 개발을 위한 통합적 연구가 아닌 부품 수준의 전극, 뇌파 측정 장치 등

- (시장성숙도 : 중간) 의료용 전극, 이식형 기기 등 시장에서 해외 기업의 독과점이 두드러지거나 국내 제품개발 공백영역이 있는 등 한계 존재

< 국내 전자약 개발 대표 사례 >


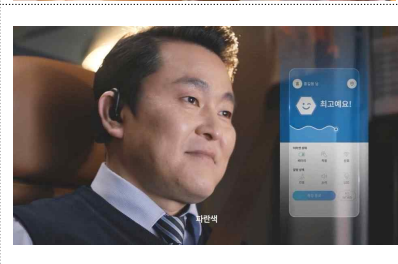
MINDD STIM(와이브레인)	NEUROPHET innk(뉴로핏)	NuEyne 02(뉴아인)
		
우울증 단독 재택치료 전자약, 식약처 품목허가 획득('21) 후 현재까지 약 6,000건 처방	뇌졸중, 우울증 등의 증상을 개선하거나 치료하는 전자약, 식약처 품목허가 획득('21)	안구 표면 및 각막 신경 회복을 기반으로 하는 안구건조증 치료 전자약(확증 임상 중)

- 지원방향 : 전자약 시장생태계 조성과 제품화 적극 지원
- (연구개발) 그간 기초연구로 축적된 세부기술 또는 신규 자극기술을 활용한 완제품 개발 목적의 기초-응용-개발 통합 연구 지원
 - 전자약 핵심 요소기술 국산화를 통해 기술수준을 내실화하고 산발적으로 흩어져 있는 다양한 기술성과를 발굴하여 실용화로 신속 연계
- (실증지원) 개발 완료된 전자약에 대해 임상·비임상 연구를 지원하여 신속한 제품 실용화를 유도하고 시장 출시를 위한 실증 지원
- (제품화지원) 전자약 종류별 특성에 따른 의료기기 품목 매칭, 인허가 가이드라인, 임상 처방 등 실사용 촉진을 위한 제도 개선안 발굴

[③ 뇌-기계 인터페이스] 뇌-기계 인터페이스 기기/서비스 3건 제품화

- 기술정의
- 뇌와 기계를 연결해 컴퓨터나 기계를 조작하는 인터페이스 시스템으로 뇌신호를 정밀하게 측정하여 인간의 인지능력이나 감각-운동기능 보조·증진·재활 등에 활용
- 현황진단
- (기술성숙도 : 중간) 간단한 움직임을 로봇으로 구현·보조하는 기술은 개발되었으나 정확도 개선, 이식형 기기 개발 등 기술적 한계 존재
 - 대부분 실험적 수준에서 구현되고 있어 제품출시 사례가 적고, 침습적 뇌-기계 인터페이스 기기의 경우 국내에서는 각종 규제에 의해 인간 대상 실험이 매우 어려움
- (시장성숙도 : 낮음) 해외에서는 제품화 성공사례가 등장하고 있으나 국내는 아직 연구개발 단계로, 시장 형성은 미흡

< 뇌-기계 인터페이스 기기 제품화 사례 >

	<p>▶ Neuroolutions社의 IpsiHand</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 웨어러블 기기 기반 뇌졸중 환자의 재활을 돕는 장치로, '21년 美 FDA 승인 ○ 비침습적 전극으로 사용자의 운동의도를 분석하고 원하는 방향으로 손을 제어할 수 있도록 보조
	<p>▶ 현대모비스社의 엠브레인(M.Brain)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 귀 주위에서 측정하는 웨어러블 뇌파 측정기기를 이용하여 운전자의 집중도를 모니터링하고 집중 저하 시 경고하는 시스템 개발 ○ 1년간 경기도 공공버스를 대상으로 시험 결과 졸음운전 30% 감소 보고('22.04)

□ 지원방향 : 전주기적 뇌-기계 인터페이스 기술개발 및 활용 촉진

- (연구개발) 뇌신경신호의 개인차 해결 및 정밀한 뇌신경 신호정보 획득과 실시간 해석을 위한 기술 등 기술적 한계 극복 연구 추진
- (실증·임상) 임상연구·안전성 평가·연구윤리 가이드라인 등을 마련하여 안전한 뇌-기계 인터페이스 기술개발 및 실증 지원
- (규제개선) 인체 적용과 관련된 윤리 문제와 개인정보 보안 문제 등을 사회적 이해와 합의를 바탕으로 검토·개선

※ 연구, 임상, 산업, 법률, 윤리 등 다양한 분야 전문가가 참여하는 민간 자문단 구성

[④ 브레인트윈] 신약개발, 수술현장 적용 브레인트윈 플랫폼 2종 개발

□ 기술정의

- 디지털 가상공간에 실제 뇌의 물리적 특징을 동일하게 반영한 쌍둥이 (Twin) 뇌를 3D 모델로 구현하고, 이를 실제 뇌와 실시간으로 동기화한 시뮬레이션을 거쳐 모니터링·분석·예측 및 의사결정 등에 활용하는 기술

□ 현황진단

- (기술성숙도 : 낮음) 의료분야 디지털 트윈은 기술 활용도 초기 단계이며, 그 중에서도 뇌는 가장 복잡한 장기로 트윈 구축이 어려움

- 단일신경 수준의 디지털 트윈에 대한 기초연구 성과가 발표되었고 뇌 영역 모사 수준의 디지털 트윈 개발은 태동기에 접어들
- (시장성숙도 : 낮음) 기술개발 태동기로, 관련 산업 미형성
- 지원방향 : 기초연구 지원 등 브레인트윈 기술성장 기반 마련
- (연구개발) 뇌 영역별 신경회로의 기능·구조적 이해를 위한 연구 개발을 지속 지원하고, 의료현장 연계형 R&D 지원 확대
- (기반조성) 의료·건강정보 활용을 위한 제도적 환경 마련 및 브레인 트윈 관련 윤리적 원칙(개인정보 보안 등) 정립

【⑤ 첨단 뇌질환 치료제】 국산 뇌질환 치료제 2종 개발

- 기술정의
 - 기존 화합물 신약의 한계를 극복하고 치매, 자폐 스펙트럼 장애 등 주요 뇌질환을 근본적으로 치료하는 First-in-Class 신약
- 현황진단
 - (기술성숙도 : 높음) 기초·응용·임상연구가 활발히 진행되고 있으며, 대규모 사업단 등을 통해 전주기적 R&D 지원 중
 - (시장성숙도 : 높음) 국내 335개 기업이 뇌질환 치료제 개발 중이며, 시장규모는 '18 2.9조원에서 '20 3.4조원으로 빠르게 성장 중
- 지원방향 : 연구부터 임상까지 국산 기술 확보를 위한 전주기 지원
 - (연구개발) 기존 약물의 한계 극복을 위한 新물질*·新기전** 기반 First-in-Class 뇌질환 치료제 특화 R&D 지원
 - * 단백질 분해, RNA, 펩타이드 치료제 등 / ** 신규 발병기전, 뇌 역노화 기전 등
 - (임상) 글로벌 CRO에 의존하고 있는 첨단기술 기반 치료제 등 혁신신약 전임상·임상 평가 플랫폼 및 지원체계 구축
 - (기반조성) 신약 신속등재제도 개선, 혁신 신약 보상 강화 등 첨단 뇌질환 치료제 개발·도입 기반 마련

3-2

기술 스케일업을 통한 뇌연구 성과 확산

□ 그간 축적된 뇌 분야 기초·원천연구 성과의 경제적·사회적 성과로의 전환을 위해 기술 스케일업 정부 R&D 투자 활성화

○ 바이오 기술성장 경진대회(뇌연구 분과), 대형 R&D 사업단* 우수 성과 추천·연계 등 사업화 관점의 유망기술 발굴 체계 구축

* 치매극복연구개발사업단('20~'28, 1,987억), 국가신약개발사업단('21~'30, 2.1조) 등

○ 현장 수요를 반영하여 기존 사업화 지원사업*을 개편·고도화하고 패키지로 연계하여 유망기술에 대한 가시적 성과 창출 지원

* 바이오 연구데이터 검증지원(전임상 지원, '21~), 바이오아이코어사업(창업교육, '17~), 바이오코어퍼실리티(초기벤처 보육, '17~), 바이오 규제지원 플랫폼(인허가 지원, '23~) 등

< 바이오 기초·원천 유망 성과 사업화 지원 체계(안) >



- 대학·출연(연) 보유 연구성과(TRL3~4)와 기업 수요(TRL7 이상) 간의 간극을 극복하도록 후속특허 확보, 시작품 설계·검증 등 지원

※ 공공연구성과 가치창출 기술키움('22~'26, 과기부), 차세대 유망 Seed 기술실용화 패스트트랙('23~'29, 과기부) 등과 연계

□ 산·학·연·병 협력·소통 창구 확대 및 상호 역량 강화를 통해 민간과 협력하는 기술거래·사업화 생태계 활성화

○ 한국신약개발연구조합, 한국의료기기산업협회, 한국스마트헬스케어 협회 등 민간 협회·조합을 통해 산업계 노하우와 네트워크 적극 활용

○ 인터비즈 바이오 파트너링&투자포럼(매년 7월) 등 기술교류·거래 행사 개최를 지원하고 기술이전 활성화를 위한 후속 검증 지원

3-3

뇌산업 벤처 · 창업 생태계 활성화

□ 산·병 협력 강화 및 병원 기반 뇌연구 벤처 창업 활성화

- 개방형실험실, 바이오코어퍼실리티 등 병원 내 연구·창업 공간 확보를 통해 산·병 연구협력* 강화 및 의사창업가 육성

* 사후뇌기증을 통해 구독하는 뇌 연구자원(뇌 조직 등) 특성상 뇌·신경계 연구는 병원을 중심으로 연구역량 집중되는 경향

< (예시) 가톨릭대 성의교정 옴니버스 파크 >



- ▶ (개요) 바이오벤처, 대형 제약사, 교원창업기업 등이 입주하여 가톨릭의대·간호대·병원 등과 협력하는 산·학·연·병 클러스터('22.5월~)
- ▶ (위치) 서울시 서초구 반포대로 222 가톨릭대학교 성의교정
- ▶ (주요시설) 기업 입주공간(18개 기업 입주), 공동연구지원센터, 교육시설, 기초의학교실 교수 연구실, 편의시설, 산학협력단 등

□ 초기 벤처기업 Death Valley 극복을 위한 보육 시스템 구축

- (전담기관) 국내 뇌연구 주요 거점*을 중심으로 공동연구 및 기술 활용을 지원하는 뇌연구 실용화·사업화 지원조직 육성

* 한국뇌연구원(뇌연구실용화센터, '23.6월 개소), KIST 뇌과학연구소, IBS 연구단 등

※ Bio Core-Facility 사업 등을 통해 창업·연구 공간, 장비, 컨설팅 등 제공

- (투자유치) 투자멘토링 및 데모데이 개최를 통해 벤처투자 연계 지원

□ 우수 기술·제품 관련 규제공백·지체 해소로 신속한 시장진출 촉진

- 뇌연구촉진법 개정을 통해 정부의 뇌연구·뇌산업 분야 연구개발, 시험·평가, 검증 및 사업화 관련 규제 완화·해소 근거 마련

- 새롭게 등장하는 혁신적 의료기기(디지털치료기기, 전자약 등), 혁신 신약(첨단재생의료의약품 등) 특성을 고려하여 규제혁신 추진

※ 인허가 시 맞춤형 신속 분류제도 도입, 안전성 평가·임상시험 가이드라인 마련, 가치 보상체계 마련(디지털치료기기 보험적용, 약가제도 개선) 등

- 국가 혁신기술 규제과학지원TF 운영 등을 통해 우수 기술별 규제 공백, 기존 규제적용 부적합 분야를 발굴하여 밀착형 규제지원 해소 지원

4 공유·협력 중심 뇌연구 생태계 강화

현황 및 분석

- 뇌연구·뇌산업 성장을 뒷받침하기 위해 연구자원, 전문인력 등 지원을 위한 견고하고 유기적인 뇌연구 생태계 조성이 중요
 - 인간의 정체성과 자유의지 등과 연관되는 뇌연구 특성상 기술 개발에 따른 윤리·사회적 이슈 논의 및 사회적 합의 필수적
 - 병원에서 사후 뇌기증을 통해 구득할 수 있는 뇌 연구자원 특성상 구득건수 및 공유·활용 범위가 한정적
- 그간 정부지원을 통해 국내에서도 인력, 자원, 장비 등 다양한 뇌연구 기반이 확보되었으나, 공유·협력 중심 고도화 필요
 - (인력) 4개 대학, 21개 대학원을 통해 전문 연구인력 양성
 - (자원) 뇌 연구자원 클러스터(뇌은행 네트워크) 운영·지원을 통해 뇌 연구자원의 공유·활용을 촉진
 - (장비 등) 전문기관을 중심으로 고가의 연구장비 등 연구 인프라 집적을 강화하고 제10회 세계신경과학총회(IBRO 2019, 대구) 성공적 개최, 국제 뇌과학 이니셔티브 참여 등 활발한 국제교류 진행

⇒ (대응방향) 그간 축적된 연구역량 및 인프라의 최대 활용을 위해 공유·협력 중심 뇌연구 생태계 강화

- ⑪ 윤리·사회 이슈 선제 대응 기반 마련, ⑫ 뇌 연구자원 공유·활용 활성화, ⑬ 미래 뇌연구를 이끌어갈 핵심 인력 양성, ⑭ 거점기관 개방형 전문성 강화

4-1

윤리·사회 이슈 선제 대응 기반 마련

- 뇌-기계 인터페이스 기술 등 뇌연구 분야 기술개발로 발생할 수 있는 윤리·사회적 문제*에 대해 선제적 논의·대응 기반 구축

* (사례) 뇌 기능 향상을 위한 BMI 기술 활용에 대한 사회적 합의

- 연구, 임상, 산업, 법률, 윤리 등 다양한 분야 전문가가 참여하는 민간 자문단을 구성하고 뇌연구 관련 이슈 발굴 및 해결방안 논의

※ BMI 관련 민간 자문단 및 과제(임상 가이드라인 마련 등)별 Focus Group 구성(~'23)

- 과기정통부, 복지부, 질병청, 식약처, 산업부 등 관계부처 협의체를 통해 관련 이슈 공유 및 전주기적 지원방안 논의

※ BMI 관련 다부처 협의체 구성(~'24)

- 민-관 협력을 통해 뇌연구 분야 첨단 기술의 신속·원활한 임상진입 및 인·허가 진입을 위한 가이드라인 마련

- 발생 가능한 다양한 이슈(생물학적·윤리적 주의점, 안전성, 보안성 등)를 분석하여 임상연구 및 안전성·유효성 평가 가이드라인(안내서) 마련

※ 디지털치료기기의 경우 불면증·공황장애·니코틴사용장애·우울증 등 다양한 적응증에 대한 안전성·성능 평가 가이드라인 既마련

- 민간 전문가 자문단 내 Focus Group 운영을 통해 가이드라인 초안을 작성·검토하고, 다부처 협의체 등을 통해 논의

※ BMI 관련 임상연구 및 안전성 가이드라인 마련 및 제안('24)

- 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」 제10조의 IRB 심의사항을 뇌연구에 맞게 구체화한 가이드라인 마련

※ BMI 기술개발 관련 IRB 가이드라인 마련(~'28)

- OECD, 국제전자전기학회 (IEEE) 등 국제기구와의 지속적 협력 및 국제신경윤리학회 등에서 제기하는 글로벌 이슈에 대한 검토·자문 강화 및 뇌신경윤리 가이드라인 마련

※ 과학기술정책연구원(STEPI), 한국뇌연구원 등의 기존 협력 네트워크 활용

4-2

뇌 연구자원 공유·활용 활성화

□ 뇌은행을 중심으로 뇌 연구자원 클러스터 지속·확대 지원

- 뇌연구촉진법('22.1월 개정)에 근거하여 지역별 뇌 연구자원 공유 거점인 뇌은행을 지정하고 뇌조직 확보·분양 활성화 지원

※ 뇌은행 네트워크(한국뇌은행 및 협력병원)를 중심으로 뇌 기증에 대한 인식개선·홍보활동을 지원하고 규제 및 기관 IRB, 예산 및 기관 운영 등과 관련된 애로사항을 주기적 발굴·지원

- 뇌 연구자원 통합정보시스템(K-Brain Net) 구축을 통해 연구현장 중심 뇌 연구자원 생애 전주기 활용·관리 체계 고도화

※ (주요내용) ①기증자 정보와 자원정보 이원화(개인정보 보호) ②전주기 뇌연구자원 관리 자동화(기증자원 접수~활용에 이르는 전 과정) ③연구자 스펙트럼별 대응 분양 서비스 고도화

- 커뮤니티형 연구용 디지털 뇌병리 허브 플랫폼 “디지털 브레인 아카이브*” 구축을 통해 디지털 기반 뇌 연구자원 분양·활용 촉진

* 정상·병변 뇌조직을 스캔 및 디지털화하여 뇌조직 이미지 데이터베이스(DB)를 구축하고 연구자 대상 병리이미지 분양

<전통적인 병리검사(左) 및 디지털병리 방식(右)>



□ 기 구축된 뇌 연구데이터의 공동 활용 편의성 강화

- 주요 뇌질환별 구축된 코호트를 연계·활용하여 통합 DB를 확보 하고 연구자 간 정보 공유를 위한 플랫폼 마련

※ (예시) 치매극복연구개발사업단 : DPK-TRR 시스템 / 치매안심센터 : 치매 안심통합관리시스템(ANSYS) / 질병관리청 국립보건연구원 : 뇌질환 임상연구 DB

- KOBIC(국가생명연구자원정보센터)에 구축된 데이터 포털 플랫폼에 뇌 연구 데이터 수집 및 활용성 강화를 위한 인센티브 마련·제공

- 산·학·연·병 공동연구 지원 및 관련 제도개선을 바탕으로 병원 내 구축된 임상(유전체, 뇌영상 등) 데이터 활용성 제고

4-3

미래 뇌연구를 이끌어갈 핵심 인력 양성

- 학제·기관 간 교류와 융합을 바탕으로 현장수요와 연구트렌드에 대응하는 뇌연구 전문인력 양성 프로그램 운영
 - 양성기관(대학)과 수요기관(연구소, 기업 등), 학회 등 관련 전문가로 구성된 **협의회***를 통해 현장 수요 기반 양성 프로그램 운영방향 논의
 - * (가칭) 뇌연구 인력양성 협의회
 - 국내 뇌 관련 학과 간 커리큘럼을 공유하고 온라인 교육, 학점 상호 인정 및 공동학위 프로그램 등을 통해 교류 및 고도화 촉진
 - 정보통신기술, 나노기술 등 타 전공분야 지식을 배울 수 있도록 **뇌융합기술 특화 커리큘럼** 구성·운영
 - 다양한 전공 학생의 뇌연구 분야 유입을 위해 물리학, 공학(컴퓨터, 인공지능 등), 의학 등 학과 내 뇌 관련 교과(전공/교양) 신설 지원
 - 주요 글로벌 대학 및 연구기관과의 인력 파견 양성 체계 구축을 통한 해외 현장 중심 인턴십 프로그램 추진
- 의사과학자, 의과학자 등 임상현장에 대한 이해를 바탕으로 연구하는 고급 연구인력 양성
 - 뇌질환 치료기술 등 뇌연구 성과의 실용화 촉진과 임상현장 도입, 뇌산업 육성을 위해 연구와 임상을 연결하는 **중개연구** 지원
 - ※ 환자 중심 빅데이터 분석 및 AI 기술 활용으로 질환 표적 분자 발굴 및 검증을 통한 질병 예측, 맞춤형 치료기술 개발 연구
 - 의학교육-임상수련-학위과정 전 과정에서 의사과학자가 안정적으로 성장할 수 있는 **교육·연구·창업 환경 조성**
 - ※ 학교와 병원에서 의사과학자가 안정적으로 연구할 수 있는 시간과 공간을 보장하고, 창업교육 및 산-병 협력을 통해 연구 성과의 사업화·창업 연계 지원
 - 의료계-이공계 인력 간 교류를 촉진하여 의료계 인재의 연구역량 강화 및 이공계 인재의 임상현장 이해도 제고

4-4 거점기관 개방형 전문성 강화

□ 국내 주요 뇌연구 전문기관 역량 강화 및 기관 간 협력강화

- 한국뇌연구원, KIST 뇌과학연구소, IBS 연구단, 치매극복연구개발사업단 등 기관 임무와 특성에 따른 전문성 강화

기관	임무 및 특성
한국뇌연구원	유일한 법정기관으로서 뇌연구 역량강화, 연구성과자원의 공유·활용 촉진, 글로벌 협력, 정책지원, 국민소통 등 Hub 역할 수행
KIST 뇌과학연구소	종합연구소의 강점을 살려 보유한 장비와 시설, 축적된 연구역량을 바탕으로 융합형 선도기술 창출에 집중
IBS 연구단	의식, 정서, 사회성 등 인간 뇌 이해 고도화를 위해 개인 연구자가 수행하기 어려운 대형 장기 기초연구 수행
치매극복연구개발사업단	세계 최고 수준 치매 극복기술개발을 위해 연구개발(기초~임상), 성과·데이터 공유·활용, 치매 인식개선 등 총괄
국립정신건강센터	국민의 정신건강 증진 및 개선을 목적으로 다양한 정신건강사업을 추진하고 있으며 공공 정신의료의 컨트롤 타워 역할
국립보건연구원	국내 유일 보건의료 정부 연구기관으로서 국가 보건연구 인프라* 구축·운영을 통한 뇌질환 정보와 자원 분양 및 뇌질환 임상연구 수행 * 뇌질환코호트, 치매뇌은행, 국립중앙인체자원은행 등

- 뇌연구협의체 및 치매뇌연구협의체 운영 활성화를 통해 기관 간 시너지 창출이 가능한 공동연구 주제 발굴 및 수행

□ 각 기관이 보유한 최신 뇌연구장비 공유체계 효율화

- 극저온 전자 현미경, 초해상도 광학 현미경, 고자장 MRI 등 고가·대형장비의 공동 활용 플랫폼 구축
- 다양한 수준의 뇌활동을 복합적으로 집적하는 융합 뇌연구장비 개발 및 국산화를 통한 글로벌 경쟁력 확보

※ 광학, 전기생리, MRI 등 세포 수준에서 뇌전체의 활동을 동시에 관찰할 수 있는 멀티모달 영상장비의 개발

□ 국제 협력 체계 구축 및 한국 주도형 뇌연구 교류 확대

- 신기술·연구방법 습득을 위한 미국(NIH), 독일(Max Planck), 일본(RIKEN CBS), 중국(ION) 등 선진 연구기관과 연구자 교류 등 공조체계 구축
- UK-Korea 뇌과학 심포지엄, CJK International meeting 등 뇌연구 국제 교류행사 지속 개최 및 지원책 마련
- 국제 뇌과학 이니셔티브(IBI, International Brain Initiative)에 참여하여 뇌연구 성과·데이터 공유, 핵심정보 및 혁신 기술 습득

※ 글로벌 협력 기반 정서 특화 뇌지도 구축 사업 등

제4차 뇌연구촉진 기본계획 수립 참여 전문가

분 과	소 속	성 명	직 위	비고
총괄분과	서울대학교	권준수	교수	총괄위원장
	한국뇌연구원	정윤하	뇌연구정책센터장	총괄간사
뇌신경생물	연세대학교 의과대학	김철훈	교수	분과장
	서울대학교 의과대학	이용석	교수	
	서울대학교 의과대학	최형진	교수	
	고려대학교 의과대학	한기훈	교수	
	KAIST 생명과학과	손종우	교수	
	KIST 뇌과학연구소	황은미	책임연구원	
	한국뇌연구원	박형주	신경·혈관 단위체 연구그룹장	
뇌질환	연세대학교 의과대학	김재진	교수	분과장
	분당서울대학교병원 정신건강의학과	김의태	교수	
	이화여자대학교병원 신경과	이향운	교수	
	삼성서울병원 정신건강의학과	최정석	교수	
	분당차병원 재활의학과	김민영	교수	
	광주과학기술원 의생명공학과	이보름	교수	
	차의과대학교 약리학교실	권민수	교수	
	DGIST 뇌과학과	서진수	교수	
	한국뇌연구원	김정연	정서·인지 질환 연구그룹장	
뇌인지	서울대학교 뇌인지과학과	이인아	교수	분과장
	성균관대학교 글로벌바이오메디컬공학과	우충완	교수	
	DGIST 뇌과학과	전현애	교수	
	성균관대학교 글로벌바이오메디컬공학과	김형구	교수	
	UNIST 바이오메디컬공학과	정동일	교수	
	IBS 인지 및 사회성 연구단	이도윤	책임연구원	
	한국뇌연구원	정민영	선임연구원	
	한양대학교 바이오메디컬공학과	임창환	교수	분과장
뇌공학	UNIST 바이오메디컬공학과	김성필	교수	
	이화여자대학교 뇌·인지과학부	전상범	교수	
	고려대학교 인공지능학과	성준경	교수	
	국민대학교 전자공학부	이승민	교수	
	KIST 뇌과학연구소	최낙원	책임연구원	
	한국뇌연구원	이찬희	인지과학 연구그룹장	
	연세대학교 의과대학	정승수	교수	분과장
뇌산업	건국대학교 의생명과학연구원	신찬영	교수	
	SK바이오팜	황선관	본부장	
	와이브레인	이기원	대표	
	뉴로핏	빈준길	대표	
	한국뇌연구원	김기범	인프라 구축팀장	
	고려대학교 의과대학	선 웅	교수	분과장
인프라/ 생태계	고려대학교 의과대학	조일주	교수	
	이화여자대학교 뇌·인지과학부	정수영	교수	
	중앙대학교 생명과학과	강효정	교수	
	한국뇌연구원	이계주	책임연구원	
	한국뇌연구원	이태관	연구전략실장	

과학기술정보통신부 연구개발정책실 기초원천연구정책관 생명기술과	
담당과장	윤경숙 부이사관
담당자	조아람 사무관
연락처	전 화 : 044-202-4556 E-mail : jos8765@korea.kr

질병관리청